

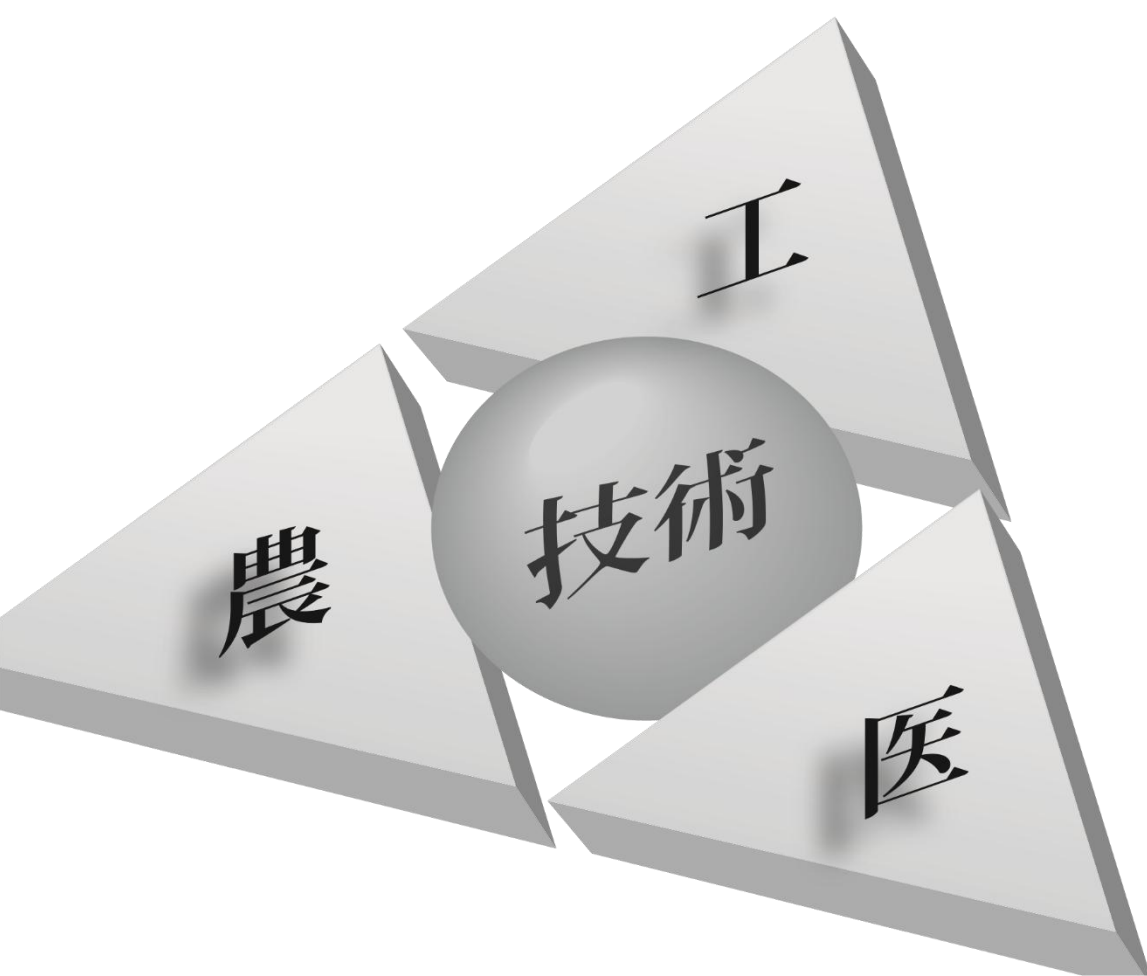
技術部報告

第 11 集

2025 年 5 月

鳥取大学技術部

<https://www.tech.tottori-u.ac.jp/>



目 次

「技術部報告」 第11集発刊に寄せて	i
技術部長 景山誠二 (理事(研究担当, 国際交流担当)・副学長)	

技術報告

(1) 鳥大 ID 資格審査システムの構築について	1
情報システム部門 情報基盤技術分野 宮田直輝	
(2) 無人航空機 (UAV) を用いた空撮の事例	3
工学技術部門 山本真二	
(3) 鳥取大学 FSC における牧草栽培について	7
生物生産管理部門 生物生産管理分野 梅實貴之	
(4) トマトにおける新しい栽培方法の取り組みについて	11
生物生産管理部門 生物生産管理分野 松岡秀晃	

活動報告

(1) 退職までの道のり - 反省ばかりの日々を振り返る -	16
統括技術長 三谷秀明	
(2) 鳥取砂丘の砂を用いた大型固気流動層の制作及び科学教育への効果検証	24
化学バイオ・生命部門 機器分析分野 松井陸哉	
(3) 色変わり実験による教材開発ーねっぺおいしい色変わりおやつを作ろうー	29
化学バイオ・生命部門 機器分析分野 横野瑞希	

(4) 2024 年度「出前おもしろ実験室」プロジェクト活動報告	33
化学バイオ・生命部門 機器分析分野 松浦香織	
(5) バイオ創薬支援業務 3 年目の現状とこれから	37
化学バイオ・生命部門 生物化学分野 伊藤麻衣	
(6) 構成員の身分に応じた OneDrive の容量制限設定の自動化について	39
情報システム部門 情報基盤技術分野 中島清之	
(7) 鳥取大学での勤務を終えるにあたり	41
工学技術部門 装置開発分野 笠田洋文	
(8) 鳥取砂丘および電子顕微鏡を通じた科学体験教室の開催報告	45
工学技術部門 社会基盤技術分野 岩田千加良	
(9) 防災活動に関する業務紹介	51
工学技術部門 社会基盤技術分野 畑岡寛	
(10) 「中山間地域におけるスマート農業技術の利活用セミナー」実施報告	52
生物生産管理部門 生物生産管理分野 山本博昭	

研修報告

(1) 第 3 回機械工作技術研究会 参加報告	62
工学技術部門 機械加工技術分野 河村直樹	
(2) TC カレッジ活動報告ー研究力の向上のために求められるものとは？ー	64
生物生産管理部門 乾燥地科学分野 沖田総一郎	
(3) 令和 6 年度 中国・四国・近畿地区大学附属演習林等技術職員研修報告	72
生物生産管理部門 森林資源利用分野 福富昭吾	

技術発表会

(1) 令和5年度 技術発表会プログラム	74
----------------------	----

Appendix

(1) 鳥取大学技術部名簿(2024年度)	77
-----------------------	----

技術部報告 第11集発刊に寄せて

技術部長 景山 誠二
理事（研究担当、国際交流担当）・副学長



鳥取大学技術部は、高い技術を誇る技術者集団として、大学の教育・研究・社会貢献の様々な局面で活躍しています。正副統括技術長の下、化学バイオ・生命部門、情報システム部門、工学技術部門、生物生産管理部門の4つの部門に分かれ、さらには専門技術毎に、細分化された組織を形成し、技術支援のニーズに対応しています。その詳細は、「鳥取大学技術部」と検索いただければ、ご覧いただけます（<https://www.tech.tottori-u.ac.jp>）。

学生や大学院生が、上質の教育を受け、自由な着想で研究を開始し、最終的に社会貢献する喜びを得ること。これが大学の使命です。ただし、そこには合目的な方法論が必要であり、技術が不可欠であることに気づきます。他方で、技術の進歩は絶えず多方面で起こります。研究者個人の努力だけでは、日進月歩の最新技術を修得することはできません。世代を繋ぐ技術の伝承もまた難しいことです。これら技術に関する全てが、技術部の重要な任務となっています。

大学関係者の皆様方には、是非、技術部のもつ世界的水準の技術に頼って頂きたく存じます。皆様方の掲げる目的を達成するために不可欠な技術的支援がここにあります。技術部職員による日頃の鍛錬が、世界最高水準の技術力を維持して待っています。他方、技術の鍛錬は目的を失いやすく、つらい作業でもあります。その点、研究者と技術者の共同作業は、技術者が目的を意識し、達成感を享受できる重要な瞬間です。是非、共同作業をご依頼下さい。

「鳥取大学技術部」と検索いただき、お問合せいただければ、研究者・教育者の皆様にとって、思わず道が開けることが多々あるはずです。多くの共同作業が日常となりますよう、お声かけをお待ちします。技術部のもつ高水準の技術と共に、大学発の研究が進展し、多くの学生・研究者の人材育成につながり、最終的に社会の課題が解決され、また、新たな価値が創造される。そうした未来を心より願っています。

技 術 報 告

鳥大 ID 資格審査システムの構築について

宮田直輝*

情報システム部門 情報基盤技術分野

1. はじめに

鳥取大学では、情報セキュリティの向上と情報システムの適切な利用を目的として、鳥大 ID 資格審査システムを導入しています。本システムは、教職員が鳥大 ID を利用する際に必要な最低限の情報システムに関する知識を確認するための試験を提供し、一定レベルの情報セキュリティを維持することを目的としています。本報告では、鳥大 ID 資格審査システムの概要、運用方法、システム構成、および得られた知見について詳述します。

2. 鳥大 ID 資格審査システムの概要

鳥大 ID 資格審査システムは、新規採用された教職員および年 1 回の情報セキュリティ研修会未受講者を対象に行われています。資格審査は、鳥大 ID を利用する際に必要な情報システムに関する知識を確認するための試験であり、未合格者は資格審査用のサイトにリダイレクトされます。

3. 受検方法と処理フロー

受検者は、鳥大 ID を用いてシステム（Gmail, Microsoft, e-learning など）にアクセスします。認証時にリバースプロキシにリダイレクトされ、IdP サーバによりシボレス認証が行われます。認証成功後、LDAP サーバから資格審査の合格状況が確認され、未合格の場合は資格審査サーバにリダイレクトされます。合格すると、LDAP サーバに合格情報が書き込まれ、再度リバースプロキシにより合格状況が確認され、アクセスしたいサーバに遷移します。（図 1）

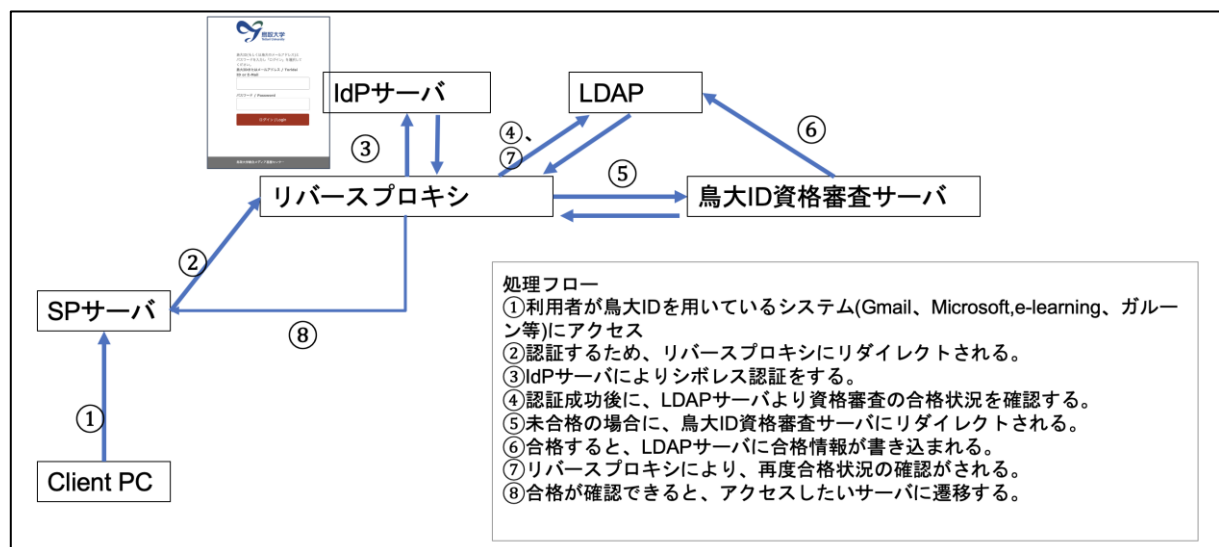


図 1 処理フロー図

4. システム構成

鳥大 ID 資格審査システムは、以下のような構成で内製プログラムとして開発をしています。

OS: Ubuntu

冗長構成: 2 台による冗長構成

制御プログラム: Apache, PHP, Redis

内製プログラムとした理由は、大学アカウントの認証が完了する前に処理させる必要があるため、Google フォームや e-learning システムが利用できないこと、高価なシステムを購入することが難しいこと、シンプルなシステム構成を追求したいことが挙げられます。

5. 試験の構成と仕組み

試験は PHP によって作成され、以下の前提条件に基づいて運用されています。

問題数: 7 問

択一選択方式

問題の選択: 毎回ランダム

試験の仕組みは、HTML の form による入力処理、PHP による submit データの処理、選択回答文および正解、不正解時のコメント文の外部保管などが含まれます。システムはシンプルな構成を追求し、問題の修正変更が容易であることが特徴です。

6. 得られた知見

鳥大 ID 資格審査システムの導入により、以下の知見が得られました。

グラフィカルなページの作成スキル: PHP を用いて、Bootstrap などのフレームワークを活用したグラフィカルなウェブページの作成スキルが向上しました。これにより、ユーザーフレンドリーなインターフェースを提供し、受検者が直感的に操作できるようになりました。

LDAP の処理コード作成スキル: PHP を使用して LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) の処理コードを作成するスキルが向上しました。これにより、ユーザー認証やディレクトリサービスとの連携がスムーズに行えるようになりました。

リバースプロキシへのリダイレクト処理スキル: リバースプロキシを利用したリダイレクト処理のスキルが向上しました。これにより、ユーザーが適切な認証フローを経てシステムにアクセスできるようになり、セキュリティを確保しつつ、ユーザーエクスペリエンスを向上させることができました。

7. まとめ

鳥大 ID 資格審査システムは、情報セキュリティの向上と情報システムの適切な利用を促進するために重要な役割を果たしています。システムのシンプルな構成と内製プログラムにより、運用コストを抑えつつ、効果的な資格審査を実現しています。

また、このシステムにより、セキュリティインシデントの抑制に寄与できればと考えております。

*E-mail: miyata@tottori-u.ac.jp

無人航空機（UAV）を用いた空撮の事例

山本真二*

工学技術部門

1. はじめに

主な支援先である工学部社会システム土木系学科海岸工学研究室では，海岸保全に関する調査，研究などが行われている．砂浜の浸食や砂の堆積による河口閉塞などは大きな問題であり，これらの調査のため，平成 28 年度(2016 年度)から本格的に無人航空機(以下 UAV とする)を活用した空撮を始めた．また，工学部附属地域安全工学センターの支援として，災害調査など海岸調査以外の目的の空撮も行った．

ここでは，これまで行なってきた空撮の事例を紹介する．

2. 空撮の事例

2.1. 海岸の空撮

2.1.1. 天神川河口付近

図 1 は鳥取県中部に位置する一級河川の天神川河口付近を沖から撮影した風景写真である．画像処理のための写真は，図 2 のように真上から撮影することが多い．この場合，それぞれの写真が 80%程度重なり合うように撮影する．



図 1 天神川河口

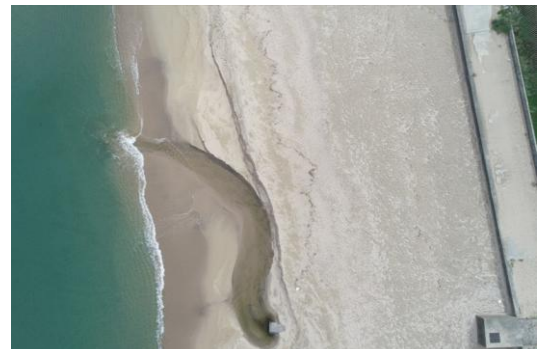


図 2 真上から撮影した写真

撮影した数百枚の写真から画像処理ソフトを用いて作成した画像を，Google Earth の写真(図 3) に重ね合わせた画像を図 4 に示す．



図3 Google Earth の写真



図4 重ね合わせた画像

2.1.2. 陸上海岸

陸上（くがみ）海岸は鳥取県の最も東側に位置する海岸で、天神川河口と同様に空撮を行ってきた。Google Earth の写真と重ね合わせた画像を、それぞれ、図5と図6に示す。

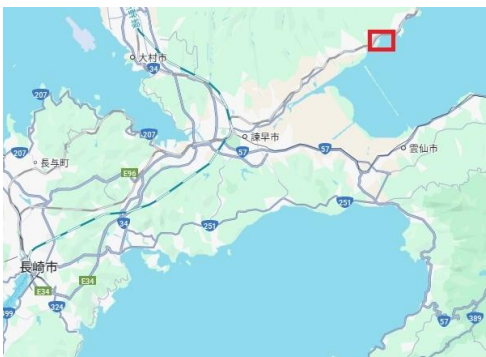


図5 Google Earth の写真



図6 重ね合わせた画像

2.1.3. 長崎県諫早市



広域図



詳細図

図7 空撮を行なった場所 (Google Map より)

県外で空撮することも幾度とあり，その一例を紹介する．
長崎県諫早市では図 7 に示す場所で，有明海の干潟の空撮，測量を行なった．作業は干潮時の前後，干潟を歩くことができる間に行なった．図 8 は作業終了後，干潟が水に浸かり始めた頃に地上から撮影した写真である．空撮した写真を画像処理したものを 図 9 に示す．



図 8 地上からの写真

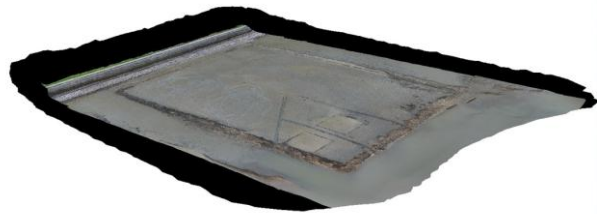


図 9 画像処理をした画像

2.2. 被災地の空撮

2.2.1. 鳥取県中部地震の被災地

平成 28 年(2016 年)10 月 21 日，鳥取県中部を震源とした地震が発生し，マグニチュード 6.6，最大震度 6 弱を記録した．この地震により多数の家屋被害が発生した．この調査のため，倉吉市と東伯郡三朝町で空撮を行なった．倉吉市と三朝町で撮影した写真を，それぞれ，図 10 と図 11 に示す．



図 10 倉吉市役所付近



図 11 三朝町役場付近

2.2.2. 兵庫県宍粟市

平成 30 年(2018 年)7 月，西日本を襲った豪雨により，兵庫県宍粟市では住宅を押しつぶす土砂崩れが発生した．8 月下旬，調査に同行した際に空撮を行なった．災害現場は 4 年後に復旧工事が完了した．

図 12 は復旧工事完了後の Google Earth の写真である．図 13 は被災後の写真を画像処理し

たものを重ね合わせたものを示す.



図 12 Google Earth の写真(復旧後)



図 13 重ね合わせた画像

3. おわりに

これまで行なってきた空撮の一部しか紹介してないが，この他の海岸の空撮や海岸以外の調査のための空撮，イベントでの空撮など数々の空撮を行なってきた．

空撮は単に撮影することを目的とすることは少なく，測量を目的とすることが多い．今後，測量のための画像処理についても説明できればと考えている．

*E-mail: shinjiy@tottori-u.ac.jp

鳥取大学 FSC における牧草栽培について

－ 12 年間の牧草栽培から －

梅實貴之*

生物生産管理部門 生物生産管理分野

1. 概要

鳥取大学農学部附属フィールドサイエンスセンター（FSC）の畜産班では、農場実習と獣医学科の実習と研究のために黒毛和牛を飼育している。その粗飼料である牧草イタリアンライグラスサイレージは、FSC の圃場で栽培しており、100%自給している。2013 年から畜産班を担当してから今年度までの 12 年間にわたるこの牧草栽培の取り組みについて報告する。

2. 牧草イタリアンライグラスの栽培について

2013 年に畜産班の担当になった際に、栽培暦（図 1）と基本的な施肥量等（表 1）を前任者から引き継いだ。

図 1 栽培暦 2013 年

作物名	品種名	圃場名	面積 a	4 月			5 月			6 月			7 月			8 月			9 月			10 月			11 月			12 月			1 月			2 月			3 月		
				上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
イタリアン ライグラス	エース	A・B	102				※	▲			※	▲		※		▲		▲	◆	◇	○															◇			
	"	F	27.5				※	▲			※	▲		※		▲		▲	◆	◇	○															◇			
	"	E1	32.4				※	▲			※	▲		※		▲		▲	◆	◇	○															◇			
	ハナミドリ	E2,3	64.8				※	▲			※	▲		※		▲		▲	◆	◇	○															◇			

○播種 ●補播種 ◇基肥散布 ◆堆肥散布 ▲耕転 ▲追肥 ※収穫

播種方法	播種量 (kg /10a)	施肥量 (kg/10a)					收穫期	必要数	
		基肥(播種前+2月下旬)			追肥				
		牛糞堆肥	化成肥料 (成分量)			追肥時期			化学肥料 (成分量)
			N	P ₂ O ₅	K				N
散播	4	750	5~6	5~6	5~6	1番草 2番草 刈取後	4~5	1番草 (5月上中旬) 2番草 (6月中旬) 3番草 (7月下旬)	180個

表 1 施肥量等 2013 年

引継ぎ後の 2013 年から 2024 年までの栽培経緯を以下に書き記した。

- 2013 年
- ・イタリアンライグラスを 3 番草まで収穫したが、必要数ぎりぎりだった。
 - 牧草収量を増やすため基肥量を倍増した。
- 2014 年
- ・生育が旺盛になり、収穫量が増えて必要数を大幅に上回ったが、無駄なロール資材費や牛が食べきれず余ったロールを廃棄する労力がかかった。
 - 幼植物体の吸肥効率が悪いと考えられる播種前の基肥は無施用にし、3 月上旬のみに以前の基肥全量を施肥した。また、播種を播種適期限内ギリギリまで早めた。
- 2015 年
- ・収穫量が増えて 2 番草収穫までで安定的に確保できた。
 - ・同じ品種の面積が多いために、適期収穫時期が重なり、繁忙期に天候で作業が左右されてしまう。
 - 栽培圃場を早生・中生・晩生の品種に分けて播種した。
 - ・トラクターでの春先追肥の際に土が柔らかいためにタイヤ跡が深くなり、収穫時に草刈モアーが引っ掛かり故障した。
 - 水が溜まりやすく春先に柔らかくなりやすいところを不耕起とした。
- 2016 年
- ・牛の下痢や嗜好性を落とす雑草キツネノボタンが増えた。
 - 掘り取り除去で対応していた難防除雑草のギシギシの対応も含めて適応除草剤を探し春先に散布をした。また、播種時期を早くするほどキツネノボタンが発生しやすいように見られる。
 - ・イタリアンライグラスの品種を分けることで適期に収穫することが出来たが、収量が低い品種や嗜好性が悪い品種があった。
 - 品種を検討しなおして中生・晩生・極晩生品種で栽培を始めた。
 - ・E2 圃場で化成肥料無施用・完熟堆肥 2 t /10a 施用の栽培試験区を始めた。
 - 化成肥料不使用の堆肥栽培区は生育が不良だった為、春先に中止し化成肥料を追肥した。
 - ・不耕起区の生育が良かったので、不耕起圃場として、E1 区の 2 番草を刈取らずに完熟させ後、歩行用小型ハンマーナイフモアーで種子を刈落とすことで、播種もしない不耕起栽培試験を始めた。
- 2017 年
- ・除草剤の効果でギシギシ・キツネノボタン共に減少した。
 - ・2 番草種子刈落とし不耕起試験栽培区の生育・収量ともに順調だった。
 - 不耕起栽培試験を継続し試験区を増やし E1 区 E2 区としたが、夏場の酷暑の中での歩行小型除草機での作業は時間と労力と体力的にも問題があった。
 - ・収穫時期をさらに分散するために早生、中生、晩生、極晩生、の 4 品種にした。
 - ・安定して牧草が多収になり、1 番草のみの牧草で飼育することが出来るようになった。
 - ・春先の作業でトラクターのタイヤ跡がつかないように播種後に鎮圧ローターで固めた。
 - タイヤ跡はつかなかったが、固めすぎたために排水不良になり冬場の雪水で生育不良な場所が出来た。
- 2018 年
- ・品種を分けたことにより収穫時期が分散され適期収穫が出来て気持ち的にも楽になった。
 - ・乗用トラクター用フレールモアーを購入し、全ての牧草地で 2 番草種子刈落とし不耕起栽培を始めた。
 - 刈落とし作業の時間も労力と体力的にも非常に効率が上がった。また、種子

- 購入費と耕耘をしないことによる燃料費と作業時間のコストカットにつながった。
- ・早生区の圃場でトゲのある雑草オニノゲシが見られるようになった。
- 収穫時期には目立たないため、掘り取り除去のみおこなった。
- 2019 年
- ・全面積が 2 番草種子刈落とし栽培のため、春先の追肥と除草剤散布がスムーズにおこなえ、タイヤ跡もなく収穫作業も順調に出来た。
 - ・雑草オニノゲシが徐々に増えたので実習で掘り取り除去をおこなった。また、2 番草種子刈落とし後、イタリアンライグラスが生えそろった頃にオニノゲシも生えてきたため、春先に散布している除草剤を散布したら牧草だけが枯死した。
- 枯死した草地に購入種子を追播した。
- 2020 年
- ・2 番草種子刈落とし栽培で順調に栽培できたが、牧草の収穫量が多くなった為に、一番草の一部をハンマーナイフモアで刈捨てた。
 - ・雑草オニノゲシが牧草地全体に広がった。
- 2 番草種子が生えそろい、オニノゲシが大きくなったところにハンマーナイフでイタリアンライグラスごと刈捨てたが、減少にあまり効果がなかった。
- 2021 年
- ・安定的に 2 番草種子刈落とし栽培で収量が多くなったため、昨年よりも多くの一番草をハンマーナイフモアで刈捨てた。
 - ・梅雨を思わせるような 9 月の高温長雨によって、順調に発芽生育していた 2 番草種子のイタリアンライグラスに、いもち病やゴマ葉枯れ病が多発した。特に AB 区の晩生品種マンモス B が全て枯れてしまった。
- 昨年までの刈落としした種子や土中に残っている休眠種子が発芽することを期待して浅く耕耘したところ、ある程度発芽生育した。
- 2022 年
- ・耕耘した圃場以外の牧草と、休眠種子で発芽生育させた牧草とでなんとか必要数量を確保することが出来た。
 - ・この年も高温多雨になり、順調に発芽生育していた 2 番草種子のイタリアンライグラスが病害被害を受け枯死した。
- 10 月になってから耕耘し、耐病性のあるイタリアンライグラス種子を播いた。この時、春作業がしやすいように浅耕とした。また一部をタイヤローダーのタイヤで鎮圧した。
- ・次年度から水田を復田するため、3 分の 1 の面積を栽培しないことになった。
- 2023 年
- ・収穫した 1 番草と前年度の余った牧草で必要量が確保することが出来た。
 - ・夏場の酷暑で 2 番草刈落とし種子のイタリアンライグラスが生えなかった。
- 11 月になってから耕耘播種をおこなった。
- ・前年度の播種後鎮圧したところの初期生育が良かったので F 区全面をタイヤローダーで鎮圧した。
- 播種後鎮圧区が鎮圧していない区に比べて発芽初期生育が良かった。
- ・昨年耕耘した区は、雑草のオニノゲシが大幅に減った。
- 2024 年
- ・昨年度の播種が遅かったため生育量が少なかったが、2 番草まで収穫したのと、牛の頭数が少なく余った牧草で必要数量は確保することが出来た。
 - ・今年度はさらに夏場の酷暑がひどく、2 番草収穫後にイタリアンライグラスが枯れたため 3 番草種子を刈落としすることが出来なくなった。
- 昨年度の反省で 9 月から浅耕を繰り返し 10 月中旬には播種した。また全面をタイヤローダーで鎮圧したので初期生育は順調に進んだ。
- ・浅耕にした為に雑草がうまく鋤き込めず、地面が凸凹になった。

→次年度は雑草の生育量を見て、ハンマーナイフモアで細かくするか牧草刈取モアで取り除き、耕耘する時も土壌水分と雑草の鋤き込み具合を見て少し深く耕すようにして、地面を平らにする。

- ・耕耘を続けたことで、雑草オニノゲシは消失した。また、イタリアンライグラスの播種時期を遅らせて播種後鎮圧することで発芽と初期生育が良いことによる抑制効果で、雑草キツネノボタンは、発生量が少なくなった。
- ・11月下旬頃から生えそろったイタリアンライグラスの半分で、鴨の食害によって地際部から消失した。

3. 12年間の牧草イタリアンライグラス栽培を振り返って

私は畜産班以前に15年間作物班を担当しており、トラクター等の機械操作や水稻・露地畑作物栽培の経験から、牧草栽培にもある程度すぐに対応することが出来た。

そんな中、種子費用・燃料費用のコストカットと作業効率が向上した、2番草種子刈落とし不耕起栽培の優れた体系が完成したと思っていたが、それまで経験したことのない秋の高温多雨や夏の酷暑により、もとの栽培体系に戻ってしまった。

しかし、これまでの栽培経験や他大学の技術職員や農家との情報交流、様々な研修会や農業関連本からの集めた情報によって、問題雑草の生えにくい播種時期やトラクターによる浅耕、タイヤローダーによる播種後鎮圧といった対応を取り収量と作業性向上を目指している現状となっている。

以上のような振り返りをすると、傍から見れば毎年同じ作業をしているように見える農作物の栽培だが、単なる牛の餌である牧草栽培ひとつとってみても、試行錯誤し技術を駆使し作業改善を重ねても、気候変動でだめになってしまうこともあり、その難しさと奥深さをあらためて感じた。しかし、何年も農作物栽培に携わり、日々勉強し、向上心を持って取り組んでいくと、農場実習指導などの教育研究支援につながる技術力になっていることも感じている。今後も技術職員として、技術力を向上して鳥取大学の教育に貢献していきたいと思う。

*E-mail: umezane@tottori-u.ac.jp

トマトにおける新しい栽培方法の取り組みについて

松岡秀晃*

生物生産管理部門 生物生産管理分野

1. 概要

鳥取大学農学部附属フィールドサイエンスセンター（FSC）では、長年、1反(約 1000 m²:20m×50m)の大型ビニールハウスにおいて、大玉トマトを土耕栽培、水耕栽培で半々ずつの割合で行なってきたが、両栽培方法で連作障害の一つである青枯れ病が多発し、収量の低下が見られることが多くなっていた。本来、水耕栽培では連作障害はほぼ見られないはずであるから、連作障害を解消するためには栽培設備そのものの更新が必要であると考えられた。そこで、今回紹介する D トレイを用いた栽培方法が問題解決には最良と思われ、FSC での導入が決まった。

技術部報告第 9 集にて、その導入過程を報告したが、今回は令和 5 年から始まった D トレイを用いたトマト栽培と、新たに導入した栽培システム（DM-ONE）について報告する。

2. 導入栽培システム

2.1. D トレイを用いた極小培地栽培について

D トレイとはもともとオランダでイチゴ苗の育苗用で使用されていたもので、静岡のイチゴ栽培農家の三倉氏が日本へ持ち帰り、育苗用としてではなく本圃栽培用として栽培法を編み出した（図 1）。

栽培学的には「根域制限栽培」と言い、植物に生える根の生育範囲を極端に狭い範囲に制限し、そこに養液（養分を溶かした水）を制御しながら与えることにより効率的な吸収を行なうことができ、高品質な作物を栽培することができるようになる。

現在ではイチゴの他、トマトの養液栽培の新しい手法として静岡大学の糟谷名誉教授のもと産学連携した植物工場のコンソーシアムなどで実証栽培（イオンのトマト農場等）を行なっている。

この D トレイを用いた極小培地栽培では、根域が制限されるため片付けが容易であり、別ハウスで育苗した D トレイを本圃に移設するだけで次作もスタート出来るため、作業労力軽減につながる。また、この栽培方式は日射比例式灌水システム（一定の日射量を受けたことをセンサーで感知すると、一定量の養液を点滴灌水するシステム）を利用しており、日々の天候に留意して生産者が行う従来の灌水方法に比べ、雨天時の灌水過多や快晴時の灌水不足を防ぐことができるため、トマトの安定生産にもつながるシステムである。

◆Dトレイとは？



(株) 静岡アグリビジネス研究所 糟谷明 氏提供

図 1 D トレイとは

2.2. 温室環境制御システム DM-ONE について

(株) ダブルエムにより開発された「環境制御システム DM-ONE」は植物の光合成モデルの公式に基づき、植物の光合成能力を最大化するように、センサー類で施設の温度・湿度・日射などを計測し、天窗・暖房機などのアクチュエータ類を動かすよう指示を出すオートパイロット型の環境制御システムである（図 2）。このシステムを用いることで、常に施設内のトマトが光合成能力を最大限に発揮できるように自動的に栽培環境を整えることが可能になる。

また、実際の栽培現場ではイレギュラーな状況が発生し、光合成能力の最大化をあきらめて、栽培管理者が管理しなければならない場合があるが、ICT を利用して、遠隔操作でスマホや PC からシステムコントロールすることも可能である。

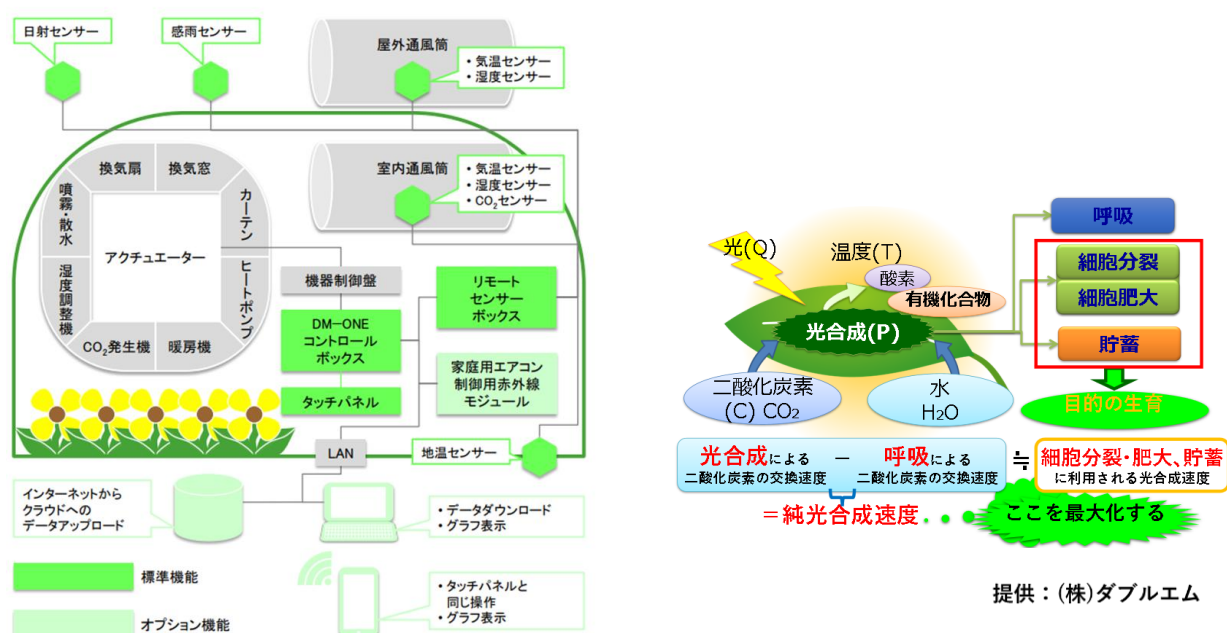


図 2 DM-ONE とは

今現在、FSC では、以上のようなDトレイを用いた極少培地栽培と、DM-ONE を用いたオートパイロット型環境制御システムを利用し、労力軽減・安定生産・品質向上を目的としてトマト栽培を行なっている。次のセクションでは、令和 5 年度よりこれらのシステムを利用した、トマト栽培について報告する。

3. 栽培

3.1. 令和 5 年度の栽培について

作	栽培場所	段※	株数	品種	二次育苗	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2																							
						上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
1	S6西	4	1400	MH, K	○	7/6		7/7	7/11			8/2			8/28														
2	S6東	4	1400	MY, 麗容				8/23	8/13	8/18			8/31		9/12														
3	N5	4	230	麗月, MY						8/7	8/28				7/3		8/18												
4	S6西	3	1400	麗月, 彩福, MN	○								8/30	8/18	8/28				8/21		9/7								
5	S6東	3	1400	麗月, 彩福, MN	○									8/27	7/17	7/21				9/18		10/18							
6	N5	5	230	MY, R											8/28	9/18						10/30						11/24	
7	S6西	4	1400	R, MH											9/12		9/11								11/29				2/8
8	S6東		700	R, MH, C	○												9/18		10/4	10/18	10/18						2/8	11/21	2/9

育苗ハウスでの1次育苗期間定植前の2次育苗期間開花・果実肥大期間収穫期間

MH: 桃太郎ホープ, K: かれん, MY: CF桃太郎ヨーク, MN: 桃太郎なつみ, R: リんか409, C: CFココ（ミニトマト）, ※: 示した段数の花房を付けた。8作目に関してはミニトマトは2〜3段目収穫できたが、大玉トマトは1段しか収穫出来なかった。

図 3 令和 5 年度栽培作型表

令和 5 年度の栽培では、周年栽培（1 年中収穫物がある）を目指して、計 8 作でトマト栽培を行った（図 3）。作毎の収量・品質については表 1 の通りである。

表 1 収量・品質（令和 5 年度）

	株数(株)	優品(kg)	良品(kg)	可品(kg)	廃棄(kg)	全量(kg)
1作目	1400	1236.4	1403.1	611.6	—	3251.1
2作目	1400	1341.7	1106.8	644.1	—	3092.6
3作目	240	106.9	156.5	47.9	19.1	330.4
4作目	1050	0.9	54.1	98.8	267.6	421.8
5作目	700	58.8	111.4	70.7	211.7	452.6
6作目	120	87.7	120.4	53.1	34.4	295.6
7作目	1400	777.5	687.6	211	160.9	1837
8作目	350	21	25.5	3.8	2.2	52.5
計		3630.9	3665.4	1741	695.9	9733.6
1, 2作目は廃棄量を計量せず。						

令和 5 年度の栽培を通して
良かった点

- ・1,7 作目のような低温期の作型では、全体的に生育も良く、品質も良かった。
- ・6〜8 作目のような作型では、生育後期に排液率を 0%にすることで果実糖度の上昇が見られ、品質向上に役立った。
- ・1,2 作目ではボトキラー（微生物農薬）を活用することで灰色カビ病の発生がかなり抑えられ、収量増加が見られた。
- ・果実裂果を防ぐために夜冷（夜間冷房）が有効手段の一つであると考えられた。

悪かった点

- ・1,2 作目では収穫時期がかなり重複してしまい、収量が多すぎて作業負荷が大きかった。
- ・裂果に強い品種でも、4,5 作目のような盛夏期の栽培は現状では困難である。
- ・7 作目のような秋冬作では、当初肥料を与えすぎて生育旺盛になり過ぎた。肥料管理は春夏作とは異なり、秋冬作では肥料成分を下げる必要がある。
- ・桃太郎ヨーク、麗月は他の品種に比べ夏季でも裂果が少なく栽培には良いが、味が今一つで購入者の評判は良くなかった。

3.2. 令和 6 年度の栽培について

作	栽培場所	段※	株数	品種	二次育苗	12月																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
						1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				12				1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
						上	中	下		上	中	下		上	中	下		上	中	下		上	中	下		上	中	下		上	中	下		上	中	下		上	中	下		上	中	下		上	中	下		上	中	下																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1	S6東	4	1400	MH (3列), K (1列)	○	5/15				2/14								5/10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						</

図 4 令和 6 年度栽培作型表

令和 5 年度の反省を踏まえ、令和 6 年度は図 4 のような作型になった。

令和 5 年度からの主な変更点

- ・盛夏期収穫を避け、年 6 作の体系にした。
- ・作業負担軽減のため、S6 ハウス東側（1 作目）→N5 ハウス（2 作目）→S6 ハウス西側（3 作目）のように、作付けの順番を変更し、株数の多い作での収穫の重複を少なくした。
- ・夏の裂果対策として中玉トマト（フルティカ）を導入した。
- ・作数を減らしたことで作毎の間隔に余裕が出来るため、2 次育苗を取りやめ（1 作目は除く）、セルトレイ苗を直接本圃に植え付けるようにした。

令和 6 年度の収量・品質については今現在取りまとめ中であるため、今回は報告できないが、年間の栽培を通しての主な所感については次の通りであった。

良かった点

- ・作順の変更により、作業負担はかなり均一化され、負担は減少した。
- ・中玉トマトは夏季の品質向上には有効だと分かった。
- ・令和 5 年度の施肥結果から、トマト果実の品質向上に有効な施肥方法を実践できた。
- ・学内販売の比率が上がったことと、市場でのトマトの高騰により、売上金額が上がった。

悪かった点

- ・作順の変更により、最も収量の見込まれる 1,2 作目での収量が減少した。
- ・9 月下旬まで猛暑が続いたことで、4 作目では初期花房において果実の結実不良が見られた。
- ・灰色カビ病、ウドンコ病を克服できたが、4,6 作目では新たに葉カビ病とオンシツコナジラミ（害虫）の多発が見られた。

4. 新たな栽培方法の導入の結果

表2 過去5年間の収入・収量の遷移

品目	R2	R3	R4	R5	R6
年間売上金額	¥1,533,442	¥1,676,499	¥1,211,931	¥1,689,421	¥2,137,949
年間収量 (kg)	7378.5	6573.1	6721.9	8201.4	6254.8
R2~3は従来の土耕・水耕栽培の合計.					
R4は新しい栽培方法の準備のため収穫期間が短かった.					
R5~は今回報告した栽培方法によるもの.					

表2に示したが、新しい栽培方法を導入したことで、売上金額は上昇し、作業負担は減少した。収量に関しても、長期の猛暑の影響があったが減少は少なかった。このことから、今回新たに導入した方法が労力軽減・安定生産・品質向上には非常に有効であることが分かった。

5. おわりに

作	ﾌﾟﾛｯｸ	段	株数	品種	二次 育苗	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1											
						上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
1	S6東	4	1400	F (1/5列), K (1列半), MH (2列半)		8/17	8/19			8/7		8/20																	
2	S6西	4	1400	F (半列), TR (1列半), MG (2列)			8/25	8/24			8/13	7/18																	
3	N5	4	230	F (1列), 麗月 (1列)				8/24	8/16			7/1	7/31																
4	N5	4	230	F (1列), MG (1列)								7/1	8/4		10/1		11/20												
5	S6東	4	1400	F (半列), TR (1列半), R (2列)								7/30	8/18		10/24			12/22											
6	S6西	4	1400	F (半列), MH (1列半), R (2列)								8/20	9/12				12/1								1/19				
						育苗ハウスでの1次育苗期間			定植前の2次育苗期間			開花・果実肥大期間			収穫期間														
MH：桃太郎ホープ、K：かれん、MG：桃太郎グランデ、TR：耐病竜福、F：フルティカ（中玉）、R：りんか409、 ※：示した段数の花房を付ける予定																													

図5 令和7年度栽培作型表 (予定)

FSCにおけるトマト栽培は、引き続き労力軽減・安定生産・品質向上を目的として、令和7年度は図5のように、前年度の反省を踏まえ、より改善しながら栽培を行なう予定である。

謝辞

本学農学部 木戸一孝准教授、近藤謙介准教授に、今回の新システム導入にあたって多大なる御尽力を頂いたこと、栽培においても多大なる御助言・御指導を頂いたこと、この場を借りて感謝申し上げます。

*E-mail: hmatsum@tottori-u.ac.jp

活 動 報 告

退職までの道のり

－反省ばかりの日々を振り返る－

三谷秀明

技術部

1. はじめに

平成3年7月に27歳で本学に採用となつてから早くも33年が経過し今年度で60歳となった。採用後は誰でもがそうであるように将来はこうでありたいという目標が明確であり、そのためキャリアを積むわけであるが、臨床検査技師である私は一人の教室系技官として臨床生理学、中でも脳波研究を軸とする技術者になることを目標として、毎日、臨床業務と研究支援に携わってきた。

採用後しばらくは現在のように技術職員の地位確立や組織としての対応など一切無縁であり、公務員であるといった誇りと安心感を強く感じる中で充実した日々を過ごしており、退職まで同じ勤務場所で日々の業務にあたるため当初の目標は達成できるものと思っていた。

教室系技官の処遇改善が騒がれるようになって以後、全国の国立大学等において急速に組織化の検討が始まり、本学もその波に乗ることになり多くの業務が付加されはじめた。私自身にとっては不向きな何ら知識を持たない管理職としての対応も加えて迫られるようになり、良好な組織運営が目標に追加されることとなった。そのため言い逃れではあるが、採用当時の技術者としての目標が置き去りになっていったのは事実である。その反面、組織を上手く牽引できたのかと問われればNOであり、結果として何一つ達成することなく多くの課題を残したまま今年度で技術部を去ることになった。

本稿では過去から現在までの多くの失敗と反省により、自分自身への戒めと本学技術部への今後の期待を込めて長かった道のりについて振り返ってみたい。

2. 本学採用までの日々

現在の鳥取大学医学部保健学科（旧医療技術短期大学部）を卒業後、某市内の開業医に就職し臨床検査業務にあたっていたが、自身の身勝手な都合によりわずか5か月程度で退職となった。採用に当たって院長の期待が非常に大きかったこともあり、逃げるように職場から去っていったことを覚えている。業務内容に不満は無かったものの周囲の環境に思うように馴染むことが出来ず不安を感じるようになり、さらに医療従事者としての自分に自信を無くしていったことが大きな理由であった。

退職後はすぐに、上記の体験から医療従事者としてではなく有資格を活かすことが可能である某市内の民間検査センターに勤務、非常に厳しい勤務内容ではあったが何とか耐えしのぐことができていた。しかし、職場環境は良かったものの、業務内容自体に過度のストレスを感じ、結局、5年ほどで職場を去ることになった。当時は男性の臨床検査技師が非常に少なかったこともあり、開業医同様、本センターの経営者の不満を感じながらの退職であった。

いずれも短い勤務期間ではあったが上記の職場を経験して学んだことは、自身の考えの甘さと現実の厳しさであり100%理想の職場など存在しないということである。加えて経

営者として職員を雇用することがどれほど大変であるか、採用するすなわち期待することであり、短期間での身勝手な退職がどれだけの損害を与えるのか少しは学ぶことが出来たと思われる。このときの経験が今の自分の基礎となっているのかもしれない。

3. 本学採用から退職までの日々

以下に本学採用から退職までの自身の主な経歴を紹介しておく。

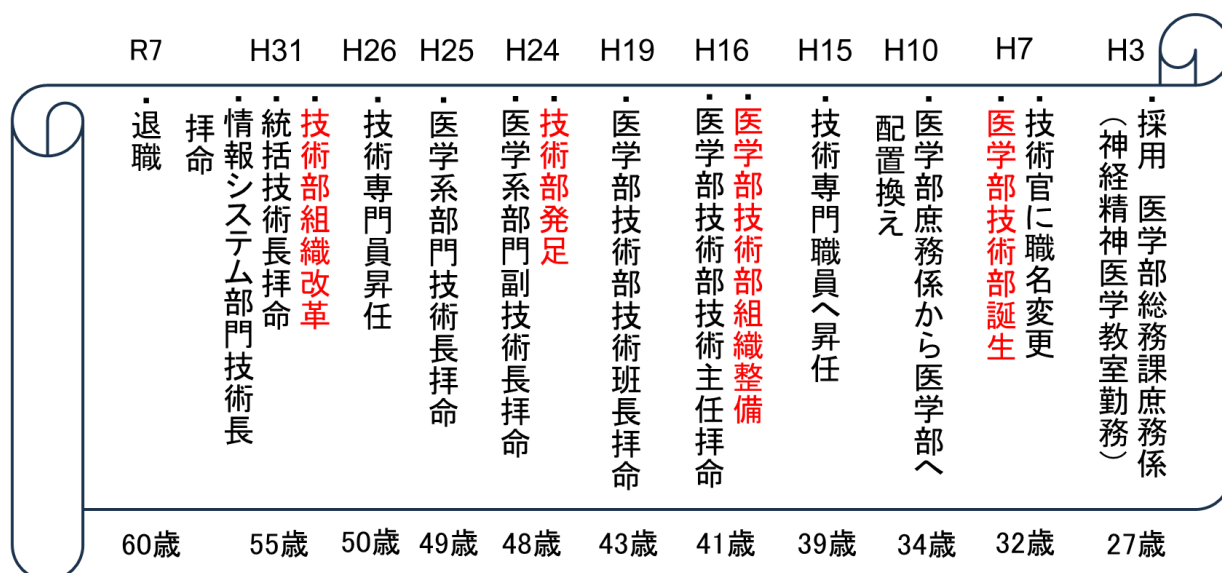


図 1. 退職までの年表

3.1. 教室系技官として過ごした日々

本学に採用後しばらくは、事務所属のまま勤務場所として現在の医学部精神行動医学分野（旧神経精神科教室）に配置となり、精神科関連の臨床業務および研究業務の支援に従事することとなった。

採用されるまでは基礎系教室と臨床系教室の違いが殆ど理解できていなかったこともあり、また、臨床業務自体は病院業務であるためこれに携わることについて認識がなかった。ところが採用後の業務の半分を臨床業務が占めており、開業医に勤務していた頃感じていた医療従事者として医療行為を行うことの不安と恐怖がよみがえってきたことを覚えている。

しかし、医療現場では多くの医師・コメディカルや学生の苦労を日々見続けており、自分だけではなく誰もが一緒なのだと思うと不思議と気分が落ち着き日々の業務に励むことが出来たのは事実である。

並行して多くの研究業務の支援も行ってきたが、臨床系教室の特徴として教員は診療に多くの時間を割くため研究に費やす時間が不足する。そのため、それぞれの研究の進捗に遅れが生じることが無いように効率よく業務を組み立てるのも自分の果たすべき役割であり、言わば自分の研究のように支援を行ってきたことから、何かをさせられているのではないという認識であったことは非常にプラスになったのは言うまでもない。

以下に教室系技官としての自身の始まりである脳波計を紹介しておく。当時としても驚くほどの古さであったためノイズが入りやすく扱いに苦労はしたが、それゆえに如何に支障なく検査を行うか楽しさを感じていたほどである。

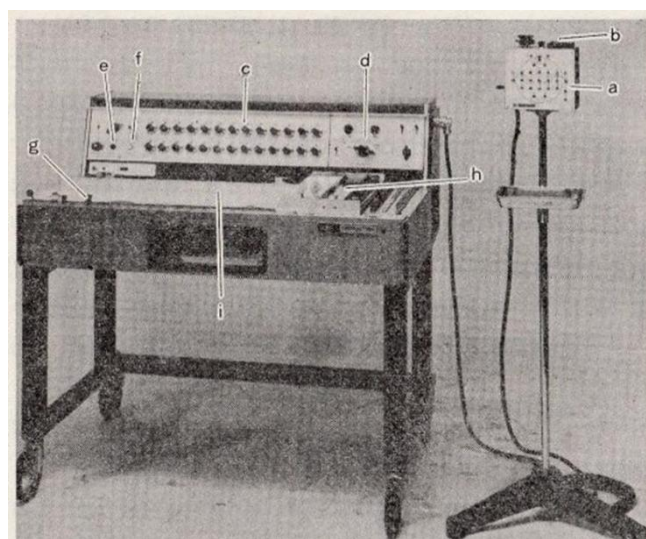


図 2. 脳波計

出展：脳波検査依頼の手引き<所見をどう読むか>医事出版社(1976)p16より一部修正

教室系技官としての最大のメリットといっても過言ではないのは、勤務場所が固定され、業務内容に興味湧いてくると、自分の研究をしてみたいという欲が生まれることである。それぞれの研究グループに属していたものの自身の研究ではないため、筆頭としての研究に憧れが生じていた。幸いなことに多くの研究に携わっていたことから研究材料の幅が広がったこと、教室の研究をリードする多くの先生方の助言と協力もあり、科研費（奨励研究）による研究を何度か実施できたことは大きな喜びであり日々の業務の活力にもなった。また、私自身の能力を高める手段となったメリットは大きい。以下に、最初の科研費獲得となった研究に使用した機器を紹介する。



図 3. 胃電図測定器

本装置を用いることで、胃電図という胃の電気活動を体表面から記録することが可能になり、胃と自律神経活動に大きな関連があることから、自律神経活動の研究手段として盛んに研究が行われた。

技術部組織について触れると、この時期は組織化とは一切無縁であり、今後も退職するまで継続してこの状況（教室に配置）が続くものと私自身は思っていたが、私に限らず他の教室系技官の誰もがそうであったのではないかと思う。

医学部に技術部が設置された時点では、勤務体系に大きな変化はなく、継続して一教室の業務を担当していた訳であるが、この頃からであったと思われるが、教室系技官の定員数が削減され始め、その結果、配置されている教室のメリットが大きく、未配置の教室から不満が増加し始めたことを記憶している。そこで、本学（当時は各学部）への技術職員の貢献度を上げるため各学部とも名称のみではなく機能する組織を目指して組織整備が行われ、学部単位ではあるものの公平な技術支援が可能となった。おそらく、同時期にはこれらの状況を踏まえ、教室系技官という名称がなじまないため全国的に教育研究系技術職員という名称が使用されるようになったものと思われる。

```

graph LR
    A[工学部] --> B[技術部長]
    B --> C[技術長]
    C --> D[技術班長]
    C --> E[技術主任]
    C --> F[技術職員]
    D --> G[技術班長]
    G --> H[技術主任]
    H --> I[技術職員]
    B -.- J[実務委員会(教員)]
    K[医学部技術部] --- B
    L[工学部技術部] --- B
    M[農学部技術部] --- B
  
```

The organizational chart for the Faculty of Engineering (工学部) is structured as follows:

- 工学部 (Faculty of Engineering)** is the top-level entity.
- Under **工学部** is the **技術部長 (Department Head of Technology)**.
- Reporting to the **技術部長** are three technical departments: **医学部技術部 (Medical Department Technology)**, **工学部技術部 (Engineering Department Technology)**, and **農学部技術部 (Agricultural Department Technology)**.
- Reporting to the **技術部長** is the **実務委員会(教員) (Practical Committee (Faculty))**, connected by a dashed line.
- Reporting to the **技術部長** is the **技術長 (Chief of Technology)**.
- Reporting to the **技術長** are two parallel chains:
 - Chain 1:** **技術班長 (Chief of Technology Class)** → **技術主任 (Chief of Technology)** → **技術職員 (Technical Staff)**.
 - Chain 2:** **技術班長 (Chief of Technology Class)** → **技術主任 (Chief of Technology)** → **技術職員 (Technical Staff)**.

上記の図のように、現在の技術部組織の基となる組織が各学部単位で整備されたが、医学部技術部においては技術職員の居室が準備されるとともに技術職員不在の教室への技術支援が可能となったことは大きな進歩であった。

- ・学部内における技術職員不在教室への業務支援が可能
- ・技術職員全員がデスクを持つ居室の準備
- ・指揮命令系統の確立
- ・技術部による人事評価の開始(この時点では教員と同席)
- ・医学部からの運営費の配分

- ・部内独自の技術提供による自己収入の開始
- ・技術職員相互の支援体制の確立
- ・他施設での技術発表会・勉強会等への部署としての参加の開始
- ・部内予算管理
- ・職員への他部署からの直接依頼から技術部への依頼へ変更
- ・他の技術職員の所在の明確化
- ・一部署として地域貢献活動の開始
- ・その他

デメリット

- ・元配置先の業務対応への支障
- ・不慣れな事務作業の発生(事務担当者の不在)
- ・浅く広くの業務対応による依頼者からの不満
- ・その他

この当時は未だ、医学部技術部として他施設の技術職員組織との交流は始まっていなかったと記憶している。

医学部技術部が発足後、技術部が一元化されるまでに記憶している大きなトラブルとしては個人的には2件が該当し、元配置先、新たに依頼を引き受けた別教室の2件が該当する。教員への確認不足が1件、実験の手順のミスと推測されるものが1件であり、研究に与える損失が大きかったため大きな反省となったが、組織としてのトラブルの記憶はない。

3.3. 全学技術部一元化前半を振り返る

平成24年度に3学部の技術部が一元化され、技術部として全学支援がスタートした。バーチャルとしての整備ではあったが、全国の国立大学の中でも早い整備であった。バーチャルと言っても実際には一部局として認識されており、多くの事務作業が発生したことはバーチャルという言葉があてはまるかどうかは疑問である。

組織整備は記憶違いでなければベースは広島大学技術センターの組織を参考にしている。

また、工学部技術部当時に名古屋工業大学と技術連携に関する協定が取り交わされて以後現在まで良好な関係が築かれているが、組織化についても多くの助言をもらってきた。

早い整備の理由の一つに、当時、文科省が実施した設備サポート事業に認定されたことが大きいとされているが、当時の研究担当理事の強力な推進であることは間違いない。

本学技術部の特徴として、医学部を主として支援する当時の医学系部門と他の部門が支障なく一つになったことであるが、これは歴代の各学部技術部当時の技術長の努力の賜物と当時の医学部長の理解によるものが大きい。

一元化当時は3学部の技術部の名称が分野へと変更され、技術部組織の一つであるという認識を増加させている。この当時の自身は医学系部門の副技術長として技術部管理職の動きを傍観する程度であった。これが後に大きく後悔と反省を生む要因となった。

以下に特に技術部としてのメリットを挙げている。

メリット

- ・全学対応の業務依頼の整備
- ・部門間の壁の撤去(支援体制の整備)

- ・職員評価体制の見直し・・・技術職員のみによる評価の確立
- ・部局予算の配分
- ・指揮命令系統および承認作業の整備
- ・部局としての人事対応
- ・部局としての事務対応
- ・技術部の名称で他施設との交流が開始
- ・自己収入の対応
- ・事務部局開催会議への出席
- ・本学への組織としての認識の強化
- ・全国的イベントの開催が可能
- ・その他

デメリット

- ・事務担当者の正式配置無し
- ・事務作業の増加
- ・部局対応の増加
- ・その他

この期間の自身の大きなトラブルは記憶していない。また、組織としても同様である。

3.4. 全学技術部一元化後半（再整備後現在まで）を振り返る

令和元年度に組織整備が行われ、3部門から4部門へと部門が追加され名称変更が行われた。具体的には今後重要度が加速する情報関連の部門を専門化したわけであるが管理職ポストである技術長が追加されることはなく、統括またはいずれかの技術長が併任せざるを得なくなったのは残念な結果であった。今なおバーチャルの組織から抜け出せていないことが理由であったと思われる。

自身は組織整備後、統括技術長および情報システム部門技術長を併任することになったが、これは、多くの職員を抱える各部門技術長がそれ以上に管理監督する職員を増やすことが困難と思われることから、統括技術長が兼務することで対応できるとの判断であった。実際には、統括技術長の能力にも関係するのであろうが、多忙な業務に日々追われる中で部門対応は難しく、副技術長に代行してもらうことで何とか運用が可能となってきた。

この期間、技術部長の働きかけにより部局予算が大幅に増加したこともあり、他施設における発表・研修等への参加が活発化したことのメリットは大きい。中でも東京工業大学（現東京科学大学）が実施している TC カレッジの受講、他施設での長期研修は今後の本学技術部の発展には欠かすことが出来ないものとなっている。

組織整備後のデメリットとしての認識はなくメリットを挙げてみる。

メリット

- ・70 万円から 200 万円へ予算配分の増額
- ・TC カレッジの受講による知識・技術の専門性およびマネジメント力の強化
- ・UTA (技術部マネジメント専門職一部内配置) の配置
- ・施設外研修の活発化
- ・定例会議による情報共有の強化
- ・部門増加による専門性の強化 ・その他

この期間の組織運営自体は前半と大差はないが、職員意識の向上と日々増加する統括業務への不十分な対応により多くの問題が多発したことは自身の責任が大きいと強く感じている。

以下、主なトラブルを挙げる。

主なトラブル

- ・職員間のトラブル
- ・知識不足によるトラブル
- ・指示不足によるトラブル
- ・情報共有によるトラブル
- ・その他

職員間のトラブルは個人の認識の違いによることが大きく、組織として対応することは難しいが、それ以外については統括技術長としての個人プレーが招いた結果であることは明らかである。また、かつては定員内においては退職者が生じた際には補充が確実に実行されていたが、近年、大学の意向とは言え未補充のままとなっていることは力不足であった。

4. 個人プレーが招く悲劇

私自身に限らずおそらく職員全員が何かトラブルをもたらした際には深く反省するのは一緒だと思うが、その思いが継続するかどうかが問題となる。常に日々緊張し、慎重に業務にあたることが出来れば良いのだが、時間の経過とともに同様のトラブルを生じさせることが常ではないであろうか。メディアを通して多くの事件・事故を見ていると大企業でさえも繰り返しトラブルが生じている。意図的なものは別としてその他多くは一個人が引き起こしているものも少なくない。

私自身の場合、というか以前からの悪い流れと感じているのは歴代の管理職は個人プレーが多かったのではないかと思われる。他の職員に迷惑をかけまいと自分で処理に走ることに加えて、業務指示を受けるだけであった技術職員は業務指示に慣れていないことが結果的に悲劇を招くことになった。

上司と部下の関係は本来であれば対応すべき業務が存在した場合、上司から部下に依頼し、出来上がったもの或いはまとめあがったものを上司が確認することで成立するのだと思われるが、自身はスタート時点でこの流れを作ることが出来なかったため多くのトラブルを生じさせたことを猛省している。対応すべき業務が増加すればするほどやり残しの業務が多発し、焦れば焦るほど個人プレーが急加速する。結果、時間の経過した業務を置き去りにし確実に把握している目先の業務に捉われることでやり残した業務が処理されるのは時間が経過し記憶がよみがえった時点となる。

5. 終わりに

私自身としては、常に職員から情報共有をもっと行うように助言され続けてきたが、特に管理的立場に立つものはこれを徹底することが重要である。そうすることによりチームプレーが発生し相互に監視ができトラブルを未然に防ぐことが可能となる。当然のことではあるが、これを私自身出来なかったために個人プレーとなり、結果としてトラブルに繋がっている。技術部の職員全員がそうならないように徹底してチームプレーを行うようお願いしたい。また、職員の多くは、各学部単位での技術部組織化以後に採用となっており、技術部における指揮命令が身についていると思われ、上司から部下へ、部下から上司

への正常な流れを作ってもらい、決して他人事だからという状況を作らないことを切に願っている。

鳥取砂丘の砂を用いた大型固気流動層の製作及び

科学教育への効果検証

松井陸哉*

化学バイオ・生命部門 機器分析分野

1. はじめに

この世の全ての物質を形作る元となる「原子」や、それが組み合わさってできた「分子」の存在を認識し、その挙動や相互作用を理解することは、化学を学ぶ上では重要である。しかし、小学校の授業で初めて理科を学ぶ子どもたちにとって、「原子や分子の挙動」つまり「目に見えないものがどう動いているか」ということをイメージすることは非常に難しい。粒子の存在を認識する「粒子概念」、そしてその概念形成の重要性については教育界等でも議論が続けられており、小学校や中学校などの教育現場では模型やアニメーションの使用など、目に見えないものを可視化するための様々な工夫がなされている¹⁻³⁾。

筆者は、本学技術部が実施している「出前おもしろ実験室」（以下、出前実験）に 2014 年から携わっており、2015 年には鳥取砂丘の砂と固気流動層を組み合わせた体験実験を考案した⁴⁾。固気流動層とは、容器に充填した粉粒体が下部からの送風によって流動化した系のことをいう。固体である砂が下部からの送風によって液体のように振舞う不思議さから、出前実験でも人気のテーマの一つとなっている。当該装置は卓上サイズ（以下、卓上型流動層）であり、本装置の大型化を検討していたところ、2024 年度の科学研究費助成金（奨励研究）に採択された。本課題では、固気流動層装置を大型化すると共に、本装置を用いた科学教育による粒子概念形成への効果検証を行うこととしている。これは固気流動層が物質の状態変化を疑似的に表現しており、視覚だけでなく触覚も組み合わせた体験により、「粒子の挙動による物質状態の違い」を直感的に理解するのに最適な教材と考えたためである。子どもたちの好奇心・探究心を育む大型流動層を製作し、本装置が粒子概念形成に効果的か検証を行ったので、これについて報告を行う。

2. 固気流動層について

2.1. 原理

容器に充填した粉粒体（粒子層）には間隙が存在する（図 1）。分散板を経由した下部からの送風は、低流速の場合は間隙を流れるが、流速が増加するに連れて粒子を持ち上げる力が増大する。そして粒子にかかる重力と送風による抗力が均衡した際に、粒子はわずかに浮き上がった状態となる。粒子同士の接触が低減することにより、粒子は移動することができ流動化が起きる。この時の送風の流速を最小流動化速度 u_{mf} という。流動化するためには u_{mf} 以上の流速が必要となるが、流速が大きすぎるとスラッシング状態や気流層（希薄輸送層）となり、今回の装置にはそぐわない。原子粒子が液体状態を取ることを再現するには、砂粒子全体が均一に流動化する均一流動化領域（homogeneous fluidization）（図 2）となることが理想であるが、Geldart の粉体分類⁵⁾によれば、砂のような粒体はグループ B に分類される。これは鳥取砂丘の砂にも当てはまり、流動層の特徴としては、層表面における気泡の破裂を伴う激しい流動状態、気泡流動化領域（bubbling regime）⁶⁾となる。

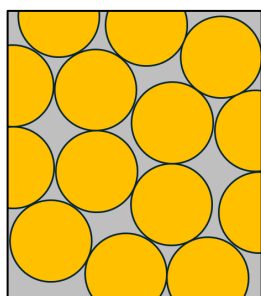


図 1 粉粒体内の間隙イメージ

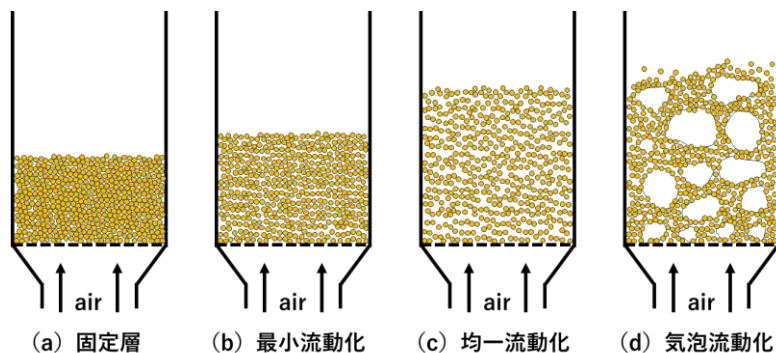


図 2 流動化の種類

2.2. 装置製作

固気流動層の構成は、大きく分けて流動層本体（分散板含む）、送風機、粒子層となる。

流動層本体には、容量 200L（容器底面の内径 $\phi 600\text{mm}$ 、開口部の内径 $\phi 650\text{mm}$ 、高さ 700mm ）の樹脂製容器（図 3）を用いた。容器底部に設置した分散板（図 4）は、2 枚の多孔板（孔径 $\phi 8\text{mm}$ 、ピッチ 20mm 、並列）の間に布を挟み、孔の位置が一致するように重ねた。こうすることで砂を保持しつつ下部からの空気は通り抜け粒子層底面全体に送風できるようにになっている。分散板は木材で作った木枠（寿司桶のような形状）の上面を覆うように取り付けた。木枠の側面に開けた空気導入口にホースをつなぎ、ここから粒子層へ空気の供給を行う。分散板に挟む布生地にはフェルト（厚み約 2mm ）を用いた。



図 3 樹脂製大型容器



図 4 容器底部に設置した分散板

粒子層に空気を送り込むための送風機には、静圧能力の高いブロア（ガストブロア U2V-150, 昭和電機）を使用した。静圧とは流体の圧力⁷⁾のことである。例えば、息を強く（圧力を高く）吹き込まないとゴム風船が膨らまないように、ブロアの静圧を高くしなければ重たい砂の粒子層を持ち上げることができない。電源とブロアの間にはインバーターを接続し、電圧を変化させることで送風量を任意にコントロールできるようにした。

充填する粉粒体は鳥取砂丘の砂とした。流動層の実験により科学への興味を引くことと併せて、地元の馴染み深い砂を用いることで地域観光資源に関心をもってもらうことも目的としている。本学の国際乾燥地研究教育機構に申請し許可を得たうえで、容積 100L 、重さにして約 150kg の砂を採取した。採取したばかりの砂は、黄砂などの微粒子や植物の根や葉なども混じっていたため、少量ずつ水洗いを行った。水洗いした砂はブルーシートに広げ天日干しして乾燥させた（図 5）。

装置全体の構成を図 6 に示す。装置全体の重量は充填した砂を含めると 200kg 近くになる。装置運搬時は、砂を蓋付きバケツに小分けにし、ブロアと流動層本体を繋ぐ配管部分を取り外し、各パーツに分けて運ぶことができる。



図 5 砂の乾燥



図 6 流動層全体の構成

3. 出前実験やイベントでの披露

大型流動層が完成したのち、6 回の出前実験や「おもしろワクワク化学の世界' 24 鳥取化学展」(主催：日本化学会中国四国支部，共催：本学工学部化学・バイオ系学科)，「サイエンスアゴラ 2024」(主催：科学技術振興機構)に出展し，幼児～高齢者まで幅広い年代に本装置を体験してもらった．詳細を以下の表 1 にまとめた．

表 1 大型流動層実験を行ったイベント詳細

No.	開催日	実施イベント	開催場所 (所在地)	対象 (学年，人数)
1	6/23	出前実験①	津ノ井小学校 (鳥取市)	小学 5 年生，18 名
2	7/30	出前実験②	伯耆しあわせの郷 (倉吉市)	小学 3～6 年生，20 名
3	8/3	出前実験③	鳥取信用金庫 (鳥取市)	親子 20 組
4	8/23～25	おもしろワクワク化学の世界 '24	丸由百貨店 (鳥取市)	一般参加者約 900 名
5	9/20	出前実験④	鳥取北中学校 (鳥取市)	中学 1～3 年生，20 名
6	10/6	出前実験⑤	青谷中学校 (鳥取市)	中学 2 年生，24 名
7	10/26～27	サイエンスアゴラ 2024	テレコムセンタービル (東京都)	一般参加者 782 名
8	11/28	出前実験⑥	河北小学校 (倉吉市)	小学 4～6 年生，20 名

表 1 中の No.7 サイエンスアゴラ 2024 では，イベント全体の来場者数は 2 日間で 5,539 名⁸⁾，固気流動層のブースには 782 名の来場者があり予想以上の盛況となった．ブース来場者は子ども (高校生以下) が 440 名と半数以上を占め，その中でも小学生が最も多く，幼児 (未就学児)，中高生と続いた．大人 (大学生以上) は小学生・幼児の保護者世代 (30～40 代前後) と思われる年齢層が最も多かったように感じた．鳥取砂丘に行ったことがないという方も多く，本物の鳥取砂丘の砂が，砂場の砂などと比べてサラサラ (粒径が小さく，粒度が揃っている) であることに驚く方もいた．来場者には実際に砂に触れてもらい，砂の流動化という不思議な現象を体感していただくことができ，来場者の満足度は高かったように思われる．小学校低学年や幼児には，未知の体験から生まれる「おもしろい！」という興奮や，「なんでだろう？」という疑問がきっかけとなって科学教育へ繋がることが期待される．

4. 科学教育への効果検証

4.1. アンケート調査

表1のNo.1～4, 6, 8において, 実験体験後, 参加者には粒子概念の理解度を確認するためのアンケート及びクイズを実施した。方法は, 用紙を配布し筆記で回答していただいた。アンケートの回答者は210名, クイズの回答者は155名であった。質問項目とクイズ内容, 回答方式を表2に示す。

表2 アンケートの質問項目及びクイズ内容

	質問項目	回答方式
質問1	あなたの学年と性別を教えてください。	選択式
質問2	実験の前と後で, 理科・科学がどのくらい好きか教えてください。	5段階選択式
質問3	固気流動層の実験は楽しかったですか?	5段階選択式
質問4	固体と液体の違いについて理解できましたか?	5段階選択式
質問5	固体も液体も粒子(小さなつぶ)の集まりということが理解できましたか?	5段階選択式
質問6	固気流動層に入れて, 浮くか沈むか試したいものがあれば自由に書いてください。形や大きさ, 材質なども自由です。	自由記述
クイズ1	固体, 液体, 気体の違いについて説明してください。次の選択肢から正しいものを選びましょう。	3択選択式
クイズ2	固気流動層の実験で, 砂が空気を送り込まれたときに液体のように動き始めたのはなぜでしょう。	3択選択式
クイズ3	固気流動層の実験では, 砂の粒子が自由に動き回ることが観察できました。この現象は何に似ているでしょう?	3択選択式
クイズ4	固気流動層の実験で, 空気を送り込む前と送り込んだ後の砂の違いについて, 正しい説明はどれでしょう。	3択選択式

4.2. アンケート・クイズ結果, 考察

回答者のうち, 出前おもしろ実験室が対象としている小学4年生以上の児童・生徒について取りまとめた結果を図7, 図8に示す。設問に対し, 8割以上の児童・生徒が理解できたという結果が示された。クイズの回答結果も各学年において高い正答率を示した。

固体と液体の物質状態の違いは, 原子や分子が規則的に配列し動かない状態か, 原子・分子間が自由に動ける状態かの違いによる。固気流動層においては送風の有無による砂粒子の固定状態・流動化状態が, 物質の固体状態・液体状態を再現したといえる。砂粒子の挙動を視覚や触覚によって体感・実感することで, 抽象的な概念である「物質状態の違い」について, 子どもたちの理解を助けた可能性が高いと考えられる。これは本装置を活用した体感型実験が粒子概念形成に効果的な手法であり, この新しいアプローチの有効性を示唆している。アンケートでは, 中高生・小学6年生の「わからなかった」の回答者はごくわずかであった。理科離れの一因が「内容がわからない」という点であるとすれば, 本装置による体験が理科離れを低減させる一助にもなり得る。一方, 全体を通して「理解できた」の回答率は学年が下がるにつれて減少傾向にあり, 小学3年生以下ではとくに傾きが大きくなった。本装置は小学3年生で学習する「物と重さ」, 中学で学習する「密度」や「浮力」の単元にも応用できると考えられるため, 引き続きその可能性を検討していく。

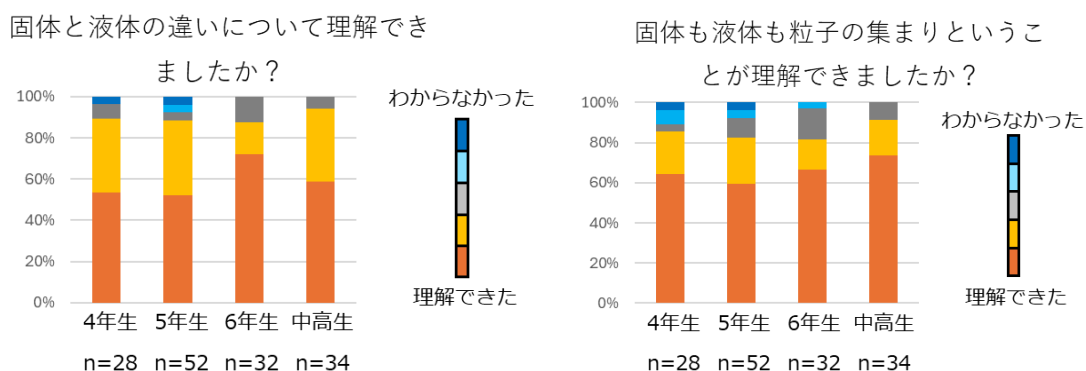


図 7 アンケート結果 (抜粋)

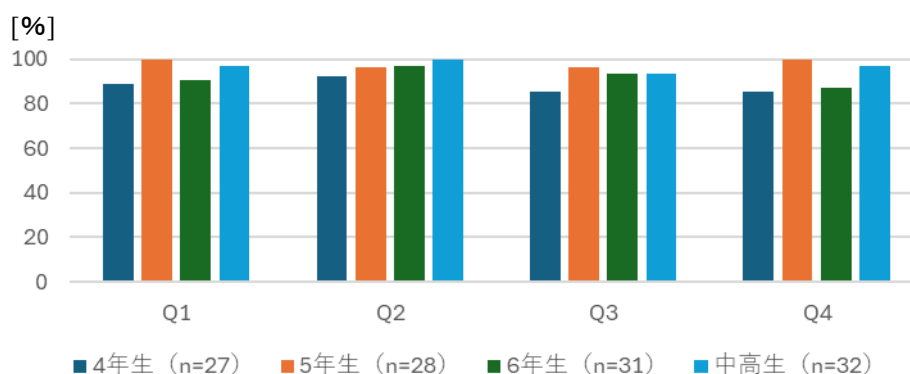


図 8 小学 4 年生～中高生におけるクイズの正答率

5. おわりに

今回制作した大型流動層は引き続き科学実験教室やイベントなどで用いる予定としている。子どもたちが科学，ものづくり，地域資源，文化など，様々な世界に興味をもつきっかけになれば幸いである。

謝辞 本活動は JSPS 科研費 24H02517 の助成を受け実施しました。本装置の製作及び出前実験の実施やイベント出展にあたり，多大なるご協力を賜りました方々に感謝申し上げます。

- 1) 柿沼宏充，「もののとけ方」に粒子モデルを導入することが溶液の均一性の概念に及ぼす効果～小学校第 4 学年「ものの温度と体積」と粒子の運動で関連させた実践を例に～，日本理科教育学会第 74 回全国大会 発表論文集第 22 号，pp247.
- 2) 市橋由彬，中学生に原子の結合や分子の構成を理解させるためには？－電子対の概念に着目して－，日本理科教育学会第 74 回全国大会発表論文集第 22 号，pp451.
- 3) 今村哲史ら，小学校理科における粒子概念育成のための実践的研究－「化学変化」を題材にして－，日本理科教育学会第 74 回全国大会発表論文集第 22 号，pp473.
- 4) 松井陸哉，「出前おもしろ実験室 新テーマの考案～鳥取砂丘の砂を流動化～」，平成 27 年度 実験・実習技術研究会 in 西京 報告集，pp123
- 5) Geldart, D., 1973. Types of Gas Fluidization, Powder Technology, 7, pp285.
- 6) 堀尾正毅, 森滋勝, 1999. 流動層ハンドブック, 培風館, pp1-5.
- 7) 化学工学会編, 1999, 基礎化学工学, 培風館, pp211.
- 8) サイエンスアゴラ 2024 開催報告書, <https://www.jst.go.jp/sis/scienceagora/2024/common/pdf/report2024.pdf>

*Email: matsui@tottori-u.ac.jp

色変わり実験による教材開発

ーねっておいしい色変わりおやつを作ろうー

横野瑞希*

化学バイオ・生命部門 機器分析分野

1. はじめに

鳥取大学技術部では、地域貢献活動として子どもたちに実験教室を開催する「出前おもしろ実験室」等の取り組みを行っている。今年度は新たに、アントシアニンの pH による色変化を楽しみながら食べられるおやつ教材を開発した。本教材をおもしろワクワク化学の世界²⁴ 鳥取化学展（日本化学会中国四国支部主催）、および出前おもしろ実験室にて実施したのでその内容について報告する。

2. 教材開発

おもしろワクワク化学の世界では参加者の年齢制限がなく、過去の実施時には未就学児の参加も多かった。そのため危険性の少ない試薬を使用し、操作も簡便で視覚的に変化を楽しめるものとして、市販されている「ねっておいしい色が変わってふくらむ知育菓子」を参考とした実験を行うことにした。

植物の持つ様々な色素は生活の中で非常に身近な材料である。ブルーベリーやぶどう、赤シソなど身近な野菜や果物に含まれるアントシアニンは、pH を変えると酸性からアルカリ性にかけて赤、紫、青、緑、黄色とカラフルに変化する色素である。小学校生活科において色水遊びに活用されている例¹⁾や、小学校理科化学分野の「水溶液の性質」の単元で、アントシアニンを含むムラサキキャベツが、教科書の発展内容として取り上げられていることもあり、なじみやすい色素であると考えた。また、重曹とクエン酸による中和反応は混ぜた瞬間に激しく泡が発生するため分かりやすく、いずれも食品添加物として販売されている物質である。そのため、実験後は美味しく食べることができ、子どもたちへの興味付けに効果的であると考えた。

朝日小学生新聞²⁾に掲載されていた記事のレシピ（表 1）を参考に実験条件を検討した。このレシピでは乾燥卵白を使用していたため、たまごアレルギーのある参加者では口にできない可能性があった。卵白は泡立ちの補助と安定化のため加えられており、同等の機能を持つ増粘多糖類であるキサンタンガムを代わりに使用することとした。一般的にキサンタンガムはプリン・ゼリーのとろみづけに全量の 0.05-2%程度の濃度で加えられる。そこでキサンタンガム濃度 0.05, 0.1, 0.2%で図 1 の操作を行い、最適な濃度の検討を行った。

1. 重曹・粉糖を混ぜ、100%ぶどうジュースを加え更によく混ぜる。
2. 別の容器でキサンタンガム・クエン酸を混ぜる。
3. 2に3を加え、泡が出て色が変わるまでよく混ぜる。

図 1 実験操作

表1 元となったレシピ（朝日小学生新聞より）

品目	量
重曹	5 g
クエン酸	5 g
粉糖	30 g
乾燥卵白	1 g
100%ぶどうジュース	30 mL

完成品の様子および実験操作中の様子を図2-5に示す. 濃度0.05%ではかなり柔らかく, さらさらとした触感であった. 0.1%ではちょうどよいとろみと粘りのある触感であった. 0.2%ではかなり固く, もそもそとした触感であった. これらの結果を踏まえて, キサンタンガム組成は0.1%を採用することとした. 併せて完成品の全体量が一口サイズ程度になるよう, およそ1/5にスケールダウンした.



図2 0.05%の様子



図3 0.1%の様子

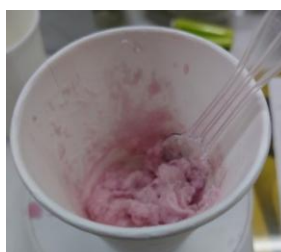


図4 0.2%の様子



図5 実験操作1の様子

3. 実施状況

以下の通り3件のイベントで実施した.

3.1. おもしろワクワク化学の世界'24 鳥取化学展

概要を以下に示す.

日時: 2024年8月22日(金)~24日(日)

場所: 丸由百貨店 5階 TOTTORI PLAY'S

目的: 次世代を担う青少年に科学技術の重要性, 素晴らしさ, 不思議さ, 面白さ, 自然環境との調和を化学の立場から紹介する. 対象は主として小・中学生およびその保護者, 高校生等である. 化学的な演示だけでなく体験実験も行っており, 化学のおもしろさを実感して頂く. 特に, 日常生活に関連した化学現象の実験や最新の化学技術の解説展示を通して, 学校で学ぶ化学と身の回りで実際に役立っている化学製品との繋がりをやさしく紹介すること及び, 化学と自然環境とのかかわりについて理解を促すことにより, 理科に親しみと興味をもってもらうこと

主催: 公益社団法人日本化学会中国四国支部

共催: 公益財団法人徳山科学技術振興財団, 国立大学法人鳥取大学

協賛: 株式会社トクヤマ

後援: 鳥取県, 鳥取市, 鳥取県教育委員会, 鳥取商工会議所青年部, 地方独立行政法人鳥取県産業技術センター, 公益財団法人とっとりコンベンションビューロー, NHK 鳥取放送

局，日本海テレビ，BSS 山陰放送，TSK さんいん中央テレビ，朝日新聞鳥取総局，新日本海新聞社

参加者：延べ 899 名

鳥取市内の百貨店のイベントスペースで実施した。会場の様子を図 6,7 に示す。市内の小学校は夏休み最終週ということもあり，多くの子どもたちの参加があった。イベント全体の参加者アンケートからは，「5 歳でも楽しめてよかった。大人も興味津々でした。」，「今まで化学で楽しめるとはおもっていませんでした。」といった声が寄せられ，子どもたちに身の回りの化学に触れる機会を提供できたと考える。



図 6 色変わり実験の様子



図 7 NHK 鳥取 NEWS WEB の画面キャプチャ
(8 月 23 日 (金))

3.2. 出前おもしろ実験室

鳥取大学技術部では子どもたちに科学やものづくりの楽しさ・素晴らしさを伝えるため，鳥取県内の小中学校や公民館などに実験機材を持ち込んで実験教室を開催する「出前おもしろ実験教室」プロジェクトを 2006 年から実施している。本プロジェクトは年間 10 件ほど実施しており，そのうちの 2 件で色変わり実験を実施した。概要および実験の様子（図 8-10）を以下に示す。

日時：2024 年 7 月 30 日（火）

場所：伯耆しあわせの郷（鳥取県倉吉市小田 458）

参加者：18 名

公民館のイベントとして実施した。参加者アンケートからは「楽しみながら勉強もできてよかった。」，「お菓子を作る実験がうまくいかなかったのでまたあったら挑戦してみたいです。」といった声が寄せられ，楽しみながら科学に興味を持ってもらうことができたと思う。



図 8 実験の様子



図 9 完成した色変わりおやつ

日時：2024 年 8 月 3 日（土）

場所：鳥取信用金庫別館（鳥取県鳥取市栄町 645）

参加者：親子 35 名

地元銀行のイベントとして実施した。参加者アンケートからは「身近にある簡単なものでこんな面白い実験ができるなんて知らなかったの、親子でとても楽しめました。」、「最初は、理科に興味はなかったけど、今日じっけんをして理科に興味をもちました。」といった声が寄せられ、理科への興味付けができたと考えられる。



図 10 実験の様子

4. おわりに

今回、幅広い年齢の子どもたちが視覚的・体験的に楽しむことのできる新たな教材を開発することができた。参加者対象のアンケート結果からは、満足度の高い内容を提供できたと考える。今後も子どもたちへ科学の楽しさを伝える活動を続けるとともに、身近にあるもので楽しく学べる教材を開発していきたい。

謝辞

おもしろワクワク化学の世界'24 鳥取化学展，出前おもしろ実験室の活動にご理解，ご協力およびご支援いただきました皆様に感謝いたします。

1) 中尾安男，色水遊びを通しての生活科指導法，中国学園紀要，5，pp113-pp117，2006

2) つゆくぼ研究員のなるほど！キッチンラボ 第 87 回「もこもこ泡菓子を作ろう！」，朝日小学生新聞，2023 年 11 月 11 日付

*E-mail: yokono@tottori-u.ac.jp

2024 年度「出前おもしろ実験室」プロジェクト活動報告

○松浦香織^{1*}，安藤敬子²，松井陸哉¹，河尻直幸³，松浦祥悟¹，水田敏史¹，

橋本正満²，岡正子¹，笠田洋文³，大村敏康³，岩田千加良³，

馬場恵美子³，横野瑞希¹，宮崎裕介³，山田有里子²

¹化学バイオ・生命部門，²情報システム部門，³工学技術部門

1. はじめに

鳥取大学技術部は、2006 年度から「出前おもしろ実験室」プロジェクトを実施している。本プロジェクトでは、技術職員が小中学校や地域施設を訪問し、実験や工作を通じて子どもたちに科学の楽しさを伝えることを目的として活動してきた。2010 年度からは学生スタッフも加わり、学生が科学的知識やコミュニケーション力を高めるための支援も行っている。また、東日本大震災時には、石巻市で被災地における理科支援事業として他大学と連携して実験室を開催するなど、活動の場を全国に広げてきた。本報告では、2024 年度の活動内容とその成果について報告する。

2. 活動概要

今年度の本プロジェクトの活動実績を表 1 に示す。今年度は、従来の小中学校や公民館での実験室を中心にしつつ、活動の幅をさらに広げ、地域を超えた連携や高度な教育支援にも取り組んだ。東京で開催された全国規模の科学イベント「サイエンスアゴラ」では、固気流動層のブースを出展し、多様な参加者に科学の楽しさを提供した¹⁾。また、神戸大学の技術職員と共同で実験室を開催し、大学間連携の強化やノウハウの共有を図った。さらに、文部科学省のスーパーサイエンスハイスクール指定校（SSH）である湯梨浜学園中学校・高等学校では、中学 2 年生を対象に高度な実験を取り入れた特別授業を実施し、体験型学習によって生徒たちが科学への興味・関心を深める機会を提供した。

表 1 2024 年度活動実績

No.	開催日	依頼元・開催場所	対象
1	5/4（土）	鳥取市こども科学館	小学校 3~6 年生 13 名，保護者 8 名
2	6/23（日）	鳥取市立津ノ井小学校	小学校 5 年生 26 名，保護者 22 名
3	7/30（火）	伯耆しあわせの郷	小学校 3~6 年生 18 名，保護者 2 名
4	8/3（土）	鳥取信用金庫	小学校 4~6 年生 10 名，保護者 12 名
5	9/20（金）	鳥取市立北中学校	中学校 1~3 年生 20 名（特別支援学級）
6	10/6（日）	鳥取市立青谷中学校	中学校 2 年 20 名，保護者 9 名
7	10/19（土）	西円通寺児童館	小学生 9 名，中学生 2 名
8	10/26（土），27（日）	サイエンスアゴラ	一般市民 782 名（東京 お台場）
9	11/28（木）	倉吉市立河北小学校	小学校 4~6 年 22 名（神戸大学 共同開催）
10	12/4（水）	湯梨浜学園中学校・高等学校	中学 2 年生 28 名（SSH 指定校 特別授業）

3. 学生スタッフの活動

2024 年度には新たに 18 名の学生が加入し、総登録者数は 88 名となった。5 月に初参加者向けに活動内容を紹介するオリエンテーションを実施したところ、3 名の参加があり、うち 1 名はオリエンテーションをきっかけに、今年度合計 4 回の実験室に参加した。10 月には「サイエンスアゴラ」に学生 3 名が参加し、出展ブースのサポートや他ブースの体験を通じて、大規模な科学イベント運営の貴重な経験を得てもらうことができた¹⁾。

活動の成果を把握するために学生に実施したアンケート（n=7）では、全員が「科学的知識が身についた」「コミュニケーション能力が向上した」と回答している（図 1,2）。また、その他の活動のメリットとして「教える力や説明力を試す機会になった」「他のスタッフとの交流を通じて視野が広がった」などを選択した学生が多かった（図 3）。自由記述では「技術職員と新しい実験を共同で開発したい」という要望もあり、今後の改善に向けた参考としたい。

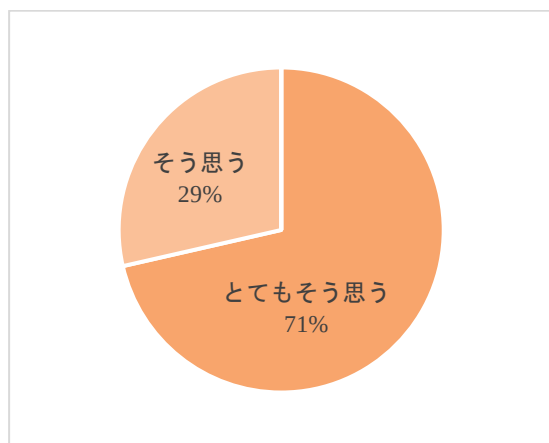


図 1 アンケート結果（n=7）
活動を通じて、
科学的な知識が身についたと感じますか？

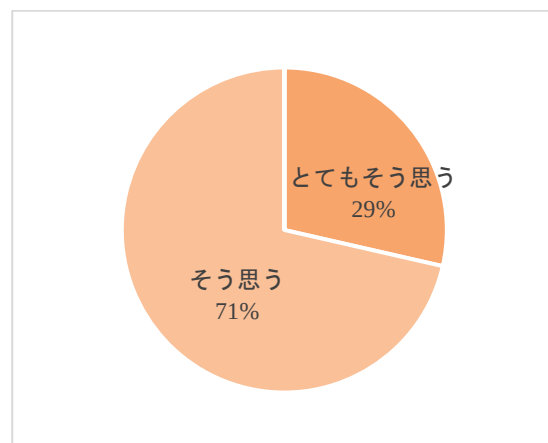


図 2 アンケート結果（n=7）
子どもたちや保護者への対応を通じて、
コミュニケーション能力が向上したと感じますか？

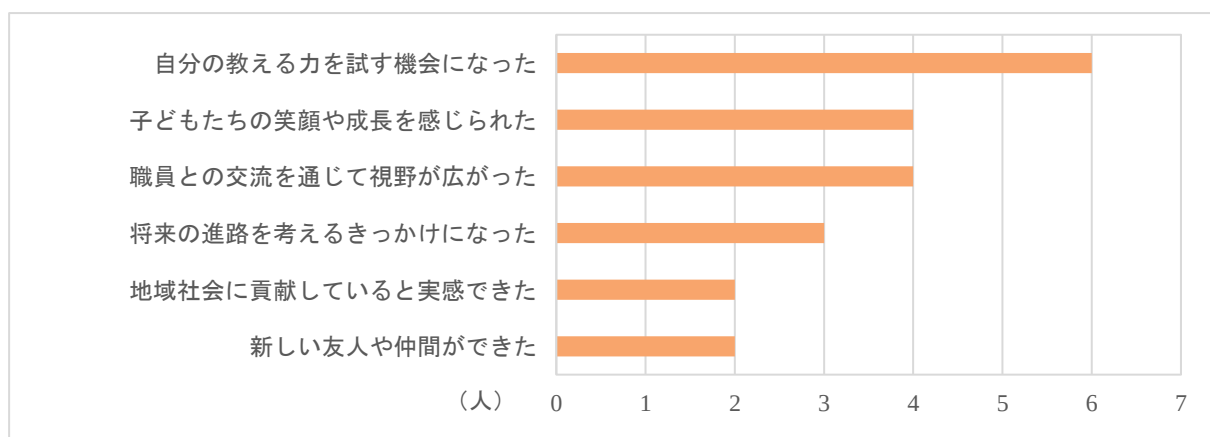


図 3 アンケート結果（n=7）
その他、この活動に参加して良かったと思う点があれば教えてください。（複数回答可）

4. 神戸大学との交流

昨年度の安藤敬子氏による神戸大学での科学啓発活動に関する講演²⁾をきっかけに、神戸大学の技術職員3名が鳥取大学を訪問し、倉吉市立河北小学校で実験室の共同開催が行われた。交流を通じて、両大学の地域貢献活動についての情報やノウハウが共有された。

神戸大学が実施した「金メダルをつくろう！」実験は、金属の物性変化について学びながら、ポンチとハンマーを用いて真鍮円板に装飾を施し、オリジナルのメダルを製作するという内容であった。小学生20名が参加した。子どもにとっても視覚的にわかりやすい資料の作成や、工具の安全指導が徹底されており、鳥取大学でもこれらの工夫を参考に安全管理や資料改良を検討することができた。

鳥取大学側では固気流動層および液体窒素の実験を行った。神戸大学の職員からは、「子どもたちが語りかけに強く引き込まれ、楽しそうに実験へ取り組んでいた様子が印象的であった」との感想が寄せられ、参加者の興味を引き出す進行方法や指導手法が評価された。



図4 河北小学校で開催された、神戸大学の技術職員による実験室「金メダルをつくろう！」の様子

5. スーパーサイエンスハイスクール(SSH)指定校における特別授業

2024年度からSSH指定校となった湯梨浜学園中学校・高等学校の中学2年生を対象に特別授業を実施した。SSH指定校は文部科学省が指定する科学教育に特化した教育機関であり、同校における「出前おもしろ実験室」の特別授業は4年目を迎える。今回の授業では、学校のカリキュラムに合わせて、普段の実験室より難易度の高い実験プログラムを用意し、生徒たちの科学への探究心を育むことを目指した。

超電導の実験では、マイスナー効果（超伝導体が磁石を浮かせる現象）を実演し、リニアモーターカーの仕組みを学ぶ機会を提供した。また、液体窒素を用いた実験では、物質の三態変化や低温下での物質の挙動を観察した。電気の特徴を調べる実験では、オームの法則を学び、LEDと豆電球の違いを調べた。

授業後のアンケートでは、「液体窒素やリニアモーターカーの実験が印象に残った」「普段見られない現象を体験できて面白かった」など、貴重な体験を楽しんだという声が多く寄せられた。また、「豆電球とLEDの違いが実際の実験で理解できた」「実験後の解説が分かりやすく、理解が深まった」という意見も聞かれた。さらに、湯梨浜学園中学校・高等学校の教員からは、「この特別授業は生徒たちの探究心を育てる上で非常に重要な理科の一コマになっている」との評価を受けており、本プロジェクトによる教育支援が、同校の高度な科学教育において継続的に役立っていることが示唆された。



図5 湯梨浜学園中学校・高等学校での特別授業の様子

6. おわりに

2024 年度も「出前おもしろ実験室」プロジェクトを通じ、多くの子どもたちが科学の楽しさを体験し、探究心を育む機会を提供することができた。これらの成果は、技術職員や学生スタッフの協力、そして地域の方々や教育機関との連携によって支えられている。また、来年度は新たに、被災地支援の一環として能登半島の小中学校で複数の大学と連携して実験室を開催する予定である。今後も科学教育の普及と質の向上を目指し、活動を充実させていきたい。

謝辞

本プロジェクトにご理解・ご協力いただきました皆様に深く感謝いたします。本事業は、本学の 2024 年度地域イノベーション創出に向けた実践的教育推進プログラム地域連携エクステンション活動および 2024 年度学長裁量経費により実施しました。

-
- 1) 松井陸哉, 2024. 鳥取砂丘の砂を用いた大型固気流動層の製作及び科学教育への効果検証, 技術報告第 11 集, p24.
 - 2) 安藤敬子ら, 2023. 鳥取大学技術部発「出前おもしろ実験室」プロジェクト 2023 年度活動報告, 技術部報告第 10 集, p64.

*Email: k.matsuura@tottori-u.ac.jp

バイオ創薬支援業務 3 年目の現状とこれから

伊藤麻衣*

化学バイオ・生命部門 生物化学分野

1. はじめに：創薬研究プロジェクト支援の概要

本学では令和 4 年度より、第 4 期中期計画のもとに「創薬研究プロジェクト」が進められている。本プロジェクトは創薬研究者・研究基盤センター・先進医療研究センター・技術部などがテーマごとに「創薬研究チーム」を編成し、協力・連携して創薬研究を推進する取り組みである。図 1 にその全体像を示す。

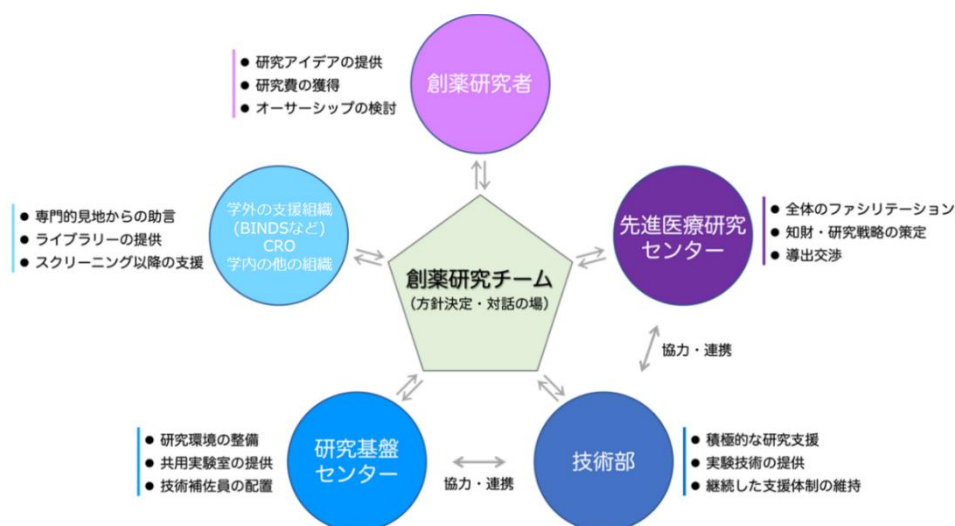


図 1 創薬研究プロジェクトの全体イメージ

本プロジェクトでは、先進医療研究センターが管理する創薬シーズから支援対象を選定し、技術部は選定されたシーズに対して実務者を参画させ技術支援を行うことで、包括的な研究支援の実現を目指している。

今年度より、多くのプロジェクトの技術支援を行うため、各案件における支援期間は原則 1～2 カ月間に変更し、効率的かつ短期集中的に業務を行った。支援にあたる際は事前に研究者と面談を行い、業務内容と開始時期を決定する。学内で研究をされていて興味のある方は先進医療研究センターにシーズ登録の上、センターを通じてお問い合わせ頂ければ幸いである。

2. 令和 6 年度の創薬支援業務の実績

(1) トランスレーショナルリサーチにおける支援

本件はトランスレーショナルリサーチを推進する先進医療研究センターの要望により、年間を通して継続的に支援を行った。AMED で実施中のがん治療用ウイルスを用いた大型プロジェクト 2 件において、遺伝子組換え実験ならびに細胞実験の実施および解析を実施した。これにより、新たながん治療ウイルスの創出に貢献した。

(2) 標的分子間相互作用を阻害する化合物のスクリーニングアッセイの実施

本件は第4期ミッション実現戦略の関連プロジェクトで、昨年度から継続して支援しており、今年度は4～7月に業務にあたった。その結果、計1000種超の化合物の中から3種の候補化合物を同定し、令和7年度のAMED橋渡し研究プログラムのシーズAの採択に貢献した。

(3) 標的遺伝子ノックダウン細胞株樹立のためのベクター発注のサポート

本プロジェクトは次世代研究支援事業のトップダウン型支援を受けている。実務者は主にコンサルテーションを行い、研究者の要望を伺った上で適切と思われるノックダウンベクターを調査し、選択肢として提案した。

(4) 薬理薬効試験・品質管理試験におけるマウス解剖時の試料採取と計測値の記録

本件は第4期ミッション実現戦略の関連プロジェクトで、研究者とその関係者だけでは人員不足で対応が難しいとのことから要請を受けた。生物化学分野から職員2名を派遣し、1日のみのピンポイントなサポートを行った。

(5) 自動分注機を用いたELISAならびに化合物スクリーニングアッセイの実施

本プロジェクトは次世代研究支援事業のトップダウン型支援を受けている。研究基盤センターが管理する創薬ラボに、創薬支援の効率化・省力化を目的とした自動分注機が導入され、これを活用した事例である。実務者は本機器のオペレーターとして、研究者の要望に合わせ設定ならびに分注作業を行った。支援期間は2ヶ月の予定で進めている(令和7年2月現在)。

3. 技術部の支援体制構築に向けた取り組み

「創薬研究プロジェクト」が始動した当初より、技術部は3年間で支援体制を構築することを目標に様々な取り組みを進めてきた。令和6年度はその3年目の「仕上げ期間」にあたるが、未だに万全な体制構築には至っていない。本業務の主体となる生物化学分野職員の欠員(開始時6名→4名に減)による慢性的なエフォート不足が主な理由である。

昨年度より時間の確保が難しくなったものの、職員間でピペット操作や細胞を扱う際の無菌操作を中心とした研修を継続した。これらは基本的ではあるが、研究支援業務に広く必要とされるスキルであるため、安定した操作が身に付くまで続けていきたい。合わせて、創薬支援の実務担当者となりうる新たな人員の確保も必要不可欠であると考えている。

4. あとがき：他部局と連携を強め、さらなる支援を届けたい

今年度は各案件の支援期間を明確に設定し、複数の支援業務が同時期に重複することを極力避けたことで、これまでより目の前の業務に集中して取り組むことができた。しかし、実務者1名で他研究・教育支援業務などと両立しながら本業務にあたるため、マンパワー不足という課題はいまだに残っている。

創薬支援業務にあっては、研究基盤センターの技術補佐員のご協力のもと、業務を分担して効率よく支援を行えた例もある。医学部附属病院では、令和6年度から文部科学省の「高度医療人材養成拠点形成事業（高度な臨床・研究能力を有する医師養成促進支援）」の採択を受け、医師の働き方改革推進のためにテクニシャンを雇用し、研究支援活動を開始している。今後は、支援先や他部局のテクニシャンと連携してより内容の濃い支援を実現したい。

*E-mail: mai-ito@tottori-u.ac.jp

構成員の身分に応じた OneDrive の容量制限設定の自動化について

中島清之*

情報システム部門 情報基盤技術分野

1. はじめに

本学では、教育機関向けの Microsoft 365 A3 契約を利用し、クラウドストレージサービス OneDrive を導入している。当初、全構成員に対して 1 アカウントあたり「5TB」の容量を提供していたが、2024 年 8 月からの Microsoft 社のストレージ提供ポリシー変更に伴い、大幅な縮小が必要となった。そのため、本学では構成員の OneDrive の提供容量を「教職員：200GB、学生：20GB」に制限する方針とした。

既存アカウントについては、制限後に容量超過が見込まれる利用者を抽出し、個別に容量削減を依頼した。約 3 か月の猶予期間を設けた上で、事前に通知した日程に沿って、後述のスクリプトで一斉に容量制限を適用した。

新規アカウントについては、教職員と学生で登録の傾向が異なるため、以下のように対応することとした。教職員の新規アカウント登録は「不定期に月に 2～3 回、1 回あたり数名～200 名程度」であるのに対し、学生は「事前に計画された日程に従い、春期・秋期に数回、1 回あたり数 10 名～1,200 名程度」で行われる。このため、教職員の新規アカウントは、本学環境全体の OneDrive の容量制限の規定値を「200GB」に設定することで対応した。一方、学生は登録日程が事前に把握できるため、管理者が都度スクリプトを用いて容量制限値を「20GB」に変更する方針とした。

本稿では、学生アカウントの新規登録時における OneDrive の容量制限設定の自動化に向けた以下の 2 つの取り組みについて紹介する。

- ・ステップ 1：スクリプトによる一括処理（管理者が手動実行）
- ・ステップ 2：ID 統合管理システムと連携した自動実行

2. ステップ 1：スクリプトによる一括処理（管理者が手動実行）

PowerShell を用い、OneDrive が含まれる SharePoint Online（以下、SPO）の管理操作を行う SPO 管理シェルスクリプトを活用し、以下の処理を実行するスクリプトを作成した。

- (1) 必要な権限を付与したアカウントで SPO に接続
- (2) 事前に管理者が作成した対象アカウントのリスト（CSV ファイル）を読み込む
- (3) リスト内のアカウントに対し、OneDrive のプロビジョニング（領域割当）を実行
- (4) リスト内のアカウントに対し、容量制限を規定値の「200GB」から「20GB」に変更

プロビジョニングにかかる時間が一定ではなく（概ね数秒～数分程度、最大 24 時間）、完了するまで容量制限値の変更ができない点に配慮してスクリプトを設計した。また、管理者が処理履歴を確認できるよう、SPO 向けのコマンドの成功・失敗を日付単位のログファイルに記録する機能を追加した。

2024 年 3 月～2025 年 2 月の学生アカウントの新登録時の OneDrive の容量制限設定については、このスクリプトを管理者が手動実行することで対応した。

3. ステップ 2：ID 統合管理システムに連携した自動実行

本学では、エクスジェン・ネットワークス社製の LDAP Manager を ID 統合管理システムとして採用している。2025 年 2 月の同システム更新に際し、担当者へ確認したところ「Windows コマンド実行プラグイン」機能を利用することで、1 アカウント登録ごとに所定の Windows 上のコマンドを実行できることが分かった。これにより、管理者が手動で実行していた学生アカウントの OneDrive の容量制限設定を、LDAP Manager のアカウント登録と連携させ、自動化することにした。

導入にあたり、プロビジョニングに時間がかかる場合でも LDAP Manager のアカウント登録処理全体に影響を及ぼさないよう設計した。具体的には、LDAP Manager が直接実行するプログラムでは、渡されたアカウント情報（メールアドレス）を未処理ジョブとしてキュー（待ち行列）に保存するのみの軽量の処理とし、実際の容量制限設定は、別のワーカープログラムがキューを読み取って非同期的に実行する方式とした。

このワーカープログラムはステップ 1 で作成したスクリプトを流用し、キュー管理には Redis（NoSQL データベース）を使用した。各プログラムを実行する Windows サーバーの WSL（Windows Subsystem for Linux）上で Ubuntu を運用し、Redis をインストールして管理した。ワーカープログラムの処理フローは以下の通りである。

- (1) FIFO（先入れ先出し）方式でキューからジョブを取得
- (2) 該当アカウントのプロビジョニング状況を判定
 - 未完了の場合：プロビジョニングコマンドを実行し、ジョブをキューの最後尾へ移動
 - 完了済みの場合：容量制限設定コマンドを実行し、成功した場合はジョブを削除
- (3) 各コマンドの実行結果をログに記録
- (4) 失敗した場合、異常ログを記録し、ジョブをキューの最後尾へ移動
（長期間滞留するジョブは管理者が調査）

2025 年 2 月 12 日に本番環境へ組み込み、テストアカウント 200 件の負荷試験を実施した結果、問題なく動作することを確認した。2025 年 3 月中旬～4 月初旬に予定されている新入生の学生アカウントの登録においても、本番環境での安定稼働を期待している。

4. おわりに

本件の取り組みでは、対話型生成 AI（無償利用の範囲）を積極的に活用した。ステップ 1 の段階ではハルシネーション（誤情報）が多く、人力で補完する部分が多かったが、数か月後のステップ 2 の段階では回答の精度が向上し、出力されるスクリプトがそのまま採用できるケースも増え、大幅に作業期間が短縮できた。また、直接質問した内容以外にも、有用な補足情報や改善案が提示されるなど、その有用性が日々向上していると感じた。なお、本稿も箇条書きの草案を生成 AI で文章化したものである。

*E-mail: nakashima@tottori-u.ac.jp

鳥取大学での勤務を終えるにあたり

笠田洋文

工学技術部門 装置開発分野

1. はじめに

60歳の定年退職から5年が過ぎ、いよいよ再雇用の期間も終わることになった。通算47年間の勤務であったが、長かった気もするし、意外に短かったように思うこともある。

高校3年のときに国家公務員初級試験を受け、昭和53(1978)年4月から鳥取大学工学部の電気工学科に高卒で文部技官としての勤務が始まったのであるが、工学部の研究室勤務でなければ経験することのできない、様々な仕事をさせてもらった。そして、それらの業務を通じて、十分とは言えないかもしれないが、関わった研究や教育に対して技術的な貢献はできたのではないかと感じている。

ここでは、今まで行なった仕事の概要を簡単に振り返るとともに、技官・技術職員についての個人的な思いも記す。

2. 最初の仕事

公務員試験合格後には関西や中国管区内にある各省の出先機関から求人案内が届いた。その中には国立大学からの求人もあり、結果的に地元にある鳥取大学に勤務することとなった。最初の仕事は工学部電気工学科で軟磁性材料の研究をしていた電気基礎研究室から始まった。仕事内容は主にその研究室の実験系や実験機器の保守管理と学科の学生実験(この当時は各研究室がそれぞれの学生実験を受け持ち、研究室の実験室で実施していた)をその研究室の教員と実施することであった。当時は各研究室がそれぞれの学生実験を受け持ち、研究室の実験室で実施していた。

この研究室では、主に珪素鋼板などの軟磁性材料の磁化特性が応力や熱によって磁化特性変化を生じるメカニズム解明や特性改善に関する研究を主に助手が主導して行っていた。磁性材料の分野で働くことは全く初めてのことであり、電子回路や計測技術の面では役に立ったようで教員には重宝がられた。

その研究室で仕事を始めたから2年後くらいに、その当時新材料として注目されていたアモルファス磁性体の研究が加わることになった。その後、研究室内でアモルファスのサンプルを作ることになり、そのための装置を大学院生と分担して設計し、手作りした。私は冷却ドラムの回転制御と装置駆動用のガスバルブ制御などを担当したが、完成した装置を使って初めてアモルファスのサンプルを作ることができた時には学生と共に大いに喜んだ。ほかにも、サンプルを還元性雰囲気中で熱処理するための装置製作や写真フィルムの現像・プリント環境整備とその作業など、諸々の仕事を通じて電気計測や光学測定、電子回路などの技術を実践的に活用することができた。

もっとも、多くの場合が簡単に完成・成功したわけでは無く、何度か失敗や修正を繰り返した上のことであることは言うまでもない。

また、この頃に担当した学生実験では、全く経験したことの無い分野の技術に取り組む機会にもなった。例えば、学生実験内容の一つとしてGM計数管の特性を調べるテーマがあった。GM計数管の電極への印可電圧と放電検出回数の関係を測定して特性曲線を得たり、GM計数管と放射線源との距離や、その間に配置した遮蔽プレートが放射線の検出に

どのような影響を与えるのかを実験させる内容であったが、放射線源（Cs137）や、装置を実際に扱うのは初めてであったため、印象に残る経験となった。また、このとき使った計数装置は特殊な放電管を利用してカウントするものであった。その仕組みには感心したが、その当時でも、電気信号の計数はほぼデジタル回路に置き換えられていたため、デジタル回路が一般化する前の手法の一つを知れたことも印象に残った理由であろう。

この研究室では仕事を始めた初期に、研究室のジャンク棚に複数の“コアメモリ”が分解された状態で無造作に置かれているのを見つけたことがあった。

“コアメモリ”とは、初期のデジタルコンピュータで使用されたフェライトと呼ばれる磁性材料を利用した書き換え可能なメモリ（RAM）の一種であるが、その開発の過程や仕組みを知った時に非常に感銘を受けたメモリであった。その実物を思いがけず目にするのができて、やはり“大学は違う”と感動に近い驚きを感じたことを覚えている。ただ、このメモリの書き込みと読み出しの巧妙さを学生に説明しても関心を示さなかったことは少々残念なことであった。

研究室を移転した際に、ほかのジャンクと一緒に処分されてしまったのか、行方不明になったが、技術史的にはマイルストーンの一つではないかと思うため、一つだけでも保管しておけばよかったと悔いが残る。

3. 赤外域レーザ関連の仕事

電気基礎研究室に勤め始めてから3年後の昭和56(1981)年、研究室の教授が定年退官となった。その後任には大阪大学から赤外域レーザの開発と応用を専門とする教授が着任された。それまで、磁性材料の研究を主にしていた研究室は、赤外域レーザの研究が主体となった。これに伴い、レーザの仕事が中心となってゆく。

当初、教授が大阪大学から移管した実験装置によって実験環境を構築した。その中の手作りされたパルスCO₂レーザ装置や光励起NH₃レーザ装置などにより、レーザの特性やレーザの応用実験などを行ったが、これらの実験経験は、赤外用光学部品や量子型赤外線検出器、真空システム、各種ガスとその器具、液体窒素、液体ヘリウムの取り扱い技術などの獲得につながった。

その後、教授が六フッ化ウラン（UF₆）の分子法によるレーザ濃縮用レーザの開発を研究テーマにした科研費を獲得した。これにより、新たに10J/pulse以上の出力スペックを持つTEA CO₂レーザや8Tの超電導マグネット（InSbによるSpin-Flip Ramanレーザ用）などが導入され、それらによる新しい実験システムを立ち上げることとなった。

この際、大型化した光励起NH₃レーザを新規に設計・製作して実験システムに組み込むことも行った。TEA CO₂レーザの出力を励起光としてNH₃レーザを発振させ、そのNH₃レーザの出力を更にInSb SFBレーザの励起光として磁界による波長可変なレーザ光を得た。最終的にはUF₆の分離濃縮に必要となる15.9μm域の出力波長を得ることができた。ただし、その実用化にはレーザ出力を何桁も大きくしなければならないことが課題であった。

この実験で一番大変だったことは、8Tの超電導マグネットを作動させるまでの準備に関することで、マグネットが組み込まれているクライオスタットの真空引きから液体窒素による予備冷却とその排出後の液体ヘリウム注入作業などに2日間ほどを要したことである。また、その作業の前にカスケードに配置した、3系統のレーザ系の光学アライメント調整をしておくのだが、慎重に合わせ込んだアライメントを崩さないようにすることも気を使う作業だった。

更に、超電導マグネット冷却のために注入した約50リットルの液体ヘリウムが、クライオスタットの断熱性能が高くないことから、7～8時間程度しか実験時間が確保できな

かった。当時、液体ヘリウムの価格は1リットルあたり1,000円程度であったように思うが、50リットル程度をクライオスタットに貯めるために、液体ヘリウムの量は100リットルが必要であり、予算の限られる中、実験を失敗できない緊張となった。このような事情もあり、この実験では計画と事前準備、スケジュール管理と突発的なトラブルの解決に細心の注意を払っていた。

ところで、TEA CO₂ レーザを扱っていて驚いたことがあった。出力光を凹面鏡によって集光しつつ必要な方向に導いている際に、数m離れた何もない空間に焦点を結ばせたことがあった。その途端、焦点付近の空間の前後が激しく放電したのである。レーザの出力が10J以上でパルス幅が1 μ sec（正確に測定したことは無かったが、概ね0.1~1 μ secと思われる）であったとすると、ワット（W）に換算すると10MWの光が数10 μ m程度に集光されることになるため、大気を電離させる程度の電界強度になったのであろう。何もない空間に爆竹の破裂音の様な音とともに放電列が生じるさまは、実際に体験すると不思議な感覚であった。

この赤外域レーザシステムを利用して、大気中や空間の局所的微量成分検出などのレーザセンシングに関する応用研究も行ってきたが、平成6(1994)年に研究室の教授が他大学に移り、平成7(1995)年には研究室が消滅したことから、その後は新たな研究室の支援を行うことになる。

4. 化合物半導体の研究室

新たな支援先は、平成6(1994)年に新設された光エレクトロニクス研究室であった。

化合物半導体に関する研究を行う研究室ということで、教授はNTTの研究所から着任されていた。教授が着任したときは教員一人だけの研究室で、数名の卒研学生とともに研究室を立ち上げ始めたとのことであった。その1年後の平成7(1995)年にその研究室での仕事が始まったのであるが、最初の学生の多くが大学院生（M1）として研究室に残っていたように思う。この大学院生と新たに配属となった4年生は成績優秀な学生が多く、半導体研究に必要な量子力学や関連する分野の勉強を精力的にやっていた感心したものである。

半導体については大まかな歴史や基本的な原理の知識はあるものの、市販されている素子として利用することが主で、研究対象としての経験は皆無であったし、量子力学や関連する高度な数学を十分に理解する能力は少々力不足であった。このため、どの程度研究の役に立てるのか不安な面もあったが、研究内容や、実験に使われている装置、機器類の仕組みや動作は理解できたため、ある程度は何とかなりそうに感じていた。

この教授は明るく比較的豪快な性格で、その人柄や研究への取り組みに共感するところもあり、仕事はやりやすかった。そのこともあって、今までの技術的な経験を活かすことができたように思う。

この研究室では、当時の地域共同研究センターに導入されたMBE（分子線エピタキシー装置）の立ち上げや運用、EPMA（電子線による微小領域分析装置）の保守や操作指導にも携わることができた。当初の研究室では化合物半導体の劣化や欠陥評価の研究が主であったが、MBEが使えるようになったことから、化合物半導体によるデバイスを作ることが可能になり、LEDやLDなどの発光デバイスや受光デバイスまでを作製・評価するようになっていった。この研究室は教員の研究や教育に対する熱量の多さが理由なのか、研究室の博士課程、修士課程、学部生の学生間にもお互いが刺激しあうような良い関係が築かれていた。研究室一丸となって研究を進めていたような思いがある。また、この研究室での活動の中で、いくつかの科研や共同研究、特許取得に貢献することができたことは、大変さはありつつも仕事のやりがいを感じることに繋がっていた。

平成31(2019)年4月にVBL棟に新しく新設された技術部室に移るまでの20年以上のあ

いだ、この研究室の居室で、技術部の仕事もさせてもらった。しかし、VBL 棟に居室を移して以降は、研究室の仕事を中心にすることは出来なくなり、スポット的な依頼業務としての必要最低限に近い対応となった。

5. 技官・技術職員と技術者組織について

主に研究室での業務について書いてきたが、勤め始めてから今日までに鳥取大学の技官・技術職員の職場環境は大きく変化した。

一つは平成 7 (1995) 年 11 月に工学部技術部が発足したことである。それまでの工学部庶務係の所属から工学部技術部の所属となったことで、勤務の評価が工学部事務長から工学部技術部長（学部長が兼任）に変わった。この時点では、仕事内容に関することや、それまでの年功序列からの実質的变化はほぼ無かったものの、仕組みとしては本来あるべき形に近づいたと言えよう。

もう一つは国立大学の独立行政法人化で、それまでの国家公務員から大学法人の職員となり、技官の官職名から技術職員に変更になったことがあげられるが、この時点では（大学の運営面での変化は大きかったものの）、個々の職員の環境についてはそれほど変化を感じることは無かったかも知れない。

更に、鳥取大学の技術職員にとっての大きな変化は、平成 24(2012)年 4 月の技術部の一元化であろう。これ以降、特に工学部の場合、研究室での業務を担っていた技術職員は特定の研究室や学科の仕事では無く、大学全体への貢献が求められるようになり、居室も原則として技術部室へ集約されるようになっていった。これについては、昭和の終わり頃(1989)まで、研究室は小講座制（研究室の教員構成は教授 1，助教授（准教授）1，助手（助教）1）で、そこに教務員または技官が 1 人配置されるのが一般的であったが、その後の学部改組などによって学科の再編と大講座制が導入されたことから、かつての研究室の構成概念が変わったために技術職員の支援の不均衡が顕在化していた。また、研究分野による技術支援の必要性の違いが生じていたことから、ある意味やむを得ない面もあると思われる。

このような状況の中で、どのようにすべきかを考えたとき、鳥取大学での研究・教育に対して将来的な展望も含めた技術支援のあり方を模索し、それらを踏まえて技術職員の能力をマッチングさせる仕組みづくりやコーディネート能力と評価能力のあるマネージャーが必要なように感じる。本来は、技術部の統括技術長や技術長がその役割を果たすべきだとも思うが、積極的にそのようなマネジメントを行える仕組みがあってもよいのではないだろうか。

6. おわりに

鳥取大学の技術部として一元化された現在では、特定の研究室や研究にフォーカスして支援することはほぼ無くなっているかも知れない。そのため、私のように支援する研究室や関連する研究内容が突然変化するケースは希であり、ここに書いた内容の大半は現在の技術部体制に馴染んでいる若い技術職員にとっては参考になりにくいと思われる。しかしながら、鳥取大学の研究・教育の向上に寄与する技術部の使命は変わらないはずである。今後、より効果的にその使命を果たせる人づくりや組織づくりを行い、時代の変化に対応しながら鳥取大学の発展につながる組織となるようエールを送る。

鳥取砂丘および電子顕微鏡を通じた科学体験教室 の開催報告

○岩田千加良^{1*}，松井陸哉²，松浦祥悟²，松浦香織²

¹工学技術部門 社会基盤技術分野

²化学バイオ・生命部門 機器分析分野

1. はじめに

地元子どもたちに地域資源と高度科学技術に触れる機会を提供することで、地域で活躍する科学技術を有する人材の育成に寄与することを目的として、鳥取砂丘および電子顕微鏡を併せた科学体験教室を企画・開催した。このイベントでは、子どもたちが鳥取砂丘について深く学ぶことで、郷土を誇りに思う心や地域を大切に思う心を育み、また、本学に設置されている電子顕微鏡に触れることで、科学への興味関心や好奇心、探求心を高めることを目指した。

本イベントは、技術部内の有志で構成されたプロジェクトグループで運営を行った。外部資金の申請、複数キャンパスでの実施形式、地元の地域資源の活用、大学に設置されている高度な研究設備などを組み合わせた科学体験教室の実施は技術部初の試みである。

2. 開催に向けて

本イベントの開催までの概要およびスケジュールを表 1、広報用に作成したポスターを図 1 に示す。

2.1. 助成金の採択

今回、第一回目の開催となることから株式会社鳥取銀行の助成金【とりぎん青い鳥基金】に応募し、採択を受けて開催することができた（2023 年下期 第 47 回）。

表 1 イベント開催までの概要およびスケジュール

2023 年	9 月	プロジェクトグループ結成
	11 月	鳥取銀行「とりぎん青い鳥基金」応募
2024 年	3 月	鳥取銀行「とりぎん青い鳥基金」採択
	4 月	ポスター作成開始，イベントの構成決定，担当割当
	5 月	ポスター完成，鳥取市名義後援申請，県内各校に配布
	6 月	参加者応募開始～30 日まで
	7 月	イベント内各講座の準備※3 章参照
	8 月	イベント実施

2.2. 広報活動

本イベントの開催地が鳥取市内にある湖山キャンパスおよび浜坂キャンパス(乾燥地研

究センター)であることから、鳥取県中部・東部を中心にポスターを配布した。鳥取市内の中学校に関しては、鳥取市教育委員会のポータルサイトを活用してサイト内でポスターを公開し、それ以外の中学校、高校、図書館などの施設にはポスターを郵送した。なお、ポータルサイトを活用するにあたり、事前に鳥取市の後援名義の承認を得る必要があったため、その申請も行った。



図 1 イベントポスター

3. 当日のスケジュールおよび実施内容

当日のスケジュールを表 2 に示す。参加予定者は 10 名であったが、当日 1 名の欠席があったため参加者は 9 名となった。また、今回使用した電子顕微鏡はキーエンス VHX-5000 および D500、ドローンは DJI 製品の 100g 未満の tello である。

本イベントは午前と午後の 2 部構成で実施した。午前は乾燥地研究センターにて、まず始めに測量技術の変遷や、研究へのドローンの活用について説明を受けてからミニドローンの操縦体験を行った。次に、センター附属のアリドドームや展示室の見学を行い、鳥取砂丘の成り立ちや、様々な国の乾燥地から届いた砂などの展示物についてセンター配属の技術職員から説明を受けた (図 2)。最後に、センター敷地内において電子顕微鏡の観察に必要な鳥取砂丘の砂の採取を行い (図 3)、湖山キャンパスへ移動した。

午後は、電子顕微鏡に関する理論などの説明を受けた後に (図 4)、参加者全員が実際に電子顕微鏡の操作体験を行った (図 5)。この体験では、各自が午前採取した鳥取砂丘の砂を装置にセッティングし、5,000 倍まで拡大した砂粒子をモニタに映し出して粒子形状や粒子表面状態を観察した。さらに、その画像をプリントアウトして参加者に記念品とし

て配付した。また、余った砂とレジンを使用してキーホルダーの製作も行った。

表 2 当日のスケジュール

開催日	令和6年8月2日(金)
時間	10:00 ～ 15:00
開催場所	鳥取大学 VBL 棟, 乾燥地研究センター
参加者	9名
当日のスケジュール	
10:00 ～	集合, 乾燥地研究センターへ移動
10:30 ～	測量技術に関する学習, ドローンの操縦体験
11:00 ～	鳥取砂丘等に関する学習, 鳥取砂丘の砂の採取※許可取得済
11:30 ～	鳥取大学へ移動
12:00 ～	休憩
13:00 ～	電子顕微鏡に関する学習
13:15 ～	電子顕微鏡観察体験, 記念品作成
15:00	イベント終了



図 2 様々な国の乾燥地の砂を見学している様子



図 3 鳥取砂丘の砂の採取



図 4 電子顕微鏡に関する学習



図 5 電子顕微鏡操作体験

4. アンケート結果

参加申し込み時およびイベント終了後に、参加者へアンケートの入力をお願いした。その中から特徴のある項目をいくつか紹介する。

4.1. 参加申し込み時のアンケート結果

参加申し込み時に実施したアンケート結果を図 6、図 7 に示す。参加者の学年については、高校 1 年生の応募が最も多く、高校 3 年生からの応募は無かった。また、居住地については、東部地区が大半を占めたが、西部からの参加もあった。

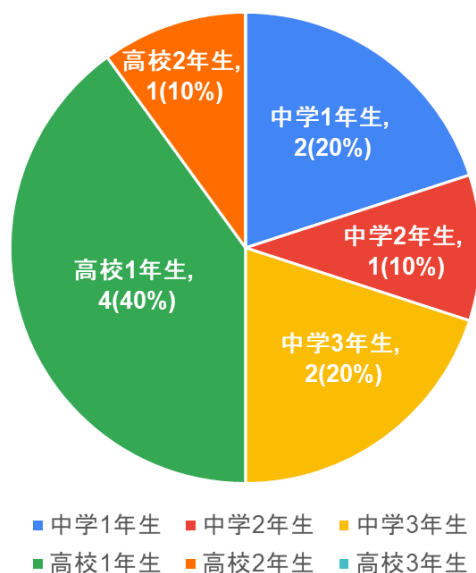


図 6 参加者の学年(n=10)

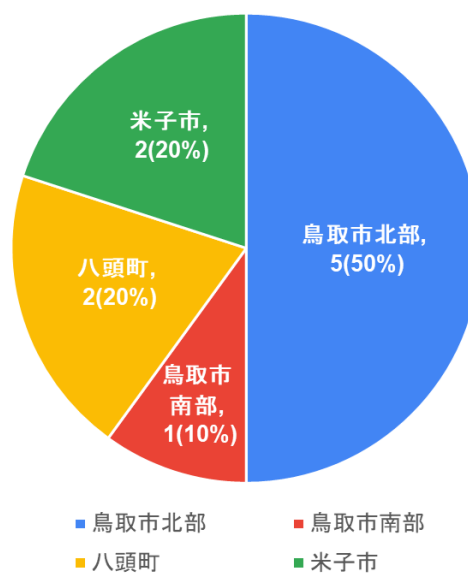


図 7 参加者の居住地(n=10)

4.2. イベント終了後のアンケート結果

本イベント終了後に実施したアンケート結果を図 8～図 12 に示す。イベント開催時期については、夏休みの開催希望が最多であった。また、開催時間の長さについて、今回は開催時間が 10 時から 15 時までと長かったものの、ほとんどの参加者から丁度良いという回答が得られた。

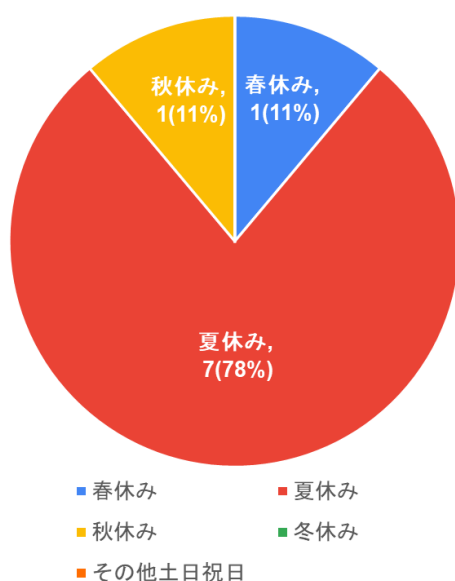


図 8 開催時期の希望(n=9)

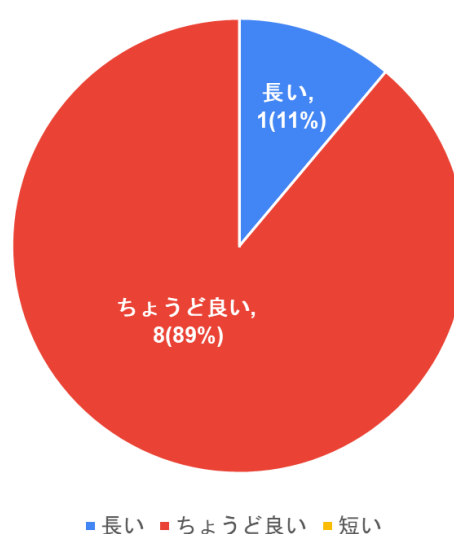


図 9 開催時間の長さ(n=9)

勉強になった内容については、電子顕微鏡体験と回答した参加者が最も多く、次いで乾燥地研究センターの見学であった。また、面白かった内容としては、電子顕微鏡体験と記念品作成が同程度の人気であった。

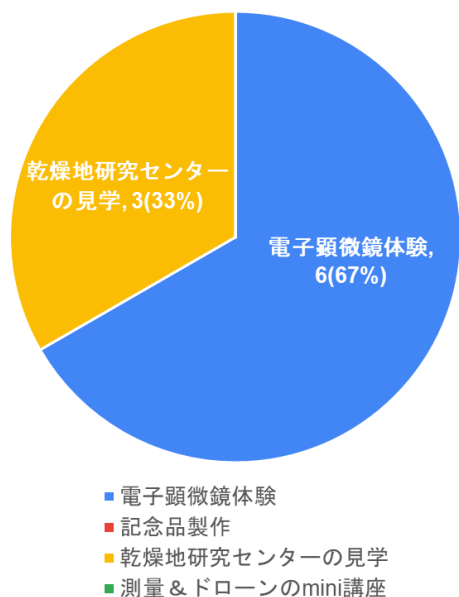


図 10 最も勉強になった内容(n=9)

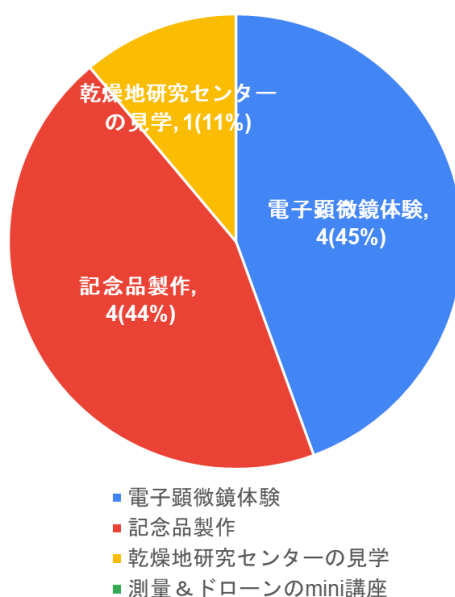


図 11 最もおもしろかった内容(n=9)

本イベントに参加しようと思った理由については、身近な大人の影響が最も大きいということがわかった。今回は昼食時間を含む時間帯で開催されたため、昼食を参加者とスタッフで一緒にとり、コミュニケーションを図る場を設けた。その際に、参加者に対してイベントの周知方法や、イベント開催に気づいたきっかけについて尋ねた。参加者からは、SNSやインターネットでの周知に子どもが気づくことは難しく、ポスターも目につくところに貼ることが重要であるという指摘を受けた。2章にも記載の通り、様々な方法で広報活動を行ったが、ポスターを見て参加した子どもは1名のみで、その後は身近な大人(家族・学校の先生)から情報を得ていた。今後イベントを開催する際には、上記の意見を踏まえて適切かつ効果的な周知方法を再考する必要がある。

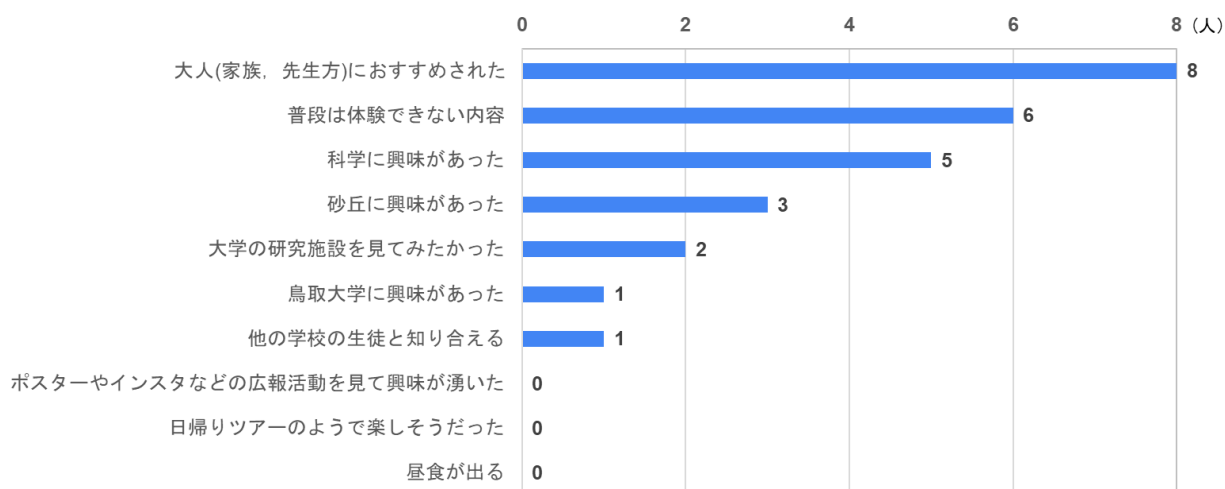


図 12 イベントに参加しようと思った理由(n=9, 複数回答)

5. おわりに

地域資源と高度科学技術を併せることで、地域で活躍する科学技術を有する人材の育成に寄与することを目的として、「鳥取砂丘×電子顕微鏡」をテーマとしたイベントを初めて実施した。参加者のアンケート結果からは、鳥取砂丘への理解が深まったことや電子顕微鏡の学習・体験が好評だったことが伺え、本イベントの目的は概ね達成された。加えて、新規イベント開催のための準備や運営に関するノウハウも蓄積されたことから、本イベントの開催には大きな意義があったといえる。今後も、地域の子どもたちに科学を学ぶ機会を提供していきたい。

6. 謝辞

本イベントの開催にあたりご協力いただいた株式会社鳥取銀行、とっとり県民活動活性化センターの皆様、また乾燥地研究センターの説明を担当していただいた加納技術専門職員をはじめとする関係者各位に感謝を申し上げます。

*E-mail: iwata@tottori-u.ac.jp

防災活動に関する業務紹介

畑岡 寛*

工学技術部門 社会基盤技術分野

1. 概要

工学部附属地域安全工学センターで行われる防災活動に含まれる「鳥大防災 Lab.」の防災活動に携わった。静岡県版 HUG と鳥取県版 HUG の研修会では進行補助に携わり、ファシリテーターとしての見識を広めることができた。実地訓練では避難所の受付係を担当し、昨年度の実地訓練の経験を活かすことができた。防災ワークショップでは、持ち出しボトルの作成補助と新聞紙を使ったスリッパや皿の作成補助を担当した。また、昨年度までの鳥取県版 HUG の作成に携わった事項について、土木学会中国支部で発表し紹介することができた。西郷地区の防災フェアでは「水害のはなし」と題して西郷地区における昨年度の台風被害について事例紹介し、講演することができた。9月9日の現時点において今年度は HUG に関する活動が 5 件、防災ワークショップに関する活動が 5 件、発表・講演に関する活動が 2 件、実地訓練に関する活動が 1 件であった。

2. 防災活動

表 1 に携わった防災活動を示す。本学の学生と教職員、鳥取環境大学学生、一般参加者、各自治体および防災リーダー、自主防災会、小中学生と保護者、などを対象とした防災活動を行った。浜村地区自主防災会連絡協議会で実施された HUG 研修会では、対象とする避難所施設および災害は鳥取市立浜村小学校と水害として HUG 研修会を行い、11 月に実施予定の実地訓練を想定した研修会を行うことができた。結果、8 月 5 日の日本海新聞に紹介された。

表 1 携わった防災活動

年月日	防災活動	対象	広報
R6年4月27日	おやこで学ぶ防災講座！（ワークショップ）	一般参加者	日本海新聞、風紋vol.82、鳥大HP
R6年5月23日	鳥取県版HUG（浜村研修会事前練習会）	防災Lab. 学生、事務職員	
R6年6月8日	土木学会中国支部（発表）	土木学会会員	
R6年6月22日	美保南地区防災訓練（鳥取環境大学と参加）	町区自主防災会、社会福祉協議会、など	日本海新聞、NHK鳥取
R6年6月23日	鳥取県版HUG（スキルアップ研修会事前練習会）	防災Lab. 学生、教員	
R6年6月29日	西っ子の集い防災フェスタ（ワークショップ）	湖山西地区の小中学生、保護者、など	鳥大HP
R6年6月30日	浜村地区自主防災会連絡協議会防災研修会（HUG）	浜村地区自主防災会、全区長	日本海新聞、鳥大HP、浜村公民館HP
R6年7月20日	鳥取県地域防災リーダースキルアップ研修（HUG）	自治会、消防団員、防災士、など	
R6年7月25日	夏のおたのしみ教室（ワークショップ）	西品治児童館小学生、中学生	西品治児童館Instagram、YouTube
R6年7月27日	おてんきひろばin倉吉市立図書館（ワークショップ）	小学生以下優先	日本海新聞
R6年7月28日	防災だDAY2024（ワークショップ）	一般参加者	
R6年7月29日	地域防災学「静岡県版HUG体験会」（体験会）	鳥大受講生	
R6年9月1日	命を守る★西郷地区防災フェア（ワークショップ、講演会）	主に西郷地区の一般参加者	いなびりょんぴょんネット

*E-mail: hataoka@tottori-u.ac.jp

「中山間地域におけるスマート農業技術の利活用セミナー」

実施報告

○山本博昭^{1*}，岩下博通¹，梅実貴之¹，佐藤健¹，松岡秀晃¹，清水知樹¹，

川島真由美¹，福田圭一¹，財原大地¹

¹ 生物生産管理部門 生物生産管理分野

1. 概要

2024 年 11 月 20 日に鳥取大学フィールドサイエンスセンター（以下、FSC）にて開催した「中山間地域におけるスマート農業技術の利活用セミナー」について報告する。本セミナーは、農林水産省令和 4・5・6 年度スマート農業教育推進委託事業として北海道大学が全国各地およびオンラインでスマート農業教育プログラムの研修会を実施しているものである。令和 6 年度中四国エリアは鳥取大学で開催した。筆者の関わった開催までの準備およびセミナーの内容、アンケート結果について報告する。

表 1 セミナー実施概要

日時	2024 年 11 月 20 日(水) 9:30~16:45
会場	とりぎん文化会館，FSC
対象者	教育機関関係者，農業者，行政関係者，JA 関係者，大学生，高校生
定員	150 名
参加費	無料
共催機関	北海道大学スマート農業教育拠点，鳥取大学農学部，鳥取大学技術部，中国地域スマート農業ラボ，鳥取大学大学院連合農学研究科・横断的プロジェクト「DX 技術を活用した農産物の環境適応性評価と対策プロジェクト」，NPO 法人中国四国農林水産・食品先進技術研究会

2. 開催までの準備

本セミナーの開催にあたり，2024 年 4 月 26 日にオンラインでキックオフミーティングを行った。打合せには北海道大学 3 名（星野教授，佐藤様，石山様），鳥取大学 3 名（FSC 野波センター長，岩下技術長，筆者）の計 6 名が参加し，セミナー開催の目的の共有，他県での開催例の確認，セミナー開催時期の検討などを行った。FSC では DX 農業とスマート農業に力を入れていく方針であり，地域の特色があるセミナーにしたいという思いから，鳥取県の農地の多くを占めるものの課題も多い「中山間地でのスマート農業」をテーマとした。数回の打合せを経て，プログラムの大枠を決定し会場・バスの予約，広報など図 1

のようなスケジュールで進めた。

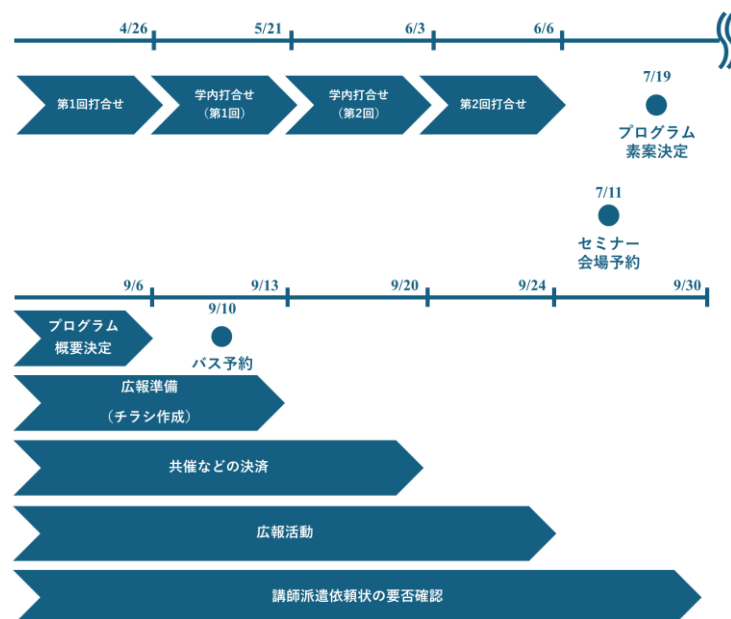


図 1 開催までの準備スケジュール

3. 広報活動

セミナーの開催にあたり，北海道大学スマート農業教育拠点のホームページ¹⁾に掲載をはじめ関係機関等への広報活動を行った(表 2)．案内に使用するチラシ(図 2)は北海道大学スマート農業教育拠点の石山様に作成して頂いた．共催となっている関係機関を通じて多くの方へ周知することが出来たと感じる反面，実際の参加者に農業者の方が少なかったことから，鳥取県内の農業者へのアピールが不足していたと感じた．ホームページやメーリングリスト以外の周知方法，広報作業の分担などについても検討が必要である．

表 2 広報先一覧

依頼先	内容
北海道大学スマート農業教育拠点	HP 掲載，参加申込受付
NPO 法人中国四国農林水産・食品先進技術研究会	HP 掲載，メーリングリスト送信
中国地域スマート農業ラボ	HP 掲載
中国四国地区附属農場協議会	メーリングリスト送信
鳥取大学	HP 掲載，プレスリリース(図 3)，全学メール案内，公式 SNS 取材
鳥取大学技術部	HP 掲載
鳥取県	鳥取県記者クラブ案内，農業者および関係機関への案内

図2 広報チラシ

図3 プレスリリース

4. Google フォームの利用

参加申込, パネルディスカッションの質問, 事後アンケートのフォーマットとして Google フォーム(図4)を利用した。Google フォームを利用することで, 受付業務の簡略化, 参加者名簿の管理, ディスカッション進行と並行した質問の受付, アンケート集計業務の簡略化を図ることができた。デメリットとして, デジタルフォーマットに不慣れな方が重複して参加申込してしまう事もあったが, アンケート結果の入力や管理など事務作業に係る手間を考えると紙媒体を使用しないメリットは大きいと感じた。

図4 参加申込フォーム

5. セミナー会場と実演圃場

午前中のセミナー会場は湖山キャンパスの広報センター, 農学部大講義室等も候補に挙がったが収容人数が少なかったこと, 講義での使用予定が入っていたため学外の施設を利用することとなった。最大200名収容が可能な鳥取市のとりぎん文化会館第1会議室(図5)を利用した。会議室は椅子, 机が予めセットされており, 音響設備や空調が整っているため事前の会場準備はほとんど必要がなかった。また, 十分な台数の無料駐車場もあり, 鳥

取駅からの市内循環バスも利用できるため交通の便は問題ないと考えた。

午後の研修はFSCの圃場(図6)を使用した。11月という事もあり稲やその他作物と圃場利用が重ならず十分な場所を用意することができた。セミナー会場と鳥取大学は車で約20分程度離れているため、参加者の移動のために貸切バスを2台準備した。大学の駐車場に限りがあるため、原則バス移動とすることを事前に参加者へ案内した。

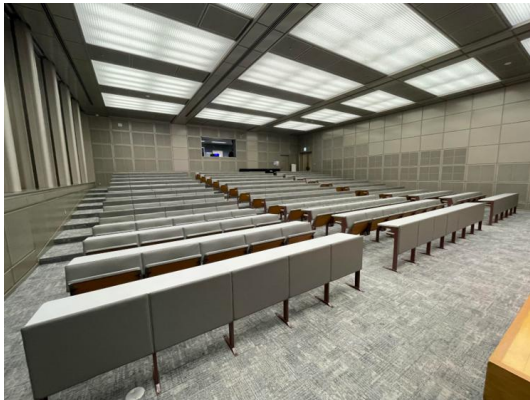


図5 セミナー会場



図6 実演圃場(2024年9月の様子)

6. 研修内容

参加者には図7の配布物を配布した。午前中はとりぎん文化会館にて、3つの基調講演(図8)とパネルディスカッションが行われた。1つ目の基調講演、北海道大学星野洋一郎教授による「楽しく学ぼう！スマート農業」では、スマート農業教育プログラムの普及活動や北海道大学スマート農業教育拠点が作成したスマート農業教育用の教材(図9)の紹介があった。教材は農林水産省のホームページ²⁾よりダウンロードすることが出来る。2つ目の基調講演、京都大学飯田訓久教授による「小型スマート電動農機の開発」では、中山間地向け小型自動草刈機の開発の様子と全自動化に向けた課題について、飯田教授自身の中山間地での草刈作業の経験も交えての講演であった。3つ目の基調講演、鳥取大学竹村圭弘准教授による「果樹類の花粉採取と授粉作業の省力化を可能にするスマート農業技術の開発」では、果樹の生産に必要な花粉の国内生産を目標に、鳥取大学で開発中の自走式花蕾採取機と純花粉精製機についての紹介があった。近年の温暖化により果樹生産の現場が比較的冷涼な中山間地に置き換わる可能性についての話もあり、将来的に中山間地域が重要な役割を持つと考えた。講演後の質疑も非常に多く、どの講演も参加者の注目を大いに集めた内容であったと感じた。基調講演に続き、鳥取大学木原奈穂子講師による「中山間地域における農業コミュニティの現状と課題」について話題提供をいただき、それを基にパネルディスカッション(図10)へ進行した。パネルディスカッションでは、国の農機研究部門として農研機構より長崎裕司所長、県行政側の立場として鳥取県より石田圭農林技師、農機のサプライヤー側としてヤンマーアグリジャパン(株)中四国支社より小林誠部長、生産者の代表として有限会社田中農場より田中里志社長に加わっていただいた。中山間地域における農業を取り巻く環境と様々な課題の解決に向けて、スマート農業およびスマート農機をどのように活用できるのかそれぞれの目線からの意見が交わされた。今回は、通常のパネルディスカッションと異なりオーディエンスからの意見も反映する「全員参加型」のディスカッション形式としたことで会場全体の一体感があり議論も深まった。

午後からはFSCへ会場を移し、スマート農機の実演を行うなど圃場での研修を行った(図11~18)。参加者は4つの班に分かれ、各ブースでスマート農機についてそれぞれの機械

の特徴などについての詳しい説明を受けた。圃場ではヤンマーアグリジャパン(株)より直進アシスト付トラクタ+畦立成形機、直進アシスト付全自動乗用野菜移植機、農薬散布用ドローン、トラクタ用オフセットモア、ラジコン草刈機の実演、農研機構より追従運搬台車メカロンの実演、京都大学より小型スマート電動農機の実演がそれぞれ行われた。鳥取大学からは、水稻用 DX 農機（収量コンバイン、可変施肥乗用管理機、可変施肥田植機）、トマト DX ハウス、小型エコーとゴーグルを利用した畜産向けスマート機器の利用について担当教員、技術職員より説明があった。研究開発中の機械や普段見ることのない特殊な機械もあり、参加者は熱心に受講している様子であった。なおセミナー当日は日本海新聞社、農経新報社の2社からの取材があった(図 19、20)。



図 7 配布物



図 8 基調講演



図 9 フォローノート 2023



図 10 パネルディスカッション



図 11 圃場実演



図 12 トマト DX ハウスの説明



図 13 直進アシスト付ハイクリトラクタ



図 14 全自動乗用野菜移植機（右）



図 15 追従運搬車メカロン



図 16 農薬散布用ドローン



図 17 畜産向けスマート機器の説明



図 18 稲作向けスマート機器の説明



図 19 日本海新聞記事 2024.11.30



図 20 農経しんぼう記事 2024.12.2

7. 参加者

当日の参加者は事前予約と当日受付を合わせて 150 名であった。鳥取県内外から大学関係、県職員、農水省等多くの方に参加いただいた(図 21)。大学関係では鳥取大学の他に中四国地区の大学からの学生、教職員の参加も多かった。また、千葉県や佐賀県といった遠方からの参加者もありスマート農業に関しての注目の高さを感じた。

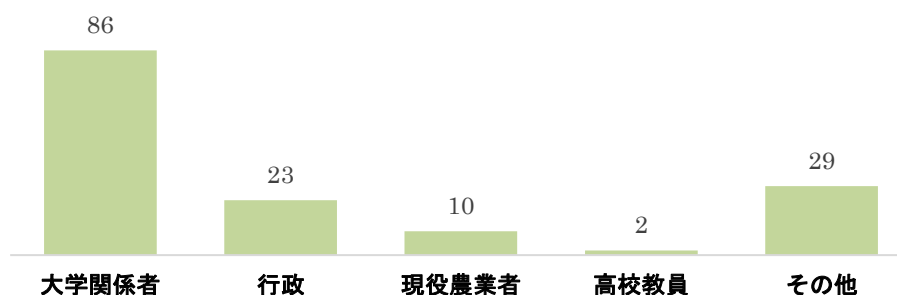


図 21 セミナー参加者

8. アンケート結果

セミナー参加者を対象に事後アンケートを行った。満足度の評価は5段階（1：とても不満～5：非常に満足）とし、回答者の平均点は4.16だった(図 22)。回答者の多くが4または5を回答しており概ね満足を得られる内容だったことが伺えた。個別の設問については表3に記載した（一部抜粋）。

また、運営に関して次のような改善意見もあり、次回開催の際に参考にしたいと考える。

◆講演およびパネルディスカッション

- ・もっと話を聞きたかったが、一人ひとりの講演の時間が短かった
- ・パネルディスカッションの時間管理に課題を感じた
- ・質問をする時間が少なかった

◆圃場研修

- ・参加者が多く説明が聞き取りづらく、担当者で声が通らない方もいた
- ・説明の時間より、実機が動いているところをもっと多く見たかった
- ・説明が長くなり冗長に感じる場面もあったため、適切な時間管理を行ってほしい

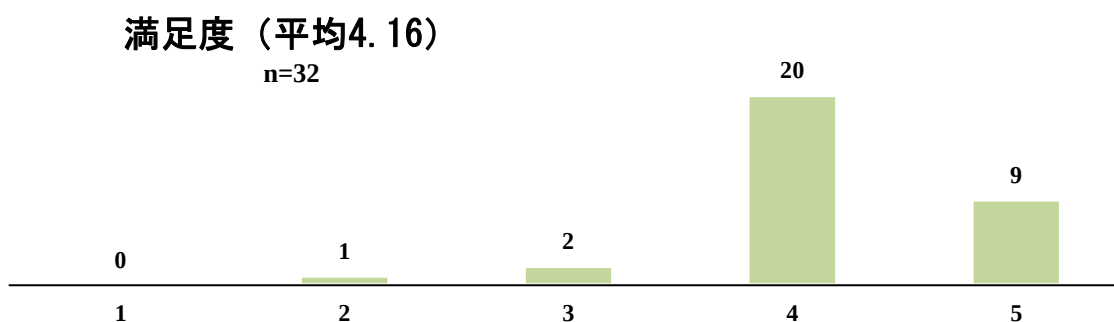


図 22 アンケート結果（研修の満足度）

表3 アンケート回答（一部抜粋）

設問1	【講演・パネルディスカッション】について感想をご記入ください。
	中山間地の課題と可能性が浮き彫りになった良い会になったと思います。希望も見えた人が多かったのではないかと思います。
	中山間地域での管理が地域のコミュニティの場になっている事もあることを知った。しかし重労働でもあることから、作業の軽減を目的とする多様な話し合いを聞くことが出来た。
	中山間地域におけるスマート農業の発展にはまだ時間がかかると感じた。大型の農機が主流で小型（20～30馬力）の農機の開発が進んでいるようには感じなかったことと、農地の集約・整備も行わないといけず問題が多いと感じた。
設問2	【圃場実演・展示】について感想をご記入ください。
	時代の変化を実感できた。農業分野での利用は圃場や栽培法の改良など、農機だけの改良というわけにもいかないということがよくわかりました。中山間地域対象だとなおさら大変という理解でした。
	どれも大変勉強になりましたが、特に大型ドローンの進歩に驚かされました。丁寧に最新の状況について教えていただいたので大変満足しています。
	省力化が出来る農業機械はすごく助かるが、価格面でなかなか手が出ないのが現実だ。
設問3	スマート農業技術（ロボット農機やICTを利用したサービス・技術など）について、すでに学習・利用している技術を教えてください。
	平場の圃場でロボット草刈機と小型SSを利用しているが、傾斜のキツイ圃場では使えない。
	ファーモの圃場の遠隔監視カメラと遠隔温湿度計を使用し始めたところですが、太陽パネル給電のため林内での使用に苦戦しています。
	直進アシスト機能トラクタ・ラジコン式草刈り機
設問4	スマート農業技術について、今後、学習・利用したい技術を教えてください。
	中山間地域においても活用できる低コストなスマート農業技術や生産方法
	経営面での効果が知りたい。スマート農業を導入前後のところ。狭い農地での活用法。
	機械による蕾の開花状況の判別を利用・学習したい
設問5	興味があるテーマ、見学先、講演者など、ご希望の研修内容があれば教えてください。
	大規模農業と小規模農業、畑作と施設園芸などの違いによるスマート農業参入の違いなど
	中山間地域農業（傾斜地の小区画農地）における、スマート農業の導入モデルの組み立て
	各農機メーカーのスマート農機の開発現場。
設問6	スマート農業の学習または活用にあたって、課題に感じることを教えてください。
	作物や分野によって技術の幅が広く奥が深いので、対象によって学習内容を合わせること。環境問題、過疎化など社会課題の解決にもつながる技術の開発。
	農機が高額、電源・電波の確保
	スマート農業におけるデータ集積とその利活用が課題と感じます。例えば収量など結果としてのデータは出てきますが、それを見てどう次年度の行動に活かすのか。
設問7	その他、ご意見、ご感想など自由にご記入ください。
	現場・メーカー・教育現場・行政等多くの方の話を聞くことができ現状を知ることができ有意義な時間だったと感じている。中国地方は他の地域に比べ技術等いろいろな面での遅れがあることも認識した。今後もこのような研修の機会あれば参加しこの技術の普及の一助になりたいと思う。
	座学・実演とも、オンライン配信を併用し参加しやすくして、広くスマート農業を広報、普及するようにしていただきたい。
	現場や研究の第一線でご活躍の方々の貴重なお話を聴くことができました。また、初めて見る面白い追従ロボットなど、有意義な時間を過ごすことが出来ました。

9. おわりに

鳥取大学フィールドサイエンスセンターでは初めての試みであったが、多くの参加者があり満足度も高く実りある研修会を開催することが出来たと考える。心配をしていた天候もセミナー当日は奇跡的に快晴となり、機械の実演も十分に行うことが出来た。運営の面で発生したいくつかの課題は、今後の改善点として考慮したい。最後に、北海道大学星野教授、佐藤様、石山様、他北大関係者をはじめ、鳥取大学関係者や関連機関の方々(表4)の多大なご協力により大きなトラブルもなく無事に開催できた事を御礼申し上げたい。

本セミナーは農林水産省令和4・5・6年度スマート農業教育推進委託事業（北海道大学採択）によって実施された。

表4 セミナーに携わった関係者一覧

事業所	提供機材, 演題等	役割	人数
鳥 取 大 学	技術部（生物生産管理）	運営 圃場案内	9
	FSC	パネルディスカッション	司会, 運営 2
		実演圃場	運営補助 2
	農学部	「果樹類の花粉採取と授粉作業の省力化を可能にするスマート農業技術の開発」 「中山間地域における農業コミュニティの現状と課題」	講師, 開会挨拶 3
	総務企画課広報企画係	プレスリリース, 広報誌	広報, 撮影 2
北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・スマート農業教育拠点	「楽しく学ぼう！スマート農業」	講師 事務局, 運営 運営補助	1 2 2
京都大学農学研究科	「小型スマート電動農機の開発」 小型スマート電動農機	講師 パネラー	4
農研機構 農業機械研究部門	パネルディスカッション 追従運搬車「メカロン」	パネラー 講師	1
NPO 法人中国四国農林水産・食品先進技術研究会		運営補助	3
鳥取県農林水産部農林水産政策課	パネルディスカッション	パネラー	1
有限会社田中農場	パネルディスカッション	パネラー	1
ヤンマーアグリジャパン(株)中四国支社	パネルディスカッション	パネラー	1
	直進アシスト付ハイクリトラクタ(YT225), ドローン(T10,T25), 乗用野菜移植機(PW20), ラジコン草刈機他	講師	3
合計			37

1) 北海道大学スマート農業教育拠点ホームページ <https://smart012.wixsite.com/website>

2) 農林水産省ホームページ https://www.maff.go.jp/j/keiei/nougyou_jinzaiikusei_kakuho/smart_kyoiku.html

*E-mail: hiroaki_yamamoto@tottori-u.ac.jp

研 修 報 告

第3回機械工作技術研究会 参加報告

河村 直樹*

工作技術部門 機械加工分野

1. はじめに

機械工作研究会（以下、本研究会）は、日本全国の国公立や私立、大学や高専といった区別なく、普段の業務で機械工作を主としている職員が集まり、実践的な技術や情報を獲得することを目的としている。一般的な研修会と違い、機械工作というピンポイントに特化した研究会のため、各校から機械工作のスペシャリストが集い、その分野の人間だからこそわかる成果・悩み・解決策などの共有や深い議論ができる場となっている。

2019年に第1回を開催した本研究会が、2024年9月12日・13日の2日間にわたり、第3回として広島大学で開催された。当校からは私と村松技術職員が参加したので、その概要を報告する。

2. 演習① ダンドリ会議

機械工作には正解というものがない。例えば金属の板に穴を1つ開けるだけでも、どの機械を使うのか、どの工具を使うのか、何回に分けて開けるのか、回転数は、送りは、潤滑方法は…など選択肢にはキリがない。保有している機械や工具、過去の経験や得意・不得意などの要素もあり、100人いれば100通りのダンドリがある。まさに作業者の知識と経験、センスとスキル、さらに個性が発揮される分野である。

今回行われたダンドリ会議では、4~6名が1グループとなり、グループごとに決められた課題図面（加工が難しい製品のもの）が与えられ、これをどのように加工すれば精度が高く、スピーディーに、さらには容易に加工ができるのかの討論を行った。その後、討論の結果をグループごとに発表し、会場全体で意見交換を行った（図1）。

ここでは新たな加工方法の提案や、見逃していた問題点、類似の加工経験に基づいたアドバイスなど活発な議論が行われた。



図1 ダンドリ会議の様子

3. 演習② 技術発表（ポスター発表）

テーマは特に決められておらず、自慢の逸品や失敗体験、ヒヤリハット、導入機械の紹介、工作実習についてなど、内容は多岐にわたり、自由な発表となっている。

たまたまだが、今回の発表の中に私が普段メインで使用している同メーカー・同種の工作機械を主体とするものもあり、機械のクセやコツ、具体的な加工条件の数値など、実際に使用している者だからわかり得る細かい情報の交換を行うことができた。

また、今回は1時間フリータイム方式での開催であり、空いた時間も活用して、他学校の予算や加工報酬、組織運営や問題点、導入されている工作機械など、普段学外には公表されていないが、非常に有益な情報を多く得ることができた。

4. 演習③ 施設見学

今回会場となった広島大学のものづくりプラザ内に設置されている各施設を、技術センター職員の解説とともに見学した。切片製作室やフェニックス工房など、当校にはない施設・機械が整備されていた。また、各施設のベテラン職員から加工の上での勘どころや裏話など、興味深い話を聞くことができた。

5. 演習④ 機械別分科会

本研究会の締めとして機械分科会が行われた。これは各々が自由にプラザ内を見て回り、興味のある機械や設備など実際に使用することができ、また詳しく話を聞くことができる時間となっていた。

私が最も興味を持ったのが、ガラス加工室である。ここでは、初めて見る設備とともに、技術センター職員が披露したガラス加工の技術に感嘆する事となった(図2)。そして機会があれば当校の実習工場内にも、小規模でもいいので同様の設備を導入したいと思わせる感動があった。



図2 ガラス加工品

6. 参加してみて

当校から本研究会に出席したのは初めてだったが、当初の想像では堅苦しい雰囲気になるのではという懸念があった。しかしそれは良い意味で裏切られた。各演習は終始フランクな雰囲気で進められ、若手職員がベテラン職員に対しても臆することなく質問ができ、また、ベテラン職員もその質問に丁寧に答えているのが印象的だった。これまでいくつかの研修会に参加させてもらったが、どの研修会よりも実践的で有意義な内容であり、ぜひ次回以降も参加したいと思う内容であった。

ただし、惜しむらくは開催スケジュールである。なぜか機械加工の祭典である学生フォーミュラ大会と、本研究会のスケジュールが毎回重なっている。2024年はたまたま当校のフォーミュラチームが参加できなくなったために本研究会に参加することができたが、第4回の研究会も例に漏れず重なっている。業務内容としても、他校でも学生フォーミュラに関わっている職員が多くいると思われる。開催日を1週間ずらすだけで多くの参加者が見込まれるので、ぜひ検討を願いたい。

最後に、本研究会の企画・運営をされた機械工作技術研究会連絡協議会の皆様、そして、今回会場を提供いただき、準備・実施と多大な苦勞の上で、このような素晴らしい研究会を開いてくださった広島大学技術センターの皆様に、心よりお礼を申し上げたい。

*E-mail: 70.kawamura@tottori-u.ac.jp

TC カレッジ活動報告

ー研究力の向上のために求められるものとは？ー

沖田総一郎*

生物生産管理部門 乾燥地科学分野

1. 要約

近年のあらゆる技術の進歩は早く、技術職員に求められる知識・技術も日々目まぐるしく変化している。東京科学大学が実施している「TC カレッジ」は、高度技術専門人財養成のために創設され、近年の目まぐるしい変化に対応できるプロフェッショナルを養成することを目的としている。単位取得と論文審査によって TC が認定される制度で、通常業務と並行してカリキュラムを受講し TC 論文を作成する。筆者は R6 年度より TC カレッジに入学し、初年度のカリキュラムを受講した。TC カレッジの特徴的なカリキュラムである「機器メーカー見学」では経営戦略を軸に連携のとれた組織的な技術研鑽と技術継承について、「中古機器バラシキャラバン隊」では経験と知識のつながりが技術職員のスキルアップにおいていかに有用であるかについてそれぞれ学ぶことができた。TC カレッジはアカデミアの技術職員の状況を考慮されたシステムで、「技術職員の高度化」という点においてはテクニカルスキルだけではなくヒューマンスキルの向上にも期待でき、技術職員の高度化の一環としての活用価値は十分にあると考えられた。一方で、TC カレッジではカバーされていない一部の専門分野においては、テクニカルスキルの向上のために他の方法の活用も検討する必要があると考えられた。

2. TC カレッジ概要

「TC カレッジ」は、東京工業大学（現：東京科学大学）が令和 3 年度に開始した技術職員等の高度技術専門人財「テクニカルコンダクター（TC）」を養成する新たな仕組みである。単位取得と TC 論文審査合格による TC 認定などは学位取得に似ているが、全国の連携機関・サテライト校・協力企業による、機器メーカー見学や中古分析機器の分解体験など他機関の協力あつてのカリキュラムにより、技術専門人財育成に特化したものとなっている。TC カレッジ制度については、松浦・松井（2023）¹⁾ が仔細を紹介されているのでそちらを参照されたい。筆者は令和 6 年度より入学し、研修や講義のカリキュラムを受講したので、入学までの経緯や受講の様子の報告と併せて TC カレッジの目的である「高度技術専門人財」と、技術職員に求められるものやその変化について考えたい。

3. 受講経緯

「TC カレッジ」の存在自体は研究基盤協議会や技術部発表会などでたびたび耳にし、部内でも入学の誘いがあったものの、鳥取大学の教員の認知度の低さや鳥取大学においては明確なインセンティブの提示がないこと、通常業務とのエフォート配分などから当初は入学に及び腰であった。東京科学大学では、TC 取得が昇進に有利なことや取得者には毎年予算が割り当てられるなどのインセンティブが明示されているが、鳥取大学では研修の一環とされており明確な評価基準・インセンティブはない（2025 年 2 月 1 日現在）。通常業務



図1 TC取得までの流れ

をこなしながらの受講となるなどの不安はあったが、鳥取大学でも技術職員の高度化の評価方法の一環として TC カレッジの利用を検討していること、受講に際して必要な出張費が確保されている（筆者受講時点）こと、他大学・他機関の人脈形成に役立つことなどを勘案し最終的に入学を決意した。

4. カリキュラムについて

TC カレッジは令和 6 年度より 7 コース編成となり、自分の専門・目的に合わせてコースを選択する。各コースの講義受講による単位取得と KPI（Key Performance Indicator：TC カレッジにおいては支援実績などをもとに算出される指標）をもとに、まず TM（テクニカルマスター）の認定を目指し、その後の TC 論文の執筆と公開審査を経て TC 認定となる（図 1）。カリキュラムは初級、中級、上級およびマネジメントに分かれておりそれぞれ必要な単位数取得を目指す（図 2）。カリキュラムのうち、座学はオンラインで受講が可能なものがほとんどで、実習も一部オンライン受講が可能である。「入学式」や「OFC 業務見学」、「機器メーカー見学」、「中古機器バラシキャラバン隊」などの一部のカリキュラムは現地参加が必要で、筆者の場合、今年度は移動日を含めると 10 日間ほど現地で参加した。受講コースにもよるが、筆者が受講している「物質分析系 TC コース」では、初年度の講義は月に 8～12 時間あった。KPI の対象は論文（筆頭著者、共著者、謝辞）や表彰のほか、研修参加、学位・資格、アウトリーチ活動なども含まれるため、筆者のような若輩者でも認定に必要な KPI 数が確保可能だった。ただし、日ごろ業績整理をしていないこともあり、KPI 用の証拠書類の整理などは大仕事だった。一部の必修カリキュラムについては、諸先輩方の尽力により、条件を満たせば免除可能となったものもあり、当初の不安感ほどの忙しさは感じなかった。

		物質分析系	設計製作系	マイクロプロセス系	情報系 (サテライト校)	遠隔分析DX系 (サテライト校)	医工系 (サテライト校)	マネジメント系
TM必要 単位数	初級（共通） カリキュラム	5単位						
	中級 カリキュラム	3単位以上	3単位以上	5単位以上	3単位以上	3単位以上	4単位以上	4単位以上
	上級 カリキュラム	2単位以上	2単位以上	3単位以上	2単位以上	2単位以上	2単位以上	5単位以上
	マネジメント カリキュラム	3単位以上						
	KPI認定	15-22単位	15-21単位	15-19単位	15-22単位	15-22単位	15-21単位	15-22単位
TC必要 単位数	TC論文	5単位						

図2 コースごとに必要な取得単位数

4.1. 特徴的なカリキュラム

：機器メーカー見学

TC カレッジの特徴的なカリキュラムのひとつである「機器メーカー見学」では、協力企業の見学ができる。令和6年度は筆者の参加した島津製作所のほか、堀場製作所、パーキンエルマージャパン、日立ハイテク、日本電子、リガクの見学日程が用意されており、興味があれば複数参加可能であった。以下、島津製作所見学について紹介する。

図3に島津製作所より提供いただいた見学スケジュールを示す。9:30から島津製作所創業記念資料館の見学に始まり、11:00~16:00(昼休憩1時間含む)の本社・三条工場見学までが

1日で行われ、とても濃密な充実した見学だった。見学で得られた知見を「理念」「経営」「環境」「人材」の四点に分けてまとめると以下の通りである。

「**理念**」：社は「科学技術で社会に貢献する」に忠実に、社会の変化や顧客からの要望に応えられる技術力の研鑽が意識されており、創業から一貫した島津製作所の技術力への強い思いが感じられた。

「**経営**」：顧客ファーストの多角経営は維持しつつ、持続性と多様性を取り入れた経営戦略を展開しており、時代の変化に合わせて柔軟に対応しつつ、創業から変わらない部分を保存しようとする姿勢が、経営戦略からも感じられた。

【東工大 TC カレッジ】令和6年度機器・機械メーカー見学スケジュール	
1. 日時	2023年9月19日(木) 9:30~16:00 (コアタイム 10:00~15:00)
2. ご見学場所	島津製作所 創業記念資料館 京都市中京区木犀町二条南 本社・三条工場 京都市中京区西ノ京桑原町1番地
3. 東工大 TC カレッジ受講生の皆様	9名様(受講生 7名様、OFC 松見様、野村様)
4. プログラム	① 9:30 集合 → 島津製作所創業記念資料館(最寄り駅：京都地下鉄・京都市役所前駅から徒歩5分) ② 9:30~10:30 オリエンテーションおよび島津創業記念資料館のご見学 ・オリエンテーション(スケジュール確認等) ・島津製作所創業記念資料館のご見学「近代日本の科学・技術の歴史をたどる」 島津製作所 創業記念資料館 島津製作所 (shimadzu.co.jp) (京都地下鉄・京都市役所前→西大路御池駅) ③ 11:00 島津製作所 本社・三条工場 本館(E1115 応接室) ④ 11:00~12:00 ご見学(その1)【ご見学と質疑応答に加え、意見交換を行います】 ・サイエンスプラザ (30min) 事業概要(全社)をご紹介するショールームです ・メディカルプラザ (30min) 最新の医用画像処理装置と病院での臨床アプリケーションをご紹介します ⑤ 12:00~13:30 ご昼食、リラクスタイム(ご休憩含む) 13:00~13:30 分析工場見学(30min) 質量分析計、LC、UV等の製造現場を、見学いただきます ⑥ 13:30~15:00 ご見学(その2)【ご見学と質疑応答に加え、意見交換を行います】 13:30~14:00 島津製作所の事業概要紹介と経営戦略について(質疑含む30min)(E1115 応接室) 本社・コーポレート・コミュニケーション部 大八木 照之 14:00~15:00 Solution COE 分析機器のアプリケーション開発の本社拠点です 質量分析計をメインにご見学(30min) + 意見交換(30min) 分析計測事業部 Solution COE センター長 荒川 清美 ⑦ 15:00~16:00 意見交換とまとめ(フリーディスカッション) ・KYOLABS (施設紹介20min) ヘルスケアを中心としたオープンイノベーションの本社拠点です ・意見交換とまとめ(フリーディスカッション) 産学官連携推進ユニット 櫻井久雄、松本由紀 ⑧ 終了後、解散 ※コアタイムは、②~⑥10:00~15:00とします

図3 機器メーカー見学島津製作所見学スケジュール



図4 機器メーカー見学「島津製作所見学」時の様子

左上：創業記念資料館、右上：三条工場、左下：サイエンスプラザ、右下：Solutions COE

「環境」：自社最新機器を活用・研究できる設備はもちろんのこと、適切に維持管理するための人材と設備の配置が考えられており、機器や人材の変化に伴って流動的でもあった。また、他部署・社外との異分野交流・イノベーション創出のための場（KYOLABS）も設けられており、次世代の製品・技術を生むための環境整備も図られていた。

「人財」：経営戦略に基づいた育成戦略が敷かれ、中長期的な育成方針がはっきり示されており、具体的な目標設定と遅効性を考慮した計画策定によって、技術力の維持・向上を計画している。また、博士号取得を補助する制度や、経営幹部・ビジネスリーダーを育成する研修制度があり、技術研鑽だけではなく研究や経営にかかわる人材の育成も図られていた。目標とする人材像を「島津人」として具体的にイメージしやすい工夫がなされていた。

以上のように、創業より受け継がれた理念を基盤としつつ、時代の変化に合わせた経営戦略をたて、環境整備と人材育成を進めていくことで、技術力の維持・向上と社是の実現を図っていることが実際の見学においても垣間見られた。本カリキュラムでは、メーカーの技術的な背景を知るだけではなく、高い技術力の維持と向上のための戦略や人材育成に関する企業努力を知ることができるとても良い機会であったと思う。

4.2. 特徴的なカリキュラム：中古機器バラシキャラバン隊

もう一つ特徴的なカリキュラムとして、「中古機器バラシキャラバン隊」というものがある。TC カレッジ所有の走査型電子顕微鏡（SEM）やマトリックス支援レーザー脱離イオン化法飛行時間型質量分析計（MALDI-TOF-MS）をメーカー技術者の解説付きで解体組み上げを行うもので、実際に受講生が手を動かして解体・組み上げを経験できる貴重なカリキュラムである。今年度は東京科学大学すずかけ台キャンパスで2日間にわたって行われた。

カリキュラムは JEOL 製 SEM 「JSM-6390LA」（図 5）の電子ビーム銃から対物絞りまでの解体と解説・組み立て・トラブルシューティングに 1.5 日、残り半日で島津製作所製 MALDI-TOF-MS 「AXIMA LN」

（図 6）の解体と解説で構成されていた（筆者受講時）。解体時にメーカー担当者より丁寧な解説があるので、実際に部品の質感や重量、内部構造と、各部品の役割や機能などがしっかりと関連して記憶された。

2 日目午前の JEOL のトラブルシューティング実習では、実際にあった問い合わせや不具合をもとにしたロールプレイ形式で行われ、依頼主役（メーカー担当者）からの「まだ直らないんですか？」という圧力の中、技術者役（受講生）が原因の究明と解決を行った。残念ながら即解決というわけにはいか

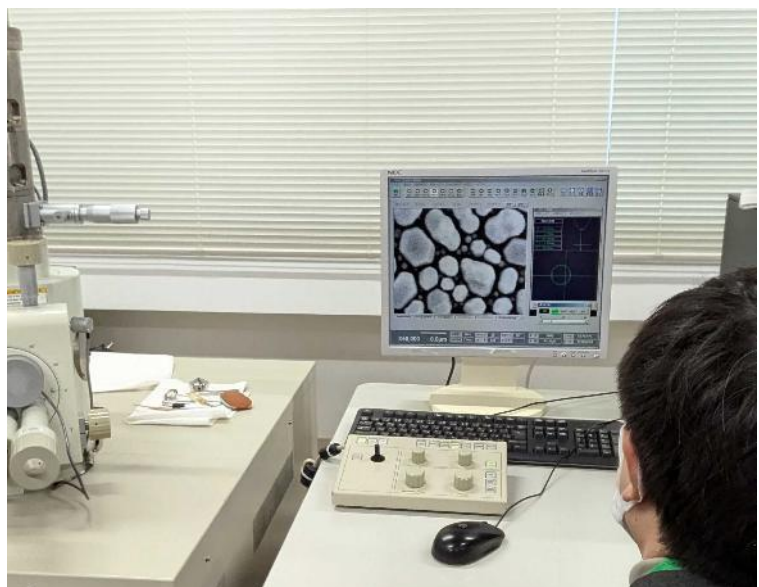


図 5 実際に分解した JSM-6390LA と観察画面
組み立て後も金の粒子がはっきりと観察できた

なかったものの、前日の解体の経験が答え合わせや解説を自分の中で具体的にイメージするきっかけになった。

2日目午後の AXIMALN (図 6) の解体では、普段は見ることのない内部構造を隅から隅まで観察でき、数 μ mの機械誤差で製作された部品や顧客の要望とメンテナンス性を考慮した設計が文字通りぎっしりと詰め込まれていた（お見せすることができないのが大変残念である）。

技術職員にとって「経験」（ここでは特定の技術を身に付けるための経験をさすこととする）が重要であることに議論の余地はない。「経験」は「知識」と補完しあう関係にあると定義でき、過去の知識同士を経験で繋ぐことや新たな知識を過去の経験・知識に結びつけることによって、想像力や技術力の向上・拡充につながると考えられる。中古機器バラシキャラバン隊のカリキュラムは、まさに知識と知識をつなぐ経験を提供し、受講生に新たな知恵を創造するために非常に理にかなったカリキュラムであった。



図 6 実際に分解した AXIMALN

5. 大学技術職員に求められる「高度化」と TC カレッジ

TC カレッジは「研究力を飛躍的に向上させる技術職員」の養成のために考えられたものであるが、このような機器共用化と技術職員の“高度化”に関する取り組みは全国的に進められている。文部科学省の共用ガイドライン²⁾では、研究力の総合的・抜本的強化の環境の一角において、研究設備機器の幅広い共用と維持管理・人材の資質向上が必要で、そのために技術職員の技能向上と技術継承、キャリアパスが重要である、と記述している。また、文部科学省科学技術・学術審議会人材委員会のワーキング・グループがまとめた報告書³⁾においても、昨今の「研究設備の高度専門化・機器の共用促進に伴い、技術職員の配置・育成の必要性・重要性が認識されてきている」と報告されており、機器の共用化と技術職員の高度化が推奨されている。鳥取大学においても、研究基盤の維持と支援効率向上のために技術職員のスキルアップが求められており⁴⁾、技術職員に対する期待は大きい。筆者が TC カレッジの受講を決意した理由の一つにも、先述の通り技術職員の高度化に関する課題があったことから、初年度の受講で得られた知見をもとに流動的で劇的な技術の進歩の中で大学技術職員ができることについて、「アカデミアの特徴」「評価基準の設定」「目標（ビジョン）の設定」の3点から議論し、TC カレッジが鳥取大学技術職員にどのようなメリットがあるのか考えたい。

技術力を単純に比較すると、過酷な競争環境に置かれている民間企業の技術者の方がアカデミアのそれよりも高いと考えるのが順当であろう。実際に筆者が参加した機器メーカー見学等の TC カレッジカリキュラムにおいても、明確な目標に向かって研鑽された技術力の高さを肌身で感じた。アカデミアの技術職員に求められているものは民間企業より優れた技術力だろうか？アカデミアの強みとは何だろうか？筆者はアカデミアの技術職員に求められているのは柔軟な対応と連携の強化などのコンサルティング能力であると考えます。もちろん、大学技術職員にも高い専門性をもった技術力は必要である。また、唯一無二の装置を有している一部の組織においては、民間を凌駕する技術力も強みの一つといえる。しかしながら、大半の大学技術職員組織において民間を凌ぐ技術力を育て、かつ強みにす

るのは組織規模や人的資源の点で難しい。一方で、営利組織である民間企業とは異なり、アカデミアでは多様な研究者が集まっており、技術職員に求められる知識・経験も多様である。このような多様性はアカデミア特有の課題でもあるが、強みでもあると考えられる。機器の共用化や分野間横断的な研究が求められている昨今の潮流を鑑みても、アカデミアの技術職員は様々な背景を持つ依頼主からの要望に応え、時には関係者同士を技術的な知見で繋ぎ、実験設定～結果の解析・考察までを提案できるようなコンサルティング能力が求められている。TC カレッジのカリキュラムでは、民間の技術力を肌身で感じられることや、他機関の技術職員との交流による知識と経験の補完が得られるため、コンサルティング能力を養う上で重要な、様々な角度からの視点を得られることも大きな利点である。

研究分野の幅広さ・多様さはアカデミアの強みでもあるが、一方で専門分野が異なる職員間で求められている「高度」の方向性もそれだけ異なるということであり、不公平感のない評価基準の設定が重要である。筆者は評価の一部に TC カレッジのような長期研修などを活用することである程度高度化の評価が可能になると考える。専門分野の方向性が異なる職員を客観的手法に基づいて「高度である」と評価し、対外的に（ないし内部に）示すことは政治的に重要な意味をもつ。所持資格を評価基準に利用するという手段も考えられるが、専門分野によって資格取得の難易度や資格の種類は様々で、それらを一様に評価することは不公平だが、それらをひとつひとつ評価することも非効率である。また、資格取得のために得られた知識は確かに有用なものであるが、資格は許可証の類と考えられるので技術職員の「高度化」という点においては評価手法としては弱い（一般人と比較して高度であるとはいえる）。また、先述したコンサルティング能力などは、定量的に判断しにくく評価につながりにくい。TC カレッジではアカデミア特有の課題・特徴が考慮されたカリキュラムとなっており、謝辞や筆頭論文等だけではなく、広報活動や技術審査員の経験など、大学技術職員が業務として経験してきたことを KPI として積み上げることができる。TC カレッジの評価基準は大学技術職員の多様性とカオスをよく理解して設計されており、分野の異なる職員でも TC カレッジを受講することで「研究力を飛躍的に向上させる…中略…技術職員⁵⁾」＝高度化を客観的に評価できる。また、最短でも3年間、通常業務をこなしながら取り組むことは、短期集中的な研修とは異なり、各自の業務間でのコンサルティング能力を鍛えるという副次的な効果も期待でき、その点においては TM だけではなく TC 取得を目指す価値は十分にある。

TC カレッジでは目標設定と行程計画が自然と作成されるようにカリキュラムが設計されているとはいえ、通常業務と並行してカリキュラムをこなす必要があり、短期集中型の研修や資格取得にはない中期的な業務マネジメントが求められる。また、TC 取得後に TC カレッジでの経験と学びをどのように活用していくのかは受講生それぞれに任されており、将来の自分のキャリアパスも考えていかなければ、特に学外受講生は TC の有効活用は難しい。同様に、アカデミアの技術職員においては将来的に共用化促進と人員削減によってひとりひとりの対応分野が拡大し、複数の異なった業務を往復しながら期待されている高度化を実現する必要に迫られるものと予想される。そのような環境においては、適切な目標設定とそのマネジメントを自ら行うことが重要になると考えられる。目標設定は、複数の業務を往復する中で自分のキャリアパスや指針を見失わないようにするだけではなく、バラバラになりがちな組織をまとめるうえでも有用な手法として広く使用されている。以降は、以下に示す筆者が作成した具体例を補助として利用し、目標設定の要点と筆者の目標設定に TC カレッジでの経験がどのように影響しているのかについて、議論を行う。

「理念」：かくあるべしという理想の概念のこと

✧ 研究・教育活動、およびその支援を通じて科学の発展に貢献する

「ミッション」：存在意義や社会における役割

✓ 研究と教育の質、および生産性の向上のため、技術と知見を提供する

「ビジョン」：具体的な目標、どのようになりたいか

✓ 各分野のプロフェッショナルとして研究者や職員、地域住民から認められ、信頼されながら、研究教育をより活性化する一員としての自覚をもって働く

「行動指針」：目標達成のための基準や原則

- 大学の経営戦略や中長期計画、支援先の運営について理解し、それらに沿った活動を行う
- 研究教育支援活動を主としながらも、大学の経営活動や地域貢献活動にも理解を示す
- 何が求められているのかを常に考えて自発的に行動する
- 技術の研鑽と知識の拡充につとめ、最新技術の取り込みや情報収集も積極的に行う

目標設定においては目標設定者や個人の目標なのか組織の目標なのかによって内容は大きく異なるが、基本的な考え方は以下の通りである。理念とミッションは組織の基礎に当たる部分で時代背景などでは変わらない、変わりにくいものを、ビジョンと行動指針は時代背景等に沿って柔軟に変更可能でより具体的なものとする。筆者が目標設定、および理念の言語化の重要性に気づいたのは島津製作所見学での経験からであった。TC カレッジ受講のお誘いがあった際に、TC が自身のキャリアパスにどのように役立つかを真剣に考えたことも、目標設定の下地となっている。目標設定には自己の価値観が大きく反映される（筆者の場合は科学の発展の一助になりたい）が、それが大学や部局などの組織の方針と整合性が取れるものでなくてはならない。そのため、大学の経営戦略や中長期計画、支援先の運営などについてもある程度理解する必要がある。そのため、上記具体例においても行動指針として「経営戦略等への理解」を加えている。また鳥取大学の中期計画書において、「…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、…」との記載を受け、ビジョンには様々な関係者との連携を意識した。TC カレッジは技術や知識取得・向上が主目的であるが、他大学や民間企業の技術職員である他の受講生との交流によって、大学間の違いや筆者自身にないもの、欲していたものに気づく多様な機会を得られた。多様化するアカデミアの技術職員の業務マネジメントや高度化、キャリアパスにおいて、目標設定とその言語化が重要であり、TC カレッジ受講の一連の行程がそれらと真剣に向き合う良い機会を与えてくれた。研究設備・機器の共用化や技術継承における課題など、組織的な取り組みが必要とされる諸課題においても理念や目標の共有が果たす役割は大きく、TC カレッジで学外の人材と交流する中で気づくことができた。

大学の技術職員に求められるものは多様で混沌としていて流動的であり、求められている高度化を評価するためにはアカデミアの技術職員に特化した TC カレッジのような研修をうまく活用する必要がある。また近年では、分野横断型のプロジェクトや研究の社会実装、産官学での連携の重要性とその機会も増しており、技術職員にはテクニカルスキルの向上だけではなく、コンサルティングやコミュニケーション等のヒューマンスキルの向上も不可欠な要素となっている。状況を俯瞰的、客観的に分析し、調整・管理するコンサルティング能力や、多様化・複雑化する業務の中で目標に向かって邁進するための適切な目標設定能力も重要な要素となる。TC カレッジでは大学技術職員の特徴に沿った仕組みが用意されており、TC 取得までの過程においてテクニカルスキルだけではなくヒューマンスキルの向上にも期待できる。また、TC を取得した後の在り方について、受講者が自身の役割と能力を見つめなおすきっかけになることは間違いない。一方で、テクニカルスキルについては TC カレッジでカバーされていない専門分野もあり、TC カレッジだけではなくほかの評価手法や研修等を複合的に利用する必要がある。しかし、このような懸念事項を

鑑みても TC カレッジがアカデミアの技術職員の高度化の指標として有用であることは間違いなく、機会があるうちに活用することを強く推奨する。

6. まとめ

TC カレッジ初年度は当初予想していたよりもカリキュラムに余裕があり、当初の不安感は杞憂であった。諸先輩方の熱心なフィードバックに感謝したい。また、大学技術職員のことを理解して構成されたカリキュラムは、技術職員の高度化においても有用で活用しない手はない。特に、機器メーカー見学やバラシキャラン隊などのカリキュラムは、知識と経験を繋げ、技術職員の視野と人脈を拡大することの楽しさや気持ちよさを実感できる貴重なカリキュラムであった。劇的な技術の進歩の中、技術職員に対する期待は今後ますます大きくなり、求められるものも流動的である。TC カレッジでは知識と経験によってテクニカルスキルの向上を促すだけではなく、受講の各過程においてヒューマンスキルの向上にも寄与すると考えられ、TC カレッジのような貴重な機会を積極的に活用しつつ、各自の強みや将来ビジョン、自身の果たすべき役割を具体的に考える機会として活用することで、技術職員に求められる「高度化」に近づくものと考えられる。

7. 謝辞

TC カレッジ受講に際して、予算を融通いただいた技術部、並びに研究推進機構研究基盤センターに感謝申し上げます。また、東京科学大学 TC カレッジ事務局統括の杓見氏には入学手続きからカリキュラムに関する質問まで、ありとあらゆる事柄で丁寧にご対応いただきましたことをこの場を借りて改めて感謝申し上げます。同様に、鳥取大学技術部松浦 UTA には TC カレッジ事務局や研究基盤センターとの調整にご尽力いただきましたこと、感謝申し上げます。また、東京科学大学 TC カレッジ事務局の皆様と TC カレッジ運営にかかわる皆様、TC カレッジカリキュラムにてご対応いただきました島津製作所の皆様、JEOL の皆様にも感謝申し上げます。最後に、TC カレッジ受講に理解を示していただきました技術部乾燥地科学分野の皆様にも厚く御礼申し上げます。

-
- 1) 松浦祥悟, 松井陸哉, 2023. 「高度技術専門人材養成および認定制度「TC カレッジ」の紹介と受講報告」, 鳥取大学技術部報告第 10 集, pp.78-82.
 - 2) 文部科学省 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」
 - 3) 文部科学省 科学技術・学術審議会人材委員会研究開発イノベーションの創出にかかわるマネジメント業務・人材に係るワーキング・グループ, 2024. 「科学技術イノベーションの創出に向けた研究開発マネジメント 業務・人材に係る課題の整理と今後の在り方」
 - 4) 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, 2020. 「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.
 - 5) 江端新吾, 2021. 「東工大 TC カレッジ構想—新たな研究基盤戦略を牽引する高度技術支援人材のあり方—」 <https://www.ofc.titech.ac.jp/wp-content/uploads/2021/09/TC%E3%82%AB%E3%83%AC%E3%83%83%E3%82%B7%E3%82%99%E6%A7%8B%E6%83%B3.pdf>

*E-mail: okida@tottori-u.ac.jp

令和6年度 中国・四国・近畿地区大学附属演習林等 技術職員研修報告

福富昭吾*

生物生産管理部門 森林資源利用分野

1. はじめに

中国・四国・近畿地区大学附属演習林等技術職員研修は、技術職員相互の技術交流や情報交換を図るとともに、その職務遂行に必要な専門知識および技術を修得させ、技術職員としての資質向上を図ることを目的とした研修である。令和6年度高知大学農林海洋科学部附属暖地フィールドサイエンス教育研究センター嶺北フィールドの研修に参加したので報告する。

2. 研修の概要

日時 令和6年11月13日（水）～11月15日（金）

場所 高知大学農林海洋科学部附属暖地フィールドサイエンス教育研究センター
嶺北フィールド（演習林）

表1 研修日程

1日目	講義1 「嶺北フィールドの概要および研修内容の説明」 高知大学農林海洋科学部 教授 鈴木保志 講義2 「OWLの取扱い・データ取得・OWL利用事例紹介」 高知大学農林海洋科学部 教授 市栄智明 高知県職員 中村氏 情報交換会
2日目	実習1 「嶺北フィールド踏査・OWLなどによる材積測定①」 高知大学農林海洋科学部 教授 鈴木保志 嶺北フィールド係長 浦部光治 実習2 「嶺北地域 施設見学」 ユーラス大豊ウインドファーム 講義3 「OWLによる材積データの研究利用」 高知大学農林海洋科学部 講師 橋本直之
3日目	実習3 「OWLによる材積測定②」 高知大学農林海洋科学部 教授 鈴木保志 嶺北フィールド係長 浦部光治 講義4 「高知県の林業と木材市況」 高知大学農林海洋科学部 講師 松本美香 閉校式（修了証書）

3. 研修報告

本研修で解説する森林 3 次元計測システム OWL（アウル）とは、森林内の樹木の配置や形状を計測した 3D 森林地図を作成し、計測データから森林資源量等を同時解析するシステムである。GPS を搭載しており、GIS との連携や立木位置図を利用した間伐シミュレーションも可能で、高知大学では 2020 年から導入している。

初日は、嶺北フィールドの概要と研修内容の説明を受け、OWL の使用方法と利用事例について紹介された。

二日目は高知大の鈴木先生と浦部技術職員が講師となり、野外実習を行った。演習林内で実際に操作し、受講者全員が OWL の体験をすることができた（図 1）。これまでの人力による森林調査では、多くの時間と労力を必要としたが、計測には個人差があるうえ、パソコンへの入力時にヒューマンエラーが発生する懸念があった。それに対し、OWL による森林調査は 3D レーザーで素早く計測し、専用ソフトにデータをアップロードするだけでほぼ完了する（図 2）。操作は簡単で、様々な調査をひとつに集約し、合理化できる計測システムだという印象をうけた。

最終日は、高知県の林道・作業道の開設状況や、原木市場での樹種・径級、2018 年から 2023 年にかけての材長別取扱材積の変化について、説明があった。



図 1 OWL で計測している様子

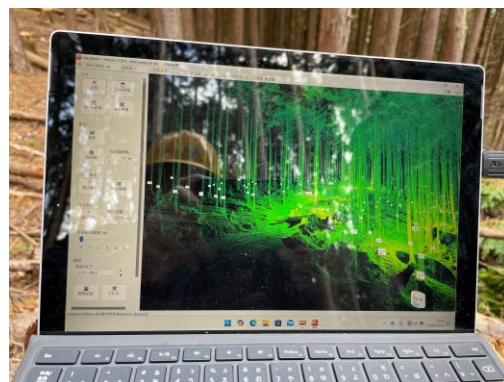


図 2 OWL データの集計

4. おわりに

高知大学では 3 年前から OWL を使用した学生実習を実施し、先端的な森林調査の学習を行っている。鳥取大学でも、2019 年に OWL のデモ機を使用して、試験的な森林調査を行ったが、OWL は下層植生がある場合、下草高の位置を地上部としてカウントしてしまうため、蒜山での実用化は難しかったという経緯がある。高知大学でも、使用する前に調査地全域の除草を行うことが必須になっていることは、今後の課題といえる。しかしながら、OWL に限らずこうした 3 次元測定システムの導入は、これからの森林調査において必要不可欠なものになってくるであろう。本研修では、大学技術職員のみならず学生の参加もあり、様々な意見交換を行って有意義なものとなった。本研修で得た知識を今後の業務に活かし、より多面的な森林管理に努める。

* E-mail: s-fukutomi@tottori-u.ac.jp

技術発表会

令和6年度 鳥取大学 技術部 技術発表会プログラム

日時：令和7年2月18日（火）13:30～16:30

13:30-13:35 開会挨拶 技術部長 河田 康志

【第1部】 座長：各技術長

13:35-13:55 「解剖実習用遺体の保存法改善を見据えたラットの固定実験」
化学バイオ・生命部門 組織解析分野 古都 良太

13:55-14:15 「情報戦略機構内アプリケーションの作成について」
情報システム部門 情報基盤技術分野 立林 千里

14:15-14:35 「2000年鳥取県西部地震域における電気比抵抗構造調査に関する活動紹介」
工学技術部門 社会基盤技術分野 畑岡 寛

14:35-14:55 「分析計の維持管理について ～修理費用削減のために頑張ったこと～」
名古屋工業大学 技術部技術課 石原 真裕

14:55-15:15 「機械による花らい採取に適したナシ花粉専用樹の管理」
生物生産管理部門 生物生産管理分野 山本 博昭

15:15-15:35 休憩（20分）

【第2部】 座長：岩下 博通 副統括技術長

15:35-15:55 「申請処理の省力化のためのVBAプログラミング」
工学技術部門 技術長 池添 保雄

15:55-16:25 特別講演 「毎日が反省の日々であった退職までの長い道のり」
技術部 統括技術長 三谷 秀明

16:25-16:30 総括および挨拶 技術部 統括技術長 三谷 秀明
閉会

【令和6年度 鳥取大学技術部 技術発表会 発表概要】

「解剖実習用遺体の保存法改善を見据えたラットの固定実験」

○化学バイオ・生命部門 組織解析分野 古都 良太
化学バイオ・生命部門 生物化学分野 大西 弘志
化学バイオ・生命部門 亀家 俊夫

系統解剖実習に提供する解剖体を正常に保存するためには、ホルマリンを用いた固定液を血管から注入して固定する必要がある。現在、鳥取大学で行っている注入固定方法は、比較的発生するホルムアルデヒドの濃度は低く、保存状態も良好であるが、常に第1管理区分にあるとは限らない。そこで、今回はラットを用いて、注入方法を変えてみて、発生するホルムアルデヒド濃度と組織の保存状態を確認したので報告する。

「情報戦略機構内アプリケーションの作成について」

情報システム部門 情報基盤技術分野 立林 千里

情報戦略機構では、鳥取大学での情報環境の整備等に戦略的に取り組み、先進的な教育を推進することを目的としています。日々ネットワーク社会は目まぐるしく移り変わっていき、新たな技術や様々なアプリケーションが増大する中、多くの情報環境の整備業務を簡略化及び自動化していき、柔軟に対応していく必要があります。今回の報告では、簡略化・自動化業務の一端である機構内アプリケーション開発業務についてご紹介します。

「2000年鳥取県西部地震域における電気比抵抗構造調査に関する活動紹介」

工学技術部門 社会基盤技術分野 畑岡 寛

九州大学・北海道大学・東京大学・名古屋大学・京都大学・鳥取大学が実施機関として一翼を担う文部科学省「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第3次）」に基づく研究計画の一環として2000年鳥取県西部地震の震源域における地下電気比抵抗構造の特徴を明らかにするために地磁気地電流の観測を行った。筆者は主として観測業務を担い、踏査・選点、観測交渉、器材の準備ならびに設置・回収を行った。

「分析計の維持管理について ～修理費用削減のために頑張ったこと～」

名古屋工業大学 技術部技術課 石原 真裕

修理費削減に向けて、装置の取扱説明書を熟読し測定原理や構造、トラブルシューティングなどで理解を深めました。故障時にはサービスエンジニアに電話で確認し、不具合箇所を特定して自分で部品交換を実施しました。不具合箇所が特定できない場合は、エンジニアから現地で装置を確認する必要があると言われることもありましたが、自ら解決すべく考えてまいりました。これらの取り組みにより修理費削減に繋げることができました。

「機械による花らい採取に適したナシ花粉専用樹の管理」

生物生産管理部門 生物生産管理分野 山本 博昭

多くのニホンナシは自家不和合性であるため、果実の生産には人工授粉が必要である。人工授粉で使用する花粉は輸入に依存する地域も多く、2023年に中国で発生した火傷病の影響などにより今後の流通が不安視されている。このような背景の中、鳥取大学では国産花粉の安定生産を目的に、自走式花蕾採取機を開発中である。本研究では、機械収穫に合わせたナシ花粉専用樹形を対象に、剪定時における切り返し長さや植物成長調整剤処理による新梢発生本数や花芽着生への影響について調査を行った。

「申請処理の省力化のための VBA プログラミング」

工学技術部門 技術長 池添 保雄

近年は業務の DX 化が叫ばれており、本学でもネットワーク等を介して種々の手続きが行われるようになり省力化されてきた。しかし、学外部署と結んだ申請類を筆頭として未だに紙ベースで行われているものも少なくない。

本発表では年末調整に係る申請処理を例として、配布書類の作成・情報管理業務および申請者の負担軽減を目的とした VBA プログラミングについて紹介する

「毎日が反省の日々であった退職までの長い道のり」

技術部 統括技術長 三谷 秀明

時間が過ぎるのは非常に早く、本学に採用後すでに 33 年が経過し本年で退職となる。採用時点では退職の日まで多くの技術を学び、その中でも臨床検査技師の資格を活かし臨床研究を技術面からサポートするエキスパートとなることを目標としたが、技術職員の組織化により思いとは全く異なる管理職ルートに踏み込んだことで、多くの問題と反省を抱える毎日となった退職までの日々を振り返ることにする。

Appendix

2025 年 3 月

鳥取大学技術部名簿(2024)

技術部長（兼）	河田 康志	理事（研究担当、IT 担当）・副学長
統括技術長（併）	三谷 秀明	技術専門員
副統括技術長（併）	岩下 博通	技術専門員

【化学バイオ・生命部門】

技術長	甲斐 政親	技術専門員
副技術長（併）	亀家 俊夫	技術専門職員
副技術長	杉原 弘貢	技術専門職員
機器分析分野		
分野長	水田 敏史	技術専門職員
	岡 正子	技術専門職員
	松浦 祥悟	技術専門職員
	松井 陸哉	技術職員
	横野 瑞希	技術職員
	松浦 香織	技術職員
生物化学分野		
分野長（併）	亀家 俊夫	技術専門職員
	大西 弘志	技術専門職員
	篠原 紀恵	技術専門職員
	伊藤 麻衣	技術専門職員
組織解析分野		
分野長	堀江 享史	技術専門職員
	遠藤 実	技術専門職員
	浦上 裕艶	技術職員
	桑原 隼也	技術職員
	古都 良太	技術職員

【情報システム部門】

技術長（併）	三谷 秀明	技術専門員
副技術長	安藤 敬子	技術専門職員
情報基盤技術分野		
分野長	中島 清之	技術専門職員
	宮田 直輝	技術専門職員
	藤尾 聡	技術職員
	門脇 萌	技術職員
	立林 千里	技術職員
	岡本 昌宜	技術職員
情報処理技術分野		
分野長	橋本 正満	技術専門職員
	山田 有里子	技術職員

【工学技術部門】		
技術長	池添 保雄	技術専門員
副技術長（併）	山本 真二	技術専門職員
副技術長	石渕 信孝	技術専門職員
機械加工技術分野		
分野長	野波 将宏	技術専門職員
	河村 直樹	技術専門職員
	村松 隆司	技術職員
装置開発分野		
分野長	竹歳 大樹	技術専門職員
	河尻 直幸	技術専門職員
	宮崎 裕介	技術職員
	馬場 恵美子	技術職員
	大村 敏康	技術職員
	笠田 洋文	技術職員（再）
社会基盤技術分野		
分野長（併）	山本 真二	技術専門職員
	吉川 達也	技術専門職員
	岩田 千加良	技術職員
	畑岡 寛	技術職員
【生物生産管理部門】		
技術長（併）	岩下 博通	技術専門員
副技術長	梅實 貴之	技術専門職員
副技術長	加納 由紀子	技術専門職員
乾燥地科学分野		
分野長	岩下 雅子	技術専門職員
	藏増 亮佑	技術職員
	沖田 総一郎	技術職員
生物生産管理分野		
分野長	佐藤 健	技術専門職員
	松岡 秀晃	技術専門職員
	清水 知樹	技術専門職員
	山本 博昭	技術専門職員
	川島 真由美	技術職員
	福田 桂一	技術職員
	財原 大地	技術職員
森林資源利用分野		
分野長	福富 昭吾	技術専門職員
	米田 亜沙美	技術専門職員
【事務】		
湖山	三澤 聡	事務補佐員
湖山	苔米地 堯	事務補佐員
米子	吉田 正美	事務補佐員

編集 技術部報告編集委員会

河尻 直幸 (委員長)

松浦 香織

桑原 隼也

中島 清之

河村 直樹

清水 知樹

米田 亜沙美

鳥取大学 技術部報告

第 11 集

2025 年（令和 7 年）5 月 発行

鳥取大学 技術部

〒680-8552 鳥取市湖山町南 4 丁目 101 番地

URL: <https://www.tech.tottori-u.ac.jp/>