

Tendances d'aujourd'hui : de nouvelles possibilités d'interactions *

堀 井 政 信^{† ‡}

1 津田塾大学数学史シンポジウム報告集

1.1 数学・計算機科学研究所報

「津田塾大学数学史シンポジウム」における報告について、シンポジウムの翌年に「津田塾大学数学・計算機科学研究所報」として刊行されています。第1報は「19世紀数学史, 第1回数学史シンポジウム (1990.11.17) 所報 1 1991」, 直近は「第31回数学史シンポジウム (2021.10.16~17) 所報 43 2021」です。

1.2 数学史シンポジウム報告集

「津田塾大学数学・計算機科学研究所報」の内容が津田塾大学公式サイトに「数学史シンポジウム報告集」 [1] として掲載されています。所報名をクリックすると掲載されている論文が表示され, 多くを全文読むことができます。

*津田塾大学 数学・計算機科学研究所第32回数学史シンポジウム, 2022.10.15

[†]e-mail : masa.horii@nifty.com, キーワード : *Les Polytechniciens dans le siècle 1894-1994*, École polytechnique, Henri Poincaré, 抽象化, 総合的な問題, 幾何学, 現代物理学, 分子生物学, 数理経済学者, モデル化, Paul Pierre Lévy, 確率, Kolmogorov, K. Itô

[‡]メールマガジン 高校教員が始めた数学史 <https://www.mag2.com/m/0001691792>,
ウェブサイト 高校教員が始めた数学史 <http://nifty3.my.coocan.jp/mathhis.htm>

拙論文を17報掲載していただいております。最初の論文は「大坂英語学校の数学教育と Davies, Bourdon, Legendre」(所報22, 2001年, 109-120頁) [2]。第11回数学史シンポジウム(2000年10月22日(日))における報告です。

「A.M. Legendreの幾何学教科書- École Polytechnique所蔵の史料について-」(所報27, 2006年, 198-203頁) [3]。2005年4月にÉcole Polytechnique(パリ郊外)で史料調査(2週間)を行いました。そして、*Les Polytechniciens dans le siècle 1894-1994*(以下, 1894-1994) [4]を取得しました。「École polytechniqueと*Les Polytechniciens dans le siècle 1894-1994*」(所報33, 2012年, 224-232頁) [5]。1894-1994 [4]はÉcole Polytechniqueの創立200周年記念誌です。直近の論文は「Polytechnique et les mathématiques : ombres et lumières (ポリテクニクと数学: 光と影)」(所報41, 2020年, 49-57頁) [6]。第30回数学史シンポジウム(2019年11月9日(土))における報告です。

2 はじめに

1894-1994 [4]を読み進めています。“Polytechnique et les mathématiques : ombres et lumières (ポリテクニクと数学: 光と影)” (2019.11.9) [6]では、“Polytechnique et les mathématiques : ombres et lumières”と“*Henri Poincaré*(1854-1912)”について述べました。それに関連して、『改訳 科学と方法』(ポアンカレ著, 岩波書店, 1983年) [7]に言及しました。

本報告では、“Tendances d’aujourd’hui : de nouvelles possibilités d’interactions (今日の傾向: 相互作用の新しい可能性)”と“*Paul Pierre Lévy*(1886-1971)”について述べます。

3 Cent ans de mathématiques (数学の100年)

20世紀に数学が前代未聞の大発展をします。数学の多くの分野で豊かになりました。

3.1 人類の歴史における前代未聞の大発展

数学の影響力が社会で増加します。数学が関与できる領域が目覚ましく増加します。特に、抽象科学。

3.2 多くの国の教育における主要な地位

全ての国で数学教育が一般化しました。数学の問題を限られた時間で解く能力でエリートを選抜しようとしています。仕事における抽象的概念の一般化が重要な役割を果たします。

3.3 根本的な見直しと衝撃的な進歩の100年

19世紀末から20世紀初めに「基礎の危機」が発生。より大きい抽象化とますます体系的な公理的方法に頼ります。1930年代終わりからブルバキ・グループが活動し、一般的な構造の研究を強調します。戦争直後に多くの分野で衝撃的な進歩をします。その内容は、関数解析の抽象的な発展、偏微分方程式の一般的な解法、応用科学における数学モデリングです。そのことは幾何学問題の解決を容易にします。代数幾何は代数と数論の融合により変わりました。学科の異種交流が発生しました。確率論と幾何学、群論と量子力学、物理理論と代数幾何学、数論と微分幾何。

3.4 新しい、根本的に新しくする分野

19世紀終り以来、数学に新しい分野が生まれます。確率、数値計算、自動制御、力学体系理論、「特異性」理論。

Paul LevyとKolmogorovが確率論の基礎を築きます。数学の他の分野が多く寄与します。解析：関数空間の探求、幾何：確率積分の形をした方程式の解答、数理物理：固体物理における量子効果の研究のためのイジング模型。

数値計算あるいは科学計算はコンピューターにより適用分野が著しく拡大します。

3.5 科学計算

科学計算がコンピューターと共に生まれました。初めは、原子核の起源や亜音速・遷音速の流れを解くために発展しました。1960年代初めにCEA（フランス原子力・代替エネルギー庁）やEDF（フランス電力）などで、科学や技術の問題について量的な解答を得る手法として利用されました。ポリテクニクの学生が貢献しました。1960年代から1970年代初めに数学モデルの有効な手法（差分と有限要素，行列のアルゴリズム，最適化）が発展します。1970年代に有限要素法が構造計算の技術者により導入され，偏微分モデルの一般的な解法として認められます。

1980年代初めに科学計算が産業活動分野（原子力・航空学・自動車・石油・電子工学・遠距離通信）へ侵入します。少ない費用でコンピューターでシミュレーションし，量的応答を得られるようになります。数値シミュレーションの貢献により非線形物理学と力学体系理論が発展しました。科学技術計算は数学・情報科学・科学と工業の応用の合流点です。

4 Tendances d'aujourd'hui : de nouvelles possibilités d'interactions

4.1 今日の傾向：相互作用の新しい可能性

抽象化が20世紀の数学の発展に寄与しました。ただ，固有の厳格さのために，大衆が近寄り難く見える危険がありました。

数学の多くの分野で主要な関心が局地問題から総合問題へ移動しました。その変化は多数の分野へ幾何学のアイデアが侵入したことによると考えられます。《代数幾何》，《算術幾何》，《超局所》計算が生まれました。

新しい手法の増加により，数学と科学・工業・サービスとの相互作用が拡大しました。

20世紀の間に数学と物理がとても豊かになりました。現代物理学（特に，量子論）は高度に複雑な数学の基礎を理論的枠組みとして必要とします。

分子生物学はDNAを表現するために数学モデルを必要とします。並外れた情報量により，ゲノム配列は新しい発展を生み出します。

経済では，数学が経済数学者にノーベル賞をもたらしました。

モデル化による新しい可能性のお陰で、数学が寄与する多くの生産物（飛行機・チップによるカード・画像の複製・予測分野）が存在します。その結果、応用数学の専門家が求められるようになりました。

5 *Paul Pierre Lévy*(1886-1971)

“Tendances d’aujourd’hui : de nouvelles possibilités d’interactions”にある“*Paul Pierre Lévy*(1886-1971)”に基づき、ポール・レヴィの歩みについて述べます。[4]

Paul Pierre Lévy は 1886 年にパリで生まれました。Paul Lucien Lévy (École polytechnique の試験官) の息子。グランゼコールの入学試験に準備するため、lycée Saint-Louis に入る。1904 年、École normale supérieure と École polytechnique に入学します。

学位論文の後に、Jacques Hadamard, Émile Picard, Henri Poincaré に学び、関数解析について最初の研究。1905 年に Poincaré の講演を聞いて確率に接触します。1919 年に École polytechnique から求められ、確率について講演します。そして、確率分布関数を発見します。特性関数の定理 (1920 年～1922 年)。次に、ブラウン運動の特性に関心を持ち、並外れた解析をします。

Paul Pierre Lévy は Kolmogorov とともに、現代確率計算を創設します。性格はとても穏やかで謙虚。そそっかしい所があります。フランス占領下時に警察に取り調べを受け、本物の身元書類を提出してしまいます。ユダヤ人への迫害から逃れるため、偽名を使っていました。

Paul Pierre Lévy はソルボンヌの教授として追放されます。1920 年～1958 年に École polytechnique の教授として教えました。セミナーを持たず、フランスの生徒は少なかった。しかし、外国人からとても尊敬されました。生徒あるいは後継者は、アメリカ人の Doob と Feller, 日本人の Itô です。

Paul Pierre Lévy は 1964 年 (78 歳) までアカデミーに入っていませんでした。

6 *Paul Pierre Lévy et le mouvement brownien*

Paul Pierre Lévy は確率の現代理論の創始者で、ブラウン運動を詳細に研究しました。彼はブラウン運動の軌道の特徴の記述し、継続係数を計算し、消滅時間の集合がカントール集合であることを示しました。新しい時間目盛としてブラウン運動の《ローカル時間》を構築しました。さらに、ブラウン運動を描写する《遠足》の概念を引き出しました。

彼の研究は同時代人に理解されず、後に K. Itô によって再興され仕上げられました。

Paul Pierre Lévy は《確率積分》の理論と《確率微分方程式》の概略を示し、K. Itô が 1950 年代に発展させました。

7 終わりに

“Tendances d’aujourd’hui : de nouvelles possibilités d’interactions (今日の傾向：相互作用の新しい可能性)”と“*Paul Pierre Lévy*(1886-1971)”を見てきました。抽象化が 20 世紀の数学の発展に寄与しました。モデル化による新しい可能性のお陰で、数学が寄与する多くの生産物が存在します。

Paul Pierre Lévy 氏について、不遇だった一面も書かれています。セミナーを持たなかったため、フランスにおける生徒は少なかった。一方、外国人からとても尊敬されました。後継者の一人 K. Itô は伊藤 清氏です。

“Cent ans de mathématiques (数学の 100 年)”の最終項です。数学は現代社会全般に不可欠な存在となっています。

参考文献

- [1] 津田塾大学数学史シンポジウム報告集 (津田塾大学数学・計算機科学研究報告)
<https://www2.tsuda.ac.jp/suukeiken/math/suugakushi/>

- [2] 堀井政信, 「大坂英語学校の数学教育と Davies, Bourdon, Legendre」, 『津田塾大学 数学・計算機科学研究所報 22 第 11 回数学史シンポジウム (2000)』, 津田塾大学 数学・計算機科学研究所, 2001, p.109-120
- [3] 堀井政信, 「A.M. Legendre の幾何学教科書- École Polytechnique 所蔵の史料について-」, 『津田塾大学 数学・計算機科学研究所報 27 第 16 回数学史シンポジウム (2005)』, 津田塾大学 数学・計算機科学研究所, 2006, p.198-203
- [4] Jacques Lesourne, *Les Polytechniciens dans le siècle 1894-1994*, DUNOD, PARIS, 1994, p.I-XXII, p.63-79
- [5] 堀井政信, 「École polytechnique と *Les Polytechniciens dans le siècle 1894-1994*」, 『津田塾大学 数学・計算機科学研究所報 33 第 22 回数学史シンポジウム (2011)』, 津田塾大学 数学・計算機科学研究所, 2012, p.224-232
- [6] 堀井政信, 「Polytechnique et les mathématiques : ombres et lumières (ポリテクニクと数学 : 光と影)」, 『津田塾大学 数学・計算機科学研究所報 41 第 30 回数学史シンポジウム (2019)』, 津田塾大学 数学・計算機科学研究所, 2020, p.49-57
- [7] 『改訳 科学と方法』, アンリ・ポアンカレ著, 吉田洋一訳, 岩波書店, 1983 年 1 月 10 日, p.3-69