

《研究ノート》

エレクトロニックス(電子工学)

の社會科學への影響

—社會における生理學的なもの—

杉田 元宜

一 はしがき

近代技術の中で社會に影響する所の最も大きいのは、實は電子工学を中心とする發展で、原子力問題もこれと關係の深いものである。その波紋はオートメーションなどとなって、産業組織をゆすぶり、重大な社會問題を起すだけでなく、學問の領域にも及ぶ勢になっている。

社會科學としては、電子工学は一つの『補助手段』にすぎないし、手段としても昔と比べて程度の差かも知れない。しかしその程度の差や手段の發展が、學問自體を根本的に變えることだつて、自然科學の例からみてあり得るのである。例えば統計資料などの集計や整理が短時日に行われるかどうかで、その意義が一變するが、中でも私はテレタイプの活用に心ひかれるの

である。例えば地方の支店でこれをうつと東京の中樞でテープが作られ、直ちにテープコントロール・カードパンチャーがはたらき、一方では統計器械などを自動的に操ると共に、他方でテレプリンターを介して會計簿にタイプしている。逆に中央からの指令やデータは末端に及んでいる。この方法が社會全般に行われるようになると、資料の面だけでも社會科學を一變させ、實證科學として搖ぎない地位を確立させるであらう。

他方このような高價な(貸與費など含めて)裝置を採用しても、どれだけ活用されているであらうか。小銃の戰術的採用は信長の獨創に負うているが、機械化の方面での新機軸は一部の技術者や事務家の努力だけでは成功しない。會社全體または社會全體がその意義を認識してかゝることが必要で、新機軸の基礎となる經營學的理解や背景と共に、新事態に對する社會科學全體の對應と普及が望まれるのである。

社會の動きの數量的な把握が進むにつれて、數值的な計算と共に、大局を近似的に扱う計量計算機もほしくなる。例えば經濟のフィードバック系に對して自動制御系に似たモデルが考えられている。他方今日新型の飛行機を設計するとき、電子管式シミュレーター(一種のモデル計算機)を使うが、できた飛行機に慣れるために、今度は計算機を相手に操縦訓練をするそうである。こういう訓練は經濟の學徒にも有用であらう。即ち適當なモデル計算機を相手に、フィードバック系がどのように反應するか、その性狀や機能にあらかじめ感覺的に親しんでお

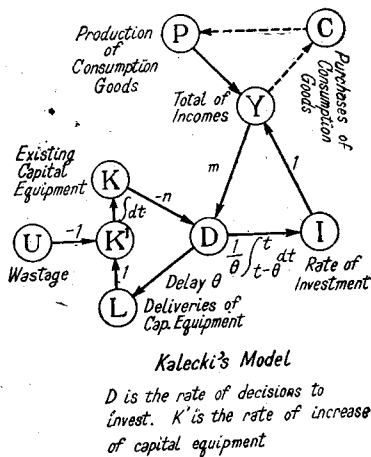
くのである。
 他方そういうモデルの限界とか、生きている社会との関係などが反省されてくる。こゝではこの反省をもとに二、三の文献を紹介してみたい。

二 社会における生理学的なもの

今日の自動計算機が計数型と計量型の二種に大別されることは片岡氏の紹介にもある通りで、前者では数字が電気のパルスとして送られ、それを流れ作業式に加工して行く様子は一種の自動工場である。数字の代りにある意味をもった内容を信號化して送ると、このような工場で論理的な演算を行わせることもできる。そこで海上で信號簿を使うように、社会でも経済的事務的な内容を適當に信號化すると、いろいろのことが機械化できるはずである。他方社会というカラクリの中にある人間は、公人としては實にこのような『機械を代行』させられている。官僚などよい例であるが、経済の動きも大観すると、ある意味で人的要素はパラメーターの變化に反應する存在で、その變化を情報として受信し、判断を行っている所は、例えば所得の變動(信號)を消費の變化へと信號の變換を行っている社会の要素に他ならない。

他方社会生活の中で、經濟觀念や社会心理的な面でも類型化が行われる。こういう類型人または平均人でおきかえてみると、社会は信號傳達の一種の機械組織になる。これに適當なグ

研究ノート



も、ヒックス・モデルにも持つて行ける。經濟學ではこの『仕方』が問題となるであろう。次にタスティンの著書に従ってその一例を右にブロック線圖であげておく。計量型は精度はおちるが大局を見るには便利で、實際の社会で各人が計数型に似た形式で判断している所を、平均人でおきかえ近似的に大観しようというのである。電氣工學の立場からこれに關心をむけた例が右のタスティンの著書で、經濟學の方ではグッドウィンのものなど知られているとおりである。こういう機械論に嘔吐をもよおす人もあるだろう。しかし私はその意義を然るべく評價したいのである。

このモデルは(a)一應社会の性質を比較的よく表わしている

ルーピングを行ってパラメーターを簡略化し、近似的に大観するとシミュレーターや計量計算機がでる。この簡略化や近似化の仕方ではケインズ・モデルに

きでも、その社會が我々の生活目的に適しているかどうか、は機械論では何ともいえない。(b)どのように改良したらよいか、改めるとしてもその手順などはわからない。(c)消費性向などの定数は所與として受取るので、これをどのようにきめるかは、社會科學の背景がないときまらない。(d)定數や與件は當然固定的だから、變化や發展は理解できない。(e)平均人では社會に追隨するだけで、個人の歴史をリードする性質などは理解できない。

これら當然の缺點はあっても、こういう純粹經濟的なモデル的思考に、私は生理學的な役割を感ずるのである。今日の生理學は決して機械論ではない。それは生物學の一部門ではあるが、生命の根本問題などと店をやたらに擴げないで、研究分野を物理的化學的に絞りながら、生現象の機能面を説明し、かつは生物學の進歩の一據點になるうとしている。社會科學でも、經濟的なフィードバック系の機能や性質の生理的な面を究める『社會生理』ともいふべきものが、全體のための一據點となり、兩々相まって發展するという考え方は不可能であろうか。

例えていうと年頃になり人生の春を知るのが生物學的とする、勞働すると酸素消費量が増すようなのは生理學的である。また病弱な妻君の夫が浮氣するのが生理的だとすると、四八歳の抵抗には、人生の終末に近づく個體(男性に限る)の生物學的なものが感じられないだろうか(更に社會科學的な背景もあり、女性の場合は専らそうであろう)。生命の解明に依らね

ばならない問題と、比較的單純に一應割切れる問題とを、一つの陳列棚にさらすのは學問上得策ではない。社會においてもこういう區別があるのではなからうか。

特に短期の變動に對しては與件や諸定數は變化しないとみてよいので、こういう見方は有用であらう。またモデル的考察は教材と結びついて効果をあげるであらう。私は先日自動制御の模型で、フィードバックを過敏にすると亂調が起り、鈍感にすると追尾がおくれるのを(實ははじめて)眼のあたり見學したが、こういう感銘は社會科學の學徒にも貴重なものである。たゞ簡單な裝置でも八萬圓くらいはするし、經濟モデルに役立つようなものは、數千萬圓くらいりそうである。だがもしできるなら、社會という特殊なフィードバック系の生理を説明し、その特色に感覺的にも慣れておくことは教育上大切である。

三 計數型と計量型の使いわけ

兩者は別の範ちうのものようであるが、技術的にも實用的にも關係の深いものである。計量型のものでは物理法則に従って計算が自動的に進められるが、同じ計算を計數型で行うとすると、事務室のはたらきに似てくる。(これは列車運轉では連結器と緩衝バネの物理的な調節で各車輛が追隨するのに、市電式に單車運轉にすると、運轉手とモーターとを各々に配置し、人間の判斷に強くとよると對比される。)物理的には從來動

力の傳達だけを主に考えてきたが、最近の機械組織では情報傳達が重視され、事務機構に似た面が強くなっている。

また同じ計量型のものでシミュレーターは、我々の判断に譬えると勘に近く、具體的であるが一般性を欠いている。アナログ型や微分解析器となると、モデルとしての具體性を犠牲にしても數學の形に忠實になろうとして、一般性をましてくる。

計数型になると全くの抽象的な判断に似てくるが、その代り一般性をもち、概念判断に似たことも可能になる。

何れにしても今日の計算機は人間のある種の判断を代行する性能をもっている。これが工場で實施されるとオートメーションになる。例えば自動制御装置はそれ自體一種のモデル計算機にあたり、誤差信號に對し計量的な計算で『判断』して制御を行っている。他方工場や事務室で適當な記號化とプログラミングにより、状況の變化に應じて對策を發信させるのは計数型に近い判断になる。このように信號化されたあとは何れにしても機械的に行われ、判断の結果はスイッチやサーボ機構で物理的な作用となるが、状況を信號化するには、自動制御の検出部にしても、事務室の情況判断にしても、それぞれの作業の特色を理解した専門知識の背景が必要で、將來は事務系と技術系とに分類しかねる配置を生じ、管理技術者が新しい型の人的要素として登場するであろう。この方面の文獻も整えたいと思つてゐるが、最近圖書館で購入することになったものに、コズメッキとキルヒヤーの『電子計算機と經營管理』がある。機械それ

自體は從來の技術の結晶であらうが、これを經營や管理の目的に設計し、プログラミングやプロセッシングを行うには、經營と技術と雙方に理解のある雙方の分野の専門家の協力が必要になるのである。

計量型の文獻は比較的少い。まとまった單行本としてワスの著書が圖書館に入っている。

また我國では二、三の會社で特色のある國産品がつくられ、商品化されようとしている。精度は2%くらいから0.5%の程度で、計算尺かうまく行くと四桁の對數表を使った數値計算に匹敵している。高速型のものではテレビを見るように、計算の結果は一瞬にして受像面に曲線で描き出される。低速型は精度はよいが、巻紙に自記的に曲線を描いている。價格は數百萬からやすいので二〇〇萬圓くらいで、非線型の扱えるものは少し高價になる。また多元連立方程式や高階の微分方程式を扱うとき、元數や階數をますにはやはり高價なものが要求される。機械的または電氣的な微分解析機は精度は高い(0.1%程度)が高價なものは數億圓の程度になる。結局すべては價格と日本の工業力との相談ずくになるが、現在は發展の途上で優秀な國産機の現われる可能性がある。計量型、計数型を問わず日本のものは極めて優秀な面をもっている、外國のものばかりをもてはやさないようにして頂きたい。

交流計算盤や Stability Computer も計量型の一つとして、經濟解析に役立つであらう。線型計畫に考案された計算機もシ

ミューレタの一種である。その電子管式⁽¹³⁾のものは國產電子管の良否にかゝっているようである。電子管式に限らず機械式、または流體式の長所をとりいれて、安價輕便につくることも工夫されて然るべきであろう。

四 結論

電子工學を中心に考えたのは、敏速な點などで他に比類のない特色があるからである。しかし電子式に限らず一般に自動制御や情報理論(Information Theory)を中心とする技術は社會科學に生理學的な研究方法を提供するであろう。

こゝで平均人の考えは、統計熱力學の化學ポテンシャルに似た『方法的意義』をもっている。しかし動的な現象を十分に扱うには、平均水準より活性化された分子群が反應速度を決することを考慮しなければならない。そのように、平均人の水準からとびぬけた人々が社會で役割を果すのは當然であろう。またこの問題に反應速度論の考え方が參考になるであろう。

人的要素をモデルでおきかえられるのはある限度内でのみ可能なので、末期の帝國海軍では練度水準がおちると、あの特になカラクリが十分に動かなくなった。しかしある限度内⁽¹⁵⁾では人間を部分品とした一つのカラクリは、人間社會であつても『自然に動く物理現象やモデルと對應つけられる』のである。

もう一つ注意することは、自然法則にも逸脱を認める考え方ができることである。それは、法則どおりに動くとき、ある種

の物理量が極大または極小値をとる、として變分原理(最大原理など)で表現するのである。變分とは、いわば自然をして假に『法則を忘れた行動』をとらせてみるので、そのときは極値を外れ、かつ逸脱をひき戻す力や、現實の力ではないが分子統計的な復元作用が起つてくる。またこの變分のあたえ方如何で、短期の性質や長期の性質など、いろいろのものが引き出せるのである。この考え方は經濟學でも大切であろう。社會でも各個人は勝手なまねをするし、全體としても歴史的な法則性からの逸脱を示すであろうが、長い眼で見るとそれがまた自ら修正されて法則性を示し、發展も起ることになるであろう。ただ物理學などでは主として思考實驗によるか、特に Einstein はロバヤ雜音の觀測で問題としている『逸脱』が、社會科學では本質的な重要な問題となり得る所が、様子が違っている。

どのように精巧な裝置でも、判斷を行うことはないであろう。しかし今日では、ある種の『判斷』や『記憶』は、手足の動きが主體に對立するように、主體の側から客體的なものに移りつゝあるので、この言葉を機械に適用するのはさほど不適當ではなくなるであろう。この考え方は、平均人とか、明治の書生、現代の學生といった類型的なものに特に適合する。というのは、社會の法則性に適合するように、意識的または無意識的に訓練された個人の集りに、法則が認められるのは當然で、主體的な意志や判斷はマクロにはある程度打消しあつてしまふからである。他方こうしたカラクリの中に生き、訓練によって判斷

を行う下士官のような機械人間でさえも、自らの生活目的にもとずいた判断や、自分自身を設計し形成して行く多少の自由をもっている。また現在の社會が好ましいか、どういふ社會がよいか、という判断だけは機械化できない。機械は『生きてはいない』から、生活目的に立脚した判断や、設計や改良の意志などはもっていない。人間は自分自身及び人間社會のつくり出した機械だとしても、生活の目的や意欲のある限り、その主體性をうち砕くことはできない。こうして「應固定化した定數や與件（技術なども）から一步踏み出して、これらを變更して行く所に人間の主體性があり、そこによりひろい社會科學の分野が開けるのであらう。この山スキーを前提したゲレンデとして、私は生理學的な考察の意義を認めたいのである。物理學が力學を、また自然科學が物理學をゲレンデとしながら、考察を深めて行ったことを想い出すからである。

(1) 送信側でカナ文字タイプをうつと、受信側でテレブリンターがはたらき、またテープされ、このテープで自動的にカードをパンチするわけであるが、カナを使うための6列式のテープでアメリカ製の5列式に適應した統計機械などを扱う所に工夫があるようである。

(2) 片岡信二、一橋大學八十周年記念論文集上、P. 129

(3) 最近記號論理に對する關心が各方面に高まっているが、これが機械化されると、信號化された情報を扱う自動工場ができる。

研究ノート

(4) 翻譯機を考えると、これは例えば英語を信號化して、これをロシア語の信號にかえる變換裝置で、通譯は下手をするとそれを代行する人間機械になる危険がある。人間を信號變換器にたとえたのはこの意味である。

(5) A. Tustin, The Mechanism of Economic Systems (1953)

經濟モデルと制御系の類似にもとずいて、後者に利用され、特に電氣工學で發達した數理、例えばフーリエ解析や複素函數論の利用が經濟學にも役立つであらうといっている。中でもバルスの時間的遅れや幅のひろがり方や定差方程式の取扱方などに興味がある。

(6) どのような經濟體制がよいとか、一般に善し惡しというような主體的な判断は、このような考察の範圍外である。また何れがよいとしても、それに移行する手續や過渡的な過程の問題は更に厄介なことになる。それまで含めたモデルの考察は不可能でないとしても不便であらう。不便なものは原理的によくてもモデルとしての價値はない。

(7) $(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i) + (\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i)$ と考えて、平均人によるパラメータを α_1, α_2 などとし、それ以外のものによる分を β_1, β_2 などとしてみよう。短期の觀測に對しては $(\text{平均をとると}) \beta_1 = 0, \beta_2 = 0, \dots$ として $\delta\alpha_1, \delta\alpha_2$ という變分をとるので、變分とはこのように『然るべくとる』のが本來の使い方である。このような變分を使うと最大原理

一橋論叢 第三十七卷 第二號

などから法則が導き出される。こゝで $\partial\beta_1$ や $\partial\beta_2$ などの方は定数や與件が變化しないことを示し、場合によっては變分原理の附帶條件(Nebenbedingung)にもなる。といつてそれは數學的にみて附帶條件になるだけなので、經濟學では大きい意味をもつていても差支ないのである。

また話を逆にする(平均をとったとき) $\partial\beta_1$ や $\partial\beta_2$ などの無視できるような條件で、 α_1 や α_2 などで指定できる範圍の人間性を平均人というのである。故に長期の考察で平均人の性格も變化するときは、 α や β のとり方は多少變ってくる。故にそのとり方は『觀察時間にも依存する』ので、そういう例は物理學ではいくらかもあるのである。

(8) 数理經濟學の勉強でも紙と鉛筆の時代は過去のものになろうとしている。計算をアナログ型と結びつけ、その結果を受像面に描き出すようになると、どんなに感銘が深いであろうか。

(9) 物理的な力關係で計算すると『量の數理』となり、情報傳達で計算すると『信號の數理』となる。ブロック線圖の使い方など後者の方である。

(10) 杉田、『サイバネティックスの考え方』、電子工業、一九五六年七月號。

(11) 雜誌としては、『オートメーション』(日刊工業新聞)がある。Dieboldの著書についてはP.R.に岸本英八郎氏の紹介がある。O.Rも含んだものとして最近の譯書と、本

文でのべたコズメツキの著書とをあげておく。

H. G. Levin, 竹中・玉井譯『事務とオートメーション』(同文館)

G. Kozmetsky and P. Kircher, Electronic Computer and Management (1956).

(12) 電氣雜誌 Ohm 電氣計算機特集號, 1956, 11月號
計數型、計量型雙方共に出てゐる。

C. A. A. Wass, Introduction to Analogue Computers (1955).

なお我國の各研究室の水準は世界的に高くメーカーの努力と相まって將來が期待できる。

(13) 古瀬大六氏の計算機も眞空管の性能による所が大きいようである。

(14) 電子管だけでなく、トランジスターやパラメトロン關係も含まれる。また英國ではエレクトロニックスに工學面だけでなく、物理的研究面も含めてゐる。

(15) 平均人の水準で考えると客觀主義におちる。寢臺車にのると自然に大阪に着くが、その間も乗務員がねぼけると大事にならねない。

(一橋大學教授)