

## 第17回 “物質不滅の法則”

## —— 模型シリーズ (2) ——

昭和46年2月5日

出席者 山内慎二 (NHK)・田中康信 (清水建設)・和田敏洋 (福井情報処理センター)  
 刊行物委員会 森口繁一 (東大)・青山博次郎 (統計数理研究所)・矢部 真 (国鉄)  
 記録作成者 青山博次郎

## 1. 物質不滅の法則

**A** 本日は模型シリーズの第2回目、「物質不滅の法則」ということでお話いただきます。これは、たとえば在庫管理でいうと、期首在庫にその期の入荷量および出荷量を増減して期末在庫を得るという意味で、いわば物質不滅の法則が成り立つ。このような例は他にも現われるが、このようなモデルの利用価値、使い方について考えてみたい。物質・エネルギーはそれぞれ不滅の法則に従うが、情報についてはコピーがつくれて一定法則が存在しないといえるので、これが情報の管理を困難にしている。このようなことについて、みなさんの日常業務で観察される物質不滅の法則についてお話しください。

**B** あるユニット機械の現在の市場における保有台数をつかみたい場合、たとえば家庭電化製品などのような場合、台数は新設により増加し、故障などで減少するわけですが、これらの台数が直接求められない場合、種々の市場調査などによって、新設増、減少(廃棄)量、全保有量などの量を調査することによって台数を推定することがあるが、この場合、もちいられる測定量に関して物質不滅則が成り立っていると思う。

**A** そうですね。なかなか気づかぬところにある物質不滅則ですね。手工業においては物が別の物に変わることはほとんどなく、入ったままの形で出ていくので、物質不滅則はほとんど例外なく成立しますね。建築業ではいかがですか？

**B** 建築は物を集めて空間を形成するわけで、不滅則が成り立つとあっていいでしょう。建築を進める過程を現在は普通金銭・時間などで評価していま

すが、これを物が集まる過程としてつかめないかと考えています。

## 2. 造船業——運搬業

**A** 戦時中、大阪の松下造船を見学したが、突貫工事で木造船を造っていた。そこの社長のいうのに「造船業は運搬業である」と、つまり物の運搬がほとんどで、組立ての仕事量などはこれに比べれば無視しうる。だから運搬の能率化が要点であるといって、当時としてはだれも考えなかったコンベアラインを作って定時・定点に物が届くようにして工期を早めたという。これ以来何トンとか何千トンとかの大きい物の仕事はみな運搬業だと思ふようになった。建築もこの意味では運搬業になりますか？

**B** そうです。都心で工事を行なうような場合、材料のストックのスペースがないのが普通でして、定時・定点に届くよう考えざるをえない状態です。とくにナマコンなど、そうですね。

**A** 霞が関ビルの場合エレベータ周りの設計計画がたいへんよくできていたと思う。必要なものをエレベータの能力ギリギリにまとめて上にあげる……。

**B** そうです。超高層の場合、物をタイミングよく上に運び、逆にゴミを下におろすということがもっとも重要で、これさえうまくいけば現場のストックも少なくすみ工程もスムーズに進むといえます。

**A** 在庫管理の極致は在庫ゼロということだと思います。トヨタ、ニッサンなど在庫がないといいますが、隣に大きい倉庫があって、下請にはゴッソリとある。つまり、同じではないのか——ただそこになっただけで……。

**B** ダムの水量の調節管理も、在庫管理と同じで

すね。

**A** そういえば、駅のなかの人の流れも物質不減則に従っていますね。

**B** 一般にネットワークの問題には、そこを流れるフローを考えると、物質不減則が成り立っている。

**A** そう。キルヒホッフの法則があって、ある点に流入しただけのものがその点から流出するという連続の法則ですね。化学工業ではどうですか？

**B** 物質移動、エネルギー移動を考える際には、その基礎としてこれらの保存則が考えられている。さきほど情報の話が出ましたが、情報は実体のシミュレーションだと考えられるが、いわば陰のような物だけにコピーすればどんどん増しますね。

**A** その場合に、情報の価値を考えればそれだけ減っていて、全体としては情報の価値は一定ではないのか？

### 3. 万博の算術

**B** 駅の建設にあたって、最近はその流れの大きさに合わせて用地の作り方も合理的になってきた。昔はあいている所は全然人がいなくて、改札口付近は混雑したが、こういうところはなくなった。万博の会場のスペースもこの物質不減則で設計したそうですね。これはうまくいかなかったようだが……。初日ですか、会場をしめる際、入口から入った人数と、出口から出た人数を差し引きしてまだ何万人か残っているはずだということになった。しかし、捜しても人がいない(笑)。実はある出口で人をさばききれずに他の数えていないところからだしたので、物質不減則がくずれたというわけではなく、データが不完全だったということです。

**A** 在庫のように等式の両辺に量がこなくても、一方にまとめて全体の和が0という形の法則も面白い。放送では3秒黙っていたらいけない。たとえば、30秒になると故障ということになるので、スタジオ102など、必要な人がこないと代役をお願いしたり、その番組内で時間調整などをする。

**B** そうすると、総時間一定ということか。

**A** ある1日の放送では、すでに番組は決定されているが(全体的には6カ月ごとに組み替えているが)、むずかしいのは、放送断をしないように、起こり得る事故にどう対処するかが問題だ。

### 4. 品切れ損失

**B** それに関連して、品切れ損失というのはどの

ようにきめるのか。こんな値は存在しないのではないのか？

**A** そのような値がわかるかわからぬかの問題ではなくて、どのように考えればみんなが納得するかが要点だ。たとえば、100万円か120万円かどうかはわからぬが、1,000万円ほど大きくはないし、10万円なんてものでもないという程度にわかる。これは経理の帳簿にのる数字ではない。経理の帳簿の数字は物質不減則の相互関係で定まっているものだ。1つの考え方として、ピス1本品切れになると、それを正規の方法でなく入手する——たとえば、タクシーに乗って取りに行く——ときの費用を考えると、見積りできるものではないのか。

### 5. 動くものの在庫管理

**B** 日本海々戦のとき、敵艦を追撃していて弾丸がなくなったというので、途中で追うのを中止したところが、あとで調べたら大砲の側に弾丸がなくなったというだけで、弾薬庫と大砲との中間にはまだあったという。本物を影で追っているような動きのある在庫はむずかしい。本屋の在庫も同様で、版元にも小売店にも品切れで途中の売捌店の在庫がつかみにくい。

**A** そんな例は輸出入高を知るときにもあり、また、航空会社で自社の売上高を知るのはたいへんむずかしい。国際線で他社の便に乗り換えたり、予約取消しなど、実態をつかむのに、ある時点でサンプリングして調べている。国鉄などでは、私鉄との関係はあまり複雑でないから、それほど困難はないようだが……。

### 6. 仕事のやりくり

**B** 私のところでは現場の人数の調整がたいへんむずかしい。いわゆる各職種における人手の山くずしの問題です。労力を一定としておいて仕事の順序を変えられるものは変えてみて、最適なネットワークを作りたいが、仕事の種類が多くてたいへんだ。

**A** 地下鉄呉服橋の工事では、PERTよりも、このレベリングがたいへんだった。

**B** スケジュールを組むとき、仲のよいもの同士集めると、かえて能率が下がり、仲の悪いものを適宜組み合わせるほうがよいことがある。

**A** キー・パンチャーもそうだ。仲のよい人が隣に並ぶと能率が落ちる。おしゃべりをするからですね。いま、われわれのところはパンチャーに自主的

に組みさせている。

## 7. 販売とセールスマン

**B** セールスマンの数を増すと比例して販売高が増し、普及が進むと販売高が一定値に近づいていく。薬屋のセールスマンは、本質的には何をしているものか？

**A** 需要をみつめてくるのが仕事と思う。

**B** 薬のセールスマンの場合、需要量はすでにわかっているし、新薬を除けば意味はないように思うが……。

**A** 同じような製品を各社で売っているのだから、競争相手のことを知るという意味がある。

**B** 割引率、景品、リベートで競争するのか？

**A** 需要一定の法則というところでしょうか。

**B** 需要というのは最初から存在するのではなく、セールスによってつくりだされていく。それゆえ、セールスの競争が同業同種間にとどまらず異業種間においてさえもあろう。そうすると、国民総購買力をベースに考えないと、うまく説明できない。

## 8. モデルの適用範囲

**A** 仕事算にみられる問題で、たとえば、1人で1日分の仕事を2人では半日、4人では4半日……と、おおぜいの人がやると瞬間的にできあがるようだが、これはおかしい話で、モデルの適用範囲を誤ったためだ。一般に物質不滅則はある適用範囲内で成り立つ法則と考えねばならぬ。ORの最適化問題で実際うまくゆかぬのは、このような適用範囲を誤ったためと思う。

**B** そのような一次性が適用できぬ例でプログラムを2人でやると、かえって能率が悪い。

**A** 電々公社のDEMOSのときも100人以上の人が参加しても、100人までの場合と比べてプログラムを組む実質的なマンパワーはふえないようだ。一般に仕事には最適のチーム・サイズがあるようで、200人どまりというところらしい。IBM 360の場合、1,000人年までまとめているようで、ぼう大になると管理が大事となる。

**B** おなじように、番組編成にもちいたNHKのTOPICSでもそのようで、スーパーバイザー、システム・エンジニア、……、コーダーというチームになり、少数の管理者によって運営されている。

**A** 少数の実力ある人がいるから、まとまるのだと思う。

## 9. 可撓性のある未完成の強味

**B** TOPICSで面白いのは、最初から完成されたものを作ろうとせず、追加可能な余裕のあるものを作った点である。そうでないと、変更のあるときは混乱する。

**A** フレキシビリティのある不完全なものを作るのが経験上最適であるというのは、たいへん興味がある。

**B** 図書の十進法分類もたいていうまくいかぬ。あとからいろんなものが出てきてダメになる。だいたい文献の分類構造はtree的のものを拒絶する傾向がある。module的のものを考える必要がある。大学のカリキュラムもtree式でなく、縦横クロスしたものが必要だが、アメリカの大学組織はどうなっているのか？

**A** 学生は他学科の分野を自分のminorとすることが義務づけられ、他学部の授業も容易にきける。先生もよく指導してくれて、別の分野でもわからぬということはない。

## 10. まとめ

**B** 確かに一次性のない、人間とか物とかの不完全性を追求したモデルが必要になるでしょうね。

**A** ORマンも管理工学といった狭い分野のなかだけでなく、社会・心理・行動科学のようなものもきけるようにするべきだ。

**B** 大学紛争を通じて学生の実態もよくわかるようになった。物事はリアルなものでなくてはならない。物質不滅則に直接結びつくものは非常にリアルであるが、OR全体のなかでどんな地位を占めているのだろうか。企業モデルなどでも、経営者に使われないモデルでは実用性がない。名古屋の村手氏の作ったモデルはこの物質不滅の式の1つで、パラメータが沢山あり、経営者はそのパラメータを決めるだけでよく、そこに生きがいを感じさせる。これに反して、フォレストのインダストリアル・ダイナミックスは人間が決めるものが1つもなく、経営者を取り組む意欲をもたない……。

**A** 物質不滅則について種々お話いただいたが、これはモデルのなかでもっとも確実に成り立つ基本的な法則ともいうべきもので、もちろんこれだけで十分ではない。さらに他の因子を加えていくことにより、いっそう有益なモデルになることと思う。

それでは、このへんで……。

## 第18回 “順序関係”

—模型シリーズ (3)—

昭和46年3月5日

出席者 新沢雄一(早大)・川野幸三郎(東亜燃料)  
 刊行物委員会 森口繁一(東大)・森村英典(東工大)・矢部 真(国鉄)・刀根 薫(慶大)・岸 尚(防衛大)  
 記録作成者 岸 尚

## 計画と実行

**A** 順序関係といっても種々あるが、まずPERTあたりから話をはじめよう。

**B** 学会では、名古屋の秋季研究発表会のスケジュールを作成するのにPERTを使った。ミスがないかをチェックできるので好評だった。紺屋の白袴では困る。今後も大いに利用してほしい。

**A** 土木関係では有効だろうと思ったが、PERT/TIMEやPERT/MANPOWERだけでやめてしまったところが多いように聞いている。

**B** 計画と実行との関係が、まずいのではないかと……。理論解は実行できないことが多い。

**A** 計画のところで実行可能性をチェックせよということになっているが、体裁をととのえるためだけのPERTはあぶない。

**B** 土建屋さんのスケジュールで、気象条件等によってABCの3つの仕事が間に合わなくなると、どれか1つを犠牲にして、それに対しては別の埋め合わせをしながら、ABC全体としてもうけるということだ。この種の融通をPERTに組み込めると面白いが……。

**A** スケジュールの多重化はやっているが、動的な問題はあまりやっていない。

**B** OR屋としては、融通もORの一部として全体を大きく扱うか、それは問題外であるとして計画がまずいための損失を別個に見積るかという2つの立場があろう。

**A** 国鉄の委託研究を、OR学会で数年前やった。国鉄ではPERT以外に、ダイヤの順序関係がある。優先順位をつけてLPで解くという試みがあるが、順位をつけないと、最下位の貨物列車ばかり

ふえてしまうのは当然といえよう。

**B** 米国のように24時間おきに通るような場合はいいが、わが国では使えない。

**A** 米国はのんびりしていて、定時に珍しく列車がきたと思ったら、24時間おくれたったとかいう話もある(笑)。

**B** 石油会社では従来LPがよく使われているが、LPはある一定期間の計画の最適化で、いつ何をどうするという順序が入っていない。近ごろ油をどういう順に処理するかというスケジュールが重要視されてきたように思う。月間計画ですんでいたころはよかったが、さらにつこむと順序が問題となる。現場は順序をつけて仕事をしているからだ。現実のスケジュールは組合せ的な問題になるし、たとえば切換えの費用という、LPには入っていない要素が入ってきたりして厄介だ。実行計画が、LPの最適解にどれだけ近づけられるかが問題となる。電算機の進歩とともに、このような問題も扱えるようになってきたことも1つの原因だろう。

**A** たしかにLPにくらべて、順序関係が入ると問題はとたんに難しくなる。部分的な順序関係しかないものすべてを時間軸上に並べなければならないから……。一般に順序関係の難しさは、順序関係でないものを順序づけなければならないところに原因がある。たとえば学生に奨学金を与える場合、各科目の採点はできるが、全体をまとめると順序がつけにくい。

**B** 石油の混合の問題では、タンカーの運航計画を加味してシミュレートしている。尺度はタンクが一杯になったか、出港待ちのペナルティ等だ。

**A** 電力関係のORマンと、LP再発見というテーマで討論したことがあるが、LPはつまらない、

シミュレーションのほうが数段すぐれている、という意見が圧倒的だった。LP はごくマクロ的なことしかわからないし、実行可能性の保証がないが、シミュレーションは、ミクロを積み上げて全体がわかるという強みがある。

**B** ミクロの法則はわかっていて、それがプログラム化されるわけだが、全体としての動きはやってみないとわからない。こういうところにシミュレーションの使いどころがある。

**A** その場合、シミュレーションは実行可能のなかからよいものを選べばよいとするのだろうか……。ランの数がものすごく多く要求されるのでやりきれないことが多く、必ずしもシミュレーションがすぐれているとはいえないのではないだろうか……。最適に近いものや平均的なものをシミュレートするという問題は……。

**B** 近似解でよいから、時間軸がきちんと入った実行可能性の保証のあるシミュレーション解のほうが安心できる、という実感が支持をうけるのではないだろうか……。

### 納得できる順位

**A** 待ち行列でも、先着順以外の規律をもちこむととたんに難しくなる。割込み優先のある場合、理論的にはどんなことがいえるだろうか……。

**B** 待ち時間の分散は、先着順のサービスのとき最小となる。つまり先着順が一番公平だといえよう。

**A** サービス時間の短いものから先にやる、という方法はどのように評価されるかね。

**B** 平均待ち時間は短くなる。待ち時間が減ることとは、行列が減ることを意味する。

**A** 待合室の大きさに効いてくるから、管理者はやりたいわけだが、長いものを待たせる犠牲のうえで成り立つことだ。待つことの心理的效果をサービス時間の何倍待ったかで測れるとすれば、長いものは少しぐらい待ってもいいということになる。

**B** 郵便事情が悪くなると、みんな速達にしても一向に早く着かないで、郵政省だけがもうけることになる。待ち行列でも優先度の高いものを乱発しすぎるとまったく効果がなくなって、下位の者の犠牲の割りに上位の者も得をしないということが起こる。どれくらいがほどよいバランスかを理論的に扱えないだろうか……。

**A** 評価関数がはっきりしない。郵政省や国鉄にとっては明確に収入といえるだろうか……。

**B** 究極的には、受益者の尺度が優先してよいと思う。世論のメカニズムが正しく働くならば、受益者の犠牲において常に経営者が得をするという構造は永続する筈がない。計算機利用の優先度についても、この種の解析をすればもう少し理論的に扱えるのではないか。

**A** 電算機の問題では turn-around time (折返し時間) を短くすればよいというだけではなく、もっときめのこまかいサービスが必要だ。このことについては大きな計算センターより、中規模の計算センターで悩んでいる。

**B** ノースウェスタン大学の計算センターでは、電算機の各仕事の順位は利用者同士が端末の電話で調整して決めていたが、そのほうが機械でやるよりスムーズに処理できるということだった。評価が明確でなければ、第3者が各仕事ごとの価値を決めることは難しい。

### 順序を決める

**A** 順序づけでもっとも簡単なものに、本箱の問題がある。ドラ息子为本代を飲んでしまって、親父が上京するというので急ぎょ古本屋から本を買い集めて本箱を一杯にしたいわけだが、答は簡単で、幅/定価の大きいものから買えということになる。統計のほうでは Neymann Pearson の Lemma というのがこれだが、簡単なものはこの評価尺度で順序がついてしまう。PPBS もたいていの場合はこの論法で、効果/費用の大きいものから手をつけるということになるのではないか。

**B** 日本国全体として、なんでもかでも首をつっこみすぎるとい説がある。もっと重点的にやらなければいけないのではないだろうか……。

**A** 予算を組むときにも、研究開発を含めて将来性を考えたものとすべきで、現時点だけのその場その場の最適を求めてもあまり意味はない。補助金なども、将来質的にどうなるかわからないものも長い期間で考えるべきだ。東大のロケットなどもそうだが、将来の可能性を認めるといふ心の広さがなければ進歩がないと思う。

**B** 本箱の問題の尺度で決まるものは非常に単純なもので、OR の対象となる問題はそうはいかない。

**A** OR の対象としての社会は、法律が変わると全体が変わる。法学部の先生たちにいわせると、社会は法律がつくるのであって、数式で説明しようなどというのはナンセンスだということになる。公衆

電話通信法が変わることで、情報関係の器材も使い方も変わるというように、社会の条件が非常に変わってくる。

**B** 先日近藤次郎君が東大法学部でORの講義をやって、レポートを出させたら、実に優秀なものがあつた。連名でレポートを出した人々がいたから、なぜ連名にしたかと尋ねたら、「だって先生は、ORはグループでやるものだとおっしゃったではありませんか」という返事だったという(笑)。……法学部

の優秀な学生がORに興味をもつようになると、将来に期待がもてる。

**A** 企業のなかでも、法学部の出身者にORの素質のある者が多い。驚いたといったら、そういう論理的な考え方が法学なんだといって叱られた。

**B** これからOR学会もどんどん法学部へも勧誘に行こうじゃないですか。……では、きょうはこのへんで……。



**会合** (46年4月～5月)(かっこ内は出席者数)

**理事会** 46.4.22 (18) 議題 1. 1971年度役員選出の件 2. 評議員の選出方法の件 3. 会則の改訂案の件 4. 1970年度事業報告 5. 1971年度事業計画並びに予算案 6. IFORSの計画委員指名の件 7. WAITRO加盟の件 8. 月例講演会の規定案の件 9. 研究専門委員会に研究部会の新設の件 10. 法人化基金募集について経過報告 11. 入退会の件 46.5.14 (9) 議題 1. 1971年度評議員案 2. 会則の一部改訂の件 3. 評議員の選出方法の件 4. 月例講演会の規定の件 5. 大西記念文献賞選考経過の件 6. 法人化についての経過報告 7. 1971年度予算案の件 8. PPBSセミナー開催の件 9. 入退会の件 10. 総会及び研究発表会の件 11. その他

**大会準備委員会** 46.4.26 (6)

**大西賞選考委員会** 46.4.6 (6); 46.5.11 (4)

**役員選考委員会** 46.4.12 (8)

**副会長会議** 46.5.4 (4)

**副会長・常務理事会** 46.5.6 (9)

**Cost-Effectiveness 訪米視察団座談会**

46.5.11 (7)

**OR金曜サロン** 46.4.2 第19回“探索”(12);

46.5.7 第20回“線形と非線形”(8)

**組織委員会** 46.5.10 (7)

**研究専門委員会** 46.4.15 (11)

**広告委員会** 46.4.8 (6)

**IAOR委員会** 46.4.16 (3); 46.5.21 (6)

**刊行物委員会** 46.5.21 (12)

**刊行物幹事会** 46.4.9 (9); 46.5.21 (6)

**会計幹事会** 46.4.9 (3); 46.4.16 (3); 46.5.10 (3)

**庶務幹事会** 46.4.14 (9)

**研究部会** (46年3月～4月)(部会報告書提出済のもののみ)

**設備投資・取替計画の経済計算** 46.3.11 (7)

**数理計画 (MP)** 46.4.16 (10)

**MIS** 46.4.30 (9)

**入退会** (46年4月22日より5月13日まで・5月14日理事会にて承認)

**入会**

(賛助会員) 東燃石油化学株式会社(以上1社)

(通常会員)

上村久雄(東北大学)・東儀 以(川崎重工業)・木瀬 洋(京都工芸繊維大学)・後藤昌明(中野パーマロイ)・塚本弥八郎(東京工業大学)・手島恒男

(東北大学)・青島 茂(東亜燃料工業)・大江禱博(日本電気)・北島茂樹(協和銀行)(以上9名)

**昭和45年度整理者**(46年3月31日)

(通常会員)

新田目倅造・池田豊作・伊藤 孚・井上 昭・奥本和彦・大熊隆吉・加藤 進・加古昭一・亀沢善一郎・木俣 昇・木納 崇・黒沢 晋・河野圭亮・小林勇二・鈴木宗一・立川三男・百々正喜・豊田武彦・岸 暁男・西谷隆義・野村誠之助・平原俊美・藤田昌久・本間弘光・蒔田満一・松崎信久・持丸重治・森 弘・山村千春・西村 誠(以上30名)

(学生会員) 小川重義・栢尾正美(以上2名)