

410.4-O26ウ



1200500742346

1.4

26



始





TI6B-44

410.4  
026  
ウ

# 戰時下の數學

小倉金之助著

國民學術協會編  
創元社發行





999  
23


JOURNAL POLYTECHNIQUE,  
 OU  
 BULLETIN DU TRAVAIL  
 FAIT  
 A L'ÉCOLE CENTRALE DES TRAVAUX PUBLICS,  
 PUBLIÉ  
 PAR LE CONSEIL D'INSTRUCTION ET ADMINISTRATION DE CETTE ÉCOLE.

---

PREMIER CAHIER.

---

MOIS DE GERMINAL



A PARIS,  
 DE L'IMPRIMERIE DE LA RÉPUBLIQUE.  
 AN III

---

Et se trouve chez les citoyens REGENT et BERNARD, Libraires, quai des Augustins, n.° 37.

エコール・ポリテクニクの機関雑誌  
 創刊號(共和曆3年で1795年の春)の扉  
 この學校は、1795年9月に Ecole Polytechnique となつたので、こ  
 こでは改名前の Ecole Centrale des Travaux Publics となつてゐます。

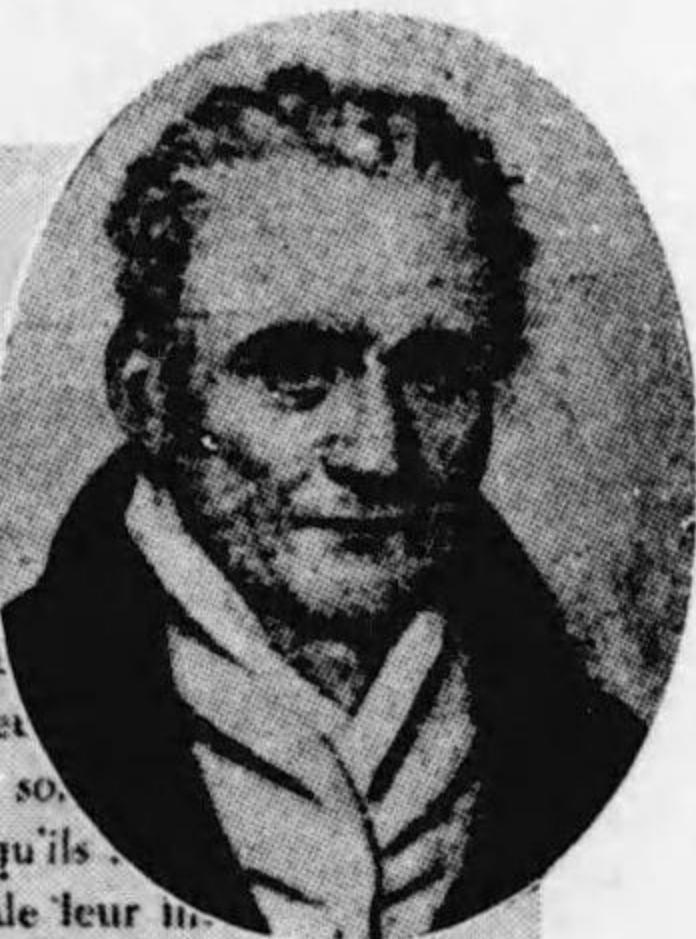
學識の刊報

第1卷第1號

東京大学図書

文部省印刷局





STÉRÉOTOMIE.

Les différentes parties qui composent l'instruction de stéréotomie sont au nombre de six; et chacune d'elles est destinée à occuper les élèves pendant deux mois. Par exemple, les deux premiers principes généraux de la stéréotomie, les deux premières parties, à la fin du premier mois, on distribue aux élèves des problèmes relatifs à l'objet qui les occupe, et qui exigent pour leur solution des méthodes qu'ils ont apprises. Ces problèmes ne sont pas de même difficulté; et les chefs de brigade qui, parce qu'ils ont travaillé avec les élèves, connaissent mieux les degrés de leur intelligence, sont chargés de les leur distribuer proportionnellement à leurs forces. Le problème doit être résolu dans le mois suivant: aucun jour n'est affecté à ce travail, qui doit être exécuté dans le temps que les occupations ordinaires de l'école peuvent laisser à la disposition des élèves.

A la fin de germinal, on a distribué six problèmes de stéréotomie, dont on trouvera la liste ci-après. Les élèves sont actuellement occupés de leur solution, dont on ne pourra rendre compte que dans le mois suivant.

MONGE.

TABLEAU des opérations qui ont été exécutées par les Élèves de l'École centrale des Travaux publics, pendant le mois de Germinal.

PRÉLIMINAIRES.

- 1.  
1.<sup>er</sup> jour. } Par un point donné dans l'espace, mener une droite parallèle à une autre droite donnée, et trouver la grandeur d'une partie déterminée de cette droite.
- 2.  
2.<sup>er</sup> jour. } Par un point donné, mener un plan parallèle à un autre plan donné.
- 3.  
3.<sup>er</sup> jour. } Construire le plan qui passe par trois points donnés dans l'espace.
- 4.  
4.<sup>er</sup> jour. } Un plan étant donné, trouver les angles qu'il forme avec les plans de projections.

B 2

モンジュの肖像と彼の講義  
これは前頁に掲げた雑誌の中の一頁で、画法幾何学の教案とも稱すべきものです。

讀者諸君へ

今日は、わが國民全體が總力を擧げて、大東亞戰爭を勝ち抜かねばならない重大時機であり、殊に現代の戰爭が科學戰であります性質上、科學技術を學ぶ者の責務は、極めて重いであります。そこで、今日のわが日本にふさはしい數學の研究乃至教育といふのは、如何にあるべきものでせうか。——この重要課題に對する正しい指針を、歴史的反省の下に、探求しようと試みたのが、この書物であります。

思へば、今は故人となられた松田源治さんが、大阪朝日新聞の記者に、

「……高等學校なんかで微分や積分を教へても、果してその何パーセントが工學者や理學者になるのかね。……中學校で幾何三角を教へることもどうかと考へてゐる……」

といふ、感想を語られたのは、當時の文相時代で、昭和九年八月のことでした。あれから今

讀者諸君へ



日までまだ満十年になりません。

しかしもう今日では、數學が極めて鋭利な武器であることを、認めない方々はあるまいと存じます。日本精神を失つては、決して日本數學を建設し得ないのと同じやうに、もし私たちがこの際、武器としての數學を飛躍發展させなければ、前線の勇士に對して、誠に申譯のないことになりませう。

なほ皆さんから、私の精神のあるところを、十分に正しく理解されたいと存じますので、大東亞戦争以前に發表したものを、雑誌の中から三篇だけ、この書物に採録することに致しました。なにしろ情勢の急激な變化のために、これ等の文字は何か微温的で、びつたり來ない點があるのです。けれども皆さんが、眞面目に、そして批判的にお読み下さるなら、今日でも御参考になるところが必ずあると、私は信じて居ります。なぜなら、開戦以來どんなに事情が急變したにしても、研究や教育の實踐となりますと、戦前の状態から、一歩一

の——出来るだけ速く——進むより外に、仕方がないのでから……

皆さん。いくら決戦下であつても、數學科學技術の研究と教育は、決して一時的な、間に合せのものであつてはなりません。今こそ、ほんたうに、わが數學科學技術の發達にとつて本質的な原則と方法を捉へることが、必要なのです。そしてそれを軍官民一體の協力の下に眞に日本的な、力強い精神力を以て遂行すべきであります。

昭和十九年六月四日

著者

讀者諸君へ

目



目次

戦時下の数学

戦時下に於ける科学技術学校

——初期のエコール・ポリテクニクについて——

まへおき	三
革命直前のフランス科学	五
革命時代の科学者	九
エコール・ポリテクニクの創立	一八
モンジュの學風と指導精神	三〇
エコール・ポリテクニクの成績	四一
エコール・ポリテクニクの影響	五八
その後のエコール・ポリテクニク	七〇



目 次

日本數學の建設へ……………七七

まへおき……………七七

江戸時代の數學……………七九

和算の性格……………八九

西洋數學の輸入……………九六

大東亞戰爭前に於ける數學の性格……………一〇四

日本數學の建設へ……………一一二

むすび……………一二一

参 考 篇……………一二四

數學教育刷新のために……………一二七

——特に専門教育としての數學に就いて——

まへおき……………一二七

序 論……………一三〇

數學教育の歴史的推移……………一三〇

數學教育に對する批判……………一三四

數學教育の缺陷……………一四一

理論と實踐の統一……………一四五

本 論……………一四九

外部關係の問題……………一四九

内部關係の一般問題……………一五七

教材の整理……………一六二

數學の本質と實生活の研究……………一六九

むすび……………一七四

物理學と數學……………一七七

はしがき……………一七七

物理學と數學との交渉史の諸斷面……………一七八

解 析 學……………一七九



幾何學	一八三
群論その他	一八八
ギリシャ時代の數學	一九〇
支那の數學	一九四
和算	一九六
物理學に使用される數學	一九九
原始的數學	一九九
言葉としての數學	二〇一
普遍化及び類推としての數學	二〇六
思考の型としての數學	二一〇
物理學に於ける數學の三つの面	二一四
むすび	二一八
現時局下に於ける科學者の責務	二二〇

# 戦時下の數學



## 戦時下に於ける科學技術學校

—初期のエコール・ポリテクニクについて—

ま  
おき

今日、わが國は大東亞戦争に勝ち抜くために、科學技術の躍進を必須としてゐます。今日の戦争は、實に科學技術の戦なのであります。随つて、政治力による科學技術の統一、科學技術教育の革新、かういふ重要問題につきましましては、軍官民の各方面で、いろいろ熱心に議論もされて居りますし、まただんだん實行に移されても參りました。

しかし、アメリカでは——例へば昨日と今日（昭和十八年九月十一日）の朝日新聞

戦時下に於ける科學技術學校



によりますと——數學、物理學に重點をおいた科學教育の徹底について、非常に明瞭な而も大膽な方策を、既に實行してゐる様子である。それに較べますと、わが國は、さういふ點で、まだまだ大變遅れてゐるのであつて、甚だ遺憾に堪へない次第であります。

そこで、この際に當りまして、全世界の永い歴史の中から、戦時下に於ける科學技術の研究乃至教育について、いろいろ調査いたしました結果、ここにその最も輝かしい一つの實例について、お話申上げたいのであります。わが國の現状に對し、何等かの意味で、御參考の一端になるかと存じまして、今夕、かやうな題目を選んだ譯であります。

さて、お話は、パリにあるエコール・ポリテクニクといふ學校のことで、それも、その學校の創立からナポレオンの没落まで、即ち一七九四年から一八一五年まで、約二十年間のことを主題として、申上げるつもりであります。エコール・

ポリテクニクは、「理工科學校」とか「砲工學校」などと譯されてゐますが、ちよつと適譯が見つかりませんので、原語のままと呼ぶことにいたします。

それから、このお話は出来るだけ固有名詞と専門語を入れない方針で、腹案を立てて見ましたが、題目の性質上、どうしても不可能なことが判りましたので、多少の固有名詞と専門語がまじり込むことになりました。この點につきまして豫め御諒解を願ひます。

要するに、國難に直面せる重大危機に於て、正しい方針の下に、科學技術者の熱心な協力を以てすれば、これだけの驚嘆すべき仕事が出来たのだ。——さういふ事實を、出来るだけ正確にお傳へたいのであります。お聴きぐるしいかも知れませんが、どうぞお許しを願ひます。

### 革命直前のフランス科學



なぜエコール・ポリテクニクが、フランス革命の最中に創立されたのか。そのことを考へます前に、話の順序として、フランス革命直前の科學について、一言申し上げたいと思ひます。

フランス革命は一七八九年に始つたのですが、その前夜に於けるヨーロッパの科學はどうであつたか。數學では、デカルトの解析幾何や、ニュートン、ライブニッツの微積分、進んでは微分方程式。さういふものが既に一應出来あがつた時代であつて、數學の方面は、他の自然科學に較べますと、よほど進歩を遂げてゐた譯であります。

物理學は、ニュートン物理學の全盛時代でした。力學の方面では、質點及び剛體の力學や流體の力學から、天文學に至るまで、だんだんと出来あがつて参りましたが、それに較べますと、熱とか光とか電氣とか、さういつた方面の、いはば實質的な物理學は、まだそんなに發展を見なかつた。化學の方面では、ラヴァア

ロエが丁度その時代の人なのでも判りますやうに、近世の化學といふものが、漸くその頃から始つたのでした。

それでも産業技術の方面は、イギリスだけは相當に進んで居りました。紡績機械は發明され、蒸氣機關は改良され、産業革命が一七六〇年頃から既に始つてゐた。さういふ時代であつたのであります。

科學者を眺めますと、オイラーとか、ダランベールとか、シェーレのやうな有力な人たちは、革命以前にもう世にゐませんでした。丁度革命の直前に於きましては、フランス以外の國には、天文や物理や化學の方面に、イギリスのハーシェル、キャヴェンディッシュ、プリストリー、イタリアのガルヴァニとヴォルタなどが、活動して居りましたが、數學の方には、一流の人物がゐませんでした。ドイツのガウスはまだ少年だつたのです。

ところが、フランスは、數物化學を通じて、可なり多くの人物を持つてゐた。



例へば數學者のラグランジュ、ヴァンデルモンド、モンジュ、ラブラース、ルジヤンドル、フリーエ、物理學者（寧ろ技術家）のボルダ、クーロン、天文學者のラランド、化學者のラヴォアジエ、ベルトレ、フルクロア。——かやうなのが、革命の直前にもう既に一家をなし、或は間もなく一家を成さんとする人たちでした。

それで公平に視まして、産業技術の方面では、他の諸國に較べて、イギリスが拔群であり、それにつれて實驗的科學が進んでゐましたし、數學的な（或は理論的な）科學では、フランスが優れてゐた。さう結論し得るかと思ひます。

それなら當時フランスの科學研究機關は何であつたかと申しますと、主に科學學士院であつて、大學やコレージュ・ド・フランスなどは、存在しては居りましたがけれども、科學研究もしくは科學教育の方面では、甚だ振はない時期でありました。それで科學や技術の教育機關として、比較的に大きな貢獻を與へて居つた

のは、土木や航海術などの諸學校、特に砲工の兵學校であつたのであります。

兵學校の中には、優れた數學科學教育を行つたものがあつた。ラブラースや、モンジュや、ルジヤンドルのやうな人たちは、實に兵學校の教授であつたのです。かやうな兵學校の中でも、メジエール——これはベルジュームの國境に近く、セダンの附近ですが、このメジエールの兵學校といふのが、極めて有名でありまして、そこには教授としてモンジュが居りました。このモンジュこそ、今日の課題たるエコール・ポリテクニクの中心人物となつた人であります。

### 革命時代の科學者

そこで今度は、フランス革命がいよいよ始まりましてから、その初期に於ける科學者の状態について、申し上げます。

一七八九年に大革命が始りますと、封建的な機關は、民衆の襲撃の下に、だん



だん崩れて参りました。さうして内外の情勢が、革命に對して危険となつて行けば行くほど、ますます過激派が勢力を得るやうになつた。丁度ヨーロッパの諸國が聯合してフランスに侵入を始める。一方同時に、國內の各地方に反革命の運動が起つた一八九三年六月の頃こそ、過激派の支配する勢力が最も強く、獨占的となつた時でありまして、遂に當時の進歩的知識階級を代表してゐたジロンド黨は破れまして、ジャコバン黨の全盛となつたのであります。

ところでジロンド黨がまだ破れない頃から、教育制度は根本的の革命を必要とするといふ意味で、革新的な、いろいろの議案が提出されたのでした。しかしその當時の社會經濟状態では、教育理論の中で、破壊的な部分のみを採用するに止まつた。建設的な方案を採用することなどは、逆も出来なかつた。それでジロンド黨が破れてしまふ前後には、國立公立の學校は、一切廢止されたばかりでなく、主要な兵學校さへも、一時は廢止されたことがあるのであります。

こんな調子で、科學學士院も一時は解散されましたし、メートル法の制定委員も、大部分は辭めさせられた。ジロンド黨に屬する數學者コンドルセーは自殺を遂げ、天文學者バイイーは、前パリ市長時代の過失といふ名目で死刑にされた。近世科學の父ともいふべきラヴォアジエは、軍事的化學技術を必須とするこの危機に、徵稅請負人であつたために、ギョチンにかけられました。彼の友人がジャコバン黨員に詰問したとき、「共和國は毫も科學者を必要としない」と答へられた。さういふ状態に、一時は立ち到つたのであります。

かやうな譯で、この恐怖時代には、數學者や物理學者などは、パリに住んでゐることが出来ませんで、大概田舎に隠れたり、自ら退いて研究をつづける状態になつたのでした。

それならフランスの科學者の全部が、さうであつたかといふに、必ずしもさう



ではなかつた。それどころか、国防のために奮闘した一群の人たちが現れたのであります。

さういふ人たちは、どこから出て来たのかと申しますと、それは主として、先に申しました兵學校の出身者であつた。即ち工兵とか砲兵とかの士官の中で、特に數學物理學などに興味を持つてゐた連中で、それがジャコバン黨の指令の下に猛烈な實踐活動をやつたのであります。

その一人がラザール・カルノーであります。彼は公安委員として非常に働いたのみならず、總司令長官デムーリエーの背叛（一七九三年四月）以來、フランスの軍隊が殆んど存在しないといはれた危機に於て、新しい軍團を、最も強力な軍隊に鍛へ上げたのでした。この軍隊の大改造を斷行したカルノーは、また卓越した戰術家であり、かの有名なワッチニーの戰の勝利は、主としてカルノーの作戦に歸するといはれ、或る意味では、ナポレオンさへ「カルノーの最大の弟子」

と、批評されてゐる位であります。幾何學者としても相當なもので、兎に角、數學史上忘れられない仕事を残してゐるのであります。

大カルノーと同様に公安委員であつたブリュール・デュヴェルノアは、物理や化學上の業績があり、殊に國際的度量衡即ちメートル法の原案を唱へた、最初の發頭人であります。この人が軍政兵站部の總理となつて、立派に仕事をやり遂げたのでした。

またムーニエといふ有力な幾何學者が居り、當時は輕氣球の研究に没頭してゐましたが、外敵に當るための將軍として、ライン河畔に戦死を遂げたのであります。

以上の三人は、皆メジエールの兵學校で、モンジュの教を受けた人達であります。それならモンジュその人はと申しますと、彼はメジエール兵學校の分校——士





フランス革命時代の地圖

この地圖は、外敵の侵入を防いだ有様を示すためのもので、都市の外に、主な要塞と戦場を載せてあります。前頁の年表を参照しながら、御覽ください。

ネールウインデンの戦にフランス軍が破れ、總司令長官デュームリエーが背叛したとき、フランスには、もう軍隊が殆んど存在しなかつたと、云はれてゐます。それは全くの危機だつたのです。

外敵は遂に一七九三年七月の末、もうパリまでの間にはモーブージュの要塞ただ一つあるのみといふところまで、侵入して來ました。これを撃破したのが、十月半ばのワッチニーの戦で、それからフランス軍は前進をつづけて、年末には遂に國境の邊で、敵を喰ひ止めることが出来たのです。

一七九二年  
四月 外國へ戦争の宣言。  
九月 ヴエルダン陥落す。  
ヴアルミーの戦、同盟(オーストリア、プロシア)軍撤退す。  
共和政治の宣言。  
一七九三年  
一月 ルイ十六世の死刑。  
二月 イギリスと開戦。  
三月 ス페인と開戦。  
ネールウインデンの戦にフランス軍破れ、總司令長官デュームリエー背叛して、オーストリア軍に走る。  
六月 恐怖時代始る。

(一七九三年)  
七月 コンデ、マイニツ、ヴァランレモン陥落し、ダンケルク包圍せらる。  
これに前後して、ヴァンデー、リオン、ボルドー、マルセーヤに反革命運動起る。フランス最大の危機に瀕す。  
八月 イギリス軍のツィロン占領。  
十月 ワッチニーの戦にフランス軍大勝す。  
十二月 外敵の侵入を喰ひ止めるを得て、國內幾分か安定す。  
一七九四年  
三月 エコール・ポリテクニクの創立。  
七月 恐怖時代終る。  
九月 エコール・ポリテクニク開校。



木監督官養成所に入學中、築城法に關する幾何學的作圖を創案し、一躍して本校の數學練習教師に拔擢されたほどの人でしたが、間もなく一七六八年には教授となつて、幾何學の研究をつづけてゐたのでした。後に革命時代の一七九二年には海軍大臣となり、外敵の迫る時機にあつては、軍需生産の指導者として、心血を賭して働いたのであります。

申すまでもなく、一七九三年の頃、フランスの産業は、全體としては非常に衰へて、殆んど見る影もなかつたのですが、しかし、この危機におきまして、いはゆる「愛國産業」が生れたのでした。それは敵を防ぐために、科學が産業と協力する。科學者が火藥製造や大砲の鑄造といつた、軍需生産の研究に従事し、その結果として生れたのが、愛國産業なのであります。

實例を擧げて申しますと、先づその當時、鋼鐵は非常な缺乏を告げました。と

れまで鋼鐵の大部分をイギリスから輸入してゐたのが、イギリスが敵側に廻つたので、注文することが出来ない。そこで化學者のフルクロアは、迅速な鋼鐵の製法を發明しましたので、それからはフランスの鋼鐵で銃劍を作ることが出来たのでした。

當時の大砲には銅を用ひてゐましたが、銅もスウェーデン、イギリスなどからの輸入が止まつたので、寺院の釣鐘を熔して用ひることになつた。ところが當時の熔金術では、型を造るのに手數がかかつた。それを幾何學者のモンジューが改良して、「大砲鑄造法」を著はしたのであります。

何よりも困つたのは火藥の不足でした。硝石はこれまでインドから輸入してゐたのです。今や動物の棲家などの土を掘りかへして、それを求めなければならなかつた。<sup>\*</sup>そこで硝石の採掘、精製の技術を進歩させ、火藥を改良するために、化學者のベルトレー等と協力研究したのが、モンジューでした。その成功の祝ひとし



て、一七九四年三月「硝石祭」といふのが催され、モンジュは「愛國的な形で融晶する硝石の操作」について演説しましたが、この祭では實に「硝石の共和歌」が唱はれたのでした。

何と申しましても、愛國産業の中心人物として、軍需生産の指導に當りましたのは、實にモンジュであつた。そして彼を助けましたのが、代數學者のヴァンデルモンドであつたのであります。

\* 火薬不足のために、政府の連中が「どこから硝石を探ってくるのか」と絶望した瞬間に、モンジュは何の躊躇もなく答へたのでした。「われわれ自分たちの土地からだ。馬小屋、穴倉、罌戸のまは、諸君の想像以上に多量の硝石を含んでゐる。さういふ土地をわれわれにくれるなら、五百圓、一圓に裝填して見せるよ。」

### エコール・ポリテクニクの創立

さて恐怖時代は間もなく終りを告げまして、やがて總督政治の時代とをりまし

た(一七九五年九月)。ラザール・カルノーは實に最初の總督の一人でありませう。もうその前、一七九三年の末ごろに、外敵の侵入は一先づ喰ひとめられましたし、また國內の反革命運動も、ほぼ鎮つたのでした。それで、國內にはジャコブ・ドナルドンの内訌などが起つて、まだ騒然たるものがあつたにしましても、幾分か安定した氣分になつて參りました。

さうなつて見ますと、今までのやうなジャコバン黨の教育方針ではいけない、この危機を乗り切るやうな、革命時に適應した、もつと建設的な施設を必要とする。さういふ方針で、いろいろな教育機關が作られる氣運が開けるやうになりました。

その中でも、生産擴充のための立派な技術者と、砲工の優秀な士官——かういふ二種の人物を養成する、いはば二重の目的を持つ學校の必要が、強調されたのでした。



そこでジャコバン黨が勢力を失ひつつあつた一七九四年に、三月十一日の法令で、エコール・サントラル・デ・トラヴァオー・ビュブリックといふ學校の創立がさまり、九月二十八日開校、それが翌一七九五年九月十八日に改名されて、エコール・ポリテクニクとなつたのであります。

その創立のために、先づカルノー、科學者であり當時の大政治家・大軍略家であつたあの大カルノーが、非常な熱意を示したのです。何しろ資材の缺乏してゐた時ですから、學校の設備のためには、熱心に資材を集めなければならなかつた。その任に當つたのが、カルノーの親友で、科學者・政治家・將軍のブリーールでした。學校の制度は化學者のフルクロアが作ることにになり、教授指導の中心人物としては、モンジュを擧げることになつたのでした。

そこでモンジュとフルクロアは、非常な熱意を以て仕事を始めたのであります。校舎は新築が出来ませんので、元のバレレー・ブールボンを、これに宛てまし

た。研究費を作るためには、ルーヴルから畫を持出し、それを賣りとばして資金の一部にした。捕獲したイギリス船にあつた、磨いてないダイヤモンドは、化學實驗の資料になつた。それから軍用器械はアーヴルの造兵工廠から贈られたし、いろいろの化學材料は病院から貰ひ受けた。かやうにして、創立者たちのいはゆる「眞正な革命學校」が、舊い教育の廢墟の上に、建設されることになつたのであります。

開校當時の法令では、

「數學及び物理學的知識を必要とする職業を無料で學び、……土木工業に就く、すべての青年のために」

設立すると、規定されてはゐましたものの、時局の要求と創立者たちの顔觸れからも判りますやうに、その實、共和思想ばかりでなく、最初から軍事的な色彩が相當強かつたのでした。

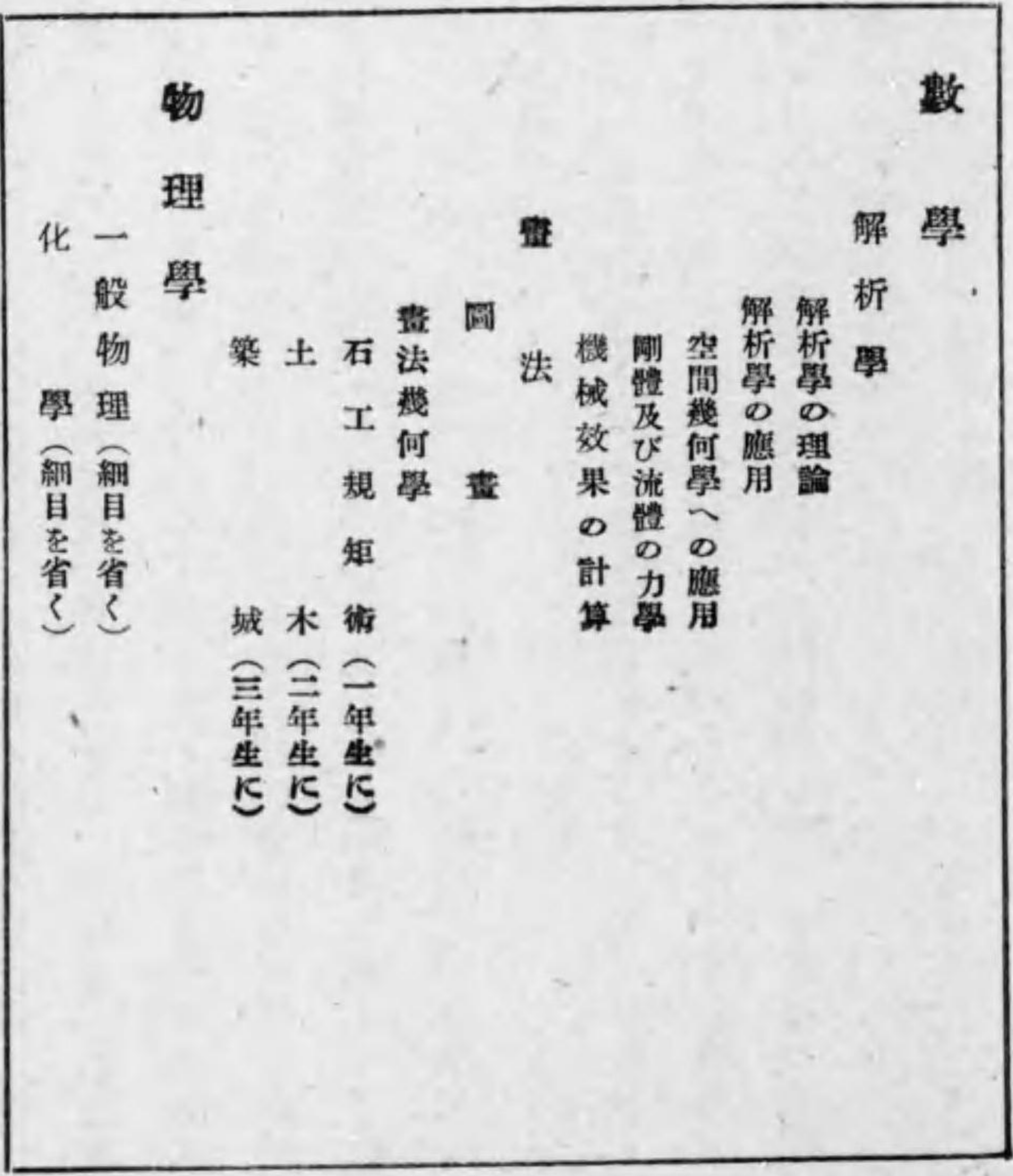


後にナポレオンが皇帝になりますと、最初の間は殆んど全部が共和主義者だつた學生等も、遂に屈服して帝政主義者とならざるを得ませんでした。そして一八〇四年には嚴密な意味での兵學校となつて、砲工學校と科學技術學校——かういふ二つの任務を、完全に一つの學校で行ふことになつたのであります。

この制度は、その後、永く繼續されました。ただ一度、ナポレオンが退いて、ブルボン王朝となつた時代、即ち一八一六年から一八三〇年の間だけは、兵學校といふ看板を外したのですが、その期間を除きますと、砲工學校と科學技術學校といふ二つの面は、今日まで維持されて來たのであります。

それなら、どういふ學科を教へたか。ここには初期の二つの場合について申しませう。

先づ一七九六年二月の規則では、三年制で、次のやうになつて居ります。



戦時下に於ける科學技術學校



この課程を見ますと、一方では、基礎的な解析學、力學、畫法幾何學、物理、化學を教へると同時に、他方では、機械や土木、築城などの技術にわたつたことが、明かに判るのであります。そして志望の如何によつて生徒は三つの大きな群に分たれ、各群はまた二十名づつから成る組に分けられました。一つの組ごとに研究室と化學實驗室が與へられ、優秀な生徒を組長に選んで、他の生徒の相談や指導にあたらせた。——かういつた組織で、三年間に、科學技術の完成教育を行ふ方針で進んだのでした。

ところが一七九九年十二月の改正規則によりまして、學制の上に大なる變更を見るにいたしました。即ち、本校は二年制となつて、基礎學科を教へるところになり、その上に二箇年の、各部門の専門技術を教へる數箇の學校が、パリまたは地方に設けられることになつたのです。

そして本校の課程と教師の數は次の通りでした。

數	學	〔教師 解析學及び力學四名、純粹及び應用幾何學四名〕
	力學の研究に必要な、すべての解析學理論	力學
	純粹な畫法幾何學の理論及び作圖	純粹な畫法幾何學
	土木、築城、鑛山、機械、造船への畫法幾何學の應用	土木、築城、鑛山、機械、造船への畫法幾何學の應用
	物理、化學	〔教師 一般物理學一名、化學三名〕
	一般物理學	一般物理學
	初等化學	初等化學
	鑛物學及び工業化學	鑛物學及び工業化學
	化學操作實習	化學操作實習
圖	畫	〔細目を省く〕 〔教師一名〕



それで本校だけを切離したのでは、完成した教育にならないのです。私たちが専門科をも併せて見なければ、いけないと存じます。

それで、この二箇年の課程を卒へてから、もう二年間専門をやる譯ですが、その専門には、一方に

陸上砲兵科 海上砲兵科 工兵科

といふ士官養成があると同時に、他方では

土木科 造船航海科 鑛山科 地圖科

といふ技術的のものがあつて、専門によつて各別々に獨立した學校となるのでした。かやうに考へますと、本校の方針は極めて明瞭になる。即ちそれは、一方では理論的な方面を重要視すると共に、他方ではその應用に力を入れた。理論と實踐の綜合統一を考へたのであります。

なにしる創立の際は、非常に緊迫したフランスの重大時機であり、またその後

になつても、ナポレオンの没落までは、大抵は戦時下にあつたので、單に實踐的な應用一點張りのやり方かと申しますと、決してさうではなかつた。一時的な、間に合せの方針では、断じてなかつたのであります。

しかもその教授としましては、當時のフランスが持つ最も有力な學者を、相當多く集めることが出来たのでした。即ち初期の教授の中には、解析學と力學の方面に、ラグランジュ、フーリエ、アンペールが居り、幾何學にはモンジュ自身があたり、化學の方はベルトレ、フールクロア及びヴォークラン、築城の方はグー・ヴェルノンといふ有力な將軍が當つたのです。

この他にも數名の教師が居りまして、例へば數學には、モンジュの友人や舊門人を主とした人たち（ラクローア、アシエット、プロニーなど）が當りました。それにもなく、卒業生の中からも、教授になる人たちが出て參りました。卒業生の中で、一八一五年までに教授となつたのは、ボアッソン、ボアンソー、デーリ



ニサック、アラゴー、コーシーなどであります。

四百名の學生たちは、戦時下重大時局に於て、極めて嚴重な教授指導を受けたのでした。第一流の教授が主として理論の要旨を説きますと、他の(練習)教師が細かい點を説明したり、また應用上のこと、實際的なことを解説する。その外に、試験委員といふのがあつて、本校の教授以外から選ばれて、嚴密な徹底的な試験を行つた。現に卒業試験委員の中には、ラプラーズやルジャンドルのやうな、最高權威の數學者も居りましたし、また入學試験委員となつたポアッソンは、毎年の末に、毎日九時間づつ四週間、委員として努力しなければならなかつたと、傳へられてゐる位です。

ここで行はれた講義の中、ラグランジュの「解析函數論」やモンジュの幾何學などは、永く科學史を飾つてゐるものです。私たちは、同校の教科書や、開校と同時に刊行された學術機關雜誌「ジュールナル・ド・レコール・ポリテクニク」

(巻頭の寫眞)を見るだけでも、同校の科學的水準がどんなに高かつたか、また學生たちがどんなに鍊成に努めたか、十分に思ひ偲ばれるのであります。

\* 實例を挙げますと、フレネルとコーシーは土木の學校、ボンズレーは工兵の學校、ポアンカレは礦山學校の出身です。

\*\* ここに一八三〇年までに公刊された、數學と力學方面の、主な教科書を挙げて見ませう。

ラクローア、「微積分學」三卷(一七九七—一八〇〇)

コーシー、「解析學講義、第一卷、代數解析」(一八二二)

コーシー、「微積分講義」第一卷(一八二三)

ポアンソー、「靜力學」(一八〇四)

ポアッソン、「力學」二卷(一八一二)

モンジュ、「畫法幾何學講義」(一部分 一七九五、完本 一七九八)

アシェット、「畫法幾何學」(一八二二)

モンジュ及びアシェット、「幾何學に於ける解析學の應用」(一部分 一七九五、完本 一八〇七)

ボンズレー、「機械に應用せる力學講義」(一八二六)

コリオリス、「剛體力學と機械效果の計算」(一八二九)

戦時下に於ける科學技術學校



から眺めて來ますと、皆立派な著述で、永く科學史に残る作品ばかりなのに、驚きます。これ等の中で最も獨創性の少い、ラクローアの「微積分學」でさへも、「十九世紀に於ける微積分教科書の本當の源泉」として、十分に價值と意味のある、三卷二千頁をこえる大作でした。エコール・ポリテクニクの教育が、決して一時的な間に合せでなかつたことは、この教科書を見るだけでも、十分に證明されると思ひます。なほこれ等の教科書が世界の學界に及ぼした影響については、後に申上げる機會があらませう。

### モンジュの學風と指導精神

エコール・ポリテクニクの特徴を、もつと明瞭にしますために、中心人物モンジュその人の學風並びに指導方針について、一言したいと存じます。

ガスパール・モンジュ(一七四六—一八一八)は、エコール・ポリテクニクの教授指

導に彼の心血を注ぎ、彼の後半生の十餘年を捧げつくし、その卒業生から「われ等の父」と呼ばれてゐる人であります。先程申し上げましたやうに、彼は一七九二年には海軍大臣、一七九三年には愛國産業の戰士として、働いた人である。ナポレオンに従つてエジプトに渡つたときには、屋氣樓の研究をやつた。しかし科學者としての彼の本領は、何といつても、幾何學の研究にあつたのであります。

モンジュがメジエール兵學校の教授となつたのは、一七六八年(二十二歳)であります。それより以前に一七六五年の頃、既に畫法幾何學といふ、一種の幾何學を發明したのでした。發明の動機は、當時築城術の設計には相當長い計算を行つてゐたのを、その面倒な計算の代りに、簡単な幾何學的作圖を行へば済むといふことを、見出したところにあつたのです。それから彼はこの新しい幾何學の開拓をやつたのですが、軍事技術上の祕密に屬するといふ譯で、一般人の間に發表することを禁止されてゐたのでした。



そこにエコール・ポリテクニクが創立されたのですが、ここでは、學問の性質上、畫法幾何學が非常に重要な科目として、モンジュ及び門人アシエット等によつて、熱心に教授されることになつたのであります。

さて畫法幾何學とは、御承知の通り、投影畫法とか透視畫法とかいふ、つまり空間にある圖形を、平面上の圖形として現す方法の研究なのであります。今日の工業技術の方面に、ああいふ畫法、製圖が、どの位必要であるか、申上げるまでもないと思はれます。それなら畫法幾何は工業技術上の設計や研究などにのみ必要なかといひますと、決してさうではない。畫法幾何は、それまで世界に知られてゐたギリシャ風の初等幾何學や、デカルト流の解析幾何學などは、全然違つた考への上に建設された、新しい幾何學なのであります。

解析幾何との相違については、申上げる必要もないほど明かであります。ところで、ギリシャ風の幾何學には、なるほど立體圖形の作圖もありますが、それは

作圖と云つても、——たとへば空間の點の作圖なら、一つの直線と一つの平面の交りとして、點を決定するとしても、實際問題としては、さういふ直線や平面を空間に描くことが、實は非常に困難なのです。ギリシャ風の幾何學では、さういふ點なら點の存在を規定するだけであつて、實際その點が何處にあるのかを、具體的に、しかも精密に示すことは、殆んど不可能なのであります。

要するに、ギリシャ風の立體幾何學は、確に論理的ではありますけれども、實踐といふ側から考へますと、あまり間接的であつて、直接の價値は割合に少い、といふ結論に達する譯であります。それが畫法幾何になりますと、今日工業技術の上に重要視されてゐるほど、實踐上の價値が高いことになる。そればかりではありません。後に射影幾何學といふ、有力な純粹な幾何學の分科が生れて參りますが、實はその射影幾何學の前身こそ畫法幾何なのであつて、さういふ意味では畫法幾何は一般的な理論の圖的翻譯なのだと見るべきであります。



かやうに畫法幾何は、すべての技術上の圖的方法を改良したばかりでなく、それは一般的な、そして理論的な、一つの新しい幾何學として、出現した譯であります。しかもそれが全く具體的であり實踐的であるのでありまして、ここに私たちは理論と技術、論理と實踐の統一といふ、輝かしい立派な一つの典型を見るのであります。

モンジュはまた二十二歳の頃、すでに曲面の曲率曲線を見出したといはれますやうに、早くから解析學の助けを借りて、幾何學の新研究を行ひました。それは空間曲線や曲面などの幾何學的性質を、微積分や微分方程式などによつて研究するのでありまして、デカルトの解析幾何——座標幾何學といつた廣い意味でなく、いはば代數的幾何學といふ狭い意味での解析幾何學——とは、よほど趣きを異にしたものです。公平に觀まして、私は先人のオイラー(スウィス生れの國際人)、後のガウス(ドイツ人)と共に、モンジュを以て、微分幾何學の建設者と見做して宜し

いと、信ずるものであります。

しかもモンジュの方法には、非常に特色がありました。彼は空間的な幾何學的な直觀を重んじまして、なるべく自然的な或は空間的な認識から離れないで、具體的な幾何學上の問題を提出しました上、その問題を解決するために、解析學の助けを借りたのです。ところがデカルト流のいはゆる解析幾何學では、空間的直觀にたよるよりも、それを離れて、寧ろ代數といふ機械的な計算に依頼するもので、これは、嚴密にいへば、代數幾何學と呼ぶ方が適當なのです。モンジュとデカルトとは、かういふ點で、大變趣を異にするのであります。

かやうにモンジュの研究態度は、極めて實踐的であり直觀的であると同時に、幾何學や微分方程式の理論上、輝かしい功績を残した譯であります。

ところでモンジュ自身は、かやうな學問的傾向の人でありましたから、エコー



ル・ポリテクニクの創立に當りましては、幾何學教授の際に、多數の投影圖や曲面の模型などを用いた外に、製圖室を作り、物理、化學の實驗室や鑛物室を設けたのでした。かういつたことは、今日では勿論普通のことなのですが、十八世紀末の學校教育としては、全く空前ともいふべきことであつたと、今日、科學史家の間に、認められてゐるのであります。

實にモンジュは、エコール・ポリテクニクの學生——砲工兵科の士官並びに土木鑛山などの技術家になる青年——に對して、次の四つの要求を、高く掲げて強調したのでした。

數學、力學、物理、化學など、基礎科學に關する十分な知識

科學機械を使用する實習、訓練

科學的な基礎のある製圖の教育

畫法幾何學の工學的専門分科への應用

これらの要求は、現代の工業専門教育に、殆んどそのまま適用されてゐるのですが、當時としては實に空前の大膽な計畫であつた譯であります。しかも革命戦時下の政府は、よくこの方針を受け入れて、既に申上げましたやうに、力強く徹底的に實行したのでした。

近年パリ大學の史學教授サニャックが、

「科學のために、革命時のフランスよりも、より多く盡した國は、どこにもなかつた」

と、強調しましたのも、あながち誇張の言とは思はれないのであります。

それならモンジュの講義は、どんな調子であつたかと申しますと、彼の高弟シャル・デュバンは、かういふ風に回想して居ります。

「モンジュ先生の講義は、現在まで外國の産業に頼つて來たフランスの國民を、獨立へと引出さうとするための、一つの手段とも思はれた。」



「フランス産業技術の創造へ。」——その手段とも思はれる講義を、モンジュはやつた譯であります。かやうなのが、「理論と應用の統一」といふ方針と相待つて、エコール・ポリテクニクの學風であり、指導精神であつたのであります。

このことは、今日の私たちに對しましても、十分に教訓的な意味を持つと存じます。從來のやうに歐米の科學技術に依存することを止めて、正しい意味での、わが日本の科學技術を創造せよ。——かう叫ぶ指導者たちは、十分にモンジュの仕事に再検討する必要があると思ひます。

それにつけても、モンジュは單なる教育家や行政家ではありませんでした。彼は獨創的な大科學者であり、身を以て實踐した偉大な教師だつたのです。私は、このことを、今日特に強調いたしたいと存じます。

尤もこの學校の創立は、只今から百五十年の昔、フランスに於ける産業革命以

前のこと、蒸氣力や電氣力による近代的工業の生れる前なのです。それで今日の眼で冷靜に見ますなら、この學校の課程などについては、多分に批判の餘地があると思ひます。

この學校の目的に對しましては、何よりも先づ物理、化學の實驗が非常に少なかつたし、それに全體として、數學の講義が過重であつたことは、教師の數からでも判ります。

しかし何といつても、「道具としての數學」を過重視したことは、十八世紀以來のフランス科學の特徴であつたのであります。エコール・ポリテクニク創立當時の情勢では、寧ろ當然なことでありませう。理化學の講義と實驗に、これ以上の重點をおくことは、物資缺乏の革命戦亂時代には、事實容易に行ひ難いことだつたに相違ないのであります。

かういふ意味から、近年パリ大學のシャル・ファブリー教授が、



「エコール・ポリテクニクは、教育としては（フランス科學の）アンシャン・レギュレ 舊體制の繼續であつた。」

と、「フランス物理學史」(一九二四)の中で批評したのは、全く酷評である、私には考へられるのであります。尤もこの物理學史は、著者が祖國の物理學の狀態に不満を感じ、激勵鞭撻の意味をこめて書かれた形跡があるのですから、その立場から観れば、當然のことかも知れません。

いづれにしましても、この學校の教育的價值については、その成績が、何よりも強く雄辯に語つてゐるのだと存じます。

\* かうは申すもの、この學校の教授たちが、皆モンジュの方針通り、十數年の後までも、悦んでやつてゐたのかといひますと、必ずしもさうではなかつたやうに、思はれるのです。モンジュの退職後のことですが、一八一八年に、講義の明晰を缺く心配があるといふ件で、二人の教授が、本誌評議員會から注意を受けた。その教授といふのは、アンペールとコーシーであつた。——かういふ點があるくらゐです。

實際この學校の教授要目と指導方針は、相當に命令的なものであつたのです。それですから、例へばアンペールのやうに、興味の趣くままに一方から他方へと走る、數學者・物理學者・化學者・思想家を兼ねた人にとつては、この學校は全く辛抱し切れないところだつたのでせう。

### エコール・ポリテクニクの成績

それではこれから、エコール・ポリテクニクが如何なる成果を擧げることが出来たか。さういふ問題にはひりませう。

尤もこの話の目的から考へまして、年代を十九世紀の上四半期(一八二五年頃まで)、即ちフランスに於ける産業革命の前夜までに限定したい。そして本校の教授等の仕事と、創立からナポレオンの没落まで(一七九四—一八一五)の出身者の仕事、それも科學技術方面の業績のみを主として、申上げるつもりであります。

### (二) 技術方面

戦時下に於ける科學技術學校



そこでお話を一應、本當の技術方面の實踐と、科學方面の研究とに分けることにし、便宜のために、技術の研究をば科學の方面に入れることに致しませう。

この學校の卒業生は、何といつても、基礎科學の立派な教育を受けた技術者でした。それが國家の異常な要求ある時機に、官吏として働いたのです。しかもフランスの主な大技術家と砲術家が、この學校に關係してゐましたので、フランスの技術、特に軍事技術と土木技術の上に、本校は絶大な影響を與へたのであります。

公平を期するために、私はフランス人の書いたものでなく、敵側の公の報告を引用したいと思ひます。即ち一八五七年ロンドン刊行の「英國軍事教育委員會報告書」の一節を讀み上げますと、

「その（エコール・ポリテクニクの）成功は驚嘆すべきものがあつた。……

實に、その學生等は、異常な要求の時機に於て、軍事に關する一切の科學的

技術者を供給した。すべての土木工事、築城、造兵工廠、都市、道路、造船、鑛山、——ひと口でいへば、ナポレオンの大改善の大部分は、實に彼等の手によつて行はれたのである。」

かやうに報告されてゐる位でありまして、これ以上何も加へる必要はあるまいと存じます。ナポレオンも、この學校の價值——少くとも物質的價值を、十分に認めてゐましたし、「黄金の卵を生む牝鶏」と呼んで、十分の保護を與へたのでした。

ナポレオンの没落から復古王朝になりますと、これまで「ナポレオン黨の巢窟」の觀があつたエコール・ポリテクニク——「軍事」的科學技術學校も、強權の力によつて「市民」化されてしまひました。それより後は、やがて間もなく來らんとする、フランスの産業革命のために、一つの推進力として、働くことになつた譯であります。



それなら他の一面、即ち自然科學、特に數學、物理學の方面では、どんな貢獻があつたかと申しますと、先づ創立以來一八一五年までに、澤山の優秀な卒業生を出してゐるのであります。

數學や力學の方面には、

ポアンソール	ポアッソン	デュバン
ナヴァイエ	ビネー	コーシー
ポンスレー	コリオリス	シヤール
ラーメ	サン・ヴナン	デュアメル
ビオー	マリユス	アラゴー

物理や化學の方面には、

ゲーリユサック	フレネル	デュロン
サチ・カルノー		

こんなにも有力な人たちを、それも大部分は戦時下の、僅か二十年の間に生んだのでした。少しばかり専門的になりますが、エコール・ポリテクニク関係者の主な仕事を、ごく簡単に申し上げたいと思ひます。(尤も業績といひましても、その仕事そのものをエコール・ポリテクニクでやつたとは、限らないのですが。)

彼等の研究の主な方面は、三つに分けることが出来ませう。

#### 1 力學及び物理學

先づ力學と物理學の方面から始めませう。この方面では、ラグランジュの「解析力學」が革命の直前(一七八八)に出てゐたのが、ナポレオン時代の終り(一八一五)に、改訂版が刊行されました。これは力學の一般原理を、解析的に取扱つた大著であつて、その數學的表現の美しさは、「數學の詩」と呼ばれてゐるく



らるゝ、正に巨匠ラグランジュの代表的傑作であります。

次にはラブラースの「天體力學」(一七九九—一八二五)。これは「太陽系によつて提出された、大なる力學問題の完全なる解決を提供し、……觀測と精密に一致する理論を與へるにある」といふ、著者の豪語に値する大作でした。そして物理學の他の分野が、まだよく開拓されてゐなかつた時代でしたから、ラブラースの成功は歴倒的でありまして、多くの科學者を、「天體力學こそ、他のすべての科學が模範として學ばねばならぬ、科學の母體なのだ」と、思はせたくらゐでした。

尤もラグランジュやラブラースなどは、エコール・ポリテクニクの創立以前に、既に巨人となつてゐた人たちです。さうでない同校の若い教師や出身者の業績はどうかと申しますと、先づラブラースの研究方法を學んだポアッソンには、「力學」(一八一二)の名著があり、更に革命直前に於けるクーロンの靜電氣の實驗的研究を、數學的に展開して、大なる成功を納めました。ラブラースやポアッソンの

やり方は、自然現象を取扱ひますのに、——天體力學を見本として——原子論的に考へる。つまり原子、分子といふ微細なもの間の作用として、現象を説明しようといふ立場に立つて、成功した一つの例であります。

ところがフリーエは「熱の解析的理論」(一八〇七、一八一一年の研究、出版は一八二二年)に於て、只今のやり方とは全く違つた研究方法を示したのでした。それは熱の傳導を研究しますのに、熱そのものの本質とかいふことは考へない。ただ實驗から得られた傳導の法則を、數學的に明確に表し、専ら數學の力によつて傳導の現象を説明する。さういつた、いはば現象論的立場を採つたのであります。

かやうな二つの學風は、それらの物理學的理論の發展の必要上、それ等に伴つて産み出された、新しい數學の理論と結び付きまして、近代的な數學的物理學を建設する上に、非常な貢獻をした譯であります。

ところが他の一方を顧みますと、そこには、もつと實質的な、そしてもつと近



代的な物理學が、新しい誕生を始めようとしてゐたのです。

光りの偏りに關する有名なマリユスの實驗は、もう既に一八〇八年に行はれました。一八一五年の頃は、光の研究上、——ラブラース、ポアッソンの學說（粒子說）とは全然異つた——波動說による、本質的に新しい物理光學の分野が、フレネルによつて拓かれようとする時機であります。

また彈性體に關するクーロンの實驗は、革命の直前に行はれてゐました。今やナヴィエのやうな數學者・技師家によつて、彈性體の系統的研究が漸く開始され（二八二年）、それは更にコーシーやラーメによつて、數學的に深い取扱ひを見ようとして居り、コーシーの如きは進んで、フレネル光學の數學的理論の建設に、苦心しようとする時代になつたのです。

ラザール・カルノーの息サヂ・カルノーが、熱の學問上、革命的な創意に思ひを潜めたのは、一八一九年の頃でした。「熱の動力に關する考察」は一八二四年

に出版され、未成品ながらも、全く劃期的な熱力學の基礎を据ゑつけたのです。

一八二〇年には、電氣力學に關するアンペールの研究が始り、基本的な「電氣力學現象の理論」（一八二六）が、逞しく建設されました。

私たちはまた、物理學に於けるビオーや、アラゴーやデニロンなどの業績を、忘れてはなりません。化學の方面では、ベルトレーが化學力學及び熱化學に關する先驅的事業と、デーリュサックの名を擧げるに止めませう。

今や新しい諸現象の發見につれまして、新しい實驗法と新しい理論が、必要となつて來たのです。これまでのやうに、力學にのみ頼る譯には參りません。物理學の研究も、「科學の舊體制」を離れなければならない時代が、やつて來たのであります。

ところで力學といひますと、これまでの力學は、實は實踐的な技術家にとつては、甚だ不適切なものだつたのです。あまりに數學的な形式的抽象よりも、技術



者のためには、日常の事物や摩擦などを考へに入れながら、機械の中で進行する力を、総合的に取扱ふことが大切なのであります。今や産業革命を目前にして、それは緊急を要することになり、近代的な意味での工業力學が生れようとして居ります。これから正に、ポンスレーの「機械に應用せる力學講義」(一八二六)その他の研究や、コリオリス等の諸研究が、開始されるのであります。

しかも、かやうな新しい路を拓いた人たち——これまで名前を擧げた人々は、ただ一名のクローンを除きますと、他は全部エコール・ポリテクニクの関係者であります。これだけによりまして、力學及び物理學の方面に於ける同校の成果が、十分に解るかと思ひます。

#### □ 幾 何 學

次に幾何學の方面はどうであつたか。先に申しましたやうに、初期の間は、モンジュが幾何學研究の中心でした。彼は一八〇六年に、教授の任をアシエットに

譲つたのですが、しかしその後も數年間講義を續け、畫法幾何學と微分幾何學は、彼によつて開拓され普及されたのであります。

モンジュの舊門人で、當時の政治家だつたラザール・カルノーが、政争の餘暇に、「位置の幾何學」(一八〇三)や「截線論」(一八〇六)を著したことも、十分注意に値すると思はれます。これ等の著述の中には、カルノー独自の考への外に、畫法幾何學の中に見えるモンジュの思想を、理論的に一步進めたと、見做すべき點もあるのですが、しかしカルノーを以てモンジュ學派と見るのは、當を得ないと存じます。

モンジュ學派に屬する幾何學者の數は多かつたのですが、その中、微分幾何學方面の後繼者といふべきは、造船技師のデュバンであります。彼の名著「幾何學の發展」(一八一三)と、「航海術に於ける幾何學及び力學の應用」(一八二二)は、獨創的な多くの新事實によつて飾られて居り、その應用性と相俟つて、慥かにモン



ジュの直系たるを思はせるものがあるのです。

しかし何といつても、ポンスレーによる射影幾何學の建設こそ、モンジュ學派の最大の業績といはねばなりません。

ポンスレーはナポレオンの軍隊に屬してロシア征戰中捕虜となりましたが、その際（一八一三年）に、幾何學の構成について深い反省を加へ、簡明な基本原理の下に、極めて一般性のある新幾何學を組織し、大著「圖形の射影的性質論」（一八二二）が書かれたのでした。この射影幾何學は、今日のあらゆる幾何學の中でも、重要な位置を占めてゐる、一つの體系であります。かやうな理論的な射影幾何學の建設は、勿論ポンスレーその人の天才によるものではありませんが、しかしそれといふのも、全く恩師モンジュの畫法幾何學の理論的延長として生れたのであることに、注意せねばならないと思ひます。

また如何にもモンジュ風な業績としては、剛體力學に關する、ポアンソンの美

はしい幾何學的研究（一八〇六年）があります。それは「運動の幾何學」と「直線幾何學」の先驅となつたのでした。

圖式力學への途は、ポンスレーも注意したところでしたが、それはラーメとクラペーロンによつて、その基礎が作り上げられたのでした（一八二六年）。これは唯一つの例に過ぎませんが、かやうな圖的研究法、圖的數學の重要な部分は、近年の計算圖表に至るまで、エコール・ポリテクニク出身者の手で、多く創案されたのであつて、それは流石にモンジュの傳統を辱かしめないものがあると、思はれるのであります。

#### ハ 代數學、解析學

最後に、代數や解析學の方面について、ごく簡単に申しませう。

私たちの考へてゐます期間に、巨匠ラグランジュは「解析函數論」（一七九七）と「函數計算講義」（一八〇六）を公にしましたし、ラプラスには「確率の解析的理



論」(一八一三)の大著があり、またルジャンドルも「數論」(二七九八)と、苦心の大  
作「積分學演習」(一八一—一八一九)及び「橢圓函數論」(一八二五—一八二八)を公に  
しました。

これ等は、いづれも數學史を飾るに足る作品であります。けれども、老大家の  
これ等の著述、特に解析學に關するものは、もうこれまでの理論や方法を出しつ  
くし、徹底させてしまつた感じがあり、何か理論の行き詰りを思はせるやうなも  
のでした。

そこに現れたのが、曩に申しましたフーリエの熱傳導論であります。フーリエ  
の用ひました數學的道具——いはゆるフーリエ級數を、純粹な解析學の立場から  
眺めますと、いろいろの新しい問題が出て來る。例へば、その級數によつて、任  
意の函數が、しかも不連続的な函數さへも表はされるのです。これは數學に於て  
最も大切な函數といふ概念の上に、いはば一つの革命を與へる動機となつたので

あります。實にこのフーリエ級數につきましては、それより後に價值のある研究  
が澤山に出て參りまして、數學の發達全體の上に、大なる影響を與へたのでし  
た。しかも、その源は一つの物理現象を説明せんがために生れたのである。——  
かういふことを、特に御承知おき願ひたいのであります。

やがて解析學に關するコーシーの劃期的な研究が、現れる時期になります。先  
ほども物理光學と彈性體のところ、ちよつとコーシーの名が出たのですが、そ  
のコーシーこそ、現代的な解析學の基礎を作つた人であると申しまして、大し  
た過言ではあるまいと存じます。

實はニュートン、ライブニッツによつて、微積分が發明されたといひますが、  
彼等の微積分といふものは、嚴密な學問的立場から見ますと、その概念が極め  
て怪しげな、不正確なものであつたのです。その後オイラーやダランベールや、  
ラグランジュのやうな、優れた學者が出ましたけれども、微積分の基礎を嚴密に



作り上げることが出来なかつた。それをコーシーが試みて、立派に成功したのであります。

例へば私たちは定積分と申しますが、それはいはば面積に當る譯ですから、定積分が存在することには、何も議論の餘地がない。——そんな風に、これまでには、いはば幾何學的直観に訴へて、考へて來たのでありますけれども、しかし嚴密に考へて見ますと、さういふ定積分の存在するといふことは、實は證明をしなければならぬことなのであります。さういつた立場に立つて、コーシーは微積分の基礎をはつきりとさせ、近代的な解析學の概念を、エコール・ポリテクニクで講義をした。「代數解析講義」(一八二二)、「微積分講義」(一八二三)などが、それであります。

更に進んで一八二五年頃から、コーシーは複素數の函數論を建設するやうになりました。尤も外に、ダランベールや、ドイツのガウスのやうな、先驅者が全く

ゐない譯ではありませんけれども、實質的には、何と申しましても、函數論の父として、コーシーを擧げるのが至當と存じます。

かやうにコーシーは解析學の方面で、眞に革命的な仕事をやり遂げた譯であります。

その外コーシーには、行列式や置換群の研究もありますし、これ等はポアッソンのポテンシャル論や、アンペールの偏微分方程式への貢獻などと共に、特記すべきものかと思はれます。

先づこれで、エコール・ポリテクニクの関係者が、大體一八二五年ころまでに擧げました仕事の、主な部分について、お話し上げたつもりです。

ポアッソン、フレネル、サデ・カルノー、ゲーリニサック、ボンスレー、コーシー。かう數へて參りますと、僅か二十年の間に、この學校はよくもこんな



すばらしい立派な人たちを産んだものだ」と、驚嘆せざるを得ないのであります。かやうにして科學技術の歴史の上に、「いつでも、そして到るところに、私たちの同窓が見出される」學校が、出來あがつた譯でした。

#### エコール・ポリテクニクの影響

さて、このやうにエコール・ポリテクニクは、一方、軍事的、技術的に大なる成果を挙げたと同時に、他方、科學の理論的方面に於ても、實に驚くべき貢獻をしたのです。數學、物理學の側では、それは當時のフランスに於ける、殆んど獨占的な壓倒的な成功であつたと、言うても宜しいでせう。

しかし今これ等の業績を、當時のヨーロッパの科學全般から見まして、嚴密に評價するのは、容易なことではありません。それで、ここでも公平を期しますために、他國人の評價を聴くことに致しませう。

ドイツのフェリックス・クラインといふ有名な數學者は、第一次世界大戰の直後に、かう申して居ります。

「十九世紀の初めに於ける、すべての科學の光は、エコール・ポリテクニクから發して、ヨーロッパに於ける、科學的思考の進展を照したのである。」これが第一次世界大戰に、フランスの敵側であつた、生粹のドイツの巨匠の言葉であります。この評價は、化學の方面では幾分か行き過ぎだと思はれますが、少くとも數學物理學の方面では、相當に正しい結論だと、私には思はれるのであります。

かやうな次第ですから、この學校は全世界の科學界に、直接間接に、極めて重大な影響を及ぼすことになりましたので、ここでは、ただ直接の影響ばかりについて、それごく簡単に申上げるに、止めるつもりであります。



御承知の通り、フランス革命の以前に於きましては、ヨーロッパ諸國の大學では、特殊な場合を除きますと、一般的には、數學や物理學などに、あまり重きを置かなかつた。また中等學校などで、正式に數學、物理に力を入れて教へたところなどは、たとひあるにしても、それは稀な場合であつたのでした。

尤も中等學校の本來の意味から考へまして、中等學校に於ける科學課程の確立などは、どうしても中産階級そのものが、確立する頃からでなければならぬ譯です。それは十九世紀に入つてからとなるのが、當然でもありません。いづれにしても、フランス革命以前には、中等學校から大學に至るまで、正式に數學、物理學を重視したところなどは、あまりなかつたのであります。

そこに現れたのが、エコール・ポリテクニクでした。この學校は革命時代から

ナポレオン時代にわたつて、軍事的、技術的、科學的にあれだけの仕事をした。この生きた實踐を通じて、數學、物理學の教育的價值が、全ヨーロッパ並びにアメリカに、認識されるに至つたのであります。

例へばドイツでは、ウイルヘルム・フォン・フンボルトが、文部省にはひりましたとき、フンボルト自身は古典の熱愛者でありましたものの、彼は「實踐の天才」ナポレオンが奨励してゐる、數學的科學の力を、十分に認識しなければなりません。そしてこれまで一週二時間くらゐ、それも過半は算術であつた、ギムナジュームの數学科を、程度を高めると同時に、一週六時間と定めたのが、ナポレオン没落の直後、一八一六年のことなのであります。

このやうに十九世紀に入りまして、中等學校から大學に至るまで、どこでも相當に、數學や物理を重視するやうになつたことに就きましては、他にも色々の理由があつたにせよ、エコール・ポリテクニクの成果による刺戟も、與つて力があ



つたといふべきであります。

それのみではありません。エコール・ポリテクニクの関係者の中には、幾多名教科書の著者がゐました。試験委員ルジャンドルの「幾何」(一七九四)、卒業生ブルドンの「代數」(一八一七)、教授ラクロアの算術から微積分にわたる一聯の教科書(一七九六—一八一六)などは、各國語に翻譯されまして、全世界の中等教育の上に重大な影響を及ぼしたのであります。その影響は、今日わが國の中等教育にも相當に残つてゐると、私は考へて居ります。

更にエコール・ポリテクニクの講義或は教科書として、出版された高級な専門的教科書は、——その初期の一部分については曩に示しましたが——各國の大學や専門研究家の、標準的な参考書または教科書となつたのであります。その中の數學書について、ドイツのクラインは次のやうに述べてゐるのです。

「これ等の讚美すべき一聯のクラシックは、今日でも、全ドイツに於ける數

學研究の土臺になつてゐる。」

「十九世紀の初めに於ける、高等數學の基本的著述の大部分は、エコール・ポリテクニクの教育から出發してゐる。そして、それはいはば、われわれの現在のすべての著述を導いた源泉なのである。」

これに言葉を付け加へる必要は、もうあるまいと存じます。

殊に高等な工學専門の學校に對しましては、エコール・ポリテクニクは、何と申しましても、偉大な手本を示したのでした。

工業技術教育のために、「ポリテクニク」と稱する學校が、世界の方々に建てられ、どこでも解析學、力學、畫法幾何を重視しました。中でもチューリッヒ(ヌキス)とカールスルーヘ(ドイツ)の、ポリテヒニツシエ・シュレーレが有名のものとなり、遂に各國とも今日の工學専門の諸學校まで、進んで來た譯であります。かやうにモンジュの高く掲げました要求が、工學教育制度の確立に、決定的な影響



を與へたのであります。

わが國に於きましても、科學技術教育の徹底的革新が叫ばれてゐる今日、私たちは、もう一度、エコール・ポリテクニクについて、十二分の検討を加へる必要があると、思ふのであります。

## 二 軍事教育への影響

最も直接的な影響は、軍事教育の方面に現れたのでした。砲工の優れた士官を養成するには、兵學校で數學、物理學に重點をおくことが必要だ。——エコール・ポリテクニクの實踐を通じて、さういふことが考へられるやうになり、それが廣く普及したのであります。

フランスに對抗して立ち上つたプロシアが、一八〇四年シャルンホルストの改革案によりまして、科學特に數學を重視して、新しい士官の養成に努力し出した

のも、決して偶然ではありますまい。

アメリカの如きは、一八一七年頃から、ウェストポイントの陸軍士官學校で、エコール・ポリテクニクの學風を學ばせることになり、普通のアメリカ大學とは全く趣きを異にしまして、最も數學的科學を重視したのでした。その結果としをして、當時アメリカに於ける、あらゆる數學研究の中心といへば、實にウェストポイント陸軍士官學校であつたのであります。それで同校の教授チャールス・デヴィスの、フランス風の數學教科書が、凡そ二十年の間、アメリカの數學教育全般を風靡したのでした。そのみではありません。わが國でも、維新の頃から明治八年頃までは、デヴィスの數學書とその翻譯が、壓倒的に流行したのであります。

わが國では、兵學校らしい兵學校が、初めて明治元年から四年まで、沼津に設けられたのでした。私は、あの沼津兵學校に、エコール・ポリテクニクの影響を、



相當強く感じてゐるものであります。沼津兵學校の學科課程を見ますと、數學的科學に重點をおいたことが解る。初等の數學から始めまして、砲兵科と築造科では、高等な代數や幾何から、微積分まで教へる。力學は靜力學、動力學、流體力學までやる規定になつてゐましたし、それにあの當時としては、實際、優秀な第一流の教授がゐたのでした。

かういふことさへ、當時のわが日本としては全く空前の舉でありましたのに、更に面白いことは、沼津兵學校が僅か三年間の存在に過ぎなかつたに拘らず、この學校から、相當に澤山の數學専門家乃至専門家に近い人々を出し、明治十年代の終りまで、わが日本の數學及び數學教育の方面に、可なり大きな影響を與へてゐるのであります。

ところで、今日の戰爭は科學戰であります。かういふ時代には、どんな國でも、陸海軍の學校に數學、物理を重視するのは當然であります。その最も輝か

しい手本を示してくれたのが、エコール・ポリテクニクなのでした。

また戦時下の今日では、どこの國でも、どんな學校でも、軍事教練と精神的及び肉體的鍊成を、尊重するのであります。さういつた點からも、軍事的科學技術學校エコール・ポリテクニクは、私たちを反省させる、力強いものを持つてゐるのであります。

### 三 反 動

さて、それならエコール・ポリテクニクの學風が、どこまでも、ヨーロッパの科學界を風靡したのかと申しますと、必ずしもさうではありません。

・ 少くとも數學の方面では、ドイツにその反動が現れました。應用を重視するフランスの數學に反對の氣風が、ドイツの數學界に生れたのです。いはば新ヒューマニズムとでも申しませうか、今日のいはゆる「科學のための科學」と相通する



やうな考へ方、即ち科學者たるものは、應用を眼中におかないで、純粹に、科學として研究すべきである。——さういふ學風が、一八二〇年代から三〇年代にかけて、ドイツに勃興したのでした。

その最も著しい一つの例は、ドイツの新興數學を創造する上に、大なる功績を残したヤコビの言葉であります。ヤコビは、彼の名著「橢圓函數要論」(一八二九)に對するフリーリエの批評を聞いて書いた手紙の中で、かういふ意味のことを述べたのです。

「フリーリエさんの意見では、數學の主な目的といふものは、民衆の利益を増進することと、自然現象を説明するにあるとのことでした。しかし私の考へますところでは、科學の唯一の目的、それは人間精神の名譽にある……。」  
かういふ旗じるしの下に、ドイツの數學は急速に進みまして、やがてその氣風がフランスをも風靡する。そしてこれが大體、近年まで世界の數學界を支配して

ゐた、最も有力な思想であつたと、私は考へるのであります。

かやうな思想のために、數學の理論は實踐から遊離してしまひ、現實とは交渉のない、抽象のための抽象に陥る危険が、多分にあつたのでした。ヤコビはユダヤ人でありませう。ナチス流の見方では、ヤコビ流の考へ方こそ、ユダヤ的思想なのでありませう。しかもこのユダヤ人のヤコビこそ、ドイツの數學を勃興させる上に、最も貢献した人であつたので、これは全く運命の皮肉であります。

只今私は「數學のための數學」といふ思想が、世界數學界の大部分を支配したと申しました。けれども數學者の中には、勿論さうでない人たちもゐたのです。ドイツのクラインは確かに、その有力な一人でした。晩年の著述の中で、彼は「私自らは、——恩師ブリュッカーを通じて——今なほモンジュの傳統の下にある」

と、語つてゐるのであります。あのモンジュ風な考へ方、即ち幾何學的直觀を尊



重しませて、具體的に、しかも理論と實踐の統一を期して研究する。さういふ研究態度こそ、クラインの得意としたところでしたが、思ふにその意味で、クラインは今もなほモンジュの傳統の下にあると、述べたものだと思はれます。

面白いことには、故人となつたクラインの考へが、後にナチスの教育政策として採り上げられ、ドイツ數學教育の指導原理となつたのであります。理論の上からは、如何にも至當なことだと思はれますが、歴史的に考へますと、これも一種の皮肉を感じさせるのであります。

#### その後のエコール・ポリテクニク

それではエコール・ポリテクニクは、その後どうなつたのか。これについて一口、ごく簡単に申上げませう。

フランスでは、ナポレオン時代に改造された、大學の理學部（一八〇八年改造）と、

同年設立された高等師範學校が、だんだんと發展して參りましたし、また産業技術方面の専門學校も、數多く新設されるやうになりました。殊に今日、數學や物理學の方面では、大學の理學部と高等師範學校の方から、有力な人物を出すやうになつたのですが、それではエコール・ポリテクニクは名聲を失つたのかといふと、決してさうではない、依然として名聲を保つて來てゐるのであります。

今その出身者の中、特に高名な人たちを、ほんの少しばかり擧げて見ますと、先づ工業技術の方面は、彼等の専門とするところでありますので、人材は極めて多い。電氣工學のモーリス・ルブランや、人造絹糸のシャルドンネーがその例であります。純粹科學におきましては、數學にエルミットや、カミーユ・ジョルダンや、アンリー・ポアンカレを擧げ、物理化學にベクレルとル・シャトリエを、天文學にルヴェリエを擧げることが出来ます。地質學のエリー・ド・ポーモン、礦物學のブラヴェー、かういつた方面の傑物さへも、出してゐるのであります。



軍人には多くの人々を産みました。ジョッフル將軍とフォッシニ將軍は、その例であります。政治家や財政家などにも有力な人がゐる。最も縁遠い哲學の方面にさへも、オーギュスト・コントや、ド・フレシネーのやうな人たちを出したのであります。

ただ一つの學校で、これだけの光榮ある傳統を誇り得るところは、全世界を通じて、そんなにあるまいと思はれます。

### む す び

私のお話はこれで一通り済んだ譯であります。最後にもう一度、エコール・ポリテクニクの指導精神について、考へて見たいと存じます。

その指導精神の一つが、理論と應用の綜合にありますことは、何度も繰返した通りであります。それなら、若しその綜合の中心ともなるべき學問分科があつた

とすれば、それは實際、何であつたのでせうか。

同校出身の有名な物理學者コルニユーは、「力學こそ、エコール・ポリテクニクの教育に於て、各部門を結合するセメントなのだ」と、いつも言うてゐたさうですが、これも同校出身のアンリー・ポアンカレは更に進んで、

「それは本當だ。いかにも力學は、一方物理學に接觸するし、他方、工業上の實地應用に接してゐる。また他面に於ては數學(解析學)に關聯してゐる。

この力學こそ、私が求めてゐたエコール・ポリテクニクの商標なのだ」と、強調してゐるのであります。尤もポアンカレのこの言葉は、一九〇三年の講演なので、同校創立の時代とは違ひませうし、また今日では學界の事情も、よほど變つたには相違ありませんが、しかしその精神、中心思想だけは、これで明かだと、考へられるのであります。

ところでポアンカレは、更にかういふ意味のことを、附け加へてゐるのです。



「わが國の新しい大學では、外國の諸大學と同様に、綜合科學の理想と稱するものを、學生たちに與へることを重んずる。しかし私たち（エコール・ポリテクニクの出身者）は、エコール・ポリテクニクに於て、既にさういふものを與へられたばかりでなく、それ以上の或るものを持つてゐるのである。即ち私たちエコール・ポリテクニクの出身者は、綜合的な考へ方の外に、行動の理想を持つてゐるのである。」

あの穩健なアンリー・ポアンカレが、行動について力強く語つてゐるのです。綜合と實行——これこそ正にエコール・ポリテクニクの指導精神であつたのであります。

今日では色々の立場から、フランス革命について語つたり、批判したりすることが出来るでせう。しかしその批判がどうであらうとも、革命の産物であつたエ

コール・ポリテクニクは、あの重大危機に際しまして、祖國を護りながら、科學技術の上に、あれだけの輝かしい成果を擧げたのでした。

このことは、革命戦亂の際にも拘らず、この學校が、決して單なる一時的な間に合せではなく、科學技術の發達に本質的な原則と方法を捉へることが出来、有力な多數の科學者技師の熱心な協力を得まして、行政當局の好意ある精神的並びに物質的援助の下に、それを革命的情熱と旺盛な精神力によつて遂行したによると、私は信じるものであります。

さうして科學技術の綜合と實行を指導精神とし、一身を犠牲にして働いたモンジュの態度を回想しますことは、熾烈なる科學決戦の現實に當面してゐる今日、科學技術者並びに國民諸君の奮起を促す上に、十分に意味のあることと考へましたので、この拙いお話を申し上げます次第であります。



この小篇は、昭和十八年九月十一日、國民學術協會評議員會での談話速記に、多分の修正増補を施した  
ものであります。

## 日本數學の建設へ

まへおき

今日は、わが國民が總力を擧げて、大東亞戦争を勝ち抜かねばならぬ、重大な時期であります。そのために、一切の科學技術が動員されまして、皆眞劍にやつてゐる譯ですが、數學もまたその一環としまして、重大な任務を負つてゐる次第であります。

ところで、この任務を完遂しますためには、どうしても、戦時下の日本に適應した數學を、創り上げなければなりません。それは、どういふ性格の數學でなけ



ればならないか。——これが私に與へられました、今夕の課題なのであります。

元來數學の眞理といふものは、時の古今、所の東西を問はず、いつでも當てはまるものです。たとへば三角形の内角の和は常に二直角に等しく、二プラス三は常に五です。これは時と所を問はず常に成立する。それで、かやうな意味では、特に戦時下にふさはしい數學とか、數學の日本の性格などといふものが、考へられる筈がないのです。けれどもさういつた普遍的な面のほかに、數學には——他の科學も同様ですが——他の面があり他の見方が許されるのです。そして、その面から見ると、數學の日本の性格といふものが、立派に考へられるのであります。

皆さん。皆さんは、今夕のこの課題が、ただ科學技術者の實踐の上に大切なばかりでなく、一方、思想的武器としまして、わが國民全般にとつても、重要な問題であることに、お氣付きのことと存じます。それで私たちは、十分に慎重な用

意を以て、この課題にあたらなければなりません。それで私は歴史的に、わが國に於ける過去の主な數學について、一應調べて見たい。即ち先づ江戸時代の數學を吟味し、次に明治以來の數學を検討する。それから最後に、今日の戦時下に於ける數學に直面して、卑見を申上げることには致したいのであります。

### 江戸時代の數學

皆さん、私たちの祖先は、江戸時代に、今日私たちが和算と呼んでゐる、立派な數學を作り上げたのであります。これはわが日本國民の獨創力を代表しますところの、先人の輝かしい學問的業績なので、先づそこからお話を始めたいと存じます。

一體わが國にとにかく學問らしい數學が起つたのは、千四百年ばかり前のことでもあります。それは支那から傳へられたものですが、その後非常に衰へてしまひ







譯であります。それは天元術といつて、算木を

### III 下 一

とならばと、それは

$$3 + 6x + x^2 = 0$$

といふ二次方程式を表す、といつたやうなものです。

わが國では、しかし、間もなく支那の數學を消化するやうになりました。即ち元和八年（西曆一六三二年）に今日現に残つてゐる最初の和算書が發行され、やがて間もなく吉田光由の「塵劫記」が現れました。

これは大衆的な數學書でありまして、一般人の日常生活といつたものを中心とし、繪なども挿入して非常に面白く趣味的に書き述べられた、數學の入門指針ともいふべきもので、大衆的な親しみ易い書物でありました。かうした數學書が、始めの頃に發行されましたために、數學の大衆化が非常な速さをもつて行はれ、

その後數學に進む人がどんどん出て來まして、「塵劫記」などよりもつと學問的な、もつと高級な著述が續々と、現れるやうになつたのであります。

寛文十年（一六七〇）には澤口一之の本が現れたのですが、この時代になりますと、われわれは明らかに、支那の天元術において見出すことのできなかつた、新しい進歩をみることが出来るのです。最初の和算書が出ましてから、僅か五十年の間に、われわれ日本人は、支那の數學（天元術）を十分に消化し終り、その上に或る進歩をみせたといへるのであります。

ところが澤口の書物に關聯しまして、間もなく關孝和が現れてくるのであります。（關は江戸に住んでゐた人であり、澤口は京阪の人ですが）關の時代になりますと、江戸と京阪地方において、今までの支那の數學にはみえない、全く新しい代數學を作りあげたのであります。この新しい代數學と申しますのは、支那の代數のやうに算木で行ふ代數ではなく、筆算で行ふ代數でありまして、例を申し



ますと、私たちが今日、

$$a+b \quad a-b \quad a \times b \quad \frac{a}{b}$$

と書きますのを、關の流儀では、

$$\begin{array}{cccc} | \text{甲} & | \text{甲} & | \text{甲} & | \text{甲} \\ | \text{乙} & | \text{乙} & | \text{乙} & | \text{乙} \end{array}$$

といふ風に記したのであります。

かうなりますと、和算の代數は、もはや西洋の代數と、本質において、そんなに異つたものでなくなつた譯であります。かういふ代數をわが國では點竄てんざんと申してをりました。かうして點竄が一度發明されますと、今までの算木で行つたやうな不便な計算法と違ひ、ぐんぐん進歩をとげまして、これよりわが國の數學は、支那數學の領域を乗り越えて、日本獨特の數學——即ち和算といふものが初めて確立した、かやうにいへると思ひます。そしてこの點竄が進歩してだんだん高級

なもの考へられ、つひに「圓理」に到達したのであります。

圓理といふのは、最初は、圓の弧の長さや圓の面積を求めることから、始つたのであります。ところが圓の周や面積を大雑把に表すのはやさしいことで、昔から日本でもやつてゐたのですが、正確に表すのは非常に難しい問題であります。

この困難な問題を關孝和や建部賢弘、又それ以後の人達が採り上げて、研究を進めたのであります。この點につきまして、關孝和の業績を簡単に評價するのは困難ですが、關の高弟建部の時代になりますと、享保年間（一七二〇年代）に、無限級數の形で、圓の弧を正確に表すことに成功したのであります。

建部の方法は、先づ與へられた圓の弧を二等分し、その分點から二つの弦を引いて、二つの邊をもつ内接折線を作つたのです。次には四つの邊をもつ内接折線を、次には八つ、十六といふ風にして、内接折線の周を順々に計算し、その極限として圓弧の長さを計算し、遂に無限級數に達したのであります。



この方法ですと、非常に面倒な計算を要するのですが、その後十八世紀の末ごろ、安島直圓の時代に至つて、只今の方法でなしに、丁度私たちが今日、定積分でやつてをりますやうな方法で、圓理の研究をやり出したのであります。即ち例へば圓の面積を求める場合なら、一つの横線（直徑）を多くの微小部分に等分し、その各分點から縦線を引いて微小な矩形を作る。かやうな矩形の和の極限を計算して、圓の面積の問題を解いたのであります。丁度われわれのやつてゐる定積分とは、精神においても、方法においても、あまり變らないといふところまで到達したのであります。この安島の方法ですと、單に圓ばかりでなしに、もつと一般的な曲線の面積や弧の長さから、曲面の體積なども求めることが出来るのであります。

更に進みまして、幕末に近い文政の頃（十九世紀のはじめ）になりますと、和田寧が現れました。和田は安島の圓理をさらに進歩させ、今日の積分表のやうな

ものを作りあげた。そのために積分の計算は、よほど簡單なものになつたのであります。丁度今日われわれが積分でやつてゐるのと、いくらも違ふことはない。——まあさういふところまで到達することができた。實際、文政天保といふ時代こそは、和算の絶頂に達した時代でありまして、二重積分、三重積分の問題も、解くことが出来るやうになつたのであります。

そこで和算は結局、どの位の程度にまで到達したのかと申しますと、それは見方の如何によつて、色々違つた結論を得るのは勿論ですが、私の見ますところでは、幕末における和算の圓理は、十八世紀の前半における西洋の微積分と、或る意味では、まあ比べられるのではないか。——かう考へられるのであります。

ところで和算家は、圓理ばかりでなく、方陣や不定方程式や幾何の問題など、他にもいろいろなことを深く研究してゐるのであります。たとへば幾何ならば、多くの圓や球の接觸してゐる問題などは、和算家の非常に得意とするところであ



りました。和算家の中には、西洋人と同じ結果を得たばかりでなく、西洋より早く発見したといふやうな例もあります。

皆さん。私は、外のことは兎に角、點竄と圓理といふ唯二つの發明だけによりましても、わが日本人の數學的能力が、如何に優秀であるかを、十分に示し得るものだと思へます。

なぜかと申しますと、先づ第一に、筆算による代數といふものは、全世界の數學史上、ただ二つの系統——即ち日本の點竄と、インド、アラビヤから近世ヨーロッパを経て完成された今日の代數、これより外にはないのであります。第二に、アルキメデスのやうな古代の先驅者を除きますと、兎に角、微積分のやうな高級な數學を發明し得た國民は、近世のヨーロッパ人の外には、全世界に於て、ひとりわが日本人あるのみなのであります。關孝和、建部賢弘、安島直圓などの業績は、燦然として世界の數學史を照らして居るのです。

### 和算の性格

これまで私は和算の概要について申し上げましたが、それなら和算の中に現れた日本の性格は、いかなるものであるか。——この課題について考へて見たいと思ひます。

先づ和算はどういふ推進力によつて、こんなに進展したのかといひますと、何と申しましても、まづ第一にそれは實用性によるのであります。先程申しました「塵劫記」にみる卑近なことばかりでなく、たとへば商業方面では、年賦金や無盡の計算、工業方面では、建築に必要な幾何や圖計算の研究もあります。ことに農村方面については、西洋にも支那にも多く類を見なかつたといへる、地方算法と稱するものがあります。

しかしながら、何と申しましても、江戸時代におきましては、わが國の自然科



學、産業技術といふやうなものは、十分進歩しなかつた。そのために和算自身もこれらと密接に結びついて發達することが、あり得なかつたのでした。ところが一方、西洋においてはどうかであつたか。和算と同じ時代の西洋數學を顧みますとニュートン、ベルヌーイ、オイラー、ダランベール、ラプラス、モンジュ——これらの人たちの研究は、自然科學乃至技術などと密接の關聯の下に進んだのであつて、中には數學者か物理學者かを、區別するに困難なものもあるのであります。ニュートンは微積分の發見者であると同時に、偉大な物理學者であつた。ラプラスは偉大な數學者であると同時に、偉大な天文學者であつた。モンジュの幾何學は軍事的、工業技術的であつた。といふやうに、科學技術と密接な關聯の下に進んだのが、この時代における西洋の數學なのであります。

かやうな意味におきまして、和算が西洋數學と非常に異なるところは、和算が科學技術から遊離して行つたといふ點にある。さういふところに、何よりも著しい

和算の日本的性格の一つが認められるのであります。

第二は、和算家の持つた「藝に遊ぶ」といふ理想であります。元來西洋の數學の上には、相當に深い哲學、思想の影響がありますので、例へばデカルトは解析幾何の創始者であると同時に近世哲學の父である。ライプニッツは微積分の創設者であると同時に大哲學者である。そのほかバスカル等々の例を擧げるまでもなく、偉大な數學者の中には哲學者や思想家が多く、従つて數學もまた直接間接に哲學、思想の背景の下に體系づけられ、相互の關聯において進んだのでした。

これに反しまして、わが國の和算家は、當時の哲學、思想とは縁遠い存在であつた。勿論和算家の中から、哲學者や思想家風の人物を、二人や三人擧げることには出來ますけれども、西洋とは比較にならないのであります。かやうに一方では科學技術との交渉も少なく、他方哲學、思想との關聯も甚だ少なかつた時分に、和算家のとるべき道は何であつたでせうか。



和算家は「無用の用」といふことを説きました。「藝に遊ぶ」ことを理想としたのでした。事實、この道を選ぶより他に、行くべき道がなかつたのであります。彼等は道樂として學び、趣味として研究に耽つたのであつて、科學的眞理の探求などといふよりも、寧ろ「藝」といつた方が、はるかに相應しいのであります。實際、和算家の藝に遊ぶ性格の現れは、到るところに見ることが出来ますので、例へば彼等の間には神社などに和算研究の額を奉獻する流行があつたのですが、その奉額のやうなものは、人目を引くやうな遊戯的な傾向に流れたのでした。扇や團扇の中の圖形ばかりを取扱つた専門書さへ刊行されましたが、かやうな性質の數學は、恐らく世界に類のないものでせう。ここに和算の第二の日本の性格があると思ひます。

さういふ興味本位でありますから、和算家は論理的に體系づけることには極めて不得手なのでした。しかしこのことは獨り日本ばかりでなく、東洋全般にかけ

る論理の不進歩のために、東洋の數學は印度でも支那でも、どこでも、論理的な方面は餘り進歩しなかつたのであります。それに只今申しました和算の特殊性が結びつきまして、——關孝和、建部賢弘のやうな天才は別ですが、——普通の和算家には論理性の缺如といふことが、はつきりと目立つのであります。

まづ和算には何よりも形式論理が缺けてゐます。現に和算書を開いて圓のところを見ても、圓とはいかなるものか、その定義は書いてゐない。圓の切線といつても、定義を掲げてゐないので。それで圓の切線などに關する問題をいろいろやつてゐる間に、圓の性質とか切線とかの定義といふものがわかつてくる。説明しなくとも圖を描いて見れば自ら解る、——「説明なくして自ら悟る」といつたところが、和算の特徴であります。

しかしそんな方法で、どうして和算はあんなに進歩したのか、といふ疑問が起りませう。和算家は演繹的な推論で押し通せない場合には、歸納法の力を借りた



のであります。歸納的に發見したばかりで、別に證明もないのですから、學問としての數學としましては不完全でありますし、また直觀的な見方で、十分吟味もせず結論を出したものが、非常に多いのでした。その點からして、和算の中には間違も多いといふことは、何といつても争ふべからざる事實であります。

しかしながら、ともかくも西洋の微積分に似たものにまで漕ぎつけることができたのは、論理の力に缺けてゐたところを、逞しい歸納の力、直觀の鋭い見透しをもつて、補つたからでありました。尤も、秀れた直觀力と逞しい歸納力といふのは、——西洋でも——天才的な數學者には、よく見出される素質であると思ひます。それでこの貴い賜物があればこそ、論理性の貧しさにかかはらず、和算は「術」として、あの高さにまで到達し得たのだと解釋すべきでありませう。これが和算の持つ第三の日本の性格であると考へます。

ところでそれなら和算家は、どういふ風にして生活してゐたかと申しますと、

中には藩に仕へてゐた人達もありますが、大部分は塾を開いて、ちやうど俳句の先生とか、擊劍の先生のやうな調子で、和算を教授すると同時に、自分もその「藝」を磨くといふ有様であつたのであります。その點からして、關流とか最上流とかと、ギルド的なものになりました。

ところがギルド的な和算教授は、弟子たちを競争させて、計算技巧の達人などを作るには、適當であつたでせうが、それは如何にも祕密主義であり、容易に祕傳を傳へることを許さない方針で進んだのであります。そのために、今日國民學校や中等學校で使はれてゐるやうな、整頓した教科書などは、容易に現れなかつた。もしさういふ立派な教科書があつて、圓理なども丁寧に説明されたなら、和算の先生は明日から教へることがなくなつてしまふ、といつた譯でした。

それで後には、このギルド性のために、和算家は自繩自縛に陥りまして、和算は進展すべくして進展し得なかつたのであります。そしてそれは、ちやうど徳



川封建制と同じやうに、だんだん亡ぶべき運命に向つて來たのであります。

### 西洋數學の輸入

かやうに致しまして、文政、天保の頃を峠として、和算の黄金時代が過ぎようとする頃は、もう外國の船がわが國の四邊を侵すやうになり、國防の問題が本格的に舞臺に上つて來たのであります。間もなく阿片戰爭の結果、支那では港を開かせられる、やがてペルリが來朝する。さういふ時代になりますと、國防のためにどうしても、西洋の數學を學ばなければならぬ機運に向つて來たのでした。

なぜかと申しますと、西洋の軍事或は航海術を學ぶときには、その中に數學が現れる、ところが記號や説明の相違から、和算ではどうしても都合が悪い。それで西洋の科學、技術を研究するには、西洋の數學を理解しなければならぬ。かういふ譯だつたのです。

そこで先づ海軍がオランダ人について、西洋の數學を學ぶことになつた。わが國で西洋數學を公式に學んだ最初は、實に海軍であつたのです。そして軍事、航海術、測量から始つて、だんだんと自然科學や産業技術上の要求から、西洋數學の重要性は一層加はつて來たのであります。

それなら西洋の數學を學び出した人達は、和算家であつたかと申しますと、さうではなかつた。勿論和算家の中にも、西洋數學に關心をもつた人がゐないわけではないのですが、それは比較的稀であつた。和算家の大多數は、文政、天保の頃の圓理こそは世界にない優れた數學であると思ひ、西洋からは數學上何ら學ぶことがない、と考へてゐたのです。それですから、西洋數學を學んだものは、まづ海軍や陸軍、その關係者であり、次には蘭學者、一般的にいつて洋學者でした。かやうな二種類の若々しい青年であつたのであります。

實際、大多數の和算家は、時代に對する見透しとか、數學の國家的社會的意義



などについては、何等の識見も持つてゐなかつた。かれらはいはば、數學の職人だつたのでした。私たちはここにも和算に於ける、文化性の低さを見るのであります。

やがてわれわれは明治維新の曉を迎へるやうになります。そして明治五年になりまして、いはゆる學制が頒布されました。これは小學校から大學にいたる學校系統を、整然と明かにした最初の法令でありまして、ここで小學校から大學まで、和算を捨てて洋算を學ぶことに、規定されたのです。それといふのも、わが日本は一日も早く歐米諸國に追いつかなければならない、そのためには國際的な西洋數學を學ぶよりほかにない。——さういつた國策の下に、和算を捨てて洋算の専用を斷行したのであります。

しかしその當時は、洋算などをやる人が極めて少い時代でありまして、明治五年に小學校で洋算を採用するといふのも、實は非常に困難な仕事であつたのです。中學校のごときは、邦文の西洋數學教科書がないので、歐文の原書をそのまま用ひなければならぬ有様でした。さういふわけで、われわれは非常な困難と戦はなければならなかつたのです。

ところで、さういふ學校制度が出来、そこで洋算専用になつてきますと、今までは錚々たる和算家もだんだん窮境に向つて參りました。もはや誰も和算を今更に研究しようなどといふものはなく、和算は急に衰亡に傾きはじめてのが、しかし和算家の中にもなかなか元氣のよい老人があつて、西洋數學と戦ふつもりで研究をつづけた人も、ないわけではなかつたのです。

けれども、明治も十年代に入りますと、和算と西洋數學の優劣が、だんだん明瞭になつて參りました。即ち和算の内容といふのは、西洋數學の一部分に過ぎない。和算は論理系統として不完全なのに、洋算の方は整然たる系統を踏んでゐるから、理論的な研究において洋算の方が優れてをるばかりでなく、或る特殊の問



題を解く場合にも、大體に洋算の方が優れてゐる。いはんや自然科学或は技術、さういつたものに對する適用となると、和算は殆んど役に立たない。——といつたやうなことが、だんだんわかつてきたのであります。そして一方、和算の大家は年寄つてだんだんゐなくなつてくる。明治十五年頃になりますと、和算は殆んど地に墜ちてしまつた觀があるのであります。

丁度その頃、海軍教授に中川將行といふ人がをりましたが、その人はかういふことを申してをります。

「(和算家のごとく高尚なことを研究するといつても)、内外切觸の理\*に止まらんには未だ世に誇るに足らざるなり。わが國百工技術未だ歐洲に若かざるものあれば、従つて、數學のその效を百般の實業に顯はすところの區域も小なりと雖も、その效を顯はすことかれに劣らざるの日に逢はんこと甚だ遠からざるなり。決して内外切觸の理のみ是れ講じ、以て、高尚なり達算なり

と誇るの日に非ざるなり。……凡そ天下の事物、公衆になすところの實益多きものは之を貴重すべきなり。その少きものは貴重するに足らざるなり。苟も公衆の實益を謀らず、空理空論に荒淫して無上の樂となし、學者の榮譽を得たりとするものは愚にあらざれば狂。」

これは明治十五年のことですが、これがまさに和算家を葬るところの、最後の言葉になつたのであります。

\* ここに「内外切觸の理」といふのは、多くの圓や球などが、互に内切、外接してゐるやうな、複雑な圖形の理論のことで、和算家の得意とした仕事でしたが、實用からは、まあ縁遠いものと思はれます。

さてかやうに和算の滅亡する時分までの間に、西洋數學の研究と普及に貢獻した人たちの中には、少數の西洋人の外、軍人殊に海軍の關係者、洋學者及び和算から洋算へ轉向した人達がつて、大いに活動したのでした。しかし、和算も亡



び、また東京大學から數學専門の卒業生を世に送り出す明治十七年の頃になりますと、これらの人々がだんだんと退いて、新しい數學の専門家に席を譲るやうになつたのであります。

さて新しい數學の専門家を挙げますと、先づ第一は菊池大麓先生であります。先生は長くイギリスに學び、明治十年から東京大學の數學教授となられました。その次は藤澤利喜太郎先生で、ドイツに留學され、明治二十年に歸朝されました。この二人の方が熱心に東京帝國大學の數學科の建設に従事されました。それからだんだん新進の學者が現れて参りました、まづ大體明治三十五年頃に、わが國に於ける近代的な數學の地盤が、ほぼ確立したと見てよいかと思ひます。

この明治三十五年頃までの數學といふものは、獨創的な研究はまだ少く、専ら孜孜汲々として西洋の數學を翻譯するといつた時代でしたが、その頃になりますと、西洋の數學がわが國に根を下し、數學の水準が相當の程度まで高まつたので

あつて、これから次第に新しい數學の時代が展開されて行つたのであります。

殊に日露戦争を経て、第一次世界大戰の頃になりますと、わが國運の隆盛となるにつれまして、數學もまた一層急激な進歩を見、わが國の數學は十分に世界輪になつて参りました。明治維新以來七十年の間に、實にこれだけの進歩を遂げたのであります。それでこの度の大東亞戦争の前に、わが國の數學は研究におきましても、また學校に於ける普及の程度におきましても、歐米各國に比べまして、そんなに遜色がないといふところまで、到達したのであります。

皆さん。わが國が安政年間に港を開きましてから、まだ九十年になりません。この比較的短い年月の間に、わが國の數學は實に驚くべき進歩を遂げた譯であります。實際これだけ短い期間に、これだけの進歩を遂げたことは、——たとひ和算といふ大きな遺産があつたにせよ、——世界の科學史上稀に見る現象でありまして、ただこの事實だけによりまして、わが日本人が數學的能力に秀でてゐる



といふ、一つの證據になると思はれるくらゐです。

### 大東亞戦争前に於ける數學の性格

それなら、かやうに發達したわが國の數學は、大東亞戦争の起る前のころに、どんな性格を示してゐたでせうか。それについて考へてみたいと存じます。

申すまでもなく、戦前のわが數學は、殆んど國際性といふ唯一つの色によつて、塗られてゐたのでした。そこには、和算に見るやうな論理性の缺如などは、もはや見出すことが出来ませんで、時には却つて、寧ろ論理形式の過剰を思はせるくらゐでした。そして論理形式整頓の代償としまして、和算家に特徴的であつた、あの優れた直觀力と逞しい歸納力とは、今度は却つて貧困を感じさせられるやうになつたのです。生き生きとした、本質的な抽象ではなしに、徒らに形式的な「抽象化」を誇る人たちが、果してゐなかつたでせうか。

それと同時に、「藝に遊ぶ」和算家の代りに、今度は、「科學のための科學」を奉ずる數學者となつた譯であります。

それですから表面だけを眺めますと、如何にも戦前の數學は全く國際化し終つたかのやうに思はれるのですが、しかしよく考へて見ますと、必ずしもさうではありません。日本の數學は確かに、ある特色を持つてゐたのであります。

その著しい特色は、何といつても、歐米からの移植數學であつたといふ點にあります。外國で長い年月の間に發達した既成の數學を、わが國ではそのまま、急に短日月の間に學びとつたのでありますから、わが國の數學には、大切なものがまだ缺けてゐた。それは西洋にあつた既成の知識と既成の方法を、そのまま受け入れましたので、まだ學問の奥底にありますものを、十分に擱んでゐない、何か表面的、皮相的であつたと思はれるのであります。

西洋の數學には、善いにせよ惡いにせよ、長い間の學問的傳統がありました。



ある理論がどういふ動機から生れたのか、そしてどんな困難と闘つて進展して来たのか。さういふことが、國民の間に判つてゐるのであります。他の自然科学、たとへば天文学との間には、どんな密接な関係があつたのか。物理学と数学とが互に提携し合つて、お互に各自の領域に於てどんなに進んできたか。また生産技術或は軍事技術と、どう關係して、どう進歩して来たか。或はまた實生活に觸れた社會的、經濟的諸問題、たとへば統計とか、生命保険などの問題と、いかに關聯して發達したか。或は哲學、思想と結んで、どんなに進んできたか。——さういつた問題は、永い學問的傳統のお蔭で、相當はつきりと意識されてゐるのであります。それですから、ニュートンといへば、すぐに微積分の發見者であると同時に、力學や物理学の建設者であることを思ひ、ライプニッツといへば、微積分の發見者であると同時に、哲學の大立者なることを思ふのであります。われわれ日本人は不幸にして、かやうな傳統を持たなかつたのです。和算の傳

統があることはありませんでしたが、それは残念ながら、科學技術や思想などには、縁遠いものでありまして、どうかすると寧ろそれらとは正反對なものでありました。それですから、われわれ現代の人たちが、西洋數學を消化し盡したかのやうに考へるのは、實は皮相的な見解ではないのかと、私には思はれます。

實際日本にも、世界的水準を超えた優れた研究があることは、事實であります。しかしその優秀な研究といひましても、多くは部分的のもので、廣くわが國の數學全體としましては、その實未だ十分確固たる根柢が、出來上つてゐなかつたのだと、私には思はれます。そのために大東亞戦争の直前に於きまして、未だに移植學問的であつて、日本の現實にふさはしい、本當の日本の學問にはまだなりきつてゐないところがあつたと、考へられるのであります。

たとへば、これまで日本の數學は、戦争の直前になつても、まだ他の科學や技術から殆んど遊離してゐました。科學技術から遊離してゐた數學者は、われわれ



の日常生活に關係あるやうな數學を、採り上げることを喜びませんでした。それどころか、科學や技術に必要な、高度の應用や實踐さへも避けようとする状態なのでありました。従つて實用的な應用的な數學は、純粹の數學に比べますと、今日でも比較にならないほど、わが國では遅れてゐるのであります。

かやうなことは、矢張りこれまでの數學が、移植學問でありましたので、わが國の數學者は、とかく科學技術の全面的な關聯などを、見もし考へもしないで、ただ自分の専門的な特殊の分科ばかりに、閉ぢこもつた結果であります。考へやうによりましては、それも一應は尤もなことなのです。さうしなかつたなら、専門分科に深入りすることが困難なのですから。

しかし實は、かういつた點こそ、從來のわが科學技術の基本的な缺陷なのでした。一方には、技術の根柢たる數學的基礎理論を、顧みもしない技術家があり、他方には、技術に關係する數學を輕蔑するやうな數學者がゐた。こんな調子であ

つたことが、どれだけわが國力の進展に惡影響を及ぼしたことでありませう。今日から思へば實に遺憾極まりないことです。

また日本の數學者は、國家を愛する點に於きまして、決して人後に落ちるものではありませんが、しかし不思議にも——移植學問といふところから、またもう一つは、多分數學といふ學問の性質から、影響されたのかも知れませんが——兎に角、不思議なほど、社會意識が稀薄でありまして、思想や哲學などには、殆んど關心をもたないものが多かつたのであります。實際たとへば、國家社會状態との關聯において取扱はれる、正しい意味での科學史や數學史などは、これまで長い間數學者から無視されて來た、といつてよいと思ひます。

そのために、數學の國家的、社會的使命などについて、深く心を潜める人たちも少く、多くの學者たちは「科學のための科學」と唱へまして、そんなことには超然としてゐたのです。驚くべきことに、大多數の數學者は、自分の職場である



答の、教育の問題に對してさへも、深い關心をもたなかつたのであります。

その結果、わが國の數學教育は、國家の目ざましい進展に步調を合せることが出来ないほど、遅れてしまつた。そして、他のいろいろな理由と相俟つて、受験數學といつたものが横行してゐたのであります。これまで、或は今日でも、中等學校或は高等學校に於て、數學といへば受験を聯想させます。近年は大分よくなりましたが、從來の多くの高等學校、高等専門學校の數學科入試問題のやうな、ああいつた性質の問題は、わが國民としての健全な數理思想を涵養し、科學的精神を開發する上に於て、殆んど無用のものでした。實際どんな理由があつたにせよ、もしも數學者及び數學教師が、數學教育の社會的意義について、確乎たる信念を持つたなら、あのやうな受験數學によつて、數學教育の進展を阻害させることは、斷じてなかつた筈であります。

同様のことは、國民大衆の間に於ける、數學知識の貧しさや、科學的精神の缺如についても、言へると思ひます。實際ノモンハン事件で反省させられるまで、大多數の數學者は、數學の大衆化などについて、考へて見たこともなかつたのでした。要するに、私は戦前日本の數學は、健康な、高い文化性をもたなかつたと思ふものであります。

かやうな文化性の低さといひ、また先程申しましたやうな、科學や技術からの遊離といひ、戦前日本の數學には、何か和算の短所を思はせるものがあるのであります。そればかりではなく、戦前の數學界に於ては、學閥であるとか繩張りといふやうなことが喧しかつた。さういつた繩張りの争ひなどは、明かに和算のギルド性を思はせるのであります。

戦前に於ける日本數學の特徴としまして、甚だ遺憾ながら、私はかやうな點を指摘しなければならぬのです。勿論、支那事變以來、特にノモンハン事件以來は、高度國防國家の建設のために、數學の研究並びに教育の革新につきまして、



いろいろ論議されては参りましたが、その實行となると、何分にも微温的な感あるを免れませんでした。そこに大東亞戦争が開始されたのであります。

### 日本數學の建設へ

さて、いよいよ深刻苛烈なる大東亞戦争が、雄渾無比の構想の下に、戦はれる時が来たのです。今や私たちは總力をあげ、一切の力を集中して、この戦を勝ち抜かねばならないのであります。

今日の數學は、何よりも先づ、敵を打ち倒すための、武器としての任務を果さなければなりません。兵器の創造改善並びに増産。——この基本的課題を中心として、一切の科學・技術が動員された今日、數學もまたその一環としまして、重大なる役割を完遂すべき責務を負つてゐるのであります。

御覽なさい。飛行機の製作は函數論と結びつき、齒車の構成は幾何學と關聯し

てゐるのです。今こそ一切の數學——理論から應用にいたる數學の全體——をあげて、その全力を發揮すべき秋なのであります。けれども數學が、他の科學技術から切り離されてゐたのでは、戦争完遂のためといふ大目的に副ふことが、殆んど不可能であります。どうしても私たちは、計畫的に「數學、科學、技術の綜合統一」をはかり、その線に沿つて猛進しなければなりません。

かやうに申しましても、それはただ無暗に、數學と科學と技術と、唯一つのものに解消してしまふ、といふ意味ではありません。もともと數學や科學の各部門や技術の各方面は、皆それぞれ自分獨特の領域をもつてゐますし、自分獨特の方法をもつてゐるのです。それでその独自の領域、独自の方法を生かしながら、お互ひにその間の關聯を緊密にしようといふのです。例へば一つの問題を、理論と實際の兩面から、いろいろの部門やいろいろの角度から採り上げまして、その問題を早く解決させる。また一方で得られました最善の結果や方法を、すぐに他



の方に供給して適用させる。——かういつた方面を、統一の主な目標にしようといふのであります。

このことは、いはば學問の戦時體制として、極めて大切なことでもありますから、これを國家的標語としまして、「數學、科學、技術の統一」といふ言葉を、高く掲ぐべきではないか。さう強調いたしたいと存じます。

ところで只今私は、「數學、科學、技術の統一」といふ方針を指して、學問の戦時體制だと申しましたが、實はこの方針によつてこそ、平素でも、數學が最も健全に成長し發展して行くのだと、確信するのであります。それですから私は、「數學、科學、技術の統一」といふ目標によつて、新しい日本の現實にふさはしい數學——日本數學の第一の性格を、作り上げなければならぬと、提言したいのであります。

同時に、當然のことながら、私たちは數學の歐米依存、つまり移植數學から脱却しなければなりません。それには實際どうすべきでせうか。

そこでこの問題を考へます前に、注意せねばならぬことがあります。それは、今日の數學は外國からの移植數學なのであるから、寧ろ、我が國古來の和算に歸つたらどうか。あれだけ江戸時代に優秀な、獨創的な和算であつたのだから、今日和算を取入れたらどうか。或は、全部和算に歸らなくとも、西洋數學と和算のそれぞれの長所を取つて、折衷をやつてはどうか。——かやうな説が立てられるかも知れませんが、しかし私はどちらも無意味なばかりか、それは、わが國の數學の將來の進展のためにかへつて有害であると、申上げたいのであります。

和算といふものは、それ自身がいかにか輝かしい特徴を持つてゐたとして、論理體系としての價値の低さ、また科學技術への應用性の貧困、その全部をあげたところで、到底十九世紀の西洋數學には及ばないのであります。いはんや



面目を一新しました今日の、新しい數學の世界的戰場に、關孝和や建部賢弘の舊い數學を持出すことは、丁度鐵砲に竹槍で向ふのと同様だと考へます。(しかしかう申しましても、和算の歴史を研究することが無用だ、といふものではありません。和算の歴史的研究は、國民的自覺を促す上におきましても、立派な意味をもつものであります。)

何よりも先づ、われわれは明治の初めに、何故に和算を捨てて洋算にかへたのか。皆さんは、その意味について反省して頂きたい。われわれは和算を亡ぼすことによつて、今日世界の學界に生き、東洋の盟主となることが出来たのであります。もし徒らに自分の國の古いものに捉はれてゐましたならば、丁度支那の數學のやうになつたはずです。

支那では日清戦争はおろか、日露戦争の頃までも、古い數學を使つてゐたのでありまして、上海で出版された西洋數學の立派な支那譯も、支那の教育社會には

あまり普及しなかつたのです。それどころか西洋數學の譯書でさへも、國際的な記號を用ひず、やはり支那風に直した。例へば今日私たちが  $\frac{1}{2}$  と書くところを  $\frac{1}{2}$  といふ風に書いてをり、それが日露戦争の後までも残つてゐたのであります。わが國でも、若し自分の短所長所に拘らず、徒らに過去に捉はれてゐたならば、支那の二の舞を演ぜざるを得ないのであります。國家に取りまして、數學が一つの鋭利な武器であることを、忘れてはなりません。

もう一つ申上げたいことがある。科學技術の日本の性格といふのは、つい最近までは、主として「日本民族の勢力圏内にある資源をもつて」する科學技術の意味に、採り上げられてゐたのであります。かういつた意味での科學技術の重要なことには、勿論今日でも何等の變りがありませんが、ただ數學の場合に於きましては、これを以て數學の日本的性格とするのは、少しどうかと思ふのであります。なぜなら、數學は石油や鐵とは趣を異にし、地域的ではなく、遙かに普遍的なも



のであり、この點で數學と技術とは非常に趣を異にするのです。それで只今の意味で國家が切實に要求してゐる、科學技術の日本的性格を發揚させる線に沿つて、數學を振興させる必要があることは、勿論でありますけれども、ただそのみによつて日本的性格の數學とするなら、それは餘りに狭い考へ方といはざるを得ないと思ひます。

それでは如何にして、數學の歐米依存から脱却すべきか。私の考へを率直に申しますなら、それには、創意的研究に精進する一方、他面では、今日の數學を深く掘り下げまして、一日も早く、根柢からそれを消化し盡すがよいと思ひます。今日の日本の數學は、残念ながら、まだ世界的な數學の奥底に達してゐない。奥底まで到達し得て、それを踐み越えることによつてこそ、私たちは完全に、移植數學の域を脱することが出来るのであります。

かやうに申しますと、皆さんの中には、「そんなことをすれば、日本の數學は

いつまでも歐米依存になるではないか」と、詰問なされるお方があるかも知れませんが、私は決してさうではないと思ひます。私たちは今日、學問が敵に打ち勝つための武器であることを、衷心から知りつくして居ります。敵に打ち勝つためには、敵の武器の真相を十分に知らなければなりません。さういふ日本國民としての、強い覺悟と決心を以て、しつかりした批判の態度によつて、西洋數學に對すべきであります。それを克服する勇猛心を出すべきであります。

それと同時に、一方では、わが和算家に特徴的であつた、あの優れた直觀力と逞しい歸納力とを、呼び戻さなければなりません。これこそ創造と發明の母なものであります。それは適切な教育の方法と鍊成の力によつて、獲得し得られるものであります。私はこれを要望される日本數學の第二の性格として、強調したいと思ひます。



第三に、決戦下のわが國民生活と密接な關係をもつやうな、そして皇國にふさはしい、健全な、高い文化性をもつた數學を作り上げなければなりません。これまでの數學は、前に申しました通り、その文化性において甚だ低かつたのであります。是非ともこれを高めねばなりません。

そこには學校教育に於ける數學刷新の問題がありますし、その上に、數學の生活化、數學の大衆化、特に生産青年の數學的教養と、婦人に於ける數理思想の向上。——かういつた色々な問題がある譯であります。

最後に、もう一つ、これは申上げるまでもないことですが、いはゆる「科學のための科學」といふ思想は、その際断じて一掃されなければなりません。日本國民として、「皇國の數學」——この旗の下に、われわれは進軍すべきであります。これまで私は、大東亞の盟主としての、日本にふさはしい數學の性格に對しまして、いろいろの要望をあげて参りました。しかしそこには勿論緩急の順序があ

るのです。深刻苛烈を極める戦争の現段階にありましては、皇國の名に於て、兵器に向つて集中された「數學、科學、技術の統一」。これが何よりの急務でなければなりません。何を措いても、われわれは先づ勝たなければならぬ。それが今日の第一義であります。

### む す び

さて私は皆さんと共に、先づ和算の性格を吟味しましてから、次には移植數學の批判に及び、最後に戦時下に適應する日本數學とは、どんなものであるべきかについて、研究して参りました。

皆さん。われわれ日本人は、數學の能力に秀でた國民であります。わが國民が數學に秀でてゐるといふことは、何よりもよく和算家がこれを実證してくれたのであります。ひとり江戸時代においてさうであつたばかりでなしに、現代の數學



者の努力が、更にそれを十分に證明してゐるのであります。

曩にも申しましたやうに、とにかく微積分のやうな數學を作りあげたものは、近世の歐洲人を除いては、世界にわが日本國民しかない——それも、わが日本人は、封建鎖國の時代に、全く独自の力によつて創造したのであります。ことに和算家は鋭い直觀的な見透しや、たくましい歸納の力をもつてゐました。これは正に數學の天才にふさはしい能力である。わが民族は、實にかやうな數學の能力をもつてゐるのであります。われわれは、この優れた長所を十分に、戦時下の現代に生かしまして、敵に勝る銳利無比の、武器としての數學を創造し、輝かしい日本の數學を作りあげなければなりません。

そのためには何といつても、國民大衆の數學的な科學的な水準を高め、もつと科學的な地盤を固める必要があると思ひます。(それは第一に、軍需關係の生産青少年諸君に對しまして、第二には、從來あまりにも遅れてゐた婦人の方々に對し

まして、特に強調すべきことと、考へます。) それには國民大衆が、もつと科學的に物を考へ、もつと數理的に事を處理するやうに、進まねばなりません。そのためには一方、國民學校や中等學校の數學教育の刷新から、始めねばならないのは、いふまでもないこととあります。幸ひにして國民學校の方はすでに刷新が始められてゐますし、中等學校もまた今や文部省の手において、劃期的な刷新の斷行をやつてゐるのであります。

しかしながら、私たちはただ學校だけを、たよりにしてはいけません。それと同時に國民大衆諸君自らが、自分の日常生活、自分の職場といつた手近いところから出發しまして、科學的精神を開發し、數學的教養を戦ひ取ることに、努力しなければならぬと思ひます。しかし國民大衆諸君が自ら科學的精神を養成するとか、數學的教養を戦ひ取るといふことは、これは實に一大決心を要することなのであります。



嘗て幕末から明治の初期にかけて活躍しました和算家に、高久守静といふ人がありました。かれは門人に十露盤を教へるときに、

「十露盤を弾くのを真劍勝負と思へ。」

——かう述べたのでした。

今日大戦の最中にあたりまして、日本科擧技術の躍進をはかるためには、國民的ない大決心を必須とするのであります。國民大衆諸君が高久守静の教訓、この真劍勝負の決心になり切ることこそは、戦争完遂のために、絶對的に必要だと思ふのであります。

この小篇は、昭和十六年五月下旬、「大阪毎日新聞社文化講座」での、「數學の日本の性格」と題した講演速記を基にしまして、決戦下の今日に適應するやうに、徹底的に書き改めたものであります。

## 参 考 篇



## 數學教育刷新のために

——特に専門教育としての數學について——

まへおき

先輩諸先生並びに親愛なる同窓諸君のおん前で、お話申上げますことは、私の光榮とするところであります。……私は、ずっと以前から、専門教育に於ける數學を、改造しなければならぬといふ考をもつてゐました。それは決して一朝一夕のことではなく、十數年間抱いてゐる考であります。今日は幾分か纏まつた形でお話してみたいと存じます。

今日は色々の意味に於きまして、わが日本は非常に重大なる時機に立つてゐま



す。それで日本の教育に就きましても、種々の方面から全面的な検討を加へ、反省をいたしまして、擁護すべきものは何處までも擁護すると同時に、革新すべきものは何處までも革新して、來るべき新しい日本の發展の爲に備へなければならぬ。その意味におきまして、われわれ數學教育に従事するものは、極めて重大なる責務を負うてゐるといはねばなりません。

ところで、小學校の方は、近年來文部當局の英斷によりまして、大變に好い教科書がだんだん出來つつあります。また中等教育は、今日のところ、まだ甚だ遺憾の點が多いのでありますけれども、しかしどういふ風に改造すべきであるかといふ、精神や方向だけは、大體もう行き互つて居る。ただ容易にそれが實行できないといふ情勢にあるのであります\*。ところが、専門教育となりますと、之を如何に改造すべきかといふ根本的方針さへも、今日樹てられてゐるや否や疑はざるを得ないのであります。今日は特に、この問題を探り上げたいと思ふのであります。

であります。

\* 「追記。中等學校の數學も、大東亞戦争の直前から、劃期的刷新が行はれることになりました。」

只今より恰度二十年ほど前のこと、大正八年に、私はこの會で「理論數學と實用數學との交渉」といふお話を申し上げたのでした。只今二十年前の事を顧みまして、而もこの理論數學と實用數學との交渉が、實際に専門教育に於て、今日に及んでもなほ未だ十分に行はれてゐないといふ實情を、非常に遺憾とするのであります。

さて、ここで豫めお断り申上げておきますが、これからのお話は、専門教育の數學に關する、いはゆる「科學的」或は「客觀的」研究の結果といふやうな事ではございません。實は世界中のどの國でも、さういふ方面について、本當に科學的な研究を積んだことは、まだ恐らく殆んどないだらうと思ふのであります。それで是から申上げますのは、ただ私の主觀的な考でありますから、何卒左様にお



含みを願ひ度い。

第二に、専門教育と申しましても、その範圍が随分ひろいのです。併しさうひろく互る譯にいきませんので、茲では専門的な實業學校（即ち高等工業、高等商業、高等農林）及び高等學校などは、問題の中心に置かないことにし、大學も中心に置かない積りであります。併し直接間接に大學の問題に觸れることも、勿論ありませう。要するに、數學の専門家、特に數學の教師を養成する専門學校に對する、一種の改造案を申上げるに止まるのであります。

## 序 論

### 數學教育の歴史的推移

さて先づ第一に、數學科の教科の内容や教授の方法は、時代の進展につれて、歴史的に必然的に、だんだん變つて行くべきものである。かう、はつきり申上げ

たいと思ふのであります。何十年以來、かういふ方法が行はれてゐるから、それをその儘今日でもやらなければならぬといふ理由はなく、そこに極めて強い理由がない限り、だんだん變つて行くといふ、歴史的必然性に隨はなければならぬのであります。

例へば、今日小學校では、低學年から幾何圖形を取扱ひ、統計なども、はひるやうになりました。度量衡が非常に簡單化しました爲に、代數なども極く簡單な形式のものは入るといふ話を、聞いて居ります。高等小學校で代數や幾何が採用されるやうになつたのは、大分古い話であります。中等教育でも、算術の教材が餘程代數の方に移つて來ましたし、函數概念とかグラフのやうなものはひり、三角法が三年から取扱はれ、只今では統計法や、微積分の概念を入れなければならぬといふ考が、段々勢力を増しつつある。——かう思はれるのであります。然らば數學科の教材なり、方法なりを規定するものは何かと言へば、それは二



つの要求である。一つは内部的の要求、一つは外部からの要求であります。

内部的の要求と申しますは、つまり數學自身の發展に伴つて、理論や應用が進歩もし變化もしますから、その方から段々數學教育の内容や方法を、變へて行かなければならないといふのであつて、これは當然の話であります。

外部からの要求と申しますと、これは種々のものに分たれませうが、ごく大雑把にいひますなら、他の種々の科學の發展、哲學とか思想とかさういつたものの變化、特に國家社會狀態の變化であります。この國家社會狀態の變化によりまして、國家社會が數學の上に要求するものが變つて參ります。

例へば十六世紀の頃、西洋では天文學や航海術への應用、さういつたものが數學に對して強く要求されたのです。日本でも、幕末から明治の初年にかけて、何の爲に西洋數學を輸入したかと申しますと、その主な理由は、航海術とか戰術とか産業技術とかを學ぶためには、和算ではどうも都合が悪い。さういつた要求か

ら西洋の數學が採り入れられたといふ事は、殆んど争ふべからざる事のやうに思はれます。しかし航海術への應用などを、特に強く數學に要求した時代は、もう既に去つてしまつた。今日國家社會が數學に特に強く要求するものは、もつと外のものであります。

また中等學校なども、明治初年には士族か富裕の子弟でなければ入れなかつたものが、今日では中層階級の子弟が皆入るやうになつたので、その卒業後の職業などを考慮に入れて、數學の内容も決めて行かなければならぬでせう。

かやうに、内部の發展と外部からの要求との間の關係を、注意深く分析し、その關係を瞭かにして、内部的のものと外部的のものとの統一を圖り、綜合的に考へて、數學の教材及び方法を改造することが、必要なのであります。

只今は極く初等の例を挙げましたが、次には専門的な例として、例へば東京帝國大學の數學科について申しませう。……(中略)……かやうに考へますと、東京帝國



大學にしても、その他の専門學校にしても、要するに一般數學の進歩並びに國家社會の要求に應じて、さういふやうに變つて來たのは、いふまでもない話であります。

そして只今では、數學科の出身者は大部分は數學の教師をしてゐる。その外に銀行とか保險會社とか、研究室とか、工場等で働いて居る人があります。いづれにしても、専門の研究者として、或は教育家として、その他種々様々の方面に於ける數學科出身者の功績は、十分に社會に認められていい筈であります。

〔追記。ところが最近では、工場關係の人が多くなり、教師の不足のために、教育上非常に面倒な問題が起つてゐます。〕

### 數學教育に對する批判

ところで今日、私共は、數學或は數學教育に對する種々の批評を聞いて居りま

す。それを一々申上げること出来ませんが、ざつと大別しますと、先づ第一は數學者或は數學教師側、いはば内部からの批判が多少あると思ふのです。

さういふ方々の中には、かうお考への人たちが居られます。——近頃は數學が非常に進歩して來たが爲に、數學の諸分科は非常に細かく別れてしまつて、種々様々の深入りした専門研究になつた。それで遂に數學全體の統一がとれなくなり相互の關聯が見失はれた。恰も數學の研究者は深い數學の森の中に入り込んで、數學の峯を仰ぐことが出来なくなつたのである。かういふやうなことが、數學者乃至數學教師の中の聲として、言はれるやうになつて參りました。

次には、數學と關係のある、種々他方面の専門家からの批判も、屢々聞くのであります。さういふ數學以外の専門家は、大體口を揃へて、數學科がもつと實際の方面に反省をしてくれ、もつと實際の役に立つ考慮をして貰ひ度い、と要求してゐるのです。



例へば高等工業学校の先生達は、どうも数学の先生は理論ばかりに偏して困る。もつと技術者のために、技術と遊離しないやうにして欲しい。工学内部の現象に對しても、数学の考を深く徹底させて行つて呉れるなら、それであつてこそほんたうに工業上の事柄も科學的に數學的に研究されて、数学の精神なり、数学の方法なりが工業の方に徹つて行くのではないか。所がさうではなしに、数学の専門家は工科と事實離れたやうなことがかりやつて居るので、折角の数学でありながら、工業に對しても技術者に取つても、強い武器となることが出来なくなるのではないか、それが非常に残念である。どうか数学教師がもつと工学に關心を持たれて、實際の現象に對して数学の方法をもつと適用して貰ひたい。かういふ要求が、専門家の間からしばしば叫ばれてゐると、私は聞いて居ります。

そんなら、さういつた数学教師でもなく、また他の方面の専門家でもないやう

な人達、いはば一般大衆は数学をどう見てゐるのでせうか。私共は不幸にして、一般大衆や識者の中にも、数学或は数学教育に對して、非難の聲さへ揚げてゐる人々のあることを、聞くのであります。

只今では故人となられました松田源治さんが、文部大臣の時代に、昭和九年の夏のことでしたが、かういふ話をされて居ります。

「今日の教育ほど馬鹿々々しい偏知教育はないよ。高等學校なんかで微分や積分を教へても、果してその何パーセントが工學者や理學者になるかね。大多数はノートと首つ引きで徹夜して勉強して來ても、満足な手紙一本書けぬし、十露盤玉一つはじくことが出来やしない。中學校で幾何、三角を教へることもどうかと考へてゐる。……」

——かういふことを、私たちは文部大臣の地位にある人の口から、聞いたのであります。

また、有名な文學者であつて、單に文學者として許りではなしに、知識人の代表者とも觀られる菊池寛氏、彼は昭和十一年十二月の「東京文理科大學新聞」に



「何を教ふべきか」といふ感想文を寄せてゐますが、その中で、

「私は一生を振返つてみて、中學校で教はつた學課の中、數學だけは何の役にも立つて居ない。殊に代數や幾何は一度も役に立つたことがない。道を歩く時、三角形の二邊の和は他の一邊より大であるといふ定理が、すこし役に立つた程度である。代數なんかは全部忘れた。併し忘れた爲に不便を感じたことはない。どうしてあんなものの爲に時間を費したのかと思ふ。代數や幾何で數理的觀念を養ふ爲といふ立前であるかも知れないが、さういふことは單なる理窟であつて、算術で養はれる數理觀念で澤山なのだ」。

——これが菊池寛氏の言葉であります。菊池寛氏は大衆の心理と申しませうか、さういふものを能く掴む上に於て、現代人の代表的な方であると私は考へてゐます。

さういふ意味に於きまして、かういつた見解の中には、たとひどんな誤りがあるらうとも、かういふ批判を輕々しく看逃がすることが出来ないと思ひます。かういふ批判をさくにいたつたのは、これは獨り中等學校や高等學校の數學の先生ばかり

りの責任ではなしに、苟も數學を學び、數學をやつた者全部が、負はなければならぬ責務ではないのか、と思ふのであります。

皆さんの中には、そんな一般人なんか、殊に數學をよくも知らない者が、數學をどう思つてゐても宜いではないか——といふ風にお考へになる方があるかも知れないけれど私は決してさうではないと思ふ。大衆の、國民一般からの共鳴がなくして、どうして日本の數學が健康に發展出来るでせうか。何よりもよい證據には、一般大衆の間から數學に對する、かやうな批判の聲が向けられてから、よく行政官から中等學校の數學の時間を減されたりするのであります。現に近頃では、中學校の入學試験に算術を省いてしまつた所があり、各府縣の中學校では、なんとかして入學試験に算術を復活して貰ひ度い、といふ建議をして居る現状ではありませんか。



かやうに大衆の間に數學なり、數學教育なりの意義を誤解させるやうにした、その責任は果して誰にあるのか。これは數學者乃至數學教師、苟も數學を學ぶ者全體が、深く考へなければならぬことなのだと思います。數學の天才も、わが國民大衆の間から出る外にないのであります。然るにその大衆の間に數學に對する信頼を喪ふこと今日の如きは、これはなんといふべきことか。深く考へざるを得ない次第であります。

それなら何故こんな状態になつたのであるか。その原因をわれわれは考へて、十分に反省をしなければならぬと思ひます。

その原因は色々あるでせうが、要するにその根本は、専門の數學者や數學教師を養成する、その養成機關の中に、重大なる缺陷があるのであつて、それが一つの大きな原因をなしてゐると、いはざるを得ないのであります。

### 數學教育の缺陷

それなら、専門教育としての數學科の教材なり、方法なりに、果してどういふ缺陷があるのでせうか。それは先づ第一に、數學科が何を目標としてやつて居るのか、それが極めて曖昧なことであります。それで時々學科課程の改正などをやりましたも、如何せん數學科全般としての目標がはつきりしないのですから、たとひ改善を加へるとしても、それはただ主として、内部的の理由に基づくもの許りが多いのであります。例へば函數論が旺んになつたから函數論を採り入れようとか、近頃は非ユークリッド幾何、微分幾何の研究が多くなつたから、それを加へようとか、要するに内部的の要求のみが多くなつて來て、外部的なものへの考慮が殆んどされてゐない。なぜなら、なんの爲に數學をやるのか、その目標が判然しないからであると思ひます。



ところで外部からの刺戟を封じてしまひ、反省を加へない結果としまして、内面的な數學それ自身が、だんだん固定化して參りました。随つて傳統的な、型に嵌つたことを教へるのが、數學教師を養成するに最も大事な、基本的の要素であるかのやうに、さういふ感じを抱かせて來たのであります。

現に數學教師の讀む雜誌に、毎號載つてゐる課題や問題を見ますと、どれも難問題で、而も現實に生きてゐるわれわれの生活とは、全く無關係のもの許り載つてゐるではありませんか。また文部省の檢定試験の問題を見ても、それは多くは數學の難問題であつて、しかもそれは傳統の型に嵌つた問題ばかり多く出してゐる。こんな事では、一方、數學の新しい發展を妨げることになり、他の一方では現實への應用とか、實踐的の考を妨げることになる。これにつきましては、あとでもつと詳しく申上げる積りであります。

〔追記。かういつた點は、事變のお蔭で、最近大變よくなりました。〕

中には、一般的な理論さへ、しつかりやつて置けば、現實への特殊な應用などは、直ぐにやれるではないか、と申される方があつても知れません。しかし一般性と特殊性、論理と技術、理論と實踐——かういふ問題は、決してそんなに簡単に片付けられる問題ではありません。一般的のことをやりさへすれば、特殊なものも直ぐに判るとか、論理さへ正しければ、技術は自然と出て來る。——こんな單純な、舊くさい考へ方は、非常な誤りであります。

理論と實踐といつたことは、實にデリケートな關係にある。その間の關聯に注意しながら、その統一を圖ることによつてこそ、數學は發展するのである。ただ一般的な理論をやれば、それで以て特殊な應用が出来るものなら、今日の數學ももつと現實の問題に觸れてゐて、大衆の間に數學教育が歡迎されていい筈であります。

ところで、他の方面から見ますと、數學教育の目的を徹底させるなり、數學の



研究精神を發展させるには、なるべく日常的な具體的な現實的な事柄をよく観察し、それらの間の關係に注意して、それを科學的に考へて取扱ふ。數學的な考へ方によつて、合理的に事物の間の關係を探求し、それを處理して行く。さうやつてこそ科學的精神が最も能く養はれるし、數學的な見方、考へ方、取扱ひ方が徹底するのではないか。だんだんと抽象化し一般化することは、自然的なことであり、勿論望ましいことであるが、併し尠くとも、生活を通して、現實的のものから出發をする。それを合理的に取扱ひ、科學的に取扱ふにはどうすればよいか、そこに數學的な見方なり、考へ方なり、取扱ひ方が現れる。さういふ所から出發してこそ、所謂、科學的精神などもよく掴めるし、それであつてこそ數學に於ける獨創性の涵養が、だんだん徹底して行くのではないか。——かういふ見方も許されるのであります。

さういふ見方からするならば、今日の専門學校に於ける數學教授は、殆んど科學

的精神を養ふのに反對するやうな仕組に出來てゐる、といつても、大した過言ではないだらうと思ひます。なぜかといへば、型に當嵌つた、むづかしい問題許り解かせるといふ詰込み主義である。型に嵌つてゐる、現實に觸れない。さういふことこそ科學的精神の養成を認め得ない方向に、學生を向けるのではないか。實際の問題に對する應用が出來ない。實踐と結付かない、生活から遊離して丁ふ。さういふ譯でありますから、大衆の方で數學の價値を認めなくなるのも當然でありませう。……(中略)……

### 理論と實踐の統一

それで數學科を今迄のやうに、ただ自然發生的に任せておいてはならない。意識的に、確固たる數學科の目標、數學科の原則を樹てる必要があると考へるのであります。それならその目標や原則をどこに置くかといふことは、二十世紀の初



めから、歐米でも日本でも、心ある人たちの間に色々と論議されたことであつて、大勢は既に一致してゐる。それは皆さんも、よく御承知のことですから、今さらくなくだしく申上げる必要もないかと思ひます。……

しかし言葉はどうあらうとも、数学科の精神とするところは、要するに、國家社會進展の線に沿つて、科學的精神を開發するために、理論と實踐の統一におかれなければならぬ。微細の點では種々違つた主張があるにしても、その根本は、理論と實踐を統一する方向に進まなければならぬ。當然のことながら、議論は大體ここで一致してゐるのであります。

〔追記。大東亞戰爭開始以來、数学科の目標は、極めて明瞭に國家的に規定されました。その一例として、ここに中學校に對する文部省の訓令（昭和十八年三月二十五日）を抜き出します。〕

理数科教授要目

理数科ハ事物現象ヲ正確ニ考察處理スルノ能力ヲ鍊磨シ事物現象ヲ貫ク理法ト其ノ應用トノ一貫

ヲ會得セシメ之ヲ國民生活ニ活用スルノ修鍊ヲ爲サシメ合理創造ノ精神ヲ長養シ國運發展ノ實ヲ舉グルノ資質ヲ啓培スルヲ以テ要旨トス

理数科數學ハ數・量・空間ヲ中心トシテ事物現象ヲ考察處理スルノ能力ヲ鍊磨シ數理ト其ノ應用トノ一般ヲ會得セシメ之ヲ國民生活ニ活用スルノ修鍊ヲ爲サシメ數理思想ヲ涵養スルモノトス

理数科數學ハ數・量・空間ノ基本的性質ト其ノ重要ナル理法竝ニ國防・産業及國民生活ヘノ應用

ニ付テ授クベシ

この訓令を完全に實行することは、相當むづかしいことなのですが、兎に角、今日ではこの方向に向つて、急激な切り更へをやつてゐる譯であります。

しかし、かう申上げますと、お前のいふことは空想であつて、今迄さういふやり方で成功した事實があるかと、問はれるかも知れません。そこで私は、理論と實踐の統一を原則として成功した、歴史上の話を一寸申上げたいと思ひます。

第一は、フランスの革命時代に出來ましたエコール・ポリテクニクといふ學校であります。……（中略）……

第二に、偉大な數學者として許りではなく、中等教育に於ける數學改造運動の

數學教育刷新のために



大立物としても、ドイツのクラインは皆さんに能く識られて居りますが、クラインは獨り中等教育の方面許りでなく、大學などの改造も考へたのであります。

恰度それは一八九三年頃から、ドイツに於ける近代的工業の勃興時代に、物理學者のリエツケと協力して、ゲッチンゲン大學の改造から着手したのですが、クラインは「數學、物理學、應用物理（工學）の統一」といふ原則を掲げたのであります。即ちクライン自身の言葉では、「一方、抽象的な科學的研究を高めると同時に、他方、特に新興ドイツの産業の線に沿うての發展を重んじなければならぬから」、この三つの統一を圖るといふのでした。

具體的にはどういふことが現れたか。その例を申し上げますなら、はじめゲッチンゲン大學は、理論物理、物理化學、實驗物理、理論天文學、觀測天文學、數學（ヒルベルト）、數學（クライン）、これだけの七講座がありましたのに、更に六講座を新設した。それは即ち應用電氣、工業物理、地球物理、數學（ミンロウスキー）、保

險數學、實用數學であつて、それは凡そ拾年間に互る仕事でした。かやうにゲッチンゲン大學は、一方に於て純粹數學を高めると同時に、他方に於て應用物理、應用數學を新設し、その統一によつて、數學や物理の革新を圖つたのであります。尤もクラインはこの外にも、要求を有つてゐた。彼はゲッチンゲンに足りないものが、まだ二つある。一つは數學と哲學の關係の研究が足りないし、もう一つは數學史が足りない。この二つのものが加はることこそ望ましい、と言つてをります。しかし後に、クラインの弟子や友人の間から、一方では數學の基礎論に關するヒルベルトやワイルの仕事が顯れ、他方ではノイゲbauerといふやうな數學史家が現れたのですから、クラインも満足したのかも知れません。

## 本 論

### 外部關係の問題



以上はいはば序論であります。これからいよいよ本論に入つて、實際われわれの直面してゐる問題を、どう取扱ふべきか——といふことに就いて、考へたいと存じます。

實は、數學の方法なり材料なりを決定するものを、内部的の方面と外部的の方面とに、判然と分けるのは如何かと思ひますけれども、便宜上、一應さうやつて置きませう。

先づ第一に、外部との關聯の方面に於ける革新から始めませう。數學と外部との交渉や、數學の應用は、随分多方面に互るのであります。さういふものを一々數學科で採り上げて教へることは事實不可能であります。例へば天文、航海術、物理、氣象、工學、商業、農業、生物學、醫學、軍事——さういふものを一つの學校で一々採り上げてやることは、不可能でもあり、必要でもありません。その中から適當なものを選択しなければなりません。

試みに外國の例を申し上げますと、よほど以前からドイツ、プロシヤの（ギムナジウム）教員檢定試験では、普通の純粹數學の外に、第一に、圖的及び數值的な法（即ち畫法幾何、圖計算及び數値計算、誤差論）を要求して居ります。また第二に、天文學、測地學、氣象學と地球物理、應用力學、應用物理學、數理統計と保險、この中から少くとも何か一つを選ぶべしといふのでした。これだけ應用の方面を中等教員に要求して居る譯であります。最近ナチスの政治になりましてから、ドイツでは應用的實用的數學が、もつと一層強く要求されて參りました。

第二の例としましては、アメリカで一九三五年に、如何なる應用數學を課したなら、中等教師になるに最も都合がよからうか、といふことを調査した人があります。その報告は、東京高等師範附屬中學校の雜誌「數學教育」の本年七月號（第二三輯）に、鍋島信太郎さんが詳しい紹介をしてをりますから、\* それをお讀みになれば、アメリカでの傾向がお判りになるかと思ひます。



＊〔追記。これは鍋島さんの著「數學教育の諸問題」(昭和十八年)に再録されてゐます。なほこの本には、ナチスの數學教育論も紹介されて居ります。〕

私はかういふ項目を澤山擧げて、その中で、或る數課目をやるといふやうな方法ではなしに、もつと根本的な選擇の原理を採つたらどうかと考へるのであります。それは即ち國家社會との關聯上、最も強く要求され、しかも數學と本質的の關係を有つものを選ぶことであります。さういふものを選びますなら、それは自らにして、數學者の職業として、需要の起さるものと思ふのであります。それは二つの大きな項目から成つてゐます。

第一は、近代的産業の技術とその基礎になるもの、言ひかへれば、工學と廣い意味での物理學、及びそれに關する數學であります。この方面からの例を擧げますならば、實用解析學(數値計算や圖計算、計算圖表、器械計算)と、いはゆる

實用幾何(畫法幾何を含む)、それから物理實驗、數學や物理との關聯に於ける工學や技術の概念——かういふものを意味します。

かういつた素養がなければ、われわれはもはや、現代文化といふものはどういふ性質のものであるか、その本質を理解することの困難な時代が、來てゐるのではないかと思ふ。又それを正しく認識してこそ、國家社會に於ける數學の實踐にも役立つのであります。<sup>\*</sup>最近西洋を周つて來ました、大學關係の或る友人の話では、ドイツの大學で今現に數學を學んで居る學生は、主に技術者たらんことを望んでゐることでした。恐らく日本にも今にさういふ時代が來るだらうと、推察いたします。

＊〔追記。決戦下の今日では、電波や航空機關係の數學など、教材として大いに必要なこと、いふまでもありません。〕

それから第二は、國家社會の組織と關聯する方面の數學です。經濟の方面や社



會の科學と關係のある數學、言換へますと、統計とか保險とか、會計とか、これは今迄もすこしは數學科でやつて居るのでありませうが、もつと本質的に考へなければならぬと思ひます。現に只今申しました友人が、アメリカを周つた時分には、アメリカ大學の數學科の學生は、將來主にかういふ方面に立つことを希望してゐるとの話でした。

それのみではありません。私は將來のわが國民を作り、國家の中堅層となる人を養成する數學教師は、自分自らこの二大綱目、即ち産業技術と社會經濟の問題、——さういふことに盲目であつてはならない。時代に對する認識に缺けてゐては、決してよい數學教師になることが出来なと思ふのであります。クラインは保險數學と實用數學の二つをゲッチェンゲン大學に入れましたが、私はクラインの考へました以上に、もつともつと強い意味で、國家社會に於ける數學の意義を考へなければならぬと、主張するのであります。

かういふことを申しますと、或る方々は、それでは數學そのものの研究が疎かになりはせぬかと、心配なさるかも知れません。しかし、さういつた御心配は無用でありませう。それに就きましては、既に二十年前の講演の際に申し上げたのであります。あの時分には、理論數學の中でも、補間法が未だあまり取扱はれてゐない頃でした。補間法は全く實用上の必要から發達したものでしたが、今日ではそれが函數論に於て、立派な一つの地位を占めるやうになつたのであります。

殊に最近は物理學との關聯から、相對性理論の研究からは、リーマン幾何學や非リーマン幾何學などが盛んになつたり、また量子力學とマトリックスの關係。

——さういふものを一々挙げましたなら、際限がないことと思ひます。實用をやつたから、純粹の數學が衰へるなどといふ心配は、今日では全く無用であります。一方、應用の側から新しい問題が提出され、他方、一般理論の方から新しい應用が工夫され、理論と應用と相結んで行くべきであつて、さういつた數學の發展を



そ、健康な進歩であるといはなければならぬと思ひます。

＊「追記。『理論數學と實用數學との交渉』拙著『科學的精神と數學教育』再録。」

この外にもう一つ、數學教師となるに必要なことは、精神文化と關係のある方面へ、もつと意識的に進み出すことであります。數學と交渉の深い哲學とか、數學の論理、心理、教育とか、數學や科學の歴史　さういふ方面の事は、今日でもある程度までは、數學教師養成の學校で採り上げられてゐますけれど、學校當局も學生も、本當に熱心にそれを本質的に採り上げてゐるのかどうか。實は、非常に物足りない現状なのです。しかし一體教師として、どういふ國民的人間的教養が必要であるのか、どういふ方面に眞面目な關心をもたねばならないのか、といふことを眞劍に考へますなら、精神文化の方面に就いても、深い關心をもたなければならぬ筈である。これは已むを得ず學ぶのでなく、絶對的に必要なのであります。もし數學教師はただ數學の問題さへ解ければよいと、考へてゐますな

ら、それは根本的に間違つてゐると思ひます。

### 内部關係の一般問題

これまでは主に外部關係のことについて申上げましたが、次には内部關係の革新に就いて考へませう。内部關係のことは、話が多岐に互ひますから、先づ概論的なことを最初に申上げまして、後に細かい點に移ることに致しませう。

先づ第一に、數學は近頃非常な勢ひで進歩して參りまして、新しい分科がぐんぐんと發展をして居ります。そこで時代に遅れないやうに、數學科のレベルを高めることが必要であります。現代數學上の諸概念は、あるものは詳しく入らなくとも、それに對する一通りの概念は、せひとも要求されなければならないと思ひます。若い學生たちは新しい學問に對して興味をもちます。彼等は向上心ももち新しい學問への情熱をもつて居ります。青年の間に新しい理想なり、新しい學



間なりに打たれなければ、一生に亙つての非常な損失であります。新しいさういふ思想こそ、彼等青年の研究心の源泉となるのであります。

それですから、新しい學問、新しい思想といふものは、ある程度迄は、必ず専門教育に採り入れる必要があると思ひます。ただそれには周到な注意を拂はねばなりません。研究機關たる大學は別として、普通の専門教育では、よく學校の目的に適ふやうに、新概念を採り入れなければなりません。ある特殊の高級な新分科に、餘り深入りしてしまつては、學生に分らないばかりではなく、却つて學生の嫌厭を招ぎ、將來の研究心を阻害するやうな、それこそ非常に悪い結果に陥らないとも限らないのであります。苟も新しい數學上の分科、新しい數學上の思想——さういふものを専門學校で採用する時分には、教授その人がそれに對する深い理解を要する許りでなしに、教育技術と申しませうか、導入の方法そのものに對しても深い用意を必要とする。さうあつてこそ、初めて立派な實を結び得るのだと存じます。

第二に、かやうに内外から新しい教材を採り入れますと同時に、他の一方では今迄やつてゐる材料に、大なる整理を加へなければなりません。實はこの整理こそ極めて重大な問題なのであります。それではどういふ方針で整理をすべきでせうか。私の考へでは、本質的のものとか基礎的なものは、是非とも採り入れなければならぬ。學校では、將来自分の力で研究の出来る基礎と素養を作ることが、何よりも必要なのです。その代りに、單なる派生的なことや徒らに複雑なもの、出来るだけ簡單化するか、或は斷乎として全廢しなければなりません。(このことについては、あとでもつと具體的に、詳しく申上げませう。)

それなら教授の方法はどうするかと言へば、先づ講義では、本質的のものを主とする。出来るだけあつさりど簡單明瞭に、具體から抽象へ、つめ込み主義でなく開發的に。また外に、特殊な題目の講義も望ましいと思ひます。次に演習は、



講義と相俟つて、高等の數學に至るまで、十分に徹底させる必要があります。初等の算術・代數・幾何方面でむづかしい問題を多くやつて、高等の數學になると講義ばかりで、演習を殆んどやらないのは、本末を轉倒したものだと言はねばなりません。

それで演習は、問題の爲に問題を解くといふのでなしに、理論を具體化したり理解させたりするに都合の好いものを、選ばなければならない。また一方應用性のあるものを選んで、さういふ應用性のある問題に對しては、徹底的に實用化される點まで、あるものは數値計算、あるものは圖計算や測定といふやうに、やらなければいけない。正確性と相俟つて、近似性をも尊重しなければならぬ。數學専門の學校で、近似計算を輕視することは、數學の實踐的研究から言へば、非常な誤りではないかと思ひます。

次には設備の問題です。設備としては、先づ優良な圖書室を、絶対に必要と致します。なぜなら、本當に偉大な先生や指導者などは、多くの場合、専門學校などには殆んどゐないで、立派な圖書や雜誌の中にこそ居るのではありませんか。その外に數學の實驗室が是非必要です。實驗室の設備といつても、そんなに多額の金をかけて、大げさなものにする必要はありません。計算や測定の器械、製圖用具、種々の表や圖表、幾何學の模型などを具へて、數學上の作業が實際に出来るやうにすればよいのです。ところが不幸にして、日本では、相當の設備を持つ數學實驗室などは、大學でさへも未だ不十分の状態にあります。専門學校では手軽な實驗室でよいのですから、一日も早く設備をやり、生徒をして實際に、數學上の測定や作圖や計算に關する作業に従事させることが、絶對的に必要です。かういふ作業をやつてこそ、數學の實踐的意味も良く理解され、曩に申しました産業技術や社會經濟方面への數學も、はじめて實際に演習し得るのであります。頭ばかり發達して手足の動かない數學ばかりでは、決して日本の將來のためにな



るまいと存じます。

### 教材の整理

さて、それでは、いよいよ内部の整理について、詳しく申し上げます。これは今日の中心問題の一つであらうと思ひます。實は新しい學科を増設するのは、比較的容易でありませうが、今迄の學科は詰らぬから止めてしまへといふことは、實際問題となると、中々にむづかしいのであります。

そこで先づ何を全廢すべきか。これについて考へませう。

私は、教員養成の學校で、今日重視してゐるところの、算術や初等代數や初等幾何などの、いはゆる難問題の演習を全廢せよと、主張するのであります。これから、その理由を申し上げます。先づ第一に、それ等の難問題は、殆んど數學の本質には關係のない、全く末葉に屬するものでありまして、さういつた難問題を

やらなくても、算術・代數・幾何などは十分理解されるのであります。尤もその方面の専門研究家が、難問題を探り上げられるのは勿論結構な事であつて、例へば澤山勇三郎先生のお仕事の如きは、まことに立派なものと存じます。しかし、さういふ特殊な方面の専門研究家にならうといふ場合には、自分の一生の仕事としてやればいいのであつて、なにも學校でやる必要はないと思ひます。

一般的に言ひますと、さういふ代數や初等幾何のむづかしい問題は、數學を本當に研究する人のためには、無用の物であります。私はさういふ難問題の歴史を調べて見ました。今日の初等代數や初等幾何の基礎を作つたところの、立派な本本的の書物には、難問は一つも見當らないのであります。初等代數でいへばマクローリンやオイラーの教科書、初等幾何で申せばユークリッドやルジャンドルの教科書などには、さういふ難問は殆んど載つて居りません。かやうな難問は、ケンブリッジ大學その他の入學試験や、資格試験に應ずる學生のために、三流四流



の人たちによつて發明されたものであります。

一般的に申しますと、今後數學の立派な専門家になるためには、さういふ難問の演習を、やらない方がよいのであります。なぜかと申しますと、そんな無用なものに青年時代の尊い精力を使ふよりも、もつと有用なものに使つた方がよいからです。ああいふ初等代數や初等幾何の難問は、立派な數學者を作る上には全く意義がないといふのが、私の主張であります。尤も皆さんの中には一問題の性質などはどうでもよい、その取扱ひさへ好ければ、數學の力はつくだらう」と、御考へになられる方々もありません。勿論、如何にもその取扱ひがよければ、たとひ問題の性質はどんなに悪くとも、力をつくでせう。併し實際の事實といたしまして、内容が方法を決定する場合があります。素直な一般的な方法では、ちよつと解き得ない、特殊な變な問題であればこそ、難問なのであります。

第二に、初等數學のいはゆる難問は、數學の應用をやるにも全く無用でありま

す。數學の應用に志す人ならば、かういふ無用の難問題を考へないで、その時と精力とを、應用せんとする對象物の本質の研究に向けた方が、遙かによいのであります。例へば統計の方面に進む人なら、人口統計については人口問題の意味、經濟統計については經濟問題の意味を研究するがよい。また微分方程式の數値解法なら、その微分方程式がどういふ物理的な、または工學上の意義をもつかについて、研究した方が遙かに有効であります。

第三に、難問題は、今後の數學教師になる人たちには無用である。否な寧ろ害になると申して、差支へないのであります。なぜかと申しますと、今日までの中等教師は、さういふ難問題が解けないと困るのであつて、それは中等學校も中等教師も、受験數學に追従した結果であります。その結果がどんなに國民の教育を害し、數學教育を傷つけて居りますか。新しい意味での數學教育改造運動の一つの中心は、かやうな無用なむづかしい問題を排斥して、實質的な教育價値の高い



數學によつて置換へんとするにある。國民大衆に取つて、人間教育に取つて、最も有益な數學を尊重する改造運動の眼目は、何よりも先づかういふものを排撃する所にあるのです。來るべき新興の日本國民をつくるころの、新しい數學教師養成の學校で、何の爲に受験數學に追従するのでありますか。これはどんなに強く言つても言ひ過ぎではない。さういふ難問題は學校教師にできなくてよい、解けないでも少しも恥ではないのであります。さういふ馬鹿げた問題が解けることを恥なのであります。そんな問題に捉はれてゐるのが過去の教師です。さういふ問題、數學教育改造の敵となるものを、中等教育から放逐すること、これが即ち今日の中等教師の任務でなければなりません。

實際、中等學校の數學教育について、研究しなければならない問題は、實に多あるのです。今日は時間がありませんから、さういふ問題に觸れることは出来ませんが、私が最近種々の機會に述べて居りますやうに、數學教育を科學的に研

究するといふことは、實はこれからの問題なのであります。従つてそこには色々の方面からの研究問題が澤山にあり、どれもこれも容易ならぬ問題であつて、吾が一生を賭しても、やり遂げることの出来ないほどの問題が、澤山眼の前に横はつてゐるのです。さういふやうな眞面目な問題を眞劍に取上げないで、何の爲に愚にもつかない、學問の爲にも、應用の爲にも、また教育の爲にもならないやうな、難問に力を入れてゐるのですか。こんな難問を専門教育から放逐すれば、文檢の問題もよくなるだらうし、日本の數學は明朗になる。それでこそ數學の常道に入るのであります。今日及び將來の教師は、こんな問題を忘れて、もつと有意義な研究をやらねばなりません。一日も早くかやうなものを學校から放逐するがよい。これが革新への第一歩であります\*。

\*〔追記。最近、これも時局のお蔭で、この點は急激に大變よくなりました。〕

さて只今のは、全廢すべきものであります。次には簡單化すべきものについ



て、一寸申上げませう。

今日傳統の方で、三角法といふものが、まだ一學科として残つて居りますが、これは代數や幾何などの中に、適當に分配してやれば、それで十分でせう。實は三角函數の週期性や測量への適用などこそ、三角法の大切な所でもありますのに、さういふ方面のことは餘りやらずに、ただ複雑な公式の變形などばかりやつてゐる。さういふものこそ簡單化しなければならぬのであつて、何も三角法といふ名前で残して置く必要はなく、他の學科の中に分配してよいのです。

また解析幾何も、平面のみを、しかも特に二次曲線のみを、ただ代數的に詳しく取扱ふやうなものだつたら、實に不經濟な學科であります。寧ろ種々の幾何學的考察を加へたり、射影幾何と關聯させて、一つの分科にした方がよいのです。

かやうな整理や簡單化の方針が進みますならば、初等幾何、代數、微積分その他の諸分科に互りまして、相當に整理し簡單化し得るのであります。そんなら實

際、それ等の内容について一々どうすればよいか、といつた色々細いことは、今日は申上げる時間がありません。私はただ、一貫すべき簡單化の精神だけについて、申上げたに過ぎないのであります。

### 數學の本質と實生活の研究

さてかやうに、一方で十分の整理を加へ、簡單化を行ひますと、今迄の學校でやらなかつたものを、もうすこし新たに入れる可能性が出来てくると思ひます。そこで初等數學につきましては、少くとも次のやうなものを探り入れたいのであります。

先づ第一は、初等數學の高い立場からの考察。——これを講義及び演習として課することが必要であります。數學の構造とその論理。それから數學の諸分科の關聯の状態。數學の理論とその應用の相互の關係。數學と他の諸科學との交渉。



——かういふことを數學の發達の歴史から考へて見て、數學(少くとも初等數學)とは如何なるものであるか、(初等)數學の本質はどこにあるかといふことを、詳細に講究する。これは絶對的に重要なことだと考へます。

クラインは三十年前に、ゲッティンゲン大學でそれを試みました。Elementar-mathematik vom höheren Standpunkte aus といふ書物は、その講義筆記であります。如何にもクライン先生らしい、大變面白い本で、少し纏まりのない、粗末な點もありますが、ある程度までは成功して居るのであります。今日私たちはクラインの後を承けついで、それをやらなければならぬと思ひます。これまでの學校では、やる時間がなかつたのかも知れませんが、併しやらうと思へばやれることであり、しかも是は問題の重要性から見ると、或る小さな一分科とは比較にならぬほど、大きな事柄です。學生が將來教師となるにせよ、専門學者となるにせよ、數學といふものがどういふやうにして組立てられたものであるか、數學の

各分科がお互ひに、また數學と他の諸科學がどういふ關係を有つて居るか、數學の理論と應用とはどういふ關聯にあるか、かういつたことを種々様々の方面から考へて綜合してみること、(初等)數學を本當に理解したと言へるのであります。さういふ理解を與へることもなしに、ただ初等數學の難問ばかりやつてゐるのが専門學校の現状ではありませんか。

第二に採り入れたいのは、國民の日常生活に關係ある、現實の諸問題に對する數學的考察であります。これは講義としてではなく、演習とか研究題目として學生を指導するのです。國民の實生活を、數理的に研究することは、どんな意味におきましても、極めて大切なことに相違ありません。ところがさういふことは、今日まで、數學者が、眞劍な態度では、殆んどやつてゐない有様なのであります。よくアメリカあたりの教育者などで、小學校や中等學校あたりの數學教材として、どういふものが必要かといふことを研究するのに、日常生活に最もよく使はれ



てゐる數學上の事柄を、統計を取つてやつてゐる人達があります。……(中略)……

しかしこんな統計や分析を過信して、こればかりが日常生活に必要な數學であるなどとは、斷じて言へないのです。私たちはもつとこの問題を深く掘り下げ、研究法をやり直さなければならぬと思ふのであります。

われわれの遠い遠い祖先以來、嚴密な數の理論は知らないでも、物を數へることとは知つてゐたし、ユークリッドの幾何を學ばなくても、物の長さや體積や形。さういつた空間についての觀念は持つてゐたのです。随つてアメリカ人のやつてゐるやうな、表面的な形式的な分析のみによつて、輕々しく取扱つてはいけない。かやうな分析を行ふには、もつと根本的な考へ方から出發しなければならぬのであります。

例へば日常生活に於て、ちつとも式を用ひなくても、それでも數學的に見たり考へたりしてゐることもあります。ここにお集りの皆さんの身長を調査するとい

ふ場合でも、どんな方法で身長を測るか、その測定の結果をどう整理するか、かやうな作業をやつてゐる間にも、數學的な見方や考へ方が、どのくらゐ必要でありませうか。われわれが殆んど注意しないでゐる日常生活の中には、數學的要素が多分に含まれて居るのであります。

あまり抽象論ばかりやつても、どうかと思はれますから、少し具體的な例について申し上げます。……(中略)……

かやうな例を申し上げますと、際限がないのですが、要するに、日常生活を深く掘り下げ、鋭い數學の眼でそれに分析を加へますなら、わが國民の社會生活と數學との關係は、これまで多くの人達が考へてゐるよりも、もつと遙かに密接なものだといふことが、見出されるのであります。私たちの先輩は、かういふ方面を殆んどやりませんでした。私たちはこれから、そこを掘り出して行かなければならない。さうしてゐる間にこそ、生々とした科學的精神が、ずつと貫かれて行



くのではないかと、考へるのであります。

また他の方面から見ますなら、さういふやうな日常生活の掘り下げをやつてこそ數學の大衆化も出来るのでありませう。實際、大衆によつて衷心から數學の價値が認められるためには、先づかういふところから出發せねばならぬと思ひます。要するに、上からの數學ではなくて、下から盛上げる數學でなければならぬ。わが國民生活の地盤から盛上げて來る數學でなければならぬ。さうあつてこそ初めて、數學教育は貫徹するのであつて、小學校から大學に到るまで、この精神で貫いて行つてこそ、本當に數學が活々として、理論と實踐との間に、緊密な關係を持つて進んで行くことが出来るのである。かう思ふのであります。

### む す び

申上げたいと思ひますことこの精神は、大體これで盡きました。今極く簡単に、

これを總括しますなら、先づ、傳統的な屍のやうな、既に生命を失つた舊い教材特に初等數學の難問題や舊式なものは、或はこれを全廢し、或は簡單化する。そして一方、生活の科學的研究と産業技術・社會經濟方面の數學の導入によつて、他方、新興數學の光によつて、數學をもつと明朗にしなければならぬ。これが即ち革新の基礎工事であります。その上に立つてこそ數學の理論も構造も、ますます明かにされるであらうし、悦んで國家社會の實踐と結つくやうに、進め得るだらうと、かやうに考へるのであります。

一體、改造とか革新とかいふことは、實際の任にある多數の方々の迷惑することなので、私もあまり言ひたくはないのであります。しかし今日は、わが日本が本當にさういふ問題を全面的に採り上ぐべき時機であります。私ども幸ひに日本人と生れまして、この數學に一生を捧げた人間であります。私どもはわが數學を熱愛いたしますが故に、日本革新の秋に際しまして、この問題を提出するのであ



ります。

ひとたびこの案を提出しました以上、それについての一切の責任は、不肖ながら自ら負ふつもりであります。實際、かういふ時機に、この問題を取扱はないで、いつ取扱ふことが出来るでせうか。しかも遺憾ながら、まだこの問題を全面的に採り上げた方々を見出しませんので、微力ながらも、ここに率直な卑見を申し上げます次第であります。何卒皆さんの忌憚のない御批判を仰ぎ、力強い御協力によりまして、一步一步改善の歩を進めて行きたいと存じます。

甚だ詰らぬ話を、ながながと申し上げまして、まことに失禮いたしました。

(東京物理學校雑誌、昭和十四年二・三・四月號所載)

追記。これは昭和十三年十月中旬——ノモンハン事件の前年——東京物理學校同窓會東京支部での「専門學校に於ける數學の革新」と題する講演を、いくぶんか縮めました上、少しばかり手を加へたものであります。なほ大東亞戰爭開始の前後から、わが國の數學教育が飛躍的に刷新されつつあることをここに申添へておきませう。

## 物理學と數學

### はしがき

與へられた課題は、「物理學と數學」であるが、さて如何にこれに答ふべきであらうか\*。

客觀的に見て、疑もなく正しい方法は、物理學と數學との關聯を、歴史的に忠實に、どこまでも系統的に追究することであらう。けれども遺憾ながら今日の私には、かやうな研究に對する用意が缺けてゐる。已むなくここでは、一方、かやうな歴史の部分的素描を與へると共に、他方、物理學に於ける數學についての、貧しい所感を述べることにした\*\*。



それで、どんな意味でも、これは系統的な講座ではなく、ただ一門外漢の單なる主觀的感想に過ぎないのである、この點について、豫め讀者諸君の了解をお願ひして置く。

\* 「この小篇は、『岩波講座、物理學』に寄せた一文である。本文中「本講座」とあるは、その講座を指す。」

\*\* それについては、クライン、ピカール、ポアンカレ、ワイルのもの、並びに本講座の月報に負ふところ、甚だ多かつたことを感謝したい。

### 物理學と數學との交渉史の諸斷面

物理學と數學との關係を明かにするために、私達は先づその間の交渉の歴史から始めよう。

物理學と數學との交渉は、相互的である。けれども物理學が數學に負ふところは、本講座中の諸項目に於て、具體的に全面的に示されてゐるし、また「物理學

史」の方でも、この題目に觸れられるであらうから、ここでは、逆に、數學が如何に（廣い意味での）物理學に負ふところあつたかを、中心課題と致したい。それも主として、數學諸分科の起源に重點をおいて、考へて見たいのである。諸分科のその後の發展を、系統的に追究することなどは、ここでは企てなかつた。

### 解 析 學

さて數學が、何を、どんな仕方で、物理學に負うたかを示すために、先づ解析學の歴史の數頁を、讀み上げることにする。

十七世紀に、運動學と、生れたばかりの力學の發達（ケプラー、ガリレー、ホイヘンス）は、解析學の進展の主要原因となつた。

面積と體積の問題や、曲線への切線の問題と相俟つて、速度加速度を含めての運動の研究が、微積分學の創見へと導いたことは、あまりにも周知のことである。



特に導函數の觀念が、可動性とか速さに關聯した、一種の何か漠然たる考への中から生れ出たことは、ニュートン自らがよく語つてゐる。

ニュートンの用ひた *Fluent, Fluxion* と云つた言葉ほど、ニュートンの微積分學 (*method of Fluxions*) の起源を、明かに告げるものはないだらう。<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup> 實はこれと類似の言葉は、對數の研究に於けるネピアの *Fluxus* や、微積分の先驅的研究に於けるカヴァリエリの *Fluens* など、既にニュートン以前から、用ひられたのである。

かやうに微積分學、微分方程式の誕生によつて「プリンシピア」が現れる。新興の解析學は、最短時降線の問題や、曲面上の測地線の問題に適用されて、ここに變分學が生れて來た (ベルヌーイ)。十七世紀に於ける解析學の歴史は、その最も重要な諸點で、力學の歴史であり、物理學の歴史であつたのである。

歴史はまた、複素變數の函數論が、物理學の中から生れたことを示してゐる。曲線に沿へる積分が初めて取扱はれ、その積分値が二定點の間の途に無關係なる

ための條件が求められたのは、クレローローの「地球の形狀の理論」に於てであつた。つづいて複素變數の函數が、明瞭に取扱はれたのは、流體力學に關するダランベールの論文の中であり、ここで彼は今日コーシー・リーマンの名で呼ばれるところの微分方程式を導き、有名なる二階偏微分方程式 (ニュートン・ポテンシャルの式) を書いた。つづいてオイラーは流體力學の論文で、ラグランジュは地圖 (等角寫像) の研究で、またこの問題に觸れた。かやうに、十九世紀に入つてから、大なる發展を遂げた函數論も、その起りを物理學に負うたのである。

私は只今、二階偏微分方程式に觸れたが、振動する絃の方程式を導いたのも、ダランベールであつた。引力の研究もまた同様に、解析學の發達に大なる寄與をなしたが、ここにはただポテンシャル論に於ける、ラプラスの方程式を回想するに止めよう。やがてフーリエの熱導論が現れ、その偏微分方程式の解法の中から、フーリエ級數が生れて來た。



かやうにして限界値問題に於ける、種々の型式が導入されたが、私達はここに物理学が、偏微分方程式論に於て、二重の役割を果すことを見るのである。先づ第一に、物理学は自然から、数学者の思ひも及ばないやうな、しかも数学上の重大な諸問題を提供してくれた。第二に、物理学は自然観察の結果から、或る程度まで偏微分方程式の解を豫測させたし、また時には推論をさへ暗示してくれた。「物理学の理論がなかつたなら、私達は偏微分方程式を知らなかつたであらう」(ポアンカレ)。

熱の傳導にはじまつたフーリエ級数は、汲めども盡きない諸問題への道を開いた。人はこの級数によつて、不連続函数を表すことが出来、それによつて函数の概念は著しく擴張され、ここに純粹にして抽象的な實變数の函数論が、發展すべき素地が作られたのである。カントールをして、集合論に於ける一つの基本概念の創造へと導いたのも、またこの級数の考察からであつた。

物理学から來た、フーリエその他の級数(直交函数の級数)による展開は、他方、アーベルによる力学の問題、ヴォルテラによる静電氣の問題、ポテンシャル論に於けるフレッドホルムの研究などと相俟つて、積分方程式論の分野を拓いてくれた。量子力学に適用されるヒルベルト空間なども、積分方程式との關聯から生れたのである。

これより多くの例を加へることは、もはや無用であらう。

思へば物理学は、解析學の單なる枝葉ではなく、實にその根幹となるものを、産んでくれたのだつた。「人間の想像がどんなに多様であつても、自然は更にその千倍も豊富なのである」(ポアンカレ)。

## 幾 何 學

物理学と幾何學との間の交渉も、それが如何に緊密の状態にあるかは、相對性



理論とリーマン幾何學の關聯といふ、ただの一例によつてさへ、明かに認めることが出来るだらう。

歴史は私達に告げてゐる。

射影幾何學はその源を、繪畫に於ける透視畫法に發した。(レオナルド・ダ・ヴィンチ、アルブレヒト・デュレル、ウバルド・デル・モンテ)。透視畫法は、土木建築に於ける石切りの術と相俟つて、射影幾何學の基本操作(射影と截斷)を供給してくれた(デザルグ)。そして畫法幾何學(モンジュ)が築城術の要求から生れるに及んで、射影幾何學は學問的體系として、畫法幾何學の中から、誕生を遂げたのである(ポンスレー)。

繪畫といひ、建築土木といひ、自然の模寫であり技術である點に於て、廣義の物理的なものに屬すると、見做してよいだらう。何といつても射影幾何學は、自然を母としてゐる。かういふ見方からすれば、射影幾何學に於ける相反圖形が、

マックスウェルの手によつて、圖式力學に適用されたのも、意味が深いと思ふ。

(序に附記しておく、球を球に變ずる反轉の理論を、早くもポテンシャル論に適用して、反轉の理論の重要性を數學者に教へたのは、實にロード・ケルヴィンその人であつた)。

直線幾何學即ち直線群の系統的研究は、先づ幾何光學(マリユス)と剛體力學(ポアンソー、メービウス)から導かれた。直線を(點や平面の代りに)空間の原素として採り得ること、そして直線空間は四次元であることを教へたブリュッカー——直線幾何學の建設者——こそは、その發見以前に、長い間實驗物理學に没頭してゐた人だつたのである。

直線幾何學は、再び剛體力學と關聯して、力の幾何學(ポール、スツデー)となり、更に微分幾何學と結んで、幾何光學を豊富にした(クンマー)。

思へば幾何光學に關するハミルトンの研究こそは、驚異的なものであつた。彼