

ぜひ、新しい数学の発信を
——数理学府・数理学研究院への期待を籠めて——

吉 川 敦

久留米大学附設中学校・高等学校

校 長

(九州大学名誉教授)

(平成21年11月4日。 於九州大学稲盛ホール)

三室統合おめでとうございます。

1. 自己紹介
2. 「数理学研究科」の思い出
3. 数学は完成した学問か
4. 雑感的思い付き

1. 自己紹介

昭和60年6月 九州大学工学部応用理学教室赴任

(前任地: 北海道大学理学部数学教室)

応用理学教室(応理): 工学部共通講座の集まり
工学研究科応用物理学専攻
(5博士講座 + 1学部講座(応用物理学) + 1教授職)
総合理工学研究科機能物資科学専攻(1講座)

赴任時の応理は、全体としては、やや混乱していたが、もともとは、
九州帝国大学創設時の「数学及力学講座」(桑木彥雄教授)に遡る
ものであり、さらに、**理学部設置の基礎**になったところである。

参考: http://www.kyushu-u.ac.jp/magazine/kyudai-koho/No.46/46_24.html

なお、わたくしが応理赴任を決めたのは、当時の在籍数学者が偉い人たち
だったからである。

桑木彥雄教授については、「九州大学五十年史」を参照されたい。
理学部設置のために随分努力をしてきたが、その設置を見ずに、
九大を去り、松本高等学校長になっている。

(「松本高等学校」は「信州大学」の母体の一つ、作家北杜夫の母校、
故都筑俊郎北大教授(有限群論)は北氏の(卓球部の)一年後輩である。)

大正期に、桑木先生は、九大工学部で理学士を卒業させている。
また、アインシュタイン博士招聘の際のホストでもある。
「桑木文庫」はご存知だろう。

ちなみに、末綱恕一先生(数学)は桑木先生のお婿さん。わたくしの承知している
ところでは、矢崎美盛先生(美学)も。
ご子息の桑木務先生(哲学・中央大学教授)は故人。ご遺族は都内にお住まい。

桑木先生の兄上、桑木玄翼博士は哲学者。

私事ながら、桑木玄翼先生は、祖父の師匠筋にあたる。祖父は、京城帝国大学 法文学部教授の頃に
九州帝国大学法文学部教授を兼ねていた時期があり、桑木彥雄教授や(一高時代の友人の)小野寺直助
医学部教授(後、久留米大学長)との博多での交際はあったと思われる(未検証)。

アインシュタインと九州大学 1

アルバート・アインシュタイン博士は、1922年12月24日に福岡市大博劇場(現:上呉服町)において一般講演を行い、翌25日、九州帝国大学(現:九州大学)を訪問しました。当初アインシュタイン博士の滞在は12月16日までとなっており、大幅なスケジュールの変更や博士夫妻の疲労といった問題から、この福岡講演は一時実現が危ぶまれました。アインシュタイン博士の説得にあたったのは、博士夫妻を招聘した改造社の社長、山本実彦氏でしたが、博士がその説得を受け入れ、福岡訪問を決意した背景には、九大に身を置くふたりの学者との深い交流があったと言われています。



九大工学部理科教室前にて。前列右から、真野文二九大総長、アインシュタイン博士、エルザ婦人、桑本成雄教授。



福岡講演で実際に使用された黒板。旧制福岡中学(県立福岡高等学校)に大切に保管されていたが、戦後行方不明に。博士の手による図の横には、当日通訳にあたった石原純氏の書き添えがある。

引用もとのURL:

アインシュタインと九州大学2



くわさ おやぶ

桑木威雄 (1878-1945)

1899年 東京帝国大学理科大学卒業、同大学講師

1907年 ヨーロッパへ留学

1910年 九州帝国大学の創立と同時に初代物理学教授として着任

1945年 熊川の疎開先で心筋梗塞により没

物理学者・科学哲学者。世界の物理学者や日本の各界著名人と積極的に交流。自らも様々な分野で研究・執筆・講演活動を行った。相対性理論を日本へ紹介した第一人者。

アインシュタイン博士と初めて出会った日本人こそ、桑木威雄 教授です。1909年、文部省の命を受けドイツのベルリン大学に留学していた桑木教授は、学期末の休みを利用して、当時スイスの特許局に勤めていたアインシュタイン博士を訪問しました。博士はこの面会に気軽に応じ、はるばる日本からやってきた彼を心から歓迎しました。

桑木教授は帰国後、アインシュタイン博士の相対性理論をいち早く世に紹介しました。1919年に光が重力によって曲がるのが観測され、一般相対性理論の正しさが証明された際、その途轍もない物理的意義を日本の人々に知らしめたのも桑木教授でした。

桑木教授はアインシュタイン博士の来日にあたって、山本社長をはじめとする改造社の社員達にその人柄や業績等についての判断材料を提供したほか、様々な雑誌に原稿を寄せ、非専門家の学界方面における博士の名声を高めることに尽力しました。

アインシュタイン博士は、桑木教授のことを高く評価していました。そのことは、博士が桑木教授に贈った一枚の色紙からも伺うことができます。

物理学者にして認識論学者たる桑木教授へ

あなたは私が知りあう喜びを抱いた最初の日本人物理学者です。

友情の想い出に。

アルバート・アインシュタイン

—自然はつんとすました女神である—

桑木先生のことを長々と述べてきた。実は、

桑木彥雄記念講演

というようなものが、九大百年を機会に、例えば、毎年または隔年で、開催されてもよいと考えるからである。

これは実は大分前からの持論であり、ご遺族の所在を確かめただけで、大学当局に提案することもないまま、退職をしてしまった。

ここにご出席の方々に、ご検討いただければありがたい。
例えば、講演委員会構成は、総長、理工学部長、数理、総理工、シス情などの院長＋若干の外部者ではいかが。

自己紹介の続き:

平成18年3月 九州大学退職. 主夫となる.

なお, 平成20年4月 現職. 主夫は兼務.

振り返って:

要するに, 不勉強なまま馬齢のみ重ねてきたわけであるが, 思いついたことを確かめようとしても, 今や, 勉強の仕方さえもわからない状態ではある. ご迷惑だろうが, 後ほど「馬齢集積・馬脚露出」を「例証」する.

なお, お願いの儀 あり:

現勤務先では, 中学生に「卒業論文」というのを課しており, すでに30年になる. その運営の仕方に若干の疑念があり, 改善の方向として, 全教員が生徒の「顧問」としての選択の対象になるような提案をしたところ, わたくしのところにも何人か来てしまった:

「ゼータ関数の関数等式」を調べたいという生徒がおり, 一応, 引き受けはしたが, 中学2年生が1年掛けて何かできるものかどうか, 全く見当が付かない.

皆さんのところに質問などで伺わせることもあり得るので, その節はよろしくお願い申し上げます.

他に, あと一人がエッシャー, もう一人が錯視をテーマにしたいと言ってきている.

2. 「数理学研究科」の思い出

昔話が長くなりすぎた.

工学部勤務は, わたくしの数学観の改訂を伴い, 「数学」の相対化というべき感覚が不徹底ながら生じた.

一方で, 数学を中心にものを見てみようという思いが, 応理での教室雑務をこなしているうちに強まってもきた.

誰もが何らかの危機感を抱いていた時期であった(と思う).

大学設置基準の大綱化だ, 大学院重点化だ, キャンパス移転だ, 数学教育の危機だ, **何だかんだという時代**が到来し, まあ, そういうタイミングを利用して,

加藤十吉教授

濱地敏弘教授

ほかの同僚たちと一緒に「**数理学研究科**」設置にこぎつけた.
以後は皆さんご承知の通りである.

3. 数学は完成した学問か

多数の未解決問題があるから完成していないと言いたいのではない.

これらの未解決問題も, 数学の問題として意識されたときは, 定式化自体がすでに数学として確立していると考えられる形で記述されている.

もとより, 数学者は問題を解いてナンボというものではある. だが, それだけでは既成の思想圏から抜け出そうとすることは, 想定もできない.

—— 数学の発達はそういう固定的な形でなされてきたのだろうか.

困ったときは先人を想ってみる:

非正統的(非学術的)近世数学史(非現代数学史)

重要な break-through (2件挙げる)

ニュートンの微分積分学

フーリエの三角級数論

もちろん, それぞれ孤立して発生した提案ではない.
また, それぞれに長い先行事例の集積がある.

共通する鍵: 「無限」というアイデアの把握とその操作的解釈の成功

ニュートンの微分積分学（18世紀前半）

アイデアの基本: verbal には

どのような複雑なものも単純な(すなわち, 標準化された)微細因子の集積として得られるという主張である.

微分積分学は, 数学的対象について, 標準化された微細因子への分解法(微分法)と標準化された微細因子からの集積法(積分法)を与えた.

非学術的見解として:

先行事例の典型として, 定型のレンガや敷石が敷き詰められた道路, 定型に切り出された石を積み上げた城壁や石造建造物を挙げたい.

(時代は下がるが, わが国の城壁などの石組みは, 「微細因子」からの構成物と理解は出来るが, 「微細因子」は定型化されていない. 他方, 木造建築は標準化された因子の組合せとは言えようが, 因子の種類は少ないとは言えない)

いい加減なテーゼ：微分積分学は職人の技能の延長であった。

ガリレイのイルミネーティとかニュートンとフリーメーソンが関わるなどと言っているわけではない。ダン・ブラウンの世界ではなく、一応、真面目な話ではある。「いい加減」というのは「検証可能性」の問題があるからである。

ルネッサンス(15世紀)  「無限」の合理的把握

Perspective

建築・絵画

人文主義者・画家・職人

ある種の集大成：アルブレヒト・デューラー 『測定法教則』

Underweysung der messung, (Nurnberg 1525, 1534)

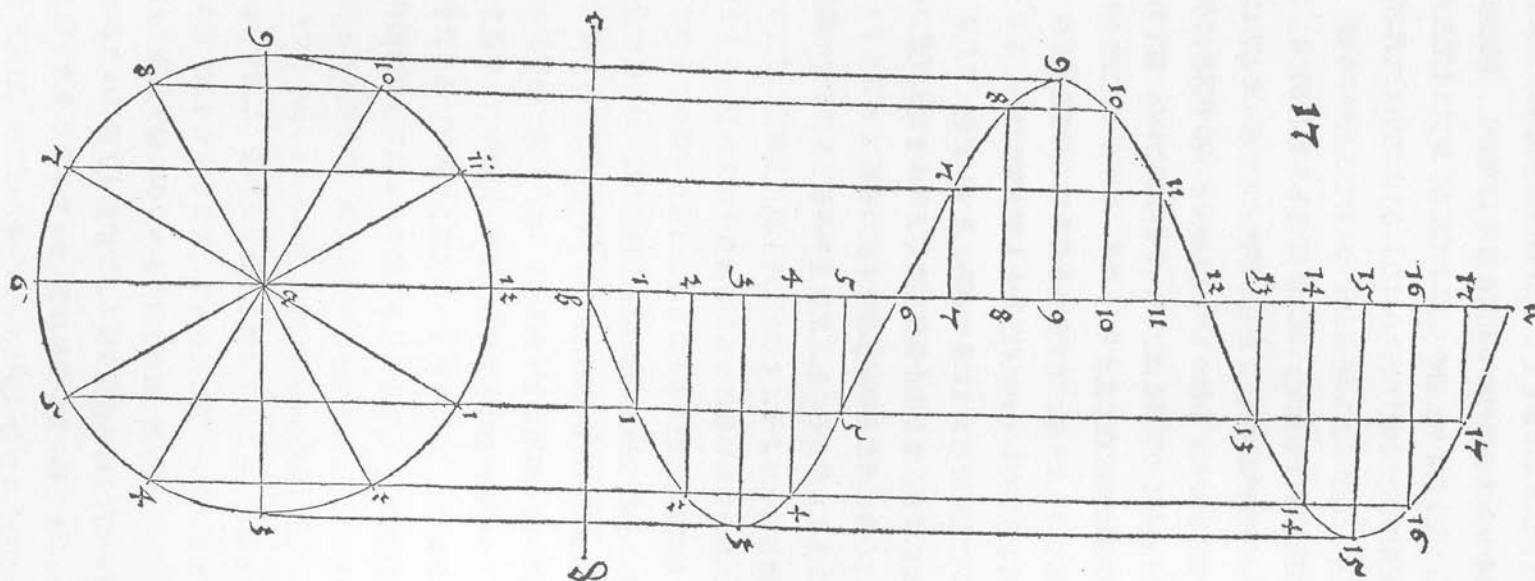
邦訳：下村耕史。中央公論美術出版。2008。数学的解説(三浦伸夫)付き。

動機：職人としての画家が紳士として遇されるために不可欠な数学者としての素養。

ただし、記述内容はケプラーなどの正統的(数)学者からは批判されている。

『測定法教則』から一例： 螺旋階段の作図（第一書図17を横転させたもの）

「角」の増大が時計回りのために通常の正弦曲線とは反転しているが、
「三角関数」の概念よりもグラフが先行した例とは言えないか。



なお、デューラーは**レギオモンタヌス**の旧宅を蔵書ごと買取しており、
三角比の詳細な数表について無知であったとは思われない。

これは前述した渦巻きとその平面である。

(芸術新潮二〇〇三年五月号から)



メレニコリアー (一五二四)

物想う天使は職人である。
背後の魔方陣に制作年代
が記され、散乱する工具
や幾何学的立体など興味
深い。

フーリエの三角級数論(19世紀初頭)

アイデアの要点:

(関数の微細化と合成ではあるが, 特に)

関数の**二面性**, すなわち, 各点での**振動**と**振幅**の複合としての関数把握

ただし, 二面性把握には, **不確定性原理**にみるような原理的な困難があり, 今日に至るも, 本来の完成度の評価は容易ではない.

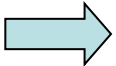
だが, **物の見方として本質的なところに及んでいた**ことは, この立場をとることで, 種々の現象理解が大幅に進み, かつ, 正確になったことでわかる.

ニュートンとフーリエを並べて、「いい加減な」感想を述べると

ニュートンはルネッサンスの知的革命の到達点であると言えるところは
思うが, ... *(in spite of, or because of, his belief in God !)*

フーリエは、引き続いたフランス大革命や産業革命を含む知的地平の拡大
の、言わば、申し子とは分類されても、到達点を示すものではない。

知的地平の拡大は、この200年、まだ、継続していると言えるのではないか

何か新しい形の数学の結実が期待される。  **標題！**

4. 雑感的思い付き —馬齡集積・馬脚露出—

大した、いや、そもそも、洞察力など皆無な、わたくしが言うことであるが、

これからも「無限」の理解は課題でありつづけるだろう。

やや具体的には、「無限」の中でも「**可算無限**」の理解が問題である。
しかし、「宇宙」を理解するために欠かせないと言いたいわけではない。

むしろ、**人間的スケールに一番近いはずの「無限」である**が、なお、
非常に難しいからである。

われわれが薄っすらと知っていることは、「可算無限」を理解するためには、
「無限」一般という文脈が不可欠だということであるが、それは、まだ、
その程度の理解しかないということでもあろう。

例えば、**実数の全体の集合は、カントルの対角線論法を認める限り、非可算無限となる。**
だが、
「計算可能な実数」、つまり、再帰的なアルゴリズムで計算できる実数は可算個しかない。
ほとんどの実数について、われわれは実は詳細を知りえないのである。

ただし、「計算可能な実数」というのも **理念的な存在** であって、個々の実数を考察するとき、それが計算可能であるかの判定が容易であるとも限らない。

「計算可能な実数」とは計数型(digital)計算機で計算できる数 である。
現実の計数型計算機で無限桁を計算することはできないし、アルゴリズムのサイズも限界があるので、計算可能な実数についても詳細を知りうるかどうかは別のことである。

構成上、例えば、**計算可能な複素数の全体は代数的閉体をなす** というようなことはすぐわかる。**しかし、だから？**

他方、「測定可能な実数」というものもあるはずである。計算機の水準で言えば、これらは計測型(analog)計算機(GPAC)によって生成される実数である。

ヘルダーの定理に従えば、測定可能な実数の全体は計算可能な実数の全体よりもさらに小さい。なぜか？

シャノンの定理により、これらは有理多項式を係数とする代数微分方程式の解として得られる関数の有理点での値の実部か虚部になると考えられるからである(文献1, 2, 3)。

恐らく、自然科学者や技術者など「生の数値」と付き合う仕事をしている人たちにとっては、「測定可能な実数」こそが、親しい実数 なのではないか。
例えば, Slepian を見よ。

このような

「測定可能な実数」の上で展開される数理的世界
が,

理念的な実数の世界の上で成立する古典的な数理的世界
とどういう関係にあるかは確認しておく価値があると思う。

数学の課題というよりも、数理哲学の課題というべきである
ので、雑感的思いつきという所以ではある。

Slepian はアメリカの通信工学者であるが、ある種の特殊関数の詳細な漸近理論とその基礎になる関数論的考察数編を Acta Mathematica に発表している。
基本的には、古典的な数学を非常によく知っている人だと考えなければならない。

その Slepian は **Von Neumann Lecture** (文献4) でこんなことを言っている:

Our models of physical phenomena are merely games we play with symbols on paper, manipulating them according to well-defined rules. Certain quantities in our models will correspond, we hope, to observable measurable entities in the real-world situation we are attempting to describe. I call these *principal quantities of the model*. Almost always, however, there will be other quantities or constructs important to the model that have no counterpart in the real-world situation under study. I call these *secondary constructs of the model*. It is my contention that *in useful, trustworthy models the principal quantities must be insensitive to small changes in the secondary constructs*.

Slepian は無理数は信じない, 測定に掛からないから, と言い, さらに,

Rationality of quantities is a secondary construct of a model

とまで言う. 有理数に言及しているようだが, むしろ, 実数というアイデアが secondary construct と言っているのであろう.

同じく, 測定の問題を背景に, つぎのように言う:

Continuity is also always a secondary construct

Continuity is not a verifiable notion in the real world

数学解析の貴重なアイデアを全部否定されているように見えるけれど, Slepian の言う secondary constructs が作り上げた壮大な体系として古典解析が把握できるとしたら, それらがアイデアの世界であることはわかった.

しかし, ここに, 何か(通信工学者に限らないだろう)科学技術者たちの実感というか直感が潜んでいるのではないか.

計算可能な実数の作り上げる数理的世界は、計数型計算機によって実現される数理的な世界の理想像である。これは古典的な数学世界とは違うけれど、まだ、現実離れをしてはいる。

計測可能な実数の作り上げる数理的世界が、実は、現実世界の数学的記述の世界なのではないか。

やや不愉快に見えることが、しかし、まだ、ある：
実は、「計測可能な実数」というアイデアは、「計算可能な実数」がチューリング機で生成できる「数」というような意味での、しっかりとした定義がない。

有理多項式係数の微分方程式の解と関連付けることはできる(シャノン)。だが、そういう世界には、ガンマ関数もゼータ関数も棲息できない。

注： なお、この意味での「計測可能な実数(GPAC生成数)」については、

微積分学の基本定理 — グリーンの定理 — 面積器 — 積分器 — 微分解析機

という系譜を辿ることができる。ただし、計測型計算機は計数型によって駆除済みではある。

非標準の文献:

1. **Bush, V: The differential analyzer. A new machine for solving differential equations, *Journal of the Franklin Institute*, 212(1931), 447-488.**
2. **Pour-El, Marian B.: Abstract computability and its relation to the General Purpose Analog Computer (Some connections between logic, differential equations and analog computers), *Trans. Amer. Math. Soc.*, 199(1974), 1-28**
3. **Shannon, Claude E.: Mathematical theory of differential analyzer, *J. Math. Phys. Mass. Inst. Tech.*, 20(1941), 337-354.**
4. **Slepian, David: Some comments on Fourier analysis, uncertainty and modeling, *SIAM Review*, 25(1983), 379-393.**
5. **アルブレヒト・デューラー:「測定法教則」注解 下村耕史 訳編
中央公論美術出版(2008)**