

響を与えぬものとする。

(部品が故障したら装置が故障したと考える.)

このような仮定は、かなり自然なようでもあり、指数分布を見越してのこととも思われるが、この仮定をおくと、以下の議論がかなりスムーズに運ばれる。

時刻 t で $n-1$ 回目の故障が起き、時刻 $t+X_n$ 、及び $t+X_{n+1}$ でそれぞれ n 回目及び $n+1$ 回目の故障が発生すると考える。そこで $F_n(u) = P(X_n \leq u)$ とおくと、仮定よりすぐさま

$$P(X_{n+1} > x | X_n = u) = \frac{1 - F_n(x)}{1 - F_n(u)} \quad (x \geq u)$$

が導かれる。なぜなら、 n 回目に相当する故障が時刻 $t+u$ で起きていようが、いまいが、 $n+1$ 回目に相当する故障は時刻 $t+X_{n+1}$ で起こるのであるから、 n 回目に相当する故障はなかったものと考えて、 X_{n+1} を X_n と間違えたと考えてもよいではないか、というわけである。そこで、 $X_{n+1} - X_n$ (n 回目の故障から $n+1$ 回目の故障までの時間間隔) の分布を $F_{n+1}(x)$ とすると、上の関係より

$$1 - F_{n+1}(x) = \int_0^{\infty} \frac{1 - F_n(x+u)}{1 - F_n(u)} dF_n(u)$$

なる式が導かれる。いま、 $\{F_n(x)\}$ の極限が存在す

るものとすれば

$$1 - F(x) = \int_0^{\infty} \frac{1 - F(x+u)}{1 - F(x)} dF(u)$$

なる積分方程式を得る。この方程式を満たす $F(x)$ は次の通りである。

- (i) $F(x)$ が連続で $F(-0) = 0$ のとき \Rightarrow 指数分布
- (ii) $F(x)$ が可付番個の点を除いて連続のとき \Rightarrow pure step function
- (ii)' $F(x)$ が離散的 \Rightarrow 幾何分布

しかし、(i) の条件がどのような場合、満たされるかなど不明な点が多い。

次に、 $F_n(x)$ がかなり速く指数分布に近づくことを、 $F_0(x)$ が 2 回微分可能な場合、 $F_n(x)$ の確率密度関数 $f_n(x)$ が、 $n \geq 1$ で $f_n(0) > 0$ 、及び $f'_n(0) < 0$ なる性質をもつことから予想している。実際 $F_0(x)$ として、Weibul 分布や、Luchak の分布などをとり、グラフや変動係数などの推移の表をつくり、指数分布への近づき方の早いことを示している。

最後に 100 台ほどのバスのエンジンの故障のデータにより、ここで直感的に導いた $F_n(x)$ がよく適合することを示し、この議論の妥当性を裏づけている。(森 雅夫)

書

評

稲葉清右衛門 編著「やさしい NC 読本」日本能率協会、昭和45年、246ページ、1,200円。

いまさらOR屋にNCの話をしてもしようがないが、頼まれたのでいやいや書評を書く。編著者の稲葉さんは富士通の計算制御部長、各章の執筆は部下の課長連、まさに富士通のカatalogだ。

ヌーディスト・クラブの頭文字もNCだけど、お堅い機械工業ではNCは数値制御 (Numerical Control) のことである。加工物の寸法や加工条件がさん孔された指令テープを、清報処理装置 (NC装置) が読みとり、指令パルス列に変換する、この指令パルス列がサーボ機構 (たとえばパルスモータ) の入力となって工作機械 (NC工作機械) を駆動し、指令どおりの加工がおこなわれるというのがNCのしくみである。

貿易の自由化と賃金の上昇の板バサミにあって、

自動化、省力化、ひいては無人化と、生産システムがエスカレートしてゆくなかで、その主役をつとめるNC工作機械の生産台数は毎年2、3倍の伸びを示し、今日では3,000台をこえるNC工作機械が稼働 (日本で) している。

このNC装置 (FANUC シリーズ) とパルスモータで圧倒的なシェア (日本で) をほこる富士通の歩みは、そのまま日本のNCの歴史 (1957年以來の) でもある。この本は、FANUC、パルスモータ、NCのソフトウェア、NC工作機械、NCの保守などの章からなっており、ひと通りのことは書いてある。“やさしい”と銘打ってあるとおりに、われわれ大学卒のインテリには縁のない本だが、万一、現場の技術者から“NCの本は”と聞かれたら、“イナバさんの本”と答えておけばよい。

紙数があまったので、日本で出版されたNC関係

の単行本をリストしておく。

研野和人（機械試）・稲葉清右衛門「数値制御の工作機械」大河出版（昭42）1,700円

稲葉清右衛門「数値制御入門」日刊工業新聞社（昭42）880円

山岸正謙（機振協）監訳「数値制御のプログラミング」大河出版（昭44）1,500円

藤沢道雄（東芝）「数値制御システム」工業調査会（昭45）1,400円

研野和人「数値制御のソフトウェア」産業図書（昭45）1,600円

山岸正謙「NCのプログラミング」オーム社（昭45）1,300円

安藤丈夫（日電）「NC工作のプログラミング」東京電機大学出版局（昭45）600円

浜岡丈夫（三菱）「数値制御の設計」大河出版（昭45）1,500円（近辻喜一）

ジェイW・フォレスター著、小玉陽一訳「アーバン・ダイナミックス」日本経営出版会

この本はインダストリアル・ダイナミックスで有名なフォレスター教授が、インダストリアル・ダイナミックスの方法を都市というソーシャル・システムに適用したものである。教授はこのアーバン・ダイナミックスについてワールド・ダイナミックスも発表しており、企業から世界までを研究範囲にとり入れたことになる。

1つの会社程度のシステムでも、その成長プロセスのモデルを作成しているとき、直観では判断できない行動をとるし、直観では正しいと思われる修正がかえって悪い結果を招くことがあることが発見されたため、都市のような複雑なシステムでは、どのような直観になじまないプロセスが働いているかを見きわめようとしたのが、この研究を始める主要なインセンティブであったと述べている。

この書の内容は、概略次のようなものである。まず、何もない空地に都市ができはじめ、それが成長し、成熟し、やがて沈滞するまでのシミュレーションがおこなわれている。都市は非常に多くの要素から成り立っているが、そのなかから企業と住宅と失業者も含めた就業者をとりあげ、その状態の変化を

フローにあたるレイト、ストックにあたるレベルで表現し、おのおのの複雑な相互作用によって都市が徐々に変化をとげ、平衡状態に達するプロセスを独特のコンピュータによるプロットで示してある。ここまでが研究の第1段階である。

次に、この平衡状態から出発して、一般に都市を改良すると信じられている種々の都市政策が、実際は都市の状態をかえって悪くすることになることを50年にわたるシミュレーションで示している。低コスト住宅を建設するとか、外部からの財政援助がまったく役に立たないということは都市関係者にとってはちょっとしたショックである。ついで、都市を崩壊から救い出すための真に役立つ政策は何かということが探究されている。都市が成長するにつれて空地はだんだん少なくなる。また建設された建物は古くなる。いわば都市全体が若さを失った状態になる。この都市を復活させるには古い住宅を取りこわし、新しい企業で置き換えることが必要であることを示している。しかし、これは著者も書いているように、最終的にまとめられた報告書ではなく論題のふたあけにすぎない。この書の内容をさらに掘り下げる研究がフォレスター教授自身によって精力的にすすめられているようである。ここでとられた仮説がある特定の都市に合致することを確かめることは大変であろうし、モデルの修正も必要であろうが、それに成功すれば、都市に対する理解は非常に深まるであろう。

都市の再開発は20世紀後半のもっとも重要な課題の1つであるといわれながら、真の解決のいとぐちさえつかめていない。GEが地域開発に対するシステムズ・アプローチの研究を数年おこなったすえ、昨年春、正式にそれから手を引いてしまったことからもうかがえるように、都市システムの挙動を解明することは非常に困難であるが、それにフォレスター教授は大胆に挑戦し、ある程度の成功をおさめたため、アメリカで評判になっているそうである。

この書は、都市に関心ある人にとっては面白く読めるし、そうでない人にもソーシャル・システムへのアプローチの方法として興味深いものであろう。

（奥平耕造）