



第24回 “スケジューリング”

—部会シリーズ(4)—

昭和46年11月5日

出席者 雁部頼一(電々公社)・黒田 充(青山学院大)・下城康也(成蹊大)・近辻喜一(機械技術研究所)・原 亨(富士通)・山本正明(法政大)
 研究普及委員会 森口繁一(司会・東大)・刀根 薫(慶大)・真壁 肇(東工大)
 記録作成者 原 亨(スケジューリング部会)

需要予測とスケジューリング

A 需要が不確定であるので、スケジュールを精密にやっても意味がない場合がある。

B 従来、スケジューリングはインクリメンタルな問題にかぎっている。需要予測は別の次元で解決済みであると前提している。

C スケジューリングをするための需要予測はどのようにすればよいか、また需要予測の問題を含めることによって、スケジューリング問題そのものが変わってくるというようなことがあるのだろうか。

A 現状では別々にやらざるを得ないのではないか。

C 従来のスケジューリング理論では、手持ちの仕事がわかっている場合を扱ってきた。どのような仕事かによって、機械をあけておくほうがよいような場合があるのではないか。

A 自動車工場の部品生産ではそのような問題が出てくる。最初に部品の生産を指示するが、部品の生産が進むにつれて、需要予測の内容、精度が変わってくるので、これにあわせて、部品の生産計画そのものを変更調整していかなければいけない。

E トヨタのデイリー・オーダーなどもそのような考え方にもとづいているようだ。

予測によって、どのような品種がのびるかが予測できれば、その部品のプライオリティを高めるといようなことが必要になるのではないか。

F スケジューリングでは加工手順を問題にして、順序づけに主体をおいてきたが、予測の問題との関連ではマスが問題になっているので、従来のスケジューリングはせますぎるのではないか。

待ち行列とスケジューリング

G 現在のスケジューリングは、順序づけ、待合せ、ネットワークの三つに分けられる。順序づけは、JOB SHOPで、仕事とその工程順序、加工時間がわかっている場合、待合せは、その分布しかわかっていない場合、にそれぞれ機械での加工順序をきめることであった。

A 電話の待ち時間配分法などはスケジューリングとはいえないのだろうか。

C スケジューリングという言葉は既成概念にとられず、フレキシブルに考えたほうがよい。たとえば、歯医者さんのスケジュール、ツール・ゲイトの従業員のスケジュールなど。

H ネットワークとはPERTのことだと思うが、JOB SHOPと本質的なちがいはあるのだろうか。

G 対象がちがうのではないか。JOB SHOPではJOB間の順序がきまっていない。PERTでは一つのプロジェクトであり、またその中の順序はきまっている。加工時間が確率的に変わる場合がGERT、複数プロジェクトの場合がRAMPSである。

E 順序関係をきめるという問題がJOB SHOPをネットワークより飛躍的にむずかしくしている。

B JOB SHOPは待ち行列のタンデムになるのではないか。

G タンデムという場合にとびこみはみとめない。後の工程がつまると前の工程はとまってしまう。

C 本にのっている公式では、バッファが無限にあったとしても後のほうの工程は理論的に扱えなくなる。しかし、シミュレーションでやれば全体的な動きを知ることができる。

B 第1工程のアウトプットがポアソン分布をしていれば、各工程を独立に扱える。

G しかし、JOB SHOP では、一つの JOB の各工程の加工時間に相関のある場合が多い。

A 交換機の場合はバッファの大きさが有限なので、先の工程がつまると、後の工程のサービス時間がのびてしまう。

G タンデムの、しかも各工程の加工時間に相関があるときはバラツキが非常に大きくなるので、くりかえし回数を大変ふやさなければいけない。

B 交換機の場合は 2000~5000 回を 10 グループに分けて行なう。

G 1000 回×10 でやったら、平均値が理論値に対して ±40% くらいで役に立たない。

G 何千回、何万回もやって差がはじめてでてくるような問題をシミュレーションする意味があるだろうか。

C シミュレーションについて目標精度をきめておいて、結論が出ないときは、どちらでもよいと結論する方法がある。

また、10 run をするというのもおもしろい。Deming のベル・テレフォンの調査もランダムに 10 個所の出発点を選んで、システマティック・サンプリングを行なっている。Tuckey の論文でも 10 がよいといっている。よくわからないときは 10 選べばよい。バラツキを定量的に議論できる最小限が 10 である。30, 100 となっても費用の増える割には効果がない。10 以下ではバラツキが大きくなりすぎる。予算を 10 等分してランの大きさをきめてもよい。

Busy period がいくつくらいあればどの程度の信頼度があるかという判定基準も考えられる。

A Queueとして定常状態になるのにはサービス時間の3倍くらいかかるので、それはすててしまう。

C ふつうの JOB SHOP だと最後までやるが、サイクリック・スケジューリングのように周期的にやるというのもおもしろい考え方である。

明日は今日と同じとして、明日があるという上で今日の順序を考える。

I 富士通原氏の論文 [1] はこれを巡回セールスマンで近似している。大阪大の手塚氏の論文 [2]、[3] は類似の問題の厳密解を求めている。

B 機械技術研究所の木村氏 [4]、[5] も同様の問題を別の観点から扱っている。

I 早大生産研の中根氏 [6] は年間の基本計画を

きめることを考えている。これもサイクリックに考えている。

C 入門書にはこの種のことはあまり扱っていない。

H ネットワーク型の問題で各作業に共通のリソース(資源)があり、この配分が問題になる場合には、このリソース配分の順序づけの問題が出てくるので、JOB SHOP とほとんど同じ問題になる。たとえば土木工事のブルトーザなど。これについては法政大の山本氏の論文 [7]、[8] がある。

B 日刊工業でコーネル大学の Conway の“スケジューリング理論” [9] の翻訳が出たが、教科書としてはなかなかよいと思う。竹内書店から出ている“インダストリアル・スケジューリング” [10] は論文の集成である。単行本としては、この2冊だけであろう。

チャレンジングな問題

B 順序づけ問題を厳密に解くのは非常にむずかしい。rule of thumb のようなものが与えられないだろうか。たとえば平面上のトラベリング・セールスマンの問題では、最適解が \sqrt{N} に比例する。

C 待ち行列にしてもシミュレーションをやれば結論は出るが、今のような rule of thumb が望ましい。取替問題でも取替えは大量にこわれ出す直前にやるのが最もよい。工具窓口でも 1.5 人で平均さばける時に窓口は三つがよい。しかしこれは 1.5×2 ではなく、 $N+0.5$ である。このような見方がスケジューリングのような複雑な問題では必要である。

G IE で昔から、加工時間の3倍を納期にとるといわれていた。これは $M/M/1$ の待ち行列で λ/μ が 0.5~0.9 ならば、納期遅れが 10% くらいになる点である。これがタンデムになると 3%、2% と小さくなっていく。待ち行列理論の結果よりも現実のほうが行列が短くなるといわれていた。これはタンデムの場合も3倍と考えたためと思われる。

待ち行列の解がラプラス変換の形で書かれている論文が多いが、この逆変換のプログラムがほしい。

I スケジューリング問題は組合せ問題になる場合が多い。これを実際に解くのは非常にむずかしい。順序づけの場合に、JOB をいくつかのパターンに分けて、パターン相互の順序づけというようなアプローチが必要なのではないか。

B 板をいくつかのパターンに分けて、パターン

でおぼえて板取りをするという例がある。ラインバランシングでもこのようなローカルにバランスさせるパターンをつくって、それ同士を組み合わせる方法がある。対象の分散が大きいと、その組合せをうまくやれば、よい最適解が得られる。

F こうやったら損だというようなべからず集をプログラム化して、ある程度やれるのではないか。

I 詰将棋のプログラムで素人初段くらいの強さになったのは、そのような方法である。

C これがヒューリスティック・プログラムの一つの行き方で、経験による評価基準を与えておいて組合せを考えるという方法であろう。ブランチ・アンド・バウンドもその一つと思う。

A 定常状態にならない問題がスケジューリングでは出てくる。

G スケジューリングの場合は初期条件がわかっているのだから、一般的な過渡現象の理論を使う必要はない。

D ヒューリスティックな手法は、現実には広く使われているのに、学界では厳密解の研究しか行なわれていない。むしろヒューリスティックこそ組合

せ問題の本命として、系統的に研究するように学界で支援してほしい。

C OR 学会の研究部にヒューリスティック部会をつくるべきではないか。

I Artificial Intelligence がそのような方向で研究されている。ヒューリスティックスの問題をつきつめて行くとパターン認識の問題にぶつかる。

F スケジューリングはむずかしくて時間がかかるだけでできないと思っていたが、アプローチのしかたによってはうまくゆくことがわかった。

G シミュレーションの効率をあげる方法を研究してほしい。理論値との差を使ってシミュレーションの効率をあげるなど、そしてその理論的根拠をあげてもらいたい。

B 巡回セールスマンの最適解は $0.75\sqrt{N}$ に比例する。ヒューリスティックにやると $1.0\sqrt{N}$ に比例する。いずれも \sqrt{N} に比例するという構造は保存される[11]。

G スケジューリングと待ち行列との共同研究をはじめている。

C ただサンプリングをやったのではモンテカル

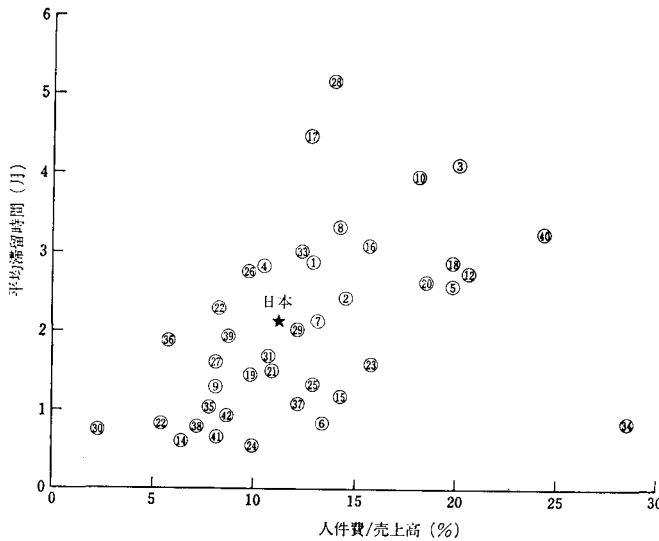


図1 業種別平均滞留時間(昭和42年)

- ① 普通鋼
- ② 特殊鋼
- ③ 工作機械
- ④ 一般産業機械
- ⑤ 事務機械
- ⑥ ミシン
- ⑦ 軸受
- ⑧ 総合電気機械
- ⑨ 軽電機
- ⑩ 通信機械
- ⑪ 電子機器および部品
- ⑫ 自動車
- ⑬ 自動車部品
- ⑭ 航空機
- ⑮ 造船
- ⑯ カメラ
- ⑰ 総合化学
- ⑱ フィルム
- ⑲ 医薬品
- ⑳ 化粧品
- ㉑ 板ガラス
- ㉒ セメント
- ㉓ 自動車タイヤ
- ㉔ 綿紡績
- ㉕ 化学織
- ㉖ 元紡織
- ㉗ 製紙
- ㉘ 石油
- ㉙ アルミ製錬
- ㉚ 電線
- ㉛ 非鉄金属
- ㉜ 石炭
- ㉝ 乳製品
- ㉞ 飲料
- ㉟ 製菓
- ㊱ その他食品
- ㊲ スポーツ用品
- ㊳ 製靴
- ㊴ 百貨店
- ㊵ チェーンストア

ロ法と呼ばないで、なにか工夫をしてうまく行ったものだけをそう呼ぼうという提案があったが、その後あまり成果はあがっていない。

ランダム・ウォークのシミュレーションに“爆発法”を使うと、非常に少ない実験でモンテカルロ法の何万円に相当する結果が得られる。

E スケジューリングが実際問題としてどんな場面にあり、どんな形の解を欲しているのかを調査してほしい。問題がはたして存在しているのか、Tonge のヒューリスティック法は使われているか。

D 煩雑すぎて使われていない。IITRI の AMM は Tonge よりもかなり簡単になっている。

H ヒューリスティックの問題に一番関心があるが、問題の構造が明らかになってきた従来の研究の延長線上にあると思う。そういう意味ではスケジューリング理論が実際に役に立つほうに進んで行くのではないか。

C パターン認識というのは、従来の方向に対するアンチテーゼとして出てきているのではないか。

B 現実のスケジュールはやっているのだから、それよりはよいものがつくれるはずである。

$$F = \frac{N}{\lambda}$$

F : 平均滞留時間
 N : 平均回数
 λ : 平均到着率

という式があるが、フロータイムと人件費/売上高との関係をプロットすると図1のようになる。それが業種によって異なる。

I スケジューリング理論は、生産管理データプロセッシング・システムの中に組みこまれる形で生きてくるようになるのではなからうか。

C スケジューリング理論を、データプロセッシング・システムのようなより広い視野の中で見ればまた違った面が出てくるようになるかもしれない。

引用文献

- [1] 原 亨, “Cyclic Sequencing とその近似解法”, 経営科学, **10** (1967), 141-147.
- [2] 真田英彦, 仲上公英, 手塚慶一, 笠原芳郎, “繰返し生産の最適順序づけ問題”, 経営科学, **11** (1968), 37-46.
- [3] 真田英彦, 凌 舜当, 手塚慶一, 笠原芳郎, “アレイ表示を用いた Scheduling 問題の解法”, 経営科学, **11** (1968), 188-204.
- [4] 尾崎省太郎, 木村靖夫, “多品種少量生産における加工機械の負荷変動について”, 機械試験所所報, **20-3** (1966), 5-11.
- [5] 尾崎省太郎, 木村靖夫, “サイクリック生産システムにおける加工機械の負荷工数平均化”, 機械研究所所報, **20-3** (1966), 12-19.
- [6] 中根甚一郎他, “Cyclic Master Scheduling — 铸造工場における適用事例 —”, 生産研究所報, No. 19 (1968), 43-54.
- [7] 山本正明, “プロジェクト・ネットワーク上での人員機械配分計画法(第1部)”, 経営科学, **10** (1967), 160-174.
- [8] 山本正明, “プロジェクト・ネットワーク上での人員機械配分計画法(第2部)”, 経営科学, **11** (1968), 105-124.
- [9] 関根智明監訳, コンウェイ他著, “スケジューリングの理論”, 日刊工業新聞社, 1971.
- [10] 関根智明監訳, ミュース他編, “インダストリアル・スケジューリング”, 竹内書店, 1966.
- [11] Beard Wood, et al., “The Shortest Path through Many Points,” *Proc. Cambridge Phil. Soc.*, **55** (1959), 299-327.

第25回 “待ち行列”

—部会シリーズ(5)—

昭和 46 年 12 月 3 日

出席者 五十嵐日出夫(北大)・吉川和広(京大)・青山吉隆(京大)・橋田 温(電々公社)・服部直(清水建設)

待ち行列部会 森村英典(東工大)・森 雅夫(東工大)・高山あけみ(東芝)・高橋幸雄(東工大)

研究普及委員会 森口繁一(司会・東大)

記録作成者 高橋幸雄(待ち行列部会)

ラッシュをなくす

A 社内教育のデモンストレーションとして、食

堂の混雑をとりあげたことがある。12 時頃の混雑を解消するには窓口を一つか二つ増せばよいのであるが、厚生部の反対で曖昧にしか発表できなかつ

た。窓口が増えないため、ごまかして 12 時前に食堂に行く者が増えた。

B それも一つの解決法だ。Dantzig と Saaty の *Compact City* という本では、20 万都市を直径 3km くらいの円形の中につくり、殻で囲って完全に Conditioning をする。すると、何も全員が昼飯を 12 時から 1 時の間にとる必要がなくなるから、昼飯を供給するレストランの容量は 1/24 ですむという話が載っている。

C つまり時差通勤をする訳ですね。

D 建設会社では決められた期間内に、設計、図面作り、見積りの順で仕事をしなければならないのだが、設計段階で時間がかかり、そのしわ寄せが見積りのところにきてしまい、そこがネックになっている。そこで、M 氏と O 氏の本にある図面引きの例題を適用してみようかと考えたことがある。

E そういう所では、仕事がたまっていないと仕事を早くやらないのではないか。印刷にリタッチングという作業があるが、これを下請けの業者にやらせるとき、いつでも仕事がたまっているように工程管理をしないと、仕事はかどらないという話を聞いたことがある。

F 人間工学的な要素がはいってくるわけですね。

G 建設会社ではむしろ見積りを自動化して、設計と同時に見積りもできるようにしようと考えている。このように仕事の流れを無くしてしまったら、待ちという現象は起らないのではないだろうか。

H それはたしかにそうだ。オンライン化するかデータ通信をするという手段で物の流れを無くし、待ちを無くすことはできる。しかしこれは、物の流れをデータの流れに変えたただけであって、流れそのものが消滅したわけではないので、他の場所、たとえば計算機の内部とか中継・端末機器などで新しく待ち行列が生じてくる。

問題の移り変わり——電話・計算機 における待ち行列

A 待ち行列理論の元祖は電話で、電話の待ち行列理論は第 1 次大戦前の 1909 年から始まっている。

B 電話では昔から待ち行列をよく使っていた。しかし、今までの電話の交換器は大部分が loss system であった。したがって、途中の共通機器を含めて約 3/4 が即時式のもので、その間に少し待ち行列の問題がはいってきた程度であった。最近の電子

交換機とかデータ通信とかでは、新しい待ち行列の問題があらゆる所に生じてきている。

C 電話のシステムを設計するとき、全体を理論的に解析するのは複雑すぎてできないので、いくつかの部分に分けて待ち行列理論を使う。その際、個々の部分での処理のアルゴリズムが決まっていなくて、待ち行列理論は使えない。またどのアルゴリズムがよいかを決めるには、待ち行列理論が必要である。そこで、設計の初期の段階では全体をいくつかの部分に分け、理論を使って大ざっぱな解析をし、それに基づいてアルゴリズムを決めていく。それがかなり決まった段階で全体をシミュレーションしてみる。このような手続きを踏むときは、理論とシミュレーションの兼合いが問題となってくる。

D データ通信になって待ち行列の問題が変わってきた点はどんなところですか。

E 前は即時式が大部分だったので呼損率が多かったが、データ通信になって、即時式でない問題が増し、平均待ち時間・優先権・メモリーの容量などが問題になってきた。

F 最近、待ち行列の問題がまったく変わってしまったような感じだ。

G 電子計算機のシステム設計でも同様な問題がおきている。たとえば、通信回線でのライン・バッファの容量をいくりにするかというような問題を待ち行列理論を用いて解析している。複数窓口のモデルを使い、待ち時間がいくら以上の確率は、いくら以下になるようにするにはどうしたよいかということを考えている。またシステム全体として扱うときには、個々のものを別個に計算し、それをつなげて処理しているのが現状である。

H 直列型待ち行列モデルを使うのか。

I 複雑なシステムではとても使えない。現実には、個々のものを全体としてつなげるときにいかにごまかすかというのが問題である。そのごまかし方がむずかしいので、それを今後研究する必要がある。

J 複雑なシステムのときほど、単純なもので近似してもうまくあてはまる。かえって簡単なシステムを理論をつなぎ合わせて近似してもうまくいかない。

K そうすると、都市問題でもかえって簡単な法則が当てはまる場合が多いのではないかと。

L 現象論的にはそうである。しかし人間がからんでくると、とくに最近 minority の問題があり、

最大多数の最大幸福だけでは話がすまない。

待ち時間の評価——金への換算

A 待ち行列を問題にするのは、行列を短くするとか待ち時間を少なくするという目的と、その対策として窓口を増やすとかサービスを変えるとかというお金のかかる問題と二つあって、この二つのことの兼合いで解決をはかろうということだと思ふ。ここでもしそのお金が公共施設のための税金で、benefit が人数や時間であったとすると、それらの間の換算をするパラメータがないと計画ができないのではないか。しかもそのパラメータを客観的に決めることはむずかしい場合が多いのではないか。

もう一つの問題は、交差点の信号を改良して車をスムーズに流そうとするのは本質的な解決にはならない。もっと他にその交差点を立体交差にするとか都心部にはいってくる車の量を減らすような対策をたてるほうが必要なのであって、待ち行列を使って解析することは、そのような根本的な解決を遅らせる結果になるのではないか。したがって公共施設の場合に、行列のできる原因をみきわめ、シミュレーションを使って解析することまでは待ち行列の理論ではできて、最終的な意思決定には役に立たないのではないか。

B 何年前か前、イギリスの鉄鋼業界で、業界全体として最適な港湾施設は $\rho = \lambda / \mu = 0.5$ ぐらいのところであるという研究をした。このためには埠頭を増設しなければならぬのであるが、埠頭を増設すると滞船料を払う人とは違う人なので、業界全体としてはそういうことがよいとわかって、なかなか実施ができなかった。

C そのようなことは、だいたいの待ち行列についていえることだ。例外的に同じ尺度で測れるものとして、Boeing社の工具掛の例題がある。工具掛のところで機械工が待たされるので、工具掛をもう一人増やしたほうがよいかどうかという問題である。工具掛の給料を払うのも機械工の給料を払うのも同じ会社であるから、うまく計算ができるのである。しかしだいたいの待ち行列はこうではない。たとえば病院では、サービスをするほうは病院で、受けるほうは患者である。たとえ、その両方についてコストが求められて、その和が最小となる点がみつけれられても、そのように処理できるとは限らない。しかしわれわれは、なるべくすべてのものを金銭的に評価するように努力して、コストが最小となるよ

うにできないときでも、できるようになるように状況を変えていく努力をすべきであろう。

たとえば先程の鉄鋼業界の話では、業界全体の最適な数字がわかっているならば、個々の者にとっても最適となるように配分することを考えるのがよいであろう。つまり料金制度等をよく考えて変えれば、原理上はそのような最適な配分をすることが可能ならばである。

D それでも困るのは人命である。たとえば、踏切の立体化によってどのくらいの人命が助かるかというのは過去のデータからわかる。しかし、それでは国鉄なり私鉄なりがどれだけの金を投入してそこを改善するのがよい政策かということを決めるのは、容易なことではない。中途半端な人道主義者は、人命を金に換算するなんてとんでもないという。しかし国の金すべてを踏切の立体化につき込むのが賢明でないことは明らかである。したがって、本年度の踏切の立体化の費用はいくらである、という現実的な問題を処理しなければならない。これは間接的に人命を金に換算している結果になるのではないだろうか。

E 踏切の立体化と公立病院への投資という二つの事業が考えられるとき、どちらにいくら配分したらよいかということを決めるには、もう一つ別のパラメータが必要なのではないか。すなわち、病院における待ち時間の減少と踏切の立体化により人命を助けることに対して、何か換算のパラメータが必要になる。これが二つの事業ならまだしも、実際の都市では施設がたくさんあるので、どこにどれだけのものを配分するかということを見ると、もう待ち行列どころではなくなるような気がする。

希望をもって待つ

A 待つということに対して、もっと人間的な尺度から測っていく必要がある。

B 人によっても待つことに対する感じ方が違う。田舎の人は待っても平気である。都会の人は待つことに対してのいらいらの程度が違う。

C ある私鉄の看板に「待たずに乗れる〇〇電車」というのがある。輸送効率をあげるためにダイヤいっぱい電車をつめて走らせると、待たずに乗れる代わりに、一度何かで渋滞が起ると、電車の列ができてノロノロ運転になる。そこで口の悪いのは「乗って待ちましょ〇〇電車」といっている。しかし乗客は、ホームで待たされるよりも、乗って待ったほ

うがよい感じをうけることが多いのではないか。

D それは確かに人間心理の一面をよくついている。前に聞いた話だが、電話の番号問合せでは、案内嬢は、呼び出し音が聞こえたときはけっして待たせず、問合せの内容をメモした段階で待たせる。そして前にメモしたほうの処理を先にやるのである。すると客のほうは熱心に調べてくれているものと思っ

ている。
E 待っている間に情報を与えるということが必要である。希望をもって待つことが重要なのでしよう。

F 端末器からタイムシェアリングで大型計算機を使っていて、一番困ったことは、さんざん待たしたあげく、返答がないので電話をかけてみると、システムが故障しているとの返事があったときだ。

G 最近つくったシステムでは、客が要求した計算に時間がかかるときは、“受けとった”とか“計算中”とかという信号をときどき出すようにプログラムしてある。何もしないで 10 秒待たせるのと、何か信号があって 10 秒待つのでは全然感じ方が違うので……。

H それはうまい考えた。

第 26 回 “予測——住宅問題”

——部会シリーズ(6)——

昭和 47 年 2 月 4 日

出席者 馬越 滋 (大林組)・岡崎英雄 (三菱石油)・奥平耕造 (東大)・児玉理一郎 (日本電気)・近藤次郎 (東大)・二宮総蔵 (北里大学)・春田尚徳 (経済企画庁)・松崎功保 (IBM)・松島康夫 (電々公社)・村中 聖 (運輸調査局)・矢島謹一 (国鉄)

研究普及委員会 西野吉次 (司会・早大)・古林 隆 (埼玉大)

記録作成者 馬越 滋・村中 聖 (予測部会)

A これからの住宅はどうあるべきかについて、予測部会では、“20 年後の住宅”の予測というテーマを選んでスタートした。

新聞、雑誌や住宅に関する参考図書を読んでいると、住宅の予測は非常に広範な問題を含んでおり、つかみどころのない感じさえしてきた。住宅の不足、建築費や地価の高騰、また住宅環境の整備、交通、上下水道、自然保護、公害等拾えばきりがない。われわれとしては、現在一般的に利用されている予測の手法は、数理的処理の方法にとらわれすぎるくらいを感じ、ここではダイナミックな予測、つまり生活のダイナミックスを考慮した予測の必要性を感じて、20 年後の住宅の理想像を画くことを主眼としている。“住い”とは何か、どんな機能を必要とするのか、というような“ソフト”な要素を考え、そのソフトな要素に付帯する、あるいは説明しうる“ハード”なもの、すなわち形のあるもの、測ることのできるものは何か、というように、住宅をソフトとハードの両面についてそれぞれ要素に分解した。ハードな要素を種々の制約条件のもとに予測をし、予測されたハードなものをソフトなものに変換して 20 年後の住宅を予測する、というような方

法を考えたいとしている。

従来の住宅は、売手側からみて、価格や広さ、住み心地という面を主眼において販売されていたが、この研究では買手側、需要側からみた住宅の機能を追求してゆくこととした。

B そのソフトとハードなものの要素としてどんなものを選んだか。

A われわれのフィーリングから議論を重ね、ソフトなものとして、広さ、娯楽、衛生、働く、食べる、商品性、を選び、ハードなものは、使用材料、衛生設備、食品、労働時間、楽しみの設備、建築費を選んだ。

B どんな手法を使っているか。

A 研究会のメンバーの一人から、近代推定論といわれる“カルマン・フィルタの理論”の提案があり、その理論の適用を考えてみようということになった。

C どこに行きつきますかね。一戸建か高層住宅か、あるいは地中か海中か(笑)。

B カルマン・フィルタ理論はどんな特徴があるか。

D ウィナーの予測理論は、最小自乗法の考えを

発展したもので、予測すべき対象がリニアであると仮定している。しかし、カルマン・フィルタの推定理論では、対象が非線形の場合にも使える。そこで対象をなんとか定量的にとらえ、微分方程式に表現して、ヒューリスティックにモデルを作成していく。たとえば、ここではソフトなものやハードなものとの関係を数量化し、この観測可能なハードなものとのデータを収集し情報をモデル化する。

E 住宅予測は、都市問題や地価対策を含む政治問題に展開するので、なかなかむずかしい。

B 東京において、日照時間が十分あり、公害のない、なおかつ便利な所の住宅というのはしだいに無くなるだろう。

C 20年後では、セントラルヒーティングか地域冷暖房はほとんど行き渡っているだろう。広さについては、一般には広い家を希望して行くのではないか。

E ある程度満足すれば別の欲望に移るだろう。将来の住宅像は人間の価値観がどう変化するかに関連する。

公害の問題については、将来は太陽や空気を買うような時代がくるかもしれない。生活環境とのバランスの上で価格がきめられるだろう。昔は、水は井戸を掘ってタダで汲んでいた。

B Dantzig の *Compact City* がまさにそのとおりです。

E 四日市とか川崎では、さしあたりの問題で郊外から防毒マスクを被って通勤するか、あるいはきれいな空気を送ってもらおうか等の alternative から選択せざるをえないだろう。

F 空気に価格が賦与されるということは、それが製品の価格にはねかえり、いわゆる内部化してくるということで、空気の価格は、健康とそれ以外のものを含めた経済の原則に従って決まる。OECD や国連でも、空気、水等の環境資源に国際的な基準を設け、公正な条件で競争しなければならぬという考え方になってきている。こうして、いわゆる *Social Dumping* に対する風当たりが強くなると、水や空気を大量に使う産業は不利となり、それに適応するように産業構造や経済活動も変わってくるだろう。

話は少し変わりますが、米国の場合、銀行の総貸付資金のうち、住宅にまわる資金は 10% くらい占めているが、日本では 2% しかない。10% あると経済のメカニズムの中で、住宅資金と住宅ストック

がそれぞれのマーケットを形成してうまく流れる。すなわち不景気になると住宅資金が増大し、景気よくなると減るといった自律的な動きをする。こういった市場の育成によって、政府が直接手を出さなくともバランスよく流れるのではないかと思われる。

日本で政府が住宅を建てているのは、住宅マーケットを誘導するためと考えたほうが適切で、自由な民間マーケットを育成するのが政府の役割ではないかと思う。

今までは住宅産業は主要な産業ではなかったために、経済のメカニズムの中に自律的な市場が形成されなかった。

B 日本では、自分の好みの所に土地を求め、好みの広さで、好みの設計をして大工さんに注文し、建築できる人は少ないだろう。しだいに規格品住宅を買うようになる。また規格品住宅も、バラエティに富んだものになってくるだろう。高層住宅もどんどん増加し、当然冷暖房も行なわれる。そのようになってくると、住宅の材料も大量生産が行なわれ、どんどん安くなっていく。しだいに都会の住宅も余裕がでてくる。そのときになって、それでも東京に固執する人と、あるいは地方に帰る人が出てくるだろうが、そのときに東京に残る人の数の予測がたいへんむずかしい。今は首都圏の人口は、年々 60~70 万人ずつリニアに増加している。このリニアな直線がいつロジスティックカーブの限界に達し、横に寝てくるかの予測がむずかしい。ある人は日本の人口の半分の 6000 万人、少なく予測する人で 3800 万人と、2200 万人の差がある。ただし 1965 年において、首都圏だけで日本の GNP の半分を生産することは可能である。

E demand に対し supply が、たとえば 95% では非常に危機感があるが、105% になると選択の自由度が大となる。日本における米の問題がまさにその例で、住宅についても同様で、100% に少し欠けていればたいへんな欠乏感になるだろう。いま東京にしがみついている人々は、一度東京を離れると再び東京に帰れないという感じを持っている人が多いように思えるが、少し過剰供給をすれば、たちまち住宅難は解消されるのではないか(笑)。

C しかし、食物と住宅では少し違うように思う。

E たしかに住宅は、食物より硬直的で弾力性が小さく、フレキシビリティに欠けることが住宅難に拍車をかけている。住民構成の変動に耐えられる住

宅になっていない。米国のように、所得と家族構成のライフサイクルにより、次から次へと自分に合った住宅に切り換えられるのが望ましい姿でしょうが。

A その望ましい姿になるには、各レベルに対し、どの程度の住宅の数のバラツキがあれば可能なのでしょう。

F 日本では、昭和 38 年で、住宅数/世帯数は 0.95、43 年で 1.04 になっている。この 4% の空家率は、日本全国どこでもだいたい同じです。あと一步だと楽観している。

B だいたいだれでも住みうる住宅が空いているかどうかが問題です(笑)。

F 米国では 110% くらいです。住宅は、ふつうの商品と同様、好きなものを欲しいときに手に入れることができる状態だと感ずる。

A 予測部会としては、数の問題よりも主に機能の問題を中心に考えたいと思っているが、住宅に対する欲求を何種類か考え、それをある程度満足できれば合格だと考えている。

C 欲望にはきりが無いのではないか。

B 昔、ドイツで第 1 次大戦後、最小限住宅の検討をしたときに決定した住宅の広さは、今の公団の住宅よりかなり広かったようです。

A 生活様式が異なっているためだろう。

E 日本では社交用の部屋は必要ないから。

B ベッドを置くには 3 畳では狭いが、フトンなら敷ける。日本人は住宅に関しては抑圧された社会性により、狭い住宅でも平気に感じているのではない(笑)。

E 日本人は南方系民族で、永久に子孫に残すような住宅への欲望は少ない。日本は自然が美しく、自然をたいせつにする。茅葺家とか、横井さんの住んでた洞穴のように、一度つくった家は、その人一代で朽ち果てて、再び自然の中に返すという感覚があるのではないか。外国では何百年も持つような石造りの家が多いようだが。

B 日本では耐久消費材的感覚で住宅を考えてる。

A 日本人は限界生活耐久者的なところもある。

これからは余暇が増加するだろうから、住宅の中で余暇を過ごす時間が増してくる。そのための設備が必要になってくるだろう。しかし日本人は、遊ぶために遊ぶ場所に出かけて行く。

F 米国では調査によると、若者の行動は自由を求める欲望が強く、その他の欲望はある程度満たされれば満足である、という行動パターンができてき

ている。

A 日本人も住宅以外の欲望がある程度満たされれば、住宅への欲望も減るでしょうか。

C 現在でも家の代わりに自動車とか、レジャーとかに欲望を向けているともいえる。

D 今回のわれわれのモデルで注目すべきことに気がついたことがある。広さは物質的大きさと、楽しむのは精神的大きさと考えられるが、テストモデルの試算結果をみると、

広さ+楽しむ=一定

である。すなわち、楽しむを増すと広さは減り、楽しむを減らすと広さは増える。

B 最近は生活が豊かになったおかげで、自称芸術家、自称研究家がいへん増加しているそうだ。耶馬台国の研究家、フラワーデザイナー等、家庭の主婦にでもできるようなことがたいへん流行している。

A indoor 的楽しみが増加しているわけですね。

B 20 年先までには、欧、米、日の間での住宅様式の好みのフリコ現象がどのように進んでいきますかね。最近まで米国では、ジャポニカプール(日本的池)がはやったそうです。そして日本では、最近も米国よりも欧州のまねが流行しているようです。

F 住宅投資のベヘビアーについては、日本の住宅投資関数と米国のそれとを比較すると、それぞれその体質を反映していてもおもしろい(ここで計量モデルの中の住宅投資関数の簡単な比較説明資料が提出された)。

現在の意識でいくら未来を考えても、貧困なものしか生まれないわけで、未来に住んで未来を把握し、現代に持ち帰らないと、ほんとうの予測はできない。経験したこと以外は大部分理解できないのが普通だから。

C 予測の根本がくずれる(笑)。

F 若干の手がかりは国際比較だ。まず諸外国に 1, 2 年程度ずつ住んで見て、予測する人間の意識を解放しておくことが必要だろう。

B 予測には主観がはいり、予測者の経歴と環境に大きく左右される。最近の学生にニュータウンの設計をさせてみると、われわれより遙かに貧困なイメージしか画けない。彼らはかなりめぐまれた社会で生活してきたために、欲望の欠如が少なかったせいでだろう。

一同 SF をいくら読んで見てもダメで、タイムトンネルをくぐって未来に行ってみなければ予測はわからない(笑)。