



「令和7年度 Spin-L 若手育成事業・海外派遣助成」 派遣レポート

プロフィール (Profile)

氏名: 木村 篤史

所属: 新潟大学脳研究所統合脳機能研究センター
臨床機能脳神経学分野 客員講師

派遣先: Institut des Maladies Neurodégénératives (IMN),
CNRS UMR 5293
Université de Bordeaux, France

派遣期間: 2025年10月3日～2025年11月12日

記入日: 2025年11月13日



1. 派遣目的 (研究の背景と目的)

これまでの研究で、多くの脳神経疾患が共有する病態基盤としてミトコンドリア機能障害の存在が示唆されてきました。私の研究テーマは、このミトコンドリア機能障害に焦点をあて、トランスレーショナルに解明することで創薬や早期診断に役立てようとするものです。このためには、脳内におけるミトコンドリアの活性や分布の可視化が不可欠です。従来手法として脳組織生検やPETなどが用いられてきましたが、生体の（特にヒトの）脳内において、ミトコンドリア機能を全脳レベルかつ非侵襲的に評価することは、長らく困難な課題とされてきました。

一方、近年派遣先のボルドー大学においては、脳ミトコンドリア機能を非侵襲的に画像化する先進的MRI技術が世界に先駆けて開発されました (Nature, 2025)。この技術 (mitochondrial MRI, MitoBrain Map) は、既存の解剖学的情報と細胞レベルの代謝情報を統合して解析できる点において画期的であり、神経変性疾患の発症前段階を捉える新たなバイオマーカーとして注目されています。今回の派遣は、この最先端技術を習得し、私のこれまでの「中枢神経系のミトコンドリア病態研究」と融合させることで、臨床応用へ発展させることを目的としました。

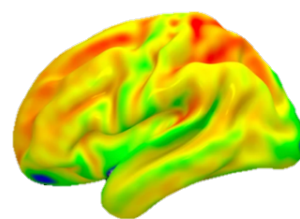


図1 MitoBrainMapによる
ミトコンドリアMRI画像

2. 派遣先の概要(研究環境と体制)

派遣先のInstitut des Maladies Neurodégénératives(IMN)は、ヨーロッパでも有数の脳研究拠点であるボルドー・ニューロキャンパスの神経画像・神経病態研究の中核を担う拠点です。

指導をいただいたのは、human MitoBrain Mapの開発者であり脳白質研究の第一人者であるProf. Michel Thiebaut de Schotten、そしてMRI臨床応用研究を牽引する神経放射線科Prof. Thomas Tourdiasです。

IMNには複数の3 Tおよび7 T MRIを備えた画像施設、行動・神経心理実験室が整備され、若手研究者の国際交流が非常に盛んです。私の同室にはイタリア、カナダ、チリ、オランダ、ドイツ出身の研究者が在籍しており、日常のディスカッションは英語で行われ、専門分野を超えた活発な意見交換が行われていました。



図 1 指導教官のTourdias教授(左)及びThiebaut de Schotten教授(右)



図 2 多国籍な研究室メンバーたちとの夕食会

3. 研究活動・交流

本派遣における最大の目的は、mitochondrial MRIの臨床翻訳に向けた解析基盤の確立です。最終的には小血管病(SVD)などの疾患群への応用を目指していますが、その第一段階として、まずは健常な一般人口におけるミトコンドリア機能の標準的分布を明らかにする必要がありますと考えました。



図 4 本研究の解析基盤となったボルドー大学の大規模コホート

具体的な研究活動として、まずマルチモーダルMRI(構造MRI、機能MRI[ALFF・ReHo・Entropy]、拡散MRI[NODDIなど])を統合的に扱う解析パイプラインの習得と、これを用いた複雑なテンプレートの構築を行いました。構築した解析手法の妥当性を検証するため、まずは公開データセットであるHuman Connectome Projectを用いた検証を行い、続いてボルドー大学が保有する大規模コホートへの実装を進めました。これらの解析により得られたミトコンドリア機能障害の空間的分布指標をもとに、将来的にはSVDの予測的バイオマーカーの開発や、アルツハイマー病における早期機能変化の解明につなげ、構造的変化に先行する病態の可視化を目指します。

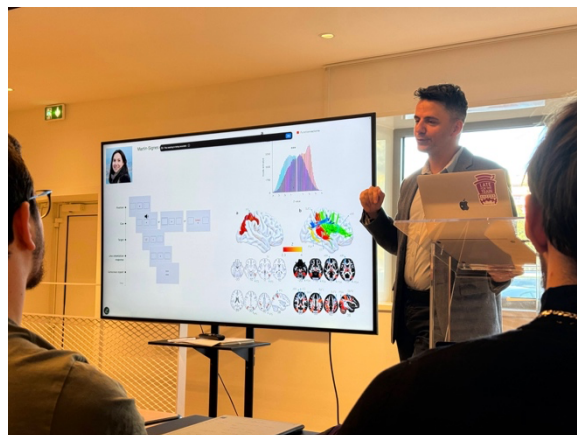


図 3 ワークショップ NEURAL2025の様子

また、滞在中は研究室内外のセミナーに加え、Bordeaux Neurocampusで実施されたワークショップ“NEURAL 2025”に参加しました。そこでは、様々な国からの参加者とともに最新のMRI解析手法について実践的な知見を深めるとともに、懇親会等を通じて研究テーマや将来のキャリア形成について活発な意見交換を行い、国際的なネットワークを構築することができました。



図 4 ワークショップを通じて広がった国際的な研究者の輪
(フランス、スイス、ベトナムからNEURAL2025に参加した研究者仲間と筆者)

4. 現地体験(文化)

到着して間もなく、スーツケースが破損したり、配送荷物が誤って遠方に送られてしまったりと、思わぬトラブルにも見舞われましたが、それも含めて海外派遣ならではの貴重な経験となりました。日々の息抜きには、ユネスコ世界遺産に登録されているボルドー旧市街(ガロンヌ川沿い)をランニングしながら、その歴史的な街並みと穏やかな生活環境を肌で感じました。

また、近郊のサン・テミリオンを訪れ、古代ローマ時代から受け継がれてきたワインづくりの伝統と職人技に触れました。ボルドー地方が紀元1世紀頃からワイン産地として発展してきた歴史を実際に目にし、科学者としての観察力と文化理解の両面から深い刺激を受けました。

困難も含めてすべての出来事が充実した体験となり、研究面のみならず個人としても大きな成長を感じる派遣期間となりました。



図 5 世界遺産サン・テミリオンの街並み



図 6 試飲すると、好みによってそれぞれ地元のワインの生産者を紹介してくれる

5. 成果・今後の展望・謝辞

今回の短期派遣における成果が実を結び、Thiebaut de Schotten教授より正式なオファーを受け、ポスドクとしてボルドー大学にて研究を継続することとなりました。現在は、確立した解析基盤を用いて臨床応用に向けた検証を進めており、得られた成果については、現地ボルドーで開催されるヒト脳ブレインマッピング学会 2026での発表および論文化を目指しています。

本助成は、私の研究者としてのキャリアを大きく飛躍させる、極めて重要な転機となりました。このような貴重な機会を与えてくださったSpin-L若手育成事業の関係者の皆様、ならびに温かく迎え入れ、研究生活を支えてくださったVBHIおよびIMNの全ての皆様に、深く感謝申し上げます。



図 7 歴史と静寂が共存する、夕暮れのボルドー