

# 数学と人口問題の間

稲葉 寿 (東京大学)

## 0.1 スロ - スタ - ト

私事で恐縮ですが、昨年春に14年間勤めた厚生省人口問題研究所を離れて、東京大学数理科学研究科に勤務することになりました。編集局の難波先生からの寄稿のお勧めもあり、この機会にこれまで関係してきた人口論の世界の紹介に紙面をお借りしたいと思います。実は前任の松田先生からも同様なお誘いを受けたまま、日がたってしまったことをお詫びしておきたいと思います。いろいろ論ずればきりのないことも多いので、個別の話題を深く追求はせず（従って文献的確認などは省いて）私的な感想だけをいくつか書いてみたいと思いますので、歴史的に正しくかつ公平な記述などでは全くないものであることをお断りしておきます。

数理生物学に関心をもたれている方であれば、人口学 (Demography) という学問分野があることはご存じのことと思いますが、しかして何をやっているのか、ということについては、あまり明瞭なイメージはお持ちでない方が多いことでしょう。わが国での大学における人口教育は、少数の特殊講義などがせいぜいでほとんど組織的には存在しないといっても過言ではありません。人間人口の Population Dynamics といってしまうとそれまでですが、人口統計という情報ソースの特殊性や、実験ができず、変転きわまりない歴史的人間社会が相手ですから、動物や昆虫の個体群動態学とは非常に異なった立脚点にたつことは言うまでもありません。例えば人口問題と呼ばれる問題群はとりわけ有名な18世紀末のマルサスの警鐘以来<sup>1</sup>人類にとって片時も念頭を去らない問題であり続けていますし、そもそも社会の行政・経済機構は人口動向の把握に強く依存してきたわけですから、人口学の発達がこうした実践的な問題関心によって導かれてきたことは否定できない大きな特色です。従って純粋な学術的な学問関心にたつ<sup>2</sup>生物学における Population Dynamics とはあまり対話が成り立ってきていないように思えます。日本の人口学会は会員数400あまりの小さな団体ですが、多くの会員は社会科学の出身者で占められ、学術会議における分類では経済政策に入れられているしだいです。しかし考えてみれば、人間も比較的長命な動物の一種であるわけで、その再生産・増殖行動は生物学的基盤のうえで展開されていることはまちがいないわけですから、最近では年齢構造などの内部構造をもつ人口モデル (structured population dynamics) を扱う数学的手段などの発達や、エイズなどの新たな感染症の登場によって、人口動態への関心も高まりつつあるようで、生物学と人口学は数理モデルを介して対話できる地点にきているようにみえます。古代の格言にも言う「汝自信を知れ」とは、人口・環境・資源をめぐる21世紀問題群を前にした人類にこそさしむけられた言葉ではないでしょうか。そう思うと「人類はいかにし

<sup>1</sup>私見によれば、マルサスの出現よりはるか昔、原始社会から、人口問題は人類にとって根元的な恐怖だったのではないのでしょうか。「弁証法的理性批判」をみると、J. P. サルトルは人口問題こそが歴史社会を可能にする・生み出す根拠ではないかと考えていたようです。これはレヴィ・ストロースの「冷たい社会」、「熱い社会」の区別にも対応していて、要するに定常性を破って positive feedback が始まってしまったのが「熱い社会」で、そうなるとう人口問題から逃れられなくなるわけでしょう。

<sup>2</sup>とはいえ例えば生態学は、環境問題や政治的ないし文化的エコロジズムという社会問題群の文脈と無縁でないでしょうが。

て自己自身を再生産してきたのか」という中心的な問いをめぐって、人口学と生物学、さらには社会諸科学の対話が必要とされているのではないかと、思っています。

## 0.2 人口問題研究所

私が1982年4月から1996年3月まで勤務した人口問題研究所は、1939年に設立された人口問題研究のための厚生省所管の国立試験研究機関です。人文・社会科学系の機関として分類されていますが、たまたま82年に限って、数学出身者を募集していたので、数学よりは社会問題へ関心の向いていた京大6回生の私は、まったく何のご縁もなかったのですが（人口研の名前すらきいたことがなかった！）面接にでかけていきまして運よく採用となりました。当時の所長は東大人類学科の第一期卒業生という篠崎信男博士でした。きくところによると篠崎博士は初めは数学科へ在籍したそうですが、同期の数学科にかの小平邦彦氏のごとき秀才がたくさんいて、「こりゃいかん」と思われて、人類学科へ再入学したとか<sup>3</sup>。旧制高校気質というのか、所長面接でできたのは「君、田辺元は読んだかね」、西田哲学は？等々、数学どころか人口とも全く無縁の御下問でありました。篠崎博士は戦後すぐ結成された厚生省の労働組合「全厚生」の初代委員長でもあり、ときの吉田首相とも直談判したという武勇伝の持ち主です。「新人の教育はワシがやる」といって同期の金子隆一氏、大谷憲司氏とともに博士独自の人口哲学の個人教授をうけたしだいです。

どうも数学科卒を買いかぶっていたのか、私の働きが足りなかったのか、私以降はどうとう数学出身者は採用にならず、他に数学科出身は人類遺伝学をやっておられた今泉洋子博士のみというわけで、社会学者と行政官に囲まれて、ひとりわびしく人口の数理モデルをいじることとなったわけです。しかし社会学や経済学、心理学、地理学など様々な分野の研究者と机をならべて勉強したことは、色々なものの見方を教わったという点で大変な幸運でありました。最初の仕事は河辺宏部長（当時：現在は専修大学教授）のもとで日本の県別の将来人口推計をやりましたが、コンピュータについてはまるきり無知であったのでフォートランから勉強するはめになりました（当時はパソコンは出現したばかりの貴重品で、計算は中型ないし大型計算機を使っていました）。大学闘争の余燼燻る70年代後半の京都大学出身者として、アタマ左翼であった私は、業務以外ではしばらくは数学そっちのけでマルクス主義的な人口論などを読んだりして数年を過ごしてしまいました。思うに、マルクス・エンゲルスの強烈なマルサス批判の影響は遠く日本における人口研究にも陰をさしていたように思えます。日本の講壇における社会科学は周知のようにその主流において戦前から戦後にかけてマルクス主義の強い影響下にあり、かつ数量的分析よりも歴史的、解釈学的研究が支配的でした。また戦後は戦前期の国家的人口政策の記憶から、こうした研究に関わることを忌避する風潮もなかったとは言えないと思います。従って人口論や人口統計学を非イデオロギー的に研究することは難しかったし、関心も乏しかったのではないのでしょうか。むろんそうしたなかでも、南亮三郎、高田保馬、森田優三、館稔などの優れた研究がありましたし、戦後の経済復興が軌道にのる以前は過剰人口問題として時局的に人々に強く意識された時期もあったのですが、日本の学界の主流にはならなかったようです。隣の中国でも毛沢東思想が支配的であった文革期に人口論学者が弾圧されたことは有名です。しかし人口問題に目をふさいだ結果は80年代における「一人っ子政策」のような人口政策における強いリアクションになってもどってきたわけです。

<sup>3</sup>昭和13年の東大数学科卒業生のなかに、小平氏とともに伊藤清、河田敬義、古屋茂という錚々たる名前があります。

### 0.3 80年代：数理人口学の隆起

しかしふりかえてみると80年代というのは人口数理モデルの一大飛躍の時期であり、幸運なことに私はそこにちょうどぶつかることになったのです。80年代初めから関数解析な手法を年齢構造のある人口の方程式（Von Foerster-McKendrick方程式）に適用する研究が進み、1985年にGlen Webbのテキスト”Theory of Nonlinear Age-Dependent Population Dynamics”とSong Jian（宋健）等の”Population Control in China: Theory and Applications”が出現したことは、それまでの人口学者によって書かれた文献による勉強に行き詰まりを覚えていた私にとっては全く画期的なことでした。そこにはおぼろげに自分なりに考えていた方向性が、作用素半群の言葉で明瞭に定式化されていたのです。おそらく欧米の数学者の関心を年齢構造化人口モデルの研究に引き寄せたのは、Gurtin and MacCamyによる1976年の論文”Nonlinear age-dependent population dynamics”<sup>4</sup>でしょう。<sup>5</sup> ご存じのように年齢を持つ人口のモデルは専らロトカによって戦前にいわゆる「ロトカの安定人口理論」として研究され、人口学者のお気に入りの共有財産になっていました。しかしこれは線形の単性モデルで、色々人口学者によって改良されてきていましたが、数学的にはW. Fellerが1941年にロトカの基本命題を厳密に証明して「終わった」問題だとみなされていました。しかしその非線形への拡張は70年代になってようやくおこなわれたわけです。参考のためにGurtin-MacCamyのモデルを掲げておきます：

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial a}\right)p(t, a) = -\mu(a, N(t))p(t, a), \quad p(0, t) = \int_0^\infty \beta(a, N(t))p(t, a)da, \quad (1)$$

ここで $N(t) := \int_0^\infty p(t, a)da$ は $t$ 時刻の総人口で、 $p(t, a)$ は時刻 $t$ 、年齢 $a$ の人口密度、 $\mu(a, N)$ は年齢別死亡率、 $\beta(a, N)$ は年齢別出生率です。ここで $\mu$ 、 $\beta$ が $N$ に無関係であればロトカの安定人口モデルになります。上記のモデルの古典的な解法は微分方程式を特性線に沿って積分して境界条件に代入して、積分方程式に問題を変換して解くというものです。微分方程式としてみると境界条件がnon-local、nonlinearということで数理物理などで馴染みの境界値問題とひと味違います。むしろ積分方程式に近いものです。

さて古典解法とは別に、(1)はレスリー行列のアナロジーから言えば、年齢密度関数のなす空間（状態空間：普通は $L^1$ ）での時間発展問題としてみたいところです。つまりある状態空間上の発展作用素 $U(t)$ があって、 $p(t, a) = U(t)p(0, a)$ という形に初期値問題が解けるような $U(t)$ を構成しなさい、という問題ができます。有限次元ならば $U$ はレスリー行列に相当するものです。ロトカモデルのような線形の場合は、これは有名なHille-Yosidaの半群の生成定理によって $U(t) = e^{tA}$ という形で構成できることが示されます<sup>6</sup>。ここで $A$ は以下のような $L^1$ 上の線形微分作用素（population operator）です。

$$(A\phi)(a) := \left(-\frac{d}{da} - \mu(a)\right)\phi(a), \quad \phi(0) = \int_0^\infty \beta(a)\phi(a)da \quad (2)$$

自然成長率はこの作用素の唯一の実固有値で、安定年齢分布はそれに対応する固有ベクトルになりますし、Fisherの繁殖価は $A$ の共役作用素の固有ベクトルとして得られます。こうした関数解

<sup>4</sup>Arch. Rat. Mech. Anal. 54 (1974), 281-300

<sup>5</sup>一方、中国の宋健らの研究は国の人口政策の基礎を与えるという目的で独自に開始されたようです。宋健は中国のロケット工学、制御工学の専門家でしたが、80年代には中国人口学会の副会長や科学技術大臣になり中国の科学政策の重鎮になるとともに、制御理論を人口問題に適用する仕事をおこなってきています。制御理論の出自のなせるわざか、彼らの採用する状態空間はたいてい $L^1$ ではなく、ヒルベルト空間です。ノルムが $L^1$ のように物理的な意味に対応していないので、欧米の研究者が常に首をかしげる点です。その政策的な含意についても人口学者は批判的です。集団の期間的マクロパラメータの制御という観点では、個体の再生産行動を統制するには無理があることは明らかです。ただし人口問題のようなグローバルな問題に果敢に数学的分析を行って見せた意義はおおきいものがあると思います。

<sup>6</sup>G. F. Webb, A semigroup proof of the Sharpe-Lotka theorem, Lect. Notes in Math. 1076 (1984), 254-268.

析的な見方は単に数学的に「かっこよい」からやっているわけではなく、そうすることによって初めて安定分布の存在の必要十分条件が得られたり、より広範な非線形問題を見通しよく解くことが可能になったという点で本質的なものです。また逆にこうした人口問題をきっかけに関数解析の新しい発展も促されました。

既存の数学理論の適用にとどまらず、新しい数学理論の開発という観点からみると、当時、こうした関数解析的な人口モデルの研究を共同で組織的に進めていたオランダの Odo Diekmann と Hans Metz 等のグループの成果がきわだっていました。彼らの 80 年代前半の成果は 1986 年に、“The Dynamics of Physiologically Structured Populations” (Lecture Notes in Biomathematics 68) として現れました。この「ノート」は本文 511 頁という歴大なもので、LNB の最大記録になっています。それでも実は中身がはいりきらないので、活字を小さくしてつめこんであるという、読みにくいしるものです。このノートではまだ既存の理論の可能な限りの利用という段階にあったといつてよいと思いますが、その後 80 年代後半には、sun-reflexive space での共役半群の摂動理論<sup>7</sup>を皮切りに、人口方程式への応用を意識した発展方程式に関する一連の業績が続々とあらわれることとなりました。

Diekmann は去年の KCMB でも講演しましたが、10 年前の KCMB で初来日し、私の京大時代の恩師山口昌哉先生と知り合っていたことが縁となり、留学先を探していた私にオランダ行きの話しが持ち上がったのが 1986 年です。全く独学で関数解析を勉強して見よう見まねで数理人口学の論文を書き始めていた私は 1988 年 7 月に 2 年間のオランダ留学へ旅立つことになったのでした。

#### 0.4 オランダ - ITB と CWI -

オランダでは Diekmann 教授がライデン大学理論生物学研究所 (ITB) とアムステルダム の数学・コンピュータ科学センター (CWI) に両属していたおかげで、私も両方の研究所の研究員になり、ライデンとアムステルダムを往復しながら研究することになりました。当時の ITB は Diekmann と理論生物学者の Hans Metz 教授が理論生物学部門のリーダーで、他にコンピュータによる分析を専らとするグループと、環境問題や生物学の社会的影響などを考察する哲学的グループの三つがありました。部外者には窺い知れない内部の葛藤もあったようですが、私にとってはアットホームな、小さいながら色々な成果をあげているよい研究所だなぁという感想をもちました。しかしこの研究所はいまは「進化的および生態学的科学研究所」と名前を変えています。一方の CWI は戦後すぐにオランダにおける数理科学振興のために設立された非営利の研究機関です (国立というといささかニュアンスが違うようで、日本的に言えばは特殊法人のようなものようです)。ここは最近ではコンピュータ科学で有名であり、そのせいか金づるのコンピュータ系研究へ重点化しようとする首脳部と理論数理研究派の確執があったときいています。

オランダでの研究の一つは、ある日 Diekmann から渡された一つの論文から始まりました。Greenhalgh の age-dependent epidemic model に関する論文です。人口集団における伝染病の数理モデルはロスやマッケンドリック、ロトカによる戦前の研究や戦後ではベイリーの研究などが知られていますが、1970 年代頃から数学者によって研究されるようになってきていました。有名なロバート・メイなども英国のアンダーソンとともに数理疫学で歴大な研究をおこなっています<sup>8</sup>。

伝染病の拡散過程においても、接触頻度が人の年齢によって大きく異なることが多いので、年

<sup>7</sup>Clément, PH., Diekmann, O., Gyllenberg, M., Heijmans, H. J. A. M. and Thieme, H.: Perturbation theory for dual semigroups I. The sun-reflexive case., *Mathematische Annalen* 277, 709-725 (1987).

<sup>8</sup>R. M. Anderson and R. M. May, *Infectious Diseases of Humans: Dynamics and Control*, Oxford (1991).

年齢構造の効果は無視できない要因ですから、80年代になって年齢構造のある伝染病モデルが検討されるようになっていました。Greenhalghの論文は「はしか」や水疱瘡のモデル(SIRモデル)を年齢構造化して閾値定理の成立を予測したものでした。これは私の趣味にあった問題であったようで、閾値定理の十分条件を見いだすことができました。しかし非自明な定常解の大域安定性の問題は難しく、いままって証明されていません。不安定な場合もあることが示唆されていますが、現実的な条件のもとでどうなるかが問題でしょう。

滞蘭時代のもう一つの課題はロトカの安定人口モデルを時間的に非定常な場合に拡張する話でした。ロトカモデルでパラメータが時間的に変動する場合にも、安定分布は存在しなくとも年齢分布の「漸近的比例性」(弱エルゴード性)が成り立つことが1950年代に人口学者によって予測されていました。これはレスリー行列モデルではCoale-Lopezの定理として示されていますし、Joel Cohenによる確率モデルへの拡張もなされていました。ロトカモデルでの証明は人口研にいたときに私自身がやったものがありましたが、パラメータが時間とともに一定の値に収束する場合にどうなるかという問題(M. Artzrouniの言う一般化安定人口モデル)が残っていました。これに対してはDiekmannらの共役半群の摂動理論による定式が有効で、パラメータの収束速度が早ければロトカの安定人口モデルと同様に安定年齢分布が存在することがわかりました。

オランダにいた最後の半年ばかりに話題となったのはエイズ拡散の数理モデルです。エイズの疫学的要因であるHIVは極端に潜伏期間が長く(当時は8年から10年といわれていました)、その間に感染力が大きく変動するうえ、死亡率がきわめて高いためにホスト人口の人口動態との相互作用は無視できない要因です。リアリティをますためには構造化人口モデルにならざるを得ない所以です。80年代にエイズ流行が深刻化した欧米では多くの数学者や物理学者がエイズの流行予測のためのモデルを検討していました。エイズの重要な感染ルートは性的接触ですから、両性の相互作用を考える必要があります。しかし人口学でもその側面は非常に未発達で、むしろエイズの問題がおきてから再び研究されるようになってきた、というのが実情です。私も色々考えてみましたがエイズのモデルは難しく、結局あまりよい成果にはなっていません。しかし帰国してから、日本でもこの問題が大きくなるとともに、厚生省エイズ疫学研究班に関わって私も感染者数の予測などをやったりすることになり、いまだ縁がきれずに問題をひきずっています。

## 0.5 一言いわせてもらえれば …

薬害エイズ問題や病原性大腸菌の流行問題はわが国の疫学的ないし公衆衛生学的な危機管理および研究体制が必ずしも十分なものではないことを露呈させました。こうした事態の背景には「伝染病や公衆衛生の問題は過去のもの<sup>9</sup>で、バイオテクノロジーによる先端的研究(遺伝子組み替えや分子生物学的な研究)こそ重点化すべき」というハヤリの思想に「感染」した結果、流行過程を社会的に制御するための疫学的・公衆衛生学的なオペレーションズリサーチや基礎研究を地道にやっておくという基本が忘れ去られているということがあったのではないのでしょうか。ORの欠如というのは戦前から日本社会に一番足りない点だと思います。人口の増加と稠密な居住環境の拡大、自然破壊の深化は新たな感染症流行の素地を作り出してきているのです。そうした状況に対処するためには「魔法の新薬(ワクチン)」の発明にただ期待をかけるのでは、第一線兵器だけを重視してロジスティックスと情報のもつ重要性を無視した旧帝国陸海軍と同じ体質といわねばなりません。どうもいまだにわが国では「基礎研究重視」などと言っている、相変わらず「創薬」「製品化」「利益」という「モノ作り」路線にのらない研究は冷遇されている気がす

<sup>9</sup>ある時期から厚生省では「公衆衛生」という言葉を使わなくなったということです。公衆衛生院も近々再編されて名前が消える予定です。

るのは私だけでしょうか。抗生物質耐性菌などが続々登場している現在、感染症との新たな戦いを前にしてお寒い限りです。

もう一つ。この原稿が印刷される頃には、人口問題研究所は特殊法人社会保障研究所と合併のうえ国立社会保障・人口問題研究所として再編されていることでしょうか。これは1994年から1995年にかけての村山内閣時代の決定による特殊法人の整理という「行革」の結果です。オランダから帰国して人口研に復帰していた私は、当時人口研の労働組合支部長をしていた経緯もあり、このふってわいた統合再編案に反対し、せめて改善するためにいろいろと努力をしてみたのですが、まったく無駄におわってしまいました。この「再編」については厚生省独自の研究機関見直しの結果と「特殊法人整理」が「たまたまいっしょになった」という不可思議な理由が挙げられていますが、実際にはこの案は利権もなく政治力もない弱小の研究機関を行革のスケープゴートにしたにすぎず、研究の中身についての議論はまるでなされていなかったのです。社会保障研究との連携は重要ではありますが、人口研究そのものの充実発展を図る意図はそこに見いだされなかった。研究にも重点の移動というのは当然あることですから、再編一般に頭から反対するものではないのですが、まともな議論や正当な研究評価もないまま「数合わせ」の論理だけが横行するやり方には失望させられました。

人口問題研究所は戦時中の昭和16年には83名の職員を擁していましたが、度重なる定員削減で最後には定員35名たらずにまで縮小してしまいました<sup>10</sup>。およそ先進諸国はみな人口研究機関を国立研ないしは大学の付置研究所として持っていますが、対人口比でいってかくも人口研究機関が乏しく冷遇されているのは日本をおいて他にありません。付置研究所どころか日本の国公立大学には人口学の講座すらなく、研究者の養成もまともになされていないのが現状です。旧人口研職員が常に慨嘆していた所以です。例えば人口が日本の半分くらいのフランスの国立人口研究所は150名ほどのスタッフを擁していますし、人口が東京都よりも少ないオランダの国立人口研究所でさえ、30名程度のスタッフは確保しておりました。旧大陸諸国は国立の人口研究所を持つ場合が多いのですが、英米では大学が主に人口研究を担い、主要な大学院には人口学のコースが準備されていますし、付置研究所や研究センターも数多くあります。

人口・環境問題で国際貢献を問われた日本政府は多額の資金をこの分野に投入することになっていますが、対処療法的なモノの援助や海外の諸機関へ金をながすだけで自国での基礎研究をないがしろにしては真の国際貢献にはなりません。例えば国連は世界の人口問題の解決を一つの任務としていて、人口部の専門スタッフが研究・分析にあたっていますが、ここへの日本の人的貢献はこれまで高々数名を数えるだけです。国連主催の人口・開発会議などがあると大きな代表団が出かけていって立派な演説と資金協力を約束してくるのですが、自国での専門家の養成にはまるで配慮なしです。国としてきちんと人口研究が位置づけ、独立した専門人口研究機関（大学の共同利用施設など）と大学院における人口研究プログラムの整備が早急になされることを切にのぞむものです。

<sup>10</sup>他の省庁はどうか知りませんが、厚生省の直轄研究機関は定員削減の草刈り場になっています。

## 0.6 アルフレッド・ロトカ小伝

JAMB ニュースレター No.20 に瀬野さんがジョセフ・ペレスによるボルテラ ( Vito Volterra ) の略歴の翻訳を載せておられますので、ロトカ・ボルテラと並び称されるもう一人の数理生物学の創始者アルフレッド・ロトカ ( Alfred James Lotka ) の略歴の紹介をして拙文を終えたいと思います。ロトカは日本では数理生物・物理学者として記憶されていることが多いと思いますが、実際には人口学者としての活動が顕著であり、戦前から戦後にかけて最も高名な人口学者でした。また以下にみるようにボルテラとは異なり、ロトカは決してアカデミズムにのみ生きた人ではありませんでした。以下はロトカが没した 1949 年の翌年 1950 年の Population Index 16 ( pp.22-29 ) に掲載された Frank W. Notestein の追悼文の翻訳です。拙訳ですがご容赦ください。

\*\*\*\*\*

ALFRED JAMES LOTKA

1880-1949

アルフレッド J. ロトカは 1949 年 12 月 5 日にニュージャージー州レッドバンクの自宅で亡くなった。人口学はその最も重要な分析者を失い、あらゆる場所の人口学者は魅力的な友人を喪ったのである。

ロトカ博士は 1880 年 3 月 2 日、アメリカ人の両親ジャックとマリーデブリー・ロトカの息子として、オーストリアのレムベルグに生まれた。少年時代をフランスで過ごした後教育を受けるためにイングランドにおもむき、1901 年にバーミンガム大学から学士号を取得した。彼は 1901 年から 1902 年まで、ライプツヒ大学に学び、そこで見いだした進化の数学的理論への関心は終生変わらぬものとなった。1902 年に合衆国にきたロトカは、1908 年までジェネラルケミカルカンパニーのアシスタント化学者として勤務した。この期間、彼は進化の数学的理論と人口に関する最初の論文を出版している。1908 年から 1909 年までコーネル大学の大学院生兼物理学アシスタントとなり、1909 年に修士号を取得した。この年、彼は合衆国特許庁にいき、また同時に 1911 年まで合衆国標準局のアシスタント物理学者であった。1911 年から 1914 年まで、彼はサイエンティフィックアメリカンサプリメントの編集者として働き、この間、1912 年にバーミンガム大学から博士号を取得した。1914 年から 1919 年まで 5 年間、ジェネラルケミカルカンパニーに戻った後、1922 年にジョンズホプキンス大学で研究生生活を再開した。そこに 1924 年までとどまり、専ら Elements of Physical Biology を書くために働き、この本は 1925 年に出版された。

1924 年にロトカ博士はメトロポリタン生命保険会社にいき、初めは統計部の数理研究 Supervisor、1933 年には統計部の General Supervisor、そして最後に 1934 年から 1947 年に退職するまで Assistant Statistician として勤務した。ここで彼は 1907 年と 1911 年に開始した人口学的分析を組織的に発達させたのである。

ロトカ博士は数多くの学会で活動的であった。1938 年から 1939 年までアメリカ人口学会の会長を勤め、1942 年にはアメリカ統計学会の会長となった。1948 年から 1949 年まで国際人口学会 ( I U S S P ) の副会長でありかつ同会の合衆国支部の議長であった。彼が最後に技術的な論文を発表したのが、昨夏のジュネーブにおける国際人口学会においてであった。彼はアメリカ公衆衛生学会、アメリカ統計学会、科学の進歩のためのアメリカ協会、数理統計学会、スイス保険数理学会その他数多くの学問的諸団体の会員であった。

いまはまだロトカ博士の知識への貢献になんらかの決定的な評価をくだすべきときではない。以下に掲げた彼の出版目録以上に彼の関心の広さと深さを示すものは他にない。化学者、物理学

者、生物学者、数学者、保険数理士、人口学者として、自己更新と発展過程の数学を中心に、高い学問的立場からの恒久的な貢献を残したのである。ロトカ博士にとっては人口学の分野はその分析の発達における事実上の中核という意義を負っていたのである。1907年に彼は一定の年齢分布と死亡率をもつ封鎖人口は時間とともに幾何学的に成長することを示した。1911年、シャープ(F. R. Sharpe)とともに、一定の出生率と死亡率のスケジュールに従う封鎖人口は特性成長率をもつ安定人口分布へ発展するであろうことを主張した。1925年、ダブリン(Louis I. Doblin)との共著「真の自然成長率について」において、ロトカは初めて安定年齢分布と真の自然成長率を計算する方法を示した。(このとき初めて示された安定年齢分布はIndexの本号の表紙に再現されている。)彼はさらにロジスティック法則に従って成長する人口の年齢分布や、自己更新集団に関する数多くの研究へとおもむいた。これらの仕事の多くは、彼の著書「生物集団の解析的理論」(Théorie analytique des associations biologiques)にまとめられている。最後の月日、彼は人口学的仕事の組織的な英語版の準備に忙しく従事していたが、不幸にも彼の最終的な病によってこれらは未完成のままとなった。

ロトカ博士は第一級の科学者であったが、彼はそれ以上だった。彼の一般向けの文章は、たいいてい軽い調子で、繊細なユーモアの感覚と諸芸術への深い理解をあらわすものであった。静かで学究的、ひかえめでやさしくユーモラスな人間、賢い相談相手であり、彼の妻ロモラ・ビーティー・ロトカ(Romola Beattie Lotka)とともに愛想の良い主人であったロトカ博士は、その名がなかでももっとも偉大である人口学界の同僚たちからは常に最大の評価を受け続けるであろうし、かれの友人諸子にとっては彼はかれの知識以上に値する人間なのである。 Frank W. Notestein

\*\*\*\*\*

本文では以下にロトカの95の科学論文、13の雑誌記事、6冊の単行書のリストがついていて、ロトカの関心領域の広がりを示す興味深い資料であります。長くなりすぎますので割愛させていただきます。それにしても彼の人口学に関する主著がフランス語で1939年という戦中に出版されたため、あまり世に知られなかったことは残念です。どこかで(英語版にして)復刊してくれないでしょうか。