

ORとSD

島田 俊郎



SD 事始め

最初に私がSD（システムダイナミクス）を始める前のことを説明する。SDになぜ入ったのかということに関連がある。私は戦前の航空学科（機体専修）の卒業生であったが、当時、航空学科というのは、航空流体力学と材料力学の研究が主で、私は、圧縮性流体力学（衝撃波に関係がある）というのを約10年間研究していた。だから流体力学のメガネで物を見る習慣がついていた。

さて、商学学位論文（株価変動を用いた時系列論で経済ショックを衝撃波のように扱う考えを加えた）を一橋大学の物理の先生に読んでもらった。この先生から、株価変動というのはフィードバックが働いているのではないか、それを研究に加えたらどうかというご指摘を受けた。たまたま、1966年ハーバード大学に留学することになり、時系列論を勉強の目的としていたが、同時にそのフィードバックの問題を扱いたいという目的ももっていた。それで、アメリカに着いてからハーバードとMITの講義要綱を取り寄せて調べてみた。一つだけフィードバックを扱うのに適するというのがMITにあった。これが、皆様ご存知のとおりIndustrial dynamics (ID) で、ID1とID2という講義をちょうど1年間勉強した。

これで解るように、私がSDをやるようになったのはフィードバックという言葉でつながったことになる。

さて、SDにレベルとレートという言葉があるけれども、レートというのは、フローレートの略である。フローレートというのを、流体力学では、単位時間に断面を横切る量というように定義している。IDをも、やはり流体力学のメガネで見たわけで、大変解りやすかった。

株価モデル

さて、留学中の週間株価モデルに移る。フィードバックをモデルに組み込みたいということで色々考えた。ゼネラルモーターズという会社の株価を取り上げて、それを元にしてモデルを組んだ。これを投資家と投機家という形に分けた。両方ともフィードバックが働くけれども、主として投機家にフィードバックが働くという形でモデルを組むことにした。価格の上下が投機家にフィードバックして、投機家の売買に直結する。そういう形でモデルを組んだわけだが、ここで大きな問題が出てくる。投機家と投資家をどこで分けるかということだ。何株ぐらいを売買するのが投機家で、何株ぐらいだと投資家かということを決めないとモデルが作れない。そこで、ニューヨーク証券取引所へ行き色々調べた。そのニューヨーク証券取引所の中で、ゼネラルモーターズを扱っている固有の会社があり、その会社がすべての売買データを握っていた。これをストックブックと言ひ、非公開で証券取引所の許可なしでは見せてもらえなかった。しかたなく、そのままハーバードに帰りハーバードから証券取引所の会長宛に手紙を出した。こういうわけで研究をするからゼネラルモーターズのストックブックを見れるよう手配して欲しいと頼んだところ、たちどころに否定の手紙がきた。駄目だと言われたのではモデルが組めないで、また、手紙を出した。三度ぐらいやり取りがあり、向こうから順に、それじゃこういう条件でどうだと言ってきた。最終的には、色々な条件を全部呑むことにして、許可が出た。許可を見てやれやれと思ひニューヨークに出てその会社に行き、手紙を見せ、会長からの許可があるから見せて欲しいと言うと、おまえの所には、そういう手紙が来ているけれども、会社には何も来ていないので見せられないと断られた。手紙の主の取引所副会長の所に行き、こういうわけで会社が駄目

だと言っているから会社宛の許可書を出して欲しいと言ったらすぐに出してくれた。それを持って会社に行った。今度は、態度ががらっと変わり、じつに丁寧になった。その会社は、昼間全部空になり、全員が証券取引所に行ってしまう。会社が言うには、空になるが、君を信用するから君が1日留守番しろという。それでお茶でも何でもここにみんなあるから何でもやりなさい。鍵を貸しておくから昼間はそれで外に出て食事をしてまた帰ってきてそこでやりなさい。こういうわけで、ほんとにびっくりした。そこに何日間か通い、そのブックを筆記で写した。当時は、コピーのような良いものがなかった。そういうことでこのモデルができ上がった。MITのロバーツ教授が編集して1978年に出された *Managerial Applications of System Dynamics* という本にのせられている。いまの投資理論には比べられようもないが、熱意があればデータが集められるという例である。

大学モデル

次は明治大学のモデルである。当時大学紛争のさなかだった。これはやっぱり大学の問題を扱わなければなるまいと思って大学の DYNAMO (IBM) モデルを考えた。文部省に科学研究費を申請したら一度で通った。その50万円と大学の補助30万円で始めた。私は商学部の所属だったので商学部だけで始めた。それをお茶の水キャンパスを含めて5学部モデルにし、さらに全学部に広げた。これは、大学の各学部別、一二部別、それから大学の年金、大学財政と広がり、このモデルの中で授業料でも我々の給与でも全部決められるようになっており、こういう形でモデルを組んだ。当時としては、色々調べて見たけれど、日本はもとより世界中でも SD による大学モデルというのはなかった。ただし、例えば授業の内容を決めるとかいうものには、FORTRANなどで組まれた色々なモデルがあった。しかし、SDモデルそのものはなかった。大学のモデルは、教師、学生と事務員の3種類の因果関係で、非常に簡単だ。じつはやる前は、かなりおおげさなものだと思っていたが、やり始めてこれは、じつに簡単なモデルだと思った。

最初が商学部のモデルで、じつはこれが一番面倒だった。他の学部を広げるのは、まことに簡単でその学部の名前を変えるだけで済んだ。法学部でも政経学部でも商学部でもシステムそのものは変わらない。変わ

っているのは、中の数値だけだ。だから後は文字を変えるだけで他の各部ができる。こういう点がモデルの大変有効な所だ。ところが大学モデルで1つ困ったことが出てきた。研究費は80万円あったのだが、半年でなくなった。当時 IBM の計算代金は高かったもので、たちまちなくなってしまった。さて、これは弱ったことになったと思っていたら当時、ユニバーシティコントリビューション (略称ユニコン) というシステムがあって、そこに申請をして認められればほとんど無料で使える制度があるのを知った。それを、森口繁一先生のご推薦をいただいて、ユニコンにより IBM を使うことができるようになった。これを、約20年間使わせてもらった。実際に払えば数千万円かかる費用をほとんど無料で使わせてもらった。ということで我々の研究はユニコンのおかげであったと考えている。当時は、まだ日本メーカーのダイナモというのはほとんど使えなかった。だから IBM に頼るしかなかった。

私が OR 学会に参加したのはこの頃である。SDは、MITのある米国はもちろん、ヨーロッパでもすでに OR の有力分野であったが、日本ではまだどの学会でも SD の研究発表は少なかった。

第6回 IFORS 大会 (ダブリン)

大学モデルを1972年8月、ダブリンの IFORS (国際 OR 学会) 大会に出した。この大会には、各国からの選定論文が出るようになっていた。日本からは、2編出せることになっていて、1972年のときにこの大学モデルが OR 学会の選定論文の1編となり、そこで報告をすることができた。もう1編は鈴木誠道上智大学教授 (当時は鉄道技術研究所員) の *A Method of Planning Yard Pass Trains on a General Network* だった。日本からこの大会には、近藤次郎、松田武彦両先生をはじめ17名が参加した。次の IFORS (1975) 大会は東京での開催が決まっていた。東京大会の program cochairman に決まった近藤次郎先生が次回東京大会の紹介をフランス語で行われ大変好評だった。

委託研究の取り損ない

商学部のモデルができた頃、IBMを通じて世界の代表的な清涼飲料メーカーから、日本で新しい飲み物売り出したいので、それを SD モデルで検討してほしいという話があった。そこで、モデルの骨組み、モ

デル構成のための入力、その費用などの見積もりを提出したところ、会社の情報責任者がこれで結構だと思うので上の部局にかけますと言う。その時点で、大学と会社との委託研究となるので公表が義務づけられると言ったところ、それが理由の1つだったかは判らないものの、残念ながらこの委託研究はまとまらなかった。そこでその後の委託研究の契約では、発表を相手方の了解の上で行うことにした。

SD 研究部会（第1次）と首都圏モデル

ダブリンで色々のOR学会の方々と知り合いになった。帰国後これは、OR学会の研究部会を作ったらよかろうと思って坂倉省吾氏とか児玉陽一氏とかに参加願って1973年SD研究部会（第1次）というのが作られた。これまでに両氏によるIDの本が数冊すでに出版されていた。島田を主査とし中央大学亀山三郎教授、愛媛大学栗原宏文教授、電気通信大学木村耕助教授が幹事であった。これが3年続いたが、終わってから1年研究会を続けた。その部会の2年目か3年目に部会の中に首都圏モデル研究委員会というのができた。首都圏モデルというのを作り始め、日本大学の榛沢芳雄教授が主になって、東京都と千葉県をモデルにした。これを研究部会のモデルとして榛沢氏が何回か学会報告をした。第1次SD研究部会が終わると同時にこれを明大グループ（島田他3名）が引き継いだ。これは、東京区部、多摩地区、埼玉、千葉、神奈川の5部門モデル、各部門は、人口、住居数、事業所数の3副部門からなり、後で窒素酸化物だけの公害副部門をつけ加えた。1900年を出発点として、2050年までという形で作られている。

1900年のモデルに対して、1963年、1965年の初期値を使って動かしたらどうなるかという計算をやってみた。63年と65年で、ずいぶん違う結果が出た。考えてみると当り前のことだが、要するに変化している所の2点の2年間の違いで、先に伸ばすとずいぶん違ってくる。そういう意味で近い時点で始めたモデルというのは、どちらが良いのか判断が難しいということだった。それで、この63年65年の動きが1900年の動きに近いような形になるようにパラメータの調整を試みて、短期モデルを長期モデルで比較をしながら処理した。こうすると、後の動きがかなり自然になった。結局こういうアーバンモデルというのは、長期モデルで考え、短期の問題も同時に処理するのがよく、短期だけ

では難しいということをつくづく感じた。

1977年3月、OR学会報文集システム・ダイナミックスー方法論と適用例一が出された。

第7回 IFORS 東京大会

1975年 IFORS 東京大会が、TIMS との共催で東京および京都で開かれた。森口繁一先生が日本 OR 学会の会長、松田武彦先生が IFORS の会長だった。7月17日東京で開会式、7月18日 Field Trip、19日から京都に移り、21日-23日京都で Theme Paper、National Contribution、Workshop が行われた。筆者は東京で開かれた開会式担当の委員の1人として働いた。続いて、TIMS 大会が24-27日行われた。筆者はここで、大学モデルの年金部門を“Policy Simulation”の題で報告した。

IFORS330名、TIMS490名の出席で、日本人約半数、大変盛況だったが、それだけ組織委員会の先生方のご努力は大変だった。

歯科疾患モデル

1978年以後歯科疾患モデルが構成された。これは、虫歯の各種、冠歯および継歯、補綴、喪失等の日本全体の本数を計算して、それによって、歯科医師がどのくらい忙しくて、それが時間とともにどのように変化していくかというもので、昭和37年から昭和100年まで計算をするようになっている。その歯の本数から日本全体の歯科の医療費というようなものを計算している。だんだん広がって、初めは虫歯だけだったが、それに子供の乳歯、矯正、膿漏等、色々なものが組み合わされ、だいたい歯の問題の全体をひっくりめたようになかなか大きなモデルになっている。ただしこれは人口部門が細かく分かれているからで、人口は14才以下が3才間隔、15才以上が5才間隔という形で分かれているので大きなモデルになった。これは日本歯科医師会シミュレーション研究部会のモデルであったが、島田の他、専修大学の小島崇弘教授のグループが参加した。

この研究に対して1985年福島憲治氏（当時日本歯科医師会調査部長）と島田がOR学会事例研究奨励賞を受けた。

第8回 IFORS 大会（トロント）

1978年6月 IFORS 大会がトロントで開催され、日

本からカナダ・アメリカにつぐ23名にのぼる参加者があった。日本OR学会選定論文は徳山博干（住友金属）On-line scheduling for the transport of raw material in the yard of an iron-worksと松崎功保（IBM）Kinki IRDP from Hyogo Prefecture to Kinki Regionの2編であった。IFORSをはさみカナダ・アメリカの企業、大学でのセミナー出席・見学を行う視察団が学会から派遣され、13名が参加し、まことに有益であった。当時OR学会国際担当理事だった私は代表団の団長を仰せつかり、鈴木誠道上智大学教授に幹事をお願いした。

第2次SD研究部会と厚生年金モデル

第2次SD研究部会は1988年に発足し、中央大学の亀山教授を主査、専修大学の内野明教授を幹事として3年活動し、OR誌の1990年9月号に本研究部会メンバーによるSD特集“システム・ダイナミックスの今”が出た。この中にある厚生年金モデルはOR学会が日本生産性本部から受けた委託研究「21世紀の社会保証－厚生年金モデル」でSD研究部会（亀山教授、内野教授および島田）が研究を実施した。

国際SD学会日本支部

国際SD学会の日本支部が1990年、ボストンの国際SD大会で認められた。国際学会の会員50名、支部会員70名で、月例研究会を開き、機関誌年2回発行の予定であり、現在日本国家モデルを構成中である。

1995国際SD東京大会

国際SD学会日本支部と学習院大学の主催、OR学

会協賛のもとで、同年8月3日－6日学習院大学で開かれた。近藤次郎先生を大会名誉議長をお願いし、島田が大会議長、森田道也学習院大学教授が大会事務局長で、国内約100名、外国約100名であった。学習院大学の先生方を中心とする日本支部実行委員の先生方の一方ならぬお骨折りとOR学会先生方の多数参加により、外国よりの参加者にも大変好評で、本大会は成功裡に終了した。

MITのケーススタディを参考にして、毎年学生にケーススタディをやらせてきた。約23年で、毎年1、2チームが企業を選んでモデル研究をやってきたので、だいたい30以上になる。その30くらいの間で半分以上が大学の費用で論文として印刷された。学生にとっては、参考論文というようなものがほとんどなく、企業の係に相談に行ってもほとんどわからず、結局自分で考えてデータを集め、フローダイヤグラムを書き、そして計算する。だから学生にとっては、大変な勉強だった。その意味で、システム・ダイナミックスは、企業あるいは実際の現場で役立たせるということもあるけれども、その最大の長所は、教育ではないかと思っている。

学生たちにはずいぶん手伝ってもらった。学生たちにお礼を言うとともに、ご指導、ご協力を賜った先生方、特にOR学会の先生方、および明治大学計算センター（現在の情報科学センター）の諸君に心からお礼を申し上げる。