

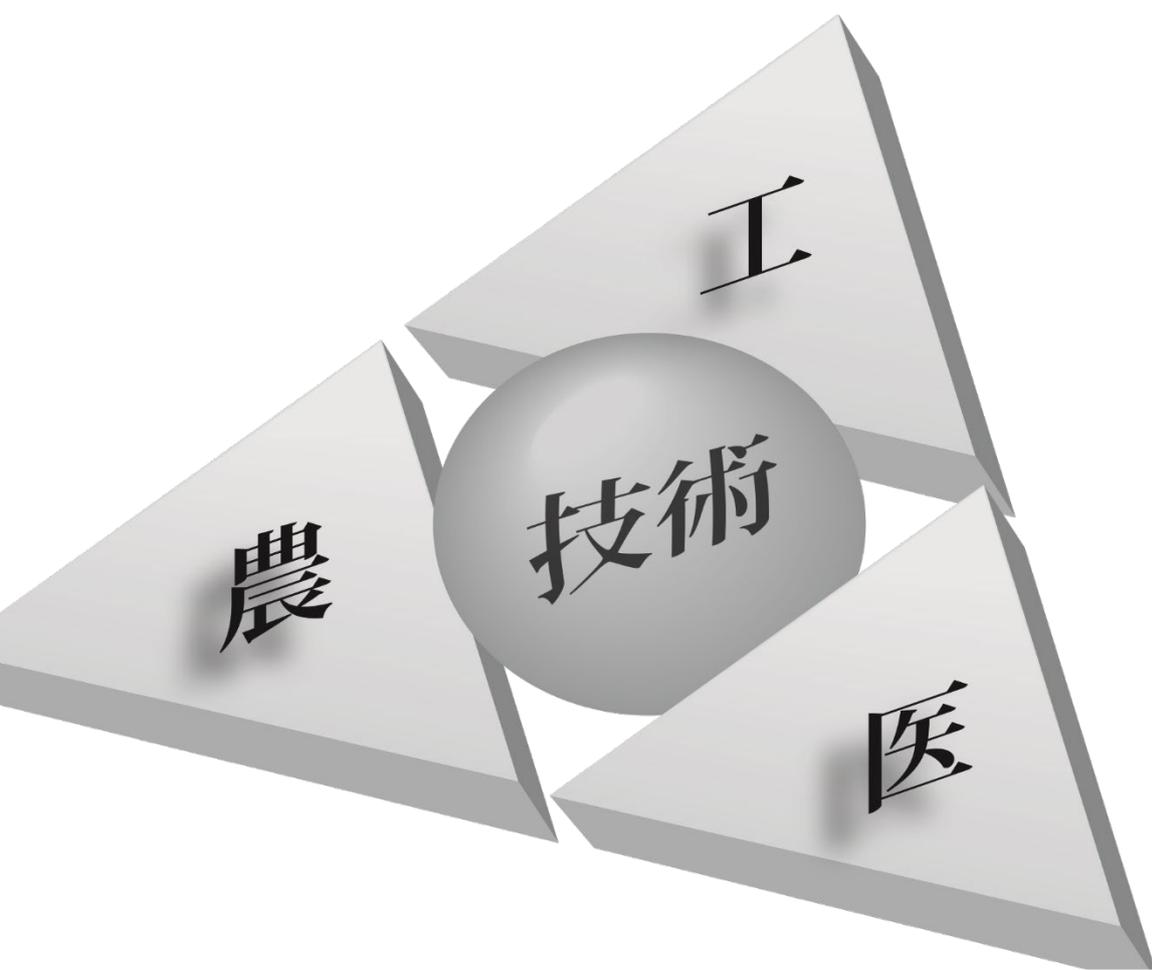
# 技術部報告

第 10 集

2024 年 6 月

鳥取大学技術部

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



## 目次

「技術部報告」第10集発刊に寄せて	i
技術部長 河田康志 (理事 (研究担当, IT 担当)・副学長)	

## 技術報告

(1) 全自動アミノ酸分析装置とトリプル四重極型 LC-MS/MS による生体遊離アミノ酸分析の比較検討	1
化学バイオ・生命部門 機器分析分野 横野瑞希	
(2) NMR 及び GPC による高分子材料の劣化評価の検討	9
化学バイオ・生命部門 機器分析分野 水田敏史	
(3) 解剖実習期間を通じた実習室の空气中ホルムアルデヒド濃度の推移	12
化学バイオ・生命部門 組織解析分野 古都良太	
(4) チール固定解剖体の皮膚の剥離防止に関する実験	17
化学バイオ・生命部門 組織解析分野 古都良太	
(5) CNC 加工機 HAKU の改修について	21
工学技術部門 装置開発分野 河尻直幸	
(6) 王秋梨におけるコルク状果肉障害の発生に関する調査	26
生物生産管理部門 生物生産管理分野 山本博昭	

## 活動報告

(1) 技術職員よもやま話 (仮) - 技術職員が拓いた今とこれから -	31
化学バイオ・生命部門 機器分析分野 丹松 美由紀	

(2) バイオ創薬支援業務 2 年目を迎えて	51
化学バイオ・生命部門 生物化学分野 伊藤麻衣	
(3) 機械工作実習の紹介	53
工学技術部門 機械加工技術分野 石淵信孝	
(4) 退職にあたって	56
工学技術部門 機械加工技術分野 秋山雅彦	
(5) 防災活動に関する業務紹介	57
工学技術部門 社会基盤技術分野 畑岡寛	
(6) 令和 5 年度「電子工作教室」実施報告	58
工学技術部門 装置開発分野 馬場恵美子 ほか	
(7) 工学部棟 E 棟の建物改修工事に伴うネットワークの再整備について	62
情報システム部門 情報基盤技術分野 中島清之	
(8) 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	64
情報システム部門 情報処理技術分野 安藤敬子 ほか	
(9) 乾燥地研究センターでの長芋栽培について	67
生物生産管理部門 乾燥地科学分野 加納由紀子	
(10) 教育研究林蒜山の森 活動報告 -ナラ枯れ討伐-	71
生物生産管理部門 乾燥地科学分野 米田亜沙美	
(11) トウモロコシを通じた「親と子」の食育プログラム活動報告	73
生物生産管理部門 森林資源利用分野 佐藤健 ほか	

## 研修報告

(1) 高度技術専門人財養成及び認定制度「TC カレッジ」の紹介と受講報告	78
化学バイオ・生命部門 機器分析分野 松浦祥悟	

(2) 走査電子顕微鏡の分解研修参加報告ーTC カレッジ「中古機器バラシキャラバン隊」, 静岡大学 FE-SEM 分解研修ー	83
化学バイオ・生命部門 機器分析分野 松井陸哉	
(3) 令和 5 年度中国・四国地区国立大学法人等技術職員研修参加報告	87
工学技術部門 装置開発分野 馬場恵美子 ほか	
(4) スマート農業を目指す先端技術フェア IN 滋賀&京都大学附属農場視察見学報告	90
生物生産管理部門 生物生産管理分野 佐藤 健	

## 技術発表会

(1) 令和 4 年度 技術発表会プログラム	95
------------------------	----

## Appendix

(1) 鳥取大学技術部名簿 (2023 年度)	98
-------------------------	----

## 技術部報告 第10集発刊に寄せて

技術部長 河田 康志  
理事（研究担当、IT 担当）・副学長



教室系技術職員が全学の技術部として一元化された平成24年度に第1集を発刊してから今回で節目の第10集を迎えました。第1集を読み返してみますと当時の井藤技術部長（研究担当理事）はあいさつの中で、技術職員は学科や講座、研究室等に所属する従来の「たこつぼ型」技術支援でよいのか、そして大学や教員のためにより質の高い技術支援が可能になる組織作りの重要性について説かれていました。また、技術部組織を作る上で、乗り越えていくべきは部局の壁、教員の壁、事務組織の壁、そして最も高い壁は技術職員自身の意識改革であったと書かれています。10年経った今、技術職員一人一人に改めて問いたい言葉であると思います。さらに、結びの言葉でスタート時の技術部では人事、予算、組織編成など改革すべき課題は多いが、小さな改善を日々繰り返し、大きな改革に結びつけ、存在感を高めること、そして情報を発信し続ける組織に成長してくれるよう期待の言葉を述べられていました。現在においても、技術職員のキャリアパスなど職位や職階に関する課題は残念ながらまだ解決できていません。また、従前の業務にとらわれることで新しい業務や大学の運営方針に沿った思い切った人員配置など、組織再編も困難を極めており、技術部スタート時に期待された組織の形にはまだまだ程遠く、その途上にあると言えます。

大学の教育/研究力の強化・向上には技術職員の研究者（教員、学生）への支援は必須であり、大変重要であると考えています。そのためには技術職員一人一人の組織の一員としての自覚は言うまでもなく、高度な専門技術力やコミュニケーション能力、マネジメント能力までもが求められています。第10集技術部報告発刊の節目にあたり、この報告が技術部、ひいては技術職員一人一人の情報発信の場として充実し、次の一段高い技術力につながることを期待するとともに、これまでの技術支援や業務を通じて、自己研鑽や技術習得が達成したことを各々が確認でき、その積み重ねこそが技術部全体の存在意義を高めることにつながるものと確信しています。

引き続き、鳥取大学教職員皆様の温かいご支援・ご協力を技術部に対して賜れば幸いです。どうぞよろしくお願いいたします。

# 技 術 報 告

# 全自動アミノ酸分析装置とトリプル四重極型 LC-MS/MS による生体遊離アミノ酸分析の比較検討

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全学共用設備の維持管理および依頼分析を行っており、筆者は質量分析装置を主に担当している。学内の全学共用設備は戦略的設備整備・運用計画等により整備・更新の方針が決められているが、財政状況等により計画通りに更新が進んでいるとは言えず、老朽化によって使用を続けることが困難になった設備もある。これらの設備は学内の多くの研究者、学生に利用されていることから、他機関の設備を利用するもしくは他の分析機器で代替するなどの利用者に対するサービスを継続していくための対策を講じておく必要がある。本学の全自動アミノ酸分析装置は2007年以前に導入され、全学共用設備として利用されてきたが、老朽化のため十分な精度で分析できなくなっている。

そこで全自動アミノ酸分析装置により従来行われてきたアミノ酸分析を、同じく本学の全学共用設備であるトリプル四重極型 LC-MS/MS（以下、LC-MS/MS）により代替可能であるか検討を行った。

本稿では、24種のアミノ酸標品を用いて LC-MS/MS 分析条件の最適化、各アミノ酸に対する定量可能な濃度範囲の確認および実試料としてパンコムギ種子中のトリプトファン分析を行ったので報告する。

## 2. 背景

全自動アミノ酸分析装置 (JEOL 製 JLC-500/V2) (図 1) は、イオン交換クロマトグラフィーにより分離されたアミノ酸をニンヒドリン試薬で誘導体化後、可視光検出器で検出しアミノ酸のみを特異的に同定・定量する機器である。ニンヒドリンによる反応機構を図 2 に示す。ニンヒドリンによるポストカラム検出法は第 17 改正日本薬局方にもアミノ酸分析法の一つとして記載されており、標準的な分析法として長く使用されている。

本機器の分析モードには「加水分解物アミノ酸分析 (標準・迅速・高分離)」と「生体遊離アミノ酸分析 (標準・迅速・高分離)」がある。



図 1 JLC-500/V2

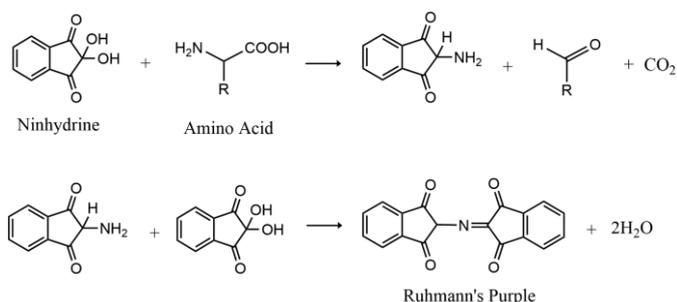


図2 ニンヒドリン反応

LC-MS/MS (Waters 製 Xevo TQ-S Micro) (図3) は、液体クロマトグラフィーにより分離された化合物のイオン化により得られるマススペクトルの  $m/z$  値によりアミノ酸、タンパク質をはじめとした有機化合物を広く同定・定量する機器である。移動相や分離カラムの工夫により感度や選択性に優れた分析結果を得ることができる。

本機器では特定の  $m/z$  値のプリカーサーイオンを開裂させて生じる特定の  $m/z$  値のプロダクトイオン (モニターイオン) の信号量のみを検出することができるため、対象化合物から夾雑物からは生じない  $m/z$  値のプロダクトイオンを選択することができれば夾雑物の影響を排除できるので選択性が向上する。その際のパラメーター設定はメーカーや機種によってイオン源の機構が異なるため、それぞれで最適化することが望ましい。



図3 Xevo TQ-S Micro

### 3. 実験

#### 3-1. 分析に使用した生体遊離アミノ酸

全自動アミノ酸分析装置の「生体遊離アミノ酸分析 (高分離)」モードで分析される生体遊離アミノ酸 41 種のうち入手できたアミノ酸 24 種をアミノ酸標品として用いた。略称、分子式と精密質量を表 1 に示す。

#### 3-2. 試料調製

LC-MS/MS における分析条件の検討用試料として、生体遊離アミノ酸溶液 24 種を 80% メタノールで濃度 1 ppm (4.9 nmol/ml) に調製した。

検量線用混合試料は 80% メタノールで 0.0005, 0.001, 0.005, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 25, 50 nmol/mL になるよう調製した。

パンコムギ種子は、品種、株の異なる A,B,C の凍結乾燥サンプル (>4 mg) を 10 倍量の 80% メタノールで一晩以上暗室、室温下に静置し抽出した。15000 rpm, 5 分, 4 °C で遠心分離し上清 350  $\mu$ l を回収した。再度 10000 g, 10 分, 4 °C で遠心分離し、上清 300  $\mu$ l を回収した。全自動アミノ酸分析装置では回収した上清を更に移動相で 2 倍希釈し、pH 調整を行った。LC-MS/MS では回収した上清を更に 80% メタノールで 5 倍希釈した。

表 1 本実験で用いた生体遊離アミノ酸 24 種の分子式

化合物名	略称	分子式	精密質量
Aspartic acid	Asp	C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>4</sub>	133.0370
Hydroxyproline	Hypro	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>3</sub>	131.0582
Serine	Ser	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>3</sub>	105.0426
Asparagine	Asn	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	132.0529
Glycine	Gly	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	73.0315
Threonine	Thr	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>3</sub>	119.0577
Alanine	Ala	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>2</sub>	89.0471
Glutamine	Gln	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	146.0686
Glutamic acid	Glu	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>4</sub>	147.0526
Citrulline	Cit	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> N <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	175.0957
Proline	Pro	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>2</sub>	115.0628
Ornithine	Orn	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	132.0899
β-alanine	β-ala	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>2</sub>	89.0477
Valine	Val	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	117.0784
Lysine	Lys	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	146.1050
Histidine	His	C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	155.0689
Methionine	Met	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub> S	149.0505
4-Amino butanoic acid	GABA	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>2</sub>	103.0633
Arginine	Arg	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	174.1111
Isoleucine	Ile	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> NO <sub>2</sub>	131.0941
Tyrosine	Tyr	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>3</sub>	181.0733
Leucine	Leu	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> NO <sub>2</sub>	131.0941
Phenylalanine	Phe	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	165.0784
Tryptophan	Trp	C <sub>11</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	204.0893

### 3-3. 分析条件

全自動アミノ酸分析装置の分析条件は「生体遊離アミノ酸分析 (高分離)」を使用した。詳細を表 2 に示す。

LC-MS/MS 移動相条件は GL サイエンスのカラムアプリケーション (LB582-0972) や松永らの既報<sup>1)</sup>を参考に親水性相互作用クロマトグラフィーによる非誘導体アミノ酸の分離・検出を行った。分析条件を表 3, 4 に示す。各アミノ酸の保持時間, 検出イオン, 検出

感度の繰り返し再現性を確認した。モニターイオンの決定には、LC-MS/MS に搭載されている IntelliStart™ という自動メソッド開発機能を使用した。

パンコムギ種子はサンプル A,B,C および添加回収試験として前処理後のサンプル C に Trp を全体濃度が 0.1 ppm 増えるよう添加したものを分析した。添加回収試験とは、検体に目的成分の純品を一定量加え、添加した量が正確に定量されることで検体中に干渉物質がないかを検査する方法である。

表 2 全自動アミノ酸分析装置の分析条件

移動相	クエン酸リチウム緩衝液（アミノ酸自動分析用）
発色液	ニンヒドリン発色溶液キット-II
吸光度	570 nm

表 3 LC-MS/MS の分析条件

移動相	A:0.1%ギ酸/水, B:アセトニトリル
カラム	GL サイエンス製 InertSustain PFPHP 3μm 2.1mm*150mm
流速	0.2 ml/min
注入量	5 μl
カラム温度	40°C
イオン化法	ESI

表 4 LC-MS/MS 移動相条件

時間(min)	A 組成(%)
0	100
4	100
8	70
15	70
17	100
25	100

## 4. 結果と考察

### 4-1. LC-MS/MS におけるアミノ酸の保持時間と検出イオン種

分析したアミノ酸の保持時間、モニターイオンを表 5 に示す。溶出時間が 2.21~2.24 分の Hypro, Ser, Asn, Gly, Thr, 2.30 分の Gln, Glu および 3.83~3.85 分の Met, GABA (図 4) は LC での分離は十分でないものの、モニターイオンが異なるため MS では分離可能であ

った。しかしながら、共溶出しているアミノ酸相互のイオン化抑制については確認しておく必要がある。Trp (1 ppm) 試料を用いた再現性を検討したところ、8 回繰り返し分析でも変動係数 1.6%と良好な結果が得られた。(表 6)

表 5 各アミノ酸の保持時間, モニターイオン

アミノ酸	RT(min)	Precursor ion(m/z)	Product ion(m/z)
Asp	2.17	134.0	73.9
Hypro	2.21	132.0	68.0
Ser	2.21	106.0	60.0
Asn	2.22	133.0	73.9
Gly	2.24	76.7	60.9
Thr	2.24	120.0	56.0
Ala	2.27	90.0	44.0
Gln	2.30	147.0	84.0
Glu	2.30	148.0	84.0
Cit	2.62	176.0	70.0
Pro	2.95	116.0	85.9
Orn	3.31	133.0	69.9
β-ala	3.34	90.0	29.9
Val	3.36	118.0	55.0
Lys	3.52	147.0	84.0
His	3.55	156.0	82.8
Met	3.84	150.0	55.9
GABA	3.85	104.0	44.9
Arg	4.07	175.0	70.0
Ile	5.05	132.0	69.0
Tyr	5.20	182.0	91.0
Leu	5.37	132.0	30.0
Phe	8.56	166.0	103.0
Trp	11.31	205.0	146.0

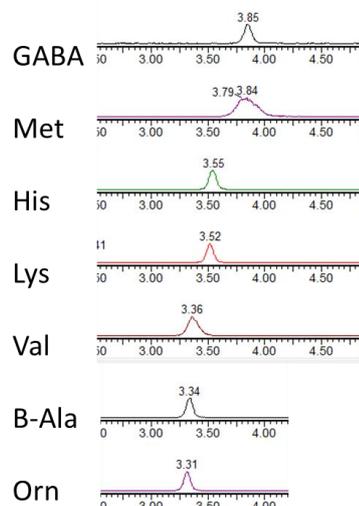


図 4 RT2.5-4.5min のクロマトグラム

表 6 1 ppm Trp の繰り返し分析結果

No.	ピーク面積値
1	38341.8
2	38023.4
3	38711.4
4	39144.4
5	39847.1
6	39727.0
7	39584.6
8	39134.9
平均	39064.3
標準偏差	618.87
変動係数	0.016

#### 4-2. 標準物質による検量線

LC-MS/MS での各アミノ酸の検量線 (図 5) より、各アミノ酸の定量範囲を求めた (表 7)。なお、全自動アミノ酸分析装置の定量範囲は装置カタログに示されている値である。LC-MS/MS では全自動アミノ酸分析装置に比べ定量下限が 10-100 倍程度低濃度側であった。また定量範囲も 1 桁以上大きかった。このことから、適切な脱塩・脱たんぱく・脱脂質等の前処理を行えば、全自動アミノ酸分析装置より低濃度の試料の分析に適応できることが示唆された。

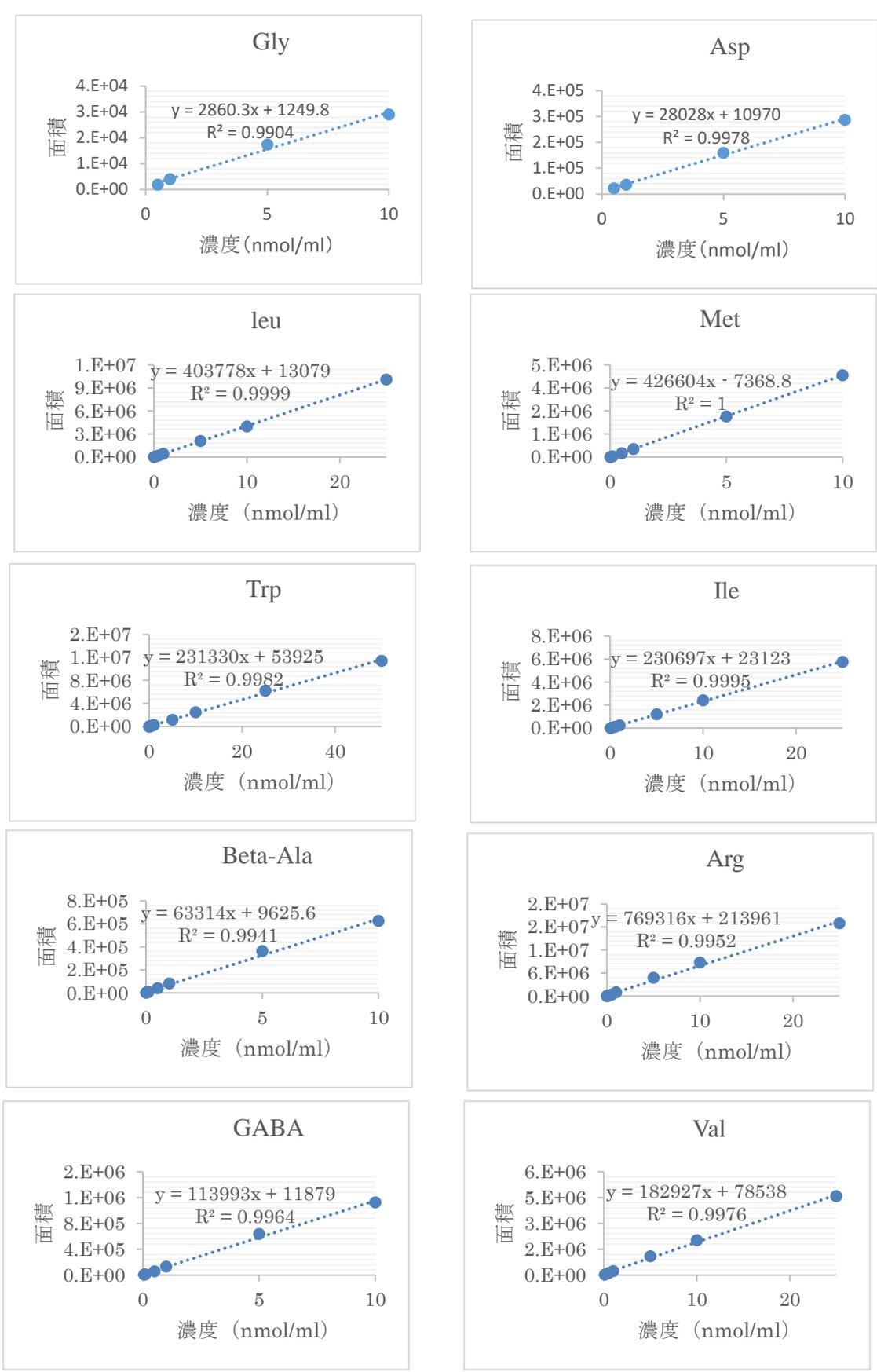


図 5 LC-MS/MS での各アミノ酸の検量線

表 7 各アミノ酸の LC-MS/MS と全自動アミノ酸分析装置の定量範囲

アミノ酸	LC-MS/MS	全自動アミノ酸分析装置
	定量範囲 (nmol/ml)	定量範囲(nmol/ml)
Asp	0.5-10	20-1000
Hypro	0.01-25	20-1000
Ser	0.1-10	1-500
Asn	0.05-10	1-500
Gly	0.5-10	20-1000
Thr	0.05-10	20-1000
Ala	0.1-10	20-1000
Gln	0.01-25	20-1000
Glu	0.01-10	20-1000
Cit	0.05-25	20-1000
Pro	0.1-25	20-1000
Orn	0.05-10	20-1000
β-ala	0.01-10	20-1000
Val	0.1-25	20-1000
Lys	0.005-25	20-1000
His	0.005-25	20-1000
Met	0.005-10	20-1000
GABA	0.05-10	20-1000
Arg	0.005-25	20-1000
Ile	0.05-25	20-1000
Tyr	0.005-25	20-1000
Leu	0.01-25	20-1000
Phe	0.05-25	20-1000
Trp	0.005-50	20-1000

#### 4-3. パンコムギ種子抽出物中のトリプトファン

パンコムギ種子抽出物中の Trp 濃度を LC-MS/MS と全自動アミノ酸分析装置で分析した。結果を表 8 に示す。サンプル A では LC-MS/MS では 24.2 nmol/ml, 全自動アミノ酸分析装置では 23.5 nmol/ml と両装置間でほぼ同様の結果となった。一方, サンプル B は LC-MS/MS では 18.2 nmol/ml, 全自動アミノ酸分析装置では 12.0 nmol/ml と定量値に差が見られた。サンプル B の全自動アミノ酸分析装置のクロマトグラムの S/N があまりよくないことから (図 6), 定量下限に近い精度よく定量できていないものと考えられる。LC-MS/MS は全自動アミノ酸分析装置に比較し, 定量下限が低いため, サンプル B の Trp 濃度を精度よく定量できているものと考えられる。サンプル C でも, 全自動アミノ酸分析装置の検出下限値以下と考えられるため, 比較できる結果は得られなかった。LC-MS/MS でサンプル C の添加回収試験を行ったところ, 理論値 4.19 nmol/ml のところ分析値 4.3 nmol/ml

となり誤差 2.6%と妥当な結果を得た. この結果から, LC-MS/MS によるパンコムギ種子抽出物中の Trp 分析において, 夾雑物の影響は大きくないと考えられる. しかしながら, パンコムギ種子以外の植物, 食品や生体試料など, 夾雑物によりイオン化抑制を起こす可能性のある試料のアミノ酸については今後も検討していく必要がある.

表 8 パンコムギ種子中のトリプトファン分析結果

	希釈換算後の Trp 濃度(nmol/ml)	
	LC-MS/MS	全自動アミノ酸分析装置
サンプル A	24.2	23.5
サンプル B	18.2	12.0
サンプル C	3.7	-
添加回収試験 (サンプル C)	4.3	-

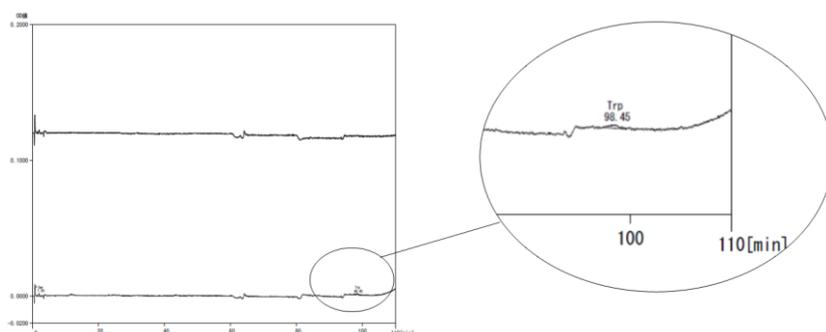


図 6 サンプル B の全自動アミノ酸分析装置によるクロマトグラム

## 5. おわりに

全自動アミノ酸分析装置でのアミノ酸分析の LC-MS/MS への代替可能性について検討を行った. その結果, 24 種類のアミノ酸に対しては全自動アミノ酸分析装置より低濃度な試料を分離・定量できることが分かった. 一方, LC-MS/MS では試料中の夾雑物の影響によるイオン化抑制を受けやすいため, 夾雑物の多い生体試料や食品試料についても同様に定量できるかについては更なる検討が必要である.

LC-MS/MS をはじめとした質量分析装置は有機化合物の定性・定量を行うことができるため, 本校で報告したアミノ酸分析と同様に, 他の装置の代替として活用できる可能性が高い. 他の装置の更新予定や学内ニーズなどを考慮し, 老朽化した機器により提供してきた分析に対する対策を計画的に講じていきたい.

### 謝辞

今回の検討にあたって試料を提供いただいた東京大学・大学院農学生命科学研究科 山崎裕司氏, 全自動アミノ酸分析装置による分析を行っていただいた本学技術部水田氏に感謝いたします.

1) Sachiko Matsunaga et al. *Int.J.Mol.Sci.* 22(2021), 13139

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

# NMR 及び GPC による高分子材料の劣化評価の検討

水田敏史\*

化学バイオ・生命部門 機器分析分野

## 1. はじめに

鳥取大学研究基盤センターでは、核磁気共鳴装置 (NMR)、ゲル浸透クロマトグラフィー (GPC) などの機器を用いた依頼分析を行っている。近年 GPC を用いた高分子材料の劣化評価に関する問い合わせが何件か寄せられている。高分子材料は、加水分解、紫外線等の影響で高分子鎖の切断が生じ、分子量が低下することが広く知られている<sup>1)2)</sup>。今回 GPC による劣化評価に加え、NMR を用いた高分子材料の劣化評価を行ったので報告する。

## 2. 実験方法

実験に用いる高分子材料は、3D プリンタなどで広く使用されているポリ乳酸 (三菱ケミカルメディア Verbatim 3D プリンタ用 フィラメント PLA) を用いた。3D プリンタで出力した薄板 (厚さ 1.0 mm) を処理前サンプルとした。劣化試験サンプルは加水分解、UV による高分子鎖の切断を想定して処理を行った。加水分解サンプルは水中、80°C の条件で 2 週間処理を行い、UV 照射サンプルは殺菌ランプ (254 nm, 15 W) で 2 週間処理を行った。

## 3. 結果と考察

### 3.1. 劣化処理前後の試料表面の観察

劣化処理前後の試料表面変化を調べるため、試料の表面観察を行った。UV 照射サンプルは 3D プリンタ出力時のラインが溶解し、平滑化が確認されたが、加水分解処理サンプルは処理前サンプルとの大きな違いは確認されなかった (図 1)。詳細な表面観察はデジタルマイクロスコープ (KEYENCE VHX-5000) を用い、倍率 200 倍で観察を行った。処理前のサンプルは表面に凹凸が確認されたが、UV 照射サンプルは表面の凹凸が変化し、表面の平滑化が確認された (図 2)。UV 照射による構造変化が示唆された。

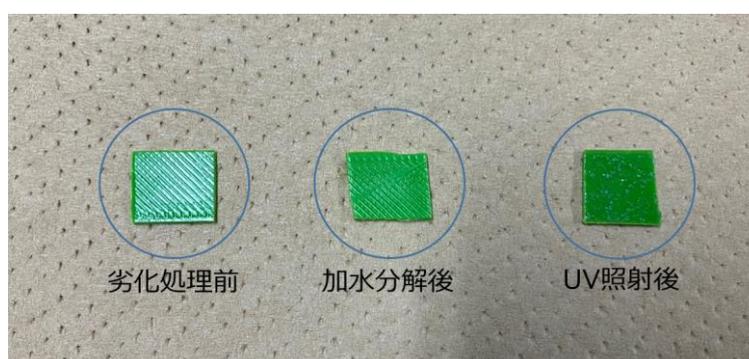
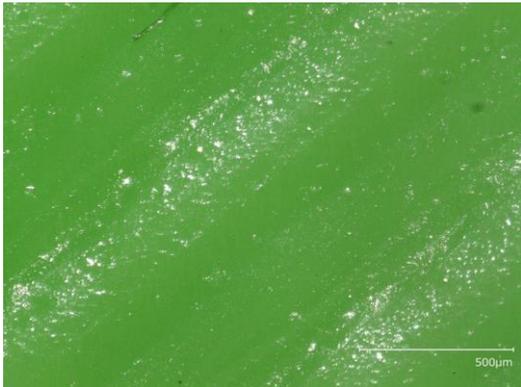
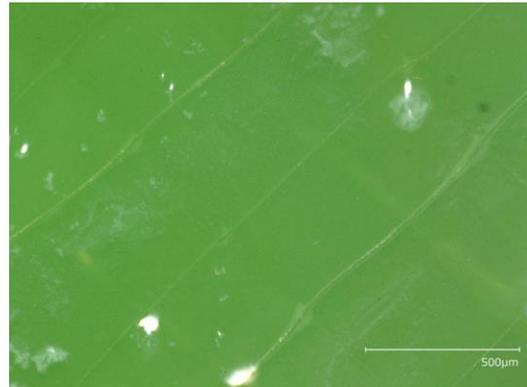


図 1 劣化処理前後の試料表面観察



劣化処理前の試料表面



劣化処理後の試料表面 (UV 処理後)

図 2 デジタルマイクロスコープによる表面観察

### 3.2. GPC による分子量測定

劣化処理前後の分子量を測定するため、GPC (SHIMADZU LC-20 HPLC system) により分析を行った (図 3). 分析用カラムは Shodex K-805, 移動相は  $\text{CHCl}_3$  を用いた. 各試料は 20 mg/ml の条件で  $\text{CDCl}_3$  に溶解し, 10  $\mu\text{l}$  を装置にアプライした. 検出器は示差屈折率検出器 (RID) を用いた. 処理前サンプルの重量平均分子量は約  $1.8 \times 10^5$  であったが, 加水分解処理後のサンプルの重量平均分子量は約  $5.6 \times 10^4$  まで減少した (図 4). また, UV 照射サンプルの重量平均分子量は約  $8.8 \times 10^4$  であった. UV 照射サンプルは分子量分布が左右対称ではなく, 分子量  $1.0 \times 10^3 \sim 10^5$  まで広範囲に確認された. 試料は厚さ 1.0 mm の薄板を用いたが, UV 照射のエネルギーの影響を受けやすい試料表側が低分子化し, エネルギーの届きにくい試料内部は低分子化の影響が少ないことが考えられた.



図 3 GPC (SHIMADZU LC-20)

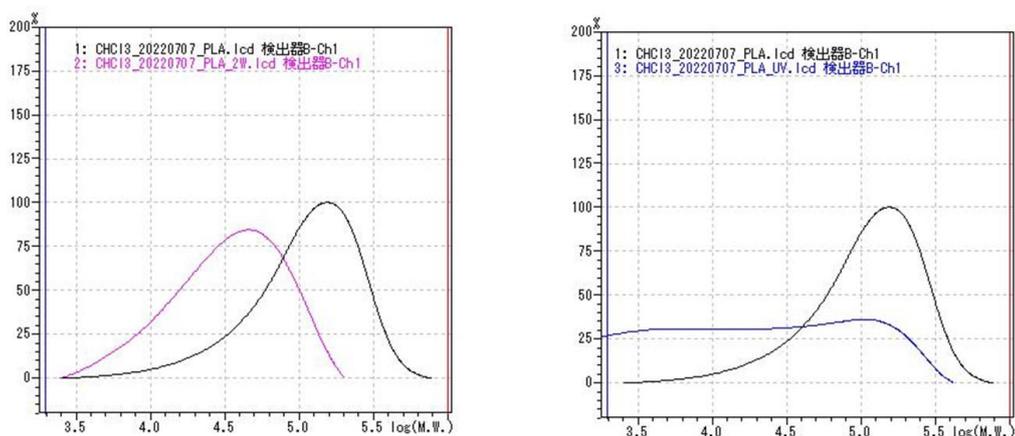


図 4 GPC による分子量測定

### 3.3. NMRによるポリ乳酸末端の確認

劣化処理前後のサンプルの分子構造を調べるため、 $^1\text{H-NMR}$  測定を行った (図 5)。各試料は 20 mg/ml の条件で  $\text{CDCl}_3$  に溶解した。測定条件は、装置標準の  $^1\text{H}$  測定用のパルスシーケンスを用い、積算回数 16 回、 $25^\circ\text{C}$  の条件で測定を行った。加水分解、未処理試料由来のピークを重ね合わせ、ポリ乳酸の末端の C-H に相当する 4.34 ppm のピークの強度比を計算した。ピーク強度比は処理前：処理後=約 1.0：3.5 であった。GPC 分析による重量平均分子量比は約 3.2 倍であったため、2 種類の分析手法において相関が確認された。



図 5 NMR(JEOL ECZ600)

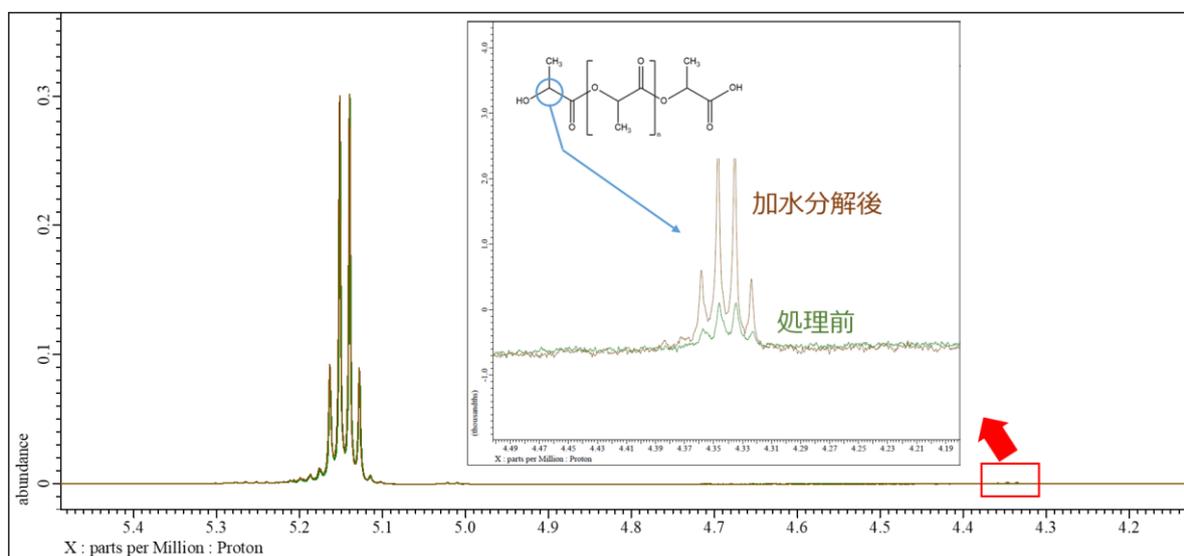


図 6 NMRによる末端ピークの確認

## 4. おわりに

高分子材料の劣化評価は GPC で行うことが一般的であるが、今回 NMR においても劣化評価が可能であることが示唆された。今後は定量 NMR 法などの手法と組み合わせた高分子材料の劣化試験を検討したい。また、ポリ乳酸以外の高分子材料においても同様に劣化分析の検討を行いたいと考えている。

謝辞

デジタルマイクロスコープを用いた表面観察で鳥取大学技術部の松井技術職員にお世話になりました。この場をお借りして御礼申し上げます。

- 1) 大澤善次郎, 2011. 高分子劣化・長寿命化ハンドブック, 丸善出版
  - 2) 日本バイオプラスチック協会, 2008. バイオプラスチック材料のすべて, 日刊工業新聞社
- \* E-mail: mizuta@tottori-u.ac.jp

# 解剖実習期間を通じた実習室の空气中ホルムアルデヒド濃度の推移

○古都良太<sup>1\*</sup>, 大西弘志<sup>2</sup>, 亀家俊夫<sup>3</sup>

<sup>1</sup>化学バイオ・生命部門 組織解析分野,

<sup>2</sup>化学バイオ・生命部門 生物化学分野, <sup>3</sup>化学バイオ・生命部門

## 1. 概要

ホルムアルデヒド (FA) は解剖実習に供する解剖体を固定・保存するうえで必須の試薬であるが, 人体にとっては有害である. そのため, 特定化学物質の第2類に分類され, 作業環境測定の対象物質となっている.

作業環境測定法では対象物質の濃度が最も高くなるとされる時期に作業環境測定を行うよう定められており, これまでは, 解剖実習開始時または解剖体の開胸・開腹時が最も高いだろうという解剖学会の指針に沿って測定時期を決めていた.

今回, 本当に解剖実習開始時や開胸・開腹時に最も高い値を取るか否かを確認するため, 9月中旬から11月下旬まで, 約40回の解剖実習期間を通して作業環境測定を行い, FA濃度がどのように推移するのかを調査したところ, 従来考えられていた時期以外で最も高い値を取ることが見られたので報告する.

## 2. 調査方法

### 2.1. 作業環境測定の実験デザイン

解剖実習室内の空気の吸引位置は, 実習室の中央点から6mの間隔で格子を引き (図1赤線), その交点を①~⑩の測定点とした. 床からの高さは着席した学生の呼吸域に合わせて, 床上1.2mとした. 空気を採取する時間は, 作業環境測定法で, 換気状態の安定のために1時間以上置くように定められていることから, 実習開始1時間後である午後2時からとした. これらは全て作業環境測定法に合わせてデザインされている.

空気の採取には自動ガス採取装置 GSP-300FT-2 (ガステック)を用い, 検知管は No.91TP (FA) (ガステック)を用いた. これらは作業環境測定法で認められた機器である. 実習室の空気の採取の様子を図2に示す. 鳥取大学では, 実習が行われている正にその場で作業環境測定を行っている.

### 2.2. 空気採取後の検知管

検知管 No.91TP (FA)は, 黄色の発色試薬が, FAの濃度に応じてピンク色に変色するが, 発色の先端はグラデーション状になり, その中間点の目盛りを読み取る. また, 目盛りは対数的な間隔になっているため, 読み取り誤差が生じやすい. 誤差を最小限に抑えるため, 原則として担当する技術職員3名の目で確認しながら読み取りを行った (図3).

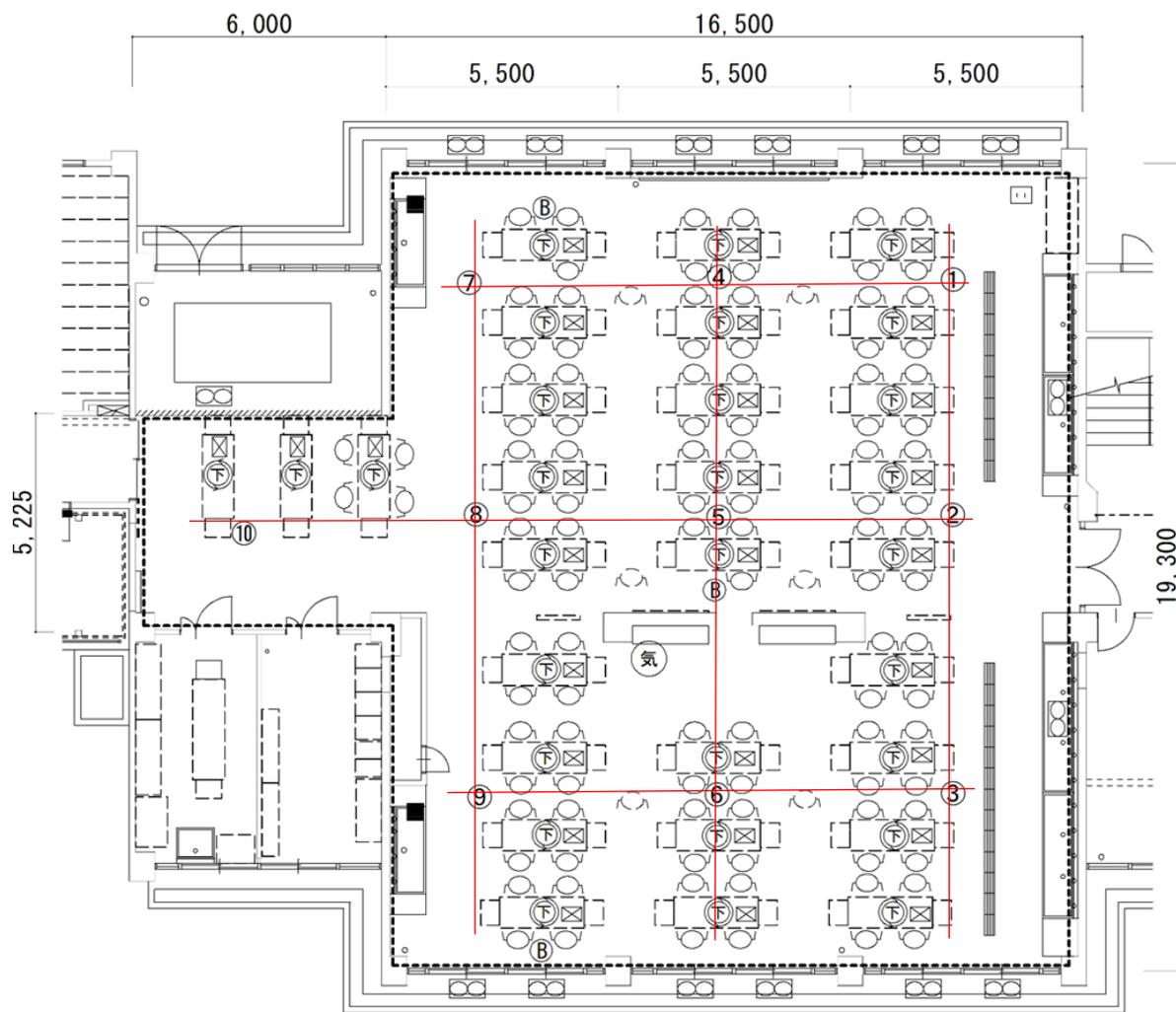


図 1 解剖実習室内の空気の吸引位置



図 2 解剖実習室での空気の採取



図 3 空気の採取後の検知管

### 2.3. 今回の調査で得られたデータ

FA の管理濃度は 0.1 ppm である。検知管から読み取った測定値に温度補正係数を掛けて補正值とし、この数値から作業環境測定法で定められた計算式に当てはめ、第 1 評価値 ( $E_{A1}$ ) と第 2 評価値 ( $E_{A2}$ ) を求めた。 $E_{A1}$  は統計学的に 95% の確率で安全と言える数値で、 $E_{A2}$  は統計学的な平均値の推測値である。これらの評価値と管理濃度を比較することによって、作業場の管理区分を決定する。

第 1 管理区分は、管理濃度  $> E_{A1}$  の場合で適切な状態である。第 2 管理区分は、 $E_{A1} >$  管理濃度  $> E_{A2}$  で改善の余地ありとされている。第 3 管理区分は、 $E_{A2} >$  管理濃度で不適切な作業環境であり、直ちに作業環境の改善を行い、再検査を行うことが要求されている。

図 4 に今回の調査で得られたデータの 1 例を示す。このようなデータを解剖実習 38 回にわたって作成した。

測定年月日		9月16日	2回目	温度補正係数について	
測定開始時間		14:00		室温	補正係数
測定終了時間		15:45		17	1.03
時間		1:45		18	1.02
測定時室温		24.4	湿度53.6%	19	1.01
温度補正係数		0.92		20	1
				21	0.98
A測定地点	測定値	補正值	$\log C_i$	$(x_i - \bar{x}_1)^2$	
1	0.05	0.046	-1.33724	0.046229	22
2	0.02	0.0184	-1.73518	0.033464	23
3	0.06	0.0552	-1.25806	0.086548	24
4	0.02	0.0184	-1.73518	0.033464	25
5	0.03	0.0276	-1.55909	4.68E-05	
6	0.03	0.0276	-1.55909	4.68E-05	
7	0.04	0.0368	-1.43415	0.013948	
8	0.04	0.0368	-1.43415	0.013948	
9	0.04	0.0368	-1.43415	0.013948	
10	0.01	0.0092	-2.03621	0.234218	
		$\bar{x}_1$	-1.55225		実習内容
		M	0.028038		頭側担当者
		$A_1$	0.052873		胸部、頸部の剥皮
		$\log \sigma$	0.229942		
		$\sigma$	1.698015		尾側担当者
		$\log E_{A1}$	-1.174		胸、腹部の剥皮
第1評価値		$E_{A1}$	0.066989		
		$\log E_{A2}$	-1.49139		
第2評価値		$E_{A2}$	0.032256		

図 4 今回の調査で得られたデータの一例

### 3. 結果と考察

#### 3.1. 結果

今回の調査で得られた結果を図 5 に示す。解剖実習開始時とは実習回数 2~4 回目位を指し、開胸・開腹時とは実習回数 20~22 回目あたりを指す。また、 $E_{A1}$  が管理濃度を越えた個所を赤字で示した。

また、これらのデータをグラフで表したものを図 6 に示す。黄色の枠は解剖学会が勧めている実習開始時と開胸・開腹時を示している。

鳥取大学では、実習開始時に作業環境測定を行っているため第 1 管理区分と評価された。しかしながら、実習 9, 12, 15 回目では  $E_{A1}$  が管理濃度を越えており、第 2 管理区分に相当することが分かった。また、開胸・開腹時は  $E_{A1}$  < 管理濃度であるので、第 1 管理区分であった。

実習回数	月日	第1評価値	第2評価値	実習内容(頭側)	実習内容(尾側)
2	9月16日	0.067	0.032	胸部、頸部の剥皮	胸、腹部の剥皮
3	9月17日	0.077	0.035	頸部(浅層)の観察	鼠径部表層の解剖
4	9月21日	0.093	0.042	頸部(深層)の観察	大腿部の剥皮
5	9月22日	0.074	0.034	頸部(深層)の観察	下腿・足背・上肢の剥皮
6	9月24日	0.088	0.038	上肢・下肢(後面)の剥皮	臀部の剥皮
7	9月27日	0.087	0.040	背部の剥皮	臀部深層
8	9月28日	0.099	0.043	背部の筋	臀部深層と大腿屈側
9	9月29日	0.106	0.046	浅胸筋	大腿伸側
10	9月30日	0.057	0.027	腋窩	大腿伸側
11	10月1日	0.067	0.033	胸郭出口部	下腿前面
12	10月4日	0.102	0.045	腕神経叢	足背
13	10月5日	0.092	0.042	上肢帯と筋	大腿の屈側、腋窩と下腿後面
14	10月6日	0.079	0.033	上腕屈側の筋	膝関節
15	10月7日	0.115	0.051	上腕伸側の筋、手首と手掌の剥皮	股関節
16	10月8日	0.073	0.029	前腕屈側の筋	肩関節
17	10月11日	0.083	0.036	前腕伸側の筋	足底
18	10月12日	0.057	0.030	顔面の剥皮	手
19	10月13日	0.067	0.032	顔面の筋	手
20	10月14日	0.067	0.028	前胸壁の除去	腹部の筋、腹腔
21	10月15日	0.077	0.029	縦隔と胸膜	腹腔
22	10月18日	0.093	0.047	胸部内蔵摘出	腹腔
23	10月20日	0.096	0.037	胸部内蔵摘出、後部縦隔	腹腔
24	10月21日	0.052	0.036	後部縦隔	腹腔
25	10月22日	0.062	0.025	肺	腹膜後器官
26	10月25日	0.056	0.024	心臓	腹膜後器官
27	10月27日	0.069	0.042	心臓	横隔膜
28	10月28日	0.075	0.044	脊柱と脊髄	脊柱と脊髄
29	10月29日	0.063	0.041	頭部の切り離し作業、脊髄	頭部の切り離し作業、脊髄
30	11月1日	0.082	0.037	舌骨上筋群と咽頭	鼠径管と会陰
31	11月4日	0.082	0.037	甲状腺、気管と喉頭	会陰
32	11月5日	0.061	0.038	頭蓋内面と頭部の正中断、口腔	骨盤下部臓器、勃起器官
33	11月8日	0.071	0.032	口腔、鼻腔と鼻中隔	骨盤内臓器の観察と取り出し
34	11月10日	0.079	0.038	鼻腔と咽頭尾部、顔面深層	男性・女性泌尿生殖器、直腸と肛門
35	11月11日	0.065	0.041	顔面深層	後腹壁
36	11月12日	0.061	0.039	眼球付属器	体幹と骨盤の半切
37	11月15日	0.073	0.030	眼窩と眼球、聴覚器	仙骨神経叢、肘関節
38	11月17日	0.048	0.037	眼窩と眼球、内耳	足関節
39	11月18日	0.050	0.038	上顎洞	骨髄、指節関節

図 5 作業環境測定の結果①

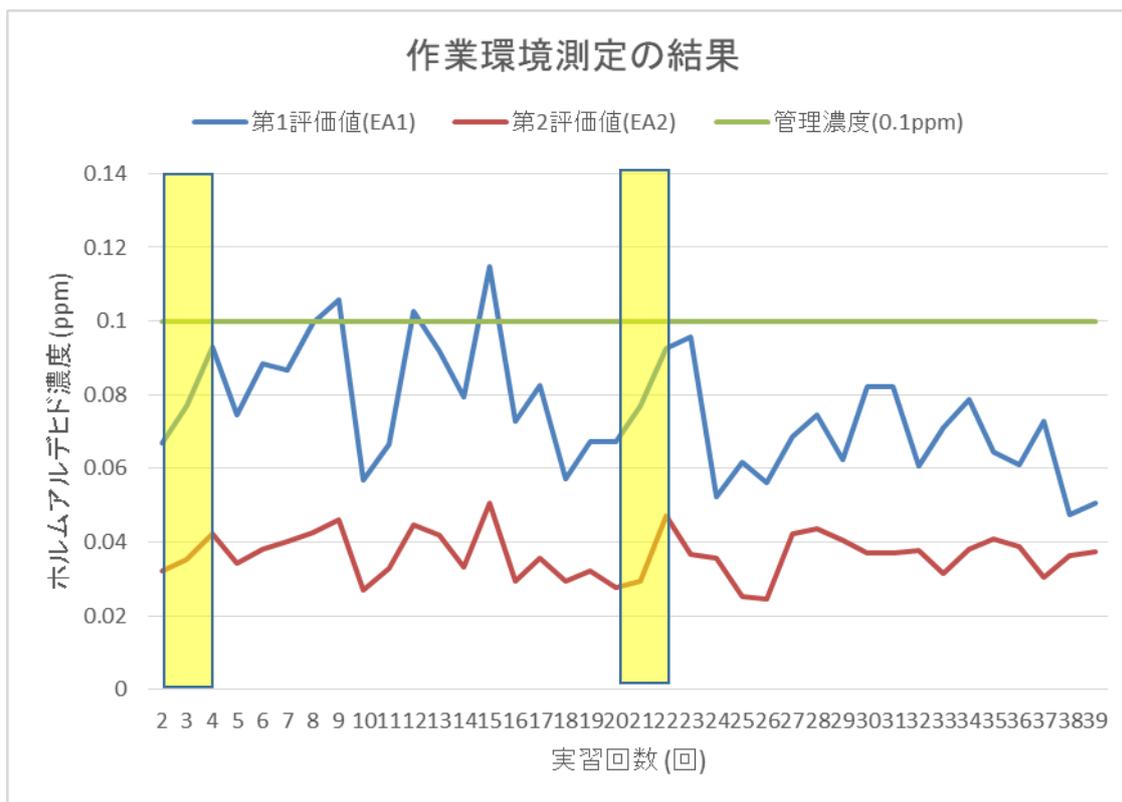


図 6 作業環境測定の結果②

### 3.2. 考察

今回の調査の結果、解剖実習室の FA 濃度が最も高い時期は、従来考えられていた実習開始時や開胸・開腹時ではなく、それらの中間の時期であることが分かった。そのため、解剖学会で推奨されている解剖実習の開始時に作業環境測定を行ったとき、第 1 管理区分と評価されても、実習の前半部分で第 2 管理区分になる可能性が示唆された。

FA 濃度の推移に関しては、第 1 評価値（データのばらつきを反映）は実習後半に向かって、微妙に減少する傾向が見られたが、第 2 評価値（データの平均値の推測値）は比較的安定しており、実習後半に減少する傾向は見られなかった。

空気中の FA 濃度は変動が大きいため、今回 1 度の調査では結論を出すことはできない。また、鳥取大学では実習室の FA 濃度が高かった場合の作業環境改善法として炭酸アンモニウム噴霧法を考えている。炭酸アンモニウム噴霧法は効果が発揮されるまで約 1 週間、検知管の値に影響を与える空気中のアンモニウムイオンの影響がなくなるまで約 2 週間かかるため、実習室の作業環境測定はなるべく早い時期に行う必要がある。

今回の調査では、空気中の FA 濃度が最も高くなる時期は実習の 9 回目から 15 回目あたりだろうと考えられたが、鳥取大学では実習室の作業環境測定は従来通り実習開始時に行い、実習中に第 2 管理区分になることが予想される場合は、炭酸アンモニウム噴霧法を用いて FA 濃度の低減を行うことが現実的な選択であろうと結論付けた。

\* E-mail: furuichi.r@tottori-u.ac.jp

# チール固定解剖体の皮膚の剥離防止に関する実験

○古都良太<sup>1</sup>，大西弘志<sup>2</sup>，亀家俊夫<sup>3</sup>

<sup>1</sup>化学バイオ・生命部門 組織解析分野，

<sup>2</sup>化学バイオ・生命部門 生物化学分野，<sup>3</sup>化学バイオ・生命部門

## 1. 概要

鳥取大学では令和元年 11 月に総合教育棟 1F に臨床解剖教育研修センターが設立され、臨床解剖（CST）が開始された。CST に対しては、通常ホルマリン固定は臓器等が非常に硬化するため手術の練習を行うには適さない。そのため、CST に供されるご遺体には、臓器等の生前の柔らかさを保つことができるチール固定を用いるのが一般的である。

しかしながら、チール固定はご遺体の柔らかさを保つという長所がある反面、ご遺体の皮膚が剥離するという欠点がある。ご遺体の皮膚が剥離すると、ご遺体の清拭が困難であり、また、ご遺体が非常に滑りやすく落下させる危険もある。

我々は、令和 4 年 8 月、チール固定液を販売する A. S. CHEMICAL. Co., Ltd. の業者と面会する機会を得た。その際、皮膚が剥離する原因となっている物質は特定できているのかと質問したところ、B 液であると考えられているという情報を得た。チール固定液は A 液、B 液、C 液から成り、その構成は公表されていない。そこで、インターネットにて検索したところ、B 液はホルマリン単独の液体で、ご遺体の色調を保つために添加されているとあり、ご遺体の保存には直接影響しないのではと推測された。

そこで、我々は実験動物を用いて、B 液の量を段階的に減らした固定液を注入し、皮膚の剥離の状態、保存の状態、臓器の色調などを調査した。その結果、B 液を全く含まないチール固定液を用いた場合でも皮膚の剥離が生じ、皮膚の剥離の原因物質は B 液ではないことが明らかとなった。

## 2. 実験方法

実験動物は、動物実験施設よりラットの死体をもらい受けて実験に供した。まず、ラットの総頸静脈を剖出し、心臓方向にカニューレを挿入し、下記の通り、それぞれの固定液を注入して固定を行った（図 1）。注入された固定液は、右心房から右心室に流れ肺循環を経て、左心房に戻り左心室から全身に送られる。チール固定液の量は、ヒトの場合、概ね体重の 1/6 量なので、この実験でもラットの体重の 1/6 量とした。固定後のラットは保存液を含ませたネル布に包み、ユニパック内で室温保存した（図 2）。

実験に用いた固定液は、以下の 5 通りで行った。

- ① 4% PFA（通常ホルマリン固定であり、コントロールとして用いた）
- ② チール固定液，B 液は通常量（チール固定のコントロール）
- ③ チール固定液，B 液は 1/2 量
- ④ チール固定液，B 液は 1/4 量
- ⑤ チール固定液，B 液は含まない

固定後のラットは、約1か月保存した後、ラットの腹部(図3)と背部(図4)の皮膚の一部を採取して組織標本を作製し、通常のH.E.染色と、基底膜染色であるPAS染色を行った。



図1 総頸静脈へのカニューレの挿入



図2 ラットの保存状態



図3 腹部の皮膚の採取



図4 背部の皮膚の採取

### 3. 結果と考察

約1か月後のラットの保存状態、臓器の色調は各標本とも問題はなかった。また、腹部の皮膚と背部の皮膚の間に組織的な違いは見られなかったため、組織標本は全て背部の組織を示した。

① 4% PFA 固定のラットは、通常ホルマリン固定であるため、全身が硬化しており、CSTを行うには不適切な状態であったが、皮膚の剥離は生じていなかった。組織標本で確認すると、HE染色標本(図5)では表皮の角化層がピンク色に染色され、角化層の剥離が生じていないことが確認された(青矢印)。また、PAS染色標本(図6)では基底膜がピンク色に染色され、基底膜と基底細胞間の剥離が生じていなかった(赤矢印)。

② チール固定液，B液通常量固定のラットは，通常のチール固定コントロールであるため，想定通り，全身の硬化は見られず，CSTを行うことに適した状態であったが，皮膚が剥離していた．HE染色標本（図7）では角化層の剥離は見られず，PAS染色標本（図8）で基底膜と基底細胞の間で剥離することが確認された（黄矢印）．

③ チール固定液（B液1/2量）固定のラット，④ チール固定液（B液1/4量）固定のラット，⑤ チール固定液（B液なし）固定のラットは，今回の実験の実験群であり，皮膚の剥離防止が期待されたが，皮膚の剥離が生じた．それぞれのHE染色標本（図9，11，13）とPAS染色標本（図10，12，14）で確認すると，基底膜と基底細胞の間で皮膚が剥離することが確認された（黄矢印）．

考察として，チール固定における皮膚の剥離の原因物質はB液（モルホリン）ではないかと実験を行ったが，B液を完全に含有しない場合でも皮膚の剥離が観察されたことから，皮膚の剥離の原因物質はB液ではないことが確認された．残念ながら，今回のラットの実験では期待される成果を得ることはできなかった．

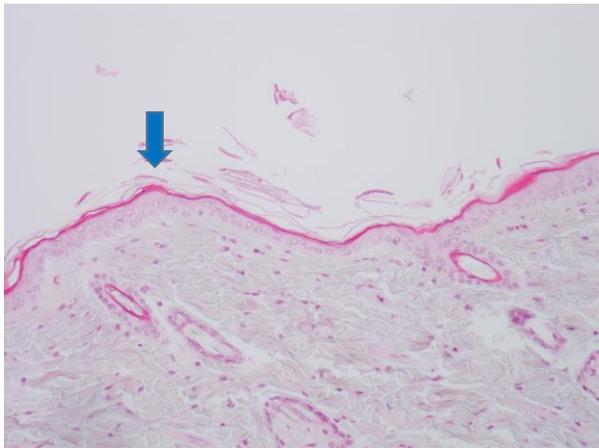


図5 4% PFA 固定，HE 染色

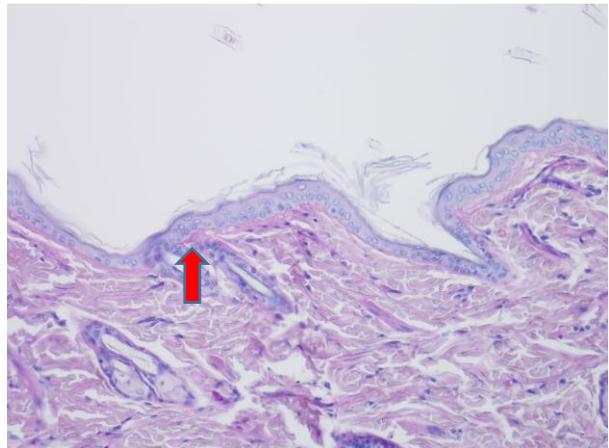


図6 4% PFA 固定，PAS 染色

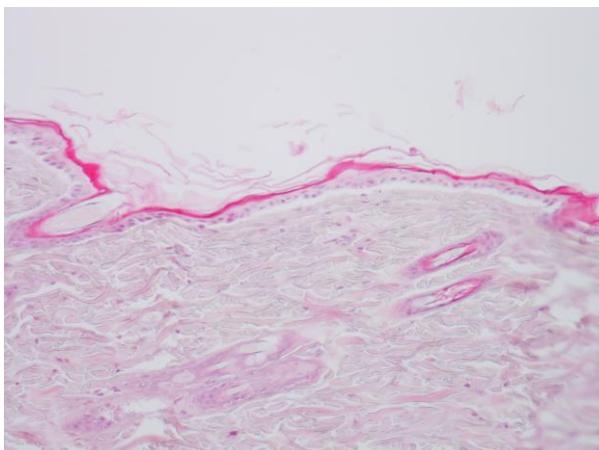


図7 チール固定（B液通常量），HE 染色

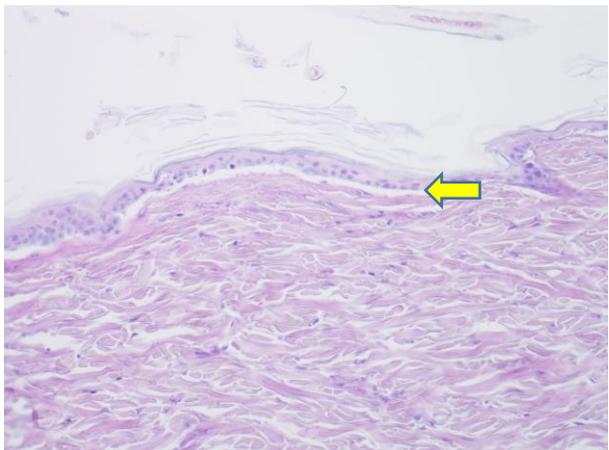


図8 チール固定（B液通常量），PAS 染色

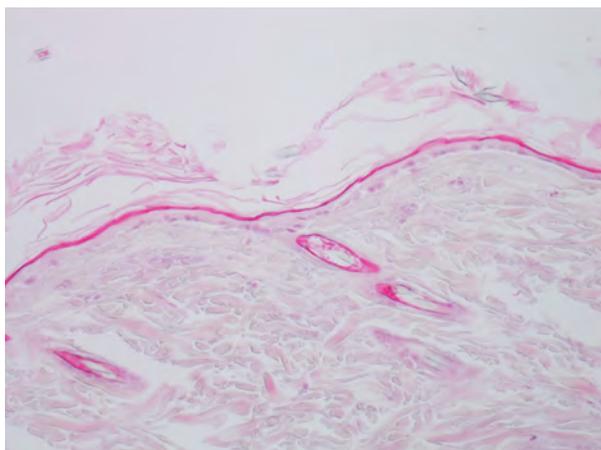


図9 チール固定 (B液 1/2 量), HE 染色

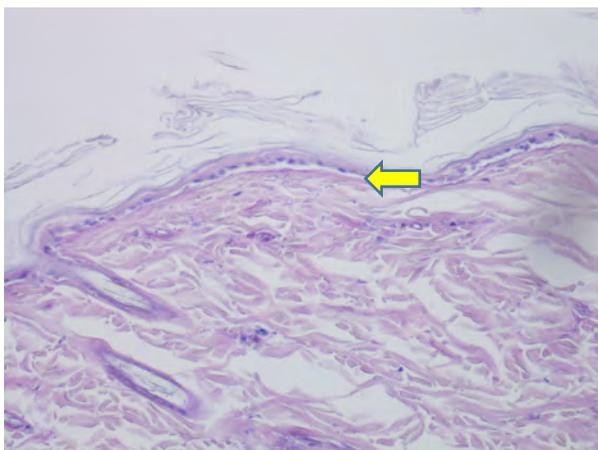


図10 チール固定 (B液 1/2 量), PAS 染色

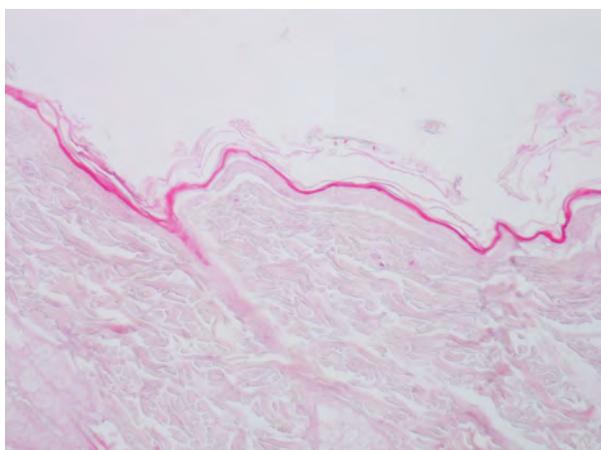


図11 チール固定 (B液 1/4 量), HE 染色

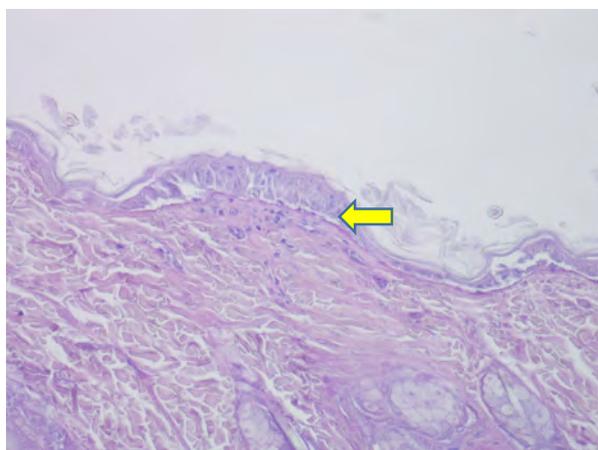


図12 チール固定 (B液 1/4 量), PAS 染色

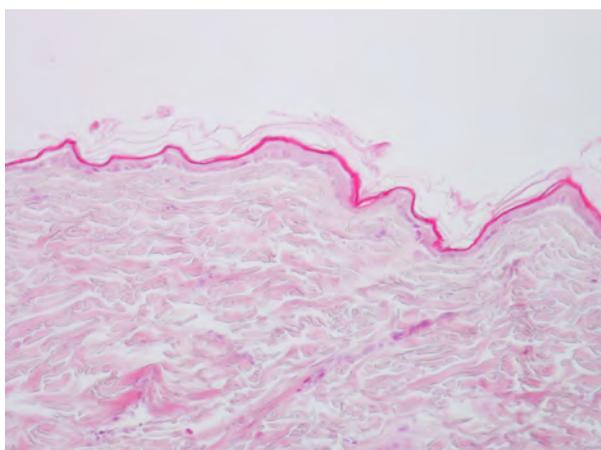


図13 チール固定 (B液なし), HE 染色

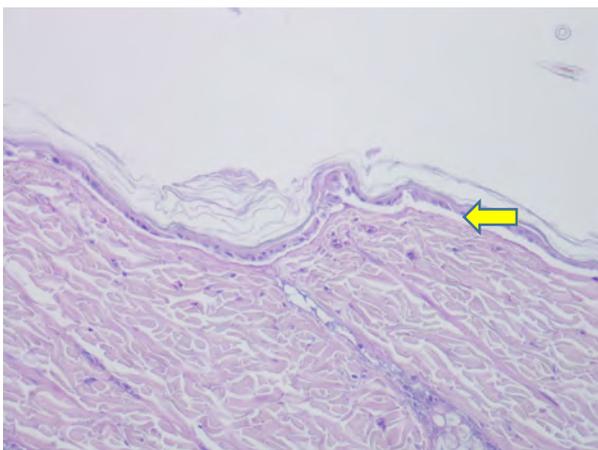


図14 チール固定 (B液なし), PAS 染色

---

\* E-mail: [fuichi.r@tottori-u.ac.jp](mailto:fuichi.r@tottori-u.ac.jp)

# CNC 加工機 HAKU の改修について

河尻直幸\*

工学技術部門 装置開発分野

## 1. はじめに

電気・電子回路を含む装置開発においてプリント基板作製は重要な技術である。本学技術部においては、ORIGINALMIND 社製 mini-CNC HAKU 2030(以下、「HAKU」という)を2009年に導入し、主に基板加工機として利用してきた。しかし、HAKUの利用には制御ソフトウェアが必要であり、その対応 OS が Windows 2000, XP, Vista, 7 のみであることに加え、HAKU とパソコンとの接続にシリアルポートとパラレルポートが必要であることから利用できるパソコンに大きな制約があった。

今回は、利用パソコンの制約排除による利便性向上を目的として、HAKU の制御基板を Duet3D 社製 Duet 3 Mini 5+(以下、「Mini 5+」という)に変更する改修を行ったのでその内容を報告する。

## 2. CNC 加工機 HAKU の基本仕様

CNC(Computer Numerical Control)加工機は、工具の移動量や移動速度などを数値により制御して加工を行う機械である。数値制御には NC プログラムが用いられ、G コードや M コードを用いてプログラムを記述する。HAKU は 3 軸(X, Y, Z)の可動域を持った CNC フライスであり、加工物を配置する XY 平面に対して深さ方向の Z 軸に切削工具を回転させるスピンドルモータが設置してある。HAKU の基本仕様を表 1 に示す。このとき、工具を取り付けるスピンドルシャフトは工具のシャンク径に合わせて取り換え可能であり、保有する HAKU ではシャンク径 3mm と 3.175mm, 4mm 用の 3 つのシャフトが準備してある。

表 1. CNC 加工機 HAKU の基本仕様

加工テーブルサイズ	W: 200mm (X 軸方向) D: 300mm (Y 軸方向)
取り付け可能な材料高さ	55mm (Z 軸方向)
加工可能な材料	樹脂, 木材, アルミ合金全般
工具取り付け方式	セットスクリー式
スピンドル回転数	定格: 8000rpm 最大: 11000rpm (高速用プーリ装着時)
スピンドルモータ定格出力	26W (動作電圧 24V)

また、HAKU の各軸の駆動には ORIGINALMIND 社製の 56mm 角ステッピングモータが利用されており、その仕様を表 2 に示す。

表 2. ステッピングモータの仕様

定格電圧	3.4V
定格電流	2A/相
基本ステップ角	1.8 度
巻き線方式	ユニポーラ型

### 3. CNC 加工機 HAKU の改修

#### 3.1. 改修概要

改修前後における HAKU の構成図を図 1 に示す. 改修前の制御用パソコンは OS に Windows XP, 制御ソフトウェアに Newfangled Solutions 社の Mach3 を用いていた. Mach3 の利用にはライセンスが必要であることや制御基板との接続にシリアルポートとパラレルポートが必要なことから, HAKU の制御には専用のパソコン以外利用できない状態であった. そのため, 改修では, Mini 5+を用いてパソコンに依存しない加工環境の構築を行った.

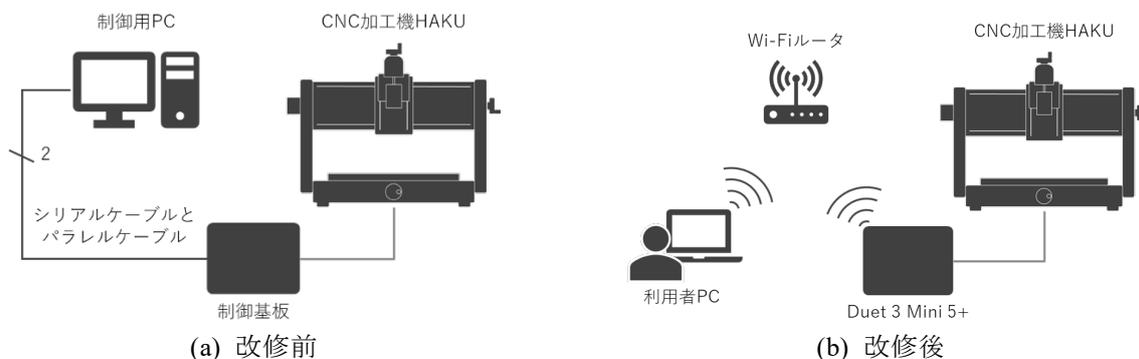


図 1. CNC 加工機 HAKU の構成図

Mini 5+を製造する Duet3D 社は, 3D プリンタや CNC マシンなどの駆動制御に利用するハードウェアやファームウェア(RepRapFirmware), ソフトウェア(DuetWebControl)を開発しており, その多くをオープンソースとして GitHub<sup>(1)</sup>に公開している. 利用した Mini 5+のハードウェア仕様を表 3 に示す. Mini 5+はネットワーク接続のインターフェイスが Ethernet または WiFi の 2 つのタイプがあり, 今回は Mini 5+ Wifi v1.02 を利用した.

表 3. Duet 3 Mini 5+ Wifi v1.02 のハードウェア仕様

Processor	ARM Cortex M4 120MHz
Networking	Wi-Fi 2.4GHz
Stepper drivers	TMC2209 ×5 (ピーク電流 2.0A, マイクロステップ x256)
Input power voltage	11~25V
High current outputs	15A ×1, 5A×2
Medium current outputs	PWM 出力 ×4
Inputs / Outputs	入出力 ×5, 入力 ×2

#### 3.2. HAKU と Mini5+の配線

Mini 5+を用いた HAKU の配線図を図 2 に示す. 電源には, 改修前の制御基板で利用していた 24V2.5A 出力の AC アダプタを 2 つ使用し, Mini 5+とスピンドルモータの電源を分けて接続した. これは, スピンドルモータ始動時に瞬間的に大きな電力を消費して AC アダプタの出力電圧が低下することから Mini 5+のシステムが不安定になるのを防ぐためである. さらに, Mini 5+側の電源においては AC アダプタの出力に緊急停止ボタンを設けることで, 異常時にシステム全体を停止できるようにした.

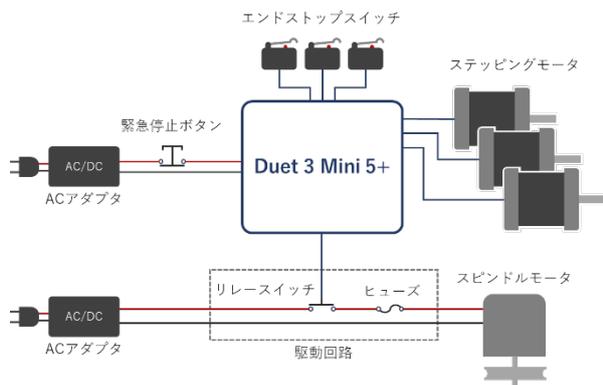


図 2. 改修後の HAKU の配線図

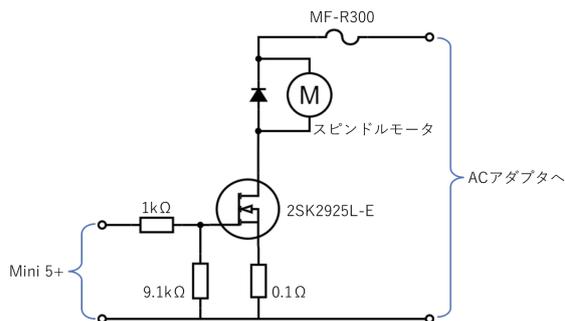


図 3. ステッピングモータの駆動回路図

Mini 5+からスピンドルモータを制御するために作製した駆動回路を図 3 に示す。Nch パワーMOS-FET(2SK2925L-E)をリレースイッチとして利用することで、Mini 5+の VFD ピンから PWM を用いてスピンドルモータの始動・停止・回転数制御を行っている。また、過負荷によるスピンドルモータの停止で過電流が流れるのを防止するため、リセットブルヒューズ(MF-R300)を取り付けている。

XYZ 軸の各ステッピングモータは Mini 5+の DRIVER\_0~2 ピンに接続している。このとき、Mini 5+のコネクタはバイポーラ型ステッピングモータ用の 4 ピンであるのに対して HAKU のステッピングモータはユニポーラ型の 6 ピンである。そのため、図 4 のようにセンタータップを未接続にすることでユニポーラ型ステッピングモータをバイポーラ接続で使用している。

工具を取り付けたヘッドの位置を機械原点に戻す(原点復帰)際に利用するエンドストップスイッチとして、フォトマイクロスイッチが各軸の片側に 1 個ずつ配置されており、Mini 5+の IO\_0~2 ピンに接続した。

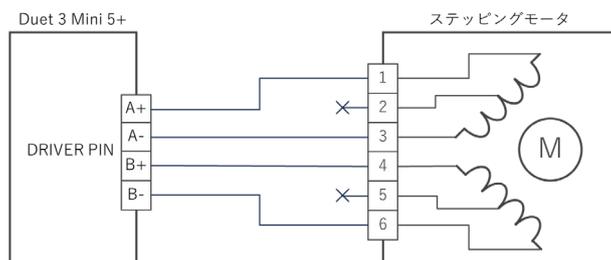


図 4. ステッピングモータの接続

### 3.3. Mini 5+の設定

Mini 5+のシステムには Web サーバが内蔵されており、図 5 のようにネットワークを介して接続した利用者パソコンのブラウザから Web UI を用いて HAKU を操作することができる。Web UI として Duet 3D 社が提供するソフトウェアは DuetWebControl であるが、ユーザインターフェースや機能が 3D プリンタ向けに偏っていたため、DuetWebControl から派生して CNC マシン用にカスタマイズされた WorkBee Control 3.3.0 を使用している。また、Web UI のバージョンに合わせてファームウェアは RepRapFirmware 3.3.0 を使用している。



図 5. Mini 5+におけるパソコンとの接続図

Mini 5+の設定は Web UI を介して設定することができ、G コードや M コードを用いて Config.g ファイルに記述する。設定では、入出力端子の接続情報や各軸の正転方向、マイクロステップの分割数などを指定する。今回、HAKU の構成に合わせてデフォルトから変更した主要な設定値を表 4 に示す。

表 4. Config.g ファイルにおけるに主な変更点

コマンド	内容 (設定値)
M350 X8 Y8 Z8 I1	マイクロステップ分割数 (各軸 1/8)
M92 X800.00 Y800.00 Z800.00	1mm の移動に必要なステップ数 (各軸 800)
M566 X90.00 Y90.00 Z60.00	方向転換時の最高速度[mm/min] (XY 軸 90, Z 軸 60)
M203 X600.00 Y600.00 Z180.00	最高速度[mm/min] (XY 軸 600, Z 軸 180)
M201 X50.00 Y50.00 Z20.00	最大加速度[mm/s <sup>2</sup> ] (XY 軸 50, Z 軸 20)
M906 X1800 Y1800 Z1800	モータ出力の最大電流[mA] (各軸 1800)
M208 X0 Y0 Z-60 S1	各軸の最小座標位置 (XY 軸 0, Z 軸 60)
M208 X202 Y299 Z0 S0	各軸の最大座標位置 (X 軸 202, Y 軸 299, Z 軸 0)

### 3.4. 改修結果

今回の改修により、利用者は自身のパソコンを所定の Wi-Fi に接続して Mini 5+の IP アドレスから Web UI にアクセスするだけで、HAKU を操作することが可能となった。自身のパソコンから直接操作ができるため、改修前には必須であった加工データを専用パソコンに USB で移行するという手間を省くことができた。加えて、Mini 5+が繋がったネットワークにアクセスできる範囲であれば、どこからでも Web UI を閲覧できるため、加工の進捗状況を遠隔で確認できる。

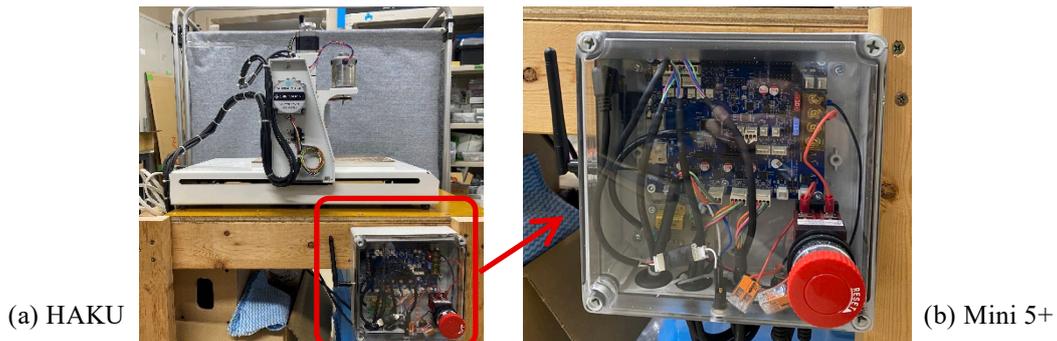


図 6. 改修後の CNC 加工機 HAKU

#### 4. CNC 加工機 HAKU を用いた基板加工について

改修後の HAKU を用いて基板加工を行い、正常に動作するか確認を行った。CNC 加工を用いた基板加工においては、積層板の表面に薄い銅箔を張り付けた生基板を材料に用い、エンドミルなどを用いて銅箔面を削り取ることで配線パターンを作製する。今回は、回路・レイアウト設計を行う EDA(Electronic Design Automation)ツールに Autodesk 社の Eagle, NC プログラムを生成する CAM(Computer Aided Manufacturing)ツールにフリーソフトウェアの FlatCAM を用いた。また、Eagle から FlatCAM へ設計データを伝達する中間ファイルとしてガーバーデータを用いている。表 5 に加工に用いた条件を示す。加工は 3 回に分けて行い、V 字エンドミルカッターを用いた配線パターンの加工、銅用ドリル 0.8mm を用いた穴あけ加工、超硬スクエアエンドミル 2 刃 3mm を用いた外形加工の順に実施した。

表 5. 各加工における条件

	パターン加工	穴あけ加工	外形加工
スピンドル回転数[rpm]	11,000	11,000	11,000
XY 軸切削速度[mm/min]	180	-	60
Z 軸切削速度[mm/min]	60	100	30
切込み深さ[mm]	0.086	1.7	0.9
切込み回数	1	1	2

今回は汎用警報システム WAN-WAN に接続するエラー点灯検出器<sup>(2)</sup>の試作機基板を作製した。完成した基板を図 7 に示す。パターン加工において、削り残りが発生したため、Z 軸方向の加工原点の位置を調整して再度同じパターンを切削している。これは、生基板や加工テーブルの歪みによって、実際の切込み深さが加工中に変動したことが原因である。特にパターン加工においては切込み深さが極めて浅いため、削り残りが発生しやすくなる。

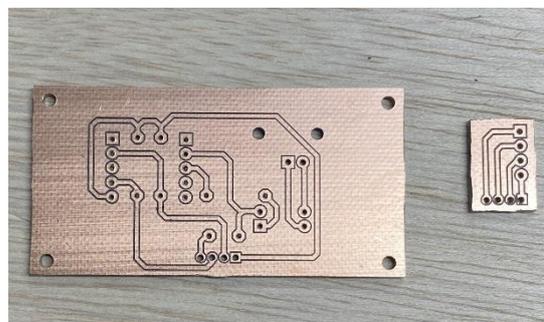


図 7. 完成した基板

#### 5. おわりに

今回、10 年以上使用してきた CNC 加工機 HAKU の改修を行った。新たな制御基板 Mini 5+ の標準機能により、Web UI を使った操作やタッチプローブを使った Z 軸の自動原点出しなどが利用できるようになり、利便性向上を図ることができた。しかし、基板加工においては材料の歪みが加工精度に大きく影響する結果となった。今後は、Mini 5+ が備えるステージ補正機能を使って、材料の歪みを考慮した加工が行えないか検討していきたい。

1) Duet3D Limited, <https://github.com/Duet3D>

2) 河尻直幸ほか, “電子回路技術に関する分子研受入技術研修-汎用一斉警報通知システム(WAN-WAN)用周辺モジュールの制作-“, 装置開発室活動報告 Annual Report (2023) pp. 18-19

\* E-mail: kawashiri@tottori-u.ac.jp

# 王秋梨におけるコルク状果肉障害の発生に関する調査

山本博昭\*

生物生産管理部門 生物生産管理分野

## 1. 概要

鳥取大学フィールドサイエンスセンター（以下 FSC）では、教育・研究用として 100a(湖山農場 20a, 大塚農場 80a)の圃場でニホンナシの栽培を行っている。ニホンナシは果皮色により赤ナシ・青ナシの 2 種類に分類される。現在 FSC では早優利, 寿新水, 新興, 新甘泉, 王秋(図 1), 新雪の 6 品種の赤ナシの生産を行っている。王秋は 10 月下旬～11 月上旬に収穫される晩生の大玉品種で果汁が豊富である。糖度は 12%前後で甘みと酸味のバランスが良く、柔らかく緻密な肉質で食味が良い。市場での評価も高く貯蔵性も良いことから鳥取県を中心に栽培面積が増加している。一方で栽培面積の拡大に伴い、特定の条件下において果実品質に影響を及ぼすコルク状果肉障害の発生が問題となっている。コルク状果肉障害は、維管束部分に乾いた褐色えそ斑点を生じ、コルクが大きい場合は中空となる。また、コルクが果皮直下に生じた場合は、果面に凹みを生じる。今年度 FSC で栽培した王秋梨においてコルク状果肉障害が多発したため、その発生状況について調査を行った。



図 1 王秋梨

## 2. 調査方法

図 2 のとおり、FSC 大塚農場に 2 つの試験区(平棚区(図 3), 平棚網掛け区(図 4)(以下網掛け区))を設定し、それぞれから無作為に抽出した 5 つの果実サンプルについて調査を行った。調査は、重量(g), 糖度(brix%), 果肉硬度(kg), コルクスポット数, 外観から見られる凹みの程度, の 5 項目について行った。コルクスポット数の計測は、果梗を上に向け、横幅の 4 分の 1 の位置で縦方向に切断し、片側の断面に見られるコルクスポット数をカウントした。

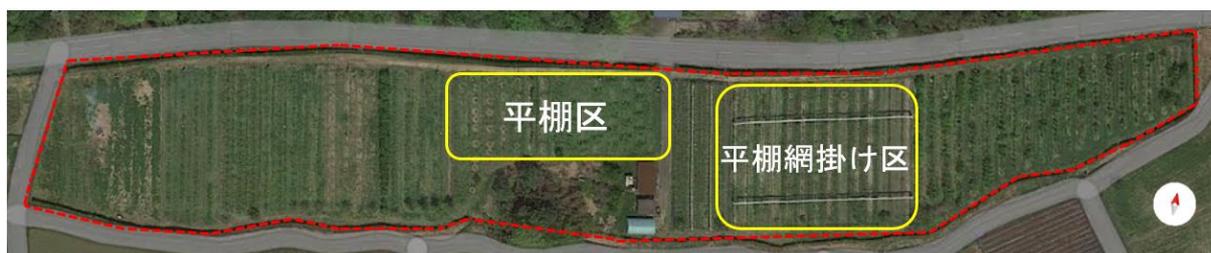


図 2 FSC 大塚農場の圃場図と 2 試験区



図 3 平棚区



図 4 平棚網掛け区

### 3. 結果と考察

#### 3.1. 調査結果

2つの試験区の調査結果を表1に示す。平棚区では網掛け区に比べ糖度がやや高かったが、重量、果肉硬度には目立った差異は認められなかった。外観の凹みは平棚区では軽微であったが、網掛け区では凹みの多い果実が5個中2個あった。断面のコルク数は、平棚区で1.4個/果、網掛け区で7個/果と大きな差異が確認された。

また、表2のように、外観の凹みが少ないほうが断面のコルクスポット数が少ないことが分かった。果肉硬度においては外観凹みの多いものがやや低い値であった。

コルクスポット部を食してみたところ、ナシ特有の果肉のシャリ感はなく、木質物のような歯ごたえで破片が口の中に残り非常に食感が悪かった。

表1 試験区ごとの調査結果

試験区	重量(g)	糖度(%)	果肉硬度(kg)	断面のコルク数	外観凹み
平棚	604.4	13.64	1.66	1.4	少2ヶ
平棚網掛け	655.8	12.18	1.62	7	少1ヶ, 多2ヶ

表2 外観の凹みによる差異

外観凹み	サンプル数	重量(g)	糖度(%)	果肉硬度(kg)	断面のコルク数
少, 無	8	626	13	2	1
多	2	666	12.4	1.5	7.5



図5 平棚区サンプル

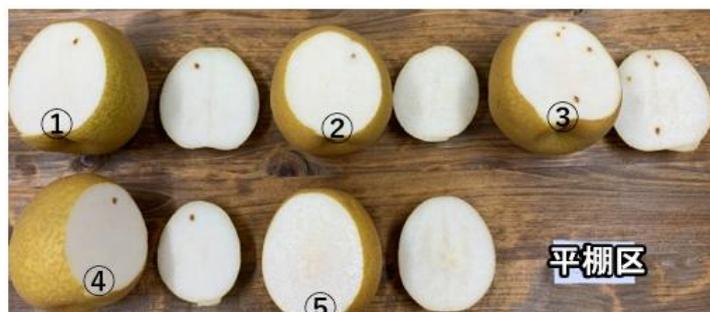


図6 平棚区サンプル断面



図7 平棚網掛け区サンプル



図8 平棚網掛け区サンプル断面

### 3.2. 考察

調査結果により、場所によってコルク状果肉障害の発生の差異があったことが明らかとなった。両試験区ともに栽培方式は平棚栽培であるが、網掛け区は平棚全体が防風、防虫用の多目的防災網に覆われている。多目的防災網を施工することで風通しがやや悪化するため、風通しの良い平棚区と比べて網掛け区では高温状態が長く続いた可能性がある。高

温によってコルク状果肉障害が増加する<sup>2)</sup>ことが分かっているが、このことが影響したのではないかと考えられる。また、図9のように果皮直下にコルクスポットがある場合は果実に凹みを生じるが、そのような果実は内部にもコルクスポットが多数発生している可能性が高いことが分かった。選果の際は外観の被害状況によって大まかに選別し被害の大きなものを省くことができる。



図9 外観に凹みが多発した果実(左)、断面(中)、果皮直下(右)

### 3.3. 原因と対策

コルク状果肉障害の原因は様々であるが、今年度多発した要因としては高温・少雨による水ストレスが考えられる。表3に示す平均気温の推移を見ると、今年度は7-9月の気温が平年に比べ高くなっており、直近3年平均を常に上回る気温で推移している。特に8月上旬では高温が続き、平年より5℃近く高かった。また、表4のように7月末から8月中旬まで降水のない日が20日程度続き、平年に比べて非常に乾燥していたことが推測される。さらに、高温条件下では果実の水は葉に奪われやすく王秋ではこの傾向が強い<sup>2)</sup>とされている。4月から6月の高温では100%、7月から9月の高温では約50%の果実に障害が生ずるとされる研究データもある<sup>2)</sup>。以上のことから7月以降の高温と少雨がコルク状果肉障害の多発に影響があった可能性が高いと考える。FSCではスプリンクラーやドリップチューブによる灌水設備(図10)が備えられている。気温が高く降水が少ない日が続く場合、十分な灌水を行いナシの樹に水分ストレスを与えないよう細やかな管理を心掛けなければならない。近年は地球温暖化の影響により猛暑傾向であることと、ゲリラ豪雨のように短時間で非常に激しい雨が降った後、数週間雨が降らないことがあるなど、気候が不安定で荒れやすくなっている。長期間の対策として、このような気候に対応できるような圃場づくりを目指した土壌環境の整備が必要だ<sup>3)</sup>。また、春先の除芽にはじまり新梢の摘芯や誘引による樹勢の管理などを日ごろから地道に行うことが大切である。コルク状果肉障害について、来年度も引き続き観察を行う予定である。



図10 ドリップチューブ灌水設備

表 3 半旬毎平均気温(鳥取市湖山)

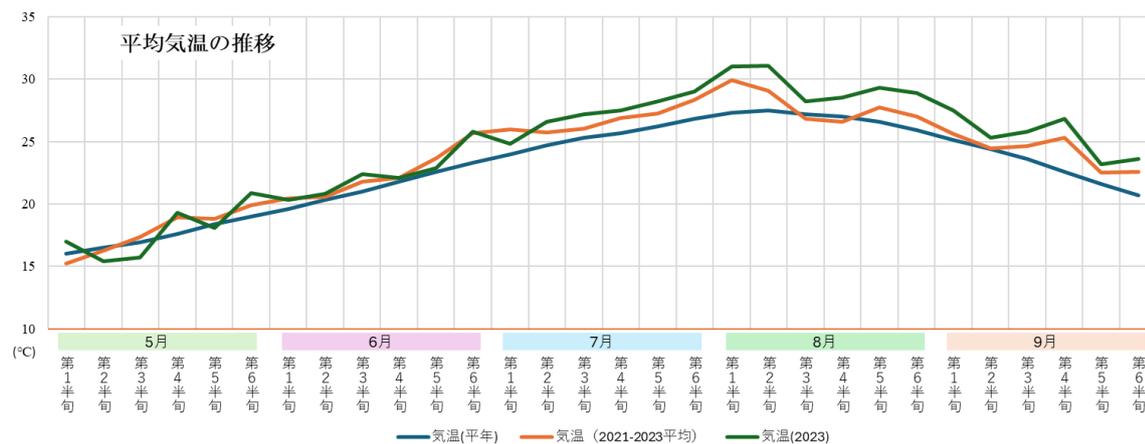
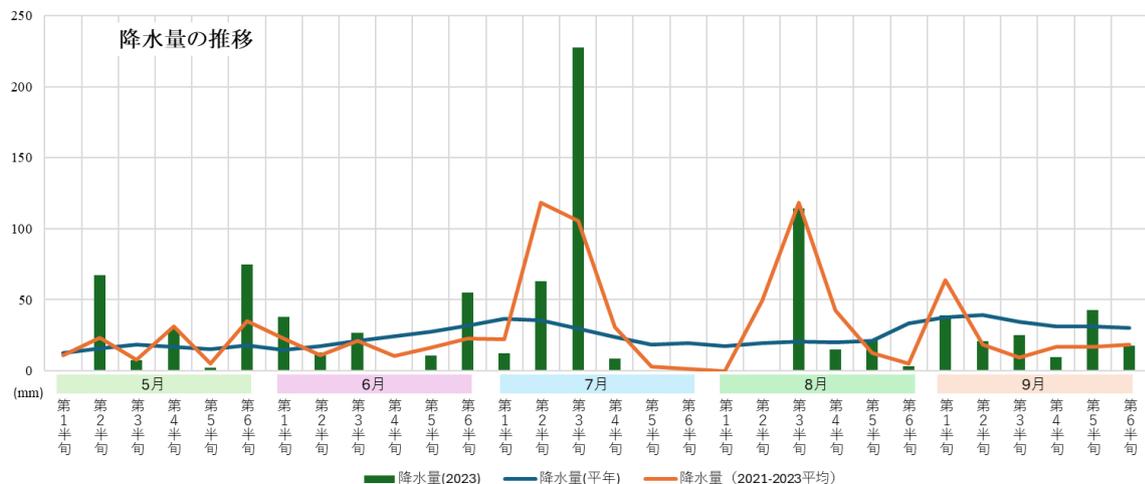


表 4 半旬毎降水量(鳥取市湖山)



- 1) 壽和夫ら 2004. ニホンナシ新品種'王秋', 果樹研報, 3 : pp41-51.
  - 2) 2019. ニホンナシ「あきづき」および「王秋」の果肉障害対策マニュアル, pp9-10.
  - 3) 田村文男 2017.ニホンナシの果肉障害発生とこれまでの研究成果, 園芸学研究, 16(4), pp379.
- \* E-mail: hiroaki\_yamamoto@tottori-u.ac.jp

# 活 動 報 告

# 退職に寄せて

## —技術職員が拓いた今とこれから—

丹松 美由紀\*

化学・バイオ部門 機器分析分野

### 1. はじめに

いよいよ、この3月で退職を迎えることになった。大学技術職員となってからほぼ半世紀、と文字にするとなんとも大昔のここのように、自分でもよく働いたものだと褒めてあげようという気にもなる。これだけ長くお世話になると、大学愛も半端ない。公務員として入職しながら、法人化という節目で何だか騙されたような気持ちになりながらも世の流れには逆らえず、それでも大好きな大学のために懸命に勤めてきた。

法人化以降、全国の大学の技術職員は、定員削減や組織化の流れを受けて、技術職員の必要性や存在感をアピールするため、それまでとは違う業務形態や組織の模索が必要となってきた。

本報告では、筆者が平成31年3月に管理職の立場で定年を迎え、そして再雇用として退職を迎える今、技術職員として辿った道のりを振り返る。壁にぶつかりながら新しい活動（地域貢献活動、技術研究会、組織の一元化）を進めてきたことを記録として残し、さらに、技術職員を取り巻く現状や、これからの期待することなど“思いのたけ”を述べさせていただく。

### 2. 地域貢献活動について —個人的な科学啓発活動から技術部の地域貢献事業へ—

筆者は、これまでいくつかの科学啓発事業を大学の地域貢献事業として展開してきた。個人的に始めた活動を、複数の技術職員によるプロジェクトの形態に移行させ、そこから全国の技術職員の協働の先駆けとなる事業に発展させることもできた。

#### 2.1 科学啓発事業との出会いと「出前おもしろ実験室」からの展開

平成14年度から「出前おもしろ実験室」を開催してきた。子どもたちの理科離れが社会的にクローズアップされ、全国各地で科学の祭典などが開催され始めた頃である。全国の大学でも、科学啓発的な地域貢献事業は積極的に取り組まれるようになった。

「出前おもしろ実験室」は、科学に興味がないためイベントに出向いてこない、あるいは開催地や期日が限られているため参加できない子どもたちのために、地域の小学校や公民館に出向き、できるだけ多くの子どもたちに、楽しみながら科学を体験できる機会を増やすことを目的とした科学体験教室である。どうしてこのような実験室をすることになったのか...たまたま訪れた東京の科学館で、まだ有名になる前の米村でんじろう氏と出会い、簡単な演示実験で子どもたちだけでなく大人まで楽しませている様子を見て、同じような活動ができないだろうかと思ったのがきっかけである。それ以来、足繁く各地の科学館に通うようになった。“はまった”のである。

この着想は、文部科学省（以下、文科省）平成 14 年度科学研究費補助金（奨励研究）に採択され、以来、以下のような研究課題で同補助金を得て、段階的に新しい試みを行ってきた。

- 平成 14 年度：小・中学校を対象とした「出前おもしろ実験室」の開催
- 平成 16 年度：小・中学校を対象とした「出前おもしろ実験室」の開催と地域ネットワークづくり
- 平成 17 年度：「出前おもしろ実験室」を核とした新しい教育プログラムの開発
- 平成 20 年度：小学校教員と保護者を対象とした小学校低学年からの科学啓発システムの構築
- 平成 21 年度：理科実験苦手克服プログラムの開発研究 -小学校教員向け「出前おもしろ実験室」-
- 平成 22 年度：「出前おもしろ教員研修」プログラムの開発と小学校理科支援システムの構築
- 平成 23 年度：新しい理科支援の開発研究－生活科と特別支援学校を対象として－

「出前おもしろ実験室」では、実験テーマに驚きを与えることのできるもの、楽しめるものを中心とした。初めて体験する児童が多かったことから、参加した子どもたちの反応は予想以上に大きく、参加者のアンケートや感想文から、動機づけとして充分機能していると思われた。また、小学生の段階では意外に「理科嫌い」の子どもは少ないことが判り、できるだけ早期に興味づけをすることの重要性と、興味をできるだけ継続するための工夫の必要性が強く感じられた。さらに、単なる動機づけだけに終始せず、興味をもった子どもたちにより深く科学の世界に興味を抱かせる活動、科学的思考力をもった子どもたちの育成に関わる活動が重要になるという考えに至った。そこで、平成 15 年に鳥取県内で初めて、文科省が「理科離れ」への対策として開始していた SPP（サイエンス・パートナーシップ・プログラム）事業の導入に尽力し、「大学と中学校が連携して共育を行う事業」を立ち上げ、以来 7 年間連続して実施した。この事業では、学校で学ぶ理科の学習内容が現在の最先端科学技術とどのように関連しているのか、未来社会にどう役立っていくのかということを一貫したテーマとして、毎年、市内の中、高等学校と連携した新たな学びの場を企画した。

以上のように、単発的な科学啓発事業にとどまらず、将来の地域の科学技術を支える人材育成を見据えながら事業を企画推進し、大学が地域に貢献できる新しい場の提供に寄与できたと認識している。

このような地道な地域貢献活動が評価され、平成 17 年度に「鳥取大学学長賞（地域貢献賞）」を頂いた。また平成 20 年度には科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞（理解増進部門）を、当初から一緒に活動してきた浅原雅浩氏（現福井大学教授）とともに受賞できたことは望外の喜びであった。これは、ひとえに協働の職場を築いてきた諸先生、諸先輩、同僚のおかげによるもので、このような恵まれた環境に置かれていればこそ、思うような活動が続けてこられたと感謝している。

日が当たる場所には影ができるもので、何かと陰口を言われたのはこの頃であったのだろうか。「暇だからあんなことをやって褒められている」「専門的な仕事をしていない」という類のものだったが、この時期は、自身の専門分野の業務である機器分析のスキルアップにも力を入れていたので、相当に忙しい日々であった。このようなことも今ではいい思い出である。

## 2.2 鳥取大学発「出前おもしろ実験室」プロジェクト —出前おもしろ実験隊—

当初は、所属していた学科の教職員と活動を続けていたが、折しも大学の法人化により中期目標が掲げられ、その中に研究、教育と並んで社会貢献が大学の理念・目標であると明記された。更に技術部が組織化されたことにより、従来のグループの枠を超えて多分野の技術職員が相補的に協力してプロジェクトを行える体制が確立できた。

このような背景のなかで、平成18年度、工学部技術部に『鳥取大学発「出前おもしろ実験室」プロジェクト』を立ち上げた。プロジェクトメンバーの多くは、所属していた学科等で科学啓発活動などの事業に関わり、それぞれの専門分野で多くの経験や技能を培っており、実験内容も科学全般からものづくりにまで広げることができた。これは技術部という横断的組織だからこそできた大きな成果である。今では鳥取大学技術部の中核的活動であり、本学の代表的な地域貢献事業のひとつでもある。



電線と磁石による運動と電気の関係



超低温の体験（液体チッソ）



サイフォンの原理



静電気実験



放射線の観察



スピーカーの原理

このプロジェクトは、現在も二代目実験隊長のもと、学長裁量経費や本学の地域貢献事業の活動支援費により継続しており、概ね月1回のペースで「出前おもしろ実験室」を開催している。また、本学が実施する地域に定着した地域貢献事業としてさらなる発展を続けるために、以下のような活動も展開している。

### (1) ホームページの開設と充実

「出前おもしろ実験室」ホームページ URL: <https://omoshiro.tech.tottori-u.ac.jp/>

### (2) スキルアップ・情報収集・広報

メンバーは、他県で開催されるイベントや研究会、または各地の科学館などで情報収集を行うなどして、新しいテーマの開拓や指導者としての知識、技術、企画力を高めており、それぞれがスキルアップを図っている。また、学会や全国規模の技術研究会で活動報告を行い、他大学、他組織との意見交換や視察などの交流を通して、情報収集だけにとどまらず全国へ向けて鳥取大学の情報を発信している。

### (3) 学生の科学力、人間力向上支援プログラム

平成22年度からは、本活動に参加する本学の学生を学生隊員として募り、「出前おもしろ実験室」を通じて彼らの科学力・人間力向上支援プログラムに取り組んできた。

広く効率的に学生隊員の参加者を募るために登録システムを開発し、最近では連絡や情報交換に LINE を活用している。学生隊員には実際に指導者として参加してもらっており、これらの活動を通じて学生隊員の科学力やプレゼンテーション能力、コミュニケーション能力の向上などの教育効果が期待できる。継続参加している学生には、学外の研究会参加や新しい実験テーマの開発など、技術職員との協働も深まっている。

#### (4) 教育委員会との連携事業

平成23年度から6年間、子どもたちが抱いた理科や科学への興味、関心に持続性を持たせ、科学技術を通して地域に貢献できる人材の育成を目指して、特定の二つの地域の教育委員会と3年間ずつ連携し、年間を通じた活動を取り入れた。

#### (5) 学内でのイベント開催

平成28年にはプロジェクト10周年を記念して、増加する依頼に応えきれないことへの対応と学内周知を目的に、大学構内での実験室を開催した。

多数の来場者に加え、マスコミ各社の報道、学長をはじめ執行部の方々の視察など多くの反響があり、その後は学生主体のイベントを企画するなど、頃合いを見て開催している。



### 2.3 他大学との連携による復興支援事業

このような活動を全国へ向けて発信した結果、他大学からの視察を受けるようになった。大分大学では、平成20年に本学を視察し、「おもしろ科学実験教室」を始め、現在でも活発に活動している。また、平成22年には名古屋工業大学から4名、平成23年には岡山大学から5名の視察があり、実験室の見学、情報交換を行った。

東日本大震災の翌年には、国立大学協会の震災復興・日本再生支援事業に『被災地における理科支援事業 ～全国大学技術組織連携による「出前おもしろ実験室」プロジェクト』を申請し採択され、2度にわたり石巻を訪問した。訪問団は本学技術部を主体に、前述の大学の技術組織で構成した。受け入れ先としては、以前交流のあった東北大学金属材料研究所テクニカルセンターの技術職員の協力を得た。被災地では、まだ仮設の小学校などで十分な学習環境を得られない状況にある児童生徒も多いなか、子どもたちに無心になって心底楽しめる時間を提供したいという強い想いを胸に、平成24年2月14～15日に11名、5月10～11日には22名で、延べ4日間にわたり5校を訪問して「出前おもしろ実験室」を開催し、計745名の児童に実験の楽しさ、科学の面白さを伝えることができた。鳥取大学主導のもと、5大学の技術職員が専門分野を超えて連携し実施したこの取り組みは大変画期的であり、組織の枠を超えた技術職員にできる復興支援のモデルケースと言える。昨今、全国の技術職員の連携や交流の必要性が言われるが、全国の大学技術組織の連携事業の先駆けとして、今後の技術職員の育成や組織の運営について考えるうえで大きな第一歩となったと自負している。

### 2.4 今後への期待

大学の第3の使命として社会貢献が明文化されて以来、地域貢献事業は、多くの大学で技術職員のミッションとなりつつあるようだが、このような活動を継続することは大変な負担（労力、時間）を伴う。一度始めると活動は増加し続け、日常の業務を

遂行しながら活動を続けることは相当な覚悟が必要となる。仲間を増やし、活動を個人から組織（技術部）の業務とすることで、個々の負担を軽減でき、モチベーションが向上し、活動の継続に繋がるのではないだろうか。

本プロジェクトは今年度で 18 年目となり、年々地域との繋がりが深まっていることが実感できる。筆者の経験から、地域貢献事業というのは技術組織を大学にアピールする近道であり、楽しさ、やりがいを伴うという個人的にも大きなメリットがある。

プロジェクトは、令和元年度に鳥取大学長表彰を受賞し、令和 5 年度には文部科学大臣表彰も受賞した。これは大学からも社会からも高い評価を頂いたということであり、今後の活躍が期待されていると言える。「出前おもしろ実験室」は技術職員が主体となって、企画・運営、予算獲得、人員配置などを行うことができる事業である。学科やセンターの教員の指示で「その他職員」という立場で動いてきた技術職員が、主導的な立場で組織活動して成果をあげ、社会的にも認知されるようになった。このことは技術部の組織運営にも何かしらの影響を与えている。

今後も地域の理科支援という形を取りながら、多様な理科授業のかたちを提案・実践することで、より多くの子どもたちに理科の学びの機会を与える活動を続けてほしいものである。国立大学の職員として、地域に貢献できる人材として活躍していただきたい。夢は大きく、未来の日本を担うサイエンティストを育てることを、これから後を継いでくれる皆さんに期待したい。「科学好きな子どもが増えますように！！」

### 3. 技術研究会について —実験・実習技術研究会の立ち上げ—

筆者は、地域貢献事業の活動を開始する時期と同じくして「技術研究会」と出会うことになる。初めて参加したのは平成 13 年に大阪大学で開催された機器・分析技術研究会であった。その時「全国には、こんなに技術や意識の高い技術職員がいるのだ！」という感動とも言える驚きを感じたことを今でも鮮明に記憶している。技術研究会の歩みは、平成 31 年 3 月の九州大学総合技術研究会の予稿にも簡単に述べているが、本学で第一回の実験・実習技術研究会を開催することになる。この技術研究会は、平成 15 年に東京大学、平成 17 年に大阪大学で開催された総合技術研究会の一技術分野（教育実験・演習・実習指導技術研究会）を初めて分野単独で開催としたものである。「どこもやらないのであれば、うち（鳥大）がやる！！」と手を挙げ承認されたが、はて？どうしたものか？しかし決まったことは後戻りできぬ。私は亥年、猪突猛進、前進あるのみ。当時は工学部技術部の一技術職員であったが、上司を説得し、10 名で実行委員会を立ち上げた。それまでの技術研究会開催校から資料を提供していただき、全国の諸先輩方にメールや電話で聞きまくり、事務局との折衝、予算申請、会場の確保・準備、ホームページの作成、座長の依頼、観光コンベンション協会との交渉、バスの手配・・・わずか 10 ヶ月という短い準備期間であった。技術研究会参加の経験者も少ないなか、大きな不安を抱えつつ試行錯誤しながら準備を進め、ようやく開催にこぎつけた。この時、根回しとか事務との連携、協働的な仕事の進め方等を覚えたような気がする。そして、ここが全国の技術職員の先輩方との連携（友情）の起点となった。

最も心配だった参加者数は予想を大幅に上回る 240 名を超え、改めてこの分野（実験・実習技術研究会）への関心と期待の高さを認識するところとなった。参加者数増に伴う変更、会期中の季節外れの積雪など想定外の連続であったが、技術職員ほぼ全員の協力体制により乗り切った。

当時の技術部はまだ名ばかりの組織であったが、この技術研究会の開催を通して、分野を超えた協働の意識が芽生えたように思う。一人ですることには限度があるが、

協働することで困難を乗り越えられることを確認できたことは、この上ない大きな財産となった。後に技術部を組織化するうえでの大きな原動力となったのは間違いない。

筆者が技術研究会に出会った 2000 年頃はその分野さえ存在すらしなかった実験・実習技術研究会は、現在では毎回 500 名規模の技術職員の技術研鑽、情報交換、出会いの場として機能しており、その役割は非常に大きい。本学で開催時に設置した連絡協議会は、現在でもこの技術研究会の発展に貢献しており、本学技術部も委員や HP の設置及び管理を担当するなどして、立ち上げた責任を引き継いでくれている。

#### 4. 鳥取大学技術部について

筆者が技術職員の組織化の必要性を感じたのは、40 代後半に技術職員の待遇の低さに気付いたことからである。組合活動や他大学の技術職員との出会いがきっかけであったが、そこから待遇改善、組織化を目指した活動の取り組みが始まった。

平成 16 年の国立大学の法人に伴い、本学でも新しい大学像を目指し改革が進められた。技術部は平成 7 年に工学部、農学部、医学部の各学部に分かれた組織が作られていたが、全国の流れに沿って平成 19 年 4 月に再編し、形のうえでは、「技術職員は学科・研究室から独立し全学に対して技術支援を行うこと」を目的とした組織となった。これにより、以前と比べると学科の枠を超えた新しいプロジェクト活動も増え、一見組織としての形態も整ってきたように感じられた。しかし、何年もの時間をかけて作り上げた組織であるにもかかわらず、学則に規定されるものではなく相変わらず学部の内規によるものであった。役職者（技術長）といえど人事や評価の権限がないなど、組織としては不完全であった。法人化後、事務系職員との待遇の格差が広がっていることも多々見受けられ、さらに技術職員の職階の確立など待遇改善も含めた機能的な組織改革の模索を続けた。そして平成 24 年 4 月に、名実ともに「大学の教育研究に関する技術業務及び全学的見地から必要な技術業務を行うことのできる組織を作ること」を目的として全学組織を一本化し、一部局としての技術部がスタートした。

全学組織化によりプラスに働いたことを以下に列記する。

- 鳥取大学規則に「鳥取大学技術部規程」が定められ、大学組織図上に一部局として掲載された（以前は学部内規程のみ） ⇒ 地位の確立
- 管理職が配置され、技術職員による人事（採用、評価）を行えるようになった
  - ☆優秀な人材の確保と育成を組織的・計画的に行えるようになった
    - ・大学の戦略やニーズに沿った人事計画を技術部で立案
    - ・採用時の独自実技試験の実施 → 好結果につながっている  
⇒ 適切な人材確保に寄与
  - ☆技術職員の評価を技術職員によって適正に行えるようになった
    - ・技術専門員、技術専門職員への昇任試験を導入した ⇒ 年功序列の廃止
- 多少なりとも待遇改善につながった
  - ・技術専門員数が増えた（1→4）
  - ・技術専門員 4, 5 級 → 4, 5, (6 級) ⇒ 上位級の獲得
- 年度計画、業務実績報告に部局として載ることで、業務の明確化につながった
  - ・大学のミッションに対応した業務の立案、実施
  - ・計画的な研修の実施  
⇒ 大学の目標達成に貢献 ⇒ 大学の研究・教育・地域貢献に大きく寄与
- 共同利用施設・センター等への技術支援をはじめ、情報基盤業務、安全衛生管理

業務など、全学的なサポートが行えるようになってきた

⇒ 業務依頼により、それまで技術職員がいなかった部署への支援が可能

この時の組織一元化は、本学が文部科学省の設備サポートセンター整備事業に申請するのに合わせたバーチャル的な要素が大きかったため抱える問題も多かった。それから7年間、教員、事務、技術職員の3つの壁と闘いながら技術部として実績を重ね、実質的に機能する一元化を目指した。そして、平成31年4月には学部に対応した部門編成（医学系、農学系、工学・情報系）から専門性によるものに改編し、それまで以上に大学全体に支援できる体制となり、目標とした部局に一步近づくことになった。何より、技術部の居室をVBL棟4階に構えることができたのは、真の一元化を目指すうえで重要であり、そこに集う職員の意識改革には極めて効果的だと思われる。また、他分野の技術職員の業務を知ることができ、分野を超えた連携が可能となるなど、業務の上でも大きな効果が見られる。人事管理や評価においても有益であり、顔を見合わせることもできる関係を構築することで、組織として認められるようになるという一面もある。

現在の組織体制は以下のとおりである。

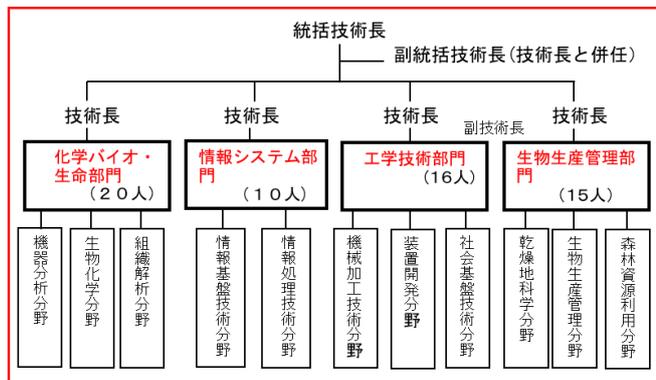
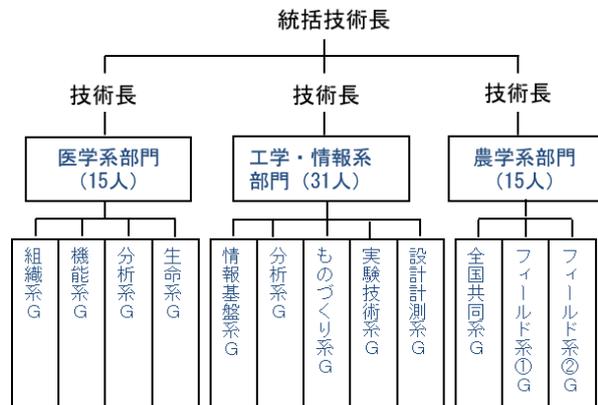
◆第2期 技術部 組織体制

1部4部門、11分野（61名）

- ・ 技術部長（研究担当理事）
- ・ 統括技術長（技術専門員又は技術専門職員） ※管理職指定  
改編により任期制を撤廃
- ・ 副統括技術長（置くことができる）
- ・ 部門技術長（併任） ※管理職指定 ※管理職指定  
改編により任期制を撤廃
- ・ 副技術長（置くことができる）
- ・ 分野長（令和元年4月1日現在）

その後、新体制により少しずつ部局としての形態を確立してきた。懸案事項であった事務的な作業は、事務補佐員が配置されたことで多少の業務の軽減に繋がり、年間予算も大幅に増加された。

組織は作っただけでは機能せず、常に先や周りを見据えて調整、改革していくことで維持することができると考えている。幸い、退職後は研究基盤に関わることを認めていただいたことで、技術に特化したマネジメント人材であるUTA（詳細は後述）の



設置に携わることができた。UTA は今後、技術職員が持つ技術力を全学の研究現場で有効活用するためには必須な存在であり、技術部の可視化にも大きく寄与できると期待している。組織運営に不慣れな管理職のフォローも重要な任である。また、技術部の課題の掘り起こしとその解決を目的に集めた戦略会議は、大学以外の職務経験を有する若手人材の集まりで、技術部に新しい風をもたらすことを切望して設置された。今後は若手を加えるなど、体制を強化してさらに活躍していただきたい。

今後も、待遇改善を含め、より機能的な組織を構築する必要がある。組織を運営する時に重要なことは、トップが目指す目標を掲げてブレずに伝え続けることである。自立した組織であることが良い人材の確保と育成に繋がる。大学にとって必要不可欠な組織となるために、若い人たちがやりがいと目標をもって業務に邁進できる環境と、適正な評価も併せた将来構想のもと、組織を持続的に運営していただきたい。

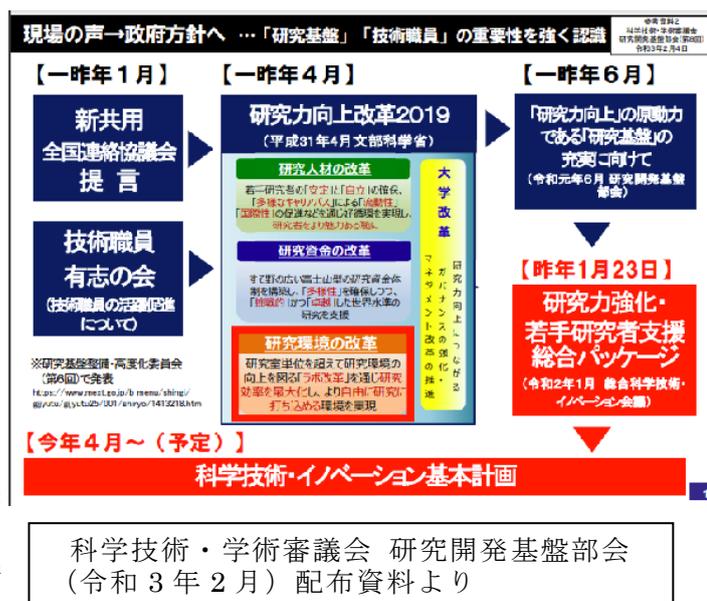
組織一元化から今に至るまで、このような変遷を遂げられたのは、歴代技術部長のご尽力、ご指導によるものであり、議論を重ねた日々が懐かしく、感謝は尽きない。

## 5. 技術職員を取り巻く状況と鳥取大学からの提言

近年、大学技術職員に未だかつてない追い風が吹いている。文科省の多くの議論の場で技術職員のあり方や活用について議論がなされ、多くの大学が組織化に舵を切り、キャリアパスや人材育成について様々な提案や取り組みがされ始めた。国立大学の研究基盤を支える人材として、特に若手研究者の支援に重きを置いた施策に技術職員の存在がクローズアップされている。これまで「技術職員の見える化」を掲げていろいろな努力をしても、結局は「技術職員は何をしているのかわからない」と言われ続けた身としては、実に隔世の感がある。

文科省の技術職員に関わるいくつかの施策についてはここでは省略するが、筆者が立ち上げに深く関わった「技術職員有志の会」（以下「有志の会」と）と「大学技術職員組織研究会」（以下「組織研究会」と）について、その経緯と活動について触れておく。

「有志の会」の元になる活動は、平成 30 年 12 月にスタートした。この会の目的は、第 6 期科学技術基本計画策定に向けて技術職員等から要望提案することとしていたが、実際の活動は、メンバーの ML を利用して現場の声を集約して文科省へ届けること、逆にメンバーに文科省や内閣府の情報を提供することが主と言えよう。はじめは、国立大学法人機器・分析センター協議会に参加していた技術職員を中心とした 10 名ほどが集まり、内閣府の上席科学技術政策フェローでもあった東工大の江端新吾教授の話を知るところから始めた。そこで、第 5 期科学技術基本計画に技術職員に関する記載が一切ないことが話題となり、第 6 期計画への技術職員に関する記載の必要性と、技術職員の有用性を訴えることで意見をまとめることになった。ここで「有志の会」と



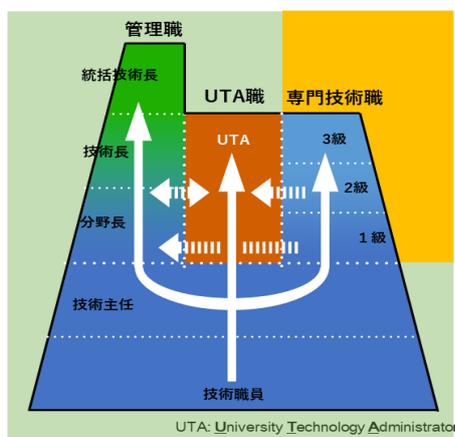
いう名称が生まれ、まとめた意見を文部科学省科学技術・学術政策局研究基盤課に提出した。さらに、研究基盤課が所掌する高度化委員会に「有志の会」の代表2名が出席し、現場の意見を直接聞いていただく機会を得た。文科省の委員会に技術職員が参加して意見を述べるのは前代未聞の出来事である。技術職員が現場からの声を出した反響は大きく、文科省の委員会に留まらず、その後も内閣府の科学技術イノベーション会議資料で技術職員について取り上げられた。こうした動きの中で、令和2年度の科学技術分野の文部科学大臣表彰に「研究支援賞」が新設された。その後の話は後に少し述べるが、いよいよ令和3年に発せられた第6期科学技術・イノベーション基本計画において、「URA等のマネジメント人材、エンジニア（大学等におけるあらゆる分野の研究をサポートする技術職員を含む）といった高度な専門職人材等が一体となったチーム型研究体制を構築すべく、これらが魅力的な職となるよう、専門職としての質の担保と処遇の改善に関する取組を2021年度中に実施する。これにより、博士人材を含めて、専門職人材の流動性、キャリアパスの充実を実現し、あわせて育成・確保を行う。」との記載に至った。

江端教授のご尽力と、当初から活動を支えてくれた分子科学研究所の大原氏の起動力でこのような大きな成果を挙げ、「有志の会」の活動は一段落し、当初の目的であったキャリアパス・人材育成制度の構築、資格・評価制度の確立などに関する議論は「組織研究会」が引き継ぐことになった。

「組織研究会」は、全学技術組織を展開している大学の管理職経験者が集まり、全学技術組織の立ち上げ、運営に伴い発生する問題や悩みを運営側の視点で討論・研究し、今後の技術組織運営の指針作成を目的として平成30年3月に設立された。毎年開催される会議ではテーマを決めて議論をしているが、令和元年9月に開催した米子会議のテーマは「技術職員の評価について」と「機器共用について」の2つで、人事評価制度、キャリアパス、人材育成、機器共用の推進、大学連携研究設備ネットワークと「有志の会」について議論を進めた。多様な評価システムの紹介もあり、大学技術職員の実状に即した評価システム構築の必要性が提案された。また、「有志の会」の起動的な情報収集機能を引き継ぎ、文科省と「有志の会」の連携を継続するため、本研究会を議論の場とすることとなった。集約された意見は、各自の大学に持ち帰るだけでなく、今後もNICAや文科省に迅速に報告し、情報を共有することが確認された。

「大学技術職員組織研究会」WEBサイト：<https://tosg.net/>

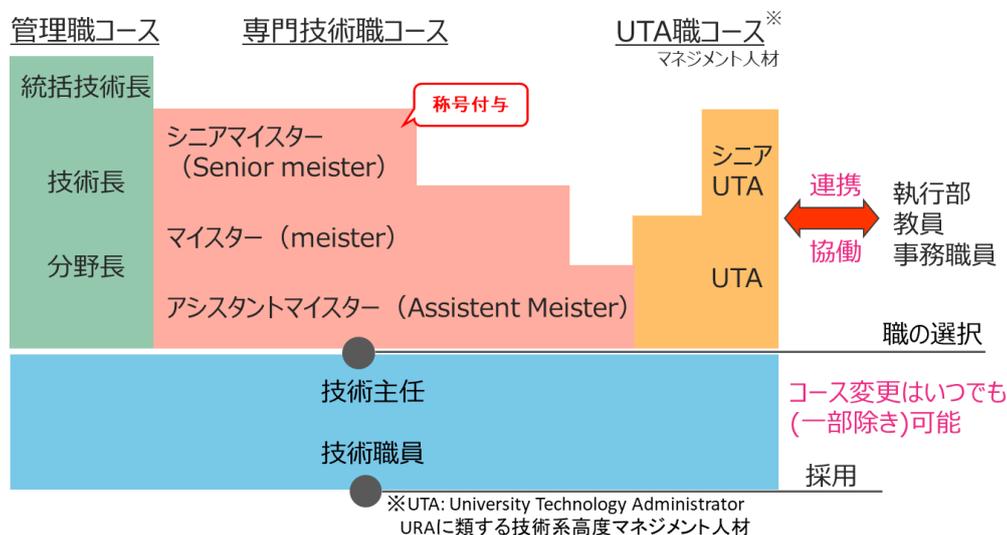
米子会議の場で、本技術部は、以下のような新しいキャリアパスの提案を報告した。



- ・高度な技術をもつ職員に付与する職として、新たに専門技術職を設ける。
- ・専門技術職の俸給表は、他の技術職員とは異なり、行政職俸給表に相当する俸給表を充当する。
- ・専門技術職の1級・2級・3級は、標準的な選考基準を作成し、選考基準に基づく選考試験を行う。
- ・管理職の統括技術長・技術長・分野長、専門技術職の1級・2級・3級は、それぞれの俸給表の異なる級に対応させる。それに伴い、技術専門員・技術専門職員は廃止する。
- ・専門技術職から管理職への職種の変更は可とする。
- ・選考採用者は、職務経験等を考慮して処遇する。

この時提唱したものは更に検討を重ね、”鳥取大モデル”として出番を待ち続けている。

## 本学が提唱する技術職員のキャリアパス(案):鳥取大モデル



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

多くの大学がそうであるように、本学の技術職員のキャリアパスは、「統括技術長」「技術長」の管理職及び「分野長」であり、技術によって評価されるものではない。そこで事務と同じ管理職をキャリアパスとするものとは別に専門技術職のコースを新しく設けることを提案している。また、前述したように、技術部が所有する人材や技術を大学で有効に活用するために、技術部内措置ではあるが、UTA（University Technology Administrator）を設置した。UTAはURA（University Research Administrator）の技術職員版であり、大学内の研究者との連携や学外との折衝などを通して、資金獲得も視野に研究者の研究開発活動の活性化や、研究環境整備の支援を強化するための技術に特化したマネジメント人材である。現在すでに、技術職員1名が学外で長期研修を受けたのち学内の研究基盤を支える事務方と協働するなど、UTAとして活動し成果を上げており、新しい形の技術職員として全国からも注目されている。

現在、各大学でいろいろなキャリアパスの案が提示されているが、事務と同じ行政職（一）俸給表を適用する限り、いくら段階を増やしても、年功序列を加味した管理職しか目指すところはない。技術職員独自の技術を評価できるような新しい職種の確立が望まれるが、前例に縛られるため正式に認められるのは難しいのが現状である。

このような活動のバックボーンには、全国の大学の多くの技術職員が大学組織の中で軽視されてきた（据え置かれた）歴史がある。上述した課題を解決することは良い人材獲得につながる。技術職員がやりがいと誇りをもてることは、ひいては大学の研究力向上につながる。各所で技術職員に注目が集まっている今、議論を積み重ねて、技術職員自ら発信し、その「声」を伝えていくことが重要であろう。これは、本学においても同様で、今技術部が抱える課題を認識し、解決に向けて行動することが、大きな流れを生むことに繋がるのではないだろうか。

その後、文科省の技術職員に関する動きは大きく加速し、令和2年にコアファシリティ構築支援プログラムが動き始めたことで、全国の大学で技術職員の新たな組織化が進み始めた。残念ながら、本学ではコアファシリティ事業に採択されなかったことにより、技術職員のキャリアパス（案）はとん挫しているが、本学独自のコアファシリティ構想により、共用機器の集約化に大きく寄与している。さらに、コアファシリティ事業採択校である東京工業大学が開始したTCカレッジを2名が受講するなど、これからの技術部を支える高度技術専門人材の育成にも力を入れている。本技術部報告において、UTAである松浦技術専門職員が、参加しているTCカレッジについて報告しているので、是非そちらを参照いただきたい。

令和4年3月には、文科省から「研究設備・機器の共用推進に向けたガイドライン」が発せられ、ここでは、「研究設備・機器の持続的な整備と、これらの運営の要としての専門性を有する人材（技術職員等）の持続的な確保・資質向上を図ることが不可欠」と記載されており、機器共用だけでなく大学の研究基盤全体に関わる技術職員人材を組織的に育成し活用する必要性が示されている。

## 6. お仕舞いに

こうして振り返ると、折につけ興味を持ったことに、何かおかしいと思うと黙っていられない性分も相まって夢中で向き合ってきたような気がします。育ててくれたのは、良きにつけ悪きにつけ“人との出会い”でした。その出会いを大切に育ててきた結果が今にあります。残せた実績は、この宝物なしでは何一つ成し遂げられなかったのは言うまでもなく、これまで出会った人たちに感謝の想いは尽きません。

大学技術職員として、組織について頑張ってきたことなどは、周囲からはただただ迷惑なことだったかもしれません。当初、一緒に組織を作ろうと声をかけた方々から反対され、自分自身これでいいのかと悩みながらの日々でした。道に迷ったときはその選択が「他人（若い人）のためなのか」、「自分のためなのか」によって決めると後悔しないという信念で進んできました。現在の技術職員を取り巻く状況を見ると、概ね間違っていなかったかなと安堵しています。

学生教育や最先端の研究に関わることができる大学において「技術職員は楽しい！」と言えるのではないのでしょうか。目標とやる気があれば、やりがいがあればさらに楽しいものとなります。皆さんも、周りにアンテナを張り、隣（周囲の人）を思いやりながら、楽しい技術職員人生を歩んでいただきたいと心から願っています。

最後に、これまで関わってくださった全ての皆様に心からお礼申し上げますとともに、後輩の技術職員の皆様方より一層のご活躍をお祈りして結びといたします。

---

1) 丹松美由紀, 2020. 技術職員よもやま話, 大阪大学理学研究科技術部 技術部報告 2019年度

\* E-mail: tanma@tottori-u.ac.jp

## 付録

技術部の組織化の歴史に関する資料を以下に掲載します。

今後、本技術部の歴史について興味を持たれた方の参考になれば幸いです。

なお、技術組織の歴史について知りたい方は、筆者も発刊に携わった大学技術職員組織研究会の「技術職員組織読本」をご一読いただけると幸いです。

年	鳥取大学技術部	全国の流れ	備考
1977(S52)		国大協:「研究技術専門官制度問題小委員会」を設置 ※ 教室系技術職員の処遇改善のための新制度の検討スタート	
1978(S53)		2月 国大協: 研究技術専門官制度問題小委員会で研究技術専門官(俸給表新設)の構想試案を提起	
1982(S57)		6月 国大協:「研究技術専門官制度の新設に関する要望書」具体的な俸給表の提示	
1983(S58)		人事院: 俸給表改正に伴い「専門技術職俸給表」構想を発表	
1985(S60)		4月 人事院: 専門行政職俸給表を新設(航空管制官等移行) ※ 教室系技術職員は条件整備できれば新俸給表を適用すると表明 文部省:「技術職員待遇改善検討会」発足 10月 文部省:「検討会の中間検討状況について」を発表 11月 文部省: 第1次案提示「専行職、教育職に職務内容に関わらず学歴、資格によって区分」	
1986(S61)		3月 文部省: 第2次案「まとめの骨子」発表「専行職、行政職 職務を画一的に技術開発と実験実習に区分」※ 大学高専技術官…専行職適用(3,987名) 実験実習官…行(一)適用(2,372名) 技術職員の分断化 11月 国大協: 文部省第2次案への見解発表 「文部省案で合意することは困難」→ 頓挫	
1987(S62)		6月 国大協:「技術職員問題について」発表 ABC案の打開策提案 11月 国大協:「再び技術職員問題について」発表	
1988(S63)		6月 国大協:「教室系技術職員の組織化について(照会)に対する各大学の回答とまとめと提言」発表 ※専行職俸給表適用を前提として暫定的処置の組織化を推進	
1989(H元)		6月 国大協:「教室系技術職員の組織化と研修の現況に関するアンケートについて」依頼	
1990(H2)		4月 東大を皮切りに技術職員の組織化が進行	
1993(H5)		国大協: アンケート回答を踏まえての提言「職務の考え方、具体的職務内容の提示…これらの職務を担当する官職を専行職官職として検討」 4月 名工大で技術部発足	

1970年代後半から1990年代にかけて、技術職員が抱えるさまざまな問題点に対して、国立大学協会、文部省(当時)、人事院、職員組合などがそれぞれの立場から問題解決に向けて提言や見解を示してきた。当時の大学職員は国家公務員であり(行政職(一))が適用されていた。

筆者は1977年入職。当時の本学の技術職員はほとんどが高卒、大卒は化学系の女性職員2名のみ。専門が必要な学科は実業高校卒、秘書的業務を期待する学科は普通科高校卒という状況であった。1977年、まさに筆者が働き始めた頃に、国大協で「研究技術専門官制度問題小委員会」が設置され、教室系技術職員の処遇改善のための新制度の検討がスタートした。

年	鳥取大学技術部	全国の流れ	備考
1995(H7)	<p><b>学部(医学部、工学部、農学部)技術部組織化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・9月27日 鳥取大学教室系技術職員の組織に関する取扱要項(学長裁定)</li> <li>・11月 「鳥取大学工学部(総合情報処理センターを含む)技術職員の組織に関する内規」 「工学部技官の組織と配属に関する申し合わせ」 技術長－班長－主任－鳥取大学技術官</li> <li>・11月「鳥取大学農学部及び乾燥地研究センター技術職員の組織に関する内規」</li> <li>・12月「鳥取大学医学部技術職員の組織に関する内規」</li> </ul>	<p>12月 国大協: 「教室系技術職員の専門行政職俸給表への移行について(要望)」発表 ※統一基準(適用範囲, 資格基準, 移行時の取扱い等)を提示</p>	
1996(H8)		<p>3月 人事院: <b>専門行政職俸給表を適用しないことを表明</b></p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・教室系技術職員は省令上の規定がなされていない</li> <li>・公権力(※注)の行使ができる職種ではない</li> <li>・大学の技術職員はその職務内容が著しく多様であり, 均質性がない</li> </ul> </div>	
1997(H9)		<p>ここまで国大協、文部省、人事委員で協議されてきた専門行政職俸給表適用が困難となったことで行政職(一)で新たに「職」の導入を決定</p> <p>8月 文部省: 「大学・高専の教育研究にかかわる技術職員問題について」を発表 ※組織化の推進, 新たな職の導入</p> <p>11月 文部省訓令第33号制定 「技術専門官及び技術専門職員に関する訓令」</p>	
1998(H10)	<p>2月19日 ○鳥取大学における<b>技術専門員及び技術専門職員に関する規程</b>(鳥取大学規則第八号) ※技術部の存在目的が定義されていない</p>	<p>4月 訓令第33号による技術専門職(技術専門官, 技術専門職員)導入</p>	

国大協は統一基準(適用範囲, 資格基準, 移行時の取扱い等)を提示して専門行政職俸給表の適用を求めたが, 人事院が拒否。技術職員の専行職摘要が困難となったことで, 行政職(一)で新たに「職」の導入を決定し, 技術専門職(技術専門官, 技術専門職員)導入となった。本学でも全国の流れをうけて, 平成7年に各学部技術部が設置された。また, 平成10年には技術専門職制度が導入された。

年	鳥取大学技術部	全国の流れ	備考
2000(H12)	10月23日 工学部技術部組織検討委員会活動開始		
2001(H13)	3月22日 全体会「技術部の現状と将来について」の中間報告(工学部技術部) → 学部長へ提出		
2002(H14)	・3月 技術部報告 第1集発行(工学部技術部) ・9月 中国・四国国立学校等技術専門職員研修 ・9月 「工学部技術部将来構想についての答申」工学部技術部組織検討委員会		
2003(H15)	・工学部技術部 3月10日 全体集会:技術部組織化(グループ分け)案 試行 4月 運営委員会 組織検討専門部会、業務専門部会、研修・編集専門部会 7月14日 工学部長「技術部のみなさんへ」組織再編の方向性 ・医学部技術部 10月 技術系職員「あり方」検討WG発足		
2004(H16)	・総合情報処理センターの技術職員は総合メディア基盤センター全学化に伴い、 工学部技術部から学術情報部所属となる。 ・医学部技術部 実務委員会実働開始、 9月 医学部技術部組織化検討WG発足 医学部技術部組織改編 現技術部室を確保 ※「独立行政法人化にともなう教室系技官組織の再編への提言」 ・医学部技術部から工学部技術部に提案 技術職員の状況に対する改善を総務に申し入れたが、単学部のみへの 対応はできないので全学でまとまる必要があるとの方向性を示された ○事務と同格(課として課長、係長を配置する) ○定員削減への対応(解剖業務以外の不要論) ○講座配属の形態 → 一つの部屋に集まる ・工学部技術部 12月「鳥取大学工学部技術部組織の再編への提言」学部長へ提出	4月 国立大学法人発足 ※国家公務員から非公務員型 法人職員へ	第1期 中期計画に 「技術職員の専門性の高い技術を全学的に有効 活用するため組織を見直し、集約化を図る。また、地 元大学として産業界への貢献の観点から技術職 員の派遣について検討する。」 と盛り込まれ、組織の見直しの動きが始まった。
2005(H17)	・4月 技術部組織検討WG(学部長諮問) ・5月 医学部技術部 支援業務開始 ・9月9日「第1回 工学部技術部技術発表会」以後毎年開催 ・11月 技術部組織検討委員会(工学部)発足	一元化の議論は技術部ではかなり前から検討されていた。	

工学部では教員主導の組織検討委員会が立ち上がり、技術部報告の発行や研修会の開催など活発な活動が始まった。

年	鳥取大学技術部	全国の流れ	備考（技術部活動）
2006(H18)	工学部技術部 ・8月 組織検討委員会 組織改革の中間報告を提出(工学部長) ・10月 業務依頼試行 ・12月 <b>組織化講演会</b> 「三重大学工学部工学研究科技術部の組織・業務・評価について」 ～従来プラスαの職務への取り組み～ 三重大学工学部技術部 技術長補佐 「名工大技術部の危機！」～ダメ出しされた技術組織の再生～ 名古屋工業大学技術部 技術主幹		3月2-3日 第1回実験・実習技術研究会 開催(参加者244名)
2007(H19)	・2月 最終報告書「技術部組織改革の実施に向けて」答申 ・4月 <b>工学部技術部組織再編</b> 1日「鳥取大学工学部技術部に関する規則」 「同上(運営委員会)」「鳥取大学工学部 実務管理委員会要項」「鳥取大学工学部技術部業務受託規程」施行 ○工学部技術部において長期目標・計画を定め、技術支援業務の見直し、研修制度の確立、全学的業務への取り組みを開始 ○業務依頼書による専門業務受託スタート「業務・企画会議」業務受付窓口 ○技術部室(新規採用者の居室)、▲各学科に支援室設置 技術部長(工学部長)ー技術長ー副技術長ー 従来の8学科1センターの枠組みをベースとした4班から専門分野別の4グループ		工学部技術部研修会 ・9月 労働安全衛生講習会 「職場のメンタルヘルス」 保健管理センター所長 「鳥取大学の安全衛生管理体制」 人事管理課労務安全係長 「大学の安全衛生管理-技術職員が何をするの？」 大阪大学産業科学研究所技術室長

2期 中期計画案「教育研究支援機能を充実するため、技術職員の資格取得の推進、専門的研修の充実等の具体策を講じる」

- ・ 組織改編後の技術職員の専門技術の高度化、資格取得、高度な専門技術研修の推進
- ・ 業務、プロジェクトの立案・実行

一元化前の技術組織の課題

- ・技術組織、技術職員の位置づけの明確化
- ・人材、専門的スキルの有効利用
- ・職務の命令系統と役割の明確化(仕事の整理)
- ・役職並びに責任の付与(職責)
- ・モチベーションの維持、向上
- ・給与面での待遇、管理運営面への参画
- ・定員削減の対応策

もっとぶっちゃけた問題

研究室に張り付いた技術職員をどうするか

- ・ついている研究室とそうでない研究室との不公平
- ・研究室(教員)により、技術職員の扱いが違う → 育ててくれるか、便利に使うか
- ・上司と合わないときの不幸 → 辞めるか異動するか(事務へ、他大学へ)
- ・年齢が高くなってからの不幸
  - 教員が変わり、習得した技術が使えなくなる
  - 年上なので教員も使いにくい → 使えない技術職員の出来上がり…

平成19年4月工学部技術部改組。独自の長期目標・計画を定め、業務の見直し、研修制度の確立、全学的業務への取り組みを開始、業務依頼書による専門業務受託をスタートした。工学部技術部では研究室配属の状況を解消するため技術部室を設置し新規採用者の居室とした。それとは別に各学科に支援室を設置したが、従来の学科配属の意識の変換には至らなかった。

年	鳥取大学技術部	全国の流れ	備考
2008(H20)	<p>3月 工学部技術部 自己点検書 将来構想WGにおいて検討</p> <p>9月 工学部技術部 発表会</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・技術職員による発表会</li> <li>・技術組織に関する講演会</li> </ul> <p>法人化5年を経過して（経営企画部長） 技術部組織改組への道のり～技術組織の運営と将来展望～ （名古屋工業大学技術部 技術企画課長）</p> <p>12月 3学部技術部から各学部長宛てに「法人化後の鳥取大学技術職員及び組織に関わる要望」提出</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・法人化前に制定された学長裁定、規則等の見直し</li> <li>・中期計画、年度計画における検討を要望</li> </ul> <p>技術部将来構想WG</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6月 「技術部の将来を考える会」</li> <li>10月 「技術部将来構想WG」実務管理委員会承認</li> <li>11月 大学次期中期計画案の対応を検討</li> </ul> <p>平成21年2月 大学次期中期計画案の対応を検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>8月 技術職員の育成(新人教育)</li> <li>11月 技術部としての、新規採用者の技術分野の検討、新規採用者の研修</li> </ul> <p>平成22年2月 技術部将来構想WGのあり方</p>		<p>工学部技術部研修会</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・4月 AED講習会</li> <li>・9月 工学部技術部 発表会</li> <li>・12月 安全衛生講習会</li> </ul> <p>「安全配慮義務について」工学部事務長 「鳥取大学における安全衛生管理の現状と課題について」人事課労働衛生係長 「技術職員の個人と組織～One For All-All For One～をめざして」神戸大学技術室副技術長 「大学における事故・災害の原因とその対策」鳥取県産業環境協会 安全衛生コンサルタント</p>
2009(H21)			<p>工学部技術部研修会</p> <p>「PRTR制度の概要について」県環境課主事 「PRTR制度に対する鳥取大学の状況について」施設環境部環境・計画室長</p>

工学部技術部では、自己点検書を作成し自己評価をおこない、将来構想WGにおいて検討を重ねた。

毎年一回開催する工学部技術部研修会では、技術組織の見える化も視野に入れて、他大学の技術職員や本学の事務職員を講師に招き、スキルアップを図った。

年	鳥取大学技術部	全国の流れ	備考
2010(H22)	<p>・2月5日 <b>3学部技術部合同研修会開催</b> 講師：熊本大学工学部 副技術部長、広島大学技術センター 技術統括研究担当事務から、<b>広大モデルでの一元化検討を指示</b></p> <p>・3月24日 <b>一元化について学部長と意見交換</b></p> <p>・4月6日 理事と一元化に対する打ち合わせ、工学部技術部の意見、現状の報告、一元化の組織図案を出すよう要請された 工学部、医学部技術長、理事で数回意見交換を行った。 学部長ベースのワーキング構想があったが進展せず、次期理事への引き継ぎ事項とされた。</p> <p>・<b>事務・技術職員人事評価制度専門委員会WG(各学部技術長他)で新しい技術職員評価の提案。</b></p>		安全衛生研修会開催(工学部技術部) 新規採用者2名による発表とフリーディスカッション
2011(H23)	<p>・6月29日 <b>設備サポートセンター構想に関するヒアリング</b> 研究理事、各学部長、生命機能、乾燥地センター長、技術職員代表 <b>設備サポートセンター整備事業に次年度申請するため、技術職員のサポート体制の構築が必要、一元化を目指す</b></p> <p>・8月8日 <b>一元化打ち合わせ開始</b> 研究理事、研究協力課、技術職員代表 設備サポートセンター構想に合せて早急に、一元化を検討する 9月中に技術職員側の一元化案を出すよう要請→翌3月に役員会で承認 従来業務の継続をはかり、現状の業務体系を大きく変化させるものでないこと、<b>パーチャル!</b> 12月 *名古屋工業大学技術グループと姉妹技術組織提携覚書調印</p>		<p>第1回工学部技術部研修会「リスクアセスメント研修会」安全衛生コンサルタント 第2回工学部技術部研修会</p> <p>・技術組織交流締結調印式:(名工大技術グループ アシスタントグループディレクター ・「一元化に関する説明と技術職員に期待すること」: 研究担当事務 ・「一元化は何をもたらすのか?」: 名工大技術グループチームリーダー</p>
2012(H24)	<p>「震災復興・日本再生支援事業」被災地における理科支援事業 ~全国大学技術組織連携による「出前おもしろ実験室」プロジェクト~ ※ 3月27日 「鳥取大学技術部規程」(鳥取大学規則第41号)及び「鳥取大学技術部業務調整会議細則」制定 (それまでは学部内規定のみ) 4月1日 全学技術部発足(4月) トップダウンによる一元化</p> <p>8月 平成24年度中国・四国地区国立大学法人等技術職員研修(電気電子、情報処理分野) 平成24年度中国・四国地区国立大学法人等技術職員組織マネジメント研究会(第1回)</p>		<p>※ 第1回：2月14日-15日 鳥取大学、大分大学、東北大学 第2回：5月10日-11日 鳥取大学、大分大学、東北大学、名古屋工業大学、大分大学</p>

## 組織一元化の目的

- ・人材、専門的スキルの全学的活用
- ・優秀な人材の確保と育成
- ・組織の位置づけ、業務の確立(見える化)
- ・待遇改善:技術職員のキャリアパスを示す

限られた時間でまとめあげ、とまかく技術部はスタートしたが、技術職員側の提案が認められたものではなく、課題は山積みであった。

大学及び技術職員のための技術組織を確立していくためには、実績を積み上げて要望を実現していくことが必要であり、支援業務の効率化を図りながら、大学の実績報告に技術部関連実績を盛り込めるよう、新たな業務・プロジェクトの提案を行っていった。

鳥大技術組織の歩み(技術職員問題に関する経緯) 一元化以降

No.7

年	鳥取大学技術部	問題点	備考
2012(H24)	全学技術部発足(4月) トップダウンによる一元化 全学一元化に伴い、鳥取大学規則「鳥取大学技術部 規程」(鳥取大学規則第41号)及び「鳥取大学技術部 業務調整会議細則」で定められた(平成24年3月27日 制定)(それまでは学部内規定のみ)	・トップダウンによる急激な一元化 ・設備サポートセンター整備事業 に申請するための <b>バーチャル</b> 的組 織との認識をもつ教員が多かった。	一元化スタートしたが、 <b>以前の支援業務 を担保</b> する必要があり、 急激な変化はない。 組織の変化についていけない職員も多く、 意識改革が必要。
2013(H25)	3月 <b>第1回 技術部技術発表会開催</b> 9月 平成25年度 機器・分析技術研究会開催(参加 者215名) <b>第1回 全体研修会</b> <b>「大学における技術職員の役割」</b> <b>広島大学技術センター長 山本陽介教授</b>	<b>統括技術長が一年で交代</b>	
2014(H26)	<b>内部・外部評価実施</b> 10月 資料集作成 外部評価「自己評価書に係る所見」	<b>外部評価委員</b> ・名古屋工業大学 技術部次長 ・核融合科学研究所 技術長 ・岡山大学資源植物科学研究所 技術部班長	工学・情報系 <b>部門研修会</b> 「事故・災害の防止につながる[ロール機、 回転体 他]体感研修」鳥取県産業環 境協会労働安全・衛生コンサルタント
2015(H27)	1月 内部評価「判定結果」 <b>①技術部の認知度</b> ②技術部の業務状況 ③技術部と各学部等との連携 ④技術部の管理運営 ⑤技術部の技能伝承 <b>※外部評価では非常に高い評価を受けた</b>	<b>技術部を元に戻すという意見も</b> ▲従来から支援を受けている教 員からは溝を感じるという意見 ▲マイナス面を一元化のせいにな される	工学・情報系 <b>部門研修会</b> 「アクティブスキルの獲得について」 地域学部地域教育学科 教授 「発達障害のある学生支援」 地域学部地域教育学科 教授 ・事務職員オブザーバー参加数名
2017(H29)	<b>技術発表会</b> <b>『鳥取大学技術部への期待』</b> <b>総務・財務・施設担当理事</b>	一元化(部局化)により ・年度計画、業務実績報告に一部局として記載されることで業務の明確化 につながった ・技術部の組織が整備され、技術支援及び技術職員同士の協力体制が整う ・共同利用施設・センター等への技術支援をはじめ、情報基盤業務、安全 衛生管理 業務など、全学的なサポートが行えるようになった ・「鳥取大学技術部規程」により地位の確立が図れた ・専門員数が増えた(1→4) ・技術専門員に6級ポストが付いた ・管理職が配置され技術職員による人事(採用、評価)を行うようになった (正常な個人評価が動き出した)	
	教員、事務職員、技術職員の意識が、学部技術部から脱却できていないので、真の全学技術支援体制に移行できず足踏み。		

## 一元化後の問題

2019.02 執行部会資料から

### 技術部が抱える諸問題

#### (1) 組織の位置づけ

技術部が関係する規則や一部局としての位置づけにあいまいな部分が多い。

#### (2) 組織形態について

一元化前の学部（医学部，工学部，農学部）所属の技術部を引き継いでおり，業務依頼により全学に対して技術支援するという業務形態が外部に伝わりにくい。また，従来支援していなかった部局などからの依頼業務の増加に伴い，現在の体制では対応しきれない状況にある。さらに，一元化後も一部の職員は居室が支援先にあり，技術部内において組織化に対する意識の違いが生じている。

#### (3) 労務管理について

勤怠管理業務や予算管理業務等の一部又は全てを，一元化前と同様，関係部局に委託している。そのため，部局により取り扱いが異なるなどの問題があり，技術部全体の勤務時間管理や予算状況等が把握しにくい。また，技術職員が不慣れな事務作業を行うことは非効率であり，技術支援力の低下が懸念される。

#### (4) 技術部運営経費について

技術部全体の経常運営費がないため，技術部全体の業務が年度当初から計画的に実施できず，大学の年度計画の遂行にさえ支障がある。また，全学組織である技術部の運営に係る経費を，限られた部局のみが支援しており，不公平感が生じている。

#### (5) 技術部役職者の格付けについて

役職者の格付けが明確になっていないため，キャリアパスを示すことができず，優秀な人材の確保や若手職員のモチベーションの維持に支障がある。

年	鳥取大学技術部	全国の流れ	備考
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新規採用試験への実技導入</li> <li>・技術専門員、技術専門職員への昇任試験の導入</li> <li>・技術部総覧作成</li> <li>・機器分析系職員の増強</li> <li>所属の明確化、共用機器管理(設備サポート事業)、研修強化、全国での活動促進…</li> </ul>		
2018(H30)	5月 学長裁量経費(大学改革推進経費)ヒアリング 7月 学長との打ち合わせ <ul style="list-style-type: none"> <li>・執行部会で技術部組織見直しの方向性を承認</li> <li>・局長、各部局長との打ち合わせ</li> </ul>	3月 「大学技術職員組織研究会」立上げ 12月 「第1回 科学技術基本計画について考える会」→「有志の会」	2018年4月改組を目指すが断念  研究推進機構設置
2019年 (H31、R1)	1月 運営委員会で組織見直しについて承認 2月 執行部会で組織見直し承認 4月1日 組織改編 <ul style="list-style-type: none"> <li>・一部局としての技術職員組織(管理)体制の充実</li> <li>事務担当の配置、財源の確保、独自評価、若手職員の育成制度、管理職の任期制撤廃、待遇改善、キャリアパスの明示</li> <li>技術組織、職員の可視化 → 技術部の一元化の意義とメリットを広く浸透させる</li> <li>・マネジメント能力を備えた技術職員の育成</li> <li>・定員削減の対応策(人材とスキルの有効活用) → 新規採用計画と技術職員独自の採用制度の確立</li> </ul> 鳥取大学新キャリアパス構想、UTA配置 9月 大学技術職員組織研究会「米子会議」開催 11月 UTA研修	1月 ・「有志の会」文部科学省科学技術・学術政策局研究基盤課へ「技術職員の活躍促進について」を提出。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・文科省高度化委員会に代表2名出席</li> <li>・内閣府(総合科学技術・イノベーション会議 有識者議員懇談会)、文科省の会議資料に多数の技術職員に関する資料が掲載される</li> </ul> 9月 令和元年9月12日 内閣府・総合科学技術・イノベーション会議有識者議員懇談会資料 「研究力強化・若手研究者支援総合パッケージ」 10月 文部科学省・科学技術・学術審議会 総合政策特別委員会「知識集約型の価値創造に向けた科学技術イノベーション政策の展開 ― Society 5.0 の実現で世界をリードする国へ ― 中間取りまとめ」 ③ 技術職員の育成・活躍促進やキャリアパス構築	執行部会資料 【組織見直しについて】 【技術部組織ポンチ絵(A4横版)執行部会資料(改)】
2020年(R2)	1月 技術職員の活用に関する意見交換会 対象:執行部 講師:東京工業大学 江端教授 技術部戦略会議設置	文部科学大臣表彰 研究支援賞新設 文部科学省コアファシリティ事業開始	
2021年(R3)	コアファシリティ化、DX化・スマートラボ化への対応	1月 第1回研究基盤EXPO	情報基盤機構設置
2022年(R4)	中四国地区技術職員研修会、マネジメント研究会開催		TCカレッジに3名入学
2023年(R5)	「鳥取大学発『出前おもしろ実験室』プロジェクト」が「令和5年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞(理解推進部門)」受賞	一般社団法人 研究基盤協議会発足	情報基盤機構が情報戦略機構に改組

全国の流れについては、名古屋工業大学 玉岡悟司氏に資料提供いただきました。

# バイオ創薬支援業務 2 年目を迎えて

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「創薬チーム」を編成し、協働・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。

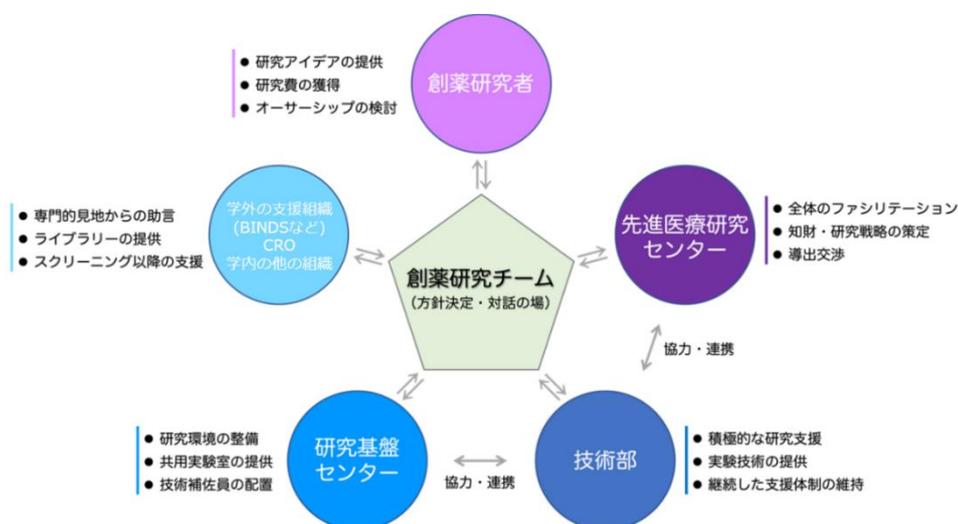


図 1 創薬研究プロジェクトの全体イメージ

先進医療研究センターが管理する創薬シーズの中から本プロジェクトで支援するシーズを選定し、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。

各案件の支援期間は最長 1 年間(年度初め～年度末まで)であり、研究の進捗や優先度に応じて年度毎に更新される場合もある。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 5 年度の創薬支援業務の実績

本業務は 2 年度目に入り、実務者 2 名体制(うち 1 名は令和 5 年 9 月に退職)で合計 8 件の創薬研究の支援を行った。筆者が実施した主な業務内容を下記に示す。

- (1) 化合物ライブラリーを対象としたスクリーニング実験の実施
- (2) アッセイに必要な組換えタンパク質の調製ならびに細胞培養
- (3) プラスミドベクターの構築ならびに大量精製
- (4) 遺伝子組換えウィルスの作製・ウィルスの力価測定

筆者が担当した案件のうち 2 案件については計画通りに遂行し、研究者の要望に沿った支

援を切れ目なく行えた。その一方で、技術部内のリソースが限られていることも影響して研究者と日程を合わせられず、研究計画からの多少の遅延が生じた案件もあり、大きく課題が残る形となった。

### 3. 技術部の支援体制構築に向けた取り組み

令和5年度は「実践期間」と称し、生物化学分野職員を中心に「創薬研究プロジェクト」の支援体制を整えるための取り組みを進めてきた。具体的には下記の通りである。

#### (1) 細胞培養を中心とした実践的な研修の実施

生物化学分野に所属する全職員が培養細胞の継代ならびに培養に付随する作業を経験し、その基礎的な技術を習得した。

#### (2) 実務担当者の増員を見据え、生物化学分野職員の創薬支援業務への参画を図る

各職員の適性から選定した2案件について研究者の承諾を頂き、生物化学分野職員全員が支援業務に部分的に携わった。ただし、他業務の都合で日程を合わせることが難しく、全面的な技術移転には至っていない。

全職員が創薬支援を行うためにエフォートを確保することは現状困難であり、充実した体制構築には時間を要する見込みである。

### 4. 「創薬ラボ」を拠点とした支援に向けて

創薬支援業務は、原則として研究基盤センター内に新設された「創薬ラボ」で行うことが計画されていた。しかしながら、実際には筆者が支援先に伺うことがほとんどである。その要因としては、支援先には各研究者の目的に合った設備が既に揃っており、なおかつ研究者の目の行き届く範囲で業務が行われる点にメリットがあるためと考えられる。

業務効率化の観点から考えると、できるだけ多くの支援を「創薬ラボ」に集約することが望ましい。また、同施設には先進医療研究センター・研究基盤センターの協力のもと、「創薬支援の効率化・省力化を目的とした自動分注機」が近日中に導入される予定である。今後は研究者の意向も尊重しつつ、実現可能な業務については創薬ラボの活用を積極的に勧めていきたい。

### 5. あとがき:より効果的な創薬支援を目指して

この一年を通し実際に業務を進めていく中で、本稿に挙げたような課題が多く見いだされた。これまでは同時期に複数案件の支援を並行して行ってきたが、今後は各案件の支援期間を限定して短期集中的に支援を行うスタイルへの移行を検討している。合わせて、「創薬支援」として実施する業務内容をより明確にする必要があると考えている。今後もよりよい支援の形を模索しつつ、引き続き業務に臨んでいきたい。

---

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

# 機械工作実習の紹介

○石渕信孝<sup>1\*</sup>，野波将宏<sup>1</sup>，河村直樹<sup>1</sup>，村松隆司<sup>1</sup>，秋山雅彦<sup>1</sup>

竹歳大樹<sup>2</sup>，大村敏康<sup>2</sup>

<sup>1</sup>工学技術部門 機械加工技術分野，<sup>2</sup>装置開発分野

## 1. はじめに

機械加工技術分野及び装置開発分野では，教育支援業務として工学部機械物理系学科の機械工作実習を担当している。

機械工作実習では，技術職員が主体となり実習で行う内容を考え，学生を指導している。本報告では，現在行っている機械工作実習の内容について紹介する。

## 2. 実習の内容

平成 16 年度以降，機械工作実習では「スターリングエンジンの製作」を行っている。これは技術職員の提案により，実習の教育効果をより上げることを目的として実習内容を見直したものである。

実習内容の見直し前は，旋盤作業，工作機械作業，溶接作業，手仕上げ作業，マシニングセンタ作業，ターニングセンタ作業の 6 作業に分かれ，それぞれの担当者が考えた課題を行っていた。（表 1）

表 1 実習内容（見直し前）

作業名	内容
旋盤作業	ボルトの製作（端面，外径，溝入れ，ネジ切り加工）
工作機械作業	フライス盤，割出台を使用し丸棒を六角棒に加工 型削り盤，研削盤等各種工作機械の紹介
溶接作業	アーク溶接機を使用し，突合せ溶接
手仕上げ作業	弓ノコ，鉄工ヤスリによる金属の切断，切削
マシニングセンタ作業	NC プログラムの作成とシミュレーション
ターニングセンタ作業	NC プログラムの作成とテストカット

実習内容の見直し後は、グループ毎にスターリングエンジンを1台製作する内容となっており、旋盤作業、フライス盤作業、溶接作業、手仕上げ作業、マシニングセンタ作業、ターニングセンタ作業の6作業でスターリングエンジンの各部品を製作し、最後に組立作業及び動作確認を行う。(表2)

これにより実習を通して図面確認→部品製作→組み立て→動作確認という流れとなり、各種機械加工法を習得する事に加えて、学生自身が製作した物を部品として使用し、組み立て及び動作確認をする事で、加工精度の重要性、機械材料の特性及び選定、機械要素(ネジ類、ベアリング、シール等)について、より具体的に理解することが出来るようになってきている。

表 2 実習内容 (見直し後)

作業名	内容	
旋盤作業	ヒートキャップの製作	
	ハウジング (旋削加工)の製作	
フライス盤作業	ハウジング (ミーリング加工)の製作	
溶接作業	ベースの製作 (アーク溶接機を使用)	
手仕上げ作業	コンロッド, クランク軸, クランクホイール, ディスプ レーサピストン&軸の製作	
マシニングセンタ作業	パワーピストンの製作	
ターニングセンタ作業	シリンダーの製作	
組立作業, 動作確認	スターリングエンジンの 組み立てと動作確認	

### 3. 実習で製作するスターリングエンジンについて

機械工作実習で製作するスターリングエンジンは、製作する部品数が少なくなるよう 1 シリンダーに 2 ピストンを配置する事ができる  $\beta$  型スターリングエンジンを採用し設計している。(図 1) ただし、実習時間が限られているため、フライホイール等の一部部品は組立作業の際に製作済みの物を提供している。

また製作する各部品については、極力複数の作業にまたがらずに製作できるようにしているが、ハウジングについては、旋削加工とミーリング加工が必要な形状であるため、旋盤作業とフライス盤作業の作業順に関係なく製作できるよう加工工程を工夫している。

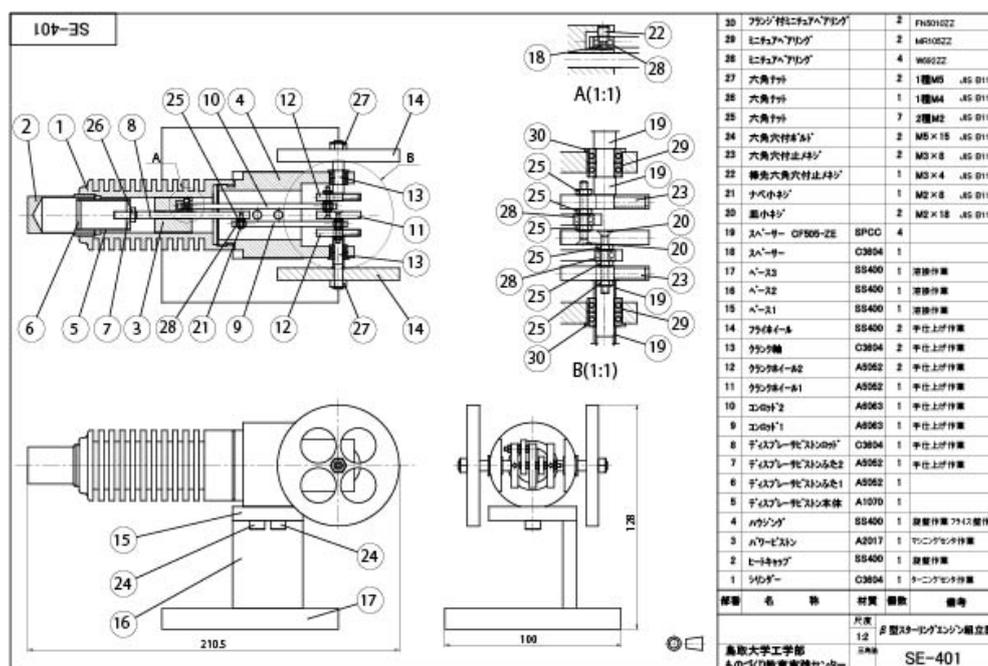


図 1  $\beta$  型スターリングエンジン組立図

### 4. おわりに

本学では、多くの技術職員が教育支援業務として授業の支援をしている。機械工作実習は、これまで述べてきたように技術職員が非常に大きく関わっている授業である。今後も実習を通して学生の機械設計製作技術への理解度を高める事が出来るように工夫をしていきたい。

\* E-mail: ishibuchi@tottori-u.ac.jp

# 退職にあたって

秋山雅彦\*

工学技術部門 機械加工技術分野

令和 6 年 3 月 31 日をもちまして定年退職することとなりました。早いもので採用されてから高齢者雇用期間も含めると 34 年が経ちました。これまで私を支えてくださった皆様に心から感謝申し上げます。

私は大学に採用になる前は日本国有鉄道米子鉄道管理局輸送室（現在の JR 西日本）で勤務していました。国鉄での仕事は、列車の編成替えや始発列車等の点検・制動試験などを主にしていました。その当時の助役からいつも口癖のようによく言われていた言葉が二つあります。一つは、「我々の仕事は消しゴムで消せる仕事ではない。やり直しがきかない。」という事です。ミスをすれば他人もしくは自分が怪我をするという事であり、絶えず緊張感をもって安全な作業をしなければならないと教えられました。そのため最終確認を怠るなということも学びました。安全に関する意識はこの時に身についたと自分でも思います。もう一つは時間を厳守し少なくとも 5 分前には現場に来て待機しなければならない、ということです。過去に私は 30 秒遅れで注意を受けたことがあります。この厳しい時間管理こそがさすが世界一正確な日本の鉄道だと肌で感じました。安全は、輸送業務にとっては最大の使命であるため、毎日聞かされ唱和させられました。その国鉄が昭和 62 年に分割民営化となり、私は退職を決意しました。

そして平成 2 年 4 月 1 日付けで鳥取大学技術職員に採用され、機械工学科付属機械実習工場（現在は工学部付属ものづくり教育実践センター）で勤務することになりました。主な業務としては、機械工作実習・実験装置の制作・機械の保守・管理等でした。実験装置の作製では、市販の物では対応できないものなどがありゼロから考えて依頼者の希望に叶う装置を制作しなければならないこともあります。そういった意味では仕事が単純にならず新鮮でもありました。もちろん単純な仕事もあります。私が最初に担当した工作機械がマシニングセンターで、実習の担当もマシニングセンターでした。数年担当した後、手仕上げ・旋盤・と代り、最後がフライス盤担当で退職を迎えることとなりました。若い世代の人と関わる時間も多く、毎日が新鮮でとてもよい刺激になったと思います。

地域貢献として、毎年夏休みの時期に小学生親子を対象とした鳥大ものづくり教室を開催し、たくさんの地域の皆さんに喜んでいただきました。ものづくりに汗を流しながら真剣に取り組んでいる子どもの顔は今でも忘れません。私にとってとてもよい思い出となりました。

最後に、多くの人から教わり支えられながら今日まで勤め上げることが出来たことを感謝致します。34 年間本当にお世話になりありがとうございました。まだ第二の人生は決まっていますが、自分なりに何かを見つけて前向きに生きていきたいと思えます。鳥取大学の益々の御発展を心からお祈り申し上げます。

---

\* E-mail: akiyama@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。主に鳥取県版避難所運営ゲーム（HUG）体験に携わり、防災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た。鳥取県版避難所運営ゲーム（HUG）体験、地震模型体験、防災食・防災工作体験では指導補助を担当した。

また、防災フォーラムではパネラーである学生の付添い担当として同行し、会場控室でパネラーの方と情報交換することができた。参加した件数は12件、携わった件数は2件であった。

## 2. 防災活動

表1に参加または携わった防災行事を示す。本学の学生と教職員、鳥取環境大学学生と職員、一般参加者、県職員と教員、各自治体の防災リーダー、小中学生と保護者を対象とした防災行事に参加した。令和5年7月8日の鳥取県女性防火連絡協議会研修では資料準備をしていたものの、前日までの大雨警報発令に伴い研修会は中止になった。令和5年9月5日の鳥取県版避難所運営ゲーム（HUG）体験では、鳥大防災 Lab の学生と教職員は参加できなかったが自治体職員の方々により実施され、日本海新聞で「鳥大防災 Lab が中心となって作成」の文言を加えて紹介された。

表1 参加または携わった防災行事

年月日	防災行事	対象	広報
R5年4月17日	地域防災学にて防災士の活動を紹介	『地域防災学』受講生	
R5年4月22日	シン防災DAY(日本海テレビ)	一般参加者	日本海テレビ
R5年4月27日	鳥取県版避難所運営ゲーム(HUG)体験会	教職員、学生、県職員	
R5年6月10日	美保南地区防災訓練(鳥取環境大学と協力)	美保南地区自主防災連絡協議会	日本海テレビ、公民館だより
R5年7月8日	鳥取県女性防火・防災連絡協議会研修	鳥取県女子防火・防災連絡協議会	
R5年7月15日	鳥取県地域防災リーダースキルアップ研修	各自治体の防災リーダー	
R5年7月31日	地域防災学にて静岡県版HUG体験会	『地域防災学』受講生	
R5年8月19日	鳥取市修立地区でHUG体験会	修立地区の小中学生および保護者、県職員	
R5年9月2日	青翔開智防災DAY(青翔開智中学校・高等学校FTA)	小中学生および保護者、県職員	日本海新聞
R5年9月10日	とっとり防災フェスタ2023(社会システム土木系学科のブース)	一般参加者	読売新聞
R5年9月10日	鳥取地震80年共催事業鳥取市防災フォーラム	一般参加者	日本海新聞
R5年9月5日	鳥取県版避難所運営ゲーム(HUG)体験会	県職員	日本海新聞
R5年10月5日	米子市立福生中学校教員への事前研修	教員	
R5年10月30日	米子市立福生中学校生徒への鳥取県版HUG体験会	中学生	

# 令和5年度「電子工作教室」実施報告

○馬場恵美子<sup>1\*</sup>，大村敏康<sup>1</sup>，笠田洋文<sup>1</sup>，河尻直幸<sup>1</sup>，宮崎裕介<sup>1</sup>，

山田有里子<sup>2</sup>，松井陸哉<sup>3</sup>，松浦祥悟<sup>3</sup>，水田敏史<sup>3</sup>

<sup>1</sup>工学技術部門 装置開発分野，

<sup>2</sup>情報システム部門 情報処理技術分野，<sup>3</sup>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，子どもたちのものづくりや科学技術に対する興味・関心を高めることに加え，技術職員のもつ技術力を学内外に広く伝えることを目的として，平成20年度から毎年さまざまな技術工作教室を開催している。

令和5年度は，電子工作教室を表1の概要で開催した。本イベントは参加人数に定員を設けているが，応募人数は毎年定員を超えており，抽選で参加者を決定している。新型コロナウイルスが流行した近年においても，その状況に変化は見られなかった。また，令和2，3年度に実施したオンライン形式の教室ではいくつかの課題が挙げられ，令和4年度は少人数の対面形式での試験的实施に至った。このことから，令和5年度は新型コロナウイルスが5類に移行したことを鑑み，昨年度と比較して感染症対策の緩和及び定員を倍となる20名に設定することで，コロナ禍以前に近い対面形式で実施した。

表1 実施概要

イベント名	電子工作教室「ミニ・イルミネーションを作ろう」
日時	令和5年12月16日（土）13:30～16:30
場所	鳥取大学工学部第21講義室
対象	小学生（高学年）～中学生
定員	抽選20名
参加費	無料

## 2. 実施内容

### 2.1. 工作物

今年度の工作物は，Green，Red，Warm white，Whiteの4本のLEDストリングを取り付け，色の組み合わせを変えながら点灯する「ミニ・イルミネーション」を製作した（図1）。イルミネーションの動作には，点灯と消灯を単純に繰り返すモードと，明るさを徐々に変化させて滑らかな点滅を繰り返すモードの2種類を用意し，プッシュスイッチを押すことで切替え可能とした。



図1 工作物外観

電源供給は USB とし、マイコンには ATtiny85 を使用した。 ATtiny85 には、電圧のオンとオフの高速スイッチングを繰り返すことによりアナログ出力を実現する PWM (Pulse Width Modulation : パルス幅変調) 機能が3つのピンに搭載されている。この3つの PWM ピンを、4本の LED ストリングのうち3本とそれぞれ接続し、滑らかな点滅モードにおける調光に用いた。残り1本の LED ストリングはデジタル出力ピンに接続し、瞬間的に点灯するアクセント用とした。

プログラムの作成及びマイコンへの書込みには Arduino IDE を用いた。 PWM ピンに接続した LED は、周期のうちに電圧がオンとなる割合 (デューティ比) を設定し出力することで、その割合に応じた明るさで点灯させることができる。単純な点滅モードでは、デジタル出力ピンと同様の動作となるようデューティ比 100%で点灯、0%で消灯させた。一方、滑らかな点滅モードでは、デューティ比を少しずつ大きくしながら出力し続けることで徐々に明るくなるように点灯、またはデューティ比を少しずつ小さくしながら出力し続けることで徐々に暗くなるように点灯させた。

## 2.2. 広報活動

本イベントを周知するために、チラシと専用ホームページを制作した (図 2 及び図 3)。どちらにも開催時の感染症対策を掲載した。感染症対策は、参加グループ毎のソーシャルディスタンス、換気、消毒液設置という本プロジェクトで対応可能なことだけに留めた。

チラシは鳥取市内の小中学校に連絡を取り、許可を得た学校へ配布した。専用ホームページは、チラシのほかに鳥取大学及び地域価値創造研究教育機構のホームページからも案内を行った。



図 2 チラシ



図 3 ホームページ

## 2.3. 電子工作教室

今年度の応募人数は 33 名であり、例年通り定員を上回る事となった。そのため、工作物や工具の数、および当日対応するスタッフの人数を考慮したうえで、参加者を 20 名から 23 名に変更し、抽選にて決定した。当日は 21 名 (2 名欠席) が本イベントに参加し、職員スタッフ 5 名と電気情報系学科の学生スタッフ 1 名で対応にあたった。会場の様子を図 4 に示す。

工作ははんだ付けが主な作業となっており、使用する工具の中には高温になる物や鋭利な物が含まれるため、取扱いには十分注意しなければならない。さらに参加者のほとんど

がはんだ付け作業初心者である。したがって、はんだ付け手順の説明には、一連の動作を収めた動画の再生や、テキストを用いて電子部品やその取付け位置・取付け方向などを図や写真で示すなどして、わかりやすさを心掛けた。加えてスタッフが参加者を見て回り、個別の質問回答や工作指導を行った。

工作終了後には、LEDの調光の仕組みであるPWMについて、LEDの明るさと周期の点灯割合の対応を再現した実演を交えて紹介した。LEDストリングを固定した棒を振りながら明るさを変えていくことで、点灯割合を表す光の線の長さも変化していく様子が見えると、参加者からは「お～っ！」と驚く声が上げられた。



図4 会場の様子

### 3. アンケート結果および考察

本イベントの応募者及び参加者を対象にアンケートを実施した。応募者を対象としたアンケートでは本イベントを知ったきっかけを尋ねた。表2に示す集計結果より、応募者全員がチラシから本イベントを知り、加えて鳥取大学や地域価値創造研究教育機構からも情報を得ていたことがわかった。この結果からチラシ配布による広報効果の高さを確認した。

参加者を対象としたアンケートでは、工作の難易度、説明の理解度、イベントの満足度、今後の参加意欲、感染症対策の満足度、イベントの感想などを尋ねた。集計結果を図5及び表3に示す。工作の難易度は図5(a)より、やや難しい傾向であったようだ。例年と比べるとはんだ付けを行う箇所は少なかったが、カバーの組立てに力のいる作業があり、その点が難しく感じた原因の一つとして考えられる。説明の理解度は(b)より、ほとんどの人が理解しながら進めることができたものの、「どちらとも言えない」、「分かりにくかった」との意見もあり、指導や説明方法にさらなる工夫が必要に感じる。しかしながら、イベントの満足度を問う(c)では、全員から「とても楽しかった／楽しかった」との回答が得られ、さらに今後の参加意欲を問う(d)においても、95%が「参加したい」と回答し、総合的に満足度の高い内容であったといえる。また、感染症対策の満足度を問う(e)では、「十分」あるいは「ふつう」の回答のみであった。これはチラシとホームページで感染症対策を事前に知らせていたことから、参加者は同意したうえで応募しているためと考える。

表3に示す感想では、楽しかったことや面白かったことについて具体的な回答を得ることができた。初めてのはんだ付け体験のほかに原理説明についてもおもしろかったという感想があり、工作だけでなく知識の面からも工学や科学技術の魅力を伝えることができたと考える。

表2 応募者を対象にしたアンケート結果（応募件数28、うちグループ申込み4）

質問 このイベントを何で知りましたか？（複数回答可）	
回答	回答数
チラシ	28
鳥取大学公式ホームページ	1
鳥取大学地域価値創造研究教育機構ホームページ	1

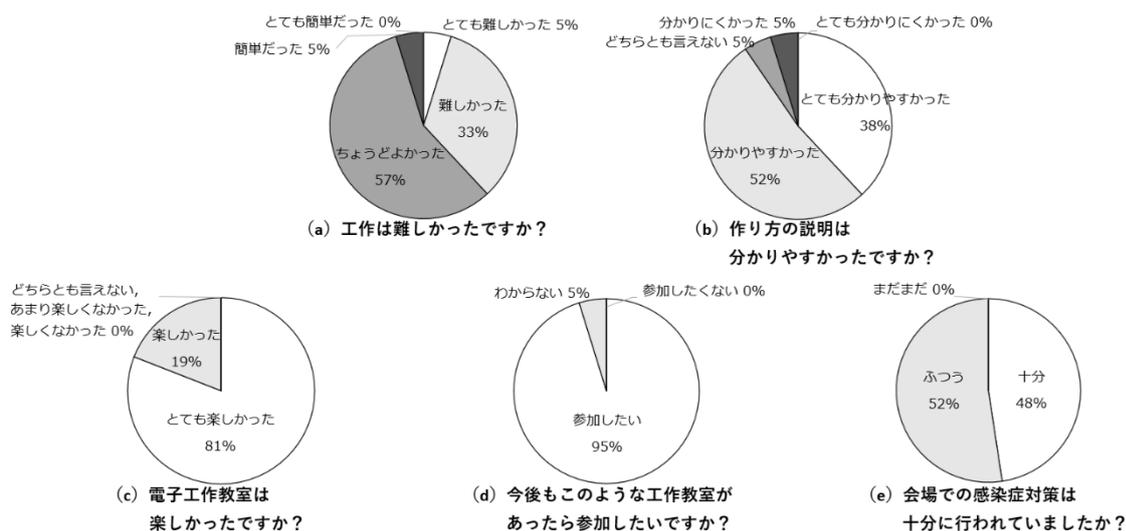


図5 参加者を対象にしたアンケート結果（抜粋）

表3 参加者の感想の一部（原文まま）

参加者	初めてはんだづけをして、楽しかった。
	とても楽しくて、完成したときの達成感がすごかったです。はんだづけは初めてだったけど、慣れてきたら楽しくできました。
	間違えた所をていねいに直してもらえて、うれしかったです。
	原理がおもしろかったです。家でもやってみたいです。
	点灯モードの説明がとてもおもしろかったです。
保護者	今日の工作教室は、いろいろな原理があったので楽しかったです。また工作教室があったら来たいです。
	初めてのはんだづけでとまどいましたが、慣れると楽しく出来ました。
	分からないところはスタッフさん達にフォローいただいて、助かりました。楽しくイベントに参加出来て、よかったです。ありがとうございました！
	親子で工作を楽しめました。
	子どもが工学について触れることができ、将来の進路の一助になったらと思います。これらの機会を設けていただきありがとうございました。

#### 4. おわりに

令和5年度の電子工作教室は、より多くの応募者にもものづくり体験の機会を提供できるよう、コロナ禍以前に近い対応で実施した。参加者対象のアンケート結果から、満足度の高い内容を提供でき、本プロジェクトの目的を達成したといえる。また、感染症対策をすれば問題なく活動が可能であることがわかった。今後も工学における技術や知識を楽しく学べる工作教室を継続して実施していきたい。

なお、本事業は鳥取大学の令和5年度地域連携エクステンション活動に採択され実施したものである。

1) 山田有里子ほか、2023. 2022年度電子工作教室 実施報告、技術部報告第9集、pp49-56.

\* E-mail: ebaba@tottori-u.ac.jp

# 工学部 E 棟の建物改修工事に伴う ネットワークの再整備について

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

工学部 E 棟の建物改修工事に伴うネットワークの再整備について、業務支援先である情報戦略機構の案件として対応したので報告する。主体部局である工学部、電気工事を所轄する施設課電気係、全学ネットワークおよび学内の情報セキュリティ関連を所轄する情報戦略機構の3者の意向をすり合わせて以下のように対応を行った。

## 2. 有線 LAN の整備について

E 棟の全階（1～4 階）に EPS（Electric Pipe Space）を設け、その中に EIA 規格の小型ラックを設置し、全学ネットワーク管轄のフロアスイッチを収容した。各部屋～EPS の LAN 配線は、原則、同じ棟、同じ階の EPS 内のフロアスイッチへ接続する方針とした。旧来は、棟や階を跨ぐ LAN 配線が存在していたが、障害時の原因特定や、メンテナンス時の通信断範囲の把握が困難になることなどから、原則廃止した。また、EPS を経由せずに各部屋を直結する LAN 配線（通称：渡り配線）も同様な理由で廃止した。これらは電気工事を担当する施設課電気係の近年の整備方針とのことだった。

E 棟内の既存機器を再配置しても不足するフロアスイッチについては、工学部が要求する改修工事関連予算で調達いただくよう調整した。設置後は全学ネットワークの管轄となり、故障時の対応も含めて情報戦略機構が管理する。全学ネットワーク（幹線）と、学部ネットワーク（支線）の責任分界点は、この EPS 内のフロアスイッチとなる。

## 3. 無線 LAN の整備について

これまで全学系の無線 LAN（eduroam）の電波が弱いエリアにおいては、研究室独自で市販の無線 LAN アクセスポイントを設置してカバーされているケースが多かった。しかしながら、これらが干渉して電波状況が悪化するケースも散見されていた。今回の改修工事を機に、原則、研究室独自設置の無線 LAN アクセスポイントは撤廃し、E 棟全域を概ねカバーするように全学系の無線 LAN（eduroam）アクセスポイントを再配置し、不足する分は増設する方針とした。増設分は工学部が要求する改修工事関連経費で調達いただくよう調整した。設置後は全学ネットワークの管轄となり、故障時の対応も含めて情報戦略機構が管理する。

## 4. 研究室側の NAPT 廃止について

これまで E 棟の多くの箇所では同一のクラス C のセグメントを使用し、同一ブロードキャストドメイン配下となっていた。このため、各研究室では研究室側に市販のブロードバンドルータを設置し、その NAPT（Network Address Port Translation）機能によりネットワークの境界を設ける対応が取られてきた。研究室内の NAS（Network Attached Storage）やネットワークプリンタが研究室外から見えることを避けるなど、一定の情報セキュリティ対

策を意図したものだ」と推察される。また、研究室と担当教員の居室が離れている場合、担当教員から研究室内の NAPT 配下のネットワークに接続するため、部屋間を独自に工事した LAN ケーブルで直接接続しているケースも散見された（通称：渡り配線）。渡り配線については完成図書等の資料が残っておらず、ネットワークの障害調査の際の障壁となる状況もあった。

近年、TU-CSIRT（鳥取大学情報セキュリティインシデント対応チーム）から、各部屋側での NAPT については、インシデント発生時に IP アドレスから端末を特定する作業の障壁となるため非推奨と通知されている状況もあり、今回改修工事のタイミングにおいて、E 棟内のブロードバンドルータによる NAPT は撤廃、他学科の一部で運用事例のある全学ネットワーク（幹線）側で研究室毎に VLAN を分ける方針とした。また、担当教員の居室を研究室と同じ VLAN とすることで、原則、前述の渡り配線も撤廃する。

対象 VLAN の有線 LAN 接続については、802.1X 認証を有効化し、認証ログから、ある時点の同 VLAN 内の IP アドレスの利用者を特定できる体制とする。無線 LAN 接続については、これに加えて、工学部が提供する研究室 VLAN と所属する構成員の鳥大 ID の対応表に基づいてダイナミック VLAN の設定を行うことで、対象者はサービスエリア内であればどこに居ても所属研究室の VLAN へ接続可とする。個人 ID での認証が困難な共有機器（NAS、ネットワークプリンタ等）の有線 LAN 接続については、工学部が提供する該当機器の MAC アドレスの一覧表に基づいて MAC アドレス認証を行うことにより接続可とする。IP アドレスの付与については、全学系の DHCP サーバによる自動付与とし、個人所有の端末の IP アドレスは所定範囲内で変動有り、共有機器の IP アドレスは変動無し（固定）とする。

これらの NAPT および渡り配線の撤廃に向けての対応については、工学部側も賛同いただいているところであるが、移行タイミングについては、建物の引き渡し時期となる年度末は、卒論、修論の対応等で余力がなく、この時期のネットワーク関連の設定変更による混乱は避けたいとの強い意向があり、翌年度前期へ持ち越すことになった。

## 5. 今後について

本稿執筆時点（2024 年 2 月末）において、持ち越し作業を除く、ネットワークの再整備を含めた建物改修工事は完了しており、完成検査後、引き渡しになる。以後、学内の仮移転先で生活されていた各居住者が改修工事後の各居室へ順次戻られるが、この時点では従来通りの研究室側での NAPT ありの接続となり、大きな混乱はないものと想定される。その後、翌年度前期中に順次 NAPT 撤廃の対応を行う予定としており、平行して研究室独自設置の無線 LAN アクセスポイントの撤廃も進めることになる。

最後に、翌年度以降も複数の建物改修工事の予定が控えていると聞いており、今回の対応内容が素案となればと考えている。

---

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

# 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

○安藤敬子<sup>1\*</sup>，河尻直幸<sup>2</sup>，松井陸哉<sup>3</sup>，水田敏史<sup>3</sup>，馬場恵美子<sup>2</sup>，  
松浦祥悟<sup>3</sup>，橋本正満<sup>1</sup>，岡正子<sup>3</sup>，笠田洋文<sup>2</sup>，丹松美由紀<sup>3</sup>，  
横野瑞希<sup>3</sup>，大村敏康<sup>2</sup>，岩田千加良<sup>2</sup>，宮崎裕介<sup>2</sup>，山田有里子<sup>1</sup>，  
山中博斗<sup>2</sup>，村松隆司<sup>2</sup>，松浦香織<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 情報システム部門，<sup>2</sup> 工学技術部門，<sup>3</sup> 化学バイオ・生命部門

## 1. 概要

鳥取大学技術部では、2006 年度から、子どもたちに楽しみながら科学に接する機会をつくることを目的とし、小中学校等に実験機材を持ち込んで実験室を開催する「出前おもしろ実験室」プロジェクト（以下、本プロジェクト）活動を行っている<sup>1)</sup>。2010 年度からは「出前おもしろ実験室」に参加する本学学生を学生隊員として募り、「出前おもしろ実験室」（以下、実験室）を通じた学生隊員の科学力・人間力向上支援プログラムに取り組んでいる。本稿では本プロジェクトにおける 2023 年度の活動について報告する。

## 2. 2023 年度活動状況

2023 年度に実施した実験室等の本プロジェクト活動一覧を表 1 に示す。2023 年 5 月に新型コロナウイルス感染症の感染症法上の分類が 5 類に移行されたため、今年度の活動は対面で実施した。鳥取市立宝木小学校における実験室は、学生隊員が本プロジェクトの経験を活かして小学校で理科のサポートを行ったことがきっかけになっており、本プロジェクトで長年実施してきた地域貢献活動が実を結んだ一例であると言える。キッズクラブハレカイにおける実験室は本プロジェクトのメンバーの大半が所属する鳥取キャンパスから 90km ほど離れた鳥取県西部からの依頼であったため、会場に近い米子キャンパスや蒜山の森の技術職員と協働して実施した。湯梨浜学園中学校における実験室では発電に関連した課題研究を進めている生徒のグループから自転車発電実験の仕組みについての技術相談の希望があり、実験終了後に相談時間を設けた。また、学内外から注目されてきた本プロジェクト活動に関する講演依頼にも対応し、鳥取大学技術部における地域貢献活動の内容を紹介した。

## 3. 学生隊員の活動

学生隊員は実験室における児童生徒への実験指導に加え、昨年に引き続き希望者が「運営支援アルバイト」に携わった。「運営支援アルバイト」とは、担当する技術職員の負担を軽減するために、本プロジェクトの運營業務を支援するアルバイトのことである<sup>2)</sup>。今年度は 2 名が週に 2 時間程度ずつ運営支援に携わった。運営支援の内容は、開催予定の実験

表1 2023年度「出前おもしろ実験室」プロジェクト活動一覧

日付	場所（依頼団体）	対象	備考
4月30日（日）	鳥取市こども科学館	小学4年生以上 30名	鳥取こどもまつり
5月12日（金）、17日（水）、26日（金）	鳥取市立宝木小学校	小学5年生11名	授業時間（電気／物質／空気）
6月24日（土）	鳥取市立青谷小学校	小学4年生36名	
7月27日（木）	学内（北栄町中央公民館）	小学3～6年生 24名	大学見学等
8月5日（土）	鳥取信用金庫	小学生親子20組	
8月8日（火）	キッズクラブハレカイ	小学生46名	鳥取県西部
8月9日（水）	学内（親子で遊ぼう！女技の夏休み子どもサイエンス2023／主催大阪大学部局横断型女性技術職員ネットワーク）	小学3～4年生 親子80組	・本学担当5組 ・他機関とオンライン接続したハイブリット形式
8月19日（土）	学内（中国地域エネルギー環境教育研究会）	中国地域の大学研究者、教員など40名	講演依頼
9月16日（土）	鳥取市立浜村小学校	小学4年生44名	
10月30日（月）	鳥取大学附属小学校	小学6年生61名	
11月2日（木）	鳥取市立稲葉山小学校（稲葉山地区青少年健全育成協議会）	小学4～6年生 50名	
11月8日（水）	鳥取市立浜坂小学校（同校実験クラブ）	小学4～6年生 27名	授業時間
11月18日（土）～19日（日）	テレコムセンタービル／サイエンスアゴラ2023		科学イベント参加
12月6日（水）	学校法人湯梨浜学園湯梨浜学園中学校	中学2年生27名	授業時間
1月29日（月）	神戸大学工学部	教職員約30名	講演依頼

室に参加する学生隊員の募集連絡及びとりまとめ、実験室開催に備えた工作材料等の準備セット作業、実験室後に回収する参加者アンケートの集計作業等であった。

また、今年度は初めて「サイエンスアゴラ2023」に学生隊員5名と技術職員2名が参加した。サイエンスアゴラとは、あらゆる人に開かれた科学と社会をつなぐ広場の総称で、科学技術振興機構（JST）主催で毎年開催される大規模な科学イベントである。参加した学生からは「ブースへの引き付け方を学んだ」、「いかにして自分の話に相手を巻き込むかを学んだ」などの感想があり、見せ方、展開の仕方に関して大いに刺激を受けていた。実験に関しては、新たに生態系実験取り入れるヒントを得た学生や、細胞のみを透明化するCUBIC法に触れて小学生向け実験への応用を思い浮かべた学生もおり、今後これらに関連した実験開発につながることを期待された。

#### 4. 文部科学大臣表彰受賞

令和5年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞 理解増進部門を本プロジェクトの安藤敬子，河尻直幸，松井陸哉，馬場恵美子，水田敏史が受賞した。業績名は「大学生と取り組む地域密着型出張実験室による科学の普及啓発」である。この賞は，青少年をはじめ広く国民の科学技術に関する関心及び理解の増進等に寄与し，又は地域において科学技術に関する知識の普及啓発等に寄与する活動を行った者を対象に授与されるものである。このような荣誉ある賞の受賞に至ったのも，地域の皆様をはじめ，これまでご協力いただいた本学学生の皆様，ご支援をいただいた関係各位のご理解とご指導ご協力の賜物と考える。ここに深謝の意を表す。この度の受賞は，本プロジェクトの以下の取り組みなどに因るものと推察する。候補者数の上限が5名であったため，本プロジェクトで長年活躍し，かつ学生隊員活動支援担当を歴任した5名としたが，プロジェクト活動全体が評価されたものと捉えている。

- 子どもたちの理科離れ・工学離れが叫ばれる折に本プロジェクトを立ち上げ，長年にわたり大学生と共に地域に出向き，子どもたちに科学の楽しさを伝え続けている
- 実験室を出前する，技術職員主体の活動，各技術職員の専門技術を基に化学・電気・機械・情報など実験内容が多岐に渡るといった特徴を持つ
- 大学生と協働することで大学生に実践教育の機会を提供するとともに次世代の科学啓発活動の担い手の育成に寄与している
- 小中学校の授業時間に単元に合わせた実験の実施，小中学校理科教員対象の科学実験に関する研修会において講師を務めるなど，教育現場における理科授業の充実に貢献している
- 全国の技術職員対象の技術研究会で毎年活動報告を行うことにより，他大学に活動の輪が広がり，全国的な科学普及啓発の発展に寄与している
- 東日本大震災の折には本学技術部が主導し，賛同を得られた他大学技術組織と連携して国立大学協会の「震災復興・日本再生支援事業」に応募し，「被災地における理科支援事業～全国大学技術組織連携による『出前おもしろ実験室』プロジェクト～」を実施した
- コロナ禍においてもオンラインや Web を活用して科学啓発活動を継続した

これを励みに，今後も大学生とともに地域に根付いた科学啓発活動を継続し，子どもたちの科学やものづくりへの理解増進につながるよう努めていきたいと考える。

#### 謝辞

本プロジェクトの活動にご理解ご協力をいただいております地域の皆さま，鳥取大学の関係各位に深く感謝いたします。

本事業は，本学の令和5年度地域イノベーション創出に向けた実践的教育研究推進プログラム地域連携エクステンション活動及び令和5年度学長裁量経費により実施しました。

- 1) 橋本正満 ほか，“2022年度鳥取大学技術部発「出前おもしろ実験室」プロジェクト活動報告”，実験・実習技術研究会 2023 広島大学，2023年3月。
- 2) 笠田洋文 ほか，2023．「出前おもしろ実験室」プロジェクトにおける運営支援アルバイトの雇用とその評価，技術部報告第9集，pp27-30.

\* E-mail: k.ando@tottori-u.ac.jp

# 乾燥地研究センターでの長芋栽培

加納由紀子\*

生物生産管理部門 乾燥地科学分野

## 1. 概要

乾燥地研究センターは、砂丘利用研究施設の時代から、砂地圃場を利用して砂丘地で育つ作物栽培に取り組んできており、その1つとして長芋栽培を行ってきた。1992年に乾燥地研究センターとして改組してからも、農学部の学生実習を担うなどして栽培を続けてきたが、研究としての圃場利用が増えてきたこと、設備・機器類が増え、維持管理や研究協力を重点が置かれたこともあり、2015年で栽培を取りやめた。

今回、長芋栽培を長年担当してきた職員として、乾燥地研究センターで行ってきた長芋栽培について、2015年を栽培例として記録する。

## 2. 栽培について

### 2.1. 栽培基本情報

2015年作付は、砂地圃場 17m x 65m に 8 畝を作成した。連作障害を起こさないため、毎年使用圃場は変更して栽培を行った。

種芋は、昨年度収穫し保存しておいた長芋 300kg と購入した長芋 30kg を使用した。

表 1 基本的な肥料と農薬

肥料		農薬			
元肥	ハイフミン	240 kg	土壌消毒 クロールピクリン	41.25 kg	
	ミネラル宝素	60 kg	種芋消毒 ベルコート水和剤	100 g	
	セルカフレンド	120 kg	植付時 アドマイヤー 1 粒剤	3 kg	
	IBS1号	50 kg	栽培時	バイジット粒剤	18 kg
追肥	IBS1号	30 kg		ベルコートフロアブル	300 ml
	対策新有機入り化成S030	220 kg		デルフィン顆粒水和剤	300 g
	リンカ安F886	80 kg		コテツフロアブル	150 ml
				ダコニール1000	300 ml
		オルトラン水和剤		300 g	
		トレボン乳剤		300 ml	
		マイリノー（展着剤）	120 ml		

### 2.2. 栽培スケジュール（2015年）

3月18日 圃場の土壌消毒：専用アタッチメント（オーダーで作った約50cm深さに注入できる楕形のアタッチメント）をトラクタに取り付け、土壌中にクロ

ールピクリンを注入. そののち, ビニール被覆を行う.

3月31日 ビニールを剥がし, ガス抜きのためトラクタ耕耘=深耕を行う. その際, 深耕ロータリを使用 (深さ 100cm 程度).

4月2日 深耕 2 回目

4月9日 元肥 (表 1) を施肥

※ この期間, 水分を少なくするため, 晴れた日に種芋とする長芋の天日干しを複数回行う.

4月15, 16日 種芋作成: ベルコート水和剤を溶かした液剤に, 120~150g 程度の大きさに切った長芋を 15 分浸漬して, 風乾する. 2015 年度は種芋 1,936 個作成した.

4月23日 圃場に畝の目印をつけ (畝間 1m), 長芋畝立て用アタッチメント (図 1) を取り付けたトラクタで畝を立て, 電気柵を設置する.

4月24日 畝上に 30cm 間隔で目印をつけ, アドマイヤー1 粒剤を混ぜて種芋を植え付ける. 10cm 程度砂で覆土をし, スプリンクラーで灌水 1.5 時間行う.

※ 草取りを随時行う.

※ スプリンクラーによる灌水は天気を見ながら (※雨天時は止める), 週 3 日 1 時間程度, 植付後から 9 月初めまで行う.



図 1 長芋畝立て用アタッチメント



図 2 長芋生育期の様子

5月29日 芽出し肥 (F886 20kg) 施肥

芽が出てきたものから, 芽から 10cm 程度離して支柱 (消毒済み) を立てていく. 複数の芽が出てきた場合は芽かきをして 1 つの芽に絞る.

6月8日 追肥 (IBS1 号 30kg) 施肥

6月10日 追肥 (セラム有機 20kg) 施肥

6月中旬 支柱の高さより大きくなった芽は先端を切る. 先端を切ることで, 側枝が伸び始める.

6月17日 追肥 (セラム有機 20kg)

6月22日 農薬施肥 (バイジット粒剤 6kg)

6月24日 追肥 (セラム有機 20kg)

6月30日 紐で支柱を固定する. 間に鉄柱を入れることで, 風に対する強度を増やす.

7月2日 追肥（セラム有機 20kg, F886 15kg）  
 7月3日 農薬施肥（バイジット粒剤 6kg）  
 7月14日 薬撒用アタッチメントを取り付けたトラクタを使用して薬撒 300L（ベルコートフロアブル, デルフィン顆粒水和剤, マイリノー）  
 7月15日 追肥（セラム有機 20kg, F886 15kg）, 農薬施肥（バイジット粒剤 6kg）  
 7月22日 追肥（セラム有機 20kg, F886 15kg）  
 7月29日 追肥（セラム有機 20kg）  
 7月30日 薬撒 300L（コテツフロアブル, ダコニール 1000, マイリノー）  
 8月6日 追肥（セラム有機 20kg）  
 8月18日 追肥（セラム有機 20kg）  
 8月28日 追肥（セラム有機 20kg）, 薬撒 300L（オルトラン水和剤, マイリノー）  
 9月14日 薬撒 300L（トレボン乳剤, マイリノー）

※ 9月初旬で、長芋を充実させるため、スプリンクラーを止める（=水切り）（※図2 長芋生育期の様子）

※ 地上部の葉が黄色くなった頃合いで収穫時期と判断する。

9月15日 乾燥場（収穫した長芋を保管する場所）を作成。

10月7, 8日 地上部片付け：地上部を茎を10cm程度残して（※長芋の場所を把握するため）切断する。支柱・鉄柱を回収する。

10月14日 収穫開始（水堀り）（図3）

11月20日 収穫終了，圃場片付け（図5）

11月25日 販売用の箱作り，毛焼き準備

11月26日～12月3日 毛焼き（※長芋の細い根を焼いて見た目を良くする），箱詰め，規格外の長芋調整作業

生産報告量：3kg 箱入り 110 ケ，5kg バラ 56 ケ，規格外 5kg 178 ケ 計 1,500kg  
 （※作付け最終年ということで種芋を残さず）

12月10日 販売，引き渡し

12月18日 片付け，支柱洗い



図3 水堀り収穫



図4 手掘り収穫（学生実習）



図5 収穫した長芋

### 2.3. 砂地栽培・長芋栽培の注意点

栽培時の地下部の生育に影響（枝分かれ，曲がるなど）があるため，植付前の耕耘をしっかり行って土壌を均一にしておく．

植付が済んだ種芋は，イノシシの食害にあうため，すぐに電気柵等の対策を取る必要がある．また，鳥（おそらくカラスやキジ）による芽の食害や掘り返しもあるので，植付時の覆土の量が重要である．ただ覆土が多すぎる＝深く植付けすぎても芽が出ないため，10cm程度を基準とした．風で砂が移動して覆土が減った際は，再度覆土を行う．

砂地栽培のため，春の強風によって起こる飛砂により，発芽した芽が痛むことがあるため，風が強い日はスプリンクラー散水をして，砂表面を濡らして砂止めの対策を取る．

砂地圃場の特色として，肥料の流失が大きいいため，肥料は少量で頻度を多くして，施肥する．

長芋は傷がつくと劣化が早まり，また柔らかく折れやすいため，収穫作業時，販売作業時の取り扱いに注意が必要である．

### 3. まとめ

砂地圃場という独特な環境で，一般的栽培作物とは言い難い長芋を栽培するという，珍しい栽培経験をさせてもらった．また図3のように，水堀りという収穫方法も特殊であった．水堀りは，敷地内に豊富な水源があったためできた方法であるが，土壌の栄養分が流れてしまうため，一般農家では行われていないらしい．ただ，機械掘りや手掘りは，砂地のため，機械が埋まって動かなくなったり，掘った穴が崩れるなどするため，作業効率が悪い．ちなみに学生実習の際は，図4のように，手掘りでの実習も行った．

栽培管理に関しては，根菜類ならではともいえるが，長芋は深さ1m以上の地中で生育するため，栽培期間中に長芋の生育具合を確認することができず，長芋が枝分かれしたり曲がったり，害虫発生時期を読みそこなった農薬散布により，長芋がコガネムシの幼虫に食べられたりなど，どんな状態で育っているか，実際に収穫するまではわからないという，日ごろの管理の結果が収穫時期に判明する気の抜けない栽培であった．

栽培時の10月から12月は，収穫と販売のための調整作業などで忙しく，研究主体となった現在の乾燥地研究センターの業務とは相容れなくなってしまったが，マニュアル通りにいかない作物栽培を学び，常に生育具合に気を配るといって，農業の基本を学ぶことができたと思っている．そして，いまだに，長芋販売を楽しみにしていたと言われるので，栽培を止めてしまったのは，少し寂しい気がする．

---

\* E-mail: kanoy@tottori-u.ac.jp

# 教育研究林蒜山の森 活動報告

## －ナラ枯れ伐倒－

米田亜沙美\*

生物生産管理部門 森林資源利用分野

### 1. はじめに

ナラ枯れとは「ブナ科樹木萎凋病」によって、多くの樹木が枯死する被害のことで、1980年代以降にその被害は拡大し<sup>1)</sup>、現在では全国的に広がっている。マツ枯れのように、近年、海外から侵入した外来種ではなく、日本に在来するもしくはかなり昔に侵入した病気といわれており、江戸時代にも発生例が認められている<sup>2)</sup>

ナラ枯れを媒介する養菌性キクイムシは、ブナ科樹木の樹幹に一斉に穿孔加害（マスアタック）して共生菌を伝搬し、それを培養して摂食する<sup>3)</sup>。マスアタックを受けた被害木（図1）は、通水機能が全面停止する部位が出現し萎凋枯死する<sup>4)</sup>。この虫は、大径木や選好性の高い樹種に先に侵入することが分かっており<sup>5)</sup>、現在のように顕在化した要因の一つには、燃料革命による薪炭林の放棄に伴う樹木の太径化が指摘されている<sup>6)</sup>。教育研究林蒜山の森でも、徐々に侵入が認められていたが、2020年8月に激害が発生し、その際に多くのブナ科樹木が枯死した。特にミズナラの感受性（枯損率）は高く<sup>5)</sup>、ミズナラとコナラが優占種である西の谷地区の被害は深刻となった。

### 2. ナラ枯れ伐倒

2020年に蒜山におけるナラ枯れの激害が発生してから3年が経過し、枝条の細いものから腐朽し、風や雪などの影響で、落枝と呼ぶには大きすぎる枝が落ちてくるようになった。特に、林道沿いは多くの樹木が光を求めて、林道側に偏心しており落枝だけでなく、根も腐朽してくることから倒木の危険性も高まっている。林道は学生と教員が頻繁に通行するため危険と判断し、2023年に技術職員2名によるナラ枯れ伐倒処理を行った。

枯死木の伐倒は非常に危険なため、学生実習では絶対に伐倒しないように指導している作業の一つである。枯死木の伐倒時は太枝の落下や、偏心による樹幹の裂け上がり、葉がないことで重心が低く、多く伐らなければ倒れない等の危険要素が多い。2023年度2月現在、林業・木材製造業労働災害防止協会のHPを参照すると、同協会に報告があっただけでも、25名の死亡災害者があり、うち4名は枯死木の激突、もしくは裂けあがった樹幹に激突されたことによる死亡となっている<sup>7)</sup>。

特に加害昆虫の選好性が高い木は胸高直径100cm程度の大径木が多く（図2）、通常のチェーンソーでは伐れないほどの大きさである。作業場所は傾斜地のため足場は悪く、ササが繁茂して逃げ場もない状況での伐倒は、ベテランの技術職員でも命の危険を何度も感じる



図1 マスアタックの様子

作業だった。作業にあたって、通常使用しているチェーンソーでは伐れないことから、ガイドバーが 65cm のチェーンソーを借りて、必要に応じて使用した (図 3)。

10 月から 12 月中旬まで施業し、ナラ枯れ木 200 本以上を伐倒した。集材できるものは土場にはい積みし、60m<sup>3</sup> 程度集積した。来年度にチップ材として販売する予定である。



図 2 ナラ枯れ被害木

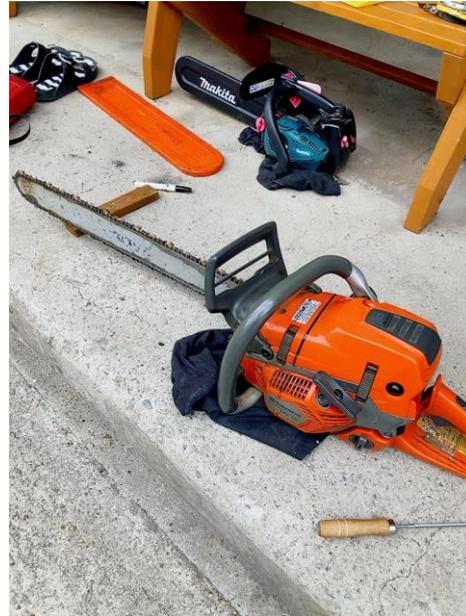


図 3 ガイドバーの長いチェーンソー

### 3. 安全対策

施業中は、作業区域の前後にカラーコーンと共用車を配置し、林道への立ち入りを禁止した。学生や教員には通行する時間帯を事前に必ず確認し、通過時には林道に散らばった丸太や枝条を掃除して、通行できるよう作業をすすめた。

10 月中旬には、新庄村と蒜山を走行するトレイルランレースの開催があり、教育研究林蒜山の森の林内を勝手に試走するランナーが断続的に発生して、非常に危険なことから、事務局に再三注意喚起していただくこととなった。車両で走行しないランナーは無音で接近している可能性もあり、カラーコーンも共用車も通過できることから、対策には非常に苦慮した。来年度、続きの施業を行うため、今後の課題となっている。

- 1) 伊藤進一郎, 山田利博, 1998. ナラ類集団枯損被害の分布と拡大, 日林誌 80, pp229-232.
- 2) 井田秀行, 高橋勤, 2010. ナラ枯れは江戸時代にも発生していた, 日林誌 92, pp115-119.
- 3) 小林正秀, 上田明良, 2005. カシノナガキクイムシとその共生菌が関与するブナ科樹木の萎凋枯死—被害発生要因の解明を目指して—, 日林誌 87 (5), pp435-450.
- 4) 黒田慶子, 山田利博, 1996. ナラ類の集団枯損にみられる辺材の変色と通水機能の低下. 日林誌 78, pp84-88.
- 5) 小林正秀, 上田明良, 2001. ナラ枯損発生直後の林分におけるカシノナガキクイムシの穿入と立木の被害状況 (II) —京都府和知町と京北町における調査結果—, 森林応用研究 10-2, pp79-84.
- 6) 小林正秀, 上田明良, 2002. 京都府内におけるナラ類集団枯損の発生要因解析, 森林防疫 51, pp62-71.
- 7) 林業・木材製造業労働災害防止協会 HP, 災害発生状況, 林業 | 災害発生状況 | 林業・木材製造業労働災害防止協会 (rinsaibou.or.jp) 林業 | 災害発生状況 | 林業・木材製造業労働災害防止協会 (rinsaibou.or.jp), 2024 年 2 月 21 日.

\* E-mail: a-yoneda@tottori-u.ac.jp

# 令和5年度 トウモロコシを通じた 「親と子」の食育プログラム活動報告

○佐藤健，梅實貴之

生物生産管理部門 生物生産管理分野

## 1. はじめに

鳥取大学農学部附属フィールドサイエンスセンター（以下 FSC）は農地や森林などのフィールドを活用した研究・教育・地域貢献を実践すること，さらに農学部における総合的なフィールド科学の情報発信基地としての機能を担うことを目的に活動している。

令和4年度から開始した本プログラムは食と農の大切さを理解する食育の場を提供することを目的として，小学生とその保護者を対象として開催している。本報告は実施に向けた準備や本プログラムの活動について報告する。なお，本プログラムは本学の「地域イノベーション創出に向けた実践的教育研究推進プログラム」の地域連携エクステンション活動（実践型）の採択を受けて実施したものである。

## 2. 実施にむけて

令和5年2月「地域イノベーション創出に向けた実践的教育研究推進プログラム」の地域連携エクステンション活動（実践型）に応募し，4月上旬採択の連絡を受けて令和4年度の実施月日を参考に表1に示した作業実施予定を作成し関係者間で共有した。

受付開始は受付フォームが間に合わず6月上旬のとなったが，ほぼすべての準備が予定通りの実施となった。FSCで行っている玉ねぎ・じゃがいも収穫体験と6月のあぐりスクールは今年度から別日で実施することになったが，本プログラムの受付案内を2回することができ宣伝効果も2倍になり，令和4年度の課題の一つであった参加者増につなげることができた。また，今年度から鳥取市内の小中学校に向けて鳥取市教育委員会を通してチラシ・要綱（図1，図2）の配布をおこないあぐりスクール外の参加者増を目指した。

表1 作業実施予定及び実施日

令和4年度 実施月日	令和5年度 実施予定	令和5年度 実施日	作業項目	内容
2月22日	2月17日	2月17日	応募	地域イノベーション創出に向けた実践的教育研究推進プログラム応募
4月5日	4月18日	4月18日	採択	採択、不採択の連絡
4月20日	4月下旬	6月2日	受付フォーム 作成	Googleフォームを使用して受付を作成 wordでチラシ・アンケートの作成
5月14日	5月上旬	未実施	受付開始	FSCあぐりスクール受講者に案内開始
6月4日	6月上旬	6月3日 6月10日	受付案内 (受付開始)	玉ねぎ・じゃがいも収穫体験で案内開始 FSCあぐりスクール受講者に案内
6月7日	6月上旬	6月13日	保険申込	農業体験保険の見積もり取得・申込
6月8日	6月中旬	6月22日	打ち合わせ	実施約1か月前に打合せを実施
6月17日	6月中旬	6月23日	アルバイト 申請	学生アルバイトの手続き
6月20日	6月中旬	7月4日	HP掲載	参加者受付をFSCのHPに掲載（応募）
7月14日	7月14日頃	7月20日	メール案内	参加者にメールで諸注意（集合場所、駐車場の案内）
7月15日	7月18日頃	7月18日	事前収穫 (長期保存)	実験で使用するトウモロコシ収穫 (冷蔵庫(約5°C))
7月20日	7月24日	7月24日	リハーサル	
7月19日	7月23日	7月23日	事前収穫 (市販品相当)	実験で使用するトウモロコシ収穫 (常温保管(約25°C))
7月21日	7月25日	7月25日	事前収穫 (過熱品)	実験で使用するトウモロコシ収穫
7月21日	7月25日	7月25日	プログラム実施	
7月26日以降	7月26日以降	7月25日	片付け	
8月18日	実施1週間以内	8月9日	報告(概況)	参加人数、概況、写真の報告
12月26日	翌年4月までに	未実施	報告	報告書作成提出、事業終了(予算執行終了)



図 1 チラシ



図 2 要綱

### 3. 実施内容

#### 3.1. 概要

開催日時：令和 5 年 7 月 25 日 10 時 10 分～12 時 00 分

開催場所：鳥取大学農学部附属フィールドサイエンスセンター

実施者：農学部附属フィールドサイエンスセンター 辻渉准教授，近藤謙介准教授  
技術部生物生産管理部門生物生産管理分野 梅實貴之，佐藤健  
学生スタッフ 3 名

参加者：7 組 14 名（当日欠席 2 組）

内容：1. トウモロコシ収穫 10 時 10 分～10 時 30 分  
2. 講話・実験方法解説 10 時 30 分～10 時 50 分  
3. 調査・実験 10 時 50 分～11 時 50 分  
4. まとめ 11 時 50 分～12 時 00 分

#### 3.2. トウモロコシ収穫

受付後，圃場に移動して各参加家族 2 本のトウモロコシを収穫（図 3）。



図 3 トウモロコシ収穫



図 4 講話・実験方法解説

### 3.3. 講話・実験方法解説

講義室に移動してトウモロコシの種類・来歴・栄養等の講話を実施。その後、調査・実験方法を解説(図4)。

### 3.4. 調査・実験

参加者が収穫した品を含む4種類のトウモロコシ(①長期保存品②市販相当品③過熟品④適期収穫品)の食味を調査した。その後、表2に示した調査表やデジタルノギス・糖度計等を用いて調査を行い以下の実験を実施した(図5)。

実験1. 「鮮度(収穫からの日数)によって味や糖度は異なるのか?」「保存方法によって味や糖度は異なるのか?」と題して①②④のトウモロコシを調査し実験を実施した。

実験2. 「収穫のタイミングによって味や糖度は異なるのか?」「収穫のタイミングによってデンプン含量は異なるのか?」と題して③④のトウモロコシを調査し実験を実施した。

表2 調査表

		調査トウモロコシ			
例		① 7月18日収穫 長期保存	② 7月23日収穫 市販品相当	③ 本日収穫 過熟(熟し過ぎ)	④ 参加者収穫 収穫適期
穂長 (cm)					
穂径 (cm)					
重量 (g)					
粒数 (数)					
食味 (5段階) 1:おいしくない 3:ふつふつ 5:おいしい	4				
食味の感想 おいしかった おいしかった おいしかった					
糖度 (度)	18.5				
ヨウ素 デンプン反応	変色あり				

黄色セルは参加者が測定後記入  
色なしセルは資料配布前に計測・記入



図5 実験

### 3.5. まとめ

実験後児童に実験結果や感想を発表してもらい、それをとりまとめ実験結果の考察や地産地消・自由研究・農業・農学に関する講話を実施した。その後アンケートをおこなって終了した。

## 4. アンケート結果

図6~8にアンケート結果を一部抜粋して示した。参加者は小学1年生から5年生までの学習状況が異なる幅広い年代であったが、すべての参加者が満足以上という高い満足度であった。

本プログラムは食育の中でも「食べ物の生産過程を知り、感謝する気持ちを持つこと」「食べ物を自分で選択し、食事作りができること」「食事の重要性や楽しさを理解すること」に関連したプログラムであるが、参加者が重要と考える事と一致しており需要にあったプログラムであることが分かった。

夏休みに開催する食育のイベントでは、トウモロコシ以外の作物でも十分な参加希

望者が見込めることが明らかであった。

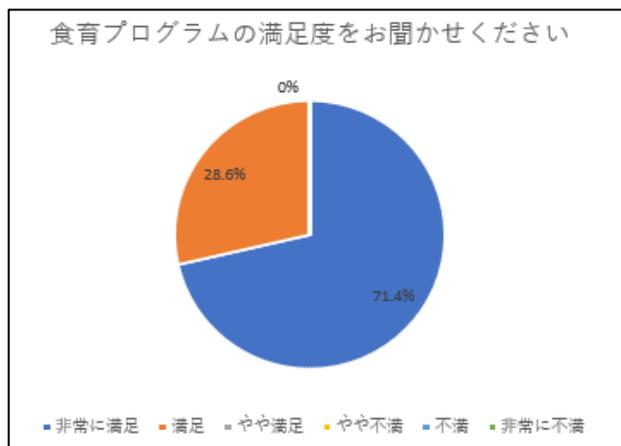


図 6 アンケート設問 1

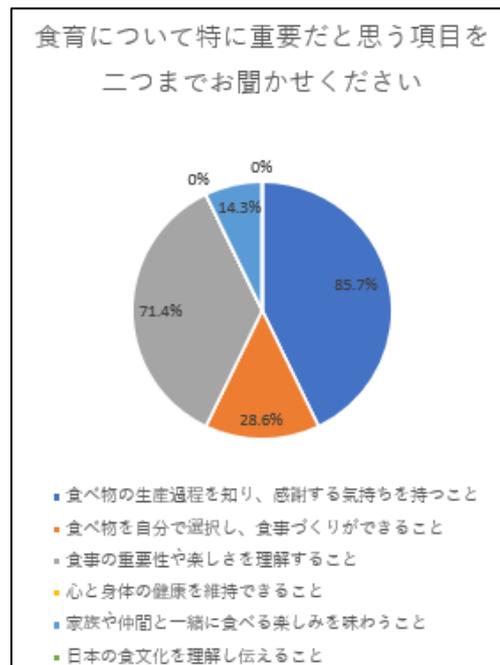


図 7 アンケート設問 2

## 5. 参加者の感想

- ・なかなかできない経験ができて良かったです。
- ・楽しかったです！ありがとうございました！
- ・丁寧に説明して頂きありがとうございました。
- ・色々な実験が出来て糖度の違いなど学べてうれしかったです。
- ・生で初めて食べて感動しました。
- ・今度はトマトについて学びたい。
- ・とても貴重な経験をいつもありがとうございます！家庭に帰ってからもよく子供が話題にしています。
- ・大学の様々な道具を使用させていただき、また疑問があればすぐに先生方に教えて頂けるので親子でとても学びになっています。

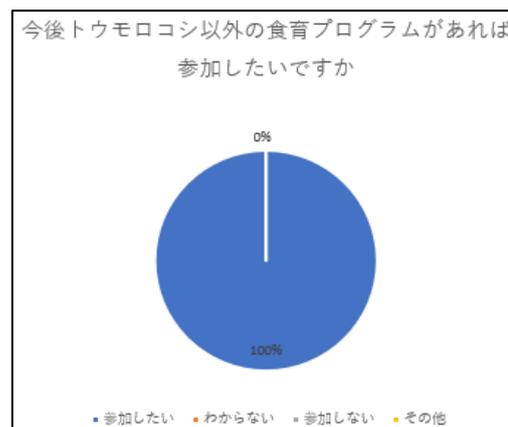


図 8 アンケート設問 3

## 6. おわりに

トウモロコシの収穫作業を各参加者が行うことで、農業体験を行う機会を提供することができた。夏休み中に開催することで小学生の自由研究の一助となったと思われる。コロナ禍が終息したことで加熱調理したトウモロコシを試食することができた。自分が食べて甘いと感じたトウモロコシの甘さを数値で確認することが出来たので児童の興味に繋げることができたと思われる。また、「なぜ甘いのか」「なぜ甘くないのか」を理解してもらうことで、農学・科学への興味や大学への関心につながったのではないかとと思われる。

これからも食と農の大切さを理解してもらえるような活動を継続し、鳥取大学の研

究や仕事を身近に感じてもらえるよう、FSC と協力していきたい。

夏休みに実施される同様のイベントにおいて、この報告が参考になれば幸いである。

# 研 修 報 告

# 高度技術専門人財養成及び認定制度

## 「TC カレッジ」の紹介と受講報告

○松浦祥悟\*, 松井陸哉

化学バイオ・生命部門 機器分析分野

### 1. はじめに

近年、第6期科学技術・イノベーション基本計画<sup>1)</sup>（令和3年3月26日 閣議決定）や研究設備・機器の共用推進に向けたガイドライン<sup>2)</sup>（令和4年3月 文部科学省）等の科学政策上において、技術職員は大学の研究活動を担う構成員としての位置づけを明示されつつある。これと連動するように、先端研究基盤共用促進事業（コアファシリティ構築支援プログラム）が令和2年度に開始された<sup>3)</sup>。本事業は、研究機関全体の研究基盤として戦略的に導入・更新・共用する仕組みを強化（コアファシリティ化）するとともに、研究設備・機器のサポート・維持管理に必要な技術職員の組織的な育成・確保に取り組むものである。本稿で報告するTC（Technical Conductor）カレッジは、コアファシリティ事業採択校の一つである東京工業大学が事業の柱の一つとして令和3年度に試行を開始した高度技術専門人財養成及び認定制度である。東京工業大学内での試行を経て、令和4年度には東京工業大学外の技術職員にも門戸が開かれた。本カレッジ自体が技術教育プログラムを試行錯誤する場にもなっており、サテライト校（長岡技術科学大学、岡山大学、山口大学）や産業界も巻き込む形でカリキュラム設計と実装が試みられている。本稿では2023年度末時点までの受講体験を元に、TCカレッジの紹介及び受講内容を報告する。なお、カリキュラムの内容等は適宜更新されるため、TCカレッジに関する最新情報はホームページ等を参照されたい<sup>4)</sup>。

### 2. TC 制度の詳細

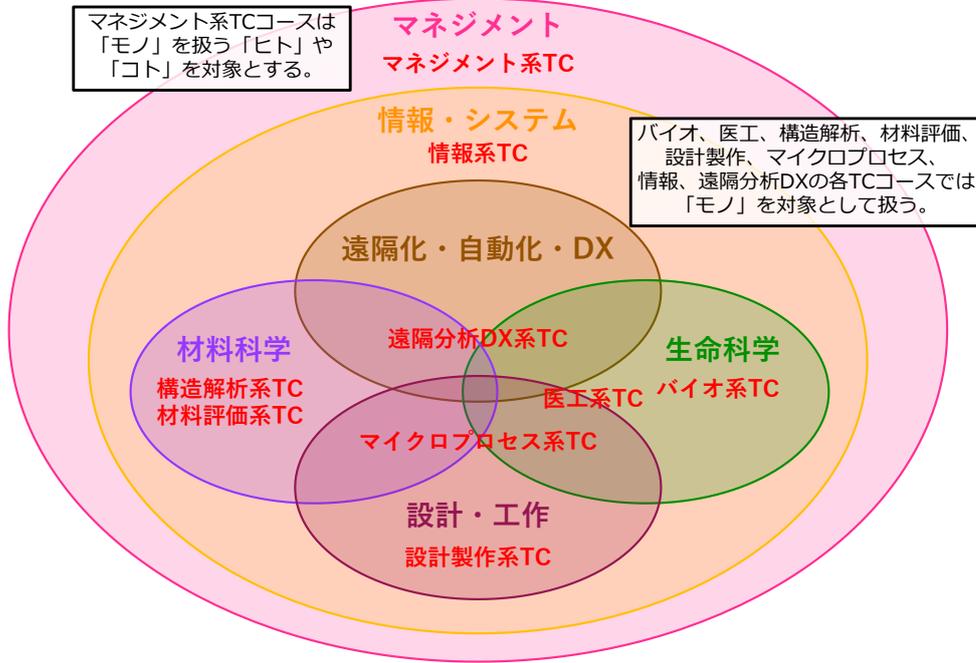
TCカレッジには9つの特色あるコースが設定されている（図1）。受講生はこれらのうち1コースを選択し、カリキュラム受講や研修等を通して求められる技術人材像に近づくべく研鑽する。TCとは「高い技術力・研究企画力を持つ技術者」の称号であり、以下の4つの特徴を有し、研究者と対等な立場で課題解決を行うことができる人財を目指すものである。

- (1) 高い技術力と幅広い知識
- (2) 高い研究企画力
- (3) 高いコミュニケーション力、交渉力
- (4) 次世代後継者育成力

各コースでは、カリキュラム受講による単位（3.カリキュラムの項）及びKPI（4. KPIの項参照）の認定を経ることで、まずTM（Technical Master）と呼ばれる称号を取得する。さらに、各コースで求められるTC論文を提出し、審査会での審査に合格した者にはTCの称号が付与される。

本学技術部からは、材料評価系コース（松井）とマネジメント系コース（松浦祥悟）に1名ずつが受講している。材料評価系コースでは、材料の性質や機器分析/物性評価について

ての広い知識と技術を、マネジメント系コースでは、研究基盤や組織等のマネジメントに関する知識及び能力を育成することをそれぞれ目指している。



マネジメント系TCコースは「モノ」を扱う「ヒト」や「コト」を対象とする。

バイオ、医工、構造解析、材料評価、設計製作、マイクロプロセス、情報、遠隔分析DXの各TCコースでは「モノ」を対象として扱う。

図1 各コースのイメージ図

### 3. カリキュラム

カリキュラムの種類は、初級・中級・上級・マネジメントの4つに大別され、全てのカリキュラムでレポート課題が課される。レポート作成には内容の復習と言語化を行う必要があり、学習効果は高いと考えられる。材料評価系コースとマネジメント系コースの単位表(表1)及び、筆者が受講したカリキュラム(表2)を例示する。

初級は全コース共通の必修カリキュラムとなっており、技術職員全般に求められる基礎的な知識習得や体験等が含まれている。また、技術職員には様々な場面でマネジメントスキルが重要となるため、全てのコースにおいてマネジメントカリキュラムの受講が求められている(マネジメント系コースに関しては中級カリキュラムに組み込まれており、より多くの受講が必要とされる)。

表1 材料評価系コースとマネジメント系コースの単位表

		材料評価系	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	4単位以上
	上級 カリキュラム	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	15-22単位
TC必要 単位数	TC論文	5単位	

中級カリキュラムでは、既存の研修制度（放送大学・技術研修・セミナー等）や外部教育システムなども取り入れられている。また「中古機器バラシキャラバン隊」などの TC カレッジならではのカリキュラムもある。本カリキュラムに関しては、松井氏が 2023 年度実施分について詳細を報告しているので参照されたい<sup>5)</sup>。

上級カリキュラムでは、コース毎の独自性が強く打ち出されており、マネジメント系コースの場合を例に挙げると「マネジメント講究」、「大学訪問（理事執行部）」、「企業の会長・社長に聞く！」などの特徴的なカリキュラムがある。「マネジメント講究」では、受講生が所属する研究機関の戦略的設備整備・運用計画（旧設備マスタープラン）を調査し、解説（公開可能な範囲）や議論を行った。「大学訪問（理事執行部）」では各大学組織の経営戦略や組織運営などを理事に伺い議論した。さらに、大学経営層が求める技術職員像などを伺うことで今後の技術職員の在り方を考える良い契機になった。「企業の会長・社長に聞く！」では、民間企業における経営方針や人材育成方針等について経営層と直接対話し、民間企業における技術職に求めることや育成方針等について伺った。このように、普段の業務では経験できない内容のカリキュラムも用意されており、非常に有意義な内容であると考えられる。特に、経営層との議論は俯瞰的な視点を持つことが必要なマネジメント人材の研修として非常に有用であると考えられる。

#### 4. KPI

TM には、カリキュラム受講による単位認定の他にも、KPI の取得が求められる。KPI（Key Performance Indicator）は重要業績評価指標として知られ、組織の目標達成の度合いを数値化することにより評価する際に用いられるものである。技術職員の専門分野は多様であり、業務内容も一様ではないため、技術職員の技術や成果を一律に評価することは難しい。TC カレッジでは KPI の概念が取り入れられており、各コースの特徴に合わせた独自 KPI（必須 KPI 及び選択 KPI）が設定され、KPI 取得数から技術等の習熟度を判定している。マネジメント系コースで例を挙げると、必須 KPI として、マネジメント経験、学会等の委員、アウトリーチ活動（主担当）、外部資金（科研費等）獲得、技術研究会等での発表（自らの発表）、筆頭者の場合を含む共著論文などから、2 項目以上認められる必要がある。選択 KPI としては、論文への貢献（謝辞）、外部資金（科研費等）応募、受賞、表彰、授業支援、特許、仕様策定委員または技術審査員、資格など、多様な KPI が設定されている。このように、多様な選択 KPI により技術と業務内容に基づいた実績を幅広く評価するとともに、必須 KPI の取得を課すことで研究者と協働して研究活動を遂行しうる能力を判定していると考えられる。筆者が取得した KPI 一覧を表 3 に例示する。

全国の大学において、年功序列に近い昇任システムにおける課題や人事育成戦略の明瞭化が現在も議論されている。KPI は明瞭な基準を設ける指標であることから一定程度参考になる概念のように思われるが、KPI の有効的な活用のためには各大学において技術職員が果たすべき役割とは何なのかを考える必要がある。また、技術職員の業務の多様性と日進月歩する技術や環境の変化を考慮に入れることも忘れてはならない。したがって、KPI は時代や技術の需要とともに変化しうることを念頭に置くことが肝要であると考えられる。

表2 マネジメント系コースで筆者が受講したカリキュラム一覧

	カリキュラム名	概要	実施日	開催形態 オンサイトの場合は開催場所
初級 1)	東工大OFC業務体験	教育支援部門、情報基盤支援部門、分析部門、研究基盤戦略室	22/4/19	大岡山キャンパス
		バイオ部門、設計製作部門、マイクロプロセス部門	22/11/17	すずかけ台キャンパス
	自然科学研究機構技術研修	分析装置総覧講習会	22/6/10	オンライン
	安全講習	I. 一般的な安全、II. 電気、III. 機械類、IV. 高圧ガス、 V. 化学物質、VI. バイオ系実験、VII. 放射線、 VIII. レーザー、IX. 防災対策	22/6/22, 7/27, 9/28, 10/27, 11/24, 12/22, 23/1/25, 2/20	オンライン 他業務と重なった際は 後日動画視聴
	英語研修	令和4年度職員グローバル人材育成研修（語学研修）	22/08 - 23/01	オンデマンド
中級	装置実習	選択（バイオコース、構造解析コース）	22/11/16	すずかけ台キャンパス
	マネジメント GLOBIS 学び放題	思考・コミュニケーション、分析、経営戦略、 マーケティング、組織マネジメント、リーダーシップ、 会計・財務、グローバル、キャリア・志、テクノベート、 事業開発・スタートアップ	22/08 - 23/01	オンデマンド
	技術・研究支援概論1	日本電子株式会社 「分析機器と産学連携」	22/10/28	オンライン
		株式会社島津製作所 「革新バイオ技術における産学官連携 -みらいへの願いを形にする共創-」	22/11/9	オンライン
		株式会社リガク 「産学連携から得られた新しい側面及び新スポンジ法の開発」	22/11/28	オンライン
		株式会社パーキンエルマー・ジャパン 「大気中マイクロプラスチックの環境動態把握 -産学連携による微小高分子同定法の開発-」	23/1/11	オンライン
	技術・研究支援概論2	東工大「電子顕微鏡・回折およびX線回折による 材料の 微細構造解析に携わってきて」	22/12/2	オンライン
		東工大「植物・藻類に含まれる主要脂質：機能・進化・応用」	22/12/23	オンライン
	技術・研究支援発表会	発表時間10分 各自の業務紹介 発表タイトル：研究設備の運営支援を中心とした業務紹介 ～UTAの運用に向けて～	22/9/5	オンライン
	中古機器バラシキャラバン隊	走査電子顕微鏡（SEM）JSM-6390LV 分解/組み立て/動作確認 等	22/12/19, 12/20	すずかけ台キャンパス
上級	マネジメント講究	戦略的設備整備・運用計画（旧設備マスタープラン） 調査・解説・議論 東京工業大学、鳥取大学、山口大学、琉球大学、統括 東京工業大学、東海国立大学機構、信州大学、 京都大学、山口大学	22/6/13, 8/22, 9/27*, 10/24, 12/13, 23/5/26, 6/16, 8/28*, 10/12, 12/19	オンライン *山口大学 オンライン *島津製作所
		山口大学 上西理事、北海道大学 行松理事	22/9/27, 23/8/28	山口大学、北海道大学
	メーカーの会長、 社長に聞く！	日本電子株式会社、株式会社島津製作所 社長訪問	22/12/12, 23/10/12	日本電子株式会社、 株式会社島津製作所
	対外ネットワーク形成 プログラム	IRIS・研究基盤協議会	22/6/29, 8/31, 9/28*, 10/26, 12/2, 12/21, 23/1/18, 2/22, 3/22	オンライン *山口大学
			研究基盤EXPO2023実行委員会	22/12/23, 23/1/12, 1/17, 1/23
	研究基盤戦略特論	我が国の研究基盤政策に関する講義とディスカッション	23/2/13	オンライン

1) 「博士論文発表会聴講」カリキュラム：学位取得者は免除

表 3 KPI 取得例一覧

	項目	概要	KPI取得数
必須	マネジメント経験	University Technology Administrator (UTA) 活動	2
	アウトリーチ活動 (主担当)	鳥取大学サイエンス・アカデミーでの講演 鳥取大学の教育・研究を陰で支える黒子 ～技術職員～の紹介	2
	技術研究会等での発表	機器・分析技術研究会、実験・実習技術研究会 等 5件	10
	共著論文	査読あり 1報、査読なし 1報	4
選択	外部資金(科研費等)応募	基盤研究C 4件	4
	仕様策定委員または技術審査員	仕様策定委員1件、技術審査員3件	4
計			26

\*鳥取大学外での業績はリサーチマップを参照 (<https://researchmap.jp/yoshinorimatsuura>)

## 5. 最後に

コアファシリティ構築支援プログラムに見られる国の施策も後押しとなり、技術職員の集約化及び技術部組織の構築が全国的にも進みつつある。各技術職員の専門分野や業務の種類は幅広いため、組織として重要な能力評価や人材育成を体系的に行うことは難しい。個別の技術については研修会・研究会・ネットワークの構築等が行われているが、本プログラムのような包括的な人材育成や認定制度はほとんど存在しなかった。そのため、TCカレッジは技術職員の人材育成戦略や評価の一つの指標としての活用が期待されている。

我が国の科学政策においても、日本全体で如何に技術人材を確保・育成していくかについて焦点が当てられつつあり、全国のネットワークに参加する意義は今後ますます大きくなるように思われる。今後も TC カレッジ等の枠組みを活用していくことで、本学の技術力・研究力向上に貢献出来るような人材になるべく研鑽を続けていきたい。

1) 内閣府ホームページ <https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index6.html>

2) 文部科学省ホームページ [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/163/toushin/mext\\_00004.html](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/163/toushin/mext_00004.html)

3) 科学技術振興機構ホームページ <https://www.jst.go.jp/shincho/program/corefacility.html>

4) 東京工業大学オープンファシリティセンターホームページ <https://www.ofc.titech.ac.jp/tc-college/>

5) 松井陸哉, 2024. 走査電子顕微鏡の分解に関する研修 参加報告, 技術部報告第 10 集

\* E-mail: [matsuura@tottori-u.ac.jp](mailto:matsuura@tottori-u.ac.jp)

# 走査電子顕微鏡の分解に関する研修 参加報告

## －TC カレッジ「中古機器バラシキャラバン隊」－

### －静岡大学「FE-SEM 分解研修」－

松井陸哉\*

化学バイオ・生命部門 機器分析分野

#### 1. はじめに

本学の研究基盤センターが保有する共同利用機器の管理支援業務において、筆者が担当する装置の一つに走査電子顕微鏡（以下、SEM : Scanning Electron Microscopy）がある。SEM は精密機器であり、装置内部は高真空で保たれていることから、メーカー技術者による修理やメンテナンスがない限り装置の内部を見る機会は少ない。この度、東京工業大学 TC カレッジのカリキュラム「中古機器バラシキャラバン隊」及び静岡大学での「FE-SEM 分解研修」に参加したのでその概要を報告する。

#### 2. 研修概要

参加した2つの研修の概要を表1に示す。東京工業大学（以下、東工大）でのTCカレッジカリキュラム「中古機器バラシキャラバン隊」（以下、バラシ）の翌日に静岡大学での「FE-SEM 分解研修」が企画されたため、3日連続で研修に参加することができた。

表1. 研修の概要

研修会名	東工大 TC カレッジ 「中古機器バラシキャラバン隊」	静岡大学「FE-SEM 分解研修」
開催日時	2023年11月15日（水）10:00～17:00 16日（木）9:00～12:00	2023年11月17日（金）11:30～18:00
開催場所	東工大 すずかけ台キャンパス 総合理工学研究科棟3号館	静岡大学 浜松キャンパス ナノデバイス作製・評価センター
主催	東工大 TC カレッジ	静岡大学浜松共同利用機器センター
使用機種	JSM-6390LA（日本電子）(図1a)	JSM-6335F（日本電子）(図1b)
研修スケジュール	<1日目> 10:00～ SEMの分解 ウェーネルト電極洗浄 13:00～ SEMの分解，組み立て 16:00～ 動作確認，像出し  <2日目> 9:00～ SEMのトラブルシュート 12:00 トラブルシュート終了	11:30～ ナノスーツ法講習 13:00～ FE-SEM 分解 18:00 FE-SEM 分解終了

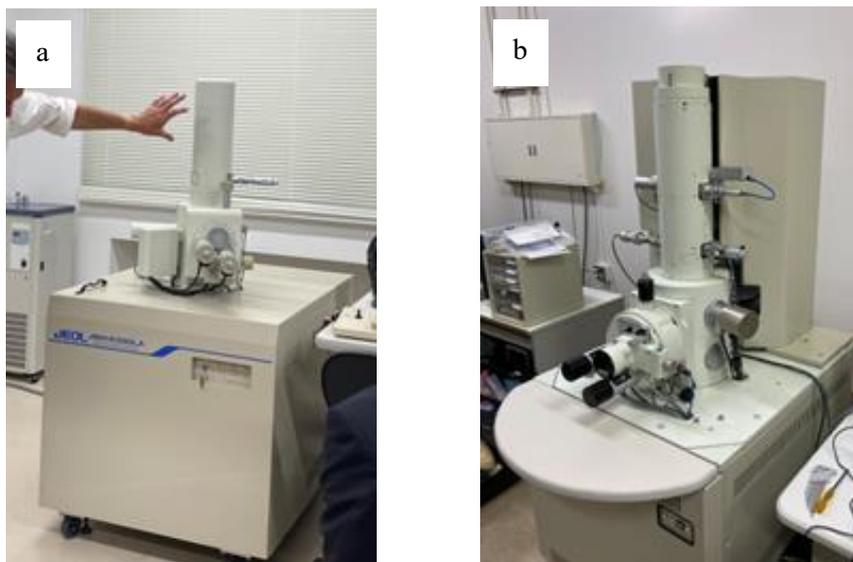


図 1 研修で使用した SEM (a. JSM-6390LA, b. JSM-6335F)

### 3. 東京工業大学 TC カレッジ「中古機器バラシキャラバン隊」

本研修は東工大 TC カレッジで用意されているカリキュラムの一つであり，協力メーカーから提供された装置を分解（バラ）して再び組み上げるという貴重な経験ができる．今年度のバラシは，日本電子株式会社（以下，JEOL）から提供された SEM を用いておよそ 2 日間にわたり開催された．

研修 1 日目に SEM の分解及び組み立て，動作確認までを行った．使用した SEM は電子銃にタングステンフィラメントを用いた汎用形 SEM であった．SEM を扱った経験がない受講生もいたが，講師（JEOL 技術者）の指示を受けながら受講生全員で順番に手分けして分解作業に取り組んだ（図 2）．適宜講師から構成部品に関する説明があり，筆者もわからないことは積極的に質問し不明点を解決することができた．また分解作業の合間には 2 名ずつウェーネルト電極の洗浄作業も体験した．これはフィラメント交換のたびに行う作業であるため，普段から汎用型 SEM を扱っている受講生は作業に慣れており，受講生同士で教え合う場面もあった．筆者は汎用形 SEM を扱ったことがなかったため，本作業も大変勉強になった．装置の上半分（電子銃室から試料観察室まで）を分解し各部品の役割や構造を確認した後は，再び組み上げ，正常に動作し試料を観察できることを確認した（図 3）．

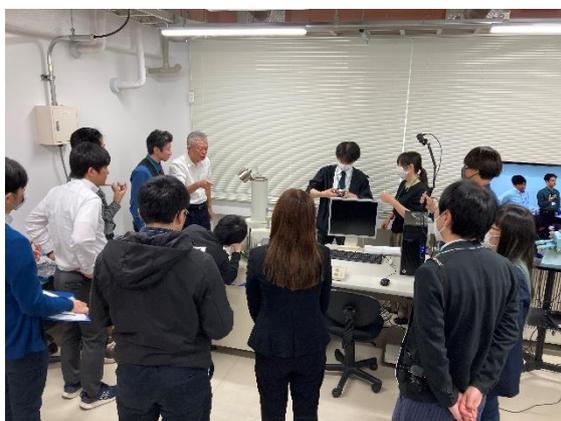


図 2 研修の様子



図 3 装置組み上げ後に観察した像

研修 2 日目には、前日に組み立てた汎用型 SEM を用いて JEOL で実際に行われている新人技術者のトレーニングを体験した。内容は、講師が受講生にわからないように、ある不具合を発生させ、受講生が自分たちの力だけで不具合の原因を突き止めるというものだった。およそ2時間もの間、SEM 経験者を中心に様々な議論を交わし原因を探したが、「観察像が不明瞭である」という症状の確認まではできたものの根本の原因を突き止めることはできなかった。最終的に講師に種明かし（試料に照射された電子が試料表面に溜まらないようにグラウンドへ流す為のワイヤーが外れていた）をしてもらい、受講生全員で納得しトレーニングは終了した。メーカー技術者はこのようなトレーニングを行い、また日々の不具合対応の経験を積み重ねることで、観察像を見れば不具合のおおよその原因を絞り込むことができるそうである。「観察像が不明瞭」という大雑把な不具合だからこそ、様々な視点に立って原因を探る必要があることを実感した。さらに、メーカーに相談する際も、単に症状を伝えるだけでなく、併せて撮影した観察像を見てもらうことが解決への近道だということ学んだ。

本研修では SEM の分解作業、組み上げ、ウェーネルト洗浄、そして不具合の原因追究トレーニング作業を行いながら部品一つ一つの説明を聞くことで、参考書などには記載されていない情報も知ることができた。これは通常業務ではできない貴重な経験となった。また受講生同士のコミュニケーションやディスカッションを通して、人的ネットワーク構築のきっかけにもなり大変有意義な研修となった。

#### 4. 静岡大学「FE-SEM 分解研修」

本研修は、全国の電子顕微鏡に関わる技術職員有志で構成されるネットワーク「電子顕微鏡技術情報交流会」内での交流が発端となり、静岡大学技術職員の「FE-SEM を廃棄する」という話をきっかけに開催されるに至った。筆者は前日（東工大 TC カレッジのバラシ）に引き続き、横浜から浜松に移動して参加した。当日はオンライン会議ツールの Zoom を用いた中継も行い、現地参加できなかった技術職員が全国から視聴できるようになっていた。

本研修では静岡大学浜松キャンパス内のナノデバイス作製・評価センターに設置されている FE-SEM (JSM-6335F, JEOL) (図 1b) を題材に、メーカー技術者は同席せず、参加した技術職員のみで分解作業を行った (図 4)。FE-SEM は電子銃室、中間室、試料室などの基本構造は汎用形 SEM と同じだが、電子銃の種類（汎用型 SEM はタングステンフィラメント、FE-SEM は先端が非常に鋭いエミッター）やオプションの検出器など異なる点もあり、興味深く各部品を観察することができた。特にエミッターは参考書やインターネット上にある写真 (図 5) <sup>1)</sup> を見たことはあるが、実物を見た（といっても肉眼では確認できないくらいに先端は鋭く尖っているのだが）のは初めてだったため、この細いチップの先端から電子ビームが放出されていると考えると感慨深いものがあった。また、取り外した廃棄予定の部品はいくつか譲っていただくことができた。これらは今後、本学で SEM を使用する学生への教育目的に活用することを検討している。

技術職員のみで分解作業を行ったため部品の取り外し方がわからない箇所では作業が止まってしまう、想定よりも時間がかかってしまった。東工大 TC カレッジのバラシでは見られなかったディフュージョンポンプも分解してみたかったが、そこまで到達できなかったことが心残りである。しかし、自分たちで試行錯誤しながら作業することができたため、装置構成の勉強はもとより、自ら手を動かす積極性が身に付き、よく考えて作業を行うことの重要性を再確認することができた。また本研修を通じて、全国で SEM の管理等を担当している技術職員と交流を深めることができ、今後 SEM に関する困り事なども相談しやすい環境を作ることができた。

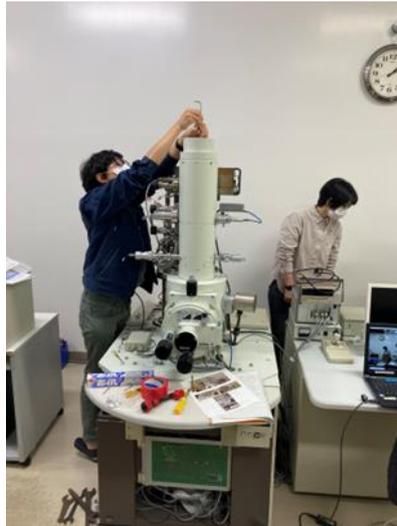


図4 装置を分解する様子

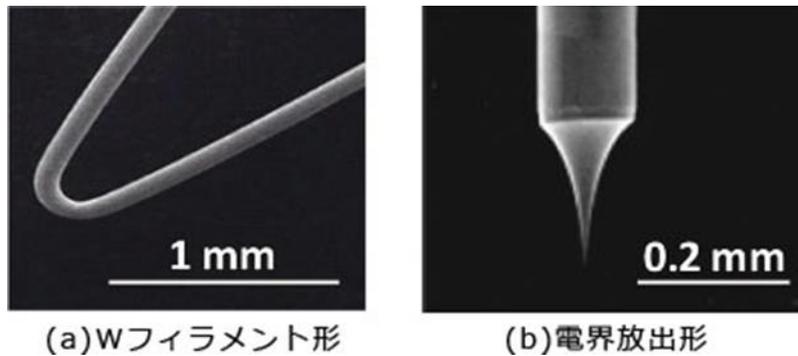


図5 Wフィラメントとエミッターの先端部（日本分析機器工業会 HP より引用）

## 5. おわりに

分析装置のことを学ぼうとするとき、その構造やカットモデルなどは参考書やインターネットでもイメージ図で説明されていることは多い。今回の研修により、装置を分解し部品を自分の目で見て実際に触れた方が、記憶の定着や学習効果は高いと感じた。今後は学生への装置説明時により具体的で深い説明を行うことができ、トラブル時には装置内部をイメージしながら対応できると考える。また二つの研修を通じて TC カレッジ受講生をはじめ他大学の電子顕微鏡に関わる技術職員とも交流を深めることができ、今後の技術職員人生にも大いに役立つと考えられる。

この場を借りて、「中古機器バラシキャラバン隊」でお世話になった東京工業大学 TC カレッジ関係各位、「FE-SEM 分解研修」でお世話になった静岡大学技術部の三宅様、清水様そして共に研修に参加した他大学の技術職員の皆様に感謝申し上げます。

---

1) 日本分析機器工業会 HP <https://www.jaima.or.jp/jp/analytical/basic/em/sem/>

\* E-mail: matsui@tottori-u.ac.jp

# 令和5年度中国・四国地区国立大学法人等技術職員研修

## 参加報告

馬場恵美子<sup>1\*</sup>，岩田千加良<sup>2\*\*</sup>，清水知樹<sup>3\*\*\*</sup>

<sup>1</sup> 工学技術部門 装置開発分野，<sup>2</sup> 社会基盤技術分野

<sup>3</sup> 生物生産管理部門 生物生産管理分野

### 1. はじめに

中国・四国地区国立大学法人等技術職員研修は、技術職員相当の職にある者に対して、その職務遂行に必要な基本的、一般的な知識及び新たな専門知識、技術等を習得させ、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5年度は、機械分野および農学分野における実習が実施され、鳥取大学技術部では3名が参加した。

### 2. 研修の概要

令和5年度の本研修の概要を表1に示す。

表1 令和5年度中国・四国地区国立大学法人等技術職員研修の概要

開催日	令和5年8月30日(水)～9月1日(金)
場所	香川大学 林町キャンパス，香川高等専門学校 高松キャンパス
主な日程	
1日目	受付，写真撮影，開講式，オリエンテーション 講義Ⅰ「地域が生き残るためのアウトリーチ」 四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構 副機構長 香川大学 特任教授 長谷川修一 講義Ⅱ「2050年のモビリティ社会に必要なもの」 香川大学 大学院教学センター センター長 特命教授 佛園哲朗 情報交換会(香川大学生協)
2日目	分野別実習 ----- 機械分野Ⅰ(香川高等専門学校 高松キャンパス) 「Pythonを使ったディープラーニング体験」 ----- 機械分野Ⅱ(香川大学 林町キャンパス) 「Arduinoによる各種センサを用いたLED制御」 ----- 農学分野(香川大学農学部附属農場，さぬきワイナリー) 専門講義Ⅰ「持続的農業への取り組み～エネルギーと資源の有効活用～」 香川大学農学部 准教授 諸隈正裕 専門講義Ⅱ「暑さに負けないブドウ品種作り」 香川大学農学部 教授 望岡亮介 施設見学Ⅰ 香川大学附属農場 施設見学Ⅱ ワイン工場施設見学(さぬきワイナリー)
3日目	機関代表者発表 「技術支援室の紹介」香川高等専門学校 技術教育支援室 「技術室の取り組み」香川大学 技術室 講義Ⅲ「配慮が必要な学生との関わり方」 香川大学 教育学部 教授 坂井聡 閉講式(修了証書)

### 3. 分野別実習

#### 3.1. 機械分野 I（参加者：岩田・馬場）

機械分野 I では、機械学習の中の一手法であるディープラーニングをプログラム言語の Python を用いて学ぶ「Python を使ったディープラーニング体験」の実習が行われた。実習では、配布されたデータファイルを自身の Google Drive にアップロードし、実行環境に Google Colaboratory を使用した。そのため、研修開催までに Google アカウントを作成しておくことに加え、ログイン時に必要となる、多要素認証として紐づけした端末を持ち込むことが事前に周知されていた。

表 2 機械分野 I の日程

第 1 部 9:00～12:00	Google Colaboratory の準備
	Python の練習
	ディープラーニングの実装と実行
12:00～13:00	休憩
第 2 部 13:00～17:00	手書き数字認識タスクの性能コンテスト
	画像認識に使われるディープラーニング
	犬・猫画像分類タスクの性能コンテスト

実習の日程を表 2 に示す。第 1 部では、Google Colaboratory のインストール、Python の基本的文法の学習を行った。その後、Python で使用される有名なライブラリであり、かつディープラーニングのモデルの構築にも利用される NumPy（多次元配列を扱い数値計算を高速処理）、Matplotlib（グラフ描画）を用いて簡単なプログラムの作成を行った。プログラムは穴埋め式になっており、入力して実行結果を確認する方法で進められた。

第 2 部は、本実習のメインであるディープラーニングの実装を体験した。今回は、画像認識や音声認識などに活用される深層ニューラルネットワーク、画像から 2 次元の特徴量を効率的に学習できる畳み込みニューラルネットワークをアルゴリズムとして、手書き数字の画像や、動物の写真画像を分類するモデルを構築した。その中で、ディープラーニングにおける理論および原理の説明に加え、使用するデータセットの読み込み、データの前処理、訓練データと試験データの分割、モデルの実行とその評価などの機械学習におけるモデル作成の一連の流れも学ぶことができた。また、第 2 部の終盤では、予め用意されたモデルの性能を向上させるコンテストが実施された。これは、予測精度の高いモデルを構築するために、モデルの性能の評価に基づいてパラメータを調整して再学習を繰り返し行う機械学習の難点の 1 つを参加者が楽しく学び体験できるよう工夫されたものであった。

本実習は、Python やディープラーニングについて、大まかな内容や手法等を 1 日で把握できる大変有益なものであった。また、教員だけではなくティーチングアシスタントの協力もあり、受講者のサポートも充実していた。

#### 3.2. 農学分野（参加者：清水）

本実習は香川大学農学部附属農場の研究活動を題材に、専門講義および施設見学が実施された。題目と見学施設は表 1 に記載されている。農場は、標高約 100 メートルの南東方向に延びる稜線から北東に分岐する 4 つの尾根とそれらに囲まれた谷に位置する傾斜地に設置されている。この地形は、北部の急傾斜地を山林（かつて放牧地として使用）、南部の緩傾斜地を果樹園・茶園、そして山麓の平坦地を畑・水田として利用し、傾斜地から平坦

地にかけての伝統的な土地利用形態を再現している。

大学附属農場の教育及び研究課題は、地形、地質、気象条件といった立地条件と密接に関連している。講義では傾斜地や遊休農地の活用、未利用資源の有効活用、機能性食材の栽培、資源循環型農業への取り組み、さらには醸造用ブドウ品種「香大農 R-1」の育成について扱われた。

「香大農 R-1」は、高温下でもブドウの果皮が良好に着色する新品種の開発を目指し、沖縄や奄美地方に自生する野生ブドウ「リュウキュウガネブ」を母親に、マスカット・オブ・アレキサンドリアを父親に選んで育成された。果粒は小さく1グラム程度だが、ポリフェノールやアントシアニンなどの機能性成分を豊富に含んでおり、醸造に適している。「香大農 R-1」を用いて醸造されたワインは、見学した「さぬきワイナリー」で製造されている。

見学では、香川大学のみならず中四国地方からの参加者ともブドウ生産管理技術について意見交換を行い鳥取大学と比較することができ、非常に有益なものであった。

#### 4. おわりに

本研修では、香川大学の特色や香川大学・香川高等専門学校両機関の技術職員組織、学生への教育支援における講義を聴講し、幅広い分野の知見を得ることができた。さらに分野別実習では各自の専門性を高める上で参考になる体験ができ、大変有意義であった。

今後、本研修で得た知識をさらに学習することでより深い技術の習得に努めていきたい。

#### 5. 謝辞

本研修の講義・実習を担当された教員や技術職員の皆様、研修開催にあたってご尽力いただいた香川大学技術室及び香川高等専門学校技術教育支援室の皆様をはじめとする関係者各位に感謝を申し上げます。

---

\* E-mail: ebaba@tottori-u.ac.jp

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

\*\*\* E-mail: shimizut@tottori-u.ac.jp

# スマート農業を目指す先端技術フェア IN 滋賀 & 京都大学附属農場視察見学報告

○佐藤健，山本博昭，財原大地

生物生産管理部門 生物生産管理分野

## 1. 目的

滋賀県で開催されるスマート農業，農業機械に関するイベント参加と，新しい設備を整える京都大学附属農場において施設見学・意見交換等を行い，技術職員として知見を広げることを目的として実施した。

## 2. スマート農業を目指す先端フェア IN 滋賀

### 2.1. 概要

日時 令和5年8月31日 10:30~16:00

場所 ピアザ淡海 ピアザホール（滋賀県大津市）

参加者 技術部生物生産管理部門生物生産管理分野 佐藤健，山本博昭，財原大地

### 2.2. 参加報告

本フェアは農林水産省「知」の集積による産学連携支援事業によって行われており，先端技術を中心に約50社が展示実演することで農業関係者に効用や活用方法を紹介することを目的で開催された。フェアの様子を図1から図7に示す。展示ブースは大まかにドローン，畜産分野，統合環境制御，分析系，水田管理の分野に分かれていた。

ドローンの展示では実機が持ち込まれており大小さまざまなサイズのドローンが展示されていた。農薬散布に利用できるタイプや作物の生育状況をセンシングして可変施肥できるタイプなど多種類あり目的をもって導入する必要があると感じた。

畜産に関する展示では牛体温監視システムや電気柵監視システム，牛舎監視システムなどのIoT機器が展示されていた。通信費込みで年2万円程度の低価格な監視システムもあり畜産のスマート化は進んでいると感じた。

約10社が展示していた統合環境制御技術については基本的に温度，湿度，土壤水分，CO<sub>2</sub>，光量をセンサーを用いて観測し，それらをモニタリングするとともに，設定値になるよう換気・灌水し，制御するというコンセプトに差はないように感じた。

分析系のブースでは20分程度で土壤中のNPKMgCaを測定することができる機器が展示されていた。本体価格は40万程度で，精度は簡易的な試薬測定とVBL棟に設置されている分析装置の中間程度であった。比較的容易に測定ができるので，学生の実習や研究での利用，各圃場の土壌分析など定期的に行うことができそうな機器であった。

水田の水管理システムは5社が展示しており，ほぼすべての水田給排水方法に対応した機器が製品化していると



図1 フェアパンフレット

感じた。メーカーによって通信費が必要なタイプや割安に製品化したタイプなど様々な機器があった。



図2 フェア入場口



図3 ドローン展示



図4 畜産 IOT 展示



図5 統合環境制御機器



図6 土壌分析機器



図7 水田水管理システム

### 3. 京都大学農学研究科附属農場視察見学

#### 3.1. 概要

日時 令和 5 年 9 月 1 日 10:00~13:00

場所 京都大学大学院農学研究科附属農場（京都府木津川市）

参加者 技術部生物生産管理部門生物生産管理分野 佐藤健，山本博昭，財原大地

#### 3.2. 視察報告

京都大学大学院農学研究科附属農場（以下木津農場）会議室にて農場の沿革，概要，組織構成等の説明を受けた。その後，意見交換を行いながら圃場・施設の見学をした。見学の様子を図 8 から図 22 に示した。

木津農場は平成 28（2016）年に大阪府高槻からすべての機能を移転して次世代型農業技術の開発と実証拠点をコンセプトに設置された。鳥取大学農学部附属フィールドサイエンスセンター（以下 FSC）と同様に教育研究や地域貢献に活用されている。平成 28 年は花卉類・水稲・トマト等を生産販売開始，平成 29 年から玉ねぎ・ブドウを，平成 31 年には梨と少しずつ生産販売を増やし令和 5 年現在ではすべての圃場・施設を活用している状況であった。

技術部組織は水田班 3 名，果樹班 4 名，野菜班 3 名，花卉班 3 名，非常勤職員 4 名と FSC と同様の班体制であった。週に 2 回程度学生が京都から大型バスで移動し，FSC と同様に実習日ごとに各班が準備した作物で実習を実施していた。



図 8 木津農場案内図



図 9 本館事務室の農産物販売状況



図 10 ハウス間の緑地はロボット草刈



図 11 圃場間ハウス間はすべて舗装道



図 12 中型農業機械庫



図 13 大型農業機械庫



図 14 高軒高の野菜花卉ハウス



図 15 ハウス内に細霧冷房装置



図 16 パッド&ファンシステム  
(夏季ハウス内 30°Cに維持可)



図 17 高設プール底面灌水システム



図 18 花卉班詰所兼作業舎



図 19 水稲乾燥調製施設



図 20 水田に隣接した民家（写真奥）



図 21 果樹園入口  
（果樹園場すべてを防風ネットで囲っている）



図 22 梨園（菊水）



図 23 ブドウハウス



図 24 非破壊糖度計付選果装置



図 25 約 40 名が選果実習可能な広さ

#### 4. おわりに

スマート農業を目指す先端フェアに参加してメーカーと意見交換をすることができ新しい機器について学ぶことができた。新しい機器は高額な商品が多いため導入前に詳しく知っておくことは重要であると改めて感じた。本フェアをきっかけに来年度水田水管理システムを試験運用させてもらうことになり、とても有意義なフェア参加となった。

木津農場は新しい施設や機械が多くきれいな農場であると感じたが、維持管理は苦勞されており FSC と同様に課題がたくさんある様子であった。他大学の技術職員から日頃の業務や苦勞話を聞かせて頂くことは業務改善や技術力向上に役立ち、なによりも自分自身のやる気につながると感じた。

機会があれば今後もフェアや附属農場視察に参加していきたい。

## 令和5年度 鳥取大学 技術部 技術発表会プログラム

日時：令和6年2月20日（火）13:15～16:25（接続13:00～）

Google Meet (<https://meet.google.com/dtv-grwh-kqp>)

13:15-13:20 開会挨拶 技術部長（研究・IT担当理事） 河田 康志

### 【第1セッション】 座長：岩下副統括技術長

13:25-13:45 「高度技術専門人材養成及び認定制度「TCカレッジ」の紹介と受講報告」

化学バイオ・生命部門 機器分析分野 松浦 祥悟

13:47-14:07 「技術部新人研修報告」

化学バイオ・生命部門 機器分析分野 松浦 香織

14:09-14:29 「砂ベッドを用いた香りメロン栽培について」

生物生産管理部門 生物生産管理分野 財原 大地

14:29-14:49 休憩（20分）

### 【第2セッション】 座長：池添工学技術部門技術長

14:49-15:09 「汎用一斉警報通知システム WAN-WAN を用いた遠隔管理の取り組み」

工学技術部門 装置開発分野 河尻 直幸

15:11-15:31 「業務受付システムのPHP化」

情報システム部門 情報処理技術分野 橋本 正満

15:33-15:53 「基幹ワークフローシステムのリプレイス奮闘記（前編）」

名古屋工業大学技術部 技術課 服部 崇哉

15:55-16:15 「基幹ワークフローシステムのリプレイス奮闘記（後編）」

名古屋工業大学技術部 技術課 守屋 賢知

16:15-16:25 総括 挨拶 技術部 統括技術長 三谷 秀明  
閉会

## 【令和5年度 鳥取大学 技術部 技術発表会 発表概要】

### 「高度技術専門人財養成及び認定制度「TC カレッジ」の紹介と受講報告」

化学バイオ・生命部門 機器分析分野 松浦 祥悟

TC(Technical Conductor)カレッジは、令和2年度から東京工業大学で開始された、高度技術専門人財養成及び認定制度である。全国規模での包括的な制度として、産業界も巻き込む形でカリキュラム設計と実装が試みられており、研究支援者の人材育成・キャリアパス・評価の指標等としての活用が期待されている。本発表では、TCカレッジの詳細を紹介するとともに、受講内容について報告する。

### 「技術部新人研修報告」

化学バイオ・生命部門 機器分析分野 松浦 香織

発表者は鳥取大学技術部化学バイオ・生命部門機器分析分野に2023年度に採用された。そして11月末より新人研修の一環として愛媛大学や鳥取大学技術部の他部門で長期研修を行った。本発表ではその内容やそこで学んだことについて報告する。愛媛大学では装置の維持管理や安全衛生に関する研修を行いながら、鳥取大学と愛媛大学の違いについて考えることができた。また、他部門研修では自分が所属する分野以外の技術職員の仕事について理解を深めることができた。

### 「砂ベッドを用いた香りメロン栽培について」

生物生産管理部門 生物生産管理分野 財原 大地

鳥取大学農学部では令和5年度よりオリジナル商品開発プロジェクトを開始した。発表者は、本プロジェクトで用いる「香りメロン（横浜植木株式会社育成品種）」の生産を担当しているが、国内の生産事例は少なく、安定した栽培方法が確立されていない。そこで高品質果実の安定栽培方法を確立するべく研究に着手した。本研究では令和4年度の秋作と令和5年度春作の栽培結果から、栽培上の問題点を見出すことができたので、今後の課題について考察を含め報告する。

### 「汎用一斉警報通知システム WAN-WAN を用いた遠隔管理の取り組み」

工学技術部門 装置開発分野 河尻 直幸

汎用一斉警報通知システム WAN-WAN は岩手大学の千葉氏らが開発を進めている IoT 機器である。WAN-WAN は備え付けられた外部入力の変化をトリガーとして、事前に登録したスマートスピーカに任意の通知を送ることができる。今回、WAN-WAN の配備・実証実験を目的に本学において分析機器のステータスランプからエラー状態を検出して通知するシステムを構築したのでその状況を報告する。

## 「業務受付システムの PHP 化」

情報システム部門 情報処理技術分野 橋本 正満

鳥取大学技術部の業務受付システムは **Symfony** という **Web** アプリケーションフレームワークで構成している。高いセキュリティレベルを保つことが可能である反面、度重なるバージョンアップによる管理方法の変化に対応することが困難になってきている。そこで、複数メンバーによる共同開発・メンテナンスが可能である **PHP** を用いて業務受付システムを作ることにした。本発表ではプログラム開発にあたって問題になった点・改良した点等を報告する。

## 「基幹ワークフローシステムのリプレイス奮闘記（前編）」

名古屋工業大学技術部 技術課 服部 崇哉

本学では 2007 年に電子決裁を可能とするワークフローシステムを全学的に導入し、今日までリプレイスを重ねながら運用している。2017 年には同システムを完全内製化したが、相次ぐ技術職員の退職や高い帳票作成・改修コスト、アプリ開発フレームワークの開発終了などを鑑み、内製システムから商用パッケージに戻す道を選択した。本発表ではワークフローシステムの再設計・開発、本経験を通して得た学びなどを報告する。

## 「基幹ワークフローシステムのリプレイス奮闘記（後編）」

名古屋工業大学技術部 技術課 守屋 賢知

本学では 2007 年に電子決裁を可能とするワークフローシステムを全学的に導入し、今日までリプレイスを重ねながら運用している。2017 年には同システムを完全内製化したが、相次ぐ技術職員の退職や高い帳票作成・改修コスト、アプリ開発フレームワークの開発終了などを鑑み、内製システムから商用パッケージに戻す道を選択した。本発表ではワークフローシステムの再設計・開発、本経験を通して得た学びなどを報告する。

# Appendix

## 鳥取大学技術部名簿(2023)

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	三谷 秀明	技術専門員
副統括技術長（併任）	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	蓼本 早百合	技術専門職員
副技術長	亀家 俊夫	技術専門職員
機器分析分野		
分野長（併）	甲斐 政親	技術専門員
	岡 正子	技術専門職員
	水田 敏史	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
	丹松 美由紀	技術職員（再）
生物化学分野		
分野長（併）	蓼本 早百合	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	技術職員
組織解析分野		
分野長	杉原 弘貢	技術専門職員
	遠藤 実	技術専門職員
	堀江 享史	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

情報処理技術分野		
分野長	橋本 正満 山田 有里子	技術専門職員 技術職員
<b>【工学技術部門】</b>		
技術長	池添 保雄	技術専門員
副技術長	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 河村 直樹 村松 隆司 秋山 雅彦	技術専門職員 技術専門職員 技術職員 技術職員（再）
装置開発分野		
分野長	竹歳 大樹 宮崎 裕介 馬場 恵美子 河尻 直幸 大村 敏康 山中 博斗 笠田 洋文	技術専門職員 技術職員 技術職員 技術職員 技術職員 技術職員 技術職員（再）
社会基盤技術分野		
分野長（併）	山本 真二 吉川 達也 岩田 千加良 畑岡 寛	技術専門職員 技術専門職員 技術職員 技術職員
<b>【生物生産管理部門】</b>		
技術長	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 藏増 亮佑 沖田 総一郎	技術専門職員 技術職員 技術職員
生物生産管理分野		
分野長	佐藤 健 松岡 秀晃 清水 知樹 川島 真由美 福田 桂一 山本 博昭 財原 大地	技術専門職員 技術専門職員 技術専門職員 技術職員 技術職員 技術職員 技術職員

森林資源利用分野  
分野長

福富 昭吾  
米田 亜沙美

技術専門職員  
技術専門職員

事務  
湖山  
米子

三澤 聡  
吉田 正美

事務補佐員  
事務補佐員

編集 技術部報告編集委員会

遠藤 実 (委員長)

水田 敏史

門脇 萌

吉川 達也

福田 桂一

財原 大地

村松 隆司

鳥取大学 技術部報告

第 10 集

2024 年 (令和 6 年) 6 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/>