

L'après-guerre : un renouveau de l'enseignement et de la recherche à Polytechnique *

堀 井 政 信 † ‡

1 はじめに

École polytechnique(1794年～)は18世紀末にフランスに誕生した学校で、高等教育としてその社会的威信を高めました [1]. 優秀な人材が集まり、その中から多くの名教科書が生まれました. フランスは勿論の事、世界の数学教育に大きな影響を与え、現在も多くの優秀な人材を輩出しています [2]. 京都大学と数学の教科書を介して深く繋がっています [3, 4].

Les Polytechniciens dans le siècle 1894-1994 [5]はÉcole polytechniqueの創設200周年記念誌です. “Introduction”では「美化された伝記はもはや適当ではない」としています. “Les sciences de la matière”の“Les sciences de la matière à Polytechnique : l’empreinte du << physicisme >> saint-simonien”では、サン・シモン主義の影響について書いています. 19世紀の後半に、数学の研究が他国に対して相対的に低下しました. 20世紀の初めには、物理学・力学に影響が及びました. 化学の状況も悪くなりました. [6]

*津田塾大学 数学・計算機科学研究所第24回数学史シンポジウム, 2013.10.12

†e-mail : masa.horii@nifty.com, キーワード : École polytechnique, *Les Polytechniciens dans le siècle 1894-1994*, 戦後, 再生, 教育, 研究.

‡メールマガジン 高校教員が始めた数学史 <http://archive.mag2.com/0000125834/index.html>,
ウェブサイト 高校教員が始めた数学史 <http://homepage3.nifty.com/mathhis/mathhis.htm>

本報告では“PARTIE I, De la science à la technologie”の“Les sciences de la matière”の中の，“L’après-guerre : un renouveau de l’enseignement et de la recherche à Polytechnique”以降について述べます。

2 L’après-guerre : un renouveau de l’enseignement et de la recherche à Polytechnique

2.1 シュケ令と Leprince-Ringuet の研究所

1939年にLouis Suquet(X 1891)が「le décret Suquet (シュケ令)」を出し、École polytechniqueの「若者」(卒業生)に研究職として出向する技術者団体を選ぶことを許しました。Louis SuquetはÉcole polytechniqueの卒業生で、École nationale des ponts et chaussées(国立土木学校)の校長を務めました。彼はÉcole polytechniqueの「若者」(卒業生)を受け入れ、給料と権利を保障して4年間好きな科学研究をすることを許しました。校長としての10年間就職の斡旋に専念しました。

1937年にはLeprince-Ringuet(X 1920)の研究所が創設されました。École polytechniqueの敷地内に創設された最初の研究所です。彼はMaurice de Broglieの研究所で博士論文を書き、宇宙放射線の原子核相互作用を研究しました。

2.2 外部の研究所

École polytechniqueの外部の研究所でも、多くの卒業生が活躍しました。B. Grégory(X 1938)はCERN(欧州原子核研究機構)の所長を務めました。A. Lagarrigue(X 1944)はOrsay大学の教授で、Gargamelle(ニュートリノ検出器)計画を発案しました。J. Crussard(X 1930)はSaclay研究所の「premier anneau Saturne(土星の最初の輪)」のチームにおいて、粒子物理の放射光を研究しました。B. Grégoryは1959年にÉcole polytechniqueの教授に任命され、講座に関連づけられる研究所の所長になりました。Solomon(X 1949)は固体物理と核磁気共鳴の研究チームを創設しました。Teissier du Cros(X 1924)はレーザーとプラズマの研究を発展させました。

2.3 現代物理学

École polytechnique における現代物理学の教育は研究所の創設から始まりました。Leprince-Ringuet の物理講義は生徒を感激させました。しかし、そのカリキュラムの骨組みが古かったので、1956年に Astier, Grégory, Lagarrigue, Muller の協力で更新されました。その序文に、《数学の発展を過信しない》、《物理の本質的な見方は計算によらない》と書かれています。また、研究リーダーとしての役割を強調する必要があります。

3 Quelques endroits privilégiés à l'origine du renouveau

3.1 火薬中央研究所

「再生の始まりの場所」として、まず Le Laboratoire central des poudres (火薬中央研究所) を挙げています。Paul Vieille (X 1873) は poudre B (無煙火薬) を発明し、École polytechnique の物理学の教授 (1902-1903) を務めました。Louis Médard (X 1923) は火薬の力学を研究しました。Desmaroux (X 1901) はセルロースと硝酸セルロースの構造の専門家で、火薬中央研究所の所長になりました。多くの火薬技術者に博士論文を書かせ、Marcel Mathieu を研究所に招きました。Mathieu は分光学的に構造を研究する方法を研究室に導入しました。Jean Chédin (X 1929) はセルロースのニトロ化の構造と反応メカニズムの専門家です。

3.2 力学

力学については、Caquot (X 1899) が4つの流体力学研究所 (Lille, Marseille, Toulouse, Strasbourg) を1920年代に創設しました。Ecole polytechnique の卒業生が ONERA (航空宇宙の調査・研究公社) の創設と発展に貢献しました。Maurice Roy (X 1917) と Pierre Contensou (X 1932) が所長を務め、Brard (X 1925) は船の流体力学、Gille と Péglerin (ともに X 1943) は自動制御理論を研究しました。École polytechnique の敷地内では、固体

力学と動的気象学が発展しました。固体力学において、塑性理論、構造研究の数学的方法、建築や新材料への応用が生まれました。動的気象学において、J. Mandel (X 1926) が大気の動き、海・地面・氷の結合作用、ほぼ2次元の乱流の非線形メカニズム、数値によるモデリングを研究しました。

4 La physique en France après la guerre

4.1 戦後のフランス物理学

戦後いくつかのグループがフランス物理学の再起動に貢献し、それぞれに *École polytechnique* の卒業生がいます。Horowitz (X 1941), C. Bloch (X 1942), Abragam, Trocheris (X 1942) は、フランス解放後の短期間 *le CEA* (原子エネルギー委員会) に身を落ち着け、後に A. Messiah (X 1940) により復帰させられました。A. Messiah のグループは、Von Neumann の高等数学の著作により量子力学を学びました。また、コペンハーゲン (Niels Bohr の研究所) やハーバード大学 (Purcell) へ留学しました。数年後に A. Messiah が量子力学を若い世代に教え始めました。CEA のグループは公衆の啓蒙に重要な役割を演じました。Abragam が磁気共鳴、C. Bloch が原子核物理、Herpin が固体物理、Trocheris がプラズマ物理を教えました。

Jacques Friedel (X 1942), Aigrain, Guinier のグループは固体物理をフランスに導入しました。Guinier が X 線結晶構造解析をもたらしました。Jacques Friedel が転位物理学の誕生の証人となり、著書 *Dislocations* (転位) は古典となっています。

Georges Friedel (X 1887) が液晶を研究し、1922年に専門誌の記事で公表しました。1926年に *Lecons de cristallographie* (結晶学講義) を出版し、1964年に再版されました。

4.2 転位

転位の概念は、連続的等方性媒質の弾性方程式の特異解から生まれました。Volterra (数学者、伊) が *ligne fermée L* と *vecteur b* が必要と指摘しました。Taylor, Orowan, Polanyi が概念を結晶体に拡張し、Ch. Franck

(英) と Jacques Friedel (仏) が結晶の柔軟な変形の基本的見方を示しました。後に電子顕微鏡で転位が観察されます。

転位という概念の起源は、結晶の強さの実測値が、単純な理論から予想される値に比べて余りに小さいことにありました。1934年に G.I.Taylor, E.Orowan, M.Polanyi によって転位理論が発表されます。 [7]

1934年に転位という特殊なひずみ場を結晶の変形の説明にもちこみました。はじめは仮説であり、その存在を信じない人も多かったが、1955～1958年ころに薄膜透過電顕法によって直接観察されました。 [8]

5 Un exemple : les états de la matière

ここでは転位と関連して科学の発展に言及しています。科学としての結晶学と鉱物学は仏で生まれました。それは École des mines de Paris (パリ国立高等鉱業学校) 教授 (~1802) の René-Just Haüy に依ります。

一方、Pierre Curie は磁氣的・電氣的性質に着目して、圧電気、キュリーの原理(1894)、強磁性と常磁性の法則を発見しました。École polytechnique の卒業生は結晶学と鉱物学の方法に依っていたため、それらの発見に関与することができませんでした。

Georges Friedel(X 1887) が液晶内の欠陥《 disinclinaisons 》を発見し、Louis Michel (X 1943) が発展させました。固体については《 dislocations (転位) 》と呼ばれ、金属の柔軟な変形の基礎特性となりました。それは物理冶金に関係しており、École polytechnique の卒業生 (C. Crussard と Jacques Friedel) が重要な貢献をもたらしました。

6 Chercheur et ingénieurs:les enjeux de la formation polytechnicienne

École polytechnique の学生への教育に期待されていることについて述べています。Lhermitte (1968) と Friedel-Lecomte (1982) の報告により、École polytechnique は基礎教育の場所でなければならないという主張が広まっていました。しかし、知識の豊かさと工業社会複合体が「追加の教育」を求めます。それは2つの段階により行うことができます。

まず最初に、伝統的な2年の就学期間の間、Palaiseauにある研究所を生徒たちに恒久的に開放することが重要です。そのためには時間割の整備以上のことが必要になります。研究所と教育の制度的連結を確立しなければなりません。また、研究者に比較して教員の数が明らかに少ない。B. Grégoryが創設した研究所が1968年に教育講座に配置されました。

次に、École polytechniqueの卒業生は工学と応用科学の分野で常に重要な役割を果たしてきました。その成功は、2年間の教育の後に les écoles d'application (応用学校) で専門化された教育を付け加えたことに依ります。今日では研究所における補完教育が欠かせません。これまでは博士論文のための勉強がその役割を果たしてきましたが、現在では十分ではありません。応用学校と密接に連携して、教育課程における3年目の制度化が提案されました。

7 終わりに

フランスではLycée(高校)卒業後、バカロレアの成績などによって、Classes préparatoires aux grandes écoles(高等専門大学進学準備学級, 2年間)に入ります。修了後 Concours d'entrée(入学資格試験)に合格して Grandes Écoles に入学します。 [9]

École polytechnique のウェブサイト [10] に依りますと、現在 Le cycle ingénieur の教育課程は4年間になっています。2年間ずつに分かれていて、前半の2年間を終えた時点で Bachelor Licence を取得できます。後半の2年間と並行して Le cycle master(2年間) が設けられていて、それを履修した後に Le cycle doctoral(3年間) に進みます。

転位の概念はイタリア人数学者の Volterra の指摘から生まれました。彼が具体的にどのような内容の研究をしたのかは今後の課題とさせていただきます。

Les Polytechniciens dans le siècle 1894-1994 [5] は1894年から1994年を対象としており、現代につながる、あるいはほぼ現代のフランス科学の歴史を記しています。現代の多くの人が生きた時代です。記事の執筆者が明記されており、参考文献も示されています。現代の科学の歴史を考える貴重な史料です。読み進め考察します。

参考文献

- [1] 堀内達夫,『フランス技術教育史の研究－エコール・ポリテクニクと技術者養成－』, 多賀出版, 1997
- [2] 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
- [3] 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
- [4] 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
- [5] Jacques Lesourne, *Les Polytechniciens dans le siècle 1894-1994*, DUNOD, PARIS, 1994
- [6] 堀井政信,「De la science à la technologie」,『津田塾大学 数学・計算機科学研究所報 34 第 23 回数学史シンポジウム (2012)』, 津田塾大学 数学・計算機科学研究所, 2013, p.427-433
- [7] 橋口隆吉,『金属物理学のあゆみ－転位論研究の発展を中心として－』, アグネ技術センター, 1997
- [8] 日本金属学会編,『新版転位論－その金属学への応用－』, 丸善, 1971
- [9] 8 大学工学教育プログラム委員会, 平成 9 年度「工学における教育プログラムに関する検討委員会」報告 (抄), 1998.10, II. 海外調査報告
- [10] <http://www.polytechnique.edu/>