

実施課題名：NMR 担当技術職員ネットワーク(NMR Club)における高磁場 NMR 遠隔利用環境の構築

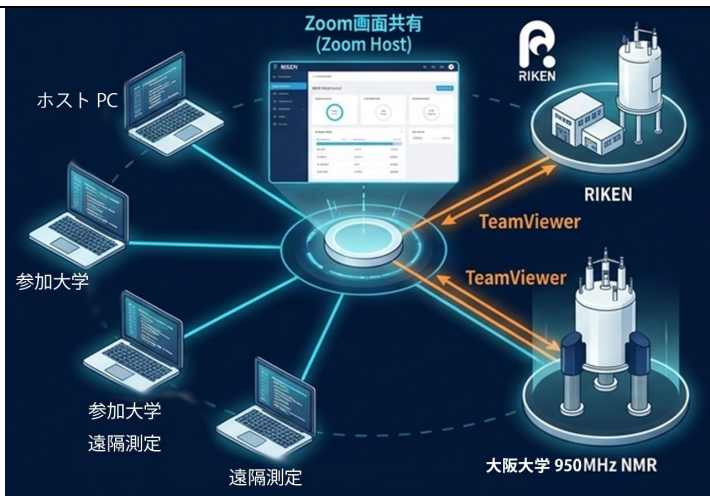
【背景】

NMR担当技術職員ネットワーク(以後NMR Clubという)では、1人職場になり易い技術職員に対し研究基盤の強化を目的として、各機関の共用NMRにおける相互利用促進や人材育成を実施している。現在、技術職員が管理している共用NMRは300MHz～700MHzが多く、高磁場NMRを利用する機会はあまりない状況である。本課題参加機関の技術職員が理化学研究所や大阪大学蛋白質研究所・北海道大学などで管理されているNMRを安全に利用する為に、各メーカーのNMR操作の習熟や遠隔利用出来る環境を構築する。本課題では、技術職員が日頃接していない高磁場NMRを、必要に応じて利用できる体制を整備することにより、各機関におけるNMR装置利用の選択の幅を拡大することを目的としている。

【活動内容】

- TeamViewerとZoomを併用した高磁場NMRのハイブリッド型完全遠隔利用(計12回)
理研(900MHz/800MHz)や阪大(950MHz/500MHz)を拠点とし、全国の技術職員が自席からリモート操作を実施。
対象核種・手法： ^1H 、 ^{13}C 、 ^{15}N 、 ^{63}Cu 、HSQC-NOESY、DOSY、高温NMRなど高度な測定技術を習得。
測定サンプル：天然物、ペプチド、糖脂質、超分子錯体、工業用オイル、土壌溶液など多岐にわたる試料の測定を経験。
- 専門技術講習会の開催
溶液高速測定(阪大)、メタボロミクス(北大)の実習を通じ、前処理から解析までを網羅
- 技術知見の集約と成果・発信
測定効率向上のための「 ^1H -SN比に基づく二次元測定(HSQC/HMBC)の積算回数目安表」の作成による装置運用の効率化。
測定結果を基に先端研究課題へ5件発展。
TCカレッジでの論文発表(2件)による、技術職員の貢献の可視化。

Fig. 1



TeamViewerとZoomを併用したハイブリッド型完全遠隔利用システム

Fig. 2



専門技術講習会風景

NMR プラットフォーム
連携・人材育成利用枠 利用報告書

利用課題名	NMR 担当技術職員ネットワーク(NMR Club)における高磁場 NMR 遠隔利用環境の構築		
申請番号	PF21-05-001		
所属	大阪大学		
部署	理学研究科技術部		
役職・氏名	役職	技術専門職員	氏名 稲角 直也
実施時期	2022 年 4 月 1 日 ~ 2026 年 3 月 31 日		

1. 成果の概要

これまでの活動内容・進捗状況について

本課題では、2022 年度から 2025 年度までの 4 年間、NMR 担当技術職員ネットワーク(NMR Club)を中心に、高磁場 NMR の遠隔利用環境の構築と人材育成に取り組んできました。

当初は理化学研究所の溶液 NMR 群を用いた遠隔操作スキーム(TeamViewer と Zoom の併用)およびサンプル輸送方法の確立から始まり、2023 度以降は大阪大学蛋白質研究所の 950MHz 装置利用や高速測定実習、北海道大学でのメタボロミクス実習など、活動の幅を大きく広げました。

計 12 回の遠隔利用と複数回の専門講習を通じて、全国の技術職員が高磁場装置を安全かつ効果的に利用できる体制を整備し、実際に先端研究課題への採択(5 件)へと繋がる成果を創出しました

2. 成果の概要

実施内容

本課題では、4 年間で計 12 回の遠隔利用と 2 回の大型講習会を実施し、NMR 技術職員の高度化とネットワーク構築を推進しました。

- 令和 4 年度(基盤構築期):

理化学研究所の溶液 900MHz/600MHz を用い、TeamViewer と Zoom を併用した完全遠隔利用スキームを確立しました。第 2 回・第 3 回遠隔利用では、最大 9 機関の技術職員が自席から参加し、東北大学のサンプル等を用いて高磁場装置の感度を検証しました。また、大阪大学蛋白質研究所にて溶液高速測定講習および固体 NMR(DNP)施設見学を実施し、11 機関 11 名が参加しました。

- 令和 5 年度(実用・多角化期):

北海道大学にてメタボロミクス実習を開催し、前処理から 600MHz/60MHz 装置を用いたデータ解析までの一連のフローを習得しました。遠隔利用では、土壌溶液中の ^{63}Cu 測定(阪大 500MHz)、生物合成試料、植物由来糖脂質、抗菌活性物質の構造解析(理研 900MHz)など、難易度の高い測定に挑戦しました。これらの実績から、「 ^1H -SN 比に基づく二次元測定(HSQC/HMBC)の積算回数目安表」を作成し、共有知化しました。

- 令和 6 年度(高度化・成果発信期):

理化学研究所の 800MHz(cryoTXO)および 900MHz を用い、Ag 錯体サンプルの ^{15}N

直接観測や ^1H - ^{15}N HMBC 測定を試行し、低感度核種への対応力を強化しました。本活動の成果を、東京科学大学 TC カレッジの TC 論文として 2 件発表しました。

- 令和 7 年度(定着・発展期):

大阪大学蛋白質研究所の 950MHz 装置を活用し、ペプチドサンプルに対する HSQC-NOESY や ^1H - ^1H NOESY などの多次元測定を実施しました。さらに、有機合成化合物の ^{13}C 測定(理研 900MHz)を通じて、技術職員による高度な研究支援体制を確固たるものとなりました。

本課題により得られた成果と当初目標との比較

「1 人職場の技術職員でも高磁場装置を自在に活用できる環境整備」という目標に対し、遠隔利用の常態化と、全国の技術職員・プラットフォーム教員との強固な人的ネットワーク構築により、期待以上の成果を収めました。特に、本枠での予備測定をきっかけに先端研究課題へ 5 件発展したことは、技術職員の介入が研究の質を向上させるキッカケになることが判明しました。また、課題であったサンプル輸送についても、輸送箱の選定や梱包方法のノウハウを蓄積し、効率化を実現しました。

成果発表

- ・ 稲角直也、東京科学大学 TC カレッジ TC 論文:「NMR 共用システムならびに高度 NMR 分析環境の構築と研究開発支援・産学連携への展開」。
- ・ 瀧雅人、東京科学大学 TC カレッジ TC 論文:「核磁気共鳴装置を活用した研究・教育支援活動」。

今後の展開

本課題で構築した人的ネットワークと遠隔利用のノウハウを維持・発展させ、今後は各拠点にある特徴的な NMR 設備(高磁場 NMR、DNP(動的核偏極)、高温 NMR など)への展開を目指します。また、NMR Club のメーリングリストや Discord を活用し、全国規模で各機関の NMR 装置利用の選択肢を拡大していく予定です。

3. 社会・経済への波及効果の見通し

技術職員による高磁場 NMR へのアクセス環境整備やスキルアップにより、天然物や糖鎖などの微量・複雑サンプルなどに対する構造解析スピードが向上しました。これにより、創薬研究や機能性材料開発における研究期間の短縮が期待されます。実際に、本枠での測定をきっかけとして、より高度な「先端研究課題」へ発展した PF25-01-090 では、これまで難しかった糖タンパクの構造解析について 950MHz を用いることで可能となるなどの成果が出てきています。

また、本活動を通じて作成された「 ^1H -SN 比に基づく二次元測定(HSQC/HMBC)の積算回数目安表」は、装置利用の効率化に大きく貢献しています。

4. 利用における感想(改善要望等を含む)

理化学研究所の木川先生、長島先生、大阪大学蛋白質研究所の宮ノ入先生には、遠隔利用時の手厚いサポートをして頂きありがとうございました。北海道大学の相沢先生には、メタボロミクス実習の講師をして頂きありがとうございました。また参加機関のサンプルを提供して頂いた研究

者の皆様においても、色々なサンプル種類における測定法を学ぶ機会を頂けたことで、知見を広げることが出来ました。

多くの技術職員が参加して頂けたことで、測定時のパラメーター設定や解析法など知見が共有できたことは、当初予定していた以上に有意義でした。

NMR プラットフォーム事業が終了した後もこの様な連携・人材育成の枠組みを続けていきたいと考えています。

5. 今後の NMR プラットフォームに対する期待

NMR プラットフォーム事業が終了した後も日本に数台しか無い高磁場 NMR の共用ネットワークを継続してほしいと思います。

6. その他

技術職員による高磁場 NMR 活用と研究支援体制の高度化について 本枠の利用を通じて、技術職員が他機関の高磁場 NMR へ容易にアクセスできる環境が整ったことは、各機関の研究支援体制にも変化がありました。

特に本枠での予備測定を端緒として先端研究課題へと発展した 5 件の事例において、その多くで技術職員が中心となって測定を担っていました。この様に技術職員が自機関で保有していない高磁場 NMR へアクセスできる環境が構築されたことで、研究者にとっても自機関で技術職員に依頼測定を委託するのと同じように他機関の高磁場 NMR を用いた研究計画を組み立てることが可能となりました。

7. 利用施設

北海道大学

溶液 60MHz

利用期間 1: 2023 年 7 月 26 日～2023 年 7 月 27 日

溶液 600MHz

利用期間 1: 2023 年 7 月 26 日～2023 年 7 月 27 日

理化学研究所

溶液 900MHz

利用期間: 2022 年 9 月 5 日～2022 年 9 月 8 日

利用期間: 2023 年 2 月 20 日～2023 年 2 月 24 日

利用期間: 2023 年 7 月 31 日～2023 年 8 月 4 日

利用期間: 2023 年 11 月 27 日～2023 年 12 月 1 日

利用期間: 2024 年 2 月 13 日～2024 年 2 月 16 日

利用期間: 2024 年 10 月 15 日 ～ 2024 年 10 月 15 日

利用期間: 2024 年 12 月 20 日 ～ 2024 年 12 月 23 日

利用期間: 2025 年 10 月 14 日 ～ 2025 年 10 月 20 日

利用期間: 2025 年 11 月 20 日 ～ 2025 年 11 月 25 日

溶液 800MHz

利用期間 : 2024 年 12 月 17 日 ~ 2024 年 12 月 20 日

溶液 600MHz

利用期間: 2022 年 8 月 8 日~2022 年 8 月 10 日

利用期間: 2024 年 2 月 13 日~2024 年 2 月 15 日

大阪大学

溶液 950MHz、溶液 800MHz

利用期間: 2022 年 8 月 30 日~2022 年 8 月 31 日

利用期間: 2025 年 7 月 1 日~2025 年 7 月 8 日

利用期間: 2025 年 9 月 19 日~2025 年 9 月 22 日

溶液 500MHz

利用期間 1: 2023 年 7 月 28 日~2023 年 8 月 1 日

8. その他の利用施設