

## 現代の危機 —— 精神医学と社会および自然科学

目次：

現代の危機、社会不安.....	12
物理、量子力学、LENIN, EINSTEIN, 物質は死んだ.....	12
レーニンと「物理学の危機」.....	12
弁証法的唯物論のレーニンの段階の自然科学的前提.....	13
自然科学における最新の革命.....	13
現代自然科学の危機.....	14
自然科学の発展によって提起された哲学の諸問題.....	16
物理学の危機：古典物理学から現代物理学へ——物質・時間・空間概念の発展.....	17
世紀末の2つの暗雲.....	17
比熱と空洞輻射の問題.....	17
量子仮説の出現.....	18
量子力学の建設.....	19
特殊相対性理論の出現.....	19
空間・時間の概念と人間の認識の発展.....	20
数学、ヒルベルト、非線形.....	21
Algebra (Wikipedia) .....	21
[編集] 歴史.....	22
[編集] 代数学の諸分野.....	22
群 (数学)ウィキペディア (Wikipedia) .....	22
目次.....	23
[編集] 概略.....	23

[編集] 定義.....	23
[編集] 具体的な群.....	24
[編集] 基本的な概念.....	25
[編集] 位数.....	25
[編集] 部分群.....	25
[編集] 剰余類・剰余群.....	25
[編集] 群の準同型・同型.....	26
[編集] 共役.....	26
[編集] 中心・中心化群・正規化群.....	26
[編集] 可解群・交換子群・べき零群.....	27
[編集] 群の直積と半直積.....	28
[編集] 有限群の構造定理.....	28
[編集] 歴史.....	29
[編集] 応用例.....	29
束論 (Wikipedia) .....	29
目次.....	30
[編集] 束の定義.....	30
[編集] 順序構造としての定義.....	30
[編集] 代数的定義.....	30
[編集] 例.....	30
[編集] 束に関する諸概念.....	31
[編集] 分配束.....	31
[編集] ブール束.....	31
[編集] モデューラ束.....	31
[編集] 完備束.....	31
体 (数学) (Wikipedia) .....	31
目次.....	32
定義.....	32
例.....	33
諸概念.....	33
線型代数学 (Wikipedia) .....	34
[編集] 概要.....	34

[編集] 用語.....	34
内積 (Wikipedia) .....	35
目次.....	36
[編集] 定義.....	36
[編集] 内積の幾何学性.....	36
[編集] 種々の内積.....	36
[編集] 一般化.....	37
[編集] 正則対称双一次形式.....	37
ベクトル空間 (Wikipedia) .....	38
目次.....	38
[編集] 導入.....	38
[編集] 定義.....	38
[編集] 次元.....	39
[編集] 基底.....	39
[編集] 行列との関係.....	39
[編集] 例.....	40
[編集] 一般化.....	40
[編集] 様々なベクトル空間.....	40
ヒルベルト空間 (Wikipedia) .....	40
目次.....	41
[編集] 定義.....	41
[編集] 例.....	41
[編集] ユークリッド空間.....	41
[編集] 数列空間.....	41
[編集] ルベーク空間.....	41
[編集] 歴史.....	42
[編集] 関連項目.....	42

ダフィット・ヒルベルト (WIKIPEDIA) .....	42
[編集] 交流関係.....	43
David Hilbert( Wikipedia).....	43
Contents.....	45
[edit] Life.....	45
[edit] The Göttingen school.....	46
[edit] Later years.....	46
[edit] The finiteness theorem.....	47
[edit] Axiomatization of geometry.....	48
[edit] The 23 Problems.....	48
[edit] Formalism.....	49
[edit] Hilbert's program.....	49
[edit] Gödel's work.....	50
[edit] Functional analysis.....	50
[edit] Physics.....	50
[edit] Number theory.....	51
David Hilbert aus Wikipedia, (独文).....	52
Inhaltsverzeichnis.....	53
Leben [Bearbeiten].....	53
Königsberg [Bearbeiten].....	53
Göttingen [Bearbeiten].....	55
Werk [Bearbeiten].....	57
Algebraische Geometrie [Bearbeiten].....	57
Zahlentheorie [Bearbeiten].....	57
Geometrie [Bearbeiten].....	57
Hilberts 23 Probleme [Bearbeiten].....	58
Logik und Grundlagen der Mathematik [Bearbeiten].....	58
Analysis [Bearbeiten].....	58
Mathematische Physik [Bearbeiten].....	59
Allgemeine Relativitätstheorie [Bearbeiten].....	59
Gegen das Ignorabimus [Bearbeiten].....	59
Zitate [Bearbeiten].....	59
Nach David Hilbert benannte Begriffe und Sätze [Bearbeiten].....	60
Schriften [Bearbeiten].....	60

Literatur [Bearbeiten].....	60
Einzelnachweise [Bearbeiten].....	60
Weblinks [Bearbeiten].....	61
生物科学（とくに神経発生における弁証法的見解） .....	61
量的変化から質的变化への移行の法則、およびその逆 low of transition from quantitative change to qualitative change, vice versa (508-9).....	61
対立物の相互滲透 interpenetration of opposites, Durchdringung der Gegensätze (293).....	62
否定の否定の法則 low of negation of negation (388-9).....	63
分子生物学の概略史.....	64
創始期.....	64
第1期.....	64
【遺伝情報の転写と複製】 .....	64
【制限酵素の発見】 .....	65
第2期.....	66
【組換え DNA 実験の誕生】 .....	66
【逆転写酵素とDNA合成】 .....	66
【スプライシング現象の発見】 .....	67
【免疫グロブリン遺伝子の可変性】 .....	67
【癌遺伝子の発見】 .....	68
【ウイルス学の進歩】 .....	68
【分子進化学】 .....	69
【遺伝子クローニング法の改良】 .....	69
第3期.....	69
【スーパーマウスとノックアウトマウス】 .....	69
【遺伝子の発現調節機構】 .....	70
【プログラム細胞死】 .....	71
【癌抑制遺伝子】 .....	71
【遺伝病の解明と遺伝子診断】 .....	72
【生命現象の解明へ】 .....	72
脳を精神病から守るー予防と治療.....	73
精神療法.....	73
薬物療法、抗精神病薬.....	73

生活療法（臺）、社会復帰、コミュニケーション.....	73
作業療法、労働.....	73
労働の成立と自然認識.....	73
労働過程の構造.....	74
リズムとバランスをもった生活.....	75
音楽.....	75
音楽史.....	75
キリスト教古代の教会音楽.....	75
教会音楽.....	77
中世とは.....	77
中世年表（音楽と一般）：800-1400年.....	79
旋法と教会旋法.....	83
〔西洋音楽の時代区分と音組織〕.....	83
「ルネサンス」の概念.....	84
多声音楽の黄金時代.....	89
フランドル楽派.....	91
ヴェネツィア楽派の誕生.....	93
「バロック」の概念.....	94
バロックの音楽像.....	97
バロック年表（音楽と一般）：1600-1750年.....	98
「古典派」の概念と音楽.....	102
古典派年表（音楽と一般）：1750-1820年.....	106
「ロマン派」の概念.....	110
ロマン派年表（音楽と一般）：1820-1900年.....	111

ショスタコヴィチの生涯と作品.....	115
生涯.....	115
20 世紀の音楽の様相.....	117
調性的無調音楽.....	120
1 2 音音楽.....	122
他の無調音楽.....	123
2 0 世紀年表（音楽と一般） 1900-2000 年.....	125
近代・現代の音楽	
.....	130
シェーンベルクと 12 音音楽.....	130
Schonberg 12 音技法.....	131
アルノルト・シェーンベルク（ウィキペディア（WIKIPEDIA）より） .....	134
[編集] 無調への試み.....	134
[編集] 12 音音楽の確立.....	135
[編集] 亡命と晩年.....	136
<b>ARNOLD SCHOENBERG</b> .....	<b>136</b>
From Wikipedia, the free encyclopedia.....	136
<b>Contents</b> .....	<b>138</b>
<b>[edit] Biography</b> .....	<b>138</b>
<b>[edit] Music</b> .....	<b>141</b>
[edit] Works and ideas.....	141
[edit] Controversies and polemics.....	143
<b>[edit] Extramusical interests</b> .....	<b>144</b>
<b>MUSIC</b> .....	<b>144</b>
From Wikipedia, the free encyclopedia.....	144
<b>Contents</b> .....	<b>145</b>
<b>History</b> .....	<b>145</b>
Ancient.....	146
Medieval and Renaissance.....	146
Baroque.....	147
Classical.....	147
Romantic.....	148
20th Century.....	148

<b>Performance</b> .....	<b>148</b>
Aural tradition.....	149
Ornamentation.....	149
<b>Production</b> .....	<b>150</b>
Composition.....	150
情動と音楽とくにオペラ.....	<b>151</b>
<b>Opera (オペラ) の中に表現された情動、嫉妬と狂気</b> .....	<b>151</b>
～嫉妬 Emotion / Jealousy について～.....	151
# Ottello ♂ Ottello (Verdi).....	152
# Medea ♀ Medea (Cherubini).....	152
# Amneris ♀ Aida (Verdi).....	152
# Tosca ♀ Tosca (Puccini).....	152
# Canio ♂ Pagliacci (パリアッチ、道化師たち) (Leoncavallo).....	152
# Figlippo II ♂ Don Carlo (Verdi).....	152
# Eboli ♀ Don Carlo (Verdi).....	153
# Don Jose ♂ Carmen (Bizet).....	153
狂気について.....	153
# Lucia ♀ Lucia di Lammermoor (Donizetti).....	153
芸術関連の参考文献として : .....	<b>153</b>
<b>a. 「ニーベルングの指輪」 Der Ring des Nibelungen (Richard Wagner) .....</b>	<b>153</b>
1 (前夜祭) 「ラインの黄金」 (The Rhinegold).....	153
2 (第1夜) 「ワルキューレ」 (The Valkyrie).....	154
3 (第2夜) 「ジークフリート」 (Siegfried).....	155
4 (第3夜) 「神々のたそがれ」 (Twilight of the Gods).....	155
<b>b. La Traviata (VERDI).....</b>	<b>156</b>
<b>c. 「さまよえるオランダ人」 Der fliegende Holländer (Wagner) .....</b>	<b>157</b>
1 [序曲] .....	157
2 [第1幕] .....	158
3 [第2幕] .....	158
4 [第3幕] .....	158
<b>タンホイザー 全3幕 1843～45 R, Wagner, Tannhauser.....</b>	<b>158</b>
第1幕.....	159
第2幕.....	159
第3幕.....	160
<b>ローエングリン 全3幕.....</b>	<b>160</b>
第1幕.....	161
第2幕.....	161
第3幕.....	162

数理科学.....	163
• Neuroinformatics.....	163
• Model.....	163
• Math and Brain.....	163
川人光男学習動態脳プロジェクトより.....	163
成果.....	164
学習アルゴリズムに応じた脳の専門化と組織化.....	164
階層並列強化学習システム.....	164
小脳に獲得される多重内部モデル.....	164
不安定な状況下における手先剛性の適応的変化の解明.....	164
計算神経科学のテストベッドとしてのヒューマノイドロボット研究.....	164
眼球運動制御の計算モデル.....	164
エイ・ティ・アール・人間情報通信研究所、川人光男さん	
.....	165
小脳の機能と仕組み検証 .....	166
随意運動制御の計算論的研究.....	169
現代の医療の問題.....	170
医療・福祉・教育・生と死・戦争と平和.....	170
フロイトとアインシュタインとの往復書簡.....	170
シュワイツァー.....	171
シュワイツァー博士の第15回日本医学会総会へのメッセージ（1959） .....	171
Albert Schweitzer(1875.1.14 ~ 1965.9.4.).....	171
人間的ということ.....	172
平和・生命の畏敬・戦争反対.....	172

補足事項（今のところここに置いておくこと）	173
精神科学	173
脳と心の問題	173
脳と心の探究の歴史	173
まえがき	173
脳の研究が心の探究に結びついた。	174
大脳生理学の夜明け	174
脳と心の研究は飛躍的に進歩している。	174
脳のはたらきの研究の歴史	175
1 その前史	175
2 素朴局在論と素朴全体論	176
3 失語・失行・失認の臨床的研究	177
4 生理学・心理学領域の研究	178
パヴロフの高次神経活動研究	178
ルリアの心理学的研究	179
最近の生理学・心理学の動向	179
心の働きはどこでつくられるか	180
1. 大脳生理学から神経科学への進展	180
2. 陳述記憶のシステム（側頭連合野、海馬）	181
3. 一時的に使う記憶は（前頭連合野）	182
大脳両半球のはたらきのまとめ	182
参考資料	183
脳死	183
－脳死とは－	183
－脳死判定基準－	184
－脳死移植－	184

19世紀の神経解剖学.....	184
雑録.....	193
情動.....	193
参考文献.....	193
文献.....	193
ピネル PHILIPPE PINEL (1745-1826) .....	193
サルペトリエール 仏 HOSPICE DE LA SALPÊTRIÈRE.....	193
エスキロール JEAN ETIENNE DOMINIQUE ESQUIROL (1772-1840) .....	194
グリージンガー WILHELM GRIESINGER (1817~1868) .....	194
クレペリン EMIL KRAEPELIN (1856-1926) .....	194
ブロイラー、EUGEN BLEULER (1857-1939) 精神分裂病 (1911).....	195
KARL JASPERS (1883-1969) 精神病理学 了解不能 UNVERSTÄNDLICH.....	195
ヤスパース KARL JASPERS (1883-1969) .....	195
EUGENE MINKOWSKI (1885-1973) 現実との生ける接触の喪失.....	195
呉秀三(1865-1932) (精神病者として) この邦に生まれたるの不幸.....	196
パブロフ .....	196
セーチェノフ.....	196
自由(論)と必然性.....	197
(1) デューリングの自由論.....	197
(2) エンゲルスの見解.....	197
(3) 観念論者の自由論.....	197
(4) 機械的唯物論者の自由論.....	197
(5) 意志の自由とは.....	198
巨匠とその晩年.....	198

Dante Alighieri(1265～1321).....	199
William Shakespeare (1564 ～1616 ) .....	199
Johann Sebastian Bach (1685.3.21 ～ 1750.7.28).....	199
Johann Wolfgang von Goethe (1749.8.28～1832.3.22.).....	202
Ludwig van Beethoven (1770.12.16 ～ 1827.3.26).....	203
Giuseppe Verdi (1813.10.10～1901.1.27.).....	204
Richard Wagner (1813.5.22 ～ 1883.2.13).....	205
Auguste Rodin(1840-1917).....	205

以上で目次 終了

## 現代の危機、社会不安

19C

20C

21C

## 物理、量子力学、Lenin, Einstein, 物質は死んだ

### レーニンと「物理学の危機」

(「『唯物論と経験批判論』によせて」1982年から)

レーニンは、自然科学の専門家ではもちろんなかったが、彼が弁証法的唯物論の立場で「物理学の危機」にとりくんだ研究成果は、後世の物理学者が物理学のその後の歴史的な発展の結果をもふまえて、その正しさを断言できるだけのすばらしい内容をもっていた。

第1の問題は、「物質は消滅した」という議論である。これまで不変なものと考えていた元素が変化することが明らかとなったり、物質の究極的要素とされた原子が、電子などから構成されていることがわかったりしたことから、マッハ主義者を先頭にする観念論学派は、「物質は消滅した」ととなえだし、これが、実際に物質的自然にとりくんでいる物理学者にも一定の影響をおよぼして、物理学の危機を加速した。

この問題にたいして、レーニンの答えは明確だった。レーニンが、物質の哲学的概念を明確に定式化して（「人間の意識から独立に存在し、この意識によって反映される、客観的実在」）、物質の構造や性質についての自然科学の認識がどんなに変化しても、それは、哲学的

な意味における物質の客観的な実在性には、なんの影響をもおよぼすものでないことを、明確にしたことは、物理学の危機を打開するうえできわめて重要な意味をもつことだった。

元素や物質の不変性が否定されたぐらいで、これを「物質の否定」という観念論の証明だと思いきやマッハ主義者たちが、もし今日の物理学が明らかにしている、物質を構成している素粒子が変転きわまりない相互転化を不断におこない、エネルギーに転化して消滅してしまったりする場合さえある事実や、**どんな素粒子も、特定の条件のもとでは、光と同じような波動としてあらわれる事実**などを知ったら、どんな喝采をさけぶだろうか。こういう意味では、現代の物理学は「物質の消滅」の無数の実例を提供しているが、これはすべて哲学的には、客観的な実在である物質の実在的な運動の一形態にほかならず、物質から非物質への転化や物質の消滅をしめすものではけっしてないのである。

第2の問題は、「物質のない運動」という議論である。これは、一口にいえば、物質を消滅させて、観念論の立場におちこんだ物理学者が、その観念論と自分たちが研究している自然の諸法則とを両立させようとして、となえだした議論だといってよいだろう。

「物質のない運動」論は、物理学の発展の特定の段階——物理学が、研究している物質の構造や性質についての明確な認識をまだあたええないでいる段階で、そういう認識を本来不可能なものとして原理的に放棄してしまうという動機であらわれることもある。坂田昌一氏は、ある論文のなかで、20世紀の初頭の物理学の危機が打開されて、量子力学が成立した最初の段階で、その解釈をめぐる物理学者の哲学的混乱が生まれたとき、量子力学の創設者たちの一部（ハイゼンベルク）に、物理学は、物質の本質や構造を問題にせず、「知覚の関連の形式的記述」のみにとどまるべきだという議論があらわれたことを紹介している（「理論物理学と自然弁証法」1947年）。これは、物質の存在を積極的に否定するわけではないが、その客観的な認識をあきらめ、運動のみに手は無視して運動の現象だけを問題にせよ、とする点では「物質なき運動」の不可知論的変種といってよいだろう。

自然の弁証法（FT,1988）より

## 弁証法的唯物論のレーニンの段階の自然科学的前提

社会的＝歴史的な要因とならんで、弁証法的唯物論のレーニンの段階の発生のおかげで大きな役割を果たしたのは、19世紀と20世紀の交代期に生じた自然科学上の新しい情勢である。

## 自然科学における最新の革命

この情勢の特徴は、まず自然科学における最新の革命が、19世紀のなかごろと後半に起こった革命とひどくちがっているということである。この最新の革命の本質は、まず物理学が原子内の現象（極微現象）の分野に浸透したことである。これに関連して物質の構造と性質についての古い見解が根本的にうちくだかれてしまった。すでに、17-18世紀につくられていた物理学的世界像の限界が暴露された。新しい物理学的世界像の土台となったのは、もはや力学的に理解される原子、不変の質量をあたえられた原子ではなく、その特色の性質（可変的な質量、おどろくべき運動速度、放射崩壊のさいに分離する能力、等々）をもった電子であった。

三つの決定的な発見が自然科学における最新の革命の一般的性格と主要な方向を規定した。第一に、物質に、つまり原子の電子殻に深く浸透してゆく能力をもっているレントゲン線の発見(1895年)。第二に、放射能の発見(1896年)。この発見は放射能の物質的な担い手たるラジウムの発見(1898年)をもたらした。第三に、あらゆる原子の一般的な構成部分としての電子の発見(1897年)。

第一と第三の発見は原子の外側の領域——原子殻——を深くきわめる可能性をあたえ、第二の発見は、科学が物質の最深の（中心の）領域——原子核——を深くきわめる道を切

り開いた。

物理学の分野におけるこれらの発見は、原子と化学元素を絶対に無変化で、転化せず、分割されず発展の能力のないものとみる古い、形而上学的な見解を根本的に破壊してしまっただ。これらの発見のそれぞれが原子の二つの領域（核あるいは殻）のうちの一つに通じる道を開いたということは、なぜこれら三つの発明のうちの一つだけをあげるにとどまってはならないかを説明するものである。たとえ、三つの発見のそれぞれが、個々に、原子の可変性、可分性、被破壊性を証明し、そのことによって物質の構造とその粒子についての古い、形而上学的見解を粉碎し、物質とその粒子についての新しい、その内容からみて、弁証法的な見解を主張しているにしても、そうである。

20世紀の物理学のその後のすべての発展は、実際には**三つの発見の継続**であり、深化であって、これらの発見のうちに自然科学において始まった革命の本質が現れていた。すなわち原子の電子殻の研究は量子力学の創設をもたらした、核の研究は核物理学をもたらしたのである。科学の発展のこの二つの方向は「素」粒子物理学で一致した。

物理学が物質の奥底をきわめたことが、この科学を、現代自然科学の指導部門に変えた。17-18世紀には、そういう指導部門は力学であり、力学は自然科学の他のすべての部門にその痕跡をあたえ、自然科学全体に力学的性格をあたえた。19世紀には、自然科学における指導的役割は、物質の運動のもっと複雑な（超力学的）形態を研究する自然科学のグループ、すなわち物理学、科学、生物学へ移った。20世紀に、自然科学の決定的な部門となったのは物理学であった。すなわち、物質のもっとも基本的な（既知のものなかで）種類、存在のもっとも普遍的で基本的な形態（物質と運動に依存する時間と空間）、自然現象の合法的な関連のもっとも普遍的な型（静力学的合法則性と動力学的合法則性、その他）を研究した物理学部門であった。

20世紀の自然科学における物理学の指導的役割は、物理学が物質の最も普遍的、基礎的な性質や物質粒子相互の関係を明らかにしたことによって決定された。これは、**あらゆる形態の物質運動の起源の問題**、生命の担い手や物質の最高の産物——思考する頭脳——をも含めた、物質の構成物の起源の問題の解明を助けた。こうして物理学は、最下級のもっとも単純な（既知のものうちで）段階から、最高のもっとも複雑な段階までの自然の弁証法的発展の道をはっきりとすることを助けた。

もっとも重要な新しい問題を提起したのは、**生物学**であった。発展観の問題が新しい条件のもとで重要な意義をもつようになった。ダーウィンのときから発展の思想は生物学だけでなく、他の自然科学にも浸透した。いまや、**弁証法に敵対したのは、自然を不可変のものとする形而上学的見解よりも、むしろ自然の発展を機械論的にみる見解であった**。このことは、歴史的に形成された二つの可能な発展観の問題を全面的に解明し、形而上学的、機械的な運動観に対立した弁証法的発展観を基礎づけるという課題をマルクス主義哲学に課した。

自然科学の最新の革命は、生物学の分野にもおよんだ。この分野で指導的な役割を果たしたのは、**イ・ペ・パブロフが条件反射の発見**にもとづいて創始した動物と人間の**高次神経活動の客観的な研究方法**であった。このおかげで、生物の肉体的活動ばかりでなく、心理活動も自然科学の研究の対象となった。すべてこれは、たとえば、意識対物質の関係のような哲学の根本問題に直接に関係があり、哲学的概括を必要とする新しい膨大な自然科学的素材を提供した。

## 現代自然科学の危機

19世紀と20世紀の交代期の自然科学上に生じた情勢を特徴づける重要な現象は、現代自然科学の危機であった。自然科学の内部での唯物論と観念論の闘争は、この時期にまったく新しい特徴をもつようになった。19世紀末までの自然科学ではほとんど全一的に唯物論が支配していたが、この唯物論は、自然発生的な、歴史的に形のととのっていないものであるか、形而上学的または機械論的なものであるか、ときには俗流唯物論であるかした。1

9世紀末までの哲学的観念論は自然科学の真の成果のおもな反対者であった。観念論者は、自然科学上の発見が唯物論の立場を強化し、観念論に敵対的な唯物論的自然観の自然科学的支柱を強めるものと考えた。だから、19世紀末まで、概して、観念論者と不可知論者が寄生していたのは、科学の弱点と困難であり、多くの自然科学表象の欠陥であり、とくに、自然の弁証法を確証した科学的発見そのものの客観的内容にそむいて、科学者の頭を支配しつづけていた形而上学的思考方法の限界であった。

19世紀と20世紀の交代期に、自然科学の歴史上はじめて本質的に新しい、19世紀とは根本的にちがった情勢が生じた。その当時、観念論がしがみついていたのは、科学の弱点や欠陥、科学的研究方法の限界ばかりでなく、科学のなかに最新の革命をひきおこした科学のもっとも新しい成果でもあった。

自然科学のうえに生じた新しい情勢の特徴は、観念論者が唯物論とのたたかいに形而上学の壊滅、とくに物質とその構造についての古い形而上学的見解の壊滅を利用したということである。彼らは、原子は不変で、質量は恒常的であるなどという古い観念を破壊した物理学上の新しい諸発見を自分の同盟者に変えようとたくらんだ。このような策動を容易にした事情は、**科学者が弁証法を知らなかった**ことであり、ブルジョア的世界観の影響をうけたため、科学者が弁証法的唯物論と縁がなかったことであり、また自然科学者のあいだの唯物論の多くの擁護者が物質と運動、空間と時間、因果性、原子と電子についての形而上学のおよび機械論的見解を擁護していたことである。このような情勢のもとで、観念論者は形而上学の壊滅を唯物論の壊滅であるかのようにみせかけようと試み、唯物論を科学から駆逐し、唯物論を観念論と不可知論とでとりかえる方針をとった。観念論哲学の、この種の反動的な傾向は、帝国主義がもたらしたあらゆる分野の全般的な反動に余儀なくされたものであって、現代物理学の危機とともに自然科学全体の危機をも生みだした。これに関連して、生物学の分野にも、ダーウィン主義と反ダーウィン主義の闘争、また同時に唯物論と観念論弁証法と形而上学との闘争が、急速に強まった。

独占前の資本主義の情勢のもとでは、エンゲルスが示したように、自然科学のあらゆる分野に作用していた主要な矛盾は、形而上学のとりこにとどまっていた自然科学の陳腐な思考方法と、自然に内属する弁証法の発見を助けた自然科学上の偉大な諸発見の真の内容とがまったく照応していないことであった。これは、自然科学の発展における主観的要素（科学者の思考方法）と客観的要素（発見の内容）との矛盾であり、形而上学（科学者の頭を支配していた）と弁証法（それぞれの科学的発見のなかへ自然発生的に分けいついていた）との矛盾であった。この矛盾からの出口は一つあった。すなわち、科学者自身が唯物論的弁証法を習得することであった。このことだけが、19世紀の理論的自然科学をみだしていた混乱と矛盾に終止符をうつことができたであろう。

エンゲルスが19世紀——その当時の自然科学では唯物論が支配していた——の自然科学の発展のうちに発見した矛盾は、20世紀の新しい歴史的条件のもとで、さらにいっそう激化した。いまや帝国主義の時代には、反動哲学の代表者は、一般に唯物論を自然科学から駆逐し、それを観念論と不可知論でとりかえるために、この不照応を利用し、激化させたのである。科学の進歩そのもの、弁証法的な性格をもつ物理的諸過程の客観的内容を明らかにすることそのものが、科学者たちの解釈の仕方にはかかわりなしに、自然科学上の革命から、科学の成果から、科学の進歩から反動的な認識論的結論を引きだすために利用される。このようにして、帝国主義時代の自然科学の発展のうえに新たな、さらにいっそう深い矛盾が発生したのである。

観念論は、これまでどおり唯物論の猛烈な敵であったが、いまや、観念論が利用したのは、古い形而上学的な物質観や自然観の限界および弱点それ自体ではなく、物理学の最新の発見の結果、これらの見解が崩壊したという事実であった。「**物理学的**」観念論者は、古い唯物論の形而上学的見解をしりぞけ、観念論的傾向の形而上学を擁護したのであって、そのことは、たとえば、弁証法の構成要素としてのわれわれの知識の相対性のモメントを絶対化したり、研究される物理的諸現象の量的側面を誇張したり、絶対化したり、あげくのはては量的

側面を物質そのものから断ち切ったりしたことのうちにあらわれたのである。

多くの自然科学者にとっては、19世紀の末から物理学上におこった新しい現象の真の意味は、不可解な、説明できないものにとどまっていた。一部の科学者にとっては、物質とその微粒子の構造や性質についての時代おくれの古い考えとともに、自然科学の基礎、その要石そのものも崩壊し、科学的認識の土台全体が崩壊しつつある、と思われるようになった。「物質は非物質化されつつある」、「物質は消滅した」——このような意見は、依然として哲学的にまとまった世界観をもっていない自然科学者のまったくの茫然自失ぶりを証明するものであった。そればかりでなく、一部の科学者にとっては、科学は一般に今後の発展の可能性をくみつくしてしまい、行きづまり、八方ふさがりの状態におちいった。科学の完全な破産がやってきた。物理学の危機は科学の滅亡の直接の兆候である、と思われるようになった他方では、この種の懐疑主義とは反対に、実証主義的な主張が述べられ、観念論の大流行はなんの重大な意義をもたず、科学の発展になんらかの影響をおよぼすことはできないで、危機全体が偶然的な性格をもっているかのようにいわれた。

## 自然科学の発展によって提起された哲学の諸問題

物理学者のあいだばかりではなく、他の自然科学部門の代表者のあいだにもみられた理論的混乱は、現代物理学には、なにがおこっているか、自然科学が際会している危機の本質はなにか、という問題に明快な深味のある解答をあたえることを、マルクス主義哲学者に要求した。第2インタナショナルのマルクス主義理論家たち（プレハーノフ、その他）は、この問題に解答をあたえようと試みなかった。なぜなら、彼らは現代の自然科学には眼もくれず、自然科学の新しい業績と哲学とにつながりがあることを知らず、現代の観念論哲学が科学の新しい業績をうまく利用しようとしていることを暴露することなしに、この哲学を批判したからである。

自然科学の最新の革命と危機によって提起された哲学問題に対しては、レーニンがその著作のなかで解答をあたえた。

彼は、その論文〈わが解散論者たち〉（1911年）のなかで、現代の物理学は弁証法的唯物論が仕末をつけなければならない、新しい重要な、かつ複雑な諸問題を提起したと書いている。

自然科学の革命と危機の情勢のもとで新規におこった、哲学と自然科学との相互関係についての一般問題は、このような問題の部類に含まれていた。一方では、自然科学と弁証法的唯物論とが、他方では、自然科学と観念論や信仰主義とが、根本的に対立していることが明白になった。これに関連して、すでに述べたような、現代物理学の危機の本質、危機を生みだした諸原因、危機克服の道と方法についての問題もおこったのである。

科学の理論、仮説、概念の客観的意義はどうか、科学そのものとその業績の客観的価値はどうか、すでにできあがっている科学の基礎には恒久性があるかどうか、——これがとくに問題となった。このような問題は、従来のすべての概念と原理が、物理学上においてきわめて深刻に打破されたことによって、科学者に文字どおり押しつけられたものである。まさになにが、このように打破されたか、矢つぎばやに新しい発見がおこなわれているなかで、なにが依然として恒久的で不動なのか——まさにこれが、きわめてさまざまな傾向の哲学者と自然科学者が自分に課した問題であった。それまでに絶対的真理とみなされいた従前の考えが、絶対的性格を失い、その相対性を暴露したという事実は、ほとんどすべての科学者にとって明白であった。しかし、この相対性の性格はなにか、科学的見解にはなにか絶対的なものが含まれていたか、——まさにこのような問題が意見の相違をひきおこしたのである。だから、真理とはなにか、という古い認識論上の問題がふたたび発生したわけである。

以前に科学によって発見されていなかったような性質をもち、やはり以前には知られていなかった種類の物質が発見されたため、物質の問題、物質と運動との相互関連の問題が、きわめて切実なものとなった。一部の自然科学者は、あらゆる種類の物質、その性質、その運動

形態は可變的であるにもかかわらず、万有の實在的な基礎としての物質そのものが恒存するの、もし恒存するとすれば、物質のどのような性質と現象のなかで、このことを明らかにすることができるのかという問題が当面した。

空間と時間に関する物理学の考えが変わりやすいことが、實在的な空間と時間の性格、運動する物質と両者〔空間と時間〕の関係の問題をひきおこした。自然現象の新しい型の合法的な関連（函数的な相互関係と依存関係によって数学的に表現される）の発見は、自然の合法的な関係、原因と結果の相互作用、等々の科学的理解を深める課題を提起した。

パブロフ学説も、ダーウィン主義や新しい物理学とならんで、**決定論の原則を、また自然における因果性と必然性の問題を哲学的に解明する課題を提起した。**

この学説は、**高次神経活動の反射的性格を明らかにし**、「生理学的」観念論のぶり返しとのたたかいでは、弁証法をこの理論にさらにいっそう適用することによって、反映論を全面的に展開させることを、マルクス主義哲学のとくに緊急な課題とした。

こうして、現代の自然科学にとってきわめて重要な意義をもつ諸問題を解明することが、マルクス主義哲学のレーニンの段階の一つの特徴をなしていたのである。

マルクス主義は、自然科学における最新の革命によって提起された哲学問題に、弁証法的唯物論の立場から「仕末をつける」ために、この問題の解決にとりかからなければならなかった。

その結果、マルクス主義哲学は、自然科学の新しいいっそう高い発展段階に照応した、いっそう高い段階にのぼらなければならなかった。

世界哲学史：9（ソビエト科学アカデミー版）（1962）

## 物理学の危機：古典物理学から現代物理学へ——物質・時間・空間概念の発展

20世紀初頭の物理学の危機...物質は消滅した？

### 世紀末の2つの暗雲

1824年生まれイギリスの物理学者ウィリアム・トムソンは、19世紀物理学の発展をになってきたひとりであるが、その世紀末に比熱とエーテルの2つの問題を指摘した。それは19世紀を通じて熱・電気・磁気・光などの諸現象の認識にとって有効であったひとつの自然観、すなわち力学的自然観では説明しきれない現象であった。世紀転換期、これらの問題の解明を通じて、それまでの物質・時間・空間などの物理学の基本概念は変革を迫られ、現代物理学の基本概念としてより豊かな内容をもつものへと発展させられることになる。

しかしまた、同時にそれはさまざまな観念論哲学を登場させることにもなった。ともあれそのなかで素朴實在論をこえる新しい哲学すなわち弁証法的唯物論がよりいっそう発展したことは重要である。そして現在、現代科学の発展はその弁証法的唯物論をよりいっそう深め豊かにしていると考えられる。

### 比熱と空洞輻射の問題

比熱やそれにつづく空洞輻射の問題の解明にあたって、それまでに知られていた力学法則にもとづいて運動する調和振動子のようなモデルを想定した微視的状态の考察では、実験結果と一致する結論をあたえられないことがわかった。

たとえば固体（結晶）の比熱についてこう考えられた。固体を構成する各原子がその平衡点の近傍に束縛された固有振動数をもつ3次元調和振動子によって記述され、固体はこのような調和振動子が無数に集まっているとみなされるならば、固体1モル当たりの比熱

は  $3R$  に等しいことになり ( $R$  は気体定数)、その数値は約  $5.8$  カロリー/度・モルで温度や原子の種類 (振動数) によらない定数となるはずであった。ところが、しだいに広い温度領域にわたって精密な比熱の測定がおこなわれるようになると、低温での測定値が  $3R$  の定数からずれていることがあきらかになってきた。

空洞輻射の問題についても同様であった。ヴィーンの場合は、気体分子運動論に対応するモデルを想定してマクスウェルの速度分布則を利用し、広い波長領域にわたって高精度で成り立つ空洞輻射のエネルギー強度分布式、すなわちヴィーンの分布式 (1896 年) を得た。しかしのちに、この分布式も実験結果と一致しない領域のあることがわかった。レイリーやジーンズの場合は、熱輻射が広範囲の波長領域にわたる電磁波であることから、熱輻射をマクスウェルの法則にしたがうエーテルの力学現象としてとらえた。その結果、レイリー (1900 年) = ジーンズ (1905 年) の分布式は、低い振動数または高い温度領域でのみ実験結果と一致していた。

## 量子仮説の出現

1896 年ごろから熱輻射研究にとりくんだプランクは、1900 年に、量子仮説を導入したエネルギー強度分布式を提出した。それは、ヴィーンの分布式のもつ限界、すなわち実験によってあきらかになった低い振動数領域での測定値からのいちじるしいずれを救うための試みであった。

プランクの量子仮説は、熱平衡状態のもとにある個々の調和振動子がマクスウェル=ボルツマンの統計則にしたがって平均エネルギーを得る、その過程の考察から生まれた。それまで、調和振動子の運動状態を考察するとき、その平衡点からの変位および運動量は、任意の実数値をとるものとされていた。そのために、それに対応して力学的エネルギーも連続的な正の実数値をとるとされた。ところが、プランクの量子仮説はこうした力学的エネルギーの連続性を放棄して、不連続のエネルギー値を導入することであった。それは、振動数  $\nu$  の調和振動子の力学的エネルギーの場合には、最小エネルギー要素  $h\nu$  の整数倍に量子化された不連続な値をとると仮定していた。この定数  $h$  はプランク定数とよばれた。

こうした量子仮説を導入したプランクの分布式は、ヴィーンの分布式とレイリー=ジーンズの分布式をそれぞれの適応領域を生かしてつなぐものとなり、測定値とよく一致した。しかし、プランクの量子仮説の産みの苦しみは、この分布式を提出したあとに訪れた。すなわちそれは、この式をたんなる「運よく選ばれた外挿公式」ととどめることなく、この式の示す「真の物理学的性格」を解明する過程でもあった。科学の本道は、この量子仮説を自分の探究に役立たせ採用させていった研究者たちの研究の結果、それが真に物理的な考えであることを証明することになった。その一方で、それまでの力学法則からでは説明しきれない、プランクの言葉によれば、「何らかの妥当な形で古典論の枠内にはめこもうという、あらゆる努力をばみさからう」ような物質の新たな存在形態の発見に直面して、物理的世界の客観的実在性の否定に転落してゆく人々もいた。

1909 年に発行された「唯物論と経験批判論」のなかでレーニンは、そうした「物理学的」観念論の立場にたつ科学者たちの考えを批判した。とくにマッハを批判して、マッハの議論は自然科学の陣営から信仰主義の陣営への移行であると指摘していた。マッハ主義者 (経験批判論者) は、知識の源泉を感覚であると考えた。この点は、唯物論者も同じである。ところがその先、マッハ主義者は感覚・知覚・経験の成立するそもその前提としての客観的実在をみとめない。彼らは、物または物体とは感覚の複合であるとする。そのために、科学のすべての課題は感覚を分析し、感覚的データを記述し、感覚と感覚とのあいだの関連をみつけたこととした。

こうした観念論者の批判のために、本書でレーニンは、「物質とは、人間にその感覚においてあたえられており、われわれの感覚から独立して存在しながら、われわれの感覚によって模写され、撮影され、反映される客観的実在を言いあらわすための哲学的カテゴリー」と、物

質の哲学的概念を明確にした。

レーニン、観念論者のいう「物質が消滅する」ということについても、それはわれわれの物質についての知識の限界が消滅するということであり、われわれの知識がいつそう深くすすむことにほかならないとのべた。かつて絶対的、不変的、根源的と思われていたような物質の性質は消滅しており、そしてこれらの性質はいまでは、相対的な、物質の若干の状態にだけそなわっているものであることがあきらかになっていると。

## 量子力学の建設

プランクの量子仮説から5年後の1905年、アインシュタインは光量子仮説を提出した。それは、プランクの量子仮説に実在的意味をあたえると同時に、光の本性についての新たな問題、すなわち光はマクスウェルの電磁理論にしたがう「波動」と同時に「粒子」でもあるという問題を生じさせた。この新たに生じた問題は、量子力学の建設によって解決され、古典力学的状態と異なる量子力学的状態における物質概念を発展させることになった。

その量子力学の建設は、波動力学と行列力学の2通りの方法で着手された。一方の波動力学の建設は、アインシュタインの光量子仮説に触発されたドゥ・ブローイーの理論研究によって、1924年に提出された物質波の概念にはじまった。1926年から27年にかけてシュレーディンガーは、物質粒子に伴う物質波（波動関数）がみたすべき波動方程式を提出した。この理論はアインシュタインやドゥ・ブローイーの提出した関係を特殊な場合としてふくむ、より一般的な内容をもっていた。

他方の行列力学の建設は、こうした波動力学の建設とまったく独立してなされた。それは19世紀末からの諸発見、すなわち、放射性物質の発見、電子の発見、放射線の本性解明の研究などと密接に関連してすすめられた原子構造の探究からうまれた。具体的には、ラザフォードの原子核の発見をきっかけに、原子核のつくるクーロン力のもとでの原子内電子の運動を解明する過程から形成されたといえる。

1913年にボーアは、実験的に証明されている原子構造の安定性や原子から放出される放射線の性質を説明するために、量子仮説を採用した原子構造論を提唱した。そののち、彼は水素スペクトルからひきだされた量子論と古典電磁力学との間の特徴的な関係を追及して、「対応原理」を定式化した。この「対応原理」を指導原理として、ハイゼンベルクは行列力学を建設した。そこでは、電子の座標のかわりに、古典的軌道運動のフーリエ係数に対応する変数の集合が採用された。その変数は原子の2つの定常状態と関連しており、それらの定常状態間の遷移確率の大きさをあたえた。そして、この種の係数の集合が、線形代数学にでてくる1つの行列（マトリックス）に対比された。古典力学のすべての量は対応する行列を指定され、そのために、古典力学の運動方程式は古典的変数の関係式を行列のあいだの関係式にうつしかえて採用された。

こうして、それぞれ独立に建設された波動力学と行列力学との数学的な等価性は、シュレーディンガーによって、1926年に証明された。さらに、量子力学的対象を古典力学的対象から本質的に区別する量子力学の解釈が、翌年にボーアとハイゼンベルクの導入した「相補性原理」によって確立された。その結果、古典力学的状態と異なる量子力学的状態における物質概念がつぎのように発展させられた。ある時刻に一定の波動関数で記述される電子は、その位置と運動量の値を同時には確定しえない。その意味で、電子はもはや古典力学的な物質概念ではありえない。また、その電子の位置測定をした場合、測定値 $r$ が得られる確率は、波動関数 $\psi(r)$ の絶対値の2乗によってあたえられるとされた。

## 特殊相対性理論の出現

“世紀末の2つの暗雲”のもう1つは、エーテルの問題であった。この問題は、マクスウェルの電磁理論の基礎であった光の媒質としてのエーテル仮説をゆるがし、ついにはニュートンの主張した数学的で真に絶対的な時間や空間の概念を変革するアインシュタインの

特殊相対性理論を出現させることになる。

光とは何か。この問いにたいし、それまで光は普遍的な媒質エーテルのなかにおこる横波であり、エーテルは全宇宙に充満し、すべての運動の背景として静止していると考えられた1870年代末にはじまる光の速さを精密に測定しようとするマイケルソンの関心は、測定したその光の速さにおよぼす地球の運動の効果の発見をめざしていた。ところが、モーレーとともにおこなったその実験は、効果発見にすべて否定的な結果をあたえた。

こうして、絶対静止の状態にあるエーテルにたいする地球の相対運動が検出されない結果をみて、2通りの見解がとられた。1つは、ローレンツのものである。彼は、絶対静止エーテルを前提にして原子論的電気力学を完成させており、理論と実験の整合性をはかるために、ローレンツ収縮の仮説を提出した。もう1つは、1905年に発表されたアインシュタインの見解であった。それは、第1の要請として「相対性原理」をおいた。その内容は、電気力学の現象が力学の現象と同様に、絶対の静止という考え方を立証するような性質をもっていないように見える、というものであった。さらに、力学の方程式が成り立つすべての座標系に対して、電気力学や光学の法則がいつも同じかたちでなりたつとした。また、第2の要請としては、「光速不変の原理」をおいた。それは、光がつねに真空中を一定の速さCで伝播し、この速さは光源の運動状態には無関係であるとしていた。

こうしたアインシュタインの2つの原理を承認することによって、光の媒質としてのエーテルは排除され、エーテルの絶対静止系も意味をもたなくなった。そしてなによりも重要なことは、このアインシュタインの理論が提起している時間・空間概念の発展にあった。それは、外界のいっさいと無関係に均一に流れ、つねに同じ形状をたもち、不動不変のものとしたそれまでのニュートン力学に採用されていた絶対的な時間・空間概念から、「走る時計は遅れる」、運動物体の長さは短縮する」という新たな、光速に比べて無視しえない速さで運動する物体の存在形態を認識するために必要な時間・空間概念への発展であった。

「新版自然科学概論」（加藤、慈道、山崎、編著）青木書店(1991)より

## 空間・時間の概念と人間の認識の発展

（「『唯物論と経験批判論』によせて」1982年から）

レーニンが、『唯物論と経験批判論』のなかで、空間と時間にかんする「人間の表象」の発展、変化についてのべたが、実際、人類の歴史のなかでも、この1世紀ぐらい、この問題での人間の認識が短時間に大きく変化したことはないだろう。人間は、この1世紀のあいだに、空間的にも時間的にも画期的にその認識をひろげた。いまでは、空間的には十億以上の銀河をふくむ百億光年の彼方まで視野をひろげるようになったし、時間的にも、約二百億年以前も過去にさかのぼって、その時点での“宇宙”の運動の理論的な復元を試みるどころまで到達した。

しかし、この分野での変化と発展は、そうした認識と視野のひろがりだけにあったのではない。私たちが生きている世界の空間と時間の構造そのものについての認識に、根本的な変化がおきたのである。それを、もっとも集中的にあらわしたのが、アインシュタインによる相対性理論の発見であった。これは、空間と時間についてのこれまでの常識的な考え方——空間や時間を、運動する物質と無関係に存在している不変不動のわく組みのように考えていた見方を、大きくうちやぶるものだった。

空間＝時間概念のこうした発展は、認識論、真理論にとってなにを意味するか。もし空間と時間が、カントなどのような「人間の直観形式」であるなら、それが、新しい発見によって変化するなどということは、ありえないはずである。人間が2千年以上ものあいだ、科学的認識の基礎として保持しつづけた空間や時間の認識が、新しい発見や研究によってより正確なものに発展するということが、空間と時間が客観的な実在であって、人間の認識

がその反映であることを、立証している。

マッハ主義者（ポアンカレなど）は、人間が空間についてのある幾何学を選ぶのは、その方が「便利である」からだと主張した。しかし、アインシュタインの相対性理論が、今日その真理性をひろく承認されているのは、それが人間の思考にとって「便利」だからではなく（それは反対に、人間の思考を複雑で「不経済」にしたといえるだろう）、実在する空間＝時間をより正確に反映したものであることが、「実験的事実」によって確認されたからである。

私たちが生活している日常的な世界では、人類が二千年来保持しているユークリッド的な空間＝時間の概念で、客観世界を十分近似的に反映しているから、それでだれも不便を感じない。問題は、物体の速度が光の速度に近いような超高速の世界や、天文学が対象にする巨大なスケールの世界においてである。ここでは、相対性理論がえがいた空間＝時間の構造をぬきにして、物質の運動を論じるわけにはゆかないことが、「実験的事実」で明らかにされている。

レーニン<sup>レニ</sup>ンは、人間の認識の限りない前進について、「電子は、原子と同じように、きわめつくすことができないもの」だ<sup>レニ</sup>と書いた。このことは客観的実在である空間＝時間についてもいえることである。たとえば、素粒子の多くは極度に短命で、その生涯はほとんど内容のないはかないものにみえるが、このきわめて短い時間におりこまれた運動の内容は、その充実ぶり、複雑さの点では私たちの想像を絶するものがある。

素粒子のなかで、もっとも寿命が短いのは重粒子と呼ばれるグループで、その多くは百億分の一秒台の寿命しかもっていない。ところが、百億分の一秒というと、光の三分の一の速さで走ると、約一センチメートル走ることができる。固体や液体のなかでは、原子核どうしはだいたい一億分の一秒センチメートルぐらひはなれて存在しているから、一生に一センチ走れるということは、約一億個の原子核をおとずれることができるということである。この計算をした物理学者が、素粒子の生涯を人間の生涯とくらべて、われわれ人間が生涯のうちに一億人に会おうと思ったら、時速百キロで自動車を走らせ、24時間不眠不休で、十メートルに一人の割で人に会うとしても、百年かかってやっと目的が果たされると書いていた。これは「素粒子の生涯の複雑さ」とともに、時間や空間のもつ無限に深い内容を理解するためにも、実感的な足がかりになる話だ<sup>レニ</sup>と思う。

自然の弁証法（FT,1988）より

## 数学、ヒルベルト、非線形

### Algebra (Wikipedia)

代数学（だいすうがく、*algebra*）は数学の一分野で、「代数」の名の通り数の代わりに文字を用いて方程式の解法を研究する学問として始まった。その意味では代数学という命名は正鵠を射ている。しかし19世紀以降の現代数学においては、ヒルベルトの公理主義やブルバキスタイルに見られるように、代数学はその範囲を大きく広げているため、「数の代わりに文字を用いる数学」とか「方程式の解法の学問」とかいう理解の仕方は適当ではない。現代数学においては、方程式の研究は方程式論（代数方程式論）という代数学の古典的一分野として捉えられている。

現代代数学は、一般的に代数系を研究する学問分野であると捉えられている。以下に示す代数学の諸分野の名に現れる半群・群・環・多元環（代数）・体・束は代数系がもつ代表的な代数的構造である。群・環・多元環・体の理論はガロアによる代数方程式の解法の研究

などに起源があり、束論は**ブール**による**論理学**の数学的研究などに起源がある。半群は、群・環・多元環・体・束に共通する最も原始的な構造である。

現代日本の大学では、1, 2 年次に**微分積分学**と並んで、**行列論**を含む**線型代数学**を教えるが、線型代数学は**線型空間**という代数系を対象とすると共に、半群・群・環・多元環・体と密接に関連し、**集合論**を介して、また**公理論**であるために論理学を介して、束とも繋がっている。

現代ではまた、代数学的な考え方が解析学・幾何学等にも浸透し、数学の代数化が各方面で進んでいる。その意味で、代数学は数学の諸分野に共通言語を提供する役割も演じている。

[編集] 歴史

9世紀の**バグダード**の数学者**アル・フワーリズミー**が著作した『**イルム・アル・ジャブル・ワル・ムカバラ** ("Ilm al-jabr wa' l-muqabalah") (約分と消約との学=The science of reduction and cancellation)』(820年)を、**チェスターのロバート** (あるいはバスのアデレード(en:Adelard of Bath))が、"Liber **algebrae** et almucabala"として**ラテン語**に翻訳した。これが後500年間にわたってヨーロッパの大学で教えられたという。

「al-jabr」は、**アラビア語**では「al」が定冠詞、「jabr」が「バラバラのものを再結合する」「移項する」という意味であることから、インド数学のことである。

また、アル・フワーリズミーの『**インドの数の計算法**』は**二次方程式**、**四則演算**、**十進法**、**0**などの内容でラテン語に翻訳され、著者の名は「**アルゴリズム**」の語源であるといわれている。

[編集] 代数学の諸分野

- **半群論**
- **群論**
- **環論**
- **体論**
- **線形代数学**
- **多元環論** (cf. **リー環論**)
- **束論**
  
- **代数的整数論** (cf. **解析的整数論**)
- **不変式論**
- **保型形式論**
  
- **表現論**、**調和解析**
- **可換環論** → **代数幾何学**

群 (数学)ウィキペディア (Wikipedia)

(**数学**における**群** (ぐん、*group*) とは最も基本的と見なされる**代数的**な構造の一つである。群はそれ自体興味深い考察対象であり、群論における主要な研究対象となっているが**数学**や**物理学**全般にわたってさまざまな構成に対する基礎的な枠組みを与えている。

## 目次

[非表示]

- [1 概略](#)
- [2 定義](#)
- [3 具体的な群](#)
- [4 基本的な概念](#)
  - [4.1 位数](#)
  - [4.2 部分群](#)
  - [4.3 剰余類・剰余群](#)
  - [4.4 群の準同型・同型](#)
  - [4.5 共役](#)
  - [4.6 中心・中心化群・正規化群](#)
  - [4.7 可解群・交換子群・ベキ零群](#)
  - [4.8 群の直積と半直積](#)
- [5 有限群の構造定理](#)
- [6 歴史](#)
- [7 応用例](#)
- [8 関連項目](#)
  - [8.1 外部リンク](#)

## [編集] 概略

== 概略 ==

"群"の概念は、数学的对象 "X" から "X" への自己同型の集まりの満たす性質を代数的に抽象化することによって得られる。この集まりは "X" の[[対称性]]を表現していると考えられ、結合法則・[[恒等変換]]・[[逆変換]]の存在などがなりたっている。集合論にもとづき "X" が集合として実現されている場合には、自己同型として "X" からそれ自身への全単射写像を考えることになるが、空間や対象の持つ構造に応じてさらに付加条件を課することが多い。例えばベクトル空間 "X" に対してその自己同型写像の集まりを考えると群が得られる。また、平面上に正三角形など何らかの対称性を持った図形が与えられているとき、平面全体の変換のうちでその図形を保つようなものだけを考えることによって、図形の対称性を表す群を取り出すことができる。

**群 (group)** の概念は、数学的对象  $X$  から  $X$  への自己同型の集まりの満たす性質を代数的に抽象化することによって得られる。この集まりは  $X$  の**対称性**を表現していると考えられ、結合法則・**恒等変換**・**逆変換**の存在などがなりたっている。集合論にもとづき  $X$  が集合として実現されている場合には、自己同型として  $X$  からそれ自身への全単射写像を考えることになるが、空間や対象の持つ構造に応じてさらに付加条件を課することが多い。例えば、ベクトル空間  $X$  に対してその自己同型写像の集まりを考えると群が得られる。また、平面上に正三角形など何らかの対称性を持った図形が与えられているとき、平面全体の変換のうちでその図形を保つようなものだけを考えることによって、図形の対称性を表す群を取り出すことができる。

[編集] 定義

空でない**集合**  $G$  とその上の二項演算  $\mu: G \times G \rightarrow G$  の組  $(G, \mu)$  が**群**であるとは、

1. (**結合法則**) 任意の  $G$  の**元**  $g, h, k$  に対して、 $\mu(g, \mu(h, k)) = \mu(\mu(g, h), k)$  を満たす。

2. (単位元の存在)  $\mu(g, e) = \mu(e, g) = g$  を  $G$  のどんな元  $g$  に対しても満たすような元  $e$  が  $G$  のなかに存在する (存在すれば一意である)。これを  $G$  の単位元という。
3. (逆元の存在)  $G$  のどんな元  $g$  に対しても、 $\mu(g, x) = \mu(x, g) = e$  となるような  $G$  の元  $x$  が存在する (存在すれば一意である)。これを  $g$  の  $G$  における逆元といい、しばしば  $g^{-1}$  で表される。

群よりも広い概念として、1 を満たすものは半群、1 と 2 を満たすものはモノイドという。群  $(G, \mu)$  が

- (交換法則) 任意の元  $g, h$  に対して  $\mu(g, h) = \mu(h, g)$

を満たすとき、この群のことをアーベル群 (可換群) という。アーベル群の演算は “+” を用いて加法的に書くのが慣例である。この際、 $g$  の逆元はしばしば  $-g$  と書かれる。

なお、二項演算を写像として強調したい場合を除けば、通常  $\mu(g, h)$  のことを  $g \times h$  や単に  $gh$  と書くことが多い。またこの演算を「積」や「乗法」と呼ぶことが多いが、加法と呼ばれている二項演算をもとにしてできる群もあるので、注意する必要がある。

[編集] 具体的な群

- 集合  $\{1, 2, \dots, n\}$  の上の置換 (全単射) 全体は、写像の合成を二項演算とし、単位元を恒等写像、逆元を逆写像とすることで群になる。この群を  $n$  次の対称群 (Symmetric group) といい、 $S_n$  と表記する。
- 整数、有理数、実数、複素数は全て加法に関してアーベル群を成す。
- また有理数、実数、複素数から 0 を除いたものは乗法に関してアーベル群を成す。
- (実数係数の)  $n$  次正則行列全体の集合はどの行列も逆行列を持つから群になる。この群のことを  $GL_n(\mathbb{R})$  と表し、 $n$  次の実一般線型群 (general linear group over the real numbers) と呼ぶ。
- さらに、どの行列の行列式も 1 であるような行列全体も群を成す。この群を  $SL_n(\mathbb{R})$  と書き、 $n$  次の実特殊線型群 (special linear group over the real numbers) と呼ぶ。
- $n$  次直交行列全体も群を成す。この群を  $O_n$  と書き、直交群 (orthogonal group) と呼ぶ。これは、 $n$  次元ユークリッド空間において、長さを変えないような変換全体の成す群である。直交行列の行列式は  $\pm 1$  である。行列式が 1 であるような直交行列全体からなる群を  $SO_n$  と書き、特殊直交群 (special orthogonal group) と呼ぶ。
- 複素数係数の行列に対しても同様な群が定義できる；その時、直交行列の類似物としてユニタリー行列を考える。直交群に対応するものはユニタリー群  $U_n$  であり、特殊直交群の類似物は特殊ユニタリー群  $SU_n$  になる。
- 正則行列による群の構成はベクトル空間の自己同型写像による群の構成の特別な場合だと見なすことができる。ベクトル空間  $V$  上の可逆線型変換全体  $GL(V)$  は  $V$  のベクトル空間としての対称性を表していると考えられるが、これは  $V$  上の一般線型群と呼ばれる。 $V$  に付加的な構造を与えることでその対称性は変わり、例えばベクトルの長さを定める計量を保つような線型同型写像を考えることで (考えている計量に付随した) 直交変換群が得られる。
- $T$  を座標平面の原点を重心とする正三角形とする。平面全体の等長変換のうちで  $T$

を保つものには、恒等変換、原点に関する 120 度、240 度の回転と各頂点と対辺の中点を結ぶ軸を対称軸とする折り返しの 6 つがある。これらによって  $T$  の対称性が表されていると考えることができる。これら 6 つの変換の成す群は 3 次対称群あるいは位数 6 の二面体群と呼ばれる群に同型になる。

- [楕円曲線](#) は可換な群の構造を持つことが知られている。
- [リー群](#) ([連続群](#))
- [ガリレイ変換](#)
- [ローレンツ群](#)
- [空間群](#)
- [結晶点群](#)
- [磁気空間群](#) ([シュブニコフ群](#))
- [磁気点群](#)
- [灰色群](#)

[編集] 基本的な概念

[編集] 位数

群  $G$  の元の数 ([基数](#)) のことを**位数**(order)という。位数は集合に倣って  $|G|$  や  $\#G$  などの記号で表される。位数が有限な群を**有限群**という。

[編集] 部分群

群  $G$  の空でない部分集合  $H$  が  $G$  の群演算に関して閉じていて、 $H$  の任意の元に対して、逆元が  $H$  の元であるとき、この部分集合  $H$  を  $G$  の**部分群**という；これは  $H$  の任意の元  $a, b$  に対して  $ab^{-1} \in H$  が成り立つことと同値である。

$G$  が群であれば、 $G$  および  $\{e\}$  (単位元のみからなる群、単位群) は必ず  $G$  の部分群になる。これらを**自明な部分群**という。それ以外の部分群は、自明でない部分群あるいは**真の部分群**(proper subgroup)と呼ぶ(真の部分群に単位群を含める場合もある)。

部分群  $N$  が群  $G$  の任意の元  $g$  に対して  $gNg^{-1} = N$  を満たすとき、 $N$  を**正規部分群**という。アーベル群  $G$  の任意の部分群は正規部分群である。また、群  $G$  が自明でない正規部分群を持たないとき、 $G$  は**単純群**であるという。

[編集] 剰余類・剰余群

部分群  $H$  と  $G$  の元  $g$  について、 $gH$  はある  $G$  の部分集合になる。二つの  $g, g'$  について  $gH, g'H$  は全く一致するか交わらないかのいずれかである。従って、

$$G = \bigcup_{\lambda \in \Lambda} g_{\lambda}H$$

と直和に書き表せる。それぞれの  $gH$  を ( $H$  を法とする  $g$  の属する  $G$  の) **剰余類** (または傍系) いう。 $|gH| = |H|$  が成り立つので結局  $|G| = |\Lambda| |H|$  が成り立つ。 $G$  が有限群ならばこれは  $H$  の位数が  $G$  の位数を割り切るということをいっている([ラグランジュの定理](#))。特に素数位数の群は巡回群である。 $|\Lambda|$  を  $[G: H]$  とか  $(G: H)$  などと書いて  $H$  の ( $G$  に対する) **指数** いう。指数 1 の部分群はもとの群であり、指数 2 の部分群は常に正規部分群である。

$N$  を正規部分群とするとき  $gN = Ng$  が成り立つ。すると、二つの剰余類  $gN, hN$  について  $gN \cdot hN = ghN = gN \cdot hN$  が成り立ち、剰余類の間に演算を定義することができる。ここからすぐにこの剰余類全体は群を成すことが分かる。この群を  $G$  の  $N$  による**剰余群** (または商群) といい、 $G/N$  と表す。

[編集] 群の準同型・同型

群  $G_1$  から群  $G_2$  への写像  $f$  が任意の  $G_1$  の元  $g, g'$  について  $f(gg') = f(g)f(g')$  を満たすとき、 $f$  を **準同型** (写像) という。 ( $G_1 = G_2$  のときは特に **自己準同型** という。) さらに準同型  $f$  が **全単射** であれば、 $f$  を **同型** (写像) という。  $G_1$  から  $G_2$  への同型が存在するとき、 $G_1$  と  $G_2$  は同型であるといい、

$$G_1 \simeq G_2$$

と表す。2つの群  $G_1, G_2$  とその間の準同型写像  $f: G_1 \rightarrow G_2$  に対し、準同型  $f$  の **核**  $\text{Ker } f$  は  $G_1$  の正規部分群である。このとき  $f$  の像  $\text{Im } f$  は  $G_2$  を  $f$  の核  $\text{Ker } f$  で割った剰余群に同型である：

$$G_1/\text{Ker } f \simeq \text{Im } f.$$

これを (群の) **準同型定理** という。

群  $G$  の自己同型 ( $G$  から  $G$  への同型写像) 全体の成す集合を  $\text{Aut}(G)$  と表すと、 $\text{Aut}(G)$  は写像の合成を積として群となる。 $\text{Aut}(G)$  を  $G$  の **自己同型群** と呼ぶ。

群  $G$  の任意の元  $g$  に対し、写像  $L_g: G \rightarrow G, R_g: G \rightarrow G, A_g: G \rightarrow G$  を

$$\begin{aligned} L_g(x) &= gx \\ R_g(x) &= xg^{-1} \\ A_g(x) &= gxg^{-1} \end{aligned}$$

(for all  $x \in G$ ) で定めると、この3つの写像は全て  $G$  の自己同型を定める。特に  $A_g$  の形で得られる自己同型を  $G$  の **内部自己同型** と呼び、 $G$  の内部自己同型全体の成す集合を  $\text{Inn}(G)$  と表す。 $\text{Inn}(G)$  は  $\text{Aut}(G)$  の正規部分群であり、 $\text{Inn}(G)$  を  $G$  の内部自己同型群と呼ぶ。さらに剰余群  $\text{Out}(G) = \text{Aut}(G)/\text{Inn}(G)$  を外部自己同型群とよび、その元を外部自己同型という。群  $G$  の部分群  $N$  が正規部分群であることと、 $N$  が  $G$  の任意の内部自己同型で不変であることは同値である。さらに  $N$  が  $\text{Aut}(G)$  の作用で不変なら  $N$  は  $G$  の **特性部分群** であるという。

[編集] 共役

群  $G$  の二つの元  $x, y$  に対し、 $y = A_g(x) = gxg^{-1}$  となる  $g \in G$  が存在するとき、 $x$  と  $y$  は互いに **共役** (共軛ともかく) であるという。同様に、部分群  $H, K$  に対し、 $H = gKg^{-1}$  となる  $g \in G$  が存在するなら、二つの部分群  $H, K$  は互いに共役であるという。共役であるという関係は群  $G$  の **同値関係** である。群  $G$  を共役という同値関係で類別したときの同値類を **共役類** (conjugacy class) という。有限群  $G$  をその共役類  $\text{Cl}_1, \dots, \text{Cl}_n$  に類別すれば、位数に関して次の等式

$$|G| = \sum_k | \text{Cl}_k |$$

を考えることができる。これを類等式と呼ぶ。 $G$  の元  $x$  がその中心  $Z(G)$  に属することと  $x$  の属する共役類が  $\{x\}$  なる一元集合であることとは (中心の定義から直ちにわかるように) 同値であり、2個以上の元からなる共役類の全体を  $C_1, C_2, \dots, C_r$  とすれば、類等式は

$$|G| = |Z(G)| + \sum_{i=1}^r |C_i|$$

の形に書くことができる。有限群  $G$  が  **$p$ -群** (位数が  $p$  の冪であるような群) ならば、その中心が自明群でないことは類等式から直ちにわかる。

[編集] 中心・中心化群・正規化群

群  $G$  のすべての元と可換な  $G$  の元の全体を  $Z(G)$  や  $C(G)$  などと書いて、 $G$  の **中心** (center) という。群  $G$  とその部分集合  $S$  に対し、 $G$  の部分集合

$$C_G(S) = \{g \in G \mid sg = gs (\forall s \in S)\}$$

は  $S$  をその中心に含む  $G$  の部分群となる。この群  $C_G(S)$  を  $S$  の  $G$  における**中心化群** (centralizer) という。 $S$  が一元集合  $\{x\}$  であるとき、 $C_G(S)$  を  $C_G(x)$  と略記する。 $G$  の各元  $x$  に対して、その中心化群  $C_G(x)$  の  $G$  に対する指数  $[G : C_G(x)]$  は  $x$  の属する共役類の位数に等しい。

群  $G$  の部分集合  $S$  に対して、 $G$  の部分集合

$$N_G(S) = \{g \in G \mid gSg^{-1} = S\}$$

は ( $S$  が部分群でなくとも)  $G$  の部分群となる。この  $N_G(S)$  を  $S$  の  $G$  における**正規化群** (normalizer) と呼ぶ。 $H$  が群  $G$  の部分群であるときは、その正規化群  $N_G(H)$  は  $H$  を含む。また  $H$  は正規化群  $N_G(H)$  の正規部分群である。これを、 $N_G(H)$  は  $H$  を**正規化** (normalize) するといふ。一般に  $G$  のふたつの部分群  $H_1, H_2$  に対し、 $H_1$  が  $H_2$  を正規化するとは、

$$hH_2h^{-1} = H_2$$

が  $H_1$  のどの  $h$  についても成立することを言う。

[編集] 可解群・交換子群・べき零群

群  $G$  が、 $G$  の正規部分群の有限列  $H_1, H_2, \dots, H_r$  で 2 条件

$$G = H_0 \supset H_1 \supset H_2 \supset \dots \supset H_r \supset H_{r+1} = \{e\},$$

$$H_i/H_{i+1} \quad (0 \leq i \leq r)$$
 は全てアーベル群

を満たすもの (アーベル的正規列) を持つとき、 $G$  は**可解群**であるという。

奇数位数の有限群はすべて可解であることが、トンプソンらによって証明されている ([ゾエイト・トンプソンの定理](#))。トンプソンはこの業績により[フィールズ賞](#)を受ける。位数が 59 以下の有限群は、すべて可解群であることもわかっている。

代数方程式が代数的に可解となることと、その方程式の**ガロア群**が可解群となることは同値である。このことが可解群の名の由来である。また、4 次以下の交代群は可解であるのに対し、5 次の**交代群**  $A_5$  は可解でなく、したがってそれは「5 次の一般代数方程式はべき根のみによって求めることは出来ない」という命題の証明となる。

また、可解群の定義は次のように述べることもできる (両者の定義は同値) :

$G$  の部分群  $D(G)$  を

$$D(G) = \langle xyx^{-1}y^{-1} \mid x, y \in G \rangle$$

と定め、 $H_1 = D(G), H_2 = D(H_1), \dots$  と帰納的に  $G$  の部分群  $H_i$  を定めるとき、 $H_r = \{e\}$  となる自然数  $r$  が存在するならば  $G$  を可解群と呼ぶ。

一般に、 $xyx^{-1}y^{-1}$  を  $x$  と  $y$  の**交換子**と呼び、 $[x, y]$  であらわす。さらに  $G$  の部分群  $H, K$  に対し、 $[h, k]$  ( $h \in H, k \in K$ ) の形の元で生成される  $G$  の部分群を  $[H, K]$  で表し、 $H$  と  $K$  の**交換子群**という。

この記号を用いれば、 $D(G) = [G, G]$  であり、これを  $G$  の**交換子群**と呼ぶ。 $D(G)$  は  $G$  の特性部分群、したがって特に正規部分群である。すぐに分かるように、 $D(G) = \{e\}$  は  $G$  がアーベル群となることに同値である。したがって、剰余群  $G/H$  がアーベル群となるなら  $H \supseteq D(G)$  であり、自然に  $G/H \subseteq G/D(G)$  と見なせるので、 $G/D(G)$  は  $G$  の剰余アーベル群の中で最大のものになる。よって  $G/D(G)$  を  $G$  の**最大剰余アーベル群**あるいは  $G$  のアーベル化、アーベル商などと呼ぶ。

次の 2 つの同値な条件を満たす群を**べき零群** (nilpotent group) という。

$\Gamma_1(G) = [G, G]$  とし、以下  $\Gamma_{i+1}(G) = [G, \Gamma_i(G)]$  と定めるとき、ある  $r$  が存在して  $\Gamma_r = \{e\}$  となる。

$G$  の部分群の列

$$\{1\} = G_0 \subset G_1 \subset \dots \subset G_n = G$$

であって、各  $G_i$  が  $G$  の正規部分群であり、 $G_i / G_{i-1}$  が  $G / G_{i-1}$  の中心に含まれるようなものが存在する。

可換群および  $p$  群はべき零群である。また、べき零群は可解群である。

**可解性・べき零性の遺伝**：べき零群の部分群および剰余群はべき零群である。可解群の部分群および剰余群は可解群である。逆に  $G$  の正規部分群  $N$  と剰余群  $G/N$  がともに可解群なら  $G$  は可解群である。（べき零群の場合には同様の主張は成り立たない。）

[編集] 群の直積と半直積

群  $G$  と群  $H$  に対し、その直積集合  $G \times H$  上に

$$(g_1, h_1)(g_2, h_2) = (g_1g_2, h_1h_2)$$

という積を定めることで群となる。これを群の(外部) **直積** (direct product) または構成的直積という。また、群  $G$  がその部分群  $H_1, H_2$  の(内部)直積である、あるいは直積に分解されるとは、以下の条件

1.  $H_1$  と  $H_2$  は  $G$  の部分群で  $G = H_1H_2 = \{h_1h_2 \mid h_1 \in H_1, h_2 \in H_2\}$  が成り立つ。
2.  $H_1 \cap H_2 = \{1_G\}$ , ただし  $1_G$  は  $G$  の単位元。

がともに満たされることをいう。

$$G = H_1 \times H_2$$

で表す。右辺の直積を構成的直積と呼ぶこともある。 $G$  の部分群という構造を落として、 $H_1, H_2$  の外部直積をつかったものと内部直積とは、二つの自然な埋め込み

$$\begin{aligned} H_1 &\rightarrow H_1 \times H_2; h \mapsto (h, 1_G), \\ H_2 &\rightarrow H_1 \times H_2; h \mapsto (1_G, h) \end{aligned}$$

をそれぞれ同一視することで本質的に同じものであることがわかる。

群  $H$  と群  $N$  と準同型写像  $f: H \rightarrow \text{Aut}(N)$  が与えられているとき、直積集合  $N \times H$  上に

$$(n_1, h_1)(n_2, h_2) = (n_1f(h_1)(n_2), h_1h_2)$$

で積を定めると群となる。これを  $H$  と  $N$  の  $f$  による **半直積** (semi-direct product) という。なお、この群で  $N$  は正規部分群となる。

[編集] 有限群の構造定理

**有限可換群の基本定理**：  $G$  を有限可換群とし、 $G$  の位数の素因数分解が

$$|G| = p_1^{e_1} p_2^{e_2} \cdots p_r^{e_r}$$

で与えられているならば、 $G$  は

$$G \cong \mathbb{Z}/(p_1^{e_1}) \times \mathbb{Z}/(p_2^{e_2}) \times \cdots \times \mathbb{Z}/(p_r^{e_r})$$

と素数べき位数の巡回群の直積に分解する。さらに、 $G$  をこの形に分解するとき、

$$\{p_1^{e_1}, p_2^{e_2}, \dots, p_r^{e_r}\}$$

は順序の差を除き一意的に定まる。これを  $G$  の不変系と呼ぶ。

**コーシーの定理**：有限群  $G$  の位数  $|G|$  の素因数を  $p$  とするとき、位数  $p$  をもつ  $G$  の元が存在する。

**シローの定理**：素数  $p$  が与えられているとき、有限群  $G$  の極大部分  $p$ -群を  $p$ -シロー部分群あるいはシロー  $p$ - (部分) 群と呼ぶ。有限群  $G$  の位数を  $|G| = p^m m$ ,  $m$  は  $p$  と互いに素の形に表せば、 $G$  の  $p$ -シロー部分群は位が  $p^m$  の部分群のことである。

1. 任意の有限群  $G$  には  $p$ -シロー部分群が少なくとも一つ存在し、(複数存在するならば) それらは互いに共役である。
2. 相異なる  $p$ -シロー部分群の個数は、 $p$ -シロー部分群のひとつを  $P$  とすれば、その正規化群の  $G$  に対する指数  $[G : N_G(P)]$  に等しい。このシロー部分群の個数はとくに  $p$  を法として 1 と合同で、 $p$  と互いに素、すなわち  $m$  の約数である。
3.  $G$  のどの  $p$ -部分群も、それを含む  $p$ -シロー部分群を持つ。

**シューア・ザッセンハウスの定理**：  $N$  を有限群  $G$  の正規部分群とし、 $|N|$  と  $|G:N|$  が互いに素であるとき、 $G$  の部分群  $C$  が存在して、 $G$  は  $N$  と  $C$  の半直積となる。

**有限べき零群の構造定理**： $G$ を有限べき零群とし、 $|G|$ を割り切る素数の全体を  $p_1, p_2, \dots, p_r$  とする。このとき、 $G$ は  $p_i$ -シロー部分群の直積に同型である。

[編集] 歴史

群の概念が初めてはっきりと取り出されたのは、[エヴァリスト・ガロア](#)による根の置換群を用いた代数方程式の研究だとされている。

16世紀中頃に、[ジェロラモ・カルダーノ](#)、[ルドヴィコ・フェラーリ](#)らによって[四次方程式](#)までは**べき根**による解の公式が得られていたが、5次以上の方程式に解の公式が存在するのかわかっていたいなかった。その後18世紀後半になってラグランジュによって代数方程式の解法が根の置換と関係していることが見出された。（「ラグランジュの定理」にその名が残っているのはこのためである。）19世紀に入り、ルフィニや[ニールス・アーベル](#)によって五次以上の方程式にはべき根による解の公式が存在しないことが示された。

ガロアは、より一般に任意の代数方程式について根が方程式の係数から加減乗除や冪根の操作によって得られるかどうかという問題を、方程式のガロア群の**可解性**という性質に帰着した。ガロアの研究に端を発する群を用いた代数方程式の理論は今では[ガロア理論](#)と呼ばれている。

ガロア理論によれば五次以上の代数方程式の非可解性は交代群が単純であることによって説明される。このような有限単純群の分類は[20世紀](#)に大きく発展し、1980年代までにいくつかの系列と26の例外からなる有限単純群の同型類のリストアップが完成した。

[編集] 応用例

抽象的な群の概念を考えることによって古典的な数学の対象とは異なるものに群の言葉を導入することができるようになる。文化人類学に群の理論が応用された例として、[アンドレ・ヴェイユ](#)によるムルンギン族の**婚姻**体系の解析が挙げられる。[オーストラリア・アボリジニ](#)のムルンギン族は独特の婚姻体系を持っており、結婚が許される間柄や許されない間柄を定める規則が[西洋](#)や[日本](#)のものとは全く異なっていた。文化人類学の研究では婚姻関係の規則を列挙して述べるのが普通だったが、ムルンギン族の体系は厳密だがとても複雑なもので、そうした手法による理解は困難に思われた。[1945年](#)に[クロード・レヴィ=ストロース](#)からこの話を聞いた[アンドレ・ヴェイユ](#)は、許される婚姻の型を決定する規則が群をなしていることなどを発見し、群論を活用してその体系を解明した。

## 束論 (Wikipedia)

[数学](#)において、**束論**（そくろん）とは**束** (lattice) に関する理論のことである。

## 目次

[非表示]

- [1 束の定義](#)
  - [1.1 順序構造としての定義](#)
  - [1.2 代数的定義](#)
  - [1.3 例](#)
- [2 束に関する諸概念](#)
  - [2.1 分配束](#)
  - [2.2 ブール束](#)
  - [2.3 モデューラ束](#)
  - [2.4 完備束](#)
- [3 関連項目](#)
- [4 参考文献](#)

 [\[編集\]](#) 束の定義

[\[編集\]](#) 順序構造としての定義

束（そく）とは、半順序集合  $(L, \leq)$  であって、 $L$  のどの二元  $x, y$  に対しても  $L$  の部分集合  $\{x, y\}$  の順序  $\leq$  に関する下限  $\inf\{x, y\}$  と上限  $\sup\{x, y\}$  が存在するものことである。

あるいは次のように代数的構造として定義することもできる。

[\[編集\]](#) 代数的定義

集合  $L$  に二つの二項演算  $\wedge, \vee$  が定義され、それが次の法則に従うとき、三つ組み  $(L, \wedge, \vee)$  は（または単に  $L$  は）束であると言い、 $\wedge$  と  $\vee$  とを交わり (meet) と結び (join) とよぶ。ただし、冪等律は他の三法則から導かれるので除いてもよい。なお、「二項演算」は「二項算法」ということもある。

1. 冪等律:  $x \wedge x = x \vee x = x$ 、
2. 交換律:  $x \wedge y = y \wedge x$ ,  $x \vee y = y \vee x$ 、
3. 結合律:  $(x \wedge y) \wedge z = x \wedge (y \wedge z)$ 、 $(x \vee y) \vee z = x \vee (y \vee z)$ 、
4. 吸収律:  $(x \wedge y) \vee x = x$ 、 $(x \vee y) \wedge x = x$ 。

二つの定義は同値である。実際、先のように半順序  $\leq$  によって定義された束において  $\{x, y\}$  の下限と上限とを  $x \wedge y$  と  $x \vee y$  とで表せば、これらは上の法則に従う。逆に、この法則に従う二項演算  $\wedge, \vee$  の定義された集合  $L$  において、 $y \wedge x = x$  であることを（あるいは  $x \vee y = y$  であることを） $x \leq y$  であらわせば、関係  $\leq$  は  $L$  の順序であり  $L$  の任意の二元  $x, y$  に対し、 $x \wedge y$  と  $x \vee y$  とは、この順序に関する  $\{x, y\}$  の下限と上限となる。

[\[編集\]](#) 例

1. 全順序集合は束である。
2. 任意の集合  $S$  に対して、そのべき集合  $P(S)$  を集合の包含関係によって順序集合と見做すと、 $A, B \in P(S)$  に対し、 $A \cap B$  と  $A \cup B$  とが  $\{A, B\}$  の下限と上限となるので、この順序集合は束となる。
3. 上の例で特に  $S$  として唯一つの元からなる集合をとれば、 $P(S)$  は  $S$  自身と空集合とから成る。これらを 1 と 0 とで表し  $\cap$  と  $\cup$  とを  $\wedge$  と  $\vee$  とに書き換えれば、 $1 \wedge 1 = 1$ ,  $1 \wedge 0 = 0 \wedge 1 = 0 \wedge 0 = 0$ ,  $1 \vee 1 = 1 \vee 0 = 0 \vee 1 = 1$ ,  $0 \vee 0 = 0$  が成り立つ。従って逆に、集合  $T = \{1, 0\}$  上の二項演算  $\wedge$  と  $\vee$  をこれらの式によって定義すれば、 $T$  は束である。

[編集] 束に関する諸概念

[編集] 分配束

次の二法則に従う束を**分配束**という。

1. 分配律 1:  $(x \vee y) \wedge z = (x \wedge z) \vee (y \wedge z)$
2. 分配律 2:  $(x \wedge y) \vee z = (x \vee z) \wedge (y \vee z)$

先に挙げた例はいずれも分配束である。

実は、分配律 1 と分配律 2 とは、一方から他方が導き出されるので、どちらか一方は除いてもいい。また、これら分配律は次のいずれの法則とも同等である。

- $(x \vee y) \wedge z \leq (x \wedge z) \vee y$ 。
- $x \wedge (y \vee z) \leq (x \wedge y) \vee z$ 。
- $x \wedge z \leq w, y \wedge z \leq w$  なら  $(x \vee y) \wedge z \leq w$ 。
- $x \vee z \geq w, y \vee z \geq w$  なら  $(x \wedge y) \vee z \geq w$ 。
- $x \leq v \vee z, v \wedge y \leq w$  なら  $x \wedge y \leq w \vee z$ 。

[編集] ブール束

最大元 1 と最小元 0 とをもつ分配束において、さらに各元  $x$  に対して  $x \wedge \neg x = 0, x \vee \neg x = 1$  をみたす元  $\neg x$  が存在するとき、この束は**ブール束** (**ブール代数**) であるといひ、 $\neg x$  を  $x$  の補元とよぶ。補元は唯一つに定まる。

先に挙げた例では、 $P(S)$  と  $T$  とはブール束である。全順序集合は、元の個数が二個以下のときに限ってブール束となる。

[編集] モデューラ束

次の法則に従う束を**モデューラ束**という。

- モデューラ律:  $x \leq z$  なら任意の  $y$  に対して  $x \vee (y \wedge z) = (x \vee y) \wedge z$ 。

分配束はモデューラ束である。また、群の正規部分群の全体が包含関係に関して作る順序集合もモデューラ束であって、このことは群の組成列の長さや組成因子の同形類が一意的に定まることの根拠になっている。

[編集] 完備束

分配束・ブール束・モデューラ束の概念と同様、**完備束**の概念も束より強い概念であるが、これは代数学的には述べ難い。順序集合  $(L, \leq)$  において、 $L$  の空でない任意の部分集合に順序  $\leq$  に関する上限と下限が存在するとき、この順序集合は完備束であるという。

完備束は束であるが、束は必ずしも完備束ではない。先に挙げた  $P(S)$  と  $T$  は完備束である。有限束も完備束である。代数系の部分代数系 (例えば線形空間の部分空間) の全体は包含関係に関して完備束である。有理数全体の集合は、数の大小関係について全順序集合なので束であるが、完備束ではない。実数の任意の有界閉区間は数の大小関係について完備束である (Weierstrass の定理)。このことは、実数全体の集合が通常距離に関して完備距離空間であること (+アルキメデスの原理) と同等である (Cauchy の定理+X) ので、微分積分学の基礎を成す事実となっている。

## 体 (数学) (Wikipedia)

代数学において**体** (たい、*field, körper, corps*) は、四則演算の自由にできる代数的構造を備えた集合のことである。

たとえば、自然数 (の全体の成す集合) からはじめて、その中で四則演算が自由にできるように数の拡張を施すことで有理数 (全体の成す集合) が得られる。他に、実数や複素数の全体が成す集合などが体の代表的な例である。体をアルファベットで表すときは、 $K$  を用いる

慣例がある。これは体がドイツ語 “Körper” の訳語だからであり、英語の “field” の頭文字をとって  $F$  が用いられることもある。

目次

[非表示]

- [1 定義](#)
- [2 例](#)
- [3 諸概念](#)
- [4 関連項目](#)
  
- [5 外部リンク](#)

#### 定義

(必ずしも可換でない) 体とは、以下の条件を満たす加法と乗法と呼ばれる 2 つの二項演算によって定まる代数的構造のことである。以下、台集合  $K$  に加法 “+” と乗法 “ $\times$ ” が定められているとし、乗法の結果 (積)  $a \times b$  は  $ab$  と略記する。

1.  $K$  は加法に関してアーベル群である：
  - $a, b, c$  を  $K$  の任意の元とすると、結合法則  $a + (b + c) = (a + b) + c$  が成り立つ。
  - $a + 0_K = 0_K + a = a$  が  $K$  の元  $a$  の取り方に依らずに満たされる零元と呼ばれる特別な元  $0_K$  が存在する。
  - $a$  が  $K$  の元ならばそれに対して  $a + (-a) = (-a) + a = 0_K$  を満たす、マイナス元と呼ばれる元  $-a$  が常に存在する。
  - 交換法則が成り立つ。つまり  $K$  のどんな元  $a, b$  についても、 $a + b = b + a$  となる。
2.  $K$  は乗法に関してモノイドであって、0 以外の元が群をなす：
  - $a, b, c$  を  $K$  の任意の元とすると、結合法則  $a(bc) = (ab)c$  が成り立つ。
  - $a1_K = 1_K a = a$  が  $K$  の零元  $0_K$  でない元  $a$  の取り方に依らずに満たされる単位元と呼ばれる特別な元  $1_K$  が存在する。
  - $a$  が零元  $0_K$  でない  $K$  の元ならばそれに対して  $aa^{-1} = a^{-1}a = 1_K$  を満たす、逆元と呼ばれる元  $a^{-1}$  が常に存在する。
3. 乗法は加法に対して分配的である： $a, b, c$  を  $K$  の任意の元とすると、 $a(b + c) = ab + ac$ ,  $(a + b)c = ac + bc$  が成り立つ。

また、この条件を満たす代数的構造を備えた代数系  $(K, +, 0_K, \times, 1_K)$  あるいは省略して単に集合  $K$  は「体を成す」という。零元のみからなる集合  $\{0\}$  は  $1 = 0$  と見れば上記の条件を満たし、自明な体と呼ばれるが往々理論的な障害となるため通常は除外して考える。つまり、体の定義に通常は

- $1 \neq 0$ , すなわち乗法は零元でない単位元を持つ。

なる条件を加える。さらにもう一つ、乗法の可換性に関する条件

- $K$  のどんな元  $a, b$  についても、 $ab = ba$  が満たされる。

を加えるとき  $K$  を可換体と呼び、可換性が満たされない元を  $K$  が持つとき非可換体と呼ぶ。また一つの代数系  $K$  に対してではなく、代数的構造の分類としてもこれらの用語を用いる。分類としての明確化のために、可換体・非可換体の両者をあわせて「必ずしも可換でない体」という用語を用いることがある。本項では便宜上「必ずしも可換でない体」を単に

「体」と呼称する。一方、「体論」「体の理論」などと呼ぶときの「体」は多くは可換体を意味すると思っ  
て差し支えない。

単に「体」とよぶとき、その意味するものにはいくつかの流儀が存在する。たとえば、可換である体を単に「体」(field) と呼び、非可換なものを含めてよぶときは**多元体**あるいは**可除環**(かじょかん、division ring, division algebra) あるいは**斜体**(しゃたい、skew field) と呼ぶのはイギリス流(英語圏)である。一方(ヨーロッパ)大陸流(ドイツ、フランス語圏)では、必ずしも可換でない体を単に「体」(körper, corps) とよび、可換であるときを特に可換体(kommutativ körper, corps commutatif) とよぶ。ただし、歴史的経緯はどうあれ時代が下るにつれ英語圏の流儀に合わせる傾向は見られる。

またいずれの流儀においても、文脈に応じて「可換」「必ずしも可換とは限らない」「非可換」などを冠することで明示的にこれらの概念を区別することがある。これらの区分のうち「非可換」なものの指すべき範疇は文脈にまったく依存するものであることには留意が必要である。たとえば「斜体」と呼ぶとき、それが可換体を含むのか含まないのかは文脈を踏まえなければ定かではないし、「非可換体」が可換体を含む意味で用いられることもある。

例

- 有理数の全体  $\mathbb{Q}$  は可換体である。
- **実数**の全体  $\mathbb{R}$  や**複素数**の全体  $\mathbb{C}$  も可換体である。
- **四元数**の全体  $\mathbb{H}$  は非可換体である。
- $\{0, 1\}$  に、

加法			乗法		
+	0	1	*	0	1
0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	0	1

のように、演算を定義すると、これは体になっている。この体を  $\mathbb{F}_2$  と書く。一見つまらない例のように見えるかもしれないが、この体は**符号理論**などに応用を持っている。

- $p$  を**素数**とするとき、集合  $\{0, 1, \dots, p-1\}$  に演算を定義して体にすることが出来る。この体を  $\mathbb{F}_p$ ,  $\mathbb{Z}/p\mathbb{Z}$  または  $\text{GF}(p)$  などと書く。

諸概念

体  $K$  が与えられたとき、その乗法構造を忘れて加法に関するアーベル群とみたときの代数系  $(K, +)$  を体  $K$  の**加法群**と呼ぶ。加法群を  $K^+$  や  $\mathbf{G}_a(K)$  と記す場合もある。また乗法構造のみに注目して、 $0$  を除く  $K$  の元の全体  $K^*$  に乗法を与えて得られる代数系  $(K^*, \times)$  は群であり、**乗法群**と呼ばれる。 $K$  の乗法群をしばしば  $K^\times$  あるいは  $\mathbf{G}_m(K)$  と記す。可換体  $F$  の乗法群  $F^\times$  の乗法に関する有限な部分群は巡回群になる。

体の元の濃度を**位数**といい、有限な位数を持つ体を**有限体**と呼び、そうでない体を**無限体**と呼ぶ。有限体は常に可換体である (**ウエダバーンの定理**)。

$n1$  で単位元  $1$  を  $n$  回足したものを表すとき、 $n1 = 0$  となるような  $n$  のうち最も小さなものをその体の**標数**という。ただし、そのような  $n$  が存在しないとき標数は  $0$  であると決める。

体は  $0$  以外の元が全て可逆となる**単位的環**である。したがって、そのイデアルや部分環の概念を考えることができるが、体は自明でない両側イデアルを持たない（これを体は**単純環**であるという）。体の単位的環としての部分環がふたたび体をなすとき、**部分体**という。体  $K, L$  とその間の写像  $f: K \rightarrow L$  が与えられたとき、 $f$  が**体の準同型**であるとは、単位的環としての**準同型**であることをいう。つまり、体準同型  $f$  は  $K$  の任意の元  $a, b$  および  $K, L$  それぞれの単位元  $1_K, 1_L$  に対して

$$f(a + b) = f(a) + f(b)$$

$$f(ab) = f(a)f(b)$$

$$f(1_K) = 1_L$$

を全て満たす。また、その像  $\text{Im}(f) = \{f(x) \mid x \in K\}$  は  $L$  の部分体となり、核  $\text{Ker}(f) = \{x \in K \mid f(x) = 0_L\}$  は  $K$  の両側イデアルとなるが、体が単純環であることと単位元が零元にうつることはないことから、体の**準同型**は必ず**単射**になる。したがって、体の準同型  $f: K \rightarrow L$  の像  $\text{Im}(f)$  は  $K$  に体として同型である。これを**中への同型**とよび、さらに  $f$  が**全射**であるとき**上への同型**であるという。

## 線型代数学 (Wikipedia)

**線型代数学**（せんけいだいすうがく、*linear algebra*）は、**行列**や**行列式**に関する理論を体系化した**代数学**の一分野である。

[編集] 概要

行列は種々の変数の**一次の関係式**で表される関係を記述するものであり、もともとは**連立一次方程式**の解法の研究である。行列の記法は、連立方程式の解法に関して**ケーリー**、**シルヴェスター**、**フロベニウス**、**アイゼンシュタイン**、**エルミート**がそれぞれ同時期に提唱した。最も早くこの理論を提唱したのはアイゼンシュタインであるが、皆、学会からはなかなか注目されずケーリーが取り組んでいたものが30年後にシルヴェスターによって再発見されたことで評価され始めるようになった（シルヴェスターが個別に発見したのか、ケーリーの理論を知っていたのかは詳しくは分かっていない）。

連立方程式を一次変換と捉える立場からは、線型代数学は、高次元のまっすぐな空間（現代的に言えば**ベクトル空間**）の幾何について研究する学問であると言える。このようにベクトル空間とその変換の理論として見ると、線型代数学はしかし**高々**有限次元のベクトル空間の理論である。これを無限次元のベクトル空間で対象とするためには、多分に空間の**位相**とそれに基づく**解析学**が必要となる。無限次元の線型代数学は**関数解析学**と呼ばれる。これは、無限次元のベクトル空間が、ある空間上の関数全体の集合として典型的に現れるからである。

和算家の**関孝和**も現在の行列式に当たるものを独自に開発・研究していた。

線型代数学においては**線型性**が一つの重要なファクターであり、それを意味する述語 linear を冠する概念は多いが、その日本語訳については、“線状”、“線形”、“線型”、“一次”などといった揺れが存在する。例えば、線型代数学は**線形代数学**と書かれることも多い。

[編集] 用語

**ベクトル空間**（線型空間） - **ベクトル** - **線型部分空間**

**ユークリッド空間** - **アフィン空間**

**内積空間**

**内積** - **エルミート内積** - **直交補空間** - **直交射影**

**線型結合**（一次結合）

線型従属 (一次従属) - [線型独立](#) (一次独立)  
基底 - [標準基底](#) - [次元](#) - [グラム・シュミットの正規直交化法](#)

## 行列

[実行列](#) - [複素行列](#)  
[正方行列](#) - [正則行列](#) ( $GL(n, R)$ ,  $GL(n, C)$ ) - [逆行列](#) - [単位行列](#) ([スカラー行列](#))  
- [零行列](#) - [冪零行列](#)  
[対角行列](#) - [三角行列](#) (上三角行列、下三角行列)  
[転置行列](#) - [随伴行列](#)  
[直交行列](#) ( $O(n)$ ) - [特殊直交行列](#) ( $SO(n)$ ) - [ユニタリ行列](#) ( $U(n)$ ) - [特殊ユニタリ行列](#) ( $SU(n)$ ) - [シンプレクティック行列](#) ( $Sp(n)$ ) - (行列の) [指数関数](#)  
[対称行列](#) - [反対称行列](#) (歪対称行列) - [エルミート行列](#) - [歪エルミート行列](#) (反エルミート行列) - [正規行列](#)  
[置換行列](#) - [隣接行列](#)

## 行列式

[置換](#) - [小行列式](#) - [余因子展開](#) - [ヤコビアン](#) - [関数行列](#)

## 線型方程式系 (連立一次方程式)

[行列の基本変形](#) - [クラメールの公式](#) - [シルベスター行列](#)

## 線型変換 (一次変換)

[線型写像](#) (線型変換) - [相似](#) - [成分行列](#)  
[階数](#) - [像](#) - [核](#) ([核空間](#))  
[対角化](#) - [スペクトル分解](#) - [ジョルダン標準形](#) - [特異値分解](#)

## 固有空間

[固有値](#) - [固有ベクトル](#) - [フロベニウスの定理](#) - [固有多項式](#) ([固有方程式](#)) - [最小多項式](#) - [ケイリー・ハミルトンの定理](#) - [縮退](#)

## テンソル

[双対空間](#) - [双線型形式](#) - [対称形式](#) - [エルミート形式](#) - [テンソル代数](#) - [グラスマン代数](#)

## 内積 (Wikipedia)

移動: [ナビゲーション](#), [検索](#)

数学において、**内積** (ないせき、*inner product*) とは、[ベクトル空間](#)上で定義される非退化 (かつ正定値の) [対称双線型形式](#)あるいはエルミート双線型形式のことである。2 つの[ベクトル](#)に対してある数 ([スカラー](#)) を定める演算であるため**スカラー積** (スカラーせき、*scalar product*) ともいう。

[デカルト平面](#)または[三次元空間](#)における[幾何ベクトル](#)の内積 (点乗積) については[ドット積](#)を参照。

## 目次

### [非表示]

- [1 定義](#)
- [2 内積の幾何学性](#)
- [3 種々の内積](#)
- [4 一般化](#)
  - [4.1 正則対称双一次形式](#)
- [5 関連項目](#)



### [編集] 定義

体  $K$  を実数体  $\mathbf{R}$  または複素数体  $\mathbf{C}$  (あるいは四元数体  $\mathbf{H}$ ) とする。 $K$  上のベクトル空間  $V$  に対して、内積とは以下の性質を満たす 2 変数の関数  $\langle \cdot, \cdot \rangle: V \times V \rightarrow K$  のことである:

1.  $V$  の任意の元  $x$  に対して、 $\langle x, x \rangle$  は非負の実数で、 $\langle x, x \rangle = 0 \Leftrightarrow x = 0$ 。
2. 任意のスカラー  $\alpha, \beta \in K$  と  $V$  の任意のベクトル  $x_1, x_2, y$  に対して、

$$\langle \alpha x_1 + \beta x_2, y \rangle = \alpha \langle x_1, y \rangle + \beta \langle x_2, y \rangle。$$

3.  $\langle x, y \rangle = \langle y, x \rangle$

性質 1 の前半を正値性あるいは正定値性といい、後半を正則性という。性質 2 は内積が第一の変数について線型であるということである。性質 3 は対称性といわれ、これと性質 2 から、内積は第二の変数についても線型となることがわかる (つまり内積は双線型写像である)。

係数体が複素数体  $\mathbf{C}$  (あるいは四元数体  $\mathbf{H}$ ) であるとき、性質 3 の代わりに

- エルミート対称性:  $\langle x, y \rangle = \langle y, x \rangle^*$  (“\*” は複素共役 (あるいは四元数の共役))

を満たすなら、エルミート内積 (あるいは四元数のエルミート内積) という。エルミート内積を単に内積と呼ぶことも多い。

### [編集] 内積の幾何学性

1 つのベクトル空間に定義される内積は 1 つとは限らない。また、ある内積  $\langle \cdot, \cdot \rangle$  に対して

$$\|x\| := \sqrt{\langle x, x \rangle}$$

と定めると、1 つのノルム  $\|\cdot\|$  が定義できる (これを内積  $\langle \cdot, \cdot \rangle$  が定めるノルムと呼ぶ)。この意味で内積はベクトル空間に計量 (metric) を定めるという。すなわち、ここでいうノルムとは与えられた内積ではかった “ベクトルの大きさ” であり、

$$\cos \theta = \frac{\langle \mathbf{a}, \mathbf{b} \rangle}{\|\mathbf{a}\| \|\mathbf{b}\|}$$

とおくことで、二つのベクトルのなす角が定められる (コーシー・シュワルツの不等式を参照)。このように、内積はベクトル空間の代数的な性質と幾何的な性質の橋渡しをするものである。計量ベクトル空間の項を参照されたい。

### [編集] 種々の内積

- 実  $n$ -次元数ベクトル空間  $\mathbf{R}^n$  において、任意の二元  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ,  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$  に対し、

$$\langle x, y \rangle := x y^T = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

(右肩の T は行列の転置をとる意で、中辺は行列としての積) とすると、この  $\langle \cdot, \cdot \rangle$  は (正定値な) 内積の性質を満たす。これを、 $\mathbf{R}^n$  の標準内積と呼ぶ。また、 $n$  次の (正定値) 対称行列  $A$  を用いて

$$\langle x, y \rangle_A := x^T A y$$

とおくと、これも (正定値) 内積の性質を満たす。

- $n$  次対称行列の空間  $\mathbf{S}^{n \times n}$  について、 $X, Y \in \mathbf{S}^{n \times n}$  に対して

$$\langle X, Y \rangle := \text{Tr}(XY)$$

と取ると、これは内積を与える。

- $\Omega$  をユークリッド空間の開集合とする。  $\Omega$  上の二乗可積分な関数全体の成す集合を関数が至る所等しい (測度零の集合上でとる値を除いて等しい) という関係で割って得られる空間  $L^2(\Omega)$  には、二乗可積分関数  $f, g$  について

$$\langle f, g \rangle := \int_{\Omega} f(x)g(x)dx$$

と置いて、内積が定まる。より一般に、 $(\Omega, F, \mu)$  を測度空間とすると、 $L^2(\Omega, \mu)$  の 2 元  $f, g$  について

$$\langle f, g \rangle := \int_{\Omega} f(x)g(x)d\mu(x)$$

と置いたものは内積の性質を満たす。

[編集] 一般化

[編集] 正則対称双一次形式

一般の体  $K$  上のベクトル空間  $V$  に対し、 $V$  上の対称双一次形式、対称双線型形式あるいは内積とは、次の性質を満たす二変数の写像  $f: V \times V \rightarrow K$  のことである:

1. 双線型性:  $f(x + y, z) = f(x, z) + f(y, z)$ ,  $f(x, y + z) = f(x, y) + f(x, z)$ ,  $f(cx, y) = f(x, cy) = cf(x, y)$
2. 対称性:  $f(x, y) = f(y, x)$

for all  $x, y, z \in V, c \in K$ 。ただし、内積と呼ぶときは、多くの場合さらに

- 非退化性:  $[f(x, \beta) = 0 \text{ for all } \beta \in V \Leftrightarrow x = 0]$  かつ  $[f(\alpha, y) = 0 \text{ for all } \alpha \in V \Leftrightarrow y = 0]$ 。

が仮定されている。すなわち、非退化双線型形式のことを内積と呼ぶのである。

非退化性は正則性とも呼ばれ、非退化な内積であることを強調して、非退化内積あるいは正則内積という場合が稀にある。ただし、普通は“内積の非退化性”というときは、双線型形式としての非退化性の話である。

今述べた意味での内積は、 $f$  の像  $\text{Im } f \subset K$  が順序体であって、次の条件

- 正値性:  $f(x, x) \geq 0$  (for all  $x \in V$ )

をみたすとき、正値あるい正定値 (正確には半正値あるいは半正定値) であるといい、正値あるいは正定値である内積のことを正値内積あるいは正定値内積という。

冒頭で述べた意味での内積は、今述べた意味での（非退化な）正値内積になっている。また複素ベクトル空間（あるいは四元数上のベクトル空間）では、双一次形式をエルミート双一次形式（あるいは四元数のエルミート形式）にとりかえてエルミート内積に到達する。

## ベクトル空間 (Wikipedia)

**線形空間**とも**線型空間**ともいう。ベクトル空間（ベクトルくうかん）とは、和とスカラー倍の定義された集合のことである。これは「平面（あるいは空間）上のベクトルすべてを集めた集合」を一般化、抽象化したものである。

ベクトル空間の元のことをベクトルという。

ベクトル空間は線型代数学の主要な対象であり、ベクトル空間とそれに関する手法は数学のあらゆる分野で重要な道具として用いられる。ベクトル自体が元来は速度や加速度、力のように方向を持つ物理量を表すために考案されたものであるので、物理学との関連が深い。量子力学では系のとりうる状態をベクトル空間で表す。

目次

[[非表示](#)]

- [1 導入](#)
- [2 定義](#)
- [3 次元](#)
- [4 基底](#)
  - [4.1 行列との関係](#)
- [5 例](#)
- [6 一般化](#)
- [7 様々なベクトル空間](#)
  
- [8 関連項目](#)

 [[編集](#)] 導入

例えば、平面の矢印（有向線分）全体を考えよう。ただし、平行移動して重なるものは同一視することにする。矢印の矢筈を始点、矢じりを終点と呼ぶことにする。二つの矢印  $a$ ,  $b$  は、矢印  $a$  の終点と矢印  $b$  の始点が重なるように平行移動して、 $a$  の始点を始点とし、 $b$  の終点を終点とする新しい矢印を考えることができる。この矢印を  $a+b$  と書こう。また、矢印の長さを  $c$  倍することで、矢印  $a$  のスカラー倍  $ca$  を考えることもできる。

またこの矢印は、始点をすべて原点に持って来ることで（平行移動して重なるものを含めて）平面上の点と同一視することができる。上の矢印  $a$ ,  $b$  と対応する点を  $a$ ,  $b$  とし、平面のデカルト座標をとって  $a = (a_1, a_2)$ ,  $b = (b_1, b_2)$  とすると、上の和とスカラー倍は  $a+b = (a_1+b_1, a_2+b_2)$ ,  $ca = (ca_1, ca_2)$  にそれぞれなる。平面の点にこのような和とスカラー倍を定義したものを2次元数ベクトル空間という。

以下の定義は、これらのことを一般化して述べたものである。

[[編集](#)] 定義

**体**  $K$  上の**ベクトル空間**とは、以下の条件を満たす集合  $V$  のことをいう。 $V$  の元をベクトルといい（以下太字  $\mathbf{v}$ ,  $\mathbf{w}$  など）で表す、 $K$  を  $V$  の係数体と呼び、 $K$  の元をスカラーという（以下イタリックの小文字  $c$ ,  $d$  など）で表す）

1.  $V$  は加法に関してアーベル群をなす
2. 任意のスカラー  $c \in K$ 、ベクトル  $\mathbf{v} \in V$  に対してスカラー倍  $c\mathbf{v} \in V$  が定義されて、
  1.  $(cd)\mathbf{v} = c(d\mathbf{v})$  (for all  $\mathbf{v} \in V$  and for all  $c, d \in K$ ).

2.  $1$  を体の乗法に関する単位元とすると  $1\mathbf{v} = \mathbf{v}$  (for all  $\mathbf{v} \in V$ )。
3.  $c(\mathbf{v} + \mathbf{w}) = c\mathbf{v} + c\mathbf{w}$  (for all  $\mathbf{v}, \mathbf{w} \in V$  and for all  $c \in K$ )。
4.  $(c + d)\mathbf{v} = c\mathbf{v} + d\mathbf{v}$  (for all  $\mathbf{v} \in V$  and for all  $c, d \in K$ )。

実数体上のベクトル空間を実ベクトル空間といい、複素数体上のベクトル空間を複素ベクトル空間という。

[編集] 次元

ベクトル空間  $V$  の部分集合で、互いに一次独立な要素からなる集合を考える。そのような集合の要素数として最大のもを  $V$  の次元といい、 $\dim V$  と書く。あるいは体  $K$  上のベクトル空間としての次元であることを明示するために  $\dim_K V$  とあらわすこともある。一次独立な部分集合がすべて高々  $n$  個の元からなっていて、 $n+1$  個以上の元を持つものはすべて一次従属であるならば、このとき  $V$  は  $n$  次元のベクトル空間である。任意の自然数  $n$  について  $n$  個の元からなる一次独立な部分集合が存在するとき、 $V$  は無限次元であるという。

[編集] 基底

ベクトル空間  $V$  の基底とは、次の条件を満たすような  $V$  の元 (つまりベクトル) の組  $S$  のことである。

1. それらは一次独立である。
2. 任意のベクトルはそれらの一次結合の形に表される (この条件を満たす集合を生成系という)。

この条件は、以下のどれとも同値である。

- $S$  は一次独立な集合のうち包含関係において極大なものである。
- $S$  は最も小さな生成系である。
- $V$  のどのベクトルも、 $S$  の一次結合で一意的に表される。

一次独立な集合のうち極大なものを構成してやることにより、有限次元ベクトル空間は必ず基底を持つ。選択公理を仮定すれば、無限次元ベクトル空間も含めて「全てのベクトル空間が基底をもつ」ことを証明できる。

ベクトル空間が与えられたとき、その基底のとり方はいくらでもある。しかし、ある基底をなす元の数 (基数) は基底の取り方によらないことが証明される。 $n$  次元ベクトル空間の基底は  $n$  個のベクトルから成る。ベクトル空間の次元を、基底をなす元の数のことであると定義してもよい。

計量ベクトル空間 (内積の定義されているベクトル空間) に対して、基底に含まれるどの二つのベクトルの内積も  $0$  であるとき、その基底を直交基底という。さらに全ての基底ベクトルのノルムが  $1$  であれば、その基底の組を正規直交基底という。

$\mathbb{R}^n$  や  $\mathbb{C}^n$  のような数ベクトル空間に対して

$$(1, 0, \dots, 0), (0, 1, 0, \dots, 0), \dots, (0, 0, \dots, 0, 1)$$

のような基底を標準基底という。

[編集] 行列との関係

$V$  と  $W$  をどちらも基底の定められた有限次元のベクトル空間とする。基底をそれぞれ  $\langle \mathbf{e}_1, \dots, \mathbf{e}_n \rangle$ ,  $\langle \mathbf{f}_1, \dots, \mathbf{f}_m \rangle$  とする。このとき、 $V$  から  $W$  への線型写像  $T$  は、

$$T(\mathbf{e}_1) = a_{11}\mathbf{f}_1 + \dots + a_{m1}\mathbf{f}_m$$

⋮

$$T(\mathbf{e}_n) = a_{1n}\mathbf{f}_1 + \dots + a_{mn}\mathbf{f}_m$$

とすると、任意の  $V$  のベクトル  $\mathbf{v} = c_1\mathbf{e}_1 + \dots + c_n\mathbf{e}_n$  に対してその値が

$$T(\mathbf{v}) = \mathbf{f}_1 \sum_{i=1}^n a_{1i} c_i + \cdots + \mathbf{f}_m \sum_{i=1}^n a_{mi} c_i = \sum_{j=1}^m \left( \mathbf{f}_j \sum_{i=1}^n a_{ji} c_i \right)$$

のように決まる。 $\mathbf{v}$  を列ベクトル  $(c_1, \dots, c_n)$  と同一視し、 $f(\mathbf{v})$  を  $\mathbf{f}_i$  の成分を第  $i$  成分とする行ベクトルと同一視すれば、このことは  $(m, n)$  行列  $(a_{ij})$  に対して  $\mathbf{v}$  を右から掛けていることに他ならない。

線型写像を合成することが、行列の積に対応していることも分かる。このようにして、基底を与えることで、線型写像を行列として取り扱うことが出来る。

[編集] 例

- 数ベクトル空間  $\mathbf{R}^n$  (または  $\mathbf{C}^n$ ) は  $n$  次元ベクトル空間である。
- $\{0\}$  もベクトル空間である。 $0 + 0 = 0$ ,  $c0 = 0$  とすればよい。次元は  $0$ 。
- $\mathbf{C}$  は  $\mathbf{R}$  上の  $2$  次元ベクトル空間とみなせる。
- $\mathbf{R}$  は  $\mathbf{Q}$  上の無限次元ベクトル空間である。
- $S$  を集合とし、 $V$  をベクトル空間とすると、 $S$  から  $V$  への写像全体はベクトル空間になる。
- その特殊な例として、 $K$ -ベクトル空間  $V$  から  $K$ -ベクトル空間  $W$  への線型写像全体も  $K$ -ベクトル空間になる。このベクトル空間を  $\text{Hom}_K(V, W)$  と表す。 $K$  が明らかであるときは単に  $\text{Hom}(V, W)$  と書くこともある。 $W=K$  のとき、 $\text{Hom}_K(V, K)$  は[双対ベクトル空間](#)と呼ばれる。

[編集] 一般化

体上のベクトル空間の概念は、[環上の加群](#)に一般化される。

[編集] 様々なベクトル空間

- [線型部分空間](#)
- [双対ベクトル空間](#)
- [計量ベクトル空間](#)
- [ヒルベルト空間](#)
- [アフィン空間](#)
- [ユークリッド空間](#)

ヒルベルト空間 (Wikipedia)

**ヒルベルト空間** (ヒルベルトくうかん、Hilbert space) とは、[完備な内積空間](#)、すなわち、[内積](#)の定義された[ベクトル空間](#)であって、その内積から導かれる[ノルム](#)によって[距離](#)を入れるとき、[距離空間](#)として完備となるような[位相ベクトル空間](#)のことである。[フォン・ノイマン](#)が命名した。一般に、ノルムに関して完備なベクトル空間のことを[バナッハ空間](#)といい内積から導かれるノルムを持つバナッハ空間のことをヒルベルト空間という。ヒルベルト空間について、[シュワルツの不等式](#)、三角不等式、中線定理という三つの不等式が成り立つ。ヒルベルト空間は、[関数解析学](#)において中心的な役割を果たしており、また、[物理学](#)、特に[量子力学](#)の数学的基礎づけに深く関連している。量子力学における[状態](#)あるいは[固有関数](#)はヒルベルト空間上の[正規化](#)された[ベクトル](#)であるといえる。

## 目次

[非表示]

- [1 定義](#)
- [2 例](#)
  - [2.1 ユークリッド空間](#)
  - [2.2 数列空間](#)
  - [2.3 ルベーク空間](#)
- [3 歴史](#)
- [4 関連項目](#)

 [\[編集\]](#) 定義

内積  $(\cdot, \cdot)_H$  をもつベクトル空間  $H$  について、内積  $(\cdot, \cdot)_H$  の引き起こすノルム  $\|\cdot\|_H$ ;

$$\|a\|_H = \sqrt{(a, a)} \quad (a \in H)$$

が完備、すなわちノルム  $\|\cdot\|_H$  が  $H$  に定める距離  $d$ ;

$$d(x, y) = \|x - y\|_H \quad (x, y \in H)$$

に関して  $H$  が完備であるならば、このようなベクトル空間  $H$  をヒルベルト空間という。

[\[編集\]](#) 例

[\[編集\]](#) ユークリッド空間

標準内積を考えた  $n$  次元ユークリッド空間  $\mathbf{R}^n$  (あるいは  $\mathbf{C}^n$ ) はヒルベルト空間である ( $\mathbf{R}$  は実数体、 $\mathbf{C}$  は複素数体を表す)。

[\[編集\]](#) 数列空間

実数列  $a = \{a_i\}_{i=1}^{\infty}$  の内、

$$\sum_{i=1}^{\infty} a_i^2 < \infty$$

を満たすもの全体を  $l^2$  で表す。  $a + b = \{a_i + b_i\}$ 、  $\alpha a = \{\alpha a_i\}$  で、和とスカラー倍が定義できるから、これはベクトル空間である。  $l^2$  に、内積  $(a, b)$  を

$$(a, b) = \sum_{i=1}^{\infty} a_i b_i$$

で定めると、  $\|a\| = (a, a)^{1/2}$  は完備なノルムになる。よって、  $l^2$  はヒルベルト空間である。歴史的な経緯から、この  $l^2$  のことを (狭義の) ヒルベルト空間とよぶことがある。この例は、ヒルベルト空間はユークリッド空間の無限次元への自然な拡張になっていることを示している。

上の実数列を複素数列にしても、内積をエルミート内積

$$(a, b) = \sum_{i=1}^{\infty} a_i \bar{b}_i$$

とすることにより、同じようにしてヒルベルト空間の例が得られる。

(以下にもっと重要な例を書く)

[\[編集\]](#) ルベーク空間

ルベーク二乗可積分関数の空間  $L^2$  は内積

$$(f, g) = \int f(x) \overline{g(x)} dx \quad (f, g \in L^2)$$

に関してヒルベルト空間となる。

#### [編集] 歴史

ヒルベルト空間の概念は、[ヒルベルト](#)の第二種フレドホルム積分方程式の研究に由来する。この積分方程式の解を求める問題はある無限連立一次方程式を解く問題へと捉え直された。その解決のために、無限次元のユークリッド空間のような新たな空間が、最初のヒルベルト空間として導入された。また、フレヒトとリースが[ルベーク積分](#)を使った関数空間がヒルベルト空間と似たような幾何学的性質を持つことを示し、さらに、リースとフィッシャーがこの空間が完備でありヒルベルト空間と同型であることを証明した。

1930年代になると、フォン・ノイマンと[マーシャル・ストーン](#)の一連の研究によって、量子力学の数学的基礎づけとしてヒルベルト空間が公理化され、ヒルベルト空間上の線形作用素の理論が発展した。

#### [編集] 関連項目

- [ダフィット・ヒルベルト](#)
- [内積](#)
- [完備距離空間](#)
- [関数解析学](#)

### ダフィット・ヒルベルト (Wikipedia)

**ダフィット・ヒルベルト** (**David Hilbert**, 1862年1月23日 - 1943年2月14日) は[ドイツ](#)人の**数学者**である。生まれたのは当時ドイツ領だったケーニヒスベルク (現在は[ロシア](#)の[カリーニングラード](#))。 [ゲッティンゲン大学](#)の教授職を勤め、19世紀末から20世紀初頭にかけての指導的な数学者となった。



#### ダフィット・ヒルベルト

[不変式論](#)、[抽象代数学](#)、[代数的整数論](#)、[積分方程式](#)、幾何学の公理系の研究、一般相対性理論など業績は非常に多岐にわたる。彼の公理論と数学の無矛盾性の証明に関する計画は[ヒルベルト・プログラム](#)と呼ばれる。

彼は、[1900年](#)のパリにおける国際数学会議において有名な「[ヒルベルトの23の問題](#)」を発表した。さまざまな数学者がこの問題に取り組んだことで、ヒルベルトの講演は20世紀の数学の方向性を形作るものになった。現在も未解決の問題もある (例えば[リーマン仮説](#))。ま

た、代数幾何の基礎づけの問題のように、どのような解決をすればよいかの指針がないようなものもある。

その他、[ヒルベルト空間](#)、ヒルベルトの零点定理などに名前が残っている。

[編集] 交流関係

[ケーニヒスベルグ大学](#)に進学したヒルベルトは、[ハインリッヒ・ウェーバー](#)、[フェルディナンド・リンデマン](#)から学んだ。特にウェーバーはドイツ数学の影響をヒルベルトに与えた。また、同大学で[ヘルマン・ミンコフスキー](#)と[アドルフ・フルウィッツ](#)と知り合っている。特にミンコフスキーは「最良にして本当の友人」であり、亡くなった際は哀しみに明け暮れたという。また、彼は弟子の育成にも努め、[マックス・デーン](#)、[エーリヒ・ヘッケ](#)、[ヘルマン・ワイル](#)、[アッカーマン](#)、[ベルナイス](#)など著名な数学者を輩出することになった。日本人では[高木貞治](#)がドイツ留学時代ヒルベルトの弟子であった。

## David Hilbert( Wikipedia)

• Have questions? [Find out how to ask questions and get answers.](#) •

Jump to: [navigation](#), [search](#)

### David Hilbert



David Hilbert (1912)

<b>Born</b>	<a href="#">January 23, 1862</a> <a href="#">Wehlau</a> (Welawa), <a href="#">Province of Prussia</a>
<b>Died</b>	<a href="#">February 14, 1943</a> (aged 81) <a href="#">Göttingen, Germany</a>
<b>Residence</b>	<a href="#">Germany</a>
<b>Nationality</b>	<a href="#">German</a>
<b>Field</b>	<a href="#">Mathematician</a> and <a href="#">Philosopher</a>
<b>Institutions</b>	<a href="#">University of Königsberg</a>

<b>Alma mater</b>	<a href="#">Göttingen University</a>
<b>Academic advisor</b>	<a href="#">University of Königsberg</a> <a href="#">Ferdinand von Lindemann</a> <a href="#">Wilhelm Ackermann</a> <a href="#">Otto Blumenthal</a> <a href="#">Richard Courant</a> <a href="#">Max Dehn</a> <a href="#">Erich Hecke</a> <a href="#">Hellmuth Kneser</a>
<b>Notable students</b>	<a href="#">Robert König</a> <a href="#">Emanuel Lasker</a> <a href="#">Erhard Schmidt</a> <a href="#">Hugo Steinhaus</a> <a href="#">Teiji Takagi</a> <a href="#">Hermann Weyl</a> <a href="#">Ernst Zermelo</a> <a href="#">Hilbert's basis theorem</a> <a href="#">Hilbert's axioms</a> <a href="#">Hilbert's problems</a> <a href="#">Hilbert's program</a> <a href="#">Einstein–Hilbert action</a> <a href="#">Hilbert space</a>
<b>Known for</b>	

**David Hilbert** ([January 23, 1862, Königsberg, Province of Prussia](#) – [February 14, 1943, Göttingen, Germany](#)) was a [German mathematician](#), recognized as one of the most influential and universal mathematicians of the 19th and early 20th centuries. He invented or developed a broad range of fundamental ideas, in [invariant theory](#), the [axiomatization of geometry](#), and with the notion of [Hilbert space](#),<sup>[1]</sup> one of the foundations of [functional analysis](#).

He adopted and warmly defended [Cantor](#)'s set theory and [transfinite](#) numbers. A famous example of his leadership in [mathematics](#) is his 1900 presentation of a [collection of problems](#) that set the course for much of the mathematical research of the 20th century.

Hilbert and his students supplied significant portions of the mathematical infrastructure required for [quantum mechanics](#) and [general relativity](#). He is also known as one of the founders of [proof theory](#), [mathematical logic](#) and the distinction between mathematics and [metamathematics](#).

## Contents

[\[hide\]](#)

- [1 Life](#)
  - [1.1 The Göttingen school](#)
  - [1.2 Later years](#)
- [2 The finiteness theorem](#)
- [3 Axiomatization of geometry](#)
- [4 The 23 Problems](#)
- [5 Formalism](#)
  - [5.1 Hilbert's program](#)
  - [5.2 Gödel's work](#)
- [6 Functional analysis](#)
- [7 Physics](#)
- [8 Number theory](#)
- [9 Miscellaneous talks, essays, and contributions](#)
- [10 See also](#)
- [11 Notes](#)
- [12 References](#)
  - [12.1 Primary literature in English translation](#)
  - [12.2 Secondary literature](#)
- [13 External links](#)

 [\[edit\]](#) Life

David Hilbert, the first of two children and only son of Otto and Maria Therese (Erdtmann) Hilbert, was born in [Wehlau](#) near [Königsberg](#) — Königsberg was that time the capital of [East Prussia](#) (now [Kaliningrad, Russia](#)).<sup>[2]</sup> In the fall of 1872 he entered the Friedrichskolleg [Gymnasium](#) (the same school that [Immanuel Kant](#) had attended 140 years before), but after an unhappy duration he transferred (fall 1879) to and graduated from (spring 1880) the more science-oriented Wilhelm Gymnasium.<sup>[3]</sup> Upon graduation he enrolled (autumn 1880) at the [University of Königsberg](#) . In the spring of 1882 [Hermann Minkowski](#) (two years younger than Hilbert and also a native of Königsberg but so talented he had graduated early from his gymnasium and gone to Berlin for three semesters),<sup>[4]</sup> returned to Königsberg and entered the university. "Hilbert knew his luck when he saw it. In spite of his father's disapproval, he soon became friends with the shy, gifted Minkowski."<sup>[5]</sup> In 1884 [Adolf Hurwitz](#) arrived from Göttingen as an [Extraordinarius](#), i.e., an associate professor. An intense and fruitful scientific exchange between the three began and especially Minkowski and Hilbert would exercise a reciprocal influence over each other at various times in their scientific careers. Hilbert obtained his doctorate in 1885, with a dissertation, written under [Ferdinand von Lindemann](#), titled *Über invariante Eigenschaften spezieller binärer Formen, insbesondere der Kugelfunktionen* ("On the invariant properties of special [binary forms](#), in particular the spherical harmonic functions"). Hilbert remained at the University of Königsberg as a professor from 1886 to 1895. In 1892, Hilbert married Käthe Jerosch (1864–1945), "the daughter of a Königsberg merchant, an outspoken young lady with an independence of mind that matched his own".<sup>[6]</sup> While at Königsberg they had their one child Franz Hilbert (1893–1969). In

1895, as a result of intervention on his behalf by [Felix Klein](#) he obtained the position of Chairman of Mathematics at the [University of Göttingen](#), at that time the best research center for mathematics in the world and where he remained for the rest of his life.

Son Franz would suffer his entire life from an (undiagnosed) mental illness, his inferior intellect a terrible disappointment to his father and this tragedy a matter of distress to the mathematicians and students at Göttingen.<sup>[7]</sup> Sadly, Minkowski — Hilbert's "best and truest friend"<sup>[8]</sup> — would die prematurely of a ruptured appendix in 1909.

Math department in Göttingen where Hilbert worked from 1895 until his retirement in 1930  
[\[edit\]](#) The Göttingen school

Among the students of Hilbert, there were [Hermann Weyl](#), the champion of chess [Emanuel Lasker](#), [Ernst Zermelo](#), and [Carl Gustav Hempel](#). [John von Neumann](#) was his assistant. At the University of Göttingen, Hilbert was surrounded by a social circle of some of the most important mathematicians of the 20th century, such as [Emmy Noether](#) and [Alonzo Church](#).

Among his 69 Ph.D. students in Göttingen were many who later became famous mathematicians, including (with date of thesis): [Otto Blumenthal](#) (1898), [Felix Bernstein](#) (1901), [Hermann Weyl](#) (1908), [Richard Courant](#) (1910), [Erich Hecke](#) (1910), [Hugo Steinhaus](#) (1911), [Wilhelm Ackermann](#) (1925).<sup>[9]</sup> Between 1902 and 1939 Hilbert was editor of the *Mathematische Annalen*, the leading mathematical journal of the time.

[\[edit\]](#) Later years

Hilbert lived to see the [Nazis](#) purge many of the prominent faculty members at [University of Göttingen](#), in 1933.<sup>[10]</sup> Among those forced out were [Hermann Weyl](#), who had taken Hilbert's chair when he retired in 1930, [Emmy Noether](#) and [Edmund Landau](#). One of those who had to leave Germany was [Paul Bernays](#), Hilbert's collaborator in [mathematical logic](#), and co-author with him of the important book *Grundlagen der Mathematik* (which eventually appeared in two volumes, in 1934 and 1939). This was a sequel to the Hilbert–[Ackermann](#) book *Principles of Theoretical Logic* from 1928.

About a year later, he attended a banquet, and was seated next to the new Minister of Education, [Bernhard Rust](#). Rust asked, "How is mathematics in Göttingen now that it has been freed of the Jewish influence?" Hilbert replied, "Mathematics in Göttingen? There is really none any more."<sup>[11]</sup>

By the time Hilbert died in 1943, the Nazis had nearly completely restructured the university, many of the former faculty being either Jewish or married to Jews. Hilbert's funeral was attended by fewer than a dozen people, only two of whom were fellow academics.<sup>[12]</sup>

On his tombstone, at Göttingen, one can read his epitaph:<sup>[13]</sup>

*Wir müssen wissen.*

*Wir werden wissen.*

We must know.

We will know.

Or better:

We have to know.

We shall know!

## [edit] The finiteness theorem

Hilbert's first work on invariant functions led him to the demonstration in 1888 of his famous *finiteness theorem*. Twenty years earlier, [Paul Gordan](#) had demonstrated the [theorem](#) of the finiteness of generators for binary forms using a complex computational approach. The attempts to generalize his method to functions with more than two variables failed because of the enormous difficulty of the calculations involved. Hilbert realized that it was necessary to take a completely different path. As a result, he demonstrated [Hilbert's basis theorem](#), showing the existence of a finite set of generators, for the invariants of [quantics](#) in any number of variables, but in an abstract form. That is, while demonstrating the existence of such a set, it was not a [constructive proof](#) — it did not display "an object" — but rather, it was an [existence proof](#)<sup>[14]</sup> and relied on use of the [Law of Excluded Middle](#) in an infinite extension.

Hilbert sent his results to the [Mathematische Annalen](#). Gordan, the house expert on the theory of invariants for the *Mathematische Annalen*, was not able to appreciate the revolutionary nature of Hilbert's theorem and rejected the article, criticizing the exposition because it was insufficiently comprehensive. His comment was:

*Das ist nicht Mathematik. Das ist Theologie.*

*This is not Mathematics. This is Theology.*<sup>[15]</sup>

Klein, on the other hand, recognized the importance of the work, and guaranteed that it would be published without any alterations. Encouraged by Klein and by the comments of Gordan, Hilbert in a second article extended his method, providing estimations on the maximum degree of the minimum set of generators, and he sent it once more to the *Annalen*. After having read the manuscript, Klein wrote to him, saying:

*Without doubt this is the most important work on general algebra that the Annalen has ever published.*<sup>[citation needed]</sup>

Later, after the usefulness of Hilbert's method was universally recognized, Gordan himself would say:

*I have convinced myself that even theology has its merits.*<sup>[16]</sup>

For all his successes, the nature of his proof stirred up more trouble than Hilbert could imagine at the time. Although Kronecker had conceded, Hilbert would later respond to others' similar criticisms that "many different constructions are subsumed under one fundamental idea" — in other words (to quote Reid): "Through a proof of existence, Hilbert had been able to obtain a construction"; "the proof" (i.e. the symbols on the page) *was* "the object".<sup>[17]</sup> Not all were convinced. While [Kronecker](#) would die soon after, his [constructivist](#) banner would be carried forward in full cry by the young [Brouwer](#) and his developing [intuitionist](#) "school", much to Hilbert's torment in his later years.<sup>[18]</sup> Indeed Hilbert would lose his "gifted pupil" [Weyl](#) to intuitionism — "Hilbert was disturbed by his former student's fascination with the ideas of Brouwer, which aroused in Hilbert the memory of Kronecker".<sup>[19]</sup> Brouwer the intuitionist in particular raged against the use of the Law of Excluded Middle over infinite sets (as Hilbert had used it). Hilbert would respond:

"Taking the Principle of the Excluded Middle from the mathematician ... is the same as ... prohibiting the boxer the use of his fists."

"The possible loss did not seem to bother Weyl."<sup>[20]</sup>

## [edit] Axiomatization of geometry

*Main article: [Hilbert's axioms](#)*

The text *[Grundlagen der Geometrie](#)* (tr.: *Foundations of Geometry*) published by Hilbert in 1899 proposes a formal set, the [Hilbert's axioms](#), substituting the traditional [axioms of Euclid](#). They avoid weaknesses identified in those of [Euclid](#), whose works at the time were still used textbook-fashion. Independently and contemporaneously, a 19-year-old American student named [Robert Lee Moore](#) published an equivalent set of axioms. Some of the axioms coincide, while some of the axioms in Moore's system are theorems in Hilbert's and vice-versa. Hilbert's approach signaled the shift to the modern [axiomatic method](#). Axioms are not taken as self-evident truths. Geometry may treat *things*, about which we have powerful intuitions, but it is not necessary to assign any explicit meaning to the undefined concepts. The elements, such as [point](#), [line](#), [plane](#), and others, could be substituted, as Hilbert says, by tables, chairs, glasses of beer and other such objects. It is their defined relationships that are discussed.

Hilbert first enumerates the undefined concepts: point, line, plane, lying on (a relation between points and planes), betweenness, congruence of pairs of points, and [congruence](#) of [angles](#). The axioms unify both the [plane geometry](#) and [solid geometry](#) of Euclid in a single system.

## [edit] The 23 Problems

*Main article: [Hilbert's problems](#)*

He put forth a most influential list of 23 unsolved problems at the [International Congress of Mathematicians](#) in [Paris](#) in 1900. This is generally reckoned the most successful and deeply considered compilation of open problems ever to be produced by an individual mathematician.

After re-working the foundations of classical geometry, Hilbert could have extrapolated to the rest of mathematics. His approach differed, however, from the

later 'foundationalist' Russell–Whitehead or 'encyclopedist' [Nicolas Bourbaki](#), and from his contemporary [Giuseppe Peano](#). The mathematical community as a whole could enlist in problems, which he had identified as crucial aspects of the areas of mathematics he took to be key.

The problem set was launched as a talk "The Problems of Mathematics" presented during the course of the Second International Congress of Mathematicians held in Paris. Here is the introduction of the speech that Hilbert gave:

*Who among us would not be happy to lift the veil behind which is hidden the future; to gaze at the coming developments of our science and at the secrets of its development in the centuries to come? What will be the ends toward which the spirit of future generations of mathematicians will tend? What methods, what new facts will the new century reveal in the vast and rich field of mathematical thought?*

He presented fewer than half the problems at the Congress, which were published in the acts of the Congress. In a subsequent publication, he extended the panorama, and arrived at the formulation of the now-canonical 23 Problems of Hilbert. The full text is important, since the exegesis of the questions still can be a matter of inevitable debate, whenever it is asked how many have been solved.

Some of these were solved within a short time. Others have been discussed throughout the 20th century, with a few now taken to be unsuitably open-ended to come to closure. Some even continue to this day to remain a challenge for mathematicians.

### [\[edit\]](#) Formalism

In an account that had become standard by the mid-century, Hilbert's problem set was also a kind of manifesto, that opened the way for the development of the [formalist](#) school, one of three major schools of mathematics of the 20th century. According to the formalist, mathematics is a game devoid of meaning in which one plays with symbols devoid of meaning according to formal rules which are agreed upon in advance. It is therefore an autonomous activity of thought. There is, however, room to doubt whether Hilbert's own views were simplistically formalist in this sense.

#### [\[edit\]](#) Hilbert's program

In 1920 he proposed explicitly a research project (in [metamathematics](#), as it was then termed) that became known as [Hilbert's program](#). He wanted [mathematics](#) to be formulated on a solid and complete logical foundation. He believed that in principle this could be done, by showing that:

1. all of mathematics follows from a correctly-chosen finite system of [axioms](#); and
2. that some such axiom system is provably consistent through some means such as the [epsilon calculus](#).

He seems to have had both technical and philosophical reasons for formulating this proposal. It affirmed his dislike of what had become known as the [ignorabimus](#), still an active issue in his time in German thought, and traced back in that formulation to [Emil du Bois-Reymond](#).

This program is still recognizable in the most popular [philosophy of mathematics](#), where it is usually called *formalism*. For example, the [Bourbaki](#) group adopted a watered-down and selective version of it as adequate to the requirements of their twin projects of (a) writing encyclopedic foundational works, and (b) supporting the [axiomatic method](#) as a research tool. This approach has been successful and influential in relation with Hilbert's work in algebra and functional analysis, but has failed to engage in the same way with his interests in physics and logic.

[\[edit\]](#) Gödel's work

Hilbert and the talented mathematicians who worked with him in his enterprise were committed to the project. His attempt to support axiomatized mathematics with definitive principles, which could banish theoretical uncertainties, was however to end in failure.

[Gödel](#) demonstrated that any non-contradictory formal system, which was comprehensive enough to include at least arithmetic, cannot demonstrate its completeness by way of its own axioms. In 1931 his [incompleteness theorem](#) showed that Hilbert's grand plan was impossible as stated. The second point cannot in any reasonable way be combined with the first point, as long as the axiom system is genuinely [finitary](#).

Nevertheless, the subsequent achievements of [proof theory](#) at the very least *clarified* consistency as it relates to theories of central concern to mathematicians. Hilbert's work had started logic on this course of clarification; the need to understand Gödel's work then led to the development of [recursion theory](#) and then [mathematical logic](#) as an autonomous discipline in the 1930s. The basis for later [theoretical computer science](#), in [Alonzo Church](#) and [Alan Turing](#) also grew directly out of this 'debate'.

[\[edit\]](#) Functional analysis

Around 1909, Hilbert dedicated himself to the study of differential and [integral equations](#); his work had direct consequences for important parts of modern functional analysis. In order to carry out these studies, Hilbert introduced the concept of an infinite dimensional [Euclidean space](#), later called [Hilbert space](#). His work in this part of analysis provided the basis for important contributions to the mathematics of physics in the next two decades, though from an unanticipated direction. Later on, [Stefan Banach](#) amplified the concept, defining [Banach spaces](#). Hilbert space is the most important single idea in the area of [functional analysis](#) that grew up around it during the 20th century.

[\[edit\]](#) Physics

Until 1912, Hilbert was almost exclusively a "pure" mathematician. When planning a visit from Bonn, where he was immersed in studying physics, his fellow mathematician and friend [Hermann Minkowski](#) joked he had to spend 10 days in quarantine before being able to visit Hilbert. In fact, Minkowski seems responsible for most of Hilbert's physics investigations prior to 1912, including their joint seminar in the subject in 1905.

In 1912, three years after his friend's death, Hilbert turned his focus to the subject almost exclusively. He arranged to have a "physics tutor" for himself.<sup>[21]</sup> He started studying [kinetic gas theory](#) and moved on to elementary [radiation](#) theory and the molecular theory of matter. Even after the war started in 1914, he continued seminars and classes where the works of [Einstein](#) and others were followed closely. Hilbert invited Einstein to Göttingen to deliver a week of lectures in June–July 1915 on general relativity and his developing theory of gravity.<sup>[22]</sup> The exchange of ideas led to the final form of the field equations of [General Relativity](#), namely the [Einstein field equations](#) and the [Einstein–Hilbert action](#). In spite of the fact that Einstein and Hilbert never engaged in a public priority dispute, there has been some [dispute about the discovery of the field equations](#).

Additionally, Hilbert's work anticipated and assisted several advances in the [mathematical formulation of quantum mechanics](#). His work was a key aspect of [Hermann Weyl](#) and [John von Neumann](#)'s work on the mathematical equivalence of [Werner Heisenberg](#)'s [matrix mechanics](#) and [Erwin Schrödinger](#)'s [wave equation](#) and his namesake [Hilbert space](#) plays an important part in quantum theory. In 1926 von Neuman showed that if atomic states were understood as vectors in Hilbert space, then they would correspond with both Schrodinger's wave function theory and Heisenberg's matrices.<sup>[23]</sup>

Throughout this immersion in physics, Hilbert worked on putting rigor into the mathematics of physics. While highly dependent on higher math, the physicist tended to be "sloppy" with it. To a "pure" mathematician like Hilbert, this was both "ugly" and difficult to understand. As he began to understand the physics and how the physicists were using mathematics, he developed a coherent mathematical theory for what he found, most importantly in the area of [integral equations](#). When his colleague [Richard Courant](#) wrote the now classic [Methods of Mathematical Physics](#) including some of Hilbert's ideas, he added Hilbert's name as author even though Hilbert had not directly contributed to the writing. Hilbert said "Physics is too hard for physicists", implying that the necessary mathematics was generally beyond them; the Courant–Hilbert book made it easier for them.

### [\[edit\]](#) Number theory

Hilbert unified the field of [algebraic number theory](#) with his 1897 treatise *Zahlbericht* (literally "report on numbers"). He disposed of [Waring's problem](#) in the wide sense. He then had little more to publish on the subject; but the emergence of [Hilbert modular forms](#) in the dissertation of a student means his name is further attached to a major area.

He made a series of conjectures on [class field theory](#). The concepts were highly influential, and his own contribution is seen in the names of the [Hilbert class field](#) and the [Hilbert symbol](#) of [local class field theory](#). Results on them were mostly proved by 1930, after breakthrough work by [Teiji Takagi](#) that established him as Japan's first mathematician of international stature.

Hilbert did not work in the central areas of [analytic number theory](#), but his name has become known for the [Hilbert–Pólya conjecture](#), for reasons that are anecdotal.

## David Hilbert aus Wikipedia, (独文)



 David Hilbert (1886) als Privatdozent in Königsberg

**David Hilbert** (\* [23. Januar 1862](#) in [Königsberg, Ostpreußen](#); † [14. Februar 1943](#) in [Göttingen](#)) war einer der bedeutendsten Mathematiker aller Zeiten. Sein Werk ist grundlegend in den meisten Sparten der [Mathematik](#) und der [mathematischen Physik](#). Viele seiner Arbeiten begründeten eigenständige Forschungsgebiete. Seine Vorschläge zu den Grundlagen der Mathematik („[Hilbertprogramm](#)“) führten zu einer kritischen Analyse der Begriffsdefinitionen der Mathematik und des mathematischen [Beweises](#). Hilberts programmatische Rede auf dem internationalen Mathematikerkongress in Paris im Jahre 1900, in der er eine [Liste von 23 mathematischen Problemen](#) vorstellte, beeinflusste die mathematische Forschung des [20. Jahrhunderts](#) nachhaltig.

## Inhaltsverzeichnis

[\[Verbergen\]](#)

- [1 Leben](#)
  - [1.1 Königsberg](#)
    - [1.1.1 Kindheit und Jugendzeit](#)
    - [1.1.2 Studium, sowie Begegnung und Austausch mit Minkowski und Hurwitz](#)
    - [1.1.3 Begegnung mit Felix Klein, Habilitation und Professur](#)
  - [1.2 Göttingen](#)
    - [1.2.1 Die Glanzzeit der Göttinger Mathematik](#)
    - [1.2.2 1933: Die Machtergreifung](#)
- [2 Werk](#)
  - [2.1 Algebraische Geometrie](#)
  - [2.2 Zahlentheorie](#)
  - [2.3 Geometrie](#)
  - [2.4 Hilberts 23 Probleme](#)
  - [2.5 Logik und Grundlagen der Mathematik](#)
  - [2.6 Analysis](#)
  - [2.7 Mathematische Physik](#)
  - [2.8 Allgemeine Relativitätstheorie](#)
  - [2.9 Gegen das Ignorabimus](#)
- [3 Zitate](#)
- [4 Nach David Hilbert benannte Begriffe und Sätze](#)
- [5 Schriften](#)
- [6 Literatur](#)
- [7 Einzelnachweise](#)
  
- [8 Weblinks](#)

### [Leben](#) [\[Bearbeiten\]](#)

[Königsberg](#) [\[Bearbeiten\]](#)

#### [Kindheit und Jugendzeit](#) [\[Bearbeiten\]](#)

David Hilbert wurde 1862 als Sohn des [Amtsgerichtsrats](#) Otto Hilbert und seiner Frau Maria Theresia, geb. Erdtmann, in Königsberg geboren. Väterlicherseits entstammte er einer alten ostpreußischen Juristenfamilie, die Mutter kam aus einer Königsberger Kaufmannsfamilie. Der Vater wurde als eher einseitiger Jurist beschrieben, der der Laufbahn seines Sohnes kritisch gegenüber stand, während die Mutter vielseitige Interessen, u.a. auf dem Gebiet der Astronomie und Philosophie sowie angewandten Mathematik, hatte<sup>[1]</sup>. Er hatte noch eine jüngere Schwester, die jedoch schon im Alter von 28 Jahren verstarb. In seiner Heimatstadt besuchte Hilbert als Schüler zunächst das [Friedrichskollegium](#) und wechselte ein Jahr vor dem Abitur auf das mehr naturwissenschaftlich-mathematisch orientierte Wilhelms-Gymnasium. Von seinen schulischen Leistungen ist nichts Bemerkenswertes überliefert, anekdotisch wurde kolportiert, dass der junge Hilbert zwar keine guten Deutschaufsätze schrieb (die hatte manchmal seine Mutter verfasst), jedoch seinen Lehrern mathematische Probleme erklären konnte. Sein Mathematiklehrer *von Morstein* gab ihm im Abitur die bestmögliche Zeugnisnote und bescheinigte ihm „*Gründliches Wissen und die Fähigkeit, die ihm gestellten Aufgaben auf eigenem*

*Wege zu lösen.“ Auf seine Schulleistungen angesprochen meinte Hilbert später: „Ich habe mich auf der Schule nicht besonders mit Mathematik beschäftigt, denn ich wußte ja, daß ich das später tun würde.“<sup>[1]</sup>*

Studium, sowie Begegnung und Austausch mit Minkowski und Hurwitz

#### **[Bearbeiten]**

Mit dem Sommersemester 1880 begann der 18jährige Hilbert das Studium der Mathematik an der [Albertina](#) in Königsberg. Die Albertina konnte damals auf eine glänzende Tradition in der Mathematik zurückblicken und galt in diesem Fach als eine Ausbildungsstätte ersten Ranges<sup>[2]</sup>. Hier hatten unter vielen anderen [Jacobi](#), [Bessel](#), [Richelot](#), und der Physiker [Neumann](#) gelehrt und gearbeitet. Zu Hilberts Lehrern gehörte der aus [Heidelberg](#) kommende [Heinrich Weber](#). Wohl durch Vermittlung Webers verbrachte Hilbert sein zweites Semester in [Heidelberg](#), kehrte danach jedoch an die Albertina zurück. Weber erkannte und förderte frühzeitig Hilberts mathematische Begabung. Während des Studiums lernte Hilbert seinen zwei Jahre jüngeren Kommilitonen [Hermann Minkowski](#) kennen, der aus einer jüdischen Familie aus [Litauen](#), die nach Ostpreußen eingewandert war, stammte. Mit Minkowski verband ihn eine lebenslange enge Freundschaft. 1883 wurde [Lindemann](#) der Nachfolger auf dem [Lehrstuhl](#) (*Ordinariat*) von Weber und 1884 wurde [Hurwitz](#) auf den zweiten Mathematik-Lehrstuhl (das *Extraordinariat*) berufen. Hurwitz war nur 3 Jahre älter als Hilbert und Hilbert sagte später über ihn: „*Wir, Minkowski und ich, waren ganz erschlagen von seinem Wissen und glaubten nicht, daß wir es jemals so weit bringen würden.*“<sup>[1]</sup>. Der regelmäßige wissenschaftliche Austausch mit Hurwitz und Minkowski wurde für Hilbert prägend. Im Nachruf auf Hurwitz schrieb Hilbert: „*Auf zahlreichen, zeitenweise Tag für Tag unternommenen Spaziergängen haben wir damals während acht Jahren wohl alle Winkel mathematischen Wissens durchstöbert, und Hurwitz mit seinen ebenso ausgedehnten und vielseitigen wie festbegründeten und wohlgeordneten Kenntnissen war uns dabei immer der Führer*“<sup>[3]</sup>. Lindemann hatte dagegen nur wenig Einfluss auf Hilbert, er schlug ihm jedoch das Thema seiner [Doktorarbeit](#) vor. 1885 wurde Hilbert mit der Arbeit „*Über invariante Eigenschaften spezieller binärer Formen, insbesondere der Kugelfunktionen*“ in der Philosophischen Fakultät [promoviert](#).

Begegnung mit Felix Klein, Habilitation und Professur **[Bearbeiten]**

Nach der Promotion begab sich Hilbert im Winter 1885/86 auf eine „Studienreise“, die ihn zunächst an die [Universität Leipzig](#) zu [Felix Klein](#) führte. Klein erkannte ebenfalls die hohe Begabung Hilberts und zwischen den beiden entwickelte sich eine intensive wissenschaftliche Korrespondenz. Auf Anraten von Klein hielt sich Hilbert noch für einige Monate in [Paris](#) auf. Einen solchen Aufenthalt empfahl Klein allen talentierten Schülern, da er selbst zusammen mit [Sophus Lie](#) 1870 in Paris gewesen war, wo er wichtige Anregungen erhalten hatte. Hilbert kam in Kontakt mit vielen bekannten französischen Mathematikern ([Hermite](#), [Poincaré](#), [Jordan](#), [Bonnet](#)). Den

besten Eindruck nahm er von Poincaré und Hermite mit, er zeigte sich aber insgesamt nicht sehr beeindruckt von der französischen Mathematik<sup>[4]</sup>.

1886 [habilitierte](#) sich Hilbert mit einer Arbeit über [invariantentheoretische](#) Untersuchungen im binären Formengebiet und wurde [Privatdozent](#). Nachdem Hurwitz 1892 einen [Ruf](#) nach [Zürich](#) angenommen hatte, wurde Hilbert dessen Nachfolger im Extraordinariat. 1893 folgte Lindemann einem Ruf nach [München](#) und Hilbert wurde nun Ordinarius. Hilbert konnte durchsetzen, dass sein Freund Minkowski auf das vakant gewordene Extraordinariat nach Königsberg berufen wurde.

1892 heiratete er die ebenfalls aus Königsberg stammende Käthe Jerosch (1864–1945), mit der er seit langem befreundet war. Aus der Ehe ging ein Sohn (Franz Hilbert, 1893–1969) hervor.

Göttingen [[Bearbeiten](#)]

Die Glanzzeit der Göttinger Mathematik [[Bearbeiten](#)]

1895 erfolgte auf Betreiben von Felix Klein die Berufung an die [Universität Göttingen](#). Das preußische Kultusministerium hatte es sich zum Ziel gesetzt, in Göttingen, gewissermaßen in der Tradition von [Gauß](#) und [Riemann](#), einen Schwerpunkt der mathematischen Forschung aufzubauen. Treibende Kraft war dabei der Staatssekretär [Althoff](#). Hilbert war damals 33 Jahre alt und Klein wurde vorgeworfen, es sich mit der Berufung eines so jungen Mannes leicht zu machen. Daraufhin entgegnete dieser: „*Sie irren, ich berufe mir den Allerunbequemsten.*“<sup>[1]</sup> Das persönliche Verhältnis von Klein zu Hilbert blieb jedoch auch nach der Berufung ungetrübt. 1902 konnte Hilbert mittels eines Rufes nach Berlin durchsetzen, dass sein Freund Minkowski auf das Extraordinariat in Göttingen berufen wurde, womit die beiden befreundeten Mathematiker wieder an einem Ort vereint waren.

Die frühen Jahre in Göttingen waren für Hilbert nicht immer einfach, da in der Kleinstadt [Göttingen](#) kein so weltoffener liberaler Geist wie in Königsberg herrschte. Der Ständedünkel der dortigen Universitätskreise war sehr ausgeprägt. So wurde es zum Beispiel als Skandal empfunden, als Hilbert, der Ordinarius, mit Assistenten in einem Lokal Billard spielte. [Albert Einstein](#) gab Jahre später seinem Freund [Max Born](#), der sich zwischen einem Ruf nach [Frankfurt](#) oder Göttingen entscheiden musste, den Rat: „*Wenn ich mich in die Lage denke, so kommt es mir vor, ich bliebe lieber in Frankfurt. Denn mir wäre es unerträglich, auf einem kleinen Kreis aufgeblasener und meist engherziger (und –denkender) Gelehrter so ganz angewiesen zu sein (kein anderer Verkehr). Denkt daran, was Hilbert ausgestanden hat von dieser Gesellschaft.*“<sup>[5]</sup> Born entschied sich aber dann doch für Göttingen und gehörte bald zum Freundeskreis von Hilbert, dessen Assistent er bereits gewesen war.

Nach den Anfangsschwierigkeiten lebte sich Hilbert jedoch in Göttingen gut ein und genoß große Verehrung von Seiten seiner Studenten. Über den Eindruck, den er bei den Studenten hinterließ, berichtete sein späterer Doktorand Otto Blumenthal:

*Ich erinnere mich noch genau des ungewohnten Eindrucks, den mir – zweitem Semester – dieser mittelgroße, bewegliche, ganz unprofessoral aussehende, unscheinbar gekleidete Mann mit dem breiten rötlichen Bart machte, der so seltsam abstach gegen Heinrich Webers ehrwürdige, gebeugte Gestalt und Kleins gebietende Erscheinung mit dem strahlenden Blick. [...] Hilberts Vorlesungen waren schmucklos. Streng sachlich, mit einer Neigung zur Wiederholung wichtiger Sätze, auch wohl stockend trug er vor, aber der reiche Inhalt und die einfache Klarheit der Darstellung ließen die Form vergessen. Er brachte viel Neues und Eigenes, ohne es hervorzuheben. Er bemühte sich sichtlich, allen verständlich zu sein, er las für die Studenten, nicht für sich. [...] Um mit seinen Seminarleuten genau bekannt zu werden führte er sie eine Zeitlang nach jedem Seminar in eine Waldwirtschaft, wo Mathematik gesprochen wurde. [...] Ein ausdauernder Fußgänger, machte er mit ihnen allwöchentlich weite Spaziergänge in die Berge Göttingens, da konnte jeder seine Fragen stellen, meist aber sprach Hilbert selbst über seine Arbeiten, die ihn gerade beschäftigten.<sup>[1]</sup>*

In seiner Göttinger Zeit hat Hilbert insgesamt 69 Doktoranden betreut, u.a. (mit Datum der Promotion): [Otto Blumenthal](#) (1898), [Felix Bernstein](#) (1901), [Hermann Weyl](#) (1908), [Richard Courant](#) (1910), [Erich Hecke](#) (1910), [Hugo Steinhaus](#) (1911), [Wilhelm Ackermann](#) (1925). Viele seiner ehemaligen Schüler wurden später Lehrstuhlinhaber. Bemerkenswerterweise fanden sich unter den 69 Doktoranden auch 6 Frauen, was in der damaligen Zeit alles andere als selbstverständlich war. Frauen wurden in Preußen erst im Jahr 1908 allgemein zum [Hochschulstudium](#) zugelassen. Bekannt ist auch der Einsatz Hilberts und Kleins für die Mathematikerin [Emmy Noether](#), die – obwohl unzweifelhaft hochqualifiziert – als Frau nur unter großen Schwierigkeiten einen Lehrauftrag in Göttingen erlangen konnte. Sie konnte jahrelang ihre Vorlesungen nur unter Hilberts Namen ankündigen. In Zusammenhang mit den Diskussionen um Noethers Habilitationsgesuch fiel Hilberts vielzitiertes Ausspruch „*eine Fakultät ist doch keine Badeanstalt!*“

Im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts hat Hilbert wesentlichen Anteil an der Entwicklung der Universität Göttingen zu einem führenden mathematisch-naturwissenschaftlichen Lehr- und Forschungszentrum gehabt; er blieb ihr, trotz zahlreicher Angebote anderer Universitäten und Akademien (1898 Leipzig: Nachfolge [Lie](#), 1902 Berlin: Nachfolge [Fuchs](#), 1912 Heidelberg: Nachfolge [Koenigsberger](#), 1919: [Bern](#) und 1917: nochmals Berlin) bis zu seiner [Emeritierung](#) 1930 treu. Bis in das Jahr 1934 hielt er noch Vorlesungen an der Göttinger Universität. Auch in seinen Göttinger Jahren blieb Hilbert seiner ostpreußischen Heimat eng verbunden und verbrachte regelmäßig seine Ferien im [Seebad Rauschen](#), „*dem Paradies unserer Kindheit*“.

1933: Die Machtergreifung [\[Bearbeiten\]](#)

Hilbert musste mit ansehen, wie die weltberühmte mathematische und physikalische Tradition der Göttinger Universität durch die [Nationalsozialisten](#) nach ihrer [Machtübernahme](#) rücksichtslos zerstört wurde. Sogenannte „Nicht-Arier“ ([Landau](#), [Courant](#), [Born](#), [Bernstein](#), [Noether](#), [Blumenthal](#) u.a.m.) und politisch Andersdenkende ([Weyl](#)) wurden zur Aufgabe ihrer Tätigkeit genötigt oder in die Emigration gezwungen<sup>[6]</sup>. Als Hilbert bei einem Bankett 1934 von dem neuen preußischen Unterrichtsminister [Bernhard Rust](#) gefragt wurde, ob es denn stimme, daß sein Institut „unter dem Weggang der Juden und Judenfreunde“ gelitten habe, erwiderte dieser: „[Das Institut –] das gibt es doch gar nicht mehr!“<sup>[7]</sup>

Hilberts Tod im Jahr 1943 wurde von der deutschen wissenschaftlichen Öffentlichkeit auf dem Höhepunkt des [Weltkrieges](#) nur beiläufig registriert. An seinem Begräbnis nahmen kaum ein Dutzend Menschen teil. Der anwesende, ebenfalls aus Königsberg stammende [Arnold Sommerfeld](#) verfasste in *Die Naturwissenschaften* einen Nachruf.<sup>[8]</sup> Ganz anders in Amerika: dort kam es an vielen Universitäten, wo ehemalige Absolventen des Göttinger Mathematischen Seminars wirkten, zu Gedenkveranstaltungen. Unter anderen verfasste auch Hermann Weyl in [Princeton](#) einen Nachruf.<sup>[9]</sup>

Hilberts Grab befindet sich auf dem Göttinger Stadtfriedhof an der Kassler Landstraße. Auf dem Grabstein finden sich seine Worte

*„Wir müssen wissen  
Wir werden wissen“*

Werk [\[Bearbeiten\]](#)

Im Folgenden werden Hilberts wichtigste Beiträge zu einzelnen Bereichen der Mathematik genauer beschrieben.

Algebraische Geometrie [\[Bearbeiten\]](#)

Bis etwa 1893 leistete er Beiträge zur [Invariantentheorie](#). Unter anderem bewies er den [Hilbertschen Basissatz](#) (jedes [Ideal](#) in einem [Polynomring](#) über einem [Körper](#) ist endlich erzeugt). In seinem [Nullstellensatz](#) zeigte er den eindeutigen Zusammenhang von Nullstellen von [polynomialen Gleichungen](#) und Polynomidealen. Damit verband er Geometrie und Algebra, was zur Entwicklung der [algebraischen Geometrie](#) führte.

Zahlentheorie [\[Bearbeiten\]](#)

In seinem bedeutenden Werk „[Zahlbericht](#)“ von 1897 ([algebraische Zahlentheorie](#)) fasste er Arbeiten von [Ernst Eduard Kummer](#), [Leopold Kronecker](#) und [Richard Dedekind](#) mit eigenen Ideen zusammen. Ein wichtiger Satz aus dieser Arbeit wird immer noch unter der dort verwendeten Nummerierung zitiert: [Hilberts Satz 90](#).

Geometrie [\[Bearbeiten\]](#)

Hilberts Bestreben war es, die bislang sehr der Anschaulichkeit verhaftete, noch im wesentlichen auf [Euklid](#) zurückgehende [Geometrie](#) möglichst vollständig von irgendwelchen Begriffen aus der Anschauungswelt abzulösen und rein [axiomatisch](#) zu begründen. Eine solche axiomatische Begründung erschien Hilbert und vielen mathematischen Zeitgenossen unbedingt notwendig, da die zuvor verwendeten Begriffe aus der Anschauungswelt nicht die notwendige mathematische Exaktheit

hatten und das darauf erbaute mathematische Gebäude der Geometrie somit auf „wackeligen Füßen“ zu stehen schien.

In seinem fundamentalen, 1899 veröffentlichten Werk [Grundlagen der Geometrie](#) entwarf er für die [euklidische Geometrie](#) ein [vollständiges Axiomensystem](#) und entwickelte darauf aufbauend eine streng axiomatisch begründete Geometrie. Die von Hilbert verwendeten Begriffe „Punkt“, „Gerade“, „Ebene“ etc. haben keinen Bezug zur Anschauung mehr, wie es noch Euklid versucht hatte (z. B. „*Ein Punkt ist, was keine Teile hat.*“), sondern sind rein axiomatisch definiert. Hilbert wird der Ausspruch zugeschrieben, man könne statt „Punkte, Geraden und Ebenen“ jederzeit auch „Tische, Stühle und Bierseidel“ sagen; es komme nur darauf an, dass die Axiome erfüllt sind.

Aus dem Hilbertschen Buch folgt insbesondere, dass jede Geometrie, die dem Hilbertschen Axiomensystem genügt, bis auf Isomorphie eindeutig bestimmt ist, nämlich isomorph zum dreidimensionalen reellen Vektorraum, in dem die Vektoren die Punkte und die Nebenklassen eindimensionaler Unterräume die Geraden sind, und in dem der Abstand zweier Punkte wie in der klassischen analytischen Geometrie gemessen wird, nämlich mit Hilfe des Satzes von Pythagoras.

Hilberts 23 Probleme [[Bearbeiten](#)]

1900 stellte er auf dem internationalen Mathematikerkongress in Paris eine [Liste von 23 mathematischen Problemen](#) vor, wobei er in visionärer Weise die Kernprobleme der Mathematik im folgenden Jahrhundert zu umreißen versuchte. Diese Hilbertschen Probleme wurden zur Leitschnur einer ganzen Generation von Mathematikern, und die Lösung eines jeden Problems wurde als große Leistung angesehen. Auch heute noch sind einige Probleme ungelöst (das berühmteste ist vielleicht die Frage nach den [Nullstellen der Riemannschen Zeta-Funktion](#), Hilberts 8. Problem).

Logik und Grundlagen der Mathematik [[Bearbeiten](#)]

Hilbert gilt als Begründer und exponiertester Vertreter der Richtung des [Formalismus](#) in der Mathematik...

1920 stellte er die Forderung auf, die [Mathematik](#) vollständig auf einem [Axiomensystem](#) aufzubauen, das nachweislich widerspruchsfrei sein sollte. Dieses Bestreben wurde als [Hilberts Programm](#) bekannt. Für die Analyse der Grundlagen der Mathematik mit mathematischen Methoden prägte er den Begriff [Metamathematik](#) (in Anlehnung an [Metaphysik](#)). Dieses Bemühen erlitt einen herben Rückschlag mit der Veröffentlichung des [Gödelschen Unvollständigkeitssatzes](#) durch [Kurt Gödel](#) 1930. Weiterhin formulierte Hilbert den später nach ihm benannten [Hilbert-Kalkül](#), der unter anderem die wichtige Schlussregel des [Modus Ponens](#) umfasst.

Analysis [[Bearbeiten](#)]

In der [Variationsrechnung](#) stellte Hilbert das von [Riemann](#) in dessen Abbildungssatz verwendete [Dirichlet](#)-Prinzip auf feste Grundlagen. In den [Integralgleichungen](#) schloss er einige Lücken von [Fredholm](#) im Beweis der [fredholmschen Alternative](#).

Diese Themen flossen wesentlich in die Entwicklung der [Funktionalanalysis](#) ein. Insbesondere der wichtige [Hilbert-Raum](#) ist untrennbar mit seinem Namen verbunden.

Mathematische Physik [[Bearbeiten](#)]

Hilberts Arbeiten zu [Funktionsräumen](#) ([Hilbert-Raum](#)) und [partiellen Differentialgleichungen](#) gehören heute zu den Grundlagen der mathematischen Physik. Der Einfluss von Hilberts Vorlesungen war so übermächtig, dass sein Schüler [Richard Courant](#) Hilbert, ohne dass dieser eine einzige Seite geschrieben zu haben scheint, als Koautor auf den Titel seines 1924/37 erschienenen zweibändigen Lehrbuchs *Methoden der mathematischen Physik* setzte. Hilbert erklärte sein Interesse für die mathematische Physik mit der Bemerkung „Die Physik ist für die Physiker eigentlich viel zu schwer.“

Allgemeine Relativitätstheorie [[Bearbeiten](#)]

Am 20. November 1915, fünf Tage vor [Einstein](#), reichte Hilbert eine Arbeit zur [Allgemeinen Relativitätstheorie](#) ein, die zur einsteinschen Theorie äquivalent war, allerdings ohne die [einsteinschen Feldgleichungen](#), die aber in Hilberts *Variationsprinzip* enthalten sind. Seine Arbeit erschien jedoch erst nach der einsteinschen. Hilbert hat niemals die Urheberschaft für die Allgemeine Relativitätstheorie beansprucht, was wahrscheinlich auch nicht gerechtfertigt gewesen wäre, da er in seiner Veröffentlichung auf Einstein verweist.

Gegen das *Ignorabimus* [[Bearbeiten](#)]

Hilbert wehrte sich immer gegen eine pessimistische Sicht der Wissenschaft im Sinne eines *ignoramus et ignorabimus*. Sein Glaube, dass wir die Welt verstehen können, zeigt sich in seinem Ausspruch: *Wir müssen wissen, und wir werden wissen*.

Was Hilbert damit sagen wollte, wird aus dem folgenden Zitat deutlich:

*Einst sagte der Philosoph [Comte](#) – in der Absicht ein gewiss unlösbares Problem zu nennen –, daß es der Wissenschaft nie gelingen würde, das Geheimnis der chemischen Zusammensetzung der Himmelskörper zu ergründen. Wenige Jahre später wurde durch die [Spektralanalyse](#) durch [Kirchhoff](#) und [Bunsen](#) dieses Problem gelöst, und heute können wir sagen, daß wir die entferntesten [Sterne](#) als wichtigste physikalische und chemische Laboratorien in Anspruch nehmen, wie wir solche auf der Erde gar nicht finden. Der wahre Grund, warum es Comte nicht gelang, ein unlösbares Problem zu finden, besteht meiner Meinung nach darin, daß es ein solches gar nicht gibt.<sup>[10]</sup>*

Hilbert plädiert damit für einen Optimismus in der (nicht nur mathematischen) Forschung, der selbstgesetzte Beschränkungen des Denkens ablehnt.

Zitate [[Bearbeiten](#)]

- *In der Wissenschaft gibt es kein Ignorabimus* (Vortrag auf dem Internationalen Mathematikerkongress 1900), und: *Wir müssen wissen, wir werden wissen!* (Vortrag *Natureerkennen und Logik* und Radioansprache auf dem Mathematikerkongress 1930 in Königsberg)
- *Aus dem Paradies, das Cantor uns geschaffen, soll uns niemand vertreiben können.*<sup>[11]</sup>
- *Aber meine Herren, eine Fakultät ist doch keine Badeanstalt!* - Erwiderung auf die Gegner einer Habilitation von [Emmy Noether](#). Die Bemerkung spielt darauf an, dass damals in Badeanstalten Männer und Frauen noch streng getrennt badeten.
- *Wie im Leben der Völker das einzelne Volk nur dann gedeihen kann, wenn es auch allen Nachbarvölkern gut geht, und wie das Interesse der Staaten es erheischt, daß nicht nur*

innerhalb jedes einzelnen Staates Ordnung herrsche, sondern auch die Beziehungen der Staaten unter sich gut geordnet werden müssen, so ist es auch im Leben der Wissenschaften. aus David Hilbert: *Axiomatisches Denken* in *Mathematische Annalen* 8, Seiten 405–415, 1918, auch enthalten in *David Hilbert, Gesammelte Abhandlungen*, Springer 1932.

- Möglicherweise war ich bekannt für meine Fähigkeit vergessen zu können – aus diesem Grund habe ich Mathematik studiert (zu einem Reporter 1937 auf den Vorhalt, warum er sich so wenig in Göttingen auskenne, zitiert bei Constance Reid, S.210)

## Nach David Hilbert benannte Begriffe und Sätze [[Bearbeiten](#)]

- [Hilbert-Raum](#)
- [Hilbert-Matrix](#)
- [Hilbert-Kurve](#)
- [Hilbert-Transformation](#)
- [Hilbert-Kalkül](#)
- [Hilberts Axiomensystem der euklidischen Geometrie](#)
- [Hilbertscher Basissatz](#)
- [Hilbertscher Nullstellensatz](#)
- [Hilbertscher Syzygiensatz](#), siehe dazu auch [Syzygium](#).
- [Hilberts Hotel](#)
- [Hilberts Satz 90](#)

## Schriften [[Bearbeiten](#)]

- [Die Grundlagen der Physik](#), 1915
- [Gesammelte Abhandlungen](#). Julius Springer, Berlin.
  - Erster Band: [Zahlentheorie](#). 1932 xiv 539 pp.
  - Zweiter Band: [Algebra, Invariantentheorie, Geometrie](#). 1933 viii 453 pp.
  - Dritter Band: [Analysis, Grundlagen der Mathematik, Physik, Verschiedenes, Lebensgeschichte](#). 1935 vii 435 pp.
- Übersetzung: *Foundations of Geometry*. 1902 [Gutenberg eText](#) v 87 pp

## Literatur [[Bearbeiten](#)]

- Constance Reid: *Hilbert*. Copernicus Books, New York, 1996, [ISBN 0-387-94674-8](#) (maßgebliche Hilbert-Biographie).
- Klaus P. Sommer: *Wer entdeckte die Allgemeine Relativitätstheorie? Prioritätsstreit zwischen Hilbert und Einstein*. In: *Physik in unserer Zeit* 36(5), S. 230–235 (2005).
- Jules Leveugle: *La Relativité, Poincaré et Einstein, Planck, Hilbert*. Paris 2004
- J. J. O'Connor und E. F. Robertson: [David Hilbert](#). In: *MacTutor History of Mathematics*, Juli 1999
- Peter Roquette (Mathematisches Institut, Universität Heidelberg): *David Hilbert in Königsberg*. Vortrag, gehalten am 30.9.2002 an der Mathematischen Fakultät Kaliningrad. [Volltext](#)

## Einzelnachweise [[Bearbeiten](#)]

1. ↑ [a b c d e](#) Otto Blumenthal: *Lebensgeschichte*. In: David Hilbert. *Gesammelte Abhandlungen*. Band III, Springer-Verlag, 1970, 2. Auflage, S. 388ff [digitalisierter Volltext](#)
2. ↑ Felix Klein: *Vorlesungen über die Entwicklung der Mathematik im 19. Jahrhundert*. S. 112 ff: *Die Königsberger Schule*. In: *Grundlehren der mathematischen Wissenschaften*. 24/25. Berlin [u.a.], Springer-Verlag (Reprint 1979) [digitalisierter Volltext](#)
3. ↑ David Hilbert: *Adolf Hurwitz*. In: *Mathem. Annalen* Bd. 83, S.161-168 (1921)

- [digitalisierter Volltext](#)
4. ↑ Briefe vom 2. April und 21. April 1886 an Felix Klein. In: *Der Briefwechsel David Hilbert - Felix Klein (1886-1918)*. Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht 1985, [ISBN 3-525-85269-0](#) (formal falsche ISBN)
  5. ↑ Brief vom 3.3.1920 In: *Albert Einstein - Max Born Briefwechsel 1916-1955*. Verlag Langen/Müller; März 2005; ISBN-10: 3784429971
  6. ↑ Norbert Schappacher: *Das Mathematische Institut der Universität Göttingen 1929 – 1950*; in: Becker, Dahms, Wegeler (Hrsg.), *Die Universität Göttingen unter dem Nationalsozialismus*, München (K.G. Saur) 1987, 345–373 — zweite erweiterte Ausgabe: München (K.G. Saur) 1998, 523–551. [Volltext](#)
  7. ↑ D. Nachmansohn, R. Schmidt: *Die große Ära der Wissenschaft in Deutschland 1900-1933*, 1988, S. 55.
  8. ↑ Sommerfeld, A. / C. Carathéodory: *Zum Andenken an David Hilbert: gestorben 14. Februar 1943. Ansprachen im Trauerhause am Morgen des Begräbnistages vor dem Sarge. Berlin 1943*. In: *Die Naturwissenschaften*. 31. S. 213-214.
  9. ↑ Hermann Weyl: *David Hilbert and his mathematical work*. Bulletin of the American Mathematical Society 50,612-654 (1944).
  10. ↑ David Hilbert: *Naturerkennen und Logik*. *Naturwissenschaften* 1930, S. 959-963 [digitalisierter Volltext](#)
  11. ↑ D. Hilbert: „Über das Unendliche“, Vortrag, gehalten am 4. Juni 1925 im Rahmen einer Gedenkveranstaltung für [Karl Weierstrass](#) in [Münster](#), veröffentlicht in: [Mathematische Annalen](#) Bd. 95, S. 126, 1926, [Volltext](#)

## Weblinks [\[Bearbeiten\]](#)

- [Literatur von und über David Hilbert](#) im Katalog der [Deutschen Nationalbibliothek](#)
- Patricia Blanchette: „[The Frege-Hilbert Controversy](#)“ in der *[Stanford Encyclopedia of Philosophy](#)* (Englisch, inkl. Literaturangaben)
- <http://www.mathe.tu-freiberg.de/~hebisch/cafe/hilbert.html>
- <http://finanz.math.tu-graz.ac.at/~predota/old/history/mathematiker/hilbert.html>
- <http://www.mathematik.ch/mathematiker/hilbert.php>
- [Radioansprache 1930 als Tondokument](#) und als [Textdokument](#) (Zitat „Wir müssen wissen, wir werden wissen.“)



Von „[http://de.wikipedia.org/wiki/David\\_Hilbert](http://de.wikipedia.org/wiki/David_Hilbert)“

[Kategorien: Mathematiker \(19. Jahrhundert\) | Algebraiker \(20. Jahrhundert\) | Analytiker \(20. Jahrhundert\) | Mathematischer Logiker \(20. Jahrhundert\) | Hochschullehrer \(Göttingen\) | Hochschullehrer \(Königsberg \(Preußen\)\) | Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen | Deutscher | Mann | Geboren 1862 | Gestorben 1943](#)

## 生物科学（とくに神経発生における弁証法的見解）

量的変化から質的变化への移行の法則、およびその逆 low of transition from quantitative change to qualitative change, vice versa (508-9)

弁証法の基本法則のひとつ。事物の変化・発展が、どのように、どういう条件でおこなわれるかを説明する。この法則の理解には、すべての対象（現象もふくめて）が、量と質との

統一（度合）において存在することをみとめることがたいせつである（→質と量）。一つの対象が根本的に変化して他のものになるのは、質的变化によるのであるが、この変化が生じるには、まず、その対象がもっている量的規定の変化を前提とする。量の変化がある程度おこっても、質は変わることなくそのまま維持される。量的変化は、こうした一定の質的同一のうちで、気づかれず漸次におこなわれ、それが一定の限界にまで増大していくと、必然的に、一定の瞬間にその変化の過程に飛躍的な移りゆきが生じて、質のうえに根本的な変化がおこり、古い質から新しい質へ移行する。このような変化の過程のあることをしめすが、この法則である。これは、自然・社会、また思考を通じて、すべての過程に見いだされるものである。量的変化と質的变化は、相互にむすびあい、依存しあっているもので、ここにみたように、量の変化の結果として質の変化がみちびきだされるだけでなく、また質の変化は量の変化をみちびきだす。それは、すべての事物が量と質との統一であることから必然的にあらわれるものであり、質的变化が生じて古い質から新しい質になれば、この質はかならず新しい量的規定性をもつこととなるのであり、したがって新しい質は量の点でも新しいものをあらわしていなければならない。このことが、いわゆる<その逆>としてしめされる、この法則の他の側面である。さらに、注意されるのは、この量および質の変化は相対的性質をおびているという点である。すなわち、大きな、一般的な質のうちには、それより小さい、より一般性のせまい質もある。たとえば、資本主義という社会のもつ質にたいしては、産業資本主義や独占資本主義はより小さく、より一般性のせまい質である。しかし産業資本主義が独占資本主義に移行することで、前にはなかった新しい本質的な特徴・性質があらわれる。この意味では、両資本主義の段階は質的にちがっている。しかし、より大きい、より一般的な質からいえば、つまり資本主義全体の質からいえば、両段階とも本質的には同じ質をもっていることになる。このことでわかるように、量から質への変化・移行も、相対的な意味においてあらわれる。また、この量・質の移行には、飛躍といわれる非連続の面があると同時に、連続の面がある。非連続は質的变化にあらわれ、他方、連続は量的変化の側面にしめされる。この両面が、発展といわれるものにあることをみないと、形而上学的思考にみられるように、たんに量的変化だけをみて、飛躍をみとめないことになり、改良主義者や社会科学者のある者たちにみられるように、進化だけ、改良だけが社会発展の道だと考えるようになる。またそれとは反対に、量的変化の過程を無視して変化はただ飛躍にのみあるとみると、無政府主義者や極左冒険主義者の非科学的見解や行動になる。最後に、マルクス主義が説くこの法則は、ヘーゲルがこの法則についていうのとは、まったく反対である。ヘーゲルは、その弁証法で、最初にこの法則を定式化したのであるが、かれにあってはこの法則は絶対理念における論理的なもので、これをもとにして現実的世界を説明する方式にした。マルクス主義では、この法則はまず第一に自然において見いだされ、その反映である思考において法則として認識されるのであり、さらに社会においても、思考においても見いだされるようになる。この法則はそれゆえ思考がたてるのではなく、客観的実在の法則なのであり、思考のほうはそれを反映したものである。

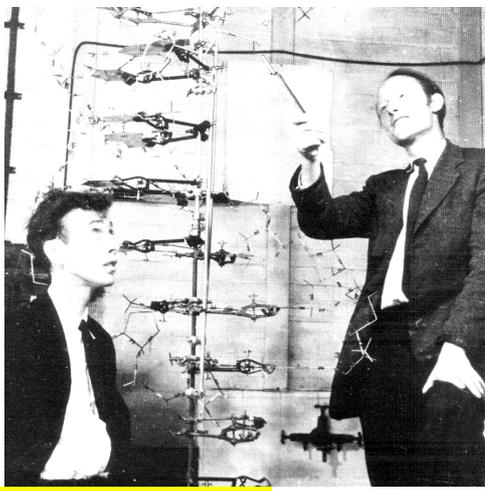
## 対立物の相互滲透 interpenetration of opposites, Durchdringung der Gegensätze (293)

エンゲルスは《自然弁証法》のうちの<弁証法>という覚え書きで、弁証法の基本法則として、1) 量から質への、またその逆への転化の法則、2) 対立物の滲透の法則、3) 否定の否定の法則をあげている。この第二法則にあたるのが、この相互滲透である。これは、統一をたもっている事物のうち、たがいに対立する要素があり、これらが相互に相手を制約しあうことである。自然および社会の諸事物は、すべて、みずからのうちにたがいに対立する要素を含み、この内的な矛盾によって事物は自己運動する。この内在的な対立要素は、たがいに、相手にたいして反発し否定しあい、相手の存在の仕方を条件づけあう関係にある。すな

わち、これら対立要素は相手に影響をおよぼし、その作用を滲透させあっている。ここに事物自身の変化が生じるし、対立要素の一方が他を圧倒する影響・作用をおよぼすことで、事物はこれと異なる新たな事物に転化するにいたる。この関係をしめしたのが、相互滲透である。→対立物の統一と闘争の法則

## 否定の否定の法則 law of negation of negation (388-9)

唯物論的弁証法の基本法則のひとつ。それは、発展が不断におこなわれること・発展において新たな質の出現に当たって旧来の質との関連をもつこと・新たな質は旧来の質よりも高い段階にたつものであり、発展は前進的方向をもつ過程であること——これらをしめす法則である。ヘーゲルがまず、彼の弁証法で、この否定の否定の法則を説き、彼はその観念論的立場から、絶対理念の自己発展をいいあらわす法則とし、それは一つの定立の否定としての反定立、そしてこの反定立の否定としての総合という見地をもって、世界全体の発展過程を説明して、いわゆるトリアドの方式をたてた。唯物論的弁証法では、自然・社会・人間の思考をつらぬいておこなわれる弁証法的発展において、この法則はとくに対立物の統一と闘争の法則と密接に結びついて考察される。対立物の統一と闘争の法則は、矛盾・対立する両側面の闘争によって、その矛盾・対立が解決されて従来 of 質的狀態が新たな質的狀態へと移りいくことをしめす。すなわち、従来 of 質的狀態の否定として新たな質的狀態が出現する。この過程はそれで終わるのでなく、この新たな質的狀態はその内部に生じる新しい矛盾・対立によって、この状態が否定されてさらに第三の質的狀態へと移りいき、こうして発展は持続する。このような質的移行にあたって、旧来のものと新たなものとのあいだには、たんにまったくの断絶があるのではなく、旧来のもののうちにふくまれた積極的要素は、新たなもののうちにうけつがれ保存される。これが弁証法的発展における弁証法的否定であって、形而上学的否定が前後二つのものあいだにまったくの断絶をみ、まったく別個のものとし、前のもの・旧来のものの破壊のみとらえるのと異なる。したがって、新と旧とのあいだには、そこに関連するものがあり、発展の過程の持続があるのである。しかし新しく出現したのは質的に新しいものであるから、たんに旧来のものの延長ではない。この点では、断絶があり、飛躍があるという面をももっている。こうして新たに出現した質的狀態は、旧来のものから積極的なものをうけつぎながら、質的に新しいものとしてあらわれるのであるから、それは旧来のものより高い段階にあることになる。この関係が、質的移行ごとにおこなわれるので、新しくあらわれる段階は、次々と、前段階よりも高いということになる。否定の否定の法則は、この点で、発展が前進的・上昇的であることをしめしている。また<否定の否定>とは、このような発展において、ひとつの出発としてとられる段階がつぎに否定によって新段階にいたり、これがふたたび否定によって第三の段階に移り、この段階は、論理的にいえば、ヘーゲルがみたように、高い段階においてではあるが、出発の段階にもどったことになり、これからまた発展がすすめられる、ということからいわれるのである。しかし、唯物論的弁証法は、このことから、世界の発展がトリアド＝三段階的に進むとみるのではない。それは、否定の否定があくまで発展の不断の持続だとみなすのである。と同時に、それは形而上学的見方がするように、前後の質的变化をまったく切りはなすのでなく、脈絡あるものとし、この脈絡のうちに発展の低いものから高いものへの前進・上昇の過程をみるのである。→発展



## 分子生物学の概略史

### 創始期

1950年頃までの古典的な生物学では、生物体や生物現象について細かい観察や記載をし、そこから導かれる概念的な仮説を考察することが中心であった。1930年代にイギリスの物理学者シュレーディンガー E. Schrödinger は『生命とは何か』という本で生命現象といえども物理や化学の法則に従っていて分子の働きで説明されるはずだと主張し、多くの物理学者に衝撃を与えた。

第2次世界大戦の勃発とともにドイツ生れの物理学者デルブリュック M. Delbrück を中心とする、ナチスの弾圧からアメリカに逃れて移住した研究者の手によって、バクテリアのウイルスであるバクテリオファージを材料にした研究が始った。生物学に数量的な法則を導入し、物質的な基礎を固めようとする新しい生物学——分子生物学——が始められたのである。彼らは分子遺伝学の基礎となる実験方法を確立し、遺伝子の本体であるデオキシリボ核酸 (DNA=deoxyribonucleic acid) の性質を詳しく分析した。デルブリュックとその弟子のルリア S. E. Luria、そしてハーシー A. D. Hershey の3人は「分子生物学の0. 父」として1969年にノーベル生理学・医学賞を受賞した。これが分子生物学の創始期である。

ルリアのもとで大学院学生として学んでいたワトソン J. D. Watson は、遺伝子の基本的な働きが DNA 分子の立体構造から説明できるであろうと考えた。当時、イギリスのフランクリン R. E. Franklin は、結晶分子の立体構造の解析に使われる X線回折法を DNA の構造解析に応用して研究を進めていたが、分子構造のモデルを提唱するまでにはいたっていなかった。ケンブリッジ大学に留学したワトソンは、共同研究者のクリック F. H. C. Crick とともに、フランクリンのデータに最もよく合う DNA の分子模型を組立て、1953年に発表した (第1図)。

DNA の二重螺旋分子は、アデニン (A)、チミン (T)、グアニン (G)、シトシン (C) という4種類の塩基をもったヌクレオチド (第2図) が鎖のようにつながっており、この DNA 分子の立体構造についての仮説は、「ワトソン＝クリックのモデル」あるいは「DNA の二重螺旋仮説」と呼ばれている。このモデルは遺伝子 DNA の分子構造を正しく示したばかりでなく、この仮説によって、遺伝情報が安定に保たれ子孫に伝えられるメカニズムや遺伝情報が発現される仕組みが分子レベルで説明され、分子生物学における輝かしい研究成果のすべてはこの仮説に基づいているといっても過言ではない。

### 第1期

「DNA の二重螺旋仮説」が発表されたあと、大腸菌や、大腸菌に感染するウイルスであるバクテリオファージ、さらにプラスミドをおもな研究材料にして怒濤のような分子遺伝学の興隆時代が訪れ、遺伝子の構造と働きについて基本的な知識が得られた。

#### 【遺伝情報の転写と複製】

1955年、ベンザー S. Benzer は、バクテリオファージの変異体を調べて詳しい遺伝子地図を作成し、地図上で隣合う2つの変異の間の最小距離は DNA を構成する化学的な単位であ

るヌクレオチドに対応することを明らかにした。1961年、ニレンバーグ M. W. Nirenberg は遺伝子の暗号表を解析し、遺伝子の暗号コードが4種類の塩基をもったヌクレオチド、A, T, G, Cの4文字から3文字を選び出した順列できていることを明らかにした（表参照）。これを「トリプレット仮説」といい、この遺伝子コードは地球上のすべての生物にほぼ共通に使われている。

1961年、ブレンナー S. Brenner らは大腸菌に非常に短命なリボ核酸（RNA=ribonucleic acid）分子が存在することを突止め、メッセンジャー RNA の発見の端緒をつくった。遺伝情報、すなわち DNA のヌクレオチド配列（塩基配列）は、1960年、リチャードソン C. C. Richardson とワイス B. Weiss が発見した RNA ポリメラーゼによって合成されるメッセンジャー RNA の塩基配列に写し取られる。この過程を転写と呼んでいる。メッセンジャー RNA は、RNA と蛋白質からなるリボソーム粒子に結合して鋳型として働き、メッセンジャー RNA の遺伝情報に従ってアミノ酸が重合し蛋白質が合成される。この過程を翻訳と呼ぶ。遺伝情報の転写と翻訳によって、遺伝子（遺伝情報）の発現が行われる。

1961年、ジャコブ F. Jacob とモノ J.-L. Monod は、大腸菌の乳糖発酵を司る遺伝子群の発現について、乳糖が存在しない条件下ではリプレッサーと呼ばれる抑制因子が働いて発現しない状態にあるが、乳糖が存在するとリプレッサーの働きが抑えられ、乳糖発酵を司る一群の遺伝子が活発に転写され、そのためこれらの酵素が生成されるようになるという「オペロン仮説」を発表した。

1966年、ギルバード W. Gilbert はこのリプレッサー蛋白質を精製し、遺伝子 DNA の転写開始点にリプレッサー分子が結合することによって RNA ポリメラーゼによる転写開始が抑制されることを確認した。その翌年、プタシニ M. Ptashne はバクテリオファージ・ラムダの遺伝子とそのリプレッサーについて、同様な実験でリプレッサーと DNA の結合の仕組みを詳しく調べ、転写調節のメカニズムを分子レベルで明らかにした。一方、1960年に、コーンバーグ A. Kornberg は DNA 合成を行う DNA ポリメラーゼ酵素群を発見した。細胞の分裂に先立って、DNA は一時的に二本鎖をほどかれ、大腸菌の dna E 遺伝子で支配される DNA ポリメラーゼ III がそれぞれのヌクレオチド鎖の塩基配列を写し取りながら新しいヌクレオチド鎖を合成する。新しく誕生した DNA 分子では、常に二本鎖の片方に親の DNA 鎖が保存されており、遺伝情報、すなわち DNA の塩基配列は安定した形で娘細胞へ伝えられる。この仕組みを DNA の半保存的複製と呼び、1958年にメッセルソン M. Meselson とスタール F. W. Stahl が実験によって確かめた。

ここにいたって、遺伝情報を安定に保つ役割の DNA を中心にして転写と複製が行われるという、遺伝子の働きの基本的構図が描き出された。こうした輝かしい成果が積重ねられている間にも、大腸菌とそのバクテリオファージについてさまざまな遺伝子が突止められ、それらの遺伝子で支配されている蛋白質の機能も明らかにされていった。

#### 【制限酵素の発見】

1947年、レーダーバーグ J. Lederberg とテータム E. L. Tatum は大腸菌にも雌雄があることを発見し、1958年、ジャコブとウォルマン E. L. Wollman は雌雄の大腸菌を接合させた実験の詳しい解析から、大腸菌の性決定因子は F 因子と呼ばれるプラスミドであることを明らかにした。プラスミドは大腸菌の染色体の遺伝子とは独立に行動する、より小さな環状 DNA からなる遺伝因子で、大腸菌に雄の性質を与え、F 因子をもたない雌の菌との接合を誘導し、雄から雌の菌へ遺伝子を導入させる働きをもつ。プラスミドは大腸菌の遺伝子の解析のためのすぐれた実験材料として用いられ、のちに組換え DNA 実験でも重要な役割を果たすことになる。

日本では1950年代から使われはじめた抗生物質に耐性になった病原菌が出現して問題となっていたが、1960年、渡辺力と深沢俊夫は、抗生物質に耐性の腸内細菌に F 因子とよく似たプラスミドである R 因子が存在し、R 因子は抗生物質に耐性を与える遺伝子群を含み、R

因子をもたないバクテリアと接合を起こしてR因子を伝達し、薬剤耐性をバクテリアからバクテリアへと広める働きがあることを発見した。

R因子の研究は日本における分子遺伝学の基礎を与えたばかりでなく、第2期の分子生物学の発展に必須な研究方法をもたらした制限酵素の発見へと導いた。すなわち、1966年、高野利也はR因子をもつバクテリアに制限酵素が存在することを確認し、4年後の1970年、スミス H. O. Smith はインフルエンザ菌の制限酵素を精製し、その翌71年、ネイサンズ D. Nathans はこの酵素の働きを明らかにしたのである。制限酵素はDNA分解酵素の一種で、それまでに知られていたDNA鎖をランダムに分解するDNA分解酵素とは違い、DNA鎖の上で数個のヌクレオチドが特定な配列をした部分で切断する、つまり決った位置でDNAを切る「鋏」として働くので、いつも一定のDNA断片が得られる。

現在、100種類以上の制限酵素が発見されており、異なる制限酵素は違う配列部分で切断するので、さまざまなDNA断片を目的に応じて切出して実験に用いることが可能になった。制限酵素の「制限」とは、バクテリアの細胞内に異種の遺伝子DNAが侵入したとき、制限酵素がそれを見分けて切断してしまうように働くので、「種を限定する」という意味である。R因子をもつバクテリアの場合、R因子をもたないバクテリアのDNAを排除する機構として働いている。

## 第2期

### 【組換え DNA 実験の誕生】

最初の組換え DNA 実験は、1972年にバーグ P. Berg らによって行われ、サル由来のウイルスであるSV40と大腸菌のDNA断片をそれぞれ制限酵素で切断したのちに結合させ、動物ウイルスの遺伝子と大腸菌の遺伝子とのキメラDNAが誕生した。その翌73年、コーエン S. Cohen が2種類のプラスミドDNAを切断してからつなぎ合せた組換え体DNAを作製し、バクテリアで増殖させることに成功した。組換えDNA実験では、(1)まず調べようとする遺伝子を含む細胞のDNAを制限酵素で切断し、(2)得られたDNA断片をバクテリオファージやプラスミドのDNAにつなげる。DNA鎖をつなげるには、1967年にリチャードソンが発見したDNAリガーゼという酵素を用いる。(3)つなげたDNAをバクテリアの細胞内に移入させると、バクテリオファージやプラスミドの働きでこのDNA分子がふえ、(4)ふえたバクテリオファージやプラスミドのなかから目的の遺伝子を含んでいる部分を純化する。こうして、研究対象の遺伝子はバクテリアでふやすことができる形で純化される。

**遺伝的に均一な生物をクローンと呼ぶので、この実験操作は遺伝子のクローニングといい、用いたバクテリオファージやプラスミドをクローニングベクターという。**

ヒトや動物の一個の細胞の核には、直線状に伸ばすと約2メートル、量にしてバクテリアの約1000倍のDNAが含まれ、そのDNA分子の上には約10万種類の遺伝子が並んでいる。こうした複雑さに加え、ヒトや動物ではバクテリアと違って人為的に変異体をつくることのできないので、それまでヒトや動物の遺伝子を解析することことは不可能であった。組換えDNA実験の成功によってヒトや動物から遺伝子をひとつひとつ取り出し、純化して調べることができ、従来の遺伝学や生化学による分析に比べて約1万倍の精密さで生体分子を解析することが可能となった。組換えDNA実験は、いわば分子についての電子顕微鏡を提供したのである。分子生物学は一挙に高等動物の分子遺伝学の世界に突入し、第2期の分子生物学の時代の開幕を告げることになった。

### 【逆転写酵素とDNA合成】

組換えDNA実験の成功に続く約10年の間に、実験の方法やそれに付随する解析方法の開発が矢つぎばやに行われた。1970年、テミン H.M. Temin とボルティモア D. Baltimore は、それぞれ独立に、動物に癌を起こすウイルスからRNAを鋳型にしてDNAを合成する酵素を発見した。細胞の遺伝子では、遺伝情報はDNA→RNAの方向に発現されるが、この酵素

はその逆方向の反応を行うので逆転写酵素と呼ばれ、この酵素をもつウイルスはレトロウイルスと命名されている。

逆転写酵素は癌ウイルスの研究に重要な知見をもたらしたばかりではない。メッセンジャー RNA の塩基配列をこの酵素でいったん DNA に読み直して相補的デオキシリボ核酸 (cDNA=complementary deoxyribonucleic acid) を合成してから、cDNA を組換え DNA 実験法でクローニングする場合にも用いられる。この cDNA クローニング法は 1976 年にマニァティス T. Maniatis によって開発された。一方、1975 年、ケラー G. Köhler とミルシュテイン C. Milstein は、モノクローナル抗体法を開発した。この方法は、組換え DNA 実験によってクローニングされた遺伝子によって支配される蛋白質の検出に使われ、組換え DNA 実験法とモノクローナル抗体法とが相まって、現在の分子生物学とバイオテクノロジーの飛躍的な発展をもたらした。

1977 年には、クローニングされた遺伝子の塩基配列を分析する方法として、マクサム A.M. Maxam とギルバード W. Gilbert、そしてサンガー F. Sanger が、それぞれ、原理的に違う方法を開発し、遺伝情報の迅速な解析が可能となった。その後、サンガーの方法を応用し、レーザー光線とコンピューターを駆使した塩基配列自動分析装置が使われるようになった。

一方蛋白質のアミノ酸配列は、遺伝子の塩基配列データから、コンピューターによってたどころに算出される。同じ 1977 年、板倉敬孝は有機化学を用いた方法で DNA を合成することに成功し、成長ホルモンの分泌を抑制する作用をもつホルモンのソマトスタチンの遺伝子を人工合成してクローニングし、大腸菌でこのホルモンを産生させることに成功した。79 年、ゲッデル D. V. Goeddel と廣瀬忠明はさらに効率のよい方法でインスリンの遺伝子を合成し、産生されている。現在では、DNA の合成には自動合成装置が使われるようになっている。

#### 【スプライシング現象の発見】

第 2 期に得られたおもな研究成果を総括してみよう。この時期に、ヒトや動物の遺伝子の基本的な構造と機能が明らかにされた。そのうち特筆すべき点はスプライシング現象の発見であろう。動植物の細胞では、ほとんどの遺伝子で、蛋白質のアミノ酸配列を支配する塩基配列の中にイントロンと呼ばれるアミノ酸配列を支配しない塩基配列が挿入されている (第 3 図)。

イントロンの挿入によって分断されてできたアミノ酸配列を支配する塩基配列部分のそれぞれをエクソンという。遺伝子の塩基配列はまずイントロンとエクソンを含んだままの状態で大きな RNA 分子に転写される。この RNA が細胞の核から細胞質に運ばれるまでにイントロン部分が切断除去され、細胞質に見出されるメッセンジャー RNA はエクソン部分だけがつながった構造になっている。これがスプライシングと呼ばれる現象で、1977 年シャンボ、P. Chambon がニワトリのオバルブミン遺伝子について最初に観察した。

1981 年、スタイツ J. A. Steitz は、細胞の核の中にある small nuclear ribonucleoprotein (snRNP) という RNA と蛋白質の複合体が、スプライシングの際、エクソンの端と次のエクソンの端を「糊付け」し、イントロンをループアウトさせる役目を果たしていることを見出した。RNA 分子は、蛋白質合成を行うリボソームに遺伝情報を伝達するばかりでなく、スプライシングでは snRNP が結合した部分に作用し、みずからの RNA 分子の切断や再結合を行う酵素作用をあわせもつことが、1982 年、シェック T. R. Cech によって示され、こうした RNA は酵素作用をもつ RNA という意味でリボザイムと呼ばれている。一方、スプライシングのされ方の違いで一つの遺伝子から 2 種類の蛋白質が発現される場合も知られている。

#### 【免疫グロブリン遺伝子の可変性】

ヒトや動物では、浸入してくる病原体などの抗原に対して、「鍵と鍵穴」の関係で結合する蛋白質の免疫グロブリン (抗原に対して抗体ともいう) がプラズマ細胞という細胞群で

つくり、免疫グロブリンは抗原と結合して**抗原を不活性化**し、最終的には抗原は破壊されて身体は守られる。病原体などの抗原は何百万種類もあり、それぞれの抗原に対応した「特別注文の免疫グロブリン」が個々のプラズマ細胞で一種類ずつつくられる仕組みは長い間大きな謎であった。

1976年、穂積信道と利根川進は免疫グロブリンの遺伝子について画期的な事実を見出した。免疫グロブリンを支配する遺伝子は4つの部分に分れ、それぞれの部分には違うアミノ酸配列を支配する何種類もの遺伝子が用意されており、プラズマ細胞の前駆細胞であるBリンパ球が分化する過程で特定の抗原と結合できる抗体をつくれるように、4つの部分の遺伝子群から一つずつ選び出されてつながり、あらためて遺伝子が構成し直されることが明らかにされた。特に可変領域と呼ばれる部分では、実に数百種類をこえる遺伝子が用意され、多様な免疫グロブリンを産生することができる。この現象は「免疫グロブリン遺伝子の再構成」と呼ばれている。

のちに、可変領域では、胎児期に用意されてる遺伝子に塩基配列の変化も付加され、免疫グロブリンの多様性がさらに増すことも明らかにされている。この研究は、1980年のデービス M. M. Davis によるさらに詳しい免疫グロブリン遺伝子の構造の解析、本庶<sup>たす</sup>による免疫グロブリンのクラス・スイッチの機構の解明（1980）、さらに、デービスによる、免疫反応の調節を司るTリンパ球の表面にある抗原と結合するリセプターの遺伝子の解明（1984）へと発展し、免疫機能を司る遺伝子群の働きのほぼ全貌が解明されている。

#### 【癌遺伝子の発見】

1976年、ステラ D. Stehelin とビショップ J. M. Bishop は、1911年にラウス F. P. Rous が発見したニワトリに肉腫を誘発するラウス肉腫ウイルス（癌ウイルスの一種）から、細胞を腫瘍化する働きをもつ遺伝子、すなわち癌遺伝子サーク src を純化した。だが驚いたことに、正常な癌化していない細胞にもこの癌遺伝子とよく似た遺伝子が存在していることがわかった。これは原型サーク遺伝子と名づけられた。

1982年、ワインバーグ R. A. Weinberg は、ヒトの膀胱癌の細胞から直接、癌遺伝子をクローニングしたところ、それはラス ras 遺伝子という、すでに癌ウイルスで発見されていた遺伝子であった。しかも、ラス遺伝子によって支配される蛋白質は、正常細胞の原型ラス遺伝子が支配する蛋白質と比べると、200個あまりのアミノ酸からなる配列のうちわずか1個のアミノ酸が変化していた。

癌ウイルスや癌細胞からは、数十種類以上の癌遺伝子が発見されている。しかし、その後の研究によって、癌遺伝子は癌の発生に関係した遺伝子であるという最初の予想とは違い、むしろ癌の悪性度に関係しているものと考えられている。癌遺伝子の研究は、癌遺伝子の働きが動物細胞のさまざまな重要な機能と関連をもっていたことから、細胞の増殖、分化、遺伝子の転写調節などの研究の進展に大きな波及効果をもたらした。

1979年、中西重忠と沼正作は、脳下垂体の前葉から分泌される神経ペプチドの一種の**プロオピオメラノコルチン**の cDNA をクローニングすることに成功した。この生体物質は、脂肪代謝を調節するリポトロピン、モルヒネ様鎮痛作用をもつエンドルフィン、副腎皮質刺激ホルモン、メラニン細胞刺激ホルモンの4種類の生理活性物質を含む前駆体であった。また、同じ年にゲッデルはヒトの成長ホルモンの cDNA をクローニングした。これらの研究は、その後、医薬品の開発への期待を込め、抗ウイルス作用や抗癌作用をもつインターフェロン、抗癌作用と炎症誘起作用をもつ腫瘍壊死因子（カケクチン）、免疫系骨髄細胞群の分化や増殖を誘導する各種のコロニー刺激因子、Tリンパ球などの分化や増殖を誘導する各種のインターロイキンなどの遺伝子のクローニングを促し、それらの多くは医薬品として実用化され、さらに臨床実験が続けられている。

#### 【ウイルス学の進歩】

1979年、サマーズ J. A. Summers らは、ヒトに肝炎を起し、のちに肝硬変や肝癌の原因となるB型肝炎ウイルスの遺伝子全体のクローニングに成功した。1980年にギャロ R. C. Gallo

が成人T細胞白血病の病原体であるヒトT細胞白血病ウイルスの遺伝子を、そして1984年にはモンタニエ L. Montagnier が、エイズすなわち後天性免疫不全症候群 (AIDS=acquired immunodeficiency syndrome) の病原体であるヒト免疫不全ウイルスの全遺伝子をクローニングした。

ウイルスの研究では、これらの新しく発見されたウイルスばかりでなく、既知の病原ウイルスについても組換え DNA 実験によって遺伝子がクローニングされ、ウイルスの増殖や病気を起すメカニズムについての研究が飛躍的に発展した。また逆に、ヒトや動物の遺伝子の構造と機能についての重要な知識は、まずウイルスを研究材料とした実験から得られていった。もちろん、ウイルスの研究が最終的に目指すものは、ワクチンなどを開発してウイルス病を予防し、撲滅することにある。

#### 【分子進化学】

1962年、ポーリング L. C. Pauling は、種の違う生物に存在する同種類の蛋白質（たとえばヘモグロビンの $\alpha$ 鎖）のアミノ酸配列を比較することにより、進化の進み具合や時間的關係が明らかにできるとして、「分子時計」という概念を提唱した。

組換え DNA 実験以後、おもにリボソーム RNA の遺伝子をクローニングして塩基配列を分析し、生物種間の比較が行われている。1977年、ウォース C. R. Woese は、リボソーム RNA の塩基配列が従来のバクテリアにも、真核生物にも似ていない一群のバクテリアを発見した。このバクテリアは、水素ガスと炭酸ガスが充満した環境下でメタンガスを生成し、この環境条件が約46億年前といわれる地球誕生直後の大気とよく似ていることから、「古細菌」と名づけられた。古細菌は従来知られていなかった「第3の生物界」を形成し、約35億年前の原始化石時代の微生物の多くはこの種のバクテリアであったのであろうと考えられている。分子レベルで進化の研究を行うこうした学問は、分子進化学と呼ばれている。

#### 【遺伝子クローニング法の改良】

遺伝子をクローニングする実験技術はさらに進歩し、研究は一層加速されることになった。メッセンジャー RNA の DNA コピーをクローニングする cDNA クローニング法が改良され、ある状態に分化したり、特定の性質をもった細胞や組織で発現している遺伝子を探索することが可能になった。

また、2種類の組織や細胞の性質の違いに注目して、片方の細胞でのみ発現している遺伝子を探索するサブトラクテッド cDNA ライブラリーの方法も、1984年にデービスによって本格的な成功を収めた。それまでは、蛋白質がすでに精製されているか、あるいは抗体などによってすでに確認されている場合にその蛋白質を支配する遺伝子がクローニングされていた。だが、サブトラクテッド cDNA ライブラリーの方法によって、逆に蛋白質も遺伝子もどのようなものか見当がつかない場合でも、まずは遺伝子をクローニングして、得られた新しい遺伝子について働きを調べ、研究対象となっている生物現象に重要な役割を果たしている遺伝子を突止めることが可能となった。

### 第3期

分子生物学の第3期は、1980年のゴードン J. W. Gordon の報告によって開幕した。彼は、クローニングされた遺伝子をマウスの受精卵（初期胚）の核に注入して雌マウスの子宮に戻して出産させ、注入した遺伝子をもったトランスジェニックマウスをつくることに成功した。この研究方法によって、動植物など多細胞生物の遺伝子、ことに細胞分化や個体発生、器官形成、発癌といった個体レベルで作用する遺伝子が動物体内でどのように働くか調べることができるようになった。

#### 【スーパーマウスとノックアウトマウス】

1982年、パルミター R. D. Palmiter はラットの成長ホルモンの遺伝子をマウスの受精卵に注入してトランスジェニックマウスをつくったところ、体重が普通のマウスの2倍近く

もあるスーパーマウスが誕生した。90年、シンクレア A. H. Sinclair は、ヒトのY染色体上にある性決定に関係する SRY 遺伝子をクローニングした。翌91年、ガベイ J. Gubbay はこの遺伝子をマウスの雌の胚に注入したところ、雄マウスが生まれた。SRY 遺伝子は睾丸決定因子と呼ばれ、睾丸の発生と形成に重要な役割をもっている。

1989年、カペッチ M. R. Capecchi は、ある特定の遺伝子の働きを失ったマウスを作出する方法の開発に成功した。まず、試験管の中で培養しておいたマウスの胚幹 (ES) 細胞に、目的とする遺伝子の構造を人為的に破壊した変異遺伝子クローンを移入して、塩基配列の相同性による組換え現象によって ES 細胞の正常な遺伝子を変異遺伝子で置き換える。次に操作された ES 細胞をマウスの初期胚に埋込み、妊娠を継続させ、ES 細胞から発生分化したマウス個体を誕生させる。この研究方法は、特定の遺伝子にねらいを定めて置き換えるという意味で、遺伝子ターゲティング法といい、得られたマウスは、特定の遺伝子の機能が失われているので、ノックアウトマウスと呼ばれ、新たにクローニングされた遺伝子の機能を動物の個体レベルで解析する強力な方法として用いられている。

また、クローニングした遺伝子をマウスなどの胚に注入して疾患モデル動物を作製することも試みられている。病気の発症メカニズムや治療、予防法の研究には疾患モデル動物が必要となる。植物でも胚細胞に改変した遺伝子を注入して病害や虫害に強く、より品質のすぐれた作物に品質改良する努力が続けられている。

#### 【遺伝子の発現調節機構】

ヒトの身体を構成する 10 兆個ともいわれる細胞は、さまざまな種類に分化し、身体に必要な役割を分担している。細胞の核にはすべての遺伝情報が保たれており、分化した細胞ではその一部分の遺伝子が働いてその細胞特有の機能を営んでいる。たとえば、神経細胞では 4 万種類前後の遺伝子が働いているが、そのうち神経の機能に関係した遺伝子は約 1 万 5000 程度だといわれている。すなわち、個々の遺伝子の発現は細胞の分化状態などに応じて制御されている。したがって、細胞分化や個体発生のメカニズム、そして分化した細胞の機能を解明するためには、遺伝子の発現調節機構を明らかにすることが重要である。

遺伝子の発現は転写、翻訳の過程を含めて調節されているが、転写開始の調節が主役をになっている。1980年、グロシェデル R. Grosschedl とブリンスティール M. L. Brinster は、クロマチンのヒストン H2A 蛋白質を支配する遺伝子の発現にはこの遺伝子の上流にある塩基配列が必要であることを報告し、81年、ベノイスト C. Benoist は SV40 ウイルスの転写開始点付近にある 72 塩基の配列がこのウイルスの発現に必須であることを報告した。遺伝子上流に位置して転写の開始を誘導するこれらの塩基配列部分はエンハンサーと呼ばれる。

1984年、ゲステランド R. F. Gesteland は酵母のガラクトース発酵を司る遺伝子のエンハンサーに結合する蛋白質の転写因子の遺伝子をクローニングし、プタシニ M. Ptashne はこの転写因子がエンハンサーに結合して転写開始が促進されるメカニズムを解析した。87年以降現在までに、チジャン R. Tjian やその他の研究者は動物の遺伝子のエンハンサー配列やそれに結合する転写因子を数多く発見した。ホルモンによって発現が誘導される遺伝子に働く転写因子や特定の分化した細胞にだけ存在し、その細胞で発現する遺伝子に働く転写因子も見出されている。

また、遺伝子の転写開始点付近には、メッセンジャー RNA を合成する RNA ポリメラーゼが結合して転写が開始されるわけであるが、ここにも複数の転写因子が結合する。1989年、レーダー R. C. Roeder はそうした転写因子の一つを始めて精製した。こうしたさまざまな転写因子が転写開始点や、その上流域に結合して転写の ON/OFF や転写開始の速度を調節しているものと考えられている。

一方、遺伝子の転写を抑制するように働く転写因子も見出されている。DNA と蛋白質分子の結合を調べる転写調節の研究は分子生物学の最も得意とする領域であり、1989年から90年代にかけて急速な進歩をとげている。

ショウジョウバエでは、20世紀前半にモーガン M. Morgan らによって行われた膨大な変異体の解析結果が遺産として残されている。そのうちのひとつ、個体発生における体節の形成にあずかるホメオティック遺伝子群が、1983年にベンダー W. Bender らの5年間の努力の結果、初めてクローニングされた。1924年にシュペーマン H. Spemann によって提唱された形成体（オルガナイザー）仮説の現象的、概念的な段階にどどまっていた個体発生における器官形成の研究も、分子レベルでメカニズムが解明される方向に進んでいる。

#### 【プログラム細胞死】

新しい研究対象としてノーベル賞受賞のブレンナー S. Brenner が推進してきた線虫 Nematoda の研究は、生物について新しい次元の概念を提供している。線虫の個体は1000個あまりの細胞から成り立っており、1個の受精卵から出発して、虫体の細胞ひとつひとつについて、どう分裂し、分化し、そしてどの細胞はどの時点で死ぬかという全細胞の系統図が、1983年、サルストン J. E. Sulston らによって明らかにされた。このことは、増殖、分化、寿命など個体の細胞の運命が遺伝子の上にあらかじめプログラムされていることを示している。

1987年、ホルビッツ H. R. Horvitz のグループはこうした細胞の系統分化やプログラム細胞死を決定する遺伝子を突止め、これらの遺伝子の多くは細胞間のシグナル伝達にあずかる GTP 結合蛋白質を支配していることを明らかにした。この結果は、動物個体における個々の細胞の命運が細胞相互間のシグナルによって統御されていることをうかがわせる。

こうしたプログラム細胞死はアポトーシスとも呼ばれ、中枢神経系の細胞分化と組織構築、免疫系における抗原に対応した抗体産生細胞の分化誘導、癌細胞の排除の際にも認められ、リンフォカイン様のリガンドが細胞表面のレセプターに結合することによってこの現象が誘導される。このほかにも、細胞が放射線障害や薬物作用を受けた場合（後述）の死や細胞の寿命による死も、プログラム細胞死であり、遺伝子の解析が進められている。現在では、不老長寿を支配する遺伝子さえも突止められている。

酵母は、単細胞生物であるので多細胞生物に特有な現象の解析には不相当であるが、真核細胞として最もすぐれた遺伝解析の研究方法を行使でき、細胞の増殖や分裂のメカニズムを解析するすぐれた実験系を提供している。1988年、ビーチ D. Beach を含め多くの研究者によって、酵母の CDC 遺伝子群を中心とした細胞の増殖を調節するカスケードの全貌がほぼ明らかにされた。

#### 【癌抑制遺伝子】

癌の研究では、1970年代に盛んに研究された癌遺伝子とは逆に、癌細胞の性質を抑制する遺伝子に異常が起って、抑制が働かなくなると細胞の癌化が誘導されるという発想が提唱され、癌抑制遺伝子が探索された。1986年、ドライジャ T. P. Dryja とワインバーグは、まれな遺伝性の小児の眼の癌である網膜芽細胞腫の患者で異常となっている RB 遺伝子をクローニングすることに成功し、その後、正常な RB 遺伝子を癌細胞に移入すると細胞は癌としての性質を失うことから RB 遺伝子が癌抑制遺伝子であると確認された。

これに続いて、遺伝性のウィルムス腫瘍の WT 遺伝子、フォン・レックリングハウゼン症候群の NF1 遺伝子などが発見され、これらの遺伝子は癌抑制遺伝子であることが明らかにされた。癌抑制遺伝子の蛋白質の一部は、酵母の増殖調節に働く CDC 遺伝子のカスケードに働く可能性が示されている。

癌抑制遺伝子 p53 の機能は非常に興味深い。細胞が放射線を浴びたり、さまざまな薬物の作用を受けると、細胞にストレスが加わり、しまいにはその細胞は死滅してしまう。正常な細胞では p53 遺伝子はほとんど発現していないが、いったん細胞にストレスが加わって緊急事態が発生すると、p53 蛋白質が大量に産生され、p53 蛋白質は細胞の増殖を一時停止させ、放射線や薬物の作用で生じた遺伝子 DNA 上の障害を監視する。その間に DNA 上の障害をなおす修復酵素が働くが、どうしても DNA の傷がなおきしないと判断すると、p53 蛋白質は

プログラ細胞死を誘導する。細胞は、障害を受けたあと、元の正常な細胞に回復できない場合、p53 蛋白質が働いてみずからの命を絶つのである。p53 蛋白質は、DNA 上の障害の監視や、細胞増殖の一時停止、アポトーシスの誘導などの機能に必要な遺伝子群の発現をスイッチオンさせることによって働いている。もし、p53 遺伝子に変異があると、こうした一連の仕組みが働かず、細胞はプログラム細胞死から免れて異常に増殖し、癌細胞として生残ると考えられている。

1987 年、リオッタ L. Liotta は、転移を起す悪性黒色腫と起さない悪性黒色腫を比較して、癌の転移に関係する NM23 遺伝子をクローニングした。この遺伝子は、その翌年、シャーン A. Shearn がクローニングしたショウジョウバエの awd 遺伝子とよく似ており、awd 遺伝子に欠損をもつショウジョウバエは羽の形成に異常が起る。癌細胞の転移が、ショウジョウバエの羽の形成における細胞の移動と組織の構築のメカニズムに接点をもつことは興味深い。

#### 【遺伝病の解明と遺伝子診断】

1985 年にクンケル L. M. Kunkel は、悲惨な結末をもたらす遺伝病の進行性筋ジストロフィーの患者で異常を起しているジストロフィン蛋白質の cDNA をクローニングすることに成功した。

ジストロフィン は骨格筋の筋膜の内側で筋繊維の束を包む膜様の蛋白質で、この病気ではジストロフィンが失われて進行性の筋萎縮を招き、患者は 20 歳前後に呼吸筋の麻痺などにより死亡する。ジストロフィン遺伝子は現在知られている最も大きい遺伝子で、X 染色体の上にある。この病気は伴性劣性遺伝を示し、男児のみに発症し、女兒は異常なジストロフィン遺伝子と正常遺伝子をあわせもつ保因者となる。保因者の女性から生れる男児にはには 2 分の 1 の確率で病気が出るが、出生前診断を行うために妊婦の羊水を採取して胎児の性別の判定とジストロフィン遺伝子の検査が行われる。この遺伝子の検査が、分子生物学の技術を駆使した遺伝子診断である。10 万の出生あたり約 3 名の患者が発生するという進行性筋ジストロフィーの発生の約 3 分の 1 を出生前診断によって検出することができる。

クンケルのジストロフィン cDNA のクローニングを契機にさまざまな遺伝病の遺伝子がクローニングされ、遺伝子診断が試みられている。さらに、遺伝病では、患者に正常な遺伝子を送り込んで病気を治す遺伝子治療の研究が進められ、遺伝子を送り込むためのベクターや病的遺伝子と置き換えるための遺伝子ターゲティング法の開発が行われている。

一方、遺伝子診断は、遺伝病ばかりでなく、患者材料からウイルスや病原菌を検出する検査法にも用いられている。さらに、癌や白血病、それに高脂肪血症、糖尿病、動脈硬化、代謝異常、アルツハイマー病などでも、病巣の細胞には特定の遺伝子の異常や遺伝子発現の異常が明らかにされ、遺伝子病と呼ばれるようになった。遺伝子病の異常な遺伝子の検出にも遺伝子診断が使われはじめ、将来、健康診断の 1 つとして遺伝子診断が行われ、これらの病気の発病危険率を予測できるようになるものと期待されている。

#### 【生命現象の解明へ】

1985 年、マリス K. B. Mulis はポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) 法を開発した。この方法は、自動装置によって DNA ポリメラーゼを数十回繰返し作用させて特定の遺伝子 DNA 断片を増幅させるもので、試料の中にごくわずかに含まれる遺伝子を検出する強力な方法であり、遺伝子診断法をはじめとしてさまざまな研究や検査に用いられている。

遺伝子をクローニングして蛋白質を突止めても、それだけでは、個々の遺伝子の働きを明らかにしたという断片的な情報に還元しただけで、生命現象の解明にはほど遠い。そこで、細胞あるいは動物個体で発現しているすべての遺伝子をクローニングして遺伝子の番地をつけてカタログ化し、細胞の分化や個体発生の時間経過とともに発現する一群の遺伝子全体の変化を追究しようという動きも現れた。

1990 年、洪実 は均一化 cDNA ライブラリーの方法を発表した。この方法は、遺伝子ごとのメッセンジャー RNA の量の違いを均一化した cDNA ライブラリーをつくり、そのうえで各遺伝子間で塩基配列の類似性の少ない、cDNA の最下流部分の短い DNA 断片を遺伝子のサン

プルとしてすべてクローニングし、カタログ化しようというものである。遺伝子のカタログ化としては、科学技術庁の主導のもとに、政府間国際協力研究として「ヒトゲノムプロジェクト」が1989年より発足し、最終的にはヒトの染色体上のすべてのDNAの塩基配列を明らかにすることを目的としている。

(高野利也) 1993、ブリタニカ国際百科辞典より

## 脳を精神病から守る——予防と治療

Freud, Pavlov, サヴァン症候群

精神療法

薬物療法、抗精神病薬

生活療法（臺）、社会復帰、コミュニケーション

作業療法、労働

### 労働の成立と自然認識

猿人から原始人への進化の過程をくわしく跡づけることはここでの主題ではない。ここで確認しなければならないことは、人間を他の動物から区別するさまざまな要素、たとえば言語、社会、道具といったものは、猿人から原始人へというこの発展過程のなかで、同時に準備されてきたということである。これらのうちのどれかひとつの要素が他にさきだって獲得されたとし、それが発展過程全体の原動力になったとする見解はさまざまに存在するが、これは事実のうえで正しくない。

人間にむかっての進化の原動力をあえてあげるとすれば、それはいっさいの結節点であった猿人の生産活動そのものである。生きのこるために生産活動にすべての力をふりしぼらなければならなかった猿人の段階においては、言語、社会、道具といったもののすべては生産活動のために生まれ、育ったのである。生産活動における猿人の主体的な活動は「猿人的労働」とよばれるべきものであり、最初は本能的で反射的な活動にすぎなかった。しかし、これは道具の発展と関連しつつ、合目的な意識的活動としての「労働」へと発展し、猿人から原始人への進化はしだいに加速されてゆくのである。

科学的認識もまた、こうした人間的労働の形成過程ではじめて生まれたものである。打ち欠いてつくった石器は鋭い刃をもつために天然の石塊よりもはるかにすぐれた道具になるが、打ち欠きを上手にやるためには石の性質を知らなければならない。また、狩猟を上手におこなうためには獲物の習性を知らなければならない。こうした最初期の認識は10万年を単位として非常にゆっくりと形成されたものであるが、確実な発展をとげた。そして、科学的認識の発展とともに労働そのものもますます労働らしくなっていったのである。

## 労働過程の構造

人間的な労働にとって不可欠な科学的自然認識が、どのようにして近代科学にまで発展していくかをあきらかにするためには、労働による生産という人間に固有な活動をよりくわしく見ておかなければならない。

現実の生産活動はきわめて多様であるが、どのような生産過程においても不可欠な条件は、主体としての人間と客体としての物的条件である。物的な条件は、生産過程において人間が何らかの変化を引き起こそうとする対象（労働対象）と、この変化をひきおこすための手段（労働手段）とに区別できる。発達した生産形態のもとでは、労働手段はかなりの程度まで自動的に労働対象に働きかけることができるが、部分ではなく全体をみれば、物的な条件だけでは生産過程は成り立たず、どこかで人間がみずからの肉体を活動させなければならない。この人間の活動こそ労働であり、労働と労働対象および労働手段の三つの要素はあらゆる生産過程における共通の要素である。この三つの要素の関連として考察できる抽象化された過程は**労働過程**とよばれる。

三つの要素を区別したうえで労働過程をみれば、労働過程とは、目的にかなった人間の活動である労働が、労働手段をなかだちにしながら労働対象にたいして働きかける過程であり、人間が直接にあつかうのは労働対象ではなく労働手段になっている。こうして、人間の労働は対象にたいしていわば間接的に作用するのであり、労働する人間は過程をあらかじめ頭脳のうちに把握していなければ目的を達することができないのである。このことは、労働対象や労働手段についての知識だけではなく、過程そのものの合法則性の認識さえ要求する。

生産のためになんらかの物体を手段として利用することは、場合によっては人間以外の動物についても見ることができる。たとえばチンパンジーは、手がとどかない所におかれた餌を棒でひきよせることを考えつく能力があり、それを実行できる。しかし、餌が眼前にない場合には、どんなに利巧なチンパンジーでさえ、そのときのための棒を用意しておくことはけっしてしないのであり、今日の類人猿と猿人の決定的な差異は、手段を利用するかどうかということではなく、くりかえし使用される多少とも耐久性のある道具を保持しているかどうかにある。

同一の手段を反復して使用することは、手段の選別の条件であり、さまざまに加工した手段が優秀であるかどうかを判定する基礎である。そして、人工的な手段が素手にくらべて優秀なことはそれが合目的であればただちに判明するから、猿人がその最初期の段階においてさえ労働手段を製作していたことも当然である。

労働手段を製作する労働は、自然や過去の労働によって準備された労働手段を使用して生活のために必要な生産物を得る労働とは、場所的にも時間的にも区別されるだけでなく、その生産物がつぎの段階の労働において使用される手段であるという点で、人間のみにも属する高度な精神活動を前提としている。すなわち、この労働は労働過程における三要素の関連についての科学的認識を基礎としなければならず、労働過程の全体を頭脳のうちに概念

によって把握する労働をふくみ、さらに科学的認識を対象化する労働でもある。

近代科学をはじめとし、過去のさまざまな「科学」が、労働手段が急速な発展をみせた時代に発生したことは科学史の常識であるが、こうなっているのも、科学的認識が労働手段の発展の過程できたえられているためであるといえよう。

「新版自然科学概論」（加藤、慈道、山崎、編著）青木書店(1991)より

## リズムとバランスをもった生活

Cf.患者への精神医学的アプローチ—こころとからだの看護をめざして、  
清水、福井著、医学書院、1982  
分裂病の治療覚書、壹弘著、創造出版、1991

## 音楽

## 音楽史

### キリスト教古代の教会音楽

2000年前の教会音楽はどんなものであったかは、推測の域を出るものではない。しかし、新訳聖書にごく少しであるが、聖歌を歌ったという表現がみられる。「**マタイによる福音書**」第26章30節で最後の晩餐の終りに“**一同は賛美の歌を歌ってから、オリブ山に出かけた。**”と記されている。ローマにキリスト教が伝えられた当初は、礼拝としての音楽は禁じられていた。それは音楽について誤解があったからである。当時の享乐的なローマで行われていた音楽のイメージを持ち込むことにためらいがあった。これはキリスト教美術においても同じで、かろうじて十字を示す図柄が認められるに過ぎなかった。

キリスト教の確立と伝播はペトロ、パウロを中心とする使徒たちによって行われていった。キリスト教は東方のパレスティナにはじまり、中近東、エジプト、ギリシャそして地中海を経てローマへと伝えられていった。

<西方教会>

パウロとペトロによってローマに伝えられたキリスト教は迫害の中で実を結んでいった。そして長い大迫害時代をむかえることになる。皇帝ネロ(54-68 在位)に始まり皇帝コンスタンティヌス大帝(306-37 在位)の寛容令(ミラノ勅令 313 年)に至るまで2世紀半に及んだ。西ヨーロッパでのキリスト教の本格的な発展はその迫害時代以後の**313年ローマ帝国キリスト教公認**以後のことであった。こうして西方教会、ローマ・カトリック教会 the Roman Catholic Church が確立され、西方教会の歴史を刻んでいった。

## <東方教会>

キリスト教を公認したローマ皇帝コンスタンティヌス大帝は、**330年に首都をビザンティンに移し**(その後大帝の名にちなんでコンスタンティノープルと改名、現在のイスタンブル)、**395年にはローマ帝国東西分裂**が起こった。そして西ローマ帝国が476年に滅亡し、東ローマ帝国は1453年にオスマン・トルコの侵入によって滅亡するまで、コンスタンティノープルを中心に、1000年におよぶ長期の栄華を誇った。つまり、キリスト教もこの東ローマ帝国の繁栄のなかで発展した。こうして発展していった教会を**東方教会**、あるいは**正教会 the Orthodox Church**という。ローマ・カトリック教会のように統一された組織をもっていない。コンスタンティノープルの他はアレキサンドリア、アンティオキア(現トルコのアンタクヤ)、エルサレムが中心的であった。東方教会の総称として**ギリシャ正教会 the Greek Orthodox Church**も用いられる。

考えてみればキリスト教は東方に起源をもつものであって、当然ながら東方文化の影響を強く受けて芽が出ていったのであった。そのまま東方教会として存在する正教会と、西方教会で育まれていったローマ・カトリック教会に大別できる。日本のキリスト教は幸か不幸か(?)西方教会で発展したキリスト教が伝えられた。そのため東方起源と東方教会の存在の認識が不足しているといえる。

東ローマ帝国外のペルシャ、アルメニア、エジプト、エチオピア等の教会は両ローマ帝国の支配を受けず、国家的な教会として発達していった。そのため民族的で土着的な要素を存分に吸収していった。現在も少数ながら伝承されているキリスト教教派である。エルサレムでは現在もエチオピア教会、アルメニア教会、コプト教会(エジプト)、古シリア教会などが存在している。

現存する最も古い聖歌といわれているものが記譜された楽譜として現在に伝えられている。それはエジプトのオクシュリンコスで発見されたもので「パピルス・オクシュリンコス」といわれる聖歌や演劇の歌など含まれる断片がある。その中の「**パピルス・オクシュリンコス 1786**」(オクシュリンコスの聖歌)は3~4世紀の聖歌といわれている。父と子と聖霊の三位一体を讃える聖歌となっている。“アーメン、アーメン”という言葉で結ばれる。古い時代のミサは、一つの食卓を囲んでともに会食する形で行われた。このような典礼の中で歌われたに違いない。エジプトのキリスト教古代の姿を知る貴重なものである。

---

## 教会音楽

西洋音楽の原点は教会音楽であるといわれる。それはキリスト教思想が西洋の歴史一般や全文化に関わりを示し、あるいはそれらの源泉となって発達してきたからである。キリスト教は音楽についても重要な関わりをもってきた。

### <教会音楽>

教会音楽という語はたいへん多義的に解釈できる。まずはじめに教会音楽の語義を明かにしてみる。広義の“教会音楽”はキリスト教に関わる音楽全体を指していわれる。それには多目的な典礼文による楽曲や典礼に付帯する楽曲、コンサート用の教会音楽も含まれる。狭義には典礼文による典礼音楽を指していわれる。ex. [ミサ曲](#) また以上のいずれの教会音楽も含めて宗教音楽ともいう。当然ながら宗教音楽という場合、すべての諸宗教の音楽をも含めるのはいうまでもない。

### <カトリック教会の教え>

教会の歴史の中で、教会音楽の問題は度々論じられ、多くの試みもなされてきた。特に注目すべきは、20世紀に開催された**第2ヴァティカン公会議（1962-65）**の典礼に関する様々な決定事項である（「**典礼憲章**」1963年発布。南山大学監修／第2ニヴァティカン公会議・公文書全集／サン・パウロ）。教会音楽について多く述べられていて、多くの示唆に富んだヒントが我々に与えられた。その中で教会音楽最高の範例として、唯一名指しであげられているのがグレゴリオ聖歌である。その論拠は典礼音楽としての理想的な特徴を持っている、としている。

---

## 中世とは

西洋における**中世**という語や概念については多様な考えがある。14世紀に**ペトラルカ Petrarca**<sup>イタリア</sup>（1304-74）をはじめとするイタリアの人文主義者たちが使い始めた語に**中間の時**というのがある。彼らが用いた**中間の時 medium tempus**あるいは**media tempora**は、何の中間の時なのでしょう？ 当時の人たちにとっては古代と未来の中間と捉えたようである。しかし、まだ中世の概念ではない。**中世**という語は17世紀終わりまで存在しなかった。1676年、クリストフ・ケラリウス<sup>ドイツ</sup>（1638-1709）が**中間の時 medium tempus**の代わりに**中間の時代 medium aium**と表します。時から時代への変換でした。

これでお解りの通り紀元後2千年代に生きる我々が考えそうなことであるが、2千年の中間の時代ということではなく、固有の意味をもつ時代概念である。

中世はダイナミックで創造性に満ちた時代であった。しかし、敢えていえばこの不確定な時代は来るべき**再生**へ向かっていた時代である。それはどの時代でも特に我々が現在はいへん不確定である。それは不確定でなかった時代はなかったのである。18世紀に入って啓蒙の世紀を自認したイギリス人たちはこの時代を闇の中へ押し込めた。ついに暗黒時代とまでいい始めた。過去の輝く古代と啓蒙思想の光の未来との間を暗黒時代と考えた。これが暗黒概念のはじまりであろう。でも中世の人たちにとって予感していた再生の時代は啓蒙思想でもなかったことは確かである。

暗黒時代という名称が今でも普及している。特に日本では教科書にも記載され、すっかり広がってしまった。明治以後に日本は西洋の学校制度にならい、小学校から大学までの学校がつくられていく。かなり付け焼き刃的導入が行われた。そうしたものの一つが“中世は暗黒時代”と捉える歴史観である。あまたある歴史認識の一つが日本に導入され、そのままの考えを今なお100年以上も何故か日本では持ち続けている。歴史学は多様で流動するし、発展もするのにもである。

中世ヨーロッパではキリスト教がその社会の基盤であり、そこにすべてがあったといえる。これが反宗教論者たちにとっては気に入らず、これを暗黒状態だと捉えた。しかし、彼らがいうように決して人間否定の時代ではなかった。中世ヨーロッパにはまだ西洋という概念の確立がなかった。今でもこのことをヨーロッパ人は認めたがらない傾向があるように思う。こうした不確定な時代を暗黒と捉えたのであろう。そして暗黒時代といった方が解りいいことも確かである。当時は西ローマ帝国が滅んで**東ローマ帝国**の時代が続いていた時代であった。西方の人間は東方に抵抗感を持っていた。事実、13世紀に第4次十字軍は東ローマ帝国を攻撃し、多くの遺産を持ち帰った。一連のこの出来事が西方世界を形成する基礎となっていった。これ以後から西洋が始まっていったともいえる。

中世に生きた人々も気づかなかつたが、新しさがいっぱい時代であった。13世紀に相次いで出現した2つの修道会も新しい現象であった。一つはスペイン生まれで、特に南仏でカタリ派に対抗する可説教活動をした**ドミニコ Dominico**<sup>スペイン</sup> (c.1170-1221) は1215年に創立したドミニコ会、もう一つはイタリアの中部アジジで生まれ、世俗を捨てて清貧思想をもつ**フランチェスコ San Francesco d'Assisi**<sup>イタリア</sup> (1181/82-1226) は1210年に教皇の許可を得てフランシスコ会を創立した。共にそれまでになかった新しいライフ・スタイルを示す托鉢修道会であった。

スコラ学、つまり哲学や神学 (**12世紀にできた語**)、これらは少々厳めしく一般市民に関わりのないものに見えるが、一般社会の中にごく自然に広がっていた。〈スコラ学〉はラテン語の学校 *scola* から出た語である。学校で教えられる知識で、**普遍的な**考え方つまり**大学 universitas**に通じていく。こうして聖堂や修道院に付属する学校が発達し、この時代に大学創立されていった。医学・法学・神学などの高度な教育も行われ、各分野で知的な探究が進められた。アラブ圏の人によって伝えられていた古代ギリシア哲学に接し研究が始まり、12世紀はヨーロッパにおける哲学の偉大な開始となった。また古代の医学書が再発見されたり、こうして教会法やローマ法の検討も行われた。こうした探究は、やがてスコラ学という学問の新しい方法論を生みだして、神学をはじめとするすべての分野で豊かな成果をもたらした。こうして12世紀は、ヨーロッパにおける哲学の偉大な開始をつけるものとなった。大学形成の中で活躍した**トマス・アクイナス Thomas Aquinas**<sup>イタリア</sup> (1224-74) は、アリストテレスの哲学をキリスト教的に発展させ、信仰と理性の調和を求めた。彼の「神学大全」は大学での学生たちのノートを思わせる。

こうした発展は芸術の分野でも見られる。文字の読み書きは、もはや聖職者にだけのもでなくなり、ラテン語ばかりでなく各民族語による新しい文学も生まれた。[恋愛詩](#)、宮廷文学、あるいは歴史書などが書かれるようになり、人生や社会の様相をいきいきと描いている。聖堂内のフレスコ画、ラテン語聖書・典礼書・時祷書・グレゴリオ聖歌などの手写本における彩色や絵画においても大胆な表現が見られる。ゴシック期に入るとステンドグラス美術、そこには聖書や聖人伝の表現ばかりでなく、自然や日々の労働までも描かれている。建築においては、南フランスの巡礼路にそってたてられた教会堂などを通じて[ロマネスク](#)様式が完成され、さらに[ゴシック](#)様式へと発展していった。

[筆者による西洋音楽の時代区分と音組織]

時代
<b>中世</b> (800-1400) <a href="#">ロマネスク</a> (c. 800-c.1200) <a href="#">ゴシック</a> (c.1200-c.1400)
<b>ルネサンス</b> (1400-1600)
<b>バロック</b> (1600-1750)
<b>古典派</b> (1750-1820)
<b>ロマン派</b> (1820-1900)
<b>20世紀</b> (1900-2000)

### 中 世 年 表 (音楽と一般) : 800-1400 年

音 楽	年	一 般
<a href="#">教皇グレゴリオ1世</a> (在位 590~604?) 従来はグレゴリオ聖歌の作曲・編集者とされていた <a href="#">グレゴリオ聖歌</a> はこの教皇を顕彰し、ちなんでつけられた名称	590	
	785	<a href="#">コルドバ大モスク</a> (スペイン)建設開始
<a href="#">グレゴリオ聖歌</a> の成立9c終りから11cの写本が現存 <a href="#">ビザンツ聖歌</a> (ギリシア)9c~13cの写本が現存 <a href="#">オルガヌム</a> organum 9c末より定旋律( <a href="#">グレゴリオ聖歌</a> )の下に声部をつける技法ができる	800	教皇レオ3世: フランクのカール大帝にローマ皇帝位を授ける

<p>トルバドゥール troubadour (中世歌人) 南フランスに 10c 末から起こる 12c ~ 13c に全盛</p>	962	教皇ヨハネ 12 世: オットー 1 世に神聖ローマ皇帝として戴冠 (神聖ローマ帝国 ~ 1806)
<p>ガリア聖歌 (フランス南部)、モサラベ聖歌 (スペイン)、アンブロジオ聖歌 (イタリア・ミラノ) 等の地方聖歌の廃止令が教皇庁より出される</p> <p>オルガヌム 11c より定旋律の上に声部をつける技法ができる</p> <p>典礼劇 11c ~ 14c に行われた音楽による宗教劇 (作品 ex. 「ダニエル」c. 13c 作曲 作者不明)</p>	11c	
	1054	東西教会分裂
	1075	聖職任命 (叙任) 権闘争始まる
	1088	ボローニャ大学 (イタリア) 創立
	1094	ピサ大聖堂 (イタリア) 建設開始
	1097	ヴェネツィアのサン・マルコ (イタリア) 建設完成
	1097	十字軍 (~ 1291) の始まり
<p>アンブロジオ聖歌 12c ~ 14c の写本が現存</p> <p>アルス・アンティクア ars antiqua フランスにおいて 12 ~ 13c に全盛</p> <p>レオナン Le'onin (12c) アルス・アンティクワの作曲家 (作品 ex. オルガヌム「地上のすべての国々は」(2声部) ←グレゴリオ聖歌を定旋律にしている</p> <p>作者不明: モテウス「おお、乙女マリアよ」(3声部) ←フランス語の恋の歌 + ラテン語のマリアの賛歌 + グレゴリオ聖歌「Haec dies」を引用している</p> <p>トルヴェール trouvere (中世歌人) トルバドゥールの影響を受けて北フランス中心に発展 12c ~ 13c に全盛</p> <p>ミンネゼンガー Minnesaenger (中世歌人) トルバドゥールの影響を受けて南ドイツからオーストリア中心に発展 12c ~ 14c に全盛</p>	12c	パリ、ピサ、オクスフォード大学創立
<p>ヴァンタドゥール Ventadorn フランス c. 1147 - c. 70 に活躍したトルバドゥール (作品 ex. 「我が心は喜びにみたされる」作曲年不明)</p>	1147	

	1181	アシジのフランチェスコ <sup>イタリア</sup> (~1226)生
	1122	サン・ドニ大聖堂(フランス)建設開始最古のゴシック建築
ペロタン Perotin <sup>フランス</sup> (c.1160-c.1220)生、アルス・アンティクアの作曲家(作品 ex.オルガヌム「地上のすべての国々は」(4声部)←グレゴリオ聖歌を定旋律にしている	1163	パリ、ノートル・ダム大聖堂(フランス)建設開始
	1194	シャルトル、ノートル・ダム大聖堂(フランス)建設開始
	1212	ランス大聖堂(フランス)再建開始
	1118	鎌倉幕府開幕(~1333 滅亡)
「カルミナ・ブラーナ」12-13 cドイツ・ボイレン修道院伝承の詩歌(作品 ex.「よきバッカス CB200」3声部)	13 c	
	1206	ジンギス・カン:モンゴル帝国創設(~1227 在位)
	1222	パドヴァ大学(イタリア)創立
	1230	サラマンカ大学(スペイン)創立
	1248	ケルン大聖堂建築開始 グラナダ、アルハンブラ宮殿(スペイン)建築開始
	1265	トマス・アキナス <sup>イタリア</sup> 「神学大全」著作開始
	1267	ジョット <sup>イタリア</sup> 生(~1337)(作品 ex.アシジのサン・フランチェスコ大聖堂やパドヴァのアレーナ礼拝堂の壁画)
	1298	マルコポーロ <sup>イタリア</sup> 「東方見聞録」出版
アルス・ノヴァ ars nova フランスにおいて 14 cに全盛 黒符定量記譜法が普及	14 c	

「モンセラートのく朱い本」: 14 cスペイン・モンセラート修道院伝承の世俗歌集(作品 ex.「死に向かって我ら急ぐ」)		
マシヨ Machaut <small>フランス</small> (c.1300-77)生、アルス・ノヴァの作曲家	1300	
	1304	ダンテ <small>イタリア</small> 「神曲」著作開始
	1337	英仏百年戦争(～1453)
	1340	チョーサー <small>イギリス</small> 生(～1400)(作品 ex.「カンタベリー物語」)
	1347	ペスト、全ヨーロッパに蔓延。総人口の約3分の1死亡(～1351)
	1353	ボッカチオ <small>イタリア</small> 「デカメロン」完成
マシヨ:「ノートル・ダム・ミサ」1364年初演?一人の作曲者による最古の通作、かつ多声音楽のミサ曲 ランス大聖堂献堂式のため? 定旋律ミサ曲	1364	
	1365	ヴィーン大学( <small>オーストリア</small> )創立
ヴォルケンシュタイン Wolkenstein <small>オーストリア</small> (c.1377-1445) 著名なミンネゼンガー(作品 ex.「おお、母マリアよ」)	1377	
	1386	ミラノ大聖堂( <small>イタリア</small> )建設開始 ハイデルベルク大学( <small>ドイツ</small> )創立
	1387	フラ・アンジェリコ <small>イタリア</small> (1387-1455)生(作品 ex.フィレンツェのサン・マルコ修道院「受胎告知」)
	1398	フス <small>チェコ</small> プラハで教会改革運動開始
	1429	ジャンヌ・ダルク <small>フランス</small> (1412-1431):オルレアンの解放、シャルル7世の戴冠式

## 旋法と教会旋法

「旋法 mode」とは音楽を形成する音組織のひとつと考える。音組織とは民族音楽における民族的旋法（または民族的音階）、[グレゴリオ聖歌](#)等における教会旋法 church mode（ex.レの旋法）、調性音楽における音階（長音階と短音階）、[無調音楽](#)における音列（ex.[12音音楽](#)の12音列 etc.）などによる体系のことである。

「旋法」という概念は、時間的にも空間的にもたいへん広い内容と多くの種類をもつ。それらの各々の多様な音組織を一つの「旋法」という概念に入れて考えることは異論もあろう。それでも敢えてこのような旋法概念によって調性以前時代の音楽や民族音楽などを考察することは、ひとつの有用な方法論となると考えるのである。

具体的に例をあげれば次のようなものが「旋法」の中に含まれる。そのひとつは中世からルネサンスの音楽に現れた教会旋法 church mode である。教会旋法は調性が確立される以前の音組織の一つであった。もうひとつは地球上のすべての民族が固有にもっている古来の伝統音楽や民族音楽などの民族的旋法（または民族的音階）のことである。これらは独自のものが多く、その起源や時代や特徴も様々である。「旋法」という一つのわくに入れることも躊躇される程である。これらの音組織体系を「音階」という場合もあるが、筆者は敢えてこのような例を「旋法」と呼びたい。例えば日本における伝統音楽、雅楽、箏曲、民謡などはそれぞれ独自の音組織をもっている。こうした音組織のことをすべて含めて「旋法」と呼ぶのがふさわしいと考えるが……それは「音階」は調性音楽の範囲の中で使われるべき語で、こうした調性理論と関係のない音楽に用いるべきでないと考えている。調性 tonality の対語として「旋法」を音組織の体系から捉えると旋法性 modality という。

### [西洋音楽の時代区分と音組織]

時代	音組織
中世 (800-1400)	教会旋法 church modes
<a href="#">ロマネスク</a> (c.800-c.1200)	
<a href="#">ゴシック</a> (c.1200-c.1400)	
<a href="#">ルネサンス</a> (1400-1600)	

バロック (1600-1750)	調性 tonality
古典派 (1750-1820)	
ロマン派 (1820-1900)	
20世紀 (1900-2000)	無調性 atonality

## 「ルネサンス」の概念

ルネサンス Renaissance は“再生”を意味するイタリア語の ルネサンス が語源である。古代ギリシャ・ローマ文化の再生という意味でイタリア・ルネサンスの建築家、画家、美術史家ヴァザーリ (1511-74) が用い始めた。英語でいえばリバイバル revival に当たる語である。この時期 に丁度、古代彫刻や遺跡の発掘が盛んに行われたりと古代ギリシャ・ローマ文化に対する機運が高まり、再認識される時代となった。この古代芸術を古典中の古典と捉え、芸術理念としたのであった。

ルネサンス (1400-1600) は イタリア、フィレンツェ が発祥の地であった。メディチ家の権力と財力のもとにルネサンス文化が花開いていった。メディチ家は聖俗の両世界、つまり教会と国家に君臨し、芸術家や哲学者 などの擁護者となった。教会建築や教会芸術のために寄進し、この家系から教会最高位の ローマ教皇 も出た。ルネサンスはこうしてフィレンツェからローマ、マントヴァ、ウルビーノ、ヴェネツィア、そしてアルプス北の国々のフランドルやネーデルランドに大きな影響を与えていった。こうした全ヨーロッパに広まった美術、文芸等の文化上の革新運動がルネサンスであった。

ルネサンス芸術に用いられた題材を見ると大変興味深い。教会芸術には聖書から、世俗芸術にはギリシャ神話から題材が取られた。ギリシャ神話を用いたものでも当然ながら根幹にはキリスト教が投影され、寓意されている。いつの時代も同じであるが、芸術というものはいわばものごとを間接的に、象徴的か抽象的に表現していかうとするものである。例えば文学でそのものずばりの勧善懲悪の説教調で書いても誰も興味をもたない。創意工夫をこらし象徴的、抽象的にあるいは独自の方法でそのメッセージを伝えていくのである。ある時はあからさまに、ある時は悪と善の境界線を不明確にしてでも効果をねらって表現しようとするものである。 シェークスピア の劇作などはその好例であろう。

この時代、イタリアではマザッチョ、ボッティチェッリ、ダ・ヴィンチ、ミケランジェロ などの美術家が活躍した。フランドルでは特異な画風をもつ ボス や ブリューゲル がいた。他の分野では コロンブス、マキャベリ、コペルニクス、シェークスピア などが輩出した。



ボッティチェッリ (1445-1510) 「ヴィーナス誕生」 イタリア、フィレンツェ、ウフィツィ美術館所蔵 1485年頃制作 テンペラ画 (キャンヴァス) 172x278cm

ドイツ、[ルターの宗教改革](#) やイギリス、[ヘンリー8世の宗教改革](#)

などが、時同じくして起こった。こうしたプロテスタントを生み出した**宗教改革**とカトリック側の**反宗教改革**との対立や摩擦が、興味深い文化改革を引き起こしていった。それは清楚を旨とするプロテスタンティズムと壮麗さを主張するカトリシズムの対立であり、ある時は反撥しあい、ある時は同調し、カトリック内部での論争や反省などが多様な文化を生み出していった。つまりカトリック側の反宗教改革は、プロテスタントへの巻き返しと自省するという両面がある。このことはルネサンスの重要な側面といえよう。例えば[パレストリーナ](#)の音楽は、カトリック側のひとつの反省的側面がみられる。その禁欲的とも思える程の硬質さと清楚さをもつ音楽は、そうした点を突いていないだろうか。

またこの時、西欧人は未知の国々へ眼を向けていく時代であった。政治的野心、キリスト教宣教や商業などの目的も含まれていた。アジアの諸国へ、中南米大陸へと……。日本にはスペイン人カトリック司祭のフランシスコ・ザベリオが1549年に来日してキリスト教を初めて伝えた。彼は上智大学などの母体であるイエズス会士である。

## 追記：コメント

たしかに中世の精神的表現に対してルネサンスになって自由な人間的表現が取られた。ただ、敢えて強調したい点は次のことである。暗黒の中世から光のルネサンスへとか、キリスト教（カトリック）の後退というような単純な図式は描けない、ということである。ルネサンス芸術は以前にも増して王侯貴族や教会の庇護のもとに展開されていった。決して絵に描いたような権力からの解放や人間の勝利でもなかった。気短な表現を取ればこの20世紀を終え、21世紀に入って自由を謳歌しているかにみえる現代においてさえも、文化人、芸術家、研究者、思想家、学徒、市民などつまり我々は、真の意味において自由であるといえるだろうか？！

ルネサンス年表（音楽と一般）：1400-1600年

楽	年	一 般
イ Dufay フルゴージュ (c.1400-75) 生	1400	
	1420	ブルネレスキ イタリア フィレンツェ大聖堂建設始める
A Ockeghem フランドル (c.1425-97) 生. 作品 ex.「ミサ曲:プレスク・トランジ」 パロディ・ミサ 作曲・出版年不明) ←ヴィルレー:シャンソン「プレスク・トランジ かけているほど傷ついた私は」(3声部) 引用原曲	1425	ギベルティ イタリア フィレンツェ大聖堂の洗礼堂扉の彫刻を始める
	1431	ジャンヌ・ダルク フランス 処刑
isso フランドル (1532 - 94) 生	1432	ヤン・ファン・エイク フランドル 祭壇画「黄金のこひつじ」制作
イ:モテウス「人には平和が最高のもの」(4声部)作曲	1433	
ン・デ・プレ Josquin des Prez フランドル (c.1440-1521) 生	1440	
	1477	ボッティチェッリ イタリア 「春」制作
ン Jannequin フランス (c.1485-1558) 生	1485	
ルト Willaert フランドル (1480/90-1562) 生(作品 ex.モテウス「天の後よ」作 不明)	1490	
	1497	レオナルド・ダ・ヴィンチ イタリア 「最後の晩餐」制作
ルト Arcadelt フランドル (c.1500-68) 生(作品 ex.モテウス「おお、女の中で よ」作曲・出版年不明)	1500	
	1501	ミケランジェロ イタリア 「ダビデ像」制作
	1502	コロンブス イタリアースペイン 第4次航海で南米などに至る(新大陸発見)
	1503	ミケランジェロ イタリア 「モナリザ」制作
	1508	ミケランジェロ イタリア システィーナ礼拝堂の天井画制作
	1509	エラスムス オランダ 「愚神礼讃」
	1513	マキャヴェリ イタリア 「君主論」

	1517	ルター <sup>ドイツ</sup> 95カ条の論題を公表(宗教改革開始)
	1518	ティツィアーノ <sup>イタリア</sup> 「聖母被昇天」制作
	1523	ツヴィングリ:67カ条の論題を公表
パレ스트リーナ Palestrina <sup>イタリア</sup> (c.1525-94)生(作品 ex.ミサ「私の喜びが生まれ イ・ミサ 作曲・出版年不明)←プリマヴェーラ:マドリガーレ「私の喜びが生ま 月原曲	1525	
	1527	ローマの攻略(略奪)
モンテヴェルディ:シャンソン「物売りの声」を含む曲集を出版	1530	
	1533	英国宗教改革(~34)
	1534	イエズス会創設、40年に教皇認可
	1536	カルヴァン:「キリスト教綱要」
	1542	ヴェルサリウス <sup>オランダ</sup> 「人体構造論」発表(近代解剖学の確立)
コペルニクス <sup>ポーランド</sup> (c.1543-1623)生	1543	ポルトガル人、種子島に到着 コペルニクス <sup>ポーランド</sup> 「天体の回転について」地動説を発表
	1545	トリエント公会議(~63年)
ビクトリア Victoria <sup>スペイン</sup> (1548/50-1611)生(作品 ex.「誰を見たのか羊飼いたち 出版年不明)	1548	
	1549	フランシスコ・ザベリオ <sup>スペイン</sup> 来日、日本に初めてキリスト教を伝える
カッチーニ Caccini <sup>イタリア</sup> (c.1550-1618)生	1550	
オランダ、大友宗麟を訪問した時、洋楽を演奏:日本における洋楽事始め	1551	
マレンツィオ Marenzio <sup>イタリア</sup> (1553-99)生(作品 ex.マドリガーレ「考えながら歩く 出版年不明)	1553	
ガブリエーリ G.Gabrieli <sup>イタリア</sup> (1554/57-1612)生	1554	
モンテヴェルディ Monteverdi <sup>イタリア</sup> (1567-1643)生	1567	
パレストリーナ「教皇マルチェロのミサ曲」出版		

リーナモテウス「今日キリストは生まれた」出版	1575	
Schuetz ドイツ (1585-1672) 生	1585	
	1587	豊臣秀吉キリシタン迫害開始
Veri イタリア (1561-1633) :「インテルメディオ」初演	1589	
3声のミサ曲」1593 か 94 年出版	1593	
	1596	シェークスピア イギリス「ヴェニスの商人」、「ロミオとジュリエット」初演
オペラ「ダフネ」初演 (史上最初のオペラ)	1597	日本26聖人:最初のキリシタン殉教

### ダンスタブル「マニフィカト Magnificat」 (3声部)

ジョン・ダンスタブル Jon Dunstable <sup>イギリス</sup> (c.1380-1453) は、15世紀前半に最も有名で影響力のあったルネサンス初期のイギリスの作曲家である。彼は作品以外のことは、ベドフォード公爵に仕えていたことくらいしか多くのことが知られていない。それでも彼の作品の手写本がヨーロッパ各地に残されている。そして彼はフランドル楽派のデュファイ、パンショワ、オケヘムなどに最も影響を与えた人物と見られている。それはベドフォード公爵が1422年から35年まで摂政としてパリに滞在していた事実からその理由が推理される。ダンスタブルが公爵と同行してヨーロッパで過ごしたということも充分考えられるからである。パリにいればフランドルにも簡単に行くことができたし、パリを訪れるフランドルの音楽家とも接触ができたであろう。フランドル楽派は西ヨーロッパのルネサンス期多声音楽に限りない影響を与え、重要な役割を果たした。

フランドル (フランダース) は現在のフランス、ベルギー、オランダの一部も含む地方である。つまりベルギー西部からフランス北端にかけて、アルトワ丘陵 (フランス) とスヘルデ川 (ベルギーからオランダ) との間であって北海に沿う低地地方である。中世以来毛織物業が興隆し、13世紀以降国際的に評価され、ルネサンス時代には経済的な繁栄の頂点にあった。こうした中、多くのすぐれた職人や芸術家が育っていったのである。音楽においてもヨーロッパにおいて先駆者的存在であったのである。実際、ダンスタブルはルネサンス音楽盛期の特徴である3度と6度音程の和音を先んじてイギリスにおいて効果的に用い、また当時のヨーロッパの他の国の音楽様式を取り入れているのも驚嘆に値する。というのはルネサンス初期にはまだ4度と5度音程和音が主流であったからである。ダンスタブルは「マニフィカト」を2曲伝えている。この作品はフォブルドンという手法で書かれている。それは彼が生きていたルネサンス初期には、3声部の曲においては一番下声部に引用するグレゴリオ聖歌を定旋律としておいていた。彼はそれを上声部に置き、下声部と6度、3度を中心にし、中声部は上声部と4度音程を形成するた和声を用いる。このことは時代の先取りを意味し、これがルネサンス盛期において最も中心的な書法となっていたのである。

## <マニフィカト>

この「マニフィカト」は12の部分に分けられている。これはグレゴリオ聖歌で唱和するやり方と同じ分け方である。それぞれの部分はフェルマータ（**停留の意**）記号でフレーズの区切りを促している。曲の開始句は従来、ミサ曲のグローリアやクレドと同じく司祭が唱える部分で、ダンスタブルはその習慣を踏襲した。曲全体はグレゴリオ聖歌のマニフィカトの雰囲気支配している。テキストはヴルガータ訳（**ラテン語**）「ルカによる福音書1・46-55」からとられたものである。その概略は次の通りである。イエスを受胎したマリアが、洗礼者ヨハネを先に身ごもっていた従姉のエリサベトを山里を越えてユダの町へ見舞いのために訪ねて来た。そしてエリサベトに声をかけた時、喜びで感激したエリサベトはマリアに喜びと感謝の挨拶をした。そしてその後マリアが発した神への感謝の言葉としてルカはこのマリアの歌（**マニフィカト**）を記している。これを教会は賛歌「マリアの歌」として典礼に用いている。この賛歌の冒頭句“マニフィカト”がそのままこの賛歌の名称となった。典礼においては教会の祈り（**聖務日課**）の晩の祈り（**ヴェスペレ**）において、毎日唱えられている。また教会歴では「聖母の訪問の祝日」として5月31日に祝われ、ミサでの福音朗読にはマニフィカトを含む「ルカによる福音書1・39-56」が使われる。

## 多声音楽の黄金時代

**ルネサンス（1400-1600）**はおびただしい多声音楽の名作群を有している。このため“**多声音楽の黄金期**”といわれる。音高やリズムを明確に記すことができる**白符定量記譜法**が確立したし、ヴェネツィアのペトルッチが楽譜印刷の技術を発明したことなどが、この時代の作曲技法発展に拍車をかけた。3度や6度音程によって形成された和声は、よりやわらかな響きが可能となった。これらの和声は4度や5度より複雑な比例数値をもつ新しい響きであった。3度は4：5と5：6、6度は3：5と5：8の比例数値をもつ。物理的には不完全協和音程であり、これらの3度と6度を土台にした和声と教会旋法 church mode の音組織によるルネサンスの多声音楽は、メロディ、リズム、ハーモニーの合体が始まり、豊かな表現力を得て展開していった。

ルネサンスの多声音楽は、フランドル（**現在のオランダ、ベルギー、フランス北部**）の北方的要素とイタリアの南方的要素が結びついてヨーロッパ各地に広がっていった。フランドルの有名作曲家をあげると次の通り。**オケヘム Ockeghem (c.1425-97)**

**デュファイ Dufay (c.1400-74)**、**ジョスカン・デ・プレ Josquin des Prez (c.1440-1521)**、**ヴィラールト Willaert (1480/90-1562)**、**アルカデルト Arcadelt (c.1500-68)**、**ラッソ Lassus (1532-94)** 等はイタリアでも活躍し、多くの影響を与えた。

## <世俗音楽>

ルネサンスにおいて楽器、特に弦楽器が発達し、多くの器楽曲も作曲されるようになった。多くの場合、教会音楽や世俗音楽の伴奏として活躍することになる。ルネサンス音楽研究に貴重な資料を与えてくれるもののひとつはこの時代の絵画である。多様な楽器を演奏している姿が示されているからである。楽器の存在、またその構造や演奏法などを知る重要な資料である。楽器復元作業にも役立っている。

声楽分野では**マドリガーレ**と**シャンソン**がある。これらは教会音楽と同様な質の高さを有したもので、ルネサンスの多声書法が余すことなく発揮された多声音楽である。無伴奏と器楽伴奏つきのものである。ルネサンス終りにはモノディ様式による独唱スタイル（器楽伴奏つき）のものも作られた。

16世紀、イタリア中心に発達した多声音楽である。おそらくマードレ（“母”の意）からきていると思われる。母国語の歌詞、つまり各民族言語による歌詞をもつ音楽で、イタリアからヨーロッパ各地に伝えられていった。フランドルやイギリスの作曲家も多数のマドリガーレの名曲を残している。イタリアではマレンツィオ **Marenzio** (1553-99) と彼から影響を受けた**モンテヴェルディ Monteverdi** <sup>イタリア</sup> (1567-1643) 等が有名である。モンテヴェルディはルネサンスの終りからバロックの初めに活躍した。

14世紀から16世紀に発達した多声音楽である。シャンソンはフランス語で“歌”を意味する。マドリガーレと同様フランドルの作曲家たちも作曲した。特に16世紀に入ってフランス的で個性豊かな作品が多くなった。代表的な作曲家は**ジョスカン Josquin des Prez** <sup>フランドル</sup> (c.1440-1521) と彼の弟子であった**ジャヌカン Jannequin** <sup>フランス</sup> (c.1485-1558) などである。

#### 教会音楽

このフランドル楽派が作った**パロディ・ミサ**といわれる有名な作曲技法がある。自作他作は問わないが、**既成の多声の世俗音楽**（シャンソンやマドリガーレ）の2声以上引用して作曲した**ミサ曲**のことである。テクニカルな遊び心あふれる聖と俗の混在を示す教会音楽といってよいだろうか……。

16世紀、ドイツにおける**ルターの宗教改革** (1517)、**イギリスの宗教改革**、そしてローマ市民を震撼させたドイツ軍によるローマの攻略 (1527) は、ローマの町とカトリック教会を不安と絶望に陥れる事件が相次いだ。それに対してカトリック教会の反撃と反省を示す反宗教改革が起こった。それを示すひとつがトリエント公会議 (1545-63) であった。この公会議で教会音楽についても改正や取り決めも多く行われた。その中にはパロディ・ミサの禁止や多声音楽の簡素化などもあった。こうした状況でヴァティカン内部のシステリーナ礼拝堂で奉職した音楽家のひとりが**パレストリーナ Palestrina** <sup>イタリア</sup> (c.1525-94) である。彼は104曲のミサ曲や他の多数の教会音楽、そして世俗音楽であるマドリガーレも多く残している。作品の多くが無伴奏で（器楽伴奏つきの教会音楽もある）、そうした無伴奏様式を指して**ア・カペラ a cappella 様式** といわれている。ローマ中心に用いられ、ローマ様式ともいわれる。



パレストリーナ

イギリスでは**英国宗教改革**（1533-34）により、それまで国教であったカトリック教会はアングリカンとカトリックに分かれてしまった。このアングリカンの誕生はイギリス独特の音楽書法を生み出していった。この時カトリックに止まった人も多かった。その人たちは迫害と困難の中でカトリック教徒としての立場を守った。そうしたひとりが作曲家が**バード Byrd**<sup>イギリス</sup>（c.1543-1623）である。王室からも寵愛と信望を受けていたバードは英国国教会の音楽を書く義務が命じられた。その結果、両派の教会音楽の名曲を残すこととなった。

他にはローマで学び活躍した**ビクトリア Victoria**<sup>スペイン</sup>（1548/50-1611）がいる。パレストリーナとともにヴェネツィアで行われていた**複合唱 cori spezzati**のスタイルも取り入れている。この華やかな教会音楽は器楽伴奏を持っていることが多い。

---

## フランドル楽派

### <フランドルとは>

フランドルとは西フランドル、東フランドル、アンベルス（アントウェルペン）、リンブルク、フラマン系ブラバントの北部5州のことをいった。西は北フランスと北海、南はベルギーのワロン人地区、北と東はオランダと接している地方である。歴史上のフランドルは現在と微妙に異なり、現在の**フランス、ベルギー、オランダの一部も含む地方**である。つまりベルギー西部からフランス北端にかけて、アルトワ丘陵とスヘルデ川との間にあって北海に沿う低地地方である。中世以来毛織物業が興隆し、13世紀以降国際的に評価され、ルネサンス時代には経済的な繁栄の頂点にあった。こうした中、多くのすぐれた職人や芸術家が育っていった。我が国ではフランドル<sup>フランス語</sup>よりフランダース<sup>英語</sup>という呼称の方がよく知られている。

### <フランドル画派>

15世紀初頭以降フランドル地方に興った美術の流派。特に絵画が重要で、油絵具の改良、丹念な写実、経験的合理主義の精神などを特徴としている。特にカンビン（c.1378-1444）、兄フーベルト・ファン・アイクと弟ヤン・ファン・アイク（c.1390-1441）は創始者の役目果たした。そのあとボス（c.1450-1516）、ブリューゲル（c.1525-69）、ルーベンス（1577-1640）とこの派はバロック時代まで続く。

### <フランドル楽派とは>

**ルネサンス（1400-1600）**のヨーロッパ音楽の一大勢力は、「フランドル楽派」であった。かつて「フランドル楽派」のことを「**ネーデルランド楽派**」と呼んでいた。しかし、これは適正な呼び方ではない。狭義のネーデルランド、すなわちオランダはプロテスタント地区ということになる。たしかに代表的なフランドル楽派のオブレヒト、クレメンス・ノン・パパ、スヴェーリンク等はオランダ出身ではあった。しかし、それ以外のフランドル楽

派の音楽家はほとんどスヘルデ川、北海、アルトワ台地、エノー、ブラバントなどに囲まれた南フランドル地方に生まれ、教育を受けていた。

「ブルゴーニュ楽派」もフランドル楽派と区別される。これは地域的にはブルゴーニュ公国とその属領であったフランドルのブルゴーニュ宮廷で展開された楽派である。

「フランドル楽派」はルネサンス期の音楽分野、すなわち教会音楽(モテトゥス、ミサなど)や世俗音楽(マドリガーレ、シャンソンなど)の多声音楽様式によっている。高度な多声音楽 polyphony 技法をヨーロッパ各地に広めていく楽派となる。その頃のヨーロッパ各地の音楽における要職は、ことごとくフランドル出身の音楽家が占めていたといっても過言ではない。特にイタリアの重要都市での活躍は目を見張るものであった。彼らは各地、各国の音楽を育む役目を果たし、16世紀後半になると各地に独自の楽派が誕生し、フランドル楽派の終りを告げていくこととなる。

#### <フランドル楽派が活躍した国>

**イタリア:** ジョスカン・デ・プレ、ヴィラールト、アルカデルト、チブリアーノ・デ・ローレ、ラツソ etc.

**フランス:** ブリュメル etc. フランス人の J. ムトン、グディメル、ジャヌカン etc.

**ドイツ:** イザーク、クレメンス・ノン・パパ、ラツソ etc. ドイツ人の A. アグリコラ etc.

**スペイン:** ゴンベール etc.

#### <フランドル楽派の世代区分>

##### 1. 1420-70年代

この世代はオケヘム Ockeghem<sup>フランドル</sup> (c.1425-97) に代表される。この時期は15世紀初期のイタリア、フランス、イギリスの書法の影響を受けている。そして特にブルゴーニュ楽派最大の作曲家デュファイ Dufay<sup>ブルゴーニュ</sup> (c.1400-74) の影響を受けた。特徴は各声部の均整のとれた書法で、調性原理の3和音を思わせる和声法が使われる。それは長短3、6度の和音を効果的に用いている。特に低声部の充足は立体的な音空間を形成している。

##### 2. 1447-70年代

この世代はジョスカン・デ・プレ Josquin des Prez<sup>フランドル</sup> (c.1440-1521) に代表される。彼は若いときにイタリアに行き、ローマ、ミラノで活躍する。そのためイタリア音楽の色々な要素の影響が見られる。あとフランスでも活躍した。すぐれた模倣様式の確立と、書法と表現の融合が見られる。

オブレヒト Obrecht<sup>フランドル</sup> (c.1450-1505)、イザーク Isaac<sup>フランドル</sup> (c.1450-1517)、ラ・リュエ La Rue<sup>フランドル</sup> (c.1460-1518)、ブリュメル Brumel<sup>フランドル</sup> (c.1460-c.1520) などが他

の代表作曲家である。

### 3. 1480-1510 年代

**クレメンス・ノン・パパ Clemens non Papa** フランドル (c.1510-c.1555)、ヴェネツィア活躍し、ヴェネツィア楽派の創始者**ヴィラールト Willaert** フランドル (1490-1562)、ヴェネツィアでヴィラールトの弟子となりマドリガーレの名作を残したフランドル出身の**チプリアーノ・デ・ローレ Cipriano de Rore** フランドル (c.1516-65)、**ゴンベール Gombert** フランドル (c.1500-c.1556)、**アルカデルト Arcadelt** フランドル (c.1500-68) が並ぶ。

### 4. 1520-40 年代

フランドル楽派最後の頂点は**ラッソ Lassus** フランドル (1532-94) であろう。まさしくこのフランドル楽派によって培われてきた書法を総括し、またその技法を駆使している。限りなくバロックへの近寄りを示し、ルネサンス末期絵画に現れたマニエリスムの傾向さえ感じられる。

ではフランドル楽派最後の音楽家は誰か？ **スヴェーリンク Sweelinck** フランドル(オランダ) (1562-1621) はこの楽派最後の人と見られている。一般にはプロテスタント系のオルガン音楽の祖として捉えられるが、そうした作品にもフランドル楽派の書法が見おられる。声楽曲も多数ある。153 曲の詩編歌、39 曲のモテトウス、33 曲のシャンソン、19 曲のマドリガーレ、8 曲のカノン等がある。

---

## ヴェネツィア楽派の誕生

### <複合唱の導入>

**ルネサンス (1400-1600)** のヨーロッパ音楽の一大勢力は、フランドル楽派であった。フランドルとは現在のベルギー、オランダ、北フランスにかけての地帯であるが、当時は経済的な繁栄の頂点にあり、多くの音楽家も育っていった。彼らのことをフランドル楽派といい、高度な多声音楽 polyphony 技法をヨーロッパ各地に広めた。その頃のヨーロッパ各地の音楽における要職は、ことごとくフランドル出身の音楽家が占めていた。彼らは各地、各国の音楽を育む役目を果たし、16 世紀後半になると各地に独自の楽派が誕生し、フランドル楽派の終りを告げた。

ヴェネツィアにフランドル楽派の音楽を持ち込んだのは、1527 年にサン・マルコ教会楽長になった **ヴィラールト Willaert** フランドル (1490-1562) であった。ヴェネツィア楽派の創始者としての重要人物になる。彼はイタリアのフェラーラ公の宮廷で活躍し (1522-25 年)、続いて 1527 年までミラノの大司教の礼拝堂歌手を務めていた。聖マルコ教会の優れた音響効果<sup>1)</sup> を利用して、**複合唱 cori spezzati** <分割された合唱> の手法による音楽を書いた。この手法は他の地域でもすでに用いられていたが、ヴェネツィア楽派の最大の特徴となるのである。これが協奏曲へとつながっていくからである。ヴェネツィア楽派はこうしてバロック時代に最盛期を迎える。交易の都市の名の通り、あちこちから入ってくる音楽を洗練して、華麗で国際的なヴェネツィア音楽が作られていった。

ヴェネツィアが同じローマ・カトリックに属しながら、総本山のローマより自由な立場にいられた。ローマは教皇庁の膝元にあつて、15世紀以来の宗教改革によるプロテスタントの台頭により簡素な典礼が推進されていた<sup>2)</sup>。一方ヴェネツィアは共和国で、教皇庁の思惑から常に離れて自由を謳歌した。教皇庁指定の発禁本でさえここでは出版されていた<sup>3)</sup>。異端的な国家だった。

#### [注]

<sup>1)</sup> 主祭壇内部左右の上部に2台のオルガンが設置されている。そして合唱隊や演奏のためのバルコニーが多数あり、残響のコンディションも優れている。

<sup>2)</sup> 宗教改革に対する反宗教改革（カトリック側の反省と巻き返し）の結果であるトリエント公会議（1545-63）において教会音楽についての取り決めも行われ、パレストリーナのようなローマ楽派の清楚な音楽をその規範とした。これはア・カペラ *a cappella* イタリア（礼拝堂のためのという意味）様式といわれ、一般に無伴奏様式の合唱曲を指していわれている。

<sup>3)</sup> カトリック教会の禁書目録に入っていたルター、エラスムス、マキアヴェリ（マキアヴェリ）の書籍も自由に出版され、自由に手に入った。ヴェネツィア人は、カトリック教徒であるが独特の立場をとっていた。総督は司教から戴冠するのではなく、補佐官の最年長者から。当時、サン・マルコ教会は司教が治める司教座聖堂＝大聖堂ではなく、面目は総督の私設礼拝堂であった。寄せられる莫大な寄進も共和国が管理し、教会の権力から常に自由であった。因みに現在はカテドラルとなっている。

#### <声楽と器楽のコンチェルト>

ヴィラールトはヴェネツィアで何人かのイタリア人の音楽家を育てた。その中に**アンドレア・ガブリエリ Andrea Gabrieli (c.1510/20-86)** がおり、彼は**ジョヴァンニ・ガブリエリ**の叔父で、62年にはドイツに行き、フランドル楽派最後の大作曲家**ラッソ Lasso (1532-94)** の教えも受けている。サン・マルコの第1オルガニストにやっと85年に採用試験に受かった。子供がいなかったようで甥のジョヴァンニの教育に意を用いた。彼の教会音楽は、大胆で色彩的な複合唱の手法を駆使している。

ローマ楽派の**パレストリーナ Palestrina (c.1525-94)** が古い形の対位法を守り声楽中心に作曲したのに対して、ヴェネツィア楽派は各声部が独立した線の動きとしての対位法ではなかった。主旋律に対して和声機能を持ち、2台のオルガン、華麗な合唱と金管アンサンブルを配したバロック初期の音楽を作り上げたのである。

水の都ヴェネツィアは光と影の街といわれる。この街並を太陽の光りに照らされてみるコントラストは協奏曲の独奏 *solo* と総奏 *tutti* に彩られる楽章を思わせる。月の光りに照らされた運河と家々の趣はまさしく2楽章の緩徐楽章か。この都から多くの協奏曲が生まれているのもわかるような気がする。それとポー川はクレモナから常にヴェネツィアに弦楽器の名器をもたらし続けた。このような状況の中でのサン・マルコ教会はまさしく音楽の檜舞台、オルガンはまさしく楽器の王座を占めた。

#### 「バロック」の概念

**バロック Baroque** はポルトガル語の **barroco** **バホーコ**（粘土とかぐにやっとした意からいびつ（いびつ）の真珠の意に転じたようである）に由来するフランス語といわれている。それはフランス古典派の人が、この時代の建築様式を奇妙、異様で悪趣味だと考え、悪口として**バロック**

**baroque** を用いた（フランス語 **baroque** を経て英語でも **baroque** となった）。そして建築や美術様式、時代概念として浸透していった。音楽にも使われたのは 20 世紀の初め頃である。

バロックの語源には他の説もある。そうしたひとつにバロック様式の先駆者といわれる画家バロッチ **Barocci** イタリア（1528-1612）の名と以上述べたポルトガル語 **barroco** の語義が重なったという説である。

#### <ひとつのバロック現象>



左：バロッチ **Barocci** イタリア（1528-1612）“イエスの誕生”134x105cm スペイン、マドリッド、プラド美術館所蔵 1597年制作

右：グレコ **El Greco** スペイン（1541-1614）“衣服を剥奪されるキリスト”285x173cm スペイン、トレド・カテドラル（香部屋美術館）所蔵 1577-79年制作

：両作品にルネサンス後期から現れたマニエリスモがみられる

バロックはルネサンスと引き続いてイタリア、フィレンツェが発祥の地となった。そして絶対王政確立過程で、スペイン、フランドル、オランダなどでも展開されていった。王宮や貴族の館が豪壮になり、華やかな家具調度や美術品で飾られた。カトリック教会では説教より芸術でというキャッチフレーズのもとに理解しやすい作品が生まれていった。ルネサンスの宗教改革（1517）や加えて1527年ドイツ皇帝カール5世の軍隊によるローマの攻略（略奪）が、ローマ市内の壊滅的な損害はカトリック教会側に大きな打撃を与えた。そうした社会的荒廃によって信仰から離れた人の心を信仰に戻そうとした。バロックは宗教改革に巻き返しをする徹底的な反宗教改革の文化といえよう。やや禁欲的で簡素なプロテスタンテ

イズムの精神に対抗するかのように華麗なバロック芸術が生み出されていった。反宗教改革はカトリック側の動きであるが2つの面があった。その一つはルターの宗教改革に即してカトリック側の反省面、すなわち**トリエント公会議**（1545-63）が示すより簡素で端正な教会のあり方をめざそうというものであった。もう一つはそうした動きとは反対に豪華絢爛たる芸術をめざす動きであった。

バロックは一種の爆発現象ともいえ、ある時は激しくある時は穏やかにと劇的な表現によるパトス（情念）の世界が展開された。このことはすべての分野の芸術にいえよう。バロック芸術は信仰を目に見える形で表現しようとする美術、建築から始まった。プロテスタントはむしろ目に見える教会美術や建築芸術を軽視した。

代表的なバロック建築・美術はローマにある聖ペトロ大聖堂の広場と柱廊、内部の主祭壇の天蓋とその奥上部“聖ペトロの聖座”と装飾部分、ナヴォーナ広場中央の“河の噴水”と南側の“ムーア人の噴水”、サンタ・マリア・デッラ・ヴィットリア教会の“聖女テレサの法悦”、サン・フランチェスコ・ア・リパ教会の“福女ルドヴィカ・アルベルトーニ”（すべてベルニーニ作）。フランスではヴェルサイユ宮殿など。

画家としてはカラヴァッジョ、グレコ、ルーベンス、ベラスケス、レンブラントなど。そして科学者ガリレイや物理学者・天文学者・数学者ニュートン、哲学者デカルト、パスカル、スピノザが活躍する時代であった。

この時代の文学も多彩である。筆者にはぱっと次のような作品が頭をよぎる。それはセルバンテス<sup>スペイン</sup>（1547-1616）「ドン・キホーテ」（第1部1605年完成）、デフォー<sup>イギリス</sup>「ロビンソン・クルーソー」（1719年出版）、スウィフト<sup>イギリス</sup>（1667-1745）「ガリヴァー旅行記」（1626年完成）、プレヴォー<sup>フランス</sup>「マノン・レスコー」（1731年出版）などである。これらはやや風変わりな作品には見えるが、バロックと深く結びついた側面をもっている。それぞれは全く違った個性もつようにも見えるが、それはバロックの概念の広さと深さを示している。ここで論点となる「マノン・レスコー」はたいへん人間的な題材をとっている。我々が生きる時代とは全く違った時代なのに、色あせたものは感じられない。そのためか19世紀にはオペラに、20世紀に3回もこの原作に基づく映画も制作されたことも頷けるのである<sup>1)</sup>。

#### <注>

- 1) 情婦マノン(1948) フランス：アンリ・ジョルジュ・クルーゾー監督  
恋のマノン(1971) フランス：ジャン・オーレル監督  
マノン・レスコー（不明）ドイツ：ビート・シャッハ／カール・グルーネ監督

音楽に時代概念として適応されたのは20世紀に入ってからである。音楽史のバロックは1600-1750年と区分される。当然のことながらフランス人はバロックよりヴェルサイユ楽派という語を好んで使っていた。この時イタリアは音楽大国となりヨーロッパ全体を制覇した。それは先ず聖俗を2分する**オラトリオ**と**オペラ**を誕生させ、協奏曲、そしてカンタータとソナタ生み出した。これらは後々まで続く重要音楽分野が並び立つことになった。あと**楽器制作**（鍵盤楽器、クレモナでの弦楽器）、ヴェネツィアでの**楽譜印刷**、作曲家や演奏家の活躍は目を見張るものであった。そのよすがは今も世界中で用いられるイタリア語による**音楽用語**（ex. 強弱を示す f、p、速度を示す *andante*、*allegro* などなど）に見られる。

総合的にみるとお洒落ではあるが華美でやや厚化粧な文化でもあった。宮廷では男性も白塗り、つけぼくろやカツラが流行した。

## バロックの音楽像

バロック音楽はイタリアから発信されていったといっても過言ではない。先ず音楽分野では聖俗を2分する**オラトリオ oratorio** イタリア語と**オペラ opera** イタリア語を誕生させ、**協奏曲 concerto** イタリア語、そして声楽曲としての**カンタータ cantata** イタリア語と器楽曲としての**ソナタ sonata** イタリア語を生み出した。こうして後々まで続く重要音楽分野が並び立つこになった。

バロック時代の音楽様式は、2つあるといえるだろう。ひとつは**ゴシック**と**ルネサンス**の**多声音楽 polyphony**を引き継いだ形での**多声的音楽 polyphonic**と新しく成立した**モノディ音楽 monody**である。

多声的様式の書法上の根本技法は、**対位法 counterpoint**。しかし、バロック時代に確立された**調性 tonality**による和声機能を存分に駆使した**和声的対位法**が使われる。その究極の形式が**フーガ fuga** イタリア語で、中世、ルネサンスの対位法の伝統を結集したものである。フーガはバロック音楽にのみその個性とパワーを発揮して、衰退していった。だが、バロック音楽の一般的な様式である多声的様式は、最高声部と最低声部(**通奏低音 basso continuo** イタリア語)に特に関心が持たれ、ルネサンスより柔軟な多声音楽、すなわちバロック特有の**多声的様式 polyphonic**であったといえる。そうした様式から生まれ出たのが**モノディ様式**であった。

モノディ様式はソロ部と伴奏部との組み合わせによって形成される様式である。これによって**レチタティーヴォ recitativo** イタリア語と**アリア aria** イタリア語を生み出した。これによってオペラが可能になった。これはフィレンツェのカメラータ camerata によって提唱され、生み出されたものである。伴奏部では**通奏低音 basso continuo** イタリア語が特徴的である。

バロック時代の音楽は、フーガのような純然たる対位法音楽を除いて通奏低音による演奏形態が固持される。あと規則的なリズムやイタリア語による**標記記号**(ex. **p**、**f**、**andante**、**dolce**……etc.)も用いられ始まる。

バロック時代は、声楽作品のみならず器楽作品が花開く時代でもある。それは多くの楽器が発達し、生み出された時代であったことを示す。**鍵盤楽器 keyboard instrument**と**弦楽器**において特に顕著である。**鍵盤楽器**(キーボード)は**オルガン organo** イタリア語、**チェンバロ cembalo** イタリア語(=ハープシコード harpsicord 英語=**クラヴサン clavecin** フランス語)、**クラヴィコード clavicordo** イタリア語と多彩である。**弦楽器**はルネサンスから引き継いで用いられた**ヴィオール** フランス語族(ソプラノ・ヴィオール、テノール・ヴィオール、バス・ヴィオール=**ヴィオラ・ダ・ガンバ viola da gamba** イタリア語)、**リュート族**(リュート、テオルボ、キタローネ、**マンドリン**)、現在でも普及している**ヴァイオリン族**(**ヴァイオリン**、**ヴィオラ**、**チェロ**、**コントラバス**)。これらの楽器はイタリアのクレモナで世界の名器といわれる名品がどんどん制作され、ポー河を経てヴェネツィアにもたらされた。そしてヴィオール族はヴァイオリン族に取って代われ、姿を消すこととなる。

バロック年表（音楽と一般）：1600-1750年

音 楽	年	一 般
フィレンツェでオペラ誕生： <a href="#">ペーリ</a> Peri <small>イタリア</small> (1561-1633)「 <a href="#">ダフネ</a> 」初演(殆ど消失) <b>史上最初のオペラ</b>	1597	日本26聖人殉教：長崎西坂においてキリシタン最初の殉教
<a href="#">ペーリ</a> ：オペラ「 <a href="#">エウリディーチェ</a> 」初演 ローマでオラトリオ誕生： <a href="#">カヴァリエーリ</a> Cavalieri <small>イタリア</small> (c.1550-1602) 史上最初のオラトリオ「魂と肉体の劇」初演	1600	ギルバート <small>イギリス</small> 「磁石」(磁気学、電気学の礎)出版 関ヶ原の合戦 <b>徳川家康</b> 、日本の支配権を得る家康は朱印船を東南アジア諸国へ派遣豊後にリーフデ号漂着家康は船員からオランダとイギリスの情報を得る
<a href="#">カッチーニ</a> Caccini <small>イタリア</small> (c.1550-1618)「新しい音楽」(“ <a href="#">麗しのアマリツリ</a> ”を含む)出版	1601	
	1602	<a href="#">シェークスピア</a> <small>イギリス</small> ：「 <a href="#">ハムレット</a> 」
	1603	ジェイムズ I 世 <b>英国王</b> 即位(～25 在位) <b>徳川家康</b> ：江戸幕府を開く
	1604	<a href="#">ガリレイ</a> <small>イタリア</small> 落体の法則発見
<a href="#">ベネヴォリ</a> Benevoli <small>イタリア</small> (1605-72) 生	1605	<a href="#">セルバンテス</a> <small>スペイン</small> (1547-1616)「 <a href="#">ドン・キホーテ</a> 」第1部完成
<a href="#">モンテヴェルディ</a> Monteverdi <small>イタリア</small> (1567-1643) オペラ「 <a href="#">オルフェオ</a> 」初演	1607	
	1609	<a href="#">ケプラー</a> <small>ドイツ</small> ：天体(惑星)運動の法則発表
<a href="#">モンテヴェルディ</a> 聖母マリアの祝日のための「6声部のミサ曲“イン・イロ・テンポレ”」と「 <a href="#">聖母マリアの晩課</a> 」① <b>教皇パウロ5世</b> に献呈、 <b>ヴェネツィア</b> で出版	1610	
<a href="#">ジョヴァンニ・ガブリエリ</a> G.Gabrieli <small>イタリア</small> (1554/57-1612) 没	1612	ルーブル宮殿造営開始(～1690 完成)
	1613	<b>徳川家光</b> 鎖国令(～1867 明治維新)
<a href="#">ジョヴァンニ・ガブリエリ</a> 「シンフォニア・サクラ第2巻」(“ <a href="#">角</a>	1615	

笛を吹き鳴らせ”を含む)出版		
	1616	家康の死にともない日光東照宮起工
	1621	フェリペ4世 <span>スペイン</span> 国王即位
	1626	スウィフト <span>イギリス</span> (1667-1745) 「ガリヴァー旅行記」完成
シュッツ Schuetz <span>ドイツ</span> (1585-1672) オペラ「ダフネ」初演 ドイツ・オペラ成立	1627	
	1628	キリシタン踏み絵始まる(～1857)
	1630	ボストン市創設
リュリ Lully <span>イタリア-フランス</span> (1632-87) 生 モンテヴェルディ: 司祭になる(65歳)	1632	ガリレイ「天体時計」(地動説)発表 33年異端尋問で有罪
公開オペラ劇場の開始(ヴェネツィア) ブックスフーデ Buxtehude <span>ドイツ</span> (1637-1707) 生	1637	デカルト <span>フランス</span> 「方法叙説」出版
アッレグリ Allegri <span>イタリア</span> (1582-1652) 「ミゼレレ」作曲	1638	
モンテヴェルディ: オペラ 「ウリッセの帰還」初演	1640	清教徒革命勃発(～60)
モンテヴェルディ: 遺作オペラ「ポッペアの戴冠」初演	1642	レンブラント <span>オランダ</span> 「夜警」
	1643	ルイ14世 <span>フランス</span> 王即位(～1715在位)
弦楽器制作者ストラディヴァリ <span>イタリア</span> (1644-1737) 生	1644	
	1646	ベルニーニ <span>イタリア</span> 「聖テレサの法悦」
キルヒャー <span>ドイツ</span> 「音楽汎論」出版	1650	ハーヴァート大学創立
コレツリ Corlli <span>イタリア</span> (1653-1713) 生 パツヘルベル Pachelbel <span>ドイツ</span> (1653-1706) 生	1653	
	1656	ベラスケス <span>イタリア</span> 「ラス・メニーナス(宮廷の侍女たち)」ベルニーニ <span>イタリア</span> サン・ピエトロ大

		聖堂広場の大柱廊制作
パーセル Purcell <small>イギリス</small> (1659-95) 生	1659	
	1667	ミルトン <small>イギリス</small> 「失樂園」出版
クーラン Couperin <small>フランス</small> (1668-1733) 生	1668	モリエール <small>フランス</small> 「守銭奴」出版
	1670	パスカル <small>フランス</small> (死後) 「パンセ」出版
リュリ: 「テ・デウム」初演	1677	
ヴィヴァルディ Vivaldi <small>イタリア</small> (1678-1741) 生 (作品 ex. 「グローリア ニ長調 RV589」作曲・出版年不明)	1678	
テレマン Telemann <small>ドイツ</small> (1681-1767) 生	1681	ボシュエ <small>フランス</small> 「世界史論」出版
ビーバー Biber <small>オーストリア</small> (1644-1704) 「53 声部のミサ」初演 (従来はベネヴォリ作とされていた)	1682	
ラモー Rameau <small>フランス</small> (1683-1764) 生 パーセルオペラ「ディドーとアエネアス」初演か	1683	ヴィーントルコの包囲より解放
	1684	ヴェルサイユ宮殿完成
バッハ J.S.Bach <small>ドイツ</small> (1685-1750) 生 ヘンデル Händel <small>ドイツ-イギリス</small> (1685-1759) 生 ドメニコ・スカルラッチェ D. Scarlatti <small>イタリア</small> (1685-1757) 生 (作品 ex. c.600 曲のクラヴィア・ソナタ 作曲・出版年不明)	1685	
	1687	ニュートン <small>イギリス</small> : 「自然哲学の数学的原理」(万有引力、運動の3法則を含む) 出版
	1688	元禄時代 (1688/9/30 ~ 1704/3/13)
	1689	
ヴェルクマイスター 「新音律論」発表	1690	ロック <small>イギリス</small> 「人間悟性論」出版
	1701	エール大学創立

プロサール <sup>フランス</sup> 「音楽事典」編集	ヴィヴァルディ: 司祭になる	1703	
ペルゴレージ Pergolesi <sup>イタリア</sup> (1710-36) 生	フリーデマン・バッハ W.F.Bach <sup>ドイツ</sup> (1710-84) 生	1710	
ヴィヴァルディ: 協奏曲集「調和の靈感 RV522」出版		1711	
バッハ: ヴィヴァルディの協奏曲 10 曲編曲		1713	
グルック <sup>ドイツ</sup> (1714-87) 生	エマヌエル・バッハ C.P.E.Bach <sup>ドイツ</sup> (1714-88) 生: バッハ次男	1714	ライプニッツ <sup>ドイツ</sup> 「单子論」出版
クーラン: カンタータ「聖水曜日朝課の朗読」初演			
		1719	デフォー <sup>イギリス</sup> 「ロビンソン・クルーソー」出版
ラモー: 「和声論」出版	マッテゾン J.Mattheson <sup>ドイツ</sup> (1681-1764)「音楽批評」創刊	1722	
ラモー: 「運指教則本付きクラブサン曲集」(ex.“鳥のさえずり”を含む) 出版		1724	
		1726	スウィフト <sup>イギリス</sup> 「ガリヴァー旅行記」出版
バッハ: 「 <a href="#">マタイ受難曲 BWV244</a> 」初演			
ヴィヴァルディ: オペラ「怒れるオルランド RV728」初演		1727	
ソレル Soler <sup>スペイン</sup> (1729-83) 生		1729	
		1731	プレヴォー <sup>フランス</sup> : 「 <a href="#">マノン・レスコー</a> 」出版
ペルゴレージ: オペラ「妹に恋した兄」初演	ハイドン <sup>オーストリア</sup> (1732-1809) 生	1732	
テレマン: 「食卓の音楽」出版	ペルゴレージ: オペラ「女中奥様」初演	1733	
ペルゴレージ「 <a href="#">スタバート・マーテル</a> 」作曲		1736	
ラモー: オペラ・バレー「へべの祭典」初演		1739	ロシア船安房沖に来航

ヘンデル:オラトリオ「メサイア HWV56」初演	1742	
エマヌエル・バッハ「ヴィオラ・ダ・ガンバと通奏低音のためのソナタ ハ長調」出版 ラモー:オペラ「プラテー」初演	1745	
	1747	サン=スーシ宮殿完成
ヘンデル:「王宮の花火 HWV351」初演	1749	フランクリン <sup>アメリカ</sup> :避雷針の発明 ゲーテ Goethe <sup>ドイツ</sup> (1749-1832) 生
サリエリ <sup>イタリア</sup> (1750-1825) 生 バッハ死去	1750	
	1751	フランス「百科全書」刊行開始
ブフォン戦争(～1754 フランス音楽対イタリア音楽の論争←ラモー vs ペルゴレージ)	1752	
モーツァルト <sup>オーストリア</sup> (1756-91) 生	1756	
ヘンデル死去	1756	
ベートーヴェン <sup>ドイツ</sup> (1770-1827) 生	1770	
	1781	カント <sup>ドイツ</sup> :「純粹理性批判」発表
エマヌエル・バッハ:「クラヴィア・ソナタ第1番」出版	1785	

## 「古典派」の概念と音楽

古典派 **Classicism** はラテン語の **classicus** (“模範的な”とか“正統的な”の意。具体的には古代ローマ社会における6つの階級の“最高位(納税者階級)”を指す) から由来する語である。つまり、古代ギリシャ・ローマ芸術を正統的で模範的なものと捉えるという考えから出た概念である。絵画、建築、彫刻、音楽、文学において、このギリシャ・ローマの美的概念が取り入れられた時代ともいえる。これは19世紀の人たちの見解で、**古典派時代(1750-1820)**の芸術を均斉の取れた理性的なものと考えた。それは自由になり過ぎたロマン派時代(1820-1900)の人々の自省でもあった。その起因は、ポンペイの発掘(1748年)や古代の研究(ex. ヴィンケルマン「古代芸術史」1764年)などが盛んになり、そうしたブームから啓発されたと

思われる。

<古代ローマの文化>



左：イタリア、ポンペイの遺跡、円形闘技場（BC.80年） 2001年2月21日見学

右：“円盤投げ”（4世紀にオリジナルから複製されたもの） ローマ国立美術館（palazzo massimo）所蔵－写真では茶色に見えるが実物は白の美しい大理石 2001年3月8日見学

古典派時代は**啓蒙思想**（17c後半～18c）の盛んな時で、**フランス革命**（1789～99）は、ひとつの時のしるしでもある。美術ではダヴィッドやアングルの絵画、建築ではエトワール凱旋門などが代表的である。文学ではいち早くフランスで起こり、ラシーヌ、コルネイユ、モリエールらの王朝風文学を生んだ。フランスの影響を受けてイギリス、そしてドイツでは国民文学の成立に向かっていった。レッシングに始まり、クロプシュトック、ヴィーランド、ヘルダー、ゲーテ、シラー等が続いた。そして**疾風怒濤 Sturm und Drang**の動きへと引き継がれた。

<トルコ風呂>



アングル(1780-1867)はフランスの新古典派の画家といわれる。これが音楽の古典派と対応するかどうかは分からないが、ここにも音楽の世界で流行した異国情緒、すなわち“トルコ風”が見られる。

<エトワール凱旋門>



シャルグラン Jean-Francois-Therese Chalgrin フランス (1739-1811) の設計に基づき 1806 年に着工、ナポレオン政権の崩壊により中断、工事開始から 30 年を経て 1836 年に完成

またドイツ観念論の哲学、つまりカント、フィヒテ、ヘーゲル、シェリングなどが活躍した特にカントの説く“理性の權威の再主張”に影響されて、美術家、建築家、作曲家、作家たちは古代文明に創作の刺激と拠り所を求めていった。古代ギリシャ・ローマの遺産を模倣するのではなく、むしろそれらの芸術に見出される本質を捉えようとした。それは均衡、秩序ある論理、洗練と単純・節度ある表現様式などを創作理念としていこうとするものであった。「古典派」は「[バロック](#)」や「[前古典派](#)」の反動として誕生し、そしてそれらと完全に異なるものでもある。「バロック」の末期中心に爆発現象がおさまったかのように、「前古典派」を経て現れた。

[バロック](#)まで続いた**多声音楽様式 polyphony**は古典派時代で姿を消す。ここで現れる様式は**和声音楽様式 homophony**ある。バロックの複雑さから単純さへの転換があった。声部の数に制約されず、音の垂直の次元に重点の置かれた様式の音楽である。和音の連結によって有機的音楽構成を可能にした。ベートーヴェンにおいてはその極に達する。古典派の産物、交響曲や弦楽四重奏曲などはこのホモフォニーによって確立されることになる。そして教会音楽、オペラも大きく姿を変えていく。そうした音楽形態を支えていくこの時代に誕生する**調性原理 tonality**に基づく**ソナタ形式**と**ロンド形式**は、均斉ある楽曲形式、論理的な構成原理といえる。特にソナタ形式によってバロックから始まった**独奏ソナタ**、**二重奏ソナタ**をはじめ**ピアノ三重奏曲**、**弦楽四重奏曲**、**交響曲**、**協奏曲**などは構築的な構成で包まれることとなった。これこそ古典派理念に最も合致する形式ではなかろうか。そしてこの時代に活躍したヴィーン楽派といわれる[ハイドン](#)、[モーツァルト](#)、[ベートーヴェン](#)の音楽はまさしく古典派そのものであり、規範にすべき芸術と考えられた。

それにしても悪口としてシニカルな見地でつけられた過去の時代名、例えば[ロマネスク](#)

(大胆過ぎる)、[ゴシック](#) (野蛮な)、[バロック](#) (いびつの真珠) とは違って、古典派 Classicism というネーミングは最高のほめ言葉であり、最高のネーミングであったようだ。

### 古典派年表 (音楽と一般) : 1750-1820 年

音 楽	年	一 般
<a href="#">バッハ</a> J.S.Bach <small>ドイツ</small> (1685-1750) 没	1750	
	1751	フランス「百科全書」刊行開始 (~1772)
パリで <b>ブフォン戦争</b> (~1754 フランス音楽対イタリア音楽の論争 ← <a href="#">ラモー</a> vs <a href="#">ペルゴレージ</a> )	1752	<a href="#">フランクリン</a> <small>イギリス</small> 雷が電気であることを証明
	1755	モスクワ大学、ペンシルヴェア大学創立
<a href="#">レオポルト・モーツァルト</a> 「ヴァイオリン教程」出版 <a href="#">モーツァルト</a> Mozart <small>オーストリア</small> (1756-91) <a href="#">ザルツブルク</a> で誕生	1756	
<a href="#">ピッチニ</a> Piccinni <small>イタリア</small> (1728-1800) オペラ「良い娘」ローマで初演	1760	
<a href="#">モーツァルト</a> 最初の作曲「クラヴィア曲 K.1a~f」(5-6歳 1762)	1761	
<a href="#">エマヌエル・バッハ</a> C.P.E.Bach <small>ドイツ</small> (1714-88) ミラノからロンドンに移住 <a href="#">グルック</a> Gluck <small>ドイツ</small> (1714-87) オペラ「オルフェオとエウリディーチェ」(イタリア語) ヴィーンで初演 <a href="#">モーツァルト</a> : <a href="#">ヨーロッパ旅行開始</a> (6歳)	1762	<a href="#">ルソー</a> <small>フランス</small> 「社会契約論」「エミール」出版
<a href="#">モーツァルト</a> <a href="#">パリ</a> で演奏 (ヴェルサイユ宮殿など)	1763	<a href="#">フーベルツブルク</a> の和約およびパリ講話条約による七年戦争の終結
<a href="#">モーツァルト</a> <a href="#">ロンドン</a> で演奏	1764	ロシア=プロイセン同盟が成立
<a href="#">ハイドン</a> Haydn <small>オーストリア</small> (1732-1809) エステルハーージ宮廷楽長に就任 <a href="#">サリエリ</a> Salieri <small>イタリア</small> (1750-1825) ガスマンの弟子となりヴィーンに移る ドロットニングホルム王立歌劇場落成 (ストックホルム)	1766	

ルソー「音楽辞典」刊行	1768	
モーツァルト: <a href="#">イタリア旅行</a> (~1771)	1769	ワット <sup>イギリス</sup> ニューコーメンの蒸気機関を改良
<a href="#">ベートーヴェン</a> Beethoven <sup>ドイツ</sup> (1770-1827) <a href="#">ボンで生</a>	1770	オーストリア皇女マリー・アントワネット、フランス第1王太子(後のルイ16世)と結婚
ハイドン「交響曲第43-47番 Hob.1-43~47」作曲 < <a href="#">シュトゥルム・ウント・ドラング</a> 疾風怒濤>	1772	プロイセンとロシアによる第1次ポーランド分割 コロレド伯爵 <sup>オーストリア</sup> ザルツブルク大司教に
<a href="#">サリエリ</a> ガスマンの後任としてウィーン宮廷作曲家と宮廷劇場指揮者に就任	1774	ゲーテ <sup>ドイツ</sup> 「若きヴェルテルの悩み」出版(最初の<シュトゥルム・ウント・ドラング疾風怒濤>運動の文学)
	1776	スミス <sup>イギリス</sup> 「国富論」出版 ギボン <sup>イギリス</sup> 「ローマ帝国衰亡史」第1巻出版(~1788) アメリカ独立宣言
モーツァルト <a href="#">マンハイム</a> を訪問	1777	
モーツァルト <a href="#">パリ</a> を訪問 ミラノ・スカラ座がサリエリ「気に入られたエウローパ」でこけら落とし ヨーゼフ2世がブルク劇場でドイツ国民ジングシュピールを確立	1778	
	1780	オーストリア、マリア・テレジア没、子ヨーゼフ2世が継ぐ
モーツァルト <a href="#">ザルツブルク大司教と決裂、ウィーンに定住</a>	1781	カント <sup>フランス</sup> 「純粋理性批判」出版、シラー:「群盗」出版
モーツァルト:オペラ「 <a href="#">後宮からの誘拐</a> K.384」(ドイツ語)ウィーンで初演、 <a href="#">コンスタンツェ</a> と結婚	1782	ルソー <sup>フランス</sup> 「告白」出版
モーツァルトハイドン・セット「弦楽四重奏曲 K.387、417b、421b、458、464、465」(1782~85作曲)出版 歌曲「すみれ K.476」作曲	1785	
モーツァルトオペラ「 <a href="#">フィガロの結婚</a> K.492」ウィーン	1786	

で初演		
モーツァルトオペラ「 <a href="#">ドン・ジョヴァンニ K.527</a> 」プラハで初演	1787	
サリエリ: G. ボンノの後任としてウィーン宮廷楽長に就任(～1824)	1788	ゲーテ <sup>フランス</sup> 「エグモント」出版
モーツァルト最後の3つの交響曲「第 39 番 K.543、第 40 番 K.550、第 41 番 K.551」作曲	1789	フランス革命(～99)
モーツァルトオペラ「 <a href="#">コジ・ファン・トゥッテ K.588</a> 」ウィーンで初演	1790	ヨーゼフ2世没、レオポルト2世が即位
モーツァルトオペラ「テイト帝の慈悲 Op.621」(プラハ初演) オペラ「 <a href="#">魔笛 K.620</a> 」(ドイツ語)ウィーンで初演 「 <a href="#">レクイエム K.626</a> 」未完成、 <a href="#">ウィーンで没</a> (35歳)	1791	
ベートーヴェンウィーンに定住	1792	スエーデン王グスタフ3世暗殺。レオポルト2世没、フランツ2世が即位 フランス君主制を廃し共和制を宣言
	1793	ルイ16世、マリー・アントワネット処刑 イギリス、オランダ、スペイン、ポルトガル、ナポリ王国、トスカーナ大公国および神聖ローマ帝国(962-1806)がフランスに宣戦布告
ハイドン第2回イギリス訪問(～1795)、このために「交響曲第99-104番 Hob.1-99～104」作曲(1793～95)	1794	
ベートーヴェン「ピアノ協奏曲第1番 Op.15、第2番 Op.19」ウィーンで初演 歌曲「優しき愛 WoO123」作曲	1795	
	1797	ヴェネツィア共和国(697-1797)の滅亡 サド <sup>フランス</sup> 「悪徳の栄え」出版
サリエリベートーヴェンに声楽書法を教える(～1803) ハイドンオラトリオ「 <a href="#">天地創造 Hob.21-2</a> 」(ウィーン初演)	1798	ジェンナー <sup>イギリス</sup> 天然痘ワクチン理論を出版

ベートーヴェン:「ピアノ・ソナタ第8番“悲愴”Op.13」作曲		
	1799	フランス、ナポレオン・ボナパルト第1執政の執政政府(～1804) エジプトでロゼッタ・ストーンを発見
ベートーヴェン「交響曲第1番 Op.21」(ヴィーン初演)	1800	
ハイドン:オラトリオ「四季 Hob.21-3」(ヴィーン初演)	1801	
	1802	フランスとオーストリアのアミアン和約締結
ベートーヴェン「交響曲第3番“英雄”Op.55」作曲	1803	
ベートーヴェンオペラ「フィデリオOp.72」作曲開始(～1814 3回改作) 「ピアノ・ソナタ“熱情”Op.57」作曲開始(～1805)	1804	ナポレオン <sup>フランス</sup> :ローマ教皇ピオ7世によりパリで皇帝ナポレオン1世として戴冠 シラー <sup>ドイツ</sup> :「ヴィルヘルム・テル」執筆
ベートーヴェン「交響曲第4番 Op.60」 「ヴァイオリン協奏曲 Op.61」作曲	1806	
ベートーヴェン「交響曲第5番 Op.67、第6番 Op.68」作曲、ヴィーンで初演。 「合唱幻想曲 Op.80」作曲	1808	フランス、ローマを占領しスペインにも侵攻 ゲーテ <sup>フランス</sup> :「ファウスト」第1部を出版
ベートーヴェン「ピアノ協奏曲第5番“皇帝”Op.73」作曲	1809	
ヴィーン楽友協会設立	1812	ナポレオンのロシア遠征、モスクワ占領と撤退
ベートーヴェンオペラ「フィデリオ Op.72」最終稿をヴィーンで初演	1814	ナポレオンの退位とエルバ島に流刑
ベートーヴェン「ピアノ・ソナタ“ハンマー・クラヴィア”Op.106」作曲	1818	キーツ <sup>イギリス</sup> 「エンディミオン」出版、シェリー:「フランケンシュタイン」執筆
ロンドンのフィルハーモニック・ソサエティー演奏会で初めて指揮棒使用。ピアノに初めて鉄製の枠使用	1820	ラマルティーヌ <sup>フランス</sup> :「瞑想詩集」出版

ベートーヴェン最後の「ピアノ・ソナタ Op.110、Op.111」作曲	1822	
ベートーヴェン後期の「弦楽四重奏曲 Op.127、Op.130、Op.131、Op.132、Op.133、Op.135」作曲開始(～1826) 「 <a href="#">荘厳ミサ Op.123</a> 」完成(1819～23)	1823	プーソキン <sup>ロシア</sup> :「エヴゲニー・オネーギン」着手(～1830)
ベートーヴェン:「 <a href="#">交響曲第9番“合唱”Op.125</a> 」完成(1822～24) ウィーンで初演。「 <a href="#">荘厳ミサ Op.123</a> 」ペテルブルクで初演	1824	
<a href="#">ベートーヴェン没</a>	1827	ハイネ <sup>ドイツ</sup> :「歌の本」出版

## 「ロマン派」の概念

ロマン派 **romanticism** は、中世 (800-1400) の **ロマネスク *romanesque* (800-1200)** への憧れを意味する。ロマネスクを大胆で自由な表現をする時代と捉えた (我が国における偏った歴史観では、西洋中世を暗黒時代とみる。このような考えは現在のヨーロッパでは主流ではない。明治時代に西洋の学問が取り入れられた際、当時のひとつの歴史観が我が国に伝えられ、未だにその残照を残しているようである)。

**ロマン *roman*** はローマ帝国時代の **ラテン語** を話すローマ人を指す (ラテン人とかラテン民族ともいう)。ローマ人は地中海の廻りの地域を制覇し、血族的にも言語的にもそれらの地域と同化していった。ロマネスクの時代になるとそれぞれの地でラテン語と混血した諸言語 (**ロマンス諸語** という。イタリア語、フランス語、スペイン語、ポルトガル語、ルーマニア語) を生み、また独特のロマネスク文化を創りだしていった。この時より民族語としてのラテン語は死語となった。学術用語、ローマ・カトリック教会の公用語として今も残る。

ロマネスクは特に建築、美術の様式に顕著に表れた。筆者の主観であるが、多分にアラブ文化の影響を受けて興味深い様式を示している、と思う。大胆な人物、動物の表現や様式化された動植物を題材にした表現は、マンガティックでさえある。音楽に例を取るとすれば、グレゴリオ聖歌があげられるであろう。

ロマン派思想は音楽に先んじて生まれたドイツ文学から生み出されていった。19世紀の精神領域、例えば宗教 (**特にカトリシズム!**)、哲学、芸術・・・などを含む一大精神運動として発展していく。音楽の分野でロマン派という語を用いたのは、**ホフマン *Hoffman* <sup>ドイツ</sup> (1776-1822)** であった。一般に音楽史における **ロマン派時代は 1820～1900年** と区分される。**古典派 (1750-1820)** に見られた啓蒙思想の理性万能や普遍化に反発し、主観と自由と個性の価値を評価する。つまり非現実や詩的な空想のなかで生きようとするが、現実逃避の面があったドイツではドイツ観念論に基づき、思索的な色合いが強い。そして民族の起源に興味をもち中世思想を持ち出す。フランスはカトリシズムの色合いが強い一方、ドイツでの天国的な世界へのあこがれとは対照的に、性急で地獄的な幻想の世界を喜ぶ傾向もある。



ドラクロア Delacroix フランス (1798-1863) “ゲネサレト湖のキリスト”アメリカ、ニューヨーク、メトロポリタン美術館所蔵

ロマン派年表（音楽と一般）：1820-1900年

音 楽	年	一 般
Paganini イタリア (1791-1840) 「ソナタ Op. 3 (ヴァイオリンとギター)」作曲 (~1809?)	1802	
	1804	シラードイツ「ヴィルヘルム・テル」完成
	1808	ゲーテドイツ「ファウスト」第1部出版
Rossini イタリア (1792-1868) オペラ「タンクレディ」ヴェネツィア初演	1813	
Schubert オーストリア (1797-1828) (~1817年) = ex. 「野ばら D257 (ゲーテ詞)」1815年 「ワラウディウス詞」1817年	1815	ホフマンドイツ「悪魔の霊液」完成
Rossini イタリア (1792-1868) オペラ「セビリヤの理髪師」ローマ初演	1816	
	1819	ショーペンハウアードイツ「意志と表象としての世界」出版
Weber ドイツ (1786-1826) オペラ「魔弾の射手」ベルリン初演	1821	コンスタブルイギリス「乾草を積む馬」(絵画)完成
「交響曲第7番短調“未完成”D759」作曲	1822	ポンスレフランス近代幾何学の創始

	1823	プーシキン <sup>ロシア</sup> 「エヴゲニー・オネーギン」着手
メンデルソーン Mendelssohn <sup>ドイツ</sup> (1809-47) 「 <a href="#">夢</a> 」序曲 Op.21」作曲	1826	アーベル <sup>ノルウェー</sup> アーベルの定理
歌曲集「 <a href="#">冬の旅 D911</a> 」作曲	1827	オーム <sup>イギリス</sup> オームの定理
メンデルソーンバツハ「 <a href="#">マタイ受難曲</a> 」100年ぶりの復活演奏	1829	ロバチェフスキー <sup>ロシア</sup> 非ユークリッド幾何学の創始
ベルリオーズ Berlioz <sup>フランス</sup> (1803-69)「 <a href="#">幻想交響曲 Op.14</a> 」作曲、改訂 (1831) ショパン Chopin <sup>ポーランド</sup> (1810-49)「 <a href="#">ノクターン全 20 曲</a> 」作曲 (~1837)	1830	スミス <sup>アメリカ</sup> モルモン教設立
	1831	ファラデー <sup>イギリス</sup> 電磁誘導電流の発見 ブラウン <sup>イギリス</sup> 細胞核の発見 リービヒ <sup>ドイツ</sup> クロロフォルムの合成
メンデルソーン「 <a href="#">交響曲第4番“イタリア” Op.90</a> 」作曲	1833	ミュラー <sup>ドイツ</sup> 「人体生理学提要」出版
シューマン Schumann <sup>ドイツ</sup> (1810-56) 雑誌「音楽新報」創刊 ドニゼッティ Donizetti <sup>イタリア</sup> (1797-1848) オペラ「 <a href="#">マリア・ストゥアルダ</a> 」作曲	1834	
歌曲集「 <a href="#">詩人の恋 Op.48</a> (ハイネ詞)」作曲	1840	アームストロング <sup>イギリス</sup> 水力発電機の制作
メンデルソーン: 「 <a href="#">協奏曲 Op.64</a> 」作曲	1844	モース <sup>アメリカ</sup> ワシントンとボルティモア間 (40 マイル) の記号 通信文を初送信
グゼオラトリオ「 <a href="#">ファウストの劫罰 Op.24</a> 」作曲	1846	ガレ <sup>ドイツ</sup> 海王星の発見
ムスカトフ Muska <sup>ロシア</sup> (1804-57) 管弦楽曲「 <a href="#">カマリンスカヤ</a> 」(ロシア民族派記念碑的作品)		
グリーグ Grieg <sup>ノルウェー</sup> (1811-86) 交響詩「 <a href="#">レ・プレリュード S.97</a> (ラマルティエヌ“詩的瞑想”による標題音楽)」作 354) 「 <a href="#">会用練習曲 S.144</a> 」(ピアノ曲第3番“ため息”)	1848	デュマ・フィス <sup>フランス</sup> 小説「 <a href="#">椿姫</a> 」出版
ワーグナー Wagner <sup>ドイツ</sup> (1813-83) オペラ「 <a href="#">ローエングリン</a> 」ヴァイマル初演	1850	ミレー <sup>フランス</sup> 「種まく人」制作 フーコー <sup>フランス</sup> 光の波動説の確認
ヴェルディ Verdi <sup>イタリア</sup> (1813-1901) オペラ「 <a href="#">リゴレット</a> 」ヴェネツィア初演	1851	
グロウエー Grouwer <sup>オランダ</sup> : 論文「 <a href="#">オペラとドラマ</a> 」、小論「 <a href="#">音楽におけるユダヤ性</a> 」執筆、	1851	
	1852	ストー <sup>イギリス</sup> : 「 <a href="#">アंकフル・トムの小屋</a> 」出版
オペラ「 <a href="#">椿姫</a> 」ヴェネツィア初演	1853	

音楽論「音楽美について」執筆	1854	
ワグネル「ワグネル交響曲 S108」作曲 Brahms ドイツ (1833-97)「ドイツ・レクイエム Op.45」作曲(～1869)	1857	ボードレーール フランス 詩集「悪の華」出版
オペラ「仮面舞踏会」ローマ初演 →オペラ「トリスタンとイゾルデ」作曲	1859	ミレー フランス 「晩鐘」制作
	1862	ユゴー フランス 「レ・ミゼラブル」出版
→オペラ「トリスタンとイゾルデ」ミュンヘン初演	1865	キャロル イギリス 「不思議の国のアリス」執筆
	1866	ドストエフスキー ロシア 「罪と罰」執筆
Debussy デビュシー (1862-1918) オペラ「ペルシアン」作曲(～1872) Debussy デビュシー (1862-1918) オペラ「ペルシアン」作曲(～1872)	1867	オーストリア=ハンガリー二重帝国成立 マルクス ドイツ 「資本論」第1巻出版 パリ万国博覧会に日本参加、日本美術の紹介
キー Mussorgsky ロシア (1839-81) 交響詩「禿げ山の一夜」 作曲(～1877) →リムスキー＝コサコフ Rimsky-Korsakov ロシア (1844-1908) 編作(1886)	1868	
キー オペラ「ボリス・ゴドノフ」作曲(～1873)	1869	スエズ運河開通 第1ヴァチカン公会議(1869-70)教皇の不謬性を宣言
オペラ「アイダ」カイロ初演	1871	
→交響詩「わが祖国」作曲(～1879)	1872	モネ フランス 「印象:日の出」制作(印象派という語の始まりになった)
→Strauss Johann Strauß オーストリア (1825-99) オペレッタ「こうもり」ウィーン初演 →Bruckner ドイツ (1824-96) 「テ・デウム」作曲	1874	ドガ フランス 「バレエ教室」第1回印象派展に出品。
	1875	
→Bizet フランス (1838-75) オペラ「カルメン」パリ初演(作曲 1873-74) キー Tchaikovsky ロシア (1840-93) 「ピアノ協奏曲第1番ロ短調 Op.23」作曲、初演	1876	トウェーン アメリカ 「トム・ソーヤの冒険」出版
→オペラ4部作「ニーベルングの指輪」バイロイト祝祭劇場こけら落としで全曲初演 キー バレエ「白鳥の湖 Op.20」作曲	1877	マラルメ フランス 長編田園詩「牧神の午後」執筆 エディソン アメリカ 蓄音機を設計
キー オペラ「エヴゲニー・オネーギン Op.24」作曲(～1878)	1878	
キー オペラ「オルレアンの少女」作曲(～1879)	1879	
1879-1903) 誕生	1879	

	1881	パストゥール <sup>フランス</sup> 狂犬病予防法
	1882	コッホ <sup>ドイツ</sup> 結核菌の発見
	1883	ニーチェ <sup>ドイツ</sup> 「ツァラトウストラはこう語った」執筆 タイムラー <sup>ドイツ</sup> 最初の自動車
交響曲第4番 Op.98」作曲	1885	
フランス Saint-Saëns(1835-1921) 第9番 Op.78「オルガン、2台のピアノ付き」 「動物の謝肉祭」作曲 メンデルスゾーン <sup>ベルギー</sup> (1822-90)「ヴァイオリンソナタ イ長調」作曲 「豆調」作曲(～1888)	1886	
フランス「交響曲第9番」未完(3楽章まで)(～1896) ドビュッシー <sup>フランス</sup> (1845-1924)「レクイエム ニ短調 Op.48」作曲(～1900)	1887	
フランス(1866-1925)「3つのジムノペディ」作曲	1888	ヘルツ <sup>ドイツ</sup> :電磁波の実験的証明
Debussy <sup>フランス</sup> (1862-1918)「牧神の午後への前奏曲」作曲(～1914)	1892	
ドヴォルザーク <sup>チェコ</sup> Dvorák(1841-1904)「交響曲第9番ホ短調 “新世界より”Op.95」作曲 ドヴォルザーク「交響曲第6番ロ短調 “悲愴”Op.74」作曲、ペテルブルグ初演、その9日後に	1893	
リヒャルト・シュトラウス Richard Strauß <sup>ドイツ</sup> (1864-1949) 「ホルン・オイレンシュピーゲルの愉快ないたずら Op.」作曲(～1895)	1894	
リヒャルト・シュトラウス 交響詩「ツァラトウストラはこう語った Op.30(ニーチェによる)」作曲	1895	レントゲン <sup>ドイツ</sup> X線の発見 マルコーニ <sup>イタリア</sup> 無線通信法の発明
ジュゼッペ・ヴェルディ <sup>イタリア</sup> (1858-1924): 「オテロ」トリノ初演	1896	ベックレル <sup>フランス</sup> ウラン鉱の放射能発見 チェーホフ <sup>ロシア</sup> 「かもめ」出版
リヒャルト・ワーグナー 宮廷歌劇場音楽監督に就任(～1907)	1897	
	1898	キュリー夫妻 <sup>フランス</sup> ラジウムの発見
アルノルト・シェーンベルク <sup>オーストリア</sup> Schönberg(1874-1951)「浄夜 Op.4」:作曲	1899	
「夜想曲」作曲	1900	フロイト <sup>オーストリア</sup> 「夢判断」出版

	1903	ライト兄弟 <sup>アメリカ</sup> 飛行機初めてとぶ
ニュートラウスオペラ「サロメ」ドレスデン初演	1905	アインシュタイン <sup>ドイツ</sup> 特殊相対性理論、光量子仮説
Mahler <sup>オーストリア</sup> (1860-1911) 「交響曲第8番<千人の交響曲>」作曲	1907	
交響曲「大地の歌」作曲	1908	
ニュートラウスオペラ「ばらの騎士」作曲(～1910)、ドレスデン初演(1911)	1909	ヒアリー <sup>アメリカ</sup> 初めて北極に達す

## ショスタコヴィチの生涯と作品

### 生涯

ショスタコヴィチ Shostakovich<sup>ロシア</sup> (1906-75) はポーランドの独立運動 (1831年) でウラルに流刑されたポーランド人の血をひく父と、シベリア金山の監督官の娘であった母の間に生まれた。ピアニストの姉と科学者の妹がいる。父はペテルブルグ大学理学部を出たメンデレーエフの度量衡管理局上級検察官であった。かなりの音楽愛好家で美声の持ち主であったという。母はペテルブルグ音楽院卒のピアニストであった。ショスタコヴィチに初めて音楽を教えた人である。そしてポーランド人の音楽教室に通い、1919年ペトログラード音楽院に入学して本格的に学ぶことになる。作曲をシテインベルクに、ピアノを母の師でもあったロサノヴァに師事した。

1922年父が亡くなる。この時ショスタコヴィチは16歳で、おまけに結核を病んでいた。母親の努力で2人姉妹とショスタコヴィチたちの教育は続けられた。彼は無声映画の即興伴奏のアルバイトもしたという。

その卒業作品として作られた「交響曲へ短調第1番 Op.10」(1925年作曲)が1926年に初演され、ソヴェト各地でも西欧でも演奏され、彼の名は広く知られるようになった。ここに交響曲作曲家としての道がスタートされる。これによって国際的に注目され、その後1920年代後半から1930年代前半にかけては、西欧からの革新的な技法を吸収した曲を多く作曲した。1927年第一回ショパン・コンクールにソヴェト代表者としてオボーリンと共に選出され出場し、名誉賞を得た。オボーリンが第1位入賞を果たした。革命10周年を記念して国立出版社の委嘱で作曲した「交響曲第2番 十月革命 ロ長調 (合唱付き) Op.14」(1927年作曲初演)は、レニングラード・フィルハーモニー管弦楽団のコンクールで第1位を得た。こうした作曲家やピアニストとしての地位が確立したが、生活は豊かにはならなかった。そのためかオペラ「鼻 Op.15」(1928年作曲、1930年初演)やバレエ学校のピアノ奏者をしたりした。後にも劇付随音楽や映画音楽を(35もある!)を生涯にわたって貢献したのもこうした経緯による。1932年、ペテルブルグ大学理学部卒の科学者ニーナと秘かに結婚した。こうした中、オペラ「ムツェンスク郡のマクベス夫人 Op.29」(1932年作曲、1934年初演)の大当たりは、ソヴェト内だけでなく、欧米でも上演され、大成功を収めた。これが彼の名声の最終的な確

立となった。

しかし、1936年ソヴェト共産党機関紙“プラウダ”と“イズヴェスチヤ”の両紙が、これは音楽ではない、でたらめというような無署名の論文を載せ、彼のこのオペラを批判した。当時としては作曲家としての存在を揺るがす全面的な否定であった。これによって7年ぶりに作曲した「交響曲第4番ハ短調 Op.43」（1936年作曲、1961年初演）を撤回し、この作品はしばらく日の目を見ないことになる。その後も他の劇付随音楽や映画音楽での活動はあったが、しばしば筆を休めている。そうした中1937年4月18日～7月20日の3ヶ月の間に一気に書き上げた「交響曲第5番ニ短調 Op.47」は若いムラヴィンスキーの指揮でまれに見る大成功となり、彼の名誉回復となった。

1937年からレニングラード音楽院教授に迎えられた。彼の指導は学生たちの個性を重んじ、自分の作風などを押しつけることはなかった。1941年に戦争が始まり、すぐに義勇軍に加わるが、招集とはならなかった。この年の10月にクイビシエフに疎開して、レニングラードでの戦いに着想を得た「交響曲第7番ハ長調（レニングラード市に捧ぐ）Op.60」（1941年作曲、1942年初演）を作曲した。初演はラジオでも放送され、熱狂的に迎えられ、アメリカでもトスカニーニの指揮で初演され、大評判となる。

1943年モスクワでの仕事も増え、モスクワ音楽院でも教鞭をとり、モスクワとレニングラードを往復する多忙な生活となった。1948年、ソヴェトの作曲家のほとんど皆が形式主義者として共産党により批判（悪名高いジダーノフ批判）されると、彼はオラトリオ「森の歌 Op.81」（1949年作曲）と映画音楽「ベルリン陥落 Op.82」（1949年作曲）で応酬した。これによって4度目のスターリン賞を得た。1953年スターリンの死後、彼の代表作の一つである「交響曲第10番 OP.93」（1953年作曲初演）を発表した時、また論争を引き起こした。1954年に妻が死去、1956年に再婚するが、すぐに離婚した。1962年に再度再婚した。「交響曲第13番変ロ短調（バス独唱とバス合唱付き。エフトゥシェンコの市による）」（1962年作曲初演）では共産党によりテキストとして用いた詩の書き換えを要求されるなどの事件もあったが、1930年代、40年代のような厳しい批判にさらされることは以後はなかった。それ以後は透明で熟達した技法、さらには再び前衛的な作風への接近をしながら作曲活動を続けた。またピアニストとしても活躍し、ほか、自作の録音も多数行なった。1948年から音楽院の仕事から離れていたが、1961年にレニングラード音楽院の仕事に復帰する。1958年から病魔に襲われ、1966年心筋梗塞の発作を起こし、入院した。1971年2度目の発作があるが、また持ち直し、作曲を続けた。1975年7月遺作となった「ヴィオラ・ソナタ Op.147」（1975年作曲）を完成して、8月9日に死去した。

## ソ連時代の評価

激動の時代を生き、活躍した作曲家であるが、たいへんな忍耐と努力によって、特殊な体制の中で生き続けた。ソロモン・ヴォルコフ著「シヨスタコヴィチの証言」（1970年ニューヨーク出版、1980年日本語訳出版）によると彼は秘めた抵抗を持ち続けながら生き、作曲活動をしたということになる。しかし、これが出版されると、ソ連はこの書物の信憑性を否定した。そして確実な真実性が証明されないまま現在に至っている。

ともかくもこれ程の榮譽を国から得た作曲家もいないだろう。シヨスタコヴィチは「ピアノ五重奏曲ト短調 Op.57」（1940年作曲）、「交響曲第7番ハ長調“レニングラード市に捧ぐ”Op.60」（1941年作曲、1942年初演）、「ピアノ三重奏曲第2番 Op.67」（1944年作曲）、「オラトリオ「森の歌 Op.81」（1949年作曲）と映画音楽「ベルリン陥落 Op.82」（1949年作曲、混声合唱曲「10の詩（19世紀末～20世紀初頭の革命詩人の詩による）Op.88」（1951年作曲）、「叙事詩「ステ

パン・ラージンの処刑」によって6つの国家賞、「弦楽四重奏曲第14番嬰へ長調 Op.142」（1973年作曲）と合唱曲「男声合唱のための8つのバラード 忠誠（詩：E.ドルマトフスキー） Op.136」（1970年作曲）によってロシア共和国賞、「交響曲第11番 1905年 ト短調 Op.103」（1957年作曲初演）によってレーニン賞を与えられた。

またレーニン勲章3回、10月革勲章、赤旗勲章を授与された。1948年からロシア共和国人民芸術家、1954年にはソ連邦人民芸術家、1966年に作曲家としては初めての社会主義労働英雄の称号を得た。またロシア共和国最高会議やソ連邦最高会議の議員にも選ばれ、生涯その地位にあった。ソヴェト平和委員会委員としても活躍した。

外国からはオックス・フォード大学名誉博士やサンタ・チェチリア・アカデミー名誉会員をはじめ数多くの称号を貰っている。

### <まとめ>

ショスタコヴィチの作品には、バッハのフーガ、ベートーヴェンの交響曲や後期弦楽四重奏曲、マーラーの交響曲、ベルクの和声法や引用法などの影響が見られ、オーケストレーションはあまり楽器を混ぜない原色的な音色を得意としている。形としてはショスタコヴィチの音楽は調性音楽の範囲内にあるように思わせ、ロマン派音楽の延長線上にあるようにも見えるが、無調時代の音楽家として彼の置かれた状況範囲内でたいへん興味深く新しい工夫をしている。作品に調性を用いているように、特に交響曲には調名を表記しているが、ショスタコヴィチ流の展開で決して古いものに閉じこもっていない。同時代の新しさから劣ることない音作りをしている。いわゆる重い作品にも多様な要素が混じっている。ロッシニを引用していると思われる「交響曲第9番変ホ長調 Op.70」（1945年作曲初演）や「ジャズ・オーケストラのための組曲」（1934年作曲）のような軽妙な楽想は彼一流の個性であろう。

現在、マーラー以降の最大の20世紀の交響曲作曲家としての評価を与えていいだろう。またベートーヴェンやブラームス、マーラーらと並ぶ交響曲の大家として認識されつつある。といっても彼流の世界の中のことであって過去の回帰を意図していなかっただろう。20世紀において交響曲という作品形態自体どうであろうか。その存在は必然性があったのだろうか？ 彼はそうした疑問点を持ちながら、社会主義体制の国家の中で交響曲といえば認められる上層部の人間に囲まれて作曲したのではなかろうか。また、弦楽四重奏曲にもすぐれ、ハイドン、モーツァルト、ベートーヴェン、シューベルト、ドヴォルジャーク、バルトークらと並ぶ作品を書いたといえる。このジャンルこそ彼には救いの道であったと思う。20世紀の中でその存在意義を発揮した作品形態であるからである。いい響きをこの分野で創り出し、いい音楽を書いた。結論的に20世紀における最大の作曲家の一人として捉えられていいだろう。

またショスタコヴィチの作風を一言では捉えられない。重厚なものや軽妙で諧謔精神満載のものもある。彼のこうした音楽様式によって個性をはっきした。当時ソヴェト連邦内で遠ざけられていた西洋の音楽にも精通し、愛していたことも分かる。それに加えて欧米のポピュラー音楽にも興味を持ち、ジャズなどの取り入れも見られる。

## 20世紀の音楽の様相

### <はじめに>

人は古典的な過去の文化を好むようである。たしかに古いものはおもしろい。ここで一つの区別をしなければならないだろう。ただ古いものだけという人もいるし、現代を含めてそれぞれの時代の文化を位置づけて楽しむ人もいる。後者は少数派になるかもしれない。過去の一点にのみ興味を持ち、そこに留まるとなれば問題である。過去に興味を持ち、今の時点に興味がないからである。

ここで筆者は諸氏に歴史的認識眼を持たれんことをお勧めしたい。つまり、歴史の中でその本来の意味を探し、過去を前向きに捉えていくことである。それによって過去の中に現在に対するメッセージを見い出すことが出来得るからである。

さて、西洋音楽千年の歴史の流れを筆者流に簡略に示すと次のようである。

時代	様式	音組織	形式、技法、書法
<b>中世</b> 800-1400 <u>ロマネスク</u> 800-1200 <u>ゴシック</u> 1200-1400	単声音楽 <u>monophony</u> 多声音楽 <u>polyphony</u> 線的対位法	教会旋法	オルガヌム 定旋律ミサ
<b>ルネサンス</b> 1400-1600	多声音楽 <u>polyphony</u> 線的対位法	教会旋法(→調性)	模倣、 <u>パロディ・ミサ</u> (引)
<b>バロック</b> 1600-1750	多声的音楽 <u>polyphonic</u> 和声的対位法 モノディ音楽 <u>monody</u>	調性(確立)	フーガ、通奏低音
<b>古典派</b> 1750-1820	和声音楽 <u>homophony</u>	調性	ソナタ形式、 <u>ロンド形式</u>
<b>ロマン派</b> 1820-1900	和声音楽 <u>homophony</u>	調性(→崩壊)	
<b>20世紀</b> 1900-2000	過去の音楽のエッセンスと新しい語法 etc.	無調性	旋法的、 <u>12音技法</u> 、セ 不確定音、偶然性、電

現代、新しい方向としてこのような歴史概念や区分を用いない音楽歴史学に向かいつつある。このように観念的に区切りを付けないで歴史を捉えていくやり方である。ともあれこ

のような時代区分や時代概念はまだ一般的に流布しているし、また使用する利点も未だあると考える。

#### <20世紀の歴史的背景>

20世紀ほど激動の時代はなかったと思われる。現在、我々は情報の時代に突入している。世界的に情報が飛び交う。今や情報過多で情報量が増加の極みに達しているといつてよい。たしかに世界的レベルで物事が動いている。政治的にも、社会的にも経済問題も、文化的な問題も、科学的な問題も環境問題も今や地球全体を揺り動かす。

20世紀前半の2つの大戦、すなわち**第一次世界大戦（1914-18）**と**第二次世界大戦（1939-45）**は、世界の歴史に大きな衝撃を与えた。これらによって**国際連盟（1920-46）**と**国際連合（1946年～）**を生み出した。この20世紀前半の**ロシア革命（1917年）**により**共産主義勢力**と**ソヴェト連邦**の台頭を促進した。

20世紀後半は**朝鮮戦争（1950-53）**、**アラブとイスラエルの抗争** [イスラエル建国**1948年**]、**ベトナム戦争（1960-75）**、**イラン・イラク戦争（1980-88）**、**湾岸戦争（1991・1-2 40日間）**を見た。そして**ベルリンの壁崩壊（1990年）**、**ソヴェト連邦の解体（1992年）**による**社会主義つまり共産主義体制の衰退**と様々な**民族独立**のための**大小の戦闘状態**が現時点の状況である。これは過去と比べると特異な現象かもしれない。このような流れは**経済面**も変えていく。平和運動が**貧困を生んだり**、**独立運動に飢餓状態がついて回ったり**、**一喜一憂の連続**である。**イスラエルとPLOの暫定平和条約（1993年）**を結んだかと思えば**問題が持ち上がる**。いえることはこれらの現象や事件は今の時代が**共生の時代**であらねばならないことを示している。異なった思想、政治体制、民族や文化、年齢や性別、ハンディキャップのある人ない人等、すべて共に生きていかなければならない。科学領域での**進歩**もこの世紀の顕著な現象で、**多数の国々の市民生活環境**を根本的に変えてしまった。様々な**自然破壊**による**地球全体への悪影響**は深刻で、その**利害点を考え直す時期**が来てしまった。そのため**1997年12月地球温暖化防止京都会議**が開かれた。

#### <20世紀音楽の諸問題>

20世紀の録音技術の変遷は目を見張る。エディソンの**蝋管による録音技術発明（1877）**以来発展の一途を遂げてきた。アナログ録音から**デジタル録音へ！** 音楽的な立場でいえばこれが**進歩**かどうか論議もされてもいるが、**便利で消費価格も安定**しつつある。だが、デジタルでは**20キロヘルツ**までで、**脳**によい**アルファ波**はもっと**高周波音**である。これがアナログでは**可能**でデジタルでは**不可能**であるという欠点を持つことも事実である。

この余りにも近い過去の時代20世紀は、まだ定まった**歴史的見解**が固まっていないといつてよい。未整理のままの**データ**が**山積み**になっている状態ともいえ、それにも増して**音楽作品量**も多い。そしてもうすぐ来る**21世紀**を迎えるため、そして**新しい近未来**を創り出すために**何らかの見解**をもつことを促されている。たいへんな**責務**である。

この20世紀の時代をどんな呼称でいい表すべきか。定まった名や概念はない。この時代の**複雑**で**多様な音楽作品**の**排出**と**変化**が**早さ**からであろう。そしてこれらの**原因**でもあるのであるが、**音楽の伝播メディア**を**拡大**させた**放送技術（ラジオ、テレビジョン）**と**録音技術**や**映像技術**は、**音楽の商業形態**を変えた。これによる**利点**は、**時空を超えて**様々な時代の音

楽や世界にまたがる空間の音を聞くだけでなく、見る事も可能になったことである。

もちろんこの根底にあるのが**音楽学 Musicology**の発展である。音楽学においても学際的な発想が盛んで、その分野の拡大に驚かされる。基本的な音楽史学のめざましい歩み、拡大点として民族音楽学、民俗音楽学、社会音楽学、音楽心理学、環境音楽学、医療音楽学などに熱い思いが注がれている。

### <20 世紀音楽の一般的特徴>

20 世紀の前の時代、ロマン派の傾向は、今世紀にも残された。特にロマン派時代に属するか時代の境目に生きた作曲家で、20 世紀初期や前半まで活躍した人がいるが、たしかにロマン派の理念や 20 世紀のやり方が混在している。

20 世紀の音楽は**無調性 atonality**の時代である。この時代はバロック時代以来の**調性 tonality**という音組織を打破しようという動きが積極的に始まった。調性が確立して 300 年後に起こってきたこの現象は必然的なことだったのか。というのは 20 世紀前後は、ひとつの観点でいえば音楽史上その作曲技術は頂点に達したといえる。特に管弦楽法（**管弦楽における作曲法**）は各作曲家の個性が発揮され、聴衆を魅惑し、惑わし、驚かせ、躓かせもした。以下のように便宜上 3 つの分類をして説明をするが、時間的な見地で分類されていない。その音楽スタイルによっている。

---

## 調性的無調音楽

### A. 調性的無調音楽

過去の音楽を吸収しながらも、反歴史立場を取ったりと様々な試みがなされていった。そこで先ず従来の**調性 tonality**に基づく和声法に工夫がなされていった。おおまかにいえば穏やかな無調音楽、完璧な無調性を形成しない音楽をいう。多分に調性的で、調性的な材料を用いることも多いが、調性打破を目指そうとしていることには違いないといえる。中世やルネサンスの**教会旋法**、伝統的な**民族旋法（音階）**に目が向けられて無調への試みが行われた。無調を求めるために調性以前の音組織に目を向けたのおもしろい。それは**旋法**で、それは確かに調性の音楽ではなく、かといって無調性の音楽でもない。音楽の音組織を示す**調性 tonality**と**無調性 atonality**は対立概念である。同じく**旋法 mode**も音組織の一種であるが、同次元として捉えることは適当でない。たしかに調や無調を思わせもし、古くも新しくも感じられる響きとあってよいだろう。

調性における和音は、基本的な音から数えて 3 つ目の音、つまり 3 度の音が決めてであった。これを無視するところからテクノロジーの展開の初めとしている。**中世**、**ルネサンス**のような教会旋法による**純正音程（純正調 just intonation<sup>1)</sup>**を求める点とは一線を描るところであるが。そして多分に**平均律 temperament**を基盤にした発想であると筆者は考える。つまり、平均律とは 19 世紀後半頃に確立されたもので、現在ピアノの調律に用いられている調律法ことである。

また旋法的な音組織のみならず、ちがった視点を求め拡大されたものもある。調否定の技法として複数の調を同時に組み合わせるそれは**複調**、**ポリリズム**、**伝統音楽や過去の音楽の引用**など様々な試みも行われていった。

これをひとまず<調性的無調音楽>とでもいっておこうか。緩和な無調をめざした音楽という表現も許されるであろうか。このような音楽を調性的というのはどうだろう。主な作曲家をあげると下記の通り。カッコ内の作曲家はその作品スタイルからロマン派時代に入れられると筆者は考えている。比較上、便宜のため記入してみた。

20世紀の到来を告げる新しさとは何であったろうか？ それは一人の作曲家によって開かれたものでもないだろう。いわば多くの窓をそれぞれの持つ窓を開いたとしか言えないかもしれない。

フォーレ Fauré <sup>フランス</sup> (1845-1924) ★

ヤナーチェク Janacek <sup>チェコ</sup> (1854-1928)

プッチーニ Puccini <sup>イタリア</sup> (1858-1924) ★、★、★

(マーラー Mahler <sup>オーストリア</sup> (1860-1911) ★)

ドビュッシー Debussy <sup>フランス</sup> (1862-1918) ★、★、★、★

マスカーニ Mascagni <sup>イタリア</sup> (1863-1945)

(リヒャルト・シュトラウス R.Strauss <sup>ドイツ</sup> (1864-1949) ★)

(シベリウス Sibelius <sup>フィンランド</sup> (1865-1957))

(グラズノフ Glazunov <sup>ロシア</sup> (1865-1936))

サティ Satie <sup>フランス</sup> (1866-1925)

スクリャビン Scriabin <sup>ロシア</sup> 1872-1915)

(ラフマニノフ Rakhmaninov <sup>ロシア</sup> (1873-1943))

ファリア Falla <sup>スペイン</sup> (1876-1946) ★

レスピーギ Respighi <sup>イタリア</sup> (1879-1936) ★

バルトーク Bartók <sup>ハンガリー</sup> (1881-1945)

ストラヴィンスキー Stravinsky <sup>ロシア</sup> (1882-1971) ★

プロコフィエフ Purokofiev <sup>ロシア</sup> (1891-1953) ★、★、★

ラヴェル Ravel <sup>フランス</sup> (1892-1937) ★

グローフェ Grofé <sup>アメリカ</sup> (1892 - 1972)

プーランク Poulenc <sup>フランス</sup> (1899-1963) ★、★

ガーシュイン Gershwin <sup>アメリカ</sup> (1898-1937) ★

コープランド Copland <sup>アメリカ</sup> (1900 - 90)

ハチャトリアン Khachaturian <sup>ロシア</sup> (1903 - 78)

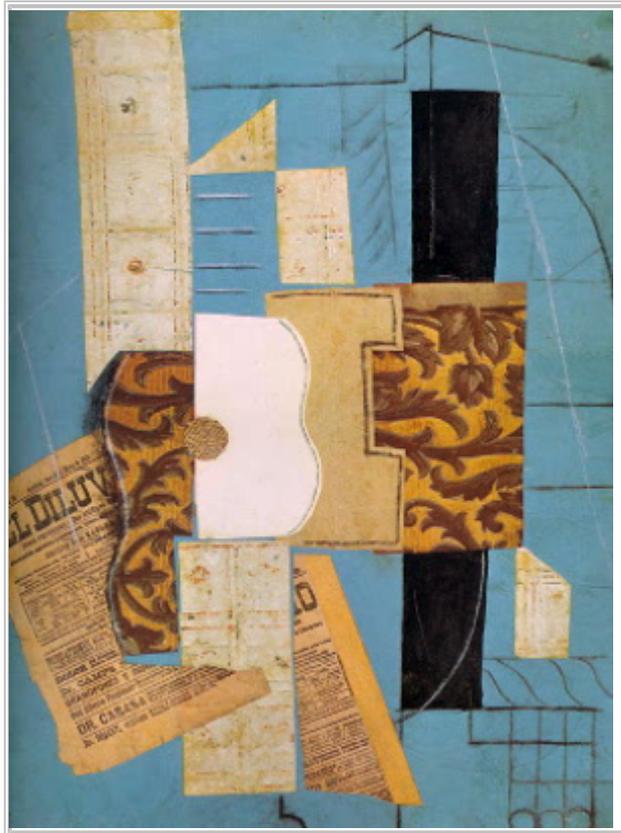
ショスタコヴィチ Shostakovitch <sup>ロシア</sup> (1906-75) ★、★

ブリテン Britten <sup>イギリス</sup> (1913-76) ★、★、★、★、★

バーンスタイン Berstein <sup>アメリカ</sup> (1918-91)

武満 徹 (1930-96)

など



ピカソ Picasso <sup>スペイン</sup> (1881-1973) “ギター”1913年制作

[注]

<sup>1)</sup>伊藤完夫／田中正平と純正調／音楽之友社

---

## 1 2音音楽

### B. 12音音楽

調性の崩壊へ兆しは、いつから始まったか。それはたいへん難しい問いになる。[バロック](#)に確立した調性は、それ以前の教会旋法の組織の崩壊であったといえる。[古典派](#) (1750-1820)、[ロマン派](#) (1820 - 1900)と継いで用いられたが、常に崩壊の傾きがあった！ 無調への積極的な兆しをみせた記念碑的な作品は、[ヴァーグナー](#)「[トリスタンとイゾルデ](#)」(1865年初演)であったといわれている。この作品に見られる音楽表現や語法は、大きな意味を持つ事になり、この語法はヴァーグネリアンといわれる後期ロマン派の[ブルックナー Bruckner](#) <sup>ドイツ</sup>(1824 - 96)、[マーラー Mahler](#) <sup>オーストリア</sup>(1860 - 1911)、[R・シュトラウス R.Strauss](#) <sup>ドイツ</sup>(1864 - 1949)などに受け継がれていく。積極的な半音階の使用、肥大化したかに見える豊かな管弦楽法、標題音楽つまり文学や演劇などとの特別な結びつきを持つことなどが特徴である。

このような系譜につながるのが**シェーンベルク Schönberg**<sup>オーストリア</sup>(1874-1951)。彼は根本的に異なる理念をもつものであるともいえるが、たしかにシェーンベルクの初期の作品は後期ロマン派的な名残りを感じさせる。彼が無調音楽に踏み切ったのは、1907、8年頃のことである。音楽の表現主義は、無調によって始まった。「弦楽四重奏曲第二番 Op.10」(1908年)の第4楽章で無調的な楽想を明確に示している。これと関連してか、シェーンベルクは突如画才を発揮し始めた。1907年からシェーンベルクは、オーストリア表現主義絵画の先駆者リヒャルト・ゲルシュトルについて絵を学び始めている。

シェーンベルクが全曲を表現主義的無調音楽の手法で一貫させているのは、シュテファン・ゲオルゲの15の詩による「架空庭園の書 Op.15」(1909)からである。これ以後、表現主義音楽の代表作が生み出されていく。

**ヴェーベルン Webern**<sup>オーストリア</sup>(1883-1945)と**ベルク Berg**<sup>オーストリア</sup>(1885-1935)は、彼の同じ道を歩む同志になるが、それぞれの個性を加味し、発展させていく。

**12音技法 Zwölftontechnik, Dodekatonie** は、**体系化された無調性 atonality** の音楽で、確固たる理論的な音組織のことである。この12音技法によって書かれている作品を12音音楽という。この創始者は**シェーンベルク**で、1921年頃に確立されたとされている。そして彼の弟子あるいは同志ともいうべきヴェーベルンやベルクに受け継がれていった。今や20世紀における重要な古典的(?)作曲技法といえ、作曲を学ぶ者は作曲技法として、必ず学習されるものの一つでもある。これは一種のセリー音楽でもある。

シェーンベルク Schönberg<sup>オーストリア</sup> (1874-1951) ★、★、★  
ヴェーベルン Webern<sup>オーストリア</sup> (1883-1945) ★  
ベルク Berg<sup>オーストリア</sup> (1885-1935) ★、★

---

## 他の無調音楽

### C. 他の無調音楽

ここではより前衛的である音楽を捉えたい。この**アヴァンギャルド** avantgarde=**前衛**という語自体、相対的である。当初は19世紀までのヨーロッパ伝統の否定や伝統への反抗の姿勢を示した芸術運動に対して用いられたが、個別的にどれと規定するのは難しい。たいへん曖昧な概念用語であることを前提に考えていかねばならないだろう。今現在21世紀に入ったわれわれにとっては最前線に立つ音楽のことを前衛音楽をいうのかもしれないが、これは別にする。20世紀における前衛音楽として捉える。これはすでに古典的な概念といえる。革新も時間が立てば保守になるという図式は見ているからである。ここでは20世紀の中で革新的なグループに属した音楽を

取り上げ、今まで取り扱ってきた2つのグループを越えた音楽、あるいは異なる書法の音楽を見る。

本来的には**前衛 avantgarde**<sup>仏語</sup>は、元はフランスの軍隊用語で、最前線に位置する少数精悦部隊を指す。第一世界大戦頃からこの語は政治や芸術の領域にも用いられた。当時としては(ここが興味深いところだが今やたいへん時代がかった概念である)政治的には共産主義思想やこれに立脚した革命運動と革命運動家を指して用いた。芸術については美術を中心にした抽象芸術やシュールレアリスムの運動に先ず用いられた。徐々に文学や演劇などにも及んでいった。音楽にも及ぶのは第二次世界大戦後のことであった。初期の**ブレーズ**や**シュトックハウゼン**に代表され、**ダルムシュタット国際現代音楽夏期講習会(1946年)**を中心とした**ポスト・ヴェーベルン**様式の音楽に対して用いられた。ヴェーベルンは前衛音楽の祖と捉えられていた。ヴェーベルン的**点描音楽**、**ブレーズ**の**セリー音楽**などが新しい音楽様式として捉えられた。

音楽における最初のアヴァン・ギャルドを求めるならば、ドイツ・ロマン派の美学と語法を否定した1890年代のドビュッシーかもしれない。そうすると過去の伝統的な調性音楽と明確に区別されるシェーンベルクの12音音楽もあげねばならない。だが、多分に彼自身の内部では彼の手法は、過去の伝統音楽の必然的発展と意識されていたから、伝統否定ということにはならないとされた。

それまでよりもっと過激にそれまでの固定観念を破壊しようとする動きを前衛といったようだ。音組織だけでなくもっと広い視野での問題、**音楽語法の拡大**、つまり音楽概念の転換が行われることになる。それまでの音楽通念である**楽音**という概念は根底から転換される。つまりチューニングされた楽器を媒介とする音による組立てられたものをよしとする考え(楽音)が覆された。**トーン・クラスター書法**や多様な**セリー音楽**⇒**トータル・セリー**(12音技法も含む)や考え出され、**楽音外音**も音楽の構成音にしていく。従来の楽器を用いたとしても**新しい奏法**の開発や**不確定音**と日常的な**具体音**を使用したり、**新しいメディア**による音、**電子音**なども取り入れられた。電子音に対する興味はノイズを用いることから始まった。それで必然的なことであるが作曲するという概念も転換され、**偶然性の音楽**も生まれていく。無作為の動作、無為自体を音楽と考える音楽家も出てきた。セリーや不確定音、電子音、具体音、偶然性など従来の概念でいえば音楽破壊とも見えるやり方がなされた。体系を越えた音楽語法は、常に新しいメディアを求めていった。音楽にならないものは無いかのように見える。多様なやり方の音楽を一つに分類することは、不自然でもあり無理でもあることを認めざるを得ない。主なこうした作曲家をあげると下記の通りになるかだろう。

**ヴァレーズ Varèse** <sup>フランス・アメリカ</sup> (1883-1965) ★  
**メシアン Messiaen** <sup>フランス</sup> (1908-92) ★、★、★  
**ケージ Cage** <sup>アメリカ</sup> (1912-92)  
**ツィンマーマン Zimmermann** <sup>ドイツ</sup> (1918-70)  
**ペンデレツキ Penderecki** <sup>ポーランド</sup> (1933- )  
**シュトックハウゼン Stockhausen** <sup>ドイツ</sup> (1928- )

クセナキス Xenakis <sup>ギリシャ</sup> (1922- )  
 リゲティ Ligeti <sup>ルーマニア</sup> (1923-2006) ★  
 ブレーズ Boulez <sup>フランス</sup> (1925- )  
 プレヴィン Previn <sup>アメリカ</sup> (1929- )  
 ペンデレツキ Penderecki <sup>ポーランド</sup> (1933- ) ★、★

## <結びに>

最初にも述べた通り、地球単位で物事は動く時代となったのである。これは過去の時代と異なる顕著な点の1つであろう。つまり西洋音楽は国際音楽になりつつあるということである。つまり地球の音楽が求められる時代になった。ルネサンスの時代にヨーロッパから移植が行われた北米、中米、南米はこの世紀になって今や芽がふき始めた。さらにアジア(日本、韓国、中国など)、アフリカ等が続いていく。わが国へはキリシタン時代に洋楽が導入されたが、すぐキリスト教禁令と鎖国政策と共に閉ざされ、本格的には明治(1867年)に入ってからであった。

\* 1549年にザビエル<sup>スペイン</sup>(1506-52)が来日しキリスト教を伝えた。1551年9月、大分(当時は府内といた)の太田宗麟(1530-87)(後にキリシタン大名となる)を訪れた時、トランペットとフルートなどの音楽を演奏して進んだと記録されている(「イエズス会宗教史」Bibl.Nacional de Lisboa,cod.B-17-34.)。このことは日本における西洋音楽の事始めであるといえるだろう。

## 20世紀年表(音楽と一般) 1900-2000年

音 楽	年	一 般
「交響曲第9番」未完(3楽章まで)(~1896)	1887	
フランス(1866-1925)「3つのジムノペディ」作曲	1888	ヘルツ <sup>ドイツ</sup> 電磁波の実験的証明
Debussy フランス(1862-1918) 「月の前奏曲」作曲(1892~94)	1892	
ク Dvora'k <sup>チェコ</sup> (1841-1904) 「ホ短調“新世界より”Op.95」作曲 「ロ短調“悲愴”Op.74」作曲、ペテルブルグ初演、9日後に没	1893	
トラウス Richard Strauss <sup>ドイツ</sup> (1864-1949) 「オイレンシュピーゲルの愉快ないたずら Op.」作曲(~1895)	1894	日清戦争(~1895) 日本が勝利

トラス トウストラはこう語った Op.30(ニーチェによる)」作曲	1895	レントゲン <sup>ドイツ</sup> X線の発見 マルコーニ <sup>イタリア</sup> 無線通信法の発明
ニ <sup>イタリア</sup> (1858-1924) ム」トリノ初演	1896	ベックレル <sup>フランス</sup> ウラン鉱の放射能発見 チャーホフ <sup>ロシア</sup> 「かもめ」出版
	1898	キュリー夫妻 <sup>フランス</sup> ラジウムの発見
Schoenberg <sup>オーストリア</sup> (1874-1951):「浄夜 Op.4」作曲	1899	
<sup>フランス</sup> (1845-1924) Op.48」①完成(1887〜)3回改訂 泉曲」作曲	1900	フロイト <sup>オーストリア</sup> 「夢判断」出版
9-1903) 荒城の月」を中学唱歌に所載、ドイツ留学(〜1902)	1901	
	1902	ゴーリキー <sup>ロシア</sup> 「どん底」執筆
	1903	ライト兄弟 <sup>アメリカ</sup> 飛行機初めてとぶ
ラ「蝶々夫人」作曲(〜1906)3回改訂	1904	日露戦争(〜1905) 日本が勝利
トラス:オペラ「サロメ」ドレスデン初演 弦楽曲「海」作曲	1905	ロシア革命(〜1917) アインシュタイン <sup>ドイツ</sup> 特殊相対性理論、光量子仮説
	1906	ゴーリキー <sup>ロシア</sup> 「母」執筆
曲「大地の歌」作曲	1908	
トラスオペラ「ばらの騎士」作曲(〜1910)、ドレスデン初演(1911) キー Stravinsky <sup>ロシア</sup> (1882-1971) 」作曲(〜1910)、パリ初演(1910)	1909	ヒアリー <sup>アメリカ</sup> 初めて北極に達す ジード <sup>フランス</sup> 「狭き門」執筆 メーテルリンク <sup>ベルギー</sup> 「青い鳥」執筆
キー:バレエ「ペトルーシュカ」作曲(〜1911)、パリ初演(1911) 6-1965):ドイツ留学(〜1913)	1910	日韓併合 日本支配による朝鮮総督府を置く リルケ <sup>ドイツ</sup> 「マルテの手記」執筆
キー 典」作曲(〜1913)、パリ初演(1913) to'k <sup>ハンガリー</sup> (1881-1945)	1911	

公の城」作曲、ブタペスト初演(1918) 「6つのピアノ小品 Op.19」作曲、「和声学」執筆 12音技法創始		
「月に憑かれたピエロ Op.21」作曲	1912	
Vebern オーストリア (1883-1945) 曲「6つのバガテル Op.9」作曲	1913	ブルーストフランス「失われた時を求めて」執筆(～1927)
オーストリア (1885-1935) 曲 Op.6」作曲、オペラ「ヴォツェック」作曲(～1922)	1914	第一次世界大戦勃発(～1918)
Spighi イタリア (1879-1936) 交響詩「ローマの噴水」作曲(～1916)		
	1915	アインシュタインドイツ「一般相対性理論」 モームイギリス「人間の絆」出版
	1916	レーニンロシア「帝国主義論」執筆 フロイトオーストリア「精神分析学入門」執筆 カフカチェコ「変身」執筆
メンデルソーン「交響曲第9番」日本初演6月1日	1918	
	1920	ハッブルアメリカ「膨張宇宙を発見し「ハッブルの法則」を明らかにする(1920年代)
12音技法確立	1921	
交響詩「ローマの松」作曲(～1924)	1923	ソヴェト社会主義共和国連邦が樹立
Stravinsky アメリカ (1898-1937) 曲「春の祭典」作曲管弦楽はグロウフェ	1924	トーマス・マンドイツ「魔の山」執筆
オペラ「トゥランドット」ミラノ初演	1926	
	1927	ヘッセドイツ「荒野の狼」出版 モーリヤックフランス「テレーズ・デケルレー」出版 ハイデッガードイツ「存在と時間」出版
フランス (1892-1937) バレエ「ボレロ」作曲 交響詩「ローマの祭」作曲	1928	ショーロホフフランス「静かなるドン」執筆

Debussy フランス (1883-1965) 「 <a href="#">電音</a> 」作曲	1931	満州事変日本の中国東北部で武力行動 パール・バックアメリカ「大地」執筆
	1932	満州国樹立
オペラ「 <a href="#">ポーギーとベス</a> 」作曲	1935	
	1936	スペイン内乱勃発(～1939)
Shostakovich ソビエト (1906-75) 「 <a href="#">三短調</a> 」作曲	1937	日中戦争太平洋戦争に発展(1941)
「 <a href="#">弦楽四重奏曲 Op.28</a> 」作曲	1938	
	1939	第二次世界大戦(～1945)
オペラ「 <a href="#">黒船</a> 」作曲	1940	
Siaen フランス (1908-92) 「 <a href="#">世の終わりのための四重奏曲</a> 」初演	1941	太平洋戦争(～1945)12月8日日本が真珠湾攻撃したことにより アメリカ、イギリス、オランダ等の連合軍と戦う
「 <a href="#">ピアノ協奏曲 Op.42</a> 」作曲 Chopin イギリス (1913-76)「 <a href="#">キャロルの式典(祭典) Op.28</a> 」作曲	1942	日本がインド国境まで進攻:シンガポール占領 12月日本軍、ミッドウェー海戦で米艦隊に大敗 カミュフランス「異邦人」出版
	1943	2月日本、ガダルカナル島奪取される アッツ島守備軍が壊滅 サルトルフランス「存在と無」執筆
	1944	日本軍、インパール作戦で英印軍に大敗
	1945	2月米英ソ首脳がヤルタ会談、ソ連の対日参戦を了承 3月硫黄島の日本守備軍が壊滅、米軍機による東京大空襲 5月ドイツ無条件降伏 6月沖縄守備軍が壊滅 8月6日米軍機が広島原子爆弾投下 8月9日長崎に原爆投下 8月14日日本に降伏勧告したポツダム宣言受諾 8月15日昭和天皇が放送で降伏を発表 第二次世界大戦終了 国際連合結成
Purokofiev ソビエト (1891-1953) 「 <a href="#">ピアノのためのソナタ第1番へ短調 Op.80</a> 」作曲	1946	インドシナ戦争勃発(～1954) ペンシルバニア大学で、初のコンピューター製造 11月3日日本憲法発布(1947/5/3施行)

「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1948	イスラエル共和国成立
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1950	朝鮮戦争（～1953） 警察予備隊発足（自衛隊の前身）
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1951	
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1952	保安隊発足（自衛隊の前身）
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1954	米がビキニ環礁水爆実験→ <a href="#">第五福竜丸</a> が被爆 自衛隊発足
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1958	アメリカが人工衛星とロケット2つを打ち上げ ソ連がロケットを打ち上げ
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1959	ソ連が人工衛星3つを打ち上げる
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1960	ベトナム戦争（～1975）
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1961	ソ連のガガーリンが人工衛星によって人類で初めて地球を回る
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1962	第2ヴァチカン公会議の開始（～1965）
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1965	インド・パキスタン戦争勃発
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1966	中国で文化革命
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1967	
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1972	9月29日日中国交正常化調印
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1973	ソルジェニーツィン <a href="#">ロシア</a> 「収容所列島」執筆
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1975	
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1976	
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1980	イラン・イラク戦争（～1988）
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1984	
「 <a href="#">シゲリ</a> 」作曲	1986	チェルノブィリの原子炉爆発事故

	1989	ルーマニアで共産主義体制が崩壊
	1990	ベルリンの壁の崩壊、東西ドイツの統一
	1991	湾岸戦争(～1992) ソ連の崩壊、独立国家共同体ロシアとなる
	1992	ローマ教皇ガリレオに対する異端宣言を取り消す
	1995	フランスのアヴィニョンで3万年前の壁画を発見 アルタミラやラスコーの壁画より古い 地下鉄サリン事件、オウム真理教の代表逮捕
vin アメリカ (1929- )オペラ「欲望という名の電車」初演	1998	国連兵器査察を認めないイラクへ米英空爆(12/16～19)
	2000	3月12日ローマ教皇謝罪 2000年来のローマ・カトリック教会の罪の た 9月28日聖地エルサレムの帰属をめぐる衝突から端を発 イナ対イスラエル闘争(インティファダ)始まる

## 近代・現代の音楽

-----

### シェーンベルクと12音音楽

12音音楽と呼ばれるものは、オクターヴを構成する12の音のどれもが、すべて同一の資格を持つという前提に始まる。言い換えれば、機能と和声による音楽における主音や属音といった機能をまったく持たせないことなのである。そして、その12の音すべてを1回ずつ使用する形で、セリーと呼ばれる音列を作り、このセリーをいろいろと操作して音楽を作っていくのである。したがって、あまり長大な曲にこの技法を用いるのはふさわしいことではなく、また音の積み重ねによって生じる機能と和声的な性格を回避するためには、どうしても線的な対位法の手法を使わなければならなかった。このようなことから、12音技法による曲は概して短いものが多く、中にはわずかに数小節にすぎないという例もある。

12音技法は、シェーンベルク(1874～1951)によって創始されたのであるが、彼が実際にその技法を使って完全な12音による作品を書いた

のは、第一次大戦以後のことである。シェーンベルクの弟子であり、同時に後継者でもあったウェーベルン(1883－1945)やベルク(1885－1935)にも、この技法を用いた優れた作品が残されている。

この12音音楽というのは、いうまでもなく完全なる無調性の音楽である。無調性への探求は、ワーグナーやドビュッシーによって機能和声の解体の危機に瀕して以来、20世紀に入ってからいろいろな形で試みられた。複調あるいは多調的なアプローチや、微分音の使用によって調性を否定しようとする動きなど、12音技法以外にもさまざまな試みがなされている。そのような中において12音技法が特筆されるのは、この技法が厳格なセリーによる秩序ある無調であること、言い換えれば調性に関わる新たな音の秩序を作りだそうとしたものであるからだろう。

それまでの西洋音楽では、1オクターブを構成する12の音（全音7と半音5）の場合、主音（トニカ）とか和声における根音などの区別があって一つ一つの音の価値とか役割が異なるが、この12音技法では1オクターブ12の音に対して全く同等の価値が与えられる。この12の音を各々回らずつ使用して、一定の法則に従い、セリーと呼ばれる48種類の音列を作り、このセリーを崩すことなく幾つかを選択・組合せてメロディと和声を作っていく手法が12音技法と云われるものである。（リズム、テーマ、形式などは、従来の調性音楽と本質的差異はない。）この技法は、20世紀における代表的作曲手法となり、ウェーベルンやベルグなど弟子たちによって受け継がれた。

## Schonberg 12 音技法

### 無調性への道

シェーンベルク Schönberg<sup>オーストリア</sup> (1874-1951) はユダヤ系オーストリア人である。父方が代々ハンガリーのノーグラード県セーチェーニに住むユダヤ人で、靴屋を営んでいた。母もプラハ出身のユダヤ人であった。シェーンベルクはウィーンで生まれ、キリスト教徒として育てられる。8歳よりヴァイオリンを習い始める。その後チェロを独学で学ぶ。15歳の時、父が亡くなり、経済的に立ち行かなくなった彼は、地元の私立銀行に勤め始め、夜間に音楽の勉強を続けていた。1933年ユダヤ教に改宗した。

初期の弦楽6重奏曲「浄夜 Op. 4」(1899年)や交響詩「ペレアスとメリザンド Op. 5」(1903年)などの作品において、後期ロマン派的な作品を書いていたが、その著しい半音階主義によってやがて調性を放棄し、新しい方法論を模索するようになる。室内交響曲第1番

はロマン派の大規模な管弦楽編成からあえて室内オーケストラを選び、4度を基本とした和声を主軸とした高度なポリフォニーによる作品となっている。これ以降、彼の実験は更に深められ、次第に調性の放棄＝無調による作品を志向するようになっていく。「グレの歌」(1900-11年)はそうした彼の変革の時代を象徴する作品である。

1909年に書かれた「3つのピアノ曲 Op.11」、「5つの管弦楽曲 Op.16」やモノドラマ「期待 Op.17」ではかなり無調へ傾き出したりと積極的な試みをしている。そして「[6つのピアノ小品 Op.19](#)」(1911年)では調性をほぼ完全に棄てたといえる。こうした中から「[月に憑かれたピエロ Op.21](#)」(1912年)が生まれる。この曲はモノドラマ「期待」の成果を更に推し進める所から生み出されたといえる。その着想は興味深く、独創的である。これはラヴェルや[ストラヴィンスキー](#)の声楽曲に影響を与え、前者は声と室内楽の「ステファヌス・マラルメの3つの詩」(1913年)を、そして後者は「日本の叙情詩による3つの歌曲」(1912-13年)を作るきっかけとなった。後のブーレーズなども影響を受けた。即興性のある語り声を室内楽で包み込んでいく書法は、何か伝統的なものを感じさせもするが、まぎれもなく今までにない世界を創り出していることに違いない。語り声 Sprechstimme、と5人の奏者=ピアノ、フルート+ピッコロ、クラリネット+バス・クラリネット、ヴァイオリン+ヴィオラ、チェロによる編成は美しい響きをもつものである。

この時まで無調の音楽を受け入れる時代ではなかった。しかし、指揮者のシェーンベルクなどが積極的に演奏したことで、次第にシェーンベルクなどの音楽が受け入れられるようになっていく。同じ頃、[ヴェーベルン Webern](#)<sup>オーストリア</sup> (1883-1945)もシェーンベルクにならって「大管弦楽のための6つの小曲 Op. 6」(1910年)、[ベルク Berg](#)<sup>オーストリア</sup> (1885-1935)は「クラリネットとピアノのための4つの小品 Op. 5」(1913年)や「3つの管弦楽曲 Op. 6」(1914-15年)などで無調(あるいは拡大された半音階主義)の作品を書いている。1910年代後半には、シェーンベルクは未完に終わったがオラトリオ「ヤコブの梯子」(1917年～)という大作に挑む。ベルクもオペラ「ヴォツェック Op. 7」(1914-22年)を作曲中であった。シェーンベルクなどと始めた無調による傑作の登場となった。無調性のために体系的な音組織の確立が必要と考えられるようになっていったのは当然の成り行きであろう。それが12音技法による12音音楽であった。

<12音技法の創始者2人>

#### ①ハウアーの12音技法

ウィーンの作曲家ハウアー Hauer<sup>オーストリア</sup> (1883-1959)がシェーンベルクより10年程前に<トローペ Trope>といわれる12音の音列による作曲法を考案していた。彼は小学校教師をしながら独学で音楽を学んだ。1912年に彼が作曲したピアノのための「[ノモス Nomos](#)」は彼の考案した12音技法で作曲した。史上初の12音音楽として見なされている。彼の12音技法は<トローペ Trope>と呼ぶ2組の6音組み合わせによって作られる。合計44種を選定することが可能である。彼の著した著作は「音楽的なものの本質について Von Wesen des Musikalischen」(1920年)、「メロスからパウケへ Von Melos zur Pauke」(1925年)、「12音技法 Zwölftontechnik, Die lehre von den Tropen」(1925年)など次々と理論書を出版した。シェーンベルクに先んじて12音音楽を主張したが、この理論を彼の弟子ハイスを除いて誰も継承しなかった。12音技法のために独自の記譜を用いた。

1919年、シェーンベルクは彼の「ノモス」を自身の演奏会で紹介した。だが、シェーンベルクが12音音楽の創始者に固執したためだろうか、シェーンベルクと音楽学者アドルノの

2人はハウアーの「ノモス」を酷評した。それに加えて1930年代のナチスの台頭により退廃芸術家としてハウアーは排斥されてしまった。戦後、再評価される日まで全く忘却されてしまったこともあり、彼の果たした役割は過小評価されているのが現状である。

## ② シェーンベルクの12音技法

シェーンベルクは1921年以後に12音技法を創始、確立したといわれている。どの時点をもって創始というか議論もある。12音技法でシェーンベルクが最初に書いた作品は「5つのピアノ曲 Op.23」(1920-23年)と7楽器とバリトンのための「セレナーデ Op.24」(1920-23年)であった。しかし、12音技法を用いたのはその一部分であった。全面的に12音技法によって作曲された作品は、ピアノのための「組曲 Op.25」(1921-23年)と「管楽5重奏曲 Op.26」(1923-24年)からであった。

---

### ー 12音技法とはー

組織的に無調を得る方法である。というのは無調だからといって闇雲に音を並べたとしても、必ず偶然的にも調性的な旋律や和音が生じることがある。調性における和声学のように無調性理論を実践するための技法が12音技法である。それは組織的無調性の理論である。さて、平均律で考えると1オクターヴの中に半音階で数えられる音は12である。一つの音の繰り返しもなく12の音を平等に使う基本となる音列を得ることができる。この基本音列(セリー)を様々な方法で変化を与えていくのである。代表的な音列獲得法は次のようなものがある。

- ① 基本音列を半音ずつ変えていって12の音列を得る。
- ② その反行形(音程関係を上下逆行にしたもの)を作りそこから12の音列を得る。
- ③ 更にそれぞれの逆から読んでいく逆行を作り、基本音列の逆行形で12の音列を得る。
- ④ そして反行形の逆行形で12の音列を得ることで計48の音列を作る。

これらを基にして旋律や和音作っていく。初歩的な12音技法による12音楽は、一つの作品に使われる基本音列は一つである。そして上記のような方法で作曲すると、音楽としての統一性を自然と得られる仕組みとなっている。それ自体から生じる無機質的性格は免れ得ない。また、純正調の音の世界はすべて否定されることになる。

---

## < 12音創始以後 >

1823年に妻が没し、翌年にヴァイオリン奏者コーリッシュの妹と再婚する。1925年かのブゾーニの後継者としてベルリン、プロイセン芸術アカデミー作曲科マイスター・クラス教授になった。1926年からベルリンに移住。ただドイツにおけるファシズムの勢いは急激に盛り上がり、1933年にヒトラーが政権を取る。ユダヤ系であるシェーンベルクは当然のことながら教授職を剥奪された。そして1933年アメリカへ亡命、それはボストンにあるモールキン音楽学校に招かれたためである。この直前にユダヤ教に改宗した。すぐに健康を害したので1935年に南カルフォルニア大学、1936年以降カリフォルニア大学ロサンゼルス校で教授となり、作曲を続けることになる。1941年にはアメリカの市民権を得たし、落ち着いた生活が始まった。創作活動も大きな実りを見せていく。こうした中の作品は、12音技法を中心にした作品と調性的作品もある。「ヴァイオリン協奏曲 Op.36」(1934-36年)、「第4弦楽四重

奏曲 Op.37」(1936年)、「ピアノ協奏曲 Op.42」(1942年)、「弦楽3重奏曲 Op.45」(1946年)などの他にも語り手、男声合唱と管弦楽のための「ワルシャワの生き残り Op.46」(1947年)は12技法に属する者である。一方、調性的な作品は渡米後初めて作った「弦楽のための組曲 ト調」(1934年)は調号を付けていた。あと「ブラス・バンドのための主題と変奏 Op.43a」(1943年)などは調性的といえるが、そうした作品数は多くはない。その他に柔軟なともいべき12音的作品がある。「ナポレオンへのオード Op.41」(1942年)は有名である。その他に彼の教育活動の功績に、ジョン・ケージ、ルー・ハリソンなどのアメリカ現代音楽を代表する作曲家となった弟子がいる。そして教育活動の成果としての著作も多い。「和声の構造的機能」(1954年)は、亡命前に書いた「和声学」(1911年)と共に代表的な彼の音楽理論であろう。

1951年7月13日、喘息発作が起こりロサンゼルスにてこの世を去った。享年77歳。

### アルノルト・シェーンベルク (ウィキペディア (Wikipedia) より)



1948年のシェーンベルク

アルノルト・シェーンベルク (Arnold Schoenberg, [1874年9月13日](#) - [1951年7月13日](#)) はオーストリアの作曲家。調性を脱し無調音楽に入り12音技法を創始したことで知られる。アメリカに帰化した際、ドイツの政策に嫌気が指して綴りをドイツ語式のSchönbergから英語式のSchoenbergに改めた。ドイツ語や英名の読み方を知らない者からは「スコエンバーク」、「スコエンベルグ」などと呼ばれることもあった。

父シャムエル・シェーンベルク (Samuel Schönberg [1838年](#) - [1889年](#) [1]) は代々ハンガリーのノーグラード県セーチャーニに住むユダヤ人で、靴屋を営んでいた。母パウリーネ・ナーホト (Pauline Náchod [1848年](#) - [1921年](#)) もプラハ出身のユダヤ人。ウィーンにて生誕。初めはカトリックのキリスト教徒として育てられる。8歳よりヴァイオリンを習い始める。その後チェロを独学で学ぶ。15歳の時、父が亡くなり、経済的に立ち行かなくなった彼は、地元の私立銀行に勤め始め、夜間に音楽の勉強を続けていた。余りにも前衛的な態度の為ウィーンを追い出されベルリン芸大の教授に任命される時プロテスタントのキリスト教徒に改宗、その後ナチのユダヤ政策に反対して1933年、ユダヤ教に再改宗。

〔編集〕 無調への試み

初期は「ペレアスとメリザンド」や「浄められた夜」など、後期ロマン主義の作品を書いていたが、その著しい半音階主義からやがて調性の枠を超えた新しい方法論を模索するようになる。室内交響曲第1番は後期ロマン派の大規模な管弦楽編成からあえて室内オーケストラを選び、4度を基本とした和声を主軸とした高度なポリフォニーによる作品となっている。

これ以降、彼の実験は更に深められ、次第に調性の放棄＝無調による作品を志向するようになっていく。1900年から書き始められ1911年に完成した『グレの歌』は、巨大な編成と長大な演奏時間を持ち、カンタータ、オペラ、連作歌曲集などの要素が融合した大作である。しかし、基本的な構想は1901年までに書かれているため、音楽的には「ペレアスとメリザンド」などと同様後期ロマン派の様式となっており、ある意味、後期ロマン派音楽の集大成であり頂点であるともいえる。しかし、楽器法などには中期のスタイルがみられる。

若い頃の彼はブラームスに傾倒していたが、のちツェムリンスキーに師事し、師の影響でヴァーグナーの音楽にも目覚め、また、ツェムリンスキーとともにマーラーの家に入出入りして音楽論をたたかわせたり、彼の交響曲について好意的な論文を記述したこともある。ブラームスとヴァーグナーという異なる傾向を結びつけるような音楽を書いた点はツェムリンスキーと共通している。

1909年に書かれた「3つのピアノ曲」Op. 11や「5つの管弦楽のための小品」Op. 16、モノドラマ「期待」Op. 17では、多少調性の香りを残していたが、無調へと大きく踏み出して、様々な実験を試みていった。そして「6つの小さなピアノ曲」Op. 19で、調性をほぼ完全に放棄するに至った。この実験から傑作歌曲集「月に憑かれたピエロ」（ピエロ・リュネール）が生まれる。「月に憑かれたピエロ」は「期待」の成果を更に推し進めて生み出されたと言ってよいかも知れないが、着想などは更にユニークである。ラヴェルやストラヴィンスキーに影響を与え、前者が「マラルメによる3つの歌」を、そして後者が「紀貫之の短歌等による日本の3つの抒情詩」を作るきっかけとなった。そして後のブルーースやファニホウなどにも影響を与えた傑作である。物語の朗唱を室内楽で伴奏をするという方法が、かつてなかったとは言えないまでも、これほどにまで高められた作品は皆無で、またかつて無い効果をあげた伴奏の書法も全くユニークな傑作であった。

ただ、時代は無調の音楽に対する準備が出来ていたとは言えなかった。ストラヴィンスキーの「春の祭典」で大騒ぎとなるような時代で、無調の音楽は一部のサークルの中だけのことであった。ウィーンの私的演奏会で聴衆が怒り出してパニックになったり帰る人が続出したのは当然であった。しかし、指揮者のシエルヘンなどが積極的にこれらの音楽を後押しし演奏してまわったことで、シェーンベルクなどの音楽が受け入れられるようになっていく。同じ頃、弟子のアルバン・ベルクは「クラリネットとピアノのための4つの小品」Op. 5や「管弦楽のための3つの小品」Op. 6などで、無調（あるいは拡大された半音階主義）の作品を発表し、アントン・ヴェーベルンも師シェーンベルクにならって「6つの小品」Op. 6を書いているが、シェーンベルクはバランス感覚に優れ、ベルクはより劇的で標題性を持ち、ヴェーベルンは官能的なまでの音色の豊穡さに特徴があり、明確な個性の違いがあるのは興味深い。

#### 【編集】12音音楽の確立

1910年代後半、シェーンベルクは未完に終わった「ヤコブの梯子」という大作に挑む。同じ頃弟子のベルクは歌劇「ヴォツェック」Op. 7を完成する。シェーンベルクらと始めた無調主義による傑作オペラの登場である。無調主義が次第に市民権を持ちはじめると共に、無調という方法に、調性に代わる方法論の確立の必要性を考えるようになっていった。それが12音音楽であった。

重複しない12音を平等に使うて並べた音列を、半音ずつ変えていって12個の基本音列を得る。次にその反行形（音程関係を上下逆にしたもの）を作り同様に12個の音列を得る。更にそれぞれを逆から読んだ逆行を作り、基本音列の逆行形から12個の音列を、そして反行形の逆行形から12個の音列を得ることで計48個の音列を作り、それを基にメロディーや伴奏を作るのが12音音楽である。一つの音楽に使われる基本となる音列は一つであり、別の音列が混ざることとは原則としてない。したがって、この12音音楽は基本となる音列が、調性に代わるものであり、またテーマとなる。そして音列で作っている限り、音楽としての統一性を自然と得られる仕組みとなっている。

この手法でシェーンベルクが最初にしたのが、「5つのピアノ曲」Op. 23の第5曲「ワルツ」であった。1920-23年に書かれたこの作品は、シェーンベルクの初めての12音音列による作

品として重要である。「ワルツ」の完成は1923年2月とされているが、一説には全曲12音技法で書かれた「ピアノ組曲」op. 25 (1921~1923)の「プレリュード」が1921年7月に完成されており、こちらが最初の12音技法による作品であるとの説もある。ヴェーベルンも1924年、「子どものための小品」の中で12音音列を使った作品を書き、ベルクもすぐにその技法を部分的にとり入れている。

ただし、12音の音列による作曲法はシェーンベルクの独創とは言えない。ウィーンの同僚であったヨゼフ・マティアス・ハウアーが、シェーンベルクより2年ほど前にトローペと言われる12音の音列による作曲法を考案している。1919年にハウアーが作曲した「ノモス」は、最初の12音音楽と見なされている。この年、シェーンベルクはこの作品を自身の演奏会で紹介しているが、12音音楽の創始者に固執したこともあり、シェーンベルクと、その理解者でベルクの弟子でもある哲学者・音楽学者のテオドル・アドルノの2人から酷評される。また、1930年代のナチスの台頭により退廃音楽家として彼は排斥され、戦後、再評価されるまで全く忘却されてしまったこともあり、ハウアーが1920年代に果たした役割が過小評価されていることは否めない。

弟子のヴェーベルンが音楽をパラメータごとに分解してトータル・セリエリズムへの道を開き、形式上の繰り返しを否定し変容を強調したのに対し、シェーンベルクは無調ながらもソナタや舞曲など従来の形式を踏襲している。また初期の無調音楽は部分的には機能和声で説明できるものが多く、マーラーやツェムリンスキーなど高度に複雑化した和声により調性がいまいになっていた後期ロマン派音楽の伝統と歴史の延長線上に位置する。

厳格でアカデミックな教育方針は古典作品の徹底的なアナリーゼを基礎としていた。12音技法の開拓後はリズム、形式面で古典回帰が顕著で、彼自身も新古典主義との係わりを避けることは出来なかった。

美術をはじめとする芸術一般にも興味を持ち相互に影響した。シェーンベルクの描いた表現主義的な「自画像」は（メンデルスゾーンなどと同じく）画家としての才能も示しているロシアの画家カンディンスキーはシェーンベルクのピアノ曲演奏風景をそのまま「印象・コンサート(1911年)」という作品にしている。

[編集] 亡命と晩年

第二次世界大戦中、ナチス・ドイツから逃れてアメリカに移住する。移住後も南カリフォルニア大学 (USC) とカリフォルニア大学ロサンゼルス校 (UCLA) にて教育活動を精力的に行い、弟子にはジョン・ケージ、ルー・ハリソンなど、アメリカ現代音楽を代表する作曲家も含まれる。USCにはリサイタルホールを擁するアーノルド・シェーンバーグ研究所 (Arnold Schoenberg Institute) があり、UCLAには彼の生前の功績をたたえ、記念講堂が建造されている。

移住後は、自分の無調性や十二音技法に不安感を覚え「室内交響曲第2番」などの調性音楽も作曲した。

また、他界する直前まで合唱曲「現代詩篇」を作曲していたが、未完に終わった。戦後始まった第一回ダルムシュタット夏季現代音楽講習会からも講師として招待されたが、重い病気の為キャンセルした。

1951年7月13日、喘息発作の為、ロサンゼルスにて他界。享年77。

Arnold Schoenberg

From Wikipedia, the free encyclopedia

• [Interested in contributing to Wikipedia?](#) •

Jump to: [navigation](#), [search](#)



Arnold Schoenberg, Los Angeles, 1948

**Arnold Schoenberg** (anglicized form of **Schönberg**; [September 13, 1874](#) – [July 13, 1951](#)) was an [Austrian](#) and later [American composer](#). Many of Schoenberg's works are associated with the [expressionist](#) movements in early 20th-century German poetry and art, and he was among the first composers to embrace [atonal motivic](#) development.

Schoenberg is best known as the innovator in the 1920s of the [twelve-tone technique](#), a compositional technique involving [tone rows](#). He was also a painter, an important [music theorist](#), and an influential teacher of composition.

## Contents

[hide]

- [1 Biography](#)
- [2 Music](#)
  - [2.1 Works and ideas](#)
  - [2.2 Controversies and polemics](#)
- [3 Extramusical interests](#)
- [4 Works](#)
  - [4.1 Complete list of compositions with opus numbers](#)
  - [4.2 Works by genre](#)
    - [4.2.1 Operas](#)
    - [4.2.2 Choral works](#)
      - [4.2.2.1 Unpublished:](#)
    - [4.2.3 Orchestral works](#)
    - [4.2.4 Chamber works](#)
      - [4.2.4.1 Fragments](#)
    - [4.2.5 Songs](#)
      - [4.2.5.1 unpublished:](#)
    - [4.2.6 Keyboard works](#)
    - [4.2.7 Canons](#)
    - [4.2.8 Transcriptions and arrangements](#)
- [5 Quotes](#)
- [6 References and further reading](#)
  - [6.1 Further reading](#)
  
- [7 External links](#)

### [edit] Biography

Arnold Schönberg was born to an [Ashkenazi Jewish](#) family in the [Leopoldstadt](#) district (in earlier times a Jewish [ghetto](#)) in [Vienna](#), at "[Obere Donaustraße 5](#)" Although his mother Pauline, a native of [Prague](#), was a [piano](#) teacher (his father Samuel, a native of [Bratislava](#), was a [shopkeeper](#)), Arnold was largely self-taught, taking only [counterpoint](#) lessons with the composer [Alexander von Zemlinsky](#), who was to become his first brother-in-law (Beaumont 2000, 87). In his twenties, he lived by orchestrating [operettas](#) while composing works such as the string sextet [Verklärte Nacht](#) ("Transfigured Night") in [1899](#). He later made an [orchestral](#) version of this, which has come to be one of his most popular pieces. Both [Richard Strauss](#) and [Gustav Mahler](#) recognized Schoenberg's significance as a composer, Strauss when he encountered Schoenberg's [Gurre-Lieder](#), and Mahler after hearing several of Schoenberg's early works. Strauss turned to a more conservative idiom in his own work after 1909 and at that point dismissed Schoenberg, but Mahler adopted Schoenberg as a protégé and continued to support him even after Schoenberg's style reached a point which Mahler could no longer understand, and Mahler worried about who would look after him after his death. Schoenberg, who had initially despised and mocked Mahler's music, was converted by the "thunderbolt" of Mahler's 3rd symphony, which he considered a work of genius, and afterwards "even spoke of Mahler as a saint" (Stuckenschmidt 1977, 103; Schoenberg 1975, 136).

Despite his Jewish background, in 1898 he converted to [Lutheranism](#). He would remain Lutheran until 1933.

Schoenberg began teaching harmony, counterpoint and composition in 1904, using [Heinrich Bellermann](#)'s treatise *Der Contrapunkt* as his text.<sup>[citation needed]</sup> His first students were [Paul Pisk](#), [Anton Webern](#), and [Alban Berg](#); Webern and Berg would become the most famous of his many pupils.

The summer of 1908, during which his wife Mathilde left him for several months for a young Austrian painter, [Richard Gerstl](#) (who committed [suicide](#) after her return to her husband and children), marked a distinct change in Schoenberg's work. It was during the absence of his wife that he composed "You lean against a silver-willow" ([German](#): *Du lehnest wider eine Silberweide*), the thirteenth song in the cycle *Das Buch der Hängenden Gärten*, op. 15, and the first piece without any reference at all to a key (Stuckenschmidt 1977, 96). Also in this year he completed one of his most revolutionary compositions, the *String Quartet No. 2*, whose first two movements, though chromatic in color, use traditional key signatures, yet whose final two movements, settings of poems by the German mystical poet [Stefan George](#), weaken the links with traditional tonality daringly (though both movements end on tonic chords, and the work is not yet fully non-tonal) and, breaking with previous string-quartet practice, incorporate a soprano vocal line.

During the summer of 1910, Schoenberg wrote his *Harmonielehre* (*Theory of Harmony*, Schoenberg 1922), which to this day remains one of the most influential music-theory books.

Another of his most important works from this atonal or pantonal period is the highly influential *Pierrot Lunaire*, op. 21, of 1912, a novel cycle of expressionist songs set to a German translation of poems by the Belgian-French poet [Albert Giraud](#). Utilizing the technique of [Sprechstimme](#), or speak-singing recitation, the work pairs a female singer with a small ensemble of 5 musicians. The ensemble, which is now commonly referred to as the [Pierrot ensemble](#), consists of [flute](#) (doubling on [piccolo](#)), [clarinet](#) (doubling on [bass clarinet](#)), [violin](#) (doubling on [viola](#)), violoncello, speaker-singer, and [piano](#).

Later, Schoenberg was to develop the most influential version of the dodecaphonic (also known as [twelve-tone](#)) method of composition, which in French and English was given the alternative name [serialism](#) by [René Leibowitz](#) and [Humphrey Searle](#) in 1947. This technique was taken up by many of his students, who constituted the so-called [Second Viennese School](#). They included [Anton Webern](#), [Alban Berg](#) and [Hanns Eisler](#), all of whom were profoundly influenced by Schoenberg. He excelled as a teacher of music (teaching students such as [John Cage](#)), partly through his method of engaging with, analyzing, and transmitting the methods of the great classical composers, especially [Bach](#), [Mozart](#), [Beethoven](#), and [Brahms](#), partly through his focus on bringing out the musical and compositional individuality of his students.

<sup>[citation needed]</sup> He published a number of books, ranging from his famous *Harmonielehre* (Theory of Harmony) to *Fundamentals of Musical Composition* (Schoenberg 1967),

many of which are still in print and still used by musicians and developing composers.



Schoenberg's grave in the [Zentralfriedhof](#), Vienna.

Following the 1924 death of composer [Ferruccio Busoni](#), who had served as Director of a Master Class in Composition at the [Prussian Academy of Arts](#) in [Berlin](#), Schoenberg was appointed to this post the next year, but because of health reasons was unable to take up his post until 1926. Anti-Semitic attacks in the *[Zeitschrift für Musik](#)* swiftly ensued.<sup>[[citation needed](#)]</sup> Among his notable students during this period were the composers [Roberto Gerhard](#), [Nikos Skalkottas](#), and [Josef Rufer](#). Schoenberg continued in his post until the election of [Adolf Hitler](#) and the [Nazis](#) in 1933, when he was dismissed and forced into exile. He emigrated to [Paris](#), where he reaffirmed his [Jewish faith](#)<sup>[1]</sup> and then to the [United States](#). His first teaching position in the United States was at the [Malkin Conservatory](#) in Boston. He was then wooed to [Los Angeles](#), where he taught at the [University of Southern California](#) and the [University of California, Los Angeles](#), both of which later named a music building on their respective campuses Schoenberg Hall.<sup>[2][3]</sup> He settled in [Brentwood Park](#), where he befriended fellow composer (and tennis partner) [George Gershwin](#) and began teaching at [University of California, Los Angeles](#), where he resided for the rest of his life.

During this final period he composed several notable works, including the difficult [Violin Concerto](#), op. 36 (1934/36), the [Kol Nidre](#), op. 39, for chorus and orchestra (1938), the *Ode to Napoleon Buonaparte*, op. 41 (1942), the haunting [Piano Concerto](#), op. 42 (1942), and his memorial to the victims of the Holocaust, [A Survivor from Warsaw](#), op. 46 (1947). He was unable to complete his opera [Moses und Aron](#) (1932/33), which was one of the first works of its genre to be written completely using [dodecaphonic composition](#). In 1941, he became a [naturalized citizen](#) of the United States.

Schoenberg experienced [triskaidekaphobia](#) (the fear of the number 13), which possibly began in 1908 with the composition of op. 15, no. 13 (Stuckenschmidt 1977, 96). *Moses und Aron* was originally spelled *Moses und Aaron*, but when he realised this contained 13 letters, he changed it. His superstitious nature may have triggered his death. According to friend Katia Mann, he feared he would die during a year that

was a multiple of 13 (quoted in Lebrecht 1985, 294). He so dreaded his sixty-fifth birthday in 1939 that a friend asked the composer and [astrologer Dane Rudhyar](#) to prepare Schoenberg's [horoscope](#). Rudhyar did this and told Schoenberg that the year was dangerous, but not fatal. But in 1950, on his seventy-sixth birthday, the Viennese musician and astrologer [Oskar Adler](#)<sup>[[citation needed](#)]</sup> wrote Schoenberg a note warning him that the year was a critical one:  $7 + 6 = 13$  (Nuria Schoenberg-Nono, quoted in Lebrecht 1985, 295). This stunned and depressed the composer, for up to that point he had only been wary of multiples of 13 and never considered adding the digits of his age. He became obsessed with this idea and many friends report that he frequently said: "If I can only pull through this year I shall be safe."<sup>[[citation needed](#)]</sup> On Friday, July 13, 1951, Schoenberg stayed in bed—sick, anxious and depressed. In a letter to Schoenberg's sister Otilie, dated 4 August 1951, his wife, Gertrud, reported "About a quarter to twelve I looked at the clock and said to myself: another quarter of an hour and then the worst is over. Then the doctor called me. Arnold's throat rattled twice, his heart gave a powerful beat and that was the end" (Stuckenschmidt 1977, 521). Gertrud Schoenberg reported the next day in a telegram to her sister-in-law Otilie that Arnold died at 11:45pm (Stuckenschmidt 1977, 520). Arnold Schoenberg was grandfather of the lawyer [E. Randol Schoenberg](#). His daughter, Nuria Dorothea, married fellow composer [Luigi Nono](#) in 1955.

[\[edit\]](#) Music

[\[edit\]](#) Works and ideas

His [Drei Klavierstücke](#) Op. 11, No. 1

To understand why Schoenberg composed the music that he did, it is useful to begin with his own statement: "Had times been 'normal' (before and after [1914](#)) then the music of our time would have been very different."<sup>[[citation needed](#)]</sup>

Schoenberg was passionately committed to the concept of unshaken adherence to an "Idea" (such as the concept of an inexpressible God) and the pursuance of Truth. He saw the development of music accelerating through the works of Wagner, Strauss and Mahler to a state of saturation. If music was to regain a genuine and valid simplicity of expression, as in the music of his beloved [Mozart](#) and [Schubert](#), the language must be renewed.<sup>[[citation needed](#)]</sup>

These were the same years when the Western world developed [abstract painting](#) and [psychoanalysis](#) in the same city. Many intellectuals at the time felt that thought had developed to a point of no return, and that it was no longer possible honestly to go on repeating what had been done before.<sup>[[citation needed](#)]</sup> Between [1901](#) ([Gurre-Lieder](#)) and [1910](#) ([Five Pieces for Orchestra](#)) his music changed more rapidly than at any other time.<sup>[[citation needed](#)]</sup> When he had written his [String Quartet opus 7](#) and his Chamber Symphony opus 9, he imagined he had arrived at a mature personal style which would serve him for the future.<sup>[[citation needed](#)]</sup> But already in the second [String Quartet opus 10](#) and the [Drei Klavierstücke](#) opus 11, he had to admit that the saturation of added notes in harmony had reached a stage when there was no

meaningful difference between consonance and dissonance.<sup>[citation needed]</sup> For a time Schoenberg's music became very concentrated and elliptical, as he could see no reason to repeat and develop.<sup>[citation needed]</sup> [World War I](#) brought a crisis in his development. Military service disrupted his life. He was never able to work uninterrupted or over a period of time, and as a result he left many unfinished works and undeveloped "beginnings". So, at the age of 42 he found himself in the army. On one occasion, a superior officer demanded to know if he was "this notorious Schoenberg, then"; Schoenberg replied: "Beg to reports, sir, yes. . . . Nobody wanted to be, someone had to be, so I let it be me" (Schoenberg 1975, 104) (according to [Norman Lebrecht](#), this is an obvious reference to Schoenberg's apparent "destiny" as the "[Emancipator of Dissonance](#)") (Lebrecht 2001).

After the war he worked at evolving a means of order which would enable his musical texture to become simpler and clearer, and this resulted in the "method of composition with twelve tones" in which the twelve pitches of the octave are regarded as equal, and no one note or tonality is given the emphasis it occupied in classical harmony. He regarded it as the equivalent in music of [Albert Einstein's](#) discoveries in Physics, and Schoenberg announced it characteristically, during a walk with his friend Josef Rufer, when he said "I have made a discovery which will ensure the supremacy of German music for the next hundred years" (Stuckenschmidt 1977, 277).

This remark, much misquoted and misunderstood, was probably made with Schoenberg's customary wry and ironic humour, referring to the collapse of the dominant political position of the German-speaking world in previous years, and also emphasising his desire to stand with Bach and Beethoven.<sup>[citation needed]</sup>

In the following years he produced a series of instrumental and orchestral works showing how his method could produce new classical music which did not copy the past. The climax was to be an opera [Moses und Aron](#), of which he wrote over two-thirds but which he was unable to complete, perhaps for psychological reasons. The music ends at the point where Moses cries out his frustration at being unable to express himself. There is little doubt that by this time Schoenberg had come to see himself as a kind of prophet too.<sup>[citation needed]</sup>

When he settled in [California](#), he wrote several works in which he returned to quasi-tonal harmony, but in a very distinctive way, not simply re-using classical harmony. This was in accordance with his belief that his music evolved naturally out of the past. One of his sayings was "my music is not really modern, just badly played."<sup>[citation needed]</sup>

It is worth noting that Schoenberg was not the only composer (or even the first) to experiment with the systematic use of all twelve tones. Both the Russian composer [Nikolai Roslavets](#) and Schoenberg's fellow Austrian [Josef Matthias Hauer](#) developed their own twelve-tone systems quite independently at around the same time as Schoenberg, and [Charles Ives](#) experimented with twelve-tone techniques

substantially earlier.<sup>[citation needed]</sup> However, Schoenberg's system was by far the most important and influential.

[\[edit\]](#) Controversies and polemics

After some normal early difficulties, Schoenberg began to win public acceptance, with works such as the tone poem *Pelleas und Melisande* at a Berlin performance in 1907, and, especially, at the Vienna première of the *Gurrelieder* on [13 February 1913](#), which received an ovation that lasted a quarter of an hour and Schoenberg was presented with a laurel crown (Rosen 1996, 4; Stuckenschmidt 1977, 184). Much of his work, however, was not well received. In [1907](#) his [Chamber Symphony No. 1](#) in E major was premièred. The audience was small, and the reaction to the work lukewarm.<sup>[citation needed]</sup> When it was played again, however, in a [31 March 1913](#) concert which also included works by [Alban Berg](#), [Anton Webern](#) and [Alexander von Zemlinsky](#), thunderous applause contended with hisses and laughter during Webern's Six Pieces, op. 6. Though Zemlinsky's Four Maeterlinck Songs calmed the audience somewhat, according to a contemporary newspaper report, after Schoenberg's op. 9 "one could hear the shrill sound of door keys among the violent clapping and in the second gallery the first fight of the evening began". Later in the concert, during a performance of the *Altenberg Lieder* by Berg, fighting broke out after Schoenberg interrupted the performance to threaten removal by the police of any troublemakers (Stuckenschmidt 1977, 185). Mahler's *Kindertotenlieder*, which were to have concluded the concert, had to be cancelled after a police officer was called in (Rosen 1996, 5). Schoenberg's music after 1908 made a break from [tonality](#), which greatly polarised responses to it: his followers and students saw him as one of the most important figures in music, while critics hated his work, on the whole.<sup>[citation needed]</sup> The deteriorating relation between contemporary composers and the public led him to found the [Society for Private Musical Performances](#) (*Verein für musikalische Privataufführungen* in German) in Vienna in 1918. His aim was grandiose but scarcely egocentric; he sought to provide a forum in which modern musical compositions could be carefully prepared and rehearsed, and properly performed under conditions protected from the dictates of fashion and pressures of commerce. From its inception through 1921, when it ended because of economic reasons, the Society presented 353 performances to paid members, sometimes at the rate of one per week, and during the first year and a half, Schoenberg did not allow any of his own works to be performed (Rosen 1975, 65). Instead, audiences at the Society's concerts heard difficult contemporary compositions by [Skryabin](#), [Debussy](#), [Mahler](#), [Webern](#), [Berg](#), [Reger](#), and other leading figures of early 20th-century music (Rosen 1996, 66).

Schoenberg was said to be a very prickly and difficult man to know and befriend.

<sup>[citation needed]</sup> In one of his letters he said "I hope you weren't stupid enough to be offended by what I said,"<sup>[citation needed]</sup> and he rewarded conductors such as [Otto Klemperer](#) who programmed his music by complaining repeatedly that they didn't do more<sup>[citation needed]</sup>. On the other hand, among those who are considered his *disciples* he

inspired absolute devotion. Even strongly individualistic composers such as [Alban Berg](#) and [Anton Webern](#) displayed an almost slavish selflessness and willingness to serve him.<sup>[*citation needed*]</sup>

Schoenberg's serial technique of composition with 12 notes became one of the most central and polemical issues among American and European musicians during the mid- to late-20th century. Beginning in the 1940s and continuing to the present day, composers such as [Pierre Boulez](#), [Karlheinz Stockhausen](#), [Luigi Nono](#) and [Milton Babbitt](#) have extended Schoenberg's legacy in increasingly radical directions. The major cities in the USA (e.g. Los Angeles, NYC, Boston) have also been hosts for historically significant performances of Schoenberg's music, with advocates such as Babbitt in NYC and the Franco-American conductor-pianist, [Jacques-Louis Monod](#); including the influence of Schoenberg's own pupils, who have taught at major American schools (e.g. Leonard Stein at USC, UCLA and CalArts; Richard Hoffmann at Oberlin; Patricia Carpenter at Columbia; and [Leon Kirchner](#) and Earl Kim at Harvard). Others include performers associated with Schoenberg, who have had a profound influence upon contemporary music performance practice in the USA (e.g. [Louis Krasner](#), [Eugene Lehner](#) and [Rudolf Kolisch](#) at the New England Conservatory of Music; [Eduard Steuermann](#) and [Felix Galimar](#) at the Juilliard School). Elsewhere in Europe, the work of [Hans Keller](#), [Luigi Rognoni](#), and [René Leibowitz](#) has had a measurable influence in disseminating Schoenberg's musical legacy outside of Germany and Austria.

Schoenberg was not fond of [Igor Stravinsky](#), and in 1926 wrote a poem titled "Der neue Klassizismus" (in which he derogates [Neoclassicism](#) and obliquely refers to Stravinsky as "Der kleine Modernsky"), which he used as text for the third of his *Drei Satiren*, op. 28 (H. C. Schonberg 1970, 503).

[\[edit\]](#) Extramusical interests

Schoenberg was also a painter of considerable ability, whose pictures were considered good enough to exhibit alongside those of [Franz Marc](#) and [Wassily Kandinsky](#) (Stuckenschmidt 1977, 142), and he wrote extensively: plays and poems, as well as essays not only about music but about politics and the social/historical situation of the Jewish people.<sup>[*citation needed*]</sup> He was also interested in [Hopalong Cassidy films](#), which Paul Buhle and David Wagner (2002, v–vii) attribute to the films' [left-wing screenwriters](#)—a rather odd claim in light of Schoenberg's statement that he was a *bourgeois* turned monarchist (Stuckenschmidt 1977, 551–52).

以上「和文音楽史」

以下「英文音楽史」

Music

**From Wikipedia, the free encyclopedia**

- [Ten things you may not know about Wikipedia](#) •

Jump to: [navigation](#), [search](#)

For other uses, see [Music \(disambiguation\)](#).

**Music** is an [art](#) form consisting of [sound](#) and [silence](#) expressed through [time](#). Elements of sound in music are [pitch](#) (including [melody](#) and [harmony](#)), [rhythm](#) (including [tempo](#) and [meter](#)), [structure](#), and sonic qualities of [timbre](#), [articulation](#), [dynamics](#), and [texture](#).

The creation, performance, significance, and even [the definition of music](#) vary according to culture and social context. Music ranges from strictly organized compositions and performances to improvisational or [aleatoric](#) forms. Music can be divided into [genres](#) and sub-genres, although the dividing lines and relationships between [music genres](#) are often unclear and/or controversial. Within "[the arts](#)", music can be classified as a [performing art](#), a [fine art](#), or an auditory art form. Music may also involve generative [forms](#) in time through the construction of [patterns](#) and [combinations](#) of natural stimuli, principally sound. Music may be used for [artistic](#) or [aesthetic](#), [communicative](#), [entertainment](#), ceremonial or religious purposes, and by many composers purely as an academic instrument for study.

## Contents

[\[hide\]](#)

- [1 History](#)
  - [1.1 Ancient](#)
  - [1.2 Medieval and Renaissance](#)
  - [1.3 Baroque](#)
  - [1.4 Classical](#)
  - [1.5 Romantic](#)
  - [1.6 20th Century](#)
- [2 Performance](#)
  - [2.1 Aural tradition](#)
  - [2.2 Ornamentation](#)
- [3 Production](#)
  - [3.1 Composition](#)
  - [3.2 Notation](#)
  - [3.3 Improvisation](#)
  - [3.4 Theory](#)
- [4 Cognition](#)
- [5 Sociology](#)
- [6 Media and Technology](#)
- [7 Business](#)
- [8 Education](#)
  - [8.1 Primary](#)
  - [8.2 Academia](#)
  - [8.3 Ethnomusicology](#)
- [9 Music therapy](#)
- [10 Sources](#)
- [11 Further reading](#)
- [12 See also](#)
- [13 External links](#)

## History

*Main article:* [History of music](#)

The history of music predates the written word. Music is tied to the development of each unique human [culture](#). The development of music among humans occurred against the backdrop of [natural sounds](#) such as birdsong and the sounds other animals use to communicate. Prehistoric music, once more commonly called primitive music, is the name given to all music produced in [preliterate](#) cultures ([prehistory](#)), beginning somewhere in very late [geological history](#).



Figurines playing stringed instruments, excavated at [Susa](#), 2nd millennium BC. [Iran National Museum](#).

Ancient

*Main article:* [Ancient music](#)

The human voice is possibly the oldest musical instrument. A range of paleolithic sites have yielded bones in which lateral holes have been pierced: these are usually considered to be flutes<sup>[1]</sup>, blown at the end like the Japanese shakuhachi. The earliest written records of musical expression are to be found in the [Sama Veda](#) of [India](#) and in 4,000 year old cuneiform from [Ur](#). Instruments, such as the seven-holed flute and various types of stringed instruments have been recovered from the [Indus valley civilization](#) archaeological sites.<sup>[2]</sup> The Indian music is one of the oldest musical traditions in the world, and [Indian classical music](#) (*marga*) can be found from the scriptures of the [Hindu](#) tradition, the [Vedas](#). Chinese classical music, the traditional art or court music of China has a history stretching for more than three thousand years. Music was an important part of cultural and social life in [Ancient Greece](#). In ancient Greece, mixed-gender choruses performed for entertainment, celebration and spiritual ceremonies, and musicians and singers had an important role in [Greek theater](#). Music was part of children's basic education in ancient Greece.

[Al-Farabi](#) (872–950) wrote a notable book on music titled *Kitab al-Musiqa* (The Book of Music). He played and invented a varied number of [musical instruments](#) and his pure [Arabian tone system](#) is still used in [Arabic music](#) today.<sup>[3]</sup>

Medieval and Renaissance

*Main articles:* [Medieval music](#) and [Renaissance music](#)

While musical life was undoubtedly rich in the early [Medieval](#) era, as attested by artistic depictions of instruments, writings about music, and other records, the only repertory of music which has survived from before 800 to the present day is the [plainsong](#) liturgical music of the [Roman Catholic Church](#), the largest part of which was called [Gregorian chant](#). Several schools of [polyphony](#) flourished in the period after [1100](#). Alongside these schools of sacred music a vibrant tradition of secular song developed, as exemplified in the music of the [troubadours](#), [trouvères](#) and [Minnesänger](#).

Much of the surviving music of the [14th century](#) in European music history is secular. By the middle of the [15th century](#), [composers](#) and [singers](#) used a smooth polyphony for sacred musical compositions such as the [mass](#), the [motet](#), and the [laude](#); and secular forms such as the [chanson](#) and the [madrigal](#). The invention of [printing](#) had an immense influence on the dissemination of musical styles.

Baroque

*Main article:* [Baroque music](#)

The first operas, written around 1600 and the rise of [Counterpoint](#) musical compositions define the end of the Renaissance and the beginning of the Baroque era that lasted until 1750, the year of the death of [George Frideric Handel](#) along with [Johann Sebastian Bach](#), the most generally known of the Baroque composers (though many composers embraced the Baroque movement in music during those years).



Allegory of Music, by [Filippino Lippi](#)



Allegory of Music on the [Opéra Garnier](#)

German Baroque composers wrote for small ensembles including [strings](#), [brass](#), and [woodwinds](#), as well as [Choirs](#), [pipe organ](#), [harpsichord](#), and [clavichord](#). During the Baroque period, several major music forms were defined that lasted into later periods when they were expanded and evolved further, including the [Fugue](#), the [Invention](#), the [Sonata](#), and the [Concerto](#).<sup>[4]</sup>

Classical

*Main article:* [Classical period \(music\)](#)

The music of the Classical period is characterized by [homophonic texture](#), often featuring prominent [melody](#) with [accompaniment](#). These new melodies tended to be

almost voice-like and singable. The now popular instrumental music was dominated by further evolution of musical forms initially defined in the Baroque period: the [sonata](#), and the [concerto](#), with the addition of the new form, the [symphony](#). [Franz Joseph Haydn](#) and [Wolfgang Amadeus Mozart](#), well known even today, are among the central figures of the Classical period.

Romantic

*Main article: [Romantic music](#)*

[Ludwig van Beethoven](#) and [Franz Schubert](#) were transitional composers, leading into the Romantic period, with their expansion of existing genres, forms, and functions of music. In the Romantic period, the emotional and expressive qualities of music came to take precedence over the orientation towards technique and tradition. The late 19th century saw a dramatic expansion in the size of the [orchestra](#), and in the role of concerts as part of [urban](#) society. Later Romantic composers created complex and often much longer musical works, merging and expanding traditional forms that had previously been used separately. For example, [counterpoint](#), combined with harmonic structures to create more extended [chords](#) with increased use of dissonance and to create dramatic tension and resolution.

20th Century

*Main article: [20th century music](#)*

The 20th Century saw a revolution in music listening as the radio gained popularity worldwide and new media and technologies were developed to record, capture, reproduce and distribute music. The focus of [art music](#) in the 20th was characterized by exploration. [Claude Debussy](#) has become well-known and respected for his orientation towards colors and depictions in his compositional style. [Igor Stravinsky](#), [Arnold Schoenberg](#), and [John Cage](#) were all deeply influential composers in 20th century art music. [Jazz](#) evolved and became a significant genre of music over the course of the 20th century, and during the second half of that century, [rock music](#) did the same.

## Performance



Chinese [Naxi](#) musicians

Performance is the physical expression of music. Often, a musical work is performed once its structure and instrumentation are satisfactory to its creators; however, as it gets performed more and more over time, it can evolve and change in any number of ways.

A performance can either be rehearsed or improvised. Improvisation is a musical idea created on the spot (such as a guitar solo or a drum solo), with no prior

premeditation, while rehearsal is vigorous repetition of an idea until it has achieved cohesion. Musicians will generally add improvisation to a well-rehearsed idea to create a unique performance. Many cultures include strong traditions of [solo](#) and [performance](#), such as in [Indian classical music](#), and in the Western Art music tradition. Other cultures, such as in [Bali](#), include strong traditions of [group](#) performance. All cultures include a mixture of both, and performance may range from improvised solo playing for one's enjoyment to highly planned and organised performance rituals such as the modern classical [concert](#), [religious processions](#), music festivals or [music competitions](#).

[Chamber music](#), which is music for a small ensemble with only a few of each type of instrument, is often seen as more intimate than [symphonic](#) works. A performer may be referred to as a musician.

#### Aural tradition

Many types of music, such as traditional [blues](#) and [folk](#) were originally preserved in the memory of performers, and the songs were handed down [orally](#), or aurally ("by ear"). When the composer of music is no longer known, this music is often classified as "traditional". Different musical traditions have different attitudes towards how and where to make changes to the original source material, from quite strict, to those which demand [improvisation](#) or modification to the music. History is also passed by ear through song– for example in African societies.

#### Ornamentation

*Main article: [Ornament \(music\)](#)*

The detail included explicitly in the music notation varies between genres and historical periods. In general, art music notation from the 17th through to the 19th century required performers to have a great deal of contextual knowledge about performing styles.

For example, in the 17th and 18th century, music notated for solo performers typically indicated a simple, unornamented melody. However, it was expected that performers would know how to add stylistically–appropriate ornaments such as trills and turns. In the 19th century, art music for solo performers may give a general instruction such as to perform the music expressively, without describing in detail how the performer should do this. It was expected that the performer would know how to use tempo changes, accentuation, and pauses (among other devices) to obtain this "expressive" performance style. In the 20th century, art music notation often became more explicit, and used a range of markings and annotations to indicate to performers how they should play or sing the piece.

In popular music and jazz, music notation almost always indicates only the basic framework of the melody, harmony, or performance approach; musicians and singers are expected to know the performance conventions and styles associated with specific genres and pieces. For example, the "lead sheet" for a jazz tune may only indicate the melody and the chord changes. The performers in the jazz ensemble are

expected to know how to “flesh out” this basic structure by adding ornaments, improvised music, and chordal accompaniment.

## Production

*Main article: [Music production](#)*

Music is composed and performed for many purposes, ranging from aesthetic pleasure, religious or ceremonial purposes, or as an [entertainment](#) product for the marketplace. [Amateur](#) musicians compose and perform music for their own pleasure, and they do not attempt to derive their income from music. Professional [musicians](#) are employed by a range of institutions and organisations, including armed forces, churches and synagogues, symphony orchestras, [broadcasting](#) or [film production](#) companies, and music schools. As well, professional musicians work as freelancers, seeking contracts and engagements in a variety of settings.

Although amateur musicians differ from professional musicians in that amateur musicians have a non-musical source of income, there are often many links between amateur and professional musicians. Beginning amateur musicians take lessons with professional musicians. In community settings, advanced amateur musicians perform with professional musicians in a variety of ensembles and orchestras. In some rare cases, amateur musicians attain a professional level of competence, and they are able to perform in professional performance settings.

A distinction is often made between music performed for the benefit of a live audience and music that is performed for the purpose of being recorded and distributed through the music retail system or the broadcasting system. However, there are also many cases where a live performance in front of an audience is recorded and distributed (or broadcast).

## Composition

*Main article: [Musical composition](#)*

Often we class “composition” as the creation and recording of music via a medium by which others can interpret it (i.e. paper or sound). Many cultures use at least part of the concept of preconceiving musical material, or [composition](#), as held in western classical music. Even when music is notated precisely, there are still many decisions that a performer has to make. The process of a performer deciding how to perform music that has been previously composed and notated is termed [interpretation](#). Different performers’ interpretations of the same music can vary widely. Composers and song writers who present their own music are interpreting, just as much as those who perform the music of others or folk music. The standard body of choices and techniques present at a given time and a given place is referred to as [performance practice](#), where as interpretation is generally used to mean either individual choices of a performer, or an aspect of music which is not clear, and therefore has a “standard” interpretation.

In some musical genres, such as jazz and blues, even more freedom is given to the performer to engage in [improvisation](#) on a basic melodic, harmonic, or rhythmic framework. The greatest latitude is given to the performer in a style of performing

called [free improvisation](#), which is material that is spontaneously “thought of” (imagined) while being performed, *not* preconceived. According to the analysis of Georgiana Costescu, improvised music usually follows stylistic or genre conventions and even “fully composed” includes some freely chosen material (see [precompositional](#)). Composition does not always mean the use of notation, or the known sole authorship of one individual.

Music can also be determined by describing a “process” which may create musical sounds, examples of this range from wind chimes, through computer programs which select sounds. Music which contains elements selected by chance is called [Aleatoric music](#), and is associated with such composers as [John Cage](#), [Morton Feldman](#), and [Witold Lutosławski](#).

[Musical composition](#) is a term that describes the composition of a piece of music. Methods of composition vary widely from one [composer](#) to another, however in analysing music all forms -- spontaneous, trained, or untrained -- are built from elements comprising a musical piece. Music can be composed for repeated performance or it can be [improvised](#); composed on the spot. The music can be performed entirely from memory, from a written system of [musical notation](#), or some combination of both. Study of composition has traditionally been dominated by examination of methods and practice of [Western classical music](#), but the definition of composition is broad enough to include spontaneously improvised works like those of [free jazz](#) performers and [African](#) drummers.

What is important in understanding the composition of a piece is singling out its elements. An understanding of music’s [formal elements](#) can be helpful in deciphering exactly how a piece is constructed. A universal element of music is how sounds occur in [time](#), which is referred to as the [rhythm](#) of a piece of music.

When a piece appears to have a changing [time](#)-feel, it is considered to be in [rubato](#) time, an [Italian](#) expression that indicates that the [tempo](#) of the piece changes to suit the expressive intent of the performer. Even random placement of random sounds, which occurs in [musical montage](#), occurs within some kind of [time](#), and thus employs [time](#) as a musical element.

## 情動と音楽とくにオペラ

### Opera（オペラ）の中に表現された情動、嫉妬と狂気

#### ～嫉妬 Emotion / Jealousy について～

嫉妬は自分で生まれて自分で育つだけものです。嫉妬をする人は、理由があるから疑うんじゃないんです。疑い深いから疑うんです。（シェークスピア「オセロ」より）

男の嫉妬は場合によってはその男の頭の回転をよくするための体操になり得るが、女の嫉妬はそういう訳にはいかない。女の嫉妬は体当たりのなかたが多い。（立原正秋）

男にあっては1つの弱さである嫉妬も女にあっては、1つの力であり、女を駆って数々の企みへと走らせるもの。女は嫉妬に嫌悪を覚えるよりも嫉妬から大胆なことをやってのけるものだ。(アナトール・フランス)

嫉妬：それまで抱いていた優越感、愛情、独占感が突如他にしのがれるようになったことに気付いた時感じるねたみの気持ち。  
愛することは命がけだよ。甘いとは思わない。(太宰治)

# Ottello ♂ Ottello (Verdi)

呪いのハンカチ物語。悪党 Iago にたぶらかされて、嫉妬に狂ったオテロは罪なき Desdemona を刺殺す。

# Medea ♀ Medea (Cherubini)

ギリシャ伝説のオペラ化。国王を殺したペリアスをメデアの魔力の助けを借りて煮殺し復讐をとげたイアソン。コリントに逃げたイアソン(=ジャゾーネ Giasone)とメデアの仲の破局物語。嫉妬に悶え、怒りに狂う、凄絶で野生にあふれた生々しいメデアの人間像。私(メデア)の破壊に助力せよ。裏切った夫ばかりか、地獄からの復讐神にわが愛児をも捧げると歌い(アリア)、非情な怒りと絶望の混じた激情に駆られて神殿に火を放ち愛児をも殺す。

# Amneris ♀ Aida (Verdi)

権力者エジプトの女王 Amneris は Radames 将軍に恋情を抱き、エチオピアの姫であり、奴隷の身である Aida に嫉妬し、Aida と Radames を死に追いやる。

古代エジプトを背景にしたもので、凱旋将軍ラダメス(Radames)をめぐるエジプトの女王アムネリス(Amneris)と敵国エチオピアの王女アイーダ(Aida)との三角関係がかもしだす恋の葛藤。そして悲しくも、アイーダが、軍機をもたらしたかどで生き埋めにされているラダメスの地下牢に忍び込み、彼の胸にいだかれて死ぬという結末である。初演 1871 年 カイロにて。

# Tosca ♀ Tosca (Puccini)

画家マリオ Mario を恋する Tosca。アッタヴァンティ侯爵夫人の落とした扇を利用して、策略を用いて脅迫する Scarpio 男爵(警視総監)。曰く「Cassio のハンカチと同じく利用しよう」。アッタヴァンティ侯爵夫人に嫉妬する Tosca。Mario(脱獄政治犯をかくまう)を拷問することにより Tosca を籠絡しようとする Scarpio。終幕で Scarpio は Tosca に刺され、Mario は銃殺され、Tosca は自殺する。絶望的な悩みに心が乱れるトスカの歌(歌に生き、恋に生き”Vissi d’arte”)。

# Canio ♂ Pagliacci (パリアッチ、道化師たち)  
(Leoncavallo)

芝居と現実との区別がつかなくなって、逆上した Canio(=Pagliaccio, パリアッチョ)は妻のネッダの胸を刺し、ついで情夫シルヴィオも刺す。

# Filippo II ♂ Don Carlo (Verdi)

フィリッポ(スペイン国王、Re di Spagna)

ドン・カルオ(スペイン公子 Infante di Spagna)

フィリップⅡ世は3度目の妻にヴァロア家のエリザベートを娶る。このエリザベッタは息子カルロの恋人。悲嘆にくれながらも両国（フランスとスペイン）の平和のために結婚を受け入れるエリザベッタ。カルロの絶望。

# Eboli ♀ Don Carlo (Verdi)

エボリ公女(La Principessa Eboli)。はカルロに恋する。カルロはエボリが送った匿名の手紙をエリザベッタからと思いこむ。

# Don Jose ♂ Carmen (Bizet)

カルメン/ハバネラ。終幕ホセは逆上しカルメンを刺す。カルメンは闘牛士エスカミーリョ Escamillo に心が移り、昔ホセから貰った指輪を投げ返す。ホセは嫉妬に狂い、ナイフでカルメンを刺す。彼女の死骸のかたわらに呆然と立ちすくみ、彼女の上に身を投げ伏して激しく号泣する。

### 狂気について

# Lucia ♀ Lucia di Lammermoor (Donizetti)

ランメルモールのルチア。城主のエンリコ Enrico は仇敵エドガルド Edgardo を討って、妹ルチアをアルトゥーロ Arturo と政略結婚させようとするが、ルチアは承諾しない。ところが複雑なことに、ルチアの恋人はエドガルド。偽の手紙でルチアを騙して、無意識の内に結婚契約書にサインさせる。エドガルドの怒り、苦悩するルチア。彼女は発狂し、新床でアルトゥーロを刺し殺す。ここで、有名な「狂乱の場」（優しいささやきが.....,

Il dolce suono,.....Ohime! Sorge il tremendo fantasma e ne separa!)。息絶えるまで歌い続ける。

恐怖の幻覚に襲われた心と恋人エドガルドとの喜びを回想し夢想する心情が錯綜（錯乱）するルチア。ツチア昇天の後を追って自分の胸に刃を突き立てるエドガルド。Edgardo : A te vengo, o bell'alma. (Turn again to your faithful lover.)

Opera は、音の変化／音の響き（音楽）と言葉（ロゴス）の流れと舞台装置、衣装、演技動作（演劇）が結びついて総合的な表現がなされる芸術である。そして、楽劇(Musikdrama, Wagner)といわれるものとなる。

## 芸術関連の参考文献として：

### a. 「ニーベルングの指輪」Der Ring des Nibelungen (Richard Wagner)

#### 1 (前夜祭) 「ラインの黄金」(The Rhinegold)

「第1場」ライン川の底。3人のライン(Rhine)の乙女が泳ぎたわむれている。彼女たちは川底に眠る黄金を守る役目をしているのだ。そこへ地下のニーベルハイムに住むニーベルング族の王アルベリヒ (Alberich) が現われ乙女たちに言い寄ろうとするが、逆に乙女たちにかからかわれて逆上する。そのとき、日の光がさしこんで川底の黄金が輝いた。3人の乙女たちはアルベリヒをあなどって、黄金の秘密を漏らしてしまう。その秘密とは、愛の力を断念した者はその黄金から指輪を作ることができ、その指輪で無限の力を得て世界を支配できる、というものである。醜い姿を馬鹿にされたアルベリヒは愛を呪い、黄金を強奪する。

「第2場」神々の長ウォータン(Woltan)は、巨人族のファゾルト(Fasolt)とファフナー(Fafner)の兄弟に新しい城を建てさせた代償に美の女神フライアを与える約束をさせられていた。ウォータンの妻でフライア(Freia)の姉のフリッカが夫の所業を責めていると、フライアが助けを求めて駆け込んでくる。それを追って巨人族兄弟が登場、フライアの引き渡しを要求する。ウォータンは頼みの火の神ローゲがなかなか来ないのにいらだつ。やっと現

われたローグ(Loge)が、アルベルヒが奪った黄金の話を持ち出すと、巨人族はフライアの代わりにその黄金を渡せと言い出す。ウォータンはその黄金を手に入れようと、ローグを伴って地下のニーベルハイムに向かう。

「第3場」ニーベルハイムでは、アルベルヒが弟のミーメに命じて黄金からかくれかぶとを作らせていた。ミーメ(Mime)はやって来たウォータンとローグに、兄アルベルヒの専横を訴える。ウォータンとローグはアルベルヒをおだててかくれかぶとを使わせ、小さなひきかえるに化けてみせたアルベルヒを、まんまと捕えてしまう。

「第4場」アルベルヒを連行したウォータンとローグは黄金を奪おうとアルベルヒをしめあげる。アルベルヒは魔力を持つ指輪だけは渡すまいと必死に抵抗するがかなわず、ついに指輪はウォータンの手に落ちた。やっと解放されたアルベルヒは、指輪を持つ者には死が与えられるとの呪いを残して去る。巨人族はフライアの代わりに黄金を差し出しせと迫り、指輪を要求する。ウォータンははじめ拒否するが、知の女神エルダ(Erda)の忠告を聞いて、あきらめて指輪も巨人族に渡す。と、たちまちアルベルヒの呪いが現われ、ファフナーが兄ファゾルトを殺してしまう。指輪の呪いに不安を覚えるウォータン。しかし妻フリッカに促され、ウォータンは気を取り直す。雷神ドンナーが雷をおこして空の雲をはらい、虹の神イリスが虹の橋を架ける。ウォータンはワルハラ城と名付けた天上の新居へ、神々を従えて堂々と入城していく。ローグは一人残って自分の身のふり方を思案する。川底からはラインの乙女たちの嘆きの声が聞こえる。

## 2 (第1夜)「ワルキューレ」(The Valkyrie)

「第1幕」敵に追われ、疲れ切ったジークムント(Siegmond)が一夜の休息を求めた家は山賊フンディングの家であった。主人の留守を守る妻ジークリンデ(Sieglinde)は実はジークムントとは双生児の妹という間柄。だがそうとは知らない二人の間には愛の感情が芽生え始めた。帰宅したフンディング(Hunding)は二人が瓜二つなのに不審を抱くが、ジークムントの身の上を知ると、明日は決闘だと告げて寝室へ去る。夜更け、ジークムントのもとへジークリンデが忍び来て、自分の身の上とトネリコの幹に突き刺さった剣の由来を語る。月明りが二人を照らし、二人の間には愛が燃え上がる。ジークムントは歓喜の中でトネリコの幹から剣を引き抜き、自らノートゥングと名付ける。ジークリンデは双生児の妹であることを明かし、二人は情熱的に抱き合う。

「第2幕」ウォータンはフンディングとの決闘にジークムントを勝たせるよう娘ブリュンヒルデに命じる。一方、妻のフリッカは、夫ウォータンの不義の子どうしが兄弟で愛しあうなど許されないと怒り、ジークムントの敗北を迫るので、ウォータンはブリュンヒルデに心情を吐露しつつも、ジークムントを倒せと、命令をひるがえす。

ジークムントとジークリンデが逃避行に疲れ休んでいるところへブリュンヒルデが現われ、ジークムントが死の運命にあることを告げるが、兄弟の愛の深さに胸うたれたブリュンヒルデは初めて父の命に背こうとする。ジークムントがフンディングを打ち倒そうとした瞬間、ウォータンは槍の一撃でノートゥングを砕き、ジークムントは死ぬ。ブリュンヒルデは剣の破片を拾い、ジークリンデを連れて逃げる。ウォータンはフンディングを倒すと、ブリュンヒルデの後を追う。

「第3幕」ワルキューレ () たちが集まっているところへ、父ウォータンに追われたブリュンヒルデ(Brunnhilde)がジークリンデを連れて助けを求めに来た。ジークリンデはすっかり気落ちしており、死を望むが、彼女はジークムントの子を宿していた。ブリュンヒルデの励ましにジークリンデは気を取り直し、ジークムントの形見のノートゥングの破片を携えて東方の森へと落ちのびて行く。ウォータンは憤激してブリュンヒルデと絶縁を告げ、山の上で眠りにつかせ最初に彼女を見つけた男ものにする、という罰を与えろと言う。ブリュンヒルデは、父ウォータンの本意に忠実だったと訴える。最愛の娘の訴えに父のかたくなな心は揺れるが、ブリュンヒルデの最後の望みを聞き入れ、彼女の周囲を炎でかこんで恐れを知らぬ勇士だけが彼女を目覚めさせることができるようにしてやり、娘との永遠の別れを

告げるのであった。そして音楽で英雄ジークフリートの出現が予告されて終る。

### 3 (第2夜) 「ジークフリート」(Siegfried)

「第1幕」ニーベルング族のミーメはジークリンデの遺児ジークフリートを名剣ノートゥングの破片とともに引き取った。それから幾星霜、ジークフリートはたくましく成長したがミーメがもくろんだノートゥングの再生は全くうまく行かない。ジークフリートは熊を連れて帰ってくると、ミーメに自分の本当の両親ことをしつこく問いただし、ノートゥングを鍛え直せと言い残して森へ飛び出して行った。途方に暮れたミーメを訪ねてきたのは、さすらい人に姿を変えたウォータン。二人は互いに自分の頭をかけて三つずつ謎かけをするが、最後にさすらい人から「ノートゥングを鍛える者は誰か」と問われ、ミーメは窮地に立つ。さすらい人は「それができるのは恐怖を知らない者だけだ」と言って去る。戻って来たジークフリートにミーメは「恐怖」を教えこもうとするが、全く通じない。ジークフリートはミーメにできないと見ると自分でノートゥングを鍛え始め、その脇でミーメはジークフリートがファフナーを倒したら殺そうと、毒薬を煎じ始める。ジークフリートは鍛え上げたノートゥングでを真つ二つにする。

「第2幕」大蛇となって指輪を黄金を守っているファフナーの住む洞窟の前。アルベリヒが見張っているとさすらい人が現われ、アルベリヒとファフナーにミーナが育てた勇士の到来を警告して去る。ミーナはジークフリートに「恐怖」を体験させようと洞窟へ連れてくるが、いっこうに動じないジークフリートはミーナを追い払い、見知らぬ両親に思いをはせる。小鳥の声を真似て葦笛を試すがうまくいかないのが得意の角笛を吹くと、ファフナーが目覚めた。ひと呑みにしようとするファフナーをジークフリートはノートゥングの一撃で倒す。ファフナーの血を浴びて小鳥の声がわかるようになったジークフリートは、指輪とかくれかぶとを手に入れる。それを見たアルベリヒとミーメはくやしがるが、毒を盛ろうと近づいたミーメをジークフリートは一太刀で殺し、小鳥の声に導かれてブリュンヒルデの眠る岩山へと向かう。

「第3幕」さすらい人が知の女神エルダを呼び神々の終末への不安を訴えるが、エルダは相手にしない。小鳥を追って来たジークフリートの行く手をさえぎって、さすらい人があれこれと説教するので、怒ったジークフリートはさすらい人の槍をノートゥングでへし折ってしまう。さすらい人は道を譲り、ジークフリートは目指す岩山へと進む。炎をくぐり抜けたジークフリートは眠るブリュンヒルデをついに見つけた。女性に出会って、ジークフリートは初めて「恐怖」ということ知る。恐る恐る唇を重ねるとブリュンヒルデは長い眠りから覚め、二人は愛を誓い、歓喜の二重唱の高まりのうちに幕となる。

### 4 (第3夜) 「神々のたそがれ」(Twilight of the Gods)

「プロローグ」三人のノルンが運命の綱を張りながら、神々の終末について話し合っている。アルベリヒの指輪の呪いが語られると、綱はぷつりと切れる。ノルンたちは驚き、地下の母エルダのもとへ降りて行く。旅立つジークフリートは愛の誓いとして妻ブリュンヒルデに指輪を、彼女は愛馬クラーネを夫ジークフリートに贈る。彼は勇んで出発する。

「第1幕」ライン川沿いのグンターの館。アルベリヒの血を引く弟のハーゲン(Hagen)は、ジークフリートを利用してブリュンヒルデを異父兄グンター(Gunther)の妻に、ジークフリートを姉グートルーネ(Gutrune)の夫に、とたくらんでいる。そこへ到着したジークフリートは、歓迎の杯にハーゲンが入れさせた忘れ薬のせいでブリュンヒルデのことを忘れ、目の前のグートルーネに求婚する、そのうえ彼は、グンターが頼んだブリュンヒルデの略奪も約束、グンターと兄弟の杯を交わす。一方ブリュンヒルデのもとへは妹のワルトラウテが訪れ父ウォータンの命で指輪をラインの乙女に返すよう頼むが、ブリュンヒルデは拒否。ジークフリートはかくれかぶとでグンターに化けてブリュンヒルデに近づき、驚く彼女から指輪を奪う。

「第2幕」グンターの館の前。まどろむハーゲンに父アルベリヒが指輪の奪還を命じ、ハー

ゲンはそれを請け合う。ジークフリートはブリュンヒルデを連れ帰り、婚礼の宴でグンターは一同に「花嫁」ブリュンヒルデを紹介する。彼女はグートルーネに寄り添う夫ジークフリートの姿にぼう然となる。彼の指にはグンターに奪われたはずの指輪が…。ブリュンヒルデはジークフリートの裏切りに憤激する。彼は潔白を誓うが、ブリュンヒルデは偽誓だと激昂する。騒ぎが鎮まると、怒りのあまりブリュンヒルデはハーゲンとグンターにジークフリートの弱点を打ち明けてしまい、三人はそれぞれ復讐を誓い合う。

「第3幕」ライン川。三人の乙女がジークフリートに指輪の呪いを伝え、手放すよう促すが彼は拒否する。グンターの一行が合流。ジークフリートはハーゲンの勧めで記憶が戻る薬を混ぜた杯を干すと、自分の過去を語り出す。ブリュンヒルデの出会いを語ったとき、背中にハーゲンの槍を受け、ブリュンヒルデの名を呼びながら息絶える。遺体はグンターの館へ。指輪を巡って争いとなる。ハーゲンはグンターを殺し、ジークフリートの遺体から指輪を取ろうすると、それを拒むかのように遺体の腕が高々とあがる。ブリュンヒルデはラインの岸辺に薪を積ませる。すべては指輪の呪いだったと事の顛末を語り薪に火を放つと、彼女は愛馬グラーネに乗って自ら炎の中へ…。炎はワルハラ城をも包む。ライン川の水が押し寄せ、ハーゲンもラインの乙女たちの手で深みへと姿を消す。指輪はラインの乙女たちの手に戻り、世界は滅亡する。そして残されたものは…？

## b. La Traviata (VERDI)

### Brindisi

ALFREDO Libiamo ne' lieti calici  
Che la bellezza infiora,  
E la fuggevol ora  
S' inebrii a volutta.  
Libiam ne' dolci fremiti  
Che suscita l' amore,  
(indicando Violetta)  
Poiche' quell' occhio al core  
Onnipotente va. . .  
Libiamo, amore fra i calici  
Piu caldi baci avra.

TUTTI Ah ! libiam, amore fra i calici  
Piu caldi baci avra.

VIOLETTA (s' alza)  
Tra voi sapro dividere  
Il tempo miom giocondo ;  
Tutto e follia nel mondo  
Cio che non e piacer.  
Godiam, fugace e rapido  
E il gaudio dell' amore ;  
E un fior che nasce e muore,  
Ne piu si puo goder.  
Godiam, c' invita un fervido  
Accento lusinghier.

TUTTI Ah ! godiam. . . la tazza e il cantico  
 La notte abbella e il riso;  
 In questo paradiso  
 Ne scopra il nuovo di.

VIOLETTA (ad Alfredo)  
 La vita e nel tripudio.

ALFREDO (a Violetta)  
 Quando nons' ami ancora.

VIOLETTA (ad Alfredo)  
 Nol dite a chi l' ignora.

ALFREDO (a Violetta)  
 E il mio destin cosi. . .

TUTTI Ah, si, godiamo, la tazza e il cantico  
 La notte abbella e il riso ;  
 In questo paradiso  
 Ne scopra il nuovo di.

### c. 「さまよえるオランダ人」 Der fliegende Holländer (Wagner)

ワーグナーがいよいよ本格的に個性を發揮し始めた作品。要するに、清純な乙女の犠牲的な愛によって男の魂が救済される、というテーマがはっきりと打ち出され、音楽と言葉の密着度もグーンと増した。Ringに取りかかる前に作曲した3つのロマンティック・オペラ（<ローエングリン>、<タンホイザー>、<さまよえるオランダ人>）の中でこの<オランダ人>がこの4部作 Ring がもつ潜在的雰囲気と最も一致している。絶望、漠然とした対象への不満、人生それ自体の疲労。アハスヴェルスーさまよえるユダヤ人（神話の書き直しが以上の観念を表現するにふさわしかった）―は何世紀にもわたってさまよい続ける宿命を背負い、決して心の平安を見つけだし得ない。これは1830年代から40年代にかけて当時のドイツに流布していた世界苦（の観念）に苦しんでいるものの擬人化であった。

#### 1 [序曲]

舞台は荒れ狂う北の海。ワーグナーは当時としてはきわめて斬新で大胆な不協和音や半音階を駆使して、デモーニッシュな世界に観客を一気に引き入れる。冒頭ホルンで不気味に力強く奏でられるのが呪われた<オランダ人の動機>。やがて緊迫した音楽が静まって木管で穏やかに奏でられるのが<救済の動機>で、ゼンタをも指している。この二つの動機は全曲の中で何度も現れ、このオペラの核となる重要な動機なので覚えておこう。一聴して明らかなように、二つの動機は対照的な性格を持っており、ドラマの軸となる対立する二つの概念を序曲で明瞭に提示している。次作《タンホイザー》序曲では二つの概念の対比はいつそ

う明確になるが、《オランダ人》序曲の構成はまだ十分に整理されておらず、「水夫の合唱」の旋律も途中で織り込まれ、全体はオペラの中の主要な旋律をメドレー風につなぎ合せたポプリ（接続曲、原意は「料理のごった煮」）である。

## 2 【第1幕】

神の怒りを買ったために永遠に海上をさまようオランダ人の船長。その呪いがとけるのは、女性の真実の愛を得た時だけ。7年に1度上陸が許されるが、彼に心を捧げる女性と出会わなければ、再び海に帰らねばならない。嵐の日、強風に流されてようやく入り江に錨を降ろしたノルウェー船。舵手が恋人のことを歌いつつ寝入ってしまうと、近くに幽霊船がやって来て碇泊する。黒いマストに血のような赤い帆、物音も立てない船員たち。上陸したオランダ人は独り、海にさまよい続けなければならない運命を嘆く。ノルウェー船長ダーラント(Daland)が声をかけると、彼に一夜の宿を請い、もし彼の娘を妻にしてくれるなら、すべての財宝を差し出すという。

## 3 【第2幕】

娘たちが糸紡ぎに精を出しているのを横目に、ダーラントの娘ゼンタ(Senta)は独り、壁にかかった「さまよえるオランダ人」の肖像画に見入っている。そしてこの男を救うのは自分しかいない、と直感する。皆に笑われても意に介さない。ダーラントの船が戻ってきた報せに、一同が出迎えに去る。猟師エリックはゼンタをつかまえ結婚を迫るが、ゼンタの耳には届かない。やがてダーラントがオランダ人を連れて来る。驚くゼンタ。黙って見つめ合う二人。父は娘に「この人はお前の花婿だ」と話しかけるが、無視されて出て行く。ゼンタはオランダ人に「永遠の貞節」を誓い、オランダ人はゼンタに救済の希望を見出す。

## 4 【第3幕】

ノルウェー船の水夫たちが娘たちと楽しげに騒いでいる。しかし碇泊している幽霊船の水夫たちの不気味な合唱におびえて、一同は逃げ去る。そこへエリック(Erik)が恋人ゼンタを追ってやって来て、ゼンタの心変わりをなじる。ダーラントの船出を二人で見送った時、手を握り合ったのは貞節の誓いではなかったのか、と。オランダ人はこの会話を聞いてしまう。「もうおしまいだ。救済は失われた！私はあなたを疑う」。ゼンタの引き止めるのも聞かず、オランダ人は船に駆け戻り、出航しようとする。追いつがるゼンタ-「あなたを救う女性是我なのです！」ゼンタが海中に身を投げると、オランダ人の船も沈没する。船の破片漂う海に、やがてオランダ人とゼンタの魂は共に昇天していく。

(鶴間 圭)

## タンホイザー 全3幕 1843~45 R, Wagner, Tannhauser

登場人物

領主ヘルマン (B) タンホイザー (T) ヴォルフラム・フォン・エッシェン

バッハ (Br)    ワルター・フォン・デア・フォーゲルヴァイデ (T)    ビテロ  
ルフ (B)    エリーザベト (S)    ヴェーヌス (S) 他

## 概説

ワーグナーのオペラの中で最もポピュラーな作品。初演されたドレスデン版の他に、1861年3月13日パリ・オペラ座で上演されたバレエ入りのパリ版がある。物語は2つの無関係な題材を合体させたもので、正式な曲名は「タンホイザーとワルトブルクの歌合戦」という。

### 第1幕

第1場 ヴェヌスブルクの洞窟（どうくつ）。騎士タンホイザーは愛の女神ヴェーヌスのひざ枕で眠っている。海の精の声が聞こえ、ニンフたちが官能的な踊りを繰り広げている。目を覚ましたタンホイザーはもう歓楽の世界に飽きて、現実の世界に戻りたいと言うが、ヴェーヌスは甘い言葉で彼を誘惑して引き留めようとする。豎琴を取ってタンホイザーはヴェーヌスを賛歌する（「あなたをたたえて歌う」）けれども、途中でどうしても郷愁の念を抑え切れなくなる。ヴェーヌスもますます妖艶な歌を歌い、ついにはタンホイザーを裏切り者とののしる。しかしタンホイザーがマリアに救済を求めると、ヴェーヌスは悲鳴を上げて倒れ、ヴェヌスブルクは消え去る。

第2場 ワルトブルク城近くの谷間。タンホイザーは突然自分が美しい谷間にいるのを見出す。春の明るい陽がさし、牧童が笛を吹きながら美しい5月をたたえている。そこにローマへ行く巡礼たちが通り過ぎるので、タンホイザーは祈りを捧げる。やがて遠くから角笛の音が近づき、狩りの帰途の領主ヘルマンが騎士たちを連れて通りかかり、タンホイザーを見つける。騎士たちは長い間行方不明だったタンホイザーが帰って来たと喜び、中でもヴォルフラムは再び仲間に戻るように懇切に誘うが、官能の情欲に溺れた罪の意識からタンホイザーはちゅうちょする。しかしヴォルフラムから領主の姪エリーザベトが、ずっとタンホイザーを待ち続けていると聞くと、彼女に対する愛を呼び覚まされて、ようやく城に戻ることに同意する。領主と騎士たちはタンホイザーと共に城への帰途につく。

### 第2幕

ワルトブルク城の歌の殿堂。エリーザベトはタンホイザーが失踪して以来、久々にここに足を運んで歌合戦に参加する喜ぶを歌う（歌の殿堂「おごそかなこの広間よ」）。そこにヴォルフラムに導かれて登場したタンホイザーは、エリーザベトの足許にひざまずく。純潔なエリーザベトはタンホイザーがどんな所にいたか想像もできず、2人はただ激しく再会の喜びに抱き合う。その様子を見ていたヴォルフラムは、エリーザベトに対するひそかな想いをあきらめなければならぬと悟る。そして歌合戦の支度のためにタンホイザーと共に立ち去る。領主が現れ、姪の恋心を知って優しい言葉をかける。

トランペットの高らかな吹奏と共に歌合戦が始まり、大広間には騎士や貴族たちが続々と入場して来る（大行進曲「歌の殿堂をたたえよう」）。あいさつに

立った領主は、今日の歌合戦の課題が愛であると宣言する。最初に立ったヴォルフラムは清らかな愛の尊さを歌う（「この高貴な集いを見渡せば」）が、見知らぬ魔性に捕らわれたタンホイザーは豎琴を取って、愛の本質は歓楽だと反論する。ワルターに続きビテロルフもヴォルフラム側に立つと、感情を抑え切れなくなったタンホイザーは遂にヴェーヌスを賛歌するので、彼がどこにいたか露見してしまう。

貴族たちは彼を非難し、貴婦人たちは驚いて殿堂から立ち去る。騎士たちは剣を抜いてタンホイザーに迫るが、エリーザベトが必死に彼をかばって改悛（かいしゅん）の機会を与えるよう懇願するので、タンホイザーも悔悟の念に目覚める。そこで領主は罪を償うために巡礼になって、ローマ法王の赦免を得て来るように命ずる。折から若い巡礼の一団が通りかかり、タンホイザーは“ローマへ”と叫んで旅立つ。

### 第3幕

ワルトブルク城近くの谷間。丘の上のマリア像に祈っているエリーザベトをヴォルフラムは見守り、その真情に同情する。罪を赦された巡礼たちが通りかかる（巡礼の合唱「故郷よ、また見る野山」）が、エリーザベトはその中にタンホイザーの姿を見い出すことができない。彼女は再びマリア像に向かって祈りを捧げ（エリーザベトの祈り「万能の処女マリア様！わが願いをおきき下さい」）、彼の罪が赦されるなら自分の命を召されてもよいと言う。彼女が去って行くのを見送ったヴォルフラムは、彼女の死が遠くないことを予感して、豎琴を弾きながら夕星に彼女の無事を祈る（夕星の歌「優しい夕星よ」）。

日がすっかり暮れたころ、げっそりとやつれ果てた巡礼姿のタンホイザーが現れ、ヴォルフラムに自暴自棄になってヴェヌスブルクへの道を尋ねるので、びっくりしたヴォルフラムは彼を詰問する。やがてヴォルフラムの友情に心を動かされたタンホイザーは、ローマへ行った時の出来事を延々と語り出す（ローマ語り「心の熱意で」）。それによると、苦行しながらローマへ辿り着いて法王に罪の赦しを請うたが、法王はひとたびヴェヌスブルクに留まった者は永遠にのろわれ、僧杖に新緑の芽が出ないようにお前も永遠に赦されることがない、と宣告されたと言う。絶望したタンホイザーは、もうヴェヌスブルクへ行くしかないと言い、ヴェーヌスの名を呼ぶと、あたりは妖気に包まれてヴェーヌスが姿を現し、タンホイザーを迎え入れようとする。ヴォルフラムはそれを阻止しようとして揉み合い、エリーザベトの名を呼ぶと、タンホイザーは夢から覚め、ヴェーヌスも消える。遠くからエリーザベトの亡骸（なきがら）を運ぶ葬列が近づき、タンホイザーはその棺の上に倒れて息絶える。巡礼たちは、僧杖が新緑をつけたと言い、ハレルヤを叫んで神をたたえる。

## ローエングリン 全3幕

1846～48 R. Wagner, Lohengrin

登場人物

ローエングリッヒ (T) エルザ・フォン・ブラバント (S) フリードリヒ・フォン・テルラムント (Br) オルトルート (S, Ms) ドイツ王ハインリッヒ・デア・フォーグラール (B) 王の伝令 (Br) 他

## 概説

ワーグナー自身は“ロマン的オペラ”と呼んだが、彼の独創になる楽劇形成を採り入れている。ワーグナーの作品としては、高貴で美しい音楽として親しまれている。リストの指揮による初演では、周到な準備の割には大した成功を収めなかった。

### 第1幕

アントワープ郊外のシェルデ河畔。ドイツ国王ハインリッヒはハンガリー出征の兵を募るためにこの地ブラバント公国を訪れている。国王は領主の死後この地に確執と紛糾があるのは何故かと問う。するとテルラムント伯爵が進み出て、領主の侯爵が没する時に幼い娘と息子の後見を自分に託したが、ある時2人が森へ行って姉エルザが1人で戻って来たので、姉が弟ゴットフリートを殺したに違いないと語る。また、亡き領主は自分とエルザとの結婚を望んでいたが、自分は名門出のオルトルートを妻にしたと説明する。そして、この際エルザを弟殺しの罪で告発すると共に、自分をブラバントの領主に任命して欲しいと国王に申し出る。国王は裁判を開くこととし、エルザを召喚する。現れたエルザは国王の尋問に、夢で見た白鳥の騎士について語り、冤罪（えんざい）を晴らすためにこの騎士が自分の代理としてテルラムントと決闘すると言う。（エルザの夢「ひとり淋しく悲しみの日を」）。国王はエルザの願いを入れて神の判断を仰ぐこととし、伝令がラッパを吹いて夢の騎士を呼び出す。2度目の呼びかけに応じて、シェルデ河上に白鳥に引かれた小舟に乗った1人の騎士が現れる。騎士は白鳥に別れを告げ（白鳥への別れの歌「ありがとう、愛する白鳥よ」）、国王にあいさつすると、エルザに自分を保護者として認めるかと問う。エルザがすべてをゆだねると答えるので、騎士はエルザに、決闘に勝った暁には自分を夫とすることそして名前と素姓を知ろうとしてはならないことを誓わせる。やがて試合が行われ、騎士はテルラムントを倒してエルザの潔白が証明されるが、騎士はテルラムントの命だけは助けてやる。夫が敗れて口惜しがるオルトルートは、あの男は何者かとおぼややく。

### 第2幕

アントワープの城内。決闘に負けたテルラムントは、夜の庭でオルトルートとひそひそ話し合っている。テルラムントはこうなったのもお前がそそのかしたからだ、と妻をののしるのに対してオルトルートは、エルザが騎士の素姓に疑念を抱くように仕向けて、騎士の魔法を解いて復讐（ふくしゅう）を果たそうと言う。実は魔法の力を持つ邪悪なオルトルートは、ゴットフリートを白鳥の姿に変えてしまい、ブラバント公国の乗っ取りを計っていたのである。

やがて自室のバルコニーにエルザが姿を現し、幸せが訪れた喜びを歌う（「そよ風よ、私の嘆きを聞いておくれ」）。するとオルトルートはバルコニーの下か

らエルザの同情をひくように声をかけ、言葉巧みに彼女に白鳥の騎士に対する疑念を起こさせようとする（「汚れた神々よ」）。エルザは不快に思いながらもオルトルートを室内に招き入れる。テルラムントはその様子を見て、こうして災いがこの家に入り込み、自分の名誉を奪った者を滅ぼしてやるのだと言って姿を消す。

夜が明けて人々が集まると、伝令はテルラムントを追放して騎士とエルザが結婚すること、そして騎士はブラバンド公を固辞したのでブラバンドの保護者を名乗って王と共に明日出征することなどを告げる。やがて貴婦人を従えたエルザが結婚式のために教会へ向かう途上、オルトルートが突然道をふさいで居丈高にエルザをののしり、名も素姓も明かさないう騎士を非難する。そこに国王と騎士の一行がやって来てオルトルートを退け、騎士は国王であろうとだれにも自分の名と素姓は答えませんが、エルザに問われれば答えねばならないと言う。エルザはオルトルートに疑念を植えつけられながらも、皆の歓呼に送られて結婚式のために教会に入る。

### 第3幕

第1場 新婚の間。婚礼を祝う人々に導かれて（婚礼の合唱「真心こめてご先導いたします」）エルザと騎士が入って来る。2人は愛の喜びに浸るがエルザはだんだん夫の名前を知りたい気持ちが強くなり、騎士のなだめにもこらえ切れずに禁じられた問いを発してしまう。そこに部下を引く連れたテルラムントが剣を抜いて乱入するが、騎士は素早くテルラムントを討ち倒す。騎士はテルラムントの亡骸（なきがら）を彼の部下に運び出すよう命ずると、エルザに国王の前で自分の素姓を明かそうと言う。

第2場 第1幕と同じシエルデ河畔。ラッパの音と共にブラバンドの軍勢が続々と国王のもとに集まって来る。そこにテルラムントの死体が運び込まれ、打ちしおれたエルザも現れる。やがて騎士が登場し、昨夜自分に夜討ちをかけたテルラムントを倒したことを、エルザが誓いを破って自分の名を問うたことを国王に告げる。そして自分の名と素姓を語る（「遙かな国へ」）が、遙か遠いモンサルヴァートという聖杯の城の王パルジファルの息子ローエングリンであると明かす。皆はその高貴な身分に感激して、この地に留まるよう彼に懇願するが、身分を明かした以上は聖杯の国に戻らねばならないと言い、エルザと一同に別れを告げる。すると再び白鳥の舟が現れる。ローエングリンは別れ際に角笛と剣を指輪をエルザに託し、一年後にゴットフリートが戻った暁に彼に渡すように言う。ローエングリンは白鳥を眺めてエルザに別れを告げる（「愛する白鳥よ！」）がその時、白鳥が自分の魔術で姿を変えたゴットフリートであるのに気づいたオルトルートが飛び出て、勝利を宣言して悪態をつく。すると聖杯の使いの白い鳩が舞い降りて来て、白鳥はゴットフリートの姿に戻る。ローエングリンは、この方こそブラバンド公であると告げると、白い鳩に引かせた舟で去って行く。エルザは弟の腕の中で息絶える。

美術 印象派、アブストラクト

建築・音楽 ゴシック、ルネサンス、バロック

## 数理科学

- ・ Neuroinformatics

川人

- ・ Model

銅谷

- ・ Math and Brain

甘利

文献

「数学近未来」 森毅（構成・演出）培風館 1986

「脳の計算理論」川人光男著

甘利俊一

## 川人光男学習動態脳プロジェクトより

脳科学において、理論と実験を組み合わせる様々な業績を上げた。平衡位置制御仮説の批判的検証、小脳モデル、モザイク理論、視覚の双方向性理論の提案と実験的検証などが世界的に大きな影響を与えた業績としてあげられる。最も顕著な業績として、運動制御と高次認知機能に重要な役割を果たす小脳に、身体の一部、道具、他人の脳などの機能をまねる神経回路が学習によって獲得されるという『小脳内部モデル理論』を提案した。さらにこの理論を神経生理学者とのサルを対象にした共同研究や、ヒトの非侵襲脳活動計測で実証した。これらの研究は、小脳の運動制御と高次認知機能において共通する原理を明らかにしたものである。この原理を、創造科学技術推進事業川人学習動態脳プロジェクトで開発した、ヒトのように自由に手足を使えるロボット DB にも応用し成功を収めた。

計算論的アプローチ、心理学・非侵襲脳活動計測、神経生理学モデリング、ロボティックスの4つの手法を有機的に組み合わせ、学習、思考、コミュニケーションなどのヒト脳の高次機構を計算論的に解明することを目指した。その結果、ヒト小脳内内部モデルの存在証明、平衡位置制御仮説と内部モデル仮説の統合、インピーダンス制御の実験的証明、大脳皮質・大脳基底核・小脳の統一学習モデル、階層多重順逆モデ

ル対によるコミュニケーションの研究、下オリーブ核のカオスによる低発火頻度符号化等の新しい成果が得られた。また、理論を計算の観点から実証するため、ヒューマノイドロボットを開発、見まね学習、前庭動眼反射、平滑性眼球運動などの実装に成功した。さらに、階層強化学習の実証として、起き上がりロボットを開発した。

これらの研究は、脳の仕組み解明に新たなパラダイムを与えるだけでなく、その成果が、リハビリテーションやロボット制御といった様々な応用に繋がることが期待される。

## 成果

### 学習アルゴリズムに応じた脳の専門化と組織化

小脳、大脳基底核、大脳皮質はそれぞれ、教師あり学習、強化学習、教師なし学習に特化した回路とする枠組みを提案した。これをもとに、小脳の内部モデルによる状態予測と、基底核の報酬予測による行動選択が、大脳皮質の状態表現のもとで統合される仕組みを明らかにした。

#### 階層並列強化学習システム

柔軟かつロバストな脳の学習の原理に迫るため、並列的な予測と階層的な行動計画を実現する強化学習方式を理論的に定式化した。それらをもとに、ロボットに自ら試行錯誤により起立運動を獲得させる実験に成功し、階層並列強化学習の有効性を実証した。

#### 小脳に獲得される多重内部モデル

人間はさまざまな道具や操作対象物を次々に持ちかえて操作することができる。複数の新しい道具の使い方を学習しているときの脳活動を計測し、小脳の異なる場所に、異なる道具の操作特性を反映する神経機構が学習されることを明らかにした。

#### 不安定な状況下における手先剛性の適応的変化の解明

道具を用いるときなどに、対象物と不安定な相互作用が生じる。マニピュランダムを用いて不安定な環境における手先剛性を測定した結果、不安定な状況では、手先剛性を最適な大きさと方向に予測的に変化させて安定化させていることが明らかになった。

#### 計算神経科学のテストベッドとしてのヒューマノイドロボット研究

計算神経科学のモデルを実験的に探求するために眼球運動系を含んだ全身型ヒューマノイドを開発し、生物の内部モデル学習に関する理論を統計学習アルゴリズムへと組込んで、高次元な内部モデルを実時間で可能なことを示した。また、周期的に腕の運動を生成する制御モデルも開発しドラミングを実装した。

#### 眼球運動制御の計算モデル

霊長類の適応的な眼球運動制御に関する制御モデル構築およびロボットへの実装を行ない、これらの制御に必要な最小限の制御回路の構成や、適応のためのオンライン非線形学習の実装に関して理解を進めた。具体的には、前庭動眼反射、平滑性追跡眼球運動、衝動性眼球運動を実装した。

## 業績・成果

約20年前に、小脳に、身体の一部や道具、あるいは他人の脳などの機能をまねる神経回路が学習によって獲得されるという『小脳内部モデル理論』を提案した。内部というのは小

脳の内側に存在する神経回路を意味する。モデルというのは、運動の制御対象や、外界の対象のダイナミクスをまねる模型、シミュレータ、エミュレータという意味である。特に運動制御に関しては『フィードバック誤差学習理論』を提案した。これは、小脳皮質に、眼球

、や腕などの入出力特性を逆転させた逆ダイナミクスモデルが、運動指令の誤差を表現している。登上線維入力に制御されてシナプス可塑性により獲得されるという理論である。さらに自らのグループによる行動実験、非侵襲脳活動計測実験、また産業技術総合研究所の脳研究部門との共同によるサルを対象とした神経生理実験によって、この理論の予測を次々に実験的に証明した。その結果、速くて滑らかな運動制御に内部モデルが必要であること、また小脳に内部モデルが学習で獲得されることは、代表的な米国の神経科学の教科書にも記載されるようになった。行動制御実験では運動中に多関節腕の剛性を測る装置と方法を世界で初めて開発し、平衡位置運動制御仮説を否定して内部モデルの必要性を証明した。非侵襲脳活動計測実験では、ヒトの小脳外側に道具の内部モデルが獲得され、学習の終了後も小脳活動が増大していることを世界で初めて証明した。神経生理実験では、サルの小脳腹側傍片葉のブルキンエ細胞の単純スパイクと複雑スパイクの時間波形が、理論の予測通りであることを証明した。このような研究は、言語、思考、意識などヒトの小脳が関わるヒト固有の高次認知機能も、内部モデルという概念で理解できるのではないかという世界的な研究の流れを生み出した。

さらにこの原理を、川人学習動態脳プロジェクトで開発した30自由度を持つヒューマノイドロボットのタスク学習に応用した。その結果3種類の眼球運動、棒立て、テニス、ジャグリングなど20以上に及ぶタスクを短期間で達成することができた。

## エイ・ティ・アール・人間情報通信研究所、川人光男さん

人間の腕をまねて作った長さ一メートル余りのロボット・アームが、一メートルほどの長さの棒を手の先に載せてずっと立っている。何度か失敗した後、まったく倒さなくなった。

アームを考えたのは、エイ・ティ・アール人間情報通信研究所(相楽郡精華町)の川人光男第三研究室長(45)。科学技術振興事業団の創造科学技術推進事業「川人学習動態脳プロジェクト」の総括責任者も務めている。



ロボット・アームの隣に立つ川人さん（精華町・エイ・ティ・アル人間情報通信研究所）

## 小脳の機能と仕組み検証

川人さんは、人間の脳に特有の機能と仕組みを、小脳を中心にした情報処理の面から解明しようと研究している。アームは、川人さんの「脳の内部モデル」という仮説を検証するための装置だ。制御するコンピューターには、小脳の情報処理の仕組みを微分方程式の形で再現したプログラムが組み込まれている。

「ロボットに人間と同じ動作をさせることが可能になったのは、僕らの考えた仮説と理論が正しかったからですよ」

ただ、このロボット、カメラで見てから腕を動かすまでの反応時間が人間より〇・〇三秒短い。そのため棒が倒れる前に対応でき、人間の能力を超えて電源を切るまで立て続ける。

仮説では、人間の小脳の新小脳（腹外側部）と呼ばれる部分に、人間のあらゆる行動や思考のミニチュアモデルのようなものがあるとする。棒を立てる場合、新小脳に棒の揺れ方をまねた内部モデルが作られ、新小脳がその内部モデルを使って揺れを想定し、その揺れに腕が対応するよう、実際の神経情報を流して筋肉を動かすのだという。



「脳の内部モデル」の仮説を、動作中の腕の筋肉の軟らかさで実証した実験装置

「サルが眼球を動かしたときに小脳の中を流れるパルス（短い電流）の数、人間が腕を動かしたときの筋肉の固さ、人間が複雑な思考作用に取り組んだときの小脳の血流などを調べた。その結果、こうした内部モデルが、従来は小脳の機能とされていた運動面だけでなく、大

脳の仕事と見られてきた学習や言語、思考、コミュニケーションなど人間特有の脳の働きにも見られることが分かったのです」

「新小脳は周辺の中脳、脳幹と連携した神経回路を使って、大脳皮質から入力した情報を何重にも加工して高次な形に総合し、また大脳皮質に戻している。つまり演算処理の補助回路の役割を果たしているのではないか。ここを解明すれば文明を生んだ人間の知性の秘密も分かるんじゃないかと思うんです」。そう言って目を輝かせる。

担当者：多田雨衣 2003/10/2

川人光男 (2003)

2 「見まね」ロボットは言語を獲得できるか

ロボットは「脳進化」の夢をみるか -ROBODEX2003 誌上シンポジウム-

日刊現代 2003.6 p100-102 講談社

川人光男 (ATR 人間情報科学研究所第三研究室長) は「脳を創らなければ、脳を知ることができない」という観点からロボットの脳を研究しており、本格的な学習能力を備えた日本で一番優秀なロボット『DB』(ダイナミックブレイン)を作った方である (立花隆)。

## 【要約】

「脳研究の道具としてのヒューマノイド (人間型ロボット)」というテーマで述べる。『ROBODEX』のロボットたちはそれぞれが非常に優れているが、人間に較べればほとんどの機能でまだまだ圧倒的に劣っている。私たちが何の苦労もなく行っていることがロボットには出来ない。つまりロボットや人工知能の研究がこの50年ほどの間、期待したほどには進まなかったという証であり、同時に脳科学、神経科学が道を誤ったということの証左でもある。もし人間の脳の機能や情報処理の仕組みが完全に解明されていればその原理をロボットやコンピュータといった人工物に移植することは困難な作業ではない。これまで脳研究によって様々な事実が判明したが、モノや場所に関する理解が大半だった。

脳の機能を脳と同じ方法で実現できる計算機のプログラムや人工的な機械を作れる程度に本質的な理解を目指すアプローチのことを、我々は計算論的神経科学 (コンピューテーション・ニューロサイエンス) と呼んでいる。

私たちが作った『DB』は、身長190cm、体重80kg、30の自由度 (伸縮や旋回・回転など、独立した運動の数を表す単位) と、人間にかなり近く作ってある。またモーターを使わずに油圧式のアクチュエーター (駆動力を発生する装置) を採用しているので、ぐにゃぐにゃととても柔らかい動き方をする。DBは誕生してからまだ3年しか経っていないが、全部で24の芸 (沖縄舞踊、ドラム演奏、一度に三つのボールをお手玉のように操るジャングリング、エアホッケーなど) をすることが可能である。芸の大半は「見まね」による学習、つまりロボット自身が頭部に装備された4つのカメラで人の動作を観察することによって認識し、体の動かし方を学習していく作業によって身につけたものである。従来のロボットのように最初からプログラムを組む必要がないのである。一つの芸を教え込むのに約2~3週間から2~3ヶ月ほどかけているが、それは準備に時間がかかるからで、実際にロボットが学習するのは数日程度で済んでしまう。また学習能力も非常に高く、例えばエアホッケーでは人間が気を抜くとロボットが勝つほどに腕前が上達している。

<能力はコピーできない>

私たちは脳の機能を研究するためにDBを作り、芸を学習させているわけだが、実際こうした芸の一つひとつが脳の機能と密接な繋がりを持っている。

エアホッケーでは強化学習という方法を取り入れている。これは、ロボットに試行錯誤させながら、成功すれば報酬、失敗すれば罰の信号を与えていくことで徐々に学習が進んでいくというシステムだが、人間の脳の奥深いところにある大脳基底核という部位にこれと同様のはたらきをするシステムが存在することが分かっている。

猿真似という言葉があるように、通常「見まね」とは知性のはたらきとしては低いものと捉えられがちで、一般的には言語の獲得や論理的な推論とは関係がないように考えられている。しかし脳の研究が進むにつれて、例えば言語機能を司るブローカ野という部分は見まねを行う時にも活動することが分かっている。運動制御だけだと思われてきた小脳もここ10年ほどの間に言語・思考・推論、果てには意識にまで関係があると考えられるようになった。

その結果、言語などの高次の機能と、運動などの低次の機能は、それぞれ脳の別の場所で独立して行われているのではなく、すでに持っている運動学習能力をうまく転用して高次機能を引き出しているのではないかと推測されるようになってきている。まだDBは運動機能しか持っていないが、言語の獲得という問題に迫るためには、見まねによる学習の研究が一番の近道ではないかと考えている。

ただし、脳の部分にばかりとらわれすぎていると全体を見誤る可能性がでてくる。我々は脳を研究していると言っているが、実際には体と環境の相互作用を研究しているのであり、そこから脳の機能が分かってくるという意味である。

例えば学習の結果、ある優れた能力を身につけたロボットがいたとする。その記憶や脳そのもののコピーを他のロボットに移植したら、そのロボットも全く同じ優れた能力を会得するかというと決してそうはならない。なぜなら、最初のロボットの体とロボットがいた環境に特有の能力が獲得されているからである。

DBと全く同じロボットを作ろうと思っても、体と環境が異なる以上、必ず違う特性が生じてしまうことになる。ごく基本的な学習能力の部分を他のロボットに移植することは可能だと思うが、ホームロボットで言えば、一台一台が家庭ごとに違う動作や環境を学んでいくべきであり、それぞれのロボットが個性を発揮したり、独自の芸を覚えたりするようになるというのが理想の形ではないだろうか。

## < 「アトム計画」 >

ヒトを作るということでヒトを理解するというのは大変面白い研究である。『鉄腕アトム』などの影響なのか、日本は国民も研究者もヒューマノイドロボットに対する興味が旺盛で理解がある。私たちは数年前から米国のアポロ計画を意識して、「アトム計画」というプロジェクトを提唱している。「20年後30年後に鉄腕アトムを完成させる」という壮大な目標を立てて、例えば1年間に500億円ずつ国が研究資金を提供する。目標そのものに夢があって、研究者や技術者が生涯を捧げて打ち込めるプロジェクトが今の日本には必要だ。

アポロ計画がもたらしたものは人類の月着陸だけではない。テフロン鍋からコンピュータサイエンスまで、計り知れないほどの遺産を米国に残した。即効策ばかりうたって、どぶにお金を捨てているような政府の愚策よりもずっと得るものは大きいと私は思う。

## 【コメント】

立花隆氏ならびに3人のロボット研究者が誌上で討論したものを、川人光男氏が述べた部分を要約した（前期に提出したものの続き）。

興味深いのは「エアホッケーでは強化学習という方法を取り入れている。これは、ロボットに試行錯誤させながら、成功すれば報酬、失敗すれば罰の信号を与えていくことで徐々に学習が進んでいくというシステムだが、人間の脳の奥深いところにある大脳基底核という部位にこれと同様のはたらきをするシステムが存在することが分かっている」という点である。行動分析学における好子、嫌子に当てはめてみると面白いが、成功して信号による強化子を得たことにロボットは随伴性を認識しているのだろうか。そのようにプログラムされているのだろうか。

遺伝と環境の相互作用によって人間は生涯発達を遂げると発達や教育心理学の本には書いてある。ロボットの学習についても同じように研究が進められているようだ。ニーズがあるのかなのか分からないが、ヒトを作るといふ研究はやはり人間を理解するという点で私は面白いと思う。

## 「言語の脳科学」98年度研究報告

### 随意運動制御の計算論的研究

川人光男(株式会社エイ・ティ・アール人間情報通信研究所 第3研究室)

小脳の機能は運動制御であるというのがこれまでの常識であった。ところが最近のヒト脳活動を非侵襲で計測する研究は、この考えを根底からくつがえし、小脳は運動の想像、言語、パズル、心的回転、三次元視覚認識、触覚による物体識別、注意、運動視知覚などヒトの一般的知的活動で興奮し、その働きは脳の高次認知機能に広くまたがることわかってきた。しかし小脳皮質の独特の神経回路と可塑性や他の脳部位との結合様式から考えて、その機能は大脳皮質、大脳基底核、海馬の機能とは異なる、小脳に特有の何かがあるはずである。

ヒトの脳が霊長類さらには大型類人猿の脳と比べてどのように進化したかを調べると、小脳が大脳と同程度に増大していることがわかる。特に小脳外側核の腹外側部はチンパンジーに比較しても著しく増大しているヒト特有の部位であり、ヒトの知性を支える重要な神経機構であると考えられる。

ではヒトの知性の特徴とは何であろうか。すぐに言語能力や外的シンボルを使う能力が頭に浮かぶが、Merlin Donald (1991)は、ヒト型の脳と文化は300万年以上前から着実に進化を続けているのに対して音節言語は5~30万年程度の非常に新しい現象であり、ヒトの知性の進化はミメシスと呼ばれる第1の段階でよく特徴づけられるという説を展開した。

ミメシスはコミュニケーション信号を随意的に生成し認知するための情報処理能力であり、そのためには自分自身の身体や脳、また他者の脳や身体、そして一般的に言えば外界のモデルを通して双方向に情報が循環する必要があると考えられる。

我々はこれまで、小脳の系統発生的に古い部位に眼球や四肢など運動制御対象の逆モデルや順モデルが存在するという理論を提案し、様々な実験データでそれを裏付けてきた。特に眼球運動に関しては生理学者の協力を得て逆ダイナミクスモデルの存在やその学習による獲得に関して理論を支持する信頼性の高い実験データを得ることができた(Wolpert, Miall & Kawato, 1998)。

我々は、小脳がヒト知性に果たす役割に関する新しい仮説を提案する。それは次のような理論とデータに基づいている。(1)小脳皮質の神経回路構造は一様であるから、計算原理に関しても系統発生的に新しい部分と古い部分で共通性があるはずである。(2)認知機能に関わる新しい小脳部位でも、誤差に誘導される学習が生じていることが、非侵襲脳活動計測から示唆される。(3)小脳外側核の腹外側部とそこに対応する小脳半球外側部はヒト脳にほぼ固有の部位である。(4)ヒト知性の進化の第1段階はミメシスであり、それはコミュニケーション信号を自由に生成認知する情報処理能力

に支えられている。(5)この能力を実現するには外界の順方向と逆方向のモデルを含む神経回路が、コミュニケーション信号の生成と認知の両方で使用されなければならない。(6)小脳がこの過程に用いられているという非侵襲脳活動計測のデータがある。

この仮説は2つの部分からなる。(A)小脳外側核の腹外側部とそこに対応する小脳半球は認知活動のために、運動制御対象に限らない外界の内部モデルを提供する。これは他者の脳や身体、あるいは自身の脳の一部等を含む。これらの内部モデルは運動の想像、言語及び非言語的コミュニケーション、思考、自己意識のために必須なものである。(B)ヒト小脳の系統発生的に新しい部分は大脳—小脳連関と、小川の三角形と呼ばれる小脳外側核—小細胞性赤核—下オリーブ核が作る閉回路で特徴づけられる。この構造は1つの内部モデルが他の内部モデルが計算する誤差信号に基づいて学習で獲得されることを可能にしており、ヒト知性の特徴とされる、階層的な埋め込み構造を実現するためのハードウェアである。

## 文献

- 1) Donald M: Origins of the Modern Mind., Harvard University Press, Cambridge. (1991).
- 2) Wolpert D, Miall C, Kawato M: Internal models in the cerebellum. Trends in Cognitive Sciences, Vol. 2, 338-347 (1998).
- 3) Wolpert D, Kawato M: Multiple paired forward and inverse models for motor control. Neural Networks, Vol.11, 1317-1329 (1998).

## 現代の医療の問題

医療・福祉・教育・生と死・戦争と平和

フロイトとアインシュタインとの往復書簡

シュワイツァー

Humanitaet

シュワイツァー博士の第15回日本医学会総会へのメッセージ  
(1959)

Ich begrüße es, dass der grosse Kongress der Ärzte Japans sich mit der Schaffung des Geistes der

Humanität und der Rolle, die in diesem Unternehmen den Ärzten zufällt, beschäftigt wird. Wie gerne wäre ich bei den Verhandlungen zugegen. Leider kann ich zur Zeit Lambarene nicht verlassen. Es ist meine tiefe Überzeugung, dass wir Ärzte, die wir uns um die Erhaltung von Leben bemühen, in besonderer Weise berufen sind, die Menschen zur Ehrfurcht vor dem Leben zu erziehen und dadurch die Menschheit zur höheren geistigen und ethischen Gesinnung gelangen zu lassen, durch die sie befähigt werden wird, die schweren Probleme unserer Zeit zu verstehen und zu lösen.

このたびの日本医学会総会が、人道精神の昂揚と、そのために医師の負うべき役割りとを、課題の一つとして採り上げられることを、欣快に思います。私自身、これらの討議に出席できたら、どんなにうれしいかと思いますが、残念ながら、私は目下ランバレーネを離れるわけにはまいりません。私のふかく確信するところによれば、生命の維持に力をつくすわれわれ医師は、人々に生命の尊厳を教え、またこのことによって人類を精神的、倫理的に一層高めるべき特別の使命を帯びているのであります。そしてこの高い精神によってこそ、現代の多くの困難な問題を理解し解決する力が人類に与えられるであろうことを、私はふかく信ずるものであります。

## Albert Schweitzer(1875.1.14 ~ 1965.9.4.)

Höher, stets höher!  
Laß deine Träume und Wünsche steigen.  
Das Ideal, das du erreichen willst,  
Höher, stets höher!

Höher, stets höher!  
Wenn dein Himmel sich auch oft verdunkelt,  
Laß deines Glaubens Stern leuchten.  
Höher, stets höher!

Albert Schweitzer 愛吟詩、多分自作

高くいつも高く  
君の夢と望みを高見におきなさい  
成し遂げようとする理想（極致）を  
高く、常に高く

高く恒に常に高く  
君の天空が時に曇ることがあっても  
君がこれだと信じる星雲を輝かせなさい  
高く、確乎として貴く

人間的ということ

平和・生命の畏敬・戦争反対

完

補足事項（今のところここに置いておくこと）

## 精神科学

アルツハイマー病 ―患者の世界― 監訳 西村健 じほう（JHO）平成18年（2006）

Broken connections: Alzheimer's disease, Origin and Course, the World of the Present by Liduin Souren & Emile Franssen 1993/4 Swets & Zeitlinger, Amsterdam  
北里図書館 WM220 S724a 2006

痴呆の心理学入門 痴呆性高齢者を理解するためのガイドブック 佐藤真一訳 2001  
中央法規出版株式会社 The Psychology of Dementia, Edgar Miller & Robin Morris John Wiley & Sons Ltd. 1993 北里図書館 WM220 M647c 2001

### 参考文献

人の性格：C.R. Cloniger (Arch.Gen. Psych. 1987,1993) による、性格傾向を表現する軸として、  
・新奇探求性（DA系） ・危険回避性（5-HT系） ・報酬依存性（NE系） ・固執性  
・自己志向性 ・協調性

「心が脳を変える」The Mind and the Brain, ジェフリーM シュウオーツ、シャロン・ベグレイ、訳：吉田利子、サンマーク出版、WL 300、S 399 k、2004、一読を要す。

「シナプスが人格をつくる―脳細胞から自己の総体へ」Synaptic Self – How Our Brain Become We Are, 2002, by Joseph LeDoux (b. 1949), 谷垣暁美 訳、森憲作 監修、みすず書房（2004）

The Emotional Brain (Simon and Shuster, 1996), 「エモーショナル・ブレイン」訳：松本、川村ほか、2003、東京大学出版会

大隈典子訳 「心を生みだす遺伝子」 岩波書店 2005  
The Birth of the Mind, How a tiny number of genes creates the complexities of human thought, 2004 by Gary Marcus

## 脳と心の問題

### 脳と心の探究の歴史

#### まえがき

悩んだり、苦しんだり、考えたりする精神活動（心）が体のどこで生まれるのかという問題は、昔から知識階級の関心事であった。心が脳にあるとはっきりと見抜いた最初の人、紀元前5世紀のギリシア時代に生きたヒポクラテス（紀元前460ごろ～前375ごろ）である。ヒポクラテスは、『神聖病について』という作品の中で次のように書いている。「人々は、

われわれの快樂も喜びも笑いも戯れも、また苦しみも悲しみも不安も泣くことも、脳以外のどこからも生じてこないということを知らなければならない。われわれはとりわけ脳によって思考したり理解したり見聞きしたりし、醜いものや美しいもの、わるいものやよいものさらに快不快を知るのである」（『ヒポクラテス全集』第2巻、石渡隆司訳）

当時、主に医師や魔術師などが、頭部外傷やてんかんの人の行動をみてそう考えるようになったらしい。これは今から考えても正しい見方である。しかしヒポクラテスより少し遅れてあらわれたアリストテレス（紀元前384～前322）は、心臓が思考と感覚の器官であり、心臓からの血液がそれを保つのに役立っていると考えていた。脳は冷却器にすぎないとしていたのである。

一方古代エジプト人は、心は内臓（子宮や心臓）にあると考えていた。人が死んでもその霊（心）を永久に保存するため、彼らは体をミイラにすることを考えだした。この場合、脳は鼻から穴を開けてスプーンで取りだして捨てている。脳は不要な物であったのだ。それでも脳についての最も古い記録は、エジプトのパピルスにある。紀元前17世紀の「スミス外科パピルス」とよばれているもので、頭蓋骨折をおこした2人の患者について記載されている

アッシリア人（古代のユダヤ人）は、心は肝臓にあると考えていた。出血して血液を失うと意識がなくなり、肝臓の赤みがなくなってしまうことから、肝臓から血液が体中に流れて体を動かしていると考えたらしい。

## 脳の研究が心の探究に結びついた。

ヒポクラテス、アリストテレス、そしてヒポクラテスと同様に心は脳にあるとしたプラトン（紀元前427～前347）の考えがキリスト教の教義に取り入れられた。そしてこの「脳心説」や「心（臓）心説」が中世まで受けつがれていった。

ルネッサンス期以後になると合理的に物事を考えるようになった。脳と心の関係についての明確な考えを出したのは、「われ思う、ゆえにわれ在り」で有名なルネ・デカルト（1596～1650）である。彼は人間の体は機械であると考えた。この機械の部分から神経を通して空気が脳に運ばれ、そこにある松果体で脳と体が結びついて心がつくられると考えた。1637年のことで、「心身二元論」のはじまりである。

このころになると人体の解剖も行われるようになり、脳のだいたいの構造もわかってきた。脳の中央部にはすき間（脳室）があることがわかり、この脳室に心があるという考えも出てきた。顕微鏡が発明されて、細胞が記載されるようになった。19世紀の後半には脳の微細構造もわかってきて、脳心説を裏づける知識がふえていった。

## 大脳生理学の夜明け

20世紀をむかえるころになると生理学研究が行われ、脳を刺激したりこわしたりしたときに、行動におきる変化が調べられた。その結果、脳は場所によってはたらきがちがうとする、大脳の機能局在の考えが強くなっていった。そして心のはたらきはいくつかの要素に分けられ、それぞれが脳のちがった場所で実現されるという考えにたどり着く。外から刺激を受け取って知覚し、それを記憶し、考えて、判断して行動する。それにはそれぞれ脳のちがう場所がはたらいている。それぞれの場所には神経細胞があつて回路をつくり、そこを神経情報が伝えられ、総合的な心を実現されることがわかってきた。

このような脳心説（創発的一元論）は、脳と行動の関係が解剖学、生理学、心理学の方法で研究され、はじめて生まれてきたのである。この考えは脳研究の成果で裏づけられた科学的な説で、今のところ最も有力である。

## 脳と心の研究は飛躍的に進歩している。

そして最近の脳研究では、技術の進歩の一つとしてPET（陽電子放射断層撮影法）やMRI（核磁気共鳴映像法）などの視覚映像化技術がある。心がみえるようになったのである

たとえば暗算をしているときに脳のどこがはたらいっているかを、映像としてみる事ができるのである。今は簡単な精神過程について研究されており、心の一部だけがみえている段階なので、心の全貌が解明されたわけではない。しかし脳心説を裏づけるデータが次々と生みだされている。

脳研究でめざましく進歩している分野に、分子レベルの研究がある。DNA（デオキシリボ核酸）の塩基配列が、脳の構造や機能の発現にどう関係しているかが、さかんに調べられている。たとえば神経の伝達に遺伝子が関与するしくみなどが、少しずつ解明されはじめている。さらに研究が進めば、簡単な精神過程にどの分子がどう関係しているかがわかるようになるだろう。

久保田 競

## 脳のはたらきの研究の歴史

### 1 その前史

人間の精神——こころの座が体のなかのどこにあるのか、またどうして物質である体がこころという「非物質的」なものをにうることができるのかという問題は、古くから哲学者や科学者の心をとらえてきた。それは物質と精神との関係という哲学上の最大の難問と直結してただけに、純粹に科学的な取り扱いというよりは、種々の思弁や想像にみたされた「学説」の連鎖というかたちをとった。

ヒポクラテス（BC460～375）は「神聖病（てんかん）について」のなかで、「人間にあっては脳が最大の機能をもつ。……脳が意識の伝達者である」（小川訳）と精神の座を脳にもとめ、「流行病」のなかで頭部の外傷について「外傷が右側にあると左側が、左側にあると右側が麻痺した」（大橋訳）と、運動機能が反対側の脳半球に宿っていることを観察していた。この点で彼は、心臓に精神の座をもとめたアリストテレス（前4世紀）とは対立していた。もっとも、精神の座を脳にもとめたはじめはピタゴラス学派のアルクマイオン（前5世紀前半）、心臓にもとめたはじめはエンペドクレス（前5世紀）であるという。

ただし、精神の座を脳にもとめたといっても、それは現在われわれが理解する意味とは大きく異なっている。ヒポクラテスは「人が空気を体に吸いこむと、空気は最初脳へ行き、それから脳にその純精部と理知力と判断力を含む部分を残し、それから身体他の部分へ分散して行く。……脳は身体中の空気から来るところの知性を第一に感じるものである」（小川訳）として、脳と身体各部との連絡は空気の流れによっておこなわれると考えていた。このように空気または「気」が精神の伝達者であるという説は、アポロニアのディオゲネス（盛期はBC440-430年ごろ）にはじまるという。

ヒポクラテスに次ぐ医聖といわれるローマのガレノス（129-199年）も、同じく「精神の空気」すなわち「霊気」で脳の機能を説明しようとした。彼の場合には、脳は実質ではなく脳室（脳のなかにあり脳脊髄液を入れた狭い空間）が重要なのであり、脳のなかの三つの部屋（脳室）にそれぞれはたらきの異なる霊気がたくわえられており、それが神経の管で身体の各部に送られるという説（「脳室局在論」）をたてた。この説は中世のヨーロッパを支配し、その後も長いあいだ影響をあたえた。

「大陸の合理論」の祖デカルト（1596-1650年）も、その影響をまぬがれえなかった。むしろ精神と物体との二つの実体があるとする二元論に立ち、そのかぎりにおいては動物は複雑巧妙な自動時計であるとするほどの機械論的自然観をもっていたデカルトは、この説をさらに「発展」させたといってもよい。彼は「人間論」のなかで、「動物精気」という薄い液体あるいはガスが脳室にたくわえられており、「脳の容器の壁には気孔があり、そこをとって動物精気が神経へとはいって行く。そしてある瞬間においてどの気孔をとってどの神経へはいっていったかによって、その神経の末端にある筋肉の形を変えることができ、その結果、機械の部分が動く。それはちょうど風船のなかの空気が風船をふくらまして固くする

のと同じである」とのべている。一方感覚については、デカルトの説は精气による伝達ではなく、「それぞれの神経管の真中には一本の糸があり、それは感覚器管から脳まで伸びている。感覚器管が刺激されると糸がひっぱられ、脳室の壁にある気孔がひとつ一時的にひらくそれで動物精气が神経管のなかに漏れて逆方向へ流れ、いくつかの筋を動かす……」（以上田中・上村訳）と説明する。これはまさに、われわれが現在反射とよんでいるものの素朴機械論的な説明にほかならない。

このように単純な「機械的」な説明を、現在の知識から批判することはあまりにも容易である。しかし、どんなにすぐれた知性であっても時代的制約をまぬがれないのは当然としてその制約のなかで時代の技術的水準がかなり大きな意味をもっているように見えるのは興味あることである。デカルトの脳モデルはパイプオルガンの構造によく似ているが、実際、有限個のキで無限に多様な多声楽を奏することのできるパイプオルガンは、当時の技術の粋を集めたきわめて高度な機械であり、脳のモデルにふさわしいと考えられたのでもあろう。

時代の技術水準は二重の意味で科学的思考を制約するのではあるまいか。ひとつは直接的な研究技術の水準としてであり、たとえば顕微鏡の未発達、さきにもべた神経の「管」や「糸」といった非現実的な仮説を許していたことなどがあげられる。もうひとつは、機械論の立場から複雑な生命現象を説明しようとする場合、その説明は必然的に時代の「機械」の技術水準に左右されるのではないかということである。生命現象を、それ自体の法則性をもった独自のものとして理解しようとするのではなく、なんらかの既知の「機械」に還元しようとするれば、当然そのようなことが起こらざるをえない。これは精神活動をコンピューターをモデルにして説明しようとする、現在しばしばみられる傾向にも多かれ少なかれあてはまるのではあるまいか。

## 2 素朴局在論と素朴全体論

脳とところとの関係の論議が、哲学者たちの手をはなれてもう少し「科学的」な衣をつけて登場するようになったのは、18世紀の末近くであった。ウィーンの医師ガル（Franz Joseph Gall, 1758-1828年）はすぐれた脳解剖学者であり、はじめて大脳半球の灰白質が重要だと考えた（その少し前に、マイヤーが脳室ではなく大脳半球の実質が重要なのだと提唱したが、彼が重要視したのは白質であった）。ガルは種々の徳（勇気、愛情、穏和等々の）と悪徳（どん欲、卑怯、色情等々の）が大脳皮質の種々の部位でいとなまれ、ある徳（または悪徳）が発達している人はその部の脳の発達がよくて膨隆し、しかも頭蓋骨は脳の発達によって押し上げられて特有の凸凹を生ずる、したがって逆に、頭蓋骨の形によって人の性格を診断しようと説いた。この「骨相学」の提唱（1796年）は世俗の大きな反響を呼び、一時は「性格診断」をもとめる人びとにより門前市をなす振いであったという。この説はもちろんある程度の事実の観察の上に立ってはいたが、全体としては科学的根拠に乏しい独断の産物といってよかった。しかし、のちに高次脳機能の研究の世界を二分する「局在論」の最初の誕生が、このように戯画化された姿においてであったことは、興味ある歴史の皮肉であった。

\* 神経細胞が集団をなしている表層部。

\* \* 神経線維の束からなる部分。

このような素朴局在論に反対し、「全体論」をとらえたのがフルーラン（M. J. Pierre Flourens, 1793-1867, 大脳皮質同価説）の「等価説」（1842年）であるが、これも素朴全体論というべきものであった。かれは大脳の各部の機能は等価であるとし、その根拠として、動物の脳の皮質を切除するとき、切除部分が大きければ脳の部位にはかかわりなく動物は遅鈍となり、昏睡におちいるが、切除部が小さければ容易に昏睡から回復するという観察をあげた。これは、わずかな観察から包括的な理論を立て、運動領、視覚領などの一次的な基本機能の局在さえ認めないという極端な説であったが、運動領などが発見されたのが半世紀

以上あとの1870-80年代であったことを思えば、やむをえないゆきすぎであったともいえる。

### 3 失語・失行・失認の臨床的研究

**失語症** ガルやフルーランの「擬似科学」的「理論」をのりこえて、高次脳機能の臨床的研究を一挙に、真に科学的なレベルにのせたのは、1861年ポール・ブローカ(Paul Broca, 1824-1880)の報告であった。彼は骨相学は否定したが、大脳の機能局在の原理は誤っていないとし、この年二例の失語症例の詳細な臨床所見と剖検所見を報告し、「言語機能は左下前頭回後部に局在する」と主張した(図1)。これは当時の医学界に大きな刺激をあたえ、あいついで同様の症例が報告された。

これにつづいて1874年には、カール・ヴェルニックが感覚性言語中枢(言語理解機能の座)は左上側頭回後部にあることを主張し、ブローカのいう言語中枢は運動性言語中枢(言語表出機能の座)であり、そのほかに書字の中枢が左中前頭回にあるとした。この説も広く受け入れられていき、やがて下前頭回の言語中枢はブローカの中枢、上側頭回のそれはヴェルニックの中枢とよばれるようになっていく。ヴェルニックはこのようにあたらしい機能局在を発見しただけでなく、諸種の言語中枢とそれを結ぶ各種の連合路による言語機能系を体系づけ、そのそれぞれの部位の障害に対応する各種の失語症があるとする図式をはじめて提出した。(その意味でまことにドイツ的であった)。この体系の当否については当時からすでに種々の反論があり、有名なフロイトも1891年の「失語症問題について」で、自己の臨床経験と文献的考察から、ヴェルニックの図式が現実にそぐわないことを詳細に論じている。

**失行症** 失行症の本格的な研究は1900年のリープマンの症例報告にはじまる。この年かれは、ベルリンの精神病院で「脳出血による高度の失語症と痴呆」と診断されていた症例の詳細な臨床観察から、この患者が医師の命令や対象物を正しく理解したり認識したりできず、まるで痴呆患者のようにふるまうのは患側の右側上下肢に限られた現象であり、右上肢を使わせないようにして種々の動作を命ずると左上肢ではすべて正しくおこなうことができること、すなわち問題は言語理解の障害ではなく、行動の障害であることを発見した。こうして「それ自体の運動能力は保持されているにもかかわらず、肢体の合目的な運動が不可能であること」という失行症の存在が確認された。その後クライスト(1922年)は構成失行症、すなわち運動麻痺がないにもかかわらず、物を組み立てたり、絵を描いたり、図形を模写するなどの構成行為の障害を発見し、ゲルストマンら(1926年)の歩行の失行(下肢の麻痺がないにもかかわらず歩くことができない)ジッティヒ(1931年)の体幹失行(ベットに横になったり、ねがえりをしたりができない)、ブレイン(1941年)の着衣失行(上肢の麻痺がないにもかかわらず衣服を正しく着ることができない)等々の各種の失行があいついで報告された。

**失認症** 失認症の研究は、やや異なった経過をとった。1877年、ムンクは、イヌの後頭葉の一部を切除すると、視力は保たれ、障害物を避けて歩くことができるのに、見ているものを認識することができなくなることを観察した。イヌは目の前におかれた食物、火、鞭などに関心を示さないし、飼主を見てもわからなかった。ムンクはこれを「精神盲」とよんだが、その後、人間でも後頭葉の障害によって、それと類似した症状を示すことがあいついで報告され、「視覚失認症」とよばれるようになった。このように、動物実験が臨床に先行したのが興味ある点である。視覚失認の研究はその後進められたが、なかでもリッサウエル(1890年)がこれを統覚型と連合型との二型に分けたことは重要である。統覚型とは現在の用語でいえば視知覚の障害であり、物体を見てもその形を正しく把握することができず、そのためその物の認識ができないこと、すなわち形態の歪みによる認識の障害である。連合型と

は形態の知覚は正しくおこなわれていながらその物の認識ができないものである。この二型を見分ける簡便な方法としては、患者に物体のスケッチをさせるのがよいといわれている。

つまり連合型ならばスケッチは正しくできるが、統覚型ではスケッチもできないというのである。しかしこのような二型がまったく独立に存在するかどうかについてはかなりの疑問が出されている。

\* 現在の心理学では物の認識を感覚 (sensation)、知覚 (perception)、認知 (recognition) の三つのレベルに分ける。

ゲルストマン (1924年) が報告した左頭頂・後頭葉移行部の障害による特異な症状の組み合わせ、すなわち (1) 左右失認、(2) 手指失認、(3) 失算症を中核症状とする症候群は、その後「ゲルストマン症候群」とよばれて、特殊な失認症であると考えられた。しかしこの部位は構成失行症とも深い関係のある部位なので、これらの二者のあいだの異同が問題となり、やがて後にのべるように秋元の「行為認識障害」の概念のなかで統合されるにいたる。

その後の失認症研究のうえでの重要な動きは、劣位半球 (右半球) 症状のあいつぐ発見である。ブレイン (1941年) は左片麻痺にともなう左半側視空間失認症の報告し、それが右頭頂後頭葉の障害によるものとした。この症状を示す患者は、視野の欠損はないにもかかわらず、左側の空間をまったく無視し、絵を描かせると人物の (向かって) 左半分をまったく脱落させた絵を描いて平然としていたりし、食事のときにも左側にあるものを食べなかったり、歩いていて左側の人にぶつかっても平気であったりする。その後、このような症状には半側身体失認 (自分の身体を左側を無視する)、病態失認 (自分が病気であること自体を認めない) などが合併しやすいことがわかり、また空間軸の知覚の偏り (垂直・水平などを傾いて知覚する)、特異な構成失行、着衣失行などもこの部の障害で起こりやすいことから、これらを一括して劣位半球頭頂後頭葉症候群と考えることが多くなっている。

\* 左半球は言語機能の座であるために優位半球とよばれ、右半球は劣位半球とよばれてきた。

## 4 生理学・心理学領域の研究

### パヴロフの高次神経活動研究

パヴロフの条件反射学の研究が、全体としての脳の機能 (個々の神経細胞の働きではなく) を客観的に研究する道をはじめてひらいたものであったことはいうまでもない。そして興味あることに、彼の多年にわたる研究の最後の部分は、**高次神経活動にたいする脳障害の影響と、その回復 (再建) 過程の研究**にあてられた。すなわち、彼の「大脳半球の働きについて」の第19-21講には、手術的にイヌに脳の部分的損傷を起こさせた場合に、あらかじめ形成されていた視覚、聴覚、触覚等々の刺激にたいする条件反射がどのように障害されるか、また、手術後ふたたび条件反射を形成しようとする試みがどのような成果をあげたかがくわしくのべられている。

そのような研究の結果、パヴロフによって立てられたのが「動的局在 (dynamic localisation)」の概念である。これは二つの面をもっていて、ひとつはいわば空間的な動的局在であり、従来いわれていた大脳の機能局在 (視覚領、聴覚領、運動領など) がかならずしも境界鮮明なものではなく、かなりの程度たがいにオーバーラップしていることの指摘である。彼の実験でも、視覚領とされている後頭葉をすべて切除してしまったイヌでも、ごく原始的な単純な視覚条件反射のみは残存していたこと、また聴覚、触覚等についても同様のことが確認されている。もうひとつはいわば時間的な動的局在であって、ある機能の局在している部位を切除して、それに関連する条件反射がほとんどすべて失われたあとでも、あらためて条件反射形成のプロセスを第一歩からはじめていけば、ある程度までは分化した (より複雑な) 条件反射をつくりうること、すなわち再学習がある限度内で

可能であることを意味している。これは、**脳の機能の再組織が起こり、破壊された脳部位の機能が残在した脳部位によって代償されうること**、すなわち機能局在が訓練によって変化しうることを示しているといつてよい。脳のこのような性質は「可塑性」ともよばれる。

パヴロフの業績には、これだけでなく、**人間に特有の高次神経活動の特徴**として、人間には言語が重要な条件刺激であることの認識に立った「**第二信号系**」学説（**現実の事物が動物にも人間にも共通に条件刺激——信号——たりうるのにたいして、言語は人間にとってのみ意味をもちうる信号の体系であるので、これを前者——第一信号系——と区別してこのようによぶ**）があり、これは、失語症はいうまでもなく、人間活動全体が言語の影響を強く受けているという視点（後述のルリア参照）からしても、失行、失認の問題を考えるうえでも重要性をもつものである。

パヴロフの影響は、彼の弟子たちをつうじて生理学、心理学の領域に強く残されたが、とくに心理学の領域では「**行動主義心理学**」として、アメリカを中心に世界的に大きく広まっていることは周知のとおりである。

### ルリアの心理学的研究

A・R・ルリアはモスクワ大学の心理学教授であるが、一貫して医学と教育学の実際の場で研究活動をおこなってきて、失語・失行・失認の問題に一見きわめてユニークな、しかしじつはもっともオーソドックスな立場からアプローチしている学者として世界的に有名である。

彼は、1934年に夭折したソ連の誇る心理学者ヴィゴツキーの弟子であり、**ヴィゴツキーの社会・発達心理学の立場と、パヴロフの脳生理学的視点とを統合して**、一連の独創的な学説を発展させた。その全体を紹介することはとうてい紙幅が許さないが、あとでも彼の学説にたびたびふれることになるので、ここでは彼の「**人間行動にたいする言語の統制的役割**」の説についてのみふれておきたい。

従来、言語については、**個体間のコミュニケーションの手段としての面が強調されてきた**。内観心理学においては思考にともなう「**内言語**」が重要視されていたが、脳内の過程のすべてをブラックボックス視し、意識をも「**不必要な仮説**」とまで極論する行動主義心理学（こういう面では彼らはパヴロフの異端の弟子たちであった）においては、内言語の問題はまったく無視されていた。ルリアは、これにたいして、言語には個体間のコミュニケーションの機能とともに、それと分かちがたく結びついて、いわば個体内のコミュニケーション、すなわち行動を統制し、認知をたすける機能も存在していることを理論的・実験的に示したのである。

すでに、ヴィゴツキーは、ピアジェにたいする批判として「**人間は人間社会のまっただ中に生まれ出るのであり、子どもの発達**は植物の発育のような“**自然な**”ものではなく、周囲の大人によって導かれ方向づけられるものであり、**社会的・文化的発達**である」と論じていた。ルリアはこれをさらに発展させて、言語こそがそのような大人から子どもへの働きかけのもっとも強力な媒体であるとした。子どもはまず、言語を介して、大人から適切な行動パターンと認識のしかたを学ぶが、この初期段階では大人の言語が子どもの行動を統制（コントロール）している。ついで子どもが独語のかたちで、いわば大人のまねをして、言語によって自分自身の行動を統制する中間段階がくる。その後しだいにこの独語は内言語化され、表面からは消え去るが、潜在的には言語（本質的には社会的な産物である）が人間の行動にたいするもっとも強力な統制的役割を保持しつづけている。以上のような説をルリアは豊富な実験データをつうじて実証したが、このような発達的な見かたは、それ自身、人間の行動の構造にかんするきわめて興味ある説であるとともに、ルリアの失語・失行・失認の臨床的研究を支える基礎的な理論のひとつとしても重要なものである。

### 最近の生理学・心理学の動向

ルリア自身も、自分の研究を早くから「**神経心理学**（neuropsychology）」とよんでいたが、最近では、心理学の立場からの脳の高次機能の基礎的・臨床的研究が「**神経心理学**」あるいは「**生理学的心理学**」とよばれるようになり、心理学の新しい分野としてかなりの注目をあ

つめるようになってきた。また神経生理学自体も、「1950年代が要素論の時代とすれば、1960年代は回路論の時代」といわれるように、単一ニューロンの特性の研究から、ニューロン網としての中枢神経系の総合的な機能の解明へと進みつつある。かつてパヴロフによってマクロ的に解明された脳の機能が、現代の電気生理学の手法によって、ニューロンレベルから出発しての上向法によってミクロ的に裏づけられ、さらに発展させられる時代にさしかかってきたともいえる。しかし、失語・失行・失認などの臨床的（医学的および心理的）研究と、正常の人間をもちいたり実験動物をもちいたりしての「神経心理学」的研究、神経生理学的研究の三者のそれぞれのあいだの溝は、まだいぜんとしてかなり大きく、これらの性格の違いを無視して性急な一般化をおこなうことは危険である。

現代生物学の構図（佐藤七郎編、1976年 上田 敏著）

## 心の働きはどこでつくられるか

### 1. 大脳生理学から神経科学への進展

「脳によって、我々は考え、ものを見、音を聞き、その美しいものと醜いもの……を判別できる」とヒポクラテスは書いている。ギリシャ時代にすでに、われわれの心（精神過程）が脳によってつくられていることは知られていた。脳に病気のある人の観察から分かってきたものと思われる。十九世紀の後半まで、心は、哲学者、心理学者の研究対象であった。

脳の働きの科学的な研究は、産業革命以後のことである。動物の脳を露出させて電気刺激すると手や足が動く領域（運動野）のあることが報告され（1870年）、脳に損傷をつくって起こってくる運動や行動の変化を調べること、脳の電気現象（脳波）を記録することがおこなわれた。大脳生理学が誕生して脳研究が始まったのである。脳の働きは、脳の構成要素である神経細胞（ニューロン）が働いて実現されることが、十九世紀末に分かり、神経細胞の回路、脳の形態の研究がおこなわれ、神経解剖学が生まれた。

脳の働きを知るには、要素の神経細胞の働きを知らねばならないが、その技術が生まれたのは二十世紀の中ごろのことであった。二十世紀前半は、神経細胞の突起である神経がどのように神経情報を伝えるかが主に研究された。そして脳の分析的な研究として神経生理学が生まれた。1970年ごろになって神経細胞の継ぎ目（シナプス）の電位の出方、神経細胞の働き方がほぼ解明された。ここで、やっと心の働きを研究できる条件が成立したのである。大脳生理学、神経生理学、神経解剖学の研究の技術だけで「心の解明」はできないので、哲学、心理学、物理学、化学の研究のやり方を取り入れて「神経科学」（ニューロサイエンス）が生まれてきた。二十世紀末の脳研究は「神経科学」が花盛りである。「考えたり、見たり聞いたり」した時に、脳のどこがどのように働くか、基本的なことが解明されてきたのである。

このことに貢献したのは、心を研究する技術が開発されたことである。第一は、心が動いた時に、脳のどこが働いたかを、映像として見る技術（視覚映像化技術）＝PET（陽電子放出断層撮影術）、fMRI（機能的核磁気共鳴装置、fは機能的の略）＝が人間に応用されて、成果をあげだした。1980～90年代になって、主としてアメリカで研究がおこなわれ、実用化された。脳の局所を流れる酸化ヘモグロミンの濃度の変化を、陽電子を放出する物質を脳内に入れ出てくるガンマ線を光増管で検出するPETか、プロトン（陽子）の共鳴現象をみるfMRIを使って調べるのである。用いられる機器は戦前からあるものだったが、わずかの活動量の変化を検出するために精度をあげねばならなかった。そのためにコンピューターが必要で、また動かすソフトの開発が必要だった。

心を研究する第2は、サルに精神活動をさせて、精神活動にかかわっている神経細胞の活動を記録、解析することである、（慢性神経細胞記録法）。サルに一定の精神活動をくり返しおこなうよう学習させて、その時、精神活動に必須（ひっす）である脳領域に微小電極を刺入して神経細胞活動を記録するのである。サルが精神作業するのに好都合なモンキー・

チェアや硬い脳膜をつき破って脳内に刺入できる金属電極が開発されねばならなかった。アメリカの研究者が1960年代に開発した。

二つの心の研究技術を用いて、サルと人間で、知覚（主に視覚）、認知、記憶、運動、思考などのメカニズムの研究がおこなわれたし、今も盛んにおこなわれている。脳のどこが関係し（機能局在）、どのように神経細胞が働いているかである。このようなメカニズムは、高等動物で発達する大脳皮質でおこなわれ、単純な感覚受容や、運動表出以外は、大脳連合野が関係している。大脳連合野の働きを研究する分野が、最近とくに盛んになり、認知神経科学（コグニティブ・ニューロサイエンス）といわれるようになった。

ここでは、記憶の研究の成果について紹介する。

## 2. 陳述記憶のシステム（側頭連合野、海馬）

私たちの体験は脳のどこに貯蔵されているのだろうか。コンピューターの記憶との類推で、特別の記憶装置（記憶システム、記憶領野）があるのではないかと考えられた。1957年に治療のために海馬（古い大脳皮質で、側頭連合野の深部にある）の除去手術がおこなわれたことがある。ところが手術をうけたH・M氏は新しい事を覚えることがまったくできなくなってしまったのである。しかし、手術前の記憶は無傷で残っているのである。そこで新しいことを記憶するのに海馬が必要で、ここが働いた結果、記憶が脳のどこか（海馬を含む）でおこなわれているという海馬記憶説が生まれてきた。

1960～70年代にかけて、記憶の貯蔵場所を探す研究がおこなわれたが、すべて失敗した。今では記憶のためだけの特定領野は存在しないと考えられている。

1980年代になると高齢者が増えてきて、彼らの記憶障害が研究や治療の対象になった。アメリカの神経病学者ラリー・スクワイヤーは痴ほう患者の記憶には、すぐだめになる記憶と、末期まで残っている記憶のあることに気付き、記憶を陳述記憶と運動記憶に分類した。陳述記憶とは、他人に言葉で説明したり、自分の頭の中でイメージとして思い浮かべられる記憶である。運動記憶は、そうでない記憶で、自転車に乗ったりした時に覚えている記憶で、他人に説明はできない記憶である。彼はサルで見たものを記憶していることを調べるテスト（視覚認識課題）をおこなって、脳の一部を破壊して、関係する領域を調べて、側頭連合野や海馬が重要であることを示した。これらの領域が陳述記憶で働いていることは人間のPETのデータで認識された。

サルに視覚記憶課題をおこなわせて、神経細胞を記録する研究も、1985年ごろからおこなわれ、見たものを記憶している神経細胞が側頭連合野で記録された。（図2参照）

記憶障害が主症状であるアルツハイマー病では、側頭連合野の先端部が病理変化の初発する部位であることが報告された。人の顔や名前を思い出せなくなるのは、この部位の障害で説明できる。

H・M氏の脳のMRI（核磁気共鳴装置）像が最近調べられたが、手術で除去されたはずの海馬が20%も残っているが、海馬周辺部が大きく破壊されていることが分かった（1997）。そこで海馬よりもその周辺部（側頭連合野と結合している）の方が記憶に大事だという主張がされた。サルで海馬の神経細胞活動と記憶との関係が調べられたが、関係がつかず、まだ解明されていない。

陳述記憶は大きく参照記憶（規則としての記憶＝寒いと風が吹くなど）とエピソード記憶（一回ごとの記憶＝きのうは雨だったなど）に分けられる。最近、海馬がこわれると、エピソード記憶がだめになることが報告された（1997）。陳述記憶のシステムがすべて解明されたとはいえないが、大事な領域とそれの神経線維連絡と、一部の領域の神経細胞の働きが解明されたといえる。

海馬にはシナプスが働くと、その働いた効果が後まで残り、働き易くなるという現象（長期増強）がある。記憶するためには、この現象が有効であると考えられるので、海馬が記憶モデルの研究対象によく使われ、どの様な物質がどのように働くかが実験動物で盛んに調

べられている。

### 3. 一時的に使う記憶は（前頭連合野）

短期の記憶のなかに、何かをする（操作）ために一時的に覚えておく特殊な記憶のあることが、A・バッドレーによって報告された（1974）。電話をかけるために、電話帳を引いて、番号を一時的に覚えておく、友人の家をたずねるのに、行き方を教えてもらって覚えておくなど。ワーキングメモリー（作業記憶）と呼ばれている。ワーキングメモリーは、物事を考える時に頻繁に使われているし、日常生活でもよく使われている。これがなくなると生活していけないほどである。1990年代になって、ワーキングメモリーが前頭連合野（額のすぐ後ろにあって、人間で巨大に発達した所）の働きではないかと考えた人が現れ、ワーキングメモリーの時に、前頭連合野のどこが働いているか、PETで盛んに調べられている。図3は前頭部の縦面のMRI像で、一時的な記憶の時に働く場所を表している。覚えておくべき対象の刺激＝手掛り刺激が違ふと、脳の違った領域の働いていることが分かる。（1997年に報告された前頭外側部のPET研究の総説より）。前頭連合野のどこがどの種類のワーキングメモリー保持に関係しているのか、盛んに調べられている。

私は、神経科学が生まれようとしたころ、サル慢性神経細胞記録法の技術を開発したE・エバーツを愛知県犬山市の京都大学霊長類研究所へよんで、前頭連合野の神経細胞の活動と行動の関係を調べる研究を開始した。サルが場所を覚えている時に、場所記憶を保持している神経細胞が前頭連合野にあることを報告した（1974）。これが記憶している神経細胞活動が報告された最初である。サルに覚えるためにおこなわせた行動が刺激情報をしばらく覚えている反応＝遅延反応で、実はこれはワーキングメモリーの課題であることが最近になって指摘された。人間でワーキングメモリーの時に働く前頭連合野の決定がおこなわれつつあるのだが、サルでは、ワーキングメモリーが何か見当もつかない時期に、その記憶に関係した神経細胞活動、その記憶がどのように行動をひき起こすのかが調べられていたのである。

現在はワーキングメモリーにもとづいておこなう、高次の精神活動（抽象的思考、言葉を使った認知行動）に前頭連合野がどのようにかわりあっているか、人間とサルで盛んに調べられている。

大脳皮質がおこなっている記憶のうち、やっと研究が始まったのが運動記憶である。この研究は実際に運動している時の脳活動を安定して記録する技術がないために遅れている。

記憶を始めとする精神活動と脳の研究がすすめば、やがて心を脳内物質の働きとして説明できる。21世紀は脳の時代ということで日本では多額の研究費が投入されようとしている。心の働きのかなりの部分を説明でき、脳や心の病気のかなりを治療、予防ができるだろうと予測できる。

久保田 競（学問・文化） 970817.

## 大脳両半球のはたらきのまとめ

	左半球	右半球
処理機構	意図的	自動的
処理様式	系列的 分析的	並列的 全体的
注意機構	選択的注意（集中）	注意の維持（放散）
睡眠	ノンレム睡眠	レム睡眠

夢	言語的生成（左前頭葉）	視覚像
イメージ	生成（産出）	変換
加齢の影響	なし	低下
顔知覚	一般化 見慣れた顔	具体的 見慣れない顔とより熟知した顔
絵画	一般化された意味（主題）	具体的な内容
学習	意図学習	偶発学習
記号と意味	意味をになう記号と 記号との結びつき	記号によって伝達される意味 （意味内容） の具体像との結びつき
言語的処理	概念内関係の処理 （概念のなかの論理的分類） 視覚的文脈によらない推理	概念間関係の処理 （状況に依拠した分類） 視覚的文脈による処理
言語習得	フォーマルな様式	インフォーマルな様式
記憶	意味記憶	エピソード記憶 （前頭葉とも関係）
知能	言語性知能 結晶性知能	非言語性知能 流動性知能（前頭葉とも関係）

無意識脳心理学（1990、青木書店）坂野 登著より

## 参考資料

### 脳死

#### —脳死とは—

脳は主に大脳、小脳、脳幹に分かれ、脳幹は呼吸や血流の循環など、生命維持に直結する機能を担う。

例えば交通事故で頭部に外傷を負ったり、脳の中の血管が破れて出血したりすると、脳にはれものができて頭蓋内の圧力が高まる。すると、心臓の圧力では脳に血液が送り込めなくなる。やがて脳の細胞が壊死し、機能を失う。

脳死臨調が1992年1月にまとめた答申は、脳幹を含む脳全体が機能を失った状態を「脳死」と定義した。諸外国でもこうした「全脳死」をもって脳死としている国が多い。英国など一部の国が、脳幹だけの機能が失われた状態の「脳幹死」を脳死としている。日本では、脳死になるのは全死者の約1%とみられる。

これに対して、「植物状態」とは、思考や知覚などに必要な大脳の機能は失われているが、脳幹の機能は失われていないことをいう。人が生きるために必要な呼吸は自発的にできる。脳幹の機能が保たれているかどうか、脳死と植物状態の大きな違いだ。

脳幹の機能が失われると、呼吸ができなくなり、数分で心臓が止まる。しかし、人工呼吸器で人為的に心臓が動かせば、ある程度の間、呼吸と血流の循環を維持できる。脳死は人工呼吸器の開発によってもたらされた新しい死の概念だ。

脳死の状態から心臓死に至るまで、例外はあるが、普通は数日から一週間程度という。

### －脳死判定基準－

脳死状態になった人が蘇生する可能性がないかどうか、を判断するのが脳死判定だ。多くの医療施設は厚生省の脳死に関する研究班が85年に出した脳死判定基準（竹内基準）をもとに判断している。

竹内基準は①深い昏睡状態②瞳孔が固定したまま③脳幹反射がない④自発呼吸がない⑤脳波が平坦、の5点を条件に挙げる。判定作業は、6時間以上の間隔をあけて2回実施。状態に変化がないことを2回目の判定で確認し、「脳死」と判断する。

杏林大病院高度救命救急センターによると、各条件を確認する検査は次の通りだ。

《1 の場合》呼びかけたり、虫ピンで顔をつついたりして反応がないかをみる。

《2 の場合》目に光を当てても瞳孔の直径が変わらないかどうか、を確かめる。

《3 の場合》脳幹の機能があることを示す眼球運動など7種類の反射の有無を刺激を与えて調べる。

《4 の場合》十分酸素を与えた後、人工呼吸器を十分間外して自発呼吸があるかどうかをみる。

ただ、テスト中に血圧の低下が大きいと、心臓への負担を避けるために中止する場合もある。脳死判定はすべての患者に実施できるものではないという。

竹内基準では、6歳未満の子供は判定対象から除いている。子供の脳は障害に対する抵抗力が強いことが主な理由だ。海外では、年齢によって1回目と2回目の時間を長くするなどして、脳死を判定している。

薬物中毒や、体温が低くて32度以下の場合、脳死と似た状態になる傾向があり、これらも除いている

### －脳死移植－

心臓や肝臓は、脳死状態で摘出して移植するのが原則とされる。心臓が止まると各臓器に血液が流れず、心臓や肝臓の機能に影響が出てしまうからだ。

脳死状態の患者から臓器を摘出する際、血液が臓器の中で固まってしまうのを避けるため、心臓が動いている状態で臓器中の血液を洗い流し、保存液を入れて冷却する必要がある。摘出から移植までは、心臓で約4時間、肝臓で約12時間が限界とされている。

朝日新聞、朝刊、970514.

## 19世紀の神経解剖学

### 神経学の歴史

Lawrence C. McHenry, Jr. 著 豊倉康夫監訳 医学書院（1977）

## 第5章

### 19世紀の神経解剖学

17世紀、18世紀の神経解剖学者たちの業績が出たあと、神経解剖学に記載されねばならぬことが数多く残されていた。17世紀の Vieussens, Willis, Ridley, 18世紀の Vicq d'Azyr, Soemmerring, Monro, その他の人々の論文は肉眼的な神経解剖学の基礎となった。しかし、このような研究があったにもかかわらず、中枢神経系の内部構造の分析はなおざりにされていた。19世紀初頭、神経系の詳細な解剖学的知識は実のところ十分なものではなかった。

当時の神経解剖学の歩みが遅々としていたのは、研究を発展させるに必要な実験器具が

全くなかったことを考えれば、容易に理解し得る。脳の顕微鏡的構造の概念は（複合）顕微鏡とマイクロームが発明され、神経組織を固定し、染色する方法が開発されて、はじめて明らかにされたのであった。神経系の組織学的知識が得られることによって、反射作用のような現象がさらによく理解されるようになった。しかし、新しい機械の発明と新しい技術の応用によって多くの進歩が見られ、神経系の微細構造の謎が明らかにされた。反射の過程がよりよく解明されたばかりでなく、神経細胞と神経線維の正確な知識がより明瞭になった。

19世紀前半における神経解剖学の進歩の多くは脳の内部構造と肉眼解剖に関するものであって、Reil, Bell, Mayo, Stilling, Arnold その他の人々によってなされた。この世紀の後半には Weigert, Gerlach, Marchi, Golgi, Cajal, Remak, その他の人々の精妙な組織学的方法によって、脳の顕微鏡的解剖が見事になしとげられた。神経解剖学の歴史については Rasmussen やそのほかの人々による名著がある。

ハレの医学部教授であり、後にベルリンに移った **Johann Christian Reil**(1759~1813)は、19世紀の初頭、ハレの生理学会雑誌に彼の神経解剖に関する研究を一連の論文にして発表した(1807~1808,1809)。Reilはアルコール固定した脳の内部構造を研究し、島を命名したばかりでなく、小脳各葉の大部分に名称をつけた。脳を特殊な塩類の溶液に浸すことによって Reilは各線維束を分離することに成功し、中脳から脊髄に達する線維束を正確に描写した。彼はまたレンズ核と *lemniscal system* (毛帯系)の構造を記載している。Reilは神経に関するモノグラフを出版したが(1796)、彼はおのおのの神経は独立したものであって、それぞれ固有のエネルギーを持つものと信じていた。さらに彼は脳は明確な機能を有する独立した器官であり、ただ単に神経が起始する場所ではないと主張した。

脳解剖の研究の他に、彼は当時の代表的な精神病学者だったので、“*Rhapsodies*”という著書の中で精神病患者に対する人間的な治療を弁護している。彼は生命力に関する論文の中で、神経活動の理論をまとめているが、その中で脳の機能の自律性は確立されたものであり生命力とは身体を構成する物質の化学反応が主体的に表現されたものであると考えていた。興奮性は、Reilによって、組織の特性として認められたばかりでなく、*Glisson*の原義にそって、運動と同様、生体の基本的な表現であるとみなされた。Reilは18世紀の曖昧な生命力説と身体の代謝・内分泌が研究されはじめた時代の移行期に世に出たのであるが、神経の機能に関しては、彼の先輩たちよりも明確な考え方を系統だてて述べていた。

1809年、サルディニア島のササリで、**Luigi Rolando** (1773~1831)により神経解剖学に一時期を画する著書が公にされた。彼はササリ大学で理論医学および実地医学の教授をしており、後年トリノの解剖学教授をつとめた。Rolandoは神経系の各部分の解剖で独創的な研究をしたばかりでなく、彼の古典的な教科書、“*Saggio Sopra la Vera Struttura del Cervello dell’Uomo e Degli’Animali e Sopra le Funzioni del Sistema Nervoso*” (1809)の銅版を彫り、印刷し、装丁をほどこした。この本は神経学上の文献の中で最高の稀覯本の1つとなっている。この本の中に脊髄の *substantia gelatinosa* (Rolando’s substance) と延髄の *tuberculum cinereum* (Rolando’s tubercle) が記されている。彼はまた脊髄(1824)と小脳(1825)の研究をも行なっている。

Rolandoは1829年1月トリノの王立科学協会に「大脳半球の構造について」という論文を提出した。この論文の中で、彼は大脳の脳回と脳溝にふれ、人間では「これらは規則的で、はっきり定義できる形にまとめうるであろう」ことを主張した。彼はシルヴィウス溝から中央にのびる「垂直な隆起」として中心前回と中心後回とを指摘した。大脳回は他の人々、特に *Vicq d’Azyr* (1786)によって記載されていた。*Vicq d’Azyr*は彼のアトラスの中で、人間の脳回のいくつかをはじめに正確に図示したのであったが、彼はこの構造について特にふれておらず、名称もあたえていなかった。

大脳半球の前中心回、後中心回および中心溝には、その後 *Leuret*によって Rolando の名前がつけられた。*Leuret*の論文では「1829年になってはじめて人脳の回転が記載され、世に知

られることになったのであった。この発見者は **Rolando** である」となっている。Leuret が大脳皮質に関する広範な論文を準備していた際、彼は大脳皮質の図版をおさめた **Vicq d'Azyr** の初版を持っていなかった。Leuret の持っていたのは、それより後の版の **Vicq d'Azyr** の解剖書で、これには編集上の誤りから何枚かの図版が欠けていた。このようなわけで、大脳回転は 50 年も前に **Vicq d'Azyr** により指摘されていたのだが、彼の名前は残らずに **Rolando** の名前が残ることになってしまったのである。

当時の傑出した英国の解剖学者はスコットランド人の **Sir Charles Bell** であった。非凡な芸術的才能を駆使して、**Bell** は彼の解剖学上の論文の挿図に自ら彫った銅版画を使用した (1803)。これらの業績の中に、“**The Anatomy of the Brain**” (1802) と “**Engravings of the Arteries**” (1801) があるが、これらの著書には頭部や脳の解剖所見を示す美しい色刷りの図版がおさまられている。別の解剖学上の論文 (1821) で、彼は第五脳神経は感覚・運動の両者から成立することを証明し、また長胸神経すなわち “**Bell 神経**” を発見した。

1820 年代に、ロンドン王立協会では神経解剖学と臨床神経学について連続講演 (1830 年に発刊) を行なった。この講演で、彼は仮性肥大型の筋ジストロフィーの初期の症例とミオトニアの最初の症例を報告している。第七神経の運動枝の障害による顔面筋麻痺 (**Bell** の麻痺) は 1821 年に報告された。しかしながら、彼の業績の中でもっとも高い価値を持つものは、脊髄前根の機能に関する記載であろう。

その他の肉眼的な神経解剖の業績は骨相学者兼解剖学者の **Franz Joseph Gall** (1758～1828) と **Johann Caspar Spurzheim** (1776～1832) によってなされた。**Gall** と **Spurzheim** はウィーンでの 13 年間にわたる共同研究の結果、脳の白質は神経線維によって構成され、大脳皮質の灰白質は神経活動の器官であることを発表した。

彼らは三叉神経は脳橋に付着しているだけではなく、その知覚線維は延髄オリブ核の高さまで下降していることを発見した最初の人々であった。さらに彼らは、延髄の錐体交叉を再三再四確かめた。**Gall** と **Spurzheim** は、**Vicq d'Azyr** とともに、脳を水平断によって検索した最初の人々にかぞえられる。これ以前は普通、延髄と脳底の方から上に向かって切断していた。彼らの解剖学的研究は素晴らしい 4 巻の本として出版され、その中には 2 つ折りの図譜がおめられてあり、銅版画による 100 に及ぶ神経系の挿図がのせられている。英語の要約は後に **Spurzheim** によって出版された (1826)。

**Gennari** と **Vicq d'Azyr** がすでに後頭葉の皮質に線条のあるのを指摘していたのであるが、フランスの精神科医 **Jules Gabriel François Baillarger** (1809～1890) は、成人および幼児の大脳皮質すべてに層構造が存在することを明らかにした。**Baillarger** は新鮮な皮質から薄い切片を作り、それを 2 枚のガラスの間にはさみ、その背後に光源をおいた。後頭葉の **Gennari** の線条を皮質全体にわたって追跡してみると、皮質は灰白質と白質とが交互に重なった 6 層構造をなすことを確かめ得た。しかしながら、一般には、**Remak** (1844) がこの皮質の 6 層構造を組織学的に認めた最初の人ということになっている。

われわれの神経解剖学に関する知識の成長度は **van Gehuchten** (1893) が指摘したごとく、新しい研究方法の開発と歩調を合わせた。1824 年、**Stilling** によって考案されたマイクロームは脳解剖の研究にとってなくてはならぬ器械の 1 つとなったのである。1846 年、ドイツの解剖学者であり外科医でもあった **Benedikt Stilling** (1810～1879) は大脳、脳幹、脊髄の見事な図譜を著わした。彼 (1856, 1859) はアルコール固定をほどこした脳から連続切片を製作することに成功した。フォルマリンによる固定法は、1890 年代になって **Blum** (1893) により導入された。しかし、1809 年頃から **Reil** はアルコールの代わりにクローム酸とその塩類を使用すると、組織をより固く固定し得ることを示唆していた。包埋剤として、1869 年 **Klebs** がパラフィンを、1879 年 **Duval** がセロイジンを使用するようになるまでは、石けん、牛脂、豚脂などの種々の物質が用いられていた。

神経解剖学は、よりすぐれた研究方法と実験方法の開発、たとえば顕微鏡による検索など

によってさらに進歩した。1838年 **Schleiden** と **Schwann** による細胞説の提唱は顕微鏡による解剖学の研究にはずみをつけた。記載解剖学の創始者だった **Bichat** の考えは、21個顕微鏡的組織に特異な生体そのものの所見があるとしたことで誤りをおかしたとはいえ、彼の初期の論文（1800,1802）は新しい研究分野（組織学）を開拓したのであった。1824年、**Dutrochet**（1824）は神経線維が透明な液体を満たした管から構成されることを明らかにし、1833年、ドイツの動物学者 **Ehrenberg**（1836）が神経線維を単純な蔓状の線維から成り立つものと、鞘を持つ管状の線維から成り立つものとに区別した。**Remak**（1838）は靱帯（primitive bands）に注目したが、これはおそらく神経鞘を指すものであったろう。しかし、リエージュで解剖学と生理学の教授をしていた **Theodor Schwann**（1810～1882）が無構造の細胞膜[**Bichat** が神経線維鞘(neurilemma)と呼んだもの]の内面に二次的に沈着した脂肪様物質を髓鞘としてはじめて記載した。

中枢神経系で神経細胞がはじめて同定されたのは1837年 **Johannes Evangelista Purkinje**（1787～1869）によってであった。彼はブレスラウ大学の生理学、病理学の教授だったが、後にプラハに移った。**Purkinje** は天才的な生理学者であり、熱烈なチェコの愛国者であった。彼の学位論文は視覚の自覚相に関するものであった。彼がこの問題を選んだのはゲーテの色彩論に刺激されたからであり、しかもこの論文を通じて彼はゲーテの友情と支援を得た。先駆的な組織学者として **Purkinje** はマイクロトームを利用し、新しい固定法、包埋法を利用した最初の人々の1人だった。小脳にある「フラスコ型をした神経細胞（ganglion bodies; **Purkinje** 細胞）」を報じた彼の古典的な記載は顕微鏡による脳の研究の結論の中に見い出すことができ、そのうえこの研究には有髄線維と核と樹状突起を有する神経細胞が図示されている。1836年、**Valentin** とともに **Purkinje** は ependymal epithelium（上衣細胞）をはじめて報告した。

しかしながら、今日知られているような神経細胞を新しい染色法によって、最初に同定し記載したのは **Otto Friedrich Karl Deiters**（1834～1863）だったのである。彼（1865）は数本の細い軸索突起（これは **His** により樹状突起と命名された）と1本の主要な軸索突起を描いていた。最終的には、1873年 **Golgi** がはじめて神経細胞の全体の姿を適切な図で示すにいたったのである。

19世紀初期の神経解剖学的知見は数人の有名な解剖学者、特に **Burdach**, **Mayo**, **Arnold** の論文の中に見い出すことができる。ライプチヒの **Karl Friedrich von Burdach**（1776～1847）は彼の3巻の著作（1819～1826）の中に脊髄の fasciculus cuneatus (**Burdach** 索) を記し、レンズ核の中の淡蒼球を別なものとして扱っている。

当時のもっとも見事な大判の解剖学図鑑は **Gall** と **Spurzheim**（1810～1819）のものであった。多レンズ式顕微鏡の改良、よりすぐれた固定法、包埋法、染色技術の開発、マイクロトームの完成と相俟って、神経組織学は **Remak**, **Kölliker** の努力により独立した分野となったが、**Golgi** と **Cajal** の業績によって頂点に達した。19世紀の中頃、**Rudolph Albert von Kölliker**（1817～1905）は“**Manual of Human Histology**”（1853）を著したが、その中で彼は神経細胞の様々な形態を記し、「神経細胞のかたわらに、無数の細く淡い線維があつて、あたかも細胞の突起のように見えるが、より広い拡がり方を示す。これが神経管なのか、あるいは神経細胞の突起なのかははっきりとしない」と述べている。

**Kölliker** は **Remak** のもとで研究し、チューリヒ大学の解剖学の教授をつとめた19世紀を代表する生物学者の1人で、55年間の学究生活を送ったのち引退した。彼は神経系の微細構造の研究に驚異的な努力を惜しまず（1841,1853,1861,1889～1896）、ほとんど50年間の間あらゆる面で、**Cajal** と **Waldeyer** によるニューロン説の確立を予測していた。**Kölliker** は1850年代に、それまで脳の中で神経終末を確実に証明したものはないと述べている。しかし、彼は **Ehrenberg** や他の人々と同様、脊髄神経は脳まで上行するにちがいないと考えていた。神経系の微細構造や伝導路の解明はマルキ法や、ワーラー変性のようなより正確な染色法、実

験法が開発されるまで待たねばならなかった。

一旦スタートすると、特殊染色法の開発は目覚ましい進歩をとげた。1858年、マインツの **Joseph von Gerlach, Sr.** (1820~1896) によって創始されたカルミン染色は神経組織に対して広く使用される最初の染色法となった。全く偶然の機会に、**Gerlach** (1858~1891) はカルミンが神経組織の中で細胞を明るい赤色に染め分けることを発見したのである。1858年、**Nissl** によってメチレンブルーが導入されたあとでさえ、**Max Schultze** (1869) らはしばらくの間、神経細胞の染色にはカルミンを使用していた。**Waldeyer** は1863年に軸索染色にヘマトキシリンを使用し、1884年になって **Carl Weigert** によって髄鞘染色が導入された。

1885年、イタリアの **Vittorio Marchi** (1851~1908) は **Algeri** とともに、髄鞘が変性してできる物質はクロム塩で媒染すると、オスミウム酸で特異的に黒く染まるのを発見した。彼はこの方法を、変性した髄鞘を区別する染色法に発展させた (1885)。このオスミウム酸染色法は組織病理学的研究にとって新しい方法であることがただちに認識され、**Marchi** (1891) や他の研究者によって大脳皮質の病巣からの下行性変性を追跡したり、小脳脚線維の起始と終止の部位を決定するのに利用された。

神経系の研究を助けるもう1つの方法は **Augustus Volney Waller** (1816~1870) によって開発された。彼はロンドンで長い間開業医生活を送り、のちヨーロッパ大陸ですぐれた実験生理学者として名をなした人である。1850年 **Waller** は自分の発見をロンドン王立協会に報告した。すなわち彼は、舌咽神経と舌下神経を切断すると神経細胞から切りはなされた軸索を含む末梢側は変性におちいることを証明し、近位側の断端は長期間無傷でいることから **Waller** は神経細胞が神経線維を養っていることを推論したのであった (1850,1851)。

同じ頃、はじめチューリヒ、のちにミュンヘンの精神科の教授だった **Bernhard Aloys von Gudden** (1824~1886) は幼若動物の感覚器あるいは脳神経を除去して、中枢神経に2次的な変性を起こさせる実験を進展させていた (1870)。**Von Gudden** (1889) は30年以上もこの方法を利用して、視神経の交叉性、非交叉性の線維を証明したり、大脳皮質の特殊な部分を除去すると視床の中に2次的な萎縮が起こることを明らかにしたりして、神経解剖学にはかりしれない成果をもたらした。

中枢神経系の発生学と組織形成に関しても成果があがっていた。ベルリンでは、**Robert Remak** (1815~1865) が初期の神経系の細胞学者のリーダーであり、1836年、多レンズ式顕微鏡を利用して、彼は神経組織学の短い単行本を発表したが、その中で末梢神経の軸索は脊髄の神経細胞と連続していることを証明していた。この単行本の中には、無髄線維 (**Remak** 線維) に関する彼の発見が記されている。**Remak** (1836,1844) は神経管の形成に関する独創性のある研究を行ない、発生学上はじめて3種類の胚葉を定義した。このような解剖学的業績のほかに、彼は神経疾患に対する電気療法を開発した1人としても知られている。

**Remak** の弟子で、バーゼルの **Wilhelm His** (1831~1904) は神経系の発生学と組織形成の古典的な研究 (1889,1893,1904) を完成した。彼は人脳を展開してこれをスケッチによって再構成したが、これは **Ziegler** と **Born** によって蠟模型につくり上げられた。彼はまた神経細胞は外胚葉から分化し、細胞の外方に神経線維あるいは軸索を形成することを明らかにした。この報告は、その後、ニューロン説の発生学的根拠となった。この外に彼は **dendrite** (樹状突起)、**neuropil** (神経網)、**neuroblast** (神経芽細胞)、**spongioblast** (海綿芽細胞) という言葉を作った。

イタリアのパヴィアでは **Camillo Golgi** (1843~1926) が自宅の台所で僅かな実験道具を使いながら研究を続け、神経細胞の染色法として鍍銀法 (クロム酸銀法) を開発し、この方法を用いて、神経系の構造に関する組織学的概念に革命をもたらした。1873年、自分の方法にもとづいて、**Golgi** は突起を含めた神経細胞の一般形態の適切な図を発表した。1880年、初頭、**Golgi** (1880,1886) は神経膠細胞と白質を通過して皮質下中枢に達する2種類の神経細胞を発見した。すなわち、長い軸索をもつ **Type I** と短い軸索をもつ **Type II (Golgi's cell)** であ

る。彼は腱紡錘（Golgi's organ）や神経細胞中の胞体内格子物質（cytoplasmic reticular substance, Golgi's substance）を発見している。小脳、海馬回、嗅覚系に関する彼の研究は1903年の業績集に収められている。Golgiの研究は1871年 Gerlachによって提唱された網状説、すなわち、神経線維は次々に分枝してびまん性な網状となり、reticulumを形成するために吻合するという説を支持するものであった。

19世紀の神経解剖学で、もっとも白熱した論議がニューロン説と網状説との間にたたかわされた。この論争は19世紀半ば、Gerlachが金の塩類で染色した大脳皮質をときほぐした研究を論拠として、脳の灰白質は細い樹状突起が融合して形成される精緻なびまん性の細網構造、すなわち神経網から成り立つと主張したのに端を発している。Gerlachはこの細網組織から知覚線維と脊髄白質とに連絡するやや太目の線維が出てくるものと考えた。彼は総合感覚（sensorium commune）はこの連続的な網状構造（rete mirabile）によって生ずるものと信じた。Golgiは彼の鍍銀染色によって樹状突起とともに長短2種の軸索突起を有する多極性の神経細胞が存在することを証明した。それゆえGolgiは自分自身も他の人々と同様、網状構造の存在を確信したのであった。

Gerlachの説は徐々に他の人々から支持されるようになった。ハンガリアのApáthy（1910）は15年間の研究の結果、1つの神経細胞から他の細胞へ連続する神経原線維を追うことができたと考えたし、Held（1897）、Bethe（1897. 1903）らは軸索の分枝が他の神経細胞の樹状突起と融合していると信じた。Weigert（1882）はneurogliaで類似のスケッチを完成し、神経細胞とは独立した別の網状構造をなすと考え、網状説を支持した。

19世紀の大半を通じて「組織学論争の台風の目」は網状説対ニューロン説であった。いろいろな観点で論争を続けるうちに、多くの有能な研究者達が事実を離れて、ジャーナリストイックな虚構の中に足を踏み入れてしまった。ニューロン説は神経細胞とその突起に関する生理学的、解剖学的な理論であったが、Remakのように神経細胞そのものを研究している人々から一番最初に評価された。Remakは1838年に交感神経線維の灰白枝の突起は交感神経節中の細胞から発していることをはっきりと認めていたのである。

1884年、Köllikerは後根神経節とGasser神経節から直接発する神経線維を発見した。彼はこの発見と中枢神経系の神経細胞に関するその後の研究から、神経細胞と連絡をもたない神経線維は存在しないと結論した。個々の神経細胞は1本も軸索と何本かのprotoplasmicな樹状突起を持つというDeitersの古典的な研究（1865）は、神経細胞の構造を示す決定的な図を後世に残した。神経細胞説それ自体は神経細胞の性質のみを説明するには十分であるように見えたが、実際の障害は、神経細胞とは別の構造物として考えられている無数の神経線維の起始、終止、その本来の意義が何であるかということだった。

神経線維の性質についての最初の解答は、Wallerの証明であった。それによれば、神経線維は神経細胞の単なる延長に過ぎず、Wallerの主張するように、線維は細胞によって養われているという。この事実はForel（1887）によってさらに支持された。彼はGolgi法とvon Guddenの逆行性変性法を用い、変性過程は直接障害をうけた細胞に限局されることを証明したが、Forelの決定的な分析は真に神経細胞の独立性を決定したものであった。

1891年、ヘーレンのHeinrich Wilhelm Gottfried Waldeyer（1837～1921）は神経細胞の独立性とびまん性網状説に関するすべての問題を総説としてまとめ、彼は神経系の構造単位（神経細胞とその突起）をニューロン（neuron）と命名した。先輩達の研究、特にHisとForelの研究の成果から、Waldeyer（1891）は、神経系はepiblastic cell（外胚葉性細胞）すなわちニューロンから成り立っており、個々のニューロンは1個の細胞体と2種の突起—1つは遠心性の機能を有する1本の軸索、他の1つは求心性の機能を有する1本あるいは数本の樹状突起—によって構成されると述べたのである。これらの無数のニューロンによって神経系の活動が営まれ、神経線維は独立したものではあるが、ただ単に軸索あるいは樹状突起として外部に突出したものにすぎない。

ニューロン説とニューロンの性質は Bidder (1847,1857)、Stilling (1856)、Schultze (1869)、His (1889)、van Gehuchten (1893)、Mott (1900) および Nissl (1903) などの学者によって研究され、その成果は L. F. Barker (1899) の広範な論文の中に見事に結実した。最終的な組織学的な細目が研究される以前の 1886 年に、Gowers によってニューロン説の概念が実際に用いられたのは興味深いことである。Gowers は「神経線維の誕生から死まで、あるいは発達から崩壊までを研究することによって、線維の走行について多くのことを知り得るだろう」と指摘した Waldeyer がニューロン説をはっきりとまとめ上げたといわれているが、

Cajal はこのニューロン説を Waldeyer より相当以前に、はっきりと確信していたのである。

多くの白熱した論争ののち、ニューロンが連結するという細網説あるいは網状説は、傑出したスペインの **Santiago Ramón y Cajal** (1852~1934) の見事な証明によって、最終的にとどめをさされた。1887 年 Cajal はマドリッドで教授資格試験の試験管をしている時にはじめて Golgi の銀染色の標本に接した。Cajal はすぐさま Golgi 染色を彼なりに改良して利用し始め、胎児の神経組織の染色に用いて魅惑的な成果を得た。神経細胞とその突起は有髄線維から何のさまたげも受けずに完全に浮き出し、大脳皮質の灰白質のすべての構造が Cajal の前に姿を現わした。この時以来 Cajal は神経系の組織解剖学を明らかにするため、たゆまない努力を続けたのである。Cajal は 1 世紀にわたって認められて来た考え方を論破し、逆に神経系の近代的形態学の舞台を設定するような概念を発展させた。彼は非常に多くの論文を書いたので、1888 年 5 月には彼自身で自分自身の雑誌 “*Revista Trimestral de Histología Normal y Patológica*” を創刊したが、この雑誌は彼の他の論文にも見られるような自筆の見事な挿図でかざられていた。1889 年にはベルリンのドイツ解剖学会で彼の銀染色標本を発表したが、この際、彼の天才はただちに Kölliker によって認められたのである。

小脳の神経細胞と線維に関する彼の初期の研究の中で、Cajal は神経刺激は接触によって一方から他方に伝えられるのであって、広範な網状構造によってなされるものではないことを発見し、また Golgi も自由な神経終末と神経線維または突起が重なり合うのを実際には観察していたことを明らかにした。1892 年、Cajal の新しい考え方は短い論文 “*Nuevo Concepto de la Histología de los Centros Nerviosos*” の中にまとめられている。この研究 (1892) と別の研究 (1889~1904,1907) から、Cajal は His と Forel によって暗示されたニューロン説を支持する特別な証拠を揃えることができたのである。

さらに Cajal は網膜、嗅球、脊髄について研究した結果、“dynamic polarization” の理論を完成した。網膜と嗅球については、彼は樹状突起と似た細胞の厚い突起が外方に向いて細胞体に刺激を伝える。一方、これらの小形細胞の軸索は中枢神経の方に向かい、細胞体から刺激をはこび出す。こうして、Cajal は一般的に樹状突起は他の細胞から刺激を受取るものであることを決定した。受入れられた刺激は神経細胞を通過し、軸索を経てさらに他の細胞へと伝えられていく。この理論は van Gehuchten, Kölliker によってただちに認められ、神経系の機能の基本的な考え方の 1 つとして認識された。

1904 年、Cajal は組織学ならびに神経解剖学の歴史的な大著ともいえるべき “*Textura del Sistema Nervioso del Hombre y de los Vertebrados*” (1899~1904) を完成した。当時、彼は国際的な評価を受けていたし、1899 年にはクラーク大学で講義を行なうため、米国へ招待された。神経系の中で、彼の研究の対象とならなかった部分は 1 つもなかったといっても過言ではない 250 を越える論文の外に、彼は大脳皮質、網膜、神経系の変性と再生 (1928) のそれぞれについてモノグラフを著わした。その中に 1 枚のカラー写真がのせられていた。彼の “*Manual of Pathological Anatomy*” (1909) は 7 版を重ね、彼の神経組織学の教科書は今日なお古典として生き続けている。

1906 年、Cajal と Golgi はともに医学生理学部門のノーベル賞を与えられた。その講演で

Golgi は Cajal を攻撃し、Golgi 自身の網状説を弁護して、ニューロン説への反駁を執拗に試みた。一方、Cajal は Golgi に対し敬意を表したが、自分で発見した事実とそれに基づく理論を見事に呈示した。

神経解剖学の独創的な業績は 19 世紀後半を通じ、いろいろな人々によってなされた。最初の神経組織学の教科書 (1878) の 1 つはフランスの解剖学者 **Louis Antoine Ranvier** (1835～1922) によるものであるが、その中で彼は髄鞘に切痕があることを記載している (nodes of Ranvier)。Schmidt-Lanterman 線は最初 Stilling (1856) によって注目され、次いで 1874 年 Schmidt が報告し、Lanterman によって命名されたものである。ノルウェーの研究者 **Fridtjof Nansen** (1861～1930) は神経組織学を研究し、後根線維が脊髄内に入ったあと、2 本に枝分かれするのをはじめて証明した (1886)。

この間、ウィーン大学の神経学、精神医学の教授だった **Theodor Meynert** (1833～1892) は連続切片を利用して、神経解剖学上、非常に価値の高い業績をあげた。1867 年 Meynert は大脳皮質の神経細胞が水平方向に 5 層をなしていることを示し、大脳皮質の構造には部位的な差があることに注目した。翌年、発刊されたモノグラフには大脳皮質について詳細な説明がのせられており、同時に海馬回の構造、嗅球、透明中隔、視放線、被蓋束の構造、被蓋束の噴水状の交叉 (Meynert 交叉) について詳細に記述されている。

同じ頃、パリのサルペトリエール病院とシャリテ病院の主任をつとめていた **Jules Bernard Luys** (1828～1897) は神経系に関する研究を発表したが (1865)、その中で、彼は視床下核 (Forel によって Luys の名前が冠せられた) (1877) と視床中心核について論じている。Türk と Hughlings Jackson によって、視床は注目されてはいたのだが、Luys の研究は視床の機能を認識するきっかけとなった。彼は視床を次の 4 つ、すなわち anterior または olfactory, middle または optic, median または somesthetic, posterior または acoustic に区分した。彼の考え方は見事な色刷りの立体図に画かれている。その他の研究の中で、Luys (1860) は進行性筋萎縮症では前角細胞が変性することにはじめて注目している。

**August Forel** (1848～1931) はチューリヒ大学の精神科教授であったが、彼の師 von Gudden が考案したマイクロームを使って、1875 年全脳の完全な標本を最初に製作した。セロイジン包埋の標本を使って、Forel は広範な神経解剖学の研究を行なった。彼の業績集 (1907) には、被蓋野 (Forel 野) と不確帯についての研究が含まれている。Forel (1887) はまた自分自身の病理学的研究や機能上の根拠に基づいて、ニューロン説を論じている。Forel の研究は His の研究の 2 ヶ月前に発表されたのであるが、His は組織発生的研究から同じ結論に達していた。

同じ頃、von Monakow は von Gudden の 2 次的変性の方法を利用して神経解剖学上いくつかの基礎的な研究をなした。彼は後頭葉皮質を除去したあと、外側膝状体に変性が生ずることをはじめて証明した。Von Gudden はそれ以前に視神経あるいは視束を除去すると、外側膝状体に 2 次的変性が生ずることを証明していた。Von Monakow はまた視床核の区分と局在、それらと大脳皮質との連絡を研究した。その後、多くの詳細な研究がなされたとはいえ、視床皮質投射の体系は基本的に von Monakow によって記載されたものを踏襲している。この研究の後、von Monakow は脊髄内の赤核脊髓路について研究した (1909～1910)。

1870 年頃、ライプチヒでは、その他の先駆的組織学者で精神科教授でもあった **Paul Emil Flechsig** (1847～1929) は大脳半球の髄鞘発生の研究をはじめた。この研究はたまたま聴放線、運動・知覚投射野、連合野に関する彼の論文で最高点に達したのであった (1920)。彼は (1883) 内包の前脚、後脚、膝を命名し、さらに背側脊髓小脳路 (Flechsig's tract) と錐体路 (1876) の命名をした。Flechsig は前後の中心回から追跡をはじめて錐体路を研究したが、彼は皮質脊髓路が完全に機能するのは髄鞘が完全にできあがった後であると結論した。彼の髄鞘発生の研究は見事に図示されているが、近代神経学の一里塚の 1 つである。

フランクフルトの神経学教授、**Ludwig Edinger** (1855～1918) は、今日、神経系の近代比較解剖学の創始者 (1885) とみなされている。Edinger は胎児の中脳で瞳孔収縮の神経核を同定した (1885)。この神経核は引続き成人脳でも Westphal により証明された (1887 ; Edinger-Westphal 核)。

Edinger は解剖学者、組織学者であると同時に、すぐれた神経学者でもあった (1889,1912)。彼は剖検で証明し得た視床痛の症例を最初に報告した。

Remak と Meynert の研究によって始められた大脳皮質の構築についての研究の新しい時代は、大脳皮質の細胞層の記載によってもたらされた。1874 年、ロシアの組織学者 **Vladimir Aleksandrovich Betz** (1834～1894) はヒトの前中心回の第 5 層に、彼の名前がつけられることになった巨大錐体細胞を発見した (1874,1881)。4 年後、Bevan-Lewis (1878) が Meynert の第 5 層には錐体細胞がひろく存在していることを明らかにし、さらに皮質を 6 つの細胞層に分けた。Bevan-Lewis の図は後に Vogt と Brodmann によって採用され、皮質の各層に名称をつけようと変更が繰返されたにもかかわらず、今日までひろく使用されている。皮質各層の微細な顕微鏡的細目は Cajal のいろいろな研究で完成されていた。Retzius (1896) は彼の神経系のアトラスの中で Cajal の研究をたしかめ、Kölliker はその “Handbuck” (1889～1896) の中で大脳皮質のすべての領域をまとめ、大脳皮質研究の歴史に一時期を画したのであった。

それ以後大脳皮質の研究の中では、皮質構築の分野がドイツの Oskar Vogt (1870～1950) と Korbinian Brodmann (1868～1918)、英国の **Alfred Walter Campbell** (1868～1937) とによって発展をつづけた。数年間 Vogt (1903) と Brodmann (1908) は大脳皮質について広範囲な研究を行ない、特殊な細胞構築と髄鞘構築のある区域を証明した。Brodmann (1909) は大脳皮質の区分を論文にまとめ、次第に今日通用しているような区分に発展させていった。同じ頃、Campbell (1905) は比較形態学の立場よりも生理学的、臨床的立場から研究し、脳のアトラスと地図とを発表した。数多くの研究者、特に、Smith (1907)、Economo と Koskinas (1925)、Ariens-Kappers (1920～1921)、Lorente de Nó (1922)、Foerster (1936)、さらに近年にいたって von Bonin, Bailey と Palyak は Campbell と Brodmann の最初の報告を緻密化し、幅広いものとした。

皮質の区分に関係した研究の中で、ユトレヒトの Dusser de Barenne (1924) は大脳皮質に対するストリキニンの効果を試し、知覚野に主要な機能的再分を証明した。1888 年に発見されていた後頭葉の視覚中枢の研究は Henschen の論文 (1890～1922) によってさらに発展した。Purkinje (1823) ならびに Hughlings Jackson (1863,1865～1866) およびその他の人々が脳の中での視覚の局在の研究を行なってきたが、これらの研究は視覚の伝導路を決定するための基礎となった。視覚伝導路の研究は Cushing, Horrax, Gordon Holmes の努力によるものであった。

## 雑録

### 情動

Materialism and spirituellism

弁証法的に考察する dialect 物質と意識

ホルモンとペプチド

#### 参考文献

- ・ 「情動と感情の教育学」 2000年 坂元忠芳 大月書店

### 文献

視覚認知と聴覚認知—その比較—

視覚 visual, 川人光男、「計算理論」、北里図書館

視聴覚以外の感覚—認知と情動—

体性感覚

味覚

### ピネル Philippe Pinel (1745-1826)

1793年にフランスの精神病院の改革、フランス革命の自由思想にのっとりビセートルで患者40人を鎖から解放したことが有名。近代精神医学の出発。ビセートル Bicêtre、次にサルペトリエール Salpêtrière の院長となり、近代精神医学の基礎を築いた。精神病の分類は、マニー、メランコリー、デマンス（錯乱）、イディオティスム（痴呆）。精神病の医学哲学論 *Traité médicophilosophique sur l'aliénation mentale, ou la manie*. Paris, Richard, Caille et Ravier (1801)、第2版は1809年。第1版の英訳は1806年に Daniel Davis (1777-1841) により *A Treatise on Insanity*, デイヴィスはロンドンの産科医でヴィクトリア女王をとりあげた。

（西丸四方）

### サルペトリエール 仏 Hospice de la Salpêtrière

ルイ13世の建てた火薬工場で、1650年に娼婦の収容病院となり、一時は8,000人も収容、ピネル Pinel により正規の精神病院となり、エスキロール Esquirol があとをつぎ、1862年にシャルコー Charcot が主任となった。ビセートル Bicêtre はやはりルイ13世の作った負傷兵病院で、のち監獄となり、精神病患者の浮浪者も収容され、1793年にピネルがここで40人を開放した。（西丸四方）

### エスキロール Jean Etienne Dominique Esquirol (1772–1840)

Pinelの弟子、1810年からサルペトリエール病院、両者とも現代精神医学の祖で情欲が精神病を起こすとした。この点ハインロートと同じ意見で、人間学的精神医学のもとである。1838年精神病について *Des maladies mentales*, 同年 Bernhard の独訳 *Von der Geisteskrankheiten*, 精神病をうつ狂 *lypémanie* [ギ lype 悲しみ]、単一狂あるいは理性狂 *monomanie* (*folie raisonnante*)、躁狂 *manie*, 錯乱狂 *démence*, 痴呆狂 *idiotisme* に分けた。どの病にも狂 *délire* が多かれ少なかれあるとした。(西丸四方)

### グリージンガー Wilhelm Griesinger (1817~1868)

ドイツの内科医—精神科医で、チュービンゲン, キール, チューリッヒ、ベルリンの大学教授となる。1845年にドイツ最初の教科書、精神病の原理と治療 *Pathologie und Therapie der psychischen Krankheiten* 精神病の病理と治療 (1845) を著し、**精神病は脳の病気によるという自然科学的な考え方をした**。1868年に雑誌 *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten* を創刊、今日に至る。(西丸四方)

### クレペリン Emil Kraepelin (1856–1926)

1878年ミュンヘン、1882年ライプチヒ、1885年ドレスデンに学びグッデンの弟子、1886年に30才でドルパートの精神科教授、1891年からハイデルベルク、ケブルク、ガウプ、ニスル、ワイガント、ウィルマンスなどであった。1903年でフルストナー Fürstner の後任、共同研究者はアルツハイマー、アシュッフにミュンヘンのブム Bumm の後任となり、1917年にミュンヘンに精神医学研究所 *Forschungsanstalt für Psychiatrie* (カイザーウィルヘルム研究所の一つ) を設立。教科書は **1883年 *Kompendium der Psychiatrie*, 精神病学綱要**、1910年代の第8版 *Psychiatrie* は4冊、1927年第9版は弟子のランゲ Lange が初めの2冊を改訂して出しただけであった。1892年の *Einführung in die psychiatrische Klinik* は臨床講義集である。1892年精神薬理研究、1896年の体系論は内因性痴呆(早発性痴呆)と躁うつ病を規定、これをそれぞれ一つの病気、疾患単位としようとした。クレペリンは経過からみて躁うつ病は循環性にきて欠陥なしに治り、早発性痴呆は永続的な欠陥をきたすことを目標としたが、ことに後者は一つの病気か症状群かのきめ手はない。クレペリン病 *Kraepelinsche Krankheit* (1936 Grünthal 命名) は老人病で速かに進行する痴呆、興奮。言語障害、緊張症状を呈し、経過は1~2年で、皮質神経細胞のニスル顆粒の消失、神経細胞の喰現象が前頭葉、時にアンモン角、後頭葉、ことに第3、第5皮質層にみられる。クレペリン症状群 *Kraepelinsches Syndrom* *syndrome de Kraepelin* (1915) は災害後の驚愕神経症 *Schreckneurose* で心気症状を呈するもの。クレペリン連続加算法 *Kraepelinscher Rechentest*, *Dauerrechenversuch*, *cahier de Kraepelin* は練習、疲労、発動性をしらべる数字加算の心理テストで、計算量を作業曲線 *Arbeitskurve* としてあらわして成績を比較する。(西丸四方)

### **ブロイラー、Eugen Bleuler (1857-1939) 精神分裂病 (1911)**

スイスのチューリッヒ大学の教授 (1898-1927)。クレペリンの早発性痴呆の説から精神分裂病 Schizophrenie の概念と名称を作る (1911)。フロイトの説も取り入れ力動的な考え方をした。連合障害 Assoziationsstörung, 両価性 Ambivalenz, 自閉 Autismus を分裂病の3つの根本的障害としたが、自閉の概念はその後の種々の学説の根底となった。早発性痴呆またの名は精神分裂病 (複) の群 Dementia praecox oder Gruppe der Schizophrenien (1911) はアシャフエンブルクの精神医学全書の1冊、このほか1916年に精神医学教科書を作り、息子の Manfred が改定、1972年に12版、英訳もある。(西丸四方)

### **Karl Jaspers (1883-1969) 精神病理学 了解不能 unverstündlich**

ヤスパース Jaspers, Karl 1883~1969 (480)

現代ドイツの实在主義哲学者。ハイデッガーとならび称されるドイツの实在主義の代表者で、1921年からハイデルベルク大学教授だったが、1938年ナチス政権により教授の地位を追われ戦後に復職。1948~61年にはスイスのバーゼル大学教授。はじめ精神病理学の研究者として出発し、この研究がかれの哲学に大きく影響している。精神病理学的現象のうちに、人間の個性のつよい探究があらわれていると考え、哲学的思考の源泉をそこからくみあげる。合理的な科学の研究のしめすものは真の存在の暗号を扱っているのであり、この暗号を解き、合理的知識ではとらえられない世界を支配する非合理的なものを明らかにするところに最高の知がある。哲学はすなわち<暗号読み>を内容とし、最高の知をあらわにするのを課題にしている。この場合に<限界状況>が重要な意味をもち、この状況において人間に自己の实在の意義が現前して、暗号のうちにあつて日常的な配慮や世界についての科学的見解からときはなたれ、实在そのものに当面し、また神の真の経験をうる。こうして实在に目ざめた人間の交わりである<实在の交わり>が、**真実の人間社会の在り方**だという。かれは《原爆と人間の未来(Die Atombombe und die Zukunft des Menschen)》(1958)で、限界状況説から冷戦の有意義さを認める意見をだしている。〔主著〕Psychologie der Weltanschauungen, 1919; Philosophie, 3巻, 1932; Vernunft und Existenz, 1935 (草薙訳)。

### **ヤスパース Karl Jaspers (1883-1969)**

1909-1915年ハイデルベルクの精神科、ニッスル(神経病理学者)の許で精神病理学研究、1921-1937年に哲学教授、夫人がユダヤ系なのでナチ下活動を禁ぜられ、1945-1948ハイデルベルク哲学教授、のちバーゼルに移った。1913年精神病理学総論 Allgemeine Psychopathologie, 1946年全改定版。静的了解(現象学)と力動的了解と説明など、精神医学方法論の解明を行った。(西丸四方)

### **Eugene Minkowski (1885-1973) 現実との生ける接触の喪失**

## 呉秀三(1865-1932) (精神病者として) この邦に生まれたるの不幸

1901-1925 東京大学教授、巣鴨-松沢病院長、1897年ウィーンのクラフト-エービング、まもなくミュンヘンのクレペリン、ニッスルに学び、クレペリン説の移入、近代病院の建設、患者の福祉、医学史の研究につとめた。この時代の今村新吉(1864-1932)は京都大学教授でフランス系、ベルグソン、ジャネ、レヴィーブルリュール、ブロンデルに依った。このほか東北大学の丸井清泰はこれより時代はあとであるが、アメリカ的で、マイヤー、フロイトに依った。(西丸四方)

パブロフ (before he wrote dream, Project's age) とフロイトの会話、第3者にメフィストを登場させる

“Project” of Siegmund Freud 神経連絡の図、日本語の解説本「フロイト」

“Letter correspondence on peace between Freud and Einstein” 「フロイト」新書(稲田堤で購入した)の中に訳がある。独文あり(ウインで購入)。  
進化生物学(ヘッケル、ラマルク)、精神の反復という見解によりかかっている。神経症と精神分析の一般理論。

In: 個体発生と系統発生 工作舎 神経研図書 コピー p.230-p.245 Fried 関連記述(コメント)

「フロイト・人と思想」 1966、清水書院、Century Books, 鈴木金弥著

Museum of Freud in Wien and London, 織物機械 weaven throught  
神経学から出発したフロイト

参考文献

臺弘「精神医学の思想」(第二版)の中にFreudについてのコメントがある。P.

(三芳)

文献

・全集 とくに「夢の分析」

・ Freud and the Neurosciences – From Brain Researches to the Neurosciences (with reproductions of original drawings by Freud), by Giseler Guttman/ Inge Scholz-Strasser (Eds), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften,

## パブロフ

参考文献

パブロフ生理学-脳と思考 1952 ペトロシユフスキー著、船橋一雄 訳 岩波書店版

## セーチェノフ

脳と思考 露文

脳と反射 堀先生に借りた本(三芳)(英文と露文あり)

## 自由（論）と必然性

### （1）デューリングの自由論

デューリングは「平等」について、「自由」について論じています。しかし、この問題についても彼はきわめて観念論的な通俗的議論しかしていません。エンゲルスはこれを批判し、唯物論者は自由をいかに考えるかという主張を述べています。この章での彼の議論はあまりにも有名であり、科学的社会主義の哲学で考える自由論の基本となるものです。

デューリングは自由について、「一方における合理的な洞察と他方における衝動の形をとった動機とが結合して、いわば一つの合力となるような関係」だといったり、あるいは「われわれにとって自由とは、生得的ならびに後天的な知力に応じて意識的動機を感受する能力を意味する」などというだけで不十分な見解だとエンゲルスは言います。

### （2）エンゲルスの見解

このようなデューリングの議論にたいしてエンゲルは自分の見解をつぎのように述べています。

「ヘーゲルは、自由と必然性の関係をはじめて正しく述べた人である。彼にとっては、自由とは必然性の洞察である。『必然性が盲目なのは、それが理解されないかぎりにおいてのみである。』自由は、夢想のうちで自然法則から独立する点にあるのではなく、これらの法則を認識すること、そしてそれによって、これらの法則を特定の目的のために計画的に作用させる可能性を得ることにある。これは、外的自然の法則にも、また人間そのものの肉体的および精神的存在を規制する法則にも、そのどちらにもあてはまることである。—この2部類の法則は、せいぜいわれわれの観念のなかでだけたがいに分離できるのであって、現実には分離できなものである」。ここに明確に自由についての唯物論的見解が示されています。

### （3）観念論者の自由論

観念論の哲学者も、しばしば自由について論じてきましたが、主として「意志の自由」という形で論じてきました。彼らは自然には自然法則があり、人間の身体は自然法則にしたがわなければならないが、人間の意志は自由であって、ある行為をするのも、しないのも本人の自由意志による決断しただと考えるきました。

しかしここには難点があります。人間が行為するとき、自然法則や歴史法則（社会法則）から、はたして自由でしょうか。たとえば鳥のように空を飛ぶことは、決意しただで自由でしょうか。けっしてそうではありません。自然法則を無視して、空を飛ぶことはできません。社会的な問題についても、たとえば経済法則を無視して、自由な経済活動は不可能です。自然法則や社会法則を無視して自由はあり得ないことは明白といわなければなりません。

### （4）機械的唯物論者の自由論

自然法則や社会法則を無視して自由はあり得ないのは明白ですが、そのことを理由にして、自由とは錯覚であり、世界は自然界も社会も、すべて必然性に支配

されており、人間にとって自由はあり得ないという議論が17世紀、18世紀のヨーロッパでは機械的唯物論者によって、さかんに主張されたのでした。

エンゲルスのいっているのは、このような古い唯物論の主張もまた誤りだということです。自由がないとすると、道徳も成り立たず、人間の責任能力も問えないこととなります。すべてが必然性に支配されているとするならば、いかなる人間の行為も必然であり、やむをえなかった、仕方がなかったということになってしまい、善も悪もなく、責任もないということになります。

たとえば、第2次大戦における惨禍はすべて必然であったから、日本軍国主義者の責任はなかったという議論になりかねません。こんな議論はどうてい納得できないところです。エンゲルスもこの意味での自由否定論に反対しているわけです。「自由とは必然性の洞察である」という言葉はそのような意味でいわれています。

#### (5) 意志の自由とは

エンゲルスは「意志の自由」についても、観念論的な意志自由論に反対しつつ、また古い唯物論の自由否定論にも反対してつぎのようにいっているわけです。

「意志の自由とは、事柄についての知識をもって決定をおこなう能力をさすものにほかならない。だから、ある特定の問題点についてのある人の判断がより自由であればあるほど、この判断の内容はそれだけ大きな必然性をもって規定されているわけである。他方、無知にもとづく不確実さは、異なった、相矛盾する多くの可能な決定のうちから、外見上気ままに選択するよう見えても、まさにそのことによって、みずからの不自由を、すなわち、それが支配するはずの当の対象にみずから支配されていることを、証明するのである。だから、自由とは、自然的必然性の認識にもとづいて、われわれ自身ならびに外的自然を支配することである。したがって、自由は、必然的に歴史的発展の産物である」

エンゲルスはこのようにいって、人類史的な事例をあげていて説得的です。「あらゆる文化上の進歩は、どれも自由への歩みであった」といって、人間が火を用いるようになり、とくに蒸気機関が発明されて、「社会的な領域で巨大な開放的変革」が、なしとげられたこと、またこの「蒸気機関についていえば、もはや階級の区別もなければ、個人の生活手段を手に入れるための心づかいもなく、はじめて真の人間の自由について、認識された自然法則と調和する生活について語ることのできるような社会状態は、蒸気機関に依存する巨大な生産力の助けによってのみ可能となる」といわれているのも重要な点だと思われます。自然法則が認識され、これが生産力の増大をもたらすと、さらにこれが社会の発展に影響を与え、歴史の発展を推進していくという巨大な人類史的展望が語られていて、力強い叙述となっています。

「反デューリング論」を学ぶ、第11章より

## 巨匠とその晩年

## Dante Alighieri(1265～1321)

### William Shakespeare (1564 ~ 1616 )

「この世は舞台、人間はみな役者」というシェイクスピアの魂は「人間すべて道化師だ」と Falstaff に言わせた晩年の Verdi の心に似ている。

マクベス(Machbeth)は Fair is foul, foul is fair. (善是悪也、悪是善也、吉是凶、凶是吉、勝是負、負是勝、正真实是邪嘘虚哉：城郭は守る者のために利なれども攻める者のためには害なりー諭吉)と魔女に、そして強い野心をもった妻にもそそのかされ、ダンカン王を殺害する。

オセロ (Otello) は悪漢 (villain) イアゴの策略にはめられたムーア人の将軍オセローが Desdemona を demon/devil と見做して殺害する嫉妬の悲劇である。

「ヘンリー六世 (三部作)」「リチャード三世」にみる極悪人(villain)、醜悪、増悪、父殺し、夫殺し、死をも賭した愛 (結婚詐欺の奥の手)、悪魔と謀殺と亡霊と良心の叱責。シェイクスピアはこれらを含む凄惨なバラ戦争(1393-1483)を取り扱った2セットの「歴史4部作」[合わせて8本；リチャード二世、ヘンリー四世 (第一部、第二部)ヘンリー五世、リチャード三世、ヘンリー六世 (第一、第二、第三部)]を、 年から 年の間に書いた。

これら悪の華で飾られた人生劇の最後に Shakespeare は、演劇への分かれの挨拶を主人公 (プロスペロー) に託してテンペスト(1611年)を書く。「終宴だ。役者たちは、すべて妖精であり、希薄な空気の中へ消えてしまった。我々は夢と同じ成分からできていて、はかない生は眠りに包まれている (四幕、一場、146～185行)。」「美しい、寸分のスキのない凝集した一見カリカチュア化された自画像を示す (との解釈もある) 芸術作品である。

プロスペロー (旧ミラノ公で、弟アントニオに政権を奪われ、島流しにされる) と愛娘のミランダ。ナポリ王のアロンゾーの息子 (王子) のフォーディナンド。この若き二人の間の恋と愛。プロスペローの魔術により使役される妖精のアリエル。

この劇の中で晩年のシェイクスピアは、人生の営みの中の道化や虚無観を吐露し訴えたのであろうか？

### Johann Sebastian Bach (1685.3.21 ~ 1750.7.28)

Albert Schweitzer は自書「J.S. Bach」の冒頭で次のように言っている。「芸術家のうちには主観的芸術家と客観的芸術家とがある。」そして前者 (芸術は個性のうちであり、かれらの制作は、時代から独立している。時代に逆らい、自己の思想を表現すべき形式を新しく創る) の一人にワグナーを挙げている。後者 (全くその時代の内に立ち、ひたすら時代の提供する形式と思想をもって制作する) の一人にバッハを挙げてる。

また次のような記載もある。「バッハの頭蓋骨の特徴で、内耳の聴覚器官を囲む側頭骨の異常な堅さと、蝸牛殻口のきわめていちじるしい大きさはとが注目に値するだろう。」

若いバッハは最初の受難曲 (1724年) として「ヨハネ伝による受難曲」を作曲した。聖餐の設定、ゲッセマネ、イエスの捕縛、大祭司の前とピラトの前の裁判の場面などの受難記事と作曲。

マタイ受難曲 (人の罪をあがなうための神の子の受難という思想が軸になっている。Die Unschuld muß hier schuldig sterben.) は1727年に聖トマス教会における聖金曜日の晩課で初演されている。新約聖書「マタイによる福音書」第26、27章のイエス受難物語が歌詞の骨格となっている。受難の予告、最後の晩餐、イエスの捕縛、裁判、磔刑と死、埋葬と曲が展開される。そして、「神の子の認識(Wahrlich, dieser ist Gottes Sohn gewesen.)に向かって収斂し、清

浄と救済の終曲に向かう。因みに、「マタイ伝」は「イエスは神の子であり、旧約聖書で予言された正統なメシアである」ことをユダヤ世界に論証しようとの意図をもって成立している。

口短調ミサ曲(H-moll-Messe, Mass in B minor, Messe en si)(1733.7 Bach48歳の作)の本質は感動的な崇高さである。

#### 口短調ミサの記述

口短調ミサ曲(BWV232)は、ザクセン選帝侯兼ポーランド王(1733没)の後に選帝侯位を継いだフリードリヒ・アウグストⅡ世に献呈した(1733年4月21日、キリエ Kyrie とグロリア Gloria のみ)ものである。その後息子のエマヌエルの遺品から完全な総譜が発見された。推定作曲年代は、Credo, 1747~1749年; Sanctus 1724年、Agnus dei, ?; である。つまり現在の形の口短調ミサ曲は一気に書かれたものではなく、いくつかの転用(パロディー、もとの曲に手を加えたもの)も見られる。バッハは選帝侯に対して常に忠誠心を示し、1736年に「ポーランド王兼ザクセン選帝侯宮廷作曲家」の称号を得、それ以後、ライプツィヒ市当局からの彼に対する妨害は少なくなった。

メモ:

カンタータ (声楽曲)

モテット (宗教声楽曲)

ゲネラルバス (通奏低音)

オペラ・ブッフア (喜歌劇)

グラヴィア (原則としてオルガンを除いた鍵盤楽器)

#### シュワイツェル曰く

われわれは諸芸術を分類するのに、その対象を表現するために用いられた素材に従っている。音響によって語る者は音楽家、色彩を使う者は画家、音声を伴った言語を用いる者は詩人と呼ばれる。だがこれは純粹に外面的な区分である。実のところ、芸術家が自己表現をする際の素材は、二次的なものにすぎない。芸術家とは単なる画家、単なる詩人、単なる音楽家であるにとどまらず、それらを包含したものである。彼の魂には、さまざまな芸術家が関与している。

#### ☆ バッハにおける語と音(p.186、中巻 Schweizer 著より)

バッハにあっては、音節(ザッツ)の構造が、多かれ少なかれ技巧を用いて文章(ザッツ)の構造に適合されているのではなく、両者は同じものである。…床に落してみても、両者(音のメロディーと語のメロディー)はびくともせずに接着したままである。バッハの音節は、音として膠着された文章にほかならない。彼の音楽はつまり旋律的(メロディー)ではなく、朗誦的(デクラマツィオン)なのである。

バッハにとっての問題は、…作曲を性格的表現にまでもっていくことなのである。或る歌詞に合わせてただ美しい音楽を書くことに甘ずる前に、彼は可能なことをも不可能なことをも試みることによって、一種の高揚した情緒(アフェクト)のために倍加された、音楽的に表現可能な感情を、その語句の中に発見しようと努める。彼は与えられた歌詞をあらかじめ、あとで音楽のなかで発声したいと思うような形に改作する。

バッハとモーツァルトが、低劣な歌詞に対してとる態度には、深い相違が見られる。両者とも共通して、歌詞の下らなさを音楽によって忘れさせるが、しかしその理由は全く異なっている。モーツァルト、それそのものとして美しい音楽によって、全く気をそらさしてしまうことを意識している。バッハは、歌詞をついに音のうちに新しい形姿を獲得するにいたるまで、深化し形成するのである。

☆ 「音楽の捧げ物(1747年7月7日にフリードリッヒ大王に贈る)」と「フーガの技法」(Die Kunst der Fuge)(p.141、中巻)

「音楽の捧げ物」(Das Musikalische Opfer)を作曲しているうちにバッハは、ここでやや無計画に企てたこと—唯一の主題に基づいて作品全体を書き上げること—を新しい形で計画的に完成しようと言う決心に達した。この新しい作品は、フーガの教義を実地に示そうとするものであった(Schweitzer より)。すなわち、立派なフルート奏者であった大王に対する尊敬の徴として、カノン様式のフーガはフルートとグラヴィーアのために書かれており、ソナタと最後のカノンはフルートとヴァイオリンとクラヴィーアのためにつくられている。この美しい献上音楽作品に続くものとして、また刺激されて、フーガの大家として、その輝かしい音楽生活の晩年に、バッハはその天才と靈感と知識と能力の蘊蓄を傾けて、彼が音楽の形式で書いたあらゆる作品のなかで最もすばらしい学問的業績「フーガの技法」を作曲した。あらゆる種類のカノンとフーガとが試みられ、最後には自分自身の名をテーマ(B・A・C・H-変ロ・イ・ハ・ロ)として登場させている。将に死の近づくのを聞きながらこの仕事に従っていた(妻、アンナ・マグダレーナ・バッハのバッハの思い出より)。彼の失明のため未完に終わったが、後世に残した、彼自身の音楽語法の総決算ともいべき作品である。

バッハは1685年にドイツ中部の小都市アイゼナハで生まれ、1750年にライプチヒで死んだイギリスはすでにビューリタン革命を経て近代市民社会に足を踏むいていたし、フランスはルイ14世の絶対主義の全盛期時代で、遠くからフランス革命の足音が近づいていた。「フランスのあとを足をひきずりながらついて行く」といわれたおくれたドイツは、まだ絶対主義にもならない封建時代で、三百の諸侯が教会と手を結んで民衆を支配していた。そのような社会の中でバッハは宮廷や教会に雇われて、「おおかえ音楽家」として忠実に職務をおこなっていた。民衆にたいするイデオロギー的支配組織としての国家教会体制にも疑問を持っていたとは思われない。それにもかかわらず、そのバッハの音楽が決して御用音楽にならずに、時代の制約を越えて今も私たちの心を解放し自由にしてくれるのはなぜか。

自覚においてはバッハは領邦絶対主義の専制と国家教会の思想統制の現状を認めていた。しかし彼の音楽は彼の自覚を越えている。それを可能にした理由は、一つはバッハがその時代の音楽のすべての可能性を完全に自分のものにしてきたことにある。パヘルベルをはじめとする中南部ドイツの音楽、ブクステフーデ等の北ドイツ楽派の音楽、クーランに代表されるフランス音楽そしてヴィヴァルディ等のイタリア音楽をバッハは生涯のそれぞれの時期に身につけ、それを完全に消化しつくした。こうして当時のヨーロッパ音楽のすべての可能性を汲み尽くした時に、おのずとそこから一歩進める道が開かれた。

もう一つの理由は、時代の矛盾を避けて安易な道を選ぼうとしなかったことにあると思う。時代の矛盾は封建的支配体制の支柱である教会と民衆のあいだにあった。音楽におけるその象徴がコラールと呼ばれる会衆賛美歌である。コラールはルターの万人祭司主義の象徴である。それまで聖職者しか歌うことを許されなかったミサに代わって会衆が賛美歌を歌うことは、まさに民衆の一人一人が神の前に立つ祭司として教会の主人公であることを示すものであった。

多くの音楽家がコラールを捨てて自由詩に作曲していた時に、バッハは頑としてコラールを守り続けた。町楽師の子どもとして生まれた彼の心の底には、音楽は少数の支配者のためのものではないという信念が根をおろしていたからである。教会が民衆抑圧機関に変質していた当時においては、コラールは教会にたいする内部批判の役割をはたした。ベートーヴェンにとっては自分の自覚と自分の音楽は一致していた。共和主義者ベートーヴェンはまさに共和主義的理想を歌う音楽を作った。バッハはこれと違い、バッハは自覚においては忠実な教会音楽家であった。しかしバッハの音楽は、バッハの自覚を越えていたといえる。時

代が自覚を妨げているものを、バッハの天才は音楽の中でとらえている。時代の矛盾を避けずに正面からぶつかり、時代の可能性を完全に汲みつくした時に、それを越える道が開けてくることをバッハは私たちに示しているように思われる。

## Johann Wolfgang von Goethe (1749.8.28～1832.3.22.)

音楽に対するゲーテの評価は実に大したものである。

Wer Musik nicht liebt, verdient nicht, ein Mensch genannt zu werden;

Wer sie nur liebt, ist erst ein halber Mensch;

Wer sie aber treibt, ist ein ganzer Mensch.

音楽が好きじゃない人は、人間と呼ばれるに値しない。

音楽を単に好きだけの人には、やっとなんか前。

音楽に打ち込んでこそ、それで一人前。

32才のとき、Wanders Nachtlied (旅人の夜の歌)

Über allen Gipfeln

Ist Ruh,

In allen Wipfeln

Spürest du

Kaum einen Hauch.

Die Vögelein schweigen im Walde.

Warte nur, balde

Ruhest du auch.

山々の頂に

安らかさがある

木々の梢に

風そよぐ

けはいもない

小鳥も森に黙っている

待て、待てやがて

お前もやすめよう

を詩作し、それを山小屋の壁板に記した。Goethe は Faust 第一部を壮年期に完成させている。そこでは、哲学も法学も医学もあらずものがなの神学も、すべての学問を極め尽くしたのち Faust は灰色の学問の世界から逃れて緑なす天地を求めてメフィストと契約をかわす。そして快楽を求めて小宇宙に旅立ち、現世の愛欲のワルプルギスの夜の生活や乙女グレートヘンを幼児殺し、母親殺しの罪に陥れた老学者、Faust の行状が描かれている。83歳で Faust 第2部を完成し、彼最後の誕生日の前日、1831.8.27 にこの懐かしの山荘を訪れて、繰り返し口ずさみ、涙を流したという。Faust 第2部はギリシャ的古典ワルプルギスの祭典のあと、ファウストは海岸の土地埋め立て工事のツチ音を自由な人民の為の土地開発の音と聞き、「汝は美しい暫しとどまれ」と叫び、大宇宙訪問のためにメフィストに売った高貴な魂の遍歴は終わる。

Eröffn' ich Raume vielen Millionen,

Nicht sicher zwar, doch tätig-frei zu wohnen.

Grün das Gefilde, fruchtbar; Mensch und Herde

Sogleich behaglich auf der neusten Erde,  
Gleich angesiedelt an des Hügels Kraft,  
Den aufgewälzt kühn-emsige Völkerschaft.  
Im Innern hier ein paradiesisch Land,  
Da rase draußen Flut bis auf zum Rand,  
Und wie sie nascht, gewaltsam einzuschließen,  
Gemeindrang eilt, die Lücke zu verschließen.  
Ja! diesem Sinne bin ich ganz ergeben,  
Das ist der Weisheit letzter Schluß:  
Nur der verdient sich Freiheit wie das Leben,  
Der täglich sie erobern muß.  
Und so verbringt, umrungen von Gefahr,  
Hier Kindheit, Mann und Greis sein tüchtig Jahr.  
Solch ein Gewimmel möcht' ich sehn,  
Auf freiem Grund mit freiem Volke stehn.  
Zum Augenblicke dürft' ich sagen:  
Verweile doch, du bist so schön!  
Es kann die Spur von meinen Erdetagen  
Nicht in Äonen untergehn. –  
Im Vorgefühl von solchem hohen Glück  
Genieß' ich jetzt den höchsten Augenblick.

幾千万の人に土地を拓いてやる、  
安穩でなくとも、働けば自由に暮らせるように。  
畑のみどりは豊かに映え、人間も家畜も  
ま新しい土地に、みんな気持ちよく、  
すぐに住みついて、堤防の力にたよる、  
大胆、勤勉な民衆が築いた堤防に。  
内陸となったここはまさに樂園、  
外で、どんなに高波が岸边を襲い、  
無理に侵入しようと齧りついても、  
協力共同の意志が急いで傷口をふさぐ。  
そう！ この思想にわしは惚れこんだのだ、  
これこそまさに人智の極限、  
自由と生活を享受しようとする者は、  
日々これを自力で奪いとらねばならぬ。  
こうして、四方危険のなかでも末永く、  
子供も大人も年寄りも、有為な年を重ねる。  
そのような人混みを目のあたりにして、  
自由の国に自由の民と立ちたいものだ。  
その瞬間に向かってなら、こう言ってもよい、  
「止まれ、おまえはじつに美しい！」と。  
この地上での我輩の日々の足跡は  
未来永劫滅びることはない。 –  
そういう高い幸福を予感しながら  
いまこの最高の瞬間を味わおう。  
(小西悟訳)

## Ludwig van Beethoven (1770.12.16 ~ 1827.3.26)

ベートベンが生まれた時ゲーテは21才であった。

ゲーテが生れた(1749年)、翌年(1750年)にJ.S.バッハは歿し(65才)、その20年後(1770年)にベートーベンが生まれている。

音楽は、一切の智慧・一切の哲学よりも更に高い啓示である。……私の音楽の意味をつかみ得た人は、他の人々が曳きずっているあらゆる悲劇から脱却するに相違ない。(1810年、ベッディーナに)。

ベートーヴェン(1770~1827)は、啓蒙君主マクシミリアンの支配するボンに生まれて、自由な雰囲気の中で育ち、大学ではフランス革命に心酔する教授シュナイダーの教えを受け、もって生まれた正義を愛する強烈な個性の力が加わって、終生変わることのない民主主義の信念を持ち続けた。第9交響曲の終楽章の合唱の歌詞がシラーの「歓喜によせて」を土台としていることはよく知られている。シラーは故国ヴェルテンベルク公国の軍役に反抗して脱走し、自由を求めて亡命した。燃えるような自由と平等への思いを「歓喜によせて」に歌いあげたのは1782年のことであった。1789年のフランス革命は彼を熱狂させ、革命への支持を表明してフランス国家から名誉市民の称号を贈られている。ボン時代のベートーヴェンがこの詩に感激して作曲しようとしていたことがわかっている。ところがシラーはその後変節する。1800年には「『歓喜』は今の私の感情から言えば完全に誤りです」と言い、1803年の自選詩集では「乞食は王侯の兄弟となる」という一行を「すべての人々は兄弟となる」と変更してしまい、1804年には貴族の称号を手にするようになる。しかしベートーヴェンが最晩年に第九交響曲の終楽章を書いた時、彼の念頭にあったのは、この改訂版ではなく、少年時代に熱狂した初版の「歓喜によせて」であったことは明らかである。検閲を考慮して「乞食は王侯の兄弟となる」という歌詞は伏せてあるが、ナポレオンの敗北後の「空飛ぶとりの早さまで政府の命令できめている」と会話帳の中で憤慨するほどの反動オーストリア警察国家の抑圧の中で、昂然と頭をあげて人間性の自由と平等を歌いあげている。「自由と進歩のみが、すべての偉大な創造におけると同様に芸術の世界の目的であります」という彼の手紙の一節ほどベートーヴェンの思想を明白に示すものはない。ベートーヴェンの自覚はその音楽の持つ理想主義的な人間性への信頼と見事に一致している。

## Giuseppe Verdi (1813.10.10~1901.1.27.)

最高の傑作Aida、あの美しい終曲でVerdiは有終の美を飾ったと誰もが思った。長い時間の後に、Otelloの悲劇をシェクスピア以上のものに作品化した。そしてシシリー島で彼女( )と一緒に隠退生活と思われる農耕の生活(晴耕雨読の生活)をする。来し方の人生の整理をする。15年後にこれもシェクスピアの喜劇ウィンザーの陽気な女房たち(The merry wives of Windsor)(これも起源はイタリア・ボローニャにあるのだが)を題材とするファルスタッフ(Falstaff)を上演する(1893.2.9 スカラ座)。「世の中すべて冗談だ。人間すべて道化師(burlone)だ。いかさま師(gabbati)だ。みんな他人を笑うけど、最後に笑う者だけがほんとうに笑う勝者なんだ、(Ma ride ben chi ride la risata final)という終幕である。このようにVerdiは、Aidaでメロドラマに終止符を打ち、Otelloで愛と嫉妬の悲劇を扱い、Falstaffで愛と嫉妬の笑劇の音楽劇(ドラマ)を創った(80歳)。

Tutto nel mondo e burla.  
L'uom e nato burlone,  
La fede in cor gli ciurla,  
Gli ciurla la ragione.  
Tutti gabbati ! Irride  
L'un l'altro ogni mortal.  
Ma ride ben chi ride

La risata final.

世の中全部冗談だ。  
人間すべて道化師、  
誠実なんてひょうろく玉よ、  
知性なんて当にはならぬ。  
人間全部いかさま師！  
みんな他人を笑うけど、  
最後に笑う者だけが、  
ほんとうに笑う者なのだ。

## Richard Wagner (1813.5.22 ~ 1883.2.13)

Verdi と同年の生まれ。Ring を書く前の Wagner は「さまよえるオランダ人」「ローエングリン」「タンホイザー」のロマン三大オペラを残している。「さまよえるオランダ人」は女性ゼツタの犠牲により幽霊船長が救われると言う物語。「タンホイザー」の主題はエリザベートの純愛と自己犠牲、Eros（世俗的愛欲）と Agapei（神の清純な愛）のタンホイザーの心の中の葛藤という形も借りて示した対立である。Wagner が台本の執筆から作曲の完成まで 26 年を要したという壮大な楽劇(Musikdrama)、舞台祝祭劇、総合芸術である Ring (ニーベルングの指輪, Der Ring des Nibelungen) は、ラインの黄金 (Das Rheingold、初演、1869 年)、ヴァルキューレ(Die Walküre)、ジークフリート(Siegfried)、神々の黄昏(Gotterdammerung 初演、1876 年)の四部作より構成される。劇的な終幕はブリュンビルデが炎の中に飛び込んでいく(Brunhilde の自己犠牲)場面から後の音楽<愛の救済の動機>が最後に響きわたる。ここには言葉は欠けており音の響きが聴衆に自由な解釈をすることを可能にさせる。愛の至福感ともとれるし、厭世的な悲観ともとれる。とにかく結末は壮絶である。

Ring の約 6 年後に、Wagner がバイロイトという理想郷のために書いたという初演 1882 年 7 月 26 日のパルジファル(Parsifal)がある。神韻緲渺たるキリスト教的な「共苦」をテーマにした「舞台神聖祝祭劇」である。ここでワグナーは今までのギリシャ的理想を捨ててキリスト教に転向したとみられた。そしてニーチェが「星の友情」と形容したワグナーとの精神的交感次第に冷却し破局を迎えることになる。Parsifal は 1882 年 7 月末にバイロイトで初演された。そして、ラテン世界の造形芸術に年々惹かれていたワグナーは 9 月にイタリアに向かう。ヴェネツィアに逗留した。肉体が衰弱し、翌年 1883 年 2 月 13 日心臓発作で 70 歳の生涯を閉じた。

## Auguste Rodin(1840-1917)

「遺言」の中の言葉：巨匠とは、あらゆる人々が既に見た処を、彼等自らの眼を以て熟視する人々であり、そして他の人々には余りにも陳腐である物のもつ美を認め得る人達なのである。

悪しき芸術家たちは常に他人の眼鏡をかける。

重要なのは、感動させられることであり、愛することであり、希望することであり、戦慄することであり、生きることなのである。芸術家たることの以前に人間であること！