

デデキントの生涯(1) *

赤堀庸子†

序

リヒャルト・デデキントといえば、数学専攻者にはよく知られた名前であろう。整数論、解析学の基礎を扱った教科書には必ずその名がのっているといってよい。

しかしその生涯はあまり「教科書的」とはいいがたい。偉大な数学者の人生といえば、まず若い頃に何か（問題解決した）論文を発表し、それが評価されて学界の中心に受け容れられ、名声を確立した後は後継者を多数育てていく、というあたりが標準的なところであろうが、デデキントの生涯はそれとはかなり異なる。

デデキントの通ったゲッティンゲン大学は、晩年から死後にかけてはドイツの数学の（世界の科学の）中心となったが、在学当時は数学者養成の機能は今ひとつであった。当時は科学の中心がアカデミーから大学に移行する過渡期であり、ベルリン大学が研究の最先端を担っていた。先輩のリーマンはベルリン大学に学びに行っている。存命中のほとんどにおいてベルリン大学が学界の中心を担っている時代に、彼は終生 Universität に勤めることもなく、Technische Hochschule で一生を終えた。

著作の出版の様子も変わっていて、まず40代はじめに大部の「代数的整数論」（その他集合論関連の著作）が発表されて、それから後論文執筆活動が晩年まで続くといった形になっている。そのようにして一生をかけて集合概念に基づいた数学の構築に取り組んでいく。

こうしたデデキントの人生について、一度振り返っておくことも無駄ではないと思われるので、本稿を起こした次第である。

初めに、デデキントの生涯について、要点を振り返っておこう。

1831年にブラウンシュヴァイクに生まれる。ゲッティンゲン大学で1850–58年に数学を学ぶ。（1854年からは、私講師として講義も行っていた。）当時のゲッティンゲンにはガウス（1777–1855）もいたが教育活動にはあまり熱心ではなく、私講師時代のディリクレ（1805–1859）の指導、リーマン（1826–1866）との親交が重要な影響を及ぼした。

1858年チューリッヒ高等工業学校に就職。1862年にブラウンシュヴァイク高等工業学校に赴任。以後同地（生地）で生涯を送る。

著作の発表は、主に人生の後半期に集中している。1871年には整数論講義の第2版の付録にて、集合論的な概念に基づいた代数的整数論が発表された。翌1872年に『連続性と無理数』出版。こうした大きな著作を発表したあとの1870年代後半あたりから、論文執筆

*津田塾大学数学史シンポジウム, 2015.10.11

†erkym@mui.biglobe.ne.jp

筆量が増加してくる。また、若い数学者たちとの文通も始まる。(ウェーバー、カントル、リプシッツなど。)

1880年代からは、各アカデミーの(通信)会員に選ばれるようになる。1888年に『数とは何か、何であるべきか』出版。また、整数論講義も、版を重ねていく(1879, 1894)。名を知られるようになると同時に批判にもさらされることとなる。

1894年に工科大学を退職するが、教えることは続けていたらしい。論文執筆も活発に行っている。晩年はゲッティンゲン大学に数学の中心地が移り、仕事が受け入れられるようになっていく。1916年に没。

本編(1)では、デデキントの前半生を振り返ることとし、それに大学制度についての確認を付け加えたい。また全体に先立って基本的な文献をいくつか確認しておきたい。

文献

まず全集 [5] である。これは、フリッケ (Robert Fricke, 1861–1930)、ネーター、オアの三人の共同編集になっている。このうちデデキント家から原稿(書簡を含む)を託されたのは、ブラウンシュヴァイク工科大学でのデデキントの後任(彼はゲッティンゲンで学位をとっていた)のフリッケであった。フリッケが1930年に亡くなったため、全集に伝記が書かれることはなかった。原稿の大部分はゲッティンゲン大学の図書館に、一部はネーターの亡命先のアメリカの図書館に収まることとなった。

この全集は現在では Web でみることが出来る。

伝記といえば、短いものながら DSB 所収のピールマンの記事 [1] がある。資料を駆使して書いてあるようである。これも Web で見ることが出来るようになった。

二次資料に一次資料をプラスした書物として重要なのが、デュガックの著書 [4] であろう。彼は解析学の基礎に関する数学史家であるが、デデキントの仕事を全体的に取り上げている。後半は資料集となっており、全集などにのらなかった書簡、草稿などが収められている。

もうひとつ、資料集としては、デデキント生誕150年を祝って編集された [8] がある。これは、親族(兄の孫にあたるイルゼ・デデキント)による小文、同僚(Hans Zincke)の回想、家族への書簡、私講師時代の代数学講義とその解説、代数関数に関する論文、Dugacの論文などから成るものである。

一次資料を全部あげているときりがないが、もうひとつチューリッヒ時代の講義録 [6] が出版されていることを一言述べておきたい。

ゲッティンゲン以前

家族

リヒャルト・デデキント (Julius Wilhelm Richard Dedekind, 1831–1916)¹は、1831年10月6日に、北ドイツのブラウンシュヴァイク²に父 (Julius Levin Ulrich Dedekind, 1795–1872) 母 (Caroline Friedrich Marie Henriette, 1799–1882) の末子 (第4子) として生まれた。

リヒャルトの父は法学者であり、コレギウム・カロリヌム (大学へいくための準備機関。詳細は後に述べる。) の教授、顧問弁護士でもあった。コレギウム・カロリヌムの教授であるのは母方祖父も同様であった。

イルゼ・デデキントは小文 [8] (pp.1–12.) でデデキントの両祖父の話を伝えている。それによると、父方祖父 (Johann Julius Wilhelm Dedekind) は医者、化学者であり、砂糖大根から砂糖をとることに関する研究を行ったという。不器用な人柄のため、研究が認められず、失意のうちに40代の若さで亡くなることとなった。残された妻子にはお金がなく、当時4才だったリヒャルトの父親も、極貧を味わう羽目になった。その後彼は苦学してゲッティンゲンで法学を修めたが、学資の負債が長らく影を落としていたという。残された講義録からは、彼の多様な学識が感じられるという。

母方祖父 (Johann Friedrich Ferdinand Emperius) の専門はよくわからないが、広い学識の持ち主だったらしい。(DSBの記述には帝国郵便局長であったとある。またダニングトン著『ガウスの生涯』では語学教授 (ギリシャ語、ラテン語、英語および宗教) ヨハン・フェルディナント・フリードリヒ・エムペリウスの名が登場するが、これはデデキントの祖父のことと思われる。) イルゼは、1814年のパリにて彼が (ブラウンシュヴァイク博物館長として) ナポレオンに奪われた宝物を奪回したという話を紹介している。旅行が好きで、世界各地から手紙を書いているという。

4人きょうだいの長子 (長姉) ユーリエ (Julie, 1825–1914) は、文学者 (詩人) であり、生涯独身であった。1893年に地方の文学賞を貰っているようだ。第2子 (次姉) マチルデ (Mathilde, ?–1860) は、1860年に亡くなっている。リヒャルトが (ゲッティンゲンやチューリッヒから) 家族にあてた手紙は、姉宛のものが多く、この死亡は寂しいものであったと思われる。

第3子 (兄) アドルフ (Adolf, ?–1909?) は、父と同じく法学の道に進んだ。ゲッティンゲン大学で法学を学び、ブラウンシュヴァイク上級地方裁判所の判事となった。きょうだいのうちアドルフだけが家庭を持った。(アドルフの孫がイルゼである。)

リヒャルトは生涯結婚せず、1862年以降はブラウンシュヴァイクでこの家族とともに過ごしたのであった。

¹正式な発音は「デーデキント」と長音にするようであるが、ここでは慣用を考えて「デデキント」のままにした。

²英語、フランス語表記によれば Brunswick となる。地名の現地表記と英語表記が異なることはしばしばあることである。日本語によるドイツ地名の表記は現地読み優先なので、英語書籍中の Brunswick も、「ブラウンシュヴァイク」と訳してよいのではないかと思う。

ゲッティンゲン以前

大学入学前のデデキントについては、学位取得時にゲッティンゲンに提出された（ラテン語の）文章によってみる事が出来る。（[4], pp.179–180. ここでは、Dugac, Biermannの訳を参考にした。）

7才から16才までギムナジウム (Martino-Catharineum) で学んだ。³はじめは物理と化学を学び、数学は補助的な科目としか思っていなかったが、次第に物理には秩序と厳密に論理的な構造が欠けていると思うようになり、数学を勉強することに決意したらしい。

1848–1850年に、コレギウム・カロリヌム⁴で学ぶ。ここでは、解析幾何学、代数解析、微分積分、高等力学、そのほか自然科学を学んだ。

ゲッティンゲン

ゲッティンゲン前期 (1850–54)

1850年の復活祭時にデデキントはゲッティンゲン大学に登録した。当時のゲッティンゲン大学はまだ最先端の教育を受けられるところではなかった。主たる教育活動は、ギムナジウムの教員を養成することに集中しており、シュテルンやウルリッヒといった今日では名の知られていない教授がその中心にいた。⁵

ゲッティンゲン時代に関しては、デデキントが晩年に書いた回想が [7] (pp.82–83.) にある。

それによると、シュテルンの微積分、クイントゥスの地学、熱学、ガウスの最小二乗法、ゴールドシュミットの天文学などに出席したらしい。（数学・物理ゼミナールは部分的に参加しただけだった。）特に感銘を受けたのはウェーバーの実験物理学であったと述べている。これら2年間の講義は、ギムナジウムの教員になるには十分な水準であった。（1852年にデデキントは学位論文 [2] を提出している。）

しかし、当時のゲッティンゲンには、新幾何学、高等数論、高等代数、楕円関数、数理解物理などの講義が欠けており、（それらは、当時からベルリン大学でシュタイナー、ヤコビ、ディリクレが行っていたものであった。）1852–54年まで、それらの内容を必死で勉強しなければならなかった、とデデキントは述べている。

1854年6月に、デデキントは教授資格講演「数学に新しい関数を導入することについて」 [3] を行った。この講義は扱われている数学の水準こそ高くないものの、後の仕事「連続性と無理数」「数とは何か、何であるべきか」の起点とみられるものである。

1854–55の冬学期に、デデキントは私講師としてまず幾何学と確率の講義を行った。幾何学においては新しい解析的な方法と総合的な方法とを並立して教えたという。

³標準的なギムナジウムは初等教育終了後に9年間学ぶものであるが、中にはプロギムナジウムといって、早く修了するものもあったらしい。当地のギムナジウムがそれにあてはまるということであろう。7才から学んでいるということは、初等教育も併設されていたのであろう。

⁴すでに述べたように、大学へ進学するための準備機関である。当地のギムナジウムの修了年限が早いから、このような施設が必要だったのであろう。この施設は後にブラウンシュヴァイク工科大学となる。詳細は後に述べる。

⁵1850年に設立された数学・物理ゼミナールも、ギムナジウムの教員養成に向けてのものであった。

ゲッティンゲン後期 (1854–58)

1855年2月にガウスが亡くなり、後任としてディリクレが1855年秋にゲッティンゲンに赴任する。これがデデキントに決定的な影響を与えた。回想 [7] によると、デデキントはすでにディリクレの著作を徹底的に読み込んでいたものの、強烈な口頭の講義に出席することに、大いなる喜びを感じたという。ディリクレの講義のすべて（数論、ポテンシャル、定積分、偏微分方程式）に出席した上、日々個人的にも親交を深めたことで、自分は全く新しい人間になった、とデデキントは述べている。

またこの時期、デデキントはリーマンのアーベル関数、楕円関数の講義（1855–56年冬学期、1856年夏学期）に出席した。リーマンとの親交を深めるようになったのはこれがきっかけらしい。

1856/57年冬学期と1857/58年冬学期には、代数学講義が行われる。出席者は各2名で、前者は Hans Zincke (Sommer) (1837–1922), Paul Bachmann (1837–1920)。後者は Eduard Selling, Arthur Auwers である。⁶

1854年から58年の4年間は、デデキントにとって、「先生や先輩に囲まれた充実した時間」であったとあってよい。イデアルの着想もこの時期にさかのぼるようであるし、「切断」の発想もこの時期の直後であることを考えると、この時期はデデキントの数学思想にとってもっとも重要な時期であるといえる。

1858年復活祭時にデデキントはチューリッヒ高等工業学校に教授として赴任することとなる。学長自らがラーベの後任を探しにゲッティンゲン大学に来たのであった。リーマンとデデキントが推薦され、授業を聴講した結果デデキントが選ばれたのであった。

このとき以来デデキントは「大学 (Universität)」を去ることとなる。(1859年秋にはリーマンのベルリン旅行について行き、ベルリンの数学者たちと交流しているが。)

ちなみに、その後のゲッティンゲン大学においては、ディリクレが1859年に没し、リーマンが後任となる。リーマンの後任にクレプシュ（ヤコビの弟子）が赴任したことで、ゲッティンゲンの数学者養成が初めて軌道にのることになる。

チューリッヒ高等工業学校

Technische Hochschule（高等工業学校）とは、技術教育をになう高等教育機関である。19世紀において、それは格を上げていき、大学とともに数学者の就職先の候補となった。チューリッヒのTH（スイス連邦立高等工業学校）は、ドイツに先んじて1856年に大学の構造をとったのであった。（ドイツにおけるTHの歴史については次節で述べることにする。）当校は、デデキントを皮切りに、ドイツの数学者が勤めるようになったところである。

さて Technische Hochschule に異動したことで、教育負担は激増した。大学と異なり、カリキュラムは決められていて、聴講者の数も多かった。記録 [6](p.10.) によれば、一週間につき毎年平均10時間以上の授業（演習）を負担している。家族への手紙でもそうした不満を述べているようだ。

⁶後にウェーバーが『代数学』の序文で「ドイツで初めてのガロア理論の講義」と述べているものである。

意外なことだが、デデキントはわずかではあるが数論の講義も行っている。このようなこと（技術者教育のための TH で高等数学を教えること）はときどきあったらしい。

デデキントは 1860 年代で論文（著作）の発表が少ないが、これは（編集作業に従事していたということもあるが）多大な講義負担によるところが大であると思われる。

1861 年秋には故郷のブラウンシュヴァイク高等工業学校への異動の話が持ち上がり、デデキントもこれを了承する。

ブラウンシュヴァイク高等工業学校

ここで、高等工業学校⁷の歴史を振り返っておこう。[10] (pp.202-209.) 1770-1830 年ころにかけて、高等教育機関、Technische Hochschule（高等工業学校）が新設（あるいは既存のものが改組）された。工業化の進展に伴って高等工業学校の名声は確立し、総合大学と同等に扱われることを要求するまでになった。19 世紀後半には、高等工業学校は大学規約を獲得する、あるいは大学に改組された。こうした傾向には既存の大学からの抵抗もあり、学位授与権が認められたのはようやく 1899 年であった。

こうした学校は基礎教育段階において数学を必要としたので、高等工業学校は大学とともに、数学者の就職先を提供することになったのである。またすでにみたように、基礎的な講義に加えて、高等数学の講義を行うことすら可能であった。

ブラウンシュヴァイク高等工業学校は、もとは 1745 年に技術-自然科学部門と新人文主義部門の両方をもつ高等学校（大学へいくための準備機関）として設立された。ガウスが学んだのも、デデキントの祖父、父が教員として主に活動していたのも、この時代である。

この機関は次第に高等教育機関に移行するとともに、技術部門に重きをおく方にその性格を強めていった。1862 年には Polytechnische Schule となり、完全に技術部門に限られることとなった。さらに 1877 年には大学規約を獲得して、Technische Hochschule となった。[9] (pp.57-61.)

デデキントがブラウンシュヴァイク高等工業学校に教授として赴任したのは 1862 年であるから、おそらく改組に関係した人事であったのだろう。ここでもおそらくチューリッヒにいたときと同様、毎年多くの講義ををもっていたと推察される。

少し意外なことだが、デデキントは 1872-75 年に、高等工業学校の学長を引き受けている。40 代前半の数学者が TH の学長というのは、あまり普通のこととは思えない。上記でみたように大学昇格に向けて改組を行っている時期でもあり、大変な負担だったのではないかと思う。（ちなみに父親は 1872 年に亡くなっている。）

逆に、憶測ではあるが、学長を務めあげたことで、以後は授業負担が減ったのではないかとと思われる。（1876 年以降、論文（著作）の量が増えているのがみてとれる。）

⁷Technische Hochschule は工科大学とも訳されるが、本稿では高等工業学校の語をあてている。これは既存の大学に昇格するまでの経過を考慮したためである。デデキントは後述するように学長を引き受けており、この「昇格」をめぐる苦労したと思われるのである。

集合論的思考の発表

すでに述べたように、デデキントの高等工業学校時代の前期には、編集の仕事が集中している。1863年には、ディリクレの整数論講義の初版が出版される。第2版(1871年)の付録10において、体、環、加群、イデアルといった集合論的な概念に基づいた代数的整数論が発表された。

翌年の1872年に、『連続性と無理数』が発表される。そして、1872-78年には後の『数とは何か』の草稿が書かれる。この時期は、意識的に集合論的思考を発表した年といえるのではないだろうか。

もうひとつ重要なこととして、1866-76年のリーマン全集編集がある。1854-58年と並んで、この時期のリーマンの数学思想への取り組みが、デデキントの数学思想に深い影響を与えたと考えられる。

おわりに

後半では、デデキントの後半生とともに、大学就職 (Universität) との関係、政治との関わり、音楽 (趣味のみならず第二の専攻といわれる) のことなどをとりあげたい。

参考文献

- [1] Kurt-R. Biermann, "Richard Dedekind", *Dictionary of Scientific Bibliography* (Scribner, 1981).
- [2] R.Dedekind, "Über die Elemente der Theorie der Eulerschen Integrale", *Gesammelte mathematische Werke I*, pp.1-26. (1852).
- [3] R.Dedekind, "Über die Einführung neuer Funktionen in der Mathematik", *Gesammelte mathematische Werke III*, pp.428-438. (1854).
- [4] Pierre Dugac, *Richard Dedekind et les fondements des mathématiques* (Vrin, 1976).
- [5] R.Fricke, E.Noether und O.Ore (hrsg.), *Gesammelte Mathematische Werke, I-III* (Vieweg, 1930-1932 ; Chelsea, 1969).
- [6] M.A.Knus und W.Scharlau (hrsg.), *Richard Dedekind Vorlesung über Differential- und Integralrechnung 1861/62* (Vieweg, 1985).
- [7] W.Lorey, *Das Studium der Mathematik an den deutschen Universitäten seit Anfang des 19. Jahrhunderts* (Teubner, 1916).
- [8] W.Scharlau (hrsg.), *Richard Dedekind 1831-1981* (Vieweg, 1981).
- [9] W.Scharlau (hrsg.), *Mathematische Institute in Deutschland 1800-1945* (Friedr.Vieweg&Sohn, 1990).

- [10] ハンス＝ヴェルナー・ブラール（山本尤 訳），『大学制度の社会史』（法政大学出版局，1988）．