

ヒルベルトと非ユークリッド幾何学*

堀井政信†‡

1 はじめに

Éléments de géométrie avec des notes [1, 2, 3, 4]において、ルジャンドル Adrien Marie Legendre が平行線問題を考え抜いたことを調べてきた。昨年のシンポジウム（「平行線公理から非ユークリッド幾何学へ」）[5]では、平行線公理を証明しようとする取り組みから非ユークリッド幾何学が生まれた歴史について見た。

ユークリッド Euclid 自身も平行線公準（第五公準）の欠点に気づいていた。プトレマイオス Claudius Ptolemaios の「証明」は見せかけの証明にすぎなかった。サッケーリ Girolamo Saccheri は、平行線公理をユークリッドの他の公理から、あるいは別の形のもっと自明と思われる公理から、直接に導出しようとする多くの試みが論理的に欠陥をもっていたことを、鋭い批判的検討によって看取した。しかし、ギリシャ伝来の公理観を堅持していたため、平行線公理を幾何学の理論を構築する一つの基本仮定として承認することはできなかった。ガウス Carl Friedrich Gauss は反対や論議を恐れて、新幾何学の公表を差し控えた。ボヤイ・ファルカシュ Bolyai Farkas やタウリヌス F.R. Taurinus も非ユークリッド幾何学の本質について不安を

*津田塾大学 数学・計算機科学研究所第 21 回数学史シンポジウム, 2010.10.10

†e-mail: masa.horii@nifty.com, キーワード: ヒルベルト, 非ユークリッド幾何学, 無矛盾性, ワイル, ゲーデル, 不完全性定理, ゲンツェン

‡メールマガジン 高校教員が始めた数学史 <http://www.mag2.com/m/0000125834.html> (pc), <http://www.mag2.com/m/M0084409.html> (携帯), ウェブサイト 高校教員が始めた数学史 <http://homepage3.nifty.com/mathhis/>

抱いた。ロバチェフスキー Nicholas Ivanovich Lobachevsky とボヤイ・ヤーノシュ Bolyai János の研究は約 30 年間認められなかった。

プトレマイオスからサッケーリを経てルジャンドルまで、多くの数学者によるととも長期にわたる試みが成功せず、その中から、ガウス、ロバチェフスキー、ボヤイ・ヤーノシュが非ユークリッド幾何学（双曲幾何学）を生み出した。リーマン Georg Friedrich Bernhard Riemann も新しい非ユークリッド幾何学（楕円幾何学）を考えた。そして、それらを体系付けた人物としてヒルベルト David Hilbert に言及した。その際用いた資料について指摘をいただいた。本報告では、ヒルベルトと非ユークリッド幾何学の関わりについて、幾何学公理の無矛盾性の問題を中心に述べる。

2 非ユークリッド幾何学

19 世紀から 20 世紀にはいつて、A.Cayley, F.Klein, H.Poincaré らは Euclid 幾何学の中に非 Euclid 幾何学の模型を作り、また E.Beltrami は微分幾何学的な模型を示した。これによって、Euclid 幾何学が矛盾を含まない限り、非 Euclid 幾何学もまた矛盾を含まない体系であることが立証された。一方、D.Hilbert は Euclid 幾何学の完全な公理系を与えて、平行線が他の公理と独立であることを示し、非 Euclid 幾何学が成立する論理的根拠を明らかにした。 [6]

3 ヒルベルトによる形式主義

ギリシャにおいてプラトンの思想の影響を経過した後、数学はそれ自身としての学問的方法を確立することができた。数学的方法とはユークリッドの「幾何学原本」によって代表される、定義—公準—公理を基礎におく証明的方法のことである。この論法の特徴は（第一）に公理が自明な真理たること、すなわち明証性と、（第二）に定理の証明の過程を幾何学的直観に依存することなしに、純粋に論理的に遂行しようとするところにある。

しかし、ユークリッドの「幾何学原本」においてすべての基礎の概念を反省し分析しつくしたとはいえない。例えば順序の概念のごとき、あるいは図形の運動可能性のごとき、未だ暗々裡に仮定され、直感的自明として

証明の中に密輸入されていた。

幾何学において証明のうちからはもちろん、公理からも、はたまた基礎の概念構成のうちからも、空間的幾何学的直観への依存を除き、これに代えるように論理的関係をもってしようとする徹底的な論理的立場はヒルベルトによってはじめて到達しえたところである。

その結果として幾何学の基礎概念は、公理によって間接的に定義されるものになった。この演繹体系において追求され問題となるのは、個々の対象から具体性を抽象してえられたものの中の「可能な形式性」である。形式性の可能、不可能の弁別の標準となり、数学の確実性を保証する論理的の唯一のよりどころとなるものは公理系の無矛盾性である。ヒルベルトの理論において公理系の無矛盾性の問題が最も根本的な不可避の問題となる。 [7]

4 無矛盾性の証明

『幾何学基礎論』第2章 §9 においてヒルベルトは実数を用いてデカルト幾何学を作り、これによって幾何学公理から導きうる矛盾ありとすれば、それが実数系の算術における矛盾として認識されねばならぬことを示した。すなわち幾何学公理の無矛盾性の問題は実数の公理系の無矛盾性の問題に転嫁されたのである。しかし、問題は依然として残っている。いかにして実数系の算術の公理化が可能であるか。いかにしてその無矛盾性が証明されるか。 [7]

5 ワイルの批判

ワイル Claus Hugo Hermann Weyl は学識豊かな第1級の数学者である。そして、ヒルベルトの最も深い理解者であり、同時にその鋭い批判者でもあった。『幾何学の基礎』によりワイルの語ることを聞いてみる。

「独立性の問題が問いかけていることは文字どおりにいうと、ある命題が他の命題から導きだされないことを確かめよ、ということである。だから、命題が語っている事物ではなく、命題自身が研究の対象であって、推論の論理的機構を十分に解析することが先行しなければならないように見え

る。モデルを用いる方法はこのような論理的研究を避ける巧みなトリックであるといわなければならない。しかし、このように基本的な論点を回避したために支払わなければならない代償は、また高価である。それはけっきょくすべての事柄を数論の公理に対する無矛盾性に帰着してしまうわけであるが、数論の公理自身についてはなんらの解答も与えていない。《完全性》についても同様であって、文字どおりには、公理が扱っている対象について述べられたすべての命題は、公理からの帰結によって真偽の判定が下せる、という意味であるけれども、それは《範疇性》(Veblen) すなわち、どんなモデルをつくっても、無矛盾性を証明するのに用いたモデルと同型である、という主張で置きかえられたに過ぎない。ヒルベルトが、自分の全公理を満たす幾何学は、デカルト的解析幾何学ただ《一つ》だけであることを証明したのは、この意味であった」 [8].

6 ゲーデルの不完全性定理

「数学の形式化に対する記号化も、一般の道具だて、無矛盾性の証明の第一歩も、すべてヒルベルト自身によるものである。この計画は若い協力者たちベルナイス (P. Bernays, 1888-), アッカーマン (W. Ackermann, 1896-1962), ノイマン (J. von Neumann, 1903-1957) によってさらに発展をみた。そこへ訪れたのが一大破局であった：無矛盾性が成り立っていると仮定した上で、明らかに真ではあるが、いま考えている形式論内では導きだせないような数論的命題を作成することができることを、ゲーデル (K. Gödel, 1906-) が証明したのである。ゲーデルの方法はヒルベルトのもののみならず、特に制限したものでないかぎり他のどの形式論にも適用できる。ヒルベルトの形式論から得られる式の領域と、明らかに真である実命題の領域との領域のうち、どちらも他を含むことはない。ヒルベルトがもくろんでいたような絶対の意味での形式主義の《完全性》はもはや問題外となった。ゲンツェン (G. Gentzen, 1909-1945) が後に、ゲーデルの発見によって危機に瀕していた数論の無矛盾性証明のギャップをうめたときも、実はヒルベルトのいう明白性の標準をかなり下げることでわずかに成功したにすぎない。直観的に信頼できる部分というボーダーラインがまたまた曖昧になってきた。数論のホーム・グラウンドでさえ、あらゆる手

をかりて防衛しなくてはならぬ以上、一般集合論はもちろんのこと、解析への侵入はもはや成功の見込みがたたなくなった」 [8].

7 公理の独立性

公理の独立性について、フロイデンタール H. Freudenthal は次のように書いている。「一つの公理の独立性はこの公理と矛盾する幾何学の無矛盾性から帰結される。無矛盾性の概念はヒルベルトのはるか以前から周知であった；実際、非ユークリッド幾何学の無矛盾性はユークリッド幾何学の中のモデルで確かめられたわけである（誰が初めてモデルと叫びだしたのか知らないが）。ユークリッド幾何学の無矛盾性は、幾何学の対象を現実であれ、純粹の直観であれ、信ずる限り問題にならない」 [8].

8 ゲンツェンによる無矛盾性の証明

ヒルベルトは『幾何学の基礎』の付録「X. 数学基礎論の諸問題」において、 ϵ -公理についてのアッカーマンならびにフォン・ノイマンの仕事の結果、処理済みとなったいく多の問題を指摘している。しかし、数学的帰納法に関する部分は解決済みというのはおかしい。数学的帰納法を含めた算術の無矛盾性の証明がはじめて得られたのは、ヒルベルト-ベルナイス-アッカーマンの線からではなく、ゲンツェンの手によって、1936年のことである。 [8]

ゲンツェンは、1937年に書いた小文“数学における無限概念ならびに無矛盾性”の末尾において、自身が行なった無矛盾性の証明について述べている。

「最後に無矛盾性の証明と超限帰納法との関係について一言しよう。私 [ゲンツェン] の（算術の無矛盾性の）証明においては、無矛盾性を示すべき算術の“証明”を一行にならべて、その列のなかの一つの“証明”の無矛盾性は、それより手前にある“証明”全体の無矛盾性から導かれるようにしてある。そしてこの列は ϵ_0 より小さい超限順序数のなす列の上へ、そのまま写像される。そうすると、すべての“証明”の無矛盾性は、 ϵ_0 までの超限帰納法から得られることになる。同様な方法が、解析学のようなもつと

広い理論についても適用できることは、容易に想像がつくことである。なんとなれば、いかなる形式的に限定された理論も可算個の証明しかもたないから、もしこれらの証明を、その相互の論理的従属性にしたがって一列にならべることができたなら、この列は確かにある第2級順序数より小さい順序数の全体の上へ写像されるはずで、そうするとある第2級順序数までの超限帰納法を使えばよいことになるからである。そしてその写像を構成的な意味でつくりあげることだけが問題で、算術の場合にはこれはすぐできるのである。そこでただ一つ残された疑わしい論法は超限帰納法である。もちろんこれを根源的な仮定のなかに含めて考えるわけにはいかない。なんといっても超限帰納法は、古典的な集合論では完結された無限という概念を本質的に用いることによって証明されるところの、非常に疑わしい論法だからである。そこで私のやった無矛盾性の証明においても、 ϵ_0 までの超限帰納法は決して仮定されるわけではなく、構成的な性質による証明によってとくに確認されるのである。その方法はかなり複雑なので、ここでくわしく述べることはできないが、無矛盾性の証明全体のなかで最も本質的な部分であることはもちろんいうまでもない。この方法のもつ構成的な性格からいって、ここに得られたのは、ある定まった順序数、この場合には ϵ_0 までの超限帰納法だけの基礎づけであって、もっと大きな順序数を考えようとすれば、基礎づけの方法も拡張しなければならない。このような、あるいはこれと似たやり方で、遅かれ早かれヒルベルトの雄大なプログラムが、あらゆる疑いを克服してその完成の日を迎えることを、私は確信するとともに希望するものである」 [8].

9 終わりに

『幾何学基礎論』の「訳者序」 [9]において、中村幸四郎は次のように書いている。「十九世紀の後期において集合論の背理が発見されていわゆる「数学の基礎の危機」が起ってきた。このときにあたってヒルベルトは新しい意味における公理の理論を創り、いわゆる公理主義の、形式主義の数学を建設し、これによってこの危機を打開し、すでにえられた数学の重要な諸成果を否定損耗から救おうとしたのである。この幾何学基礎論はこの見地に立つヒルベルトの数学の基礎に関する研究の最初の著作である。後の

解説において言及するごとく、ヒルベルトの理論によってもこの「危機」の打開は現在に至っても成就しえられないのであるが、ヒルベルトの公理の理論は、その後、特に前大戦以後に発展した現代の数学一般に対して特有なる研究方法を与え、かつこれを思想的に裏づけるものとなっている。

大西正男も同様の事を述べている。「ある時期、数学基礎論には三つの考え方があった。すなわちブラウエル、ワイルなどの直観主義、ラッセルなどの論理主義、そしてヒルベルトの形式主義がかぞえられたことがあったが、現今ではヒルベルトの考え方が支配的であることは、数学者誰もが認めるところであろう。このことは、ヒルベルトの主張どおりに彼の考え方が最も妥当なものであるということの証拠には必ずしもならないけれども、少なくとも現代数学の構成を考えるには、彼の考え方の核心にふれる必要があることは確かであろう」 [8].

ヴァイルとブラウエルの攻撃に応じて、ヒルベルトは、改訂した、まったく新しいプログラムの土台を示す。しかし、ファン・ダーレンは、次のように主張している。「ヒルベルトは彼の証明を打ち立てることに成功しなかった。それは自転車のタイヤのチューブの膨らみのようなものだった。彼がその膨らみを押さえ込もうとするたびに、もうひとつの膨らみがどこか別のところにてできる。冗談抜きにして、ことは恐ろしく複雑だった。何年か経った一九三六年に、ドイツの数学者ゲルハルト・ゲンツェンはついに超限数の完結した正しい分析をやったのけた」。ゲンツェンの改訂を待つて、ヒルベルトの証明理論は優美で強力な数学上の道具であり、計算機科学において特に興味を持たれることが立証された。 [10]

十九世紀にカントルが現れ、意図せずしてこの世紀末から二十世紀に引き継がれる「自由数学」の展開と「数学の確実性」の崩壊への道を拓く。現代数学は十九世紀の大いなる数学的成果の上に、とても全体を俯瞰することなど不可能なほどまでに発展を遂げ、「数学の不確実性」さえもが数学化されていった。 [11]

ヒルベルトは「公理論的思惟」 [12] において、数学が「最も厳密な学問の典型」であると述べている。数学の名声を回復しようとして、形式主義により「危機」の打開を図るが、幾何学公理の無矛盾性を証明できず、成就することはできなかった。しかし、その理論は現代の数学一般の基礎となっている。

参考文献

- [1] Adrien Marie Legendre, *Éléments de Géométrie avec des notes*, CHEZ FIRMIN DIDOT, 1812
- [2] Adrien Marie Legendre, *Éléments de Géométrie avec des notes*, CHEZ FIRMIN DIDOT, 1823
- [3] Charles Davies, *Elements of Geometry and Trigonometry translated from the french of a.m.legendre*, HARPER AND BROTHERS, 1834
- [4] Charles Davies, *Elements of Geometry and Trigonometry with applications in mensuration*, A.S. BARNES & COMPANY, 1875
- [5] 堀井政信, 「平行線公理から非ユークリッド幾何学へ」, 『津田塾大学数学・計算機科学研究所報 31 第 20 回数学史シンポジウム (2009)』, 津田塾大学 数学・計算機科学研究所, 2010 年, p.276-283
- [6] 『岩波数学辞典第 3 版』, 日本数学会編集, 岩波書店, 1990 年, p.988
- [7] 『幾何学基礎論』, D. ヒルベルト著, 中村幸四郎訳, 筑摩書房ちくま学芸文庫, 2005 年, p.216-220
- [8] 『ヒルベルト 幾何学の基礎, クライン エルランゲンプログラム』 D.Hilbert, F.Klein 著, 寺阪英孝・大西正男訳・解説, 共立出版, 1970 年, p.349, p.354, p.374, p.396, p.404, p.406-407
- [9] 『幾何学基礎論』, D. ヒルベルト著, 中村幸四郎訳, 筑摩書房ちくま学芸文庫, 2005 年, p.5-6
- [10] 『数学 10 大論争』, ハル・ヘルマン著, 三宅克哉訳, 紀伊国屋書店, 2009 年, p.324-325
- [11] 『数学 10 大論争』, ハル・ヘルマン著, 三宅克哉訳, 紀伊国屋書店, 2009 年, p.370
- [12] 『幾何学基礎論』, D. ヒルベルト著, 中村幸四郎訳, 筑摩書房ちくま学芸文庫, 2005 年, p.203

学術研究会議数学部門の戦時研究班

木村 洋(Hiroshi KIMURA)

1. 目的

第二次世界大戦は、日本の純粋数学者が戦時研究(応用数学)に関与し、プロジェクト研究に従事したという点
が、過去の戦争と質的に異なる点であった。日本数学史上に無視できない影響を後々まで及ぼした戦時研究問題
であるが、その詳細は戦後 65 年を経過した現在も一部を除いて総括されていない。

戦時中の史料は大半が喪失しており、戦時研究の全貌を統一的に把握することは不可能だという制約条件は
あるにせよ、「その折の話の詳細は、現在なお現役の関係者も多数おられるので、軽々しく公表できない」というこ
とで前世紀には記述できなかったようなことが“当事者全員の物故”で可能となったことも事実である。

本論文は、日本学術会議の前身たる学術研究会議の、自然科学部門の戦時研究班中の数理科学カテゴリー
を論じる。学術研究会議の戦時研究班は、陸海軍から技術士官や文官が参加する事例はあったが、文部省所管
であるから、成果は基本的に機密ではなく、研究班の人選も通常は民間人研究者側のイニシアチブのもとでな
された。筆者は、先行・類似研究では未参照の、昭和 19 年度の学術研究会議における戦時研究班の補助金配分
リスト、文部省科学局「昭和十九年度 動員下ニ於ケル重要研究課題 秘」を利用する。

数学界は過去に前例の無い多額の研究費を支弁され、他分野の研究者からの期待も集まったが、得られた成
果は他分野に比較しても多くは無かったことが明らかである。その理由は逐次論証してゆく。

尚、本論文は数学の学部生程度の知識があれば、専門を問わず簡単に読みこなせる内容構成となっている。

2. 時代背景

1940年4月に科学動員実施計画要綱が閣議決定され、学術研究会議は戦時体制下での科学研究動員のため
に度々改組された。1943年8月には、科学研究の緊急整備方策要綱が閣議決定される。1943年11月以降、学術
研究会議に戦時研究班が200余り設置され、1945年1月16日には、学術研究会議官制改革に伴う研究班再編が
なされた。この改革は、1944年9月に設置された陸海軍技術運用委員会との緊密一体化による戦時科学研究の
結集を意図したものである。

3. 学術研究会議における数理科学カテゴリーの研究班

以下に、1944年と1945年1月における数理科学カテゴリーの研究班組織と研究内容を列記する。「昭和十九
年度 動員下ニ於ケル重要研究課題 秘」の正確な作成日時は不明だが、1944年1月31日に森本清吾が第9
研究班員になったという記録が存在するので、同日以降という結論が得られる。

表1. 1944年度の学術研究会議戦時研究班の数理科学カテゴリー¹⁾

全国的班組織			
番号 6	班名 数理統計学	班長 北川敏男	
研究題目	研究機関	代表研究担当者	19 年度配当研究

			費
數理計画法	東大理	河田龍夫	6000
	東大医	増山元三郎	6000
	九大理	北川敏男	6000
	陸軍予士	成実清松	4000
統計原理	東大理	掛谷宗一	4000
	東大医	増山元三郎	1000
	京大理	園正造	2500
	東北大理	波中忠郎	1500
	九大理	北川敏男	2000
	九大工	熊谷才蔵	1000
	北大理	稲葉栄治	1000
	阪大理	角谷静夫	1000
	名大理	伊藤清	1000
	東京文理大	河田敬義	1000
	東京高師	佐藤良一郎	1000
	京城大理工	宇野利雄	1000
	広島工專	藤吉正之進	1000
	中央氣	小河原正巳	1000
	陸軍豫士	成実清松	1000
	電氣試	阪元平八	1000
芝浦電氣	石田保士	1000	
統計數値表並二特殊函數表ノ作成及 整備	東大医	増山元三郎	1000
	九大理	北川敏男	30000
	陸軍豫士	成実清松	5000
番号 7	班名 應用解析	班長 園正造	
研究題目	研究機關	代表研究担当者	19 年度配当研究 費
應用微分方程式	東大理	中野秀五郎	1500
	京大理	松本敏三	2700
	東北大理	藤原松三郎	1200
	東北大理	泉信一	1200
	九大理	福原満洲雄	2400
	阪大理	清水辰次郎	3900
	名大理	吉田耕作	1500
	広文理大	前田文友	1200

	京城大理工	宇野利雄	1200
等角寫像	東大理	辻 正次	4000
	東北大理	岡田良知	2000
	北大理	功力金二郎	2000
	名大理	能代清	1500
	東京高師	小林善一	1200
代数解析	東大理	末綱愨一	3000
	京大理	園正造	2500
	北大理	守屋美賀雄	1200
	阪大理	正田建次郎	1300
	名大理	中山正	1500
	東京文理大	菅原正夫	1200
	広文理大	森新治郎	1200
	三高	秋月康夫	1200
	陸士豫士	成実清松	1200
番号 8	班名 應用幾何	班長 窪田忠彦	
研究題目	研究機関	代表研究担当者	19 年度配当研究費
幾何光学	京大理	蟹谷乗養	1200
	阪大理	寺阪英孝	1600
	広文理大	岩付寅之助	1200
	広高師	柴田隆史	600
	日本光學	山下千歳	
齒車及工作機械/幾何學的研究	東大理	矢野健太郎	600
	東北大理	窪田忠彦	4700
	九大理	本部均	1000
	北大理	河口商次	2000
	広文理大	森永覚太郎	800
	広島高	細川藤右エ門	800
	物理學校	平川淳康	2000
	陸士豫士	市田朝次郎	500
	中島飛行	堀内義和	
測量及照準	東北大理	窪田忠彦	1000
	北大理	河口商次	2000
	阪大理	寺阪英孝	2500
	広文理大	岩付寅之助	3000

	陸士豫士	市田朝次郎	700
幾何學圖形／彈性學的研究	東大理	矢野健太郎	500
	京大理	中江龍夫	500
	東北大理	窪田忠彦	500
	九大理	本部均	500
	東北大理	河口商次	800
	広文理大	岩付寅之助	1000
	広高師	柴田隆史	500
	広島高	細川藤右エ門	500
番号 9	班名 數值計算	班長 清水辰次郎	
研究題目	研究機關	代表研究担当者	19 年度配当研究費
特殊微分方程式／解法	北大	功力金二郎	2500
	阪大理	清水辰次郎	4500
數值積分	九大理	柴垣和三雄	5000
	廣工高	森本清吾	1000
函數表／作製	九大理	福原満洲雄	12000
番号 10	班名 航空數式／再検討	班長 中野秀五郎	
研究題目	研究機關	代表研究担当者	19 年度配当研究費
	東大理	中野秀五郎	8000
	京大理	友近晋	3800
	北大	池田芳郎	2000
	阪大理	南雲道夫	5000
	名大理	能代清	2000
	東京高師	小林善一	2200
	中央航研	古屋茂	2000
番号 22	班名 特殊計測器	班長 清水辰次郎	
研究題目	研究機關	代表研究担当者	19 年度配当研究費
高射砲算定具照準器等／理論	阪大理	清水辰次郎	3000
	名大理	小野勝次	1000
	広文理大	岩付寅之助	1500
計算器／研究及試作	阪大理	清水辰次郎	10000
	東北大理	泉信一	7500
	九大理	近藤基吉	8000

	中央航研	古屋茂	3000
特殊計算器	阪大理	清水辰次郎	26000
番号 45	班名 爆弾ノ彈道(空中・水中)	班長 正木博	
研究題目	研究機関	代表研究担当者	19 年度配当研究費
攻撃彈道ノ實驗の研究	東大一工	西村源六郎	16000
	東大二工	平田森三	5000
爆彈照準法ニ關スル基礎的研究	東大一工	大越諄	5000
爆彈ノ彈道ニ關スル理論的研究	東大一工	雨宮綾夫	1500
	名大理	小野勝次	1500
	東大理	萩原雄祐	1000
	九大理	原島鮮	1000
特殊爆彈ノ水面彈道	震研	那須信治	1200
彈道算定具	震研	高橋龍太郎	1000
爆彈ノ安定性ニ關スル研究	九大流研	栖原豊太郎	10000
爆彈彈道ノ安定性	九大流研	栗原道德	15000
爆彈ニ對スル空氣抵抗ノ理論的研究	久留米工專	島崎爲重	1500
番号 128	班名 素粒子論	班長 朝永振一郎	
研究題目	研究機関	代表研究担当者	19 年度配当研究費
素粒子ノ研究	東大理	小平邦彦	1500
	京大理	湯川秀樹	3000
	九大理	武藤俊之助	
	理研	仁科芳雄	
	旭ガラス	山本英雄	
中間子ノ理論	京大工	荒木源太郎	1000
	東北大理	中林陸夫	1500
	名大理	坂田昌一	2000
	東文理大	朝永振一郎	2000
場ノ理論	東大二工	渡邊慧	2000
	九大工	園井修二郎	
核粒子ニ關スル理論	京大理	小林稔	2000
荷電粒子ニ關スル理論	理研	富山小太郎	1500
中性微子ニ關スル理論	京大理	田村松平	1200
各個研究			

番号(理系 1001 - 1164)	研究題目	研究機関	代表研究担当者	19年度配当研究費
1146	應用數學	山口高等學校	山中幸夫	1200

表2. 1945年1月の再編時における学術研究会議第1部の数学研究班²⁾

No	課題と科学研究費	研究目的	研究主任名とその他の研究員数
1	統計数学 ¥29000	1.a.製品の統計学的制御 b.保存と配給の数学的計画 c.軍使用の見積もり d.特性検査と人的配置 2.統計学の原理 3.統計表と特殊函数表の準備と作成	北川敏男他17名
2	特殊な統計学 ¥15000	陸軍により要求される特殊課題の統計学的研究	河田龍夫
3	家庭経済の数学的研究 ¥19000	家庭の生活費と栄養との調査による国民生活水準の決定のための研究	園正造他6名
4	特殊な代数解析 ¥6000	主として暗号法の研究	園正造他6名
5	等角写像 ¥11000	飛行機の珍しい形の研究	辻正次他6名
6	特殊な微分方程式 ¥16000	振動と電波回折の現象についての研究	清水辰次郎
7	航空方程式の再考察 ¥10000	各種の航空方程式の再調査	中野秀五郎他7名
8	特殊な機械と道具の幾何学的研究 ¥9000	伝動論その他の幾何学的研究	窪田忠彦
9	視覚 ¥11000	武装機械その他の幾何学的研究	窪田忠彦
16	基礎理論 ¥24000	基礎理論物理学での新しい有効な方法と各種分野への其の応用の研究	朝永振一郎他17名

1945年7月1日、帝国大学新聞紙上で学術研究会議の研究班の内容について言及がなされた³⁾。

「学術研究会議では緊迫した戦局に即応し科学技術の総力をあげて急速に戦力化し、研究報国の実をあげるべく従来の研究班を再検討しこの際国家緊要の重点研究のみに集中した研究班の再編成を行ひ科学研究費一千万円を交付した。自然科学関係における研究班及び班長名は左の如くである。

第一部(数学、物理学、天文学、地球物理学)△統計数学=九大教授北川敏男△特殊統計=統計数理研河田龍夫△家計の数理的研究=京大教授園正造△特殊代数解析=京大教授園正造△等角写像=東大教授辻正次△特殊微分方程式=阪大教授清水辰次郎△航空数式の再検討=東大助教授中野秀五郎△特殊機具の幾何学的研究=東北大教授窪田忠彦△照準関係=東北大教授窪田忠彦…」。

表2は、1945年10月12日に学術研究会議会長・林春雄が、アメリカ科学情報調査団の面接調査の際に提出したリストの一部であるが、帝国大学新聞で言及された内容に合致するものの、表1とは精度が乖離していることに注目できる。学術研究会議側に素直にリストを提供できない事情が存在したか、調査団が提出された表を翻訳する際に切り捨てたのかは不明である。事実、昭和19年当時のリストを見れば、公開されると学界全体に不都合な事情があったことは確かであった。例えば、医学部門で台湾ザルを使用した実験が予算計上されているが、台湾ザル実験が医学界の一部では人体実験の隠語であることは常識であった。

学術研究会議の戦時研究班について一般に言えることは、1943年末という成立時期もあって、旧軍から既に委託された戦時研究上のテーマを選定した事例が多々見られるということである。

3.1 数理統計学

数理統計学が他分野に比較して多額の研究費が捻出されている事実については、説明を要するであろう。数理統計学者グループは、1943年春頃から陸軍兵器行政本部に協力できることが無いかと提案し、そこから陸軍工廠での品質管理指導に実績を挙げた。日本数学界では名実ともに期待の星と見られていたのである。戦時中は、文部省管轄の学術機関内に、様々な研究所・講座の新設がなされたが、数理統計学者もこの時流に乗り、1944年に陸軍のバックアップのもとに文部省統計数理研究所設立に漕ぎつけるに至った。

数理統計学者の数理統計学研究・その実用的展開については過去に論じた事もあるので、非数理統計学者の数理統計学的研究を採り上げることにする。

九州大学工学部の熊谷才蔵は林学出身で、九大農学部林学科の教授となった人物である。数理統計学研究の推進者・北川敏男が九大に赴任した際、研究上必要な雑誌*Biometrika*を農学部で読んだということであるから、その関係で交流があったのであろう。数理的な農学の論文やソフィー・ジェルマンに関するエッセイが残されているが、具体的にこの研究班で何をやったのかは不明である。

名大理学部助教授の伊藤清は、戦時中には小標本理論・スチューデント検定法について論文を執筆し、例題として「工場で生産した弾丸中に何割の不発弾があるか」を論じている。他にも、1944年の帝國學士院紀要にコルモゴロフの影響であったか *A kinematic theory of turbulence* なる論文を投稿し(京都賞受賞記念講演によれば、伊藤は学術論文を一貫して英語で執筆したという)、1944年6月30日には第五陸軍技術研究所主務嘱託として「暗号機及暗号解読機の研究」を担当する(手当:月¥80)となるなど⁴⁾、応用方面に深く関与していた。伊藤は、当時に関する回想を、確認できる限りでは1988年の静間良次追悼文集⁵⁾と、京都賞受賞講演の2回語っているが、「当時は太平洋戦争の最中で、暗黒の時代であった。自由や文化を理想とする空気に溢れた学校生活を送った私どもにとって、非情な戦争は堪え難いものであった」という記述以上のものではなく、戦時研究に関しては沈黙を守った。伊藤は丸山樵四郎と共に、統計数理研究所の兼任所員であったが、研究所には、関東軍から「飛行機上から散布されたブラウン運動をするものの分布」という問題も持ち込まれたという⁶⁾。この問題を統計数理研究所の数理統計学者が引き受けたという証言は存在しない。ならば、研究所長の掛谷宗一なり所員の河田龍夫が確率論研究者に振ったということは無いとは言えない。また、伊藤の名大の同僚・能代清は化学兵器を担当する第六陸軍技術研究所で「化学兵器野外効力算定式に関する研究」の主務嘱託を1941年12月1日から受託していたが(手当:月¥80)⁴⁾、伊藤が能代から相談を受けるようなことはなかったであろうか。そのような疑問は当然成立するが、

筆者が15年調査した範囲では、物証は全く発見できなかった。ただ、伊藤が複数執筆した品質管理の論文は全て和文だったところを見ると、学術論文としては確率論より格が落ちると見ていたのかもしれないし、品質管理の研究に没頭しているポーズをとって、軍事研究には多忙を理由に手抜きをしたのかもしれない。この辺りの実証研究は、当シンポジウムで伊藤の弟子達によって与えられる日が来ることを期待する。伊藤は筆者の問合せに無回答を貫き、ついに詳細を書かなかった。1940年代前半の日本確率論史は、重要なポイントが成文になっていないのだ。

東北大理学部の中野忠郎も、短期間統計学の生物学への応用の研究を進めた。唯一、抄録が残されている淡中の成果は以下の通りである⁷⁾。「観測度数 a_0, a_1, \dots, a_{k-1} が公比の等比級数の法則に従うものと推定される時、最尤法によれば $((k-1)N-M)^{k-1} - (kN-M)^k + (M+N)r - M = 0, (N = \sum a_i, M = \sum ia_i)$ の根として推定される。この値を F-分布表により a_i と比較して元村氏の“等比級数の法則”に関する生物学的実験の結果を検定した」。瀬野裕美(数理生物学)はこの研究を、元村の等比級数則を観測値に適用することの有意性に関する検定について分析したものと推定し、元村(1947)が χ^2 検定の適用による等比級数則の検定に言及していること、淡中の研究に言及した数理生物学の文献は皆無らしいことを挙げ、等比級数則に対して選択すべき検定法は一意に定まらないと考えるため、最尤法を適用した検定が等比級数則やフィールドデータへの応用に際して大きなインパクトを与えるものではないだろうと想定している。渡慶次陸範(数理生物学)は、ほとんどの生態学者が淡中の研究の存在を知らないであろうこと、元村のモデルを試験するという概念は1970年代に至っても無かったこと、歴史的に見て注目すべき研究だと考えるがその重要性を判定する材料が無いためにそれ以上は何も言えない、と結論している⁸⁾。日本人数学者による数理生物学への最初の貢献は、事実上埋没してしまった。

統計数値表とは、九大理学部教授北川敏男が主導作成したPoisson分布表を指すと推定される⁹⁾。北川は、1939年から1941年まで伝播確率現象の理論と応用に関する研究に従事していたが、伝染病統計や地震統計などの解析で諸種の分布関数の当て嵌め問題に直面し、既存のPoisson分布表を活用した。しかし、実際にはPoisson分布の当て嵌めのみだけで問題が解決することは少なく、複合や重畳という場合をモデルに取って工夫して(1940年6月から1941年までに表作成と検算を行い、1942年に日本数学物理学会年会で報告)、更に稀現象発生機構に立ち入って新たな分布法則の導入を試みるなどの試行錯誤を重ねた。とはいえ、戦中戦後の印刷事情のために公刊が遅延し、北川とその周辺の研究者のみが役立てただけであった。

特殊な統計学としては、河田龍夫ら統計数理研究所スタッフが行った造兵廠における女性の職業が妊娠率に及ぼす影響の研究(未発表)を挙げられる¹⁰⁾。疎開していた河田は、配偶者のある人の出産率が仕事によってどう影響されるかという軍医らの研究に途中から参画し、全国の造兵廠の女性に対する信頼度の高いデータを分析した。結論はよく憶えていないが、「あまり影響ないということだったと思う」。文部省からの電報で、この時のデータは焼却している。1944年12月から統計数理研究所員であった国沢清典の証言によれば、「ある工場の既婚女工360名の結婚年齢と結婚から初産までの期間」が独立であるかどうかという原データ未詳の記事(河田担当)が存在しているが、これが造兵廠のデータではないかと国沢は推測している。河田は、既婚女工360名の結婚年齢と結婚から初産までの期間が独立ではないと論じている。また、国沢はこの問題にタッチすることはなかった。

表3. ある工場の既婚女工360名の結婚年齢と結婚から初産までの期間の分割表

	結婚年齢15～20歳	結婚年齢20～25歳	結婚年齢25歳以上
結婚から初産までの期間0～1年	7	11	10
結婚から初産までの期間1～2年	25	93	29
結婚から初産までの期間2～3年	15	45	12
結婚から初産までの期間3～4年	7	11	5
結婚から初産までの期間4年～	26	53	11

3.2 代数解析

3.2.1 家計の数理的研究

この研究班の班員は、京大理学部教授・園正造、阪大理学部教授・正田建次郎、東大理学部教授・末綱恕一、岐阜薬学専門学校教授・島田敬一、三高教授・奥川光太郎、名大理学部助教授・中山正、三高教授・秋月康夫である¹¹⁾。

園は、数学を引退したと称して京大経済学部の高田保馬教授とワルラスの研究会を開き、経済学科の学生にパレート的一般均衡理論を指導したり、分離可能財の需要・消費者余剰・交換均衡の安定条件についての三論文を執筆した。これは「もし当時英文で発表されていたら、欧米の学界をうならせるに足りたであろう。それは、当時のヒックス・サムエルソンの論文と並んで、その上に出た業績」という。理論経済学の数学的研究を進めていた園は、実証的な経済調査を始めたわけである¹²⁾。

奥川の証言によれば、給与生活者及び労働者の生活様態の数理的攻究の第一課題として、体性・年齢・配偶関係別の米消費量が採択され、奥川は関係諸分野の専門家の意見を徴すること、数値計算を担当した。勤労働員されていない京大数学科と三高の学生に数値計算を実行させ、中間報告を作成して一応終結を見ている。

尚、京大理学部教授・岡村博が同研究班への同僚からの参加要請を拒否した記録が残されている。理由は「その道の専門の研究者にすら解決できない問題がどうして素人の数学者に解決できるのだ」であり、勧めた教授の主張は「素人であるからこそよいので、専門家に見えないことを素人が気がついて解決する問題がある」だった¹³⁾。勧めた教授は、条件から見て園と特定される。園は1945年に「米の個人消費量」について学術研究会議で報告したという。

このプロジェクトに参加するべく、東大理学部教授・末綱恕一に願い出て1944年秋に東大理学部囑託となった小川潤次郎の記録によると¹⁴⁾、第3研究班は、内閣統計局の家計調査をもとにして年齢階級別の日本人の平均米食量を決定することが任務であった。1944年に学生会館での集まりで東京文理科大助教授・河田敬義が最小自乗法と回帰について話したこと、11元連立1次方程式を筆算で解いたが最小自乗法の正規方程式であったかは解に負の値が出たことから不確かなこと、この方程式を(記憶が正しければ)東大理学部助手・岩澤健吉も解いたはずと、小川は記述している。

この分野では、京都帝国大学医学部に先駆的な調査が存在した¹⁵⁾。ただ、この調査を1941年に仕上げて海軍軍医中尉となった戸嶋寛年は、治安維持法違反容疑に問われ、不問にはなったものの、恐らくは懲罰人事で激戦区ニューギニアの第9艦隊に転属した。京大医学部四回生当時の戸嶋は、結核研究の予備実験と学生食堂と下宿の家族の食品分析を行った。結果「一日二合二勺の配給米では、人間の生きる限界を越している」という結果が得ら

れ、農林省や厚生省にデータを送付していた。米の最適な個人消費量は、開戦前の配給制度によっては満足されないというのが結論で、開戦後に行われた園の調査は更に容易に戸嶋の結論に到達するはずであった。

当時は社会科学の冬の時代で、園の研究は、進捗すればするほど、京大・東大・名大の代数学者全員を治安維持法違反容疑で収監されるような危険性を秘めていたのである。

1940年は記録的な不作で、帝国政府は備蓄米を全て放出し、更に輸入を図った。開戦後、労働人口の大規模な召集で米作農家の作業効率が劇的に低下し、更に悪天候による米収穫量の低下が重なった。

この種緊急時の必須物資の最適分配については、ランド研究所が「核戦争後の医薬品の効率的配分」について論じたレポートが非常に有名である。ショックによってしばしば突然死する被爆者に対して、合衆国政府が一人一人を全力で治療するのは効率的ではなく、それだけの医薬品がストックされているわけでもない。この条件下で人命救助に特化した最適な医療資源の分配は、「数日間被爆者を放置若しくは最低限の治療を施し、それでも生存していた被爆者全員を可能な限り治療する」というものであったという。つまり、需要と供給のギャップを、需要の刈り込みによって根本的に解消するということである。医薬品を食糧に置き換えれば、ガダルカナル島やニューギニアで日本兵が実際に直面していた。園は、この冷たい方程式に直面するまで議論を進めることを、意図的かどうかはともかく休止し、問題とはならなかった。

園の調査結果は、現代では全く知られていない。

同研究班の成果は、戦時中の内閣統計局の家計調査が正確であれば配給計画に貢献したのと思われる。

しかし、戦後の内閣統計局はGHQの指導の下で抜取調査等を利用する新しい統計作成手法を導入することを始め、従来の統計手法を全面的に改善した。これらのことから鑑みるに、家計調査という原資料の信頼性に疑義を呈する余地は多分にある。

戦前にこの種の調査を担当した、農業経済学の最高峰である近藤康男の証言によれば¹⁶⁾、「あの調査そのものはすぐに役立つと思いますがあれらの原資料の検討から始めなくてはと思うとのことであった。

3. 2. 2 暗号

詳細不明。解読の難しい暗号の作成に抽象代数の成果が必要なことは、当時の日本数学界でも知られていたため、園を研究主任としたのであろう。園は群論の方向から暗号研究をしていたとされる。

当時京大生であった松本誠の証言によれば、松本が1945年1月に京都師団に入団する前に、園が群論の方向から暗号研究をしていたという記憶があるという。溝畑淑子の証言も、園が暗号を研究していた記憶が京大生・溝畑茂にはあったというものであった¹⁷⁾。しかし、園の米の消費量に関する研究活動については全く知らなかったということであった。学生に研究内容が漏洩していた事実から見ても、この研究班の機密性は低かったものように思われる。

小河原正巳が世話役を務めた数学者グループが気象暗号の解読・作成に従事した¹⁸⁾。気象暗号は反復使用するため、次々新しい暗号表を考案して前線に送る必要がある。小河原らは、大量に新しいものを作成する方法を研究したという。代数的な問題であるため、秋月康夫や広島文理科大学の代数学者(条件に合致するのは森新治郎、中野昇の二人)を動員したという。

これは暗号表が乱数表の多量生産という重要な研究であるが、当時既に輸送システムが米軍に侵食されている状況では、前線での生産の研究をするべきではなかったか。

この分野では、筆者の調査では注目すべき成果は何ら無かった。

3.3 等角写像

等角写像は、翼の設計に必要ということで採り上げられたテーマである。東大工学部教授・谷一郎(航空力学)が数学者との対談の中で「等角寫像の問題が有名ですけれども、あれは實用上は大概解決してをりまして、ただ労力を減らすにはどうしたらいいかといふ、やうな所だけが残つてゐます」と語っているように¹⁹⁾、研究班の任務は左程緊急のものではなかった。

東大理学部教授・辻正次門下の小松勇作は、等角写像の論文を、等角写像の手法に熟達した流体力学の若き権威・今井功正員の紹介で日本航空学会誌に投稿し、帝國學士院紀要に独文論文を投稿している²⁰⁾。これ以外、等角写像に関する公刊された成果は見られない。

戦後、今井功・谷一郎が科学誌上で、戦時中の日本でなされた航空力学・流体力学の注目すべき成果についての総合報告を執筆したが²¹⁾、その中には数学者の名は無かった。流体力学と航空力学の国内トップは評価しなかったということである。

数学者の戦時研究問題のバイオニアである近藤基吉は「注目されるような成果は得られなかった」と結論している²²⁾。

このように、等角写像研究班の活動は成功とは言い難いものであった。

その理由を明確に定義するには情報量が不足しているが、数学者と非数学者の溝を埋めるための共通言語若しくは共通のバックグラウンドと言うべきものが不足していた事例が、伊藤清によって報告されている²³⁾。

伊藤が、極端な例として述べているものであるが、説明者が鉛直な面による飛行機の翼の断面のつもりで書いた長楕円形の図を、聴衆(数学者)は皆水平面による切口と誤解していたことがあったという。伊藤は、数学者を弁護して「飛行機といへば、飛んでゐるのを下から眺めてゐるに過ぎない数学者が翼の形ときいて、そのやうな解釋をするのも無理もないことである。かかる誤解のために愚にもつかない質問をなし、説明者を苦笑せしめることが多い。しかも質問すればよいが、多人数の中ではそれも出来なくて、結局分らずに終る。これでは協力も覺束ない次第である」と戦時中に論じている。

伊藤の主張には同意すべき点を多々認めることができるのであるが、当時の航空力学の教科書には、翼の断面と等角写像の関係が論じられていたのであるから、数学者側の予習不足という主張も同時に成立するものである。このような溝を埋めるのは実際非常に難しい。そして埋まらなかった事例も多いのである。

3.4 應用微分方程式

非線型振動は機密指定されなかったため、戦中の日本数学物理学会でしばしば講演がなされた。東大地震研究所教授妹澤克惟が、電波兵器・航空機等の設計に必要な数学部門で、非線型の委員会を日本學術振興会内に設置するのに尽力し、関係企業より経費を支出させるのに成功、妹澤は同委員会の委員長に選挙された²⁴⁾。このように、戦中の非線型振動研究は物理学者の要望によって生じたものであった。

数学者の非線型振動研究は、電気工学者早田保實が「クリロフが電氣回路非直線歪の解法に使用した方法は數學的に多くの獨創性を有するところから東北帝大通信研究所で翻譯したものを數學教室でも目下研究して居るさ

うであります」と記述した1943年10月以前から開始されていた²⁵⁾。電気工学者喜安善市の証言によれば、東北大学数学教室では、電気工学科助教授であった岡田幸雄がBogoliouboffの非線型力学の研究を紹介したということである²⁶⁾。また、陸軍第一航空技術学校でPoincaréの非線型振動に関する論文のコピーを配布していたという。

阪大理学部教授・伏見康治は、「何ふ所によると数値計算の方ばかりのやうですね。きれいな定理の方はどうも進まないやうです」と戦時中に語っている¹⁶⁾。福原満洲雄も戦後に「特に著しい結果には到達しなかった」と評価している⁷⁾。

3.5 航空数式ノ再検討

東大理学部助教授・中野秀五郎は、「数学者の研究の結果と航空機の設計に用ひられる数学との間に相当な隔りがあつて、まだ十分に数学者の得た理論が應用されてゐると思はれない」と語っているが²⁷⁾、航空方程式の再検討とはこれを指している。

しかし、航空力学の第一人者谷一郎が「例えば航空技術協会を中心に、軍官民を網羅した研究組織が活動していたが、そこで採り上げられた問題は、重点的というより羅列的になり、さもないれば流体力学の基礎方程式(ナビエ-ストークス方程式)を解くというような、今日でも不可能な難問が多かった」と評しているように²⁸⁾、中野達は結局のところ解けなかったのであろう。この研究班は、実績が確認できない。

戦後、戦時研究に非協力的だった中野が、戦時研究に積極的であった泉信一と激しい論争をした、という噂がある(喜安善一の証言による)。事実とすれば、中野と泉が同僚であった北海道大学での1950年頃に存在した論争を指すはずである。非協力的だった理由はどこにあったのであろうか。

中野の名は、昭和天皇の弟宮・高松宮宣仁親王海軍大佐の1944年2月13日の日記に唐突に登場する。
「一七一五 大倉邸(ウランの話等)、仁科存(東北、理博、金属材料)、湯川秀樹(京大、理博、理論物理)、菊池正士(技研、阪大、理博、原子物理)、中野秀五郎(東大、理博、純数学)、仁科芳雄(理研、理博、実験物理)、西谷啓治(京大、文博、哲学)、水島三一郎(東大、理博、理論化学)、仁田勇(阪大、物理化学)、洗沢敬三(日銀副総裁)、迫水久常(内閣参事官)、水間正一郎(技研)、深川修吉(日本無電 理学士)」

中野は大倉喜八郎男爵の資金援助を得ていた事実はあるが、ウラン研究に関与した証拠は確認されていない。仁田の自伝によれば²⁹⁾、「かつてさる場所で、仁科芳雄さんが高松宮のご質問に答えて「おそらく米国でも、原子爆弾の製造はこんどの戦争には間に合わぬものとおもいます」といわれた」。仁科は陸軍原爆開発のキーパーソンであった。仁科の発言は、戦局を左右する原子爆弾が日本でも製造できないという論理的帰結を齎すもので、大倉邸の空気は盛り下がったのではあるまいか。中野が仁科の報告に何を感じたかは、今となってはわからない。

3.6 計算器ノ研究及試作

日本の数学界では、計算器械に学術的興味を抱く解析学者や論理学者が存在し、計算器械の紹介及び開発が行われていた。阪大理学部教授・清水辰次郎は1943年7月19日の日本数学物理学学会年会で「微分機構とその應用」を講演してからtorque amplifierを用いない微分解析機を試作(東京理科大学近代科学史料館所蔵)した。これは、日本人数学者の手になる最初の実用的計算器械であった。清水は1943年9月17日に第七陸軍技術研究所主務囑託として「迅速計算装置の研究」を担当する(手当:月¥80)となったが⁴⁰⁾、学術研究会議からも資金を調達し、1944年11月には暗号学理研究会委員として角谷静夫の協力のもと「器械的暗号作成及び通信の一方式」を発表し

た。

清水が開発した微分解析機とは、アメリカの電気工学者Vannever Bushが10年の年月を経て1930年に開発したもので、当時の計算器械の中では最高の計算速度を誇っていたのであるが、日本ではそれまで科学計算に利用されることがなかった。これだけ多額の資金を調達した研究は、日本数学史上前例が無い。清水はこの微分解析機を研究に使用して数本の論文を執筆したが、それ以上の学術的展開は無かった。清水の興味が、アナログな計算器械から去ったからである。

名大理学部教授・小野勝次は、科学計算ではなく官庁用統計会計機の開発に従事した³⁰⁾。内閣統計局の中川友長は、東大に来ていた小野勝次に対して「統計調査結果を直接機械に打ち込むことによって機械が所要の結果を直ちに表示してくれるということにならぬのか」という話をした。中川は、統計調査整理の機械化のためにIBM統計会計機とは別式の統計会計機を国産化することを希望していた。数日後、小野はこうすれば可能かもしれないという2進法を応用した統計機械の案を提示した。しかし電気工学者の意見を聞く必要があるため、中川は東大電気工学研究室の山下英男に相談を持ちかけた。小野案は可能と見た山下は、研究室スタッフの佐藤亮策に開発を任せた。佐藤は余暇を実験研究にあてたという。パンチカード統計機のように原伝票から一度カードにパンチしたものをデッキにまとめて入力するのではなく、多数のオペレータが伝票を見ながらキーボードから直接入力し、それが継電器によるレジスタに蓄えられ、順次に度数計で構成された表示装置に登算される方式であった。山下英男の回顧によれば、戦時中は資材不足で部分回路の試作しか出来ず、終戦後軍が放出した継電器4000個余、度数計2000個余を使用して、1948年一応実用可能な機械を完成させた。これは日本での実用的な電気計算機第1号として評価され、3人は1954年に日本学士院賞(受賞題目「継電式統計計算機の研究」)を受賞した。このように、日本ではデジタル計算機研究は遅延しており、デジタル計算機を真空管と結び付けるまでには至らなかった。

表4. 小野勝次の取得した特許一覧

特許番号	特許題目
160146	高次代数方程式の光学的演算器
163073	統計器
168340	電氣的統計器の一方式
170104	統計器の改良
170105	電氣的統計器におけるタイプライターの誤打集計せらるる事を防ぐ装置

日本の真空管工業は海外からの輸入工業に過ぎず、戦時中の増産によって不良品が大量生産されていたため、真空管を使用することは叶わなかったであろう。フリップフロップ回路が開発された1919年以降であれば、技術的に見て実用的な電子計算機の開発は可能だったと指摘されているが、日本の科学技術力その他を鑑みると戦時中に開発する事は難しかった。

九大理学部教授の近藤基吉は1944年3月11日の日本数学物理学会常会で「統計会計機を利用する数値計算法に就いて」、1944年5月6日の日本数学物理学会応用数学科分会で「統計会計機を利用する数値計算法(Ⅱ)」を講演し、助手の折原正江とタイガー計算機の研究を行った。タイガー計算機を分解し構造図面を補助員に書かせたこ

と、電気試験所のリレー式計算機の開発スタッフを九大に招いて数学教室全体で講義を聴いた記憶が折原にはあるという³¹⁾。

東北大理学部教授の泉信一は1944年6月30日には第五陸軍技術研究所主務囑託として「暗号機及暗号解読機の研究」を担当する(手当:月¥80)が⁴⁾、計算器械に対する関与は不明である。

泉信一について注目すべきは、戦時研究に積極的に従事した姿勢であろう。通称「実学の府」東北帝国大学は、全学でその種の研究に関与したが、数学教室の場合の最右翼は泉であった。昭和19年度第二予備金で東北大学理学部に数学第五講座として軍事数学第一講座が新設され(定員は教授1・助教授2・助手2)³²⁾、泉はその初代教授に就任した。戦時中には、軍事色の強い講座・研究所が大量に設立されたが、数学界では統計数理研究所と軍事数学第一講座がそれに該当する。東北大学の部局史には数学第五講座設立理由を、「これは満洲人日本留学生を全国各大学から一箇処へ集合して教育する方針により、仙台がその地に選ばれ、数学科は十八年度助教授一、二十年度助手一人を加えているものと関係あるものと思われる」などと書かれているが³³⁾、恐らくは全く違うのであろう。軍事数学第一講座は、戦後は応用数学講座となった。

この研究班は、是非加えるべき数学者を一人落している。

1939年に阪大工学部精密工学科第一講座教授に就任した城憲三は1943年7月17日の日本数学物理学会年会で「プランメーターの精度に就て」、1944年5月6日の日本数学物理学会応用数学科分科会で「器械的に方程式を解く方法の批判」、「数學器械の機素の研究」を講演し、面積計・調和解析器・微分解析機などのアナログ計算機及び機械式卓上計算機・電気式卓上計算機・統計会計機などのデジタル計算機を研究していた。

理学部の清水は、工学部の城と研究上の交流を何故か持たなかった。城の門下生の牧之内三郎によれば、城は、軍事研究とは無関係であり、東大や九大の計算機研究グループとは無関係に研究を進めていたという³⁴⁾。

3.7 齒車及工作機械ノ幾何學的研究

1943年に学術研究会議の有志が、軍需省の外郭団体である大日本航空技術協会(1942年5月1日創立)と懇談した結果、同協会内に航空数学科を設置して、数学者に協力を求める事になった。この計画を熱心に推進した大日本航空技術協会会長の窪田忠彦が部会長に就任し、第8研究班と並行して齒車幾何学研究に参画した。

技術院が1944年末に、航空齒車研究と製作技術指導のために財団法人航空齒車研究所を創設し、理事長に茂木知七海軍中將、主任所員に成瀬政男、佐々木重雄ら齒車の専門家を配置するなど、当時の齒車研究は国策として進められていたことが看取される³⁵⁾。数学者の齒車研究は、適切な時期に行われたと言える。

齒車研究の最高権威であり、東北大学に齒車学派を構成していた成瀬には、過去に藤原松三郎から研究上の数学的助言を受けた経験があり、また法政大学の今野武雄(1943年に治安維持法違反で取監)が成瀬の博士論文を数学的に洗練させたことがあった。「東北大学の工学部に講師として私が招へいされたんです。成瀬政雄という機械工学の教授がおり、その人の博士論文の齒車の研究が岩波書店から単行本で出たんです。それは、成瀬理論と称していたんだけど、それを拡張してすっきりしたものに私が書き直したのです。その関係で、その成瀬さんが、主任になって東北大学の工学部に航空学科ができたときに、そこに来てくれないかという話があったのです。工学部長もちゃんと承諾したから履歴書などを出してくれというので、出した。ところが、私は保護観察にあったから検事局に話さなきゃならない。話したら、東京の外に出ることはならん。それから官立大学の教師になるなんて、とんでも

ないって言うんです。法政大学の講師だけでも苦々しいと思っていたのに、官立大学の先生になるなんてとんでもないことだ、とあからさまに言われまして、結局、駄目になったわけです」とは今野の回想である³⁶⁾。

成瀬政男と、微分幾何学の権威である窪田を中心としたこの研究は、成瀬と共同研究を行った経験がある中島飛行機製作所技師・学術研究会議第8研究班研究員・海軍航空廠研究員・大日本航空技術協会部長・東北帝国大学理学部研究員の堀内義和が世話人となった。

この分野に戦時中に関与したのは、学研補助金「ネチ歯面の幾何學的研究」を受けた大塩茂、森永覚太郎、大日本航空技術協会部長の矢野健太郎、本部均、窪田忠彦、堀内義和、守田勝彦、1943年7月19日の日本数学物理学会年会で新井文雄(朴鼎基)と「歯車の幾何學的考察」を講演した前田和彦、大槻富之助、柴田隆史、五百井仁、ウォームミリングカッターによるウォーム歯車の歯型曲面を研究した平川淳康である。戦後は、窪田の東京物理学校での講義に触発され、清宮俊雄が関与した³⁷⁾。

窪田は、1944年12月10日の日本数学物理学会幾何学分科会で「歯車幾何學に關する綜合報告」、1946年6月3日の日本数学会年会で「歯車の幾何學的研究」という戦時中の成果報告を行い、『歯車の幾何學』という著書を纏めた³⁸⁾。

このプロジェクトに関する評価を論じる。

近藤基吉は、戦闘機などの「発動機的设计にこの協力が利用されることはなかったと航空機の専門家は言っていた」と記述している²²⁾。航空歯車研究としては、成功しなかったということである。

当時の歯車の数学的解析の第一人者で、実用上優秀な新型歯車開発に成果をあげていた高木貞治門下生の白井恭(当時陸軍気象部)が関与していたならば、このプロジェクトの評価が大きく修正された可能性はあるが、白井とは無関係に研究班の研究は進められていた。山田金雄が前田を追って歯車幾何学を研究し、戦後に斯界の権威者となった事が、このプロジェクトの一番の成果であった。

歯車幾何学研究に深く関与した前田は、振れ傘歯車の研究を数学者サイドに高く評価されたが、実際方面の歯車研究書では、「前田博士は直線のSTUDYの座標を用い、自然幾何学的手法を巧に駆使して一般歯車のカムアイの問題を取扱い、非可展線織面を歯型面として持つ一般歯車のカムアイの理論を立てた。それは直線に沿っての線接触カムアイをする歯車のカムアイ理論で、実に美しく整った理論である。ただ遺憾なことには、この理論では歯型面が非可展線織面に限定されているため、この理論で取扱う歯型面は、現在の工作技術ではこれを実際に切削することも研磨することも一般には困難である」と評価され³⁹⁾。戦後間もなく成瀬の下で前田の論文を読み、空間歯車研究を行った酒井高男(歯車工学)も前田の研究を評して、接触線方向のすべり率と接触線に直角方向のすべり率を区別して、前者を縦方向のすべり率、後者を横方向のすべり率として定義し、式も出しているが、率というスカラ一量にベクトル的に縦、横がある筈がないと考えて、私にとってはよい刺激にはなった。すべり率とは何か？という物理的意味の把握があつて、はじめて数式による展開があるべきであり、「私自身の感想では、歯車を手伝った数学者たちによる貢献はなかったというように思います」と語っている⁴⁰⁾。

実学の府と自称する東北大学科学計測研究所助教授であった前田の研究が、何故このような評価を与えられたのかは不明である。精密工学の佐々木重雄東京工業大学教授は、窪田の著書を書評して、「題名から受ける感じは高級な専門書を連想させる。ペリーの『技師のための微積分學』のような書物と違って歯車という特定のものの幾何學であるから、クライン・ゾンマーフェルトの『コマの理論』と同じ種類の専門書であろうという感じを抱いたのは必ずしも私だけではないであろう。しかし本書の内容は『太平洋戦争中、学術研究会議及び大日本航空技術協会

からの委嘱によつて成立した二つの歯車研究班で、多くの幾何学者によつて研究された結果のうち、歯車の幾何学の基礎的部分に関するものを総合的に集めたものである。この種のものが一般の機械工学者にどの程度の刺激を与えるかという点に関して疑問を持つのは果して私だけであろうか、「内容について一言すればそれは歯車の立場から見て取扱事項が包括的でない。これはこの書物を構成する素材の性質からやむを得なかつたところであろう。私の見るところでは、この書物を書いた主目的はむしろ研究班の研究成果を総合して記録に残すということにあつたのではあるまいか。もし著者が同じ題名の下に問題を包括的に取上げることを企てたならば、範囲を基礎的事項に限るとしても、自然と相当大きな影響を与える材料を提供し得たかも知れないと私は思う。この書物を通覧して感じることは、歯車を幾何学的に見たときの問題の所在に対する認識において、数学者と機械工学者の間に差異があるのではないと思われる点である。これは前記研究班中に機械工学者が加わつていながつたか、解説者が適當でなかつたかに起因するのではあるまいか。或は研究班の研究が戦時中に行われた關係上、研究が二三の特定の問題に對して集中的に行われたためにそのような結果になつたのかも知れない」とし、「歯車幾何への数学者の協力は、工作者の立場を考慮していない」として、その論拠の一つに、「ハイバロイド歯車の場合、歯車が非展開面となつても意に介していない。この結果から、展開面歯車の場合は誘導不可能」という事例を挙げている⁴¹⁾。研究班に歯車研究者は事実いないが、解説者は北大数学科OBで歯車の最高権威・成瀬政男と共著論文を書いた堀内で、不適当だつたとは言えない。解説者の堀内自身は、「歯車理論の数学的解説書として世界最良の書といえるが、記述が極めて数学的であるため容易に読みこなせない」と評価しているが⁴²⁾、歯車工学の専門家は、内容を理解した上で『歯車の幾何学』の学問的価値を低く評価しているのである。『日本の数学100年史 下巻』では、前田の歯車研究を非常に評価する記述があるが、佐々木に代表される真つ当な批判を数学界は誰も真摯に受け止めなかつたという証拠ではなからうか。ならば大いに不幸なことである。

3.8 幾何光学

レンズの設計解析分野は、当時においては重要なテーマとされていた。計算環境が未整備な当時は、レンズ設計に関する計算に数ヶ月を要し、それでも尚、理論的には更に計算すれば解消しえる欠陥を耐えなければならなかつた。

東北大数学科OBの山下千歳は、日本光学工業設計部山下研究室主任としてレンズ設計に従事し、大日本航空技術協会航空数学研究会囑託としても数学者と接点があつた。解説者としては適切な人選であつたろう。

では、その学問的評価はどうであろうか。日本の光学研究の先駆で、戦時中は陸軍第一造兵廠大宮製造所でレンズやプリズムの研磨、調整、組立等を実習していた非球面レンズの権威である東北大学名誉教授の吉田正太郎の結論によれば、実際方面の成果はゼロに等しい⁴³⁾。

3.9 爆弾ノ弾道二關スル理論的研究

第45研究班の正木博は陸軍第3航空技術研究所所長の陸軍軍人で、航空機の攻撃精度の向上に従事し、それに飽き足らなかつたか、同研究班の研究者他数名の民間人研究者の協力を得て、最終的に特別攻撃隊の体当り攻撃能力が戦術的に有益だとする結論を導いた。

小野勝次は、名大数学科助教清川清一を研究に巻き込んだようであるが⁴⁴⁾、その成果は明らかではない。

3.10 素粒子論

小平邦彦の素粒子論との関わりの詳細は、長くなるので次回に論じる。次回があればだが。

3.11 学術研究会議の各個研究

学術研究会議補助金は、現在の文部省科学研究費補助金のように、研究班による総合研究と各個研究に分類された。数学部門では、山口高等学校教授・山仲幸夫による“応用数学”が採択された以外には見当たらない。数学史上に残るような業績を山仲が1944年以前に挙げた記録は無いので、山仲の研究成果を特に期待して配分したという事はないと思われる。他の数学者が各個研究を申請しなかったか、申請したものの“Hilbert 空間論”や“束論”や“エルゴード定理”といった純粋数学的テーマだったので却下されたのかも知れない。

結論

学術研究会議は戦後に改組され、戦時色の強い研究班は当然解散した。

とはいえ、戦時研究班の幾つかは看板を替えることもなく継続し、研究費の名目が学研補助金から文部省科学研究費補助金に変更され続いた部門も多数ある。それについて論じるのは他日を期するとして、成功しなかった理由を講究する。

ある方程式における解の存在証明と、解の実際的構成には大きな難度のギャップがあることは常識である。戦時中で余裕などあるはずも無い実際方面の人間には、解だけが必要であって、存在証明は興味の対象ではない。解を求める方程式も、特殊函数や円周率が出てくるエレガントなものより、数値解が簡易に得られる実用的なものが要求される。ところが、戦時中の純粋数学者による応用数学の成果では、そこまで美的にダウングレードしたものが皆無といっていい。それ以前に、数学的モデリングにすら失敗した事例も多々ある。

その原因は、まず問題を持ち込まれた時期と環境に求められる。数学者の戦時研究動員は1943年に開始されたが、これは1940年に動員開始したアメリカ合衆国などと比較しても、明らかに遅い。これは致命的な問題であった。

その次に教育に求められる。数学者は物理・電気工学・機械工学・航空力学を知らない。それは教育課程が然らしめる所であったし、他国でもさほど状況が変らなかった。だが、数学者が他分野を学習するには時間が決定的に不足し、その段階で挫折した事例も少なくはなかった。

この関門を乗り越えたとして、次は与えられた問題が適切か否かという問題に直面する。数学者は持ち込まれた問題に解を与える受身の立場にある。当時の状況を見る限り、技術者が手近な問題を気楽に提示するということは余り無かった。それまで数学者と接点が無かった彼ら技術方面の人間は、ナビエ・ストークス方程式などのような世界的難問を敢えて持ち出し、故に数学者側が時間を空費した場合もある。

また、ボールベアリングの品質検査の合格率が低いので、生産ラインを見直すことなく合格率が向上するような理論を作れという要請もあったという。これは不適切な問題である。こういう問題を敢えて出してくる部門では、たとえ数学者が熱心に改善策を献策してもうまくいかないのではあるまいか。

では、こういった問題が解決できたとして、数学者が真実この問題に興味を持って取り組みえるか、という本質的な疑問が残る。純粋数学者の価値基準は、本質的には美学である。戦時研究として要請された応用数学は、場合によっては単なる工業数学に過ぎない。また、数学者が美学的視点を捨てるのは実際非常に難しい。戦争で諷

訪に疎開した小平邦彦は、「物々交換もままならない。仕方なく、私は田の草取りや畑仕事をした。蛋白質の不足でひんぱんに下痢に襲れた」、「食中毒などの下痢は腹痛があって水のような便が出るが、栄養失調の下痢は腹痛がなく睡眠中に無意識のうちに泡の様な便が出てしまうのである。もう少し戦争が続いたら私は生き延びられなかったのではないかと思う」という自伝に収録されなかった証言がある。そんな中、リーマン多様体上の調和テンソル場の論文を「食事の間でも、紙に鉛筆を走らせていたと妻は今でも言う」。この“今”とは41年後の1986年のことである⁴⁵⁾。このような頭脳による多量のカロリー消費は、栄養補給のあても乏しい環境では自殺行為に近いが、小平はそれでも栄養補給より研究に集中できた。生前の小平には、この時の自らの心理を説明できなかった。

では、戦時研究に栄養失調の数学者が食欲を駆逐するほどの価値を見出しえたか、ということならば、解答はネガティブとならざるを得ない。

戦後、需要があったにも関わらず、大半の純粋数学者は戦時研究を継続しなかった事実がある。つまるところ、応用方面を進んで研究するようなタイプの人間は、そもそも戦前・戦中を通じて大学の数学科を進学先に選ぶはずもない。そういう心理的性向の数学者が、戦時研究を積極的に進める動機付けを戦後には(そして戦時中すらも)提示し得なかったというのが、数学者の戦時研究動員失敗の本質的な理由であろうというのが現段階での結論である。

参考文献

- 1) 防衛省防衛研究所蔵 文部省科学局「昭和十九年度 動員下二於ケル重要研究課題 秘」(史料番号: 中央軍事行政軍需動員 513)
- 2) [永野宏, 佐納康治: 学術研究会議第1部の戦時研究班, 科学史研究, 203(1997), pp.162-168]
- 3) [無記名: 学研自然科学新研究班 上, 大学新聞, 32(1945.7.1), p.1]
- 4) 防衛省防衛研究所蔵「昭和二〇・一・一調 陸軍兵器行政本部技術部 陸軍技術研究所 研究囑託名簿」(史料番号: 陸空 名簿 29)
- 5) 伊藤清「静間さんとヒューマニズム」, 静間良次先生追悼録刊行会編「静間良次遺文と追想」(静間良次先生追悼録刊行会, 1988), pp.271-273 所載
- 6) [秋山健一: 日本に於ける数理統計学の歴史 日本に於ける数学の発展Ⅲ, 全国数学連合機関紙月報, vol.3, no.3, (1956), pp.28-36]
- 7) 日本数学会科学技術史編集部編「科学技術史集書 数学の概観(1940~1949)」(日本学術振興会, 1951)
- 8) 瀬野裕美広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻数理計算理学講座複系数理学研究室助教授の2001年3月9日付の電子メール, 渡慶次陸範九州大学大学院理学府附属臨海実験所所長・教授の2001年3月30日付電子メール。
- 9) 北川敏男「ポアソン分布表 附稀現象の統計解析」(培風館, 1951)
- 10) 1944年12月から統計数理研究所員だった国沢清典の2001年1月31日付消印の私信, 河田龍夫・国沢清典「現代統計学 上巻」(廣川書店, 1956), pp.128-138
- 11) 奥川光太郎の2001年1月24日, 同月30日付消印の私信。
- 12) 北野熊喜男: 「回想五十年」, 高田保馬博士追悼録刊行会編『高田保馬博士の生涯と学説』, (創文社, 1981.1), pp.251-261 所載, 市村真一: 「青山先生の学識とゼミ指導」, 青山秀夫著作集刊行会編『青山秀夫

- 先生の学問と教育 別巻』.(創文社,1999.4),pp.39-55 所載.
- 13) [山口昌哉: 謙虚と超越, 数学セミナー, vol.20, no.3(1981), p.1]
 - 14) [小川潤次郎: 統計学に入るまで 戦時中の数学者の生活, 数学セミナー, vol.8, no.3(1969), pp.35-39]
 - 15) 戸嶋寛年: 「無題」, 小宮山茂人編『たてよこ奮戦記 海軍軍医学校第六十八期, 六十九期生の記録』.(たてよこ会三十周年記念文集刊行委員会, 1973.11), pp.258-261 所載.
 - 16) 農業経済学の最高峰近藤康男の 2002 年 3 月 12 日付の消印の私信.
 - 17) 溝畑茂の配偶者である溝畑淑子の 2000 年 12 月 1 日付消印の私信, 松本誠の 2001 年 3 月 8 日付消印の私信.
 - 18) 「日本における統計学の発展 第 28 巻(小河原正巳)」文部省科学研究費総合 A(1980, 81, 82)報告書, pp.7-17, 34-39
 - 19) [彌永昌吉, 谷一郎, 伏見康治, 古屋茂, 河田龍夫, 伊藤清, 山内恭彦, 山本峰雄: 座談會 戦争と数学, 科学朝日, vol.4, no.3(1944), pp.60-64]
 - 20) [Yusaku KOMATU: *Eigene Anwendungen der Verzerrungssätze auf Hydrodynamik*, 帝國學士院紀要, 19(1943), pp.454-461], [小松勇作: 翼型外部の單位圓外への等角寫像, 日本航空學會誌, vol.11, no.106(1944), pp.108-127], [Yusaku KOMATU: *Die Geschwindigkeitspotentiale und die Kutta-Joukowski'sche Bedingungen für die Strömungen in vielfach zusammenhängenden Gebieten, I*, 帝國學士院紀要, 21(1945), pp.6-15], [Yusaku KOMATU: *Die Geschwindigkeitspotentiale und die Kutta-Joukowski'sche Bedingungen für die Strömungen in vielfach zusammenhängenden Gebieten, II*, 帝國學士院紀要, 21(1945), pp.83-93]
 - 21) [谷一郎: 流體力學, 科学; vol.19, no.4(1949.4), pp.171-174], [今井功: 高速氣流, 科学; vol.19, no.4(1949.4), pp.175-177]
 - 22) [近藤基吉: 戦争と計算機械, 科学朝日, vol.4, no.3(1944), pp.50-52]
 - 23) [伊藤清: 戦争と数学者の協力, 科学朝日, vol.4, no.3(1944), pp.56-58]
 - 24) [長岡半太郎: 故妹澤克雄君略歴, 帝國學士院紀事, vol.3, no.3(1944.11), pp.605-610]
 - 25) [早田保實: 電氣工學に於ける數學の主要なる應用分野に就て, 高數研究; vol.8, no.1(1943.10) pp.10-14]
 - 26) 喜安善市の 2001 年 5 月 1 日の証言.
 - 27) [中野秀五郎: 航空と数学, 科学朝日, vol.4, no.3(1944), pp.42-43]
 - 28) 谷一郎: 「研究開発と学界 海軍航空との遭遇」, 海空会『海鷲の航跡 日本海軍航空外史』.(原書房, 1982.10), pp.38-46 所載.
 - 29) 仁田勇「流れの中に 一科学者の回想」(東京化学同人, 1973.4), p.312
 - 30) [山下英男: わが国計算機の生い立ちと思い出, 電子通信学会誌, vol.54, no.1(1971), pp.13-17]
 - 31) 折原正江の 2001 年 2 月 13 日付消印の私信.
 - 32) [無署名: 昭和 20 年度 學振興豫算, 科学, vol.15, no.1(1945.10.10), p.31]
 - 33) 「東北大学五十年史 上」(東北大学, 1960.1)
 - 34) 牧之内三郎の 2002 年 6 月 30 日付消印の私信.
 - 35) [無署名: 航空齒車研究所の創設, 科学, vol.14, no.10(1944), p.367]

- 36) [今野武雄,佐々木隆爾,久保田貢:科学運動 戦前から戦後へ 科学運動の世界を歩みつけた一数学者の回想,教育,vol.39,no.2(1989.2),pp.86-103]
- 37) 清宮俊雄の 2000 年 10 月 30 日付消印の私信.
- 38) 窪田忠彦「歯車の幾何學」(河出書房,1947)
- 39) 成瀬政男等著「歯車の研究」(養賢堂,1960),pp.184
- 40) 酒井高男東北大学名誉教授の 2001 年 4 月 15 日付消印の私信.
- 41) [佐々木重雄:窪田忠彦著 歯車の幾何學,科學,vol.18,no.3(1948),pp.135-136]
- 42) 堀内義和「歯車の小径をたずねて」(自費出版,1999)
- 43) 吉田正太郎東北大学名誉教授の 2001 年 1 月 17 日付消印の私信.
- 44) [吉田洋一:清川清一君のこと,北大季刊,6(1954.7),pp.74-77]
- 45) [小平邦彦:数学と音楽と天才,新潮 45,vol.5,no.11(1986.11),pp.210-211]