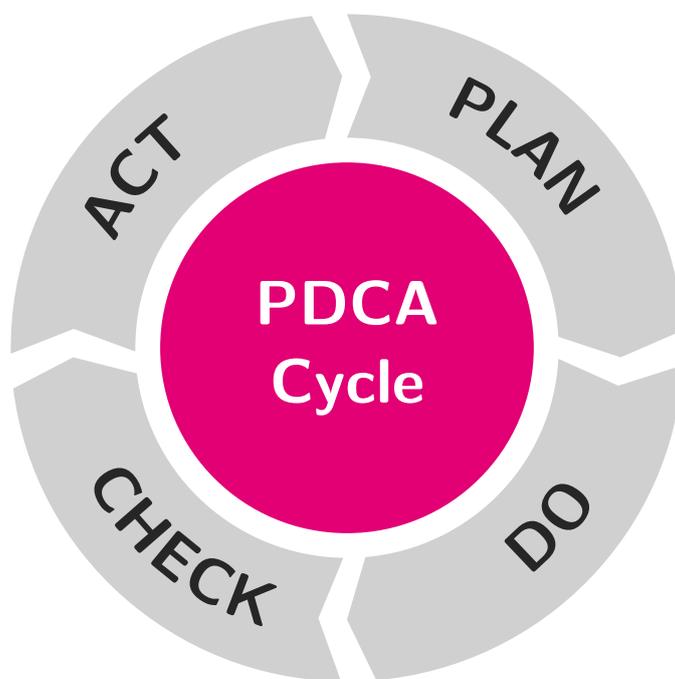


TECUM 数理教育セミナー

セミナー講演資料

研究機関誌『数理教育のロゴスとプラクシス第2号』（予稿）



Collaborative work of tikzanfaenger, Helmut, and Bartman

TECUM 機関誌委員会編

2018年5月13日

巻頭言に替えて — いまさら人に聞けない
教師のための
感動的な数学の思考と発想の源



TECUM『数理教育のロゴスとプラクシス』叢書

1 『数理教育のロゴスとプラクシス』叢書発刊に寄せて

ともにより良い数学教育の実現を目指すプロジェクト TECUM の研究機関誌『数学教育のロゴスとプラクシス』に寄せられた論稿の中から、表題の趣旨でふさわしいものを精選・編集して、誠実に頑張ろうとしている現場の数学教師のために、できるだけすぐに役立つ情報¹を類似した主題ごとに編集し直して、書籍としてまとめなおそうとして企画したものがこの叢書である。

この叢書の中でも TECUM が力をおいているものの一つが、成人して、一応は大学を卒業し、しかも教員免許をとり、教員として採用されているにも関わらず、いざ《教壇に立って教える》という段階になり、様々な「生徒の起こす問題」の收拾に追い回される忙しい日常の中で自分が教えている数学と、大学で誠実な経験した高尚な数学の世界とのあまりに大きな隔たりに、果して、若い人間の一生に関わる《数学の教員》という崇高な任務に向かい合っているだろうかと自問する瞬間をもつ、誠実な教員に、textbf《数学教育》こそ、多くの若者の精神的な自立を促すもっとも決定的な科目であることを思い出してもらい教室現場での指導に、《数学を教える自信》と《生徒の眠っている魂と共鳴する喜び》を通じて、たとえ、経済的な処遇や社会的偏見、立身出世の道も閉ざされている現実にも関わらず、《数学教員として生きることの誇り》を取り戻すのに、少しでも役立つものを、との強い願いから、祈るような気持でこのような困難な課題に敢えて大胆に挑戦した。

1.1 なぜ、今ごろ、数学の力、なのか？

世の中に、夥しい数の「教職もの」が反乱している中であって、このような「お節介」な企画を考えた最初のきっかけは、首都圏の幾つかの県²で実施されている高校教員採用試験の試験問題の数学的な内容のあまりの貧困さと陳腐さに驚愕したことである。昔から、教員採用試験で話題となるのは、大学数学の問題といっても線型代数や微積分の入門的なレベルの問題にすぎなかったようであるが、いまや、そのような、高校数学よりもちょっとでも進んだ知識を必要とするものはほとんど見当たらない。良くできる高校生なら、解くのも馬鹿にするような、低俗な入試の「頻出」問題を奇妙に「改題」した、しかし、さらに単純で、しかも、つまらないものばかりで、はっきり言って、少しでも数学的な思索の経験を積んでいるかどうかを判定する、と趣旨のものはまったく存在していなかったからである。そのような出題をする教育委員会が指名する「指導主事」や「指導的な数学教員」を頂点とする、総体としての数学教員と数学教員志望者³の数学的経験の豊さと数学力のレベルを疑わざるを得なかったのである。

そしてこの状況の背景には、ちょっと考えてもいろいろな問題の存在が推定できる。数学教員の場合に関して言えば、もっとも深刻な問題は、世間でしばしば言われるように、教員の報酬が他業種と比べて低いことにあるのではなく、教員と言う職業への尊敬が、自分にも社会にも決定的に不足していることにあると考える。要するに、「資格さえあれば誰でも就ける安定した職業」という認識の一般化である。この認識を支えているのは、数学教員に期待されている数学的な見識(数学的知識、数学的体験、数学的思索)が低く評価されていることである。

フランスのエコル・ノルマルのことを考えれば、あり得ないと誰もが思う、このような評価の裏には、指導的なエリート教員養成のシステムが解体された戦後民主主義社会の深刻な問題がある。実際、現在も、わが国の高等教育システムの中には、本格的な《数学教員》養成のためのコースが存在していないのである。

¹ 数学的知識は、たとえ一般的な教育現場と直結しなくても深いところで、結合して力を発揮すると思うが、数学史上のすべての知見、現代数学の深い知識がいつでも必須であるとは言えないので、このように苦しい限定をしている。

² これは実物を容易に入手することに由来する制約条件にすぎない。

³ 誤解なきように敢えて注釈をつけると、例外的、局所的に、優秀な数学教員、教員志望者が存在することは、筆者の強く確信するところである！

教職資格が卒業時にとれるコースは、確かに、形の上では存在しているものの、よほど良い出会いに恵まれない限り、生得的には理解しにくい、中学・高校レベルの**数学**という、**現代文明において格別の重要性を担う基盤的な基礎科目**を、学習者の才能の有無とはとりあえず無関係に同世代のほぼすべての若者に教育する、という特別の使命を帯びた職業のための訓練養成コースとして実質的な機能を果たしているものは、残念ながら存在するとは言いがたいのである。

多くの大学の理学系数学科では、現代数学の主要テーマの講義が用意されているが、それらの多くは現代より遙か昔から東大の数学科で実施されてきた講義をそれぞれの「大学」の学生の「学力」に合わせて、その一部分を強引に「切り刻んだ」ものであるため、ほとんどの学生にとって「大学の数学」は、「特別の才能のある人」だけに入山がひらかれた、自分には縁がない峻厳な霊峰で、平凡な自分には、到底消化・吸収できない「深遠な世界」であり、自分には、無縁な世界で、立ち入ることが不可能である、と諦めてしまう学生が、東大も含め、決して例外的少数でない。ただし、「ゼミ」とか「卒業研究」、あるいは「大学院」での経験を通じて、たとえ範囲は狭くても、それなりに積極的、能動的に数学の勉強に取り組む経験が与えられたとき、かつての数学への夢と憧れをもう一度思い出すことで数学に積極的に接近できるチャンスをもてるのが救いである。しかし、その経験が、自分の高等学校までの数学の世界を俯瞰する高い視点を供給できるとは限らない。その最大に理由は、その狭い「専門性」のために、高校までの数学との関係を理解する余力が奪われてしまうからである。「深い専門的学識」が良い教育者を生み出すために十分でないことは、大学の教育の状況を見れば明らかである。

中には、最初から、自分は、大学の数学のような高尚な世界とは自分は無縁な人間であると「自己認識」して、サークル活動をはじめ、学理の探求とは無縁の大学生生活を「エンジョイ」し、なんとか必要単位を集め、卒業できれば良いと思っているかのように行動している「学生」も存在するが、実は、「豊かな時代」に少年時代を生きた彼らがそのようになるのは、自ら進んで思ってそのように行動することを、《強いられている》という現実が背景にあると筆者は考えている。なぜなら、それまでも甘やかされ、おだてられて、いわば洗脳されて「受験勉強」に専念してきた(!)人間が、成人近くまで成長した頃にとって、子どもの頃からの夢や理想とは程遠い「遊んで楽しく過す」ことが決して最高に楽しいことであるはずはないと思うからである。学園を通じて自分が向上する実感に満たされる充実感から疎外されてしまっているそういう学生の哀しさも理解するのは、そういう青年を育てた教育に関係するものの責任である。

このように、理学系数学科での自分のアイデンティティの確立に失敗した学生は、当然のことながら、「研究者」として大学数学の近傍で生きる道を断念することになる。しかし、そういう学生が(あるいはそういう学生こそ!)、自分の人生の貴重な体験をもとにして、自分ならではの、より充実した数学教育の実現を目標とする教師を目指す、というなら、実に頼もしい話であるが、そういう学生に限って、大学の数学は、高校までの数学とはまったく違うと断定し、大学数学とは完全に隔絶した学校数学の中で、しかし、「単なる数学教師」ではない、「人格形成に関わる真の教師」の道を目指すようである。大学で数学への気持を失った学生であっても、学校の教員としてなら自分でも十分に勤められると確信するのは、実に不可解、さらに不愉快なことであるが、彼らの確信は、わが国における学校の数学教育の現実に根ざしているのも、そういう学生を責めることはできない。彼ら自身が高校までに受けて来た数学教育の経験に基づいてそう考えているからである。

理学系数学科のことばかりあげて来たが、数学科卒業生以外にも、数学教員になる道は「開かれている」。現代における数学の多種多様な応用を考えれば、物理学などの数学科以外の理学系学科や工学や農学、薬学、あるいは金融、財政、政策などの分野で数学的な解析の重要性と威力を体験している分野の卒業生にも数学教員の道を開くべきであると思う。単に、「代数学」「解析学」「幾何学」など、数学科の開講する科目の単位をそろえることが大事ではない。ちっぽけな数学的知識は、単位習得で終わってしまうが、学校で教える程度のレベ

ルの内容であれば、数学科以外の卒業生であっても、十分に理解できるし、それぞれの専門性が、必ず活かされる

これは、教職に限ったことでは必ずしもない。一層加速的に発展している自然科学や科学的な技術と応用の領域でも、大学が、世界に通用する能力＝粘り強く透徹した思考と幅広い教養に裏付けられた柔軟な発想と洞察の力をもった人間を養成できているかどうか、大いに疑問がある。日本がそれでも第2次世界大戦後の世界の中で「奇跡の復興」を遂げることができたのは《科学と技術》を介してであるとは国民的な合意であろう。実際、日本が、戦後世界の中での存在感を示してきたのは、繊維から始まり、鉄鋼、自動車、精密機械、半導体、そして最近は新素材や創薬の分野であり、それはまさに科学と技術が不即不離に融合する世界であった。

しかし、そのような世界で通用する人材を育成するための教育が、現在の大学を含む教育機関でなされているとは思えない。とりわけ、世界の激変する社会の中で、未来を見通した透徹した知性の涵養が叫ばれるいまでも、わが国では学校でも社会でも「結果を出すことに貢献する」といった村社会的全体主義と発展至上主義の楽観が支配的である。

本来は、21世紀に生きる生徒が学ぶべき数学を、《より高い立場》に立って、生徒一人一人の個性や可能性を見つめて、長期的な視野、幅広い教養に基づいて、弾力的に指導する能力が求められているはずであるのに、現実の現場におかれた教員は、文部科学省と学校で定められたカリキュラムを「消化」することに日々追われ、その挙げ句は、馬鹿げた入試問題を適当に⁴並べなおしただけの実戦的な問題集の「演習」に時間を潰す、という現実が蔓延していると聞くと、そのような、誰もが信じて疑わない、数学を巡る低俗な社会的潮流に抗して、数理世界の奥行きを語るための基礎となる教育にほとんど接触する機会を保証されていないのが現状である。

発展する現代の諸科学を通じてますます変容の速度をあげる社会の中で指導的な役割を果たす専門的な科学者、研究者、技術者のための、基盤的な基礎力の養成は、極めて重要で困難な役割をもつが、他方、中等教育の学校数学で扱われる主題は、19世紀後半以降に大きく発展した現代数学を視野においた大学数学教育ではほとんど（少なくとも少しでも詳細かつ具体的に）触れられないことがないために、教師として教壇に立ったときに自分が高校生のときに得ていた知識と変わらないままであることを発見して、教師が、誠実な人ならば愕然とし、教え好きのお節介な人ならば、高校時代の自分の苦労を思い出して、教え方を工夫することで満足してしまうのではないだろうか。

⁴これは「適切な」という本来の意味ではなく、最近若い人が使う「テキトーな」の意味である。見掛けだけが似た、しかし数学的、教育的本質がまったく一貫していない「実戦的な問題集」が市場で売れていることにわが国の教育の質の信じてたい低下の現実が見て取れる。

目次

第 I 部 連載論稿	7
教師のための、いまさら人に聞けない数学 – 《数と量》について – (長岡 亮介)	9
風景の中にある指数関数 (平尾 淳一)	17
第 II 部 寄稿	25
思い出の 1 問 「ルービックキューブ」 (数理哲人)	27
統計学のセンス – 統計学と数学と …… ときどき医学 – (野口 千明)	35
第 III 部 論稿	47
平方完成という技巧がひらく理論 – 高次への拡張と <i>resolvent</i> – (松並 奏史)	49
今更聞けない円錐曲線論 (谷田部 篤雄)	59