

OR金曜サロン

第38回“都市システム解析”

日 時 昭和48年6月28日
 出席者 森口繁一(東大)・野川高照(長銀)・伊藤 滋(東大)・安田八十五(東工大)・倉又 孝(野村総研)
 司 会 西野吉次(早大)
 記録作成者 安田八十五・森田恒幸

A 今日のサロンのテーマは「都市システム解析」ですが、都市問題をいろいろな角度から論じあうことは、非常に意義深いものと思われます。幸い、都市システム解析部会からの出席も得られたので、そちらの研究の成果も報告してもらいながら、都市と統制、都市の目標、理想都市について、あるいは、都市における福祉と“ゆとり”について等々、いろいろな角度から自由な議論をしていただきたいと思います。

まずはじめに、都市とはなにかといった議論からはいっていくことにしましょう。

都市の特性

B “ムラ”と対比して“都市”を特徴づける一つの要因として、自由な立場の市民が存在するということがあげられると思われまふ。朝から晩まであらゆる行動が一つの倫理観によって制約されているのが、ムラの構造であり、行動選択の自由があるのが、都市に望まれる構造ではないでしょうか。

C そういう分類でいくと、都市にもムラの構造があるのではないのでしょうか。

B 下町なんかには、その構造が残っているでしょうね。

C ところで、都市システム解析部会では、都市の住民を、適応階層と不適応階層に分類して議論しています。ここでいう適応階層は、健康な青年および壮年で構成されており、不適応階層は幼児、老人、病人および身体障害者で構成されていると定義しています。この分類でいくと、Bさんのおっしゃる行動選択の自由が与えられている市民は、適応階層のみと考えられます。

不適応階層の救済システム

D そうですね。ところで、不適応階層は現在の都市社会の構造に不適応なのであって、異なった社会構造には適応できるのではないのでしょうか。たとえば、工業化社会では不適応階層である人でも、農耕社会においては適応階層にはいる可能性があると思います。つまり、今までの歴史において存在した時系列のなかでの社会構造のパターン(狩猟社会→農耕社会→工業化社会→脱工業化社会)を、現時点で空間的に配置して、住民が身体や精神の状態に応じていずれかのパターンを一時的にも恒久的にも自由に選択できるようにすれば、不適応階層の適応化の道が開かれるのではないのでしょうか。

B 休日に魚釣りに行くのは、狩猟社会の名残りであり、レジャー菜園は農耕社会の名残りであると考えられますが、こういった現象は、一面で不適応階層の適応化を助長しているのかもしれないね。

C そういう意味からいうと、農地の宅地並課税は、都市から農地をなくすことになり、まづい結果を導くような気がします。

B これからは、公園と同様に、農地を公共的に確保しなければならなくなるかもしれません。

A ところで、いくら適応可能な社会が存在しても、そこまで不適応階層の構成員が移動できなければ、適応化はできないわけですが、はたして、不適応階層は移動可能かどうかという問題が生じます。たとえば、老人にとっての理想郷がどこかにできたとき、老人はそこまで移動していけるかどうかという問題です。この問題は、実証的研究に待つほかはないでしょう。

B 不応階層のうち、老人に注目してみます。農村においては、大家族制により、家族と老人を結びつけることによって、老人を救済するシステムができていたように思いますが、工業化社会になるにつれ、そういったシステムを維持するために各家庭の負担にまかせるよりも、公共的に救済していくとする認識が広まってきました。しかし、こういう認識は、老人と家族を切り離して福祉を進めるという、望ましくない認識を生み出しているように思われます。老人の公共的な救済システムを考えると、老人と家族とを切り離すということは、結びつけてはいけないと思います。

D 戦後、家族制度に対して封建性の打破という観点から、そのすべてを壊すべきものと主張し、残すべき側面やあるいは家族制度にかわって新しく作べきものについての検討を忘れていたような気がします。

A こういったものは、結局、“ゆとり”という概念の欠如が生んでいるのだと思います。

B “ゆとり”は、一家族平均百坪の土地が供給されてはじめて出てくるものだという説があります。百坪の土地に家を建てると、余った空間に、家具や調度品、美術品等を置くようになり、文化が発展するのではないかとということです。

E わが国は、平地が少ないために、宅地の十分な供給をするには山腹を利用しなければなりません。英国にくらべて日本は、山腹を利用するのがへただという指摘をされたことがあります。もっと山腹を有効に利用すべきではないでしょうか。

B 山岳都市には、平地の都市にくらべいろいろな利点があると思いますが、その一つとして、廃棄物の自然処理によって、栄養分が平地に還元されるということがあげられると思います。このことは、下水を完備していくに際して、栄養分の平地への逆流システムが必要となり、同時に無機物と有機物の分離システムが必要となってくることを示しているのではないのでしょうか。

E ところで、都市システム解析部会においては、核家族化に伴う福祉の問題を研究していますが、老人を、生産力のないものとして福祉政策を進めていく方向に疑問を持ち、老人の労働力を評価しようとしているわけです。そして、老人の再生産の仕方を考えることにより、救済システムを考えています。詳しい説明をCさんをお願いします。

C 都市システム解析部会においては、老人だけ

に限らず、不応階層一般の救済システムを議論しているわけですが、最近出たアイデアとして、不応階層集団を収容するシステムとして「公社」を考えています。この公社は、自律的共同組合であり、全国を一社として、その中でヒエラキー的にいろいろな集団で構成されているとします。不応階層集団は、これらの集団あるいは職場のうち、アダプトできるものを選び、助け合いの生活を行なわせようとするものです。この集団は、専門の管理者によって管理させるとともに、永久債券を発行したり、税制上の優遇措置を行なうことにより、自律的運営が行なえるような方向を考えていますが、まだ詳しく煮つめられていません。

B ただいまのお話を聞いていますと、武者小路氏の書かれたものだったと思いますが、「めくらとつんぼ」という小説を思い出します。この小説では、琴の修業をしているめくらと、絵画の修業をしているつんぼとが、同じ屋根の下で共同生活を行なっているのですが、お互いの修業が迷惑をかけずに、うまいシステムを形成しているのです。こういった、うまいシステムのつくり方を、老人の社会にも適用すべきでしょう。

E 老人を共同組合的に救済している例としてあげられると思うんですが、港北ニュータウンにおいて、日本住宅公団は公園の管理を老人にまかせています。老人は管理する組織に加わることにより、地域社会に役に立っているという存在感を得ているようです。

ところで、こういった救済システムを造っていても、ここにご出席の研究者の皆さんが不応階層になられたときはたして適応できるでしょうか。もちろん適応能力はあると思いますが、結局、実行の段階で最後まで適応化できないのは、われわれ研究者だと思うんですが（笑）。

F いままで長々と説明されてきました不応階層の救済システムは、はたして実現の可能性があるのでしょうか（笑）。仮に実現したとしても、社会的費用が多くかかり、たいした利点は得られないのではないですか。

E 社会的費用は同様に多くかかっても、フリクションが減ざれば価値があると思います。

C 福祉の問題にしても、すべて政府がやれというのは、少々疑問があり、もっと自律的なシステムを作動する必要があると思いますが。

B そうですね。なんでも政府にまかせるという

消極性はダメで、政府になにをやらせるかという姿勢こそ、たいせつなものだと思います。

また、Fさんのいわれた社会的費用の問題ですが、老人政策においては、精神的な価値こそが中心の問題とされなければならないと思います。

E 老人の福祉を考えていく際に、老人と家族との関係が重要になってくるわけですが、Cさんが、この家族関係ヘグラフ理論を応用しようと試みられていましたが、そのへんを紹介してください。

C 私は、人間関係というものが、グラフ理論を用いてシンプルに表現できるのではないかという着想から、核家族化の現象を分析しようとしたのですが、安定性および統合性という二つの概念がうまく結びつかないということと、都市化社会における人間関係は複雑すぎるということから、いまのところ、行きづまっています。

B この着想はおもしろいので、もう少し続けて研究してもらいたいですね。

この話題と関係あるかどうかわかりませんが、メキシコシティで開かれたマネジメントサイエンスの大会において、会議における最適サブグループについての研究が発表されました。これは、いかなる人数のサブグループのとき最もアイデアが出やすいかという問題なのですが、あるモデルにおいては、2人のサブグループが最適という結論が出ていました(笑)。しかし、どうも現実的でないような気がして。

C それは、最適性の評価に際し、統合性よりも効率性にウェートを重くしたからではないですか。

B 統合性という概念はたいせつですが、評価する組織の目的によって、ウェートが変わってくるでしょうね。たとえば、軍隊のような戦闘構造をしている組織にくらべ、都市社会のような創造構造をしている組織は、統合性のウェートを少なくするべきでしょう。

ところで、都市とイナカとの関係は、イナカを幹、都市を末端部としたツリー構造でとらえることができると思います。つまり、都市によって不応階層となった人が、イナカに一度帰り、その社会に適応化して、改めて適応可能な都市に移動するという構造です。戦後の近代化とともに、この幹の部分がどんどん壊されていったように思います。つまり、都市において疲れた人が、イナカに帰っても救済されえないという状況になってきたわけです。この壊された幹の部分を補う新たなシステムの創造

が望まれるのではないのでしょうか。

A いろいろと、不応階層の救済システムについての議論が出ましたが、それと関連づけながら、都市の最適規模について、あるいは、もっと話を進めて、理想都市についてまで、議論を進めていただきたいと思います。

都市の最適規模

E 私はいま、人間の空間把握から、都市の最適規模に接近できないかなあと考えています。つまり、理想的都市とは、老人が日常的な行動で、その都市を空間的に把握でき、なおかつ、その老人が、老人になる以前に生活していた社会組織が、空間的に把握できる、というような都市だと思うのです。この考え方の裏には、若者の作った都市には老人は適応できないが、老人の作った都市には若者が適応できるのであるから、都市作りは老人を含めた不応階層にあわせて行なわれるべきだという思想があります。

F Eさんの議論は、都市とは生活都市であり、生産都市ではないという考え方が根底にあるように思います。

A この問題は、都市の目標とはなにかという議論だと思いますが、

C 自然にはシステムとして完備されえないものこそ、目標として採用しなければならないと思います。つまり、生産ということは、市場メカニズムなどにより、ほうっておいても、システムを形成しますが、福祉を含めた生活は、ほうっておいては、よいシステムを形づくらないと思いますので、やはり、都市の目標は生活ではないですか。

E そうですね。たとえば、シカゴ市における金の使い方をみても、ループのマーケット街は、自立できる階層であるため、なんら援助を行っておらず、ゲッターなんかの地区に集中的に金を投入しています。

C ところで、アメリカの都市再開発において、マシーン(地域のボス)の崩壊が話題になっていますが、不応階層の救済におけるマシーンの存在の有効性を、もっと評価していいのではないですか。

B このことは、日本の風土ではとくに考える必要があると思います。

話をもとにもどして、都市の最適規模を探るひとつの要因として、都市の規模と犯罪の関係をとり上げることができると思います。小豆島に住んでいる

知人から聞いた話なんですけど、小豆島は犯罪が少ないんです。その理由として彼は、人口の規模が小さいために、犯罪をおこしても割があわない、あるいはもうからないことと、匿名性に欠けるために逃げられないことを、あげています。

A 人口規模が小さすぎると、はたして都市としての機能を維持できるんですかね。犯罪が少なくなるのはいいんですけど。

都市の最適規模を探る他のユニークな要因をあげてみてください。

B 人口が10万以上ないと医科大学が作れないといわれています。なぜなら、研究する病気のパラメティが得られないからだそうです(笑)。

D わが国では、ビール会社は、30~50万以上の人口でないと、その都市にビール工場を作らないそうです。これは、製品としてビールは運賃負担力が低いからです。ビールを生産するための工場の適正規模とその会社のマーケットシェアでまってくるからです。これは一例ですが、マーケットとしての都市の適正規模でも、業種によってずいぶんちがいます。

C 一般に、都市の規模が大きくなると、それだけ職業選択の可能性が広がるでしょうね。

E 文化を生み出すための適正規模といったものも考えられると思います。たとえば、ひところ、福

岡から若いすぐれた画家が次々に出た時期がありました。

D 祭りができるサイズというものも考えられると思いますが。

B こういった、都市の規模を大きくしていくと、利点となる要因と欠点となる要因を、いろいろと集めていって、都市の最適規模がある程度決定できるのではないのでしょうか。

C ところで、なぜ東京にこれほどまで人口が集中するのでしょうか。

B それだけ、地方の吸引力がないんでしょうが。

A 東京の大学に通うことのプライドもあるんでしょう(笑)。

B 日本には、どうも、人をひきつける由緒ある都市というのが少ないような気がしますね。

A ヨーロッパと比較した場合、日本人はまだまだ、町を造るという精神に欠けていますね。

D 日本民族は単一民族であり、もともと日本人で“あった”ということが、“つくる”という精神の高揚をさまたげたのではないのでしょうか。

A 話はいろいろと尽きないとは思いますが、時間が超過しましたので、このへんで閉会にしたいと思います。有益なお話をどうもありがとうございます。

第39回 “最適化問題と数理計画法”

日 時 昭和48年7月25日

出席者 尾崎正亮(中国電力)・岩村覚三(城西大)・東海林保(国鉄)・市川邦彦(上智大)・平本 敏(日科技研)・大庭靖男(電力中研)・前田英次郎(ユニバック総研)・岡本吉晴(三菱総研)・木頼 洋(京都工芸繊維大)

司 会 西野吉次(早大)

記録作成者 藤原良叔(早大)・鈴木道夫(電力中研)

A 最適化といえばまず数理計画法が思い出される。数理計画法ではなんらかの意味で目的関数を設定し、それを最適化しようとするわけである。しかし、最適化という考え方は数理計画法ばかりでなく、たとえば制御理論などでも重要な位置を占めていると考えられるが、話の順序として、最適化問題を解くという数学的な面と、それを手法として利用する実務への応用的な面とに分けたとして、まず数

学上の問題はどうか。

最適化問題の数学的側面

H 最適化問題の代表格は、やはりLP(線形計画法)であろう、LPも解法のアルゴリズムはほぼ研究され尽くした感があるが、しかしコンピュータの利用と相まって、大きな問題をいかに速く解くかとなると、まだ研究すべきことがたくさん残されて

いる。

A そのような研究というのは、今後どういった方向をめざすことになるのだろうか。

H やはり問題の特性とか構造とかを的確にとらえ、それを利用したアルゴリズムを組み立てるということではないだろうか。もっともこのようなアプローチは、LPに限ったことでないと思うが。

I LPもさることながら、まだまだ研究がおくれているのは、NLP（非線形計画法）やIP（整数計画法）の分野ではないだろうか。

F 私はLPとNLPを歴史的（？）に次のように整理している。

（LPの歴史）

1950年代…算法が研究された時代

1960年代…システム化がなされた時代

1970年代…特殊問題の解決とデータ処理の時代。

一方、NLPは現在が“算法研究”の時代であるといってよいであろう。LPは現在までに約20年の年月を費やしているが、NLPが現在のLPのレベルに到達するには、10～15年くらいかかるだろうと思っている。

最適解を求めることは最適ではない？

A NLPでは、たとえばGradient法（傾斜法）を用いたりする場合、最初のうちは調子よくいくのに、しだいにスピードがおちてきて、最適解の近くにくるとなかなか収束しないということが多いのだが、こういう場合には最適解を見つけることをやめて、次善解とでもいうものを出せないだろうか。

I それよりも、最適解という言葉の意味をもっとはっきりさせるほうがたいせつだ。最適解というときに、最適値のことをいっている場合と最適値を与える点をいっている場合とがある。最適値を問題にしているときは、目的関数の値を管理していれば、適当なところで打ち切ってもあまり問題にはならない。これに対して、最適点を求めるときには、かりに目的関数の値がほとんど変わらなくなったからといって、そこで打ち切ってもよいかどうかは一概に判断できない。この場合には、その付近での問題の性質をかなりよく研究する必要がある。

J そうした計算効率の問題は、Branch and bound法でも大きな問題だと思う。Branch and bound法の場合、問題の構造をまったく変えないのに、わずかな入力データの変化によって、最適解に

到達するまでの計算時間が信じられないくらいに変わってくる。私の経験ではbranchingのしかた（木構造の持ち方）よりも、いかにシャープなboundを選ぶかということのほうが影響は大きいと思うのだがどうだろうか。

I branchingのしかたも大きく関係してくると思う。とくに重要な変数から先に評価していくということがたいせつだ。これも、問題が持つ性質や構造をアルゴリズムに反映させるということにはほかならない。

A IPは論文はいろいろあるが、私の知る限りでは、あまり有効に使えるというところまでいっていないようにみうける。最近はどうなのだろうか。

D 最近はいろいろ使われていて、有効性もある程度確かめられている。しかし難点は、computer timeの予測がむずかしいことであろう。LPのように、変数と条件式の個数（問題の規模）だけでは決まらないからだ。

制御理論にとっても数理計画法は強力な武器

A 制御理論の立場から見た場合、最適化問題というのはどう整理されるだろうか。

B 1960年頃、ポントリャーギンによって最適制御(optimal control)ということがいわれてから、この分野もすこぶる発達してきている。最適制御の問題は、理論的にはKuhn-Tuckerの定理に相当する最大原理に尽きるといってよいが、計算上は数理計画法の手法を利用することになる。最適制御とORであつかわれる数理計画法とのちがいは、最適制御ではもともと微分方程式系だから、時間を独立変数にとり入れたダイナミック系の最適化問題であるのに対して、ORの場合にはいわばstaticな最適化問題であるという点だと思う。

A 最適制御問題を数理計画法に定式化する場合、具体的にはどのようにするのだろうか。

B 最適制御問題では、最適な制御 $u_{opt}(t)$ を求めるのであるが、中間に状態ベクトル微分方程式が介在していて、評価関数は状態 $x(t)$ と制御 $u(t)$ の汎関数になっている。すなわち、非線形計画法の問題でのように、目的関数が陽の形で与えられていないという特徴がある。実際の問題は、ポントリャーギンの最大原理を用いて解ける場合はほとんどなく、数値計算によって解かなければならない。共状態ベクトル $p(t)$ を導入することによって、評価関数の

$u(t)$ に対する勾配が求められるので、非線形計画法の分野の勾配を用いる手法は、すべて最適制御問題にも同じように使える。また、 $x(t)$ や $u(t)$ に制限がある問題も、SUMT とか乗数法あるいは双対原理による方法で解きうる。

事前に手を打つ

A それでは、最適化問題の数学的側面についてはそれくらいにして、次に応用上の問題はどうだろうか。

C 数理計画または最適計画において、最適化するまでの段階すなわちモデル化の段階に一番大きな問題があるのではないかと思う。成田新幹線の例をとれば、空港を利用する人や駅のある町に住んでいる人は恩恵を受けるが、途中の沿線に住んでいる住民には何のメリットもなく、むしろマイナスの面だけがある。このためいろいろ反対運動などがおこっているのだが、いう現実をどのように最適計画に折り込んだらよいかの問題である。すなわち、これまでの最適問題は、イックスプリントに与えられた制約条件や、目的関数に対して最適解を得るという、一種の“例題”をといているようなものであったと思うが、これからは制約条件が、これでいいのか、目的関数がほんとうにこんなものかということ解析しなければ、最適解の意味がなくなるし、まして OR ワーカーとして説得力も小さなものになると思う。いわゆる最適問題をとく以前に、問題が最適に定式化されたかどうかということにもより多くの関心を払う必要があると思う。たとえば、沿線の住民の不満と国際線の利用客が得る便益は、どのように数量化できるのであろうかという問題があるが、それらの数量化は、最適化すべき目的関数の存在を前提にしたものでなければならぬわけで、それが決まって初めて“例題”をとけばよい。

I そのような問題に関して、一つは事前の策、つまり、モデル化する前にいろいろ手をうつことのできるものがあるのではないか、またそれをうまく見つける方法は何か、という問題ではないだろうか。もう一つは、モデルに条件式を追加することもあるが、しかし条件式にならないような制約、つまり自分の頭の中にはあるが、うまく数量化できないというような場合にはどうしようもない。そのような場合、単なる数値アルゴリズムで解を求めてもしょうがない。ぼやけたものをうまく解くアルゴリズムがあればよいのだが、まだそういう

ものが発表されたとは聞いてないし、問題の性格をよくふまえて、出てきた解がどのようなものであるのかをよく吟味してから用いなければならない。モデルは必ずしも現実の問題を写しているとは限らないのだから。

A 条件をうまく数量化できない、あるいは目的関数についてもうまく数量化できないものを含んでいるといった場合だが、その場合、そのままのモデルで最適値を求めても、モデルが不十分であるので、そのまま現実に応用したのではまったくナンセンスなわけだが、その求めた解の近くに最適な政策とでもいえるようなものが存在するのではないだろうか。つまり、そのような最適な政策の値を含む範囲、すなわち最適値の誤差あるいは誤差の範囲といったものが考えられるのではないだろうか。その最適値の近くの解を求めるうまい方法があるだろうか。これも次善解の問題かな？

E LP の場合には方法はあるが、output が膨大な量になるので、それを調べて良い解を見つけることは不可能だろう。

OR の誤用？

D たとえば、公害のような問題をモデルの中に取り入れるか入れないかによって、数理計画の悪用または誤用ということが起こりうるのではないだろうか。

H しかし、公害を無視したモデルを構成したということは、非現実的であり、すでにモデル化の段階でまずいと思う。

A だけど、公害問題を最適化モデルに取り入れるか入れないかは、その企業の方針に依存するので、OR マンと意見が合わないことも起こりうるだろう。

G しかし、いままで企業は、公害問題をとり入れずに企業利潤だけを最大にする最適化を行ってきたから、現在のような大きな社会問題になっているのではないだろうか。公害防止をどのくらいの強さの制約にするかは別として、もはや公害をとり入れない最適化は考えられないのではないだろうか。そういう意味では、いままでは悪用してきたといえるかもしれないが、これからは誤用のないよう OR マンは十分注意せねばならないということだろう。

A モデルを構成するときは、その人の価値観というものに大きく依存すると思うが、それに誰が責任を持つかといった responsibility が大きな問題に

なるのではないだろうか。計画について企業の下の方が決定を下す必要はないのではないだろうか。ほんとうは、最適計画についても、企業のかなり上の方がそれに責任をもって決定しなければならないのだと思う。いまのように若い者にまかせ放しのかたちはおかしい。もっとも企業の上層部の人たちが、どれだけ最適計画を理解しているか疑問ではあるが、結論的にいうならば responsibility の確立が急務だと思う。

最適計画の応用と教育

A 次に、最適制御および数理計画法の応用面はどうだろうか。

B 最適制御に関しては、論文としてはいろいろ出てるが、実際の応用例としてはアポロのロケットの制御ぐらいだろう（笑）。実際、一般の機械の制御にとり入れても、コスト的に引き合わないのではないだろうか。

E 私の所の例だが、以前にコンピュータの各パ

ッケージの利用頻度を調べたことがある。そうすると、数理計画関係のパッケージの利用が非常に少ないのおどろいた。実務分野ではまだまだ数理計画は浸透していないようだ。

F また、OR の教育についても、まだまだ不十分だと思う。私の所で毎年 OR の研修をやっているが、多忙な実務をこなしていきながら問題の定式化、データの準備整理、output の feedback などやっているうちに、いつのまにか数理計画を実務に取り入れることが重荷になってしまうようだ。

D また、手法を中心に勉強していた者が問題に取り組んで、非現実的なモデルを構成したりすることがある。

A 教育においても、手法だけでなく、応用面についてもバランスよく教育せねばならないということだろう。今日はいろいろな話に発展してとてもおもしろかった。まだまだ尽きそうにありませんが、そろそろ時間がきましたので、このへんで終わりたいと思います。どうもありがとうございました。