心理学にとって数学は必要か？

“The Global Structure of Visual Space” by Tarow Indow 印東太郎 (2004)
Advanced Series on Mathematical Psychology Vol. 1, World Scientific: NJ.

吉野 諒三

(情報・システム研究機構 統計数理研究所)

著者は、カリフォルニア大学アーヴァイン校 (University of California, Irvine, 略称 UCI) 及び慶應義塾大学名誉教授の印東太郎氏である。日本行動計量学会の草創期の重鎮であり、1980 年、氏が 57 歳の時長年奉職されていた慶應義塾大学よりカリフォルニア大学に移り、活躍を続けてこられた。実験心理学、数理心理学及び計量心理学のトップとして活躍し続けるのみならず、世界中から集まってきた多くの後進の指導に携わってきた。真に優しい御夫人とともに育成してきたお弟子さん達が、今では世界中に広まり、それぞれの場で活躍している。渡米後、本学会での直接の活動は限定されていたが、氏の研究成果は正に行動計量学が志向するものの具現であり、1994 年には本学会の名誉会員に選ばれ、さらに 2000 年には功績賞を受賞されている。いや、むしろ、世界的な研究者に名誉会員となり、功績賞を受賞していただいたことで、本学会と功績賞の方が名誉をいただいたことになろう。「日本心理学者事典 (大泉編, 2003) には印東氏 (p. 145) とともに、御父上方の御祖父の実兄にあたる有賀長雄 (1860- 1921) 氏の業績が載っている。

氏に数年前にお会いした際、「是非、心理学の教科書を書いてください」とお頼みしたことがあった。学術書、啓蒙書、週刊誌的な記事を含め、世の中に、心理学を扱う書籍ほど多いものはないかもしれないが、他方で、広範なテーマを科学的に扱う心理学の本格的な教科書を執筆できる人は、そういるものではない。氏も、その意向があったらしい。ところが、本書の話が先に来てしまったので、それに専念しているということであった。そして、時を経て、完成したのが本書である。

氏の研究範囲は心理学において広範であるが、本書のテーマである「視空間の数理心理学的モデル構成」は主要業績の一つであり、実験心理学の仕事と数理心理学の仕事が密接に結びつき一人の研究者の成果として結晶化した好例である。また、それは 1962 年頃より現

在に至る、氏と共同研究者たちとの業績の蓄積の賜物である。

この研究テーマ自体はかなり以前から有名であり、このテーマについての氏による講義や講演を国内外で幾度も聴かれた方々も少なくないであろう。しかし、よく注意して見ると、その都度、新たな実験データが少しずつ加わり、終には巨大な建造物となり、簡単には動じない理論が確立したのであった。数理社会科学の神様とも言われるスタンフォード大学の P. Suppes は他者の仕事に、時には厳しい批判をすることも少なくないが、珍しく、この視空間研究は賞賛したと伝え聞いている。

印東氏の経歴や業績は、氏の退官記念となった書籍「Geometric Representations of Perceptual Phenomena」(Luce, D' Zumura, Hoffman, Iverson & Romney, 1995) に詳述され、それについては私も既に本誌に書評「理論家と実験家」を載せている (吉野, 1996) ので、詳細はそれらやそれらの文献表に任せよう。

時間と空間は、古来より賢人たちの哲学的考察の対象でもあり、他方で一般の人々の日常生活のなかでも様々な課題となり、また、興味の対象となって来た。満月が水平線に現れた時の大きさの感動と、その満月が夜半に天空で小さくなったように見える (月の錯視) のを不思議に思わなかった人が (視覚健常者の中で) いたであらうか？ Luneberg は、われわれの住む世界は物理学的には Euclid 空間であるが、視空間は非ユークリッド空間 (リーマン空間) であると唱えた。つまり、天空が低く、水平方向は遠い扁平の空間では、物理学的視覚が同じ大きさの物でも、異なった大きさに見える構造を持つことになる。実は、氏は同様の方法論を色空間についても展開している。マンセルの色空間 (色相, 色彩, 明度の 3 次元ユークリッド空間表示) に対して、より詳細な実験データを収集し、リーマン空間表示のモデルを構成している。この方面の研究で 1989 年に国際的な賞 AIC (Association Inter-

nationale de la Couleur Award) を受賞している。

視空間が、物理空間という直接に対応する「空間」の関係を扱っているのに対して、色空間の場合は抽象的な、色の知覚的距離という計量からの空間構成を扱っているという差違はあるが、モデル空間構成の方法論は analogous である。このあたりは、氏の多次元尺度法への貢献とも関連し、さらに「計量心理学」と「数理心理学」の双方にまたがって活躍してきた例外的な存在となったことにも関係するであろう。

本書は5章で構成されている。第1章は、「視空間」の大局的構造や両眼視に関しての体系化、第2章は、Luneberg のモデルの説明である。このテーマのもとの数理モデルの発案者の仕事の解説である。第3章において理論の展開が解説されているが、それは実験心理学的方法論に基づいている。第4章は、心理学実験室から脱けて、現実の自然環境の理論となる。歴史的には、「月の錯視」など、特別な実験室の設定を要さない現象の方が先行して知られていた。第5章は、視空間についての各種の実験や理論と関連づけた理論的考察が展開されている。

確か、パスカルかデカルトであったと思う。著書が最後に書くのは、「その本の序である」と述べた。他書はともかく、本書にはこれが見事に当てはまっている様に思う。その1頁半ほどに、印東氏の生涯の研究を通して確立してきた哲学と歴史が凝集されている。そのひとつひとつの言葉や文章に、氏の周囲の研究者たち一測定論の D.R. Luce や L. Narens, 計算的視覚理論の D. Hoffman と B. Bennett, 多次元尺度構成の K. Romney 等々数多くの優れた研究者との直接の交流の中で厳格に確立してきた、揺るがぬものを感じさせる。それが感じられるか否かは、読者が、氏の長年の広範な研究と重なる、数理心理学の極意にどこまで触れているかに依るであろう。ここでは、これ以上、詳述しないが、読者は是非、本書を手にとって、その序を味わっていただきたい。

僭越ながら、私事に触れさせていただくと、私が UCI に提出した学位論文のテーマは認知地図の幾何学であった (Yoshino, 1988)。視空間が、網膜上の(曲面)2次元情報の時系列データから(奥行き情報を復元した)3次元の空間構成を扱うのに対して、認知地図は、生体が路を歩き、曲がるといういわば1次元半(若しくは局所で2次元)情報から(高さを無視した場合)2次元の空間構成を扱う。この対応から、その理論構築方法論の哲学には相通ずるものがあり、影響を受けた

部分がある。

UCI で計算的視覚理論を構築し始めていた D. Hoffman と B. Bennett の仕事については、いまから考えると、視空間理論そのものであり、互いに参考にしたには違いないが、私の在学中には Indow 理論と直接に融合されるような進展は全くなかったようで、それぞれが独自の発展を見せた。後者はもとより時間系列を考慮した dynamic 理論であるが、それが一時点で取り扱う情報は簡単である(スクリーンに映った数個の点の異なる数時点、の位置情報から、それらの3次元運動情報を復元する原理を解明する。しかし、想定する空間は飽くまでもユークリッド空間)。一方、Indow 理論の場合はより現実的な空間を扱っているの、さらに精密に時間の要因までを考慮した仕事に持ち込むことの重要性は認識しているものの、その困難さをも理解していた。その方向の仕事は、本書の p. 21 あたりに見られる。

私自身は UCI においては、W.H. Batchelder 先生を chief adviser として印東先生、Louis Narens 先生にも adviser として御指導していただいた。(Ph.D. committee はさらに、MIT から来たばかりであった D. Hoffman 氏と、彼の共同研究者 B. Bennett 先生であった。)三人の先生とも超一流の数理心理学の研究者ではあるが、互いの評が面白い。印東氏は、Narens 氏を天才肌の人と言う。Narens 氏は、歴史上の人物は別として、あまり他者を評することはなかったと思う。しかし、やはり印東氏をその分野の先達として深く尊敬していたように思う。ただ Narens の公理的アプローチは高度に抽象数学(記号論理学)を駆使するものであり、なかなか多くの心理学者には理解され難い仕事で、他の教官や学生たちから孤立しているような時期があった。しかし、その後、着実にその業績を認められ、彼のもとに集まる学生たちも増えていった。

3人の数学の修養の背景もそれぞれ固有であった。Narens は UCLA の A. Robinson という超準解析(微積分学を「無限小」という概念から再構築)の創始者の弟子として、topology の超準解析的構成で Ph.D を習得している。これが、後に R.D. Luce との公理的測定理論の発展に結びついている。W.H. Batchelder は、Stanford 大学の P. Suppes のもとで学位を取得している。Suppes は末構造の社会科学の重要な問題を数学的に構造化して、科学的に扱えるように(可能な限り簡明で、なおかつ問題の本質を捉えた)定式化したシステムを構築する。つまり、重要だが曖昧な形のまま

である未解決の問題を、解決可能な形に整える。その体系がいったん構築されると、その精密化や実証的検討は後進に任せ、自分はまだ誰も手をつけてはいない、さらに次なる重要な未構造の課題に取り組む。その繰返しである。Batchelder氏は、その門下であり、私に対する指導でも、公理体系の可能な限り簡明で、なおかつ問題の本質を捉えた定式化の重要性を幾度も強調された。この意味で、数理心理学のモデルは、実験データに対する単純な数式の当てはめではなく、あまりに複雑で捉えどころのない現実に対する、基準器の役割であることを強調した。つまり、狭義の数理統計モデルのようにモデルが現実にとどれだけ近いかが問題なのではなく、現実が、その標準モデルとどの点でどのように乖離しているか、いないかを観ることにより、現実理解に役立てるということである。いわば、「現実」という複雑な曲線の重要な点（着目点）に数理心理学的モデルという「接線」（単純な直線）をひき、その接線と曲線の乖離具合から現実を考察するということである。そのためにも、モデルは注目すべき課題となる点については本質を的確に捉えていると同時に、基準として使いこなすためには簡明である必要がある。

どのような立派なモデルや理論も、心理学のような複雑な現象では少し条件を変えれば、当てはまらない事例を示すことは容易である事が多い。しかし、なおかつ、当該の課題に関しては本質的な特徴を適格に捉え、多少の条件の変化に対してロバスト（頑健）であることが理想的である。それが数理心理学で言うモデルである。この点は、他所で見られる安っぽい「応用数学」的モデルと混同してもらっては困る。ただし、残念ながら、いまだに数理心理の分野でも、その種の仕事が出てくるのである。数理心理学を習得したのではなく、数学を他所で学んだ人々が、その知識を心理学の研究で右から左へ利用すれば数理心理学の研究となると思っているような幼稚な仕事が見られのである。たしかに、既成の辞書や教科で「数理心理学」が定義されていない限り、残念ながらその程度の無理解はなかなかなくなるのであろう。その無理解を減らすためには、私としてはIndow氏やBatchelder氏に本格的な心理学の教科書を書いていただきたいのである。実は、私がUCI在学中に「Tarowに本格的な心理学の教科書を書いてもらいたいな」ともらしたのはBatchelder氏であり、その言葉が私に胸に深く残っているのである。

そのBatchelder氏は、「Tarowを高く尊敬している

が、自分とはアプローチの仕方が異なる」と言う。「自分はゼロから出発して少しずつ、なるべく簡単な公理系システムや数理モデルを構築していく。一方、Tarowは、誰かが何かを提案すると、それに新たな視点や座標を与え、遥かに優れたものにして提示する。どちらも優れた研究成果を挙げていると思うが、方法論は異なる」と言う。その好例が、このLunebergモデルを発展させたTarow Indowの視空間理論である。ここまでくれば、単なる「モデル」ではなく、理論である。

さて、印東氏が慶應義塾大学に在職中の1974年に、数理科学（No. 135, September, 1974, pp. 5-17）誌上において、戸田正直氏（当時、北海道大学）と林知己夫氏（当時統計数理研究所、日本行動計量学会の元会長）と「心理学にとって数学は必要か」というテーマについて論じている。本書にしても、印東氏の他の業績にしても、その意義を理解するために有益な議論や意見が展開されているので、いくつかのポイントを、この記事から拾ってみよう。

林氏の心理学研究者の仕事の論評を受けて、印東氏は「…心理学の中でそれ（統計学や数学）を使っていく人に二派あって、一つはそういうものを使いたいために使っている人と、一つは、本当にそれでなくても心理学の解明をしたいから使う、それに有効であるから使う人です…」と述べ、さらにPsychometrikaとJournal of Mathematical Psychologyの名をあげ、「…中には心理学の問題を解明するためにやっているのか、それとも、ただ数式を運転してみたいからやっているのか、ちょっと疑いたくなる論文もありますね」と、三氏とも、手段と目的の本末転倒を戒めている。具体例として、戸田氏が分散分析を取り上げ、「…統計学が心理学で使われるのは非常に結構なことです。昔のように印象で結論出されては困ります。しかし、ここでもやっぱり、手段が目的となってしまうようなところがありましてね。例えば、統計的検定をやらなければ、論文として受付けれられない、というような傾向があると、いつの間にか検定そのものが研究の目的とされてしまうというおかしな誤解が生じてくる…」と語る。印東氏は心理テストと精神物理学の閾値測定を例に出して、方法論としての精密化の一方で、内容が貧弱なままであることを批判している。但し、経済学では数（数量や数値）を「実態的なもの」という信仰を持っているのに対して、心理学では仮のものにすぎないという意識があり、フレキシブルな考え方をしてい

ることをも指摘している。単なる数式の展開ではない、現実の解明のための数学あるいは数学的志向の重要性を印東と林の両氏は指摘する。「…理論式はよくデータにフィットするけれど、本当にこれが人間の学習過程を表しているかな、という気がせざるを得ないのであります…心理学の実験というのは…あてはめようと思えば同じデータに対してどんな式にもあてはまる面があるものですからね。」

個人データをプールして集団データの解析をする偏重をも議論している。これは「個と集団の問題」(吉野, 2001, の序を参照)であり、個として観る方に意味があるが、それを集団にプールすると個々の効果がキャンセルして隠れてしまう場合、逆に個々にはバラバラで特性が見にくいが集団データとしては明瞭に特性を示す場合がある。それぞれに応じたデータ解析が重要なのに、集団プーリングに偏っている現状を指摘している。これは、後に林(1996)氏が携わって行く医療データの分析でも重要と思える。印東氏は、当時の数理心理学の柱である確率論に加えて、もう一つの柱として公理的アプローチの出発点となった Luce (1959) の個人の選択行動 (choice model) について「自分は、この公理系を人間に当てはめることをあきらめて、もう 10 年になる」という、Luce 自身の言葉を紹介している。

さらには、近年に発刊された日本心理学会の会報 (心理学ワールド 11 号) の巻頭言において、印東氏が寄稿している。“so much, so many, to so few” という第 2 次大戦中の独軍の攻撃に対する英国のチャーチルの言葉を利用して、「心理学において研究発表は多いが、その成果は大きいとは思われない」という趣旨で、初めて 1952 年に慶応義塾で授業を担当した時に、どうしたら成果を結実させられるかを皆で考えるのがその講義の目的であるとした、と振り返っておられる。その後、長年、やはり同様の状況は続いており、印東氏は、「行動科学におけるティコ・ブラーエを待望する」という文章を書き、まず重要な実験、観察記録を十分に蓄積して、それに基づいて(行動科学の)ケプラーや、ニュートンが生まれ) 大法則、大発見につながる理論が生まれていくのだろうと期待している。

印東、林の両氏はパーソナリティや研究テーマはかなり異なるように見えるが、私には二人の研究における数理、数量化の哲学においてはかなり共通している

ものが見受けられる。これは、例えば「心理学評論」誌上の「心理学における数量化の問題」(林、梅岡、高田、1960) において、林が「数量化の哲学」を語っているのに、それを安っぽい実用主義と決め付けたり、数量化の手段に過ぎない多変量解析を目的と見たりする相手に痺れをきらしている、林の姿に見られるものとはかなり異なる。

幾人かの方々から、生前、林氏は印東氏に日本行動計量学会の後継ぎを、任せようとしていたと聞く。林会長(当時)としては残念ながら、印東氏がその後渡米してしまい、それはかなわなかったのであるが、同時にそれは行動計量の精神(吉野, 2003)が米国へ、世界へと広まることに結びついた。印東氏の数々の業績が、「心理学において、どのようなスタイルの数学が必要か」を示してくれたからである。そして、「心理学にとって数学は必要か」という問いに対する印東氏の生涯をかけての解答の一つが、本書である。

参 考 文 献

- 林知己夫編(1996). 日本人の心とガン告知. 日本癌病態治療研究会. QOL 班.
- 林知己夫, 印東太郎, 梅岡義貴, 高洋一郎 (1960). 心理学における数量化の問題. 心理学評論, 4, 280-312.
- 印東太郎, 戸田正直, 林知己夫 (1974). 心理学にとって数学は必要か. 数理科学, 135, September, 5-17.
- Luce, D'Zumura, Hoffman, Iverson & Romney (1995). Geometric representations of perceptual phenomena. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers: NJ.
- 大泉 傳編 (2003). 日本心理学者事典.
- Yoshino, R. (1988). Formal representations of spatial knowledge. Dissertation submitted to University of California, Irvine.
- 吉野諒三 (1996). 理論家と実験家, 書評「Geometric Representations of perceptual phenomena by Tarow Indow」. 行動計量学, 23, 1, 84-88.
- 吉野諒三 (2003). アレックス・インケレス著「国民性論」(吉野訳, 2003) の附章「日本における国民性研究の系譜」. 出光書店.

(2004 年 12 月 1 日受付, 2005 年 1 月 17 日最終修正)