



第20回 “線形と非線形”

— 模型シリーズ (5) —

昭和46年5月7日 OR学会にて

出席者 小川亜夫 (八千代エンジニアリング)・中村善明 (日立製作所)・金子義彦 (モービル石油)
松浦義満 (金沢大学)・土屋聰介 (三井物産)
刊行物委員会 森口繁一 (東大)・矢部 真 (国鉄)・成久洋之 (自衛隊)
記録作成者 成久洋之

LPはまだ万能型ではない

A 輸送計画問題に多少の制限条件のついた問題を考えたことがあるんですが、そのときに感じたことは、実はLP問題に対してはどんな問題でも簡単に解けるんで、もはやOR問題ではないのだと思っていたわけですが、実際にやってみると結構たいへんでお金が高くつくものだと思います。すなわち、普通のLPで解くには非常に不経済だし、分解原理などはどのように適用してよいかはわからないし、できあがっている普通のLPでは簡単に輸送問題に応用できる型になってないということ、さらに、もう1つは、係数が0と1の問題で何か適当な手法がありそうなものだが、限られた期間内でちゃんとしたものには組むわけにはいかない状態で、結局しかたがないから、メーカーの作ってくれたLPプログラムを使って近似解を求めようとしたわけですが、それだけでも勉強しないと使いこなせないということで、いざやってみるとなかなかうまくいかないのだという印象が残っています。

B なるほど、実際家の側からみると重要な問題を指摘されたわけですね。分解原理を使った方法では、部分系のほうは普通の輸送型の問題であり、全体を総合する段階では普通のLPのプログラムにのせるような問題となるわけで、話は割合簡単で手取り早くやれるようなルーチンが準備されてないと、実際にプログラムを作成する段階でなかなか苦労するということになるわけですね。それから、0と1の問題というのは交通流の問題ですか？

A そうです。交通流の問題でネットワーク計画

法としてどんなものがあり、どんな問題に使えるかよく知らないわけです。

B そうですね。つまり解法があるということと、計算機で解を求めようということとの間に、かなり隔りがあるようですね。

広域交通体系

A 交通流の測定となると道路の側に立って、カチカチとやるわけですが、お金がかかりすぎてたいへんなので、最小限に止めて、実際にはモデルで答をだしていく方法をとるわけです。この場合の制約条件としては、交差点の交通流から出発させるわけです。

B このごろは広域制御といって、自動的に流量を測定するところがふえてきましたね。

A そうです。しかし対象となっている交通システムが特定の地域に限定され、毎年地域を変更して測定しようとする場合、交通量測定器がないケースが多い。私達の考えているのは、ある地域で発生あるいは消滅する交通量、あるいはその地域に存在する径路において何台走るかということについて知ることを目的としているわけです。そこで、現在の交通量を知り、それにもとづいて未来の交通状態も予測したいわけです。

B 現在の交通流というのは、それぞれの通りに何台あるかというだけでなく、それがどこからきてどう行くかというような配分交通量のことですか？

A 結局、最短径路であるから、走行時間最短であるとかのいろいろの手法が考えられたが、どうもそれではいままでの例によく合わないの、もう少し

し良いものと考えたらということになったわけです。

C いろんなモデルが最近発表されているわけですが、広域交通体系等においては分割割当法が適当ではないかと思えます。これは、たとえば1日の千葉—東京間の交通量が1万台と仮定すると、ある時間帯をみてピークが2,000台あるとしますと、1時間の時間帯についてそれを10分割する。すなわち、200台ずつですが、この200台を最短径路に流し、その結果、容量が落ちますが、そこでまた、つぎの200台を流すということを繰り返すわけで、非常に合理的であると思えます。

B その方法は Incremental Assignment として了解しているのと同じようなものですね。ただ、そのような方法での割当が一杯に積み上げた場合に、本当にその状態でもう改善の余地がないのかという、なんだかありそうな気もするわけです。

D ODを決定して、例の万有引力の法則などを適用しようとしているわけですか？

A そうです。ODを決定し、重心モデルを考えようとするので、初めにODはどうしても必要ですね。

DAと線引問題

E 設計自動化ということで、プリント板パッケージの上にもどのように線を引くか、あるいは物をおくかという問題があるわけです。物を置くというのはICを置くということを考えてもらってよいわけです。このような問題の解法として、いろいろの方法が報告されているようですが、物を置くという意味で、グラフの理論を使うことが考えられているようです。また別に何かLPを使って解く方法もあるらしいのですがよくはわかりません。ICを置く問題としては、結局その足と足を結ぶ線がどのようにうまく引けるかという問題になるわけです。この問題を計算機でやらせようというわけです。

F 配置の問題でグラフ理論を使用するわけでしょうが、LPで解くというのは、むしろILPで解くということではないかと思えます。またDAなどでは線を引く場合、いわゆるループを含まない最短径路の問題としてとらえられる性格のものではないかと思われまます。

E そうかもしれません。パッケージのなかで線の数はあまり多くはないとしても200本程度ありまして、現在のところ計算機で90%程度結線できればそれで満足している状況です。残りの10%は人間が



金曜サロン風景

やっております。しかしこの場合、人間の作業部分と計算機でのそれをどの程度にするかということも問題となるわけです。

B そのような配置の問題というのは、本来組合せ論的な問題ですね。

E 実際上すべての組合せを考えるというよりは、かなり制限された組合せ問題となっているわけです。

線形より非線形が有利である

B 実はこの組合せ的なものとして考えている問題があるんです。それは宴会をするとき、気のあう人をそれぞれ隣にすわらせたいわけですが、本来10人並べる場合10!通りあるわけです。それぞれ何点か与えてそのなかで点数の高い並べ方を選べばよいわけですが、この方法だと、たとえ計算機でやらせるにしてもたいへんなことです。そこで1つの方法として、すぐ思いつづくに Writer の離散的最適化の方法で、それによると、ある案をまず初期解として無作為に生成し、そのうちで隣同士を交換するのみで改善できるかどうかを考え、改善できれば可能なかぎり繰り返し改善し、改善できなくなったところで、そのときの点数を記録し、また無作為に初期解を求め、同じようなことを繰り返すわけです。これらの中で、もうあまり良いものが得られなくなったところで、その求められた解のなかでもっとも点数の高いものを選択しようとするわけです。このような方法は実用化という点で割合に効率的なものかもしれませんね。ただ第1の初期解を無作為に選ぶということがちょっと気にかかるわけですが……。それから、もう1つ考えたことは林重男さんの数量化理論について再認識してもよいのではないかと思います。それは、さきほどの10人の座席の問題について考えてみますと、いま*i*番目の人の座席を x_i とし、*j*番目のそれを x_j とすると、結局 \min

$\sum e_{ij}(x_i - x_j)^2$ となるものを考えるわけです。この場合、 $\sum x_i = 0$, $\sum x_i^2 = 1$ となるように正規化してやると、この問題はある行列の固有値問題として扱えるわけです。それは10次の行列ですから10!の問題を考えるよりははるかにたやすく解けるわけです。すなわち、組合せ問題をこの種の問題にすりかえることにより1つの解を求め、それを改善できるだけ改善するほうが少なくとも Writer のように無作為に捜すよりはよいのではないかと考えるわけです。このようなことで、普通は線形モデルのほうがやさしいとされており、なるべくならば2次式より1次式のほうにしようとするわけですが、これはまったく逆のことをしているわけです。本来はすらすらとしたやさしい数学的モデルを2次問題にすり変え、しかも昔の素人ならば固有値問題という名前を聞いただけで驚くようなものに変換して考えているわけです。すなわち、固有値問題が安く解けることを利用して、考えられた問題を解こうとしているわけです。このことは計算機時代がもたらした価値感の逆転の一例ではないかと思えます。

ガソリンスタンドの問題

G 石油会社ではLPをよく使っておりまして、計画部門と現場の運用部門とで使われております。船の運航計画、トラックの配送計画、さらにスケジュールなどの問題があります。それらの問題に対する解法としては、まず、LPを解いて、その解に近いものが与えられた問題の解としてどうなるかということを検討しているわけですが、なかなかうまくいかないことが多いようですね。実際はLPと分枝限定法を交互に使って解いてみるわけです。

H 石油会社ではガソリンスタンドの問題はないのですか？

G あります。

B この問題について面白い論文を読んだのですが、それに立地条件などに関して、三十余個の要因を考えて分析した結果、お客さんがそのスタンドに行き、どれくらいの時間で給油していただけるかと思われるその時間だけが効いて、その他の要因は全然無視してよいという結論なんです。なかなか面白いと思いましたね。

I 私のほうはニュータウン、情報産業、海洋開

発、原子炉あるいは流通問題等について研究しているわけですが、OR関係のことについては始めたばかりなのでよくはわかりません。

B ニュータウンができて、建物が建ち、人は入居したが鉄道がまだ敷けてないということはないわけですか。(笑い)

I 会社としてはプロジェクトとしてまず考え、そのなかで相手方にかにこちらのアイデアを組み込んでいただけるかということを考えるわけですが、細かいことはよくわかりません。

予測はあたる

C 私は都市計画問題をやっているわけですが、この問題を考えるときほとんど線形モデルとして取り扱ってよいのではないかと思います。とくに社会現象を分析するとき、線形なのか非線形なのかよくわからない場合が多い。したがって、線形か否かは結果的にわかることで、むしろ、それらの関係をどのように調査するかということのほうがむずかしいのではないかと思います。この関係というのは、人口と経済あるいは交通量とかの関係のことをいっているのです。

A 社内の教育で、人口予測などの予測はよくあたるのかどうかという質問を受けたわけですが、この点はどうですか？

C 5, 6年の傾向さえ、はっきりすれば、かなりよくあたると思います。

B 長期の予測ということになれば、あたるとみてよいのではないかと思いますね。もちろん、あたるという定義が問題ですが……。具体的には、中央線の各駅で人口の調査をしたことがあるんですが、新宿からの隔たりと人口との関係はきれいな指数曲線となっており、さらに、交通機関などのフィードバックを考慮した現象などもよく表現できるものですね。

C 予測の対象となる人口は国の総人口から都市の人口までいろいろ考えられるわけですが、予測手法としては、基本的にはトレンドに依存しております。予測は対象人口が大きいほど、属性分類が安いほど、予測目標年度が近いほど、よくあたるといえます。