

平成 30 年度科学技術試験研究委託費
先端研究基盤共用促進事業
(新たな共用システムの導入・運営)

国立大学法人北海道大学
委託業務成果報告書

令和元年 5 月

本報告書は、文部科学省の科学技術試験
研究委託事業による委託業務として、国
立大学法人北海道大学が実施した平成 30
年度「新たな共用システムの導入・運
営」の成果をとりまとめたものです。

目次

I. 委託業務の目的	
1. 1 委託業務の題目	1
1. 2 委託業務の目的	1
II. 平成 30 年度の実施内容	
2. 1 実施計画	1
2. 2 実施内容	4
研究機関全体での取組内容	4
研究組織別の取組内容	5
研究組織名：One Health に貢献するオープンファシリティユニット (OHOU)	5
研究組織名：ナノ物質科学・バイオサイエンス顕微解析ユニット (MANBOU)	15
III. 次年度以降の実施内容	21

I. 委託業務の目的

1. 1 委託業務の題目

「新たな共用システムの導入・運営」

1. 2 委託業務の目的

研究開発への投資効果を最大化し、最先端の研究現場における研究成果を持続的に創出し、複雑化する新たな学問領域などに対応するため、研究設備・機器を共用するシステムを導入、運営する。

北海道大学においては、創成研究機構グローバルファシリティセンター（以下、「GFC」という。）を事業統括部局として、部局独自の共用施設を全学横断的に連携させた「オープンファシリティプラットフォーム」に新たに参画する共用施設を開拓すると同時に既存の共用施設を強化する施策を遂行する。以下に「新たな機器共用システム」を導入・運営し、本部組織と一体となり機器共用推進する2ユニットの業務目的を示す。

II. 平成30年度の実施内容

2. 1 実施計画

GFCが本学における統括部局として引き続き事業の円滑な推進を図る。引き続き本事業専任の事務補佐員を1名雇用し、次世代共用化プロジェクト連携室(FUTURE)にてwebサイトの運営等を行う。各研究組織の運営委員会にGFCが参加し、全学的な研究基盤戦略の浸透を行う。学内の各研究組織の代表を集めた合同ミーティングやシンポジウムを開催し、情報共有を図る。

【研究組織名：One Healthに貢献するオープンファシリティユニット】

①共用システムの運営

1)保守管理の実施計画

本事業推進にあたり、フローサイトメーター（ローダ有）、フローサイトメーター、共焦点レーザー顕微鏡（倒立）、共焦点レーザー顕微鏡（正立）、透過型電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡、安定同位体質量分析装置（安定同位体MS）、液体クロマトグラフィー質量分析装置（LC/MS）、ガスクロマトグラフィー質量分析装置（GC/MS）、X線照射装置、バーチャルスライドシステムについて保守契約を締結する。

2) スタッフの配置計画

- ・ 技術補助員（1名）：研究機器部門における、質量分析装置類の保守、メンテナンス、及び新たな共通機器室の整備

3) 共用機器の総稼働時間の向上計画

- ・ 平成29年度にオープンファシリティ化する機器に加え、平成30年度は新規に透過型電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡、LC/MS、GC/MS、GC/ECD、オールインワン蛍光顕微鏡、次世代シークエンサー、表面プラズモン共鳴測定装置、蛍光スキャナーについて全学システムへの登録を図る。利用料金の策定を行い、全学で運営するオープンファシリティシステムへの登録を行う。また機器予約システムに掲載し、獣医学研究院内での運用を開始する。
- ・ 平成30年度は、フローサイトメーター（ローダ有）、フローサイトメーター、セルソーター、次世代シークエンサー、共焦点レーザー顕微鏡（倒立）、共焦点レーザー顕微鏡（正立）、透過型電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡、安定同位体MS、LC/MS、GC/MS、GC/ECDについて、講習会を実施する。

4) その他、特徴的な取組

- ・ 共同利用機器施設運営委員会のもとに、OHOU運営専門委員会を設置し、運営にあたる。委員長は共同利用機器施設運営委員長とし、動物実験施設委員長、及び全体を総括するコーディネーターを配置する。各機器の運用担当教員を配置し、ワーキンググループを構成する。
- ・ 技術職員に関して、学会などにおける発表や、講習会への参加によるスキルアップを積極的に奨励する。

【研究組織名：ナノ物質科学・バイオサイエンス顕微解析ユニット (MANBOU)】

①共用システムの運営

1) 保守管理の実施計画

工学研究院・情報科学研究科の複合量子ビーム超高压電子顕微鏡 (ARM-1300) 及び透過型電子顕微鏡 (JEM-2010、JEM-2000ES) とイオン加速器と照射熱負荷試験装置と電子顕微鏡試料作製装置である集束イオンビーム加工装置 (JEM-9320FIB)、Ar イオン研磨装置 (PIPS)、小角散乱装置、農学研究院の走査型電子顕微鏡 (JSM-

6301F と附属機器のプレパレーションチャンバー (Alto2500)、JSM-5310LV)、透過型電子顕微鏡 (JEOL JEM-2100)、理学研究院で管理、運営している透過型電子顕微鏡 (JEM-2010)、医学研究院の透過電子顕微鏡 (JEM-1400)、触媒科学研究所の光電子顕微鏡 (PEEM) について、保守を行う。

各部局の管理代表者と統括部局のGFC複数名から構成される運営委員会を開催し実施計画の立案と承認を行う。各部局の実務担当代表者からなるワーキンググループにより保守管理を実施する。

2) スタッフの配置計画

- ・技術補助員 (1名) : 事業担当職員として工学研究院に配置。ユーザーの技術的サポート (ナノ物質科学の顕微解析のための電子顕微鏡試料の作製) 及び委託業務を担当する。
- ・事務補助員 (1名) : 事業担当職員として工学研究院に配置。ユーザーの共用に関わる利用申請や講習会などの事務手続を担当する。

3) 共用機器の総稼働時間の向上計画

以下の実施を計画し、総稼働時間の向上を進める。

- ・これまで利用したことがない学生や研究者に対する講習会の実施
- ・ユーザーサポートの充実
- ・事業担当職員と連携した共用機器の効率化
- ・ワンストップ窓口の設置

4) その他、特徴的な取組

- ・電子顕微鏡試料作製に関するユーザー向けの中級者講習会を1回実施 (学生向けのトレーニング講座や若手研究者の育成として開講)
- ・電子顕微鏡の操作に関するユーザー向けの中級者講習会を1回実施 (学生向けのトレーニング講座や若手研究者の育成として開講)
- ・ユーザーミーティングを1回実施 (異分野の融合領域研究の創出や利用者の増員を図るため)
- ・技術者交流会を1回実施 (電子顕微鏡と電子顕微鏡試料作製の最新の情報交換を図り、技術専門職のスキル向上・キャリア形成のため)
- ・試料作製受託窓口の拡充 (産学連携ユーザーや初めて電子顕微鏡を利用するユーザー対応のため)

2. 2 実施内容

《研究機関全体での取組内容》

1. 大学及び研究機関の経営・研究戦略等における共用システムの位置づけ

GFC は、本学の特長である高度な研究設備・機器を学内外に共用する全学的な共用システムである「オープンファシリティシステム」を管理・運営している。このオープンファシリティシステムを、本学では、第 3 期中期目標・中期計画において、世界水準の研究基盤共用プラットフォームの形成に昇華させ、研究力を強化するための基盤となるべく取組を進めている。平成 30 年度も引き続き、GFC が中心となり本事業を統括し、大学のガバナンスのもとで共用体制を構築した。

2. 既存の共用システムとの整合性

平成 30 年度も、既存の共用システムであるオープンファシリティとの整合性を図るため、各研究組織に設置される運営委員会に GFC のメンバーを委員として配置したほか、持続可能な料金制度の検討と整備、オープンファシリティシンポジウムの実施等を通じ、大学の研究基盤戦略と一体となった運用を行った。

3. 研究分野の特性等に応じた運用・利用料金等の規定の整備

本学では、次世代研究基盤戦略のもと、部局(研究組織)の共用の取組の横串ネットワークとして「オープンファシリティプラットフォーム」を形成している。平成 30 年度も、このオープンファシリティプラットフォーム連絡会を開催し、共用化の課題、運用の課題等に関して、各研究組織から挙げた意見を共有することで、各研究組織の研究分野に応じた共用化を促進した。

4. 事業終了後の自立化に向けた取組

事業終了後も本事業の共用機器に関して継続的な運営を視野に GFC が運営するオープンファシリティに登録を促し、研究機器の学内外の利用を推進した。

また本事業のホームページ (<https://aces.gfc.hokudai.ac.jp/future/sky/>) JASIS2018 (開催期間：平成 30 年 9 月 5 日～7 日) での展示においても本事業の取組を発信し、学外利用者の獲得、情報の発信に努めた。これらの結果、平成 30 年度のオープンファシリティの利用は、過去最高の利用時間 (34,000 時間超) となった。また、オープンファシリティへの登録数も 191 台となり、共用機器の充実に繋がった。

《研究組織別の取組内容》

【研究組織名：One Health に貢献するオープンファシリティユニット (OHOU)】

①共用システム運営

1) 保守管理の実施状況

本事業推進にあたり、フローサイトメーター（ローダ有）（FACS Verse、OHOU-2）、フローサイトメーター（FACS Verse、OHOU-3）、共焦点レーザー顕微鏡（倒立）（LSM700、OHOU-6）、共焦点レーザー顕微鏡（正立）（LSM700、OHOU-5）、安定同位体質量分析装置（安定同位体MS）（IsoPrime100, vario MICRO cube、OHOU-4）、液体クロマトグラフィー質量分析装置（LC/MS）（LCMS-8030 LC-2010AHT、OHOU-19）、ガスクロマトグラフィー質量分析装置（GC/MS）（FOCUS DSQ II、OHOU-20）、X線照射装置（HF320、OHOU-23）、バーチャルスライドシステム（Nano Zoomer 2.0-RS、OHOU-7）、透過型電子顕微鏡（JEM-1400Plus、OHOU・MANBOU-1）、走査型電子顕微鏡（SU8010、OHOU・MANBOU-2）（MANBOUとの共同管理）について保守契約を締結した。また、高圧蒸気滅菌装置性能検査を実施し、アイソトープ総合センターにおける質量イメージングシステム（ultrafleXtreme、OHOU-10）、（solarix XR-ISH1、OHOU-11）について保守を行った。一元化して保守を行うことにより、使用頻度と機器保守の優先順位が明確になり、機器の老朽化に伴う更新や保守の継続の有無について総合的な判断が可能となった。

2) スタッフの配置状況

- ・ 技術補助員（1名、職名：学術研究員として雇用）を配置し、研究機器部門における、質量分析装置類の保守、メンテナンス、及び新たな共同実験室の整備を行った。また、機器のオペレーティング、学生や若手教員への機器分析の指導や助言を行った。特に、新規で分析機器の使用を希望する教員や外部からの分析依頼により、オープンファシリティ機器を用いた農薬や生理活性物質の分析方法を確立し、外部機関からの分析の依頼や新たな共同研究の開始につながるなど、学術研究員として雇用することにより、技術補助員の業務内容だけではできなかったオープンファシリティ施設の活用が可能となった。

3) 共用化した研究設備・機器の数、稼働率・共用率等の実績

平成29年度にすべての機器の共用化を行ったが、さらに平成30年度は新規に透過型電子顕微鏡（JEM-1400Plus、OHOU・MANBOU-1）、走査型電子顕微鏡（SU8010、OHOU・MANBOU-2）、LC/MS（LCMS-8030 LC-2010AHT、OHOU-19）、GC/MS（FOCUS DSQ II、OHOU-20）、GC/ECD（GC-2014、OHOU-21）、オールインワン蛍光顕微鏡（BIOREVO BZ-9000、OHOU-17）、次世代シーケンサー（Ion Proton、OHOU-13）、表面プラズモン共鳴測定装置（Biacore X100、OHOU-14）、蛍光スキャナー（Typhoon FLA9500BGR、OHOU-16）について、利用料金の策定を行い、全学で運営するオープンファシリティシステムへの登録を行った。また機器予約システムに掲載し、獣医学研究院内での運用を開始した。

研究機器名	稼働率 ^{※1}	共用率 ^{※2}
セルソーター（OHOU-1）	9%	100%
フローサイトメーター（ローダ有）（OHOU-2）	39%	100%
フローサイトメーター（OHOU-3）	46%	100%
安定同位体 MS（OHOU-4）	39%	100%
共焦点レーザー顕微鏡（正立）（OHOU-5）	34%	100%
共焦点レーザー顕微鏡（倒立）（OHOU-6）	41%	100%
バーチャルスライドシステム（OHOU-7）	27%	100%
ポスター作製システム（OHOU-8）	2%	100%
IT 研修システム（OHOU-9）	10%	100%
高分解能質量イメージングシステム（OHOU-10）	45%	100%
超高分解能質量イメージングシステム（OHOU-11）	97%	100%
マルチプレックスアッセイ装置（OHOU-12）	2%	100%
次世代シーケンサー（OHOU-13）	3%	100%
表面プラズモン共鳴測定装置（OHOU-14）	55%	100%
組織切片作成システム（OHOU-15）	7%	100%

蛍光スキャナー(OHOU-16)	1%	100%
オールインワン蛍光顕微鏡(OHOU-17)	16%	100%
ICP/MS(OHOU-18)	38%	100%
LC/MS(OHOU-19)	88%	100%
GC/MS(OHOU-20)	23%	100%
GC/ECD(OHOU-21)	14%	100%
ゲルマニウムγスペクトロメーター(OHOU-22)	100%	100%
X線照射装置(OHOU-23)	3%	100%
モバイルTV会議システム(OHOU-24)	39%	100%
フィールドメディアシステム(OHOU-25)	39%	100%
感染症実験施設(OHOU-26)	100%	100%
化学物質曝露実験施設(OHOU-27)	100%	100%
大型/中型動物実験施設(OHOU-28)	100%	100%
加熱気化水銀測定装置(OHOU-29) ※3	0%	100%
透過型電子顕微鏡(JEM-1400Plus)(OHOU・MANBOU-1)	7%	100%
走査型電子顕微鏡(SU8010)(OHOU・MANBOU-2)	4%	100%

※1：年間勤務時間数（8時間／日×（365日－土日祝日））のうち機器を稼働した時間（共用時間も含む）を指す。

※2：機器を稼働した時間（共用時間も含む）のうち共用に供した時間を指す。

〔共用の定義〕OHOUの場合、獣医学研究院内ですでに共用化していた「共通機器」と、はじめから共用使用を前提に設置された「動物実験施設」及び教室保有から共用化を前提として第6共同実験室に移設を行った機器を合わせて運用を行っているため、ユーザーの全てが共用機器利用となる。そのため、全ての機器の共用率は100%となる。

※3：平成30年度に共用化が決定し、令和元年度より運用を正式に開始した。

4) 共用システムの運営

- ・分野融合・新興領域の拡大について

○ バーチャルスライドを用いた細胞診バンクを構築した。バーチャル

スライドとは、組織標本の顕微鏡画像をコンピュータに取り込み、デジタルデータとして閲覧を可能にしたシステムである。バーチャルスライドは OHOU に登録した機器の一つであるが、さらに GFC より配分されたティーチングアシスタント (TA) 経費を利用して、本学動物医療センターで得られる細胞診サンプルをバーチャルスライドスキャナーで取り込み、細胞診バンクを構築した。これにより、標本のデジタル保管とともに臨床病理学・診断学的な教育及び研究に利用することが可能となった。教員及び学生は、本事業で平成 29 年度にメンテナンスを行ったネットワークを利用し、獣医学研究院の e-learning システムである Glexa や iPad により、細胞診標本を閲覧することができるようになった。

- OHOU の共用施設として特徴的である動物実験施設について、外部への共用化は行っていないが、利用を希望する研究者に対して共同研究として活用している。平成 30 年度、他部局からの利用の希望があり、野生海鳥の飼育を動物実験施設において初めて行った。この種については国内外でも飼育例が非常に少なく、関係機関にデータを提供することができた。平成 30 年度末には、引き続き民間企業からの動物実験施設利用の希望の打診があり、共同研究としてコーディネートし、実際に令和元年度より研究がスタートすることとなった。
 - 平成 30 年度は、安定同位体 MS (IsoPrime100, vario MICRO cube, OHOU-4) を用いた共同研究が多く展開している。この機器は、特に獣医学研究院以外の他部局からの利用が多く、国際学術雑誌に、獣医学研究院教員との共同研究として掲載された。
 - 平成 30 年度に学術研究員を雇用することで、教員や学生の助言や指導を充実させ、また学術研究員による新たな分析方法の確立により、臨床分野との共同研究を新規に開始することができた。その成果については学会などで発表済みである。
- ・若手研究者や海外・他機関から移籍してきた研究者の速やかな研究体制構築 (スタートアップ支援) について
- 平成 30 年度に獣医学研究院において、本学の外国人招へい教員制度を利用して、3 名の外国人招へい教員 (フランス、ポルトガル、南アフリカ) を雇用した。この 3 名はいずれも第 6 共同実験室を研究及び教育のために利用しており、化学分析機器の設置と運営、及びメンテナンスの一極化により、来日後に効率よくスタートアップ

を図ることができた。

- また、平成 30 年度にザンビア・モンゴルより若手研究員を招へいし、OHOU 登録機器を用いた研修を実施した。その際、新設した第 6 共同実験室を使用し、集中した研修を実施することで短期間でも技術の向上を図ることができた。（図 1）



図 1. 研修の様子

- ・ 試作機の導入・利用等による技術の高度化について
平成 30 年度は該当なし。

- ・ ノウハウ・データ共有について

ステロイド分析について、新たに複数のステロイドを LC/MS (LCMS-8030 LC-2010AHT、OHOU-19) で分析する方法を確立した。この方法については、OHOU 学術研究員 (現在は卓越大学院学術研究員) により後述する学会での発表を行っている。

バーチャルスライドを用いた細胞診バンクを構築した。GFC より配分されたティーチングアシスタント (TA) 経費を利用して、本学動物医療センターで得られる細胞診サンプルをバーチャルスライドスキャナーで取り込み、細胞診バンクを構築した。これにより、標本のデジタル保管とともに臨床病理学・診断学的な教育及び研究に利用することが可能となった。

- ・技術専門職のスキル向上・キャリア形成について
- 新たに開設した第6共同実験室の運営により専門知識が必要とされることに加え、これまで雇用していた技術補助員の学会における研究発表や論文の業績が認められたことから、平成30年度には技術補助員から学術研究員としての雇用に変更した。また、化学分析機器のメンテナンスや活用、学生への講習に関する業績が高く評価され、平成30年11月より、卓越大学院プログラムにおける学術研究員として雇用されることとなり、OHOUでの経験を経て、着実にキャリアアップを図ることができた。
- OHOUで雇用した学術研究員には学会での発表や国際学術雑誌への論文の投稿を奨励している。平成30年度には下記の実績を得ている。

[原著論文] 下線はOHOUで雇用した学術研究員

- (1) Ikenaka Y, Fujioka K, Kawakami T, Ichise T, Bortey-Sam N, Nakayama S.M.M, Mizukawa H, Taira K, Takahashi K, Kato K, Arizono K, Ishizuka M. Contamination by neonicotinoid insecticides and their metabolites in Sri Lankan black tea leaves and Japanese green tea leaves. *Toxicology Reports*. 5: 744-749 (2018)
- (2) Yamamoto K, Ikenaka Y, Ichise T, Bo T, Ishizuka M, Yasui H, Hiraoka W, Yamamori T, Inanami O. Evaluation of mitochondrial redox status and energy metabolism of X-irradiated HeLa cells by LC/UV, LC/MS/MS and ESR. *Free Radical Research*. 52: 648-660 (2018)
- (3) Nakayama SMM, Morita A, Ikenaka Y, Mizukawa H, Ishizuka M. A review: Poisoning by Anticoagulant Rodenticides in Non-Target Animals Globally. *JVMS* 81(2):298-313 (2019)
- (4) Ikenaka Y, Miyabara Y, Ichise T, Nakayama SMM, Nimako C, Ishizuka M, Tohyama C. Exposures of children to neonicotinoids in pine wilt disease control areas. *Environ Toxicol Chem*. 38(1):71-79. (2019)

[学会発表]

- (1) 一瀬貴大、池中良徳、Aksorn Saengtienchai、中山翔太、水川葉月、石塚真由美、誘導体化 LC/MS/MS 法による血漿中のステロイドホルモンおよびその抱合体代謝物 35 種類の一斉分析法の開発とその応用、

第 27 回環境化学討論会、平成 30 年 5 月 22 日～5 月 25 日、沖縄県市町村自治会館、那覇市、沖縄県（ポスター）

- (2) 池中良徳、一瀬貴大、ニマコ コリンズ、市川剛、水川葉月、中山翔太、有菌幸司、石塚真由美、ネオニコチノイド系殺虫剤のヒト健康影響評価問題点の整理と今後の研究課題、第 27 回環境化学討論会、平成 30 年 5 月 22 日～5 月 25 日、沖縄県市町村自治会館、那覇市、沖縄県（口頭）
- (3) 三津橋嵩史、池中良徳、一瀬貴大、Aksorn Saengtienchai、中山翔太、水川葉月、河合正人、南保泰雄、石塚真由美、誘導体化液体クロマトグラフィー質量分析法（LC/MS 法）によるエクイリン・エクイレニンを中心とするステロイドホルモン多成分一斉分析メソッドの開発及びその応用、第 161 回日本獣医学会学術集会、平成 30 年 9 月 11 日～12 日、つくば国際会議場（口頭）
- (4) 山村快哉、武田一貴、中山翔太、川合佑典、森田鮎子、池中良徳、小松謙之、北山知代、近藤理美、石塚真由美、環境汚染物質と淡水ガメ～環境中でのリスクアセスメント～、第 6 回淡水ガメ情報交換会、平成 31 年 2 月 23 日～24 日、東邦大学 習志野キャンパス、習志野市（口頭）
- (5) Shouta M.M. NAKAYAMA, Ayuko MORITA, Yoshinori IKENAKA, Yusuke K. KAWAI, Kazuki TAKEDA, Hazuki MIZUKAWA, Chihiro ISHII, Keisuke SAITO, Yukiko WATANABE, Masaki ITO, Natsuo Ohsawa, Mayumi ISHIZUKA. Avian interspecific differences in VKOR activity and inhibition: Amino acid sequence and mRNA expression ratio of VKORC1 and VKORC1L1. 2018 International Meeting on 22nd MDO and 33rd JSSX. 1st Oct ~ 5th Oct 2018. Ishikawa Ongakudo Hall, Kanazawa (Poster)
- (6) Shouta M.M. NAKAYAMA, Ayuko MORITA, Yoshinori IKENAKA, Yusuke K. KAWAI, Kazuki TAKEDA, Hazuki MIZUKAWA, Chihiro ISHII, Keisuke SAITO, Yukiko WATANABE, Masaki ITO, Natsuo Ohsawa, Mayumi ISHIZUKA. Avian interspecific differences in rodenticide sensitivity: amino acid sequence and mRNA expression ratio of VKORC1 and VKORC1L1. SETAC North America 39th Annual Meeting. 4th ~ 8th Nov 2018. Sacramento Convention Center, CA, USA（口頭）
- (7) Ayuko Morita, Kazuki Takeda, Kosuke Manago, Shouta M.M. Nakayama, Yusuke Kawai, Yoshinori Ikenaka and Mayumi

- Ishizuka, Pharmacokinetic/pharmacodynamic analysis of first-generation anticoagulant rodenticide warfarin with Egyptian fruit bats (*Rousettus aegyptiacus*) for risk assessment of Bonin fruit bats (*Pteropus pselaphon*), International CHEMICAL HAZARD Symposium 2019, 20th March 2019, Hokkaido University (Poster)
- (8) Takahiro Ichise, Yoshinori Ikenaka, Takashi Mithuhashi, Shouta M.M. Nakayama, Mayumi Ishizuka, Development of simultaneous analysis method of equine steroid hormones by using LC/MS/MS and elucidation of seasonal variations during the pregnancy, International CHEMICAL HAZARD Symposium 2019, 20th March 2019, Hokkaido University (Poster)
- (9) Kazuki Takeda, Ayuko Morita, Yoshinori Ikenaka, Shouta M.M. Nakayama, Mayumi Ishizuka, Comparison of two reducing agent dithiothreitol and tris(3-hydroxypropyl)phosphine for in vitro assay of vitamin K epoxide reductase (VKOR), International CHEMICAL HAZARD Symposium 2019, 20th March 2019, Hokkaido University (Poster)

・共用施設を利用した教育・トレーニングについて

- 学生の育成のため、共用機器として登録している機器のうち安定同位体 MS (IsoPrime100, vario MICRO cube、OHOU-4)、共焦点レーザー顕微鏡（正立）(LSM700、OHOU-5)、共焦点レーザー顕微鏡（倒立）(LSM700、OHOU-6)について大学院生対象の演習を行った。安定同位体 MS については年 1 回で 20 名、共焦点レーザー顕微鏡については年 2 回で各々 18～20 名の参加があった。
- バーチャルスライドシステム (Nano Zoomer 2.0-RS、OHOU-7) について、獣医系大学 16 大学から構成される獣医解剖学会との学外連携により全国展開による利用を促進した。バーチャルスライドに蓄積されたデータは各大学にて解剖学の教育に用いられており、このような教育を目的とした本活動については今後も支援する。臨床－基礎系研究の橋渡しを目的として、バーチャルスライド試料準備のために、リサーチアシスタントを活用した（「分野融合・新興領域の拡大について」に詳細を記載）。
- OHOU で登録されている IT 研修システム (OHOU-9) における端末の一括管理システムを更新し、より授業を管理しやすいシステムを構築した。平成 30 年度は、この新たなシステムを用いて、ドッキング

シミュレーション、生物統計学などデータサイエンスの授業が実施された。また、IT 研修システムは、試験などにも利用されているほか、学生らのコンピューターを用いた自主学習のために 24 時間開放し、利用を進めている。

- OHOU の特徴あるオープンファシリティ施設として登録した動物実験施設について、多くの研究室が教育・研究の目的で利用をしている。施設の利用前には動物施設運営委員会による講習会を開催し、動物福祉、バイオセキュリティなどの観点も含めて、適切な動物実験についての指導を行い、実験計画書の提出と利用者登録の上で利用している。
- 平成 30 年度は、フローサイトメーター（ローダ有）(FACS Verse、OHOU-2)、フローサイトメーター(FACS Verse、OHOU-3)、セルソーター(FACS Aria II、OHOU-1)、次世代シーケンサー(Ion Proton、OHOU-13)、共焦点レーザー顕微鏡（倒立）(LSM700、OHOU-6)、共焦点レーザー顕微鏡（正立）(LSM700、OHOU-5)、透過型電子顕微鏡(JEM-1400Plus、OHOU・MANBOU-1)、走査型電子顕微鏡(SU8010、OHOU・MANBOU-2)、安定同位体 MS(IsoPrime100, vario MICRO cube、OHOU-4)、LC/MS(LCMS-8030 LC-2010AHT、OHOU-19)、GC/MS(FOCUS DSQ II、OHOU-20)、GC/ECD(GC-2014、OHOU-21)について大学院生を対象に講習会を実施した。なお、安定同位体 MS(IsoPrime100, vario MICRO cube、OHOU-4)、LC/MS(LCMS-8030 LC-2010AHT、OHOU-19)、GC/MS(FOCUS DSQ II、OHOU-20)、GC/ECD(GC-2014、OHOU-21)については、獣医学研究院以外の学生に対してのユーザー講習会も実施した。
- 大学院ではケミカルハザードに関する大学院の授業を展開しているが、これまで化学分析を伴う授業を実施できる適切なスペースの共同実験室はなかった。平成 29 年度に第 6 共同実験室を新設したことで、この共同実験室を用いてケミカルハザード対策専門家特論、環境毒性学特論、環境獣医科学特論、毒性学実習などの授業を実施した（図 2）。複数の分析機器を用いる実習に関して、効率的な教育・研修を実施することが可能となった。なお、令和元年度では、これらの授業の一部は本学が実施している「Hokkaido サマー・インスティテュート」の大学院共通授業科目に登録され、他部局及び海外からの履修者に対しても教育を行うこととなった。



図 2. 授業の様子

- スペースマネジメントについて

第 6 共同実験施設の新設により、分析機器を移設したため、元の設置場所についてスペースを確保することができた。このスペースにはシーケンサーなど分子生物学系の機器を設置し、有効に活用している。

- その他、共用システムの運営に際して実施した事項とその効果

獣医学研究院の共同利用機器施設運営委員会のもとに、OHOU 運営専門委員会を設置し、運営にあたる。委員長は共同利用機器施設運営委員長とし、動物施設委員長、及び全体を総括するコーディネーターを配置している。また、各機器の運用担当教員を配置し、ワーキンググループを構成している。このワーキンググループでは機器の運用の詳細、料金の作成、講習会の実施などを検討した。

OHOU のアウトリーチ活動として、平成 30 年 10 月に帯広市の小学校の 4 年生 3 クラス(計 90 名)を対象に以下の内容で講義・実習を行った。OHOU で共用化している分析機器について、特にクロマトグラフィーや遺伝子解析などを題材に、小学生向けの授業教材の開発を行った。下記の 3 つの内容について、下にあげる 3 名の担当者を含む 13 名(うち教員 2 名、学術研究員 1 名、博士研究員 1 名、大学院生 3 名、学部学生 5 名、学外協力者(11 月より OHOU 雇用) 1 名)を獣医学研究院から小学校に派遣し、30 名×3 クラス(計 90 名)を対象に、45 分×3 回のローテーションにより、授業を行った。

○ 毒の講義(主担当: OHOU コーディネーター)

化学物質について学ぶために、世の中にある様々な毒について講義をし、その毒を分離する方法や毒の感受性に関しての解析方法に触れて、クロマトグラフィー、遺伝子解析の実験と連携した。

- クロマトグラフィーの講義・実習（主担当：OHOU 担当学術研究員）

OHOU 第 6 共同実験室に設置しているクロマトグラフィー機器の原理を、体験学習的に学んでもらうために、ペーパークロマトグラフィーの手法を用いて油性ペンなどの色が分離していく様子を観察した。生徒らは、この技術を用いて様々な化学物質を分析機器で分けることができることを学んだ。この授業の後、「クロマトグラフィー」の名前と原理について、楽しく学習できたとの意見が数多く生徒らより寄せられた。自宅に戻ってからも自ら同じ実験を行うなど、生徒の理科実験に関するモチベーションを上げることができたとの評価を、小学校より得ている。

- DNA の講義・実習（主担当：獣医学部 6 年生）

鑑識現場を想定して、犯人の DNA を集めてもらうように実習を展開した。実際に小学生がピペットと電気泳動装置を用いて DNA を電気泳動するなど、遺伝子実験を体験した。小学校では見たことのない電気泳動機器を実際に使用し、ピペットを駆使して実験を行うなど、小学生にとって比較的高度な内容の実験となったが、分析機器に感動する声も寄せられ、楽しく学習することができたとの感想が相次いだ。

【研究組織名：ナノ物質科学・バイオサイエンス顕微解析ユニット (MANBOU)】

① 共用システム運営

1) 保守管理の実施状況

本事業で共用化を進めた機器の保守管理状況を財源ごとに以下に示す。

- 本事業費（一部自己財源充当を含む）による保守

- ・ 工学研究院の透過型電子顕微鏡（JEM-2000ES、MANBOU-1）及びイオン加速器（MANBOU-3）と Ar イオン研磨装置（PIPS、MANBOU-14）と小角散乱装置（NANO-Viewer、MANBOU-15）と透過型電子顕微鏡（JEM-2010、MANBOU-18）
- ・ 情報科学研究科の透過型電子顕微鏡（JEM-2010、MANBOU-7）
- ・ 農学研究院の透過型電子顕微鏡（JEM-2100、MANBOU-8）と走査型電子顕微鏡（JSM-6301F、MANBOU-10）の附属機器プレパレーションチャンバー（Alto2500、MANBOU-11）

- ・ 理学研究院の透過型電子顕微鏡（JEM-2010、MANBOU-12）と附属する EDS 分析装置（JEM-2010、MANBOU-12）
- ・ 触媒科学研究所の光電子顕微鏡（PEEM、MANBOU-13）
- ・ 医学研究院の透過型電子顕微鏡（JEM-1400、MANBOU-16）
- ・ 他、本事業で連携している OHOU と共同管理の、獣医学研究院の透過型電子顕微鏡（JEM-1400Plus、OHOU・MANBOU-1）と走査型電子顕微鏡（SU8010、OHOU・MANBOU-2）の保守を本事業費と自己財源にて実施した。

○自己財源による保守

- ・ 工学研究院の電子顕微鏡観察試料作製の集束イオンビーム加工装置（JEM-9320FIB、MANBOU-2）及び複合量子ビーム超高圧電子顕微鏡（ARM-1300、MANBOU-4）と走査型電子顕微鏡（JSM-7100FA、MANBOU-5）と照射熱負荷試験装置（MANBOU-6）の保守を運営費交付金で行った。
- ・ 農学研究院の電界放射型透過型電子顕微鏡（JEM-3200FS、MANBOU-9）及び走査型電子顕微鏡 2 台（JSM-6301F、MANBOU-10）、（JSM-5310LV、MANBOU-17）の保守を運営費交付金で行った。

年間の一括保守契約を実施した電子顕微鏡は、複数の装置をまとめることによって契約手続を簡素化し、保守管理費を節減することができた。

2) スタッフの配置状況

本事業により、技術補助員を 1 名と、事務補助員を 1 名雇用し、両名とも事業担当職員として工学研究院に配置した。

技術補助員は、ユーザーの技術的サポートとしてナノ物質科学の顕微解析のための電子顕微鏡試料の作製指導及び補助並びに電子顕微鏡試料作製を受託する業務に従事した。

事務補助員は、ユーザーの共用に関わる利用申請や講習会などの事務手続を担当し、利便性向上に貢献した。

3) 共用化した研究設備・機器の数、稼働率・共用率等の実績

研究機器名	稼働率 ^{※1}	共用率 ^{※2}
透過電子顕微鏡 (JEM-2000ES) MANBOU-1	85%	90%
集束イオンビーム加工装置 (JEM-9320FIB) MANBOU-2	97%	30%
イオン加速器 MANBOU-3	20%	60%
複合量子ビーム超高压電子顕微鏡 (ARM-1300) MANBOU-4	42%	50%
走査型電子顕微鏡 (JSM-7100FA) MANBOU-5	100%	51%
照射熱負荷試験装置 MANBOU-6	26%	50%
透過電子顕微鏡 (JEM-2010) MANBOU-7	10%	10%
透過電子顕微鏡 (JEM-2100) MANBOU-8	10%	10%
電界放射型透過電子顕微鏡 (JEM-3200FS) MANBOU-9	10%	10%
走査型電子顕微鏡 (JSM-6301F) MANBOU-10	10%	22%
プレパレーションチャンバー (Alto2500) MANBOU-11	10%	22%
透過電子顕微鏡 (JEM-2010) MANBOU-12	5%	20%
光電子顕微鏡 (PEEM) MANBOU-13	51%	20%
Ar イオン研磨装置 (PIPS) MANBOU-14	75%	77%

小角散乱装置 (NANO-Viewer) MANBOU-15	100%	10%
透過電子顕微鏡 (JEM-1400) MANBOU-16	51%	20%
走査型電子顕微鏡 (JSM- 5310LV) MANBOU-17	10%	10%
透過電子顕微鏡 (JEM-2010) MANBOU-18	10%	10%
透過型電子顕微鏡 (JEM- 1400Plus) OHOU・MANBOU-1	7%	100%
走査型電子顕微鏡 (SU8010) OHOU・MANBOU-2	4%	100%

※1：年間勤務時間数(8時間/日×(365日－土日祝日))のうち機器を稼働した時間(共用時間も含む)の割合を指す。

※2：機器を稼働した時間(共用時間も含む)のうち共用に供した時間の割合を指す。

[共用の定義] 機器の管理者あるいは管理研究室以外が使った場合、共用としている。

4) 共用システムの運営

・分野融合・新興領域の拡大について

従来、MANBOU が有する共用機器の分析対象は、金属及び半導体とセラミックス等の固体材料が主であるが、本事業の実施に伴い食品や高分子などのソフトマター物質や、生物に無機ナノ物質が含まれる試料についての顕微観察や分析に関する問合せや利用相談があるなど共用機器を起点として生命科学と工学・農学、あるいは食品科学や工学の分野融合が進みつつある。実際に真空乾燥せず湿潤した試料を顕微観察したい希望があり、液中に閉じ込めた試料を電子顕微鏡で観察する研究領域や、食品や高分子などのソフトマター物質をナノスケールで構造解析する新興領域の拡大が期待される。

・若手研究者や海外・他機関から移籍してきた研究者の速やかな研究体制構築(スタートアップ支援)について

本事業で雇用した技術補助員は、集束イオンビーム加工装置(JEM-

9320FIB、MANBOU-2) やArイオン研磨装置 (PIPS、MANBOU-14) の操作など電子顕微鏡試料作製に習熟し、多くの経験と知識を有しているだけでなく、英語が堪能であることから、留学生や外国人教員、短期滞在の本学外国人研究員や外国人インターンシップ生の電子顕微鏡試料作製の支援体制構築につながった。また、事務補助員により、外国人研究者事務手続を英語で補助するなど利便性向上に貢献した。これらにより、外国人研究者等の研究のスタートアップや利便性向上にも大きく貢献した。

本事業で作成したホームページにおいて、本事業に登録した電子顕微鏡及び電子顕微鏡試料作製とそれらの関連装置の性能や研究事例の“見える化”を進めた。その結果、ホームページがインターネットの検索を通じて顕微解析に関する共用機器の入り口として活用され、若手研究者や海外・他機関から移籍してきた研究者が速やかに本事業の共用機器を見つけることが可能となった。

また、本事業で開始した電子顕微鏡試料作製の受託サービスは、試料作製が高いハードルとなっていた研究者の電子顕微鏡利用を促し、研究者の新しい分野への挑戦に寄与している。

- ・ 試作機の導入・利用等による技術の高度化について

本事業の実施に際し、本学教員によって試作された透過型電子顕微鏡内で微細組織の観察と電気抵抗の測定を同時に可能とする測定ホルダーを実装することで、抵抗変化メモリ (ReRAM) などのナノ領域の伝導計測が可能となり、計測技術の高度化につながった。

- ・ ノウハウ・データ共有について

学生向けのトレーニング講座や、若手研究者の育成として本学農学研究院にて開催した電子顕微鏡試料作製に関するユーザー向けの中級者講習会 (生物試料から、超薄切片を作製する方法) についてビデオ教材及び手順書を作成し、超薄切片作製方法のノウハウを共有できる取組を行った。

- ・ 技術専門職のスキル向上・キャリア形成について

日本顕微鏡学会北海道支部と共催で技術者交流会を実施した。本学、国立大学法人帯広畜産大学、私立酪農学園大学から教員や技術職員が合計 56 名参加し、日頃の電子顕微鏡試料作製や電子顕微鏡観察方法の疑問や問題について、電子顕微鏡を製造・販売している国内外の企業の技術

者を交えてスキル向上に向けた意見交換や相談を行った。

・共用施設を利用した教育・トレーニングについて

- 電子顕微鏡試料作製に関するユーザー向けの中級者講習会を本学農学研究院にて平成30年6月4日に実施した。学生向けのトレーニング講座や、若手研究者の育成として開講し、生物試料の超薄切片の電子顕微鏡試料作製を実施した。中級者に生物試料の超薄切片の電子顕微鏡試料作製に関する実用的な技術と知識を提供した。これまで利用したことがない学生や研究者の参加も受け、講習会を実施した。生物試料の超薄切片の電子顕微鏡試料作製で使用する装置について、操作方法とその作動原理に関する知識を提供した。
- 電子顕微鏡の操作に関するユーザー向けの中級者講習会を工学研究院にて平成31年3月26日に実施した。中級者に電子顕微鏡の操作に関する実用的な技術と知識を提供した。これまで利用したことがない学生や研究者の参加も受け講習会を実施し、電子顕微鏡について操作方法とその作動原理に関する知識を提供した。
- ユーザーミーティングを工学研究院にて平成30年11月24日に実施した。異分野の融合領域研究の創出や利用者の増員を図るため、本学創成研究機構ナノテクノロジー連携研究推進室及び平成28年度採択研究組織MASAOUと連携して実施した。
- 技術者交流会を電子顕微鏡学会北海道支部学術講演会にて平成30年11月24日に実施した。電子顕微鏡と電子顕微鏡試料作製の最新の情報交換を図り、技術専門職のスキル向上・キャリア形成のため行った。
- 試料作製受託窓口を拡充した。産学連携ユーザーや初めて電子顕微鏡を利用するユーザー対応を行った。その結果、これまで電子顕微鏡を利用したことがなかった企業や公設試の研究者の利用があった。
- 本事業で雇用した技術補助員と事務補助員が担当するワンストップ窓口を設置して、電子顕微鏡試料作製に関する相談を受け、電子顕微鏡試料作製の講習や指導、試料作製を受託することとした。その結果、これまで利用したことがない学生や研究者の電子顕微鏡試料作製の申し込みがあり電子顕微鏡による微細構造解析を行うことが出来た。
- 本事業担当職員が本学創成研究機構ナノテクノロジー連携研究推進室及びMASAOUと連携して共用機器の空き状況について情報交換し、混雑時は空いている共用機器を紹介することによって、共用機器運用の効率化を図った。
- 以上当初計画のほかに、電子顕微鏡試料作製に関するユーザー向けの

初級者講習会を工学研究院にて平成31年3月13～14日に実施すると共に、ユーザーミーティングを工学研究院にて平成31年3月8日に実施した。以上の共用施設を利用した教育・トレーニングの取組によってユーザーサポートの充実を行った。

- ・スペースマネジメントについて

昨年度電子顕微鏡試料作製装置を再配置して集約したことにより、以前電子顕微鏡試料作製装置を維持管理していた研究室のスペースが空いたため、新しい実験を行うためのスペースを確保することができた。

工学部では、共用機器が設置してある実験室のスペースチャージは無償となるため、透過型電子顕微鏡（JEM-2000ES、MANBOU-1）と集束イオンビーム加工装置（JEM-9320FIB、MANBOU-2）、イオン加速器（MANBOU-3）、複合量子ビーム超高圧電子顕微鏡（ARM-1300、MANBOU-4）、走査型電子顕微鏡（JSM-7100FA、MANBOU-5）、照射熱負荷試験装置（MANBOU-6）、透過型電子顕微鏡（JEM-2010、MANBOU-18）が設置してある実験室の総床面積556m²分のスペースチャージ（166,800円/年間）を節減することができた。

- ・その他、共用システムの運営に際して実施した事項とその効果

国立大学法人室蘭工業大学にて平成22～27年度に文部科学省「先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業」の支援を受け、平成28年度から発足した「複合環境効果評価施設」と連携し、本学の共用機器の利用相談や技術相談を行った。その結果、本事業で提供しているイオン加速器（MANBOU-3）の利用や、本学のレーザーフラッシュ熱拡散率測定装置の利用があった。

北海道内にある私立大学と高専の本学出身の教員に本事業の利用に関する説明を行った。その結果、私立北海道科学大学から本事業の利用が1件あった。

Ⅲ. 次年度以降の実施内容

本事業により、GFCと各共用ユニットが連携しながら共用化を進めることで、経営・研究戦略に沿った研究組織単位での管理・運営を引き続き推進する。また、利用料の設定等既存の共用システムとの整合性をはかり、研究分野の特性に応じた共用システムの構築を進める。以下に各ユニットの次年度以降の実施内容を示す。

【研究組織名：One Health に貢献するオープンファシリティユニット (OHOU)】

1) 研究設備・機器の管理を行う体制

本事業により、共同利用施設運営委員会のもとにオープンファシリティ運営専門委員会を設置した。運営専門委員会には、獣医学研究院の共同利用機器施設運営委員会委員長、動物実験施設運営委員会委員長を配置し、事業コーディネーター1名、技術専門職員1名、アイソトープ総合センターから2名、統括部局のGFC2名を配置している。この運営委員会は年2~3回開催されており、次年度以降も継続される。なお、OHOU 及び MANBOU 登録の電子顕微鏡関連については引き続き、MANBOU との連携により運営する。各機器は1名以上の教員もしくは学術研究員が担当しており、技術専門職員と協働して機器の管理を行っている。

2) 研究設備・機器の共用の運営を行う体制

共同利用施設運営委員会は OHOU 運営専門委員会からの報告を受けて、共同利用施設の全体的な共用の運営を行う。OHOU 登録機器のうち、メンテナンスに係る消耗品や契約については OHOU 運営専門委員会で検討し、共同利用施設運営委員会に報告する。

機器の利用料の設定については、機器担当委員からの報告により運営専門委員会で検討を行い、必要に応じて新規案や改定案を共同利用施設運営委員会に提出する。共同利用施設運営委員会は運営専門委員会からの料金案を検討し、教授会に議題として諮り、獣医学研究院全体での承認を得る。

3) 研究者が利用するために必要な支援体制

OHOU に登録している各機器に1名以上の担当教員を配置しており、機器のメンテナンス等の管理のほか、利用者に対する講習会も実施する。また機器演習科目として大学院生に講習会を提供する。なお、外部からの初回の利用者については、初回講習会を実施する。

4) 今後の課題、問題点

当事業により OHOU に登録した共同利用機器は、初めて利用料金を設定し、学外・学内利用者からの利用料の徴収を開始することができた。令和元年度ですべての機器の登録が終了し、恒常的な保守点検費の確保を視野に入れた料金の徴収が行われる。一方で機器の故障や更新についてはまだ対応が十分とは言えず、今後、更に機器利用率の向上を目指すとともに、

さらに財源の確保に努める。

【研究組織名：ナノ物質科学・バイオサイエンス顕微解析ユニット(MANBOU)】

1) 研究設備・機器の管理を行う体制

本事業実施前から、各部局の機器共用に関する規程（申合せを含む）があり、本事業を契機に MANBOU 運営委員会を各部局の代表者と統括部局である GFC2 名から組織し、委員長を互選して、運営委員会を平成 30 年 8 月 20 日に実施した。

本事業に参画する本学の各部局の実務担当代表者からなるワーキンググループを組織し、共用施設を利用した教育・トレーニングについて計画立案し実施した。各機器は 1 名以上の本学の技術専門職員あるいは技術職員もしくは教員が保守管理を実施し、研究設備・機器の共用の運営を行う体制としている。なお、OHOU 及び MANBOU 登録の電子顕微鏡関連については引き続き、OHOU との連携により運営する。

2) 研究設備・機器の共用の運営を行う体制

本事業に参画する本学の各部局の管理代表者と GFC2 名から構成される運営委員会を開催し、実施計画の立案と承認を行い、研究設備・機器の管理を行う体制とする。

3) 研究者が利用するために必要な支援体制

本事業で雇用する学術研究員 1 名を事業担当職員として工学研究院に配置する。ナノ物質科学とバイオサイエンスの融合研究を担当すると共に、ユーザーの高度な技術的サポート（ナノ物質科学の顕微解析のためのその場観察用電子顕微鏡試料の作製）とフーリエ変換による電子顕微鏡画像の解析やマルチスライス法による高分解能像の解析及び液中観察用の電子顕微鏡試料の作製について委託業務を行う。

本事業で雇用する事務補助員 1 名を事業担当職員として工学研究院に配置する。ユーザーの共用に関わる利用申請や講習会などの事務手を担当する。

本事業で雇用する事業担当職員と本学の事業担当職員とが協力して、研究者が共用機器を利用するための支援を行う体制を構築して対応する。

4) 今後の課題、問題点

現在、利用料金収入は、本事業で支援を受けている雑役務費や消耗品費

を下回っており、今後順調に利用者が増加し、利用料金について見直したとしても不足すると考えられる。そのため本事業終了後の、維持管理費を利用料金収入で全てまかなうことが困難であり、その乖離をどのようにして解消するかについて、大学執行部と意見交換を行ったが、大学からの維持管理費の充当は難しいので、新たな競争的資金の獲得や企業など外部の大口の継続した利用が必須である。また、本事業に携わっている正規職員に対して、本事業の経費で雇用した非常勤職員の本事業終了後のプロモーションやキャリア形成は、継続して検討しなければならない。また、装置の老朽化も今後問題となることから、本事業による支援体制の維持や装置の更新が今後の課題である。