

## 授賞業績

# 核医学における 断層イメージングに対する貢献

デビット・クール博士

1929年10月27日生まれ（79歳）  
ミシガン大学医学部 放射線医学教授

## 概 要

現在、CT（コンピュータ断層撮影）などさまざまな画像診断装置が医療の現場で活躍しています。デビット・クール博士は、1950年代の後半、放射性同位元素の体内分布を断層撮影する実験を世界に先駆けて行いました。そして、1960年代後半に SPECT（単光子放出断層撮影装置）を開発。ヒトの体の断層写真を得ることに世界で初めて成功しました。この研究は、X線 CT や MRI（磁気共鳴画像法）の開発に大きな影響を与えたほか、近年、がんの早期発見などに威力を発揮している PET（陽電子放出断層撮影）の実現をもたらしました。

## 世界初の断層撮影に成功

患者の体をメスで傷つけることなく、体の内部を詳しく調べたい……。そんな医学者の夢を最初にかなえたのは、レントゲンによる X 線の発見でした。X 線写真は、現在でも主に骨や肺の病気の診断に広く用いられていますが、こうした画像診断技術に画期的な進歩をもたらしたのは、1960年代後半から 1970年代にかけて、CT（computed tomography；コンピューター断層撮影）の技術が開発されたことでした。体を輪切りにしたような断層イメージング画像が得られるようになり、臓器の状態をより精密に調べることができるようになったのです。

現在、医療の現場では、X 線 CT、MRI（磁気共鳴画像法）、PET（陽電子放出断層撮影）、SPECT（単光子放出断層撮影）など、さまざまな断層イメージング技術が臨床応用されていますが、その先駆けになったのは、デビット・クール博士による SPECT スキャナーの開発でした。SPECT は、外から X 線を照射しその吸収量から断層画像を得る X 線 CT と異なり、体内に投入した微量の放射性薬剤が発するガンマ線をキャッチする診断装置。体内における薬剤の動態を捉えることで、臓器の血流や代謝機能などを明らかにすることができます。

クール博士の SPECT スキャナーは、ヒトの体で断層写真を実現したという点で、実は X 線 CT スキャナーよりも早く、研究はさまざまな画像診断装置の開発に影響を与えました。この業績によりクール博士は、「核医学的断層画像の父」と称されています。

## CT などの画像診断の開発を加速

クール博士は、1929年にアメリカ合衆国ミズーリ州東部のセントルイスで生まれました。子供の頃から化学実験に興味を持ち、高校時代にはラジオアイソトープ（放射性同位元素）を用いて行った実験が高く評価されました。その後、博士はテンプル大学の物理学科へ進学しましたが、最終的に研究テーマとして選んだのは放射性物質の医学への応用でした。

クール博士は、1955年にペンシルバニア大学で医学博士号を取得しましたが、このとき核医学はまさに黎明期にありました。1958年、体内に注入した放射性薬剤が発するガンマ線を捉えることで薬剤の体内分布を画像化するシンチレーションカメラが開発され、その臨床応用が始まったのです。しかし、クール博士はこの技術に満足できませんでした。シンチレーションカメラは、体内に三次元に分布する放射性薬剤の二次元投影像を見るもので、体のどこにどれだけの薬剤が存在するか定量的なデータが得られなかったからです。

この問題を解決するために、1962年にクール博士が提案したのが、Emission CT の原理です。これは、体の軸を中心に 360 度方向から得られたガンマ線データをコンピューターで解析することで、体の断層面における薬剤分布図を得るというもの（図参照）。これなら、どの臓器にどれくらいの放射線薬剤が分布するかが定量的に分かります。なお、CT では、このときコンピューターが行っているのは巨大な行列演算です。1 つの断面を格子状に分割し、各部位の放射線量を未知数とし、その合計が実際の放射線量と等しくなるように連立方程式を解くのです。

そして、1964年には単光子放出断層撮影装置である

SPECT (single photon emission computed tomography) スキャナーシリーズのマークIIを開発。この装置によりヒトの体の断層写真を世界で初めて撮影することに成功しました。これは、1972年にゴッドフリー・ハウズフィールドがX線CT装置を開発するより、かなり早かったといえます。

## 身体機能を見る装置として進化

クール博士は1970年にSPECTスキャナーのマークIII、1976年にマークIVを開発、核医学の新たな可能性を切り開いていきました。その後、X線CTは、臓器そのものの形態を精密に見るという方向に進歩しましたが、それに対して、SPECTは血流、代謝、神経伝達機能など、体の機能を見る装置として発達し、現在でも医療の現場で活躍しています。

そして、クール博士らが同時に取り組んだのがPETの実用化です。生命活動を支えるエネルギー源であるブドウ糖の代謝を捉えることで、さまざまな生体機能のイメージングが可能になります。ただ、ブドウ糖に放射線を放出させるためには、当時一般的に使われていたラジオアイソトープではなく、陽電子 (positron) で標識することが必要でした。そのため、SPECTとは別にPET(陽電子放出断層撮影)と呼ばれているのです。

きっかけとなったのは、動物で脳の研究をしていた

米国立精神衛生研究所のソコロフ博士が、ブドウ糖の一種である2-デオキシグルコースを陽電子放出物質(核種)であるC-14で標識、その組織の濃度分布を密着フィルム画像で表すことに成功したことでした。この成果を受け、クール博士のグループは、ソコロフ博士、ブルックハイヴン国立研究所のウォルフ博士と共同研究を開始。ヒトに利用できる陽電子放射としてF-18を標識したFDG(18F-2-Deoxy-2-fluoro-D-glucose)が最適であると結論づけました。そして、1976年8月、ブルックハイヴン国立研究所で合成されたFDGが、ペンシルバニア大学に運ばれ、SPECTスキャナー・マークIVを応用することで、はじめてヒト脳の代謝イメージングに成功しました。

最近、FDGを用いたPETスキャナーの開発が急速に進んでいます。特に、がん組織では正常組織と比較してブドウ糖代謝が高まることから、がんの早期発見に威力を発揮しています。同時に、画像融合技術が進み、PETとX線CTを組み合わせたPET-CTが、がんや脳神経疾患の診断・治療などに重要な役割を果たしています。

このように医療の進歩に大きく貢献している画像診断の技術研究の最先端では、さまざまな分子プローブの開発が行われ、生体内の分子の挙動を明らかにする分子イメージングが実現しています。医学の発展に寄与するばかりでなく、生命のナゾを解く技術として、一層の発展が期待されています。

