

《書評》

島田俊郎 編『システムダイナミクス入門』

(日科技連出版社1994年4月発行)

(評者 電気通信大学教授 住田友文)

SDの経緯

システムダイナミクスの生誕は、1956年MITのForrester教授によるインダストリアルダイナミクスの創案に遡る。以来、MITはシステムダイナミクスのメッカとなり、世界中の研究者が参集した。1983年にはMITを中心としてThe System Dynamics Society (国際システムダイナミクス学会) が結成され、1990年には Japanese Chapter (日本支部) が発足している。

この間、1972年に刊行されたローマ・クラブのレポート『成長の限界』は、システムダイナミクス (SD) により地球的規模の問題をモデル分析した例として、つとに有名である。このように著名な適用事例があり、且つ生誕以来30数年も経過していながら、日本ではこれまでSDの普及度が必ずしも高くない。そこで改めてその周辺を振り返ってみよう。

複雑性に満ちた諸問題

近年、都市の廃棄物処理から地球温暖化に至るまで世界的に環境問題への関心が高まっている。その他にも食料問題や人口問題など重大問題は枚挙に暇がない。このように複雑性と不確実性に満ちた諸問題について、いかに優れた政治家・官僚や経営者であっても、どんな政策手段や経営方策が有効であるかを先験的に決定することは不可能である。何故なら、それらを惹起する諸要因が錯綜しており、それに対処する手段のオプションが様々なあり得るからである。また、それぞれの手段の効果が発現するのを見極めるのに、かなりの期間を要するからである。

そこで、多くの「普通の人々」が議論に参加し百家争鳴となる。挙げ句の果ては力の論理で決着をつけがちである。そのような弊に陥らないために「政策の議論」を合理的にする試みがなされてきた。たとえば、システム分析やORなどの合理的問題解決手法の適用、PPBSのような合理的政策分析を効率的予算編成と結合する制度の改編などである。が、「政策の議論」はこれら分析技術のテクノクラートに一任すれば足りるものではない。多元的な政策目的のもとで望ましい政策代替案を選択する判断は、議論に参加する「普通の

人々」の見識や洞察力にかかっているとされるからである。でも、「普通の人々」にとって「問題対象を短時間のうちに科学的に検討し、その構造について容易に理解を深められるような方法」があったであろうか？

SDの登場と停滞

SDは、「分析の専門家でない人も、その経験と勘に加え、システムの分析を通して問題の理解を深め、意思決定が支援されることを可能にするもの」として登場した。にもかかわらずSDがこのように活用されたということは、多くを聞かない。その主な理由は

- (1) SDを本格的に利用するには、コンピュータのハードウェア・ソフトウェアが不可欠であるが、これまで手軽に利用出来る環境になかったこと
 - (2) SDの有用性や手法についての基礎的理解が広く普及していなかったこと
- などである。

状況一変

だが今日、状況は一変している。上記(1)については、パソコンの高機能化・低価格化の進展、さまざまなソフトウェアの開発・販売などを目のあたりにして多言は要すまい。(2)については、基礎的理解を促す書がこれまで出版されなかった訳ではない。たとえば、たまたま手元にあるものでも、小玉陽一著「システム・ダイナミクス入門-複雑な社会システムに挑む科学」(昭和59年講談社)や宮川公男・小林秀徳著「システム・ダイナミクス-経営・経済系の動学分析」(昭和63年白桃書房)などがある。前者はブルーバックスに入っており多くの人を啓蒙したが、残念ながら絶版になっている。後者はその著者等が開発したパソコン用ソフトについて利用法を詳しく解説して実践に導いている。この入門と詳説の両書の間において広範な内容を平易に解説したのが、この程出版された表題の書である。

本書の内容

これは、国際システムダイナミクス学会日本支部のメンバー10人の分担執筆になるものである。次に、その内容のポイントを紹介する。

まず、序章のSDの歴史は、僅か2頁のうちに誠に簡にして要を得たヒストリーが込められており、そのまま執筆者自身の研究歴でもある。第1章は、SDとは何かということについて、用いられる言葉の概念を50頁にわたって懇切に説明してあり、この章を読みおえれば入門者もかなりの理論的展望が得られるはずである。第2章は、モデリングの方法を抽出し、簡単な事例紹介を交えつつ実践上の特徴をコンパクトにまとめている。第3章のシミュレーションプログラミング言語は、7節からなる。1. 最も基本となるメインフレーム用DYNAMO、2. パソコン用Professional DYNAMO、3. 国産パソコン用に開発され

たDYNAMOPⅢ、4.同じくBYNAMO、5.マッキントッシュ用STELLA、6.BASIC表現の説明、加えて、7.SD思考訓練の例もある。この章は全体で106頁がさいてあり、本書のいわば中核を成す部分である。第4章は、世界モデルとその応用についての紹介である。閉じた複雑な非線形システムの長期的な動的特性を解析する場合、一般の手法では困難であるが、SDによるとその利点が最も生かされる。したがって、地球全体の生態や経済システムを取り扱う世界モデルでSDが活用されるわけである。最後の第5章には、外国における研究報告の抄訳が3編載せてある。これらは、米・欧・中国の指導的研究者のもので、世界の研究水準を窺うのに恰好のものとなっている。たとえば、アメリカ国家モデルを使った研究では、論文発表時が長期波動の転換点に近いことを訳者が読み取り、5ヶ月後の1987年1月に訳者の大学最終講義でこれを強調した。なんと、その年の秋に株価暴落のBlack-Mondayが起こったという。

本書の特徴

このように一瞥すると、多彩な内容が実にバランスよくアレンジされている。入門者が先ずSDに関する全体像をつかむのに適しているとともに、既にある程度の理解を持っている読者にとっても再整理をするのに都合がよい。読みすすむにつれて、SDの最大の特徴であるフィードバックループの取扱いの理解が深まるよう工夫されている。全体で250頁のうちに、説明図表が実に約150も配してあり、理解を助けてくれる。また、更なる学習をするためには各章末・節末の参考文献が役立つ。

SDシミュレーションに関心を持った読者には、現在の我が国で利用可能な各種パソコンにより経験出来るよう配慮されている。これが本書のもうひとつの特徴である。第3章の各節は、パソコン用プログラム言語の開発者およびDYNAMOに堪能な研究者が解説を担当しているので、連絡をすればそれぞれのソフトウェア入手の手続きが分かる。

「普通の人々」の見識や洞察力に期待

SDの活用環境は、今や整備されている。これだけお膳立てがそろえば、「普通の人々」もいよいよ現実の「政策の議論」に参加し易くなる。複雑性に満ちた諸問題への対応に、「普通の人々」の見識や洞察力が有効に生かされるよう、SDの特徴が活用されることを期待したい。そのために、本書は絶好の入門書であると言える。

《講演》

私の歩いたSDの道

日本支部 支部長 明治大学名誉教授 島田 俊郎

島田でございます。記念講演というので大変お恥ずかしい話ですが、ここに書いてあることを一時間で全部喋れるかどうか分かりませんが、途中で切れましたら後はひとつお読みいただければと思います。

最初に私がSDを始める前のことを説明させて頂きたいと思います。SDになぜ入ったのかということに関係がございますので話します。私は、航空学科の出身です。昭和18年に航空学科を卒業して、大学院にすぐ入りました。当時、航空学科と言うのは、航空流体力学と材料力学の研究が主でした。私は、航空流体力学のほうにいった訳でございますが、航空流体力学には、大きく分けて圧縮性流体力学と非圧縮性流体力学という二種類がありました。私は、圧縮性流体力学というのを約10年間大学院からこの明治大学に来てしばらく後まで続けておりました。

圧縮性流体と言うのはなにかと申しますと高速になると空気の圧縮性が問題になる訳でございます。昔の飛行機ですと圧縮性があまり問題になりませんけれども速度が速くなり、音速に近づくとしたがつて空気抵抗が段々増えて空気が圧縮されます。空気が圧縮されますのでその空気の圧縮が問題になります。この分野を圧縮性流体力学と呼んでおります。特に音速を挟む領域を過ぎることを遷音速と呼んでおります。実はこれが一番難しい分野で、遷音速と言うのは、音速の下から音速の上までの範囲を指します。音速の上を超音速、音速の下を亜音速と呼んでいます。そういう混合領域なので当時は全く出来ていない学問の分野でした。大変難しいところに飛び込んでしまい後から考えると大失敗であったと思えました。入った時は、大変面白いと思ってたんですけどもそのうちににっちもさっちもいなくなりました。

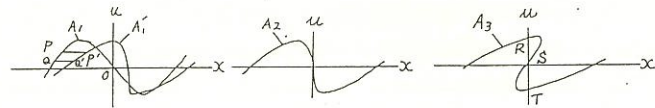
力学の基本方程式の一つに運動方程式というのがあります。

$$F=ma=m \frac{d^2x}{dt^2}$$

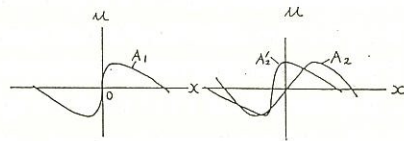
Fが力、Mが質量、 α が加速度、xは距離、tが時間です。皆様よく御存知のとおり物体に力がかかりますと加速度が生じます。その力と加速度が比例しておるわけでその比例乗数が質量です。さて α というものは、

$$\frac{d^2x}{dt^2}$$

でxの二次微分です。高速で飛ぶ物体の先端に見られるのが衝撃波（ショックウェーブ）です。ショックウェーブは、最近よく問題になっておりますので、次の図で説明します。



Change of Form of a Disturbance of Finite Amplitude



この図は、大変解りやすく書いてありますので、上段の一番左側の図を見て下さい。x軸は距離、縦軸が速度で、uというのが速度で

$$\frac{dx}{dt}$$

です。そうしますと左からA1という波がまいりますと速度ですのPの速度の方がQの速度よりも大きい訳です。従って右に行く場合にPからP' という長さの方がQからQ' という長さよりも長い訳です。従って、右に行くにつれてA1と言う波がA1' というように右に少しずつカーブして頭がずれてまいります。しばらく行くと真ん中のA2になりますと接線がu軸そのものになり、傾きが無限大ということになります。uの微分が加速度ですから、加速度無限大と言うことになります。これが更に右に行きますと一番右の図のようになります。さて、この図はどういう意味かと言いますとu軸の所で波がRとSとTという三つの点で交わっていることになります。言い替えると、そのxの所で速度が三種類あるということになり、これは、不可能なことです。そこで戻りますが、丁度真ん中で傾きが無限大となるであろうということは、今説明したとおりです。しかし、そこで一断面にRSTの三つの速度があることになり、これは、物理的に不可能でこのような流れは実在しません。流れが崩れる境界は、A2'でこの時、

$$\frac{du}{dt}$$

即ち加速度は、無限大となります。実際には、無限大の加速度は、存在しないのでその前

に流れは不安定になり、上の式でご覧のように加速度は力に比例するので、無限大の加速度というものすごい大きな力が働くことになります。これがショックウェーブです。

さて、別の面から加速度無限大の点というのが実は音速の点であるということが解っております。従って、衝撃波は、その加速度無限大の縦の線で起きるけれどもそこで速度は、音速になります。その音速の前が超音速、音速を過ぎた後は、速度が小さくなり、亜音速というように呼ばれています。

さて、もう一度図面に戻って下さい。図面の下の図は、ショックウェーブを過ぎた後のものです。左側の図は、上のA2の図ですが、下では、A1と書いてあります。けれどもこれが、右に移りますと今度は上と逆になりまして、A2'それからA2というように上の方の速度が大きいもんですからそういう形で崩れてまいります。言い替えると上の図で順にその波が立ってきて音速の所で崩れて音速を過ぎるに連れて右に段々平滑化されていくということになります。これは、私が10年間勉強しておりました圧縮性流体のショックウェーブの一つの説明です。

こういう波が経済でもよく見られます。たとえば、株価の暴落です。それは、株価が暴落を過ぎる前後が丁度これに似ています。従って、私自身は、現在もまだ研究中ですが、株価のいわゆるショックというのが丁度この流体力学でいうショックウェーブに対応するものではないかと考えて勉強を続けているところです。

さて、次に、その圧縮性流体から計量経済学に移りました。昭和29年から39年と書いてございますけれども、上の運動方程式の考え方を経済に持ち込むためには、

$$\frac{d^2x}{dt^2}$$

というような微分に当たる考え方を持ち込まないといけない訳ですが、微分に当たる考え方は普通のデータにはありません。けれども、やはりその微分に当たる微小変化を考えなければならぬということで、それには、株価変動が一番良からうと考えて、株価の変動を上のような考え方を使得、色々なデータを元にして、そこにあるように東証平均株価、それからニューヨークのダウジョーンズ工業30種平均株価というのを使得、論文を作りました。これが、商学博士の学位論文として昭和39年に書いたものです。従って、その考え方自身は、上のような考え方にすべて対応した訳ではありませんけれどもそういう形のものでございます。

さて、次にハーバード留学に移ります。これが1966年頃の話になります。商学学位論文を一橋大学の物理の先生に読んでもらった訳です。この物理の先生がサイバネティクスの著書のあるかなり有名な方でした。この先生から、株価変動と言うのはフィードバックが働いているのではないかと、それを研究に加えたらどうかというご指摘を受けました。たまたま、ハーバードのアーツ・アンド・サイエンス学科に留学することになりました。留

学のスポンサーは、ハウタッカーと言う計量経済学の大家でした。ですから、時系列論を勉強の目的として留学をしました。また、同時にそのフィードバックの問題を扱いたいと言う目的も持っていました。それで、アメリカに着いてからハーバードの講義要綱を良く調べるとその中には、フィードバックということの書いてあるものが一つもありませんでした。ハーバードとMITは、お互いに自由に講義を聞くことが出来るクロス・レジストレーションという制度がありました。また、同時に単位も認められるようになっていました。私は、ハーバードのリサーチ・アシエーツでしたけれども、MITの講義要綱を取り寄せて調べてみました。一つだけフィードバックを扱うのに適するというのがありました。これが、皆様御存知のとおりIDです。IDの講義要綱にフィードバックを扱うのに適していると書いてありました。IDを扱っておりましたのはスウォンソンという若いインストラクターと著名なロバーツ教授でID1とID2と言う講義を担当していました。他にフォレスターの講義がありましたけれども、私は、このID1とID2を聞かしてもらおうと思いました。スウォンソンとロバーツの所に行き、聞かしてもらえないかと頼みました。そうしたらどうぞいらしてくださいと快く承諾してもらいました。丁度一年間、スウォンソンが9月からの授業、次の学期が2月から6月までロバーツ教授でした。これで解りますように私が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事になる訳です。フィードバックループというのが、SDの、もともとはIDですけども、IDの基本であるように思います。これは、私がスウォンソンの授業とロバーツの授業に出ておりました、ロバーツにしてもスウォンソンにしても常時、このフィードバックループのことを言っておりました。後から出てまいります、ロバーツの授業では、ケーススタディーを学生にやらせていました。そのケーススタディーの進むあいだにフィードバックループを学生に考えさせて、常にそれについて質問をしておりました。さて、後にレベルとレートという言葉がありますけれども、レートというのは、フローレートの略です。フローレートというのは、もともと流体力学の言葉です。単位時間に断面を横切る量と言うように流体力学で定義しているわけですけども、そういう意味で後にあるとおり流体力学のメガネで物を見る習慣がついていたわけです。10年間流体力学をやったから、その意味でIDもやはり流体力学のメガネで見た訳です。その意味から言うと大変解り易かったと言うこととなります。

さて、その次にまいりまして留学中のウィクリイ・プライス・モデルです。フィードバックをモデルに組み込みたいと言うことで色々考えました。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訳です。なぜ、ゼネラルモーターズを取り上げたかと申しますととにかくあまり急激に変化する株価は扱いにくいものです。そうするとゼネラルモーターズは当時世界一の会社でしたから非常に動く株数が多いので株価はそう細かくは動かないと思いました。それで、ある意味から言えば扱い易いということでゼネラルモーターズの株を扱うことにした訳です。これを投資家とそれから投機家

と言う形に分けました。それで、両方ともフィードバックが働くけれども、主としてこの投機家というものにフィードバックが働くと言う形でモデルを組んだ訳です。投機家と言うのは一般的にごく短期間で売買をしますから上がると思えば買います。だからその上がり始めるとそれがフィードバックしてさらに買入ると言う形になります。ある程度の所まで行くと今度は下がるだろうと言うことで売りにまわります。こう言うのが明らかにフィードバックしている訳です。要するに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訳です。そういう形でモデルを組んだ訳ですが、ここで大きな問題が出てまいります。投機家と投資家をどこで分けるかと言うことなんです。いったい投機家というのは、何株ぐらいを売買するのが投機家で、一方何株ぐらいを売買すると投資家かと言うことを決めないとモデルが作れません。そこで、ニューヨーク証券取引所へ行き色々調べました。ところが、これがなかなか一筋縄では行かなくて、簡単に解らないんですね、と申しますのが当時は、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と言うのを扱っている固有の会社があったんです。その会社が全ての売買データを握っていました。これをストックブックと言います。ストックブックと言うのは、非公開で証券取引所の許可無しでは見せてもらえませんでした。そう言う事が解り野村証券に行ったら色々聞くとそれは無理でとても手に入らないと言われました。しかたなく私は、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ました。こういう訳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な手配をして欲しいと頼んだところたちどころに否定の手紙が来ました。野村証券では、どうせ駄目だと言っている訳です。けれどもこちらは、駄目だと言われたのではモデルが組めないの、また、手紙を出しました。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来ました。最終的には、いろんな条件を全部呑むことにして、許可が出ました。許可を見てやれやれと思いいニューヨークに出てその会社に行きまして、手紙を見せて、会長からの許可があるからこれで見せて欲しいと言うと、こう断られました。駄目だ、おまえの所には、そう言う手紙が来ているけれども、会社にはなにも来てないので見せられないと断られました。そこでまた手紙の主の取引所副会長の所に行きこう言う訳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ました。それを持って会社に行きました。今度は、態度ががらっと替わり、実に丁寧になりました。そう言う点が非常にはっきりしているんです。更に驚いた事に大学教授と言うのはすごい権威があるんです。ヨーロッパでもそう言う事を感じましたけれども日本で考える以上に外国では、非常な権威があるんです。我々はそのことを、心の中に持ってなければなるまいと思いました。要するに人にそれだけ信用の出来るようなそう言うことが必要だと思います。話しを本論に戻して、そう言う事で許可になりました。その会社は、昼間全部空っぽになっちゃうんです。空っぽになるそれで全員が証券取引所に行ってしまうんです。完全に空っぽになっちゃう、向こうの言うのには、空っぽになるが、君を信用するか

ら君が一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。こういう訳で、ほんとにびっくりしました、そう言う事でそこに何日間か通い、そのブックを筆記で写しました。当時は、コピーのような良いものではありませんでした。大変長い話をして申し訳ございませんでした。そう言う事でこのモデルが出来上がった訳です。当時こういうモデルが非常に珍しかったようです。要するにこういう形で株価の変動を扱うと言うのは非常に珍しかったようで、ロバーツが編集してManagerial Applications of System Dynamicsというのが後で1978年に出されました。この本の一章としてのせられています。ついこの間現在は出版社が違いますけれども、その出版社のSD関係の広告を見ましたらこの本の名前が出てまして、その本の説明の中に私の論文が載せられていました。と言うことはストックモデルと言うのは珍しいんだと言うことなんだろうと思います。大変長い話でどうも申し訳ございませんでした。

さて、その次に大学モデルですけれども、これは、明治大学のモデルです。ゼネラルモーターズのモデルを作りましてから日本に帰ってから同じようなものをやろうと思いました。ただし、今度は、ひどく激しく動くそう言うものをやろうと思ひまして、ポラロイドとゼロックスのデータを集めて帰って来ました。でも、これは、やめました、と言うのは帰ってから会社側からデータは貰えまいと言うように考えたので、それでいずれやる機会があればと思ってやらなかった訳です。

当時大学紛争のさなかでした。これはやっぱり大学の問題を扱わなければならぬと思ひまして大学のモデルを考えた訳です。文部省に科学研究費を申請しましたら簡単に通りました。その50万円と大学の補助30万円と言うことで始めました。私は商学部の所属ですので商学部だけで始めた訳です。これはカード枚数でだいたい200枚ぐらいでした。それをお茶の水キャンパスを含めて5学部モデルにしました。これがだいたい400枚ぐらいです。それをさらに全学部に広げまして全部で1300枚ぐらいになりました。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、このモデルの中で授業料でもそれから我々の給与でも全部決められるようになっております。こういう形でモデルを組みました。当時としては、色々調べて見まし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言うのはありませんでした。ただし、例えば授業の内容を決めるとか、そう言うふうなものは、他の、SDでない、FORTRANなどで組まれた色々なモデルはありました。しかし、SDモデルそのものはありませんでした。ところでこのモデルは、手本があった訳です。先ほど言ったロバーツ教授のID2の授業の中で二つにグループ分けして、ケーススタディーを学生にやらした訳です。片方は、病院のモデルでベス イスラエルと言う大変大きな病院のモデルです。もう一つは靴のチェーンのモデルでした。私は、その靴のチェーンの方に参加したので、ベス イスラエルの方には、参加しなかったけれども毎週その進み具合は教室で報告されました。最終的な論文は貰ってありますから、そのベス

イスラエルのものが大学モデルの手本になった訳です。そのときの学生の作った病院のモデルは、まずドクターを中心に患者、看護婦、それから事務員という4種類の人間についてです。ドクターの時間をいくつかに分けます。例えば、診察時間であるとか、研究時間であるとか、看護婦を教える時間であるとか分けて、それぞれの時間によって他の人間との関わり方の因果関係ループを通して、モデルが組まれておりました。学生には、なかなかループが出来ずに、しょっちゅう先生にループがどこにあるのか聞かれるのですが、一向にループが出来ませんでした。行ってみると途中で止まって、先へ進まなかったり、結局そのループが出来るまでに2カ月ぐらい掛かったように記憶します。それから、そう言う形で常時ループはどうなんだと、ことにメインループはどうだと言うことを教授がしょっちゅう聞いていました。要するにメインのループを考え、それから波及する問題を考へて行くということです。大学のモデルは、実はこれに比べると簡単に大学と言うのは教師、それから学生と事務員の三種類です。病院に比べると一つ少ないので、非常に簡単です。実はやる前は、かなりおおげさなものだと思ひていましたが、やり始めてこれは、実に簡単なモデルだと思ひました。そう言う事でモデルが出来ました。

もう一つは、先ほど申し上げましたように最初が商学部のモデルです。実はこの商学部のモデルが一番大変でした。他の学部を広げるのは、実に簡単で、その学部の名前を変えるだけで済みました。例えば、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のです。変わっているのは、中の数値だけです。ですからそう言う意味で後は商学部のCと言うのを経営の場合は、マネージのMに変えると言うように文字を変えるだけで他の学部が出来る訳です。こういう点がモデルの大変有効な所です。ところが大学モデルで一つ困った事が出てきました。先ほど申しましたように研究費は80万であったのですが、半年でなくなりました。IBMの計算料は、大変高いのでたちまちなくなってしまいました。さて、これは、弱ったことになったと思ひましたら当時は、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りました。そこに申請をして認められれば殆ど無料で使える制度を知りました。それを、森口繁一先生にお願いをしました。実は森口先生は、私が航空学科に入ったときの恩師の先生でしたのでよく知っていました。また、森口先生は、私の大学モデルをすでに知っておられ、すぐに推薦をしてくださったので、ユニコンによってIBMを使うことが出来るようになりました。これは、約20年間使わせてもらいました。だいたい実際に払えば2000から3000万円の費用を殆ど無料で使わせてもらいました。と言うことで我々の研究はユニコンの恩恵であったと考えております。当時は、まだ国産のダイナモというのは殆ど使えませんでした。ですからIBMに頼るしかありませんでした。このモデルを1972年のダブリンのIFORS（国際OR学会）に出しました。この大会には、各国からの選定論文が出ることになっています。日本からは、二編だせることになっていて、1972年のときにこのユニバーシティ モデルがOR学会の選定論文となり、そこで報告をすることが出来ました。

実はこのころまでシステム・ダイナミクスという言葉を知らなかったのです。知らなかったと言うよりも日本にはシステム・ダイナミクスという言葉がありませんでした。我々は、MITのグループからニュースレターを貰っていました。これは、インダストリアル・ダイナミクス・ニュースレター、IDニュースレターということで永い間IDと呼んでいました。だからIDというのがこういう方法論の代表名でした。当時すでにアーバン・ダイナミクスそれからワールド・ダイナミクスが出ておりましたがインダストリアル・ダイナミクスのままでした。申し遅れました。インダストリアル・ダイナミクスというのは、ここにおられる坂倉さんが最初に日本に紹介された訳で、システム・ダイナミクスにとって恩人でございます。実は私がアメリカに行ったときに坂倉さんのインダストリアル・ダイナミクスという本が出版されました。向こうで坂倉さんの本が日本で出版されたと言うことを知り、留守宅に連絡をしてその本を取り寄せました。従って、アメリカに居ながらこの坂倉先生の本を読まして頂きました。その後坂倉先生は、幾冊かの本をお書きになり、我々も私の学生達も随分お世話になりました。

さて、1972年頃突然インダストリアル・ダイナミクス・ニュースレターがシステム・ダイナミクス・ニュースレターに変わり、そこで始めてこれは、こういう方法がシステム・ダイナミクスという名前になったんだと言うことが解りました。このころに今の研究部会の前の研究部会で、第1回SD研究部会と言うのが作られました。これは、ダブリンから帰ってまいりましてダブリンで色々なOR学会の方々と知り合いにもなりました。これは、研究部会を作ったらよかろうと思いつきまして坂倉先生とか児玉陽一さんとかいろいろの方の名前をお借りして発足をしました。ここにおられる亀山先生は、最初からの幹事であられた訳です。だいたいこれが3年続きましたけれども終わってからも1年続きました。その部会の2年目か3年目に首都圏モデル研究委員会というのが出来ました。それで、首都圏モデルと言うのを作り始めた訳です。これは、現在日本大学におられる榛沢先生が主になりまして、東京都とそれから千葉をモデルにしました。榛沢先生は、千葉のことは解り易いと言うことで、東京都と千葉の2部門でだいたい組まれました。これで何回か学会報告を致しました。第1回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）が引き継ぎまとめた訳です。これは、東京区部、多摩地区、埼玉、千葉、神奈川の五部門モデルからできています。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ました。そう言う形で1900年を出発点としまして、2050年までという形で作られています。人口の問題は、出生・死亡それから転入・転出そういうのを全部組み入れておりますから、ご参考にして頂ければと思います。

1900年からの計算の他に1965年から始まる計算も同じモデルを使って試みました。要するに1900年のモデルに対して、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ました。ところがここで問題が出てまいりました。1965年の前に1963年をや

りました。なぜ、63年と65年かと言いますと、データ間隔が住居と人口ですれてるんです。そういうことで63年と65年をやった訳です。随分違う結果が出ました。考えてみると当り前のことですが、要するに変化している所の二点の2年間の違いで、先に伸ばすと違ってしまうります。だからそういう意味で近い時点で始めたモデルと言うのは、どちらが良いのか判断が難しいということでした。両方が違っている訳ですから1963年が良いのか1965年が良いのか、あるいは、1967年をもういっぺんやるほうが良いのか、分かりませんでした。それで、これは、大変だと言うことで、この1963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訳です。こうしますと、後の動きがかなり自然になりました。結局こういうアーバンモデルというのは、長期モデルで考えて、短期の問題も同時に処理するのがよく、短期だけでは、難しいと言うことをつくづく感じた訳でした。ここまでは、だいたい我々のグループだけなんですけれども、後は、色々な方々にご参加を願いました。歯科医業シュミレーションの研究では、ここにおられる小島先生が参加しました。それから去年やりました厚生年金モデルというのは、亀山先生と内野先生にこちらが手伝いをしたわけでございます。それで、歯科医業シュミレーションというのは、OR学会の事例研究奨励賞というのを受賞しました。日本歯科医師会シミュレーション部会の歯科疾患モデルというので、日本歯科医師会調査部長福島憲治氏と私とが代表として賞を受けております。

1978年以後歯科疾患モデルが構成されました。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をして、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言うものです。昭和37年から昭和百年まで計算をするようになっております。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おります。だんだん広がりまして、初めは、虫歯だけでしたが、それに、子供の乳歯であるとか矯正であるとか膿漏とか、いろんな物が組み合わせられて、現在は、だいたい歯の問題の全体をひっくるめたような形のモデルになっております。かなり大きなモデルになりまして、枚数がざっと2500枚ぐらいになります。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才間隔と言う形で分かれておりますので、それでこういう大きなモデルになりました。

次が現在の第二次のSD研究部会でございます。この部会で扱いました厚生年金モデルは、OR誌の1990年9月号のSD特集に出ておりますのでそちらを見て頂くことにして、省略させていただきます。

国際SD学会の日本支部が昨年のボストンの国際SD大会で認められました。そこがございますとおりの役職が決められています。

終わりにまいりませうけれども、私が関係した僅かなSDモデル研究では、最初に作ったモデル自身は、私がやっておりました流体力学に関連があった訳ですが、それ以後ずっとつながっておる訳です。従って、その意味では、最初のモデルが大変大事だと、言うこと

になります。若い方々にぜひ、モデルをご自分でお作りになり、そして、モデルなしで頭で考えるのではなくてシュミレーションして出てきた結果を更に考えてゆくということをやってみて頂きたいと思えます。とにかくどんなモデルでも、モデルを自分で作れば、それが、後の研究の引金にもなりますし、色々な意味で役に立つと思うように思えます。ここに学生が何人か来ておりますけれども、MITのケーススタディーを参考にしまして、毎年学生にケーススタディーをやらせてまいりました。約23年でございますので、毎年一・二チームが企業を選んでモデル研究をやってまいりましたので、だいたい30以上になります。企業が多いんですけれどもそれ以外に習志野モデルというのをやった学生もいました。それから、最近では、専売公社であるとか、ちょっと普通とは違ったものをやってきた学生もおります。その30くらいの中で半分以上が大学の費用で論文として印刷されております。学生にとっては、参考論文というようなものが殆どありません。企業の係に相談に行っても殆どわからないですから結局自分で考えてデータを集めてフローダイヤグラムを書き、そして計算する。ですから学生にとっては、大変な勉強だったろうと思えます。論文が出来上がって一番びっくりしたのが書いた学生達自身でした。これを、ゼミを始めるときに見せると学生がびっくりするんです。こんなもの俺達に出来る訳ないと言いますが、ところがいざその学生がモデルを組んでそれを論文に書くということになるとちゃんとできるんです。その意味で企業あるいは、実際の現場で役立たせるということもありますけれども、システム・ダイナミックスの最大の長所は、教育ではないかというように思っております。

昨年のボストンの国際学会で、20%以上の論文がラーニングあるいはシステムシンキングという名前の分野に分類されておりました。これは、実はアメリカに行くまで知らなかった言葉です。この言葉の始まりは、高校以下の生徒を対象にしたSDの教育なんです。同時に高校以下の生徒だけでなく、企業の中でモデルを使って企業人に教育するというのを始めている訳です。これもシステムシンキングという中に入っています。MITのSDグループもこういう意味で、やはり、教育そのものが一番役に立つというように思うようになったのかもしれませんが、一つは、こういう形で企業の中でそういうものを考えさせれば、そういう人たちが実際に自分でSDを使って問題を解いていくということになる可能性があります。このSD学会日本支部としてもこういう形の教育を考えていかなければなるまいというように思っております。同時にここに学生達がいましてけれども学生達には随分手伝ってもらいました。私の論文のかなりの部分は学生達の手助けの賜です。学生達にお礼を言うとともに、御指導、御協力を賜った先生方に心からお礼を申し上げます。

最後になりましたが、明治大学計算センター（現在の情報科学センター）の二宮、白井、町田、香取の諸君に、ユニバック、ファコムのダイナモ導入、利用について大変お世話になりました。厚くお礼申し上げます。

(平成3年3月18日)

〈参考文献〉

Industrial Dynamics Model of Weekly Stock prices, 明大教養論集、No. 42, 1968
 私立大学のインダストリアル・ダイナミックス・モデル——第1報 私立大学のシステムズアナリシス、明治大学科学技術研究所紀要、No. 9, 昭和45年
 私立大学のインダストリアル・ダイナミックス・モデル——第2報 シミュレーション、明治大学科学技術研究所紀要、No. 10, 昭和46年
 首都圏システム・ダイナミックス・モデルの研究、明大科研報告、総合研究、第1号、1981
 日本歯科医師会・歯科医業シミュレーション研究部会報告書、日本歯科医師会調査室、(付歯科診療所モデルの概要)、平成元年3月
 日本歯科医師会・歯科医業シミュレーション研究部会報告書、日本歯科医師会調査室、(付歯科疾患モデル、診療所モデルの方程式)、平2年3月

1995年システムダイナミックス国際会議 (略称: SD東京大会)

国際システムダイナミックス学会日本支部では、下記により学習院大学と共催で、1995年システムダイナミックス国際会議を開催する。21世紀も終わりに近づいて、世界は、政治、社会経済、技術、環境問題など様々な側面で深刻な問題に直面している。大会テーマ『21世紀へのソフトランディングー持続可能な発展と環境ー』は、時宜を得た問題提起であり、30か国を越える世界の国々からのSD研究者、実務家による研究報告と討議の成果が期待される。日本支部では総力をあげて大会の成功に取り組んでおり、多数の積極的な参加を期待致します。なお、詳細は大会事務局までお問い合わせ下さい。

1. 開催場所および日時

東京大会正式名称: The 1995 International System Dynamics Conference
 主催機関組織: システムダイナミックス学会日本支部および学習院大学
 開催場所: 学習院大学 (東京都豊島区目白1-5-1)
 日 時: 1995年7月30日 (日) - 8月5日 (土)

2. 大会プログラム

統一テーマ: Softlanding into the 21st Century: Sustainable Development and Environment

(1) 全体会議 (Plenary Session)

- ① システムダイナミックスに関わる専門的課題の先端的研究
- ② 21世紀へのソフトランディングー技術革新
- ③ 21世紀へのソフトランディングー競争力
- ④ 21世紀へのソフトランディングー世界経済問題

(2) 個別会議 (Parallel Session)

- ① 科学技術および技術開発政策 (Application of Science and R&D Policy)
- ② 国家経済モデル構築 (Building National Models)
- ③ 企業戦略 (Business Policy and Strategy)
- ④ 紛争解決 (Conflict Resolution)
- ⑤ 教育・学習 (Education and Learning)
- ⑥ インフラストラクチャー計画 (Infrastructure Planning)
- ⑦ 方法論と分析技法 (Methodology and Analysis)
- ⑧ 組織設計 (Organizational Design)

- ⑨ 公共政策 (Public Policy)
- ⑩ 資源利用と環境問題 (Resource Use and Environment)
- ⑪ システムダイナミックス・ソフトウェア (System Dynamics Software)
- ⑫ 技術移転 (Technology Transfer)
- ⑬ その他 (Others)

3. 大会組織

大会名誉委員長 近藤次郎 (東京大学名誉教授、日本学術会議前会長)
 大会委員長 島田俊郎 (明治大学名誉教授)
 大会事務局長/国際組織委員会委員長 森田道也 (学習院大学教授)
 大会プログラム委員会委員長 Khalid Saeed (アジア工科大学教授: タイ)
 国内大会組織委員会委員長 亀山三郎 (中央大学教授)

SD東京大会スケジュール

	7/30: 日曜	7/31: 月曜	8/1: 火曜	8/2: 水曜	8/3: 木曜	8/4: 金曜
午前	受付開始	参加者懇親 一日ツアー	開会式 全体会議	全体会議	全体会議	全体会議 閉会式
午後			個別会議	個別会議	個別会議	企業訪問
夕方 ～夜	レセプション	富士・箱根 バス旅行			バンケット	

1995年東京大会事務局

〒171 東京都豊島区目白1-5-1
 学習院大学経済学部 森田道也教授
 ☎: 03-3986-6491
 FAX: 03-5992-1007

入会のご案内

国際システムダイナミクス学会日本支部では日本でのSD（システムダイナミクス）研究をさまざまな形で推し進めるとともに、大学、企業、研究所、政府機関等におけるSDの高度利用を支援してまいりたいと思います。このため、幅広い分野からシステムダイナミクスに関心を持つ個人・団体の自由な参加を呼びかけるものです。

日本支部では学会誌の発行のほか、定例研究会の開催、リサーチ・レポートの発行、SD講習会の開催、賛助会員に対するプロジェクト委託研究の引き受け、コンサルティング等の活動も行っています。

会員の種類と会費

正会員；システムダイナミクスに関心を持つ個人：年会費 2,000円
 賛助会員；SDの研究と普及の主旨に賛同し支援して下さる団体
 : 年会費(一口) 50,000円

賛助会員の特典

賛助会員は一口につき3名を日本支部会員として登録、学会誌の配付を受け、各種活動に会員として参加できます。また、日本支部に対して調査研究を委託、賛助会員の行うインハウススタディに対し日本支部のコンサルティングを依頼することができます。

入会の手続き

入会申込書に所定の事項をご記入の上、事務局あてご郵送ください。ただちに会費請求書を郵送いたします。直近の理事会で会費払込の確認の上、会員または賛助会員として登録いたします。

事務局への連絡、お問い合わせ、会費のお支払などは下記へお願いいたします。

国際システム・ダイナミクス学会日本支部事務局
 〒105 東京都港区新橋1-18-16 日本生命新橋ビル 7F
 統計研究会 内
 電話番号：03-3591-8496 FAX：03-3595-2220
 銀行振込；第一勧業銀行成城支店、普通預金、口座番号：1194788
 口座名：国際システムダイナミクス学会日本支部
 郵便振込；口座番号：横浜4-29991
 名称：SD学会日本支部

国際システムダイナミクス学会日本支部入会申し込み書

(個人用)

フリガナ			生 年 月 日
氏 名 (英文名)	()	19 年 月 日	
自宅住所	〒		
	TEL.	FAX.	
	英 文		
勤務先 (英文名)	()	(役 職 :)	
勤務先 住 所	〒		
	TEL.	FAX.	
	英 文		
資料の送付先：(自 宅、勤務先)			

(注) 資料の送付先は、該当個所を○で囲んで下さい。また、個人名と勤務先の英文名は是非ご記入下さい。

JSD発行物のご案内

国際システムダイナミクス学会日本支部では、システムダイナミクスのより幅広い普及を目的として、国内におけるシステムダイナミクス研究の最先端を紹介する「リサーチレポート・シリーズ」、外国文献や論文などを翻訳して紹介する「翻訳リーディング・シリーズ」の二つのシリーズの発行を行っています。

これまでに以下のようなレポートが発行されております。

1. JSDリサーチレポート・シリーズ

№.1・・・1990年代の政策課題とシミュレーション

－相互依存性下の日米欧不均衡発展モデル－

№.2・・・東京都区部の事務所集中のシミュレーション分析

№.3・・・システムダイナミクス研究の今日的課題

№.4・・・タクシー業界の意思決定課題と需要構造シミュレーション

№.5・・・地球環境時代における林業経営とその政策的課題

2. JSD翻訳リーディング・シリーズ

№.1・・・システムダイナミクス・レビュー〈要約編〉

№.2・・・発展途上国における経済成長と政治的不安定のダイナミズム

№.3・・・地球温暖化緩和のための米国エネルギー政策の費用効果分析

№.4・・・企業の情報価値を測定するために利用するシステムダイナミクス

これらの既発行物につきましては会員の方のみならずシステムダイナミクス研究に興味を持つすべての方に実費にてお分けしております。ご希望の方は申込み用紙に必要事項を記入のうえ、現金書留により実費を添えて事務局までお申し込み下さい。事務局より郵送にてお届けいたします。

なお、JSDリサーチレポート・シリーズ(№.5)「地球環境時代における林業経営とその政策的課題」はデータの一部に公表できないものが含まれておりましたので閲覧のみとさせていただきます。また、現在までの発行物につきましてはバラ売りは致しておりません。誠に申し訳ございませんが、お申し込みは8冊1セットにてお願い致します。

さらに、事務局ではこれらのシリーズにて発表するワーキング・ペーパーや海外文献翻訳を会員の皆様より募集しています。論文のかたちまでにまとまってはいない最先端の調査・研究や、ぜひ紹介したい海外文献などがございましたら事務局までご連絡下さい。

国際システムダイナミクス学会

JSDリサーチレポート・シリーズ・JSD翻訳リーディング・シリーズ

申 込 書

全8冊の1セット価格 ¥5000 (バラ売りは致しません)

希望する購入セット数 _____ セット

合計金額(¥5000*セット数) _____ 円

お 名 前 :

ご 所 属 先 :

お届先住所 :

領収書の発行 (どちらかに○を付けて下さい) 必 要 ・ 不 必 要

※ 購入ご希望の方は上記の申込書に必要事項を記入のうえ、合計金額と一緒に郵便書留にて事務局までお送りください。

論文の投稿要綱

国際システムダイナミクス学会日本支部は、学会誌「システムダイナミクス」を以下の投稿規定に基づいて発行する。

1. 本学会の会員に限り、未公開の論文を投稿することができる。
2. 複数の専門家の審査を受けた上で、投稿論文の採否を決定する。また、論文の内容や形式等について修正を要求することもある。
3. 論文執筆にはワープロを使用し、論文3通を学会事務局宛に郵送する。
4. 投稿論文は原則として返却しない。
5. 印刷時に誤植訂正等の校正は認めるが、論文の付加削除は認めない。
6. 論文の別刷りは著者負担とし、部数は校正時に申請する。
7. その他については、編集委員会の決定に従うこととする。
8. 投稿論文は、以下の要綱に従う。
 - 1) A4用紙で10枚から15枚以内とする(表紙、図表、参考文献等を含む)。
 - 2) 用紙1枚分の文字数は、横40字、縦30行の1,200文字とする。
 - 3) 論文の1ページは表紙とし、邦文と英文による論題、著者名、所属機関、英文10行程度のアブストラクト、邦文によるキーワード3語を記載する。
 - 4) 図表は、そのまま製版に使用できるものとし、図表のトレースを依頼する場合は写真資料等の場合は、別途に実費を支払う。
 - 5) 脚注は使用せず、本文末に注を記載する。
 - 6) 文献を引用する場合、Forrester¹⁾と本文中に記載し、その後に本文末の注に記載することが望ましい。しかし、Forrester (1976)と本文中に記載し、その後に参考文献として記載してもよい。
 - 7) 注とは別に、参考文献の一覧を提示する。
 - 8) 参考文献や引用文献は、本文末にて著者名のアルファベット順に並べる。例えば、Forrester, J.W. (1994). System dynamics, systems thinking, and soft OR. System Dynamics Review 10: 245-256.
島田俊郎編, システムダイナミクス入門, 日科技連, 1944.

システムダイナミクス Japanese Journal of System Dynamics

No.1

1995年1月発行

編集
代表者

大 鹿 謙

発行

国際システムダイナミクス学会日本支部
〒105 東京都港区新橋1-18-16
日本生命ビル7F 統計研究会内
TEL. 03(3591)8496 (代表)

印刷所

三協印刷株式会社