

2025 年度 傾斜的研究費（全学分）科研費チャレンジ 研究報告書

※本学 HP での公表を前提に記入してください。

【研究費区分】：②科研費チャレンジ（B）

【所属】：東京都立大学大学院 人間健康科学研究科 放射線科学域

【氏名】：畑 純一

【氏名フリガナ】：ハタ ジュンイチ

【職】：准教授

【研究課題名】：

多次元拡散計測による遅筋と速筋細胞の可視化技術開発

【研究実績の概要（400 字程度で記入。図、グラフ等の使用も可。）】

本年度は、拡散 MRI 理論を基軸とした生体組織微細構造の非侵襲的定量化技術の開発、および「多次元拡散計測による遅筋と速筋細胞の可視化技術」の確立に向けた基盤研究に従事した。具体的には、水分子の膜透過性と拡散異方性を考慮した多次元的な計測シーケンスを最適化し、骨格筋細胞における筋線維組成や微細構造の定量的評価を試みた。特に、骨格筋アクアポリンシステムを介した水分子拡散理論に基づき、筋細胞の収縮特性を反映する画像コントラストの抽出に向けた検証を推進した。これらの技術を応用し、歩行力学解析と骨髄病変の相関から変形性膝関節症の発症を予測するモデルの構築や、コモンマーモセットの脳ネットワーク解析における計測バイアスの定量的検証を実施した。一連の成果は ISMRM や OARSI 等の国際学会において発表し、本技術が次世代の精密診断基盤として、筋骨格系および神経系の恒常性解明に資する極めて有効な手段であることを示した。

（※研究の全体の目的・意義に照らし、どのように達成されたかも含め記載すること。）

【本支援を用いた研究基盤整備の達成状況について】

・多次元拡散 MRI 計測シーケンスの構築と最適化

水分子の拡散異方性および膜透過性理論に基づき、遅筋・速筋それぞれの細胞幾何学特性を抽出するための多次元拡散計測プロトコルを開発した。これにより、従来の拡散画像では困難であった筋線維組成の非侵襲的な可視化基盤を整備した。

・骨格筋アクアポリンシステム評価のための解析環境の整備

筋細胞膜における水分子の透過動態を定量化するため、計算機リソースを拡充し、アクアポリンの機能を反映した拡散シミュレーション環境を実装した。これにより、生理学的指標に基づく画像コントラストの検証が可能となった。

・高精度な多層的生体画像データ管理プラットフォームの運用

本技術の応用として、ヒトの歩行力学データ、骨髄病変画像、およびマーモセットの脳ネットワークデータを一元的に管理・解析するプラットフォームを構築した。これにより、筋骨格系と神経系を横断する多層的な解析が可能となった。

・国際共同研究および学外連携を加速するデータ共有体制の確立

ISMRM や OARSI 等の国際学会での発表を通じ、国内外の研究機関とのデータ共有・共同研究を円滑化するための解析パイプラインを標準化した。特に多チャンネルコイル使用時の計測バイアス補正技術を実装し、解析の再現性を向上させた。

・次世代精密診断技術の教育・社会実装に向けた支援体制の構築

整備した MRI 解析基盤を教育リソースとして活用し、若手研究者や学生が最新の多次元拡散解析技術を習得できる環境を整備した。これにより、筋疾患や加齢に伴う運動機能低下の早期診断に資する、社会実装を見据えた研究体制を強化した。

【外部資金への応募状況】

採択,科研費,文科省,挑戦的研究（開拓）,きこえの変化と脳の変容：聴覚を起点とした全脳ネットワーク,分担,30000,R4-R7

採択,科研費,文科省,挑戦的研究（萌芽）,ヒト lateral force transmission の理解に向けた MR セン断応力,分担,200000,R5-R7

採択,文部科学省,科研費系,基盤研究（C）,嗅神経トラクトグラフィーによる嗅覚障害診断の新規手法開発,分担,300000,R7-R9

採択,科研費,文科省,挑戦的研究（開拓）,"距離"と"空間"のマルチセンシング脳回路の多層横断的研究：新規治療モダリティの開拓,分担,300000,R4-R7

不採択,文部科学省,科研費系,基盤研究（B）,骨格筋細胞を標的にした機能と構造の多次元定量 MRI 計測技術の開発応用,代表,6000000,R7~

不採択,JST,科研費系,創発的研究支援事業,ニューロクリアランスシステム数値化にむけた次世代 MRI 技術開発,代表,3000000,R7~

不採択,文部科学省,科研費系,基盤研究（B）,MR 即時適応陽子線治療の実現に向けた MR 画像による線量計算に必要な情報推定手法の提案,分担,300000,R7~

不採択,文部科学省,科研費系,挑戦的研究（開拓）,距離と空間のマルチセンシング脳回路の多層横断的研究,分担,300000,R7-R9

不採択,文部科学省,科研費系,基盤研究（C）,嗅神経トラクトグラフィーによる嗅覚障害診断の新規手法開発,分担,300000,R7-R9

不採択,文部科学省,科研費系,基盤研究（A）,脊髄損傷の診断と治療の指標となるバイオマーカーの探索,分担,1000000,R7~

不採択,文部科学省,科研費系,挑戦的研究（萌芽）,骨格筋アクアポリンシステムの可視化と恒常性解明,代表,850000,R7 申請

不採択,AMED,その他系,脳神経科学統合,MRI をハブとした他種他階層ブリッジング技術の開発,代表,7000000,R7 申請

不採択,JST,その他系,CREST,脊髄超生体組織による機能再建と創薬,分担,1000000,R7 申請

不採択,AMED,その他系,脳神経科学統合,アルツハイマー病の Precision Prevention に挑む,分担,5000000,R7 申請

【研究分担額】

(研究代表者・分担者名,所属,金額 (円))

研究代表者 (畑純一)、東京都立大学大学院人間健康科学研究科放射線科学域、1,000,000 円