

Title	エミッションCTによる脳循環代謝機能の定量解析に関する研究
Author(s)	横井, 孝司
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42872
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	横井孝司		
博士の専攻分野の名称	博士(工学)		
学位記番号	第 15736 号		
学位授与年月日	平成12年9月29日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
学位論文名	エミッションCTによる脳循環代謝機能の定量解析に関する研究		
論文審査委員	(主査) 教授 西原 功修		
	(副査) 教授 田村 進一 教授 中井 貞雄 教授 西川 雅弘 教授 堀池 寛 教授 飯田 敏行 教授 三間 罔興 教授 山中 正宣		

論文内容の要旨

本論文は、放射性同位元素を用いた局所脳循環代謝量計測データの高速画像処理アルゴリズムに関する研究成果をまとめたものである。放射性同位元素で標識した薬剤を人体に投与すれば、生理学的、生化学的な性質に従って体内を移動するが、放出 γ 線をPET (positron emission tomography) 装置、あるいはSPECT (single photon emission computed tomography) 装置で画像化することによって、臓器の循環・代謝情報などを得ることができる。トレーサー濃度が同じ領域をひとつのコンパートメントとみなし、バリアーを介して異なるコンパートメントが接しているとするコンパートメントモデルに基づいて測定データを解析すれば、局所脳血流量等を定量化することも可能である。しかし、コンパートメントモデルに基づく解析は、繰り返し計算を含む非線形最小二乗法(NLLSF)で解く必要があり、医用画像のような膨大な量のデータを扱う場合には処理時間が掛かるという問題点がある。本研究ではこの問題点を解決するために新しい高速演算アルゴリズムを提案している。本論文は次の5章から構成される。

第1章は緒論であって、研究の背景、意義をまとめている。

第2章では、コンパートメントモデル解析の基礎を説明し、本論文の医学的根拠を明らかにしている。

第3章では、PETと ^{15}O 標識水で得られたデータから局所脳血流量と脳血液分配定数を画像化するために、重み付け積分法による高速演算アルゴリズムを提案している。この方法は、方程式に含まれる未知数と同じ数の互いに独立な任意の関数を用意し、その方程式に掛け算して積分することによって人工的に連立方程式を作り出す方法である。提案した方法で得られる脳血流量と分配定数画像は、従来のNLLSF法と比較して定量的にも定性的にもほぼ同様の結果となること、また、計算速度は約50倍向上することを明らかにしている。

第4章では、 ^{125}I 標識イソプロピルヨードアンフェタミン(IMP)とSPECT測定で得られたデータから、脳血流量と分布容量の定量化を行うための研究を行っている。すなわち、ダイナミックSPECT測定で得られたデータから、グラフプロット法による高速演算アルゴリズムを提案している。本法で得られた脳血流量は、従来のNLLSF法と同精度であるにも関わらず、計算速度は約12000倍の高速化を実現している。また、本研究においてIMPの動態モデルが2つのコンパートメントからなるモデルで表されることを明らかにしている。この研究成果を基にして、2回のSPECT測定のみから脳血流量の画像化が可能な3種類の高速演算アルゴリズム(テーブル参照法、線形最小二乗法、線形最小値探索法)を構築し比較検討を行っている。これらの方法で脳血流量の画像化を行った結果、ダイナミックSPECTで得られた結果と、ほぼ同程度の画質、定量値が得られることを示し、2回のSPECT測定しか行わない簡

便な測定方法によっても、ダイナミック SPECT 測定と同様に高精度で脳血流量の推定ができることを明らかにしている。

第5章は結論であって本論文の総括を行っている。

論文審査の結果の要旨

近年、脳循環代謝機能測定の重要性が高まっているが、医用画像処理では膨大なデータを扱うことから、高速にかつ精度良く計算できるアルゴリズムの開発が必要となっている。本論文は、コンパートメントモデルに基づき、エミッション CT によって得られたデータから脳循環代謝機能を定量的に解析する新しい高速解析アルゴリズムを提案し、局所脳血流量や局所脳ブドウ糖代謝量の画像化を行い、提案した種々のアルゴリズムの高速性と有効性を実証したものである。主な成果を要約すれば、以下の通りである。

1. ダイナミック PET 測定で得られたデータから、局所脳血流量と脳血液分配定数の画像化を行うために重み付け積分法による高速演算アルゴリズムを提案している。
2. 重み付け積分法により約50倍の高速性能が得られることを実証し、また入力関数などに含まれる誤差などの評価を行いその有効性を示している。さらに、3コンパートメントモデルに拡張できることを明らかにしている。
3. ダイナミック SPECT 測定で得られたデータから、局所脳血流量と分配容量の画像化を行うためにグラフプロット法による高速演算アルゴリズムを提案している。
4. グラフプロット法により、約12000倍の高速性を実証している。また、任意のコンパートメントモデルに拡張した理論を導出し、シミュレーションによりその正当性を確認している。
5. グラフプロット法解析の線形性より、IMP の脳内での挙動が2つのコンパートメントからなるモデルで表されることを初めて明らかにしている。

以上のように本論文は、脳循環代謝機能を定量的に解析する種々の高速アルゴリズムを提案し、その高速性と有効性を評価したものであり、本研究で提案された手法は実用に供せられている。本研究で提案されている解析法は、核医学における機能画像作成に有能な高速手法を与えるものである。よって本論文は博士論文として価値のあるものと認める。