

不感性が成り立つか、そのcheckをするためのcriterionを解説する。この理論は著者の1人König教授がかなり発展に寄与したものであるだけに、piecewise linear Markov process を利用する方法はこの本のもっとも特色のある個所となっている。証明は略されているが、ここで紹介された結果を利用して、Engset の公式が一般のサービス時間分布についてもそのまま成立することを例示している。

[8] Semi-Markowshe Prozesse in der Bedienung- und Zuverlässigkeitstheorie

セミマルコフ過程の定義と基本定理（パイクのエルゴード定理）をあげたあと、故障を起こす窓口をもった待ち行列、セミマルコフ過程として到着する流れをもった待ち行列を例として解き、最後にそれ自体はセミマルコフにならない確率過程から埋め込まれたセミマルコフ過程を見つけ、それに注目して解が得られる例をあげている。

通常セミマルコフに触れている本にあるような例ではないので、興味をもつ方も多いと思われる。

[9] Methode der Integralgleichungen. Weitere Formeln für Wartesysteme

待ち時間に注目して積分方程式をみちびく、よく知ら

れたLindleyの方法、Kiefer-Wolfowitzの方法の簡単な紹介。

[10] Die Methode der Zusatzereignisse

補助的な事象を仮に考えることによって、母関数やLaplace変換の間の関係をみちびく方法である。たとえば、collective marks とよばれる方法は、到着率 λ でPoisson 到着する客に赤（確率 z ）と青とあり、サービス時間内に i 人到着する確率を P_i とすると、赤の客だけが到着する事象を考えて、 $\{P_i\}$ の母関数 $P^*(z)$ と、サービス時間のLaplace変換（ただし変数は $\lambda(1-z)$ ）が等しいことを直接みちびく。また他の方法にもふれる。

[11] Näherungsausdrücke und Abschätzungen in der Bedienungstheorie

不等式による平均待ち時間や平均行列長の評価、および分布の評価について、簡単な場合の紹介をしている。

[12] Monte-Carlo-Simulationen in der Bedienung- und Zuverlässigkeitstheorie

simulation をするときの統計量の分散と標本数の関係やGPSS型の言語についてふれている。

以上、ざっと眺めたように、理論的な待ち行列の研究に志す学生には適切なガイドになりうる本であると思われる。（森村英典）

書評

P. ホイットル 著

非線形計画法の理論と応用

訳者：藤川洋一郎・平本 巖

出版社：培風館，1977

ページ数：vii+259

定 価：3,800円

本書はPeter Whittleによる“Optimization under Constraints” John Wiley & Sons Ltd., 1971の翻訳で、原著の副題にあるTheory and Applications of Nonlinear Programmingが邦訳題名となっている。原著者および訳者序文にも述べられているとおり、最近数多く出版されている非線形最適化問題に関するテキストの多くが問題を解くための実際的なアルゴリズムを解説しているのに対して、本書はラグランジュ乗数の理論を基本的原理としてこの方法のみを使って進めるところまで進んでみようとしているところに最大の特色がある。まず本書の構成の概略を紹介しよう。

第1章 最大化問題を考えるにあたって

第2章 条件付最大化とラグランジュ法

第3章 強ラグランジュ原理-凸性

以上の3章において基礎的な理論を解説している。あつかわれている内容はラグランジュ乗数、凸性、双対理論といったところが主なものである。とくに古典的なラグランジュ理論による取りあつかいがくわしく、逆にKuhn-Tucker理論に代表される最適性の条件等にはふれていない。

第4章 線形計画法

第5章 特殊な線形問題

においてLPとそのシンプレックス法による解法の概略とネットワーク・フロー等のその他の線形問題があつか

われている。

第6章 線形条件をもつ非線形問題Ⅰ

第7章 線形条件をもつ非線形問題Ⅱ

において非線形な報酬をもつ配分問題、不確実な報酬をもつ線形計画問題、幾何計画、物理学における相補変分問題、簡単な制御問題等、いろいろとヴァリエティをもった問題が解説されている。

第8章 非線形制約条件と確率的効果

で、はじめて非線形制約があつかわれ、非線形再帰による経済計画や確率計画等も解説されている。

第9章 数値解法

では共役傾斜法、フレッチャー・パウエル法等の制約なし最適化問題の解法とペナルティ関数法による制約つき問題の解法に簡単にふれている。

第10章 ベクトル最大化問題

と題してゲーム理論の基本的事項を解説している。

著者は最近のコンピュータの発展にもなつて何でもまず計算してしまい問題の解析を二の次にしてしまうという傾向に対するアンチテーゼとして本書をあらわしたと思われるが、その意味で本書は成功しているといえる。非常に広範囲の分野——物理学、工学、OR、経済学、数学、その他——からさまざまな問題が取り上げられ、その問題の背景となっている現象の解説も交えながらラグランジュ法によって可能なかぎりの定性的結論を引き出してみせる。取り上げられている問題をみると、非線形計画法の二つの主流である経済学的現象を主に対

象とするアメリカと、物理的、工学的現象を主とするイギリスとの中でイギリス的な傾向に近いと思われる（余談であるが本書には原著者に関する情報が彼の名前以外に何も無いのは不親切である）。評者も非線形計画法を単にORの枠にとじこめずに広くいろいろの分野と結びつけることは大いに歓迎すべきことであると思う。また練習問題も豊富でいろいろと興味ある問題が含まれている。

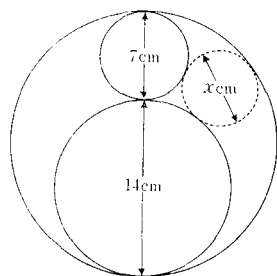
一方、本書のような性格をもつ本に対して無理な注文であるかもしれないが、Kuhn-Tucker 理論等の常識的な話題がまったく取り上げられていないのは片手落ちという感を覚える。またラグランジュの方法によって解ける問題は通常非線形計画法の範囲を越えて徹底的に述べられているが、逆にこの方法で解けない問題は取り上げられていないので、問題が片寄っているともいえる。理論的な解説のさいはかならず応用となる問題も一緒にあつかわれるので、直観的には理解しやすい叙述になっているが、逆に整理されていないといった印象も与える。これは趣味の問題であろう。数値的解法も軽くふれている程度であるが、これもしかたのないことであろう。

以上見たように、本書は非線形計画法の標準的な知識を得ることを目的とするには適切ではないが、(非線形計画にかぎらず)最適化問題に関心のある学生、研究者がこの本によって得るところは少なくないと思われる。豊富な応用問題とその定性的、定量的取りあつかいによって読者はその視野を広げられることと思う。最後になってしまったが、訳は平明で読みやすい。(山下 浩)

フォーラム

数理パズルを楽しもう (3)

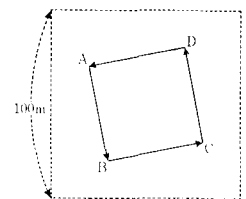
問題 直径21cmの円に、直径7cmの円と直径14cmの円が、図のように内接しています。いま、大きな円には内接し、小さな2つの円には外接する円を、



図の点線のようにかいたとします。この円の直径は何cmになるでしょうか。整数値として求められるところに、問題のおもしろさがあります。

[12月号(726ページ)の解答] 犬が走りはじめてから、すべての犬が中心で追いつくまでの途中の任意の状態を考える。すると、どの犬も同じスピードで同時に走りはじめたのであるから、たとえば図のように、4匹の犬は

やはり正方形の4頂点に位置している。よって、AがBを追いかける場合について考えると、BはAの進行方向と常に直角に走っている。このことは、AとBとの距離を縮める



ることについては、Bの運動は何の寄与もしていないことを示す。すなわち、AがBに追いつくまでの全走行距離は、最初の正方形の一辺の長さ100mそのものである。このことは、4匹のすべての犬について成り立つ。

このすばらしい問題は、米国の H. D. Grossman によって考案され、いくつかのパズル書に紹介された。たとえば、L. A. Graham の著書 [1] には、関連する若干の問題を引用しながら、この問題が提出されている。なお、正三角形の3頂点に3匹の犬を配することもできるが、この問題ほどエレガントにはならない。

[1] Graham, L. A., *Ingenious Mathematical Problems and Methods*, Dover Pub., New York, 1959.

(中村義作 信州大学工学部)

FORUM