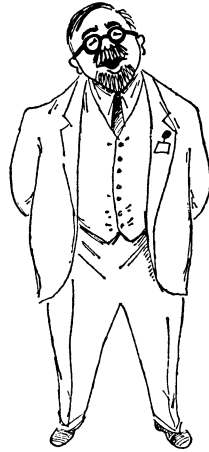


五 N・ウィーナー

数学者ウィーナーの歩み

数学解析から

私の学究生活の始まり（アルファ）に位置する外国の学者を一人あげるなら、私は数学者ウィーナーをあげなければならない。氏の名前を、私をはじめて知ったのは、東京大学理学部数学科の学生であった一九三二年ごろのことであった。当時私は、概週期関数に興味をもっていたのでH・ポアのアクタ・マセマテカ45（一九二五）、46（一九二五）、47（一九二六）に出た三篇の有名な論文を勉強したり、A・ベシコヴィッチ等々の仕事をみたりしているうちに、概週期関数に縁のふかい調和解析の仕事をしているウィーナーの一般調和解析の研究にも当然関心をもつようになった。



ウィイナー Norbert Wiener (1894—1964)

一八九四年一月二六日、米国ミズリー州に生まれる。父は後にハーバート大学の言語学教授となったレオ・ウィナー。この父により天才児教育をうけた。一九〇一年から一九一一年コーネル大学、一九一一年から一九一三年ハーバート大学に学び、一九一〇年哲学博士となる。奨学金を得て一九一三—一九一五年英国ケンブリッジ大学に学び、有名な哲学者ベルトランド・ラッセル卿および数学者ハーデイ教授に学ぶ。その後、ハーバート大学で私講師になったこともあるが、GEの社員、百科辞典寄稿者、米国防陸運射撃場勤務、ボストン・ヘラルド新聞社員など転々として職をかえたが、一九一九年マサチューセッツ工科大学(MIT)の講師に迎えられたからあとは、助教授、準教授を経て一九三二年正教授となり、それ以後一九五九年定年まで終生MITを離れなかった。その間、北京大学、メキシコの大学、欧州各地の大学、インド統計研究所などに客員教授等となり、わが国にも一九三五年および一九五六年の二度来訪された。ウィナーは、一般調和解析、ブラウン運動論、フィルタの理論などにおいて、画期的な貢献を与えた世界的な数学者として、第二次世界大戦以前から、わが国の数学界でも著名であった。しかし広く世間に知られるようになったのは、サイバネティクスという新しい学問分野の創建によるのである。

戦後は、この学問分野の開拓に全力を集中され、非線形理論を一九五八年発表された。晩年は脳研究にとくに関心を深め、一九六四年アムステルダムのアランダ脳中央研究所に客員教授に招かれ、一九六四年三月一八日ストックホルムにおいてふとした事故のため急逝された。

なぜ東京大学の伝統でもないこの方面に関心をもつようになったか。私は仙台の第二高等学校出身であったせいもあって、東京大学学生時代も、当時「もりの都」といわれた静かな仙台がなつか

しく、よく訪ねた。東北大学は、当時から解析学ではフーリエ解析の研究の世界的な一つの中心地であった。この方面のことを、私の手を取り導いてくださった先輩が、東京大学にも東北大学にも、いたわけではなかったが、当時三十歳そこそこの若い泉信一博士からうけた刺激は大きかった。そこに山があることを教えてくれた。登ってみようという気をおこさせられた。東北学派の労作、陳建功博士著「三角級数論」、泉信一博士著「デリクレ級数論」は、私なども、ともかくていねいに読んだものである。しかしフーリエ級数論の研究者になろうとは一度も思ったことはない。ただその延長線の上にある、準週期関数論には心をひかれたのである。

大学の最終年のセミナーは、吉江琢児教授について、このポアアの概週期関数論とファン・デル・ヴァルデンの連続群とをやった。一九三四年東京大学卒業のころ、私は関心はむしろ関数方程式であった。大阪大学で、南雲道夫教授の研究室にご厄介になることになってから、当時発展しかけたバナッハ空間論の勉強をしたり、ヒルベルト空間論を読んだりして、まもなくとり組んだのが、南雲教授提出の関数方程式の問題である。この問題のおこりは、じつは意外なことであった。小倉金之助博士の著書のなかに、つぎのような関数方程式を満足する連続関数 $f(x)$ を求める問題がある。

$$f(x) = \frac{1}{2} \int_{-1}^1 f(x+t) dt, \quad (-\infty \wedge x \wedge \infty)$$

明らかに任意の一次関数 $f(x) = Ax + B$ (A, B は任意の常数) はこの方程式の解である。しかしそれ以外にも指数関数 Ce^{ix} の形の ψ ので解がある。ここに λ は

$$1 = \frac{1}{2} \int_{-1}^1 e^{ix} dt = \frac{e^i - e^{-i}}{2i}$$

を満足する λ であればよい。関数方程式は線型であるから、一般解は果たして、このような基本解ともいべきものの一次結合として表現できるだろうか、という問題が当然おこる。このようにして、南雲教授は、これを一般化して線型移動可能作用素の概念とか、これに関する周積分の概念を導入された。これに関して展開定理とか収束定理とかを樹立することを問題として提出された、南雲・福原両氏を中心とする東京大学の関数方程式論の問題意識と、泉・河田(竜)氏らの東北大学の調和解析の技法と、そうしておそらく当時ようやく数学解析のなかで大きな位置を占めようとしていた、大阪大学における三村・吉田両氏らの関数解析への傾斜、こうしたものが、南雲問題の決に、年少浅学の私をして集中させる気をおこさせたのであろう。そうして、そうした集中密度の高い研究生活の初期に、ウィーナーのいくつかの論文、そうして、間もなくあらわれたウィーナーの著書が、私の愛読書というよりは、むしろ常時身辺より離れぬ伴侶となっていたのである。

当時大阪大学数学教室には、池原止戈夫博士が大阪大学講師としておられた。博士はウィーナー教授のもとで研究され素数論で有名な論文を書かれたかたである。池原氏を通じて、ウィーナー教授

のことは、いろいろお伺いすることができ、初期の論文にもほとんどれなく触れることができた。こうして私にとって関心の的になりつつあったウィーナー教授に、はからずもお会いできたのは、一九三五年夏、教授が中国北京大学に客員教授として招かれてゆく途中、日本によられたときであった。神田一ツ橋の学士会館で、ウィーナー教授歓迎の晩餐会が催され、高木貞治先生はじめ東京大学数学教室の方々が多数列席されて歓談の一夕を共にされた。私たち弱輩もこれに列席させていただいた。そこではじめてお目にかかったウィーナー教授は、四十一歳の壮年、精力横溢のころである。肥満で、アゴヒゲをはやしている。数学者というと、繊細で神経質な、やせ型を予想していたのであったが、これは予想に反して野人の感じがする。そのうえ、眼鏡のかけ具合といい、話のしぐりといい、なんとなく間が抜けて、ギョチなくおかしい。こんなのが第一印象であった。晩餐会のあと、池原氏に伴われて、ウィーナー教授を送って上野駅までいった。仙台へ行く汽車をまつ間、待合室ではじめて直接話をする機会をもったのである。これがそもそも英語で会話したはじめてであったから、池原氏に助けってもらったとはいえ、まことに覚束ないことであった。私はまだ大学を出て二年もたっていないときである。

ともかく、私は当時やっていた関数方程式の問題について説明した。ウィーナー教授は、それなら、何年に出た私の論文のこれこれを読むといいという調子である。じつは、それは自分はまだ読んでいない。その方法では、いま考えている一般的な展開定理がえられないからこそ、こちらは苦心

している。問題のポイントがどうも先生には通じないらしい。いささかがっかりした。これは、あとではさして重大に考えるほどのことではない。なぜならウィーナーは、どうせ独立無関係な他人の仕事にそれほど関心をもつような学者ではないらしい、どこまでも自分の問題だけを追究するタイプの学者であるらしいと悟ったからである。むしろ第二の話題として、ブラウン運動についてもお話を伺ったが、その方がのちのちまで私の印象にのこった。このとき、ブラウン運動を、酔っぱらいの歩行ぶりにたとえて、じつに親切にいねいに説明してくれた。

当時、わたくしたちの大阪大学の仲間では、微分方程式、位相解析、関数論の研究者はいたが、まともに確率論を研究しているものは、皆無であり、私はウィーナーの不規則運動の解析（一九二六）のあることも知ってはいた。微分空間（一九二三）というのも知ってはいた。これは独創的であるが、腕ずくでやってみせて、なにか特殊なことをやっているが、正統な数学に位置づけられるものとは、当時は思えなかった。正統な数学の主流にあるのではなく、いわば異端である。それで、ウィーナーがなぜ、こんなに一生懸命に酔いどれの話をするかが、不思議であった。いまから思うと、これはまったく当方の認識不足というものである。つまり、ウィーナーの調和解析論、線型移動可能作用素論（彼はそういう術語は用いていないが）とウィーナーのブラウン運動論とが、一九三六年ごろまで、じつはわたしの頭のなかでは、今から考えるとどうも有機的に結びついていないのであった。

この有機的な結びつきが、理解できるようになったのは、私などにとっては、かなりあとになってからである。数学修業のはじめ——アルファーにあらわれたのがウィーナーであったが、一九六〇年時代になってはじめてウィーナーの理解のために、統計学的接近というものが不可欠であることを、痛感するようになった。では、その有機的な結びつきはどうか。これから若干の紆(う)余曲折をたどりながら、そこによくやく到達する。このことを以下にのべたいと思う。

確率論から

一九三五年ごろ大阪大学の数学教室は、数学解析の方面では、清水辰次郎(関数論)、南雲道夫(関数方程式)、三村征雄(位相解析)、池原止戈夫(フーリエ解析)、吉田耕作(位相解析、関数論)角谷静夫(位相解析、関数論)の諸氏がおられた。大阪大学は全国紙上談話会を毎週発行したが、その大半は大阪大学の研究者によって執筆され、しかもそのうちの七割ぐらいは、これらの大阪大学解析グループによったものである。じつに研究の活発な時期であった。

こうした仲間に、一つの転機があったのは、一九三七年ごろと思われる。当時わが国で、確率論の研究者はほとんどないかった。しかし、海外では、近代確率論の測度論的な基礎と発展とが、行なわれていた。勉強家ぞろいの気鋭な当時の大阪大学グループが、いつまでもこれを見逃すはずはなかった。吉田、角谷両氏と共に、私も一緒に確率論の勉強グループをつくり、入門から勉強をは

じめたのは、一九三八年からである。

A・コルモゴロフの公理系にもとづく測度論的な確率論、H・克蘭マーの「独立確率変数論」、E・ホップの「エルゴート理論」、このへんまでは、グループで一緒に勉強したように思う。吉田、角谷両氏のマルコフ連鎖の研究は、こうした勉強のあとにつづくもので、たちまちにして世界的な水準に追いつき、第一線の業績となったことは周知の通りである。このころ、私はひとりでP・レビイの確率論の勉強にとりかかった。これはなにしろ難解なものであった。そうしてこの勉強を通じて、ウィーナーのブラウン運動論、すなわちウィーナー過程にふたたびお目にかかったのである。一九三八年ごろには、確率過程という概念に対しても、だんだん理解者がふえてきた。ブラウン運動について物理学者ペランの分子運動の解説をもとに、イメージをハッキリさせながら、ウィーナーの理論へゆく道筋をたどってみることも試みてみた。レビイの独立確率変数論から、確率過程論へと進めば、ウィーナーのブラウン運動の理論の位置づけもできてくる。こうして、私などにも、一九三八年ごろには、ウィーナーとの最初の面談のとき伺った酔っぱらいの話の意味が、少しは、わかるように思われてきた。

ところが、今から考えてみると、ここまで来ながらも調和解析の大家としてのウィーナーと、確率過程論の開拓者としてのウィーナーとが、どうも、きつちりと、私の理解のもとでは一つのイメージのなかに結びついていなかったといわなければならない。さらに、線形移動可能作用素につい

ての論述は、ウィーナーの調和解析論において、濾波器の理論としてたえずお目にかかるのであるが、その当時私自身は、関数方程式論の立場からだけ見ていたせいでもあろうが、しつくりと確率過程論とはなかなか結びつかなかったのである。これはいまからいうと、おどろくべく愚かなことなのだが、ウィーナーの全体をとらえるのに必要なあるものが、その当時の私には欠けていたというほかはない。

統計科学から

もう四分の一世紀もたったことだから、一九三九年ごろの自分自身のことを、他人ごとのように私もみることができるともりである。もし、過去を今からふりかえって、多少でもなんらかのお役に立つことがあるならば、それはおそらく何故にこの程度のウィーナー理解にとどまっていたかの原因をたずねることから得られるのかも知れない。

私は基本的には解析数学の発展要因のとらえ方に問題があつたように今では思うのである。その当時の数学解析学について、私は、どんな感想をもっていたであろうか。今から六年ほど以前一九六〇年ごろ、大阪大学時代の思い出をつづつた私の手記（未発表）につきぎのようにある。

「私はNさん、K君、N君のように根っから数学にうち込んでゆけないで、なにガチゴチと岩にぶつかりながら、流れに向かって泳いでゆくような進み方しかできなかった。わかりも悪いから、

面白くないし、そのうえ、かりにわかったとしても、それはいったい、なんのためにやるかという批判がすぐ自分の心におこる。もちろん、卑近な実用主義の見地からなるのだという反問というわけではないのだが。そうして、そのころ顯著であった数学の抽象化運動に対しても、なにか心の底から、もつともだとは思わなかった。バナッハ空間論は、赤ん坊のためのウェーファーのようで歯ごたえがない。ヒルベルト空間論も、あまりにも特殊的な感じがする。束論などは、まず、なぜこんなものを、まともに研究するのか、気になる始末である。数学的な才能に恵まれた先輩同僚を身近にみていると、自分などはそうした才能がまったくないということがハッキリ自覚できたのであるが、その反面、目前にある新しい数学と称するものの動向が、ながい数学の歴史の方向からみて、いったいなにを意味するのか、科学のなかでどんな位置を占めるのか、それをまず知りたという欲求が、ある意味では、さまざまにもなっていたようである。

その一方、「線型移動可能関数方程式とこれに付随するコーシイ級数論」にも、かなり熱中したが、それがまがりなりにも、主論文およびいくつかの論文にまとめられてからあとには、ここでも自己批判にかり立てられなければならないなかつた。いったいこのような関数方程式はどういう根拠があつて、研究しなければならぬのであろうか、微分方程式には力学という基礎がある。それに対して、自分が夢中になつてやつた関数方程式は、これを解かなければならぬという問題が、物理学でも生物学でも、さらには経済学でもよい、どこかにあるだろうか。そもそもそんな関数方程式を満足す

るといふようなメカニズムは、本当に確実に知りうることであろうか。」

この手記を読み返してみると、人工的なコスモス(秩序)の世界に、なにか不満と不安をもっていたかのような印象をうける。そうして実在そのものももっていたケオス(混沌)のなかに飛びこんでみなくてはという志向があった、とでもいえるかも知れない、もっと実態をありのままにみようと気があったようでもある。断わっておくが、これは大阪大学解析グループに共通していたというのではない。ただ少なくとも私自身は、いまからみると、たしかにそんな志向を帯びてきつづつたのであろう。関数方程式から確率論へ、確率論から統計学へ、それは一面においては、自身の才能に適応するものを捜し出そうとする過程でもあったであらう。しかし他面において、数学は結局は模型なのだ、模型のもとにある現実的なものとの対応といったことが関心事となったことも、否定できない。もっとも、模型がなければ実在もまた理解しえないこともいうまでもない。

このもたもたした話は、私自身にとってはウィーナー理解を進めるのに、じつはたいへん関係のあることである。

というのには、数学者ウィーナーの仕事の意味が、どうにかわかったのは、私などには、統計学を勉強しておいて、その目で見直してからである。しかも一九三九年から一九五〇年ごろまでの十年余りの無縁と隔絶とのちにおいてであった。その間において、ウィーナー教授の米国と、日本との間には、一九四一年から一九四五年まで、太平洋戦争があったし、それからあの数年、日本には

敗戦後の虚脱と、荒廃と、そうして労苦にみちた再建とがあった。こうした事情のなかで、一九四〇年以後私の仕事は、ほとんどまったく統計学のことであった。標本調査、品質管理、実験計画、いずれも統計学を基盤とするものであるが、他人からみたら、調和解析とも確率過程とも、まったく違った世界のようにみえないでもない。いわんや、関数方程式論とはまったく縁もゆかりもない世界のようにもある。

こうした私ではあったが一九四九年ごろ東京にあって米国寄贈の図書館資料などを通じて、ウィーナーには、戦後二冊の著述のあることを間もなく知った。それは戦後の荒廃のなかで、一日一日を生きることが精一杯のころである。

後著⁽²⁾は、数学専門書で、非常に読みやすかった。前著⁽¹⁾は、手にしたとき、これがあの数学者ウィーナーの仕事なのか、じつは大きなおどろきであった。そのフィルム版を、東京から福岡へ帰る汽車のなかで、あちこち終夜眺めながら帰ったことを、今でも覚えている。しかしこの本は、非常に多方面にわたる著述であるだけに、容易に一人では読みきれぬものでもなかった。そこで、九州大学で物理学者の渡部信夫、小野周両氏と一緒にセミナーをやって、どうにかこうにか読みおえた。さらにそのうちに「人間の肉体的な使用」⁽³⁾(一九五〇)を読む機会もできた。

このようにして、戦後になってはじめて数学解析の大家としか思っていなかったウィーナーという数学者が、どんな思想をもち、どんな意図をもっているかを知りうるようになってきたのである。

そうしたなかで、私にもっとも印象的な一つの言葉があった。それは「通信工学における設計の問題から、統計力学の一分野とみられる一つの統計科学をつくりあげることになった。」(文献①十七ページ)

そうして、このなかに、私にとっては、ウィーナーを解く第一の鍵があったのである。ウィーナーを解くには、さらにいくつかの鍵が必要であると思うけれども、まさしく第一の鍵はここにあると思われる。

一九五〇年以来、日本学術会議で境界領域討論会が第四部で行なわれたとき、サイバネティックスをとりあげてもらった。私はその世話役をひきうけ、多くの分野の方々に参加していただき、第一回は東京大学で、第二回は九州大学で開催し、そのときの講演は、「サイバネティックス」(一九五二、みすず書房)「続サイバネティックス」(一九五五、みすず書房)として刊行されている。ウィーナー教授に、この第二回シンポジウムを知らせたとき、成功を期待するという趣意の手紙を私によせられ、わが国の研究に関心を示された。そうして、そのうち、ふたたび教授をわが国にお迎えできる日がきたのである。