ドップラー： その人生と業績

家　　正　則
〈国立天文台　〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉
e-mail: m.iye@nao.ac.jp

ザルツブルク生まれのクリスティアン・ドップラーは，1842年帝国王立科学協会でドップラー効果を記述した論文を発表します．この論文は後にペッツバルらによる激しい批判に遭いますが，ドップラーは1852年の反論を最後の論文として他界します．本稿の前半ではドップラー本人に加えて，恩師シュタンプファーと論敵ペッツバルの個性的な人生を紹介します．後半で紹介するドップラーの論文の内容は現代的視点からはいろいろ突っ込みどころがありますが，エーテル論争のあった時代，ドップラー効果に関する論争の経緯とその背景について筆者なりの考証を紹介させていただきます．

1.　まえがき

ザルツブルクと言えば，まず連想するのは何と言っても大作曲家モーツァルトではないでしょうか？　人口16万人，オーストリア第4のこの街は，実はもう一人の偉人クリスティアン・アンドレアス・ドップラー（Christian Andreas Doppler）を誇りにしています．

ノーベル賞を振り返ると，ブラックホール（2020年），系外惑星（2019年），超新星宇宙論（2011年），宇宙背景放射（2006年），光周波数コム（2005年），ボース・アインシュタイン凝縮（2001年），レーザー冷却（1997年），イオントラップ（1989年），レーザー分光（1981年），メスバウアー効果（1961年），シュタルク効果（1919年）が，いずれもドップラー効果に関連しての受賞で，合計19名の受賞者が恩恵を受けています．ノーベル賞が19世紀に設定されていたら，ドップラーは間違いなく受賞したことでしょう．

ドップラー効果は，学術だけでなく実社会にもさまざまな形で恩恵をもたらしてきました．GPSとカーナビ，航空管制・気象観測・地勢計測やスピード違反取締のレーダー，魚群探知や地盤診断のソナー，配管やエンジン内のガス流測定など，枚挙に暇がありません．医療関係でも大阪大学の里村茂夫が1959年に超音波ドップラー法を世界に先駆けて開発したことは有名です[1]．血管や内臓，胎児を外から診断できる超音波エコー装置は今やどの病院でも必須の装置となっています．

今般，ザルツブルクのクリスティアン・ドップラー基金理事長のペーター・シュミット氏の依頼により，同基金のホームページ[2]の日本語化をお手伝いする機会がありました．その過程で，ドップラーの業績と当時の学界論争に関する興味深い資料[3, 4]を知りました．本稿では，まずドップラー本人，光学機器の祖でドップラーの恩師であるシュタンプファー，ドップラーを痛烈に批判したペッツバルのそれぞれ個性的な3名の人生を紹介します．後半では，ドップラーの原著論文に関する筆者の論考と，ドップラー効果に関する論争の経緯と背景について書いてみました．

2.　ドップラー（1803–1853）の生涯

ドップラーの家系は，17世紀から代々続いて

きたザルツブルクの石材加工業の一家で，ババリア王ルートヴィッヒの宮殿用に大理石を納めたりしていました．クリスティアン（以下ドップラーと呼ぶことにします）は，ヨハン・エファンゲリスト・ドップラーと彼の妻テレジアの五人の子供の第三子として1803年11月29日に生まれました*1.

1810年から1816年までドップラーは地元の小学校に通います．華奢な体格で病気がちだったドップラーに石工業を継がせるのは無理と考えた父は，兄に家業を継がせる決心をします．成績の良かったドップラーの進路について，父は数学教師のシュタンプファー（後述）に相談します．その並外れた数学的才能を認めたシュタンプファーの推薦で，ドップラーはザルツブルクの6年制ギムナジウム（高等学校）に入学します．しかし，家業の会計面を託したいと考えた父の意向で，ギムナジウムを3年で中退し，リンツの師範学校に転学します．

オーストリアの当時の学校制度は，図1のように小学校のあと，学術系の学校と職業系の学校への進学の道があり，ギムナジウムは前者，師範学校は後者に相当していました．師範学校を卒業後，再びシュタンプファーの助言でドップラーはウィーン高等工業学校（現ウィーン工科大学）に入学し，優秀な成績で卒業します．だが，大学に進学するには高等工業学校でなく，ギムナジウムの卒業資格が必要でした．ギムナジウムを中退していたドップラーは，またしてもシュタンプファーの計らいで例外的な許可を得て，残り3年間の履修を2年で済ませ，37人中の首席で卒業します．24歳のときでした．この頃，書いた手稿によるとドップラーは人間の目に盲点があることに気づいたことを書き残しています．だが，17世紀にフランスのマリオットが盲点について発表していることを知り，論文にはしませんでした．

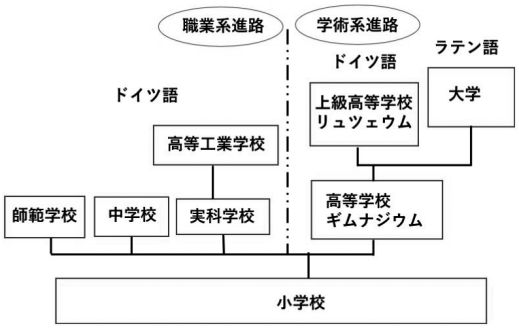


図1　19世紀前半のオーストリアの学校制度（ペーター・シュミット氏作成）.

図2　クリスティアン・ドップラー（1836年，結婚時に描かれた油絵．ひ孫からオーストリア学士院に寄贈されたもの）.

その後，4年間の有期契約で，ドップラーはウィーン高等工業学校で数学の教師となります．契約切れの後，職探しのため紡績工場で会計士として働きながら教育研究職へ応募しますが，どれもうまくいかず失意のうちに渡米を計画します．国内での職を諦めかけた1835年，32歳のときやっとプラハ高等工業学校で数学教授の職を得ます．このときは応募者が14名いたそうです．授

*1　ドップラーのファーストネームをヨハンとしている記事がありますが，父の名前と取り違えた誤りです．

業はなかなか大変で，その頃から進行していた肺病と付き合いながら，最大800人の生徒の成績を付けていました．

安定した職を得たこの年，ドップラーは，ザルツブルクの金銀細工師の娘であった8歳年下のマチルデと結婚します（図2）．次の11年間，ドップラーの一家はプラハに住み，五人の子供たちに恵まれました．1840年にはボヘミア王立科学協会の会員に選ばれています．

1842年5月25日，ドップラーは，最大の業績となる論文「二重星と天界の星の光の色について」を発表しました．この論文の内容については，後ほど紹介します．

健康が優れず，授業負担も重荷に感じ始めていたドップラーは，多数の生徒の成績を厳しめにつけて保護者から批判された事件を機に，プラハを去る機会を探していました．そんな中，1847年には鉱山の町シェムニッツの鉱山森林学院の教授になり，「帝国王立探鉱顧問」に任ぜられます．翌年にはウィーンのオーストリア科学アカデミー会員に選出され，プラハ大学500周年記念祝典時に名誉博士号を授与されます．

だが，1848年には，ハプスブルク朝の下にあるオーストリア帝国からハンガリー王国が独立しようとしたハンガリー革命が起こり，鉱山森林学院も閉鎖されてしまいます．

図3　ドップラー一家とウィーン大学物理学研究所が入居したエルトベルク通り建物．最上階にドップラーが妻および5人の子供たちと住んでいました．裏手の中庭で実験もしていました．（オーストリア国立図書館）．

1848年，恩師シュタンプファーが引退し，その後任としてドップラーはウィーン高等工業学校の幾何学教授に1849年2月24日に任命されます．さらに，翌1850年1月17日，フランツ・ヨーゼフ皇帝はウィーン大学に物理学研究所を創設することを認可し，ドップラーをその初代所長に任命します．資金を得たドップラーは図3の建物を借り上げ，2階と3階を物理学研究所とし，家族は屋根裏に住むことにしました．これはドップラーの経歴の絶頂期となりました．1850年には後に遺伝学を築いたメンデルがこの研究所に入学を志願しますが失敗し，合格したのは翌年でした．

不幸なことに，ちょうどこの頃，父親や兄同様に肺病を患っていたドップラーは，その症状が重くなります．肺病の原因は17歳まで父の石工場で働いたことにおそらく関係しているものと思われます．症状の改善を期待して，ドップラーは半年の休暇を得て，1852年10月からベニスへ保養に向かいます．この旅には教育省で学制改革に腐心し，ドップラーと深い交友があり，同じく肺病を病んでいたフランツ・エクスナー（Franz Exner）が同行しています．

ですが，その4か月後，病状が急変し，子供たちを残してウィーンから駆け付けた妻に看取られ，1853年3月17日，ドップラーは49歳で逝去したのでした．

3.　恩師シュタンプファー（1790–1864）

ジーモン・シュタンプファー（Simon Stampfer）は，無一文の出稼ぎ織物職人の息子でした．学校に通い始めたのは11歳からでしたが，ザルツブルクのギムナジウムを優秀な成績で卒業します．26歳のシュタンプファーはザルツブルク上級高等学校の数学・物理学の教員となり，3年後には正教授となります．授業では毎回実演授業を

工夫して行い，生徒の絶大な人気を得ました（図4）．

無類の器用さを発揮し，シュタンプファーは気圧計，温度計，距離計を作り，生徒と山歩きして気圧の変化を見せる授業もしたそうです．

シュタンプファーは市内のミラベル城の塔（図5）で天体観測を行う許可を得て，観測値から彗星の軌道計算をしています．計算のため彼が作った6桁の対数表は，20世紀に入っても数学の教材として，使われていたそうです．

ウィーン高等工業学校の工房では，機械工と共に多数の新しい測定機器を開発し，色収差の無い望遠鏡を作ります．シュタンプファーは，ウィーンのレンズ会社フォクトレンダー（Voigtländer）の顧問となり，1844年には光学ガラス製造所を建設しています．当時も今も業界の機密性が高く，業績の実証は容易ではありませんが，シュタンプファーはドイツのフラウンホーファーの実質的後継者として，光学界を率いていました．

1832年，ドイツ医師・自然科学者協会がウィーンで開いた初会合で，シュタンプファーは眼や眼鏡の焦点距離を測る機器を発表します．その原理は今日でもほとんど変わらず使用されています．1833年にはストロボ・スコープを発明し売り出します．これは大評判となり，在庫は4週間で売り切れたそうです．このストロボ・スコープは映画撮影技術の前身となっています．また，1836年に特許を取得した水準器は，測量の世界を変えた最も重要な発明となりました．存命中に3,000台以上の水準器が生産され，世界中で販売されています．

1847年に帝国王立科学アカデミーが設立され，シュタンプファーはその会員に選ばれます．シュタンプファーの引退に伴い，1849年にウィーン高等工業学校教授に就任したドップラーは，シュタンプファーの息子アントンを助手として採用します．シュタンプファーはおおいに喜びますが，残念なことに，アントンは翌年に急死します．

日本では，あまり知られていないシュタンプファーですが，ドップラーを終始引き立てた恩師というだけでなく，光学機器の祖としても知られて良い人物なので，本稿で紹介させていただくことにしました．

ドップラーには，シュタンプファー以外にも良き理解者，支援者が居ました．連続関数や無限の概念で解析学の初期に貢献したベルンハルト・ボルツァーノ（Bernhard Bolzano），気象学と地磁気の研究で知られるカール・クライル（Karl Kreil），前述のフランツ・エクスナーなどです．

図4　シュタンプファーは終始ドップラーを支えた恩師でした．

図5　シュタンプファーが使ったミラベル城の塔．

4. 敵対したペッツバル（1807–1891）

ヨーゼフ・マクシミリアン・ペッツバル（Josef Maximilian Petzval）の父は多才な人で，教師や作曲家としてだけでなく，熟練した機械工でもあり，魔術師とも呼ばれていたそうです．彼が作曲したミサ曲は現在でも演奏されています．ペッツバル本人は1828年にペスト大学から工学の学位を授与されています．1830年，ペッツバルの工学計算に基づく防災ダムのおかげで，ドナウ川の洪水からペストの町が救われました．1835年からペスト大学の高等数学の教授，1837年から1877年までウィーン大学の数学と力学の教授を務めました． 数学に長けたペッツバルは音階を数学的に定義し直し，31段階の音階調性を提案しています．この調性の特製ピアノを製作し，さらにギタルヴェ（ギターハープ）と呼ばれる弦楽器も製作し，多才さを発揮しています．

ペッツバル（図6）は，今日でも光学設計の世界では，平坦像面の条件を記したペッツバル和で有名ですが，最大の実際的業績は写真光学系の体系化でしょう．ペッツバルは，写真技術の礎を築いたダゲールのレンズより遥かに明るい肖像写真用レンズと，世界的な名声を得た高解像の風景写真用レンズを設計しました（図7）．レンズ製作の実用化のためフォクトレンダー社と組みますが，やがて仲たがいが生じ，1845年から法廷闘争が1858年まで続くことになります．この事件で，フォクトレンダーは，1868年には生産拠点をドイツに移しています．

個性的で変わり者でもあったペッツバルには，さまざまな逸話が残っています．剣術の心得があったペッツバルは，オーストリアの騎兵用サーベルが適切に作られていないと主張します．馬術のステップの理論にも詳しく，自宅から大学へはアラビア馬にまたがって，通っていました．毎日自宅の横で大量の薪割りをし，ウィーンの人には全く理解できない動きの体操をしていたそうです．ペッツバルはウィーンで最も危険なサーベル使いと噂されていたそうです（図8）．

ペッツバルは62歳で結婚しますが，妻はわずか4年後に亡くなります．前後して屈折光学系に関連する原稿が，侵入した空き巣に盗まれてしまいます．その喪失感にひどく傷ついたペッツバル

図6　光学設計でも有名なヨーゼフ・ペッツバルは数学が得意で多才でしたが，ちょっと変人だったようです．

図7　フォクトレンダーが1841年から発売した世界初の金属ボディカメラ．ペッツバルの対物レンズと円形のガラス乾板を使用．

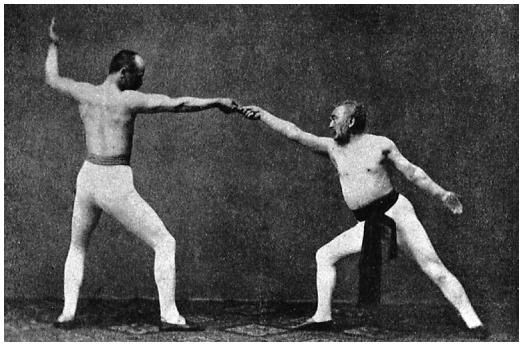


図8　フェンシングポーズのペッツバル（右）.

は，その後は引きこもってしまいます．彼は多くの論争でその強硬な姿勢を崩しませんでしたが，老後は科学アカデミー以外には姿を見せず，1877年に宮廷議員の称号を得て完全に引退した彼は，住まいから出ることもなくなります．友人の面会も拒絶し，世捨て人となったのでした．

ドップラーに敵対した他の研究者としては，ドップラーに自らの学説を学会で批判された帝国ボヘミア科学協会の幹部で数学者のヤコブ・クーリク（Jakob Philipp Kulik），星の色が変化するほど天体の速度は大きいはずがないとした後述の天文学者ヨハン・ハインリッヒ・フォン・メトレル（Johann Heinrich von Mädler）がいました．

5.　ドップラー論文の分析

1842年5月25日，プラハの帝国王立科学協会の会合で，ボルツァーノ会長の後押しを得て，ドップラーは「二重星と天界の星の光の色について（Uber das farbige Licht der DoppelSterne und einiger anderer Gesterne des Himmels）」と題する論文（文献[3]参照）を発表します．議事録によると，このときドップラーの発表を聴いたのは，5人だけだったそうです．

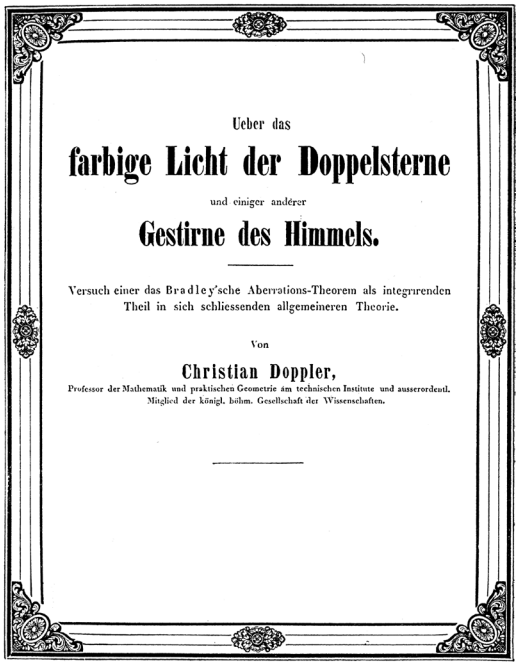
協会誌に掲載された論文（図9）は全11章，16頁，7050語からなり，一文あたりの語数は平均39語です．筆者が確認した中で最長の文章は，何と一つの文が10文節，110語からなっていました．原文の英訳を対訳形式で著書に掲載したAlec Eden[4]も指摘し，シュミット氏も認めているように，論旨を追いにくい論文です．筆者の語学力不足は否めませんが，おそらく当時のドイツ語圏の学者にも読みやすい文体ではなかったのではないかと思われます．

先行研究に触れているところもありますが，その内容構成は本題にはあまり重要でない話題や不必要に冗長な記述が多く，現在の査読誌であれば全体を1/4程度に整理するよう意見されたのではないかとさえ思われます．

まあ，個人的感想はさておき，論文の骨子は「ドップラー効果」の原理を説明していることにあります．ただし，実験結果ではなく，すべて思考実験に基づく論文です．初章で光がエーテルを伝搬する横波か縦波かについて論争があることに触れています．2章では，向かってくる波に抗して進む船が，波から逃げる船に比べて，より強い波を頻繁に受けるという例を挙げています．光もエーテルを進む波なので，光源と観測者の相対運動により，観測される波の波長が変わることを説明し，簡単な式を3章で提示しています．

4章では，具体例として音程D（レ音：現在の平均律では587 Hz）が音程C（ド音523 Hz）に聴こえるには音源が秒速114フィート（時速125 km）で遠ざからねばならないことを述べています．現在の音速340 m/sからは時速133 kmとなりますが，妥当な値を求めています．

光については，論文の第5章には光速を毎秒42,000（オーストリア）マイルとするとあります．当時のオーストリアの1マイルは7.59 kmとされていますので，この換算を採用すると光速は319,000 km/s（6%過大）となりますが，本稿ではこの値を採用することにします．黄色光が赤方偏移して可視域の限界を超えて見えなくなるには，秒速5,007（オーストリア）マイルで遠ざかる運動が必要であることを述べています．5章内には紫色の光の振動数が727 billion，赤方偏移して光が見えなくなる振動数が458 billionという記


Ueber das

farbige Licht der Doppelsterne

und einiger anderer

Gestirne des Himmels.

Versuch einer das Bradley'sche Aberrations-Theorem als integrirenden Theil in sich schliessenden allgemeineren Theorie.

Von

Christian Doppler,

Professor der Mathematik und praktischen Geometrie am technischen Institute und ausserordentl. Mitglied der königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften.

図9　1842年プラハ科学協会誌に掲載されたドップラーの論文表紙.

述があります．オーストリアのbillionは1兆のことですので，ドップラーが想定していた紫色光と赤側可視域限界の波長はそれぞれ，439 nmと696 nmとなります．現在の理解では紫色は約420 nm，可視限界は約750 nmとされているので，先の6%を考えれば，ほぼ紫色は妥当な数字と考えられます．

論文の次のページでは，振動数458.37 billionの「赤色光」の振動数が458 billionになると見えなくなることを議論しており，さらにこの振動数変化0.08%は速度33（オーストリア）マイル／秒に相当すると正しく計算しています．ところが，観測者が光源に近づく場合は，色が赤から明らかに緑色に変化し，遠ざかる場合は赤色がオレンジ色に変化するのが見えると記しています．0.08%の振動数変化では色覚的に分かるほどの変化にならないことはさておくとしても，オレンジ色を赤より長波長側に位置付けているなどの混乱もあります．

また，可視波長端を696 nmとして5,007（オーストリア）マイルで青方偏移を計算すると，黄色光は613 nmとなり，現在の590 nmの値とも先の6%範囲で矛盾していないことが，確かめられます．

目視で星の色を白，青，黄，赤などと表記していた時代ですので仕方ない面もありますが，6章で光のスペクトルをいくつかの色で表現した考察を記しています．白を青色と同列に扱っている点も今から見ると，論文の記述が分かりにくい要因の一つです．論文の後半では，実際には白，黄，赤の星はあるが，緑やオレンジ，深紅の星が無いことを指摘し，また単独星では色の変化がほとんど見られないことを述べています．

その上で，7章と8章で古文書で赤い星との記述があるシリウスや著しい色変化がみられたカシオペア座超新星（1572年），ケプラーの超新星（1604年）について述べています．さらに，ハーシェルやシュトゥルーベの観測記録に二重星（連星との区別はしていない）で数十年の間に色が変化して見えたものがあるとの記述を引用して，色変化が連星運動に基づくドップラー効果である可能性を示唆しています．この場合，連星は猛スピードで公転していなければならず，色変化も数十年のスケールではなくなるはずなのですが….

原論文を読めば読むほど，不統一や持って回った冗長な記述が気になり，複数の計算間違えも気になります．こんなところも次に述べるペッツバルのいら立ちにつながったのではないかと推察します．

9章と10章では文献から色の変化した二重星の例を挙げ，地球の公転速度程度では金星や火星の色変化が見えなくても不思議でないことを述べています．11章ではレーマーの光速度測定とブラッドレーの光行差に触れ，地球の公転速度程度で20秒角の光の方向変化が見えるので，もっと大きな速度であれば，色変化が起きても不思議でないと飛躍した論理で結んでいます．

以上のように，論文記述の枝葉末節には突っ込みどころがいろいろあることを指摘しましたが*2，エーテル論争のあった時代背景の中で，「ドップラー効果」の概念を提示したこの論文の重要性自体は揺るぎません．申すまでもありませんが，そのことは，記しておきたいと思います．

6. ドップラー効果に関する論争

さて，最後になりましたが，論争の経緯をお話しましょう．

1843年のシュトゥットガルト朝刊新聞の第51号に当時有名だった天文学者メトレルがドップラー批判の評論を発表しました．ドップラーはすぐに長い反論記事を投稿しますが，論調が強すぎて同紙は掲載を断ります．翌年，ドップラーは『オーストリア文学芸術誌』（第15号）に「天体が秒速100 km以上で動くはずがないというメトレルの批判は，彼がそう思うという意見でしかない」との反論を発表しています．

ドップラー効果の実証については，1845年6月，オランダのクリストフ・バロット（Christoph Hendrik Diederik Buys Ballot）が企画した実験が行われました．ユトレヒトとマールセン間を走る汽車に乗ったバロットたちは，予め沿線で待機させた音楽隊が鳴らす音が，楽隊に近づくときは半音高く，楽隊を通り過ぎると半音低く聞こえることを初めて確認したのです．

ドップラーが1850年にプラハ大学物理学研究所の所長に就任するまで，ウィーンではドップラー効果に対する批判の声は一切上がりませんでした．いや，むしろ，ドップラーの業績はウィーンでは知られてさえいなかったのです．

1842年の発表から10年後，1852年1月22日，ウィーンで開かれた学会でドップラー効果の妥当性をめぐる激しい論争が始まりました．この論争に火をつけたのがペッツバルでした．簡単な式しか書かれていなかったドップラーの論文について，数学に強かったペッツバルは，「微分方程式を理解せずに偉大な科学に入ることは不可能である」と批判しています．ドップラーは，「微分方程式からその存在を説明できない自然現象は，科学のためには存在しないと考えろとでも言うのでしょうか？」と反論しています．

論争の山場は，4か月後に帝国王立科学アカデミー会長が主催し，62名の参加で行われた第二回目でした．これは異例のショー裁判のような会合でした．ペッツバルは，ドップラー効果に関する彼の批判を次のようにまとめます．「静止状態にある音源が，例えば音程Aを発する場合，動き出しても同じ音程Aを鳴らし続ける．周囲の媒体にも同じ音程Aが届くことは自明であり，怪しい理論を提唱することは誠に怪しからん．」ペッツバルにはドップラーが論文で計算したような大きな速度で星が動くはずはないという，思い込みもあったに違いありません．

1852年に出版された「私の理論の正しさに対してペッツバル教授が提起した反対意見についてのコメント」と題する論文が，ドップラーの最後の論文となりました．

その秋1852年10月21日の第3ラウンドは，議論の勝ち負けではなく，ドップラーの欠席という形で決着しました．肺病を患ったドップラーは，保養のためその1週間前にベニスに向け旅立ったのです．みんなはドップラーが逃げ出したと思い，ペッツバルは，この件は勝利で終わったと考えていました．この頃までにドップラー効果は何度かの音響的な実験で正しいことが確認されていましたが，アカデミーの大多数はペッツバルの辛辣な批判に同意していたのです．

亡くなるまでの5か月，病床のドップラーがベ

*2 本稿投稿後に，ドップラー論文の間違いを記したウェブページ[5]があることに気づきましたが，この頁自体にも誤りがあり，訂正を求めているところです．

ニスでこの論争について何を思ったか，推し量れませんが，おそらく体のことで精いっぱいだったことでしょう．

最終的には，ドップラーの死後，1860年と1861年にエルンスト・マッハが発表した論文で，この論争の明快な解決が提示されたのでした．マッハは，次のように書いています．

「ペッツバルが主張する振動周期保存の原理は，どこで振動が励起されようと，また媒体が流れていても，振動の周期は一定であることを述べています．一方，ドップラーの原理は，観測される振動の周期は波動源と観測者の相対速度に依存するとしています．つまり，この2つの原理は異なることを述べているのです．ドップラー効果にペッツバルの原理を適用するのは誤りです．ペッツバルは，波動源と観測者の相対運動を媒質の流れに置き換えることができると考えていますが，それは正しくありません．」

ペッツバルの批判を論破したこの明確なマッハの説明や，いくつかの実験的な追加確認がなされたにもかかわらず，根底ではエーテル論争とつながっているところがあるこの論争は，さらに20年にわたり，燻ぶったのでした．

1901年11月6日，ウィーン大学でペッツバルの祝賀会が行われ，ペッツバルの記念碑が除幕されました．同時に，彼が生前猛烈に反対していたクリスティアン・ドップラーの記念碑も大学のアーケードの中庭で除幕され[6]，ペッツバルとドップラーのそれぞれを祝福するスピーチがなされました．それぞれの業績を称え，二人の論争に完全な終止符を打つための，皮肉で奇妙なイベントだったと思われます．

その後の世界に大きな影響を与えたドップラー効果の発見でしたが，ドップラーの人生や論争については，あまり知られていません．アインシュタインはドップラー効果について，「電磁波の理論がどんな形に進化しようと，ドップラー原理は不滅であろう．」と述べています．

謝　辞

興味深い資料を提供し，筆者の分析に80通ほどのメールのやりとりで付き合ってくださったペーター・シュミット博士に感謝いたします．また，故ペーター・マリア・シュスター博士の著書の英訳を行った同氏夫人のリリー・ウィルス博士から本稿で使用したLiving Edition社所有の貴重な画像を提供いただきました．“Photos by courtesy of Legacy Peter Maria Schuster, Poellauberg (photo editing by Technographic, Vienna)”

参考文献

[1] https://www.ura.osaka-u.ac.jp/uramagazine/vol_064.html#03（2021.04.20）
[2] https://www.christian-doppler.net/（2021.04.20）
[3] Schuster, P. M., Translated by Wilmes, L., 2005, Moving the Stars：Christian Doppler, His Life, His Works and Principle, and the World After,（STARNA Ges.m.b.H., pfungstadt）
[4] Eden, A., 1992, The Search for Christian Doppler,（Springer-Verlag, Berlin）
[5] https://en.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cber_das_farbige_Licht_der_Doppelsterne_und_einiger_anderer_Gestirne_des_Himmels（2021.05.17）
[6] https://monuments.univie.ac.at/images/8/8d/Christian_Doppler_1.jpg（2021.04.20）

Christian Doppler and the Doppler Effect

Masanori Iye
National Astronomical Observatory, Osawa, 2-21-1, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan

Christian Doppler, born in Salzburg, published a paper describing the Doppler effect at the Imperial Royal Academy meeting in 1842. This paper was later heavily criticized by Petzval and others, but Doppler's rebuttal became his last paper published before his death. In the first half of this article, the author introduces the unique lives of Doppler himself, his mentor Stampfer, and his opponent Petzval. In the second half of the paper, the author presents his critical review of the Doppler's paper and some views on the background of the controversy about the Doppler effect.