

確率論と歩いた 60 年

伊藤 清

今日の講演をはじめる前に、昨日の授賞式に述べさせていただいた謝辞を、もう一度申し上げて、これに幾つかのエピソードを付け加える形で、お話してみたいと思います。

この美しい秋の一日、私の第二の故郷ともいべき京都において、高い理念に基づく京都賞の受賞者の一人に選ばれましたことを誠に光栄に存じます。

去る6月、今回の受賞決定の報せに伴い、稲盛財団の方から私の現在の関心事を尋ねられました。私は一瞬とまどいましたが、結局「地球と人類の未来」とお答えしました。実は、数年前、80歳の誕生日からですが、「森の人」という物語を書き始め、家族に幾度も語っては、「また、2万年後のお話ですか」と、あきれられていたからです。

それは、はるかな未来、2万年後の人類が、現在とは異なった価値観をもって、森の中に再生するという物語でした。数万年前の人類、ホモ・サピエンスが最後の氷河期を生きのび、今、ホモ・サピエンス・サピエンスとして地上にあるように、2万年後の人類は、一層暗く厳しい「核の冬」を生きのびた、ホモ・サピエンス・サピエンス・サピエンスでなければなりません。そのサピエンス、即ち「叡知」は、決して間違いをしない「知能の高さ」をいうのではなく、困難や誤謬の中で挫けそうになりながらも、尚、人間を人間たらしめている「心の暖かさ」や「志の高さ」を失わない、本当の意味での「人間らしい叡知」であることは容易に想像できます。

京都賞が、その3つの部門において、他のいずれの伝統ある賞にも増して広範な分野を対象に容れ、真・善・美の多様な表現を、人間らしい希望の証として、顕彰してこられたことは、「地球と人類の未来」への励ましをこめた贈り物となっています。

ひるがえって、このすばらしい賞の受賞者に選んでいただいた私が、これまでに為し得たことは、偶然性に満ちた世界の法則性を数式で記述する幾つかの論文を書いたに過ぎません。私の論文に興味をもち、多少の独創性を見だし、新たな独創を加えて発展させ、厳密で美しい数学体系を築いてこられた方々、また、数学以外の分野での応用によって、抽象化された数学の世界と、自然と人間のかかわる現実世界との間に、見事な橋を架けて下さった方々、この多くの方々の貢献がなければ、今日、私が栄えある京都賞をいただくことはなかったでしょう。これらすべての研究者の方々の貢

献を、私の50年前の仕事にまで還元して表彰して下さった、稲盛財団と京都賞選考委員会の方々の、寛大で周到なご努力に、心からの感謝を捧げたいと思います。本当にありがとうございました。

現在、この地球に生きている人類はすべてホモ・サピエンスと呼ばれています。ご存じのように、ネアンデルタール人も、ホモ・サピエンスに分類されていますが、およそ25万年前に登場し、西アジアからヨーロッパにかけて大発展し、3万3千年前ごろ、気候の寒冷化の中で絶滅したといわれています。あの長い毛におおわれたマンモス象でさえ1万2千年前、最後の氷河期が終わる前に絶滅した中で、生きのびた人類をホモ・サピエンス・サピエンスと呼んで、ホモ・サピエンス・ネアンデルターレンシスと区別することもあるようです。

「森の人」の物語を聞いてくださった方から「《核の冬》は本当に来るのでしょうか。それが来た場合、人類が生き延びる可能性は確率でいうと、どのぐらいとお考えですか」という質問を受けました。私は、こういう確率の専門家ではありませんし、核兵器という意味の「核」の専門家でもありません。しかし、数学者としての私の仕事は、物理学者のアインシュタインやフェルミの仕事といくらか関係がありますし、最初の原子炉の建設者フェルミが亡くなり、かつて原爆の父と呼ばれたオッペンハイマーが、水爆の製造に反対して、プリンストン高等研究所の所長の職を追われた1954年に、私はこの研究所の研究者だったのです。

地球上に核戦争が起これば、核の冬が来ますし、核の冬が来れば、人類は生きのびられないと思います。人類だけでなく地球上のあらゆる生物を、何十回も絶滅させる量の核爆弾を抱えた地球では、すでに「核の冬」が始まっているとも考えられます。本当の意味での「人間らしいサピエンス」を發揮して、「新しい価値観」を創造し、森の中に再生する2万年後までには、想像を絶する時間の経過がありますが、宇宙に地球が誕生して以来、既に45億年が経過したことを考えれば、ほんの短い時間ということもできるでしょう。ちなみに、放射性元素ウラン238の原子数が、崩壊により半減するまでの時間は、45億年、プルトニウム239のそれは2万4千年なのです。

2万年後の森の人類を「ホモ・サピエンス・サピエンス・サピエンス」と呼ぶのは、私の思いつきなので、残念ながら辞書には載っていませんが、大抵の辞書にはホモ・サピエンスの別名として、何をもって人間の本質とするかによって、「道具を作るホモ・ファールベル」、「遊びをするホモ・ルーデンス」、「言葉をもつホモ・ロクエンス」などが載っています。数学の記号は「厳密な論理で自然界の法則を記述する美しい言語」ですから、数学者としての私は、「言語をもつことを人間の本質とするホモ・ロクエンス」という考え

方に最も心を惹かれてきました。そして、文学はもちろん、音楽もまた、人の心を表現し、人の心に語りかける言語なのだからと、ホモ・ロクエンス讃歌を折りあるごとに語ってきました。勿論、それは家族や友人との「茶の間のおしゃべり」で、このような立派な会場で、大勢の方に耳を傾けていただくのに、ふさわしい内容ではありません。

私が数学の言葉で書いた論文について、あるいは、私の論文と私が想像もしていなかった「金融の現場」との関連について興味をお持ちの方々は、どうぞ、明日のフォーラム、「確率解析から数理ファイナンスまで—20世紀確率論の展開」を、お聞きになってくださるようお願いいたします。

2万年後の森の「新しい価値観」は非常に単純なものです。「人間らしいサピエンスの森の価値は、如何に強力な武器を持つかによって測られるのではなく、如何に多くの人々が詩人であり得るかによって測られなければならない」というもので、前半は説明が要らないと思いますが、後半は、ここでいう「詩人」の定義が必要だと思います。詩人とは、一般には、優れた想像力(imagination)によって普遍的な美しさを創造し、それによって人々に生きる勇気を与えるような文学や音楽をつくりだす人のことですが、「彼は詩人だから」と揶揄するときは、「夢想家」あるいは「変り者」という意味です。残念ながら、「彼は数学者だから」という時の意味は、概ねこれに近く、「どこにいても、何をしても、頭の中は数学だけ」というような数学者が、周りに迷惑をかけたり、家族や友人の心を傷つけたりしたときに、彼をかばってという言葉になっています。私も頻々そのようにかばってもらって生きてきたと思います。しかし、先人たちの作品の美しさに感動し、自分の直観(intuition)と想像(imagination)の限りを尽くして、新しい美しさを付け加えようと努力している点では、数学者も、美しい作品を創りだす作家や作曲家と同じ意味で「詩人」であり得るのではないかと考えています。

また、長いモラトリアムをピーターパンとして生きてきた若者が、自分の本当にやりたいことを見いだし、そこに向かって歩いて行こうと決意した時にみせる英雄的な美しさにも、しばしば「詩人」の面影がみえると思います。一見、はた迷惑な「変り者」も、現代世界の価値観の境界線を彷徨う人々も、「詩人」のうちに数えられて、自分自身の「詩」を楽しみながら生きられるような「新しい価値観」が、森の時間の魔法で、2万年後から一瞬のうちに眼前に現われるファンタジーを考えていたのです。

歴史と神話が別れる前の遙かな時代の物語が、私たちの心に懐かしさを呼び起こすのに対して、宇宙の果てに地球の分身が誕生する未来の物語の多くが、心を凍らせるような恐怖を伴っています。その理由は、神話の中の英雄たちが、困難な戦いの歳月の果てに、私たちに「白鳥の歌」を残して死んでいったのに、宇宙時代の英雄たちは、

時間と引力のすきまからこぼれ落ち、人々の記憶からも永遠に消えて行くことが、暗示されているからだと思います。ともあれ、小学校時代の私は、歴史と漢文の教師で、郷土史2巻の著者でもあった父の語る神話の世界に住んでいました。

私の生まれ故郷は三重県ですが、それは日本の歴史と神話が別れるあたり、西暦5世紀の頃、一人の不幸な皇子が、15年間の休まない戦いの旅の果てに、今も歌い継がれる詩を残して息絶えた丘陵があり、望郷の思いを歌う皇子の足が疲労と病で三重に折れ曲がっていたということが、三重県という地名の由来となっているところです。命尽きるや白鳥となって大空高く飛び去った皇子の陵には、皇子の衣服だけが葬られたのですが、それは私が小中学校時代を過ごした海辺の町から鈴鹿川を遡った辺りの山裾で、現在サーキットを中心に大規模な遊園地がある辺りだと思います。遠足に来た自分たち以外には全く人影のなかった池の畔や神社の森が、今どうなっているのか、見に行く勇気がありません。

この皇子は九州から東北に到る広い地域で、華々しい活躍をして、その活躍ぶりが各地の地名に残っているのですが、私の故郷では勇ましい働きは何もしていないのです。東の国へ旅立つ前には、「山野を駆ける羚羊のような足と、空を翔ぶ雲のような心」をもっていた皇子は、木曾川と長良川が伊勢湾に注ぐあたりの松林で食事をした後、大事な太刀を置き忘れてしまいます。何年か経って、重い足と重い心を引きずって戻ってきた皇子が、松の木に立て掛けてある太刀を見つけて歌った詩歌が、伊勢の民謡として残っています。皇子はこの松の木に「私の懐かしい兄上」と呼びかけていますが、皇子が少年時代に兄を殺していることを考え合わせて、皇子の心の痛ましさを思わずにはられません。

第2次世界大戦が終わった時、戦地から還った兵士たちの語る「還らざる人」の最後の姿は、あらゆる意味で不幸な伝説の皇子と重なっていました。「還らざる人」の足は、皇子と同じように「三重に曲がり、餅のように腫れて」あるいは凍傷にかかって、もう一歩も歩けなかったのです。それは遠足の小学生が遊ぶ故郷の森ではなく、降り続く雨にぬかるむ熱帯の森であり、零下40度の針葉樹の森でしたが、「父の名のもとに出征し、父の祈り空しく異国の丘にたおれ、望郷の思いを友に託して死んでいった兵士」の姿という意味で、私は、郷里の歴史から神話の中に歩み去った「父と子」の再臨を見たのです。

「父」の意味の重さ、超越的な力をもつ「神」の同義語、と同時に、人間を見守る眼差しをもつ慈悲深い父、そのどれもがキリスト教世界と共通であり、日本独特という訳ではありません。1940年代の前半、私たちは誰もがそのような「大いなる父の名のもとに出

征すべき子」として生きていました。一方で私は一人の若い父親でもありました。肺のレントゲン写真に発見された大きな影のために、徴兵検査から即日帰宅した私は、戦時中の東京で子供を失いました。空襲でではなく、百日咳にかかった生後4か月の次女が病院で亡くなったという個人的体験によって、私は、苦しむ子供を前にした父の無力さ、父の祈りの空しさを知り、自分を見失う日々を過ごしました。1942年2月のことでした。

それから10年以上経った1950年代の日本で、外国の友人が駅で大事なカバンを置き忘れて、数時間後に取りにいったら、ちゃんと元のところにあった、周囲にいた貧しい身なりの人々から「遺失物係に預けると、かえって厄介になるから、自分たちが交替で見ている」等と聞かされて感激しているのに対して、私は「日本では当たり前だ。5世紀頃の皇子が松の木陰に忘れた太刀が数年後に同じ所で見つかった話があるし、その松の木は今も私の生まれた町の近くに残っている」などと、誇らしげに語ったものでした。

私は、神話の時代の物語の中で子供時代を過ごし、今世紀の戦争の時代の恐怖と困窮を体験した者の一人として、如何なる時代の、如何なる名のもとに行なわれる戦争にも反対しなければならないと思っています。地球の歴史上多くの戦争がそれぞれの時代の「神」の名において行なわれてきました。「神」は、時に「正義」や「民主主義」と名を変えて現われましたが、戦争の悲惨さは拡大し、人々の祈りは無力だったと思います。そして私は、戦後1950年代のアメリカで、物質的豊かさと精神的豊かさの恵みを体験し、その後の研究の多くを外国の友人たちに負っている者の一人としても、地球と人類の上に「核の冬」が来ないことを祈らずにはられません。

私が名古屋の高等学校(旧制八高)を卒えて、東京帝国大学の理学部数学科に入学したのは、1935年の4月でした。上京するとき、名古屋駅で見送ってくれた友人が、「この主人公は君に似ていると思うんだ。汽車の中で読んでみないか」と言って、漱石の『三四郎』をくれました。当時、名古屋東京間は「特急つばめ号」で5時間半かかりましたので、車中で読み終えましたが、三四郎が熊本から上京した1908年の9月から、26年余りも後に、東京駅に着いた私は、友人の期待どおりのカルチャー・ショックを受けたのです。続いて、大学構内の池の畔で東の間の安らぎを見出だすところも、友人の想像通りでしたが、その後は全く違っていました。三四郎より私の方が遥かに幸せだったと思います。私はここで生涯の恩師と生涯の伴侶にめぐりあったのですから。

当時の数学科の先生は、高木貞治先生、中川銓吉先生、竹内端三先生、末綱恕一先生、辻正次先生、掛谷宗一先生、そして弥永昌吉先生でした。私が大学に入った

のは1935年ですが、1936年には2・26事件、1937年には蘆溝橋事件があり、日本は第2次大戦への道を歩き始めていました。そんな時代でしたが、大学の中は別世界でした。弥生門の近くの建物の3階に数学科の部屋があって、石田さんという年配の用務員さんが暖炉にいつもお湯を沸かしていて、学生は好きな時にお茶の用意をしてもらっていました。

よく、どうして確率論を選んだのかと聞かれます。実は、高等学校時代の私は力学に興味を持っていたのです。八高の力学の授業で、落体や放物体の運動の講義を聞いて、自然現象が数学的に明快に説明されることに興味を持ち、遊星の運動に関するケプラーの法則が、ニュートンの力学原理と万有引力の法則をもとに運動方程式をたてて導かれるという話に感銘を受けましたので、大学では力学を勉強したいと思っていました。

大学に入って、自分のまわりで展開される活発な議論に刺激されつつ、純粋数学に内在する結晶のような構造美に魅了されました。同時に、多くの数学的概念の根拠が自然現象の力学の中にあることも分かってきました。「大数の法則」といって非常にランダムに見える現象の中にも法則が見いだせるという、新しいタイプの法則のことを知り、そういう知識が統計力学に必要だと思いましたので、ベルヌーイ(Jakob Bernoulli)の大数の法則や、ド・モアブル (de Moivre) の中心極限定理などを、フランスの本を読んで勉強し、当時の私なりに理解しました。私は高等学校の第1外国語はドイツ語でしたので、フランス語は大学1年の夏休みに日仏学院に3週間通っただけでしたが、数学の言葉は世界共通ですから、後には、全く独学のロシア語も、数学の本に限って読めるようになりました。

こうして私は、統計力学から次第に確率論に近づいていったのですが、その頃の日本には、確率論を専門に研究している数学者は誰もいなかったばかりか、私自身も「確率論が厳密な意味で数学と言えるかどうか」という疑問を持っていたのです。そんな私が、最初の興味につながる一筋の道を歩みつづけ、この分野の発展に何らかの貢献をすることができたのは、恩師弥永昌吉先生からいただいた温かい励ましのお蔭にほかなりません。弥永先生はご専門の整数論のみならず、数学全般にわたって広い視野と先見の明を持っておられました。セミナーの一学生だった私が、三四郎池の水面をみつめて考え込んでいた日から、今日まで60年の長きに亘って、先生は常に私の前を歩いておられ、90歳を越えてなお矍鑠として、時折り、足下がふらつき始めた私を気遣って下さる余裕を見せつつ、颯爽とした歩みを続けておられます。

大学を卒業した1938年から、名古屋大学に助教授の職を得る1943年までの5年間、

私は内閣統計局に勤めていました。大学卒業と同時に結婚した私は、翌年には一児の父となり、アカデミズムに安住することは考えられませんでした。しかし、それは数学の研究を始めようとしていた私にとって大きい意味をもつ5年間でした。

先に述べましたように、一見無秩序に見える現象の中に、統計的法則があるという事実、学生時代から心を惹かれていて、これを解明する数学が確率論であると漠然と感じていました。それで大学の3年頃から確率論に関する論文や著書を少しずつ読んでいたうちに、次第に統計的法則の数学的本質がよく分かるようになってきました。ただこれらの研究には、確率変数という基本概念について、直観的説明があるだけで、明確な定義が与えられていないので、土台が欠けているように感じました。

厳密な定義をもとにして数学体系をつくるというのは、現在では当然のことと考えられていますが、これが数学の全分野に行き亘ったのは、比較的新しいことで、微分積分学でも、19世紀末に実数の厳密な定義が与えられ、始めて現代的な数学体系といえるようになったのです。私は幸いに、八高で3年間薫陶を受けた近藤鉦太郎先生や、東大の1年のとき名講義に接して忘れられない感銘を受けた高木貞治先生から、この体系の微分積分学の講義を聞くことができましたが、当時見ることでできた確率論の論文や著書は、こうした現代数学の立場で書かれていませんでした。微分積分学に比べて19世紀的叙述だったのです。

確率論の基礎概念である確率変数を如何に定義すべきかについて、いろいろ思い悩んでいるうちに、ロシアの数学者コルモゴロフ(A.N.Kolmogorov)の『確率論の基礎概念』を読んだのは、大学を卒業して内閣統計局に就職したばかりの頃でした。これこそ自分の求めるものとの思いで、一気に読み通しました。それはコルモゴロフが1933年にドイツ語で書いた“Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung”という本ですが、確率変数を確率空間上の関数として定義し、測度論の言葉で確率論を体系化しようという試みです。この立場に立ったとき、今まで朦朧としていたものが、霧が晴れるように明らかになり、これで確率論が現代数学の一分野といえると確信したのです。

こうして私の中で確率論の基礎は固まったのですが、次はその内容にも問題がありました。当時の研究の大部分は、統計法則の数学的解明を念頭において、独立確率変数列の行動を調べるというものでした。微分積分学でいえば、級数論に相当する部分です。勿論それよりは難しく、また内容も豊かではありましたが、数学の他の分野に較べると貧弱に思われ、この研究に打ち込むという気が起こりませんでした。

確率論の内容に改めて直観的な興味を覚えたのは、フランスの数学者、ポール・レヴィ(Paul Lévy)が、1937年に発表した『独立確率変数の和の理論』(Théorie de l'

addition des variables aléatoires)を読んだ時です。これは、微分積分学の関数に対応する確率論的概念としての確率過程の研究において、大きい第一歩を踏み出したもので、私はこの中に新しい確率論の本質を見だし、そこに見える一筋の光の中を歩いて行こうと思ったのです。1938年の秋も終わりに近い11月、今からちょうど60年前のことでした。

私は、レヴィの理論における確率過程の見本関数の中に、数学理論の名にふさわしい美しい構造を見いだしただけでなく、ウィーナー過程、ポアソン過程、独立増分過程などの確率過程をここで学びました。そして私は特に、この本の核をなす独立増分過程の分解定理に興味をもちました。しかし、多くの開拓者の仕事がそうであるように、レヴィの記述は直観的な把握にもとづく部分が多く、その議論の展開を追うことが非常に困難でした。幸いに、アメリカの数学者ドゥーブ (J.L.Doob) が1937年に発表した確率過程の論文で、「正則化」(regularization)という概念に接した私は、これによって、あいまいな点を明確にできるのではないかと考えました。

私は、レヴィの議論をドゥーブの視点から眺め、ポアソン彷徨測度を導入することによって、分解定理におけるレヴィの考え方を、根底から理解できる、明快な記述に書きかえるという初期の目的を達することができました。これが現在、確率論の分野で「レヴィ・伊藤の定理」と呼ばれている定理に関わる、私の最初の論文でした。それは、1941年8月1日に受理され、1942年の *Japanese Journal of Mathematics* に発表された博士論文でもあります。私がそれによって東京帝国大学から博士号を授与されたのは、論文の提出から4年あまりも後の1945年10月3日、終戦後初めての秋の日差しが一面の焼け跡に落ちている日でした。

私は、数学の歴史に名を刻まれた、キラ星のような恩師や友人に恵まれていましたが、確率論は当時ポピュラーな分野ではありませんでしたし、時代は、誰もが「あの不幸な時代」と呼ぶ戦時中でした。そして私が唯一日本語で発表した論文、「マルコフ過程を定める微分方程式」については、最近よく論文発表当時の反響を尋ねられますが、私の知るかぎり、当時この論文を読んで興味を持った研究者は、たった一人でした。

私が1942年にこの論文を発表したのは、若い数学者たちがアイデアを交換し合うのを助けるために、大阪大学が発行していた「全国紙上数学談話会誌」という謄写版刷りのジャーナルでした。謄写版という言葉は懐かしく思われる方が、この会場にも何人かはおられることを期待しつつ、簡単にお話しますと、私のこの論文を、第2次大戦で徴兵された兵舎の中で読んだことを、その人自身から告げられたのは、終戦後のことでした。その人、丸山儀四郎さんと私の2人だけが、当時の日本で、この問題に関心



を持つ確率論研究者だったのだと思います。丸山さんは、1942年に兵舎で読んだ私の論文をもとに、独自の考えを加えて発展させた論文を、1955年にイタリアのパレルモ大学の紀要で発表され、この論文のことを丸山さんから聞いて興味を持っていた私は、プリンストンでそれを読んで、大いに啓発されたのです。

1942年と記された上の二つの論文を発表したとき、私が内閣統計局に勤めていたことは、先ほどお話ししましたが、今でいえば新卒の公務員だった私が、いったい職場で、どんな仕事をして、どうやって自分の研究の時間をつくっていたのかと、不審に思われることでしょう。実は仕事らしい仕事は殆どしていなかったのです。当時の統計局長が、「あなたのご専門は大きい意味で、統計局の仕事につながりがあるといえますから、時間はすべて自由な研究にお使い下さい」と言って下さったのに甘えて、自分の世界に没入していたのではないのでしょうか。どこの大学にも研究所にも属さず、無名の研究者だった私に自由な時間を下さった内閣統計局長川島孝彦氏は、秋篠宮妃殿下になられた川島紀子さんの御祖父にあたられる方です。

私は「マルコフ過程を定める微分方程式」の論文において示した理論を発展させ、数年後に「確率微分方程式」に関する英文の論文を書き上げましたが、終戦後の日本の経済状態はまだ困窮の中にあり、出版用の紙の不足が甚だしく、そんな長い論文を載せてくれるジャーナルはどこにもないことが解りました。そこで、私はドゥーブ教授にこの論文を送り、アメリカでそれを発表する可能性について問い合わせました。それはドゥーブ教授の親切な取り計らいによって、アメリカ数学会のメモワール・シリーズの1冊として1951年に刊行されました。

この確率微分方程式は、後に「伊藤解析」と呼ばれるようになり、数学以外の分野でも物理学、工学、生物学、経済学等の諸分野において、瞬間ごとに偶然的要素が介入する現象を記述する微分方程式として、現在広く用いられていますが、それは、発展現象を記述するにあたり、時間の経過とともに累加される新たな偶然量が、ブラウン運動の増分として登場するところに通常の微分方程式と異なった特徴があつて、「ゆらぎ」のような偶然量を伴う生物学的現象の記述や、「ノイズ」の介在する工学的現象の解析などに具体的な応用が見いだされるようになったからです。

私が1943年に名古屋大学で教職を得て、1952年に京都大学に移るまでの時代は戦中戦後の暗い時代でしたが、吉田耕作先生と共に仕事ができただけで大変幸せでした。先生は数年前亡くなられ、私はもう「吉田先生！」とお呼びかけすることができないのですが、私の論文の中に「吉田の半群理論」とか「Hille-吉田の理論」とかという言葉を見る度に、私にとって先生が、数学の世界の中でも外でも、どんなに大きい存在だ

ったかを思わずにはられません。

吉田先生だけでなく、私が確率論と歩いた60年の歳月の中で、どのような方々と、どのように出会い、私がそこで何を学び、どう発展させたか、またそれはその後、どのように多くの研究者によって新たな展開を見せたかの概略をお話するつもりでしたが、それは私の論文撰集(KIYOSI ITO SELECTED PAPERS, 1987)の序文の内容と重なることが多いものであり、私の論文を読もうとする人以外は興味を持ってないことだと思います。

私は1952年に京都大学の教授になり、1979年に京都大学数理解析研究所長の職を退官しましたが、この27年間の半分は外国の大学で、すなわち、プリンストン、スタンフォード、コーネルなどアメリカの大学で10年余りと、デンマークのオルフス大学で3年余りを過ごしました。その後も学習院大学、スイス連邦工科大学、ミネソタ大学など、私が確率論と歩き始めてから60年間、何処にいても、「数学という厳密にして美しい言語」の世界を楽しみつつ歩んできました。私がこのような歩みが続けることができたのは、この間終始この上ない先輩、同僚、後進に恵まれてきたからに違いありません。しかし、その方々のお名前と数学理論の名称をここで列挙するよりは、私はむしろ「岩波の数学辞典」のことを、お話したいと思います。

この辞典は1954年の第1版と1960年のその増補版、および1968年の第2版全面改訂版の編集責任は、私の恩師の弥永昌吉先生がとられ、1985年の第3版の編集責任は、私が担わせていただきました。第3版の序文に書きましたように、第2版はアメリカの MIT Press から英訳版が刊行され、国際的にも名著として定評を得た数学辞典でしたが、17年の間に数学は著しく進歩し、数学諸分野相互の関連がますます深まり、有機的総合体としての数学が形成されつつあり、また、数学に関連する諸科学においても、高度の数学理論が用いられ、科学の基礎としての数学への期待が高まっていたので、そのような状況に対応するため、さらに改訂を加えて第3版が編集されることになったのです。この第3版も、完成を待ち構えていたように英訳版が準備され、同じ MIT Press から1987年に発刊されました。私はこの英語版の編集にも携わっていません。

私が確率論と共に歩き始めた60年前、数学の論文の多くはドイツ語、フランス語、ロシア語、英語等で書かれていました。私が1942年に発表した「マルコフ過程を定める微分方程式」の論文は戦時中ということもあって日本語で書きましたが、他の60余りの論文は、すべて英語で書いたものです。この論文も、戦後になって英語に書き直しましたから、今では英語の論文ばかりになっています。世界の各地で行なわれる学会の

用語も、発表される論文も、すべて英語になってきており、これは数学以外の分野についてもいえることだと思います。こうした科学の世界において、誰もが信頼できる数学辞典が、先ず日本語で編集され、それが英語に翻訳されるのを世界中の科学者が待っているということについては、日本の数学全体のレベルの高さを示す指標として、執筆と編集に携わった数学者の一人として誇りに思っています。

ここで、日本語版、英語版、双方の編集・執筆・校正・索引資料等において御協力を得た方々が、いずれも、ご自身の専門分野の業績において、この数学辞典の多くの頁を飾っておられる方々であるということが、この辞典の比類ない声価の源となっていることを申し添えて、企画以来終始惜しめない協力をしてくださった方々への感謝の言葉としたいと思います。

また、余談になりますが、日本語は、目で読むのには効率のいい言語ですが、話し言葉としては、同音異義語の多さや論理関係のあいまいさを補う説明が必要です。数学者どうしは黒板や紙に書きながら話すのが好きな上に、数式は万国共通ですから、一般の場合よりはマシですが、大学の数学科に入ったばかりの学生と講義をする先生との間には、かなりのコンセプション・ギャップがありますし、プリンストン高等研究所などの偉い先生の中には、論文を書くような態度で講義をされる方があります。

1994年度の京都賞の受賞者、アンドレ・ヴェイユ先生もそのお一人でした。先生は黒板いっぱい書いて話されたあと、ああ、これは間違っていたと、すっかり消してしまい、廊下に出て考え直されてから、また戻って講義されるのです。既成の方法によらず、全く独創的に考えながら話される訳ですから、それは、やはり名講義というべきで、聞く方も数学者ですから感動します。感動しますが、一度講義を聞いただけで完全に理解できる訳ではありません。家に帰ってノートを見ると、そこから微かに美しい音楽が聞こえる気がするのですが、いつのまにか何も聞こえなくなってしまうところもあって、非常に情けない気持ちになります。そんな時に、この数学辞典があれば、美しいツナタが再現できると思います。この辞典の編集は、私が池の水や空の雲を眺めて過ごす時間の中で得た直観を、数学的論理として展開しようとする時、直観と論理のバランスをとる指標となった先人たちの仕事を、後進に伝える意味でも、本当にやりがいのある仕事でした。

近年、私の数学の論文という「楽譜」から、私の予想しなかった響きを聞き取って、新しい発想を加え、あるいは独自の展開と飛躍による作曲や演奏をされる研究者が増えてきました。それは数学の論文の中にしか聞き取れない音楽を演奏して、多くの人に聞かせることができるというような魔法の楽器ではありませんが、抽象的な数学の世界

と現実の世界をつなぐ仕事を記述する「新しい楽譜」に違いありません。そのような「新しい楽譜」が相次いで発刊されたことは私の望外の喜びでした。しかし、それもすべてが有機的につながっている科学の世界の「楽譜」である限りにおいてであって、私が想像もしなかった「戦場」において「伊藤理論が使われることが常識化した」という報せを受けた私は、喜びよりは、むしろ大きい不安に捉えられました。その報せは、最初は1997年の秋、アメリカの友人たちから、次には、同年の暮に私を訪れた東京のテレビ・チームからもたらされました。アメリカからの手紙の一つには、こう書いてありました。

数学科の優秀な学生の進路がすっかり変わってしまいました。我々の時代には数学者のタマゴは、大抵、数学者になりましたが、今では、彼らは、経済戦争の勇敢な戦士になるのです。アメリカ軍の戦士は「伊藤理論」というレーダーで照準を合わせて砲弾を発射しているのに、日本軍の戦士はブルーベリーを食べて夜間視力を増強し、経験とカンと精神力で応戦しています。数年前まであれほど優勢を誇った日本軍も、いまや劣勢いかんともし難く、敗走に次ぐ敗走を重ねています。我々は、貴兄を始め多くの日本人数学者と、半世紀以上にわたって実り多い交流を楽しんできたアメリカ人数学者として、非常に複雑な心境です。おそらく日本軍は壊滅する前に「伊藤理論というレーダー」の存在に気付き、たちまち有効な反撃を開始するでしょう。そうになると、戦局は拡大する一方です。

ここから彼の手紙は、かつてアジアばかりか世界に翼を伸ばして成長著しかった4頭のドラゴンが故郷へ撤退していく様子を、ロシア情勢を背景に語っているのですが、ここでは省略して、彼の手紙の最後をご紹介します。

幸か不幸か、「伊藤理論」はレーダーであって、原子爆弾ではありませんから、一発で戦争を終わらせる力がないことは確かですが、そうになると、どのような形でこの戦争を終わらせ、その後どのような戦後が来るのか、今は誰にも判らないのです。

手紙を読んだ私は、思いもよらない内容に茫然としました。私は、これまでの人生において、株やデリバティブはおろか、銀行預金も、定期預金は面倒なので、普通預金しか利用したことがない「非金融国民」なのです。妻によれば、我が家の財政は、定期預金と普通預金の利息に差があったときには、預金残高が殆どなく、預金残高に少しは余裕の出てきた昨今は、どちらに預けても利息は無いも同然とのことです。あれこれ

心を使わなかったのは賢明だったと思っている有様でした。

とりあえず、私は友人に返事を書いて、彼の間違いを指摘してやりました。「私が数学者のタマゴから雛鳥になりかけていた頃、日本軍の戦士が夜間視力の向上のために食べていたのは、ヤツメウナギであって、ブルーベリーなどという英米語食品ではありません」とまで書いたとき、私は、彼のトールキンのホビット戦記さながらの迫力ある報告に比べて、私の指摘の貧弱さに愕然としました。私は、彼の報告に対するコメントは諦めて、近ごろの日本の学生のことを書くことにしました。

日本でも、我々の時代の数学者のタマゴは、みんな数学者になりました。私の大学の同級生も全員が数学者になり、「岩波の数学辞典」の頁を飾っています。しかし現代の日本では、数学がよくできる高校生は数学者のタマゴにすらなりません。実際、「数学オリンピック」などで金メダルを取るような高校生は、数学科には来ないで、医学部へ行くそうです。

私は、いつものように、「これを能くする者は、これを好む者に如かず。これを好む者は、これを楽しむ者に如かず」とつぶやいては、「与えられた問題を早く解く能力があるだけでは、よい研究者になれません。自分で問題を見つけ、自分のやり方で考えるのが好きな学生が、何年かかっても、考えること自体が楽しいというような仕事をしてほしいものです」などと、解説を加えています。私の見るところ、競争社会に生きる今日の学生は、頭の回転が早すぎて、一つの問題を30分以上は考えられないのではないかと思います。

一方で、私は、「伊藤理論が常識化している金融の現場」というのを一度も見たことがありませんでしたので、テレビのチャンネルを回して、「それでは、マーケットのディーリングルームからお伝えします」という声のする画面を見ました。宇宙基地さながらに壁を覆い尽くすコンピュータ画面が点滅する中で、動いている人影の動作や叫びの意味は解りませんでした。彼らが膨大な情報を前にして瞬時の判断を要求されているらしいことは判りました。30分どころか、時には3分、時には3秒でも遅れをとれば、何億、何兆という利益を得たり、損失を蒙ったりするのだそうで、「伊藤理論によるシミュレーション」など参考にしてヒマはなさそうでした。私は、私の見た画面が「伊藤理論をレーダーとする戦場」であったかどうか怪しいと思い始めました。

しばらくすると、意外なところから新しい情報をもたらされました。今度はアメリカの旧友からではなく、私の親戚の若者からです。彼は、「金融工学の旗手」となるべくアメリカで勉強中なのですが、3秒などと悠長なことを言っているようでは、この戦場の苛烈さ

が解っていないと、私の時代遅れを指摘し、「今や百分の1秒台の争いです。オリンピック競技のスピード記録並みなんです」と教えてくれました。「伊藤理論」を活用すべき時間はますます短くなって、限りなくゼロに近付いているようです。恐らく、理論がすっかり頭に入っているだけでなく、頭と手と指先を同時に働かせる能力を持った若者を大量に動員して、全員必死で戦っているのでしょう。このような戦場で、一瞬にして巨万の財貨を得たり失ったりしている若者たちの姿を、時代遅れの頭で想像しているうちに、私は子供のころ愛読した芥川龍之介の『杜子春』を思い出しました。

かつて私にも、誰よりも速く問題を解いた少年の時代がありました。半ば神話に埋もれた故郷の町で「数学者のタマゴ」と目されていた私が、数学者という「詩人」の道を歩み続けていなかったら、あるいは1942年の二つの論文を武器に、戦後のブラック・マーケットのシミュレーションを工夫し、時には一夜にして巨万の富を築き、時には空腹を抱えて洛陽の門に佇む「昭和の杜子春」となっていたかも知れません。

私は、如何なる時代の、如何なる名のもとに行なわれる戦争にも反対したいと思っておりますが、ここで「経済戦争」にも反対したいことを付け加えたいと思います。といっても、経済の何たるかが解りませんので、ホモ・ロクエンスの友である広辞苑で「経済」の項を読んでみました。①国を治めて人民を救うこと。経国済民。(これは私もよく知っている古典的の意味ですが、次に書いてある現代的意味も立派なものです。)②人間の共同生活の基礎をなす物質的財貨の生産・分配・消費の行為・過程、並びにそれを通じて形成される人と人との社会関係の総体。と書いてあるのです。「経済」の意味がこのように総合的なものである以上、「経済」の一部である「金融」から、更に派生したらしい「金融派生商品」や、そのディーラーの名のもとに行なわれる戦争を一刻も早く終わらせて、有為の若者たちを数学教室に帰していただきたいと思うのは妄想でしょうか。たとえ、彼らが志願兵であったとしても、あの杜子春でさえ桃の花咲く田園に帰っていったのですから。

人は皆、絶え間ない偶然に支配されつつ、時間の中を歩んでいます。その歩み方の拠り所となるのは、その人自身の価値観にほかなりません。数学の論文を読んだり書いたりしている数学者は、いわば、そこで楽しく遊んでいる訳ですから、「数学という厳密で美しい言語を愛するホモ・ロクエンス」であると同時に、よそ目には、「現実離れた世界に遊んでいるホモ・ルーデンス」でもあることは明らかです。

近世以後は「遊ぶ」ことにも人間の本質が見いだされたといっても、数学者も「詩人たち」も、周りに衣食住の心配をしてくれる人がいなければ、ホモ・ルーデンスとして自分の「詩」を楽しんで生きることはできなかつたでしょう。無心に遊ぶ子供たちのような彼ら

を見守り育ててきたのは、「道具」だけでなく生活に必要なあらゆる物やサービスを、自らの手で作り出してきたホモ・ファーベルたちでした。歴史上いずれの時代にも人間社会に役立つ資財とサービスを提供してこられた多数のホモ・ファーベルの方々と、60年以上にわたって私の最も身近なホモ・ファーベルであった妻に、心からの感謝を捧げたいと思います。

私が確率論と歩いたのは、60年という時間でしたが、同時に、stochastic process というプロセスであり、sample path という道でもありました。私が1954年にプリンストンで出会ったマッキーン(H.P.Mckean)との10年に及ぶ共同研究をまとめて、1965年にドイツのシュプリンガーから出版した本のタイトルは、“Diffusion Processes and Their Sample Paths”というものでした。その間に2人とも、日本とアメリカの大学を往復して講義をし、他の問題とも取り組んでいるのですが、とにかく2人で10年間、同じ問題を考えていたのです。しかもその間、一度も10年の時間を意識したことがありませんでした。仕事が終わったと感じた時、気がついたら10年が経っていたのです。

日常のことでは無頓着か性急な慌て者かの、どちらかである私が、自分の研究においては、持久力のある歩み方をすることができたのは、私にそのような環境を用意して下さった多くの方々の御蔭であることは、いうまでもありませんが、もう一つ付け加えれば、私の父の影響があるかもしれません。父は歴史と漢文の教師でしたが、師範学校時代には運動は万能選手の観ありといわれ、中でも水泳は観海流の達人でした。観海流はスピードは出ませんが、遠泳に適した古式泳法で、10時間から12時間かけて20キロを、24時間かけて40キロを泳ぎきるのです。私の卒業した旧制神戸中学には、父のほか数人の観海流の達人がおられ、その指導を受けた私たち卒業生は全員5キロ以上泳げるようになっています。

それは、たぶん、古き良き時代のホモ・ルーデンスの道だったのでしょう。仕事の能率や仕事のスピードが、これほどまでに要求される時代にあって、自分の仕事を楽しみ、自分の仕事に遊び、そして時に雲を眺めて生きることは不可能かもしれません。86年前に漱石の三四郎を脅かし、60年前に私を脅かした、東京の、そして世界の、時間の進行はますますスピードを上げつつあるのですから、ホモ・ルーデンスを自認する「詩人」が生きる場所は、やはり遥かな未来の森の中にしか見出だせないかも知れません。「たぶん、そうかもしれない・・・」そうつぶやくと、それが「確率」だと今更のように思いました。Wahrscheinlichkeit も probability も日常の言葉です。明日の天気を予想し、自分を離れて行く stray sheep の心を忖度し、本当のところは判らないけれど、「そうかもしれない」と思って、待ったり諦めたりして生きていくのです。

日常の確率の世界はセンチメンタルですが、確率論は違います。確率論の歴史は17世紀のパスカルとフェルマの往復書簡に始まり、以後、数学的にも哲学的にも多彩な論争を経て、現代の数学者の主たる関心は、確率の直観的意味や実際的意味にあるのではなく、確率を支配する論理法則あるいは数学理論と、その理論の適用による偶然現象の理解にあります。パスカルについては、私が、1962年にフランスのクレルモン・フェランで開催された「パスカル没後三百年記念国際会議」に招かれて記念講演をしたことなども、お話したかったのですが、もう、時間がなくなりました。

時間と空間の森の小道を彷徨いつつ、60年を確率論と歩いてきた私は、この原稿を書きながら、頭の中でもう一度、私の時間を歩きました。現実には、歩くことが出来なくても、頭の中で歩くことが出来て幸せでした。私は文字通り「考える葦」になったのです。ご静聴ありがとうございました。