

刊行のことば

われわれは、音からさまざまな情報を読み取っている。言葉の意味を理解し、音楽の美しさを感じることもできる。音は環境の構成要素でもある。自然を感じる音や日常を彩る音もあれば、危険を知らせてくれる音も存在する。ときには、音や音楽を聴いて、情動や感情が想起することも経験する。騒音のように生活を脅かす音もある。人間が築いてきた文化を象徴する音も多数存在する。

音響学は、音楽再生の技術を生みかつ進化を続け、新しい音楽文化を生み出した。楽器の奏でる繊細な音色や、コンサートホールで聴く豊かな演奏音を支えているのも、音響学である。一方で、技術の発達をもたらした騒音問題に対処するのも、音響学の仕事である。

さらに、コミュニケーションのツールとして発展してきた電話や携帯電話の通信においても音響学の成果が生かされている。高齢化社会を迎え、聴力が衰えた老人のコミュニケーションの支援をしている補聴器も、音響学の最新の成果である。視覚障害者に、適切な音響情報を提供するさまざまな試みにも、音響学が貢献している。コンピュータやロボットがしゃべったり、言葉を理解したりできるのも、音響学のおかげである。

聞こえない音ではあるが、医療の分野や計測などに幅広く応用されている超音波を用いた数々の技術も、音響学に支えられている。魚群探査や潜水艦に用いられるソナーなど、水中の音を対象とする音響学もある。

現在の音響学は、音の物理的な側面だけではなく、生理・心理的側面、文化・社会的側面を包含し、極めて学際的な様相を呈している。音響学が関連する技術分野も多岐にわたる。従来 of 学問分野に準拠した枠組みでは、十分な理解が困難であろう。音響学は日々進化を続け、変貌をとげている。最先端の部

ii 刊行のことば

分では、どうしても親しみやすい解説書が不足がちだ。さらに、基盤的な部分でも、従来の書籍で十分に語り尽くせなかった部分もある。

音響サイエンスシリーズは、現代の音響学の先端的、学際的、基盤的な学術的話題を、広く伝えるために企画された。今後は、年に数点の出版を継続していく予定である。音響学に関わる、数々の今日的トピックを、次々と取り上げていきたい。

本シリーズでは、音が織りなす多彩な姿を、音響学を専門とする研究者や技術者以外の方々にもわかりやすく、かつ多角的に解説していく。いずれの巻においても、当該分野を代表する研究者が執筆を担当する。テーマによっては、音響学の立場を中心に据えつつも、音響学を超えた分野のトピックにも切り込んだ解説を織り込む方針である。音響学を専門とする研究者、技術者、大学で音響を専攻する学生にとっても、格好の参考書になるはずである。

本シリーズを通して、音響学の多様な展開、音響技術の最先端の動向、音響学の身近な部分を知っていただき、音響学の面白さに触れていただければと思う。また、読者の皆さまに、音響学のさまざまな分野、多角的な展開、多彩なアイデアを知っていただき、新鮮な感動をお届けできるものと確信している。

音響学の面白さをプロモーションするために、音響学関係の書物として、最高のシリーズとして展開し、皆様に愛される、音響サイエンスシリーズでありたい。

2010年3月

音響サイエンスシリーズ編集委員会

編集委員長 岩宮眞一郎

まえがき

「音楽は心に響く」と述べたとき、それに真っ向から反論できる人は少ないであろう。実際、本書を手にとった多くの方々が、音楽を聴いて、大きく感情を揺さぶられた、あるいは「感動した」経験をおもちであろう。音楽を聴いて鳥肌が立ったり、涙が止まらなくなったりした経験をされた方も少なからずおられると推察する。

レコードやラジオ放送やテレビ放送がなかった時代、音楽は宗教的な儀式、祭り、コンサートなど、特別なとき特別な場所で接するものであり、一般の人たちが音楽に接する機会は、そう多くなかったはずである。しかし現代の状況は、音楽メディアと音楽マスコミの発達により、夜中や通勤・通学途中でも、聴こうと思えばすぐに音楽を聴くことが可能であり、また、積極的に聴こうとしなくとも、テレビから、商店街から、駅から、音楽が流れてきて、音楽に接しない一日を送ることさえ難しい。このようななか、ひよっとすると、音楽を聴いてそれに感動する確率は下がったかもしれないが、音楽に接するチャンスが圧倒的に増えたぶん、音楽に感動した経験をもった人々の数はどんどん多くなってきているはずである。

このような社会的状況下、現代では、音楽が「心に響く」ことが広く人々に認められているように思われる。例えばアニメーションの『マクロス』シリーズでは、人類が地球を離れ、船団を組んで異星生命体と戦いながら宇宙を旅する状況が設定されているが、このなかで、音楽が船団に住む人類の心に広く響くだけでなく、異星生命体の「心」にも響き、戦闘がなくなる様子が描かれている。音を伝搬する媒体のない真空の宇宙空間を経て、音楽が伝達されるという物理法則を無視した展開については、「歌エネルギー」とか「フォールド波」などというフィクションの概念で一応説明をしているが、これらの説明があま

り不自然に感じられないのは、われわれが「音楽には理屈では説明できないほどの力がある」と思うような体験をしているからであろう。

それではなぜ、「音楽は心に響く」のであろうか。この問いに対して、真っ向からきちんと説明できる人はいないであろう。なぜなら、この問いそのものが「音楽とは何か」、「心とは何か」、「心に響くとは何か」というそれぞれが大きな問題を内包しており、しかも、「心に響いた」という共通な現象があったとしても、「心に響いた」音楽は、個人や状況によって、大きく異なるからである。このため、なかなか「音楽が心に響く」ことに共通したメカニズムを見いだす糸口が見えず、一般的には「音楽には理屈では説明できないような力がある」と、説明が放棄されてしまうのではないだろうか。

一方で、学問は知識を体系化する。したがって、音楽に関連する学問分野においては、それぞれ、「音楽はなぜ心に響くのか」という非常に難解な問題についても、少なくともその一部を解くための体系化がなされてきているはずである。

この問題については、音楽を学術的に取り扱う音楽学だけでなく、社会学、心理学、音響学、情報学、医学などさまざまな学問分野で取り扱われてきたはずである。本書の編者の2人（山田と西口）は、音楽音響学を専攻しており、音響学を通じて「音楽はなぜ心に響くのか」という究極の問いにアプローチしているが、自分たちの分野における研究が、その問いの答えを見いだすのには、かなり遠い位置にあることを実感している。そこで、何かヒントが得られないものかと、音楽に関係する他の学問分野の著書を読んだり、音響学以外の学会に参加して議論するなど試みたが、ほとんどの場合、専門用語の難しさに辟易し、その分野での論理展開についていけずに、挫折することがほとんどであった。しかし、これは他の音楽に関係する学問分野の人たちが、音楽音響学の発表を聴いて感じることと同じかもしれない。

例えば、われわれ音響学の研究者が、音楽学者の発表を聴いて、「きちんとした実験もせずに薄い根拠しるべで喋っている、ただの演説だ」と思うことがしばしばあり、逆に、われわれが発表した内容に対し、「そんな実験室実験で得ら

れた結果で生きた音楽のことは語れない」と音楽学者から反発をかうこともしばしばある。このようなすれ違いの多くは、それぞれの学問分野のなかで、どのような研究パラダイムをもって音楽にアプローチしているのか、そしてそのアプローチのなかでどのような知識の体系化が行われてきたのかについて、たがいに理解できていないことに起因していると思われる。

ギリシア哲学の時代ならいざ知らず、高校生のころから理系、文系に分かれ、大学ではさらに学問が細分化されている現代においては、一個人が、さまざまな分野の研究パラダイムと知識の体系を学ぶことは、時間的にも能力的にも困難である。しかし、困難だからとあきらめていたのでは、いつまで経っても、解決の糸口が見えない。

そのような思いで、西口は2005年の日本音響学会秋季研究発表会において、「音楽はなぜ心に響くのか？」というスペシャルセッションを企画し、山田が当時すでに知り合っていた、音楽学の永岡都氏、音楽心理学の谷口高士氏、医学の佐藤正之氏に声をかけ、シンポジウムを行った。彼らは、それぞれの分野で精力的に活躍している中堅の研究者であるという以上に、いずれも山田が話していて「わかり合える」という実感があつた研究者たちであつた。さらに、2006年に日本音響学会誌62巻9号上で「音楽はなぜ心に響くのか？：音楽への科学的アプローチの現状」(pp. 672～699)という小特集を組み、上記3人の方々にそれぞれ解説を書いてもらうと同時に、誌上座談会も開き、分野間の交流を図つた。

本書は、上記の流れの延長線上で企画されたものであり、新たに、音楽社会学の北川純子氏、音楽情報学の三浦雅展氏に参加いただき、音楽音響学、音楽学、音楽社会学、音楽心理学、音楽情報学、医学のそれぞれの分野において、音楽がどのようなパラダイムのもとに研究されていて、「音楽はなぜ心に響くのか」という問題についてどのようにアプローチがなされ、どこまでわかっているのかを解説したものである。

したがって、本のタイトルに惹かれて手に取っていただいた方が本書を読んでも、残念ながら「音楽はなぜ心に響くのか」の問いに、明確に答えを見いだ

すことは難しいかもしれない。そのかわり，読まれた方が，自分の専門分野以外の他分野ではどんなことをやっているのかが大まかにわかるようになることを期待したい。それにより，読者のあなた自身も，自分の専門でない分野と交流しながら，「音楽はなぜ心に響くのか」を解く活動により広く，より深く関わっていただけるきっかけになれば，編者としてこれほどうれしいことはない。

2011年11月

山田真司，西口磯春

執筆分担

山田真司	1章, 7章
西口磯春	1章
永岡 郁	2章
北川純子	3章
谷口高士	4章
三浦雅展	5章
佐藤正之	6章

目 次

第1章 音響学のアプローチ

1.1 音響学とは	1
1.2 音響学の歴史	2
1.2.1 哲学としての音の科学：古代ギリシア・ローマ時代から中世まで	2
1.2.2 物理学としての音響学：17～19世紀	7
1.2.3 工学・情報学としての音響学：19世紀末以降	11
1.3 音楽音響学：音響学における音楽の研究	14
1.3.1 楽器と音律の音響学	14
1.3.2 音楽心理学	18
1.3.3 音楽情報学と音楽音響学	22
1.4 今後の展望	23
引用・参考文献	24

第2章 音楽学のアプローチ

2.1 音楽学の分野と流れ	27
2.1.1 音楽学の定義	27
2.1.2 音楽学の成立から現在に至る経緯	28
2.1.3 音楽学者のアイデンティティ	39
2.2 音楽史学の研究方略	40
2.2.1 歴史の再構成	40
2.2.2 資料批判	42
2.2.3 楽器の復元と演奏実践の研究	43
2.3 民族音楽学の研究方略	44
2.3.1 音楽人類学的手法	44
2.3.2 計量的手法	47
2.3.3 民族音楽研究における相対化と美学	47

2.4 音楽美学の研究方略	48
2.4.1 「音楽美」というパラダイムの終焉	48
2.4.2 音楽の構造的な意味分析：記号論分析の可能性	49
2.4.3 音楽的感情の解釈：思弁的アプローチから認知理論へ	53
2.5 音楽学の現状と未来	55
2.5.1 音響解析と音楽学	55
2.5.2 音楽学再考	56
引用・参考文献	58

第3章 社会学からのアプローチ

3.1 社会学からの問題設定	60
3.1.1 社会学の特性	60
3.1.2 問題の所在	62
3.2 音楽社会学の諸観点	67
3.2.1 社会の結晶化としての音楽	67
3.2.2 サウンドの「意味」	70
3.2.3 歌詞と共感	72
3.2.4 社会的相互作用としての音楽	75
3.2.5 使われる音楽	77
3.2.6 他者との関わりをつくる音楽	78
3.2.7 テクノロジーと音楽	81
3.3 音楽社会学の研究方略と展望	84
引用・参考文献	86

第4章 心理学からのアプローチ

4.1 心理学の分野と流れ	88
4.1.1 現代の心理学と心理学的測定	88
4.1.2 心理学的測定	90
4.1.3 心理学調査法	91
4.1.4 心理学実験法	92
4.2 音楽心理学の研究方略	93

4.2.1 音楽心理学とは何か	93
4.2.2 音楽心理学のアプローチ	94
4.3 音楽の認知と感情	102
4.3.1 音楽の認知	102
4.3.2 音楽と感情の研究	110
4.4 音楽が心に響くとは	116
4.5 音楽心理学の現状と未来	117
引用・参考文献	120

第5章 情報学からのアプローチ

5.1 情報学の流れ	124
5.1.1 情報とは何か	124
5.1.2 メディアの役割	127
5.1.3 情報の伝達	128
5.1.4 人工知能の歴史	129
5.2 なぜ音楽を情報学で扱うのか	132
5.2.1 音楽の情報	132
5.2.2 情報学における音楽情報の取扱い	136
5.3 音楽情報学の研究テーマ	137
5.4 音楽情報学の研究方略	143
5.4.1 音楽情報処理における音楽情報の考え方	143
5.4.2 「音楽美」の情報処理技術による解明	143
5.4.3 基本となる考え方	146
5.5 音楽情報学の現状と未来	149
引用・参考文献	152

第6章 医学からのアプローチ

6.1 脳と心を探る学問：神経心理学	154
6.1.1 神経心理学とは	154
6.1.2 全体論から局在論へ：骨相学	155

6.1.3	神経心理学の始まり：Broca によるタン氏の報告	156
6.1.4	高次脳機能障害とは	158
6.1.5	神経心理学の研究手法	158
6.1.6	神経心理学の基本原理	160
6.1.7	神経心理学の方法論と限界	162
6.2	失音楽症	163
6.2.1	失音楽症の定義と分類	163
6.2.2	ラベルの失音楽症	169
6.2.3	失音楽症の自験例-1：pure amusia	172
6.2.4	失音楽症の自験例-2：聴覚失認	175
6.3	脳賦活化実験	177
6.3.1	各機器の特徴	177
6.3.2	PET による過去の音楽認知研究の問題点	178
6.3.3	PET による音楽認知研究-1：音楽家の声部の聴き分け	186
6.3.4	PET による音楽認知研究-2：音楽家と素人	189
6.4	失音楽症例と脳賦活化実験からわかること	191
6.5	音楽と医学の未来	193
	引用・参考文献	195

第7章 「音楽はなぜ心に響くのか」の解明に向けて

7.1	音楽を研究する諸分野の研究パラダイムと協力体制の構築	198
7.2	音楽はなぜ感情に訴えるのか：分野横断的試論	204
7.2.1	感情とは何か	204
7.2.2	視覚情報と聴覚情報の役割分担	206
7.2.3	音声情報と音楽情報	208
7.2.4	音楽は視覚情報より感情に訴える： サイババルホラーゲームを使った実証例	210
7.2.5	試論のまとめ	214
	引用・参考文献	215

第1章

音響学のアプローチ

本章では、まず音響学がどのような学問で、どのような歴史をたどってきたのかについて概観する。次に、音響学という学問分野のなかで、音楽がどのように扱われてきたのかについて述べ、これらの研究の結果、「音楽はなぜ心に響くのか」という問いに対して何を明らかにできたのか、そして現在から近い将来にわたって、音響学がこの問いにどのように答えを見いだそうとしているのか、という研究方略の動向について述べる。

1.1 音響学とは

音楽学が音楽に関する学問であり、心理学が心とは何かを問う学問であるのと同様に、音響学（acoustics）とは、「音に関する科学」のことを指す。したがって、音響学とは音に関連する諸科学の総称であり、特定の学問体系や手法に基づくものではない。1987年に著された『Origins in acoustics』（邦訳『音の科学文化史』）においても、著者のハント（F. V. Hunt）は、音響学を独立した一つの研究分野ではなく、複数の古典的な研究分野の交差点（crossroad）と見なすことの合理性を説いている。ハントは、これまでの音響学の発展のどの段階においても、その起源を探ろうとすると、多くの場合、前の時代の音響学ではなく、数学、力学、熱力学をはじめ、現代の音響学にとってはたがいに密接な関係にある数多くの研究分野の歴史のなかに見いだされると述べている¹⁾。

とはいえ、その時代時代において、音響学を牽引する主役の学問分野は存在

† 肩付数字は各章末の引用・参考文献番号を表す。

した。大きくとらえると、音響学は、主役となる分野を「哲学」, 「物理学」, 「工学」, 「工学+情報学」と変化させながら、学問的な発展を遂げてきたとも言えよう。ここではこの流れに沿って、音響学の歴史を概観する。

1.2 音響学の歴史

前出の『Origins in acoustics』の著者ハントは1972年に急逝し、この著書は未完の原稿を基に死後出版された。このため、この著書はニュートンの時代までの歴史で終わっている。これを引き継ぐ形で、バイヤー (R. T. Beyer) は1999年に『Sounds of our times : Two hundred years of acoustics』²⁾ を出版し、1800年ころから現代までの音響学の歴史をまとめている。以上の2冊のほかに、音響学史をまとめたものとして、1935年出版のミラー (D. C. Miller) 著の『Anecdotal history of science of sound』³⁾、後述のレイリー (J. W. S. Rayleigh) の名著『The theory of sound』⁴⁾ の第1巻の巻頭に収められたリンゼイ (R. B. Lindsay) による「Historical Introduction」という章をあげることができる。また、ピアース (A. D. Pierce) による「The wave theory of sound」というタイトルの付いた解説⁵⁾ がアメリカ音響学会のホームページに掲載されており、音響学の歴史が短くまとめられている。つい最近では、『音響学入門』のなかで、鈴木陽一が、前述のように音響学を牽引する分野が「哲学」, 「物理学」, 「工学」, 「工学+情報学」と変遷していった過程を簡潔にまとめている⁶⁾。以下では文献1)～6)を参考に時代を追って見ていく。

1.2.1 哲学としての音の科学：古代ギリシア・ローマ時代から中世まで

17世紀より前の時代においては、「音は空気を媒体とする波動である」といった、物理現象としてのとらえ方は一般的ではなかった。他の多くの学問と同様、哲学の一部として音に関する科学が行われていたのである。

音の科学の源流として必ずあげられるのが紀元前6世紀の古代ギリシアにおけるピタゴラス (Pythagoras) による音楽と弦に関する研究である。彼とその

弟子たち、すなわちピタゴラス学派と呼ばれる人々は数学を中心に据えて天文学や音楽の研究を行ったことでよく知られているが、その成果については秘密主義をとっており、彼らの音の科学に関する知識がどの程度であったかについては正確にわからない部分も少なくない。

ピタゴラスらの研究成果としては、まず、音程の協和に関する理論があげられる。2つの楽器音を同時に鳴らしたとき、オクターブ、完全5度、完全4度といった音程が協和することはピタゴラス以前にも知られていたが、これをそれぞれ、 $1:2$ 、 $2:3$ 、 $3:4$ といった簡単な整数比に対応付けたのがピタゴラスだと言われている。これにより音楽と数字あるいは数学の結び付きが強く意識されるようになった。ピタゴラスの後継者たちは、これをさらに推し進め、天文学、幾何学、算術、音楽を数学の一分野としてとらえる見方をとっている。これにより音楽の調和と天体の運行も関連付けて考えられ、この見方は約2000年後のケプラーの時代まで生き残ることになる。

ハントによれば、ピタゴラスの成果として大きいのは、振動する弦の長さと言の高さが反比例することを見いだしたことにある。しかし、ピタゴラス自身が音の高さと弦の振動数との関係を理解していたかどうかについては、はっきりしない。紀元前5世紀のアルキタス (Archytas) やエウドクソス (Eudoxus of Cnidus) は、弦の長さを振動数と結び付け、少なくとも定性的には、振動数と言の高さの関係を理解していたという。しかしながら、物体を叩いて音を出す場合、打撃の速さと、発生した音の伝搬する速さを混同していることがうかがえる。

古代ギリシアにおいては、音の高さと音の速さの関係についても混乱があった。アリストテレス (Aristotle) のころは、高い音のほうが低い音よりも音速が大きいとする考え方も多かったことが、アリストテレスの記述からうかがえるが、その後継者であるテオプラストス (Theophrastus of Eresus) は同じであると明言している。アリストテレスは音と光の関係についても言及し、雷の稲妻と雷鳴の観察から光が音よりも早く伝わることは認識していたが、雷鳴が稲妻を引き起こすという間違ったとらえ方をしており、その認識はその後、数

世紀にわたって信じられたという。

このころ、音の伝搬のイメージは、水面に落とした小石によって起こる同心円状の波との類推から理解されていた。しかしながら、人間の発する声がどのようなメカニズムで空気中を伝わるかについての理解は不足していた。発する言葉に応じて空気自体が特定の形をとり、それが空気中を運ばれるという説も流布していた。一方で、『De Audibilibus (聞こえるものについて)』というタイトルの文献では、空気が特定の形をとるとい説が否定されている。この文献は、アリストテレスの文献集に含まれているが、アリストテレス以降の著者によるものと考えられおり、ハントによれば Straton of Lampsacus (340 ~ 269 B.C.) の著作の可能性が高い。『De Audibilibus』における記述からすると、この時期に、少なくとも一部の哲学者たちの中で、音が空気の圧縮と膨張によって伝搬することが正しく理解されていた可能性がうかがえる。

古代ギリシア時代においては、ピタゴラスの名を冠した調律法も有名である。ピタゴラスの調律法はオクターブの振動数比 $1:2$ と 5 度の振動数比 $2:3$ に基づいて音階を構成する方法である。この方法だと全音（ドとレ、レとミなど）の振動数比が $8:9$ 、半音（ミとファ、シとド）の振動数比が $243:256$ となる。ドとミの 3 度の比率が $64:81$ になり、純正律の 3 度と比べて濁って聞こえるなどの不都合がある。このため、これを改善する提案もされている。アリストテレスの弟子でもあったアリストクセノス (Aristoxenus) は、音のハーモニーにおいて数字に固執することを諫め、聴感で判断することの重要性を説いている。また、ディディマス (Didymus) は、全音に純正律と同じ $9:10$ の比率も導入することを提案している。当時の天文学の集大成であるアルmageストを著したことで有名なプトレマイオスも、音律に関する著作を残している。プトレマイオスは多数の音律を提案しており、そのなかには現在、純正律として知られている音律も含まれていた。

古代ギリシア・ローマ時代においては、音響研究は音楽に密接に結び付いたものが多く、逆に音楽以外の分野での音響に関する研究はあまり見られなかった。数少ない例としては、建築家・建築理論家ヴィトルヴィウス (Vitruvius)

の著作があげられる。ヴィトルヴィウスは、劇場における音響について論じ、直接音と間接音の干渉についてもふれている。

ギリシア・ローマ時代、観察に基づいた推論は行われていたが、自然科学の分野では、過去の確固とした知見に基づいて新たな知見を獲得し、体系化するという学問発展の形態には到達していなかった。音響の分野で言えば、音の反射や回折、あるいは共鳴についても現象として知られてはいたが、それが説明できるようになるためにはさらに多くの時間が必要であった。

西ローマ帝国滅亡後のいわゆる暗黒時代においては、ヨーロッパにおける科学技術の進展は停滞した。古代ギリシア・ローマ時代の成果は、イスラーム世界に引き継がれることで維持された。中世のヨーロッパにおいては、キリスト教の教義との矛盾により、科学の合理的な考え方が阻害されることも少なくなかったが、音楽を扱う音響分野に関しては、その傾向は少なかった。ハントによれば、音楽が、算術、幾何学、天文学と並んで中世の大学におけるいわゆる4学科 (quadrivium) に含まれており、そのなかで、音楽に関する科学もその地位を維持していたことがその理由である。また、音楽における作曲、演奏、鑑賞評価という、客観的な行為と人間的な評価からなる過程が、それぞれ仮説、実験、結論といった科学の方法論に対応していることも理由としてあげられている。

この時期の音楽理論の発展に貢献した人物としては、グレゴリオ聖歌の編纂者とも伝えられるグレゴリー I 世 (Gregory I)、イスラームの哲学者・科学者でもあったキンディー (Al-Kindi)、ファーラービー (Al-Farabi)、イブン・スィナー (Ibn Sina)、ガザーリー (Al-Ghazzali) などがあげられる。キンディーは古代ギリシアの科学や哲学を熟知しており、数多くのギリシア語の文献をアラビア語に翻訳している。また、ファーラービーは長3度 (振動数比 4:5) と短3度 (振動数比 5:6) を協和音として認識したことで知られている。彼らは、いわゆる定量音楽 (mensural music: 音符が厳格に定められた時価をもつ音楽) の概念を把握しており、記譜法の進展にも寄与している。音響理論に関しては、この時期は古代ギリシア・ローマ時代から必ずしも大きな飛

躍を遂げていたわけではないが、オリジナリティのある新しい学問成果も得られている。例えば、イブン・スィナーは、 n を整数として、振動数比が $n : (n+1)$ の2つの音の弁別（違いがわかるかどうか）について調べ、 n が45以上では弁別が難しくなることを実験的に確かめたという。

このころになると楽器製作の技術も進み、11世紀の終わりごろのドイツ人の僧侶であったセオフィラス (P. Theophilus) はオルガンパイプ、ベルやシンバルなどの製造法や調律法に関する著作を残している。また、13世紀にイギリスにおいて活躍した神学者・科学者グロステスト (R. Grosseteste) は、弾性体の棒の振動が空気を伝わって人間に知覚されるまでのプロセスをかなり正確に記述している。経験知や実験観察を重視して近代科学の先駆者と言われるベーコン (R. Bacon) とも親交があった。また、同じく13世紀のアラビア人の音楽理論家であったサフィ・アルディン (Safi al-Din) はオクターブを16に分割するシステマティックなスケールを提案している。また、楽音と他の音の違いや気柱の共鳴、あるいは弦の長さ、質量、張力の関係についても定性的ではあるが、的確な記述をしている。

14世紀ごろからイタリアを中心に起こったルネサンスの時代になると、科学技術の面でも大きな変化が現れた。万能の天才と呼ばれるレオナルド・ダ・ヴィンチ (Leonardo da Vinci) は、科学技術の面でも優れた業績を残している。空気中を伝わる音の伝搬の定量的理解を物理音響学の一つのマイルストーンだとすれば、レオナルド・ダ・ヴィンチはその前提となる力学に関して、のちのガリレオやニュートンに比肩できるほどの理解に達していた。彼の残したメモには、慣性の法則や運動量保存則の表現とも読み取れる記述が含まれている。また、音の伝搬を水面の波と同様に力学的現象としてとらえ、同一の力の法則によって支配されているとしている。このほか、波の重ね合わせの原理や音の速度、音の共鳴に関する考察など、実験に裏付けられた推論は、科学技術研究の方法論がすでに新しい局面に入っていたことを示している。

以上、ヨーロッパを中心に音の科学の歴史をまとめた。一方、中国をはじめとするアジアにおいても、古代から音に関する科学が行われてきたことは明白

索引

<hr/> あ <hr/>		音楽心理学	93	局在論	155
間主観性	66	音楽の意味	37	近赤外線スペクトロスコープ	160
アウラ	82	音楽的感情	53	<hr/> く <hr/>	
アフエクテンレーレ	28	音楽内的意味論	49	グレゴリオ聖歌	5
暗意	34	音楽内的な意味	70	群研究	159
<hr/> い <hr/>		音楽認知	141	<hr/> け <hr/>	
医学	204	音楽の意味	70	形式主義	30
遺伝的アルゴリズム	140	音楽の起源	209	芸術的逸脱	20, 133
イーミック	47	音楽の認知	102	計量音楽学	47, 69
イリアック組曲	140	音楽美学	27, 201	ゲシュタルト心理学	19
因子分析	91, 206	音楽療法	93	ゲシュタルト法則	105
<hr/> え <hr/>		音響学	1, 204	原典版	43
映像	73	音響合成	138	<hr/> こ <hr/>	
エキスパートシステム	130	オントロジー	130	工学	2, 12
エティック	47	音脈分凝	97	高次脳機能障害	158
エネルギー説	31	音律	68	構成主義	18
エレキギター	17, 134	<hr/> か <hr/>		行動主義	19
エントロピー	125	回折	206, 207	心のなかでの歌唱	194
<hr/> お <hr/>		蝸牛管	13	骨相学	155
音の大きさのレベル	13	歌詞	72	コンピュータ	129
オリジナルテキスト	42	カセットテープ	80	<hr/> さ <hr/>	
音圧レベル	13	可動性	82	サイバネティクス	14, 129
音楽外的意味論	49	カルチュラル・		サウンドスケープ	23
音楽外的な意味	71	スタディーズ	36	残響時間	13
音楽学	27, 204	カルバック-ライブラー		三分損益	7
音楽記号学	34	情報量	125	<hr/> し <hr/>	
音楽教育学	27	感情	204	ジェンダー	39, 69
音楽産業	76	感情価	111	時間関連構造	192
音楽史学	27, 28	感情主義	54	時間性	83
音楽社会学	61, 201	感動	95	シーショアテスト	20, 104
音楽情報	133	<hr/> き <hr/>		四声体和声	144
音楽情報学	201	基底膜	13	失音楽症	163
音楽情報検索	149	気分誘導	112		
音楽情報処理	137	基本感情	115		
		共感	72		
		恐怖	208		

も	ラジオ ラジオ放送	12 12	わ	
モーリスラベル			和音認知	191
	り		和声関連構造	193
ゆ	臨界帯域幅	13	ワールドミュージック	64
有形性				
	れ			
ら	歴史的音楽学	30		
ライトモチーフ	連想的 (参照的) 意味	50		



B	F	M
BGM	F0 推定	M. ラヴェル
63, 100	139	204
C	G	N
cantometrics	FFT	MEG
69	14	160
cognitivists	fMRI	
110	160	
D	I	P
Deep Blue	GTTM	NIRS
132	141	160
E	J	S
EEG	IQ	PET
160	160	159
emotivists	J-POP	schema
110	134	105
		SD 法
		91, 206

音楽はなぜ心に響くのか
—— 音楽音響学と音楽を解き明かす諸科学 ——

Why does music touch our hearts?

—— Musical acoustics and other sciences for the research of music ——

© (社)日本音響学会 2011

2011年11月18日 初版第1刷発行

検印省略

編 者 社団法人 日本音響学会
東京都千代田区外神田 2-18-20
ナカウラ第5ビル2階
発 行 者 株式会社 コロナ社
代 表 者 牛来真也
印 刷 所 萩原印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話 (03)3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-01324-5 (新宅) (製本：愛千製本所)

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられております。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします