

令和 年 月 日

## 若手研究者海外挑戦プログラム報告書

独立行政法人日本学術振興会 理事長 殿

受付番号 201980066

氏名 伏見幹史

伏見幹史

(氏名は必ず自署すること)

若手研究者海外挑戦プログラムによる派遣を終了しましたので、下記のとおり報告いたします。  
なお、下記記載の内容については相違ありません。

### 記

1. 派遣先: 都市名 ニューヨーク (国名 米国)
2. 研究課題名 (和文) : MRI を用いた人体の電気・磁気特性分布画像の定量的再構成
3. 派遣期間: 平成・令和 元年 4 月 1 日 ~ 平成・令和 2 年 3 月 31 日 ( 366 日間)
4. 受入機関名・部局名: Cornell University・Weill Cornell Medicine
5. 派遣先で従事した研究内容と研究状況 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

現在博士課程の研究課題として「MRI を用いた人体の電気特性分布の画像化」に取り組んでいるが、派遣先では関連する課題として「電気特性と磁気特性の同時再構成」に従事した。

生体組織の電気特性・磁気特性はいずれも病変部位で健全な組織と異なる値をとることが知られており、これら物性値の定量画像を得ることで、通常の MRI 形態画像では判断が困難な病変の診断が可能となる。電気特性 (導電率) はがんや虚血性疾患の診断に有効である一方、磁気特性 (磁化率) は神経変性疾患等の診断に有効であり、それぞれ異なるターゲットを持つ。これら二つの画像化問題は通常個別の技術として研究されているが、単一の撮像から両特性の画像化が同時に可能となれば、撮像時間の短縮や位置合わせが不要となるといった点で実用上の利点がある。

磁化率再構成で通常用いられる MRI のシーケンスとして、マルチエコーグラディエントエコーがあるが、一方で導電率再構成では、磁化率の影響の混入をさけるためスピンエコーが用いられることが多い。本研究では電磁気特性の同時再構成のため、通常は磁化率の影響があるために避けられるグラディエントエコーを利用し、撮像画像から両者の影響を分離推定する枠組みについて、そのアルゴリズムの改良手法を提案し、単一撮像からの電磁気特性の再構成を実現した。さらに分離されたデータから電気特性を再構成するアルゴリズムについて、精度向上のためのアルゴリズムを提案した。磁化率再構成の部分については派遣先研究室で用いられている手法を適用した。

健常者および脳腫瘍患者の脳 MRI 撮像データを取得し、提案手法を適用することで導電率と磁化率の画像化を行った。健常者のデータから正しく組織ごとのコントラストが得られることが確認され、また脳腫瘍患者のデータから腫瘍部位の検出が可能であることが確認された。特に脳腫瘍患者の推定結果では、導電率画像と磁化率画像で異なるコントラストが得られたため、両者が異なる情報を与えていることが示唆された。

## 6. 研究成果発表等の見通し及び今後の研究計画の方向性 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

提案手法に関して MRI 分野の国際会議 (ISMRM) の口頭発表として採択済みであり、今後発表予定である。また同内容の一部結果を加えたものについて、論文誌への投稿のため現在執筆を進めている。

今回の派遣先では、元々博士課程の研究課題として進めていた電気特性再構成と、派遣先研究室で行われている磁気特性再構成の統合を第一の目的として行ったため、電気特性再構成自体のアルゴリズムに関しては筆者が提案する最新の手法ではなく、すでに普及している簡易版の手法を用いた。個々の電気特性・磁気特性画像の精度はそれぞれの再構成手法の能力によって決まるものであるから、電気特性再構成の手法を改良することで本研究の結果も向上が見込める。今後はこの点を第一の目的として研究を進める方針である。

また派遣の目的の一つとして MRI 実計測データの収集、および計測技術の習得があった。筆者の研究室では数値シミュレーションを主として研究を行ってきたが、派遣先は磁気特性再構成を含め MRI 全般に広い見識・経験を持つ研究室である。今回の派遣期間中には実際の MRI 装置を用いて多数のデータを取得したり、あるいは MRI 装置の内部パラメータを設計して計測方法自体を調節するような研究ができたため、この知見を活かして今後日本の博士課程在学先の研究室でも実データの取得・解析にあたりたいと考えている。

## 7. 本プログラムに採用されたことで得られたこと (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

本プログラムにより派遣先で研究活動を行った一年間で大変貴重で他では得られない経験が得られた。第一に現在の研究テーマ自体を深化させながらも研究の幅を広げられた点がある。これまで行ってきた電気特性再構成から一段階広げて磁気特性も扱うことで電磁気特性の統合再構成を行うという非常に明確なテーマ拡張ができたことは有意義であった。これは磁気特性再構成において大きな貢献を重ねてきた派遣先研究室だからこそ達成できた点だと考えられる。加えて派遣先の特徴として自由に利用できる MRI 装置を多数揃え、また日常的に多くの人体データを計測している点があった。この点については筆者の日本での研究でこれまで十分に達成できていなかった部分であった。以上のように、自分の研究の現在の方向性をさらに押し進める・現在不足している部分の補完を行う、という相反する目的がともに達成された点は非常に良かったと考えている。

また、日本で在籍中の研究室と派遣先研究室では類似したテーマを扱いながらも、異なる学術的背景を持っている。最も明確なのは日本で在籍中の研究室は工学系である一方、派遣先は医学系だという点である。派遣先の研究室では物理・数理・情報系の背景を持つ人員だけでなく、半分が生物・医学系の人員であり、また毎週のミーティングには医師も参加する環境であった。実際の臨床に携わる医師からフィードバックを得られる状況での研究は大変貴重なものであり、より実用に即した視点から研究を進めることができた。生理学・病理学に関連する知識はあまり持ち合わせていない状態で開始した派遣であり、その点では苦労が多かったが、多くの新たな知識が得られたとも言える。

最後に、直接研究内容にかかわることではないが、修士博士と同じ研究室に所属してきた筆者にとって、異なる研究室に在籍するという経験自体が新鮮で新たな収穫のあるものであった。一般に研究室というのは比較的小人数で閉じた環境であるため研究室が変われば文化も大きく変わる。これは例えば、医学系という異なる分野の人との議論・英語での議論といった意味に留まらず、研究のどのような点に新規性や価値を見出すか、研究が行き詰ったときにどのような対処をとるか、といった研究遂行上の価値観・判断基準という意味で自分の知らなかった考え方に触れることができたのは今後の研究人生においてプラスに働くと思われる。