



随筆

## 営みとしての研究

嵩 忠 雄\*

### 1. ま え が き

“神の声”が一向に聞こえてこない筆者の如き凡人にとって、自分の専門分野を明確な抱負と自信をもって選ぶことなど思いもよらなかったし、研究をなりわいとしてからも、あるテーマの研究が思うように進まないとき、ふんばるべきか、見切りをつけて他のテーマへ移るべきかなど悩むのが常である。これらのことは、人の生き方そのものにかかわっており、一般的で有効なノウハウなどあるべくもないが、自らの体験をかえり見て、それなりに知恵才覚を働かす余地もあり得るのではないかと思う。

### 2. 専門分野の選択など

新入生による専門分野（学部学科、大学院の専攻、研究室）の選択は、その学生にとって一生の岐路となるかも知れない。強い興味、明確な抱負をもたず、なんとなく、せいぜいムードにつられて入学した、やる気のなさそうな学生が多いとの教師側の嘆きをよく聞く。大学院入試の口頭試験では、自信をもって具体的な抱負を述べる学生は試験側から評判がよい。筆者は、このような教師の意見を聞くたびに、自らの経験をかえり見てやや複雑な心境となる。試験官の前で明確な抱負をよどみなく言えることは、受験生の頭脳の明晰さを示すのか、単純あるいは粗雑な性格からか、役者としての素質を表すのか、にわかに判断しがたい。

以下、しばしば私事にわたることをお許し願いたい。筆者が入学した頃の大阪大学工学部で

\*Tadao KASAMI

1930年4月12日生

昭和33年大阪大学工学部通信工学科卒業

現在、大阪大学基礎工学部長、教授、工学博士、  
情報工学、TEL 06-844-1151

は、学科は教養1年半終了後に決めることになっており、筆者は通信工学科を選んだ。病気上りであったことと生来のものぐさから、製図がほとんどないのは通信工学科だけで、実験も楽しいということにひかれ、また、前年度にそれまで人気で及ばなかった電気工学科にほぼ並び、その年は追い越しそうだというムードにつられたのが理由である。卒研も、指導教官の人柄と、実験がなく英語の専門書と論文を読むだけだということで気楽に選んだ。

専門分野の選択については、適性判断の問題以外に、候補となる分野の専門家数の数十年にわたる需要と供給予測の問題がある。需要が増えた場合の人材の供給源は、隣接分野からの転入と、養成機関（大学の学科、大学院の専攻等）の修了者であるが、後者（とくに国立大学）は即応性が低く、需要の上昇に対して相当な時間おくれがある。需要の減退に対しては、養成機関の即応性は一般により低いと考えられる。このため、平成5年度以降の18歳人口の急減が、進学率の上昇で相殺されないかぎり、需要の減退した分野で人気がおち始めると競争率は過剰反応して急落し、その分野の人材供給が質・量両面で困難になるかも知れない。学生が適応的に進路変更できる柔軟なシステムへ変わって行くことが望まれる。

### 3. 営みとしての研究

営みとしての研究活動（工学系小規模チームの基礎研究を念頭においている）を、次のような段階に分けることができよう。

- (1) マーケットリサーチ：一つの専門分野において、どのような研究課題があるか。
- (2) 企画：取り組むべき研究課題qの選択、部分課題への分解、研究計画作成、人的物的

資源の割当など。

- (3) 研究：研究課題qに対する新しい知見の創出。
- (4) 評価：研究成果の評価，それに基づく研究の終結（(5)へ），続行（(3)へ），方針，計画の変更（(2)へ）などの判断。
- (5) セールス：研究成果の公表，宣伝。

それぞれは，相互に関連しているが，かなり異なる能力を必要とするので，分業できる方が有利である。経験と年齢によって役割をシフトして行くこと，生産性の高い研究テーマがあるうちに，新規分野進出のための投資を行ない危険分散を行なうなど，普通の企業での常識がほとんど役立つ。

なお，人材養成は重要な問題であるが本稿ではふれない。

#### 4. マーケットリサーチ

マーケットリサーチは，新人で単独の場合，あるいは，新しい分野に進出する場合など相当な作業量になる。努力をすればそれなりの成果が上るタイプの仕事ではあるが，のめり込むとマーケットリサーチ専門となりかねない。手段が目的と化する。もちろん，このような専門家がチームに居れば，他の研究者にとって重宝である。

一方，全くの新参者でも，高いレベルのチームに入れば，それ程苦労せずすむ。筆者が，大学4年の卒研，大学院で勉強したのは，大阪大学工学部の尾崎 弘先生（現在，名誉教授）の研究室であったが，最初にたたきこまれたことの一つが文献調査であった。尾崎先生は，著名な回路理論の専門家で国際的に活躍しておられたので，門前の小僧よろしく，それ程苦労せずしてその分野での世界の情勢に通じた気になり，国際雑誌に連名の論文を発表させてもらった。筆者が修士コースの頃，尾崎先生は，通信工学科から電子工学科に移られ新しい講座を担当されることになり，研究室をあげて計算機，とくに論理設計の分野に研究領域を広げるべく意欲をもやしておられた。そのときの教訓が，博士コースでのテーマを情報・符号理論から見つけることにつながった。

#### 5. 研究テーマの選択

研究テーマの選択は，候補となる課題qについて，自己（又は自己のチーム）の能力から，（他の研究者との競合において）どの程度の成果をあげ得て，学界，産業界からどのように評価されるかの見通しに基づく。まず，課題qに本格的に取り組まずに，どの程度難しいか，仮に解決できるとしても，どの程度の人月，計算時間，装置を必要とするかについて見当をつけねばならない。そのために，qの構造分析，できれば部分問題への分解，qあるいはその部分問題と関連した問題の中で，すでにより詳細に研究された問題（その難易については，よりよく分かっている）との相対的な難易を推定することによって，q自身の難易の見当をつけることができよう。このような立場に立ち，計算の複雑さから見た問題の難易を形式的に取扱った理論として計算量の理論がある。

研究も競争の社会であり，課題qあるいはそれに関連した課題を研究している他の研究者との実績の比較など情勢分析も欠かせない。競争も必ずしもきれいごとではすまない。尾崎先生から外国の学術誌に投稿する場合，日本で少なくともその一部を研究会その他で発表済であることを脚注に書いておくよう注意されたのを覚えている。査読者または下請の大学院生などが，内容をぬすまないまでも査読を故意におくらせ先取権を確保しようとするおそれがあるためである。また，難しい問題を解決したとしても，その難しさに比例して学界等で評価されるとは限らない。御苦労でしたと言われるだけかも知れない。自らの研究成果がどのように評価されるかは，研究者にとってもっとも気になる所であろう。これについては6. でふれる。

仮に，複数の課題の候補それぞれについて，予想される労力，成功の見込み，評価の期待の見当をつけたとしても，どれを選ぶかは研究者の，パントで手堅くかせぐか，空振り覚悟で一発をねらうかと言った戦略による。再び，私ごとで恐縮であるが，筆者が博士課程を修了した1年半後に，当時名実ともに符号理論の第一人者であったピーターソン教授が，州昇格後の急

成長期にあったハワイ大学に招へいされ、筆者も同大学において教授の下で研究できる幸運に恵まれた。教授は、線形符号の重み分布問題に興味をもち自身も研究されていたが、筆者にこの問題に挑戦するようすすめられた。筆者が、その問題は基本的で重要であることは十分理解しているが、難し過ぎると返答した所、「論文に期限がある博士課程の学生ならすすめないが、君はすでに安定した地位をもっているではないか（助教授のポストが米国の associate professor に相当し、比較的安定したポストであることをよく知っておられた）。やりがいのある問題だ。」とたしなめられた。それからは、ともしれば易きにつこうとする自らの戒めとしている。

## 6. 研究成果の評価など

研究の究極的な目標は、いうまでもなく、真理の解明であり、それによって、長い眼で見て人類の幸福に貢献することである。この意味で、研究者は“聖なる”世界に生きており、研究成果の絶対的な評価は、“神のみのなしうる業”である。他方、研究者は“世俗の人”として、全く世俗の世界である教育界、学界、産業界の中で生きている。この二重構造は避けることはできない（このような二重構造は、社会の中で珍しいことではなく、もっとも典型的であるのは、宗教の世界である）。3. で分類した営みとしての研究活動の中で、相当な部分が“俗なる世界”に直接かかわっている。後者での生活を、くちすぎのための仮の姿と思う、あるいは思いたい人もあれば、後者に積極的な意義を認め、その中で生きがいを感じる人もあろう。それは個人の問題であり、とやかく言うべきではないが、“俗なる世界”の行為を“聖なる世界”の行為と錯覚すべきではない。

研究成果が現実にもどのような評価を受けるかは、“俗なる世界”の現象である。常識的には、多くの研究者がねらっていた課題について成果を先がけてあげた者が、その時点では高く評価される。論文に対する参照度数で測る方法も実用されている。各分野にすぐれた研究者が十分な数だけいるとすれば、比較的短期的な評価法

として合理的であろう。

実用に直結した研究では、かなり客観的な評価が可能であるが、基礎的な研究では、それ程明確な規準はない。例えば、学会誌の査読者は、査読がまさに“俗なる世界”の行為であることを自覚して、投稿論文の内在的批評に重点をおく節度をもつべきである。すなわち、著者と同じ問題意識に立った上で、著者の成果を著者が前提としている体系の中で位置づけ著者がどの程度成功したかを判断の規準とし、査読者自身の価値判断から安易に裁断すべきではない。

筆者は、幸いというべきか研究費として、図書費、研究室の計算機利用環境の整備費、大型計算センターの使用料以外必要としなかった。多くの研究者にとっては、研究費の確保は深刻で、そのために費やされる労力は無視できない。また研究費の配分が最大の関心事である。とくに、巨大な科学研究に引きずられて、研究費配分が中央集権化して行く危険が指摘されている。集権化は必ずしも効率化に結びつかず、むしろ長期的には進歩を阻害しかねないというのが経験則である。“聖なる世界”については、“俗なる世界”の少数の手ではなく、“神の見えざる手”（閉鎖的集権ではなく開放的分権）にゆだねるべきであろう。

## 7. 知識の増加量の定義をめぐって

学問体系の中での研究成果の評価は、本来、その研究成果が体系にもたらした新しい知見（“知識量”の増加）を測ることであろう。

まず、シャノン流の情報量の増加（あいまいさの減少）で測る立場を考える。当の学問体系  $L$  において議論の対象となる“世界”  $U$  が取り得るすべての“状態”についての確率分布  $P$  が興味の対象であるとする。 $L$  における研究目標は、 $U$  についての知識  $K$  をふやすことによって、“ $K$  から導かれる”分布  $P_K$  の広がり（あいまいさ、不確かさ）を減少させることである。分布  $P_K$  の広がりを表わす適当な尺度（例えば、エントロピー）を選び、 $H(P_K)$  と書く。研究の前後における知識を  $K, K'$  とすると、研究による知識の増加量を、 $H(P_K) - H(P_{K'})$  と定義する。状態の具体的な定義、増加量を実際にど

のようにして求めるかの問題は別として（もともと概念的な議論である）、上の定義は妥当なものと思われるかも知れない。実は、上の説明でさりげなく書いた“Kから導かれる”をどのように定義するかが厄介な問題をはらんでいる。この定義を論理的な体系に適用してみよう。ここでは、議論の個々の対象は言明と呼ばれ、対象世界は言明全体の集合Uである。言明が与えられた公理系から与えられた推論形式に従って導出されるとき、その言明は定理、その導出は証明と呼ばれる。興味の対象は、各言明が定理か否かであるので、Uの状態は各言明が定理か否かできまるとし、“Kから導かれる”を“Kから原理的に定まる（実際に、どのように計算するかは問わない）”としてみよう。所が、公理系に新しく証明された定理をつけ加えても、導出される定理全体の集合は変わらない（証明の長さは短くなり得るが）。すなわち、状態ははじめから一つしかなく、定理の証明がいかにか難しかろうが、上述の定義による知識の増加量は0となってしまう。

一方、状態を各言明について、それが定理であると知られているか否かで決まるとすると（このとき、“Kから導かれる”において推論は意味をもたず、情報検索のみとなる）、自明の定理と深遠な定理を区別するためには、状態空間の確率分布の定義にそのような価値判断を組込まざるを得なく、問題が振出しにもどってしまう。

第三の立場として、標準的計算機、既知の計算法とそれに基づく効率のよいプログラム群を想定し、これらを用いて一定の計算時間内に求まることをもって、“Kから導かれる”と定義することが考えられる。細かい問題点は別として、この立場の特色は、単に計算機で既存のソフトを用いて求められるようなことは、価値あ

る研究成果とは認めないことである（この考えは、暗号の安全性に関連して導入された概念“零知識”の内容に沿ったものである）。結局、この定義によれば、すぐれた研究者は計算機が及ばないような推論能力をもっていなければならない。現在あるいは近い将来は別として、計算機自体が飛躍的に高度化したら、研究者は計算機のオペレーターにすぎなくなってしまうのではないかという疑問にぶつかる。

天才の偉大な発見か狂人のたわごとかを区別できるためには、必ずしも天才でない専門家によって真偽が検証され、専門家仲間で認知されなければならない。定理の証明の例でいえば提案された導出が、推論形式に沿ったものであるか否かの検証は機械的に行うことができ、正しい導出を考案するより一般にはるかに容易である。人間が、仮に計算機を補助として使っても、可能な証明の長さは限度がある。しかし、推論形式に従う導出では、あるステップまで導出したとして次のステップに進むのに一般にいくつかの選択肢がある。目標の定理へと導くような選択を見つける一般的で有効なアルゴリズムは知られていないし、見込みも小さいと考えられている。可能な導出をしらみつぶしに計算機で調べて行くこともできるが、すぐに天文学的計算時間を要するようになる。将来、例えば、免疫機構のような、しらみつぶしの検証機能の超々並列機構を人工的に構成できるときがくれば、可能となるかも知れない。しかし、上述の疑問を深刻に考える必要は必ずしもなく、工学的には、その時点でもっとも経済的な人間と計算機の役割分担を求めることにつきる。

謝 辞

拙稿を読んでいただき、貴重な御助言をいただいた、基礎工学部情報工学科、橋本昭洋教授、関 浩之講師に深謝します。