

《教育講演》

I. 動態解析の基礎と応用

放医研・臨床研究部 福田 信 男

動態系とはシステム理論的には、状態変数が時間的に変動するシステムである。これは大別して、線型システムと非線型システムに分類される。前者は重ね合わせの原理が成立するシステムであり、化学反応系の場合には、一次反応系の複合系に相当する。生体内の代謝過程は、本来、血清蛋白、膜輸送の担体などとの結合、酵素反応等の非線型過程を含むが、核医学で用いるトレーサ量の場合には、すべて、トレーサ同志の反応や、トレーサ結合による担体結合サイトの減少などは無視してよいので、トレーサ量に比例する速度過程になり、線型システム理論の手法が用いられる。しかし、ポジトロン標識のリセプター結合を含む、循環代謝過程などの場合には、非線型の解析も必要になる。

また、動態系は、定常と非定常の両システムに分けることもできる。ここで定常という意味は、システムを特徴づけるパラメータが時間的に不変な場合であり、これが変動する場合を非定常と称する。通例の核医学検査は、その間で、循環代謝状態が不変なので、定常動態系である。しかも線型系なので、系の動態は、連立線型一階常微分方程式で記述され、その解は指数関数としてもとめられる。もっとも、このような記述が可能なのは、系

の構造が明らかである場合に限り、これをコンパートメントシステムと称している。核医学検査においては、時刻ゼロにおいて、循環系(中心コンパートメント)にトレーサをパルス投与し、その後の血液、標的臓器などの放射能の動態を適当な方法で計測し、得られた時系列測定値から、循環代謝動態系の特徴パラメータを推定する。システ理論的にはこれは、同定問題というが、可観測性の条件が満たされる場合には原則として可能である。

しかし、実際問題としては、放射能のポアツソン揺動その他に由来するデータのノイズにより、得られた時系列データの理論式へのあてはめもそれほど容易でない。

システムの構造が不明である場合には、これをブラックボックスとして扱い、その入出力関係のみから、系の伝達関数をもとめる方法も行われる。末梢組織の灌流量をもとめるための核医学的手法も、広い意味ではこのカテゴリーに属し、非コンパートメント解析ともいう。

動態系の、より特殊な分類法としては、決定論的と、確率過程論的という分類法もある。前者は、微分方程式、積分方程式などで記述されるのに対し、後者は確率微分方程式で記述される。ラジオエコロジーの場合には後者の適用が必要になる場合もある。

II. 呼吸器核医学

東北大・抗酸菌病研・内科 井 沢 豊 春

肺はガス交換のみならずガス交換以外の機能を営む。前者を呼吸性肺機能とよび、後者を非呼吸性肺機能とよぶことにする。

1957年 Knipping がはじめて Xe-133 を用いたのは肺癌部位より末梢肺野の換気の有無の検索のためであった。RI を用いた呼吸性肺機能研究の嚆矢である。1960年 Dollery や West らのグループは一躍サイクロトロン産生の $^{15}\text{O}_2$ を用いて肺における血流や換気分布に対する

重力の影響を発見し、現代肺生理学の基礎を築いた。一方アメリカ学派は肺栓塞診断という社会的要請を背景に Taplin の MAA の成功とつながり、肺の imaging が本格的に開始された。ここに真の呼吸器核医学が誕生したといって過言ではない。一方 Montreal の Bates 学派は multiple detectors 方式によって、肺の血流や換気分布について詳細な研究を行い、彼らの研究から closing volume の概念が生まれた。