

令和7年度 TC 論文

技術マネジメント人財の活用による
持続可能な共創型研究基盤の構築

鳥取大学

TC カレッジ マネジメント系 TC コース

松浦 祥悟

鳥取大学 技術部 化学バイオ・生命部門 機器分析分野

目 次

第1章 緒 論	(3)
1. 研究活動における研究支援者	(3)
2. 鳥取大学における技術職員組織の変遷	(3)
3. 鳥取大学技術部の組織体制(2025 年度時点)	(5)
4. 技術組織におけるマネジメント人材の育成とその必要性 — マネジメント系 TC コース申請の経緯 —	(7)
5. 本論文の目的～持続可能な共創型研究基盤の構築	(8)
6. 本論文の構成	(8)
第2章 研究プロジェクトにおける有期雇用研究支援者の貢献例 ～ マネジメントと技術の観点で見た研究支援及び研究活動～	(12)
1. 教育研究系技術職員調査結果から見る、技術人材の雇用形態	(12)
2. タンパク質 X 線結晶構造解析における試料調製マネジメント	(13)
2-1. 大型放射光施設・タンパク質 X 線結晶構造解析	(13)
2-2. 小規模タンパク質発現精製体制の構築と運用	(16)
2-3. 遺伝子組換えタンパク質の発現及び精製 :ハイスループットルーティン試料調製	(17)
2-4. 本体制による研究支援の成果事例	(19)
3. 研究マネジメント事例:タンパク質の熱安定性に関する研究	(20)
3-1. タンパク質熱安定性研究に見る分析機器性能の重要性	(21)
3-2. 網羅的な変異型タンパク質試料の調製	(24)
3-3. 研究成果	(26)
4. 有期雇用研究支援の経験を振り返る～活用における利点と課題～	(27)
5. 第 2 章まとめ	(32)
第3章 鳥取大学が試行する新たな技術マネジメント職員像	(37)
1. 科学政策における技術職員及び全国的なキャリアパスの動向	(37)
2. 鳥取大学技術部におけるキャリアパス構想	(39)
3. UTA (University Technology Administrator) :鳥取大学技術部が構想した技術職員キャリアパス	(41)
4. 共用機器運営における UTA の役割	(41)
4-1-1. 設備関連連絡会議(統括部局)	(41)
4-1-2. 鳥取大学 研究設備・機器共用方針	(47)
4-1-3. 戦略的設備整備・運用計画(旧設備マスタープラン)	(48)

4-2. 鳥取キャンパスにおけるコアファシリティの戦略的強化	(49)
4-2-1. 大型共用機器の導入	(50)
4-2-2. 機器集約化及び技術部室設置による 研究基盤環境の整備	(54)
4-2-3. 大型共用機器の安定運用に係るマネジメント	(56)
5. 第3章まとめ	(57)
 第4章 技術人材育成における財源多様化の試み	(61)
1. 技術人材育成及び予算確保の重要性について	(61)
2. 鳥取大学技術部における財源及び予算活用事例	(61)
3. 学長裁量経費によるコアファシリティ構築	(64)
4. 共用機器運営収益の技術部への配分と技術研鑽への再投資	(67)
4-1. 共用機器利用料を活用した技術部支援スキームの構築	(68)
4-2. 技術職員育成への多角的投資と成果	(71)
5. 研究成果創出支援経費(研究支援有償化の一例)	(72)
5-1. 有償支援の試行	(73)
5-2. 検証及び考察	(76)
6. 科学技術研究費申請を通じた技術職員の人材育成及び支援策	(80)
6-1. 技術職員が科学技術研究費申請を行うことの意義	(80)
6-2. 鳥取大学技術部における申請・UTAによる支援について	(82)
7. 第4章まとめ	(84)
 第5章 総括及び展望	(86)
1. UTAとして構想する「持続可能な共創型研究基盤」	(86)
1-1. 自律的組織への革新と研究基盤マネジメント	(86)
1-2. 多様な技術人材の活用	(87)
1-3. 共創深化と技術が生み出す財源活用による人材育成の好循環	(88)
2. 結論	(89)
 共著論文	(91)
学会・研究会 発表等	(96)
講演	(103)
その他の執筆物	(103)
科研費	(103)
謝辞	(104)
付録 技術詳細	(105)

第1章 緒論

1. 研究活動における研究支援人材

大学における研究活動は、研究室を主宰するPI(Principal Investigator)を中心として行われている。研究室では、学生も各自の研究テーマを持ち、卒業論文、修士論文、博士論文の執筆や研究発表を通じた研究教育が行われている。また、博士研究員(ポスドク(Postdoctoral fellow))などの研究者も研究室の研究活動を支えている。近年、研究者には研究活動以外の学内外の様々な業務を行うことが求められ、可処分時間を圧迫していることが問題となっている。研究者が本来の研究活動に専念し、研究活動を円滑に進めるため、研究活動を支援する人材の存在が重要となっている。

URA は、研究者とともに研究活動の企画やマネジメントを行っている(1-1、1-2)。例えば、外部資金申請書の作成支援など研究資金の獲得支援や研究プロジェクトの進捗マネジメント、政策情報等の調査分析や研究機関全体の研究戦略立案など多岐にわたる業務がある。これらの業務を通じて研究者が研究活動に専念できる環境を整え、大学全体の研究力向上に貢献することが求められている。コーディネーターは、研究者間連携の促進や企業など外部機関との橋渡しを担っている(1-3)。特に異分野融合型のプロジェクトや産学連携研究においては、研究者と外部機関の要望をバランスよく取りまとめ、研究成果を社会実装するためのプロセスを推進する重要な役割を果たしている。この他にも研究活動により得られる知見を活用した知的財産管理、研究成果の広報や社会への情報発信(アウトリーチ活動)に精通した人材が研究活動を支援している。そして、教育研究系技術職員も個々が有する技術力を活かした研究支援人材として共通の目的である研究活動の推進と支援に貢献している。これらの人材は、「研究開発マネジメント人材」と新たに定義づけられるなど、その存在が注目されている(1-4)。

2. 鳥取大学における技術職員組織の変遷

教育研究系技術職員(以下、技術職員)は、専門的な知識と技術を駆使して教育研究を直接的に支える研究支援人材であり、学生実験や実習などの教育活動支援、研究設備の維持管理、研究活動における安全管理や技術支援等を行っている。近年注目されている研究基盤の有効活用においても大学の教育研究活動にとって重要な役割を果たしている(1-5、1-6)。

鳥取大学は、本部、地域学部、工学部、農学部がある鳥取キャンパス、共同利用・共同研究拠点である乾燥地研究センターがある浜坂キャンパス、医学部及び附属病院等がある米子キャンパスに点在している総合大学である。鳥取大学の技術職員組織は大きく4つの段階を経て集約化を果たしてきた。

① 法人化以前(～平成 16 年)

教室系技官と呼ばれていた技術職員もまた各地区に点在し、事務組織の一部として学部、学科や研究室に配置されていた(1-7)。平成 7 年に「鳥取大学教室系技術職員等に関する取り扱い要項」が制定され、それに伴い医学部、工学部、農学部それぞれに技術職員組織が発足したことが、技術職員組織の集約化のはじまりとされる(1-7、1-8)。平成 9 年に発せられた文部省訓令もあり、新しい職位として技術専門職員、技術専門員が規定されるなど技術職員の処遇改善が行われたものの、技術職員組織の機能強化には至らなかったようである。

② 法人化後(平成 16 年～24 年)

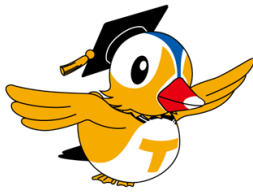
平成 16 年の国立大学法人化によって国立大学を取り巻く環境が変わることに伴い、技術職員の環境も変化した。鳥取大学の第 1 期中期計画に「技術職員の専門性の高い技術を全学的に有効活用するため組織を見直し、集約化を図る」と明記されたことで、平成 19 年 4 月に工学部技術部、農学部技術部、医学部技術部がそれぞれ組織され、技術職員は所属する部局の技術部に配置される形態となった(図 1-1)。医学部技術部では、技術部室が確保され所属する技術職員全員が一堂に会すことになった。工学部技術部では、従来の学科・研究室のみの支援から、それらに縛られることなく全学に対して技術支援を行うことが可能となった。総合メディア基盤センター(当時)の技術職員は、当初は工学部技術部所属とされていたが、総合メディア基盤センターの全学化に伴い、事務組織である学術情報部所属となった。一方、農学部技術部では、所属する技術職員の業務地が農場、演習林などに分散しており、組織としての意識付けは難しかった。このように所属する技術部組織により状況は異なっていた。さらに、管理職が指定されないなどの組織運営についての問題を抱えていた。

③ 設備サポートセンター整備事業前後(平成 24 年～平成 31 年)

平成 25 年度より文部科学省設備サポートセンター整備事業採択に先立つ平成 24 年 4 月に技術部組織が全学一元化された。これにより技術職員が保有技術を全学に向けて活用しやすくなったことに加え、管理職が置かれたことで組織的な活動を行うことが可能となった。

④ ラボの支援から組織の支援へ(平成 31 年～)

平成 31 年 4 月には、より実質的な専門分野での組織体制とするために現在の 4 部門体制に移行した。また、鳥取キャンパス構内にも技術部室が設置され、所属する技術職員同士の交流による新たな取り組みも進んできている。これらの取り組みにより、作物種子の顕微鏡観察、柔軟性を備えた注入器具の開発、農業へのドローン応用など、専門分野を横断した技術支援が可能となった。



「ラボの支援」から「組織の支援」へ



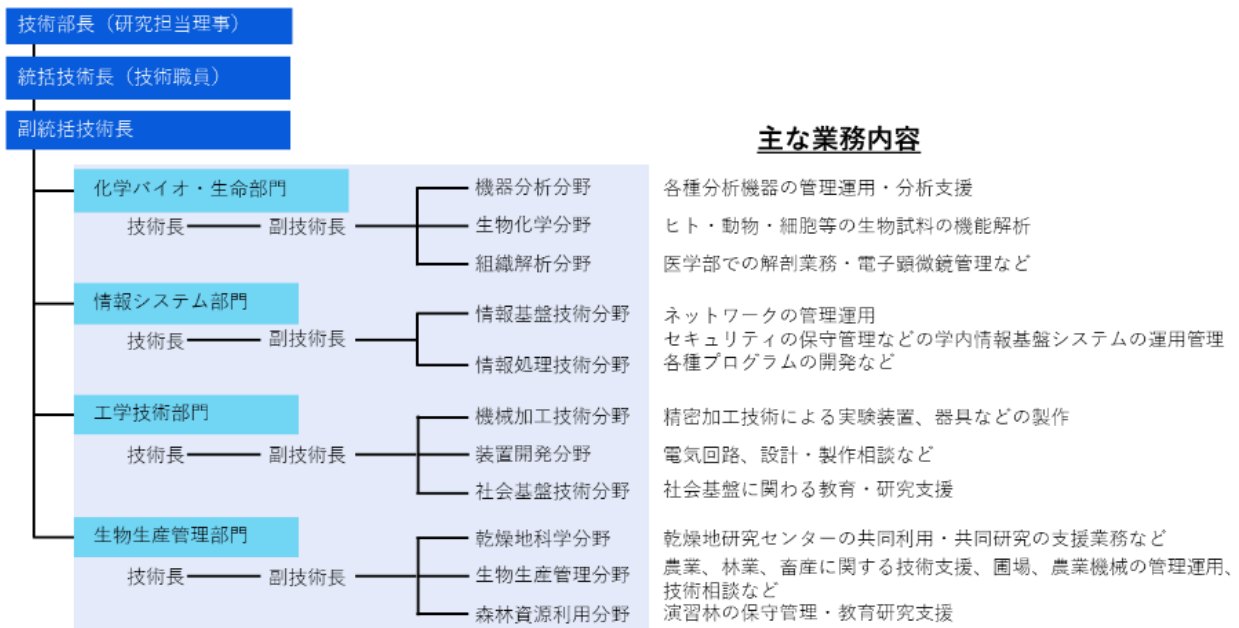
図1-1)鳥取大学技術部の変遷

3. 鳥取大学技術部の組織体制(2025年度時点)

鳥取大学技術部の組織図を示す(図1-2)。化学・バイオ生命部門、情報システム系部門、工学技術部門、生物生産管理部門の4部門から構成され、技術長がマネジメントをしている。さらに、4部門は11の分野から構成されており、各分野は分野長が管理している。

技術部のトップである技術部長は研究担当理事が兼任するため、大学の研究戦略に基づいた技術提供が可能な体制を整えている。技術職員としてのトップは統括技術長であり、4部門の技術長のうちの一人が兼任する。副統括技術長及び副技術長は規則上「置くことができる」とされており、統括技術長及び技術長の補佐、さらには将来の幹部候補としての育成などの観点から配置されている。

本学は県内の3地区にキャンパスが点在しており、各地区に配置されていた技術職員は4部門11分野のいずれかに所属し、活動している(図1-3)。それぞれの部門・分野は、必ずしも地区や部局ごとの組織単位ではなく、技術の専門分野に応じた形での体制が目指された(図1-4)。例えば、化学バイオ・生命部門は、鳥取地区の機器分析分野と米子地区の組織解析分野及び生物化学分野が含まれている。情報インフラを支援している情報基盤技術分野では鳥取地区と米子地区に人員が配置されている。また、生物生産管理部門ではフィールド系職員が鳥取地区、浜坂地区、蒜山演習林などに点在配置され、それぞれの業務を行っている。



**4部門11分野体制により
各専門分野による技術提供により、教育研究を支援**

図1-2) 鳥取大学技術部組織図 (2025)



図1-3) 鳥取大学における技術職員の主たる勤務場所

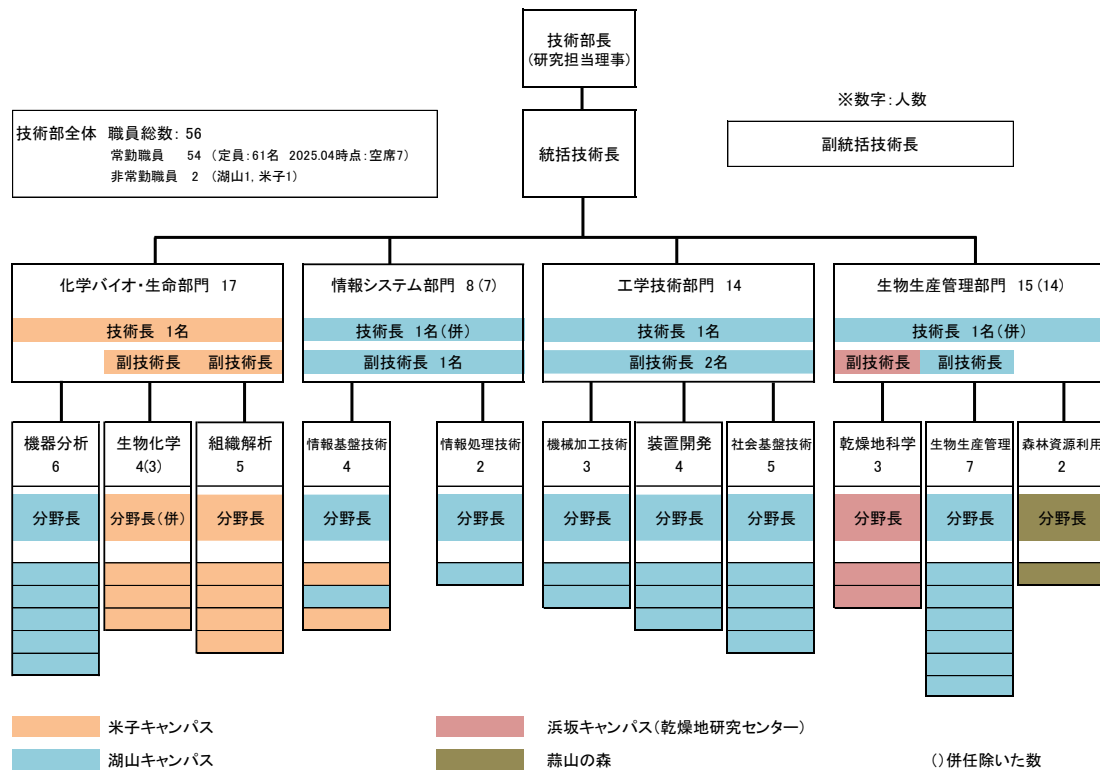


図1-4) 鳥取大学技術部の組織構成(2025)

4. 技術組織におけるマネジメント人材の育成とその必要性

—マネジメント系 TC コース申請の経緯—

鳥取大学における技術部組織は、分野/部門をベースに活動しているため、それぞれの組織単位を効果的に機能させることが各長に求められている。例えば勤務管理や業績評価は各管理職である技術長の下で行われている。一方、各大学の中期目標・中期計画などの運営方針に対して部局として応える必要がある。この中には分野や部門の壁を超えての研究支援を求められるものがあり、管理職間の調整が必要となるが、管理職はその立場からどうしても自らの組織の利害意識が働くため、必要な技術職員の配置が困難となることがある。そのような場合には組織の利害から外れて複数の専門分野を横断的にマネジメントできる人材が必要とされる。また、効果的な研究支援を行うためには他部局や学外機関との連携も重要である。さらに、国の科学技術政策や研究環境に関する知識が不可欠ではあるが、多忙な管理職が通常分野/部門全体のマネジメントと並行して遂行することは困難を伴う。これらの諸課題に対応するためには組織をマネジメントする管理職とは別に組織間マネジメントを専門とする人材の配置が必要である。特に技術部組織や技術支援のマネジメントを行う

ためには技術職員がこの役割を担うことが重要である。この点については本論文の三章に述べるが、このような技術に立脚したマネジメント人材は新たな技術職員人材像であり、鳥取大学技術部ではその育成及び活用を進めている。より高度な技術マネジメント人材の育成・配置・活用を効果的に行うため、技術マネジメントを専門分野として捉えてマネジメント人材の育成とその能力を認定する「TC カレッジ マネジメント系コース」は鳥取大学が目指す新しい高度技術人材の育成にとっても重要であると考えられるため、本申請に至った(1-9)。

5. 本論文の目的～持続可能な共創型研究基盤の構築

近年、日本の科学技術力の相対的な低下が叫ばれる中、教育研究を支える研究基盤の戦略的強化が喫緊の課題となっている(1-10)。研究基盤運用においては、研究者、事務職員、技術職員、URA など多様なステークホルダーが連携する「チーム共用」の重要性が全国的な課題として認識されつつある(1-11)。申請者は、この「研究基盤」というワードを研究設備だけでなく、「技術」、「知識」、「人的ネットワーク」、そして「組織運営の仕組み全体」と広義に捉えている。この広義の研究基盤を各ステークホルダーが共に創り上げ(共創)、それを持続可能な体制で運用することが不可欠であり、自律的に好循環を引き起こすシステムを構築することこそが研究基盤強化の鍵となると考える。本論文では、研究基盤の最前線に立つ技術職員に焦点を当て、技術マネジメント人材の視点、立場から持続可能な共創型研究基盤の構築に向けた取り組みについての試行錯誤の過程とその展望を記載する。

6. 本論文の構成

本論文は、研究機関における技術系研究支援人材の育成及び活用について、技術マネジメントの観点から考察したものである。申請者自身が多様な雇用形態で研究支援業務を経験してきた実績を基に議論を展開し、全五章で構成されている。

一章では、鳥取大学技術職員組織の変遷と現在の組織体制について詳述した。その上で、著者が目指す「持続可能な共創型研究基盤」の構築には、基盤技術を担う技術職員の活用が不可欠であり、その実現に向けた技術職員のマネジメント能力の重要性を指摘した。

二章では、国立大学法人で雇用されている技術系人材の半数以上を占める有期雇用型(任期付き)研究支援人材について、自身の経験を通じた考察を展開した。特に、マネジメントの観点から記述し、有期雇用研究支援人材の活用におけるメリットとデメリットについても考察した。

三章では、鳥取大学技術部が提唱する技術マネジメント人材 UTA (University

Technology Administrator)についての構想を示した。特に、近年注目されている研究基盤における技術職員の活用という観点から、これまでの UTA 活動を述べた。

四章では、技術職員の人材育成を支えるための活動資金について、様々な方法の試行結果を記述し、その有効性について考察した。

五章では、前章までの内容を総括し、研究力向上に寄与する理想的な技術者集団の在り方や育成について将来への展望を述べた。

本論文を通じて、大学等の研究機関における技術系研究支援人材の活用とマネジメントの重要性、そして今後の課題と展望を論じる。

参考文献・参考資料

(1-1)高橋 真木子, 吉岡(小林) 徹 (2016), 日本の URA の役割の多様さとその背景, 総合的な理解のためのフレームワーク, 研究 技術 計画, 31 巻, .2 号 p. 223-235. DOI: https://doi.org/10.20801/jsrpim.31.2_223

(1-2)高橋 真木子 (2014), 文部科学省「リサーチ・アドミニストレーターを育成・確保するシステムの整備」(研修・教育プログラムの作成) 講義教材

(1-3)高橋 真木子・古澤陽子・枝村一磨・隅藏康一 (2018), 日本のアカデミアにおける研究推進・活用人材 -競合から協働へと向かう産学官連携コーディネーターと URA-, GRIPS DISCUSSION PAPER, No.18-11, Tokyo.
DOI: <http://doi.org/10.24545/00001639>

(1-4)令和 7 年 6 月 科学技術・学術審議会 人材委員会, 「研究開発マネジメント人材の人事制度等に関するガイドライン」
https://www.mext.go.jp/content/20250710-mxt_kiban03-000043445-02.pdf

(1-5)大学技術職員組織研究会 (2024), 技術職員組織読本 技術職員の過去・現在・未来 第 2 版

(1-6)玉岡 悟司, 井本 祐二, 江端 新吾 (2024), 国立大学法人における技術職員のキャリアパス・待遇等に関する改革の歴史, 研究 技術 計画, 39 巻, .1 号 p. 35-50.
DOI: https://doi.org/10.20801/jsrpim.39.1_35

(1-7)鳥取大学創立 70 周年記念誌編集・刊行委員会 (2021), 鳥取大学 70 年史

(1-8)丹松美由紀 (2024), 技術職員よもやま話 -技術職員が拓いた今とこれから-, 鳥取大学技術部報告第 10 集, p. 31-50.

(1-9)江端 新吾 (2024), “オールジャパンの高度技術人財養成システム「TC カレッジ」の開発”, 研究 技術 計画, 39 巻, .1 号 p. 63-72.
DOI: https://doi.org/10.20801/jsrpim.39.1_63

(1-10) 文部科学省 科学技術・学術政策局研究開発戦略課(2025), 令和 7 年版
科学技術・イノベーション白書

https://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa202501/1421221_00015.html

(1-11) 文部科学省 科学技術・学術政策局 研究振興局 大学等における研究設備・機器の共用化のためのガイドライン等の策定に関する検討会(2022), ”研究設備・機器の共用推進に向けたガイドライン-すべての研究者がいつでもアクセスできる共用システムの構築を目指して-”,

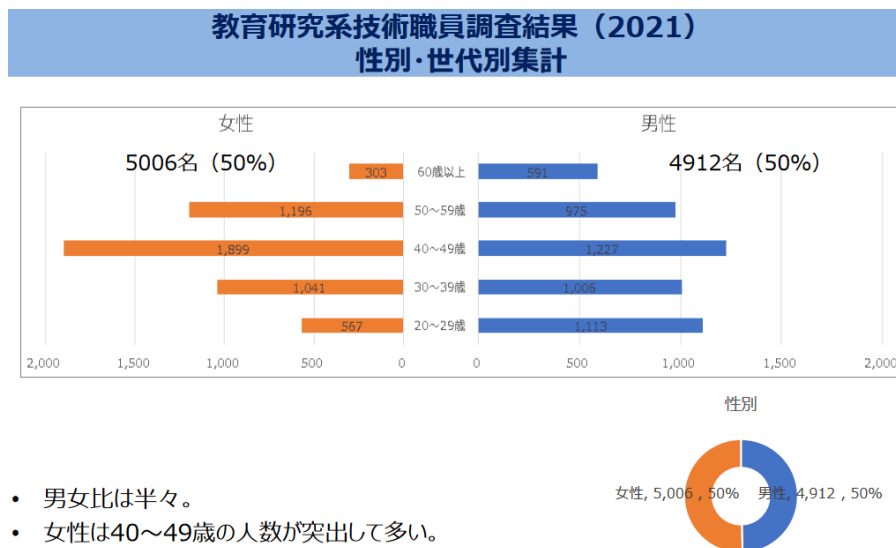
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/163/toushin/mext_00004.html

第2章 研究プロジェクトにおける有期雇用研究支援者の貢献例

～マネジメントと技術の観点で見た研究支援及び研究活動～

1. 教育研究系技術職員調査結果から見る、技術人材の雇用形態

内閣府の e-CSTI(Evidence data platform constructed by Council for Science, Technology and Innovation)により行われた技術職員に関する調査結果では、人数・男女構成・年齢区分・博士課程修了者の割合などのデータが公表されている(図1—1)(2—1)。男女比や雇用形態(有期雇用・無期雇用)の割合はおおよそ半々であったが、雇用形態別に見ると有期雇用者割合は女性が高い(女性全体の技術職員の76%が有期雇用)ことが明らかになった。これは日本における労働者の働き方を反映しているものと考えられるが、研究支援活動を行う上で有期雇用職員の存在が大きく貢献していることが示唆される(2—2)。無期雇用の技術職員では、男女ともに40代が最も多い年齢層となり、男性では35%、女性では25%を占めていた。しかしながら、雇用形態別に40代の技術職員を見ると、無期雇用の40代男性技術職員の割合は90%であったのに対し、女性の無期雇用割合は23%であり、大きな差が見られた。なお、20代の無期雇用技術職員の数は男女ともに約6%と低く、若年層の獲得が難しい現状を示している。



- 男女比は半々。
- 女性は40～49歳の人数が突出して多い。

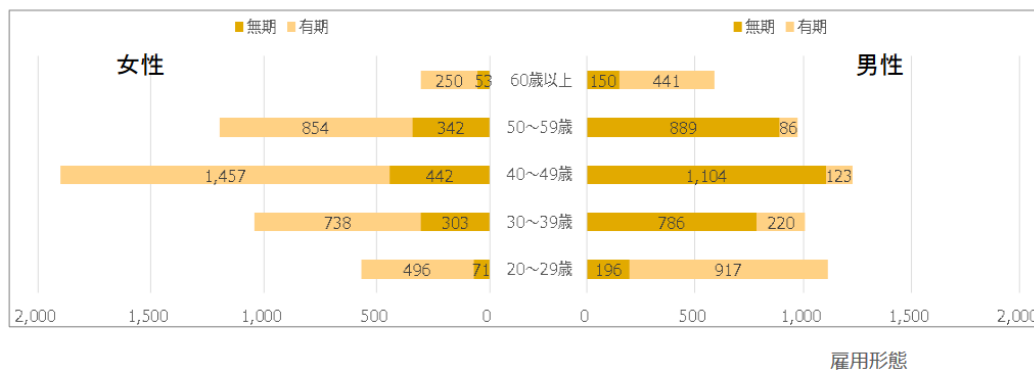
産学連携に取り組む国大70機関のうち、69機関からの回答を集計

17

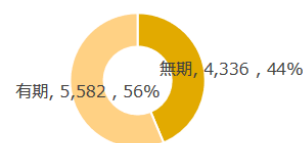
図2—1 教育研究系技術職員調査結果(2021)

a) 性別・世代別集計

教育研究系技術職員調査結果（2021） 性別・世代別集計の雇用条件別の内訳



- 無期雇用は4割程度。
- 男性の30～59歳において無期雇用割合が高い（約87%）。



産学連携に取り組む国大70機関のうち、69機関からの回答を集計

19

図2-1 b) 性別・世代別に見る雇用条件の内訳

技術職員の半数以上を有期雇用者が占める現状を踏まえると、これら専門人材の有効活用は、我が国の研究力強化を実現する上で喫緊の課題であると言える。

2. タンパク質 X 線結晶構造解析における試料調製マネジメント

2-1. 大型放射光施設・タンパク質 X 線結晶構造解析

著者は2005年度より、約3年間の常駐派遣を経た後、理化学研究所放射光科学研究センターにてリサーチアソシエイト（任期制職員）として着任し、タンパク質 X 線結晶構造解析を行うための試料調製を中心に、研究者の支援を行っていた。これらの研究支援活動は、2019年度に鳥取大学へ異動するまでの約14年間にわたり、有期雇用の研究支援者として従事してきたものである。

理化学研究所放射光科学研究センターでは、世界最高性能の放射光を発生することができる大型放射光施設 SPring-8 (Super Photon ring-8 GeV) 及び X 線自由電子レーザー施設 SACLA (SPring-8 Angstrom Compact Free Electron Laser) の研究開発が進められている (図2-2) (2-3)。これらは「特定先端大型研究施設の供用の促進に関する法律」で指定されている最先端大型研究施設である (2-4)。

世界最高水準の大型研究施設の整備・利活用

令和7年度要求・要望額
(前年度予算額)

725億円
510億円



我が国が世界に誇る最先端の大型研究施設等の整備・共用を進めることにより、産学官の研究開発ポテンシャルを最大限に発揮するための基盤を強化し、世界を先導する学術研究・産業利用成果の創出等を通じて、研究力強化や生産性向上に貢献するとともに、国際競争力の強化につなげる。また、分野・組織に応じた研究基盤の共用を推進し、研究者が研究に打ち込める環境の実現を図る。



図2-2a) 世界最高水準の大型研究施設の整備・利活用

SPring-8/SACLAのミッション

資料3-3
科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
量子科学技術委員会
電子ビーム利用推進小委員会(第54回)
令和6年6月4日

・ 最先端の加速器技術を駆使して、明るい光(短波長のX線)をつくる
→ ミクロの世界を解明する「究極の顕微鏡」

・ 大型基盤施設として、科学技術と社会の持続的発展を支える

マイクロ波	遠赤外線	可視光 赤外線	紫外線	軟X線	X線
1m	1mm	1μm	1nm		

図2-2b) SPring-8/SACLA のミッション

SPring-8 や SACLA といった大型放射光施設は高輝度な放射光を活用する施設であるため、生命科学・物質科学をはじめとする多様な研究分野で活用されており、産業界での活用も行われている。非常に微細な構造あるいは構造変化を捉えることができるため、微視的な研究領域の発展に大きく貢献している(図2-2)。構造生物学は、生物を構成する巨大な生体高分子(特にタンパク質や核酸など)の三次元構造を解析し、生命現象を分子レベルで理解することを目指す学問分野である(2-5)。構成要素が原子レベルでどのように配置され、どのように動き、他の分子とどのように相互作用しているかを解析することは、生命現象を理解するためにも非常に重要である。

タンパク質 X 線結晶構造解析法の主な流れを図に示す(図2-3)(2-6)。名称通り、結晶を作製することが必須となる点が、核磁気共鳴分光法(NMR: Nuclear Magnetic Resonance)やクライオ電子顕微鏡法(Cryo-EM: Cryo-Electron Microscopy)といった手法とは異なる点であり、律速段階ともなる。高分解能の構造データを得るためには、高品質の結晶を作製することが求められるが、そのためには純度高く高品質のタンパク質試料を、結晶化に合わせて精製する必要がある。したがって、タンパク質の試料調製をマネジメントすることが非常に重要となる。

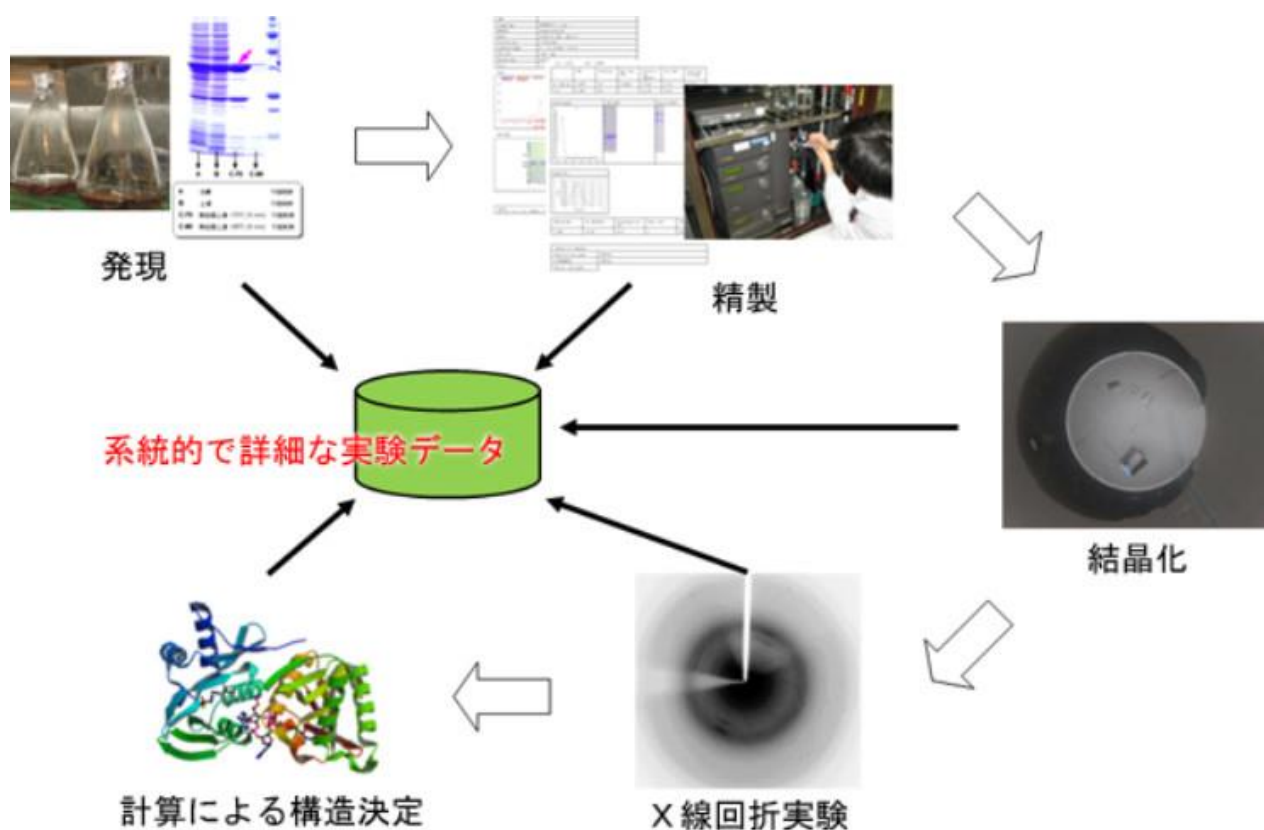


図2-3)タンパク質 X 線結晶構造解析の流れ

2-2. 小規模タンパク質発現精製体制の構築と運用

著者が理化学研究所で研究支援業務に携わるようになった時期は、タンパク3000と呼ばれる構造ゲノムプロジェクトが進行している最中であった(2-7)。所属グループにおいては特にハイスループット性が求められており、実験行程を分担して構造解析が行われていた(2-8)。著者はX線回折以降の構造解析を主として担当する研究グループに、タンパク質の調製支援を行うために採用され、研究支援を行う中で主に以下の内容に関する業務に従事していた(2-9)(共著論文25)。

- 1) 所属チームでは結晶を作製する際、発現精製を専門に行っている別チームから供与されたタンパク質試料を使用していた。しかしながら、論文執筆などの際には自チームの都合に合わせて優先的・緊急的に進める必要があるため、同チーム内にもタンパク質の発現精製体制の構築が求められた。
- 2) 研究者が着目した研究テーマ、具体的には結晶構造を解析したい対象タンパク質の調製に関して、ゼロベースから支援を求められる場合もあった。また、タンパク質の調製においては、発現や精製などの諸条件を検討できる研究支援体制の構築も求められていた。
- 3) 各研究テーマにおいては、タンパク質立体構造におけるアミノ酸残基の配座とその構造的影響を考察する必要がある場合も多かった。そのため、任意の部位・アミノ酸残基を置換した変異型タンパク質試料の調製が必要とされた。(詳細は3-2-1で述べる)

入職時点で、著者は一般的な分子生物学的手法については習得していたものの、タンパク質立体構造解析分野は未経験であった。そのため、タンパク質の発現精製を専門的に行っている別チームに技術習得を含めて指導を受け、細かなノウハウも教えていただいた。その後、1)をOJTで実施し、2)及び3)に取り組む際や不明な点が出てきた際にも、必要に応じて助言等をいただいた。やがて、予算や業務量の規模に応じて、パートタイマー数名(1~3名)と共に支援を行うようになった結果、人材育成・計画立案・実験実施・マネジメントなども求められるようになり、小規模ながらチーム内のタンパク質発現精製体制の構築と運用を進めていった。なお、パートタイマー職員は本業務以外の業務も並行して担当することもあったため、発現精製業務については、状況に応じて指示することが求められた。具体的な業務内容については次節で詳述するが、律速段階であるタンパク質の精製工程を軸とし、業務は極力細分化して指示を行った。

2-3. 遺伝子組換えタンパク質の発現及び精製

:ハイスループットルーティン試料調製

(プロジェクト全体を通して)

本プロジェクトで扱うタンパク質については、ゲノムプロジェクト等の ID とは別に、独自の ID を付与して管理していた。これにより、対象タンパク質の機密性を守りながら情報共有を行うことができ、タンパク質に詳しくない職員であってもプロジェクト管理が行いやすくなっていた。また、独自のデータベースも構築され、全ての実験行程で ID を付加し、実験行程に関する情報やサンプル管理が行われていた。

ID は由来生物種やプロジェクトごとに分けて管理し、基本情報として DNA 配列・翻訳後のアミノ酸配列(予測)・等電点・機能(予測)などがまとめられ、この情報を参考に実験行程を計画した。実際に「発現」・「精製」・「結晶化」・・・などといった各実験行程が進行するごとに「-01」のように ID を付加していくことで、ロットや各実験行程を管理していた(例えば 10073-01-01-01 のように ID を管理)。この ID は本プロジェクトに携わる研究グループが共通して使用する ID であり、プロジェクトの進捗状況やデータ管理もデータベース上で行われていた。データベースでは、実験データ(タンパク質精製であれば、使用したカラム・Buffer・クロマトグラム・電気泳動の結果など)をレポートにまとめることで、データ管理と情報共有をプロジェクト内で行った(図2-4)。

また、タンパク質調製における実験工程を定型作業としてマニュアル化し、詳細な指導を徹底することに加え、各工程において実験を中断できるポイントを設定(工程の細分化)することで、パートタイマー職員でも対応可能な体制を整えた。さらに、ハイスループットな実験遂行のため、各種バッファー、電気泳動用ゲルなどの汎用試薬を大量に調製・分注・保存し、チーム内で共用することで実験の効率化と迅速化を図った。各実験行程の詳細について以下に記載する。なお、技術的な詳細については論文末尾の付録にまとめた。

X 線結晶構造解析に向けたタンパク質試料のサンプルマネジメントは、以下の流れで進めた。

- ・各種遺伝子発現ベクターの構築(変異型作製含む)
- ・遺伝子組み換え体の小規模培養及び大量培養
- ・タンパク質発現確認及び熱処理試験
- ・スモールスケールあるいは AKTA システムを用いた結晶試料用タンパク質精製

精製タンパク質は、濃度測定、電気泳動(SDS-PAGE, Native-PAGE)、N 末端配列分析による配列確認、動的光散乱による会合状態の確認等により、ルーティンで性状評価を行い、関係者間で情報を共有していた(図2-4)。

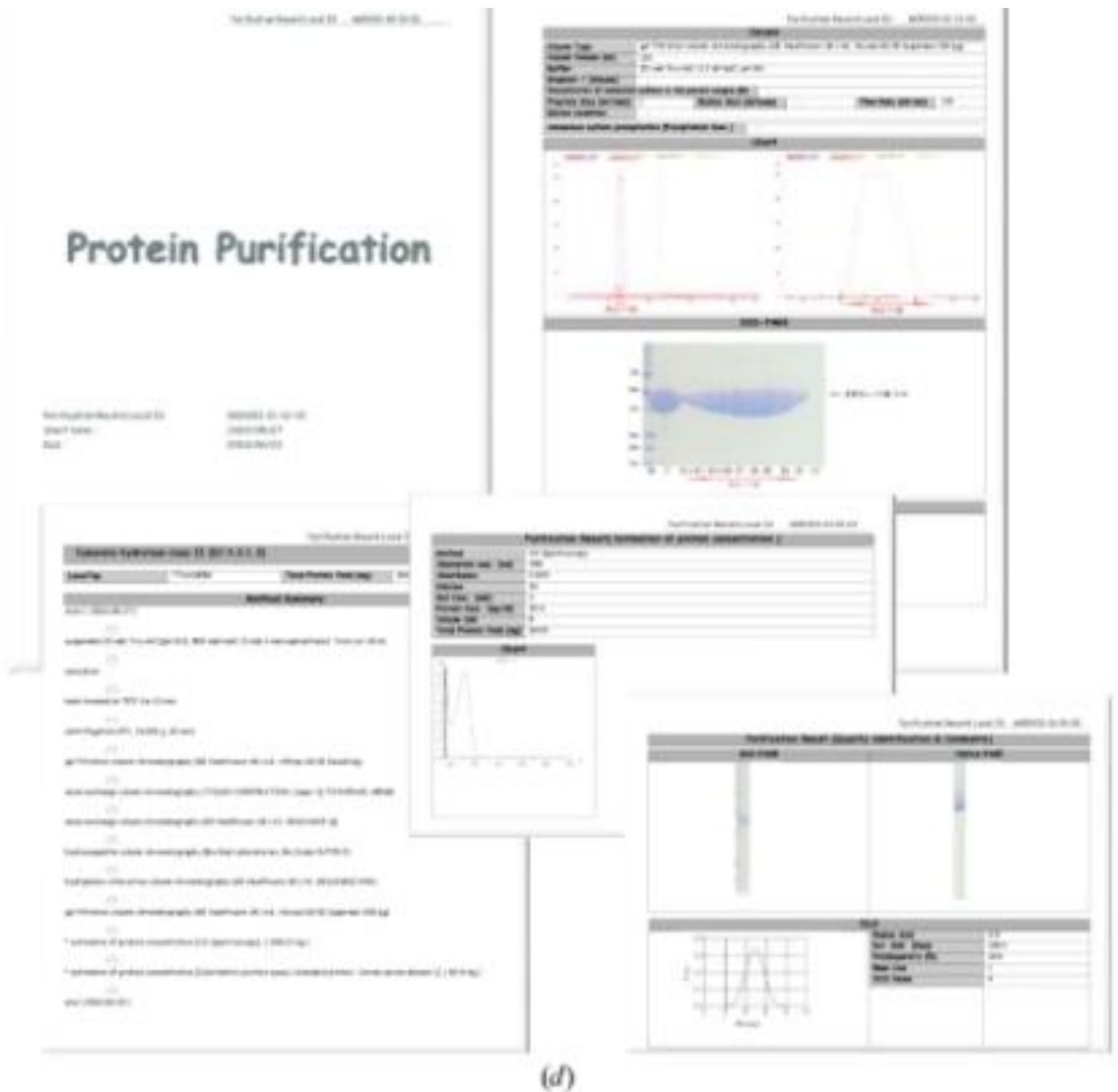


Figure 2
 The original database Bacpedia (<http://bacpedia.harima.riken.jp>). (a) Home page. (b) Index view by protein ID. (c) Instance page, with a link to RIKENBASE indicated by an arrow. (d) Protein-purification report ready for printing. (e) Diffraction image download page.

図2-4)タンパク質精製レポートの一例

タンパク質の試料調製には、複数のグループに所属する多数の研究支援者が関与しており、適切にマネジメントされていた。付録に記載された Tips の多くは、他チームから情報共有されたノウハウであるが、すべてのノウハウを共有しあえたわけではない。インターネット上で公開されている工夫も多いが、チームが有期雇用者で構成されていたため、ノウハウによっては十分に引き継がれなかった技術もあったと考えられる。このようなデメリットは、本章第4節で論じる。

2-4. 本体制による研究支援の成果事例

本体制により調製されたタンパク質は、各研究者の研究に利用され、研究論文として報告された成果も多くある。古細菌型プロトンポンプやアセチル CoA カルボキシラーゼの部分構造の解析(共著論文 24, 26, 27)、結晶構造解析パイプラインやデータベース構築(共著論文 20, 25)、結晶品質改善(共著論文 11, 14)、CutA1 タンパク質研究(後述)、その他共同研究(共著論文 10, 18)など多くの報告例があり、プレスリリースが行われたものもある(図2-5)(2-10, 11, 12, 13)。

タンパク質試料の調製自体は論文の主要なテーマではないため、実験方法の一部として簡潔に記載される場合や、特に言及されない場合も少なくない。そのため、タンパク質試料調製は構造解析研究の出発点であり不可欠な行程であるにもかかわらず、その重要性は十分に認識されにくい。さらに、この工程を任期制職員が担っている場合も多かったため、結果としてノウハウの蓄積・共有が十分に行われにくい状況が生じていた。このような背景から、本 TC 論文において試料調製の詳細を記載することは、構造解析研究の基盤技術の重要性を再認識し、その知見を共有する上でも意義深いと考える。

2008年3月27日

独立行政法人 理化学研究所

生活習慣病に関連するタンパク質複合体の結晶構造を世界で初めて決定

- 脂肪を体内に蓄える仕組みを制御する酵素の働きを可視化 -

◇ポイント◇

- 活性化した瞬間の複合体の結晶化に成功し、構造解析を実現
- 解析困難なタンパク質の立体構造決定の新手法に
- 肥満や糖尿病などの治療薬開発に新たな糸口をもたらす

図2-5) 研究支援の一例 (プレスリリース例)

a) アセチル CoA カルボキシラーゼの部分構造の解析

タンパク質分子に変異導入し、結晶の品質が改善

- 結晶解析が困難なタンパク質を駆逐する、タンパク質結晶工学の確立に一步前進 -

◇ポイント◇

- 部位特異的変異で難解析性タンパク質の結晶品質が改善
- 変異導入した古細菌タンパク質で、分解能の大幅向上を実証
- 高分解能化により、安全で高効果の医薬品開発がスピードアップ

図2-5) 研究支援の一例 (プレスリリース例)

b) タンパク質結晶の品質改善

3. 研究マネジメント事例: タンパク質の熱安定性に関する研究

当時所属していた研究チームでは好熱菌または超好熱菌由来のタンパク質の結晶構造解析を行うことが多く、著者はタンパク質サンプルの調製過程においてタンパク質の熱安定性の重要性を強く認識していた。熱安定性の高いタンパク質は変性が生じにくいいため、パートタイマー職員であっても取り扱いや作業スケジュールの管理が容易となる。さらに、熱安定性の高いタンパク質は熱処理によって夾雑タンパク質を効率的に除去できるため、精製操作においても非常に有用である(2-14, 2-15)。このような背景のもと、著者は別グループで研究されていた故油谷克英上級研究員(当時)の研究テーマに個人的な関心を抱くようになり、一緒にディスカッションをしているうちに著者の研究テーマとしても進めることになった(2-16)。油谷氏は、タンパク質の熱安定性に関する研究を先駆的に進められてきた蛋白質工学研究の第一人者であり、当時はX線結晶構造解析のために精製された一連のタンパク質の安定性を評価する研究も行われていた(2-17)。余談ではあるが、同じ建物内で部屋の仕切りが無いオープンな研究環境が整っていたことで気軽にディスカッションができたことが、このような新たなきっかけを生んでくれたように思われる。オープンな研究環境は研究チーム間あるいは研究者間の交流を促進し、新たな研究推進の機会を創出するうえで極めて重要である。

本節では、一連の研究過程で発見された CutA1 タンパク質を用いた熱安定性研究について、研究を推進する上で技術的なポイントとなった2つの観点(分析装置の性能、網羅的な変異型タンパク質試料の調製)について焦点を当てる。

3—1. タンパク質熱安定性研究に見る分析機器性能の重要性

上述した網羅的なタンパク質の熱安定性評価の際に使用されていた分析機器の一つが、示差走査熱量計 (DSC: Differential Scanning Calorimeter) である。DSC は、温度を変化させながら、リファレンスセルとサンプルセル内の温度を測定し、その温度差から熱量を測定する装置である(2—18)。試料がタンパク質の場合は、溶媒である水の熱容量がタンパク質の熱容量と比べて大きいいため、熱変性曲線を得るためには、測定感度の高い DSC が必要となる。直接的に変性温度を測定できる点、タンパク質変性が可逆的である場合には変性に伴う比熱 (ΔC_p)、エンタルピー変化 (ΔH) などの熱力学的パラメータが一度に測定できる点で、非常に有用な測定機器である。

当時の研究チームでは、オートサンプラーを用いた自動測定によるハイスループット化が可能な VP-capillary DSC platform (旧 Microcal 社) を使用して、タンパク質の網羅的な熱安定性評価が行われていた(図2—6)。



図2—6) VP-capillary DSC platform (旧 Microcal 社)

一連の DSC 測定により、様々な熱変性曲線を示すタンパク質が確認される中、本装置の測定上限温度である 130°C に達しても熱変性曲線が得られないタンパク質が存在することが判明した(図2—7)。このタンパク質は超好熱菌 *Pyrococcus horikoshii* OT3 に由来する CutA1 (PhCutA1) と呼ばれるタンパク質であった(2—19)。室温領域から 130°C までの温度範囲内に変性曲線が得られないという現象は、測定前からタンパク質が特定の立体構造を維持していない(変性している)、もしくは、130°C までの温度領域では変性しないことを意味している。PhCutA1 タンパク質は X 線結晶構造が既に解かれており(図2—8)、その他の実験結果からも立体構造

を保持していることが分かっていたため、PhCutA1 の変性温度は 130°C 以上であることが推測された。そのため、本研究をさらに進展させるためには、130°C 以上の高温でもタンパク質の変性曲線が測定できる DSC での測定が必要であった。

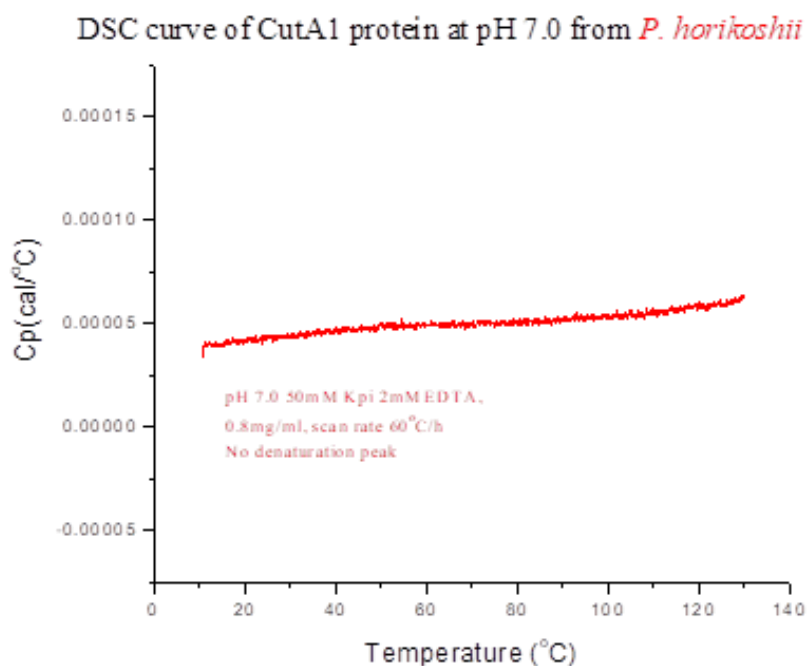


図2-7) DSC 測定による PhCutA1 タンパク質の変性曲線(pH7.0)

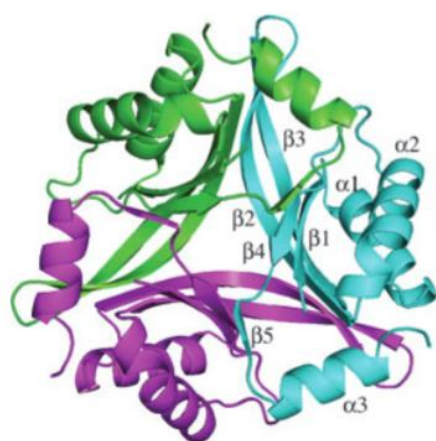


Fig. 1. The trimer crystal structure of *PhCutA1* (1v99). Different colors represent different chains. α and β represent α helix and β strand, respectively.

図2-8) PhCutA1 タンパク質の立体構造

そこで、研究者やメーカー技術者のネットワークも使いながら、さらに高温領域を測定できるタンパク質測定用の DSC を所有している国内外の研究機関が探されたところ、国内では唯一、独立行政法人 農業生物資源研究所に 150°C まで測定できる DSC (VPDSC/ETR) があることが分かった。この DSC を用いて測定した結果、ピーク温度が 148.5°C であることが推測された(図2-9)(2-19)。この変性温度は、これまで報告されていた変性温度を約 30°C 上回る最高温度であることが分かった(図2-10)(2-20, 2-21)。

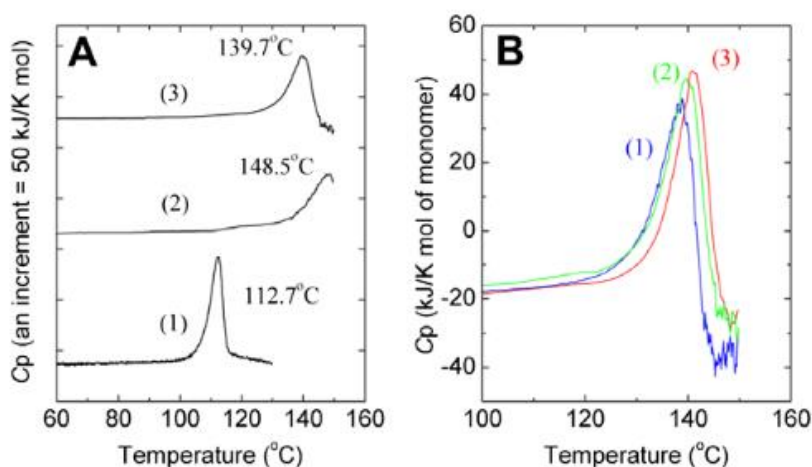


Fig. 1. (A) Typical excess heat capacity curves of *PhCutA1* *TrCutA1*, at a scan rate of 1 °C/min. Curve 1: *TrCutA1* at pH 7.0, temperature was 112.7 °C. Curve 2: *PhCutA1* at pH 7.0, Peak temperature was 148.5 °C. Curve 3: *PhCutA1* at pH 9.0, Peak temperature 139.7 °C. (B) Scan rate dependence of excess heat capacity curves of *PhCutA1* at pH 9.0. Curves 1, 2, and 3 represent the curves at scan of 0.5, 1.0, and 1.5 °C/min, respectively.

図2-9) DSC 測定による PhCutA1 タンパク質の変性曲線

報道発表資料

2006年7月13日
独立行政法人 理化学研究所

史上最高の熱安定性を持つタンパク質を発見

- "かたち"が生みだす約 150°Cの熱安定性 -

◇ポイント◇

- ・既知タンパク質より 30°C 高い、約 150°C まで熱安定なタンパク質を発見
- ・分子表面一面に覆われたイオン結合から生まれる高い熱安定性
- ・プリオンなど生体内で異常に安定なタンパク質の動きの解明などに貢献

図2-10) 本研究着手の契機となったプレスリリース

このような研究成果が得られたことを受けて、所属グループにおいても 160°Cまで測定可能な Nano-DSC 6300Y microcalorimeter (TA Instruments, North Lindon, UT, USA)がその後導入された(図2-11)。これにより、著者らの研究はさらに進展することになり、3-3の項で述べる研究成果を出すことができた。本事例は、分析機器の性能が研究の進展において重要な役割を果たし、実際に研究を前進させた一例と言える(図2-12, 2-13)。



図2-11) 新規導入された 160°Cまで測定可能な DSC

3-2. 網羅的な変異型タンパク質試料の調製

特定アミノ酸残基を他の残基に置換する変異型の作製は、当該残基のタンパク質機能への寄与を解析するために有用な手法である。そのため、本章2-2節で述べたように、さまざまな研究課題において変異型の作製が求められた。

PhCutA1 の顕著な熱安定性メカニズムを解明するため、各生物種由来の CutA1 タンパク質について、DSC を用いて熱変性温度を測定した(図2-12)。また、様々な生物種由来の CutA1 タンパク質の立体構造を比較した結果、PhCutA1 の際立った耐熱性は、イオン性残基間の静電的相互作用に起因することが示唆された。そこで、CutA1 タンパク質を用いた研究プロジェクトでは、網羅的に荷電性残基の変異型を作製して熱安定性を評価することで、タンパク質の熱安定性における静電相互作用の重要性を明らかにすることとした。

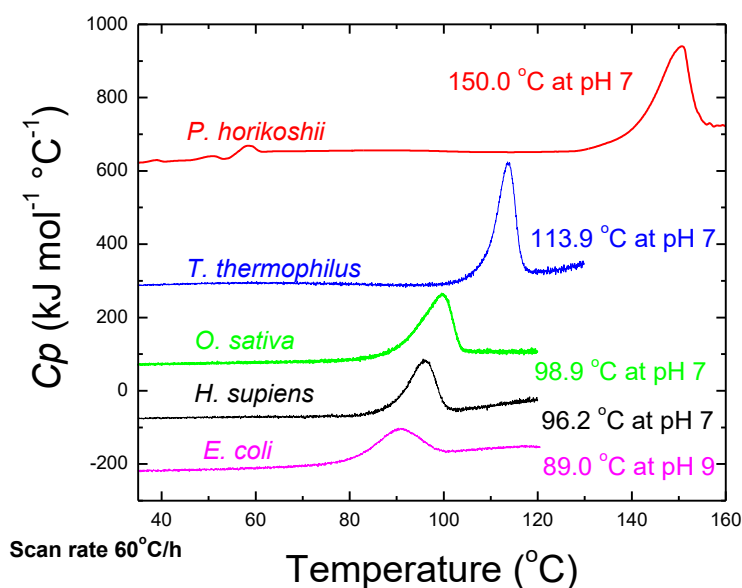


図2-12) 様々な生物種由来の CutA1 タンパク質の熱変性曲線

3-2-1. 変異型タンパク質発現ベクターの作製

変異型タンパク質を作製するためには、遺伝子改変を行った発現ベクターを最初に用意する必要がある。CutA1 プロジェクト以外にもアラニンスキャニング・モチーフの導入・結晶改善研究等のように、多くのプロジェクトにおいて変異型の作製が求められていた。その結果、著者らのグループが作製した変異型の数は 900 を超えており、技術ノウハウが蓄積された。創意工夫の一例としては、多種多様なオリゴ DNA (プライマー) を合成する際の配列設計が挙げられる。以前に比べ、近年では Materials and Methods 欄でのプライマー配列の記載を省略または簡略化する論文が増えてきた。そのため、試行錯誤された創意工夫は論文情報として残らないことも多くなった。したがって、著者が本 TC 論文においてこの技術ノウハウを記述することには、通常の論文報告とは異なった意義があると考えられる。なお、プライマー設計の際に指標とした、これまでの知見に基づく経験的データについては巻末の付録に記載する。このような技術ノウハウは学術論文に掲載されないものの、学術研究への貴重な投資の成果として得られたものである。現在では技術革新が進んだことにより技術的ハードルは非常に低くなったものの、これらの情報はネガティブデータを含む試行錯誤の過程が反映されたものであるため、参考情報として十分な価値があると考えられる。

3—2—2. 試料調製マネジメント: CutA1 変異型タンパク質調製の迅速化

高純度に精製した目的タンパク質を大量かつハイスループットに準備するためにはサンプル調製の迅速化が必要不可欠である。CutA1 タンパク質に関する研究の場合は特に変異型数が多く、約 180 個もの目的変異型候補があった。そのため、1—3 項で述べたハイスループット体制で対応しても、精製工程だけで 3.5 年(/人)以上必要になる計算となったため、複数プロジェクトの支援との両立を考えると、そのままでは実現不可能に近い要求であった。そこで、シンプルかつスピーディーな精製方法を確立(簡略化)することで、研究を進めていくことにした。

顕著に高い CutA1 タンパク質変異型の熱安定性を活用した精製手法の改良における創意工夫の具体例については巻末に記載する。従来の手法では 1 サンプルあたり 1 週間程度を要していたが、本手法の導入によって 1 日あたり 2 サンプルの精製が可能となった。これにより、研究のマネジメントや進捗管理も容易になった。この手法に関しても結果として論文に記載されることはなかったため、ノウハウの一つとも言える。

3—3. 研究成果

CutA1 タンパク質の発見を契機として始まった一連の研究プロジェクトの結果、PhCutA1 タンパク質の熱安定性には、静電相互作用及びそれを形成する荷電性残基が重要な役割を果たしていることが示唆された。さらに、常温菌である大腸菌由来 CutA1 (EcCutA1) タンパク質に荷電性残基を導入して静電相互作用を強化することで、超好熱菌由来タンパク質と同等の耐熱性を付与できることが実証できた(2—21, 2—22)。これらの研究成果により、従来から提唱されていた、タンパク質の熱安定性における静電相互作用の重要性が明らかにされた(共著論文 8, 12, 13, 17)。

本プロジェクトは、巻末に記載している外部資金事業の他にも、タンパク3000プロジェクト(タンパク質基本構造の網羅的解析プログラム)、日本医療研究開発機構(AMED)創薬等支援技術基盤プラットフォーム事業「SPring-8 におけるワンストップタンパク質試料生産支援及び高分解能結晶取得技術の高度化」などの大型プロジェクトの一環としても実施したものである。

100℃以上の温度でのタンパク質の安定化機構を熱力学的に解明

－超耐熱化タンパク質の設計が可能に－

要旨

理化学研究所（理研）放射光科学総合研究センター生物試料基盤グループの油谷克英上級研究員、松浦祥悟リサーチアソシエイトらと、高輝度光科学研究センター（JASRI）、大阪大学蛋白質研究所の共同研究グループは、100℃以上の温度領域で生息する超好熱菌^[1]などが産生する非常に高い熱安定性を示す超耐熱性タンパク質の熱安定性に寄与する疎水性相互作用^[2]（疎水性のアミノ酸残基間の相互作用）と静電的相互作用^[3]（荷電性のアミノ酸残基間の相互作用）の熱力学的な役割を実証的に解明しました。

図2-13) タンパク質の熱安定化研究におけるプレスリリース事例

4. 有期雇用研究支援の経験を振り返る～活用における利点と課題～

任期制職員として研究支援業務に従事していた著者は自身の業務に加え、パートタイマー職員の業務の一部をマネジメントする役割も担っていた。一方で、比較的自分の裁量を持って業務に取り組むことができ、さまざまな研究者と共同研究に近い形で仕事を進める機会も得られた。さらに、主な業務である自チーム内のタンパク質調製や CutA1 プロジェクトに加え、下記のような多様な研究支援業務にも広く関与したことで、多岐にわたる経験を積むことができたと考えている。

- ・メインプロジェクト以外の各種プロジェクト（別研究室含む）におけるサンプル調製
- ・タンパク質調製以降の X 線結晶構造解析
（結晶作製、X 線回折実験、構造精密化のサポート）
- ・X 線自由電子レーザー施設（SACLA）における実験支援
など（共著論文 2, 3, 4, 15, 16）（2-23, 24, 25, 26, 27, 28）

特に、当時世界に2カ所しか存在しなかった X 線自由電子レーザー施設で実験を行う機会を得られたことは、最先端技術を体感する格別の経験となった（2-29）。業務内容は補助的な役割ではあったが、この稀有な環境下で多様な研究者・技術者と協働できた経験は、計り知れない学びの場となったように思われる（図2-14）（2-30）。



写真1 液滴インジェクター開発のためのSACLAでの実験
東京大学真船文隆教授を中心とする工学チーム（高輝度光科学研究センター、学習院大学、東邦大学、コンボン研究所等）、理化学研究所を中心とする構造生物学チーム（京都大学、高エネルギー加速器研究機構、東京大学等）が共同で実験。写真は2015年11月23日にSACLA実験ホールで撮影。

図2-14) SACLAにおける実験風景 *筆者 後方左から5番目

2017年7月31日
理化学研究所
高輝度光科学研究センター

X線自由電子レーザーの創薬利用が前進

—タンパク質-リガンド複合体微結晶による創薬が可能に—

要旨

理化学研究所（理研）放射光科学総合研究センターの内藤久志先任研究員と国島直樹グループディレクターらと高輝度光科学研究センター（JASRI）の共同研究グループ[※]は、[X線自由電子レーザー（XFEL）](#) ^[1]施設「[SACLA](#)」^[2]を用いた「[連続フェムト秒結晶構造解析（SFX）](#)」^[3]という手法を使い、創薬におけるXFELの有用性を示しました。

図2-15) SACLAにおける実験成果のプレスリリース事例

上述した任期制職員としての勤務経験を踏まえ、研究支援者における任期制制度の活用について、そのメリット及びデメリットを考察した。

【任期制のメリット】

＜人材の流動化による組織の新陳代謝＞

人材の硬直化・固定化は、組織においてしばしば問題となる場合がある。特に、専門分野に特化した技術職員においてはその傾向が顕著であると言われている。一方で、一定期間ごとに人材が入れ替わることは組織に新たな視点や活力が生まれやすくなると考えられる。著者自身も前述のように多くの研究グループで流動的に業務を行ったことで、多様な人材と交流する機会が得られ、視野の拡大や新たな知見の獲得につながったと考える。

＜柔軟な組織体制構築及び即戦力の活用＞

期間限定のプロジェクトにおいては、必要な時期に必要な技術を有する人材を採用しやすいという利点がある。特に、期間が明確に定められた大型研究プロジェクトでは、予算規模に応じて人的リソースの増強を柔軟に実施することが可能である。高度な専門性や経験を持つ人材を外部からも柔軟に登用でき、組織全体の専門性及び多様性を向上させることができる。

＜研究成果の適切な評価＞

任期制職員制度では、任期中に十分な実績を挙げられなければ再任されない一方、成果を上げた場合には再任の可能性が高まるという仕組みになっている。そのため、一定期間ごとに業務の成果や課題を振り返り、評価することが不可欠となる。このプロセスは組織全体だけでなく、各職員個人においても自然と徹底されることになり、結果として組織全体の業績向上に寄与する。

＜採用の敷居緩和＞

任期制職員の場合、任期満了時に契約の継続可否を再度判断できるため、業務の必要性や人材の適性を見極めながら、柔軟な採用が可能となる。著者の場合、修士課程を修了してはいたものの、国を代表する研究所における研究支援業務に適性があるかどうかを判断するのは容易ではなかったように思われる。このような制度のメリットがあったからこそ、著者も研究所での職務に就く機会を得ることができたと考えられる。

＜柔軟な働き方やキャリア形成＞

任期付職員はフルタイムやパートタイムといった多様な勤務形態の選択が可能であり、個々のライフスタイルやキャリア志向に応じた柔軟な働き方を実現しやすい。特に育児、介護、あるいは副業・兼業といった多様な背景を持つ人材にとって、ワーク・ライフ・バランスの改善に資するものとなり得る。

<多様なチームやプロジェクトに参画する機会の獲得>

人材の流動性を高めることは個々の職員がさまざまなチームや部門を横断的に経験する機会を増やし、幅広い業務知識や実践的なスキルの習得を可能とする。著者の場合も、異なる専門性やバックグラウンドを持つ人材と協働することも多くあり、多様な視点や新たな発想を取り入れやすい環境にあった。様々なラボスタイルを見る機会に恵まれ、種々の業務を通して研究支援経験ができたことも大変有意義であった。このことは、個人の成長のみならず組織全体の活性化にも寄与する。さらに、流動性の高い組織は外部からの新しいノウハウやイノベーションを取り込みやすく、変化の激しい社会環境に柔軟に対応できる点も大きな利点である。

【任期制のデメリット】

<過度な流動化による組織の不安定化>

任期満了ごとに人材の入れ替えが発生する可能性があるため、継続的な業務運営が困難となる場合がある。特に、基幹業務や機密性の高い業務、長期にわたるプロジェクトなど、組織の根幹に関わる業務については任期制職員に担当させることが難しくなるため、適切な工夫や対応が求められる。また、頻繁な人事異動や職員の交代が生じることで、業務の引き継ぎや継続性が損なわれるリスクも高まる。前節まで述べたような技術的なノウハウについても、十分に引き継がれないことが多かった。とりわけ技術分野においては人材育成やノウハウの蓄積が不可欠であるため、組織マネジメントの観点からも業務の継続性を確保することが重要な課題となる。

<組織への帰属意識の低下及び人材確保の困難さ>

人材の定着率が低くなり、組織に長期的に所属する意識を持ちにくい。その結果、組織への愛着や一体感が醸成されにくい傾向にある。また、任期満了や本人の都合で契約が終了しやすいため、優秀な人材が流出するリスクが高まる。これらの問題点は、後述する職員のモチベーション、業務への主体的関与の減少、離職率の上昇や生産性の低下といった、組織全体への悪影響をもたらす可能性がある。

<長期的な組織運営視点の欠如の危険性>

一定期間での任期における業績を評価するため、短期的な成果が評価されやすくなる傾向がある。その結果、評価のしやすい業務や短期間で成果が見える業務に重点が置かれやすく、長期的な視点に立った業務推進が阻害される場合がある。短期間で成果が現れない地道な作業や、革新的で難易度の高い課題への取り組み、さらには業績として表れにくい組織運営上重要な業務などが多数存在する。短期的な評価に偏重すると、これらの重要な業務が軽視されるリスクがあり、組織運営に支障をきたす可能性があるため、評価システムを含めた工夫が求められる。

<人材育成及びキャリア形成の困難さ>

任期制職員は在籍期間が限定されているため、長期的な人材育成やノウハウの蓄積が困難となる。また、長期雇用を前提としないことから、組織内での体系的なキャリア形成が難しいという課題がある。さらに、正規職員と比較して昇給や昇格の機会が限られているほか、待遇面での格差が生じやすい。加えて、同一職場において正規職員の業務遂行に対する姿勢や能力に問題がある場合、任期制職員との間で不公平感が生じ、組織運営に負の影響を及ぼす可能性がある。また、任期制職員の業務内容が補助的な役割に限定される場合、専門スキルを磨く機会が制限され、結果として転職を含む中長期的なキャリアパスの構築に支障をきたす恐れがある。

<不安定雇用における職員側の不安やストレス>

契約満了時に再任されないリスクが常に存在するため、雇用の継続性に対する不安を抱えやすい。有期雇用契約の場合、契約期間が終了すれば原則として雇用関係も終了となるため、職員は次の契約更新や再任の可否について絶えず意識せざるを得ない。このような不安定な立場は、将来設計や生活基盤の安定に対する不安を生じさせ、精神的なストレスの大きな要因となる。実際に、著者自身も任期満了が近づいた際に、再任されるかどうか分からない状況に強いストレスを感じる時期があった。こうした雇用の不安定さは、職員のモチベーション維持を困難にし、仕事への主体的な関与や組織へのコミットメントの低下を招く可能性がある。さらに、待遇面での格差やキャリアパスの不透明さも、職員の不安やストレスを増大させる要因となる。評価制度や契約更新の基準が不明瞭な場合、公平性に対する疑念や将来への不安が一層強まる。これらの状況が長期的に続くと、職員の精神的健康やパフォーマンスに悪影響を及ぼし、最終的には離職率の上昇や組織全体の生産性低下につながるリスクがある。このように、任期制職員制度においては、雇用の不安定さに起因する精神的負担やストレスが、職員個人だけでなく組織全体にとっても重要な課題となる。

上述したメリットやデメリットは、あくまで筆者自身の経験や見聞に基づく考察であり、必ずしも一般化できるものではないかもしれない。しかし、周囲にも多くの任期制職員がいたことから、大きく乖離した見解ではないと考えている。任期制職員の雇用は柔軟な人員配置が可能な一方で、長期的な組織運営や人材活用の観点では課題も多いといえる。日本の雇用制度や職場環境は大きく変化しており、本節で述べた観点がすべての場面に当てはまるとは限らないが、参考の一つとして念頭に置いておく価値はあるだろうと思われる。今後、より効果的な研究支援体制の構築やマネジメントを行う上で、ここで挙げた任期制職員のメリット・デメリットは十分に考慮されるべきである。

5. 第2章まとめ

本章では、大型放射光施設を活用した構造生物学研究の現場において、有期雇用研究支援者が果たした具体的な役割を著者の実例に基づき論じ、その経験から任期制職員制度の課題と展望を考察した。研究支援においては、タンパク質試料の調製マネジメントと技術支援を核とし、ハイスループットな体制構築を通じて多数の共同研究成果創出に寄与した経緯を述べた。また、支援活動を発展させた CutA1 タンパク質の熱安定性研究では、示差走査熱量計(DSC)の活用や網羅的変異型試料の迅速調製技術といった技術的創意工夫により、タンパク質の熱安定性における静電相互作用の役割を実証した。

加えて、国立大学法人の研究基盤を支える技術支援人材の半数以上を占める有期雇用制度について、メリット(人材の流動化、組織の柔軟性、即戦力の活用など)とデメリット(ノウハウ継承の困難さ、組織の不安定化、職員のストレスなど)について著者の経験談を記載した。技術支援人材の半数以上を占める有期雇用人材の活用は、研究基盤運営においても重要項目である。そのため、利点を最大化しつつ、継続性・安定性といった課題を克服するための、戦略的な人事・組織マネジメントの構築が必要である。

参考文献・参考資料

- (2-1) 白井俊(2023), e-CSTI による最新の分析結果と教育研究系技術職員の調査結果
- (2-2) 国税庁長官官房企画課(2024), 令和 6 年分 民間給与実態統計調査 一調査結果報告一
- (2-3) 科学技術・学術審議会学術分科会(第 93 回)令和6年 11 月 14 日資料2(2024), 令和 7 年度 概算要求のポイント(学術関係他)
- (2-4) 矢橋牧名, “大型放射光施設 (SPring-8)/X 線自由電子レーザー施設 (SACLA)の概要”, 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 量子科学技術委員会 量子ビーム利用推進小委員会(第54回)令和6年6月4日 資料3-3
- (2-5) 日本生物物理学会/シリーズ・ニューバイオフィジックス刊行委員会(1997), シリーズ・ニューバイオフィジックス① タンパク質のかたちと物性
- (2-6) 独立行政法人 理化学研究所, プレスリリース「世界最大級のタンパク質結晶構造解析実験データベースを公開ー90 万件の結晶化条件などを整備した実験データ群が利用可能にー」, 2009 年 7 月 23 日, (参照 2025 年 10 月 1 日), <https://www.riken.jp/press/2009/20090723/index.html>
- (2-7) 理化学研究所百年史編集委員会(2018), 理化学研究所百年史_第Ⅱ編_研究と成果_第 4 部_研究基盤イノベーション 第 4 章タンパク質の全基本構造の解明
- (2-8) 国島直樹, 菅原光明(2004), 17, 3, 135-143, 放射光 SPring-8・理化学研究所播磨研究所ハイスループトファクトリーにおける蛋白質大規模 X 線結晶構造解析にむけた取り組み
- (2-9) 理化学研究所播磨研究所 放射光科学総合研究センター 2005 年度(平成 18 年度) 研究年報, 多量体タンパク質構造解析研究チーム Oligomeric Protein Crystallography Team

(2-10)独立行政法人 理化学研究所, プレスリリース「プロトンポンプのモーター支持機構を世界で初めて解明 - 生物モーターの支持部分は共通して2量体の基本構造を持つ - 」, 2006年12月6日, (参照 2025年10月1日),

https://www.riken.jp/medialibrary/riken/pr/press/2006/20061206_1/20061206_1.pdf

(2-11)独立行政法人 理化学研究所, プレスリリース「生活習慣病に関連するタンパク質複合体の結晶構造を世界で初めて決定 - 脂肪を体内に蓄える仕組みを制御する酵素の働きを可視化 -」, 2008年3月27日, (参照 2025年10月1日),

https://www.riken.jp/medialibrary/riken/pr/press/2008/20080327_2/20080327_2.pdf

(2-12)独立行政法人 理化学研究所, プレスリリース「タンパク質分子に変異導入し、結晶の品質が改善 - 結晶解析が困難なタンパク質を駆逐する、タンパク質結晶工学の確立に一步前進 - 」, 2008年9月29日, (参照 2025年10月1日),

https://www.riken.jp/medialibrary/riken/pr/press/2008/20080929_1/20080929_1.pdf

(2-13)国立研究開発法人 理化学研究所, プレスリリース「タンパク質の結晶化を実験的に診断 - タンパク質結晶の合理設計に前進 -」, 2018年7月30日, (参照 2025年10月1日), https://www.riken.jp/press/2018/20180730_1/

(2-14)倉光成紀(2009), 「高度好熱菌丸ごと一匹プロジェクト — 基本的生命現象の機能発見からシステム生物学へ —」に向けて必要な技術開発生産と技術, 第61巻, 第2号, 17-26

(2-15)国立研究開発法人 理化学研究所, プレスリリース「膜タンパク質の耐熱化変異体を合理的に設計 - 立体構造に基づく創薬を促進する -」, 2020年11月5日, (参照 2025年10月1日),

https://www.riken.jp/press/2020/20201105_3/index.html

(2-16)油谷克英, 「タンパク質の立体構造は何度まで熱安定か?—安定性研究の現状と展望—」, 生物物理 49(5), 226-231(2009)

(2-17)油谷克英, 「蛋白質のかたち、立体構造の安定性研究----- 50余年の私の研究の歩み -----」, シリーズ「わが国の蛋白質科学研究発展の歴史」第16回, 日本蛋白質科学会

(2—18) 向山 厚, 高野 和文, 「断熱型示差走査熱量計(DSC)を用いた蛋白質の熱安定性解析(改訂)」, 蛋白質科学会アーカイブ, 11, e039 (2008)

(2—19) Tomoyuki Tanaka, Masahide Sawano, Kyoko Ogasahara, Yasushi Sakaguchi, Bagautdin Bagautdinov, Etsuko Katoh, Chizu Kuroishi, Akeo Shinkai, Shigeyuki Yokoyama, and Katsuhide Yutani, “Hyper-thermostability of CutA1 protein, with a denaturation temperature of nearly 150 °C.”, *FEBS Letters*, vol. **580**, 4224–4230 (2006) DOI: 10.1016/j.febslet.2006.06.084. Epub 2006 Jul 5.

(2—20) 独立行政法人 理化学研究所, プレスリリース「史上最高の熱安定性を持つタンパク質を発見 - ”かたち”が生み出す約 150°Cの熱安定性 - 」, 2006 年 7 月 13 日, (参照 2025 年 10 月 1 日),
https://www.riken.jp/medialibrary/riken/pr/press/2006/20060713_1/20060713_1.pdf

(2—21) 国立研究開発法人 理化学研究所, プレスリリース「100°C以上の温度でのタンパク質の安定化機構を熱力学的に解明—超耐熱化タンパク質の設計が可能に—」, 2015 年 10 月 26 日, (参照 2025 年 10 月 1 日),
https://www.riken.jp/press/2015/20151026_2/index.html

(2—22) 国立研究開発法人 理化学研究所, プレスリリース「超好熱菌由来タンパク質の熱安定化機構の解明—超熱安定なタンパク質設計への新たな指針—」, 2018 年 5 月 21 日, (参照 2025 年 10 月 1 日),
https://www.riken.jp/press/2018/20180521_1/

(2—23)
国立研究開発法人 理化学研究所, プレスリリース「タンパク質の結晶化を実験的に診断—タンパク質結晶の合理設計に前進—」, 2018 年 7 月 30 日, (参照 2025 年 10 月 1 日),
https://www.riken.jp/press/2018/20180730_1/

(2—24) 国立大学法人 岡山大学, プレスリリース「光合成における水分解反応の機構の核心に迫る成果 光化学系Ⅱ複合体が酸素分子を発生する直前の立体構造を解明 —人工光合成触媒開発の糸口に—」, 2017 年 2 月 16 日, (参照 2025 年 10 月 1 日), https://www.okayama-u.ac.jp/up_load_files/press28/press-170220-1.pdf

(2-25) 国立研究開発法人 理化学研究所, プレスリリース「X線自由電子レーザーの創薬利用が前進—タンパク質-リガンド複合体微結晶による創薬が可能に—」, 2017年7月31日, (参照 2025年10月1日),
https://www.riken.jp/press/2017/20170731_1/

(2-26) 国立研究開発法人 理化学研究所, プレスリリース「タンパク質やその複合体の高分解能・高精度解析に成功—国産クライオ電子顕微鏡の巻き返しと創薬研究への本格的応用に貢献—」, 2019年5月21日, (参照 2025年10月1日),
https://www.riken.jp/press/2019/20190521_1/

(2-27) 国立研究開発法人 理化学研究所, プレスリリース「光でイオンを輸送する膜タンパク質の巧妙な仕組み—XFEL が捉えた光駆動型イオンポンプロドプシンの構造変化—」, 2022年2月28日, (参照 2025年10月1日),
https://www.riken.jp/press/2022/20220228_1/index.html

(2-28) 国立研究開発法人 理化学研究所, プレスリリース「X線自由電子レーザーで捉えたビフィズス菌酵素の常温構造—局所的な構造変化から示唆された酵素反応メカニズム—」, 2023年4月10日, (参照 2025年10月1日),
https://www.riken.jp/press/2023/20230410_1/index.html

(2-29) 矢橋牧名, “XFEL の概要と SACLA の特徴”,
日本結晶学会誌 vol. 59, 2-5 (2017)

(2-30) 田中 里枝, 岩田 想, “SACLA におけるタンパク質構造の迅速・動的解析”,
MEDCHEM NEWS, vol. 26 (4), 190-194 (2016)
DOI: https://doi.org/10.14894/medchem.26.4_190

第3章 鳥取大学が試行する新たな技術マネジメント職員像

1. 科学政策における技術職員及び全国的なキャリアパスの動向

我が国の重要な科学政策である第6期科学技術・イノベーション基本計画(令和3年3月26日 閣議決定)では、②大学等において若手研究者が活躍できる環境の整備の個所に「*OURA 等のマネジメント人材、エンジニア(大学等におけるあらゆる分野の研究をサポートする技術職員を含む)*といった…」というように括弧内ながら技術職員の名称が記載され(3-1)、技術職員の重要性が公式に認識された。また、技術職員に関する質の担保と処遇の改善に言及されており、研究力向上の一環として技術職員の育成や拡充の提言、研究開発を支える人材の確保・養成に関する施策が基本計画の策定事項として明示されつつある。さらに、第7期科学技術・イノベーション基本計画に向けての提言(令和6年11月28日 日本学術会議)では以下の通り記載されている(3-2)。

① 研究力強化に資する研究環境改善のための総合的な政策の強化

(P16)

専門知識を有するリサーチ・アドミニストレーター(URA)・技術職員・事務職員の育成や拡充、研究課題の審査コストの軽減を始めとした、研究力向上を主目的とする研究環境改善のための総合的な政策が急務である。

(P24)

研究環境整備の面では、技術職員や URA といった人材を含めたコアファシリティの強化が重要な課題である。

との記載が盛り込まれ、研究活動に対する貢献が技術職員にもさらに求められつつ傾向にある。

研究設備・機器の共用推進に向けたガイドラインにおいても第6期科学技術・イノベーション基本計画を踏まえ、専門性を有する人材の一員である技術職員の持続的な確保や質向上を図ることが不可欠である旨述べられている(図3-1)。

研究設備・機器の共用推進に向けたガイドライン 概要

～すべての研究者がいつでもアクセスできる共用システムの構築を目指して～



- 我が国の研究力強化のためには「人材」「資金」「環境」の三位一体改革が重要。研究設備・機器の「共用」の推進は、「環境」に係る重要施策として位置
- 各機関による幅広い共用の推進は、研究者に、より自由な研究環境を提供。各経営戦略に基づく研究設備・機器の共用を含めた計画的マネジメントが重要
- 研究・事務等の現場による共用の推進及び経営層による共用を通じた経営戦略の実現を図るため、各機関の参照手引きとして、国がガイドラインを策定

共用システムを推進する背景

現状

- 一部の機関では設備・機器の共用の取組が進む一方、研究者が必ずしも必要な研究設備・機器にアクセスできていない
- 予算減少により設備・機器の新規購入や更新が困難など、研究環境を取り巻く状況は依然深刻

方向

- 各機関が、研究設備・機器について、経営資源として果たす機能を再認識の上、共用をはじめとした新しい整備・運用計画の策定によって、経営戦略と明確に結びつけ、資源再配分・多様化を含めた研究マネジメントの最適化を実現し、研究力を強化

第6期科学技術・イノベーション基本計画

- 2021年度までに、国が研究設備・機器の共用化のためのガイドライン等を策定する。なお、汎用性があり、一定規模以上の研究設備・機器については原則共用とする。
- また、2022年度から、大学等が、研究設備・機器の組織内外への共用方針を策定・公表する。

共用システムを導入する機軸としての意義とメリット

- 各機関に、共用に取り組みたい設備・機器に係る所要経費も含めた管理実施を把握し、財務状況と経営戦略に照みながら継続的な設備整備・運用が可能。（「戦略的設備整備・運用計画」の策定）

外部連携の発展（共同研究、産学・地域連携）

- 多様なプロファイルの設備による設備・機器の共用は、研究者コミュニティや産業界・地域との連携及び人材交流の基盤を形成することにより、各機関の新たな価値創出を促し、研究力の強化と経営力の底上げに寄与。（「チーム共用」の推進。）

効率的な管理・運用（時間・技術・資金のメリット）

- 設備・機器とそれを支える人材が、各機関における経営戦略基盤の一角として、一体的にマネジメントされることにより、研究者の研究時間確保や技術職員の技能向上・継承、設備・機器の継続的・効率的な整備・運用、並びに保有施設スペースの有効活用に寄与。

共用システムの構成にあたってのポイント（戦略的経営実現のための共用マインドセット改革、研究設備・機器を最大限活用・促進する共用システム改革、設備整備運用改革）

基本的な考え方

- **経営戦略における明確化**
 - 研究設備・機器を重要な経営資源の一つと捉え、研究設備・機器とそれを支える人材の活用を、機関の経営戦略に明確に位置づけることが重要。
- **「チーム共用」の推進**
 - 役員、研究者、技術職員、事務職員、URA等の多様なプロファイルが連携し、機関として研究設備・機器の共用推進への協働が必要（チーム共用）。
- **「戦略的設備整備・運用計画」の策定**
 - 研究設備・機器に関連する多様な状況を把握・分析し、機関の経営戦略を踏まえた中長期的な「戦略的設備整備・運用計画」を策定することが重要。

共用システムの構成・運営体制

- **共用の経営戦略への位置づけ**
 - 各機関の経営戦略に、①設備・機器が重要な経営資源であること、②設備・機器の活用方針として共用が重要であること、③設備・機器の共用システムの構築・推進を図ること、を位置づけることが重要
- **「統括部局」の確立**
 - 共用の推進を行う「統括部局」を、機関経営への参画を明確にし、明示的に位置づけることが重要
 - 共用を含め、機関全体の研究設備・機器マネジメントを担う組織として、設備・機器の整備・運用、それらに関する仕組みやルールの策定、技術職員の組織化等を進めていくことが有効。

共用システムの実装に関連する事項

- **財務の観点**
 - 利用料金は、研究設備・機器の整備・運用をより継続的に維持・発展させていく上で重要な要素の一つと捉えることが重要
 - 機関の経営戦略を踏まえつつ、個別の研究設備・機器や利用者のカテゴリに応じた利用料金設定を検討することが有効
 - 利用料金設定にあたり、設備・機器の多様な財源による戦略的な整備の観点から、財務担当部署が積極的に関与することが重要。
- **人材の観点**
 - 技術職員は、高度で専門的な知識・技術を有しており、研究者とともに課題解決を担うパートナーとして重要な人材。
 - 研究設備・機器の整備・運用にあたって技術職員が持つ能力や専門性を最大限に活用し、機関の経営戦略の策定にも参画するなど、活躍の場を広げていくことが望まれる。その際、貢献を可視化する取組も重要。

共用の範囲・共用化のプロセス

- 戦略的な整備・運用には機関全体の共用システム整備が重要。
- 経営戦略を踏まえつつ、統括部局主導のもと、研究設備・機器の主たる利用の範囲を設定しつつ、利用範囲の拡大や、システム共通化について検討することが重要。
- その際、経営層や財務・人事部局も巻き込むことが有効。

共用の対象とする設備・機器の選定

- 公的な財源による設備・機器の整備の場合、統括部局によるガバナンスの下、経営戦略に基づき共用化の検討・判断を行うことが望まれる
- ① 基盤的経費：共用化の検討を行うことが原則。
- ② 競争的研究費：プロジェクト期間中でも共用が可能なことを認識し、当該プロジェクトの推進に支障のない範囲で一律に共用化。

具体的な運用方法

- ① 設備・機器の提供に関するインセンティブ設計
- ② 各機関の戦略に基づく運用を担保する内部規定類の整備
- ③ 使用できる設備・機器の情報の機関内外への見える化
- ④ 利用窓口の一元化・拡大化、予約型システムの活用
- ⑤ 不要となった設備・機器のユーザーリサイクル

図3-1) 研究設備・機器の共用推進に向けたガイドライン(概要)

これらの科学政策を受けて、先端研究基盤共用促進事業(コアファシリティ構築支援プログラム)として、第1期(令和2~6年度)、第2期(令和3~7年度)が実施された。本事業は、大学・研究機関全体として、研究設備・機器群を戦略的に導入・更新・共用する仕組みを強化(コアファシリティ化)することを目的としたものであり、その重要項目として、研究設備運用のために不可欠な技術職員の組織的な育成・確保や、技術職員及びマネジメント人材のキャリア形成、スキルアップに関する取り組みの実施を求めている。このような文科省政策と全国的な機運醸成を背景に、各大学では技術職員の研修制度、キャリアパス構築、認定制度等の取り組みがはじまっている。例えば、山口大学や岡山大学等では、技術職員組織全学一元化に伴い、部課長制を取り入れた総合技術部として組織化がなされた。山口大学では、技術力向上を目指すコースとマネジメントを行うコースが設けられるなど、多様な取り組みが進められている。東京科学大学では、TC カレッジによるオールジャパンの研修制度や認定制度及び上位職階の新設が行われており(3-3)、金沢大学ではエバンジェリストやマイスターといった認定制度や新たな職位運用が開始されるなど、技術職員の専門性やスキル向上を促進する体制が整備されつつある(3-4)。これらの取り組みにより、大学全体の教育研究力を組織的に底上げし、技術職員の専門性を高めることが期待されている。

38

研究力向上の観点からは、研究者により近い立場で「研究共創」とも言える高度な研究支援を行うケースも見られる。東海国立大学機構では、名古屋大学及び岐阜大学が保有する共用設備・機器、技術職員の業務現場を連携させ、システムの潤滑油としての役割も果たす技術マネジメント人材としてコアファシリティアドミニストレーター（Core Facility Administrator: CFA）を配置している（3-5）。CFAの業務は、コアファシリティを活用した研究支援を企画・提案するなど多岐に及んでおり、研究基盤を効果的に活用することで研究課題の解決に貢献しうる技術人材として活躍が期待されている。また、浜松医科大学のURT（University Research Technician）（3-6）、岡山大学のサイテックコーディネーター、北海道大学のテクニカルサイエンティスト、東北大学のスーパープレイヤー（仮称）など全国的に制度設計が進められており、今後ますます研究における技術支援の充実が期待されている（3-7）。

2. 鳥取大学における技術職員のキャリアパス構想

鳥取大学では、第4期中期計画において、部局としての貢献が技術部に求められており、以下のように記載されている。

鳥取大学第4期中期計画（粋）

【6-2】次世代を担う研究者を育てる総合的な研究支援を強化するため、研究推進機構の企画立案による科研費等の基盤研究費獲得支援、研究推進機構と技術部の協働による研究設備の整備・共同利用促進・技術サポート強化、附属図書館による電子ジャーナル・データベース・電子書籍の整備・利用促進、鳥取大学研究成果リポジトリ等を活用した本学研究成果の発信支援等に取り組む。

【11-2】研究設備の有効利用を促進するため、「鳥取大学研究設備整備・運用ポリシー（仮称）」を制定するとともに、研究推進機構が中心となり、研究設備の共用を推進するためのコアファシリティを構築する。研究推進機構研究基盤センターにおいて、本学の現有設備の利用状況、他大学等の研究設備の学外共用の可否等について調査・分析を行い、研究設備の整備計画（新規・更新及びリユース）の立案・見直しを行う。また、運営費交付金のみならず研究者が獲得した外部資金、研究設備の利用料収入等の多様な財源を活用し、研究設備の計画的な整備と安定的な運用を行える体制を整備する。

【14-1】デジタルキャンパスの構築、教職員の業務見直し、デジタル技術等を取り入れた業務効率化等を目指し、デジタルキャンパス推進委員会（仮称）で策定した全学DX（デジタルトランスフォーメーション）推進構想に基づく大学全体のDX化に取り

組むとともに、情報戦略機構と技術部の協働による技術支援を受けつつ、既存業務システムの計画的最適化、学内文書のペーパーレス化、テレワークに対応した業務システムの確立、電子決裁システムの導入や定型業務の自動化に関する検討等に取り組む。

特に、【6-2】【11-2】は、先端研究基盤共用促進事業(コアファシリティ構築支援プログラム)等で国として推進している研究基盤の共用化・高度化を見据えたものである。また、大学技術職員組織研究会や技術職員有志の会等の全国的な議論の場などの流れを受けて、鳥取大学技術部でも技術職員のキャリアパスについて議論され、3コースからなるキャリアパスが構想された(図3-2)(共著論文6)。

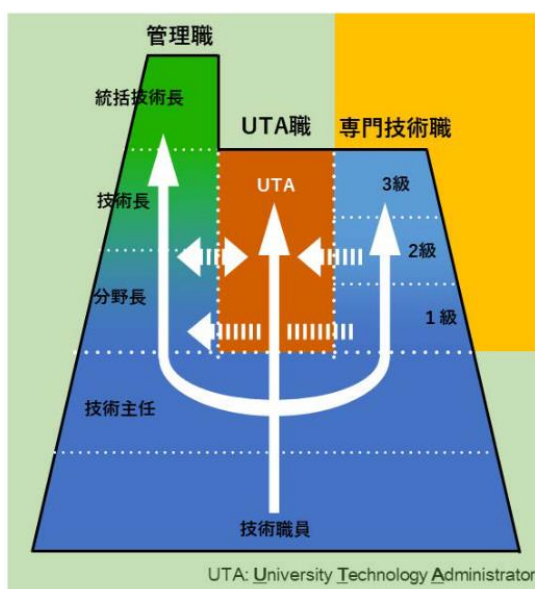


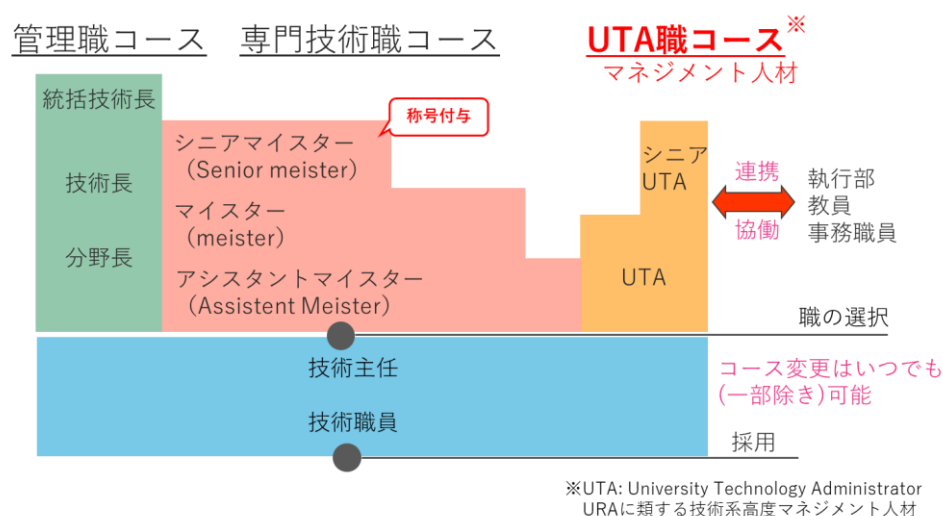
図1 UTA職と専門技術職を設けることでスキルに応じて多様化させた技術職員のキャリアパスの一例

図3-2) 論文報告時に想定されたキャリアパス案

さらに、図3-3は、第2期目のコアファシリティ構築支援プログラム事業申請書(不採択)に記載した鳥取大学における技術職員のキャリアパス案である。若干の変更はあるが、基本的には共著論文6と同様に、1)技術部を構成する分野や部門といった組織単位をマネジメントする「管理職コース」、2)高度な専門技術を保持し、研究者のパートナーとして高度な専門技術により研究課題を解決する「専門技術職コース」、3)教員や事務職員と連携しながら、技術職員による技術マネジメントを行うことで大学に貢献する「UTAコース」の3つのキャリアパスが想定された。

共著論文 6 で報告した 2020 年時点では、1-4 項で述べたように、各分野・部門組織を管理する者として既に「管理職コース」の人員は設置されていたが、「専門技術職コース」及び「UTA コース」は未整備であった。その後、UTA については次節で述べるように部内措置により設置された。

今後、技術職員の人事制度等に関するガイドラインが制定・公開されるなど、技術職員を取り巻く環境は大きく変化していくことが予想される。これに伴い、大学における技術職員のキャリアパスについても従来の枠組みや本事例にとらわれず、より柔軟かつ多様な形へと再構築されると考えられる。



- 管理職コース : 研究者に専門技術を提供すると共に技術部組織をマネジメント
- 専門技術職コース : 研究者のパートナーとして高度な専門技術により研究課題を解決
- UTAコース : 教員、事務職員と連携・協働し、技術職員の立場から大学経営に参画

図3-3) コアファシリティ事業申請時のキャリアパス(案2)

3. UTA (University Technology Administrator)

: 鳥取大学技術部が構想した新たな技術職員キャリアパス

第 1 章第 4 節で述べた通り、鳥取大学技術部では技術マネジメントを担う技術職員の重要性を踏まえ、技術部内に新たな称号(UTA)を新設した。UTA は URA の技術職員版をイメージしており、University Technology Administrator の頭文字を取って UTA としている。なお、大学組織において、UA (University Administrator) は、大学の運営や教育研究活動を支援する専門職として位置づけられており、1-1 で述べた URA の他に、教育関連の専門職として、教育プログラムの企画・運営、学生支援などを担当する UEA (University Education Administrator) などが知られている(3-8)。URA や UEA 等の UA 職は従来の教員や事務職員とは異なる「第 3 の職種」として位置づけら

れることもあり、大学の教育研究活動を多角的に支援している。技術職員に関しても業務の特殊性から、教員や事務職員とは異なる職種としての位置づけについて以前から議論されているが、現状としては鳥取大学技術部内の全職員（技術部長を除く）はUTAも含めて事務職員の部類に属している。

UTA が目指す「技術マネジメント」には多様な観点が含まれるため、以下のような要素が求められる。

- ・科学技術政策の理解
- ・全学研究支援組織、関係部局との連携
- ・大学として組織的・戦略的に求めている（求められるであろう）技術ニーズの把握
- ・研究者や研究組織が求めている技術ニーズの把握
- ・技術職員の持つ技術の把握と、効果的な活用
- ・イノベーション創出の加速と新規技術の導入による、各プロジェクトの効果的な推進
- ・その他、大学内外からの情報収集及び連携

そのため、UTA には技術的な素養に加えて、情報収集能力・分析能力・コミュニケーション能力、及びマネジメント能力なども必要となる。また、業務の多様性を想定すると柔軟な発想と行動力が求められるため、限定された環境に留まらず様々な環境や関係者と協働して研究支援を行った経験が重要となる。これらの背景を踏まえると民間企業を含む他機関での多様な業務経験を持つ人材の採用及び配置、あるいは比較的若年期から多様な経験を積ませるような研修や業務機会の提供が重要である。鳥取大学技術部では、このような人材配置及び育成を実現するにあたり、従来の育成手法では困難が予想されたため、OJT を軸としつつ別途研修を実施する必要があった。TC カレッジにおけるマネジメント系コース受講はその一例であり、これまでも多様な取り組みを通じて人材育成を推進してきた。本節では、以下の2つの事例を紹介する。

<東京工業大学での研修>

当時、東京工業大学技術部は、オープンファシリティセンター(OFC)への改組を視野に入れており、実際に組織整備を進めている最中であった。技術企画室のメンバーとともに、江端新吾教授とのミーティングや内閣府への訪問、実際の各種会議への陪席、さらに技術職員組織の改組に向けたさまざまな話し合いなどにも参加した。本研修は2019年11月6日から11月29日の約1カ月にわたり密着型の短期集中研修として実施し、通常では受講する機会の無い内容の研修を受けることができた。

＜事務組織との協働＞

東京工業大学での研修が終了した後、鳥取大学の研究推進を担う事務組織である研究推進部研究推進課に机を用意していただき、午前は研究推進部、午後を技術部居室で過ごすこととなった。COVID-19が大流行するまでの約4か月間の経験ではあったが、非常に良い経験をさせていただいた。この時築いた関係性は今も続く業務に活かしている。研究推進課では、鳥取大学の研究プロジェクトに関わる情報共有や会議に陪席した。鳥取大学の研究情勢を理解する良い機会となり、研究推進に関わる事務方との連携・交流の機会が得られた。

上記の研修を実施し、後述する統括部局における協働を進めた。その後、部内措置としてUTAが配置されることとなり、令和6年7月1日付で著者が初めてUTAとして正式に任命された(図3-4)。

鳥取大学技術部におけるUTAの称号付与は、研究力及び技術力の強化を目的とした人材政策の一環であり、技術職員のマネジメント能力の評価と意欲向上を図るものである。技術部運営委員会にて承認された取り扱い要項を図3-5に示す。技術部長の面接により、研究支援の経歴や技術的素養に加え、コミュニケーション能力やマネジメント力なども踏まえて総合的に判断される。付与期間に定めは無いが、技術部長の判断により取り消すことが可能となっている。そのため、UTA活動においては、技術部長(研究担当理事)が明確な方向性を指示できる体制となっている。

令和6年度7月1日付けUTA任命式

第6期科学技術・イノベーション基本計画などの科学政策を受け、日本全国の大学において高度な専門職人材等の育成とチーム型研究体制の構築が進んでいます。鳥取大学でも様々な取り組みを進めており、TCカレッジをはじめとした研修制度を活用するなど、技術人材の育成にも力を入れています。

技術部では、この流れを更に加速するため、令和6年7月1日付けで松浦祥悟技術専門職員をUTA (University Technology Administrator) として任命いたしました。UTAは、本学の研究力及び技術力を強化するため、技術力に特化したマネジメントを専門に行う職員に与えられる称号になります。研究を推進するためには、個々の研究者の研究力を向上させるだけでなく、様々な研究環境を充実させることが重要です。UTAは技術マネジメントの観点から、学内外の様々なステークホルダーと共に研究支援体制の整備を進め、研究力向上に貢献していきます。

技術部では、今後も様々な取り組みを通して、鳥取大学の教育研究を技術面から支援していきます。



図3-4) 技術部 UTA 任命式 (鳥取大学技術部ホームページにて公開)

鳥取大学技術部 University Technology Administrator (UTA) の称号の付与に関する取扱要項

令和6年5月21日
技術部運営委員会承認

(目的)

第1条 この要項は、鳥取大学技術部（以下「技術部」という。）における本学の研究力及び技術力の強化のため、技術力に特化したマネジメントを専門に行う職員に対する称号の付与等に関し必要な事項を定めることを目的とする。

(称号)

第2条 付与する称号は、University Technology Administrator（以下「UTA」という。）とする。

(称号付与の対象者)

第3条 UTAの称号付与の対象は、技術部に所属する職員とする。

(選考の手続き)

第4条 UTAは、技術部運営委員会（以下、運営委員会）の承認により技術部長が任命する。

(選考基準)

第5条 UTAは、第3条の条件を満たした者の中で、マネジメントに関する知識と技術を習得し技術部長の面接により適任と認められた者とする。

(職務)

第6条 UTAは、本学及び本学の研究促進に関係する関連施設等の教職員と技術部の研究支援体制を整えるための必要な職務を行うものとする。

(付与する期間)

第7条 UTAの称号を付与する期間は、技術部長により称号の付与を取り消すことがふさわしいと判断されるまでの期間とする。

(通知)

第8条 称号の付与は、技術部長からの通知書の交付により行う。

(雑則)

第9条 この要項に定めるもののほか、称号の付与に関し必要な事項は運営委員会の議を経て別に定めることができる。

附 則

この取扱要項は、令和6年6月1日から施行する。

図3-5) UTA 称号付与に関する取り扱い要項(鳥取大学技術部内)

4. 共用機器運営における UTA の役割

大学における共用機器は、一部の研究者が専有することなく共同で利用されている研究設備・機器である。これは大学における重要な経営資源である設備を整備・運用し、多くの研究者が活用することで効率的かつ効果的に研究力向上につながるものである。鳥取大学における共用機器の管理は、主に研究推進機構 研究基盤戦略センターが担っている。学内の教職員・学生は同センターに利用登録することで共用機器を利用可能である。利用方法の習得が必要な場合は同センターから適切な指導・講習を受けることができる。まさに共に用いることのできる設備が「共用」機器である。なお、共同利用・共同研究拠点である乾燥地研究センターの設備群においては「乾燥地研究」の推進というミッション実現に向けて管理運用されており、個々の大学の枠を越えて全国の研究者が共同で利用し、共同研究が行われている。

研究基盤の運用には機器の維持管理・活用を行う人材が必要であり、近年の科学政策ではその役割を技術職員にも期待している。鳥取大学は設備サポートセンター整備事業に2度(第1期:2013-2015, 第2期:2017-2019)にわたり採択されており、この事業によって構築された共用システムを技術職員の立場からさらに支援することが期待された(3-9, 3-10)。すなわち、全学的な研究支援を行っている研究推進機構との連携、特に研究基盤戦略センターとの関係を強化し、主として研究基盤運営において技術職員の立場から参画することが求められた。鳥取大学では研究推進機構長と技術部長を研究担当理事が兼任しているため、共用機器運用による効果的な研究支援を行うことができる体制である。このような背景から、UTA には研究基盤運営に関して技術職員の立場から貢献することが求められており、著者は鳥取地区の共用機器運営を支援している。

4-1. 共用機器の運用体制の強化

4-1-1. 設備関連連絡会議(統括部局)

研究機関における研究設備・機器の効率的な運用と共用化が重要な課題となっている中、『統括部局』の重要性が認識されている。統括部局は、機関全体の研究設備・機器のマネジメントを担う中核的組織として位置づけられている(図3-1)。統括部局に期待されている役割は、保有する研究設備・機器の現況把握・分析と活用、全学的な研究設備・機器の整備運営方針の策定など、機関全体の研究設備マネジメントである。

各機関の研究設備マネジメントにおいてはそれぞれの戦略を考慮しつつ、設備整備や共用を含む効果的な研究設備の導入及び運用推進が求められている。また、研究設備・機器を支える人材の配置・育成や適切なマネジメント体制(いわゆるチーム共用)の醸成も求められている。

鳥取大学においては、統括部局の役割を設備関連連絡会議が一部果たしている（図3-6）。設備関連連絡会議は研究担当理事を議長とし、研究推進機構、研究推進部、技術部に所属する、教員・事務職員・技術職員から構成されている。

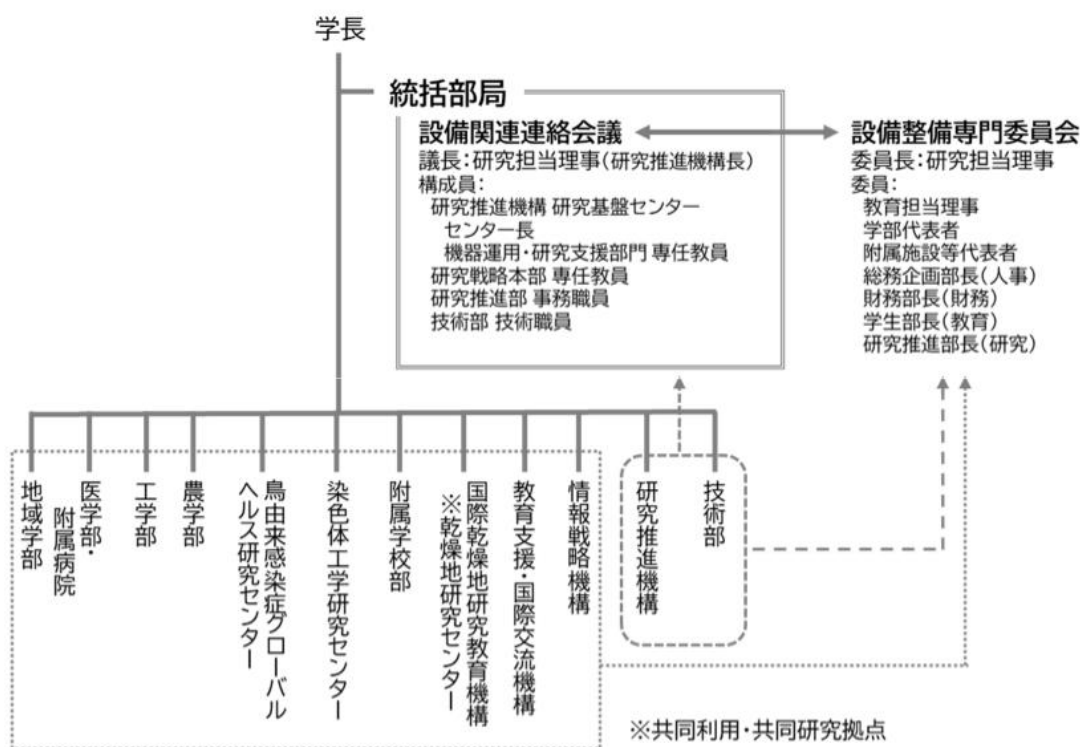


図3-6) 鳥取大学における研究基盤運用体制 (2025)

設備関連連絡会議は、鳥取大学における共用機器運営に係る各種分析・予算要求の取りまとめ等の資料を作成している。具体的には、戦略的設備整備・運用計画の立案や研究設備導入に係る学内予算(学長裁量経費等)及び概算要求(基盤的設備等整備)申請に係る資料作成等である。作成された資料は設備整備専門委員会への照会を経て、各部局・機構等に還流され周知が図られるとともに、各部局から意見を収集し、承認を得るものである。設備整備専門委員会は研究担当理事が委員長を務め、各学部代表者・人事・財務・教育・研究を所掌する長が参加する会議体であるため、各部局の意向を反映させる仕組みになっている。UTA は、統括部局において技術職員の立場から企画立案やマネジメント業務の実務を行っている。

4—1—2. 鳥取大学 研究設備・機器共用方針

研究設備・機器の共用推進に向けたガイドラインでは、研究機関全体における効率的かつ戦略的な設備運用及び共用体制の強化を求めるとともに、各大学において研究設備・機器の「組織内外への共用方針」を策定し、公表することが求められた。鳥取大学においても、本ガイドラインを受けて4つの観点を明記した共用方針を策定し、公表した(図3-7)。特に、「3. 多様なプロフェッショナルの協働による共用推進」ではチーム共用の考え方を組織として明確に認識し、「技能向上及び技術継承の推進」を大学の公式方針として明記することで、技術職員の活用を打ち出している。統括部局の一員としてUTAが大学の方針策定に積極的に関与したことにより、公式方針の中に技術職員の役割を明記することが可能となった。

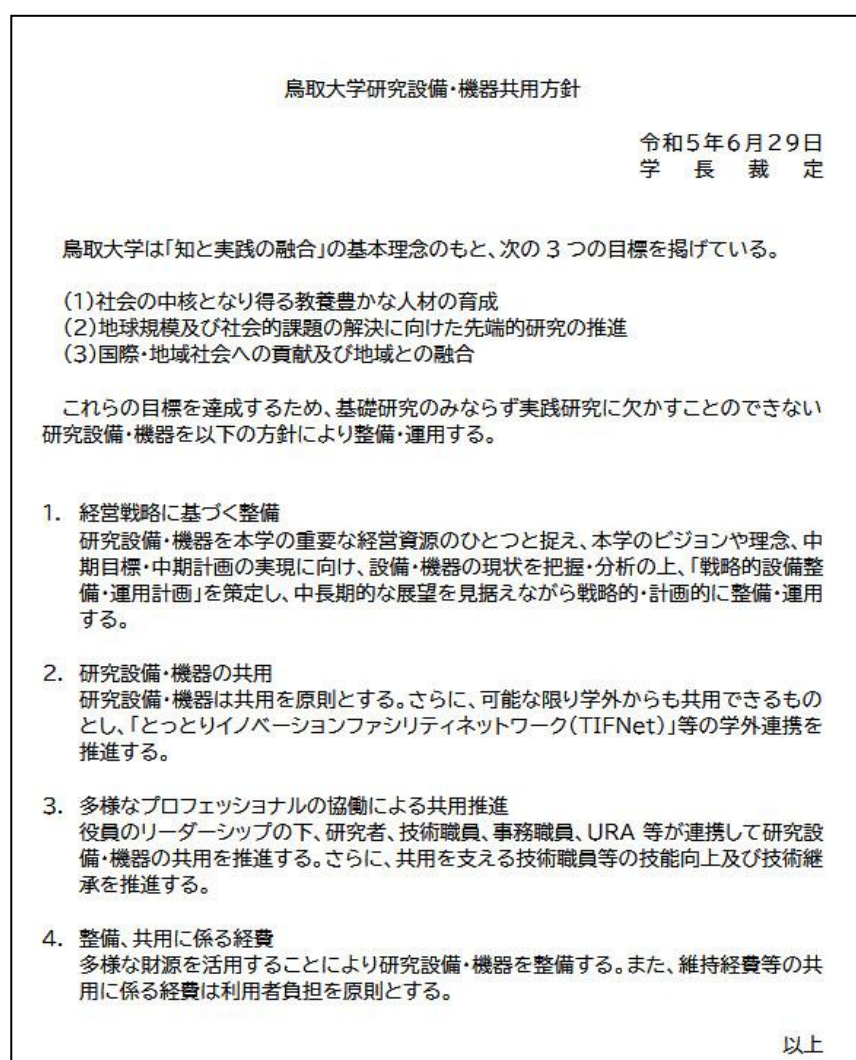


図3-7) 鳥取大学 研究設備・機器共用方針

4—1—3. 戦略的設備整備・運用計画(旧設備マスタープラン)

国立大学法人等における研究基盤は、理念・経営戦略・中期目標・中期計画等に基づき、中長期的な視野のもと、計画的かつ継続的に整備する必要があり、戦略的設備整備・運用計画(旧設備マスタープラン)の策定が求められている。鳥取大学においては、統括部局に相当する設備関連連絡会議が本文の素案を作成し、全学委員会の設備整備専門委員会を通じて各部局等の意向を集約・照会している。また、文部科学省に申請する概算要求(基盤的設備)や学内予算措置(学長裁量経費)を行う研究基盤についても同様に作成し、執行部が経営判断をした上で決定している。

本計画においては、国の科学政策にはじまり、これまでの設備・機器整備に対する取組の経緯、考え方(4—1—2:鳥取大学 研究設備・機器共用方針等)、本学が保有する設備・機器の現状分析、設備・機器の整備及び運用方針等を記載し、各部局に還流している。鳥取大学では資産移管やアップデートなどのリユースを活用し、限られた予算を有効に活用する方針を共有するとともに、大学連携研究設備ネットワーク、中国地方バイオネットワーク、とっとりイノベーションファシリティネットワークなど、全国又は地域との共用システムを活用し、学外機関の研究設備・機器の利用を積極的に促進する旨を記載している。また、本計画では保有する設備・機器の現状を把握するため、金額や導入年度に基づく設備分析を実施している(図3—8)。さらに、研究設備・機器については共同利用または共用が可能か否かといった利用形態に基づく分類も行い、総合的な現状分析に努めた。調査の結果、多くの研究者が活用する大型共用機器の更新が滞っている実態が明らかとなった。研究基盤を支えるための計画的な整備は喫緊の課題と言える。

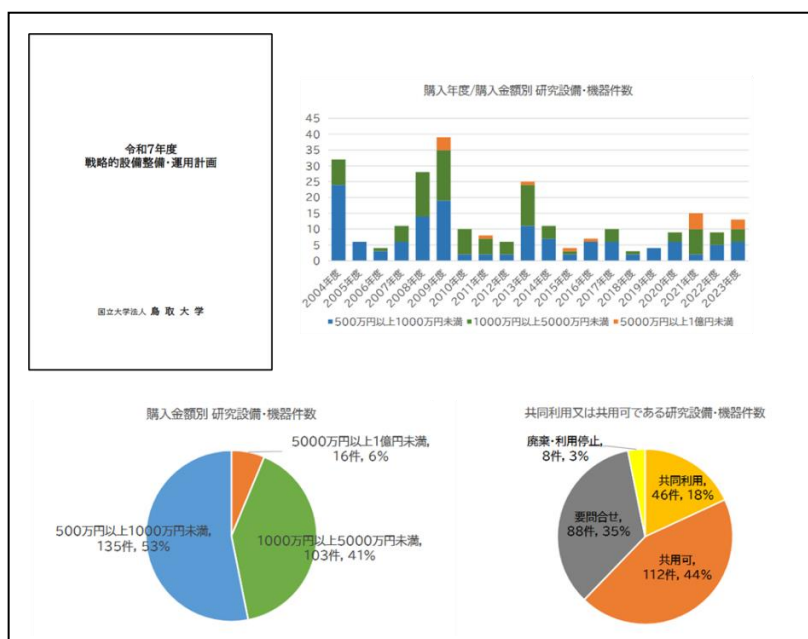


図3—8) 鳥取大学が保有する設備・機器の現状分析例

4-2. 鳥取キャンパスにおけるコアファシリティの戦略的強化

全国的に進展しているコアファシリティ化の潮流を踏まえ、前述の「研究設備・機器共用方針」、「戦略的設備整備・運用計画(旧設備マスタープラン)」、「第4期中期計画」等に基づいて、研究設備運用体制の構築が鳥取大学でも進められている。著者が支援を行っている鳥取キャンパスでは、ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー(VBL)棟に大型共用研究設備を集約し、研究基盤戦略センター職員の居室に加え、技術部室を設置している(図3-9)。これにより、機器の保守管理体制の強化と設備運用の一元化が図られている。研究設備及び支援人材の空間的集約は、効率的かつ効果的な機器運用の実現に寄与する重要な要素であると考えられる。設備運用においては、PCトラブルやネットワーク等の情報関連技術、電気系の知識・技術、モノづくり系の工学技術など、機器分析そのものには直接的には関与しない周辺技術も重要である。様々な専門技術を有する技術職員を共用機器と同じ建物内に配置し、技術部室を同一建物内に設置することで、日常的なコミュニケーションや情報共有、ディスカッションが活性化される。その結果、共用機器の維持管理にとどまらず、総合的な研究設備の維持・運用体制の強化と技術力向上の推進が期待される。

鳥取キャンパスではこのような空間的集約によって、限られた物的・人的リソースを効果的に活用し、技術職員がチーム共用の一員として重要な役割を果たす体制を整えている。研究活動の質的向上や持続可能な設備運用体制の確立が図られることで、研究基盤強化にも大きく寄与するものと考えられる。



共用機器および技術職員を**集約**することで
機器運用体制を**強化・効率化**

図3-9) 鳥取キャンパスにおけるコアファシリティの構築

4—2—1. 大型共用機器の導入

先端的な研究設備の導入・更新は、研究活動の推進に必要不可欠であるため、これらを支える予算の確保は極めて重要な課題である。筆者は統括部局の実務担当者の一員として各種予算申請に携わっており、概算要求(基盤的設備等整備、コロナ禍を踏まえた取組)、補正予算(先端研究設備整備補助事業)等の予算申請に携わってきた。また、鳥取大学では第三期中期期間中において目的積立金を活用した大型共用研究設備の導入や、学長裁量経費を活用した機器の導入を実施するなど自主財源による研究設備も整備してきた。さらに、研究設備導入に係る申請書作成のみならず、技術職員として整備候補の選定に係る議論や予算獲得後の実質的な運営業務にも深く関与することで、研究基盤の構築と維持に貢献した。

<概算要求(基盤的設備等整備)>

設備整備専門委員会を通じて各部局から要望された研究設備について、設備関連連絡会議の一員として、設備群のグルーピングや申請書作成を行った。

令和4年度の概算要求においてはガスクロマトグラフ質量分析システム、令和5年度には電子顕微鏡システム、令和6年度には遺伝子・細胞解析システムとして採択された。これらの設備群は、鳥取大学の全学共用システム内で機器更新された大型機器である(図3-10)。

ガス کروマトグラフ質量分析システム
菌類きのこ・食品・動植物・環境・機能性素材に存在する
極微量の揮発成分を超高感度で定性・定量分析するシステム

必要性

- ◆新規揮発性物質の化学構造決定に不可欠 ⇒ **教育・研究に必須の基盤的装置**
- ◆食品の香り成分、残留農薬、昆虫フェロモン、環境汚染物質など、本学の研究で重要な微量成分を多量サンプルから一斉定量することによる効率化 ⇒ **研究推進力の画期的向上**
- ◆世界最大級きのこコレクションを用いたきのこ香り成分および組成の迅速分析による世界初のきのこ香りデータベース構築可能 ⇒ **新たなシーズ発掘による社会実装の実現**

前処理 超遠心分離装置 (GCサンプルを調製)

- ◎試料溶液を100,000rpmで遠心分離し、不溶成分を除去
- ◎オルガネラや揮発性物質の合成酵素を精製

分析 GC質量分析装置 (GC-MS)

- ◎ヘッドスペース搭載により液体・固体中の揮発成分を容易に分析可能
- ◎極微量の定性・定量分析(〜fg/μL)
- ◎超高感度・高分離能
- ◎メンテナンス頻度・コスト軽減

本学設備共用システム下で全学共用。本学技術職員による技術サポート。大学連携研究設備NWを通じて学外機関・地域企業へも開放。自動化・遠隔化対応によるスマートラボ化を実現。

図3-10 a) ガスクロマトグラフ質量分析システム(令和4年度 申請ポンチ絵)

電子顕微鏡システム

走査電子顕微鏡(SEM)

- 生命科学・臨床研究 at 米子キャンパス
- 既存設備は平成25年度導入

透過電子顕微鏡(TEM)

- 物質科学・バイオ・農学研究 at 鳥取キャンパス
- 既存設備は平成17年度導入

本学の特徴的研究：
乾燥地科学、染色体工学、天然未利用資源の有効活用、
グリーン・サステナブル・ケミストリー、菌類さご遺伝資源、人獣共通感染症学。。。

これらの研究には電子顕微鏡システムが不可欠

主な用途

- ◇基礎医学：各種組織・細胞の観察
- ◇生命科学：染色体工学、細胞小器官・生体高分子構造観察
- ◇感染症領域：細菌・ウイルス・寄生虫の形態観察
- ◇触媒科学：固体触媒・人工光合成触媒などの構造評価
- ◇材料科学：無機物質・金属材料・半導体の構造評価
- ◇農学：さご(子実体)細胞や培養菌糸細胞の観察 など

期待される効果

- ◆基礎医学、生命科学、臨床研究の研究力向上
- ◆人工光合成触媒・燃料電池研究の進展によるグリーンイノベーション
- ◆未利用生物資源活用による資源循環社会
- ◆地域資源の有効活用による地域創生

図3-10 b) 電子顕微鏡システム(令和5年度 申請ポンチ絵)

遺伝子・細胞解析システム

生命機能を司る細胞機能を
遺伝子レベル、分子レベルで解明
染色体工学によるゲノム創薬
未利用生物資源のグリーンイノベーション
そして地域創生へ

生命機能分子の定量

イオンクロマトグラフィー

- 生体成分中のイオン種を定量
- 既存設備は平成15年度導入
- 5研究グループ、59件の共用実績

ICP発光分析装置

- 生体成分中の微量元素を定量
- 既存設備は平成19年度導入
- 13研究グループ、2学外機関の共用

アミノ酸分析装置

- 生体成分中のアミノ酸を定量
- 既存設備は平成19年度導入
- 2研究グループ、5学外機関の共用

遺伝子・ゲノム解析

リアルタイムPCR

- 細胞機能に関わる遺伝子発現、タンパク質発現を解析
- 既存設備は平成25年度導入
- 7研究グループ、362件の共用実績

生命機能分子の構造解析

高分解能質量分析装置

- 生命機能分子の構造を解析
- 既存設備は平成22年度導入
- 9研究グループ、825件の共用実績

**タンパク質
生命機能分子の解析**

ペンタトップ共焦点顕微鏡

- 機能発現するタンパク質構造を観察
- 既存設備は平成21年度導入
- 11研究グループ、959件の共用

オールインワン蛍光顕微鏡

- 細胞内での生命分子の局在変化を観察
- 既存設備は平成23年度導入
- 5研究グループ、97件の共用

細胞機能解析

導入の必要性・緊急性

いずれの研究設備も高い共用実績を有するが、導入より10年以上が経過し、老朽化が著しく、メーカーサポートも終了している

主な用途

- ◇染色体工学技術を活用したゲノム創薬
- ◇地域の未利用生物資源(キノコノコノコ、海藻、きのこの新規細胞活性・細胞機能の探索)
- ◇人工ウイルスキャプシドなどバイオミメティクス材料の開発

運用体制・形態

- 研究推進機構と技術部による全学共用体制下での管理運用、技術サポート。予約・課金システムに登録。利用料による維持管理
- 大学連携研究設備ネットワークを介した学外公開

期待される効果

- ◆本学の重点研究課題：染色体工学、未利用生物資源の有効活用、創薬研究等を推進
- ◆2050年カーボンニュートラルに向けたグリーンイノベーションへの貢献
- ◆最新設備のリモート機能を活用したポストコロナでのDX共用
- ◆学外共用による地域連携と地域イノベーションの推進

図3-10 c) 遺伝子・細胞解析システム(令和6年度 申請ポンチ絵)

＜第三期中期目的積立金＞

設備関連連絡会議において導入方針の素案を作成し、当該予算を活用して令和3年度に設備導入を行った(図3-11、表3-1)。予算執行に際しては6つの方針を選定し、グルーピングを行った後で優先順位を付した(図3-11、表3-1)。

設備関連連絡会議作成
目的積立金による設備整備方針
<p>【現 状】</p> <p>本学の教育設備の45%、研究設備の57%が導入より10年以上経過しており、老朽化・陳腐化が深刻化している。特に、基盤的大型設備は老朽化・陳腐化による故障等が発生すると教育研究活動に大きな支障が生じることが懸念される。(設備マスタープラン【3. 本学の補修設備の現状と分析】参照)</p> <p>本学ではこれまでに、学長裁量経費(設備整備費等)による学内予算(年間3,600万)を確保することで設備の更新・維持に努めてきた。また、高額な設備については、毎年度、文部科学省へ概算要求を行ってきた。しかしながら、近年、国立大学法人への運営費交付金等が漸減傾向にある中でこのような対応は難しくなっており、概算要求での予算措置もほとんどなされていない状況である。</p>
<p>【対 応】</p> <p>【第3期中期目標期間における設備整備等の財源確保方針】(平成30年1月23日役員会承認)に則り、設備の老朽化へ対応するため、目的積立金を財源とした大型教育研究用設備の更新を行う。</p>
<p>【方 針】</p> <p>下記事項を基に設備整備専門委員会で審議し、優先順位を含めた事業計画を立案、執行部会等の議を経た後、事業を決定する。</p>
記
<ol style="list-style-type: none">1.更新の必要性・緊急性が高い基盤的大型の教育研究用設備であること (購入価格が3,000万円以上で導入から10年以上経過している設備)2.全学で共用される教育研究用設備であること3.全学共用設備として利用実績を有する設備であること (利用者数、外部資金獲得状況等、論文数・引用数・インパクトファクター等)4.中期目標・計画及び戦略1.2.3に資する教育研究用設備であること5.学外での測定、依頼分析等学外共用設備の利用が困難な設備であること6.研究基盤センター及び技術部でメンテナンス体制等の構築が可能な設備であること
<p>【その他】</p> <p>今回の目的積立金で更新対応できない設備については学外設備の利用により対応する。そのために、大学連携研究設備ネットワーク等全国又は地域の相互利用システムの活用を促進すべく、研究推進機構及び技術部を中心に外部委託及び学外設備の精度調査等を行い、学外設備利用体制の構築に努める。</p>

図3-11) 第三期中期期間目的積立金による設備整備方針

表3-1 a) 研究設備更新候補リスト

	機器名	導入日	購入金額 (当時)
1	500MHz 核磁気共鳴装置 (NMR)	1999/3/31	¥77,490,000
2	飛行時間型質量分析計 (MALDI-TOF MS)	2003/10/29	¥33,065,551
3	液体クロマトグラフ質量分析計 一式	2009/2/20	¥42,378,000
4	液体クロマトグラフ質量分析計 (LC-MS/MS)	2009/9/29	¥77,469,000
5	セルソーター MoFlo	2009/11/30	¥60,270,000
6	高速生細胞イメージング・レーザープロセッシングシステム	2009/12/9	¥53,865,000
7	MRI システム 一式	2009/12/15	¥42,000,000
8	電場型フーリエ変換質量分析計 (ESI/DART FTMS)	2010/3/15	¥44,289,000
9	600MHz 核磁気共鳴分光分析装置 (NMR)	2010/3/16	¥56,490,000
10	安定同位体比質量分析システム 一式	2010/3/25	¥45,820,000
11	複合機能付電界放出型走査電子顕微鏡 (SEM)	2010/3/26	¥60,110,000
12	透過型電子顕微鏡 (TEM)	2010/3/26	¥54,844,400
13	マルチ画像解析システム	2010/10/29	¥47,770,800
14	多光子励起レーザー走査顕微鏡	2011/11/29	¥70,770,000

表3-1 b) 研究設備更新候補における利用状況

	機器名	2019	2018	2017
1	500MHz 核磁気共鳴装置	工(210時間、7グループ) 農(15時間、2グループ)	工(477時間、8グループ) 農(2時間、1グループ)	工(622時間、8グループ)
2	飛行時間型質量分析計(MALDI-TOF MS)	工(130時間、7グループ) 農(30時間、2グループ)	工(208時間、6グループ) 農(71時間、3グループ) 学外(10時間)	工(184時間、6グループ) 農(33時間、2グループ) 学外(4時間)
3	液体クロマトグラフ質量分析計 一式	農(2843時間、4グループ)	農(3432時間、4グループ)	農(3066時間、4グループ)
4	液体クロマトグラフ質量分析計(LC-MS/MS)	医(43時間、2グループ) 工(37時間、2グループ)	医(118時間、5グループ) 農(23時間、1グループ) 工(15時間、1グループ) 染色体(10時間、1グループ)	医(526時間、7グループ) 工(15時間、1グループ) 研推(27時間、2グループ) 染色体(6時間、1グループ)
5	セルソーター MoFlo	医(219時間、7グループ) 研推(88時間、1グループ) 学外(132時間、2機関)	医(292時間、7グループ) 染セ(14時間、1グループ) 研推(46時間、1グループ) 学外(14時間、2機関)	医(196時間、7グループ) 染セ(9時間、1グループ) 研推(124時間、2グループ) 学外(11時間、2機関)
6	高速生細胞イメージング・レーザープロセッシングシステム	ここ数年間の利用が無いため、ログが残っていない		
7	MRI システム 一式	農(138件) ¥2,914,880	-	-
8	電場型フーリエ変換質量分析計 (ESI/DART FTMS)	工(260時間、10グループ) 農(100時間、4グループ)	工(242時間、11グループ) 農(28時間、5グループ)	工(241時間、7グループ) 農(69時間、5グループ)
9	600MHz 核磁気共鳴分光分析装置 (NMR)	工(312時間、7グループ) 農(742時間、4グループ)	工(1227時間、8グループ) 農(1138時間、5グループ)	工(1174時間、3グループ) 農(1001時間、3グループ)
10	安定同位体比質量分析システム 一式	2040時間	3816時間	2904時間
11	複合機能付電界放出型走査電子顕微鏡 (SEM)	工(1144時間、8グループ)	工(1053時間、8グループ)	工(807時間、7グループ)
12	透過型電子顕微鏡 (TEM)	医(158時間、5グループ)	医(224時間、7グループ)	医(116時間、6グループ)
13	マルチ画像解析システム	医学部・遺伝子医療学に導入、現在も設置。利用は教室のみ。 ただし、ここ3年での利用はほぼない(ログが残っていない)。		
14	多光子励起レーザー走査顕微鏡	医(53件、1グループ)	医(46件、1グループ)	医(43件、1グループ)

* 課金実績から算出

** 使用記録簿から算出

表3-1 c) 研究設備更新候補一覧(グルーピング・優先順位付け後)

順位	設備名	新規購入 価格(千円)	方針						点数	備考	更新状況
			1	2	3	4	5	6			
1	500MHz 核磁気共鳴装置 (NMR)	85,800	○	○	○	○	○	○	6	導入時期が最も古い	更新(NMR600)
-	600MHz 核磁気共鳴分光分析装置 (NMR)		○	○	○	○	○	○	6	500MHzを優先	
2	セルソーター MoFlo	72,380	○	○	○	○	○	○	6	R2概算要求順位が全体2位	更新
3	飛行時間型質量分析計 (MALDI-TOF MS)	42,500	○	○	○	○	○	○	6	汎用性が高い	更新
4	液体クロマトグラフ質量分析計 一式	52,000	○	○	△	○	○	○	5.5	利用者等の意見を踏まえて 仕様決定	更新 (定量型・定性型 2台)
	液体クロマトグラフ質量分析計 (LC-MS/MS)		○	○	○	○	○	○	6		
	電場型フーリエ変換質量分析計 (ESI/DART FTMS)		○	○	○	○	○	○	6		
5	安定同位体比質量分析システム 一式	47,300	○	○	○	○	○	○	6	別紙参照	更新
6	透過型電子顕微鏡 (TEM)	57,200	○	○	△	○	○	○	5.5	1部局のみの利用	更新
7	複合機能付電界放出型走査電子顕微鏡 (SEM)	77,000	○	○	△	○	○	○	5.5	1部局のみの利用	更新
-	高速細胞イメージング・レーザープロセッシングシステム	17,000~26,000	○	○	×	○	○	×	4	利用実績なし(ログなし)	
-	マルチ画像解析システム	17,000~26,000	○	○	×	○	○	×	4	利用実績なし(ログなし)	
-	多光子励起レーザー走査顕微鏡	65,000~80,000	○	○	×	○	○	×	4	1部局のみの利用	
-	MRIシステム 一式	82,372	○	×	×	○	○	×	3		

○:1点 △:0.5点 ×:0点

【方針】

- 更新の必要性・緊急性が高い基盤的大型の教育研究用設備であること
(購入価格が3,000万円以上で導入から10年以上経過している設備)
- 全学で共用される教育研究用設備であること
- 全学共用設備として利用実績を有する設備であること
(利用者数、外部資金獲得状況等、論文数・引用数・インパクトファクター等)
- 中期目標・計画及び戦略1.2.3に資する教育研究用設備であること
- 学外での測定、依頼分析等 学外共用設備の利用が困難な設備であること
- 研究基盤センター及び技術部でメンテナンス体制等の構築が可能な設備であること

4-2-2. 機器集約化及び技術部室設置による戦略的な研究環境の整備

2025年度現在、著者が関わった大型予算等で導入された機器のうち鳥取キャンパスには18機種が導入されており、全てが共用機器としてVBL棟に集約されている(図3-9、図3-12、表3-2)。また、大学連携研究設備ネットワークによる研究設備共用加速事業により、ガスクロマトグラフ(GC)や質量分析装置の修理、蛍光X線分析装置(XRF)の移設等も実施された。さらに、効果的な共有スペースの創出及び活用を進めるために、老朽化及び故障した研究機器の廃棄・機器の再配置を行った(4章3節参照)。これらは、鳥取キャンパスにおける機器集約化によるコアファシリティ体制の強化を目的として推進したものである。

機器導入に際しては、他の技術職員と連携して仕様策定から機器設置に至るまでの一連の業務を協力して実施した。同様に、研究基盤戦略センター、各部局の教員、研究推進部の事務職員といった学内関係者と連携しつつ、技術部内での調整を図った。これにより、円滑な機器導入及び維持管理体制を構築した。

表3-2) VBL 棟に導入された共用研究設備群

機器名	メーカー	型番	導入年/月	予算項目	設置場所
600MHz 核磁気共鳴分光分析装置 (NMR)	JEOL	JNM-ECZ600	2021/12	第3期 目的積立金	VBL棟 1F 1102室
MALDI-飛行時間型質量分析計 (MALDI-TOF MS)	BRUKER	ultrafleXtreme	2021/10	第3期 目的積立金	VBL棟 2F 2101室
液体クロマトグラフ質量分析計 (LC-QTOFMS)	Waters	Xevo G2-XS Q-ToF	2022/03	第3期 目的積立金	VBL棟 2F 2102室
液体クロマトグラフ質量分析計 (LC-TQMS)	Waters	Xevo TQ-S Micro	2022/03	第3期 目的積立金	VBL棟 2F 2102室
ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS/MS)	SHIMADZU	GCMS-TQ8050 NX	2023/02	R5年度 概算要求	VBL棟 2F 2102室
高分解能質量分析装置	Thermo Fisher Scientific	Orbitrap Exploris MX	2025/2	R7年度 概算要求	VBL棟 2F 2102室
All-in-one 蛍光顕微鏡	KEYENCE	BZ-X810	2022/11	学長裁量経費 R7年度 概算要求	VBL棟 1F 1101室
フィールドエミッション走査電子顕微鏡 (SEM)	JEOL	JSM-IT800	2022/02	第3期 目的積立金	VBL棟 2F 2204室
クロスセクションポリリッシャ	JEOL	IB-19520CCP	2022/02	第3期 目的積立金	VBL棟 2F 2204室
共焦点レーザー走査型顕微鏡 (CLSM)	EVIDENT	FLUOVIEW FV4000	2025/03	R7年度 概算要求	VBL棟 1F 1101室
透過型電子顕微鏡 (TEM)	JEOL	JEM-2100Plus	2024/03	R6年度 概算要求	VBL棟 2F 2204室
ICP発光分光分析装置 (ICP-OES)	Agilent Technologies	5800 ICP-OES	2025/03	R7年度 概算要求	VBL棟 3F 3101室
マイクロ波試料前処理装置	Anton Paar	Multiwave 5000	2025/03	R7年度 概算要求	VBL棟 3F 3103室
高速アミノ酸分析計	日立ハイテクサイエンス	LA8080 AminoSAAYA	2025/03	R7年度 概算要求	VBL棟 3F 3204室
イオンクロマトグラフ(IC)	SHIMADZU	Nexera series	2024/10	R7年度 概算要求	VBL棟 3F 3204室
超遠心機	himac	CP80NX	2022/11	R5年度 概算要求	VBL棟 3F 3204室
リアルタイムPCR	Analytik Jena	qTOWERiris touch	2024/12	R7年度 概算要求	VBL棟 3F 3202室
カロリメーター	IKA	C200	2025/01	学長裁量経費	VBL棟 3F 3101室

1101室

- 共焦点レーザー走査型顕微鏡(FV4000)
- 共焦点レーザー走査型顕微鏡(FV10i)
- All-in-one 蛍光顕微鏡(BZ-X810)
- セルソーター(FACSAria)
- セルアナライザー(Gallios)
- リアルタイムPCR(LightCycler)
- CO2インキュベータ
- オートクレーブ(30L)
- 安全キャビネット

1102室

- 600MHz 核磁気共鳴分光分析装置(JEOL NMR)

1103室

- 600MHz 核磁気共鳴分光分析装置(Bruker NMR)
- 電場型フーリエ変換質量分析計(ESI/DART FTMS)
- 高速液体クロマトグラフ(10A)

2101-2102室

- MALDI-飛行時間型質量分析計
- 四重極-飛行時間型液体クロマトグラフ質量分析計
- タンデム四重極型液体クロマトグラフ質量分析計
- 四重極型ガスクロマトグラフ質量分析計
- トリプル四重極型ガスクロマトグラフ質量分析計

2204室

- フィールドエミッション走査電子顕微鏡(IT800)
- 透過電子顕微鏡(2100Plus)
- クロスセクションポリリッシャ
- デジタルマイクロスコープ
- 実体顕微鏡(SMZ1000)
- 実体顕微鏡(SZX12)
- 正立金属顕微鏡

3101室

- ICP発光分光分析装置(ICP-OES)
- 波長分散型蛍光X線分析装置(WDX-XRF)
- カロリメーター
- マイクロ天秤

3102室

- 紫外可視分光光度計(UV-1600)
- 紫外可視分光光度計(Uvmini-1240)
- 赤外線分光光度計(IR-Spectrum65)
- 分光蛍光光度計(RF-5300)
- レーザ回折式粒度分布測定装置
- マイクロ波試料前処理装置

3202-3204室

- ルミノイメージアナライザー
- リアルタイムPCR(qTOWERis)
- ビーズ式多検体細胞破碎機
- オートクレーブ(50L)
- クリーンベンチ
- 純水製造装置
- 超純水製造装置
- 製氷機
- ガスクロマトグラフ(GC-2014)
- ガスクロマトグラフ(GC-2014)
- 高速アミノ酸分析計(LA8080)
- プロテインシーケンサー(PPSQ-31A)
- 有機酸分析システム
- イオンクロマトグラフ(Nexera)
- イオンクロマトグラフ(10A)
- 高分子分析システム(GPC)
- 高速液体クロマトグラフ
- 超遠心機
- 遠心機

4101室

- 高速度カメラシステム(SA-X2)
- 高速度カメラシステム(120KC)
- 高機能形熱画像計測装置

棟外

- 液体窒素貯蔵タンク

図3-12) VBL 棟に設置されている機器群(部屋別)

4—2—3. 大型共用機器の安定運用に係るマネジメント

大型機器の集約化と技術部室の設置という「ハード」の整備はそれらを活用する「ソフト面（支援体制）」、すなわち安定運用と技術提供が一体化することでその真価を発揮する。鳥取キャンパスにおける大型機器運用において、技術マネジメント人材であるUTAが果たしてきた役割と貢献について以下に述べる。

2025年度時点で、研究基盤戦略センター（鳥取キャンパス）は、専任教員・技術補佐員・事務補佐員各1名の体制であり、センター単独での研究設備マネジメントには限界がある。そのため、同センターから技術部へ年度ごとに業務依頼が提出され、技術部が応じる形で連携体制を構築している（図3-13）。技術部への業務依頼内容は「コアファシリティ構築への協働」、「研究基盤戦略センター及びVBL（ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー）棟の管理運営協力」、ならびに「共用設備の維持管理及び技術指導・依頼分析等の利用者対応」としており、コアファシリティ化に係る業務を一括して支援している。実際の運用における課題の一つは、組織構造に起因する制約である。鳥取キャンパスにおける機器管理の中核を担う「機器分析分野」は化学バイオ・生命部門の所属であり、同部門の技術長は90km以上離れた米子キャンパスで業務を行っている。さらに、実際の運用には同部門以外の技術職員による支援も重要である。したがって、部門・部局間を横断的に調整し、円滑な合意形成や実行を促す人材が重要である。鳥取キャンパスにおいてはUTAがこの調整機能を担い、研究基盤戦略センターと技術職員を繋ぐマネジメントを実践している。前述した概算要求等の研究設備導入においても、導入段階から技術提供を見据えた調整を行う「俯瞰的なマネジメント人材」であるUTAの介在が、部局単位で動く大学組織において効率的かつ持続的な研究支援体制を実現する要となっている。

表3-2に示す共用研究設備について、各担当を明確化した上で、技術職員を中心とする管理体制を構築した。狭義の機器分析分野に留まらない幅広い専門性を有する技術職員が効果的に連携できた背景には、研究支援のみならず多種多様な業務等への関与を通じて日頃から信頼関係を醸成してきたことが、協力体制の礎になったものと考えられる。しかしながら、広範な業務を兼務する技術職員の人的資源には厳しい制約があるため、個々の職員の担当範囲を拡大せざるを得ないのが実情である。この状況を改善すべく、バックアップ体制の構築を目指して業務マニュアルの整備等を推進しているが、現行体制の維持に傾注せざるを得ない段階にある。安定的な研究設備維持体制、利用者の利便性向上、及び研究支援のさらなる高度化を実現するためには、有期雇用職員等の多様な人材活用を含めた持続可能な基盤構築が今後とも不可欠である。これらを踏まえた具体的な展望については第5章で述べる。

技術相談や依頼分析への対応においては、研究基盤戦略センターの教職員と技術部の担当職員で構成されるメーリングリストを活用することで即時共有を図っている（図3-14）。基本的には担当職員が直接対応するが、高度な専門知識を要する

相談や不明な点がある場合には、センター教員、UTA、及び技術職員が柔軟に連携して対応する体制を敷いている。ここで重要になってくるのは、研究基盤戦略センターと技術部室が同一建物内の隣接フロアに位置するという物理的近接性であり、突発的な事態への迅速な協議を可能にしている。UTAは、この物理的利点を活かしつつ、部局・部門間の「組織的距離」を埋める触媒として機能しており、この協働体制の維持が安定運用の要となっている。

技術部業務依頼システム	
トップページへ 終了業務管理 過去業務一覧 ユーザー管理 クライアント管理 ユーザー画面へ	
業務詳細	
業務受付番号	2025074
業務依頼者	森本 稔
業務分類・区分	研究支援業務 [長期]
業務名	研究基盤センターにおける共用設備の維持管理業務
業務内容	<ul style="list-style-type: none"> ○コアファシリティ構築の協働。 ○研究基盤センターおよびVBL棟の管理運営協力。 ○研究基盤センターの共用設備・機器（下記参照）の維持・管理および操作指導・依頼分析等の利用者対応。 <ul style="list-style-type: none"> ・NMR ・クロマトグラフィー関連装置（イオンクロマト、有機酸分析装置、GPC、HPLC） ・タンパク質分析装置（アミノ酸分析装置、ペプチドシケンサー）
業務期間	2025-04-01～2026-03-31
業務場所	VBL棟および部局の共用スペース
業務担当	

図3-13) 研究基盤戦略センターから技術部への業務依頼例
(業務内容・業務担当等一部省略)

5. 第3章まとめ

本章では、科学技術・イノベーション基本計画等において技術職員の重要性が明記された国の政策動向を背景に、鳥取大学が提示する「新たな技術マネジメント職員像」と、その具体的なキャリアパス構想について詳述した。新たに提案・配置したUTA (University Technology Administrator) は、科学政策の理解、全学研究支援組織との連携、技術ニーズの把握、そしてマネジメント能力等を兼ね備えた技術マネジメント専門職として定義され、その導入事例として著者の活動を紹介した。

UTA 活動の具体的な事例として、近年重要視されている研究設備・機器の共用運営への参画に焦点を当てた。統括部局である設備関連連絡会議の一員として、戦略

的設備整備・運用計画立案への参画、概算要求等による大型共用機器の導入支援、及び VBL 棟への機器と人材の空間的集約によるコアファシリティ体制の強化事例を報告した。これらの取り組みは、UTA が「チーム共用」の実務担当者として大学の研究基盤構築に不可欠な役割を果たしていることを実証するものであると言える。

鳥取大学 共同利用設備

600MHz 核磁気共鳴分光分析装置 (NMR) 予約状況

核磁気共鳴

型番 JNM-EC2600

メーカー JEOL

メーカー公式ページ https://www.jeol.co.jp/products/category_nmr.html

導入年月日 2021/12/17

設置 核磁気共鳴分光装置 (NMR) は、化合物中の核スピンの吸収を測定するもので、溶液および固体中の化合物の構造を分子レベルで解析できる。触媒・触媒材料等の新複合生成物、天然有機物質などの構造解析、および定量分析に用いる。
【キーワード】 分子構造解析

設置場所 VBL棟 1F 1102室

研究基盤センター
ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー棟

1100 1101 1102 1103
1204 1205 1206 1207

仕様 高圧試料および固体試料 (CPMAS) が測定可能 (魔法ローブ交換)。
検測核種
・ 溶液 (5 mm) : 1H, 19F, 15N~31P, 30K, 109Ag
・ 固体 (3, 2mm) : 1H, 7Li, 13C, 23Na, 27Al, 29Si, (6Li, 11B, 15N, 19F, 31P, 17O8s, 207Pb)

利用対象者 学外利用可能 学外からの設備共同利用案内

利用料金 (学内) <ユーザー利用>
基本料金 : 1,450円/時間
<依頼測定>
2,550円/時間
<技術指導料>
1,100円/時間
※測定の際に技術スタッフの支援が必要な場合はあらかじめお申し出ください。

利用料金 (学外) <ユーザー利用>
基本料金 : 2,150円/時間
<依頼測定>
3,250円/時間
<技術指導料>
1,100円/時間
※測定の際に技術スタッフの支援が必要な場合はあらかじめお申し出ください。

利用マニュアル (学内) NMR 学利用における安全教育

利用マニュアル (学外)

学内向けお知らせ
【分析依頼】
依頼先: 【管理担当者】 (技術部)
TEL: _____
E-mail: _____ (【ac】は@に読み替えてください) までご連絡ください。

学外向けお知らせ
予約および利用料金の管理は、大学連携研究設備ネットワークを介して行います。
・ 鳥取大学 共同利用設備の利用案内ページ (利用手続きについて)
・ 大学連携研究設備ネットワーク 設備基本情報ページ
※ 利用 (相互利用・依頼測定) 希望のご連絡やご質問等は、大学連携研究設備NWの「管理者にメール」からお問い合わせください。

依頼先: 【管理担当者】 (技術部)
TEL: _____
E-mail: _____ (【ac】は@に読み替えてください) までご連絡ください。

鳥取大学研究推進機構
〒680-8550 鳥取市浦山町南4-101
E-mail: [ric-info\[at\]mladm.tottori-u.ac.jp](mailto:ric-info[at]mladm.tottori-u.ac.jp)
※【ac】は@に読み替えてください。

© 2018 鳥取大学研究推進機構

図3-14) NMR の設備ページ (鳥取大学共同利用設備ホームページ)

* 赤四角で示す学内外からの問い合わせ欄には教職員共通メールアドレスを記載

参考文献・参考資料

(3-1)内閣府, 第6期科学技術・イノベーション基本計画(令和3年3月26日 閣議決定), <https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>

(3-2)日本学術会議, 第7期科学技術・イノベーション基本計画に向けての提言(令和6年11月28日 日本学術会議),
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-26-t376.pdf>

(3-3)中村 吉男, 高橋 久徳, 江端 新吾, ”東京工業大学における全学研究支援組織の15年の歩みと将来像”, 研究 技術 計画, 35 巻, .1 号 p. 41-46 (2020)

(3-4)長井 圭治, “金沢大学における技術人材の制度改革と運用”, 研究 技術 計画, 39 巻, .1 号 p. 73-80 (2024)

(3-5)高濱 謙太郎, 吉村文孝, 西村真弓, 金子靖, 中西華代, “コアファシリティアドミニストレータ(CFA)の業務紹介”, 令和3年度 東海国立大学機構 第1回技術発表会 名古屋会場 (2022年3月7日開催)

(3-6)国立大学法人浜松医科大学, ”中期目標の達成状況報告書(第3期中期目標期間終了時)”, 2022年6月

(3-7)科学技術・学術審議会 人材委員会, ”ヒアリングで提供された人事制度に関する事例”, 科学技術人材多様化 WG(第5回)資料3”, 令和7年10月16日

(3-8)文部科学省高等教育局高等教育企画課, “高等教育の在り方に関する大学院部会における主な意見(報告)”, 令和6年10月16日中央教育審議会大学分科会(第179回)・高等教育の在り方に関する特別部会(第11回)合同会議 資料4-2
https://www.mext.go.jp/content/20250207-mxt_koutou02-000040215_12.pdf

(3-9)森本 稔, 難波栄二, “設備サポート体制の強化と地域連携—鳥取大学”, 産学官連携ジャーナル, 科学技術振興機構, 13(6), 31-34(2017)

(3-10) 森本 稔, 丹松美由紀, 難波栄二, “鳥取大学における設備サポート体制の構築:設備共用と技術支援”, 研究・イノベーション学会 第 34 回年次学術大会 1G04, p. 234-236 (2019)

(3-11) 森本 稔, 松浦祥悟, “鳥地方大学における研究基盤の在り方:鳥取大学の現状と取り組み”, 研究・イノベーション学会 第 37 回年次学術大会 2G09, p. 1044-1045 (2022)

第4章 技術人材育成における財源多様化の試み

1. 技術人材育成及び予算確保の重要性について

研究機関において優れた研究成果を創出するには、研究基盤と多様な技術の有効活用が欠かせない。これを実現するためには、日々進化する技術や専門知識を継続的に習得・深化させていくことが求められる。例えば、様々な研究機関が開催する研修会、学会・研究会、機器メーカー主催のセミナー、論文の精読、そして技術職員ネットワークによる研鑽など、幅広い学習機会の活用が考えられる。

また、現在の課題に直結しない技術や知見であっても、将来的な技術支援の質的・量的な向上を図る観点から、技術の蓄積や実装の機会を設けることは重要である。普段の支援以外の技術実装の場を確保することで、個々の技術者や研究者が自律的に自己研鑽に取り組む環境を整えることが考えられる。自律的な自己研鑽とは、個人が自らの目標や関心に基づいて主体的に学習し、スキルや知識を継続的に向上させていく活動である。これは当人の内在的な動機付けに起因するため、高いモチベーションを維持しやすく、習熟度の向上も期待できる。その結果として、組織全体の技術力や研究支援の質の向上にも寄与すると考えられる。

コロナ禍を契機にオンライン技術が急速に普及し、遠隔で受講できるセミナーや研修会も近年充実してきている。地理的な制約を超えて多様な学習機会を得られるようになってきた一方、現地でしか習得できない実践的な技術や、対面でのネットワーク構築も依然として重要である。特に鳥取大学のような地方大学においては、人的資源が限られているため、全国規模のネットワークや研修会等を通じて得られる知見や技術はもちろんのこと、情報共有や刺激を与えられる人的ネットワークは非常に大きな価値を持つ。

今後も研究基盤の強化や技術職員の育成、さらには学内外のネットワークの活用を通じて、研究力の向上に寄与するための技術力強化の仕組みを継続的に構築していく必要がある。そのためには、これら多様な取り組みを推進するための十分な財源確保が不可欠である。本章では人材育成及びマネジメントの観点から、鳥取大学技術部が実施してきた多様な予算確保の事例について述べる。

2. 鳥取大学技術部における財源及び予算活用事例

一元化された当初は部局としての予算配分は技術部には無かったが、関係者の努力によって、大学本部から技術部共通経費が配分されるようになった。また、工学部からは支援費として基本的経費が配分されており、大型プリンター印刷によるポスター印刷や医学用のスライド標本作製などの受託作業による収入などもある。さらに、特定の支援業務に必要な資格取得・研修・各種協議会参加等に係る経費については支援先から捻出されている。そのほか、学長裁量経費などの学内公募による予

算獲得に加え、学外の補助金事業への応募も行っている。また、研修や学会発表等にあたっては分子科学研究所や各種研究会が提供する奨励金等への応募も適宜実施している。加えて、MTA(成果物移転契約)やクラウドファンディングによる予算獲得例(図4-1)もあり、技術部として財源の多様化を進めている(その他の執筆物2)。



図4-1) クラウドファンディングの案内パンフレット(抜粋)

これらの予算は技術部の組織運営費に加え、個人の研修費や資格取得にも充てられている。また、全部門の技術職員から選出された委員が企画運営を行っている技術部全体研修の費用にも活用している(表4-1)。

表4-1) 技術部全体研修一覧

年度	研修名	講師所属
2018	技術職員における科研費の取得について	福井大学
2019	「社会貢献型ものづくり」の活動紹介と技術部の全学組織化について	熊本大学
2020	鳥取大学 技術部が考えているキャリアアップ案、構想について 他	鳥取大学
2021	アサーティブコミュニケーション研修	民間企業
	技術部特別研修会 コアファシリティについて	山口大学
2022	マニュアル作成研修	民間企業
2023	発達障がいのある学生やコミュニケーションが苦手な学生への対応を考える	鳥取大学
2024	ティーチング研修	民間企業
2025	生成AIによる業務効率化研修	民間企業
		鳥取大学

さらに、全国の技術職員が集まる技術発表会（機器・分析技術研究会、実験・実習技術研究会、総合技術研究会等）にも参加しており、関連技術の発表・情報共有を通じて全国の技術職員とのネットワーク構築を積極的に進めている。

特に地方大学においては人的・技術的脆弱性が問題となることもあり、学内に指導者がいない、ノウハウが不足している、高度な技術を有する人材に限られているといった問題を抱えている。これらの課題に対しては学外との連携を強化し、外部研修や情報交換を積極的に活用することで、より効果的な人材育成を図る必要がある。地域ネットワークとしては、中国・四国地区国立大学法人等技術職員研修及び技術職員組織マネジメント研究会への参加に加え、研究設備に関するネットワークである中国地方ファシリティネットワークやとっとりイノベーションファシリティネットワーク（TIFNet）にも参画している。また、鳥取大学技術部と名古屋工業大学技術部との連携協定に基づく組織間連携、NMR Club などの専門分野別のネットワーク参加等により、技術力向上や情報交換の機会を得ている。

著者が所属している機器分析分野では最大4週間程度の学外研修を実施しており、3-3節で述べた東京科学大学でのマネジメント研修もこの活動の一環として実施された（図4-2）。これらの取り組みは、鳥取大学単独では得られない研修機会を提供するものであるが、実施期間が長期に及ぶ研修は多額の予算を要する。本章では、著者が関わった予算獲得の事例と予算の活用例もあわせて述べる。

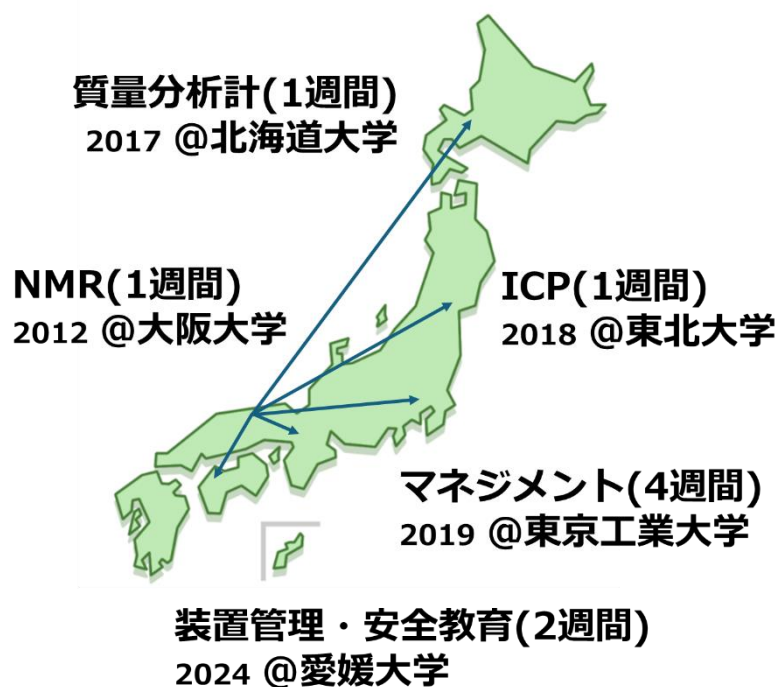


図4-2) 他研究機関への短期集中型派遣研修プログラム

3. 学長裁量経費によるコアファシリティ構築

先端研究基盤共用促進事業(コアファシリティ構築支援プログラム)の公募に際して、著者も申請書作成の段階から関与していたが、残念ながら2期とも採択には至らなかった。しかし、鳥取大学においてもコアファシリティ体制の構築は不可欠であることから、学長裁量経費(大学改革推進経費)を活用した体制整備に着手した(表4-2)。他部局との共同申請は技術部として初めての試みとなったが、研究推進機構との共同申請を行った結果、下記の学内予算が採択された。

表4-2) コアファシリティ構築のために活用した学長裁量経費

年度	事業名	実施金額(千円)
2020	大学の研究力向上を目的としたコアファシリティ構築	1,789
2021	大学の研究力向上を目的としたコアファシリティ構築(継続) ～スマートラボ化・DX化の推進～☒	1,784
2022	研究設備の共用促進と技術サポート強化 ～コアファシリティ構築に向けて～	2,223

研究基盤の一層の強化を図るためには、研究設備のみならず、技術人材の育成を含む多角的な支援体制の構築が求められた。3章4-2節で述べた機器集約化や技術部室設置に加え、本経費によって以下の取り組みを進めた(図4-3)。本節では、学長裁量経費を活用して取り組んだ研究基盤強化に資する取り組み事例をいくつか述べる。

【研究力向上を目的としたコアファシリティ構築】

- (1) 大型共用機器の導入および安定運用(概算要求、目的積立金ほか)
- (2) 機器集約化による戦略的な研究環境の整備
老朽化および故障した研究機器の廃棄、研究機器再配置等
- (3) 研究設備のオンラインシステムの基盤技術確立と試行
機器遠隔(監視)操作システム・オンライン講習活用等
- (4) 学外研究機関における依頼分析の評価
学外研究機関の機器活用模索(元素分析・質量分析等)
- (5) 研究設備に関するアンケート調査
研究基盤の潜在的な需要および機器共用体制についての意見集約
- (6) 学生アルバイトの活用
機器測定マニュアル作成(テキスト・動画)
技術補助(ルーチン業務、キャリブレーション操作など) 等
- (7) 研究設備マネジメント人材の育成
UTA等の技術職員育成を通して、研究推進機構と技術部の協働を促進
研究基盤整備と設備運用体制の強化を推進

図4-3) 研究基盤強化を目的としたコアファシリティ構築の取組一覧

(学外研究設備 利用調査)

研究者が要望するすべての研究設備を自機関内に整備することは現実的ではないため、自機関以外の研究設備利用を視野に入れることは重要である。この考えに基づき、本学の技術職員が他機関へ出張して機器を利用する「相互利用」と、測定を外部機関に委託する「依頼分析」の実施を検討した。特に、相互利用での学外研究機関利用は人材育成やネットワーク形成にも寄与すると考えていたが、コロナ禍での出張が困難となったため、本調査では学外研究機関が実施している依頼分析のみを実施した(表4-3)。学外研究機関の研究設備を利用することは、①故障時のバックアップ体制の確保、②技術人材の退職及び機器老朽化に伴う廃棄機器の代替措置、③本学には設置できない最先端機器の活用、などの点から有用である。特に、NMR Club のネットワークを介して理化学研究所の 900 MHz NMR 装置を利用した事例では、研究基盤の拡張の可能性が見出されるとともに、技術職員の技能向上など、さまざまな波及的効果が期待される。

表4-3 a) 学外研究設備共用可否調査

分析手法	設備メーカー名	機種	分析依頼先 大学名	部局名	依頼サンプル	依頼方法	利用可否
MALDI TOF-MS	Bruker	UltraFlex III	大阪大学	産業科学研究所 総合解析センター	標準試料、硫酸化糖	独自依頼書、大学連携NW申請	可
MALDI TOF-MS	日本電子	JMS-S3000	**大学	**センター			×
質量分析 (Orbitrap)	Thermo Fisher Scientific	Exactive	北海道大学	グローバルファシリティーセンター(GFC)	標準試料、硫酸化糖	独自システムへの登録が必要	可
質量分析 (Orbitrap)	Thermo Fisher Scientific	Exactive	千葉大学	共用機器センター	標準試料、硫酸化糖	独自依頼書、大学連携NW申請	可
質量分析 (イオントラップ)	Thermo Fisher Scientific	LTQ Orbitrap XL	広島大学	自然科学研究支援開発センター 低温・機器分析部門 物質科学機器分析部	標準試料、硫酸化糖	独自依頼書、大学連携NW申請	可
質量分析 (Q-TOF)	日本電子	Accu-TOF T100LC型	**大学	**センター			×
ESI-TOF質量分析装置	Bruker	microTOF	岡山大学	自然科学研究支援開発センター 分析計測分野	標準試料、硫酸化糖	利用者登録、独自依頼書(すべて押印要)	可
質量分析 (GC TOF)	日本電子	JMS-T100GCV	北海道大学	グローバルファシリティーセンター(GFC)	標準試料	独自システムへの登録が必要	可
質量分析 (GC TOF)	日本電子	JMS-T100GCV AccuTOF GCv	広島大学	自然科学研究支援開発センター 低温・機器分析部門 物質科学機器分析部	標準試料	独自依頼書、大学連携NW申請	可
アミノ酸分析	日立ハイテック	L-8900	北海道大学	グローバルファシリティーセンター(GFC)	鳥取県特産品	独自システムへの登録が必要	可
プロテインシーケンサー	島津製作所	PPSQ-31A型	岡山大学	自然科学研究支援開発センター 分析計測分野	BSA、ミオグロビン	利用者登録、独自依頼書(すべて押印要)	可
NMR	Agilent	600MHzNMR	岡山大学	自然科学研究支援開発センター 分析計測分野	D-glucose	利用者登録、独自依頼書(すべて押印要)	可
元素分析装置	Elementar Analytical	Vario EL cube	岡山大学	自然科学研究支援開発センター 分析計測分野	標準試料、学内依頼試料	利用者登録、独自依頼書(すべて押印要)	可
元素分析装置	パーキンエルマー	2400 II CHNS/O	長崎大学	研究開発推進機構	標準試料、学内依頼試料	大学連携NW申請	可
NMR	Bruker	AVANCE NEO 900MHz	理化学研究所	生命機能科学研究センター	学内試料 (多糖、植物由来の糖脂質)	NMRプラットフォーム連携・人材育成プログラム/NMR clubを通じて申請	可
質量分析 (イオントラップ)	Thermo Fisher Scientific	LTQ Orbitrap XL	広島大学	自然科学研究支援開発センター 低温・機器分析部門 物質科学機器分析部	学内依頼試料	大学連携NW申請	可

(遠隔技術活用)

本プロジェクトの期間は新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の流行期と重なっており、全国的に遠隔技術の導入・普及が急速に進展した時期であった。鳥取大学では大学構内の封鎖は実施されなかったものの、感染拡大防止の観点から遠隔技術の活用は不可欠であった。そのため、技術部室内の情報技術に長けた技術職員や、全国の技術職員チームとの連携によって、遠隔技術の開発及び活用を推進し

た。(表4-3 b)。4章2-2節で述べた大型研究設備の導入に際しては、利用説明会や関連技術の研修をオンラインで実施・受講するなど、柔軟な対応が可能となった。その他の事例については表に示す通りであるが、2025年度現在においても、特に省力化に資する技術を中心に継続的に活用している。

表4-3 b) 試行した遠隔技術一覧

操作項目	対象機器	備考
機器の遠隔操作	NMR	技術職員組織研究会の遠隔操作プロジェクトの開発チーム (Raspberrypiなどを利用した遠隔用
	イメージングアナライザー	プログラムの開発)・検証チーム (実際にシステム
	セルアナライザー	を運用し使い勝手などを検討)に参画し、
	セルソーター	共同開発及び発表。同技術を他機器に活用
	イオンクロマト	KVM
データへの遠隔アクセス	NMR	NAS設置
	LC/MS	NAS設置
	共焦点顕微鏡	NAS設置
データ遠隔解析	MALDI-TOF MS	NAS設置, 解析PCの遠隔操作
設備・機器監視システム	液体窒素貯蔵タンク	遠隔カメラ設置
	GC-MS	WAN-WAN 警報装置
	酸素濃度計 (NMR室用)	WAN-WAN 警報装置

(人的資源としての学生活用・育成)

研究基盤の維持・活用において技術職員が果たす役割は大きい。しかしながら、技術職員が担当する業務は多岐にわたるため、多くの共用機器に対して支援内容を充実させることは現状困難である。「チーム共用」では、役員、研究者、技術職員、事務職員、URAなど多様なプロフェッショナルが連携し、研究基盤を効果的に活用することが求められるが、特に経営資源が限られた地方大学においては、より柔軟な対応策の検討が必要である。そこで、群馬大学で実施されてきた「マイスター育成プログラム」における学生生活用の事例に着目し、本予算を用いてその試験的な導入を図った(4-1)。学生の本分である学業に支障をきたさないことを前提とし、研究室配属後は配属先教員の了承を得た上で、学生アルバイトによる研究基盤運営支援を実施した。学生が実践した研究基盤運営支援の主な取り組み例を以下に示す。

- ・物品運搬や清掃等のサポート業務
- ・マニュアル化されたルーティン作業

(例: 試薬調製、容器洗浄、機器点検、キャリブレーション)

- ・学生視点を取り入れたマニュアル(テキスト及び動画)の作成及び更新
- ・データ入力、整理、バックアップ、及び資料作成
- ・試料測定

研究基盤に関わる業務を学生アルバイトに分担させることは、技術職員がより専門性の高い業務や技術研鑽に注力できる環境の整備に寄与している。この体制を効果的に機能させるためには、マニュアルやチェックリストの整備が重要である。特に、定型業務のマニュアル化は、一連の作業フローを言語化するプロセスを通じて属人化の解消に繋がる。また、学生アルバイトに定型業務を任せる経験は、技術職員のコミュニケーション能力や業務設計力の向上にも寄与すると考えられる。さらに、学生側も分析機器に関する知識や技能を習得でき、将来のキャリア形成に資することが期待される。

4. 共用機器運営収益の技術部への配分と技術研鑽への再投資

鳥取大学の共用機器は学内のみならず、学外の研究者にも貴重な研究基盤として活用されている(学会・研究会 発表8)。機器利用には、利用者自身が機器を操作する「相互利用」と、分析を研究基盤戦略センターに依頼する「依頼分析」の2種類がある。近年では、依頼分析も技術部の技術職員が担当するケースが増加している。分析依頼の受託は、実際の研究現場で求められる分析業務であるため、現実の研究課題に即した実践的な経験を積む機会となる。また、異分野の研究者と交流する機会も多いため、コミュニケーション能力や課題解決力の向上に寄与する。多様なニーズへの柔軟な対応には技術職員の絶えざる自己研鑽が重要であるため、費用確保も重要な課題である。

この課題を解決するため、学外からの依頼分析を受託することで得られた収入の一部を研究基盤戦略センターから技術部に配分し、それを技術職員の研修費用などに充てることで、研究力向上に資する技術力の向上に役立てる仕組みを構築・試行した(図4-4)。

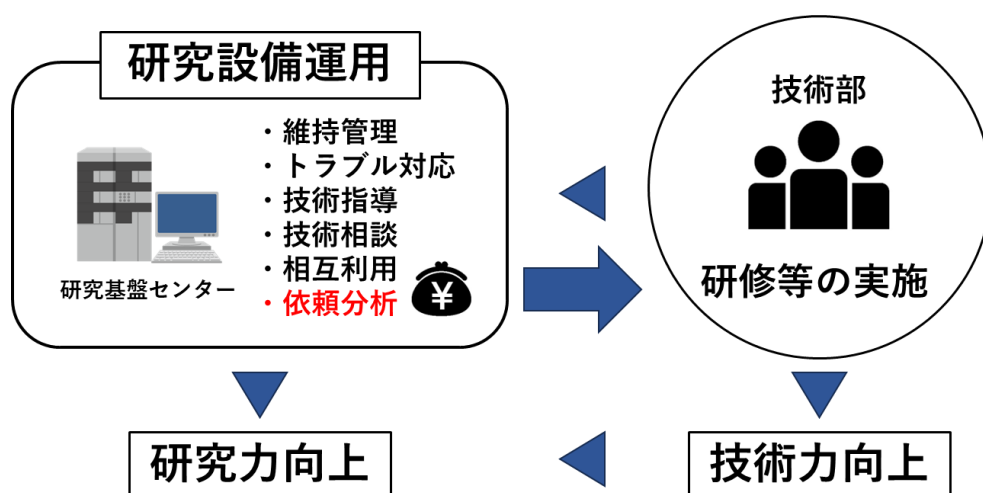


図4-4) 依頼分析料金を活用した技術力向上と研究基盤強化の推進

4—1. 共用機器利用料を活用した技術部支援スキームの構築

2025 年度時点の鳥取大学の共用機器運用における料金体系を以下に記す。

(学内利用料金)

○相互利用

消耗品費の積算÷年平均(予測)利用時間

・光熱水料は含まない

・数年ごとに定期メンテナンスを実施する装置は、メンテナンス費用を年割し、利用料に加算

・修理費は大学中央から一部負担されるため、利用料算定の積算に加えていない。

※予算処理の都合上リアルタイムに収支が把握できないため、昨今の物品高騰の影響を利用料に反映できていない機器がある。

※※高額な修理費、維持費をそのまま利用料に転嫁すると利用控えにつながるものが危惧されるため、慎重な検討が必要である。

○依頼分析

依頼分析を実施するために係る人件費として 1,100 円/時間(技術補佐員時給相当分)を設定。

・装置立ち上げ、技術指導等に要した時間及び依頼分析における測定時間を人件費に乗じている。

(学外利用料金)

学外に所属する利用者に係る分析料金は、学内利用料に光熱水料相当分として学外加算額(鳥取地区 700 円、米子地区 600 円)を加算することで算出している。

○配分額の基となる金額

学外依頼分析料=(機器利用料)+(技術支援料)+(学外加算料)

機器利用料:機器維持費相当分

技術支援料:1,100 円/時間(技術補佐員時給相当)

学外加算料:米子 600 円、鳥取 700 円(光熱水料相当)

技術部への予算配分については、学外依頼分析料を原資とする方向性がまずは決められ、具体的な配分割合を決定することとした。

表4-4) 2022年度利用実績における依頼分析収入と技術支援料

2022年度実績 (千円)

	依頼分析収入	VBL棟実施分	技術支援料
学外	2,772	1,308 (47%)	306 (23%)
学内	2,253	962 (43%)	224 (23%)

*センター教員と技術職員の協働に対する算定については要検討

2022年度実績から、技術支援料は依頼分析収入全体の約23%に相当することが示された(表4-4)。機器ごとに技術支援料を個別に算出することは事務的負担の増大を招くため、依頼分析料の一律25%を技術部への予算配分として設定した(図4-5)。

(今後の料金設定について)

技術支援料を設定した当時は依頼分析業務を主に技術補佐員が担当していた経緯から、人件費相当として1,100円/時間(技術補佐員の時給相当額)を設定していた。しかし、技術職員による依頼分析の担当件数の増加や、人件費の上昇も見られることから、現状に即した料金設定の見直しが求められている。一方で、依頼分析業務を教員が担当する場合も考慮する必要がある。また、近年の光熱水費の高騰など、運営コストの増加が十分に反映されていない点も課題であり、今後、利用料金全体の見直しが必要と考えられる。

技術部への予算配分としては、上述した学外依頼分析料における技術支援料の引き上げや、学内依頼分析料分を加算して算定した金額を予算配分の基準とするなど、複数の案が考えられる。ただし、依頼分析における技術支援料を引き上げた場合、利用件数の減少につながる可能性があるため、研究基盤の運営面においては慎重に検討する必要がある。

技術部への予算配分について

1. 概要

研究推進機構で行っている依頼分析のうち学外からの収入について、技術者の稼働に伴う対価である技術支援料に相当する額を、研究推進機構から技術部に配分することとする。

2. 配分額

前年度における学外依頼分析料の 25%
(技術支援料相当。割合は研究基盤センターの令和 3 年度実績に基づき算出)

3. 配分方法

各年度の研究推進機構当初予算編成時に予算振替処理で配分

4. 効果

実績に応じた金額をインセンティブとして配分することでモチベーションの向上、配分額を有効活用した技術向上等が期待できる。これらは大学のコアファシリティ化における技術職員の活用に資するものである。

5. 開始時期

令和 5 年度(予定)

6. その他

- ・技術部への配分額の用途について4. に資するものとするよう申し入れる
- ・今後の方向性として、技術支援料を実態に基づき改定するよう検討する

以 上

図4-5) 学外依頼分析料を活用した技術部への予算配分
(研究基盤センター会議 説明資料)

4—2. 技術職員育成への多角的投資と成果

配分予算は各技術職員の自主性を尊重し、技術研究会での発表や鳥取大学外の技術職員との交流、メーカー等が主催する技術研修、TC カレッジのような高度技術人材育成プログラム等に活用している(表4—5)。依頼分析を担う技術職員を主要な対象としつつも、他分野や周辺技術を支援する職員への研鑽機会の提供も目指している。これらの取り組みは技術組織全体の技術力向上に寄与し、ひいては本学のコアファシリティ強化に大きく貢献するものである。

一例として、電気電子系の技術専門職員が機器・分析技術研究会で発表を行った例を紹介する。発表内容は、岩手大学 理工学系技術部の千葉氏らが開発したWAN-WAN システムを、分析機器のエラ一点灯検出器に応用した共同開発の成果である(4—2、4—3)。これは、本章3節で述べた本学の機器遠隔技術活用システムを構成する基盤技術の一つである。このように、他大学との交流や成果発表の場にも予算を活用することで、広義での研究基盤運営に資する技術研鑽を積極的に推進している。

表4—5) 配分予算により実施した技術研修一覧

年度	配分額 (千円)	参加者 (名)	使用用途				
			学会・ 研究会	研修会	メーカー セミナー	TC カレッジ	研究基盤 EXPO
2023	¥468	6	3	2	1	2	
2024	¥315	6	2	1		3	1
2025	¥166	3	3	1	3		

(人材育成の持続性を担保する効果検証についての展望)

今後は、より多くの技術人材に対して研鑽機会を提供することはもとより、予算の活用範囲を技術習得や研究開発に要する消耗品・備品の購入にまで拡大し、多角的な知見を養う環境を整備することが重要である。現在は、技術職員の自律的な希望に基づく研修を募っているが、本取組を継続・発展させていくためには経費活用の妥当性を示す客観的な根拠が求められる。こうした予算活用が研究基盤の強化に寄与することを実証するためには、説得力のある効果検証の実施が重要である。技術マネジメント人財(UTA)等が、以下に示す多角的な観点からその効果を評価・可視化することで、より高度で持続可能な研究基盤の構築が実現するものとする。

- ・稼働実績の向上
 - 利用件数、ユーザー数(研究室数)、新規ユーザー獲得数、利用料収入
- ・運用の最適化
 - 機器チェック/メンテナンス/トラブル解決時間の短縮
 - 稼働効率上昇、ニーズ対応、経費削減
- ・技術的付加価値向上
 - 依頼分析・受託分析・共同研究の件数
- ・研究力への寄与
 - 論文数・学会発表数、外部資金獲得(共同研究・科研費等)
- ・技術人材育成
 - マニュアルの高度化、後進指導、組織内での技能共有
- ・学生教育
 - 卒業論文/修士論文、学生実験
- ・地域貢献活動
 - 小中高の学生教育、リカレント教育、生涯学習

これらの多角的な効果検証を継続的に実施し、そのプロセスと成果を可視化することは、単に予算活用の正当性を担保するに留まらない。検証結果を次なる投資の判断材料としてフィードバックすることで、組織的な技術力向上と研究基盤の強化を加速させる技術マネジメントサイクルの構築に寄与すると考えられる。

5. 研究成果創出支援経費(研究支援有償化の一例)

論文冒頭に述べたように、大学における研究活動の基礎単位は個別の研究室であり、各研究室の研究遂行能力の向上は機関全体としての研究力強化に直結する。技術職員が「技官」と呼ばれていた時期には、個別の研究室に技術職員が配置されており、単なる補助的存在にとどまらず、技術的専門性を有する人材としての育成が一部で行われていた。一方、人材育成方針や職務内容は研究室に依存しており、教育的・制度的な支援体制が不十分であったため、人材育成の質や技術支援の水準には大きなばらつきが生じていたとされる。

鳥取大学においては技術部一元化が比較的早期に実施され、全学的な技術支援体制の構築が進められてきたが、一元化によって研究室との物理的・機能的距離が拡大したとの指摘もある。技術職員が研究テーマの背景や目的を的確に把握し、自らの専門知識を活用して実験設計や手法開発に主体的に参画できれば、従来以上に質の高い技術支援が実現する。しかしながら、そのような人材を育成するには、技術職員自身が研究プロセスに深く関与する経験を重ねることが不可欠である。したが

って、技術職員の研究支援活動への関与の在り方については、制度設計と運用の両面から再検討が求められている。一方で、限られた人的資源のもとで特定の研究室に技術職員を専属配置することは、財政的・組織的制約を鑑みると現実的ではなく、人的リソース配分の公平性確保という難題も併存している。

これらの制約を踏まえ、現在では、学部・学科、機構、あるいはセンターといった単位での支援体制構築を主軸としつつ、業務依頼を受託することで全学的な支援を行っている。支援単位の設計と人材育成・配置を技術部職員自身が主導する体制確立が望ましい一方で、現状では研究者との連携・協働を通じて柔軟に運用している。技術職員が研究現場に一定期間深く関与することは、専門技術の高度化や最新の研究動向に対する理解を促進させるため、人材育成の観点からも重要である。

このような課題意識を踏まえ、著者らは技術職員による研究成果創出支援（研究支援業務の有償化）という形で、研究室と技術職員との実践的な接点を再構築し、かつ人材育成の原資となる予算を獲得する取り組みを試行した。本節では、この試行的事例の概要と、その成果・課題について考察する。

5—1. 有償支援の試行

本取り組みは、日常的に分析支援を提供している研究者からの相談を契機としたものである。当該研究者より、「費用が発生しても構わないので、研究室での支援をお願いしたい」との申し出があり、技術支援業務に対して対価を伴う新たな支援形態の可能性について試行的に検討を開始するに至った。

鳥取大学技術部では、特定研究室への技術職員の専属的配置は原則として実施しない方針ではあるが、上述したように研究室における実践的支援は技術職員の技能向上や専門性の深化に資する場であると考えられる。そこで、一定の金銭的負担を研究室側に求めた上で、限定的な範囲での研究支援業務を試行的取り組みとして実施した。複数回にわたる協議を経て当該研究者と技術部との間で、以下に示す条件に基づいて支援を実施することとした。今回実施した支援に関する情報は、表4—6に示した通りである。

表4-6) 研究成果創出支援(研究支援有償化)の詳細

業務名	生物組織に含まれる糖鎖の単離精製と構造決定
内容	糖鎖構造物の酵素分解、及び糖鎖構造物分解物のHPLC解析
	研究室への技術職員派遣
依頼者	農学部 教授
期間	令和3年7月1日から令和4年3月31日 (1年延長 令和5年度末まで)
料金	15万円 (+30万円) 【合計45万円】
無料期間	最初の3カ月
頻度	週1日・2名(松浦祥悟・裕見吉朗)

相談時点では HPLC 操作に精通した現場の技術職員による支援を想定していたが、業務負荷や人員配置の観点から、十分な対応が困難であると想定された。そこで、UTA 候補である松浦祥悟・裕見吉朗氏(現東京科学大学)の2名の技術専門職員が本業務を担当した。本取り組みにおける要点は、以下の通りである。

【本取り組みの特徴】

<業務内容及び期間の明確化>

業務依頼の内容を明文化した。特に支援期間については、技術支援料とともに明確に提示した。これにより、従来の慣習的な関係性ではなく、契約的要素を伴った明確な業務範囲を設定した。

<技術支援料に対する相互理解の形成>

技術支援に関わる費用の必要性及び意義について十分な説明を行い、依頼者との合意を得ることができた点は、本取り組みを成立させる上で重要な要素となった。

<研究目標及びオーサーシップの事前合意>

本支援の最終的な成果を論文報告と位置づけ、業務開始前にオーサーシップに関する取り決めを明確にし、当事者間で正式に合意を形成した。これにより、技術支援の成果が研究成果の一部として適切に位置づけられた。

<柔軟な実施スケジュールの設定>

「週1日」程度の支援業務として定めたが、進捗に応じて柔軟に対応可能な運用体制を構築した。これにより、研究活動の実態に即した支援を可能とした。

<当該支援業務中における他活動への参加>

支援実施中も、技術職員はオンライン会議やセミナーへの参加を許可されており、必要に応じて研究打ち合わせ等にも参加可能な体制を整備した(原則として支援業務への支障がない範囲での調整を心掛けた)。

<実施内容と担当領域の明確化>

主として研究室所有の HPLC 装置 2 台及び分子量分析装置の運用に従事した。具体的には、単離生成物に対する成分分析を中心とし、著者が酵素分解処理及び Waters 社製 HPLC を担当し、松見氏が他の HPLC を用いた解析を担当した。

<支援額の設定>

料金設定においてはポストドクよりも低額に設定したが、単純な技術支援ではなく論文投稿を念頭に置いた業務であったため、技術補佐員よりも高額に設定する方針を採用した。最初は年間 300 万円という一律の金額を想定していたが、より客観的な算出根拠を示すために鳥取大学職員の平均年収(概算)に基づき時給相当額を算出する方法を検討した(表4-7)。

<作業時間の見積もりとコアタイム設定>

実作業に加えて、打ち合わせ・メール対応等の間接業務に要する時間も考慮し、作業の効率性と支援の質を担保するために「コアタイム」を設定した。本支援では基本的に少なくとも「4時間」/日は支援を行うこととし、支援料の算定根拠とした(図4-6)。

<試行的導入に伴う金額調整>

本支援は試験的導入であること及び研究成果の共著化について事前に合意が得られたことを踏まえ、それぞれディスカウント措置(1/2)を実施した。また、無料期間を設定することで、研究室側が負担する技術職員の教育コストに対して料金を請求しない運用とした。当初、開始から 1 か月間を無料期間と設定していたが、週 1 回の頻度では技術習得が困難であったため、無料期間を開始から 3 か月間に延長する運用に変更した。

表4-7) 時給相当分での支援費用算出表

想定時間 (時間)	支援従事例	支援料金 (円)		
		日	月	年
7	9:00-17:00	21,700	86,800	1,041,600
6	10:00-17:00	18,600	74,400	892,800
4	13:00-17:00	12,400	49,600	595,200

* 想定時間を4時間相当とし、60万円を基本設定とした。

料金 = 時間 × 鳥取大学職員 平均時給相当額* × α

*2021 年度時点 約 3,100 円

係数 α

初回試行のため 1/2、成果共有型**のため 1/2

**本支援の結果創出される論文のオーサーシップを事前確認・承諾など

係数 β

無料設定期間 (時間計算)

時間 = 拘束時間 (時間) - β

今回の場合は

- ・最初の 3 か月間をポストドクからの技術移転期間として試行期間 (無料) とした。
- ・コアタイムを 4 時間と設定し、週一日支援で 60 万円/月とした (表 4-7)。

60 万円 × 2 名 × ((9-3) / 12 (カ月)) × 1/2 × 1/2 = 15 万円

図4-6) 本研究成果創出支援(研究支援有償化)における料金設定試算方法

5-2. 検証及び考察

本支援は令和3年6月から令和4年2月までの期間を契約期間として開始されたが、研究の進捗状況を踏まえて令和4年4月から令和5年3月までの追加期間を設けることとなった。総額 45 万円の支援金が技術部に配分され、TC カレッジ等に係る経費に充てることで、人材育成にも資する運用がなされた。令和3年6月から令和4年8月までは、プロジェクト研究員の業務支援を中心に実施した。原則として研究員の出勤日に合わせて支援日を設定し、週1回の頻度を維持するよう努めることで研

研究室の細かなルールやノウハウを習得した。同年 9 月に研究員が退職した後は著者と松見氏が中心となり、研究の進捗を引き続き支援した。支援体制は研究員在籍時と同様に、週 1 回程度の定期的な支援を継続した。また、研究員退職後には同研究室に所属する学生 2 名に対し、必要に応じて技術指導を実施するとともに、機器トラブルへの対応も行った。

最終的に、本支援を通じて得られたデータに基づき研究論文を投稿するに至ったことから、令和 5 年 3 月末をもって本試行的支援は終了した(図4-7) (共著論文1)。なお、論文投稿時の revise 対応において、追加実験が発生した際には追加費用を求めず、適宜必要な実験を実施した。以下に、本支援業務を振り返る。



Quantitative, compositional, and immunohistochemical analyses of chondroitin sulfate, dermatan sulfate, and hyaluronan in internal organs of deer (*Cervus nippon centralis* and *C. n. yezoensis*) and cattle (*Bos taurus*)

Naoko Takeda-Okuda^a, Su-Jung Yeon^a, Yoshiaki Matsumi^b, Yoshinori Matsuura^b, Yoshinao Z. Hosaka^{c,*}, Jun-ichi Tamura^{a,*}

^a Department of Agricultural, Life and Environmental Sciences, Faculty of Agriculture, Tottori University, Koyamacho-minami 4-101, Tottori 680-8553, Japan

^b Technical Department, Tottori University, Koyamacho-minami 4-101, Tottori, 680-8550, Japan

^c Laboratory of Functional Anatomy, Faculty of Agriculture, Kyushu University, 744 Motoooka, Nishi-ku, Fukuoka 819-0395, Japan

図4-7 a) 研究成果創出支援による研究論文

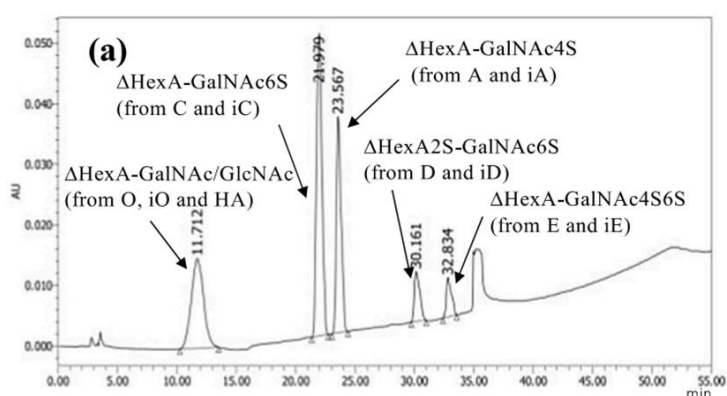


Fig. 4. Representative HPLC profiles of GAG digests.
(a) Standard unsaturated disaccharides of GAG digested by chondroitinase ABC.

図4-7 b) 著者が支援した HPLC(Waters 社) (左)とクロマトグラム例(右)

(良かった点)

・通常の業務依頼では実費を除いて基本的に無償で提供していることから、依頼者側が「無償であるから問題ない」といった意識のもと、惰性的に依頼を行う場合もあると考えられる。一方で、本支援は有償で提供されているため、依頼者においても依頼内容を精査する動機付けとなり、惰性的な依頼を抑制する効果があると考えられた。

・定額の設定金額が事前に提示されていたため、予算執行の計画が立てやすく、有償化業務を担当している職員の研鑽費用に充当することが出来た。

・農学部教員への支援業務であったが、農学系以外の 2 名の技術職員が連携することで対応した。これにより、部門に縛られない全学的な支援による研究力強化に貢献出来た。

・本支援は異なるキャンパスで業務に従事する 2 名の UTA によって実施された。実働を通じた協働機会の増加に伴い、研究支援や技術部に関する多角的な議論が可能となった。その結果、本業務のみならず、技術部内の諸案件に対しても好ましい波及効果をもたらした。

・複数の職員による支援体制は、業務のバックアップを可能とするだけでなく、精神的負担の軽減や連帯感の強化にも寄与することを実感した。

・今回は特定の研究室への重点的な支援であったため、学生との接点が増加した。そのため、優秀な学生を共用機器支援の学生アルバイトとしてリクルートすることが可能となった。

・研究室ごとの細かなルールやノウハウ、さらにはその職員が保持していない技術習得には時間を要し、研究室側にも負担がかかる。そのため、技術提供者は負担感や申し訳なさを感じることもあると思われる。本取り組みでは導入開始から 3 か月間を無料期間と設定することによって、初期導入時の精神的負担の軽減ができた。さらに、無料期間の設定は技術提供者とのマッチングが適切に行われなかった場合のセーフティーネットとして機能し、依頼者の不満軽減にもつながると推察される。

・事前に予算を一括で配分するのではなく、事業の進捗や完遂が見込まれる時期に応じて予算が配分されたことにより、心理的なプレッシャーが軽減され、関係者の精神的負担が和らいだ面があった。

(検討の余地がある点)

・週 1 日ペースでの支援を継続するために、優先的かつ柔軟な日程調整を試みたが、他業務との兼ね合いから、特に繁忙期には調整が困難となる場面も少なくなかった。また、祝日や有給休暇の取得によって実質的な勤務日数が減少する週においては、支援活動の計画に一層の配慮が求められた。

・業務の進捗が停滞した場合、臨機応変な追加業務への対応を求められることがあった。今回の支援においては、研究支援者が学位を有する UTA であり、「研究」という行為に関する知識と経験を備えていたため、これらの状況に対する負担は過度なものとはならなかった。これらの事例は、有償支援に従事する職員に対して、有償であることや研究遂行に伴う特有の精神的負担が発生する可能性を示唆しており、人材選定の際には当該業務への適性や経験の有無などを考慮する必要がある。一方で、本業務は研究活動に直接関わる機会を提供するという側面も有している。

・支援費用の支払い時期について明確に定めていなかったこと、さらに年度末での支払いとなったことは、手続き面で改善の余地があると考えられる。利用者及び技術提供者双方にとって、より余裕をもったスケジュールの設定が望ましいと考えられる。

・技術部組織として本支援業務に対する関心は必ずしも高くなく、実際に支援業務を担っている技術職員に対するフォロー体制も十分とは言えなかった。本件に限らず、組織として技術支援に関与するのであれば、業務のバックアップや評価体制の整備といった、制度的な支援の構築が重要であると考えられる。

・本支援は試行的な取り組みとして実施したものであるが、本格的な運用に際しては財務面に関する十分な理解と検討が不可欠である。技術支援はこれまで基本的に無償で提供されてきたため、その有償化を巡っては依然として賛否が分かれており、さらなる議論が求められている。今後、支援の有償化を円滑に本格運用するためには、十分な制度設計と関係者間での合意形成が極めて重要である。

上述の課題を含みつつも、当初の目的であった論文報告を達成するとともに、有償による支援体制を通じて技術支援料を研修費等に充当することができるなど、財源の拡充にもつながる有益な取り組みであったと考えられる。一方で、今回の支援体制には、個別の条件や特殊な事情に依存する側面も少なくなかった。本支援は、学位を有し豊富な研究経験を持つ 2 名の職員が連携して業務を遂行したことにより、柔軟な対応が可能であった。今後、有償化支援を組織的に検討・展開していくにあたっては、

財務面を含む各種調整、職員の負担軽減及び責任の明確化、さらにはセーフティネットの整備など、制度的な支援体制の充実が求められる。

6. 科学技術研究費申請を通じた技術職員の人材育成及び支援策

科学研究費助成事業(以下「科研費」と呼ぶ)は、人文学、社会科学から自然科学まで全ての分野にわたり、基礎から応用までのあらゆる「学術研究」(研究者の自由な発想に基づく研究)を格段に発展させることを目的とする「競争的研究費」であり、ピアレビューにより、豊かな社会発展の基盤となる独創的・先駆的な研究に対する助成を行うものである(<https://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/>)。大学等の研究機関や研究者にとっては研究力を測るものさしの一つとなっており、貴重な財源ともなっている。これらは必ずしも技術職員に当てはまるものではないが、技術職員にとっても重要な外部資金の一つであることは間違いない。鳥取大学の技術職員の多くは「奨励研究」を申請する。奨励研究は、教育・研究機関の教職員等(※)であって、他の科研費の応募資格を持たない者が一人で行う教育的・社会的意義を有する研究を助成し、奨励するものである(4-4)。他の科研費と同様に、人文学、社会科学及び自然科学の全分野の研究を対象としているが、教育現場における実務に基づく研究等も重視し、研究活動に加えて教育や地域貢献活動も対象とした申請が可能である。また、鳥取大学では、技術部長の決裁を得ることで、基盤研究や萌芽研究といった研究者番号保持者が申請可能な申請を行うこともできる。

※「教育・研究機関の教職員」とは、主に、小学校・中学校・高等学校・中等教育学校・特別支援学校・幼稚園・専修学校の教員、教育委員会の所管に属する教育・研究機関の職員、大学等の研究機関の教職員を指す。

6—1. 技術職員が科学技術研究費申請を行うことの意義

技術職員が科研費申請を行うことは、以下のような多面的な価値がある。

<技術価値の俯瞰的考察の機会の創出>

申請書作成は、自身の専門知識及び技術が教育・研究・地域貢献活動にどのような価値をもたらしているのかを深く考察する機会となる。この過程で、背景、目的、方法、期待される成果等を整理・言語化することが求められ、俯瞰的に把握する視点が培われる。採択後は申請内容に沿った計画的な研究遂行が求められ、成果報告書の作成や研究会・学会での発表を通じて、多角的な視点から自身の技術を再検証する機会となる。

<技術及び業務の棚卸し機会の提供>

任期制職員の場合は都度評価が求められるが、定年制の技術職員においては評価面談が実施されるものの、自身の活動を俯瞰的に整理・総括する機会は意外と少ない。科研費申請においては「これまでの研究活動及びその成果」として、これまでの研究活動(主要な研究業績や大学院等での研究活動を含む)及び具体的な成果内容の記述が求められる。つまり、自らのこれまでの活動を振り返り、審査者に分かりやすく説得力のある文章としてまとめる必要がある。業績の棚卸しによって得られた気づきは自身の専門性の客観的な再認識を促し、業務改善のアイデア創出にも貢献し得ると考えられる。

<科研費獲得によるプロジェクト推進及び管理能力の向上>

外部資金の確保によって、必要な材料・機器を自らの裁量で調達できるだけでなく、科研費プロジェクトの予算管理をはじめとする各種マネジメント業務に携わる機会も得られる。奨励研究は1年間という限られた期間の中で、研究計画書の作成から研究実施、成果発表、報告書作成に至るまでの一連のプロセスを遂行する必要がある。業務進捗の適切な把握や、計画の見直し・調整が求められるため、主体的かつ計画的な進行管理能力の向上が促される。このような経験は、個人の計画力・実行力の成長に資するのみならず、将来的なチームマネジメントや、より大規模なプロジェクトの遂行に向けた重要な足掛かりとなることが期待される。

<研究者との連携強化>

申請内容が研究者との共同研究の場合や、研究者の研究テーマに関連するテーマで申請する際には、研究者と深く議論を重ねることができる。その場合、申請段階から実施計画の策定に至るまで、研究者の視点による助言を受けられることがあり、コミュニケーションを重ねることで協働体制がより強固になる場合もある。さらに、学会発表や研究論文において共著者となる場合もあり、研究活動への貢献を一層強化することが可能である。

<技術部組織としての貢献>

近年、技術職員にも研究への一層の貢献が求められるようになっており、技術職員で構成される技術部組織に対しても同様の貢献が期待されている。他業務とのエフォート管理を要する場合もあるが、技術職員を束ねる組織として組織的に取り組むことができれば、技術力を研鑽する貴重な機会となるとともに、大学全体の研究力強化に寄与し得る技術人材の育成にもつながる。

6—2. 鳥取大学技術部における申請及びUTAによる支援について

鳥取大学では、科研費の申請書作成に関する支援を各部局のみならず、全学の研究支援組織である研究推進機構も積極的に実施している。科研費の獲得は、試薬購入などの研究遂行に必要な直接経費の確保に加えて、大学全体の研究環境整備に不可欠な間接経費の獲得にも資する重要な資金源である。また、国立大学の予算の中で重要な位置を占める運営費交付金は「成果を中心とした実績状況に基づく配分を行う」とされており、その評価指標の一つに「科研費獲得額及び件数」が含まれることから、機関全体にとって科研費申請は極めて重要な要素である(4—5)。

一方で、技術職員は運営費交付金の評価指標に含まれないことや、多くの技術職員が申請する奨励研究費には間接経費が含まれないことから、申請書作成支援の対象外となっている。しかしながら、技術職員自身が科研費に申請することの重要性を鑑み、技術部として支援強化のための試行的な方策を講じている。この取組においては、技術マネジメントを担うUTAの役割も重要である。

そこで、研究推進機構が全学的な支援施策として実施している支援制度を参考に技術部においても同様の支援活動を展開した。本節では、技術部において実施してきた科研費申請支援の具体的な取り組み内容を述べる。

(研究計画書の閲覧)

鳥取大学研究推進機構では研究者の了承を得た上で、採択者の申請書類の閲覧を許可している。希望者は各部局または研究推進機構において、印刷された申請書を参考資料(紙媒体)として閲覧することが可能である。この取り組みを参考にして技術部においても、全申請者の内容を関係者全員が電子データで閲覧できる体制を整えた。これは参考資料としての利用にとどまらず、他の技術職員がどのような申請を行っているかを把握することにもつながるため、申請を検討している職員の意欲喚起にも資すると考えている。さらに、科研費申請を通して、技術職員が保持する技術の把握や、その分野におけるニーズ把握の一助にもなると考えている。

(ブラッシュアップ)

鳥取大学では、科研費申請に際して申請書のブラッシュアップを継続的に実施することで採択率の向上に努めている。技術部においても、ブラッシュアップを希望する職員に対して、技術マネジメントを担うUTA等が支援している。ブラッシュアップ作業は申請書作成能力の向上に寄与するのみならず、職員が将来的にマネジメント業務や各種文書作成を担う際にも有用であると考えられる。また、ブラッシュアップの過程で行われるコミュニケーションは、日常業務における連携強化や情報共有の促進にもつながり、活発な職員間ネットワークの形成に寄与することが期待される。さらに、個々の職員のスキルアップのみならず、組織全体の強化にも貢献するものである。

(A 評価を受けた技術職員に対する支援金活用の取り組み)

不採択で A 評価を受けた職員を対象に、次年度の申請を必須条件としたうえで、少額の支援金を活用できる体制を整えた。支援金の用途としては、申請書の説得力向上を目的とした予備実験の実施や、学会・技術研究会等の発表会参加にかかる費用への活用を想定しており、これにより次年度以降の採択促進を図る取り組みである。このような科研費申請支援は、採択を目指した技術研鑽のための資金活用を促進するとともに、技術職員が主体的に考え、取り組む姿勢の醸成にも寄与することが期待されている。

鳥取大学技術部では、以前は散発的に採択されていたが、複数年度にわたり採択者が不在の状況が続いていた。このような状況において上述の取り組みを推進した結果、令和6年度以降、少数ではあるが採択者が見られるようになった(表4-8)。持続的な技術力向上に結びつけるためにも、これらの取り組みを継続していくことが重要であると考えている。

表4-8) 鳥取大学技術部における科研費応募状況

		2021 (R3)	2022 (R4)	2023 (R5)	2024 (R6)
総数	応募件数 (件)	3121	2875	2739	2638
	採択件数 (件)	479	443	422	407
	採択率 (%)	15	15	15	15
鳥取大学技術部	応募件数 (件)	9	8	6	6
	採択件数 (件)	0	0	1	1
	採択率 (%)	0	0	17	17

 奨励金予算化

7. 第4章まとめ

本章では、地方大学における技術人材育成の重要性と、財源の多様化に向けた鳥取大学技術部の具体的な取り組みを詳細に論じた。研究成果創出のためには、自律的な自己研鑽を促す環境整備と、それを可能にする十分な予算確保が不可欠であることを述べた。地方大学が抱える人的・技術的脆弱性を克服するため、学外ネットワークや研修会への積極的な参加が極めて重要であることにも言及した。

次に、鳥取大学技術部が従来取り組んできた多角的な財源確保を試行している事例を紹介した。UTAとして連携を進めている研究基盤戦略センターとの共同申請を通じて学長裁量経費を獲得することで、コアファシリティ構築による研究基盤運営の効率化を実施した。具体的には、外部機関における研究設備の利用調査、遠隔技術を活用した運用効率化と省力化、及び学生アルバイトによる研究基盤業務支援等を実施した。これらの多角的な取り組みによって、より専門性の高い業務に技術職員が集中するための体制を強化した。さらに、技術力向上を目指した財源確保策として、共用機器の依頼分析料金の一部を技術部へ配分し、技術職員の人材育成費用に充てる仕組みを構築・試行した。機器分析技術に直結する専門研修に加え、遠隔技術の開発等の周辺技術や他分野の育成にも幅広く活用することで、研究基盤を支える幅広い専門分野における技術職員の育成を行った。また、特定研究室への研究成果創出支援(研究支援有償化試行)の一例では、論文報告達成と財源確保につながる可能性を示しつつ、柔軟な日程調整・職員の負担軽減・財務的な問題など、本格運用に向けた制度設計の課題を考察した。加えて、科研費申請が技術職員にとって技術価値の俯瞰的考察、業務の棚卸し等に繋がる重要な機会であることを述べた上で、技術部として科研費申請支援(研究計画書の閲覧、ブラッシュアップ、A 評価職員への支援金活用)を組織的に行う支援体制について論じた。

これらの多角的な取り組みは単なる財源確保の手段に留まらず、研究者の抱える課題解決への直接的な貢献や、多様な技術的課題に対して組織横断的に取り組む「共創」の機会を創出している。このような共創のプロセスそのものが、協働を通じた新たな知見の獲得や、実践的な技術力の向上を促す人材育成の場として機能していると言える。

参考文献・参考資料

(4—1)林 史夫, 坂本 広太, 石原 れい子, 細田 和男, 田部井 由香里, “マイスター育成プログラム: 共用機器を活用した学部生の早期育成がもたらす研究力向上”, 研究 技術 計画, 39 巻, .1 号 p. 82-91 (2024)

(4—2)千葉寿, 古館守通, 藤崎聡美, 玉木俊昭, 稲角直也, 戸所泰人, 島崎英行, 須恵耕二, 木村和典, 豊田朋範, “周囲に人がいない時代の危機を乗り越えるための新しい機器管理“, 機器・分析技術研究会 (2021)

(4—3)河尻直幸, 横野瑞希, 水田敏史, 千葉寿, 豊田朋範, 古館守通, 藤崎聡美, “分析機器のエラ一点灯検出器の開発～汎用警報システム WAN-WAN を用いた遠隔管理の取り組み～”, 機器・分析技術研究会 (2023)

(4—4)日本学術振興会, “令和8(2026)年度奨励研究の公募について”

https://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/11_shourei/koubo.html

(4—5)文部科学省 高等教育局国立大学法人支援課, “令和7年度成果を中心とする実績状況に基づく配分について”

https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/houjin/1417427.htm

(4—6)独立行政法人 日本学術振興会 科学研究費委員会, “令和6(2024)年度科研費の審査に係る総括”, 令和6年11月14日,

https://www.jsps.go.jp/file/storage/kaken_0103_g_2966/r6_shinsa_soukatsu.pdf

第5章 総括及び展望

1. UTAとして構想する「持続可能な共創型研究基盤」

研究機関における教育研究現場を支える技術職員がその能力を最大限に発揮し、研究力向上に貢献するためには、自らの専門性と主体性をもって組織運営や研究教育支援に参画できる「自律的かつ高度専門的な技術者集団」への継続的な発展が不可欠である。本論文では、著者が体験・実践してきた「多様な有期雇用形態での経験(ヒト)」、「統括部局での研究基盤のマネジメント(モノ)」、及び「財源戦略の試行(カネ)」に着目して試行錯誤例を述べてきた。本章ではこれまでの考察を踏まえ、著者の目指す持続可能な共創型研究基盤の実現に向けた提言として、その展望を総括的に述べる。

1-1. 自律的組織への革新と研究基盤マネジメント

現代の研究環境において、特定の者のみが全てを把握し指示を出すトップダウン型の組織運営では、高度化・多様化する技術的課題に迅速に対応することは困難である。研究基盤の持続可能性を高めるためには、現場の技術職員が指示を待つ受動的な立場に留まるのではなく、相応の裁量権を保持し、各人が当事者意識(オーナーシップ)を持って業務を完遂できる環境を組織運営の核に据えることが肝要である。個々の技術職員が専門家としての矜持を持ち、自律性を保ちながらも有機的に協働する体制へと変革を遂げることが、結果として研究基盤の強化を促進する。こうした自律性を育むために、以下の要素を組織の仕組みとして組み込むことを提案する。

(裁量権の委譲とオーナーシップの醸成)

第3章で詳述した研究設備運営の事例に留まらず、担当者に裁量権を委譲し、各職員が自発的な思考と責任に基づいて行動することは、技術支援のあらゆる局面で有益となる。運用の方向性に関する最終決定権の一部を現場へ委譲することで、当事者意識(オーナーシップ)を醸成できる。そして、自らの判断が環境改善に直結したという成功体験は、次なる自律的行動への強力な動機付けとなる。また、技術や業務のマニュアル化・技術提案・技術の可視化・自身の支援成果物のとりまとめ等を自ら担当することは、自身の業務を客観視する重要な機会となる。成果物の完成のみならず「工程自体」を評価し、そのプロセスを主体的に実行させることが、より能動的な行動を促すと考える。この取り組みを持続させるためには、日常的な対話を通じた意識付けのみならず、人事制度や評価システムの中に「自律性の発揮」を明確に組み込み、組織文化として定着させることが肝要である。

（専門性の多層化の機会推進）

特化した専門領域のプロフェッショナルであることは技術職員にとって重要である。加えて、俯瞰的な視座を備えることは保有技術の応用範囲を広げ、その拡張性を高める契機となる。第4章で紹介した「分析機器のエラ一点灯検出器」の開発事例は学内の分析系・装置開発系、さらには学外研究機関に所属する技術職員との連携による横断的な「共創」の好事例と言える。複数の専門領域を持つ職員が共通の課題解決に向けて各々の知見を投じるプロセスは、個々の技術を客観視し全体像を捉え直す「俯瞰的な経験」である。また、本プロジェクトは技術職員間の自発的な交流から結実したものであり、技術職員の「自律性」を示す事例でもある。こうした多領域に跨るプロジェクトへの参画は、自己の専門技術を異分野の課題解決へと適応させる過程を可視化する。それは技術職員に主体的な役割発見を促すだけでなく、組織全体として複合的かつ柔軟な課題解決能力を獲得することにも繋がる。この取り組みをさらに発展させるためには、他部局や学内の研究シーズ・ニーズを統括するマネジメント組織、あるいは学外研究機関との連携機会を創出することが重要である。これらの取り組みをより大規模な組織的展開に繋げるためには、組織再編を含めたあらゆる可能性を模索し続けることが重要であり、研究基盤の持続的な発展に資すると考えられる。

（心理的安全性の確保と対話の質的向上）

「成果の有無に関係なく、新たな挑戦自体を評価する」「失敗を咎めるのではなく、学びとして共有する」文化の醸成は、研究基盤の多様な展開を生む土壌となる。また、管理職・業務依頼者・UTA とのフラットな対話を通じ、現場の提案を吸い上げる場の構築や仕組みが、自発的な発言を支える心理的安全性となる。

効果的かつ持続可能な研究基盤運営を実現するためには、上述した取り組みで育成される自律的な技術職員の育成に加え、予算要求から設備更新・活用までを一貫してマネジメントする人材の介在も併せて重要である。技術的知見と俯瞰的な視座を統合し、「トップダウンとボトムアップの結節点」として機能するUTAの存在が、技術職員の自律性を組織的成果へと昇華させ、研究力強化を実現すると考える。

1-2. 多様な技術人材の活用

日本の国立大学法人における技術人材は半数以上を有期雇用人材が占めており、継続性・安定性が大きな課題となっている。一方で、研究機関における経営環境はますます厳しくなっているため、定年制職員の活用を核としつつも、有期雇用制度を取

り入れていくハイブリッド型人材活用体制の構築が、持続可能な研究基盤運営の鍵となる。本節では、この実現に向けた研究基盤に関する技術人材の在り方について展望を述べる。

（定年制職員の中核的役割と組織硬直化回避に向けた方策）

定年制技術職員は長期間の雇用が保証される特性を活かし、安定的な研究基盤運営を維持するとともに、組織的な技術ノウハウを保持する中核的な役割を担う必要がある。一方、雇用の安定性がもたらす組織の硬直化を防ぎ、技術力の陳腐化を防止するために、外部との積極的な連携を職務の一環として推進する必要がある。具体的には、学会や研究会、専門分野のネットワークや他分野・他研究機関との定期的な交流を通じて、常に新しい知見を組織内に還流させる仕組みの構築が重要となる。例えば、4章2節で述べた他機関での集中研修や中長期での人事交流の仕組みを、組織として定期的に実施できる体制整備があると望ましい。また、TC カレッジ受講等の人材育成プログラムへの参画や科研費申請等のプロセスを組織的に組み込むことが重要である。これらは、関連分野における技術向上や業務の棚卸しを促すとともに、プロジェクトマネジメント能力を適正に評価する基準の策定に寄与する。その結果、継続的な人材育成とPDCA サイクルの習慣化が期待できる。

（フレキシブルな任期制制度活用の戦略的再定義）

任期制職員の活用を、単なる正規雇用代替や人員不足の補完に留まらず、「戦略的な流動性の確保」と「技術の多様性の獲得」のための戦略ツールとして再考する。これにより、限られた予算を効果的に運用し、様々な専門性を取り込むことが可能になると考えられる。

・段階的な人材育成と活用

学生アルバイトによる研究基盤支援や、卒業後を見据えたインターン/研修生などは、将来の教育や研究を担う人材確保や人材育成も担う。また、定年制技術職員採用を見据えたテニユア雇用あるいは任期制職員から定年制職員への登用も、職務と能力のマッチングを行うことができるため、極めて有効である。さらに、定年後にも、充実した報酬や処遇のもとで雇用できる制度を導入することで、熟練した技術の維持・継承にも寄与すると考えられる。

・多様で多角的な技術調達手段の検討

学外連携による兼務・二拠点就業や、特定技術の習得者を対象とした外部連携による「出向型任期」制度を導入することができれば、組織単体では困難な高度技術を短期間で活用することも可能となる。また、オンライン技術等を活用して技術をシェア

リングできるようなプラットフォームの活用や業務委託型の個人事業契約の活用を可能とする制度は、スポット的な高度技術支援ニーズにも迅速に対応できると考えられる。このような人材登用制度の実現には依然として高い障壁が存在するものの、我が国の研究基盤の強化及び持続的発展を考える上で、極めて重要な視点である。

1-3. 共創深化と技術が生み出す財源活用による人材育成の好循環

技術職員が、定常的な機器管理や依頼遂行にとどまらず、高度な技術支援あるいは技術的提案を担う役割を強化することができれば、研究力の一層の向上が期待される。このパートナーシップの深化を通じて、技術提供が論文のオーサーシップや謝辞記載へと適切に結実する文化を醸成することが重要である。これにより、研究者の技術的課題解決と、技術職員自身のスキルアップ・モチベーション向上を両立できる。これらの取り組みを通じ、技術提供者と研究者との関係を真の「共創」へと深化させ、研究力強化に資する研究支援体制を確立できると考えられる。また、技術職員自身が保有する技術が評価され、その価値により財源を獲得する仕組み（本論文で報告した有償化業務・科研費獲得・依頼分析収益の還元の事例など）は自身の技術を客観視し、内在的な動機付けによる主体性を向上させると考えられる。自律的な研鑽や研究開発等を通じて得た知識は、組織内の技術力や研究力向上に還元され、さらなる研究費等の財源確保に繋がる好循環を繰り返す上で重要である。

2. 結論

本論文は、多様な人材及び財源を活用し、自律的な技術者集団の形成に資するマネジメントを推進することが、技術力向上の好循環（エコサイクル）を構築し、持続的な共創型研究基盤を実現する最重要戦略であると結論づける（図5-1）。この戦略を推進する技術マネジメント人材は、現場の技術課題を深く理解しつつ、組織全体を俯瞰する視点から「多様な技術人材の戦略的活用」と「技術力向上と財源獲得の好循環」を統合する仕組みづくりを担う中核的存在となる。その結果、組織全体が専門分野や立場の壁を超えて柔軟に連携し、互いの知識と技術を高めあう自律的な文化が醸成される。この「共創」の枠組みを持続的に発展させることによって、大学の研究基盤強化と研究力向上に大きく貢献できると提言する。



図5-1) 持続可能な共創的研究基盤の構築に向けた概念図

共著論文

1. Takeda–Okuda, Su–Jung Yeon, Yoshiaki Matsumi, Yoshinori Matsuura, Yoshinao Z. Hosaka, Jun–ichi Tamura, “Quantitative, compositional, and immunohistochemical analyses of chondroitin sulfate, dermatan sulfate, and hyaluronan in internal organs of deer (*Cervus nippon centralis* and *C. n. yezoensis*) and cattle (*Bos taurus*).”, *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. **261**, 129680 (2024)

DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2024.129680

2. Kunio Nakata, Tatsuki Kashiwagi, Naoki Kunishima, Hisashi Naitow, Yoshinori Matsuura, Hiroshi Miyano, Toshimi Mizukoshi, Kensuke Tono, Makina Yabashi, Eriko Nango and So Iwata, “Ambient temperature structure of phosphoketolase from *Bifidobacterium longum* determined by serial femtosecond X–ray crystallography.”, *Acta Cryst.*, vol. **D79**, 290–303 (2023)

DOI: 10.1107/S2059798323001638

3. Toshiaki Hosaka, Takashi Nomura, Minoru Kubo, Takanori Nakane, Luo Fangjia, Shunichi Sekine, Takuhiro Ito, Kazutak Murayama, Kentaro Ihara, Haruhiko Ehara, Kazuhiro Kashiwagi, Kazushige Katsura, Ryogo Akasaka, Tamao Hisano, Tomoyuki Tanaka, Rie Tanaka, Toshi Arima, Ayumi Yamashita, Michihiro Sugahara, Hisashi Naitow, Yoshinori Matsuura, Susumu Yoshizawa, Kensuke Tono, Shigeki Owada, Osamu Nureki, Tomomi Kimura–Someya, So Iwata, Eriko Nango, and Mikako Shirouzu, “Conformational alterations in unidirectional ion transport of a light–driven chloride pump revealed using X–ray free electron lasers.”, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, vol. **119**, 9, e2117433119 (1–8) (2022)

DOI: 10.1073/pnas.2117433119

4. Hongjie Li, Yoshiki Nakajima, Takashi Nomura, Michihiro Sugahara, Shinichiro Yonekura, Siu Kit Chan, Takanori Nakane, Takahiro Yamane, Yasufumi Umena, Mamoru Suzuki, Tetsuya Masuda, Taiki Motomura, Hisashi Naitow, Yoshinori Matsuura, Tetsunari Kimura, Kensuke Tono, Shigeki Owada, Yasumasa Joti, Rie Tanaka, Eriko Nango, Fusamichi Akita, Minoru Kubo, So Iwata, Jian–Ren Shen and Michihiro Suga, “Capturing structural changes of photosystem II using time–resolved serial femtosecond crystallography with proper flash excitations.”,

IUCrJ., vol. **8**, 431–443 (2021)

DOI: 10.1107/S2052252521002177

5. Tomoki Akiyama, Naoki Kunishima, Sayaka Nemoto, Kazuki Kazama, Masako Hirose, Yuki Sudo, Yoshinori Matsuura, Hisashi Naitow, and Takeshi Murata, “Further thermostabilization of thermophilic rhodopsin from *Thermus thermophilus* JL-18 through engineering in extramembrane regions.”, *PROTEINS*, vol. **89**, 301–310 (2021)
DOI: 10.1002/prot.26015
6. 森本稔, 松浦祥悟, 甲斐政親, 丹松美由紀, 坂本広太, 林史夫, 江端新吾, “国立大学法人における技術職員のキャリアパスと人材育成”, *研究 技術 計画* Vol. **35**, No. 1, pp. 47–53 (2020)
DOI: 10.20801/jsrpim.35.1_47
7. Yoshinori Matsuura, Yasumasa Joti, Bagautdin Bagautdinov, and Katsuhide Yutani, “Evaluating the strengths of salt bridges in the CutA1 protein using molecular dynamic simulations: a comparison of different force fields.”, *FEBS Open Bio.*, vol. **9**, 1939–1956 (2019)
DOI: 10.1002/2211-5463.12731
8. Katsuhide Yutani, Yoshinori Matsuura, and Yasumasa Joti, “Confirmation of the formation of salt bridges in the denatured state of CutA1 protein using molecular dynamics simulations.”, *Biophysics and Physicobiology*, vol. **16**, 176–184. (2019)
DOI: 10.2142/biophysico.16.0_176
9. Tasuku Hamaguchi, Saori Maki-Yonekura, Hisashi Naitow, Yoshinori Matsuura, Tetsuya Ishikawa, and Koji Yonekura, “A New cryo-EM System for Single Particle Analysis.”, *J. Struct. Biol.*, vol. **207**, 40–48. (2019)
DOI: 10.1016/j.jsb.2019.04.011
10. Jon Del Arco, Elena Pérez, Hisashi Naitow, Yoshinori Matsuura, Naoki Kunishima, and Jesús Fernández-Lucas, “Structural and functional characterization of thermostable biocatalysts for the synthesis of 6-aminopurine nucleoside-5′-monophosphate analogues.”, *Bioresource Technol.*, vol. **276**, 244–252 (2019)
DOI: 10.1016/j.biortech.2018.12.120
11. Aiichiro Muraoka, Yoshinori Matsuura, Hisashi Naitow, Makoto Ihara, and Naoki Kunishima, “Availability of NHS-biotin labeling to identify free protein lysine revealed by experiment and MD simulation.”, *Anal. Biochem.* vol. **557**, 46–58. (2018)

DOI: 10.1016/j.ab.2018.07.009

12. Katsuhide Yutani, Yoshinori Matsuura, Hisashi Naitow, and Yasumasa Joti, “Ion-ion interactions in the denatured state contribute to the stabilization of CutA1 proteins.” *Sci. Rep.*, vol. **8**, 7613. (2018)

DOI: 10.1038/s41598-018-25825-7

13. Yoshinori Matsuura, Michiyo Takehira, George I. Makhatadze, Yasumasa Joti, Hisashi Naitow, Naoki Kunishima, and Katsuhide Yutani, “Strategy for Stabilization of CutA1 proteins due to ion-ion interactions at temperatures of over 100 °C.”, *Biochemistry*, vol. **57**, 2649–2656. (2018)

DOI: 10.1021/acs.biochem.8b00103

14. Kazunori D. Yamada, Naoki Kunishima, Yoshinori Matsuura, Koshiro Nakai, Hisashi Naitow, Yoshinori Fukasawa, and Kentaro Tomii, “Designing better diffracting crystals of biotin carboxyl carrier protein from *Pyrococcus horikoshii* by a mutation based on the crystal-packing propensity of amino acids.”,

Acta Cryst., vol. **D73**, 757–766. (2017)

DOI: 10.1107/S2059798317010932

15. Hisashi Naitow, Yoshinori Matsuura, Kensuke Tono, Yasumasa Joti, Takashi Kameshima, Takaki Hatsui, Makina Yabashi, Rie Tanaka, Tomoyuki Tanaka, Michihiro Sugahara, Jun Kobayashi, Eriko Nango, So Iwata, and Naoki Kunishima, “Protein-ligand complex structure from serial femtosecond crystallography using soaked thermolysin microcrystals and comparison with structures from synchrotron radiation.”,

Acta Cryst., vol. **D73**, 702–709. (2017)

DOI: 10.1107/S2059798317008919

16. Michihiro Suga, Fusamichi Akita, Michihiro Sugahara, Minoru Kubo, Yoshiki Nakajima, Takanori Nakane, Keitaro Yamashita, Yasufumi Umena, Makoto Nakabayashi, Takahiro Yamane, Takamitsu Nakano, Mamoru Suzuki, Tetsuya Masuda, Shigeyuki Inoue, Tetsunari Kimura, Takashi Nomura, Shinichiro Yonekura, Long-Jiang Yu, Tomohiro Sakamoto, Taiki Motomura, Jing-Hua Chen, Yuki Kato, Takumi Noguchi, Kensuke Tono, Yasumasa Joti, Takashi Kameshima, Takaki Hatsui, Eriko Nango, Rie Tanaka, Hisashi Naitow, Yoshinori Matsuura, Ayumi Yamashita, Masaki Yamamoto, Osamu Nureki, Makina Yabashi, Tetsuya Ishikawa, So Iwata, and Jian-Ren Shen,

“Light-induced structural changes and the site of O=O bond formation in PSII caught by XFEL.”, *Nature*, vol. **543**, 131–135. (2017)

DOI: 10.1038/nature21400

17. Yoshinori Matsuura, Michiyo Takehira, Yasumasa Joti, Kyoko Ogasahara, Tomoyuki Tanaka, Naoko Ono, Naoki Kunishima, and Katsuhide Yutani, “Thermodynamics of protein denaturation at temperatures over 100 °C: CutA1 mutant proteins substituted with hydrophobic and charged residues.”, *Sci. Rep.* vol. **5**, 15545. (2015)

DOI: 10.1038/srep15545

18. Mikiya Satoh, Hajime Saburi, Tomoyuki Tanaka, Yoshinori Matsuura, Hisashi Naitow, Rieko Shimozone, Naoyoshi Yamamoto, Hideki Inoue, Noriko Nakamura, Yoshitaka Yoshizawa, Takumi Aoki, Ryuji Tanimura, and Naoki Kunishima, “Multiple binding modes of a small molecule to human Keap1 revealed by X-ray crystallography and molecular dynamics simulation.”, *FEBS Open Bio.* vol. **5**, 557–570 (2015)

DOI: 10.1016/j.fob.2015.06.011

19. Bagautdin Bagautdinov, Yoshinori Matsuura, Hitoshi Yamamoto, Masahide Sawano, Kyoko Ogasahara, Michiyo Takehira, Naoki Kunishima, Etsuko Katoh, and Katsuhide Yutani, “Thermodynamic analysis of unusually thermostable CutA1 protein from human brain and its protease susceptibility.”, *J. Biochem.*, vol. **157**, 169–176 (2014)

DOI: 10.1093/jb/mvu062

20. Yukuhiko Asada, Michihiro Sugahara, Hisashi Mizutani, Hisashi Naitow, Tomoyuki Tanaka, Yoshinori Matsuura, Yoshihiro Agari, Akio Ebihara, Akeo Shinkai, Seiki Kuramitsu, Shigeyuki Yokoyama, Eri Kaminuma, Norio Kobayashi, Koro Nishikata, Sayoko Shimoyama, Tetsuro Toyoda, Tetsuya Ishikawa, and Naoki Kunishima, “Integrated database of information from structural genomics experiments.”,

Acta Cryst., vol. **D69**, 914–919 (2013)

DOI: 10.1107/S0907444913001728

21. Yoshinori Matsuura, Michiyo Takehira, Masahide Sawano, Kyoko Ogasahara, Tomoyuki Tanaka, Hitoshi Yamamoto, Naoki Kunishima, Etsuko Katoh, and Katsuhide Yutani, “Role of charged residues in stabilization of *Pyrococcus horikoshii* CutA1, which has a denaturation temperature of nearly 150 °C.” *FEBS J.* vol. **279**, 78–90 (2012)

DOI: 10.1111/j.1742-4658.2011.08400.x

22. Yoshinori Matsuura, Michiyo Takehira, Masahide Sawano, Kyoko Ogasahara, Tomoyuki Tanaka, Hitoshi Yamamoto, Naoki Kunishima, Etsuko Katoh, and Katsuhide Yutani, "Remarkable improvement in the heat stability of CutA1 from *Escherichia coli* by rational protein design." *J. Biochem.*, vol. **148**, 449–458 (2010)
DOI: 10.1093/jb/mvq079
23. Bagautdin Bagautdinov, Yoshinori Matsuura, Svetlana Bagautdinova, Naoki Kunishima, and Katsuhide Yutani, "Structure of putative CutA1 from *Homo sapiens* determined at 2.05 Å resolution." *Acta Cryst.*, vol. **F64**, 351–357 (2008)
DOI: 10.1107/S1744309108009846
24. Bagautdin Bagautdinov, Yoshinori Matsuura, Svetlana Bagautdinova, and Naoki Kunishima, "Protein biotinylation visualized by a complex structure of biotin protein ligase with a substrate." *J. Biol. Chem.*, vol. **283**, 14739–14750 (2008)
DOI: 10.1074/jbc.M709116200
25. Michihiro Sugahara, Yukuhiko Asada, Katsumi Shimizu, Hitoshi Yamamoto, Neratur K. Lokanath, Hisashi Mizutani, Bagautdin Bagautdinov, Yoshinori Matsuura, Midori Taketa, Yuichi Kageyama, Naoko Ono, Yuko Morikawa, Yukiko Tanaka, Hiroki Shimada, Takanobu Nakamoto, Mitsuaki Sugahara, Masaki Yamamoto, and Naoki Kunishima, "High-throughput crystallization-to-structure pipeline at RIKEN SPring-8 Center." *J Struct Funct Genomics*, vol. **9**, 21–28 (2008)
DOI: 10.1007/s10969-008-9042-y
26. Bagautdin Bagautdinov, Yoshinori Matsuura, Svetlana Bagautdinova, and Naoki Kunishima, "Crystallization and preliminary X-ray crystallographic studies of the biotin carboxyl carrier protein and biotin protein ligase complex from *Pyrococcus horikoshii* OT3." *Acta Cryst.* vol. **F63**, 334–337 (2007)
DOI: 10.1107/S1744309107011967
27. Neratur K. Lokanath, Yoshinori Matsuura, Chizu Kuroishi, Naoko Takahashi, and Naoki Kunishima, "Dimeric Core Structure of Modular Stator Subunit E of Archaeal H⁺-ATPase." *J. Mol. Biol.*, vol. **366**, 933–944 (2007)
DOI: 10.1016/j.jmb.2006.11.088

28. Yasuhiro Matsuo, Yoshinori Matsuura, Katsunori Tanaka, Hideyuki Matsuda, and Makoto Kawamukai, “Chr4, a *Schizosaccharomyces pombe* homologue of the *Saccharomyces cerevisiae* Chs4p/Skt5p protein, is related to septum formation and is required for the proper localization of Chs2.”, *Yeast*, vol. **21**, 1005–1019 (2004)
DOI: 10.1002/yea.1145

学会・研究会 発表等

1. 松浦 祥悟, 水田 敏史, 森本 稔,
“鳥取大学における共用設備の運用と技術支援への技術部の関わり”
令和7年機器・分析センター協議会総会・シンポジウム in 長崎
2. 河尻 直幸, 安藤 敬子, 岩田 千加良, 大村 敏康, 岡 正子, 笠田 洋文, 丹松 美由紀, 橋本 正満, 馬場 恵美子, 松井 陸哉, 松浦 香織, 松浦 祥悟, 水田 敏史, 宮崎 裕介, 村松 隆司, 山田 有里子, 山中 博斗, 横野 瑞希,
“鳥取大学技術部発「出前おもしろ実験室」プロジェクト 18年の歩み”,
九州地区 総合技術研究会 2024 in 大分大学
3. 松浦 祥悟,
“鳥取大学の研究基盤運営における技術職員の取り組み”
第3回研究基盤協議会シンポジウム (2024) 琉球大学
4. 松浦 祥悟,
“鳥取大学技術部による共用機器運営支援と部内運営の取り組みの紹介”
第1回中国地方ファシリティネットワーク交流会 (2023) 広島大学
5. 松浦 祥悟,
“鳥取大学における技術人材の育成事例”
機器・分析センター協議会 令和5年度技術職員会議 (2023) 鳥取大学
6. 橋本 正満, 安藤 敬子, 笠田 洋文, 横野 瑞希, 松浦 祥悟, 水田 敏史, 丹松 美由紀, 河尻 直幸, 大村 敏康, 岡 正子, 松井 陸哉, 宮崎 裕介, 岩田 千加良, 馬場 恵美子, 山田 有里子, 村松 隆司, 山中 博斗,
“2022年度鳥取大学技術部発「出前おもしろ実験室」プロジェクト活動報告”
実験・実習技術研究会 2023 広島大学

7. 松浦 祥悟, 松見 吉朗,
“鳥取大学サイエンス・アカデミーを通じた地域社会への情報発信”
実験・実習技術研究会 2023 広島大学
8. 森本 稔, 松浦 祥悟,
“地方大学における研究基盤の在り方～鳥取大学の現状と取り組み”
研究・イノベーション学会 第37回年次学術大会 2G09. (2022)
9. 東田 朝美, 安藤 敬子, 松井 陸哉, 水田 敏史, 橋本 正満, 岡 正子, 丹松 美由紀, 笠田 洋文, 宮崎 裕介, 岩田 千加良, 河尻 直幸, 山田 有里子, 横野 瑞希, 村松 隆司, 松浦 祥悟, 大村 敏康, 山中 博斗, 川成 真一,
“鳥取大学技術部発「出前おもしろ実験室」プロジェクト 2021 年度活動報告”
実験・実習技術研究会 2022 東京工業大学
10. 松浦 祥悟,
“全学共用設備の効果的な運用に向けた技術部の取組みについて”
機器・分析センター協議会 令和3年度技術職員会議 (2021)
11. 松浦 祥悟,
“潜在的需要の把握に向けた研究設備に関するアンケート調査の実施”
令和3年度 機器・分析技術研究会 (2021)
12. 安藤 敬子, 松井 陸哉, 水田 敏史, 丹松 美由紀, 笠田 洋文, 岡 正子, 橋本 正満, 宮崎 裕介, 岩田 千加良, 山田 有里子, 馬場 恵美子, 河尻 直幸, 横野 瑞希, 村松 隆司, 松浦 祥悟,
“鳥取大学技術部発「出前おもしろ実験室」プロジェクト 2020 年度活動報告～コロナ禍に応じた取り組み～”
総合技術研究会 2021 東北大学
13. 松浦 祥悟,
“鳥取大学 UTA (University Technical Administrator) 活動”
第4回大学技術職員組織研究会 (琉球会議) (2020)
14. 松浦 祥悟,
部位特異的変異導入時のプライマー設計の検討
実験・実習技術研究会 2020 鹿児島大学

15. 松井 陸哉, 安藤 敬子, 笠田 洋文, 岡 正子, 橋本 正満, 坂本 憲一, 宮崎 裕介, 水田 敏史, 岩田 千加良, 山田 有里子, 馬場 恵美子, 河尻 直幸, 横野 瑞希, 村松 隆司, 松浦 祥悟, 丹松 美由紀,
“鳥取大学技術部「出前おもしろ実験室」子ども・保護者・小学校教員へのアンケート結果から見えた新たな課題”
実験・実習技術研究会 2020 鹿児島大学
16. 河尻 直幸, 丹松 美由紀, 安藤 敬子, 笠田 洋文, 岡 正子, 橋本 正満, 坂本 憲一, 宮崎 裕介, 水田 敏史, 岩田 千加良, 山田 有里子, 馬場 恵美子, 松井 陸哉, 村松 隆司, 横野 瑞希, 松浦 祥悟,
“2019 年度鳥取大学技術部発「出前おもしろ実験室」プロジェクト活動報告”
実験・実習技術研究会 2020 鹿児島大学
17. 水田 敏史, 松浦 祥悟,
“アミノ酸分析前処理条件の検討”
2019 年度 機器・分析技術研究会 (2019)
18. 村岡 愛一郎, 松浦 祥悟, 内藤 久志, 伊原 誠, 国島 直樹
“タンパク質分子表面リジン残基の NHS-ビオチン修飾による実験的検出法とその有効性評価”
第 91 回日本生化学会大会 (2018)
19. 国島直樹, 山田和範, 松浦祥悟, 仲井光四郎, 内藤久志, 深沢嘉紀, 富井健太郎, “結晶パッキング傾向に基づくタンパク質結晶の合理設計”
平成 29 年度 日本結晶学会年会
20. 松浦 祥悟, 竹平 美千代, 城地 保昌, 内藤 久志, 小野 直子, 国島 直樹, 油谷 克英, “荷電性残基の挙動を MD simulation により評価することで明らかになった蛋白質の熱安定化に果たす静電相互作用の役割”
第 17 回日本蛋白質科学会年会 (2017)
21. 油谷 克英, 松浦 祥悟, 竹平 美千代, 内藤 久志, 城地 保昌,
“蛋白質の変性状態における荷電性残基の特徴:高温での MD simulation”
第 17 回日本蛋白質科学会年会 (2017)

22. 内藤 久志, 松浦 祥悟, 登野 健介, 登野 健介, 城地 保昌, 亀島 敬, 初井 宇記, 矢橋 牧名, 田中 里枝, 田中智之, 菅原 道泰, 小林 淳, 南後 恵理子, 岩田 想, 国島 直樹

“XFEL の創薬利用を目指したタンパク質-リガンド複合体微結晶のシリアルフェムト秒構造解析“, 第 17 回日本蛋白質科学会年会 (2017)

23. 松浦 祥悟, 竹平 美千代, 小野 直子, 国島 直樹, 油谷 克英,

“網羅的な荷電性残基変異型の安定性変化のデータから明らかになった高温での熱安定化戦略”,

第 16 回日本蛋白質科学会年会 (2016)

24. 松浦 祥悟, 竹平 美千代, 小野 直子, 国島 直樹, 油谷 克英,

140°C まで変性温度を高めた CutA1 変異型の耐熱化から見た安定性向上の戦略

第 15 回日本蛋白質科学会年会 (2015)

25. 佐藤 幹也, 佐分 元, 田中 智之, 松浦 祥悟, 内藤 久志, 下藺 利恵子, 山本 尚義, 井上 秀樹, 中村 紀子, 吉澤 良隆, 青木 拓実, 谷村 隆次, 国島 直樹,

“ヒト由来 Keap1 と低分子化合物の複合体の結晶構造および分子動力学シミュレーションによる構造評価”

第 88 回日本生化学会大会 (2015)

26. 村岡 愛一郎, 松浦 祥悟, 伊原 誠, 国島 直樹,

“化学修飾によるタンパク質表面残基の簡便な検出法”

第 88 回日本生化学会大会 (2015)

27. 松浦 祥悟, 竹平 美千代, 小野 直子, 国島 直樹, 油谷 克英,

“荷電残基導入による 100°C 以上の高温での蛋白質の熱安定化”

第 14 回日本蛋白質科学会年会 (2014)

28. 松浦 祥悟, 竹平 美千代, 田中 智之, 小野 直子, 国島 直樹, 油谷 克英,

“100°C 以上の高温での蛋白質の熱安定化をもたらす荷電残基の探索”

第 13 回日本蛋白質科学会年会 (2013)

29. Yoshinori Matsuura, Kyoko Ogasahara, Michiyo Takehira, Tomoyuki Tanaka, Naoki Kunishima, and Katsuhide Yutani, “Heat-stabilization strategy due to unusual amount of charged residues in CutA1 protein from hyperthermophile, which has a denaturation

temperature of nearly 150 °C.”,

9th International Conference on Protein Stabilization. (Lisbon, Portugal) 2012-05-03

30. 松浦 祥悟, 国島 直樹, 油谷 克英,

“超好熱菌由来 CutA1 に異常に多く存在するイオン性残基の熱安定化戦略”

2012 年度日本農芸化学会大会 (2012)

31. 国島 直樹, 油谷 克英, 堀 哲哉, 菅原 道泰, 内藤 久志, 田中 智之,

松浦 祥悟, 村岡 愛一郎, 山本 雅貴, 石川 哲也,

“放射光生命科学を加速するタンパク質構造研究基盤”

第 85 回日本生化学会大会 (2012)

32. 田中 智之, 国島 直樹, 油谷 克英, 内藤 久志, 松浦 祥悟, 村岡 愛一郎, 菅

原 道泰, “タンパク質 X 線結晶構造解析における結晶化支援ツール”

第 35 回日本分子生物学会年会 (2012)

33. Yoshinori Matsuura, Michiyo Takehira, Motonori Ota, Tomoyuki Tanaka, Kyoko Ogasahara, Naoki Kunishima, and ○Katsuhide.Yutani,

“Does hydrophobic interaction due to hydration contribute to protein stability even over 100 °C ?”

7th Asian Biophysics Association Symposium (New Delhi, India) 2011-02-01

34. 松浦 祥悟, 竹平 美千代, 田中 智之, 国島 直樹, 油谷 克英,

“理論的に推定された静電相互作用のタンパク質熱安定化への寄与の検証:超好熱菌由来蛋白質 PhCutA1 の場合”

第 11 回日本蛋白質科学会年会 (2011)

35. Yoshinori Matsuura, Motonori Ota, Tomoyuki Tanaka, Michiyo Takehira, Kyoko Ogasahara, Naoki Kunishima, and ○Katsuhide.Yutani,

“Calorimetry of Heat-Reversible CutA1 Proteins with a Denaturation Temperature Higher than 100 oC.”

ICCT-2010 (Tsukuba, Japan) 2010-08-04

36. 松浦 祥悟, 竹平 美千代, 田中 智之, 太田 元規, 国島 直樹, 油谷 克英,

“大腸菌由来 CutA1 変異型の熱変性の熱力学的解析”

第 10 回日本蛋白質科学会年会 (2010)

37. Yoshinori Matsuura, Motonori Ota, Michiyo Takehira, Bagautdin Bagautdinov, Naoki Kunishima, and Katsuhide.Yutani,

“Remarkable improvement of the heat stability of CutA1 from E.coli by protein engineering.”

VIII European Symposium of The Protein Society (Zurich, Switzerland) 2009-06-17

38. 松浦 祥悟, 竹平 美千代, Makhatadze George, Bagautdin Bagautdinov, 国島 直樹, 油谷 克英, “大腸菌由来 CutA1 へのイオン性残基導入による熱安定性の変化” 第 9 回日本蛋白質科学会年会 (2009)

39. 松浦 祥悟, 太田 元規, 竹平 美千代, Bagautdin Bagautdinov, 国島 直樹, 油谷 克英, “大腸菌 CutA1 の安定性の蛋白質工学;超好熱菌レベルをめざして” 2009 年度日本農芸化学会大会 (2009)

40. Yoshinori Matsuura, Hitoshi Yamamoto, Masahide Sawano, Michiyo Takehira, Kyoko Ogasahara, Bagautdin Bagautdinov, Naoki Kunishima, and Katsuhide. Yutani,

“Unusually high thermostability of CutA1 proteins from *Escherichia coli* and *Homo sapiens* under the thermally neutral environment.”,

The 5th Open Workshop “Chemistry of Biological Processes Created by Water and Biomolecules

(第 5 回“水と生体分子”公開ワークショップ)(2008)

41. Hitoshi Yamamoto, Yoshinori Matsuura, Masahide Sawano, Kyoko Ogasahara, Etsuko Katoh, Bagautdin Bagautdinov, Naoki Kunishima, and Katsuhide. Yutani

Contribution of surface charged residues to the conformational stability of the unusually stable protein CutA1 from *Pyrococcus horikoshii*, with a denaturation temperature of nearly 150 °C.

The 5th Open Workshop “Chemistry of Biological Processes Created by Water and Biomolecules

(第 5 回“水と生体分子”公開ワークショップ)(2008)

42. 松浦 祥悟, 山本 等, 太田 元規, 小笠原 京子, 竹平 美千代, Bagautdin Bagautdinov, XIANG Hongyu, 加藤 悦子, 国島 直樹, 油谷 克英

“大腸菌 CutA1 蛋白質の熱安定性を超好熱菌レベル(変性温度 150°C) に近づける試み”

第 8 回日本蛋白質科学会年会 (2008)

43. 澤野 雅英, 小笠原 京子, Bagautdin Bagautdinov, 松浦 祥悟, 国島 直樹, 油谷 克英, “ヒト脳 CutA1 蛋白質の高い安定性:熱変性と変性剤変性”

第 7 回日本蛋白質科学会年会 (2007)

44. 山本 等, 松浦 祥悟, 澤野雅英, 小笠原 京子, 加藤 悦子, Bagautdin Bagautdinov, 国島 直樹, 油谷 克英,

“150°C近くに変性温度をもつ超好熱菌由来 CutA1 の熱安定性に果たす表面荷電残基の役割”

第 45 回日本生物物理学会年会 (2007)

45. 松尾 安浩, 松浦 祥悟, 田中 克典, 松田 英幸, 川向 誠,

“出芽酵母 Chs4p/Skt5p に相同性のある分裂酵母 Chr4 は Chs2 の隔壁への局在と隔壁形成に関与している”

第 37 回 酵母遺伝学フォーラム (2004)

46. 松尾 裕彰, 森田 栄伸, 堀江 修二, 松浦 祥悟, 武田 文夫,

“低アレルギー化パンの開発”

第 4 回日本皮膚科学会 島根地方会 (2004)

47. 松尾 安浩, 松浦 祥悟, 田中 克典, 松田 英幸, 川向 誠,

“出芽酵母 Chs4p/Skt5p に相同性のある分裂酵母 Chr4 は Chs2 の隔壁への局在と隔壁形成に関与している”

第 26 回 日本分子生物学会年会 (2003)

48. 松浦 祥悟, 松尾 安浩, 中川 強, 川向 誠, 松田 英幸,

“出芽酵母 Chs4p に相同性のある分裂酵母 Chr1p の機能解析”

日本農芸化学会 2001 年度 関西・西日本・中四国支部合同大会 (2001)

49. 松浦 祥悟, 松尾 安浩, 松田 英幸, 川向 誠

“分裂酵母のキチン合成に関与する遺伝子の解析”

第 18 回イーストワークショップ (2000)

講演

1. 松浦 祥悟, 梶見 吉朗,
鳥取大学の教育・研究を陰で支える黒子～技術職員～の紹介
鳥取大学サイエンス・アカデミー 2022.12.10

その他の執筆物

1. 横野 瑞希, 河尻 直幸, 安藤 敬子, 岩田 千加良, 大村 敏康, 馬場 恵美子,
松浦 香織, 松浦 祥悟, 山本 博昭,
全国大学技術組織による理科支援プロジェクト in 能登 第2報
国立大学法人 機器・分析センター協議会 NEWS LETTER Vol. 16
2. 河尻 直幸, 安藤 敬子, 岩田 千加良, 大村 敏康, 馬場 恵美子, 松浦 香織,
松浦 祥悟, 山本 博昭, 横野 瑞希
全国大学技術組織による理科支援プロジェクト in 能登
国立大学法人 機器・分析センター協議会 NEWS LETTER Vol. 15

科研費

1. 科学研究費助成事業（科研費） 若手研究(B) 研究代表者
研究課題名：荷電性残基の揺らぎを考慮することで達成される変性温度 150°Cの蛋白質の創製 2016年度～2018年度
2. 科学研究費助成事業（科研費） 基盤研究(C) 連携研究者
研究課題名：創薬に向けたヒト由来アセチル CoA カルボキシラーゼの活性化機構の解明 2010年度～2012年度
3. 科学研究費助成事業（科研費） 基盤研究(C) 連携研究者
研究課題名：100度以上の高温での蛋白質変性の熱力学
2010年度～2012年度
4. 科学研究費助成事業（科研費） 基盤研究(C) 研究代表者
研究課題名：超好熱菌タンパク質の熱安定化に及ぼす静電的相互作用の役割
2008年度～2010年度

謝 辞

本論文の執筆にあたり、多大なるご指導とご支援を賜りました皆様に深く感謝申し上げます。はじめに、鳥取大学研究推進機構研究基盤戦略センターにおける日頃のご指導はもとより、本論文の主査として多忙な合間を縫ってご助言をいただきました森本稔准教授に、心より深く感謝申し上げます。その他の実務においても、私の至らぬ点や未熟な部分を寛大かつ的確なフォローをもって支えていただきました。ここに深く謝意を表します。また、副査をお引き受けいただきました群馬大学コアファシリテイ総合センターの林史夫教授には、本論文の審査のみならず、研究基盤協議会事務局での活動を通じ、未熟な私のサポートにも関わらず、寛大かつ丁寧なご指導を賜りました。ここに改めて御礼申し上げます。同様に、副査を快諾いただきました東京科学大学リサーチインフラ・マネジメント機構 機構長補佐の高橋久徳主任技術専門員には、マネジメント系 TC のコース担当として日頃の相談を含め、大変お世話になりました。さらに、東京科学大学理事特別補佐(総合戦略担当)／戦略本部の江端新吾教授には、マネジメント系コース監修教員としてだけでなく、私が研究基盤に携わる端緒となったマネジメント研修以来、長期にわたり多大なるご助言を賜りました。改めて深く感謝申し上げます。

鳥取大学に入職して以来、技術部、研究推進機構、および研究推進部の皆様と共に取り組んできた成果をこのような形で結実させることができましたのは、ひとえに皆様のお力添えの賜物であり、ここに厚く御礼申し上げます。また、TC カレッジ 榎見吉朗事務統括部門長には TC カレッジにおける助言はもとより、鳥取大学在職中から今日に至るまで多面的なご協力をいただきました。あわせて、TC カレッジ受講生、とりわけマネジメント系コースの皆様と切磋琢磨しながら学ぶ貴重な機会を得られたことに感謝いたします。さらに、理化学研究所におきましても、機関内外の多くの方々より多大なるご支援と有益なご助言を賜りました。特に、故油谷克英先生には、日頃の研究や業務のみならず、科学に携わる喜びや、研究に向き合うべき真摯な心構えをご教示いただきました。先生から受け継いだその精神は、現在の私の活動の根幹として今なお生きており、今後も後進へと継承していく所存です。

本論文は、これら全ての関係者の皆様からのお力添えによって得られた成果です。本稿を閉じるにあたり、改めて深く感謝申し上げます。

付録

技術詳細

本付録では、本文中で言及した技術的知見の一部について記述する。

遺伝子組換えタンパク質の発現

・発現ベクターの構築

遺伝子組み換え技術を用いたタンパク質調製では、宿主細胞を遺伝子改変することで、強制的にタンパク質を製造させることが可能である。この時、遺伝子組み換えを行うための発現ベクターを構築することが必要となる。著者らのチームでは、大腸菌細胞を主として扱っており、T7 プロモーター下で転写される pET シリーズと呼ばれる発現ベクターを基本的には使用していた(6-1)。一般的には、目的タンパク質の精製度や効率性を向上させるため、目的遺伝子にアフィニティータグの付加が行われるが、所属チームが主に扱っていた好熱菌や超好熱菌由来のタンパク質は熱安定性が高く、温度処理による夾雑タンパク質の変性操作を精製工程に組み込むことができた(6-2)。そのため、アフィニティータグを付加することなく、数回のカラムクロマトグラフィーによって、結晶化が可能な品質のタンパク質を調製することができた。余分なアミノ酸配列が付加されることなく目的タンパク質の構造解析を行うことができる点は、構造解析を行う上で大きなメリットの一つである。

実験行程を細かく見ると、目的遺伝子の増幅(PCR)、電気泳動、ゲルからの DNA 抽出及び精製、脱リン酸化処理(発現ベクター)、制限酵素消化、ライゲーション、形質転換、培養、プラスミド抽出・精製、DNA シーケンシングによる配列確認などの実験操作があった。当時はまだ制限酵素消化とライゲーションを行うことでクローニングを行っており、基本的には NdeI, BamHI(必要に応じて NcoI, BglII)を使用していた。本文中にも記載した通り、各工程を可能な限り細分化してマニュアルを整備し、各種バッファー、電気泳動用ゲルなどの汎用試薬を大量に調製・分注・保存し、チーム内で共用することで、実験の効率化と迅速化を図った。当時活用していたマニュアル(初心者版)を例示する(図6-1)。

SDS-PAGE ゲル作製

要求ゲル濃度	15%
ゲル枚数	3枚

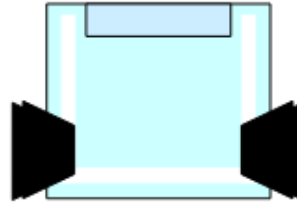
日付	
開始時間	
終了時間	
所要時間	

○用意するもの

ピーカー (各1個)	分離ゲル用	50 ml以上のもの	<input type="checkbox"/>
	濃縮ゲル用	50 ml以上のもの	<input type="checkbox"/>
ゲル板		3セット	<input type="checkbox"/>
コーム(白い 16サンプル用)		3個	<input type="checkbox"/>
MilliQをピーカーに入れたもの		42 ml以上を入れておく	<input type="checkbox"/>
APS		210 μ l以上を溶かしておく	<input type="checkbox"/>

＜ガラス板を組み立てる＞

1. ガラス板のゲル接触面をきれいにする
 100% エタノール
 キムワイブ
 を使用する。
 ↓
2. ガラス板を組み立て、試薬を注ぎやすいように並べる
 注意点 ゲル接触面には触れない
ゲル接触面を内側にする
ガラス板がずれていないかを確認する
ガラス板と実験台が水平になるようにする



＜分離ゲルの作製＞

1. 以下の試薬を、濃縮ゲル用ピーカーにとって混ぜる

30%アクリルアミド	12 ml	<input type="checkbox"/>
0.4 SDS	6 ml	<input type="checkbox"/>
MilliQ	6 ml	<input type="checkbox"/>
15% APS	120 μ l	<input type="checkbox"/>

2. 以下の道具が揃っているかを確認する
6mlに揃えてある10ml マイクロピペット (チップをつけておく)
1ml マイクロピペット (チップをつけておく)
 ↓
3. TEMEDを下記の分量をとり、数回ピペッティングした後、よく混ぜる

TEMED	24 μ l	<input type="checkbox"/>
-------	------------	--------------------------

 ↓
4. ガラス板1セットにつき、6ml加える
 ↓
5. その上に、MilliQを500 μ l~1mlをチップを横に動かしながら均一に加える
 ↓
6. ゲル板を軽く机にたたきつけ、泡を除く(「トントン」とする)
 ↓
7. 他の人の邪魔になるべくならないようにゲル板等を奥に動かしておく
 ↓
8. ゲルが固まるまで(30分以上)放置する
 (APSは4°Cのショーケースに置いておく) 時 分

図6-1) マニュアル例(SDS-PAGE 作製方法)

＜濃縮ゲルの作製＞

1. 分離ゲル上にある水をきれいに除く
- ↓
2. 試薬を注ぎやすいように、ゲル板を並べる
- ↓
3. 以下の試薬を、濃縮ゲル用ピッカーにとり、混ぜる

3%アクリルアミド	9 ml	<input type="checkbox"/>
15% APS	90 μ l	<input type="checkbox"/>

- ↓
4. 以下の道具が揃っているかを確認する
1ml マイクロピペット (チップをつけておく)
- ↓
5. TEMEDを下記の分量をとり、数回ピペティングした後、よく混ぜる

TEMED	9 μ l	<input type="checkbox"/>
-------	-----------	--------------------------

- ↓
6. ガラス板1セットにつき、2mlを1mlマイクロピペットで加える
この時、ゲル板いっぱいには溢れそうになったら、そこで加えるのをやめる
- ↓
7. もしこの時、気泡があったら、取り除く
わざと溢れるか溢れないかまでのぎりぎりのところまで注ぎ、
気泡をマイクロピペットで吸い込むことで取り除く
- ↓
8. コーム(白いやつ)を濃縮ゲルにはめる
左右が極端にずれてないかを確認する
- ↓
9. 他の人の邪魔になるべくならないようにゲル板等を奥に動かしておく
- ↓
10. ゲルが固まるまで(30分以上)放置する 時 分

＜ゲルが完全に固まったら＞

1. キムタオルの上で、ゲル板のスペーサー(半透明のコの字型のもの)をはずす
このとき、液がスペーサーのところにあれば、取り除く
- ↓
2. ラップを用意して、適当な大きさに切る
- ↓
3. ラップの上にゲル板を置き、
適当な大きさにたたんだキムワipeを
コーム(白)の下の辺りに当てて、MilliQをかける
(キムワipe全般にMilliQが行き渡らせて乾燥を防ぐ)
- ↓
4. ゲル板をラップで包み込み、名前等を記入する

名前	PHS番号
ゲル濃度	日付

12% ■ のマジックペンを使用する
15% ■ のマジックペンを使用する

- ↓
5. 4℃の所定の位置に保存する
- ↓
6. SDS-PAGEゲル表に記載する

図. 6-1) マニュアル例(SDS-PAGE 作製方法) 続き

・部位特異的変異導入法の Tips: 網羅的な点変異型作製の経験からの考察

部位特異的変異導入は Agilent 社の QuikChange II Site-Directed Mutagenesis Kits を使用していた(図6-2)。実験開始当初は供給元のプロトコルに沿ってプライマーを設計していたが、推奨条件ではない場合でも変異型の作製が可能かどうかとも試行錯誤しながら作製した。

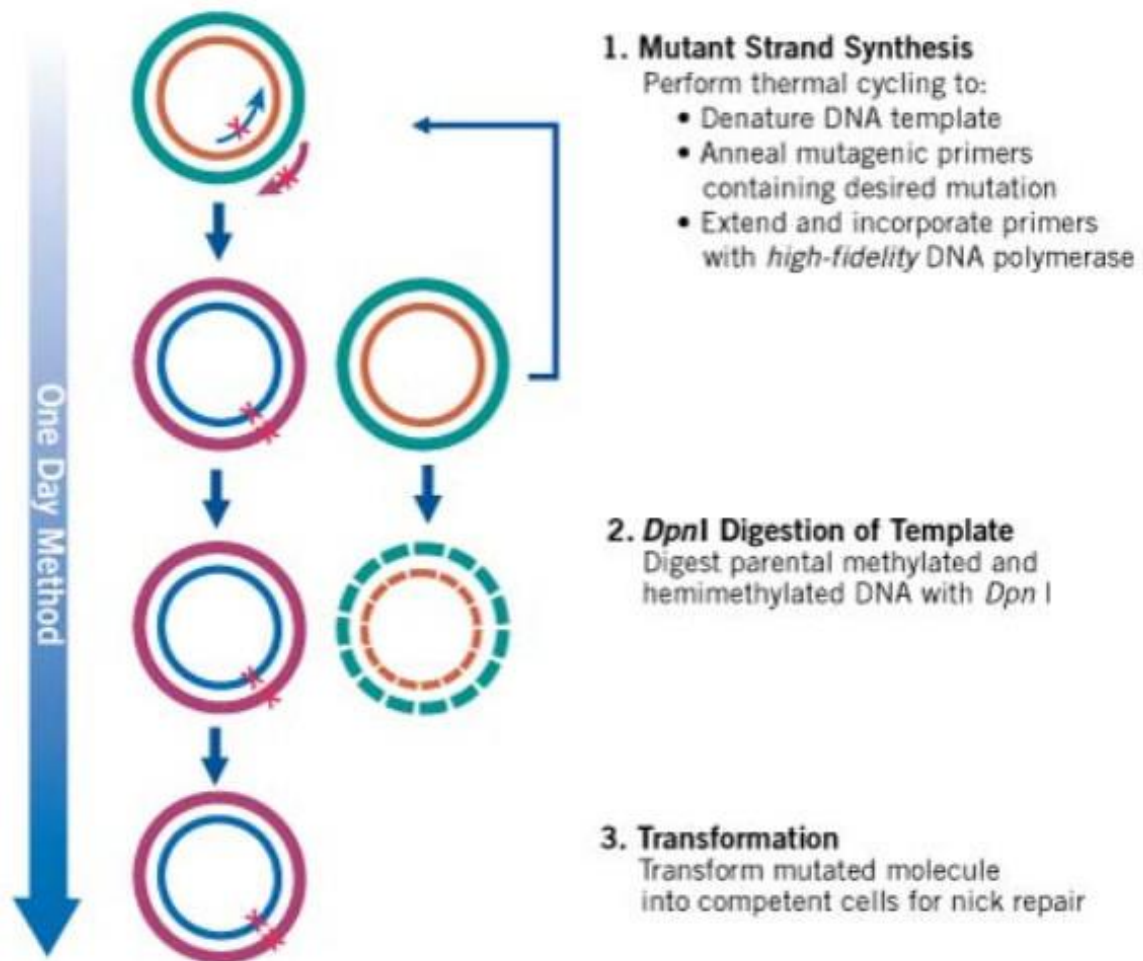


図6—2) 部位特異的変異導入法の概略

(Agilent 社 QuikChange II Site-Directed Mutagenesis Kits)

【マニュアル推奨のプライマー条件】 マニュアルでは以下の条件を推奨していた。

- ① T_m は 78°C以上となるように設計する
- ② 変異導入部位の位置はプライマーの真中に挿入されるように設計する
変異導入する塩基の両隣に 10 ~ 15 塩基の相同配列を配置する
- ③ GC 含量は 40%以上
- ④ プライマーの末端は一つ以上の G(または C)を含ませる
- ⑤ Fast Polynucleotide Liquid Chromatography (FPLC) もしくは Polyacrylamide Gel Electrophoresis (PAGE) で精製

経験上、次の条件でも可能であった

- ① T_m の最低は 68°C(最高は 84°C)
- ② 変異部位の隣が 8 塩基 (反対側 15 塩基 等)でも可能
- ③ GC 含量は最小 32.4%(最大 66.7%)
- ④ 含まなくても OK(ただし、一例だけしか試していない)
- ⑤ 脱塩グレードでも可

*上記条件は重複しておらず、アニーリング温度については適宜検討を行った。

・遺伝子組み換え体の培養

スモールスケール培養による発現確認と大量発現

構築した発現ベクターを用いて形質転換を行った大腸菌細胞について、遺伝子マーカーに応じた抗生物質を含んだ少量(3-4ml)の LB 培地で培養し、タンパク質が発現しているかどうかを確認していた。遠心分離操作による集菌を行った後に細胞を破碎(必要に応じて熱処理やスピнкаラムによる簡易精製)し、電気泳動によって発現を確認した。また、必要に応じてグリセロールストックを作製した。

スモールスケールで発現が確認された細胞は、発現レベルに応じて数~数十 L スケールで培養した。集菌及び Buffer による洗浄操作を行った後、1本のチューブに集約して-80°Cで冷凍保存を行った。この時、少量の菌体を別に採取し保存しておき、スモールスケールの時と同様に発現を確認した。

本実験項目における Tips を以下に記載しておく。

●アガロースゲルからの DNA 抽出の際にガラスウールを使用していた。ガラスウールは細かな繊維状のため取り扱いを注意しながら、600 μl 用チューブに詰め込みチューブラックに保存しておいた。使用前に、600 μl チューブの底部に押しピンで穴を開け、蓋を開けた 1.5 ml チューブの上に重ねてセットした。ガラスウールの上に切り出したゲル片を載せ、遠心分離を行うことで、溶出成分が下の 1.5 ml チューブに回収

されるようにした。液状に近くなったゲルを、フェノール・クロロホルム・イソアミルアルコール処理 (PCI 法) やアルコール沈殿などの処理により精製した。

●結晶構造解析には大量のタンパク質が必要となるため、遺伝子組み換え体の大量培養が必要になる。そのため、5 倍濃度の培地を調製後、希釈により調製していた。当初は 10 倍濃度で行っていたが、粘性が高くなり扱いにくかったため、操作性を考慮すると 5 倍濃度程度が適当であった。

●寒天培地を大量に調製する際は、一般的な三角フラスコ等に代わりに市販のやかんを使用していた。オートクレーブの際には、培地を入れたやかんをアルミホイルでカバーした。フラスコに比べ、注ぎ口と取っ手のある「やかん」はハンドリングに優れている。大量のシャーレに培地を分注する際に安定して注げるため、プレート作製が非常にスムーズである。

●代表的な抗生物質であるアンピシリンは 50%エタノールを用いて調製し、分注後に保存していた。50%エタノールは -20°C 保存でも凍結せず、冷凍庫から取り出した直後にすぐに使用できるため、凍結融解の手間を省くことができる。

●省略可能な場合に限るが、タンパク質発現の際に IPTG 誘導を省略していた。誘導が無くても発現されるタンパク質も存外多いので、この方法を検討する価値はあると考える。誘導を省略することで発現量が減少する場合もあるが、誘導操作と培養量増加の手間を比べると、誘導を行わない方が良い場合も少なくなかった。

・タンパク質精製

プロジェクト当初は、ÄKTA explore 10S (旧 GE Healthcare) のスカウティング機能を用いることで、各カラム・Buffer 条件におけるタンパク質の挙動を確認してから精製を行っていた。プロジェクトの進展に伴い手法の確立が図られたため、筆者が指導を受ける段階では一定のプロトコルが整備されていた。こうした仕組みの構築及び標準化は、作業効率の向上のみならず、経験の浅いパートタイマー職員等であっても円滑な業務遂行を可能にする一助となった。

冷凍保存していた大腸菌細胞から抽出したタンパク質溶液を熱処理及び遠心分離を行った後、回収した上清を以下のクロマトグラフィーカラムに供与して精製した。

○陰イオン交換カラム: SuperQ Toyopearl 650M (Tosoh)

○陰(または陽)イオン交換カラム: RESOURCE Q(または RESOURCE S)

○ハイドロキシアパタイトカラム : Bio-Scale CHT Type I (BIO-RAD)

○ゲル濾過カラム : Superdex prep-grade column (GE Healthcare)

なお、脱塩操作及び Buffer 交換は HiPrep 26/10 desalting column を用いた。

各クロマトグラフィーは、基本的には使用する HPLC、Buffer を固定化し、グラジエントによる溶出を行う際にも条件をある程度固定化することでルーティン化した。目的タンパク質の溶出は、電気泳動により確認して溶出画分を回収した。

アフィニティータグが付加されたタンパク質の場合は、アフィニティーカラムによる精製を最初に行った後、同様に他の複数カラムによる精製を行った。タグと目的タンパク質の間にプロテアーゼ認識配列が挿入されていてタグの除去が可能な場合は、除去及び精製後に結晶化に供した。本実験項目における Tips を以下に記載しておく。

●カラムによる脱塩操作には ÄKTA prime (旧 GE Healthcare 社製) を使用していた。作業時間の短縮を目的として、Method の終了を待たずに回収済みの画分から順次採取し、Bradford Protein Assay (BIO-RAD 社製) などを用いてタンパク質の有無を簡易的に確認し、次の行程の準備を並行して進めた。なお、簡易的なタンパク質の確認作業は様々な行程で重宝するため、あらかじめ分注したチューブを大量に調製して 4°C で保存していた。

●目的のタンパク質画分は 50ml チューブに回収した後に ÄKTA explore 10S 等に供与した。シリンジによるサンプル注入の際には、先端及び根本を切断したチップを装着して用いることで、迅速かつ容易に注入できるようにした。また、シリンジとチューブは 4°C で保存しておき、僅かに残ったタンパク質溶液を精製前サンプルとして SDS-PAGE 等で使用した。

●染色した SDS-PAGE のゲルを脱色する際には、脱色液にキムワイプを入れてラップした後に電子レンジで加熱した。その後、脱色液から水に交換した後にも同様に加熱して脱色した(現在ではさらに便利なキットが販売されている)。

●ルーティンプロトコルでは、イオン交換クロマトグラフィーを 2 段階で行い、1 段階目には粗精製用カラム、2 段階目には高分解能カラムを用いた。1 回目の精製画分を回収後、塩を含まないバッファーで 3 倍量に希釈してイオン強度を下げて、そのまま次段階のカラムに供した。これにより、工程間の脱塩操作を省略し、精製プロセスの効率化を図った。

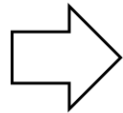
・試料調製マネジメント: CutA1 変異型タンパク質調製の迅速化

プロジェクト開始当初、CutA1 タンパク質は他のタンパク質と同様のプロトコルで精製していたが、本文中で述べたようにスピード化が求められていた。顕著な熱安定性を活用した精製方法を考案し、図6-3のように変更することで精製工程のスピードアップを図った。ポイントは、律速段階であったカラムクロマトグラフィーをゲルろ過クロマトグラフィー1工程のみに削減したことである。また、試料の濃縮工程に硫酸沈殿(硫酸分画)を採用することで、精製操作や濃縮時間短縮を実現しただけでなく、遠心分離のみでの処理が可能となった。これらの改良により、複数のサンプルを並行して処理できるプロトコルに変更され、精製工程全体の大幅な高速化を達成した。

【Default プロトコル】
1週間で1サンプル程度

破碎後の遠心操作から記載

↓
Centrifugation(4° C, 15000 rpm, 30 min)
↓
Heat-treated at 90° C for 13 min
↓
Centrifugation(4° C, 15000 rpm, 90 min)
↓
HiPrep 26/10
↓
SuperQ TOYOPEARL 650M
↓
RESOURCE Q
↓
CHT20-I
↓
HiLoad 16/60 Superdex 200



【改良版】
1日で複数サンプルの調製が可能に

(改良版)
↓
Centrifugation(4° C, 15000 rpm, 30 min)
↓
上清を回収し、3M 硫酸アンモニウムを等量混合
↓
Centrifugation(4° C, 15000 rpm, 30 min)
↓
Heat-treated at 90° C for 13 min
↓
Centrifugation(4° C, 15000 rpm, 30 min)
↓
上清を回収し、3M 硫酸アンモニウム 等量混合
↓
Centrifugation(4° C, 15000 rpm, 30 min)
↓
沈殿
↓
20 mM Tris-HCl(pH 8.0)
↓
HiLoad 16/60 Superdex 200

図6-3) 顕著な熱安定性を利用して改良した CutA1 変異型精製プロトコル

参考文献・参考資料

(6-1) ”タンパク質は必ず発現させることができる！ タンパク質研究の最前線から経験と技術の蓄積を伝授” Sigma-Aldrich Lab & Production Materials

(6-2) 倉光成紀, ”「高度好熱菌丸ごと一匹プロジェクト — 基本的生命現象の機能発見からシステム生物学へ —」に向けて必要な技術開発”, 生産と技術 第 61 巻 第2号(2009)