

A
L
B
E
R
T

E
I
N
S
T
E
I
N

W
I
T
H

A

V
I
O
L
I
N

アインシュタインと ヴァイオリン

音楽のなかの科学

西原 稔
安生 健

はじめに

これまでも音楽と数学との関連に関して書かれた書物は少なからず刊行されている。類書について私はそれほど多く知っているわけではないが、安生さんとの共著になるこの書物では、先行書とは異なる切り口や問題意識が提起できればいい、というのが2人の共通の意識であった。

この書物は、数学や科学の視点をもとに、それが音楽理論および実践の歴史のなかにとどのように関わりをもったのかという点に主眼が置かれており、本書のタイトルにもその観点が示されている。数学及び科学史の観点からは安生さんが、音楽理論史および実践の観点から私西原が分担して、古代ギリシャ以来、現在に至るまでの西洋音楽の思想の背景を探りたいと考えた。とくに16世紀以降の演奏家や音楽理論家にとっては、理論と実践との関連はきわめて現実的な問題であり、理論は決して紙の上での思想に留まるものではなかった。

音楽と数学という大上段に構えた印象を与えるが、すべての学問が未分化の状態にあった古代ギリシャの世界では、宇宙論も自然学も哲学も音楽も数学もひとつであった。私たちが古代の思想に強く惹かれるのは、この時代では人間の思索のすべてが融合され、総合されていたからである。こんにち、すべての学問が細分化され、極度に専門化されるなかで、それぞれの知の営みが全体のなかでどのような意味を持つのか、また相互の結びつきを持つのかを俯瞰ふかんすることは不可能となってきた。

古典古代の思想家は音と数のロゴスをどのように捉え、そしてそれがその後の音楽の理論や創作にどのように反映されていったのであろうか。本書ではできるだけ多様な切り口からこの問題に取り組みたいと考えた。音楽を愛した科学者、科学を愛した音楽家というテーマもそのひとつであり、調性格論や平均律、絶対音感や標準音の問題もそのひとつである。音と数という問題は、このように多彩で多様な形で音楽の実践に反映されていることを知っていただければと思う。

西原稔

正直にもうしあげます。本書をよんでも、かならずしもよい演奏ができるわけではありません。つまり、音楽の理屈（＝楽理）がわかることと、よい演奏ができることとは、まったく別の問題です。タイヤについて知らなくても、自動車は運転できることとおなじです。とはいえ、その理屈（＝タイヤ）を知悉ちしつしているかどうかは、楽曲（＝愛車）への自分自身の吟味や理解（＝安全性や燃費）がまったくこととなります。

さて自動車の例をはなれて、おなじ芸術分野の文学での例をあげることにしてしましよう。古今和歌集所載の在原業平作の著名な和歌で、高校の古文の教科書にもとられている『伊勢物語』の第9段に

から衣 きつつなれにし つましあれば はるばるきぬる 旅をしぞ思ふ

という和歌があります。咲き誇るかきつばたをめにして、はるかとおくの故郷で、おそらく一緒にながめたであろう愛人のことをおもいだす男の感情がしみじみと感じられ、「まさにはびつたりの和歌をうまくここにはめ込んだなあ！」と、伊勢物語の不詳の作者の和歌に対する知識のひろさに感心します。だが！ この和歌に幾重にもおりこまれた技巧を知

ると、この和歌を聞いた業平のとんでもない力量に愕然とします。その技巧の詳細については、インターネットを御検索ください。

同様のことがゲーテのおおくの詩にもいえます。たとえば、音楽の教科書にも採用されている「ノバラ」の歌詞は、日本語訳やドイツ語の初級知識で、表面的によんでも、バラの愛らしさがめにかぶ擬人的表現法に感動します。しかし、ドイツ語のもつ多義性や、当時のヴァイマル公国の国情や、ゲーテの個人史に通暁つうきょうすると、この詩はまさに人間の「エロス」をおおらかにうたっていることが如実にわかり、あらためてゲーテがドイツ語という言語を變幻自在にあつかった天才だと感服します。その技巧の詳細については、東京都北区にある東京ゲーテ記念館に永久保存されている安生論文「Werner 作曲ノバラ徹底解説」を御覧くださればさいわいです。

音楽でもおなじことがいえます。一例が本書にもとりあげた音律（調律方法）の問題です。とくに現代音楽にはかかせない12平均律のかげに、数千年にもわたる人類の苦闘の歴史があることを知ると、現代の作曲家がその欠点を逆手にとり、うまく利用していることがわかります。

たとえば、カトリック音楽の泰斗メシアンたいとの《Visions de l'amen (アーメンの示現)》は、精神的にまいつているときに、筆者がこのんできくピアノ2重奏曲の傑作です。その曲で、一齐に2台のピアノ音がながくのばされるときにきこえてくる自然のヴィブラートは、著者のこのころをときほぐしてくれるこちよい振動です。しかし、このヴィブラートは、じつは平均律調律に由来する物理的な《うなり》であることが、当著をよめば理解していただけのだけでなく、メシアンの用意周到な音響設計にもここから感服するはずです。

この本は、このように、知らなくてもいいが、知っているるとさらに音楽に「のめりこめる」ことをお約束する本です。ぜひ一言一句おろそかになさらずに御熟読され、あらたな感動の世界へと、ふかくふみこんでいただきたいとおもいます。

安生 健

アインシュタインとヴァイオリン

目次

(西原)……執筆…西原稔
(安生)……執筆…安生健

はじめに

3

アインシュタインとヴァイオリン (安生)

17

アインシュタインと音楽 17

アインシュタインの生涯——幼少期から青年期 20

アインシュタインの生涯——日本との関わりと平和への希求 25

相対性理論と音楽的思想 29

アインシュタインにちなんだコンサート 31

アインシュタインを題材とする音楽 33

第1部

音と数の秘密

第1章

音楽と聖数

(西原)

45

西洋文化と数 45

聖書のなかの聖なる数の思想 47

キリスト教における聖数の意味 50

バッハの作品に隠された数の象徴 54

《マタイ受難曲》で表現された聖なる数の思想 60

シエーンベルクの十二音技法は聖数の技法か？ 69

第2章

順列・組み合わせと音楽

(西原)

77

数学の原理を取り入れた作曲理論 77

博物学者アタナシウス・キルヒャー 79

キルヒャーの順列・組み合わせの作曲理論 86

第3章 黄金分割と音楽 (西原) 105

黄金分割とは 105

バルトークは黄金分割の原理を創作に取り入れたのか？ 110

ドビュッシーと黄金分割 114

ベートーヴェンのソナタ形式は黄金比か？ 121

「黄金比」に勝る「白銀比」とは何か？ 126

ピュタゴラス (安生)

① した伝 愛列 学者 音楽科

ピュタゴラスの生涯と三平方の定理／古代ギリシャ自然哲学とその影響／有理数と無理数／ピュタゴラスの音程論／0.60がはらむ矛盾と音楽理論／ピュタゴラスの音楽理論——音楽哲学と後代に与えた影響／音楽理論と演奏

第2部

天体と音楽

第1章

天体のハルモニア

(西原) 153

ハルモニアの語源 153

音階の微細な音程に対する探求 155

宇宙の調和の課題、スキスマ \parallel 調和の「裂け目」 159

ハルモニアの理論のアラビアへの伝播 161

スキスマ「隙間」の解決を目指して——53等分平均律 164

古代ギリシャの音階論——宇宙の調和の理論の基礎 166

第2章

天体の音楽

(西原) 171

ピュタゴラスの天体 171

プラトンの天体のハルモニア——「エルの物語」 176

プトレマイオスの天体のハルモニア 179

第3章

天王星の発見者

(西原+安生)

198

天文学者になった音楽家

フレデリック・ウィリアム・ハーシェル(ヘルシエル)(西原)

198

作曲家ハーシエルの活躍した時代

201

作曲家ハーシエルの創作

203

天王星の「発見」(安生)

205

中世・ルネサンスにおける天体と音楽の思想 185

ケプラーの「宇宙の音楽」 186

キルヒャーによる「音楽(ムジカ)」の分類 188

近代における天体の音楽 191

20世紀の天体の音楽 194

た②
し伝

ケプラー

(安生)

愛列
を者
音楽
科学

音楽学者でもあったケプラー／占星術と天文学／ケプラーの生涯／ケプラーの発見／「宇宙の音楽」の系譜

第3部

平均律と純正律

第1章 ピュタゴラス音律と純正律とは——神の2つの摂理（西原） 227

ピュタゴラス音律で生まれる嬰^{えい}口音とハ音の差 227

もうひとつの神の摂理——純正律とは？ 229

ピュタゴラス音律と純正律の差を解決するために 232

微細な音程を演奏する アルキチェンバロの試み 235

第2章 バッハと平均律（西原） 243

平均律とはいったい何か？ 243

最初の平均律の理論家だったガリレオ・ガリレイの父 245

バッハの用いた音律 252

調律理論をめぐる論争——不等分平均律か、等分平均律か 253

音階と調性格論 260

たし愛列
④を者
音科

田中正平 (安生)

日本のヘルムホルツと呼ばれた物理学者／純正調オルガン／日本伝統音楽から民族音楽学へ——自然科学的手法が果たした役割

317

第4章

科学か音楽か

(西原)

334

音楽か科学か、人生の岐路に立った人びと 334

ポロディンとキユイ ロシア五人組の2人の科学者 337

リャプノフ兄弟 339

ムシカ・ムンダーナの理想——世界の調和と世界の平和 340

あとがき

345

アインシュタインとヴァイオリン

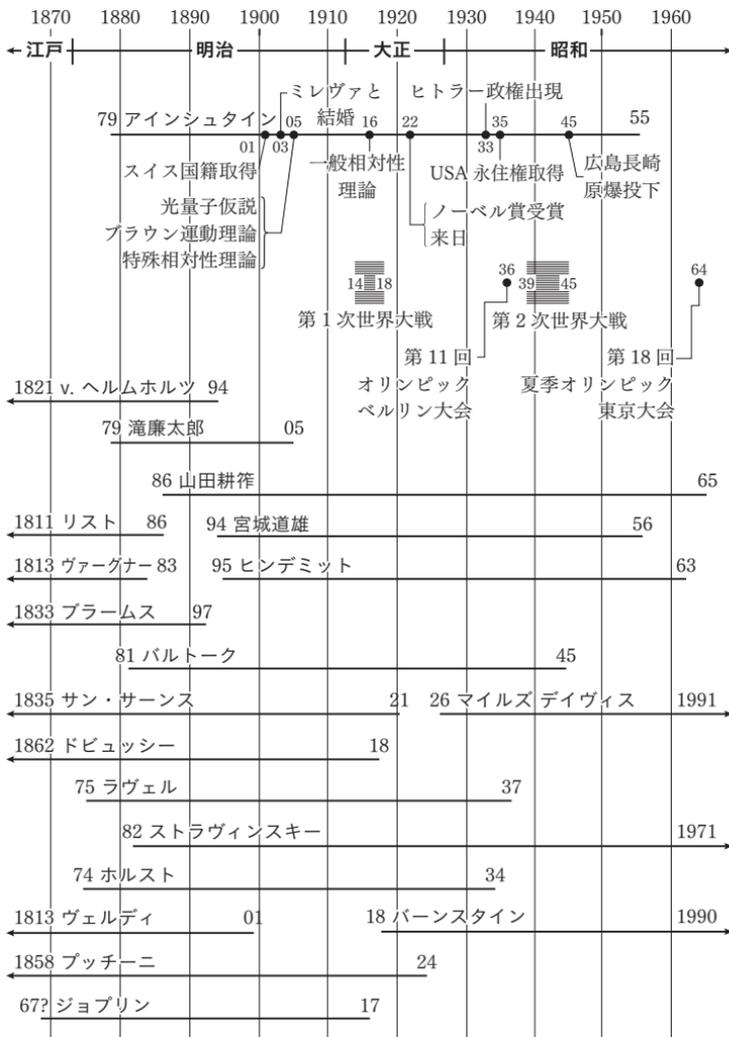
アインシュタインと音楽

アルベルト・アインシュタイン Albert Einstein (1879~1955) は、それまでの物理学に文字どおり一石(注)を投じました。その小さな波紋は、巨大な波浪へと成長し、10年以上経った現在にまで怒涛(注)のように押し寄せています。

アインシュタインと言われると、真つ先に $E=mc^2$ (Eはエネルギー、mは質量、cは光速) という偉大な等式が思い浮かびます。

1978年(昭和53)公開の映画『スーパーマン』では、崩壊するクリプトン星からカル・エル(のちのスーパーマン)が宇宙カプセルに乗せられて地球へ送り出され、カプセルの

アインシュタイン関連年表



中でさまざまなことが教えられましたが、そこにもこの式が登場します。これは1905年（明治38）にアインシュタインが発表した『Zur Elektrodynamik bewegter Körper（運動を与えられた物体の電気力学。従来「運動する物体」と訳されていますが、ドイツ語文法の観点からも慣性力の観点からも、物理学的にはこの訳のほうが正しい）』で展開された、特殊相対性理論から導出される現代科学を象徴する等式です（注2）。

この偉大な定理は、原子爆弾による巨大なエネルギー発生 of 理論的根拠となりました。そして将来、日本びいきの自分を苦しめることになるとは、この時アインシュタインは思ってもみなかったことでしょう。

数学を使う研究者のなかには音楽好きが少なくなく、アインシュタインも音楽と非常に密接に関わっていたことをご存じでしょうか。アインシュタインはヴァイオリンを愛奏し、とくにモーツァルトやバッハやシューベルトを好み、「音楽の演奏がない人生など想像を絶する」とまで言い切りました。

アインシュタインがヴァイオリンを弾き、作曲も巧みにこなした物理学者マックス・プランク（まき）がピアノを担当し、助っ人にプロのチェロ奏者を呼んで、ベルリンのプランク

家でベートーヴェンのピアノ3重奏曲変ロ長調^(注4)を演奏したことがありました。時期は不明ですが、ユダヤ系の血をひくアインシュタインだけでなく、ユダヤ系の女性物理学者リーゼ・マイトナー^(注5)も客として呼ばれていたことから、ドイツがまだ平穏な時代だったころに違いありません。

マイトナーはこの演奏会について、「驚くほど楽しく聴かせていただきました。数カ所でアインシュタインが間違えました……見るからに音楽する喜びに浸りきり、自分のひどい演奏技術にも無邪気に微笑んでいました。プランクは満足しきった表情でそつと立ち上がり、胸に手を当てて『あの第2楽章はすばらしかった』と言いました」と伝えていきます。

アインシュタインの生涯——幼少期から青年期^(注6)

ここで、アインシュタインの人生を振り返ってみましょう。アインシュタイン誕生の10年前の1869年(明治2)にスエズ運河が開通しています。こうした巨大工学技術が象徴するように、当時は自然科学の知識が直接に世界戦略の道具となっていた時代でした。そうした時代風潮のただなかで、分裂していたドイツを統一するため1862年に首相兼外相に任命されたビスマルクは、「鉄血宰相」というあだ名どおり、自国の富国強兵に邁進し

ていました。アインシュタインの生涯は、ビスマルクやヒトラーが率いるドイツによる、自然科学の応用を踏まえた世界戦略と富国強兵策に翻弄ほんろうされ続けました。

1879年（明治12）、アメリカでトーマス・エディソン（エジソン）が京都の八幡男山産やわたおとこやまの竹片を用いて炭素電球を発明した年、アインシュタインはドイツ南西部にあるウルム市で生まれました。ウルム市といえば、カラヤンがモーツアルトの《フィガロの結婚》を指揮して颯爽さつそうと楽壇にデビューを果たした記念すべき音楽の都でもあります（注7）。

アインシュタインは5歳ごろまで他人とうまく会話ができませんでした。しかし、5歳のときに父からもらった方位磁石によって自然界の神秘に目を開かれ、その頃始めたヴァイオリンによって音楽に開眼しました。科学と音楽の世界に同時に魅惑されたのです。その後、ヴァイオリンという楽器との「交際（注8）」は生涯続きます。

日本の学制でいえば小学校・中学校・高等学校にあたる時代を通じて、アインシュタインに対する教師の評価はかんばしくありません。ビスマルクの鉄血政策下で軍国主義に傾いていたドイツの画一的教育は、自発的考察を優先するアインシュタインにはまったく受け入れられなかったからです。

ですが、そうした息づまる生活のなかでも、常にかたわらにあつたヴァイオリンはアイ
ンシュタインと「共鳴(注9)」しました。その様子は、1895年(明治27)、スイス連邦の
アーラウ州立工学校3年生に編入したときの逸話からもうかがえます。

アインシュタインを毛嫌いしていた級友が、学生食堂でモーツアルトのヴァイオリン・
ソナタを奏しているアインシュタインの演奏を聴いて、その演奏の優雅さと説得力に驚か
され、思わず聴き入ってしまったという話が残されています。

1901年(明治34)にアインシュタインはスイス国籍を取得。スイス連邦は、1815
年のウィーン会議で永世中立国として承認されてから現在まで、国民皆兵制度をとる積極
的自衛国家です。そのためアインシュタインにも兵役の義務があつたのですが、偏平足と
静脈瘤(じょうみゃくりゅう)のため兵役が免除されました。しかし血管に瘤(りゅう)がきやすいというこの体質が6
年後、彼の命を奪うこととなります。

ともかくこうして兵役から免除され、1902年から09年までは、毎日スイス特許庁で
特許申請品の独創性を検討するという知的作業に就きます。刺激的な環境で自由な思索時
間を持たたからこそ、アインシュタインはスイス時代に、立て続けに自然科学での奇跡的

な業績を残すことができたのです。

1903年(明治36)、チューリッヒ工科大学での同級生ミレヴァ・マリチと結婚しました。ミレヴァが数学と物理学に秀でていただけではなく、美声の持ち主であり、さらに8歳から始めたピアノを巧みに弾きこなして、アインシュタインの良き伴奏者を務めたことが、結婚へと踏みきらせたのでしょう。しかし物理学の泰斗たいとも日常生活や女性関係ではだらしなかったので、1919年(大正8)には離婚。その年には、内臓疾患に苦しんだ2年間の闘病生活を支えてくれた従姉のエルザ・レーヴェンタール(1876~1936)と再婚しています。

西洋史には、1666年のロンドン大火のような大事件の勃発年を「annus mirabilis(驚愕の年)」とラテン語で呼ぶ習慣がありますが、アインシュタイン26歳の1905年こそは、まさにそのannus mirabilisでした。というのも、彼は光量子仮説を3月17日に、ブラウン運動の理論(注1)を4月30日に、そして7月30日には特殊相対性理論をと、現代物理学の端緒はじまりを切り拓く新分野を、わずか4カ月のうちに矢継ぎ早に確立したからです。

その後、1905年から16年(大正5)まで、ヨーロッパ各地の大学や研究施設を転々と

する間に胸に温めていた大理論を、1916年(大正5)に発表。これが一般相対性理論と呼ばれるものです。この理論は、1905年に発表した一定の速度で直線運動している物体について論じた特殊相対性理論を包含したもので、物体の速度の大きさや方向が刻々変化する物体の加速度運動に関する物理理論です。

1932年(昭和7)、アメリカ合衆国の訪問のためにドイツを出た翌年、ヒトラーが政権を掌握してユダヤ人迫害を始めます。ユダヤ人の血を引いていたアインシュタインは、母国のドイツから国家反逆者として追われる身になり、1935年(昭和10)、やむなくアメリカでの永住権を申請し、亡命しました。

ユダヤ教の聖典である旧約聖書の随所に音楽に関係した記述があるように、ユダヤ教徒にとって楽器は祭器の一種です。このことは、ジョゼフ・スタインの台本に基づいたミュージカルの名作『屋根の上のヴァイオリン弾き Fiddler on the Roof』からもうかがえます。ですから、ユダヤ系の家庭に生まれた子どもに音楽、なかでもヴァイオリンの才能があるかどうかは、一家にとつての重要事でした。音楽愛好家の読者の皆さんはすでにお気づきかもしれませんが、著名な音楽家、それもとくに弦楽器の巨匠にユダヤ系の演奏家が多い

という事実は、当然のことなのです。

最初の妻ミレヴァとの間に生まれた息子のハンス・アルバート・アインスタインの言によれば、アインシュタインは、モーツアルト、バッハ、シューベルトの音楽を愛好していたそうです。また1917年(大正6)にその息子に宛てた手紙には、「モーツアルトのソナタを大切にしないさい。パパがはじめて本当の音楽を知ったのはモーツアルトだから」と記されています。このハンスも幼時よりピアノを習わされ、将来カリフォルニア大学バークリー校で水力工学の教授をつとめた理系学識者となります。

アインシュタインの生涯——日本との関わりと平和への希求

アインシュタインが42歳を過ぎたころ、のちに世界的なヴァイオリン音楽教育家になった鈴木慎一(1898～1998)のドイツ留学中の面倒を見ることとなります。

鈴木は1921年(大正10)、23歳のとき、徳川義親侯爵よしかに同行してドイツに行き、ヴァイオリンを、ベルリン高等音楽学校の教授カール・クリンクラー(1879～1971)に師事します。鈴木しんいちの自伝では、当初お世話になっていた医学部教授のミヒヤエルス教授がアメリカ合衆国の大学に招聘しょうへいされたため、アインシュタインに鈴木しんいちの面倒を託したと書かれ

ています。鈴木によると、アインシュタインはバッハのシャコンヌ (BWV1004) など好み、軽やかで流れるように指を動かして柔らかな音を出し、自分よりもうまいと思ったといっています。

鈴木を通じて日本人の人となりを知ったアインシュタインは、1922年(大正11)10月8日、総合雑誌『改造』の社長、山本実彦氏(さねひこ)による日本への招聘(しょうへい)に応じて、再婚したエルザ夫人を同伴して日本郵船北野丸でマルセイユから神戸港に向かいました。11月10日、シंगाポール付近の北野丸にスウェーデン科学アカデミーから電報が届きます。「数理物理学への功績、とくに光電効果の法則の発見に対して」という理由で、前年にさかのぼって1921年度ノーベル物理学賞受賞者に決定したという内容でした。これを聞いた乗船者全員がその受賞を祝福し歓喜で包まれたと言われています。

この受賞理由を読めばわかるとおり、アインシュタインは相対性理論でノーベル賞を受賞したということは誤解です。さらに、前年にさかのぼってのノーベル賞を受賞するというのも異例の処置でした。偶然とはいえ日本人にとって嬉しいことに、その報に接したのち最初に陸上に第一歩を印したのは日本だったことは、ほとんど知られてはいません。

さて、11月17日に神戸に上陸後、すぐに列車で東京に向かい、11月19日の慶応義塾大学での「特殊及び一般相対性理論について」という講義をかかわりに、12月24日の福岡市大博劇場での一般講演まで、日本各地で講演会が開催されました。

12月28日に三井物産支店長主催の門司クラブの招待会に出席したとき、義太夫、謡曲、長唄、端唄、どじょうすくいを鑑賞したアインシュタインは、その返礼にヴァイオリンで3曲演奏したと伝えられています。しかし残念ながら、その時の曲名までは伝わっていません。

翌日12月29日榛名丸に乗船、すでに鈴木鎮一と知己になっていたアインシュタインは、このような大歓迎や自分の講義に真剣に耳を傾ける日本人の向学心に接し、よりいっそう好感をもって離日しました。

訪日から23年経った1945年（昭和20）8月6日、原子爆弾が広島に投下されたという報に接したとき、自分が導出した定理 $E=mc^2$ の威力が広島の大戦闘員の大量虐殺により証明されたことを知り、アインシュタインは「ああ」と呻いて絶句したといわれます。それというのも、原爆製造に直接には関与していなかったものの、アメリカの物理学者レオ・シラードがアメリカ第32代大統領ルーズヴェルトに送った、ドイツに先がけて原爆開発を

要請する書簡への署名を求められ、2週間逡巡しゆんじゆんを重ねた末、ついに1939年（昭和14）8月2日に署名していたからです。

1940年（昭和15）にアメリカ合衆国の国籍を取得したのち、アインシュタインは原子力兵器に対する批判などを通じて、世界平和を希求する自然科学者としての態度をいつそう明確にし、その平和運動は、1955年（昭和30）4月11日のラッセル・アインシュタイン宣言となつて結実します。しかしその1週間後、腹部動脈瘤ふくぶどうみやくりゆうの破裂により76年の生涯を終えます。

アインシュタインは外国語があまり得意ではなく、会話につまると思わずドイツ語になつたと言われています。彼の末期まっごをみとつた看護師の女性はドイツ語ができなかつたためか、アインシュタインがおそらくドイツ語でつぶやいた言葉は残念ながら伝えられていません。ですから、この宣言の基礎をなす平和への希求を、アインシュタインの遺言と考えてもおかしくはないでしょう。

その葬儀には、モーツァルトのピアノ協奏曲第26番《戴冠式》K537や、バッハの葬送用カンタータBWV106などが演奏されました。

アインシュタインの知能は人類の至宝と考えられていました。死後、本人の要望に従って病理解剖を担当したアメリカの医師ハーヴィーが、こっそり切り取った大脳の一部とともに40年以上も生活していたという猟奇的な事件があったほど、その偉大な頭能は多くの人々の関心をひいていました。

相対性理論と音楽的思想

17世紀ドイツの哲学者であり数学者のゴットフリート・ライブニツ（1646～1716）（注1）は、数学者のクリスティアン・ゴルトバハ（1690～1764）に宛てた手紙に「音楽は心に潜在する算術の活動だが、計算していることにその心は気づいていない」と記しています。このことが顕著に表れているのが対位法の曲で、合同、相似、平行移動といった美しい幾何学的構造が見られます。

筆者（安生）がクラヴィコードで愛奏する曲のひとつに、バッハのいわゆる《平均律》第1巻BWV853のフーガがあります。幾何学的構造でしっかり構築されながらも、叙情感溢れるクラヴィコードのための傑作ですが、この曲には、モーツァルト編曲とされる弦楽三重奏曲（KV404a/1-Fuga）も存在しています。一見してバッハと作風が違うように感じ

られるモーツアルトも、やはりバッハには大きな影響を受けていた証拠です。

アインシュタインの特殊相対性理論と一般相対性理論の双方を貫いている発想は、宇宙を縦、横、高さと時間の4次元からなる幾何構造として捉えている(注12) ことです。音楽を愛した彼は、このようなバッハの曲の構造やモーツアルトの曲に、幾何学的や物理学的な世界を感じていたのかもしれませんが。宇宙を4次元からなる幾何構造として捉えたアインシュタインには、現代版の「ハルモニア・ムンダイ」(天体の音楽、153、171ページ参照)の思想(注13) が垣間見られます。

アインシュタインはしばしばピアノも弾きました。とくに精神的に苦しんでいたときや、思索に疲れたときなど、周囲におかまいなしに夜更け(よふ)までピアノを弾いていました。飲酒習慣のないアインシュタインにとって、音楽は自分の心と共鳴して緊張を解いてくれる良き(ほんりよ)伴侶であったことを物語っているのではないでしょうか(注14)。

モーツアルトのヴァイオリン・ソナタ第28番ホ短調K304。ケツヘル番号がついている器楽作品としては唯一ホ短調で書かれ、特に12小節も続くヴァイオリンとピアノのユニゾン、母の死に接したモーツアルトの悲嘆を切々と表現した名曲中の名曲です。筆者は

このソナタを聴くたびにモーツァルトの悪魔的魅力に翻弄されます。アインシュタインの曾孫のヴァイオリン奏者、ポール・アインスタインがドイツ物理学会の演奏会でこの曲を演奏したのも、この曲がアインシュタインの愛楽曲であったからと伝えられています。

軽やかだが、けつして明るくはないこの曲のどこにアインシュタインは共鳴したのでしょうか。相対性理論では理論上否定されるタイムマシンが存在するならば、ミレヴァの伴奏でアインシュタインがこの曲を演奏しているところに行ってみたいものです。

アインシュタインにちなんだコンサート

アインシュタインの特殊相対性理論の発表から100年経った2005年（平成17）は、国際物理学年^{〔注15〕}として世界各国で祝賀行事が開催されました。原子力研究欧州機構、通称CERN^{〔注16〕}は、ドイツの物理学者ハイゼンベルク^{〔注17〕}の尽力により欧州諸国で資金を供出して設立した原子力共同研究施設で、現在はスイス連邦のジュネーヴ近郊とフランス共和国にまたがる研究施設に拡大しています。CERNには、研究者で構成される室内管弦楽団があります。1961年（昭和36）、CERN設立の恩人、ハイゼンベルクの60歳の誕生日を記念した演奏会が開催され、ハイゼンベルク本人をピアノ独奏者に迎えて、モ

トットアルトのピアノ協奏曲K488を演奏したほどの実力が、この室内管弦楽団にありま
す。

2004年(平成16)、CERN創立50周年記念行事がおこなわれ、その演奏会でヴァイ
オリン奏者として大任を果たしたジャック・リーベックは、これを契機にアインシュタイ
ンを記念する世界演奏旅行を始めました。演奏旅行と並行して、オクスフォード大学で核
物理学、とくに加速器をつかった原子の内部構造解析が専門のブライアン・フォスターに
よる講演会も世界各地で開催され、アインシュタインの宇宙に関する著作や超弦理論(超
ひも理論)を含む核物理学の現代的理論が紹介されました。

同年10月9日、リーベックが日本に立ち寄った際、茨城県つくば市のノバホールで、ノ
ーベル賞物理学者、小柴昌俊(こしばまさとし)の講演のあと、リーベリックは、ピアノ奏者の福岡洗太朗(かまくまこうたろう)と
共演で、デュオ・リサイタルをおこなっています。またこれとは別に、同年12月に東京オ
ペラシテイで、「アインシュタインメモリアル(弦が結ぶ音楽と科学のハーモニー)」と称
して開催された講演会は、千住真理子(せんじゆ)のヴァイオリン演奏で締めくくられました。

アインシュタインを題材とする音楽

アインシュタインは音楽に大きな影響を受けましたが、死後、音楽にも影響を与えています。

アインシュタインの死後19年が経ち、その人格にひかれたドイツの作曲家パウル・デッサウ（1894～1979）は、カール・ミケルの台本によりオペラ《アインシュタイン》を作曲、1974年（昭和49）に東ベルリンで初演しています。このオペラは、分裂ドイツの東ベルリンで初演されたことからわかるように、アインシュタインの生涯を描いただけではありません。原爆開発の推進に見られるように、科学者が政治に対してとるべき態度を訴えた異色の作品です。しかし東ベルリンでの初演後、あまり再演されていません。

また、アメリカの作曲家ロバート・ヘンダーソンは、ユタ・アーツ・フェスティヴァルの委嘱により1998年、《アインシュタインのヴァイオリン Einstein's Violin》を作曲しました。演奏時間12分のこの曲は、同年6月25日、作曲者が指揮するユタ・シンフォニー・オーケストラにより初演され、現在は、ワシントン・ナショナル交響楽団 National Symphony Orchestra (注18) のレパートリーのひとつとなっています。

ヘンダーソンは、1905年に発表されたブラウン運動理論^(注10)に触発されました。作曲の動機は、原子爆弾と不協和音に満ちた20世紀音楽が並行して発展してきたことへの思いと、科学者が解放した原子の謎の頂点に広島と長崎への原子爆弾の投下があると位置づけ、それ以前の時代に回帰しようという訴えが、この曲の背景にあるとされています。

さらにヴェーン在住の作曲家デルク・ダーゼは、ドイツのヨアヒム・シユティラーの台本によるオペラ《アインシュタイン、その光の跡 Einstein, die Spuren des Lichts》の曲を行っています。このオペラは、アインシュタイン生誕125周年を記念してドイツ・ウルム市より依頼されたもので、2004年3月16日に初演された折には、同時におこなわれた国際会議に出席した科学者が招待されました。

注

- 1 ドイツ語の苗字「Einstein」を語根に分解すると、Ein(一) + Stein(石)となる。全部とはいえないものの、この「stein」で終わる苗字にはユダヤ人の血統が多く、たとえば、アメリカの偉大な作曲家バーンスタインもユダヤ人の血統で、ドイツ語「Bernstein」の意味は「琥珀」だ。バーンスタインの曲には、《ウェストサイド・ストーリー》など、世代を超えて評価されている姓どおり美しい琥珀のような名曲が多い。

アルベルト(父)とアルフレッド(子)はともにアメリカ国籍なので、アルベルトも米語風に「アルバート・アインスタイン」と読むべきだが、本稿では一般に通用しているドイツ語風の「アルベルト・アインシュタイン」とした。

2 この $E=mc^2$ を使った例を示そう。1円硬貨1枚と同じ重さの1gの水素の原子の全部が太陽の内部の高温高圧下でヘリウム原子に核融合されると、質量で約0.0072gだけ軽くなる。その質量分だけエネルギーに変わり、消えてしまうのだ。ここで、 $E=mc^2$ のmに0.0072グラムを代入して計算すると、 6.5×10^{11} (J:ジュール)となる。一方、石油1トンの発熱量は 46×10^{10} Jであることを考慮すると、水素1グラムを核融合すると、石油14トン分のエネルギーという途方もないエネルギーが生まれることになる。これこそ、水素の巨大な固まりである太陽が50億年以上も強烈なエネルギーを発生し、さらにこれから50億年の間、その強烈なエネルギーを放出し続けていく理由でもある。

3 マックス・プランクはドイツの理論物理学者。プランク常数にその姓を残しているように、熱力学や統計力学の泰斗だった。1933年(昭和8)、アインシュタインを追放したナチ政権に、自らの危険をかえりみず異議をとなえた。なお、総理事務次官をつとめていた息子はヒトラー暗殺未遂事件に関与したとの嫌疑で1945年(昭和20)に処刑されている。

4 ベートーヴェンの変ロ長調のピアノ3重奏曲には作品11と作品97の2曲があり、後者は《大公Erzherzog》と呼ばれている名曲だが、どちらの第2楽章も名曲なため、この晩にどちらが演奏されたかは不明。

5 リーゼ・マイトナーは、ユダヤ人の家系のオーストリアの女性物理学者。プランクのもとで理論物理学を学び、1917年(大正6)、ウランの崩壊生成物中から91番元素プロトアクチニウムを発見している。1938年(昭和13)、ナチの迫害から逃れてドイツを脱出、スウェーデンに亡命した。

6 ついでながら、モーツァルト研究で高名なアルフレッド・アインシュタイン(1880~1952)という音楽学者についてひと言述べておく。

物理学者のアルベルト・アインシュタインとアルフレッドの姻戚関係(いんせき)については、昔からとり上げられ、こんにちなお未解決の問題だが、一説に両者ともモイゼス・アインシュタインという人物の子孫とする説がある。これによると、両者ともに7世代さかのぼるとモイゼスにいきつくことになるが、逆にいえばほとんど他人といってもよい。というのも、両者の遺伝子にモイゼスの遺伝子が部分的に残る確率は、それぞれ最大で $\frac{1}{2^7}$ だから、両者共通の遺伝子を部分的に持つ確率は、 $\frac{1}{2^7} \times \frac{1}{2^7} = \frac{1}{16384} = 0.000061\dots$ と、ほとんどゼロといってよいからだ。

7 2004年3月14日、ドイツ物理学会の主催によりアインシュタイン生誕125年を記念した行事がウルム市で開催された。このときの目玉となった行事は、ポール・アインスタインがアインシュタインの所持していたヴァイオリンを弾き、ジークフリート・レーブレンがピアノを受けもつ記念演奏会だった。姓からわかるように、そのヴァイオリン奏者ポールはアインシュタインの曾孫にあたる人物。なお、アインシュタインのヴァイオリンは、186

0年代のイタリア製で、音は良いがニスの塗りが悪く、商品的価値はないとされている。しかし、ウルム市での演奏会で使用された楽器がこれであったかどうかは不明。

8 英語以外のほとんどすべての欧州言語の名詞には性別がある。ヴァイオリンを意味するドイツ語「Geige」は女性名詞だ。ただし、そのフランス語「violin」は男性名詞。こうした何でもないことも、「言霊」的な感覚としてやはり重要なものだ。

9 ある物質の波動が媒質中を伝わり、もう一方の物質を振動させる現象を広く共振と呼び、音が関与する場合の共振をとくに共鳴と呼んでいる。たとえば、ピアノの右ペダルを踏んだまま最低音を鳴らすと、いろいろな音高が聞こえてくる。これは、最低音の振動数の整数倍にあたる音波が発生して、その振動数にほぼ等しいピアノの弦が共鳴するからだ。ラジオで周波数を合わせることも、電波の振動数に共振するように共振回路を選んでいることになる。このように、共振は広く自然界に存在する物理現象になっている。しかし、誤解を恐れずに言うならば、演奏に感動するということは、その演奏に鑑賞者の心が「共鳴」していることにほかならない。だから、体が自然に揺れてくるのだ。

10 この純粹に物理的な現象に触発される作曲家がいることはおもしろい。ここで、簡単にこの現象について説明する。水上に浮かんでいる物体が1円硬貨ぐらいの大きさだと、すべての方向から水の分子がこの物体に衝突するので、その衝突が1円硬貨に及ぼす力を平均すると0になり、1円硬貨が1gあることもあいまって微動だしない。しかし直径が1000分の1mmより小さい花粉などの小物体では、ある微小時間内にこれに命中する水の分子の個

数は減少し、すべての方向から衝突される確率が小さくなる。こうして、小さく軽い微粒子は、ある方向から衝突する水分子で動かされることになる。

つまり、ブラウン運動とは、静止しているように見える水面でも、じつは微視的に見ると水分子が常に動いていることを表している。ちなみに、水分子の運動速度は毎秒550 mと見積もられている。これは音速の約1・6倍、つまりマッハ1・6という超音速だ。

アインシュタインは、微粒子が重力によって水中に没する速度と、その微粒子がある1点から移動する量との間の関係式を導いた。じつはこれこそ、物理学で重要な分子の挙動に関する具体的な関係式であったため、ノーベル賞が与えられた。

11 Leibnizは「ライブニッツ」とは読まない。これは日本独特の誤読で、おそらく中途半端にしかドイツ語ができなかった最初の訳者による大変はずかしい誤りだ。したがって、ここでは採用せず、原音にもっとも近いライブニツと記すことにする。もちろんドイツ人は「ライブニツ」と発音している。

12 太陽は地球から1億5000万キロメートルとあまりに遠く離れている。だから、今この瞬間に目に見えている太陽は、じつは約8分20秒前の太陽だ。光を浴びている瞬間の太陽がどうなっているか、まったく知ることができない。というのも光速は無限ではなく、秒速30万キロメートルという有限の速度で宇宙空間を伝播するからだ。このことから広大な宇宙から情報を得るためには、さらに時間という要素も考慮しなければならないと考えられる。

我々は、空間内にそれぞれが直交する3本の直線を引けるが、この直線すべてに直交する

4本めの直線は絶対には引けない。我々は3次元の世界に生きているからだ。アインシュタインは、目には見えないがたしかに存在する量を表すときに使われる虚数単位 i ($i^2 = -1$) を用いて、3本の直交する直線で構成された座標軸のすべてに直交する座標軸を加えた4次元で宇宙を表現した。その際、物理学や数学では、縦・横・高さという長さの次元と、時間という次元は別の次元なので、時間に光速 c を掛けて長さの次元に変換した。

詳しくは、長さを L 、時間を T とすれば、縦・横・高さはそれぞれ長さだけだから L とかける。だが時間は T だから、これに速度 ($\frac{L}{T}$) をかけて長さの次元 ($L \times \frac{L}{T} = \frac{L^2}{T}$) としたのだ。もちろん虚数単位は数だから、虚数をかけても L という次元は変化しない。

こうしてアインシュタインは、特殊相対性理論を構築したとき、縦 (x 軸に相当) ・横 (y 軸に相当) ・高さ (z 軸に相当) に、 $i c t$ 軸 (虚数単位 \times 光速 \times 時間) という4本めの座標軸を加えた4次元で宇宙の構造を表現した。現在そうした空間は時空間 (time-space) と呼ばれている。さらに一般相対性理論では、本来平坦な4次元宇宙を凹ませるものを質量と考えた。そうすると、もし無限の質量を持つ物体が時空間にあれば、無限の深さの穴が開いてしまうことになる。これが光さえも飲み込むブラックホールと呼ばれるもので、我々の銀河系を回転させる原動力として、その存在がすでに確認されている。

13 奈良市の薬師寺は修学旅行の定番といつていい名刹だが、国宝であるその東塔の頭部の水煙には、天女の舞踊が彫刻されている。筆者は学生時代、東京藝術大学附属図書館の玄関に飾ってあるこの水煙の精密複製を見るたびに、その美しさに感動していた。薬師寺東塔の水

煙がその場所に展示してある由縁は、この水煙と藝大がアメリカの美術研究家フェノロサという接点で結びついているからだ。

東京美術学校（のちの東京藝術大学美術学部）設立に寄与したフェノロサは、その3重の軒とその間にはさまれる裳階と称する庇から醸し出される幾何学的なリズムに感動して、その3重の塔を「凍れる音楽」と命名した。

（天女に託した宇宙）＋（軒と庇に見られる幾何学的なリズム）＋（天女の舞踏）

これこそ日本版「ハルモニア・ムンデイ」と言えるだろう。

14 精神的で高度な抽象的思考で疲れきった左脳を、音楽によって活性化した右脳が癒すのだと考える人もいるかも知れない。しかし、こんにちよく引きあいに出されるこの右脳左脳分業説は、血液型性格診断と並ぶ疑似科学と考えられている。この説では、右脳が映像や音声的イメージや芸術的創造性を、左脳が言語や論理的思考を担うと主張している。もちろん、すでに言語能力では左右の活動に差が見られるが、残念ながらそれ以外での脳内での分業はまだ証明されていない。

15 国際連合は、このように「国際物理学年 International Year of Physics」と呼ぶように決議している。しかし日本では、その先駆けとなった「World Year of Physics」の訳語「世界物理年」が使用されている。

16 アメリカの流行作家ダン・ブラウン作の小説『ANGELS & DEMONS』による映画『天使と悪魔』が、2009年5月15日に日本で公開された。CERNはこの映画で大きな役割を

果たしているが、この開設機関の準備のために設けられた組織がフランス語地域にあったので、フランス語の Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (核研究に関する欧州評議会) と呼ばれ、その頭文字をとった略称が CERN だ。しかし、現在の正式名称はフランス語で Organisation Européen pour la Recherche Nucléaire (核研究に関する欧州機構) だから OERN とするべきものだが、語呂が悪いためか、いまだに旧略称で呼ばれている。

17 ヴェルナー・ハイゼンベルク Werner Heisenberg (1901~1976)。アインシュタインとともに20世紀を代表する物理学者のひとりで、CERN設立に尽力した。物理学に確率を持ち込んだ量子力学の創始者のひとりで、その功績で1932年にノーベル物理学賞を受賞した。なかでも、電子などの微粒子は、その粒子の持つ運動量(質量と速度の積)とその位置を、同時に厳格に決定することはできないという不確定性理論を導出した功績で知られている。しかしユダヤ教の教義を信奉するアインシュタインは、絶対神が治めるこの自然界が確率、つまり偶然で決定されるはずはないと揶揄し、量子力学を支持しなかった。

1929年世界一周講演で来日し、湯川秀樹や朝永振一郎に大きな影響を与え、日本人がノーベル物理学賞を受賞するきっかけを与えた。自伝『部分と全体 Der Teil und das Ganze』は、日本の大学のドイツ語副読本としても読まれているほどの名著として知られている。

18 ワシントン・ナショナル交響楽団 National Symphony Orchestra は、アメリカ合衆国の首都ワシントンDCのケネディ・センターを本拠地とする管弦楽団。音楽監督は、2010年よりピアノ奏者としても著名なクリストフ・エッシェンバッハ(1940~)が就任している。

西原 稔 (にしはら・みのる)

山形県生まれ。東京藝術大学大学院博士課程満期修了。

桐朋学園大学音楽学部教授。

18、19世紀を主対象に音楽社会史や音楽思想史を専攻。『音楽家の社会史』、『聖なるイメージの音楽』、『音楽史ほんとうの話』、『フレームス』、『シューマン全ピアノ作品の研究 上・下』(以上、音楽之友社)、『ピアノの誕生』、『クラシック 名曲を生んだ恋物語』(以上、講談社)、『楽聖ベートーヴェンの誕生』(平凡社)、『クラシックでわかる世界史』、『ピアノ大陸ヨーロッパ』(以上、アルテスバブリッキング)、『世界史でたどる名作オペラ』(東京堂)などの著書のほかに、共著・共編で『ベートーヴェン事典』(東京書籍)、翻訳で『魔笛とウィーン』(平凡社)、監訳・共訳で『ルル』、『金色のソナタ』(以上、音楽之友社)、『オペラ事典』、『ベートーヴェン事典』(以上、平凡社)などがある。なお、『音楽家の社会史』および『音楽史ほんとうの話』は韓国語版が出版されている。

安生 健 (やすお・けん)

東京藝術大学音楽学部楽理科で、西洋音楽学・楽曲構造解析理論を専攻。

スイス連邦バーゼル州立音楽専門学校で、

「lateおよびChopinの演奏を習得。

東京大学教養学部基礎科学科第一で、生

物物理学・生殖生物学・宇宙生物学専攻。

西洋諸語に通じ、種々の西洋言語からの

私家版翻訳がある。なかでも特筆すべき

こととして、本書にもかいたように、いま

まで邦訳がなかった音響学の世界的重要

文献である von Helmholtz の音知覚論を日

本語に完訳したことがあげられる。

また生物学者として、恐竜に関する児童

用の本も出版している。

2013年11月現在、巣鴨学園理科非常

勤講師。

アインシュタインとヴァイオリン 音楽のなかの科学

2014年1月10日 初版発行

著者 にしはら みのる
西原 稔
やすま けん
安生 健

発行者 谷口恵治

発行所 株式会社ヤマハミュージックメディア
〒171-0033 東京都豊島区高田 3-19-10
電話 03-6894-0250
インターネット・ホームページ <http://www.ymm.co.jp>

デザイン 折田 烈(餅屋デザイン)

編集 片山 淳

制作・印刷・製本 シナノ印刷株式会社

造本には十分注意しておりますが、万一落丁・乱丁などの
不良品がございましたらお取替えいたします。
本書の無断複写(コピー)は著作権法上の例外を除き、禁じられています。
本書の定価はカバーに表示してあります。

ISBN978-4-636-89993-1 C0040

©2014 by MINORU NISHIHARA, KEN YASUO, YAMAHA MUSIC MEDIA CORPORATION
Printed in Japan