

Title	コンパートメントアナリシスに関する研究
Author(s)	梶谷, 文彦
Citation	大阪大学, 1977, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/2566
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	梶 谷 文 彦
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 4 0 1 2 号
学位授与の日付	昭和 52 年 6 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	コンパートメントアナリシスに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 児玉 慎三
	(副査) 教授 鈴木 胖 教授 尾崎 弘 教授 阿部 裕
	教授 藤井 克彦

論 文 内 容 の 要 旨

コンパートメントシステムは、いくつかの機能的分布相から構成される非相反複合システムであり、生体システム、電気回路網、化学反応系、エコロジーシステム、社会・経済システムなどには、コンパートメントシステムとしてモデル化されるものが多い。とくに、トレーサ技法を利用して生体機能を評価する場合の機能分布相は、線形コンパートメントシステムとしてモデル化されることが知られている。

本論文は、線形コンパートメントシステムの同定問題と、システム理論的解析に関する研究成果およびそれらの医学応用についてまとめたものであり、全篇を 5 章より構成している。

1 章では、コンパートメントシステムのあらましについて概説するとともに、コンパートメントシステムと実システムの対応づけについて述べている。

2 章では、多くの場合、パルス入力に対するコンパートメントシステムの出力は指数関数の和になるので、指数関数の同定問題について、フーリエ変換法、最尤法による 2 通りのアプローチを提案し、これらの方法を用いた実験結果について述べている。このうち、フーリエ変換法にデジタルフィルタを適用する方法は、理論的には次数とパラメータの推定を同時に行うが、實際上、推定精度に若干の問題が残されている。これに対して、最尤法に赤池の AIC を適用した方法は、コンパートメントの数およびパラメータ推定精度とも従来の方法に比して優れていることを実証している。

3 章では、尤度より導かれる Fisher の情報行列の逆行列の対角成分は、常に実際のパラメータ分散より小さいか等しいという Cramer-Rao の不等式を用いてパラメータ分散を推定し、サンプリング条件について考察を加えている。その結果、与えられたサンプル数に対してパラメータ分散を最小

にする最適サンプリング間隔が存在し、この最適サンプリング条件で同定を行うと推定精度がさらに向上することを示している。

第4章では、コンパートメントシステムのシステム理論的な検討結果について述べている。すなわち、カテナリー、マミラリーシステムについて入出力部位が異なる場合を含めてその実現条件を導いている。またより広いクラスについて、入出力部位が等しい場合には、次数を一つ落してMマトリクス実現条件を論じればよいことを示している。さらに、一般的なコンパートメントシステムでは、コンパートメントシステムの最小次数が伝達関数のMcMillan次数よりも高くなることがありうることを示している。

5章では、本法を体内PSP動態解析、レノグラムの解析、腎functional imageに適用し、医学的に本法の有効性を確かめている。

論文の審査結果の要旨

コンパートメントアナリシスは、いくつかの機能的分布相から構成される非相反複合システムの構造を入出力データから決定するもので、生体システム、化学反応系、エコロジーシステムなど多くの分野に応用可能な手法である。とくにトレーサを用いた生体機能評価法としては、頻用されている実用的な手法である。

本論文は、コンパートメントシステムの新しい同定手法を提案し、その有効性について理論的、実験的な検討を加えるとともに、物理的制約条件に起因するコンパートメントシステム特有な性質についてシステム理論の立場から解析した結果を述べたものである。

主な成果を要約するとつぎのようである。まず、モデルの次数および移行係数の推定に最尤法とAIC基準を併用する方法を提案し、この有効性を数値実験ならびに臨床実験によって確かめた。ついで観測データのサンプリング条件に関し、サンプル数一定の条件下で推定パラメータの分散を最小にする最適サンプリング間隔が存在することを明らかにした。また、実用上重要なカテナリー、マミラリー、および樹枝状コンパートメントシステムに関し同定可能性の必要十分条件を示した。さらに、一般にコンパートメントシステムの最小実現は、必ずしも可制御かつ可観測とは限らないという、ふつうの線形システムに見られない特異性を有することを示した。最後に、以上検討したコンパートメントアナリシスを具体的にラジオアイソトープを用いた生体機能の解析に適用し、その実用性を確かめた。

以上のように本論文は、コンパートメントシステムについて、有用な同定法を開発するとともに、一般的性質について学術的に興味ある新しい知見を示したものであり、システム理論および医用電子工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文とし価値あるものと認める。