ISSN　0916-2674
CODEN: TDGHFG

筑波大学
技術報告

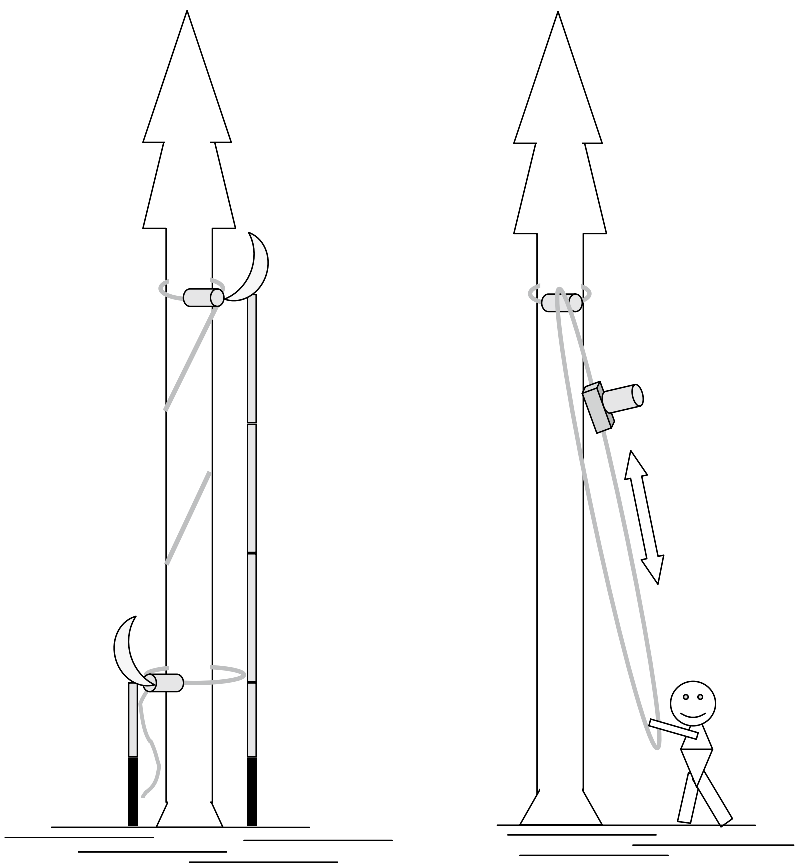
No. 33

TECHNICAL REPORT, UNIVERSITY OF TSUKUBA

2013

第12回筑波大学技術職員技術発表会報告集

http://www.tech.tsukuba.ac.jp/2012/



『筑波大学技術報告』No. 33 の発刊によせて

本学では、技術職員の業績を広く学内外に紹介すること等を目的として、『筑波大学技術報告』を長年継続して発刊してきており、本年度は No. 33 が発刊される運びとなりました。

本報告書は「第 12 回筑波大学技術職員技術発表会」(平成 25 年 3 月 7 日開催)における発表論文等から構成され、本学の技術職員が、教育・研究支援活動に携わる多忙な日常業務の中で、創意工夫をこらした、長時間にわたる研鑽や努力の成果報告です。また本発表会は、法人化後に各部局に分属された技術職員の全学的な活動の一環として既に定着しています。その準備段階において、技術発表会への積極的な参加・発表の奨励・啓発や学外者の参加を呼びかける広報活動等、今後のあり方の議論を含めて、技術発表会の開催や運営に関して大きな努力が払われてきています。

技術職員の職務は実験科学等の教育・研究支援活動のみならず、教材の作成、教育・研究機器の設置・維持管理、資料の整理等の広い範囲にわたっています。特に、最近では IT 技術の発達に伴うネットワークの利用等において、技術職員の果す役割はますます重要になってきています。一方、技術職員の将来への展望も考慮して職場環境等の改善を図るために、平成 20 年 7 月 1 日、各部局やセンターに対応する技術室を設置しました。全学的には、「技術職員の業務、配置、育成等に係る共通的な課題および将来的な在り方の検討並びに本部と技術職員組織の意思疎通の強化」を目的として全学技術委員会が設置され、現在、新教育研究体制に伴って、技術職員組織体制の在り方について検討しているところです。

本報告書の刊行により、本学技術職員の業績を広く学内外に紹介し、各方面より忌憚のない御意見や、御指導、御助言、激励等を頂くことができればと願っています。技術職員の育成と技術力を一層、向上させるために、各方面の御支援をよろしくお願い致します。

2013 年 3 月

筑波大学副学長(研究担当)　赤平　昌文

目　次

特別企画
技術職員の業務について考える
—技術職員の業務体制と関連する資格や免許等の現状—

第12回筑波大学技術職員
技術発表会報告集

開催日：2013 年 3 月 7 日
会場：筑波大学総合研究棟Ｂ 公開講義室

筑波大学技術職員技術発表会の公式ウエブサイト
http://www.tech.tsukuba.ac.jp/2012/

パッションフルーツ苗木の挿し木増殖

大宮　秀昭[a]、酒井　一雄[a]、比企　弘[a]、瀬古澤　由彦[b]

[a] 筑波大学農林技術センター技術室、[b] 筑波大学生命環境系

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

パッションフルーツの挿し木による苗木育成において、品種および挿し床用培地の種類が発根とその後の生育に及ぼす影響について検討を行った。今回の試験では‘サマークイン’、‘ルビースター’、‘フレデリック’の 3 品種を用いた。また挿し床培地として、ピートモス、バーミキュライト、鹿沼土、川砂を使用した。‘ルビースター’が、発根および出芽ともに、用いた品種の中では最も良好であった。‘サマークイン’の発根率は‘ルビースター’に劣るが、出芽率は同程度であった。また、バーミキュライトおよび鹿沼土が発根および出芽が良好で、パッションフルーツの挿し床培地として適していた。ピートモスは発根および出芽が、他の培地と比較して最も劣っていたが、発根促進剤を処理することで、大きく改善された。

キーワード：パッションフルーツ、挿し木、品種、挿し床用培地

1．はじめに

原発停止による電力の供給不足から節電が叫ばれ、つる性植物をネットに絡ませることにより、室内温度の上昇を抑え、夏季のエアコン利用等の省エネ効果が期待できるグリーンカーテンが普及してきている。グリーンカーテンへの利用では、花卉類のアサガオ、工芸作物の瓢箪、ヘチマ、野菜のゴーヤ等が一般的であり、最近はパッションフルーツも利用されるようになってきた。

アサガオ以外は、一般的には苗木を市販店から購入して栽培しているが､購入した苗木を 6 月に屋外に定植すると､9 月頃まで生育が旺盛で､11 月には落葉する。またパッションフルーツは授粉すれば､8 月～ 11 月まで果実も収穫が出来る。しかし、他のものと比べ、苗木がまだ高価であり、パッションフルーツの栽培期間は一般的に 3 ～ 4 年とされているが、熱帯果樹ということで、最低気温が 5 ℃以下になると枯れてしまうため、屋外で栽培する場合、関東地方においては、毎年苗木を準備する必要がある。

パッションフルーツの育苗には、実生法、挿し木法、接ぎ木法が挙げられる。特に挿し木法は、実生法 (種子繁殖) と違い、親木と同じ形質の個体を得られ、そして、技術的に簡単で、少ない親木から一度に多数の苗木を増殖することが可能である。また、実生苗に比べて生育、開花、結実が早いという利点があるので、パッションフルーツでは挿し木法が一般的に行われている。

そこでパッションフルーツの挿し木による苗木育成において、品種および挿し床培地の種類が発根とその後の生育に及ぼす影響について検討を行った。

2．材料および方法

筑波大学農林技術センターの温室内でパッションフルーツの挿し木および苗木育成を行った。葉色が濃く、芽が 1 cm ほど出芽した、充実した新梢を 2 ～ 3 節ずつ切り､一番上の節の葉を半分程度残して､他の葉やひげは全て切り落として挿し穂とし、4 月 20 日に挿し木を行った。潅水は、小型ハウスを寒冷沙で覆い､ミスト装置を取り付けたミストハウスで､挿し木後～定植前まで 6 分 / 1 回を 5 回 / 1 日行った(図 1)。

挿し穂　　　　　挿木後状況
(平成 24 年 4 月 20 日)

図 1．挿し木直後の状態 (品種：サマークイン)

品種別比較試験では､‘サマークイン’ 、‘ルビースター’、‘フレデリック’の 3 品種を用いた。‘サマークイン’は、 酸味よりも甘味があり、受粉樹として他の品種と相性が良く、‘ルビースター’は酸味が少なく、甘味が強い。 ‘フレデリック’は甘味・酸味ともに強い大実の品種である。挿し床用培地にはピートモスと鹿沼土を 2：1 で混合した培地を使用した。

挿し床培地の比較試験では、品種‘サマークイン’を供試し、『ピートモス』、『バーミキュライト』、『鹿沼土』、『川砂』の 4 培地の挿し床を用意し挿し木を行った(図 2)。

加えて両試験ともに、発根促進剤の処理に関する試験も行なった。処理区ごとに 40 株を用いて、半数の 20 株に発根促進剤の処理を実施した。発根促進剤処理は、挿し木の際にオキシベロン粉剤((株)バイエル)を挿し穂基部に粉衣した。

図 2. 挿し木後状況(培地別)
左上：川砂　　　　　　右上：ピートモス
左下：バーミキュライト　右下：鹿沼土

その後 8 月 3 日に発根状態の調査を行った後、不織布ポット(J-master-T (側面遮根型)、口径 15 cm、GUNZE) に鉢上げを行い、 9 月 3 日に温室内に定植した。鉢上げ・定植には、園芸用培地『ソイルミックス』(50 L 入り、N 180 mg / L - P 120 mg / L - K 220 mg / L 、(株)サカタのタネ)と川砂を 2 : 1 で混合した培地を使用した(図 3)。

鉢上げ　　　　　　　　定植後状況
(平成 24 年 8 月 3 日)(平成 24 年 10 月 1 日)

図 3. 鉢上げ・定植後の状況(品種：サマークイン)

3. 結果

挿し木した苗の発根状態を、8 月 3 日に比較した結果、発根状態の良好な苗木は‘ルビースター’が 90 %、‘サマークイン’が 75 %、‘フレデリック’は 70 %であった。発根促進剤の処理を行った場合、最も発根状態が良い品種は‘ルビースター’で 95 %であった。また‘フレデリック’は発根率が上昇して 90 %となり、太根が未処理区に比べ 20 %増加していた。しかし、‘サマークイン’には、発根促進剤の効果は少なかった。

次に鉢上げ・定植の際に出芽状態を調査した結果、出芽の良好な苗木は‘ルビースター’並びに‘サマークイン’が 75 %、‘フレデリック’は 70 %であった。発根促進剤の影響をみると、いずれの品種も処理をおこなった場合、 ‘ルビースター’では 85 %、‘フレデリック’は 80 %、‘サマークイン’が 80 %となり、出芽状態の良好な苗木の割合が 5～10%増加した。(図 4 、表 1)。

図 4. 品種の違いが挿し木苗の生育に及ぼす影響
(鉢上げ前)
左上：ルビースター　右上：サマークイン
左下：フレデリック

表 1. 品種の違いが挿し木苗の状態に及ぼす影響
(2012 年 8 月 3 日)

	発根促進剤処理			未処理		
	良	不	枯死	良	不	枯死
発根状態 ^{Z} (%)						
サマークイン	75	20	5	75	25	0
ルビースター	95	0	5	90	5	5
フレデリック	90	10	0	70	25	5
出芽状態 ^{Y} (%)						
サマークイン	80	15	5	75	25	0
ルビースター	85	10	5	75	20	5
フレデリック	80	20	0	70	25	5

^{Z} 発根状態：良は太根が 5 本以上、不は 5 本以下のもの
^{Y} 出芽状態：良は芽が 0.5 cm 以上の出芽、不は芽が 0.5 cm 以下の出芽または芽の出芽がみられないもの

挿し床培地の比較を行なった結果、発根状態の良好な苗木はバーミキュライトが 85 %で最も良く、鹿沼土が 80 %、川砂が 60 %、ピートモスは 25 %であった。また、発根促進剤の影響についてみると、処理を行った場合、バーミキュライトで発根状態の良好な苗木が 90 %と最も高くなった。そして、川砂についても 65 %とわずかであるが発根率が増加した。しかし、ピートモスでは未処理区では発根状態が良好な苗木が 25 %であったが、発根促進剤を粉衣することで 45 %増加し、70 %となった。鹿沼土では発根促進剤の影響は少なかった。

次に鉢上げ時の出芽状態をみた結果、鹿沼土で 85 %が出芽状態の良好な苗木であり、バーミキュライトは 80 %、ピートモス並びに川砂が 65 %であった。出芽状態の良好な苗木の割合は、発根促進剤処理を行った場合、ピートモスが 95 %と未処理よりも 30 %も増加しており、バーミキュライトは 90 %で 10 %、川砂が 70 %で 5 %、それぞれ増加した。逆に鹿沼土のみ 5 %程度減っていた(表 2 、図 5)。

表 2. 挿し床培地の違いが挿し木苗の状態に及ぼす影響

(2012 年 8 月 3 日)

	発根促進剤処理			未処理		
	良	不	枯死	良	不	枯死
発根状態 Z（%）						
ピートモス	70	30	0	25	60	15
バーミキュライト	90	10	0	85	15	0
鹿沼土	75	15	10	80	20	0
川砂	65	35	0	60	40	0
出芽状態 Y（%）						
ピートモス	95	5	0	65	20	15
バーミキュライト	90	10	0	80	20	0
鹿沼土	80	10	10	85	15	0
川砂	70	30	0	65	35	0

Z 発根状態：良は太根が 5 本以上、不は 5 本以下のもの

Y 出芽状態：良は芽が 0.5 cm 以上の出芽、不は芽が 0.5 cm 以下の出芽または芽の出芽がみられないもの

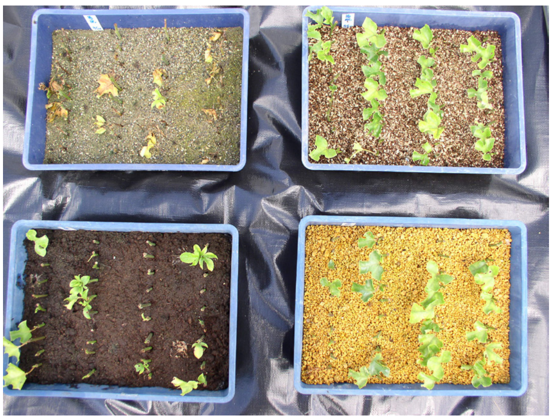


図 5. 挿し床培地の違いが生育に及ぼす影響 (鉢上げ前)

左上：川砂　　右上：バーミキュライト

左下：ピートモス　　右下：鹿沼土

4. 考察

挿し木 3 ヶ月後の鉢上げの際に‘ルビースター’は発根状態の良好な苗木は 90 %であったが、1 ヶ月後、そのうち出芽状態の良好であったのは、少し減少して 75 %であった。しかし、‘サマークイン’では、発根状態の良好だった苗木は 75 %であり、‘ルビースター’よりも発根率は悪かったが、その後、枯死や出芽状態が悪くなるなどの減耗は‘ルビースター’よりも少なく、発根した苗木全てで出芽が良好であり、‘ルビースター’と同じく 75 %であった。今回の試験では、挿し木～鉢上げ、定植まで遮光条件下で育苗を行ったことから‘サマークイン’は他の品種に比べて、弱光下でも出芽に影響をあまり受けない品種なのではないかと考えられた。

挿し床培地については、通気性並びに保水力が良い培地が適していると考えられるが、今回の試験では、バーミキュライトが最も発根状態の良好だった苗木の割合が高く、パッションフルーツの挿し木培地として、最も適していると考えられた。また、ピートモスに関しても、発根促進剤を粉衣した場合、発根の良好だった苗木の割合が大幅に改善することもわかった。

今回の試験では、品種によっても挿し穂の節間長が異なっており、挿し穂の状態を完全に揃えることが難しかったことから、原木の栽培条件についても検討が必要であると考えられた。また、通常 6 月上旬には鉢上げしなくてはならないところ、諸事情により、鉢上げが 8 月になってしまった。このことから夏季の高温等が挿し木苗の状態に影響を及ぼしたと考えられた。

今後は、挿し穂の条件を揃えて試験を行なうとともに、培地を数種類混合して、その混合比を変えることで、パッションフルーツの挿し木繁殖により適する培地を検討することが必要であると考えている。

謝辞

本試験を遂行するに際して、筑波大学生命環境系・弦間　洋教授、菅谷純子准教授、筑波大学農林技術センター技術室技術職員・伊藤　睦氏、吉田勝弘氏、松岡瑞樹氏、筑波大学果樹研究室学生にご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

米本仁巳　2009 ．熱帯果樹の栽培－完熟果をつくる・楽しむ 28 種－．農文協，東京． 102 – 112 ．

河崎佳寿夫　1985 ．果樹全書．特産果樹．農文協，東京． 661 – 668.

神田美知枝　2009 ．パッションフルーツが露地で栽培できる．千葉県農林総合研究センター試験研究成果.

町田秀夫　1974 ．さし木のすべて．誠文堂新光社，東京．2 – 13.

小池洋男　2007．だれでもできる果樹の接ぎ木・さし木・とり木－上手な苗木のつくり方－．農文協，東京．10 – 48.

Cutting of Passionfruit

Omiya Hideaki[a], Sakai Kazuo [a], Hiki Hiroshi [a], Sekozawa Yoshihiko [b]
a)Technical Service Office for Agricultural and Forestry Research Center
b)Faculty of Life and Environmental Sciences

University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

Keywords: Passionfruit, cutting, cultivar, propagation bed

福島第 1 原発からの放射性降下物（つくば周辺）

渡邊　浩
筑波大学アイソトープ総合センター
〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災により東京電力福島第 1 原発が被災し、4 日後には原発からの核分裂生成物（以下、放射性降下物と呼ぶ）が茨城県南部に飛来降下した。本報告は、筑波大学および筑波周辺の汚染された土壌、野菜、雑草、動物、コケ等の核種分析と放射能濃度を測定したものである。

キーワード　放射性降下物、原発事故

1．はじめに

筑波大学アイソトープ総合センターには環境モニタリングポストを屋外に 3 台設置している。原発事故以前は 0. 05 μSv/hr 前後の線量率を示していたが、2011 年 3 月 15 日深夜 1 時を境に線量率が上昇し、朝 7 時には 0. 883 μSv/hr の高い線量率を示した。線量率が上昇した原因を求める為に、9 時から第 2 学群 E 棟（生命環境 RI）1 階屋上において移動型サンプラーにより空気中の塵埃捕集を開始した。またサンプリング中は NaI (Tl) シンチレーションサーベイメータを脇に置き、線量を監視しながら行った。線量が最大になったのは 13 時 35 分、NaI (Tl) シンチレーションサーベイメータが 0. 81μSv/hr を表示した。通常、NaI (Tl) シンチレーションサーベイメータは約 0. 05 μSv/hr の値である。このように周辺の線量が急激に高くなった現状をみると広範囲な汚染に向かっていると思われた。放射能汚染の規模を知るために、1) 環境モニタリングポストの線量率の動向、2）ダスト捕集による核種分析、3）路肩水溜りの放射能濃度測定、4）野菜等の放射能濃度測定、5）土壌の放射能濃度測定、6）猪肉の放射能濃度測定、7) 筑波大学構内ループ道路付近のコケの放射能濃度測定を行うことにした。

2．放射性降下物の測定方法

原発からの放射性降下物は主に γ 線を放出する ^{131}I（半減期日 8 日、364 kev）、^{132}I（半減期 2. 3 時間、668 kev）、^{134}Cs（半減期 2. 06 年、605 kev）、^{137}Cs（半減期 30. 1 年、662 kev）である。これらの γ 線放出核種を Ge (Li) 検出器を用いて測定する。

測定器の外観を写真 1 に示す。バックグラウンドを低減する為に鉛ブロック（10 cm×20 cm 厚み 5 cm）23 個を使い、Ge (Li) 検出器（GMX-15190-P 型 EG & G ORTEC 社製）を囲んだ。Ge (Li) 検出器出力を波高分析器（92X spectrum master EG&G ORTEC 社製）に接続し、得た信号をパーソナルコンピュータで処理する。Ge (Li)) 検出器の不調時に備え NaI (Tl) 検出器（model ND-451F アロカ社製）を用意した。試料はポリスチレン樹脂製の U9 容器（50 ml, 56 φ×39 mm）に詰めて測定する。

U9 容器を使用した時の Ge (Li) 検出器効率は ^{131}I が 2. 80 %、^{132}I が 1. 45 %、^{134}Cs が 1. 61 %、^{137}Cs が 1. 47 %である。NaI (Tl) 検出器効率は ^{134}Cs と ^{137}Cs の領域において 3. 49 %である。校正には ^{152}Eu 線源（1640 Bq）と塩化カリウム特級試薬を用いた。測定時間は 2000 秒で行う。

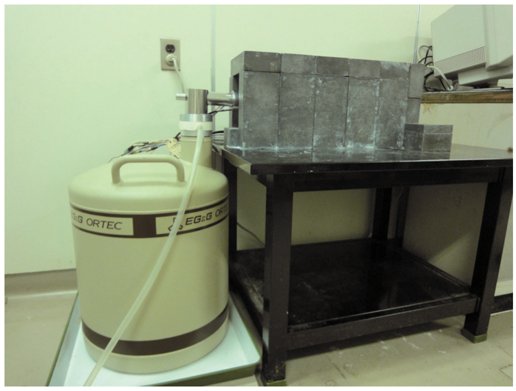


写真 1、Ge (Li) 検出器と遮蔽体

3．放射性降下物の測定結果

1) 環境モニタリングポストの線量率の動向

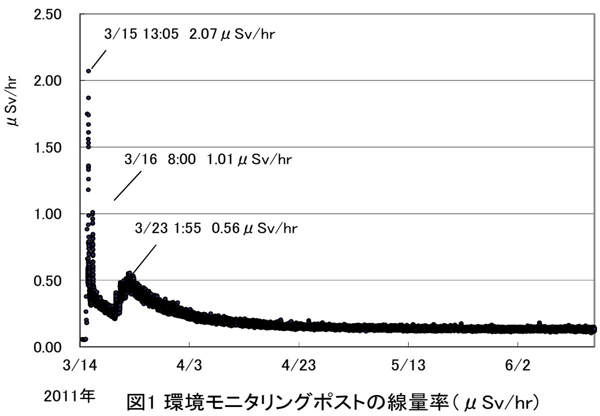


図1 環境モニタリングポストの線量率（μSv/hr）

図 1 に 2011 年 3 月 15 日から 3 ヶ月間の環境モニタリングポストの線量率を示す。モニタリングポストはアイソトープ総合センター建屋東側に設置してある。モニタリングポスト検出部は NaI (Tl) 検出器（温度保障型、アロカ社製）、24 時間連続監視を行っている。2011 年 3 月 15 日 1 時までは

0. 05 μSv/hr であったが 1 時過ぎから線量率が上がりだし 8 時には 1. 75 μSv/hr、13 時 5 分には 2. 07 μSv/hr に達した。翌 16 日 8 時に 1. 01 μSv/hr、その後下がり 3 月 23 日 1 時 55 分 0. 56 μSv/hr を最後に後はゆっくりと単調に下降している。2011 年 4 月の平均線量率は 0. 18 μSv/hr、 5 月は 0. 14 μSv/hr, 6 月は 0. 13 μSv/hr と下がっている。そして事故 16 ヶ月後の 2012 年 7 月の平均線量率は 0. 11 μSv/hr、8 月は 0. 11 μSv/hr、9 月は 0. 10 μSv/hr とさらに下がってきた。事故直後の放射能は短半減期の ^{131}I、^{132}I と長半減期の ^{134}Cs、^{137}Cs があったが、現在は ^{134}Cs、^{137}Cs の 2 核種だけになっている。^{137}Cs は半減期 30. 1 年と長い為、事故前の線量率 0. 05 μSv/hr まで下がるには長い年月がかかると考えられる。現在の線量率は約 0. 10 μSv/hr、年間被ばく線量にすると 876 μSv になる。876 μSv は ICRP 勧告の一般人の年間許容被ばく線量 1 mSv（1000 μSv）より低いので安全と考えられる。

2）ダスト捕集による核種分析

図 1 に示す環境モニタリングポストの線量率において線量率が急激に増加し始めた 2011 年 3 月 15 日の 9 時からダスト捕集を開始した。サンプリング地点は第 2 学群 E 棟屋上である。捕集は可搬型ダストサンプラー（L30 MUNRO 製）にダストモニター用濾紙（HE-40T）とチャコールフィルター（CP-20 60mmφ）を装着し連続 5 時間吸引した。測定はダストモニター用濾紙とチャコールフィルターを重ねて測定試料とし Ge (Li) 検出器（写真 1）で測定した。

表1　ダストの空気中濃度測定結果

検出核種	空気中濃度 Bq/cm^3	濃度限度 Bq/cm^3
^{132}Te	2.22×10^{-5}	2×10^{-5}
^{131}I	3.51×10^{-5}	5×10^{-6}
^{132}I	1.57×10^{-5}	4×10^{-4}
^{134}Cs	3.67×10^{-6}	2×10^{-5}
^{137}Cs	5.57×10^{-6}	3×10^{-5}

図 2 は捕集したダストの γ 線スペクトログラムである。
測定時間は 2000 秒、表 1 にダストの空気中濃度の測定結果を示す。

検出核種 ^{132}I、^{134}Cs、^{137}Cs の空気中濃度は“放射線障害防止法告示別表第 2 第 5 欄に示す排気中又は空気中の濃度限度”より低かった。濃度限度を超えた ^{132}Te と ^{131}I は短半減期（^{132}Te は 3. 2 日、^{131}I は 8. 1 日）なので数カ月後には検出できなくなると考えられる。

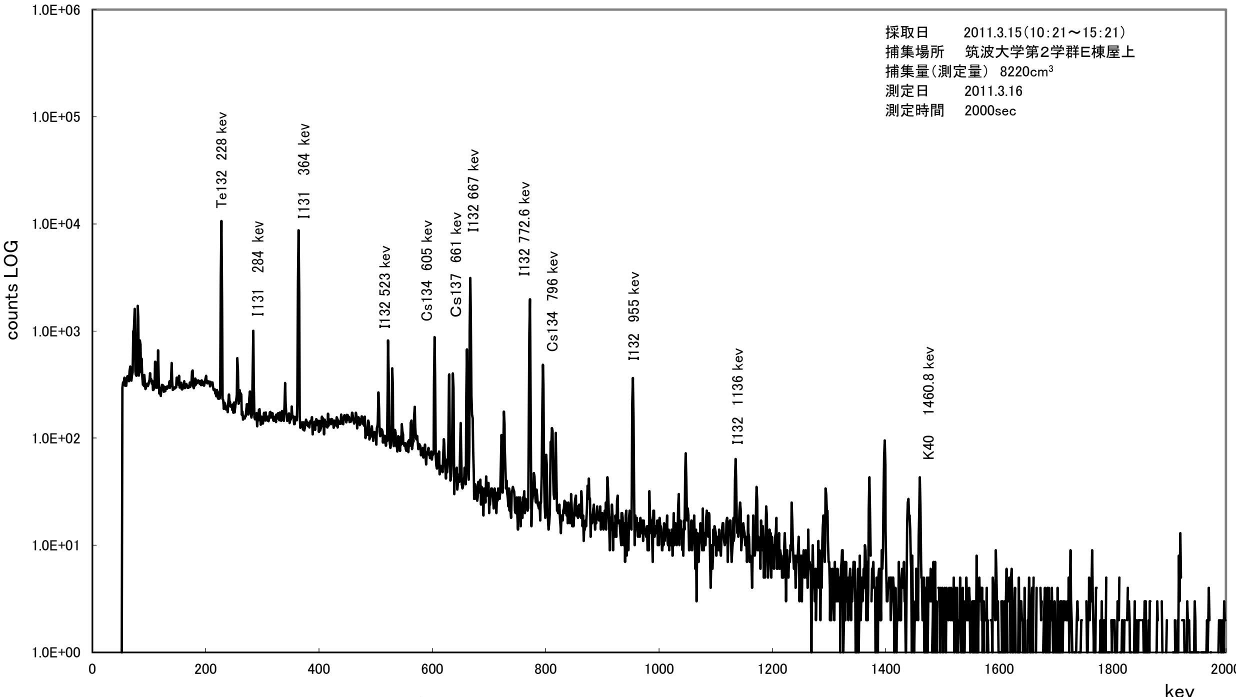


図2 ダストのγ線スペクトログラム

3）路肩の溜り水・池の放射能濃度測定

第 2 学群 E 棟（生命環境 RI）前の道路、第 3 学群駐車場に溜った雨水、第 3 学群食堂前の池の水を採取し放射能濃度を測定した。採取日は 2011 年 3 月 22 日と 4 月 19 日、採取量は 50 ml、U9 容器に入れ Ge (Li) 検出器で測定した。測定時間は 2000 秒で行った。路肩の溜り水・池の放射能濃度測定結果を表 2 に示す。

表2 路肩の溜り水・池の放射能濃度測定結果

試料番号	採取場所	検出核種	採取日 2011.3.22 Bq/L	採取日 2011.4.19 Bq/L
1	生命環境RI棟前（西側）溜り水	^{132}Te	27	1
		^{131}I	2201	21
		^{132}I	31	0
		^{134}Cs	25	15
		^{137}Cs	30	22
2	第3学群駐車ゲート前溜り水	^{132}Te	39	2
		^{131}I	2714	18
		^{132}I	43	4
		^{134}Cs	21	4
		^{137}Cs	16	13
3	第3学群駐車場中央溜り水	^{132}Te	40	4
		^{131}I	4499	13
		^{132}I	14	6
		^{134}Cs	17	15
		^{137}Cs	19	14
4	第3学群池	^{132}Te	17	2
		^{131}I	199	10
		^{132}I	18	2
		^{134}Cs	15	11
		^{137}Cs	33	10

試料容量50ml、測定時間2000sec、測定日は採取日と同じ

3 月 22 日のサンプリングでは、^{132}Te 、^{131}I、^{132}I、^{134}Cs、^{137}Cs が検出された。^{131}I は他の 4 核種より高濃度であった。約 1 ヶ月後の 4 月 19 日に行ったサンプリングでは短半減期の ^{131}I の影響も減り全体的に放射能濃度は低くなった。

4）野菜等の放射能濃度測定

2011 年 3 月 15 日早朝からの原発からの放射性降下物による汚染は 2) 項ダスト測定の結果、飛来したのは ^{32}Te 、^{131}I、^{132}I、^{134}Cs、^{137}Cs の 5 核種であることが判明した。これら 5 核種は広範囲に落下し地上の植物を汚染したと思われるので、身近にある野菜等の放射能濃度測定を行った。採取した野菜は水で洗浄し水気を取った後 U9 容器に入れ、Ge (Li) 検出器で測定した。測定時間は 2000 秒で行った。測定日はサンプリングと同日である。

サンプリングはつくば市と筑波山の東側の石岡市、西側の筑西市の 3 カ所である。表 3 に植物の放射能濃度測定の結果を示す。

筑波大学第 3 学群駐車場の枯草（エノコログサ）と石岡市の芝（枯れた芝）をサンプリングした。その結果、どちらも放射能濃度は他の野菜に比べ高かった。

試料番号 5、6、7、9、10 のほうれん草等は“食品中の放射性物質に関する暫定規制値（食品衛生法）平成 24 年 3 月 31 日まで”で判断すると、^{131}I の暫定規制値は 2000 Bq/kg、Cs (^{134}Cs+^{137}Cs) は 500 Bq/kg であり基準値を下回るため食用に供することができる。

サンプリングをつくば市、石岡市、筑西市の 3 地域で行ったが、地域による放射能濃度の差は見られなかった。

表3　植物の放射能濃度測定結果

番号	採取日時	採取場所	検出核種	Bq/kg
1	2011年 3/22	筑波大学 第3学群駐車場 枯草(エノコログサ)	^{132}Te	2204
			^{131}I	19289
			^{132}I	2600
			^{134}Cs	1866
			^{137}Cs	1981
2	2011年 3/22	筑波大学 第3学群駐車場 モチ草(ヨモギ)	^{132}Te	1015
			^{131}I	7981
			^{132}I	990
			^{134}Cs	1000
			^{137}Cs	1133
3	2011年 3/22	石岡市 恋瀬川堤防 モチ草(ヨモギ)	^{132}Te	1857
			^{131}I	5293
			^{132}I	1787
			^{134}Cs	1697
			^{137}Cs	1810
4	2011年 3/25	石岡市 恋瀬川堤防 高菜	^{132}Te	6791
			^{131}I	4728
			^{132}I	7354
			^{134}Cs	1531
			^{137}Cs	1619
5	2011年 3/28	つくば市 ほうれん草 (露地栽培)	^{132}Te	179
			^{131}I	1683
			^{132}I	170
			^{134}Cs	251
			^{137}Cs	256
6	2011年 3/28	筑西市 ほうれん草 (露地栽培)	^{132}Te	196
			^{131}I	1847
			^{132}I	187
			^{134}Cs	158
			^{137}Cs	281
7	2011年 3/30	つくば市 サニーレタス (露地栽培)	^{132}Te	83
			^{131}I	1558
			^{132}I	88
			^{134}Cs	422
			^{137}Cs	144

8	2011年 3/30	石岡市 芝	^{132}Te	3465
			^{131}I	13298
			^{132}I	3360
			^{134}Cs	21331
			^{137}Cs	22605
9	2011年 3/30	筑西市 キャベツ（露地栽培	^{132}Te	11
			^{131}I	179
			^{132}I	0
			^{134}Cs	70
			^{137}Cs	80
10	2011年 4/4	筑西市 エシャレット球根部	^{132}Te	0
			^{131}I	40
			^{132}I	0
			^{134}Cs	54
			^{137}Cs	56
11	2011年 4/19	筑波大学 第3学群駐車場 モチ草（ヨモギ）	^{132}Te	0
			^{131}I	79
			^{132}I	0
			^{134}Cs	50
			^{137}Cs	47
12	2011年 4/19	筑波大学 第3学群駐車場 枯草(エノコログサ）	^{132}Te	0
			^{131}I	1472
			^{132}I	0
			^{134}Cs	2127
			^{137}Cs	2260

5）土壌の放射能濃度測定

土壌表面を採取し自然乾燥したのち U9 容器に入れ、Ge (Li) 検出器で測定した。測定時間は 2000 秒で行った。測定日はサンプリングと同日である。

表 4 に土壌の放射能濃度測定の結果を示す。

試料番号 1 の梅畑の土壌は未耕運のため、放射性降下物が降り注いだ状態で保存されていた。そのため他試料（土壌）より放射能濃度は高く出たと思われる。

畑（耕運後）の土壌はトラクターのロータリの爪で土壌を攪拌し耕すので、表土に付着した放射能は下の土と入れ代るため放射能濃度は低下する。土壌の放射能の濃度を下げるにはトレンチャー、プラウ等で反転耕起をすると、さらに下がると思われる。

表4　土壌の放射能濃度測定結果

試料番号	採取日	採取場所	重量g	検出核種	Bq/kg
1	2011年 6/10	つくば市　梅畑（未耕運）	48.0	^{134}Cs	1106
				^{137}Cs	1209
2	2011年 6/10	つくば市畑（耕運後）	54.9	^{134}Cs	175
				^{137}Cs	189
3	2011年 6/10	つくば市畑（耕運後）	59.9	^{134}Cs	40
				^{137}Cs	43
4	2011年 6/15	筑波大学生命環境RI土壌	60.0	^{134}Cs	29
				^{137}Cs	29
5	2011年 6/23	石岡市　庭土壌	100.0	^{134}Cs	260
				^{137}Cs	264
6	2011年 7/5	つくば市畑（耕運後）	53.8	^{134}Cs	22
				^{137}Cs	32
7	2011年 7/5	つくば市水田（耕運後）	67.9	^{134}Cs	36
				^{137}Cs	51
8	2011年 7/6	つくば市畑（耕運後）	78.0	^{134}Cs	24
				^{137}Cs	36
9	2011年 7/7	つくば市畑（耕運後）	90.7	^{134}Cs	8
				^{137}Cs	19
10	2011年 7/28	筑西市（耕運後）	48.1	^{134}Cs	73
				^{137}Cs	101
11	2011年 8/25	筑波大学生命環境RI土壌	78.1	^{134}Cs	63
				^{137}Cs	58
12	2011年 10/13	筑波大学生命環境RI土壌	79.0	^{134}Cs	85
				^{137}Cs	103
13	2012年 11/5	筑波大学生命環境RI土壌	79.0	^{134}Cs	31
				^{137}Cs	67

・測定時間2000sec

6）猪肉の放射能濃度測定

2011 年 9 月から 2012 年 2 月の間に捕獲した猪肉の放射能を測定した。試料番号 1、2 は有害駆除期間で捕獲、他 4 体は狩猟期間で捕獲した。試料番号 1 は子供の猪、試料番号 2 から 6 は成獣、捕獲場所は筑波山東側と筑波山西側、捕獲者は地元猟友会が捕獲した。測定した部位はモモ肉赤身、測定はモモ肉赤身を U9 容器に入れ、Ge (Li) 検出器で測定した。測定時間は 2000 秒で行った。

試料番号 3 から 5 は Ge (Li) 検出器の不調（真空漏れ）のため、NaI (Tl) 検出器（model ND−451F アロカ社製）を波高分析器（92X spectrum master EG&G ORTEC 社製）に接続し測定した。NaI (Tl) 検出器の場合、Ge (Li) 検出器に比べ検出器の分解能が劣る為、^{134}Cs と ^{137}Cs の分離ができないので測定結果は ^{134}Cs と ^{137}Cs の合計値で表した。

表 5 に猪肉の放射能濃度測定の結果を示す。

試料番号 2 から 6 の成獣猪の ^{134}Cs と ^{137}Cs の濃度合計値を、捕獲場所の筑波山東側の“かすみがうら市雪入り”と筑波山西側の“つくば市小田”に分けて比較すると“かすみがうら市雪入り”の猪は平均 305 Bq/kg、“つくば市小田”は平均 174 Bq/kg であった。

“食品中の放射性物質に関する暫定規制値（食品衛生法）平成 24 年 3 月 31 日まで”で判断すると、放射性セシウムは (^{134}Cs+^{137}Cs) は 500 Bq/kg なの

で 6 体の猪肉は全て食用に供することができる。ただし、2012 年 4 月からは放射性セシウムの暫定規制値は 100 Bq/kg になるので食用に供することはできない。

表5　猪肉の放射能濃度測定結果

試料番号	捕獲場所	捕獲日	測定日	検出器の種類	放射能量（Bq/kg）	
1	筑波山東側 かすみがうら市雪入り	2011.9下旬	2011.11.7	Ge(Li)検出器	^{134}Cs	53
					^{137}Cs	93
2	筑波山東側 かすみがうら市雪入り	2011.10下旬	2011.11.7	Ge(Li)検出器	^{134}Cs	134
					^{137}Cs	176
3	筑波山西側 つくば市小田	2011.11.20	2011.11.22	NaI(Tl)検出器	$^{134}Cs+^{137}Cs$	148
4	筑波山東側 かすみがうら市雪入り	2011.12.9	2011.12.13	NaI(Tl)検出器	$^{134}Cs+^{137}Cs$	300
5	筑波山西側 つくば市小田	2012.1.6	2012.1.12	NaI(Tl)検出器	$^{134}Cs+^{137}Cs$	156
6	筑波山西側 つくば市小田	2012.2.18	2012.2.20	Ge(Li)検出器	^{134}Cs	100
					^{137}Cs	119

図 3 に試料番号 6 の猪肉 γ 線スペクトログラムを示す。測定部位はモモ肉赤身、測定量は 44. 5680 g、測定容器は U9 容器使用、測定時間 2000 秒、測定結果は ^{134}Cs が 100 Bq/kg、^{137}Cs が 119 Bq/kg あった。

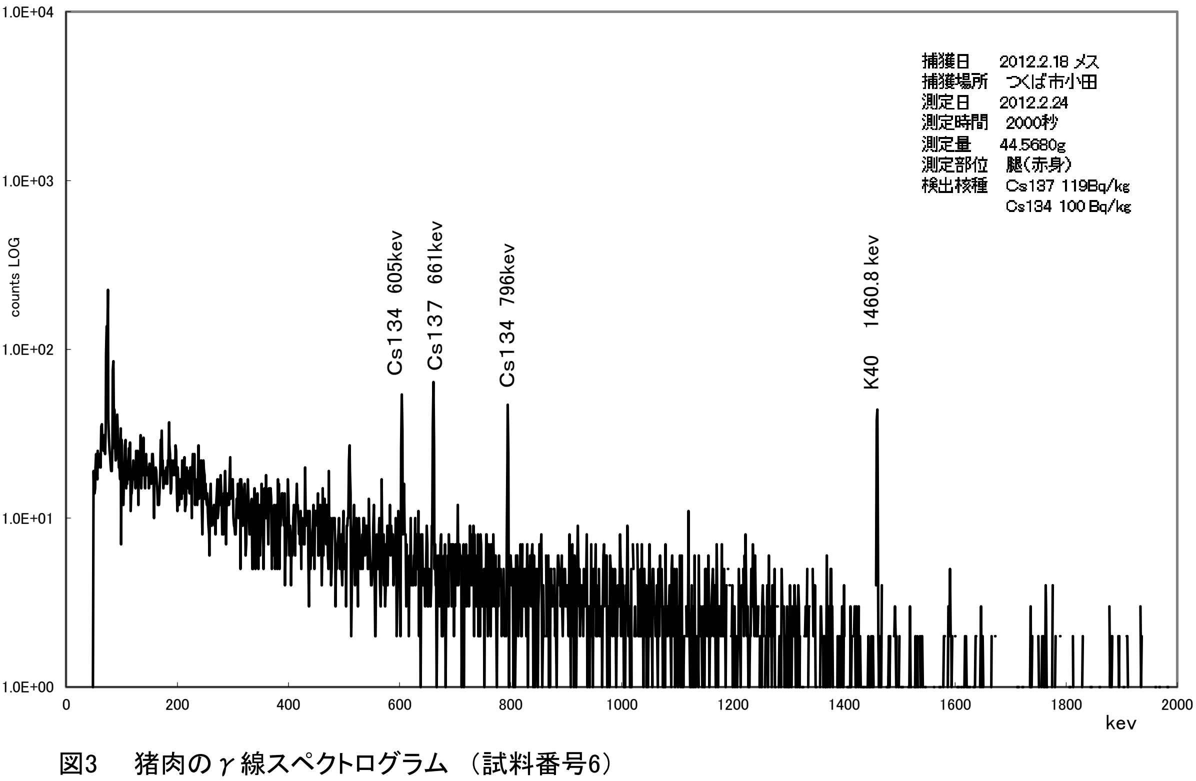


図3　猪肉のγ線スペクトログラム （試料番号6）

7）筑波大学構内ループ道路付近のコケの放射能濃度測定

筑波大学構内において長期的に放射性降下物が溜る場所は何処かと考えた場合、建物の隅、雨どいの吐きだし、植物等が考えられる。これらは植物を除き風雨によって洗い流され時間とともに少なくなると考えられる。逆に植物は成長過程において、放射能を蓄積し放射能濃度を高めていくと思われる。植物の放射能を求める為に、年間通して採取しやすい苔（コケ）を測定対象とした。サンプリングは原発事故から 1 年経った 2012 年 3 月、そして現在の 2012 年 11 月に行った。

サンプリング場所を図 4 に示す。筑波大学構内ループ道路付近において”表土に植生しているコケ”（以下表土植生コケと呼ぶ、写真 2）と“樹木の樹皮、地上 1 m の位置に着生しているコケ”（以下樹皮着生コケと呼ぶ、写真 3）を各々 400 cm^2 程度採取した。

表土植生コケは泥が付いているので水で洗浄し、自然乾燥したのち U9 容器に入れ Ge (Li) 検出器で測定した。測定時間は 2000 秒で行った。樹皮着生コケは洗浄せず U9 容器に入れ、表土植生コケと同様に測定した。測定結果を表 6 に示す。

図 5 に C9 地点の樹皮着生コケ（2012 年 11 月採取）の γ 線スペクトログラムを示す。

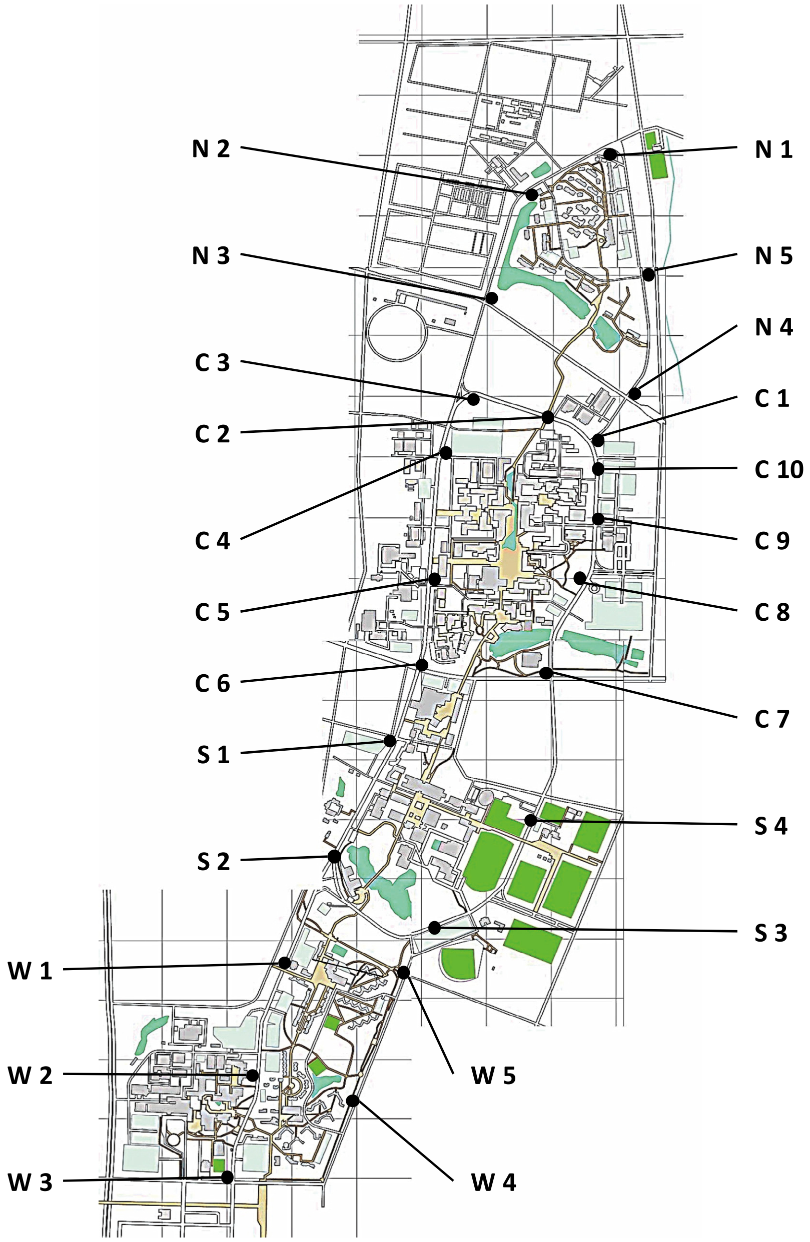


図4 コケのサンプリング場所 （筑波大学構内）

写真 2 表土植生コケ

写真 3 樹皮着生コケ

表6　コケの放射能濃度測定結果

図4サンプリング場所参照			表土植生コケ		樹皮着生コケ	
			2012年3月採取	2012年11月採取	2012年3月採取	2012年11月採取
採取場所		検出核種	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
北地区	N1	^{134}Cs	445	352	1310	410
		^{137}Cs	818	573	2378	630
	N2	^{134}Cs	644	568	3363	930
		^{137}Cs	1124	895	5326	1639
	N3	^{134}Cs	512	461	635	1062
		^{137}Cs	768	651	2031	1861
	N4	^{134}Cs	565	546	7498	1859
		^{137}Cs	909	866	13189	3308
	N5	^{134}Cs	265	87	3172	1554
		^{137}Cs	550	280	4595	2887
中地区	C1	^{134}Cs	840	347	13348	1782
		^{137}Cs	1122	618	22106	2919
	C2	^{134}Cs	420	519	11323	2209
		^{137}Cs	753	954	17644	3880
	C3	^{134}Cs	243	517	12181	1670
		^{137}Cs	449	1041	17471	2939
	C4	^{134}Cs	254	133	8964	1749
		^{137}Cs	483	296	13568	2962
	C5	^{134}Cs	728	255	11008	1882
		^{137}Cs	1267	507	17138	3424
	C6	^{134}Cs	805	307	2075	574
		^{137}Cs	1255	546	3135	828
	C7	^{134}Cs	407	368	6262	1692
		^{137}Cs	671	604	8896	2959
	C8	^{134}Cs	284	252	7348	2505
		^{137}Cs	544	447	11631	4600
	C9	^{134}Cs	329	508	6622	5207
		^{137}Cs	485	916	10112	9544
	C10	^{134}Cs	1304	565	19092	4554
		^{137}Cs	1888	988	29451	8877
南地区	S1	^{134}Cs	797	183	2524	1055
		^{137}Cs	1029	278	4119	1974
	S2	^{134}Cs	954	165	3010	2807
		^{137}Cs	1387	329	5375	5227
	S3	^{134}Cs	503	306	7360	4246
		^{137}Cs	820	515	10982	7632
	S4	^{134}Cs	495	221	4954	3748
		^{137}Cs	913	366	8018	6753
西地区	W1	^{134}Cs	350	113	6667	3078
		^{137}Cs	646	258	10147	5831
	W2	^{134}Cs	614	523	2457	5521
		^{137}Cs	1019	997	3899	9426
	W3	^{134}Cs	1177	435	3393	3498
		^{137}Cs	1691	725	5355	6944
	W4	^{134}Cs	763	251	1851	4077
		^{137}Cs	1227	447	3198	6606
	W5	^{134}Cs	438	548	4477	4547
		^{137}Cs	729	890	6538	8372
	平均　放射性セシウム（^{134}Cs+^{137}Cs）		764	490	8067	3630

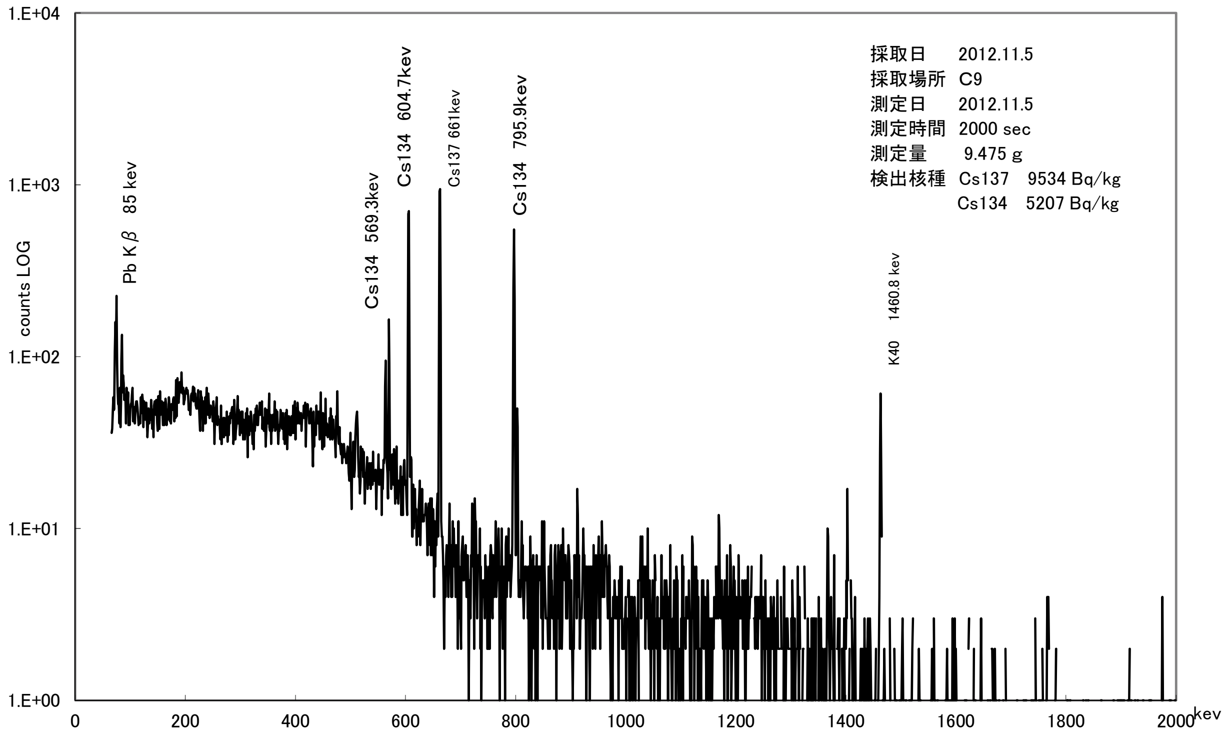


図 5 樹木着生コケのγ線スペトログラム(C9地点 樹皮着生コケ ２０１２年１１月５日採取)

コケの放射能濃度を測った結果、^{134}Cs と ^{137}Cs を合計した平均放射性セシウムの濃度は 2012 年 3 月から 2012 年 11 月までの 8 カ月で表土植生コケは 764 Bq/kg から 490 Bq/kg に減衰、樹皮着生コケは 8067 Bq/kg から 3630 Bq/kg に減衰した。放射能濃度が減った原因は、新たな放射性降下物が降ってこなかったことかも知れない。樹皮着生コケに付着あるいは取り込まれている ^{137}Cs は半減期が 30. 1 年と長いため無くなるまでには長い年月がかかる。^{134}Cs は半減期 2. 06 年のため、^{137}Cs より早めに無くなる。図 8 の γ 線スペクトログラムは 2012 年 11 月、C9 地点において樹木地上 1 m の位置に着生しているコケ 9. 475 g を測定したものである。現在、コケ 1 kg 換算で ^{134}Cs は 5207 Bq/kg 、^{137}Cs は 9544 Bq/kg ある。これら ^{134}Cs、^{137}Cs を合計した放射性セシウム濃度は 14741 Bq/kg になる。将来 10 年後には物理的半減期により減衰し ^{134}Cs は 180 Bq/kg、^{137}Cs は 3170 Bq/kg、放射性セシウム濃度は 3350 Bq/kg になる。γ 線スペクトログラム中の ^{134}Cs は低くなり、^{137}Cs と自然放射能 ^{40}K のピークが顕著に見えると思われる。

４．考察

東日本大震災により東京電力福島第 1 原発が被災し数日後には原発からの核分裂生成物がつくば周辺も含めて広範囲に降り注ぎ、そのため土壌、水、植物、動物、家屋すべてが放射能濃度の差はあるが汚染されてしまった。日常、放射線管理業務で使用している放射線測定器も原発事故以前は針が振れず零レベルであったが、事故を境に常に振れるようになってしまった。放射線管理区域の中より屋外の線量が高い状態が数週間続いた。このような異常事態を調査するために本報告内容の測定を行った。測定の結果、2012 年 11 月現在、放射能量の違いはあるが“どこにも ^{134}Cs と ^{137}Cs は有る”、しかし、Ge(Li) 検出器などの高分解能の測定器でないと検出できない放射能濃度に下がってきている。新たな放射性降下物が降ってこないように願う次第である。

謝辞

本報告にあたり、測定器材の提供ならびにご指導いただきましたアイソトープ総合センター技術専門職員の木村陽子氏、倉田義次氏、坂本健一氏、技術職員の鈴木路子氏、小野木亮氏に深く感謝いたします。

Radioactive fallout from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (in the area around Tsukuba)

Watanabe Hiroshi
Radioisotope Center
University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

Keywords: Radioactive fallout , Nuclear power plant accident

超硬質ガラス製高真空吸着量測定・昇温脱離（TPD）測定装置の製作

伊藤　伸一[a]

筑波大学数理物質科学等技術室（物質工学域）

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

担持金属触媒のガス吸着量測定および吸着種の昇温脱離（TPD）測定のための超硬質ガラス製高真空吸着量測定装置を製作した。試料の前処理は酸素処理、水素処理、真空脱気処理で、最高処理温度は 923 K。真空脱気処理に必要とされる到達真空度は 1×10^{-6} Torr (1 Torr = 133.3 Pa) である。吸着ガスは水素（H_2）、一酸化炭素 (CO) または二酸化炭素 (CO_2) である。本装置にガスクロマトグラフを接続し、TPD による吸着種の脱離挙動を調べることができる。

キーワード：担持金属触媒、吸着量測定、昇温脱離法（TPD）、昇温還元法（TPR）

１．はじめに

固体触媒（担持金属触媒）は化学反応に必要不可欠であり、工業的に重要なものである。最近では、担持金属触媒を用いてバイオエタノールから燃料電池の燃料となる水素や化学合成原料であるアセトアルデヒドを生成する反応についての報告もある[1]。担持金属触媒や燃料電池用電極に用いられる金属は白金（Pt）などの貴金属が多い。よく知られているように、白金などの貴金属は産出量が少なく高価格であり、効率よく用いるために、SiO_2 などの表面積の大きい担体に微粒子として担持する方法が採られている（Pt/SiO_2）。担持金属触媒や燃料電池用電極の金属粒子径・金属分散度を測定するためには、水素還元処理の後に高真空での高温脱気処理が必要である。高温脱気処理の後、水素（H_2）吸着量あるいは一酸化炭素（CO）吸着量測定を行う。担持金属触媒や燃料電池電極の水素吸着量、CO 吸着量や吸着後の昇温脱離測定を行うための閉鎖系吸着量測定・昇温脱離測定装置を製作した。

今回の発表は、研究室においてガラス工作技術を駆使して吸着量測定装置を製作した記録である。装置の製作を中心に述べるとともに、Pt/SiO_2 触媒の測定結果についても述べる。

２．製作と真空度測定

2.1 装置の概略

本装置の概略図を Fig. 1 に示した。ガス溜めシリンダーは 3 本あり、左から水素、CO、酸素である。可燃性ガスの水素と支燃性ガスの酸素はなるべく離れて設置した。真空ポンプ系はロータリーポンプと

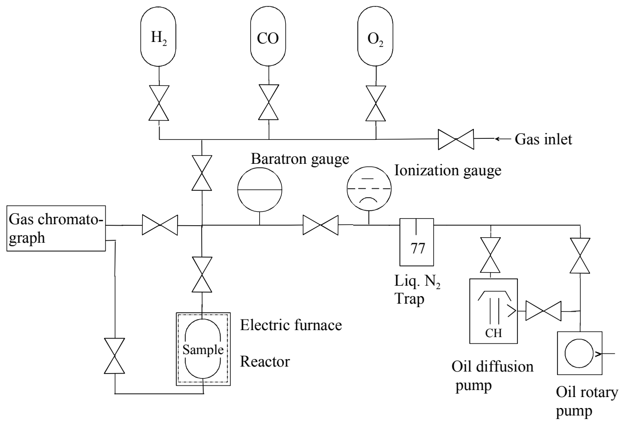


Fig. 1　The experimental apparatus for adsorption measurement and temperature-programmed desorption (TPD).

油拡散ポンプを併用し、到達真空度を 1×10^{-6} Torr を実現した。液体窒素トラップの上流に真空度測定のためのピラニー真空計、電離真空計を接続した。

反応セル部分は石英製で高温（923 K）での処理が可能である。電気炉は本装置専用に自作した（後述）。

本装置を製作するための主な部品は下記のとおりである。

穴あき L アングル（40 mm × 40 mm × 1800 mm）
アングル用キャスター（ストッパー付き、ストッパー無各 2 個）

配管用ステンレスパイプ（外径 1/8 インチ）
スウェジロック（Swagelok）ユニオン等

ガラス製コック、ガス溜め用コック付きガラス製シリンダー、固定用鉄パイプ（外径 13 mm）、ガラス管固定用クランプ、石英製反応用セル（幕張理化学硝子製作所）
クランプ（大）、ムッフ、
ビニールテープ（赤、青、黒）
中肉厚パイレックスガラス管（外径 10 mm）

ピラニー真空計・電離真空計（若井田理学）
隔膜式真空計（Baratron）

電気炉用源線ボビン
耐熱性リボン

[a] E-mail: ito@ims.tsukuba.ac.jp

鉄クロム線（φ0.5 mm, 7.5 Ω/m）
温度コントローラー
電気配線用コネクターおよびコード（1.25 m^2）

2.2 装置骨格の形成

アングルを用いて装置の骨格を形成した。装置は、将来移動することも考えて、キャスターを取り付けたが、その高さはドアの通過やエレベーターの利用に問題ないよう 190 cm 以下とした。ガラス配管や圧力計、ガス導入部のサイズの都合上、横幅は 90 cm、奥行きは 80 cm とした。アングルは長さ 180 cm のものを、アングルカッターなどで必要な長さにカットした。この切断箇所は鋭利なためこれに触れてけがをすることがあるので、切断箇所はすべてヤスリで処理した（Fig. 2）。4 本の柱となるアングルの一方にストッパー付きキャスターをアングル専用ネジで固定した（Fig. 3）。柱になるアングルを横に並べ棚になる枠を組み上げていき（Fig. 4）、最後に立てる。柱と棚の連結部分は強度を持たせるため、コーナー専用の三角板を使ってアングルを固定した（Fig. 5）。またこの時点では、アングルを固定するネジは締めすぎないようにした。多少ぐらつくが、骨格を立てたのち、棚となるアングルや柱の水平・垂直を合わせながらネジを締めた。このとき、水準器を用いて水平・垂直を合わせた（Fig. 6）。床が歪んでいる場合もあるので、場所を移動しながら最も安定した状態で各所を固定した。骨格が決まったら、ガス導入のためのパネルを Fig. 7 のように取り付けた。

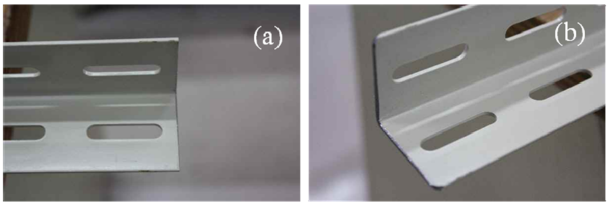


Fig. 2　Cut of an angle iron.
(a) after cut, (b) after treatment by a file.

Fig. 3　The fixing of a caster to a pillar.

Fig. 4　Constructing of pillars and shelves.

Fig. 5　The fixing of pillars and shelves using triangles.

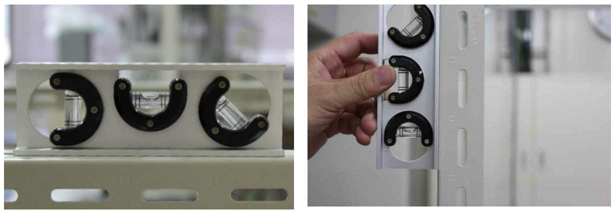


Fig. 6　The adjustment of horizontal and vertical.

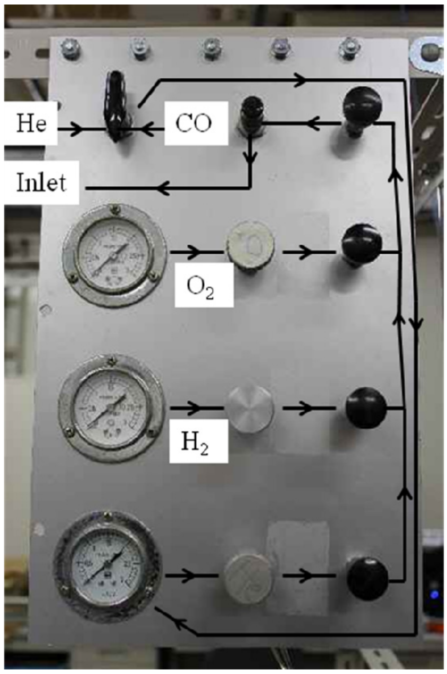


Fig. 7　The gas inlet of the apparatus.

Fig. 7 のパネルについて、一酸化炭素（CO）はガス溜めに入れる時以外は使用頻度が少ないのでヘリウム (He) のラインと切り替えて使うように配管した。ここで注意しておかなければならないのは､実験する際にはそれぞれのガスを単独で流通させることを基本としておくことである。パネルを見るとわかるが、酸素と水素を同時に流してしまうと爆鳴気が出来るので危険であるから､使用者には事前の注意喚起を行う。それぞれのガスは、ボンベから約 0.2 MPa（ゲージ圧）で供給されるので圧力調整器と圧力計で 0.02 Mpa（ゲージ圧）まで減圧し、流量制御バルブを通してガラス配管内へ導入するようにした。この圧力は、万が一、ガラス系のバルブ操作を誤った時に、破裂などの事故が起こらないようにするためである｡実際にガス溜めに充填するガスの圧力は最大でも 500 Torr（1 気圧＝760 Torr）を超えないようにした。配管は外径 1/8 インチ（in）のステンレスパイプを用い、継ぎ手はスウェジロック（Swagelok）を用いた。ガラス管との接続には異径ユニオン（1/8 in－6 mm）とテフロンフェルールを用いた。

ガラス製のガス溜めを固定するためのクランプを Fig. 8 のように、鉄製パイプとムッフで固定した。締め付けはスパナを使用した。鉄製パイプとアングルとの固定には U 字ボルトを使用した。また、このパイプも水準器で水平を確認しながら固定した。

Fig. 8　The frame of the apparatus and clamps for fixing of gas cylinders made of glass.

Fig. 9　The fixing of gas cylinders by clamps.
The cylinders are protected by plastic tape; red is for hydrogen, blue is for carbon monoxide, black is for oxygen.

ガラス製の装置を製作する場合、上の方から順に作っていく方がよいと筆者は考えている。その理由は、下から組み上げていくと工具や部品などを誤って落としてしまったときに、下にあるガラス製工作物にあたって壊してしまうからである。

ガス溜めの固定を Fig. 9 に示した。ガラス製のガス溜めは直径が 8 cm、長さ 60 cm で容量は 3 L である。直角に高真空ガラスコックが付いているものを購入した。ガラスは少しでもキズがつくと、そこからひび割れし破損するので、保護のためカラービニールテープを巻いた。色分けの基準として、ガスボンベの色に合わせた。すなわち、赤は水素用、青は一酸化炭素用、黒は酸素用である。クランプでの締め付けは、強すぎるとよくないので加減しながら行った。

2.3 ガラス工作

ガラス工作の基本は､切断､引き伸ばしと軸だし、曲げ､直管継ぎ､異径管継ぎ､T 字継ぎなどである。この節では､これらの基本について超硬質ガラス(パイレックスなどの硼ケイ酸ガラス）を中心に述べた後、実際の装置製作について述べる。なお、ガラス工作については人によってやり方が少し異なる場合がある。今回は、筆者が普段行っている方法を記した。また、良い参考書を見つけたので、そちらも参照していただきたい[2, 3]。また、安全対策として、加熱されたガラスは発光するのでサングラスを、加熱以外の加工時にも安全メガネを着用した。

切断には三通りの方法がある。一つはヤスリで管の軸に直角にキズをつけ、手で折る方法である。Fig. 10（左）に示したように硝子管の軸に直角にヤスリを当て、ヤスリを矢印の方向に回転させ（あるいはガラス管を逆向きに回転させ）キズを付ける。キズの長さは管の円周の 1/4 程度で、キズのなるべく近いところを両手で持ち、引っ張る力を 6 割程度、折る力を 4 割程度に加減して折る。ガラスは張力に弱いという性質を利用する。周りに人がいない場合や、スペースに余裕がある場合は水平にもって折るが、そうでない場合は垂直に持ち(左手が下､右手が上)､キズを自分の側に向けて、左手を固定してキズより上の方を自分と反対側の方へ向けて折る。このときも、引っ張る力を 6 割程度、折る力を 4 割程度とする (Fig. 11)。この方法はガラス管の外径が 10 mm 程度までが適している。外径が 15 mm 以上ではこの方法では難しい。二つめは、焼玉法と呼ばれている。ガラス管にキズをつけ、そのキズの端から 1～2 mm くらい離れた箇所にガスバーナーで焼いた直径 3 mm くらいのガラスの焼玉をあてるものである。キズの部分が急激に加熱されひびが入る (Fig. 12)。

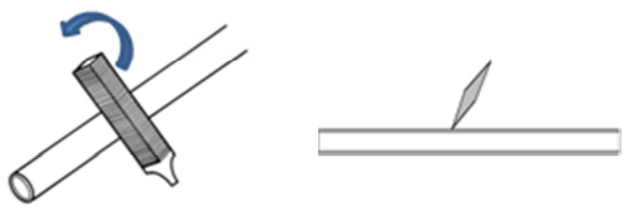


Fig. 10　Scratching a glass tube by a file.

焼玉法はガラス管の外径が 15 mm くらいまでなら一度で全周囲にひびが入るが、太い管の場合は一度では完全にひびが入らない。その場合は、一度はいったひびの近くに再び焼玉を当ててひびを伸ばしていく。ひびが全周囲に入れば、軽く引っ張るだけで簡単に切断できる。焼玉は、同じ種類のガラス棒を用いる。棒がない場合は、硝子管を熔かして玉にしたものをゆっくりと引き伸ばし、直径 3 mm くらい、長さ 10 cm くらいの棒を作って使用する。焼玉の温度は、高すぎても低すぎても良くない。温度が高すぎると、硝子管にあてたときに、ひびは入っても硝子管とガラス棒が溶着してしまい良くない。また、焼玉の温度が低すぎると、ひびが入らない。ガラス棒を加熱して棒の先端がややオレンジ色になったころ合いがよく、炎から出して一呼吸した後ガラス管のキズの近くにあてるとよい。ただし、焼玉法は石英ガラスには使えない。石英ガラスは急激な熱変化に対しても熱膨張変化が少なくひびが入らないので、外径が 12 mm を超える場合には次の三つ目の方法を用いる。電動カッターを用いれば、外径の太いガラス管や石英管を切断することができる。高速で回転するダイヤモンドカッターで切断する。いずれの場合においてもガラスの切断面は鋭い刃物になっており、ケガをしやすいので焼鈍ししておく。ガラス管表面のキズとひびの見分け方は、正面から見るよりやや斜めから見るとわかりやすい。ひびが入っている場合は、斜めから見るとガラス管の肉厚の分だけ幅のある亀裂が白く光って見える。

引き伸ばしは太い管を加熱し、引き伸ばすことで細い管を作ることである。特に同心（軸が同じ）のときは、軸だしと言う（Fig. 13）。ガラス管を加工するさいに回転させながら加熱するときなどに必要である。コツは加熱の際に管を回転（1 秒に 1 回転くらいの速さ）させ均一に加熱することと、引き伸ばす際にはガラス管を回転させながら引くことである。ガラスを熔かし過ぎると水平に引いたとき重力によりたわんでしまう。その際には、鉛直方向に引くとまっすぐ伸びる。ただし、太い管では熱気流が上に上がるので持ち手が暑くなる。

曲げは曲率半径が大きければ、外径が 30 mm くらいのガラス管でも可能である。ガラス管を回転させながら曲げる部分を均一に加熱する。ガラス管が少し軟化したら少し曲げてみる。ガラス管の外径が 15 mm を超える場合、狭い範囲を一気に曲げようとすると管がつぶれるので、場所をずらしながら曲げる。ガラス管の外径が 10 mm 程度以下のもので U 字管を作る場合は、幅の大きい炎を使い数 cm の範囲を均一に加熱し、ガラス管が軟化したら一度で曲げる。

直管継ぎは、外径が同じ 2 本のガラス管を継ぐもので、一方から吹きを入れるので他方の管の端は閉じておく。Fig. 14 のように 2 本のガラス管の継ぐ部分を同時に回転させながら均一に加熱する。ガラス管の端が加熱されオレンジ色になったら、炎から出して着ける。この段階ではまだ完全には着いていない。炎をやや細くして左右の管を同期しながら 180 度往復回転し熔かす。すると、熔けたガラスが表面張力により内側によっていくので、炎から出して吹きを入れる。熔融と吹きを繰り返し、最後に少し吹きいれたのち少し引っ張って平滑な継ぎ目とする。

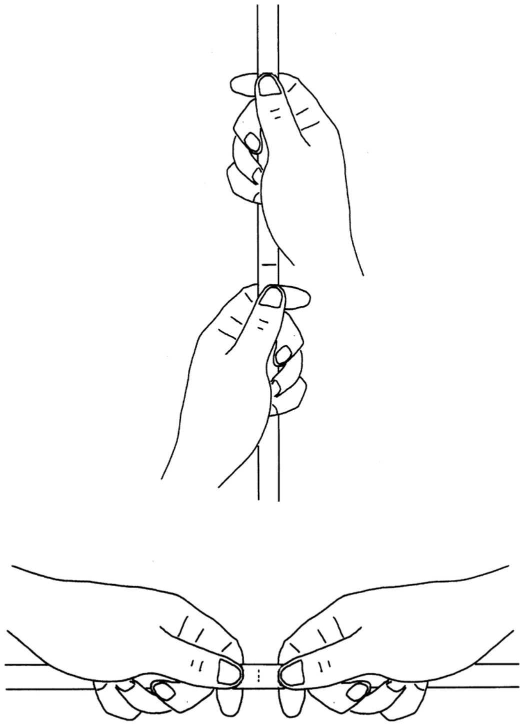


Fig. 11　Cut of a glass tube after scratching.

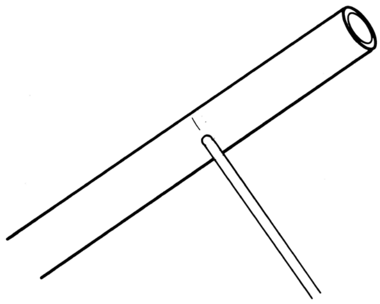


Fig. 12　Yakidama method for cut of a glass tube after scratching.

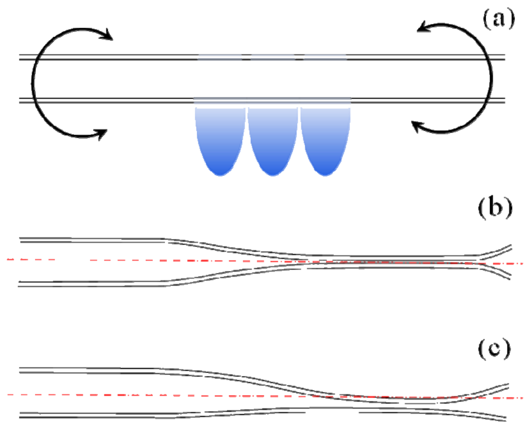


Fig. 13　Hikinobashi and Jikudashi of a glass tube.
(a) melt of the glass tube by a large blue flame, (b) the same axle (good), (c) disagreement of the axle.

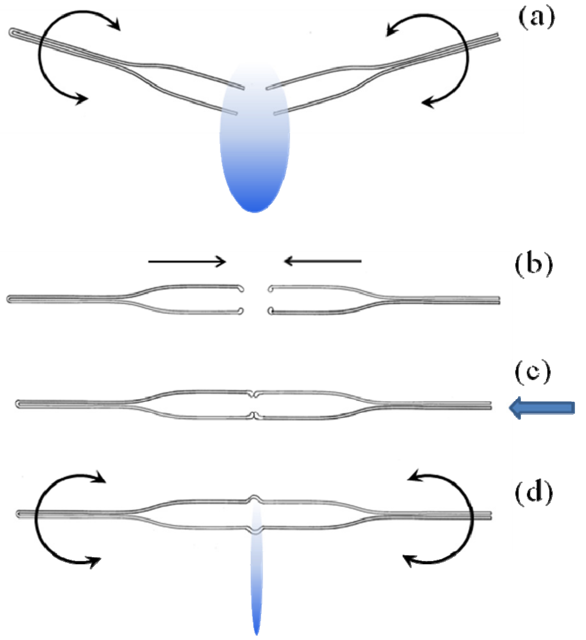


Fig. 14　Connection of glass tubes.
(a) melt by blue flame, (b) connection of the end of glass tube, (c) a little blowing,　(d) after (c), melt and a little blowing.

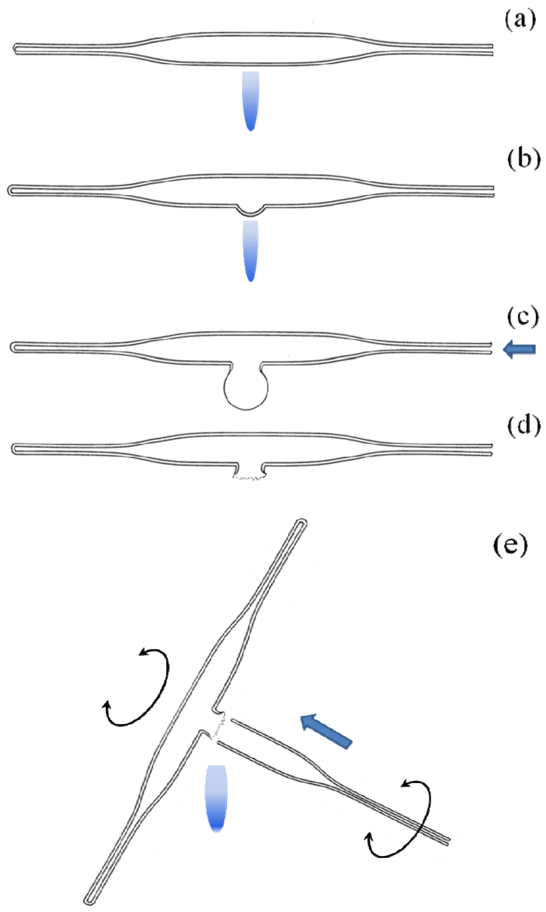


Fig. 15　Make of T joint.
(a) melt of a part of glass tube, (b) melt of a small hill, (c) a little blowing, (d) cut of the end of bubble, (e) connection of other glass tube.

異径管継ぎの場合も、直管継ぎと同じ要領でおこなう。外径の大きい管を軸だしして、外径の小さい管と同じになる部分を切断し、その部分同士をつなげる。ガラス管の外径が極端に異なる場合は、一段で継ぐよりも、段階的に細い管に継ぐ。

T 字継ぎは字のごとく、 T の字のように継ぐことである。一方の端が閉じてある管を用意する。Fig. 15 のように外径 10 mm のガラス管で作る場合、ガラス管の外径と同じかまたはやや細い炎で一か所を加熱する。ガラスが熔けたら炎から出して吹きを入れる。このとき、熔けた部分がやや膨らむ。もう一度炎に当てて加熱し、軟化したら炎から出して吹きを入れる。2～3 度繰り返して直径数 cm の球を作る。このとき、球の肉厚はかなり薄くなっており、その付け根の部分をヤスリで切り落とす。ただし、この時付け根の部分を完全にとってしまわないようにする。このガラスの薄膜は表面に水の一分子膜がまだついていないので、目に入ったり吸い込んだりすると付着して大変なことになるので処理には十分気をつける。吹きが強すぎて吹き破ってしまうと空気中に漂うことになるので特に注意する。この次の段階からは、直管継ぎと同様で枝管となるガラス管を用意し、つなげる部分を同時に加熱し熔けてオレンジ色になったら着ける。後は直管継ぎと同じ要領で行う。同様に L 字継ぎもできる。太い管などを鋭角で継ぎたい場合にも有効である。

上記のガラス工作技術を用いて、 Fig. 1 に示した装置を製作した。ガラス工作により接続する主なガラス機器はガス溜め、高真空二方コック、トラップ管、油拡散ポンプである。 Fig. 16 に高真空二方コックの仕組みを示した。枝管の A と B が繋がっている。コックを 180 度回転すれば B と C が繋がる。C の部分を真空にしておくことで、コックは大気圧によって押されるので密着する。したがって、このコックを配管するときには、 B を真空ポンプ側に繋げる。

Fig. 17 に水素用ガス溜めにコックをつける手順を示した。工作中は熱気が上がるので、耐熱性リボンを巻いて保護した。この耐熱性リボンは、最初に使用する際にいやなにおいの可燃性ガスを出して燃えるので、予めドラフトチャンバー内で焼いてから使用した。ただし、焼きすぎはぼろぼろになって細かい粉じんが出るので良くない。また、ガス溜めに付いていたコックは外して、かわりにこの断熱リボンを巻いたものを詰めて栓をした。工作時に吹きをいれるので、空気が漏れないように詰めた。

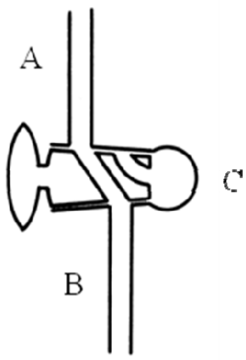


Fig. 16　Two way cock for high vacuum.

左手で付けるコックをもち、バーナーを回転させながら付けるガラス管の両端を均一に加熱し、表面がオレンジ色に輝いてきたところで両端をつなげた（Fig. 17 (a)）。硝子管の両端が予め平らに処理されていないと完全に着かない。その場合は、タングステン棒でガラスの肉を上へ寄せて付ける（Fig. 17(b)）。タングステン棒は、ピンバイスに挟み、先端をヤスリで研いで尖らせておく。ガラスと同じ温度になるとくっつき、冷めると外れる性質がある。ガラスを加熱しながらタングステン棒の先端も加熱し、ガラスが柔らかくなったところでタングステン棒の先端をガラス管の接続部分に押し付け、 1 mm ほど上向きに肉を寄せてつなげる。上向きに肉を寄せる理由は、ガラスが加工中に柔らかくなり重力で下に肉が寄っていくためである。タングステン棒をガラスから離すときには、バーナーの炎は当てずゆっくりと離すと、タングステンの温度が下がって離れやすい。ガラスにタングステン棒の先端を当てる時に、タングステン棒が十分熱せられていないと、ガラスに付かずにガラスが逃げていく。下手をすると、管をつぶして閉塞させてしまう。コックは固定していないので、ガラス工作が終わるまで左手で常に持っていたが、予めクランプ等で固定しておいても良い。熔融と吹きいれを繰り返し（Fig. 17 (c)）、最後に歪を残さないようオレンジ色の炎（比較的低温）で 1～2 分焼鈍しを行った（Fig. 17 (d)）。

2.4 装置の到達真空度の確認

ガラス工作が終了したら装置を作動させ、到達真空度を確認した。まず、すべてのガラスコックをアセトンで清浄にしてから、グリースを塗布した。常温で使用するコックには、アピエゾングリースの N タイプを使用した。電気炉に近いコックについては、T タイプを使用した。ロータリーポンプを作動させ、すべてのコックのグリースがなじむまでコックをゆっくり回転した。この時点でやや大きな漏れがあったのでロータリーポンプを停止し、その部分の熔融と吹きいれを繰り返し行いピンホールを塞いだ。再びロータリーポンプを作動させ、液体窒素トラップを設置したのち、油拡散ポンプを作動させた。 1 時間程度待ち、ピラニー真空計で真空度を確認したところ 1 Torr 以下であったものの、電離真空計が作動するほど低い圧力にならなかった。これは、ガラスを溶接した部分にピンホールがあるためで、テスラコイルでピンホールの場所を確認し、再び装置を止め、ガスバーナーの青炎で熔融・吹きいれを繰り返し、ピンホールをつぶした。この作業を繰り返し行った結果、真空度は目的の 1×10^{-6} Torr に到達した。

2.5 電気炉の製作

Fig. 18 に示したように、源線ボビンに鉄クロム線（0.5 mmφ、 2 m、 15 Ω）を巻きつけ、その周りに断熱用耐熱シートを巻きつけ、鉄クロム線で縛って固定した。さらにその上から、ワイヤーを編みこんである断熱リボンを巻きつけた。ヒーターとして使用する鉄クロム線の上からじかに断熱リボンを巻きつけると、断熱リボンの中に編みこんであるワイヤーによりショートするので、はじめに断熱用耐熱

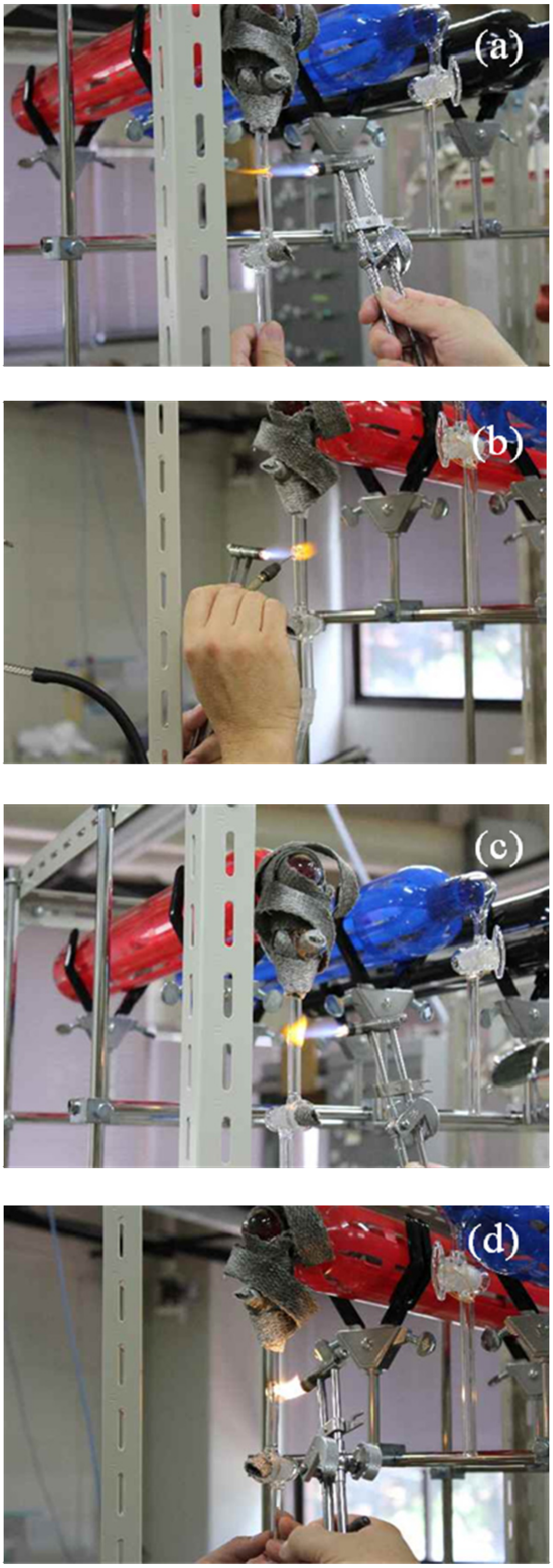


Fig. 17 Connection of a glass cock.
(a) melt of the end of the glass tube, (b) connection by a tungsten rod, (c) melt and a little blowing (from the under of the glass cock), (d) annealing.

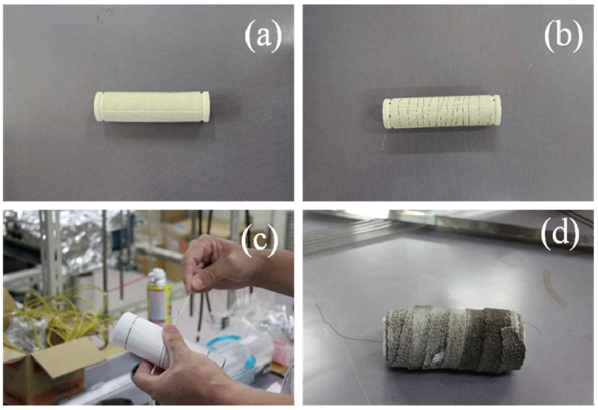


Fig. 18 Construction of electric furnace.
(a) ceramic bobbin, (b) wrapping of iron-chromium wire, (c) wrapping of heat-resistant sheet, (d) wrapping of heat-resistant ribbon.

シートを巻きつけた。温度調整は、装置本体に接続した石英反応セルに K タイプ熱電対（アルメル・クロメル）を取り付け温度制御器によりプログラム制御した。

2.6 分析系（ガスクロマトグラフ）

ガスクロマトグラフは島津製作所製 GC-8A 熱伝導度検出器（TCD）を用いた。 2 系統あるキャリヤガスの一方はサーマルマスフローコントローラーで流量制御し試料部分へ導入した。試料部分を通過したキャリヤガスは、昇温によって脱離したガスとともにトラップ（必要に応じて使用）を通過した後ガスクロマトグラフ検出器へ導いた。参照側はガスクロマトグラフ本体の流量計で制御した。キャリヤガスはヘリウム（He）を使用した。吸着ガスは、 CO などの場合が多いので熱伝導度の大きく異なる He が適している（感度大）。 He 流量は 30 ml min^{-1}、カラム温度 393 K、検出器温度 413 K、カレント電流 120 mA。検出電流はインテグレーター（島津製作所　クロマトパック C-R6A）を用いて記録した。

３．吸着量測定および TPD 測定

3.1 試料

今回測定した担持金属触媒はシリカ（SiO_2）に白金を担持した Pt/SiO_2 触媒である。富士シリシア製 SiO_2、G-6 （窒素比表面積 530 m^2 g^{-1}）に白金前駆体としてジニトロジアミノ白金（$Pt(NO_2)_2(NH_3)_2$）の沸騰水溶液を含浸、乾燥後、空気中 773 K で 3 時間焼成した。白金の担持率は 2.0 wt%である。吸着量測定および TPD 測定に用いた量は 160 mg であった。

3.2 前処理

試料の前処理は、装置の反応セル中で行った。還元処理を水素 100 Torr、773 K で 1 時間行った。その後、真空脱気処理を 723 K で 1 時間行った。

3.3 吸着量測定

前処理後、水素吸着量測定を行った。あらかじめ水素吸着量の見当をつけておき、水素導入 1 時間後の吸着平衡圧が 2~8 Torr の範囲に入るよう導入量を決め、室温で吸着を行った。水素導入 1 時間後の吸着平衡圧と導入直後の水素圧力、セル容積から吸着量を計算し、試料に含まれる全白金原子数に対する吸着水素原子の割合を H/Pt であらわした。

前処理直後の水素吸着では、白金上に解離吸着した水素原子が担体上に移動するスピルオーバーが起こる。白金上に解離吸着した水素原子とスピルオーバーした水素原子の全吸着量（H_{total}/Pt）が求められる。このあと、室温で 10 分程度真空排気すると、スピルオーバーした水素は脱離する。その後、ふたたび水素を導入して吸着させると、スピルオーバーの分だけ吸着がおこる。これを可逆吸着量（H_{revers}/Pt）とすると、全吸着量から可逆吸着量を差し引いた値が白金表面に不可逆に吸着した水素原子である（$H_{irrevers}/Pt$）。この不可逆吸着量は白金の分散度（D）とほぼ等しく、また、白金の分散度と平均粒子径（d nm）との関係は次の式で示される。

$$D = 1.135/d$$

ここで、 1.135 は一つの白金微粒子を構成する原子がすべて表面に露出すると仮定して計算された粒子径（nm）を示す。おおむね、白金原子 10 個程度が集まった微粒子の大きさである。なお、当然のことながらこの数値は他の貴金属では異なる値となる。

水素吸着量測定の後、723 K で真空脱気を 1 時間行った後、水素吸着量測定と同様に室温において CO 吸着量測定を行った。 CO の全吸着量、可逆吸着量、不可逆吸着量をそれぞれ、CO_{total}/Pt、CO_{revers}/Pt、$CO_{irrevers}/Pt$ のようにあらわした。 CO 吸着量の測定後、昇温脱離測定を行った。

3.4 昇温脱離（TPD）測定

CO 吸着測定の後、室温において吸着セル内を真空排気したのち、ヘリウムをガス導入部から常圧まで導入する。Fig. 1 のガスクロマトグラフと試料部をつなぐコックを開け、サーマルマスフローコントローラー（TMC）でヘリウムキャリヤガスを流量制御し、ガスクロマトグラフが安定するのを待つ。吸着セルに小型電気炉を取り付け、ガスクロマトグラフが安定した後、昇温を開始する。昇温速度は 10 K min^{-1} で 773 K まで昇温した。

４．測定結果

吸着量測定の結果は、$H_{irrevers}/Pt = 0.30$、$CO_{irrevers}/Pt = 0.26$ で互いに近い値を示した。また、以前に別の装置で測定した値にも近いことがわかった。昇温脱離（TPD）測定の結果は Fig. 19 に示した。420 K 付近を極大とする脱離がみられるが、これが Pt 上に吸着した CO の脱離と考えられる。標準ガスによるキャリブレーションとピーク面積から求めた脱離した CO 量は、吸着量した CO 量にほぼ等しいこともわかった。以上の事から、今回製作した装置の性能は吸着量測定および昇温脱離測定に必要な性能を保持していることが示された。

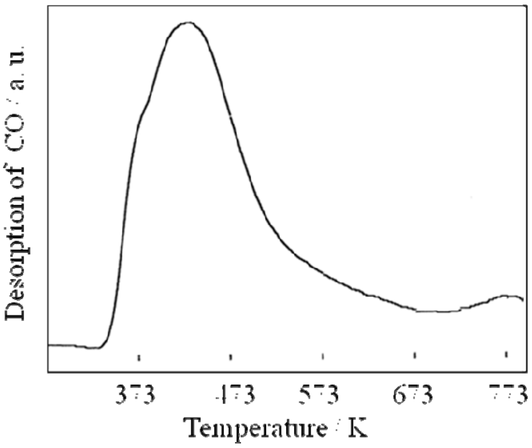


Fig. 19　The result of CO-TPD of Pt/SiO_2 catalyst after CO adsorption at the room temperature.

５．他の実験装置への発展

本装置は真空系の装置であり、固体触媒の前処理を行った後、吸着量測定および昇温脱離（TPD）以外にいくつかの実験を行うことが可能である。今回は、 TPD 実験における脱離ガスの検出は TCD ガスクロマトグラフを用いたが、差動排気を用いて質量分析器に接続すれば、より明確な脱離成分の識別を行うことが可能である。このほか TCD ガスクロマトグラフによる検出では､吸着セルに外部から 0.5 vol%O_2/He や 5.0 vol%H_2/Ar ガスを流通しプログラム昇温することで固体触媒の昇温酸化測定（TPO）や昇温還元測定（TPR）を行うことができる。また、吸着セル部分を FTIR に組み込めば、吸着種の赤外吸収スペクトルを測定することができる。ガスの切り替えやセルの交換で、上記の測定を行い固体触媒のキャラクタリゼーションに広く応用できる。

６．おわりに

今回報告した装置は筑波大学数理物質系の中村潤児教授の研究室で製作したものである。近い将来、教室系技術職員の減少に伴い技術の継承が重要な課題となってくることから、本報告ではなるべく詳細な部分についても記述した。筆者の場合、かつて筑波大学で教授を務められた内島俊雄先生、国森公夫先生にガラス工作の基礎と応用技術について教えていただいた。筆者の場合、ガラス工作に関してはプロフェッショナルではない。しかし、研究室レベルで出来ることは、なるべく自分で行ったほうが研究のフットワークがよくなると思う。ガラス工作は単なる知識だけでは簡単にできるものではないが、少しでも後進のために記録を残しておくことは重要と考えている。そのような観点から記述した本報告が多少でも後進の参考になれば筆者の喜びとなる。

謝辞

今回の装置製作と報告についてご指導とご鞭撻を賜りました筑波大学数理物質系の中村潤児教授、近藤剛弘講師に感謝申し上げます。ガラス工作技術については、筑波大学研究基盤総合センター工作部門ガラス工作室の明都茂氏、門脇英樹氏にご助言を賜りました。また、石英反応管の工作等にも迅速に対応していただいており、感謝申し上げます。装置の製作にあたり、協力していただいた中村研究室の宗倉正哲君、新田晋史君、白田勇人君、佐治俊輔君に感謝いたします。

参考文献

[1]　Shin-ichi Ito, Keiichi Tomishige, *Catal. Commun.* **12** (2010) 157-160.
[2]　飯田武夫、「ガラス細工法－基礎と実際－」、廣川書店、東京、1980.
[3]　高木貞恵、「化学者のためのガラス細工法」、三共出版、東京、1980.

Make of an apparatus for adsorption measurement and temperature-programmed desorption (TPD) by glass work technique

Shin-ichi Ito

Technical Service Office for Pure and Applied Sciences, Graduate School of Pure and Applied Sciences,
University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

An apparatus for adsorption measurement and temperature-programmed desorption (TPD) was made by glass work technique. A sample can be treated in atmospheric pressure of oxygen or hydrogen (in-situ) at high temperature (~973 K). An evacuation after the treatment is possible below 1.33×10^{-4} Pa (1.00×10^{-6} Torr). An adsorption gas was hydrogen, carbon monoxide or carbon dioxide. This apparatus was connected to a TCD gas chromatograph. After the adsorption measurements, it is possible to measure TPD. It is also possible to measure a temperature-programmed reduction (TPR).

Keywords: Supported metal catalyst, Adsorption measurement, Temperature-programmed desorption (TPD), Temperature-programmed reduction (TPR).

校内用 RSS 電子掲示板システムの構築

加島　倫

[a] 筑波大学東京キャンパス事務部学校支援課附属坂戸高等学校

〒350-0214 埼玉県坂戸市千代田 1-24-1

概要

本システムは、汎用 Web 掲示板ソフトウェアを利用した、LAN 接続の複数掲示器へ情報を自動表示させる校内用電子掲示システムである。教職員は机上の PC、携帯電話などから掲示システムへアクセスし、遠隔から掲示器へ情報を表示することが可能である。

CD-ROM ブートで稼働する Linux ベースの掲示器クライアントを特定の Web ページ表示をするのみに特化し、Microsoft SharePoint サービスの RSS フィード情報を IIS Web サーバーと .net ASP アプリケーションにより制御し、SharePoint サービス上の掲示板情報を掲示器に表示させる。

掲示器は安価で設置することができるため、低コストでの運営が可能である。

キーワード：掲示板, 遠隔, 携帯電話, 出欠席

１．システム構成

図 1 に本校における機器構成を示す。サーバーパソコン 1 台に Windows Server 2003 R2、Windows Sharepoint Services 3.0 (WSS3.0)、SQLServer 2005、IIS (Web Server)を稼働させ、掲示器は小型 PC と大画面ディスプレイを 1 組とし、3 組設置した (現在は 2 台のみ稼働)。

２．動作フロー

教職員は個人端末から WSS3.0 の汎用掲示板にアクセスし必要な情報を書き込む。掲示器は 10 分おきにサーバーの URL アドレスを表示･更新する。サーバーは掲示器から特定の URL アドレスでアクセスを受けると、WSS3.0 の掲示板 RSS フィードを読み出し、html へ展開後、掲示器へ Web ページとして掲示情報を返信する。掲示器は、朝 7 時に、その日の掲示器の稼働が必要かの有無をサーバーに問い合わせる。

URL アドレス `http://myserver/notice/pwr.aspx` にアクセスすると、稼働日の場合 `"PWR=1"`、休日では `"PWR=0"` の文字列が返答される。`pwr.aspx` は、.net ASP のスクリプトで、WSS3.0 のデーターが蓄積されている SQLServer 2005 上の記事テーブルから当日の電源情報を抽出するようになっている。一連のデーターフローを図 2 に示す。

３．掲示器部の構成

掲示器は、HDD レス小型 PC とデジタルテレビで構成される。 掲示器の仕様を下記に示す。

(タイプ 1, 教務室設置)
本体: Shuttle XH61, CPU:Cerelon 1.8GHz, RAM:2GB, USB flash memory, HDMI, RS232C
モニタ: Sharp 42 インチ液晶地デジ TV

(タイプ 2, 昇降口設置)
本体: NEC Mate, CPU:Cerelon 333MHz, RAM:128MB, HDD:40GB, RS232C
モニタ:Pioneer 業務用 42 インチプラズマ

(タイプ 3, B 館設置)
本体: NEC Mate, CPU: Cerelon 333MHz, RAM:128MB, HDD:40GB, RS232C
モニタ: NEC PN-42DP3 42 インチプラズマ

写真. 昇降口掲示器

掲示器 PC には、OS に無償の Knoppix Linux (日本語版 6.0.1)を使い、電源を投入すると自動的に既定の Web ページを表示するようなカスタマイズをした。Knoppix は、CD-ROM、USB メモリーから起動でき、電源断処理(シャットダウン)が不要であり、不用意な電源断にも強い。 また、Pentium-II 333MHz、128MB 程度の旧型パソコンでも稼働させることが可能である。

SYSTEM EQUIPMENTS OVERVIEW

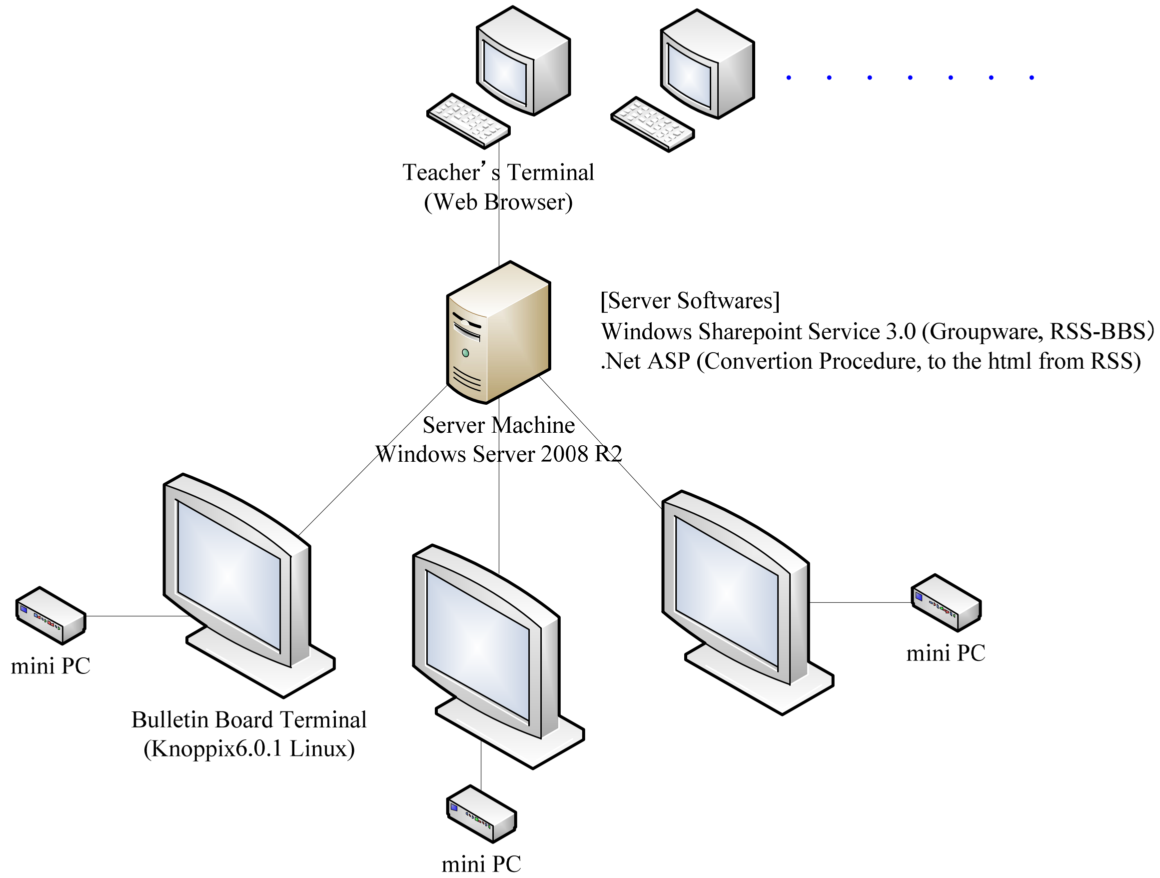


図 1.システム構成図

SYSTEM DATA FLOW

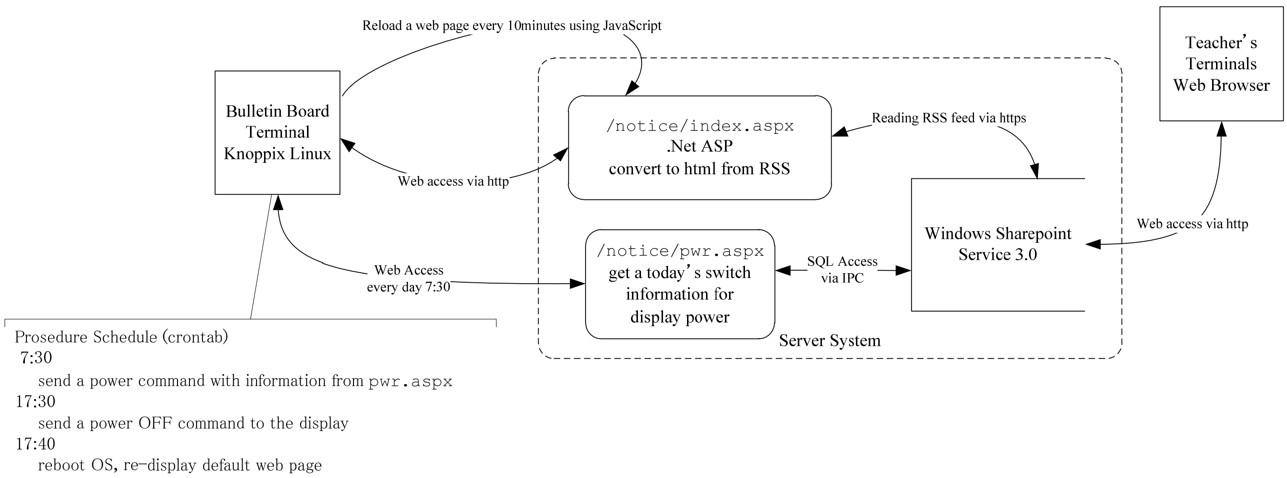


図 2.データーフロー

3.1 Knoppix 起動スクリプトの変更

CD-ROM ブートで稼働する OS を Live CD と呼び、一般的な構成では KDE などのデスクトップ環境が起動するように設定されている。この起動スクリプトを修正し、自動的に Web ページが表示されるようにする。knoppix 6.0.1 の起動スクリプトのシーケンスと呼出し図を図 3 に示す。

Web ページが表示されるようにカスタマイズするには、xinitrc で実行されるセッションマネージャー Xsession の代わりに Web ブラウザーの firefox が起動するように変更する。 変更した xinitrc を図 4 に示す。スケジュール起動のプロシジャ、pwrquery.sh、ntpdate は crontab に登録し時限起動をする。

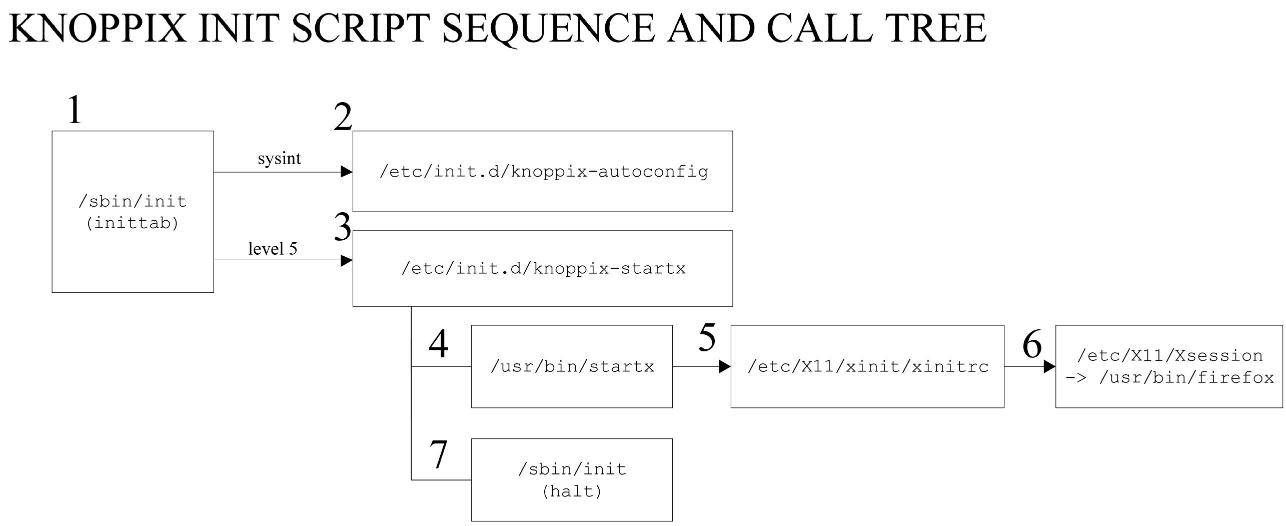


図 3.knoppix 起動スクリプトのシーケンス

```
#!/bin/bash
# /etc/X11/xinit/xinitrc
#
# global xinitrc file, used by all X sessions started by xinit (startx)

xscreensaver -no-splash &                    # disable screensaver
unclutter -idle 2 &                          # auto hide a mouse pointer
exec firefox `cat /etc/sysconfig/starturl`   # execute a firefox
```

図 4. xinitrc

3.2 掲示器電源の制御

掲示器は大画面モニタを採用する必要があるが、安価な家電用デジタル TV を流用することでコストを抑えることができる。但し、掲示器が稼働しない時は電源を落とす必要があるので、本システムに接続できるディスプレイとしては、同期信号がなくなると自動的に電源が切れるオートパワーオフ機能のあるものか、RS232C リモートコントロール機能が付いていなければならない。

ほとんどの業務用液晶ディスプレイと、中上級グレードの家庭用デジタル TV にはリモートコントロール端子が付いており、電源を PC から制御することが可能である。

本掲示器では、電源制御プログラムを毎朝 7:00 に cron スケジューラーを使って起動させ、サーバーに電源情報の問い合わせ後、RS232C シリアル出力ポートにコマンドを送信し、ディスプレイ電源を制御するようになっている。制御プログラムを図 5 に示す。

```
[/etc/tvpwr/pwrquery.sh]
   #!/bin/sh
   /bin/rm -f /tmp/query
   wget -q -O /tmp/query http://kaorin/notice/pwr.aspx # request a power query
   read QUERY < /tmp/query
   if [ $QUERY == "PWR=1" ]; then              # parse a response
     /etc/tvpwr/pon
   else
     /etc/tvpwr/pof                             # CRT power off
     /sbin/poweroff                             # self power off, wait BIOS scheduled
powerup
   fi

[/etc/tvpwr/pof]
   #!/bin/sh
   stty 9600 < /dev/ttyS0                       # set a baudrate
   cat /etc/tvpwr/pof.sharp > /dev/ttyS0                # send a command
   sleep 1                                      # wait 1 sec.
   cat /etc/tvpwr/pof.sharp > /dev/ttyS0
   sleep 1
   cat /etc/tvpwr/pof.sharp > /dev/ttyS0
```
図 5. ディスプレイ制御プログラム

今回対応した、PC 制御端子付き TV モニタの制御コマンドを下記に示す。

[SHARP 液晶 TV]
ボーレート: 9,600bps
ON コマンド: `50 4F 57 52 31 20 20 20 0D`
OFF コマンド: `50 4F 57 52 30 20 20 20 0D`

[Pioneer 業務用プラズマ]
ボーレート: 9,600bps
ON コマンド: `02 50 4F 4E 03 0A`
OFF コマンド: `02 50 4F 46 03 0A`

[NEC 業務用プラズマ]
ボーレート: 4,800bps
ON コマンド: `30 30 21 0D`
OFF コマンド: `30 30 22 0D`

3.3 Knoppix のリマスタリング

Live CD 動作では、1 つの圧縮ファイルに収納されたシステム全体のファイルを仮想的に展開して利用される。ファイルの変更点はメモリーディスクに一時記憶する形で保管され、再起動時にすべての変更は元の状態に戻るようになっている。 設定・構成を変更する場合は、システムファイルを再圧縮し、再び CDROM に書き戻す必要がある。 この作業をリマスタリングと言う。リマスタリングの手順を図 6 に示す。

以上、生成した iso 形式ファイルを CD-R ドライブのあるパソコンへ ftp、USB メモリー経由でコピーし CD へ書き込む。

４．サーバーの構成

サーバー機は Windows Server 2003 R2 の稼働するサーバー PC を使用する。DBMS に SQL Server 2005、グループウェア Windows Sharepoint Server 3.0 (WSS3.0) を搭載する。

教職員端末、掲示器へのインターフェースはすべて Web アクセス (http) で行い、教職員は個人用 PC から Web ブラウザーで、掲示器は専用の URL アドレスにアクセスをする。設定した URL アドレスを下記に列挙する (サーバー機のホスト名は説明の便宜上 ”myserver”とする。)。

[URL アドレス一覧]
WSS3.0 のトップページ
`http://myserver:81/`
生徒向け掲示器
`http://myserver/notice/Student.aspx`
電源クエリ
`http://myserver/notice/pwr.aspx`
教務室内掲示器
`http://myserver/notice/RollReports.aspx`
教職員用掲示器
`http://myserver/notice/Faculty.aspx`

本体のスペックを下記に示す。

[サーバー PC 仕様]
本体: DELL PowerEdge2600
CPU: Xeon 5130 2GHz
RAM: 2GB
HDD: 250GB RAID

1. 作業領域のためのHDDを搭載したPCで Live CDを起動する
2. 作業領域を作成

```
TEMPDIR=/mnt/hda1
mount /dev/hda1 $TEMPDIR
mkdir -p $TEMPDIR/source/KNOPPIX
mkdir -p $TEMPDIR/master/KNOPPIX
cp -Rp /KNOPPIX/* $TEMPDIR/source/KNOPPIX/
cp -r /mnt-system/boot $TEMPDIR/master/boot
cd /mnt-system
find . -size -10000k -type f -exec cp -p --parents
    "{}" $TEMPDIR/master ¥;
mount --bind /dev $TEMPDIR/source/KNOPPIX/dev
mount --bind /proc $TEMPDIR/source/KNOPPIX/proc
mount --bind /sys $TEMPDIR/source/KNOPPIX/sys
chroot $TEMPDIR/source/KNOPPIX
```

(/etc/resolv.confに nameserverを登録)
(リポジトリを更新)

```
apt-get update
```

(リポジトリが無効な場合は /etc/apt/sources.listを編集)

```
apt-get --purge remove cpus xpdf adrine
apt-get install xscreensaver unclutter
deborphan | xargs apt-get -y remove
COLUMNS=200 dpkg -l | grep ^rc | awk '{print $2}'
    | xargs dpkg -P
apt-get clean
```

3. 主要ファイルの編集

```
/etc/crontab
/etc/X11/xinitrc
/etc/tvpwr/pwrquery.sh
/etc/tvpwr/pon
/etc/tvpwr/poff
~knoppix/.mozila/firefox/knoppix/prefs.js
~knoppix/.xscreensaver
```

4. CDROM用ISOファイルの生成

```
umount /sys
umount /proc
umount /dev
exit

TEMPDIR="/mnt/hda1"
mkisofs -R -U -V "KNOPPIX_KIOSK filesystem"
    -publisher "H.Kashima Univ.of Tsukuba"
    -hide-rr-moved -cache-inodes -no-bak -pad
    $TEMPDIR/source/KNOPPIX | nice -5
    /usr/bin/create_compressed_fs - 65536 >
    $TEMPDIR/master/KNOPPIX/KNOPPIX
cd $TEMPDIR/master
find -type f -not -name sha1sums -not -name boot.cat
    -not -name isolinux.bin -exec sha1sum '{}' ¥;
    > KNOPPIX/sha1sums
cd /
mkisofs -pad -l -r -J -v -V "KNOPPIX" -no-emul-boot
    -boot-load-size 4 -boot-info-table -b
    boot/isolinux/isolinux.bin -c
    boot/isolinux/boot.cat -hide-rr-moved -o
    $TEMPDIR/knoppix_kiosk.iso $TEMPDIR/master
```

図 6. リマスタリング手順

4.1 Windows Sharepoint Services 3.0 (WSS3.0)

Windows Sharepoint Services は、Windows Server に無償付属するグループウェアである。 Web ブラウザー上で、掲示板、文書、スケジュール情報などを共有することが可能である。 掲示板機能には RSS 配信機能が備わっており、RSS 対応ブラウザーで記事閲覧が可能である。RSS は、掲示板や Web コンテンツなどの更新情報を要約形式で配信するための技術で、閲覧者は RSS へ 1 度アクセスするだけで時系列の更新情報を得ることができるものである。SharepointService の掲示板ページの例を図 7-1、掲示器出力を図 7-2 に示す。

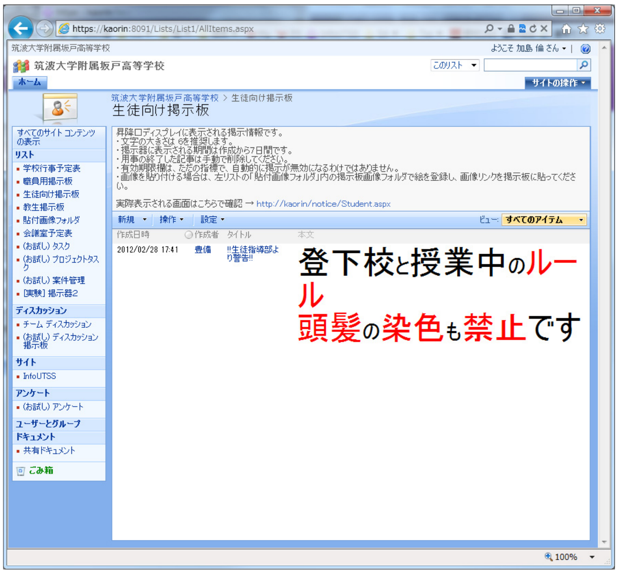


図 7-1. 掲示板ページ画面

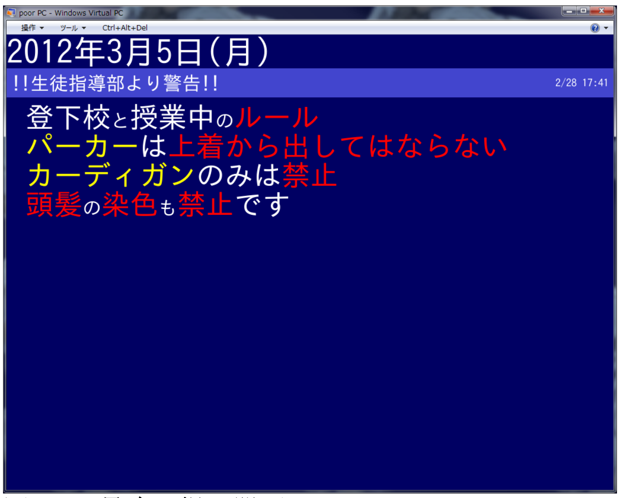


図 7-2. 昇降口掲示器画面

4.2 生徒向け掲示器用 URL

掲示器が URL `http://myserver/notice/Student.aspx` をアクセスすることにより、掲示情報が送出される。このページには、掲示情報の他、自動画面スクロールと 10 分後にリロードする JavaScript が含まれており自動的に更新される。

`Student.aspx` がアクセスされると、C# プロシジャで日付の表示、RSS データー読込、漢字コードの UTF8 への変換、本文と時刻フォーマットの修正を行った後、xslt 変換が実行される。

xslt は、xml によって記述された文書を変換するための簡易言語である。 RSS は xml 規格に則っているため、xlst スクリプトは記事情報を html 形式に変換するのに適している。

`Student.aspx` 内に xslt ファイルを指定したタグを記述することで、変換が実行される。xslt で変換表示する画面レイアウトを図 8 に示す。

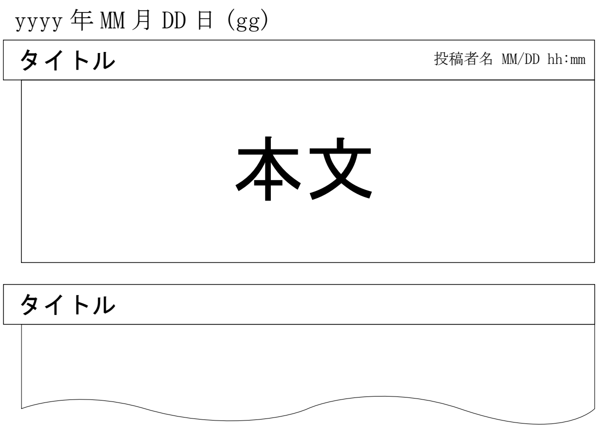


図 8. xslt 画面レイアウト

4.3. 電源クエリ URL

`pwr.aspx` は、アクセス日で WSS3.0 のスケジュール DB を検索し、その日に掲示器の電源を ON するかどうかのクエリを返す。

電源情報は、WSS3.0 の Calendar (予定表)機能を利用しスケジュールをする。 WSS のカレンダー機能には項目をカスタマイズすることができ、ユーザーは独自の管理項目を作ることができる。本校の計画表入力画面の例を図 9 に、管理項目のフィールド表を表 1 に示す。

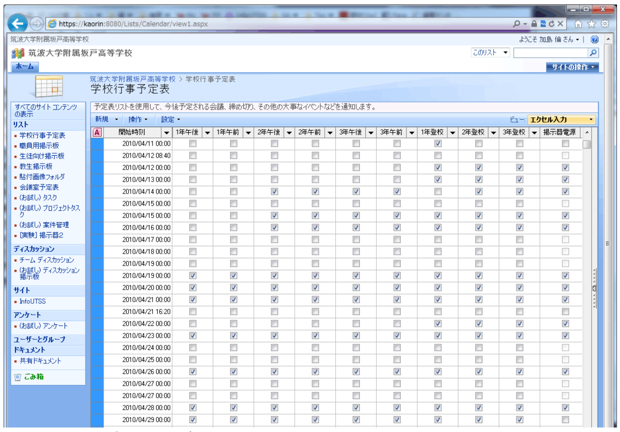


図 9. 入力画面例

表 1. 管理項目フィールド表

Field Name	Type
タイトル	text
場所	text
開始時刻	datetime
終了時刻	datetime
説明	text
管理情報フラグ	boolean
1年午前	boolean
1年午後	boolean
2年午前	boolean
2年午後	boolean
3年午前	boolean
3年午後	boolean
1年登校	boolean
2年登校	boolean
3年登校	boolean
掲示器電源	boolean
予定の対象	list
管理月	int

これらのデーターは、SQL Server の WSS_Content データーベース内の `AllUserData` テーブルにイベント毎で登録されている。`pwr.aspx` ページでは、asp スクリプトを使いテーブルから当日の電源計画を抽出する。`pwr.aspx` を図 10 に示す。

.net ASP において、フォームの無い単純な SQL クエリは aspx サーバースクリプトのみの記述で得ることができる。 また、年度更新においての登録作業では、本校教務部で計画された年次計画 Excel シートから必要な事項を複写することにより行う。Internet Explorer に表示された計画表のイベントリスト画面からは、直接 Excel で記録した表をペースト可能である。

```
<asp:Repeater ID="RepQuery" runat="server" DataSourceID="dsPowerQuery">
   <ItemTemplate><%# Eval("Query") %></ItemTemplate>
</asp:Repeater>
<asp:SqlDataSource ID="dsPowerQuery" runat="server"
   ConnectionString="<%$ ConnectionStrings:学務 ConnectionString %>"
   SelectCommand="
        SELECT 'PWR='+CASE WHEN COUNT(*) = 0 THEN '0' ELSE '1' END AS 'Query'
        FROM WSS_Content.dbo.AllUserData
        WHERE tp_DirName = 'Lists/Calendar'
        AND bit5 = 1 AND bit15 = 1              <-- bit5:管理フラグ, bit15:電源フラグ -->
        AND datetime1 = CONVERT( NVARCHAR, CURRENT_TIMESTAMP, 111)">
</asp:SqlDataSource>
```

図 10. pwr.aspx

5. 応用

本システムの掲示器セットは、既定の URL の Web ページを表示するのみの装置であるため、html で表現できる画面であれば、集計報告等さまざまな情報掲示に応用が可能である。

5.1. 教務室情報掲示器

高等学校では、ホームルーム出欠席情報を職員に掲示しなければならない。 本システムでは、.net ASP と C# プロシジャで SQL Server への集計処理を行い、出欠席数掲示ページを作成した（図 11 参照）。

校内掲示器同様、10 分毎に情報更新をし、電源計画通りに表示器の電源が制御されるようになっている。

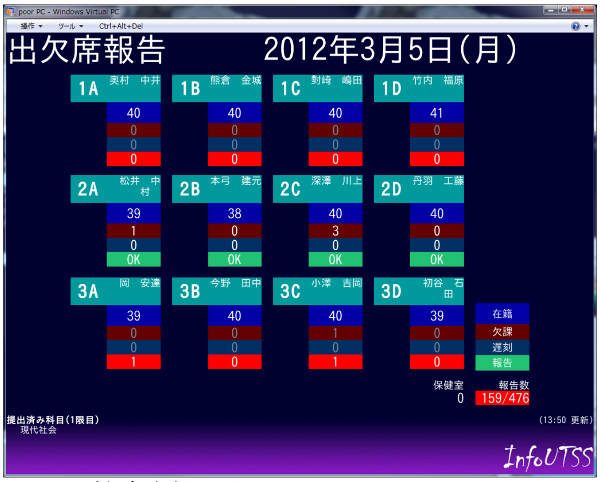


図 11. 教務室掲示器画面

RollReport.aspx は、生徒の出欠数の集計である。各ホームルームの在籍数、1 時間目科目の欠課、遅刻、有効報告数が表示される。

なお、本校の学務情報処理システム(InfoUTSS)では、出欠席の報告は、科目担当教員が任意の時間に報告する「投票方式」であるため、有効な報告が未集録の場合は集計に反映されない。

5.2. 教職員情報掲示器

Faculty.html では、朝 SHR 集計、保健室の利用状況、教職員向けの掲示情報が表示される(図 12 参照)。

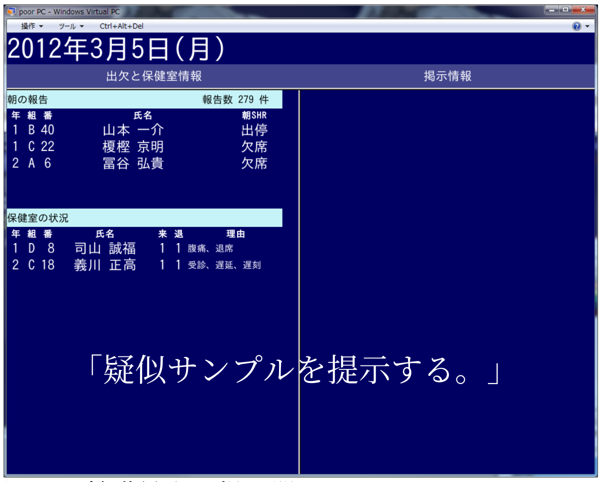


図 12. 教職員向け掲示器画面

5.3. 携帯電話からのアクセス

WSS には、文字数を簡略化した Web ページを表示するモバイル端末対応機能が備わっている。インターネット回線へサービスを公開することにより、教職員は携帯電話(i モード、Ezweb など)、スマートフォンを使用し、学外から掲示情報を更新することが可能である（図 13・14 参照）。

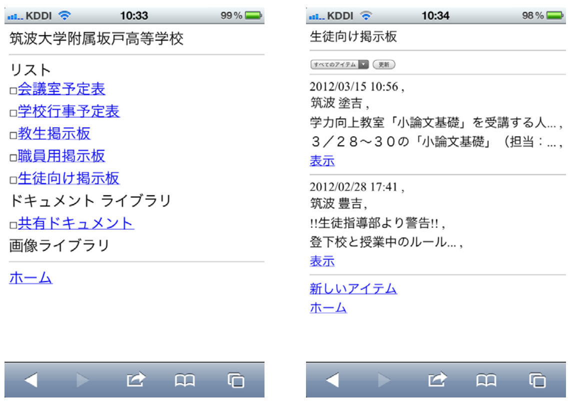


図 13・14. 携帯端末の画面例

６．あとがき

現状には旧式 PC (PC98NX Cerelon333MHz 128MB)を利用している場所があるが、本体の容積や、処理速度、故障率、メーカー保証、導入時の手間を勘案すると、無理に旧型を流用せずとも、新型の PC を利用する方がはるかに良い。特定の PC 本体に必要なソフトウェアや問題解決情報をインターネットで調査したり、必要な部品が不足して購入する場合があった時など、古い機種ではリソースが乏しい場合が多く、手間と時間がかかるためである。

本校昇降口の掲示エリアに従来のホワイトボードと、本機を 1 台設置している。電子掲示表示器は 1 画面のみであるのと、複数の記事がある場合は自動スクロールし全てを表示し終えるまで待たないといけないため、生徒が表示器の前で登校時しばらく立ち止まり、情報の頒布効率が良くない。 これらの解決には、チャンネルの増設と他の場所への併設が有効であると考えられる。

管理の問題がある。古来のホワイトボードによる掲示は、掲示者が目の前で手書き記入をしなければならないが、特に難しい管理は不要であり、たまにしなければならないことと言えば、雑巾で水拭きしてやることくらいである。

一方、電子掲示板は遠隔書込みや、多くの掲示チャンネルを一括制御が可能な大変便利なツールであるが、コンピュータ機器を使う性質上、維持・管理をする技術者(人員)が必要となってくる。 プロジェクトを立ち上げ、臨時の予算で開発導入できても、それを活用・維持して行くためには、人員と管理費用を次年度以降も確保しなければならない。

また、あらゆる業務サービスにはバックアップ体制が必要である。例えば、電子掲示板程度であれば、"誰でも管理できる" ホワイトボードを併設しておくのが最も有効かつコストのかからない手段だ。機械が動かなくなったら、手で書きに行けばよいことだ。

ところが、コンピュータにしかできないような基幹業務系サービスともなると、"じゃあ、電卓と表計算ソフトで・・" という訳にはなかなか行かないので、業務を一旦停止して復旧するのを待つほか手立てがなくなる。

幸い、人命がかかった、病院の生命維持装置の故障とは訳が違うから、要は、有事の際に不具合の妥当性を説明できれば良いのだが、それにしても、おおよそ考えられる有効な継続計画を準備しておくのは最低限必要である。

維持管理リソースの確保は難題であるが、今後のエレガントな指揮・運営計画に期待しつつ、後書きとする。

Development of electronics Bulletin Board System with the RSS-feed technology for schools

Hitoshi Kashima

Senior-high School at Sakado Sect., Division of Services for Laboratory Schools,
Education Bureau of the Laboratory Schools, University of Tsukuba,
1-24-1 Chiyoda Sakado, Saitama, 350-0214 Japan

This is an electric bulletin board system for the school which inform to the display terminals with automatic via LAN-network using general purpose Web bulletin board software.

Keywords: Bulletin Board, Remote, Mobile phone, Roll

「夏休み自由研究お助け隊 2012」を実施して
－ハツカネズミの発生について学んでみよう－

長谷川　賀一、梶原　典子
筑波大学医学系技術室（生命科学動物資源センター）
〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

「夏休み自由研究お助け隊」は筑波大学の社会貢献の一環として 2004 年より実施され、今年度で 9 回目となる。今年度は 8 月 4 日、5 日の 2 日間行われ、つくば市および近隣の市町村をはじめ、県内外から 47 校 141 名が参加した。参加者は実行委員が提供した 18 のテーマと、2 つの独自のテーマについて担当技術職員の指導を受けながら取り組んだ。

キーワード：夏休み自由研究お助け隊

１．はじめに

筑波大学の技術職員が実施する夏休み自由研究お助け隊は、夏休みの自由研究の支援をする目的で行われ、中学生が理科分野に興味・関心を持ち、有意義なものになるよう、それぞれの技術職員が考案した自由研究のテーマを用意して実施している。本報告では今年度実施した「夏休み自由研究お助け隊 2012[1]」について報告する。

２．提供テーマについて

生命科学動物資源センター[2] は、大学内の研究者が共同利用する実験動物の飼育管理と動物実験施設の管理を行っている。また、センター利用者を対象に、体外受精による系統維持、胚凍結保存、凍結胚の個体化などの胚操作業務も行っており、本テーマでは、中学生があまり見たことがないと思われるマウス(ハツカネズミ)の体外受精を体験してもらい、ハツカネズミの発生について学んでもらうこととした。

さらに、当施設で飼育しているマウスのうち、出産後の親子マウスと、緑色蛍光タンパク（Green fluorescence protein: GFP）を発現しているマウスの観察も行った。

３．実施報告

3.1 参加者について

本テーマでは実験動物を用いるために、募集人数を制限する必要があり、今年度は 5 名の参加者とともに実施した。

3.2 体外受精実施について

当日実施するにあたり、準備として、3 日前の夕方、雌マウスに妊馬血清性性腺刺激ホルモン（pregnant mare serum gonadotropin: PMSG）を皮下投与し、PMSG 投与の 48 時間後にヒト絨毛性性腺刺激ホルモン（human chorionic gonadotropin: hCG）を腹腔内に投与した。また実施前日の午後に受精用および培養用ディッシュを準備し 37 ℃、5 %CO_2、95 %空気でインキュベートして平衡化を図った[1]。

当日は、動物実験の目的・必要性、そして動物実験の有用性などについての講義を行い、動物実験について理解してもらうこと、動物実験の基準についての理念である 3R の原則（Replacement : 代替法の活用、Reduction : 使用数の削減、Refinement : 苦痛の軽減）について理解してもらうことから始まり、体外受精とは何か、またその方法についての説明を行った（図 1）。

図 1. 当日の風景 1

体外受精において、最初に、安楽死させた雄マウスから精巣上体尾部を切り出し、精巣上体尾部から精子を取り出し、前日準備した培養用ディッシュの培養液へ導入し前培養を行った。通常であれば 1~1.5 時間の前培養が必要であるが、今回は時間を

1 http://www.tech.tsukuba.ac.jp/summer/
2 http://www.md.tsukuba.ac.jp/LabAnimalResCNT/

長く取ることが出来ないために 2~30 分前培養を行うこととした。前培養を行っている間に雌マウスを安楽死させ、卵管を切り出して採卵した卵子塊を前培養した受精用のディッシュの培養液へと導入した。卵子塊が導入されているディッシュに前培養した精子を 10 μl 加え体外受精を行い顕微鏡下で観察をした。

3.3 マウスの受精から胚盤胞期胚までの観察について

通常、体外受精後 4~6 時間培養を行い観察すると、受精卵は、2 個の前核と第二極体の観察ができ、翌日に 2 細胞期胚、2 日後に 4~8 細胞期胚、3 日後に桑実胚、4 日後には胚盤胞となり 5 日目にハッチング・着床となるが、本テーマにおいては何日も時間を確保することが困難であるため、当方であらかじめそれぞれのステージの胚を準備し、顕微鏡下で観察をした（図 2）。

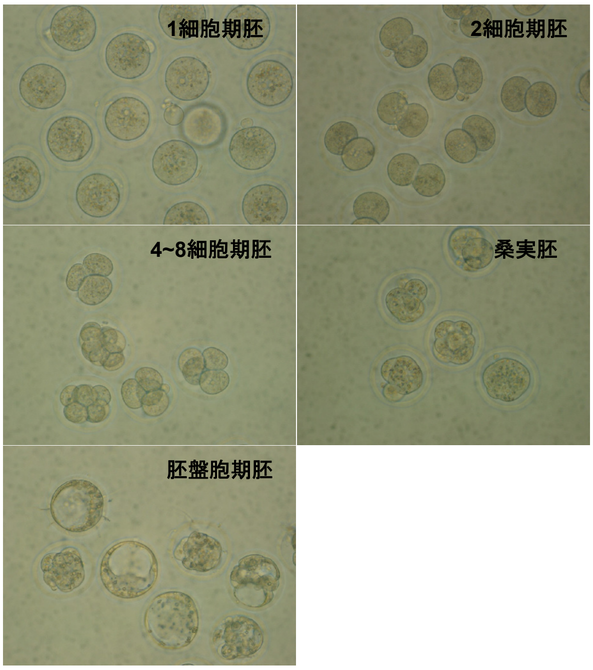


図 2. マウス受精卵の分割期

当日、受精卵の観察をするために、3.2 で記載した一連の流れを 1 週間前から 5 日間連続で行い、当日まで培養することで図 2 の胚を準備することが出来た。

3.4 親子マウスの観察と GFP マウスの観察について

親子マウスには ICR マウスを用い、1 ヶ月程前から交配を開始した個体を準備した（図 3）。

図 3. 出産後の ICR マウス

また、GFP マウスは当施設で飼育管理している個体を準備した。

3.5 当日の様子について

現在、動物福祉や倫理上の問題から解剖の授業を行う中学校もかなり減ったと聞いており、毎年ではあるが、どこからどこまで実施していいものか迷うことがある。安楽死させるところを見せることは良くないと考え、中学生からみえないところでマウスを安楽死させ、雄の精巣上体と雌の卵管の解剖を行った。解剖を見たくない人、具合が悪くなりそうな場合は言ってくださいとあらかじめ告げておいたが、特に具合が悪くなったりした中学生は居なかったようで、皆、興味津々で積極的に参加していた（図 4）。

図 4. 当日の風景 2

４．今後の課題

動物実験に関しては、動物福祉や倫理上の問題や、3R の理念からもわかるように、動物実験を最小限に抑えること、動物実験が必要な場合には苦痛を最小限に抑えること、培養細胞などに置き換えることなど、動物になるべく苦痛を与えないような手法を

用いなければならない。実施する側もこのようなことをきちんと理解し、手法を守っていくことが必要となる。

中学生の夏休みの自由研究としては、実験動物を用いたテーマの場合、家に持ち帰って経過をみることができない。学んだことや撮った写真を元に自分なりに調べたり、考えたりしてもらう必要があるため、夏休みの自由研究に繋げていくためにはどのように改善していったら良いか検討していく必要がある。

５．最後に

夏休み自由研究お助け隊は、市内だけではなく、近隣また県外からの参加希望者が増加している。多岐にわたるテーマが用意されているが、今年度は参加を制限しなければならない程の盛況であった。「楽しかった」、「とても勉強になった」、「生命科学分野に興味を持った」などのコメントをいただけることも多く、今後も興味を持ってもらうことが出来るようなテーマを提供していきたい。

最後に、実行委員長をはじめ実行委員の皆様、およびご協力頂いた技術職員の皆様、そして動物資源センターの皆様に感謝申し上げます。

参考文献

[1] 山内一也、豊田裕、岩倉洋一郎、佐藤英明、鈴木宏志,マウス胚の操作マニュアル＜第三版＞,近代出版, (2005)

Holding a “Summer Workshop 2012 for junior high school students, University of Tsukuba”
—Let’s learn about the outbreak of house mice—

Hasegawa Yoshikazu, Kajiwara Noriko
Technical Service Office for Medical Sciences
(Laboratory Animal Resource Center)
University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8575 Japan

Keywords : Summer Workshop 2012 for junior high school students, University of Tsukuba

夏休み自由研究お助け隊の新規テーマ作成と運用について

小野　雅晃、中山　勝

筑波大学システム情報工学等技術室

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

夏休み自由研究お助け隊[1]は、筑波大学の技術職員が、中学生を対象に夏休みの自由研究を支援する企画である。夏休み自由研究お助け隊では、中学生が自分で考えたテーマや、夏休み自由研究お助け隊で提供したテーマについて、中学生に自由研究の進め方の助言を行う。今回は、夏休み自由研究お助け隊での新規テーマの作成と運用について述べる。

キーワード：社会貢献、中学生、自由研究

１．はじめに

筑波大学では、毎年、社会貢献の一環として、夏休み自由研究お助け隊（以下、お助け隊とする）というワークショップを開催している。お助け隊は、筑波大学の技術職員が中学生の自由研究を支援する企画で、中学生の夏休み期間中の 2 日間開催される。そこでは、中学生が自分で考えた独自のテーマや技術職員が作成した中学生の自由研究に適当と思われるテーマについて、技術職員が中学生に自由研究の方法を指導する。ワークショップは、1 回あたり 3 時間程度で実施される。

お助け隊は 2004 年から開始され、筆者らは、お助け隊の開始当時から新規テーマの作成やワークショップでの指導を行なっている。その経験を元に新規テーマの作成方法や運用の仕方を述べる。また、新規テーマとして考えたが、実現に至らなかったテーマもある。なぜ、それらのテーマが実施されなかったか？についても述べる。

２．新規テーマ作成について

以下に、筆者らのお助け隊での新規テーマの作成概要について述べる。

2.1 お助け隊当初の新規テーマ

2004 年のお助け隊開始時には、中学生の理科のレベルがわからなかったため、中学生の理科の教科書を参考にし、中学生の理科では、どのような内容について学習しているかを調査した。それに基づいて、中学生に自由研究の一例として提供するテーマは、どのようなものが良いのかを考えた。筆者らは、“パソコンを使用して音の振動を調べる”と“いろいろな電池を作ってみよう”というテーマをお助け隊の実行委員会に提案して了承された。

“パソコンを使用して音の振動を調べる”は、中学校 1 年生で習う“音”について、より深く理解できるように、ダイナシステム社のパーソナルコンピュータ（パソコン）のフリーソフトウェア HotWav[2] を使用して、音声の波形や楽器、いろいろな音を出す物の波形を見るという自由研究のテーマである。このテーマについては第 3 章で更に詳しく述べる。なお、このテーマは、2012 年度まで継続して実施されている。図 1 に夏休み自由研究お助け隊 2011 での実験風景を示す。

図 1. “パソコンを使用して音の振動を調べる”の実験風景

“いろいろな電池を作ってみよう”は、イオン化傾向の異なる金属を対向して電解液の中に入れた時に電池となる現象を観察するテーマである。インターネットで、変わり種電池の情報を収集して、中学生が興味を持つと思われる 55 円電池や備長炭電池、レモン電池、豆腐電池などを採用した。これらの電池に負荷抵抗を接続して、電圧や負荷抵抗の抵抗値を測定し、内部抵抗を計算で求めている。いろ

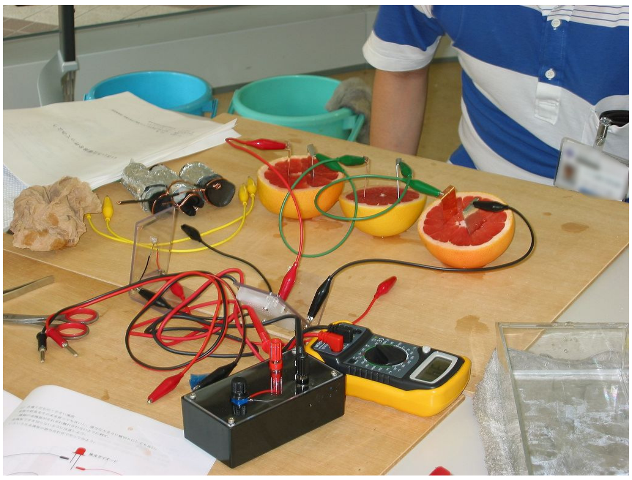


図 2. “いろいろな電池を作ってみよう”のグレープフルーツ電池の実験風景

いろな物が電池になるので、中学生の関心を引くことができる。このテーマも、2012 年度まで継続して実施されている。図 2 に“いろいろな電池を作ってみよう”のグレープフルーツ電池の実験風景を示す。図 2 ではグレープフルーツを 3 つ直列にして電子メロディを鳴らしている。

また、それ以外のテーマも考えてみた。“太陽電池の発電量を調べる”というタイトルの太陽電池の発電量を測定するテーマである。当初のテーマは太陽電池で単 3 型の 2 次電池を充電して、それによって、ゲーム機や自動車などのおもちゃがどのくらい動作するかを観察するテーマだった。これは、オームの法則を学習していない中学 1 年生にも、理解できるように電流計や電圧計を使わなくても実験ができるようにするためだ。だが、太陽電池のテーマには、いつくかの問題があった。まず 1 つ目は、ワークショップの時に太陽が出ているとは限らないことだ。太陽の光はエネルギーが強く、太陽電池に強力な白熱電灯の光を当てても晴れの日光下の出力は得られない。つまり、曇りか雨の日は太陽電池の実験ができにくくなり、本来の太陽電池の出力は望めない。晴れの日であれば、日陰を曇として曇りの状態での実験を行うこともできる。ワークショップの日の天気はいかんともしがたいものがある。第 2 の問題は充電池の問題である。実験の方法としては、完全に放電させた充電池に太陽電池で充電して、おもちゃなどの動作時間を比べる方法を用いた。その際に、充電池を完全に放電させることが難しい。完全に放電させたと思っても時間が経つと充電池は回復する傾向がある。曇りや雨の日だと充電池が回復しておもちゃが動作したのか？それとも充電による効果でおもちゃが動いたか？の違いがはっきりわからないという状態が発生した。これらの問題があり、2004 年、2005 年の 2 年間開催して、このテーマは終了した。図 3 に“太陽電池の発電量を調べる”の実験風景を示す。1.5 V 出力の太陽電池を 2 つ直列にして、ニッケル・カドミウム充電池を充電した。なお、充電池は温度が上昇しないように箱の中に入れて充電している。

図 3. “太陽電池の発電量を調べる”の実験風景

2.2　2005 年度の新規テーマ

次に考えたのは、2005 年に提供した“ゲーム機等の消費電力を調べる”というテーマだった。このテーマは、パソコンやゲーム機が待機状態の時の消費電力とゲームを行なっている時の消費電力を比べるものだ。更に、いろいろな家電の消費電力を比較してみるというものだった。家電の種類は電気ポットや扇風機、TV などだった。例えば、電気ポットは水からお湯を沸かす時の消費電力が大きく、お湯の温度を一定に保つときの消費電力は小さい。これらの消費電力を体感することによって、家のブレーカーを電流オーバーで落とすことが無いようにと考えたテーマだった。筆者の家では台所に消費電力の大きい家電が集まっている。炊飯器、オーブントースター、電子レンジなどだ。これらの家電を家人が、一度に使ってしまい、ブレーカーを落とすことが多発していた。そこで、普通の家庭で、家電製品の消費電力と電気料金の関係を理解できるように企画したテーマである。このテーマの実験装置は、クランプメータを使用している。クランプメータは秋葉原の秋月電子通商で安価にて購入し、中学生に配布した。安いクランプメータだったため、消費電流 (A) の桁が小数点以下 1 桁しかなかった。ゲーム機やパソコンの負荷による消費電力の違いを測定するには精度が足りないので、クランプする電源コードを 10 ターンして、精度を 10 倍にして測定した。更に、家の消費電力を測定するために積算電力計の回転を見て、現在の家全体の消費電力を概算する方法を説明した。この自由研究テーマをお助け隊でやるには、多くの家電製品を会場に持って行く必要があり、集められる家電製品だけでは、3 時間という時間が余ってしまう。非常に面白いテーマであり、昨年の東日本大震災による計画停電や節電を考えると、時流に最適なテーマであると考えられるが、前記の事情があり、2005 年の 1 回開催されただけである。図 4 に“ゲーム機等の消費電力を調べる”の実験風景を示す。図 4 ではクランプメータを使用して電気ストーブの消費電力を測定している。

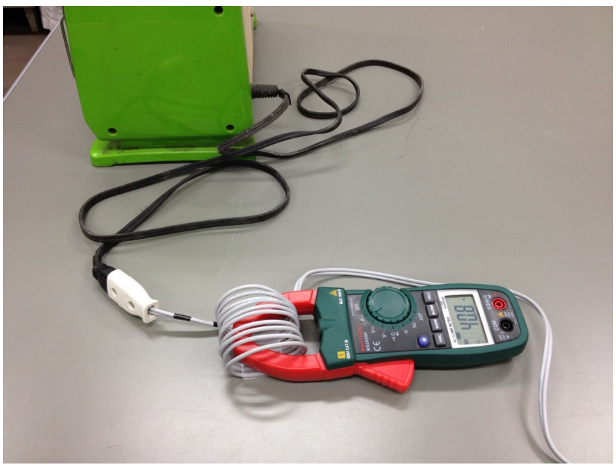


図 4. “ゲーム機等の消費電力を調べる”の実験風景

2.3　2008 年の新規テーマ

この年は、“FM ラジオで遊んでみよう”というテーマを考えた。これは、エレキットの“はこ工作キット”シリーズの“FM はこらじ”[3] を使ったテーマだった。“FM はこらじ”は、ダンボールの外装、プリント基板、コンデンサ、抵抗、スイッチ、スピーカー、電池ボックスなどの部品が同梱されているキットだった。基板に予めハンダ付けされているソケットにコンデンサ、抵抗などの部品を挿入していくと FM ラジオが完成する。お助け隊では、最初に電波や波の周波数について簡単に説明してから、“FM はこらじ”を作ってもらった。その後、アンテナの長さを変えた時の感度の違いについて研究を行った。室内、室外での場所による感度の違いについて地図を渡して、地図上に○、△、×の記号を記入してもらった。更に、放送局の場所を調べて、アンテナの方向による感度の違いとの相関関係を調べてもらった。

中学生の興味を引くという観点から言うと、キットを作る時に中学生は一生懸命作ってくれて、FM ラジオの音が出ると喜んでくれたので、十分に満足してくれたと思う。しかし、このテーマはいかに自由研究としてまとめるかに苦労した。考えた末に、地図上に感度を書いて、ビル陰や、室内位置による感度の違いをまとめることにした。

このテーマでは、室外で感度測定を行っている時に、中学生が目を離すと遠くに行ってしまうという問題があった。4 人の中学生に対する監視役は 2 人だったため、暑い中を走りまわり、中学生を見つけるのがとても大変だった。自由研究としてのまとめも弱かったのと、“FM はこらじ”の確保にも苦労したので、2008 年 1 年のみで終了した。図 5 に“FM ラジオで遊んでみよう”の実験風景を示す。図 5 では、部品を基板のソケットに差し込んで、“FM はこらじ”を作製している。

図 5. “FM ラジオで遊んでみよう”の実験風景

2.4　2011 年度の新規テーマ

2011 年になって、東日本大震災後に太陽電池が注目されたこともあり、再び太陽電池の自由研究テーマをお助け隊のラインナップに加えてみたいと考えた。そこで、“太陽電池の発電量を調べてみよう”という題で太陽電池の自由研究を再開した。今度は、充電池に充電するのではなく、太陽電池に負荷となる可変抵抗をつないで、電流と電圧を測り、発電量を調べるというテーマとなった。今回はひたすら可変抵抗を調節しながら、電流値と電圧値を読んでデータを取り、グラフを作成するという地味なテーマとした。地味すぎて中学生が興味を持てないことを心配して、最初に太陽電池パネルを置く台をスチレンボードで作ってもらうことにした。スチレンボードに切り取る形を書いた紙を貼っておいて、中学生にカッターで切り取ってもらった。それを組み立てて、太陽電池を 0 度、30 度、60 度、90 度の 4 つの角度に設置できる台を作ってもらった。最初に中学生が手を動かすことで興味を持ってもらい、あとの太陽電池の実験がスムーズに行くように工夫した。その後、太陽電池の測定を行い、グラフを作成した。測定結果を用いて、自分の家の屋根にその太陽電池を並べたら、夏休み中にどのくらいの電力が作れるかを推定してもらって、自由研究とすることにした。太陽電池の測定とグラフ書きは地味なため、この間に中学生が飽きてしまうことがあるので、最後に太陽電池に圧電スピーカーを接続して、光の音を聞く実験を行った。太陽電池に赤外線を当てることにより電圧が発生するので、テレビなどの赤外線リモコンを向けてボタンを押すと音が聞こえる。この音はメーカーなどによって異なるので、いろいろなリモコンの光の音を聞いてもらう実験を行った。更に、一部の液晶ディスプレイに太陽電池を近づけると音がするものがある。このように随時、中学生の興味を引く実験を行うことで、中学生を飽きさせない工夫をした。しかし、太陽電池の実験はお助け隊当日に晴れていないと十分なデータが測定できないという欠点がある。曇や雨では太陽電池の出力は極端に低下して、中学生が興味を引かないデータとなってしまう。更に晴れの日でも安定して晴れていれば良いが、雲がかかったりして太陽電池の特性を測定している間に出力が変わってしまうと測定結果に矛盾が生じてしまう。2011 年のワークショップ当日の天候は、午前中は晴れていたが午後は曇ってしまい、太陽電池の測定結果が思わしくなかった。アンケートでも中学生から不満が出たので、このテーマは中止とした。図 6 に“太陽電池の発電量を調べてみよう”の実験風景を示す。図 6 では、太陽電池から出力される電圧と電流を測定して、太陽電池の出力特性を測定している。

図 6. “太陽電池の発電量を調べてみよう”の実験風景

2.5　2012 年の新規テーマ

2012 年には、太陽電池に替わって、ロボットの自由研究テーマを行うことにした。“ライントレースロボットを走らせてみよう”というライントレースロボットのテーマを作ることにした。ロボットは前からやってみたいと思っていたが、自宅でもできる自由研究というコンセプトからロボットを持ち帰ってもらうという制限があったので、なかなか実現は難しかった。決められた予算の範囲でロボットを購入することは難しかったからだ。今年になって秋月電子で、プログラミング教材ロボット“Beauto Racer”（ビュート レーサー）[4] が安価で販売されていることを知り、これでロボットの自由研究テーマをすることができると考えた。ビュート レーサーは PIC マイコンを使用した本格的なライントレースロボットで、2 つの赤外線センサを備えて、ラインをトレースすることができる。しかも、製造元のヴィストン社から講義資料やプログラミングを行う“ビュートビルダー R”を無償でダウンロードすることができる。“ビュートビルダー R”は、フローチャート風のグラフィカルな GUI 環境で“ビュートレーサー”のプログラムを行うことができる。動作を行う箱や判断を行う菱形を図面上に置いていけば、プログラムが完成し、プログラム言語を知らない中学生でも簡単に扱うことができる。このように中学生が興味を示す仕掛けが沢山あるので、お助け隊中は、中学生が興味を示してくれると思っていた。しかし、これを如何に自由研究としてまとめてもらうかという点に苦労した。初めのうちは、赤や青、黄色などのいろいろな色で赤外線センサの値が変化する様子を観察してもらおうかと思い、ロボットの赤外線センサで測ってみた。しかし、色を判別するのは可視光線だが、赤外線センサはそれよりも波長の長い赤外光で判別している。黒は顕著に値が大きくなるが、色に有意な差は見られなかった。これでは自由研究の項目として使用できない。そこで、いろいろなライントレースのコースごとのプログラムとそのプログラムによるライントレースの可否及びその時間を自由研究としてまとめてはどうかという提案を中学生にすることにした。図 7 に“ライントレースロボットを走らせてみよう”の実験風景を示す。図 7 は、ライントレースのプログラムをロボットにダウンロードして、ライントレースのコースを走らせているところだ。

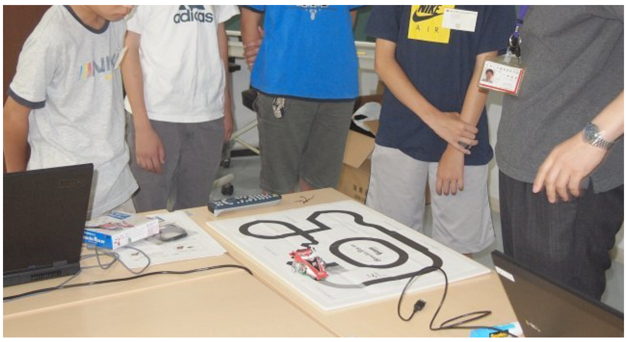


図 7. “ライントレースロボットを走らせてみよう”の実験風景

３．音の実験の指導手順

“パソコンを使用して音の振動を調べる”のテーマについて指導手順を説明する。毎年同じ様な指導ができるように指導手順書を書いて備忘録としている。以下に“パソコンを使用して音の振動を調べる”のテーマの指導手順書を示す。

1. 音はどんなものかを説明する
    1. 音は空気を伝わり、真空中では伝わらない。
    2. 音と光のスピード差を雷、花火の例で説明。
2. 周期と周波数について説明。
3. 声のピッチ[5]について説明する。母音、子音について説明。
4. HotWav のインストール方法、マイクの設定方法について、実際にやってもらう。
5. HotWav の説明をしながら、“あ”の音声波形を録音。
6. ピッチの周期と周波数の測り方を解説。
7. ボイスチェンジャーで声を変えてみる。
8. “い”、“う”、“え”、“お”について同様に見てもらう。
9. “ホームラン”と音声入力し、選択したところだけ再生やボイスチェンジできるのを説明。
10. “おはよう”のローマ字読みを逆転した音声（“oyaho”）を録音して、逆転再生して“おはよう”になるかどうかを確かめる。（おはようは逆転再生すると元に戻りやすいが、元に戻る音声ばかりでもない）
11. 休憩
12. 子音＋母音の音を録音してみてみる。破裂音“か”、摩擦音“さ”、鼻音“な”。それぞれ子音、母音を選択して再生してみる。
13. 楽器の音を録音する。リコーダの“ド”を録音して、見てみる。周波数を測定。（リコーダの波形が正弦波に近くて良い）
14. 1 オクターブ分、波形を観測し、周波数を測定する。HotWav の波形が表示する周波数を記録する。
15. 音階の音の周波数の関係を確認。
16. いろんな楽器の音を録音して比較。（ギター、フルート、etc...）

（以下は説明のみ、発展課題）

17. 家族全員の音声を見てみよう。お父さん、お母さん、お姉さん、お兄さん、弟、妹、おじいちゃん、おばあちゃんの声はどんな特徴があるのか？（周波数の高低、波形の複雑さ）
18. 蝉の声はどんな波形、周波数なのか？　車の音は？　（ノートパソコンを持っている人は傘を使った手作りの集音マイクを作って確かめてみよう）

指導手順書では、項目 1.2.3. で音や周波数、周期、声について説明している。これはこれから自由研究をするに当って必要な知識である。どうしても覚えてほしいことを最初に 20~30 分くらいに渡って中学生に説明する。これは中学生が一番眠くなる時間だと思う。ここは 20 分くらいで手早く済ませることにしている。

項目 4. で、HotWav というパソコンのソフトウェアを中学生にインストールしてもらう。ここで

中学生が自分の手を動かし、インストール作業を行うことで、今まで受動的だったのが活き活きとしてくるのがわかる。そして、項目 5. で“あ”の音声を録音して波形を観察するが、音声波形を録音して再生すると喜んでくれる。人間は自分で聞いている自分の声は骨伝導と大気の伝導が混ざり合って聞こえているが、録音すると大気の伝導だけになるので、普段聞いている自分の声と違う音がする。その違いもあって喜んでくれるのか？と思う。

項目 6. では、HotWav で表示された音声波形から、母音“あ”のピッチの周期と周波数を測定してもらう。ピッチの周期と周波数を測定するときの HotWav の画面を図 8 に示す。

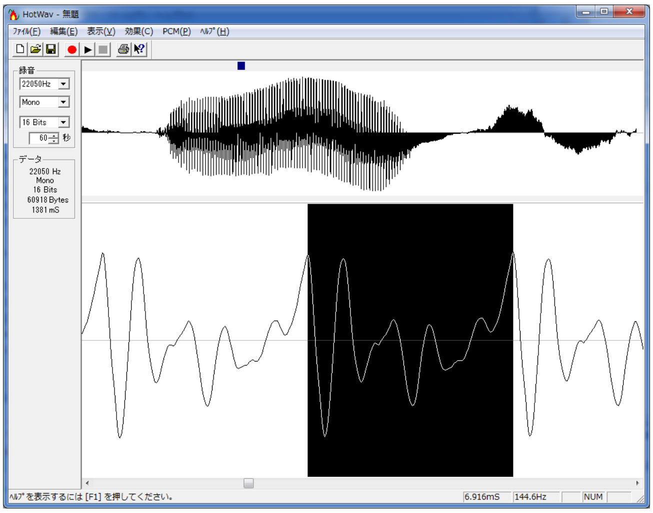


図 8.　HotWav で表示した“あ”の音声波形

HotWav には上下に波形を表示できるウインドウがあるが、下の波形ウインドウで選択された部分の周期と周波数がステータスバーに表示される。図 8 の“あ”の音声の周期は 6.916 msec 、周期は 144.6 Hz となる。この項目 6. で、最初に講義した周期と周波数の意味を理解してもらう。女子は声の周波数が高く、男子は声の周波数が低い。また、音声の波形は人によって全く違っているということを、他の中学生のパソコンの画面を見て回りながら理解させることにしている。更に、テーマに参加した全員の中学生の音声波形のピッチの周波数と周期を黒板に表形式で書いて、性別や個性による周波数、周期の違いを理解してもらう。

項目 7. では、自分の音声を HotWav のボイスチェンジャー機能で加工して再生することで、そろそろ飽きて来ているかもしれない中学生が興味を示すように工夫している。

項目 8. では、残りの母音を“あ”と同様に、ピッチの周波数、周期を確認して、他人との違いを確認してもらう。

項目 9. では、HotWav の選択した波形のみを再生する機能を使用して、“ホームラン”を録音した時に、どの部分が“ホー”でどの部分が“ム”かを見てもらう。HotWav の波形ウインドウで波形を選択すると、選択した範囲だけを再生できるので、連続して発声した音声波形がどの部分かを特定しやすい。

項目 10. では、休憩前に HotWav の逆転再生機能を使って、ローマ字読みに直した言葉を逆に読んで録音し、逆転再生でもとに戻ることを体験してもらう。これも、中学生に興味を持ってもらうための手段として使用している。

このように、中学生が興味を持ってくれるように、興味を引きそうな事柄をちりばめてある。

休憩後は、項目 9. で説明した HotWav の選択画面の再生機能を使って、あ行以外の声を見てもらう。子音+母音の波形を選択して再生することによって、子音と母音を分けることができる。こうして、“か”行、“さ”行、“た”行等の五十音の音声波形を見てもらう。図 9 に“さ”の音声波形を示す。下の波形ウインドウは“さ”の子音部分を表示している。

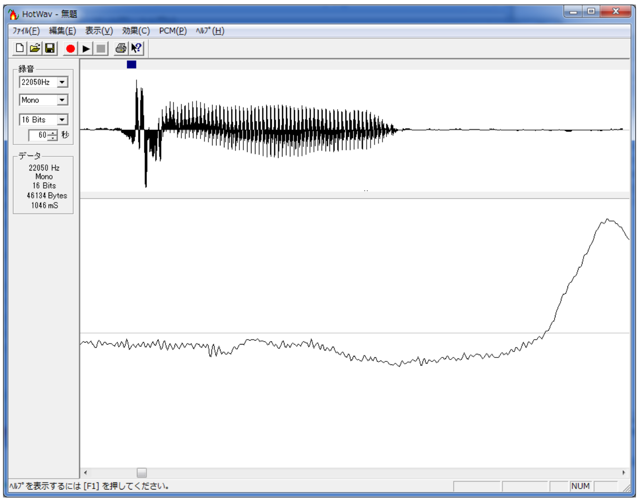


図 9.　HotWav で表示した“さ”の音声波形

項目 13, 14, 15 では、楽器の音を録音して波形を見てもらっている。リコーダの“ド”の音を録音して波形を観察する。笛の波形は綺麗な正弦波に近く周波数や周期を観察するのに都合が良い。1 オクターブのリコーダの音の波形を見てもらい、その間にどんな関係があるのかを考えてもらう。

項目 16. ではギターやフルート、鐘、でんでん太鼓、マラカス等の楽器の波形の違いを観察してもらっている。

これで、“パソコンを使用して音の振動を調べる”の講義は終了だが、家族全員の音声波形を見て比べるのはどうだろうか？という発展課題の説明をしている。また、蝉の鳴き声の波形を観察することや、いろいろな音を録音して波形を比べてみたらどうだろうか？という発展課題を説明して終了する。

４．考えたが開催できなかったテーマ

今まで考えたけれどもいろいろな理由で開催できなかったテーマを以下に述べる。

1. 赤外温度計をお助け隊の費用で購入して頂いて、これが自由研究のテーマとして開催できるかを調べた。赤外温度計は赤外線を測って物の温度を測定する測定器である。例えば、車の色の違いによる温度の変化の違いや、夏にアスファルト道路に現れる“逃げ水”現象の現れる条件を調べるという自由研究が考えられる。これらの項目でお助け隊の 3 時間の講義にする自信が持てなかったのと、他人の車の温度を許可無く測定しても良いのか？という疑問と、道路での測定は危険が伴うことで、お助け隊の提供テーマにすることを断念した。

2. ストロボ光を発生する装置を作ってもらって、カメラで高速度撮影をするというテーマを考えたが、一眼レフカメラを持っている中学生しか対象にならないのと、ストロボ装置は出来ても、カメラの扱いに自信が無いため、これも企画段階で流れた。

５．まとめ

筑波大学のお助け隊における新規テーマの作成と運用方法について、実際に作成したテーマを例に挙げて説明した。第 3 章では“パソコンを使用して音の振動を調べる”のテーマ運用の様子を詳しく説明した。更に、第 4 章では考えたが実施できなかったテーマについて、その理由を述べた。

テレビや記事でいろいろなテーマを見るが、なかなか自由研究という枠の中で 3 時間分の講義にするのは難しいと思われる。

参考文献

[1] 技術職員 web サイト/夏休み自由研究お助け隊, http://www.tech.tsukuba.ac.jp/otasuke.html

[2] HotWav ページ,ダイナシステム社, http://www.dynasys.co.jp/FreeSoft/Hw/index.htm

[3] FM はこらじ (JS-621R), はこ工作キット,ELEKIT, http://www.elekit.co.jp/product/4a532d36323152

[4] Beauto Racer（ビュート レーサー）, ヴィストン株式会社, http://www.vstone.co.jp/products/beauto_racer/

[5] 伊福部達, 音声タイプライタの設計, CQ 出版社

樹上性小型哺乳類（ヤマネ）の巣箱昇降器の開発について

杉山　昌典[a]、門脇　正史[b]

[a]筑波大学農林技術センター技術室（八ヶ岳演習林）

[b]筑波大学生命環境系

〒 384-1305 長野県南佐久郡南牧村野辺山 462-4

概要

ヤマネの生息調査において捕獲用の巣箱は、架設・観察が容易な地上高 1.5 m 前後に設置している。これは高所に架設すると、点検用のハシゴを持ち歩く際に大きな労力を要することと、巣箱点検が高所作業になるため安全性に問題があるからである。今回、塩ビ管・結束バンドで安価な滑車を作製し、カラーワイヤーで巣箱を昇降させる手法とハシゴを使用せずに高枝切りノコギリを用いて約 6 m の高さに巣箱昇降用の滑車を取り付ける方法を考案した。これにより木に登らずに安全な調査が可能となった。

キーワード：樹上性小型哺乳類、ヤマネ、巣箱昇降器

１．はじめに

ヤマネ *Glirulus japonicus*（図 1）は、本州、四国、九州、隠岐島後に分布する頭胴長 68〜84 mm、尾長 44〜54 mm のネズミ目ヤマネ科 1 属 1 種の小型哺乳類で、国の天然記念物に指定されている（阿部ら 2005）[1]。夜行性であり樹上で主に採餌し、繁殖・冬眠には樹洞を利用するような森林に依存した種である（阿部ら 2005）[1]。活動期においても日中は、樹洞や幹の隙間で休眠する（日内休眠）（中島 2006）[2]。日内休眠には巣箱も利用するので、従来から容積約 2000 cm^3 程の木製の箱型巣箱で生息調査が行われていたが、本学では 2008 年に容積約 200〜500 cm^3 程の独自の塩ビ管巣箱を開発し調査を行なっている（玉木ら 2012）[3]。この塩ビ管巣箱は平成 24 年 3 月 1 日付で特許公開中であり（特開 2012-039919）、平成 23 年 11 月より「ヤマネのお宿」の商品名で（株）一成 [1] から製作・販売されている。

図 1. 塩ビ管巣箱内のヤマネ（2011.10.21 撮影）

体の大きさの割に広い行動圏（雄で 2 ha 雌で 1 ha 弱）（阿部ら 2005）[1] を持つヤマネの生息確認を行うためには、広範囲に数多くの巣箱を設置する必要がある。ヤマネの生息調査において一般的に捕獲用の巣箱を架設・観察が容易な地上高 1.5 m 前後に設置しているが、巣箱利用率は 10 % 程度であり、高所に架設した巣箱の調査は少ない（小林 2011）[4]。これは高所に架設した巣箱の点検用ハシゴを持ち歩くには大きな労力を要し、数多くの巣箱点検は困難だからである。また高所の巣箱点検を行うためのハシゴの上り下りは危険が伴い、ムササビ・モモンガ等の樹上性の小型哺乳類の研究者にとっても負担となっている。

そこで今回、塩ビ管・結束バンドで安価な滑車を作製し、カラーワイヤーで巣箱を昇降させる手法と、ハシゴを使用せずに高枝切りノコギリ（Silky はやうち 4 段）を用いて約 6 m の高さに巣箱昇降器を取り付ける方法を考案した。本報ではその巣箱昇降器の開発経緯と予備試験として架設高の違いによるヤマネの巣材搬入状況を紹介し、巣箱昇降器を用いた調査の有効性を検討する。

２．方法

2.1 調査地概要

川上演習林（約 188 ha）は、標高 1,440〜1,785 m（標高差 345 m）の冷温帯域にカラマツ等の人工林が約 7 割、ミズナラ・カンバ類・カエデ類等の天然性二次林が約 3 割を占めている林地である。

2.2 調査方法

ヤマネの巣箱調査は文化庁より「天然記念物ヤマネの現状変更」、長野県より「鳥獣捕獲」の許可を受けた上で、2012 年 6 月 26 日〜7 月 4 日に巣箱昇降器・巣箱の設置を行った。設置方法は地上高 6〜7 m に巣箱昇降器による巣箱を架け、その下に地上高 1.5 m と 0.5 m 以下の地際に比較用の巣箱を架設した（以下、3 段架設と略す）。そこから約 20 m 離れた位置の木に、地上高 1.5 m のみに巣箱を架けた（以下、1 段架設と略す）。3 段と 1 段架設の組み合わせを 20 m 間隔で連続し、3 段架設 31 ケ所と 1 段架設 36 ケ所の巣箱内の巣材搬入状況を同年 10 月 24 日に調査をした。

---
[1] http://www.issei-eco.com/

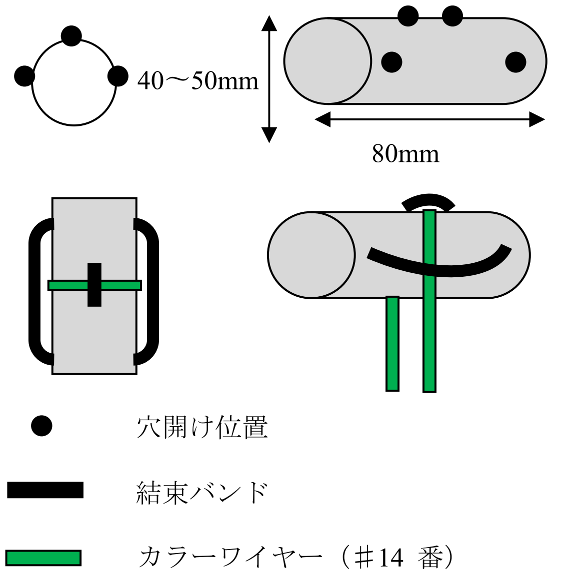
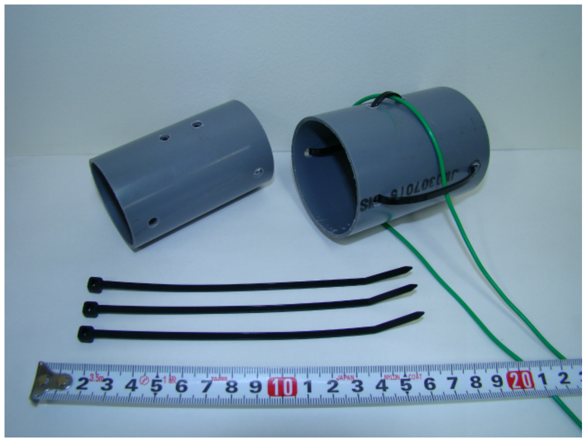


図 2. 塩ビ管で代用した巣箱昇降用の滑車模式図



左側：塩ビ管に結束バンドを通す穴を開けた状態
右側：結束バンドを穴に通し巣箱昇降用のカラーワイヤー（＃14 番）を塩ビ管と結束バンドの隙間に通した状態

図 3. 塩ビ管で代用した巣箱昇降用の滑車写真

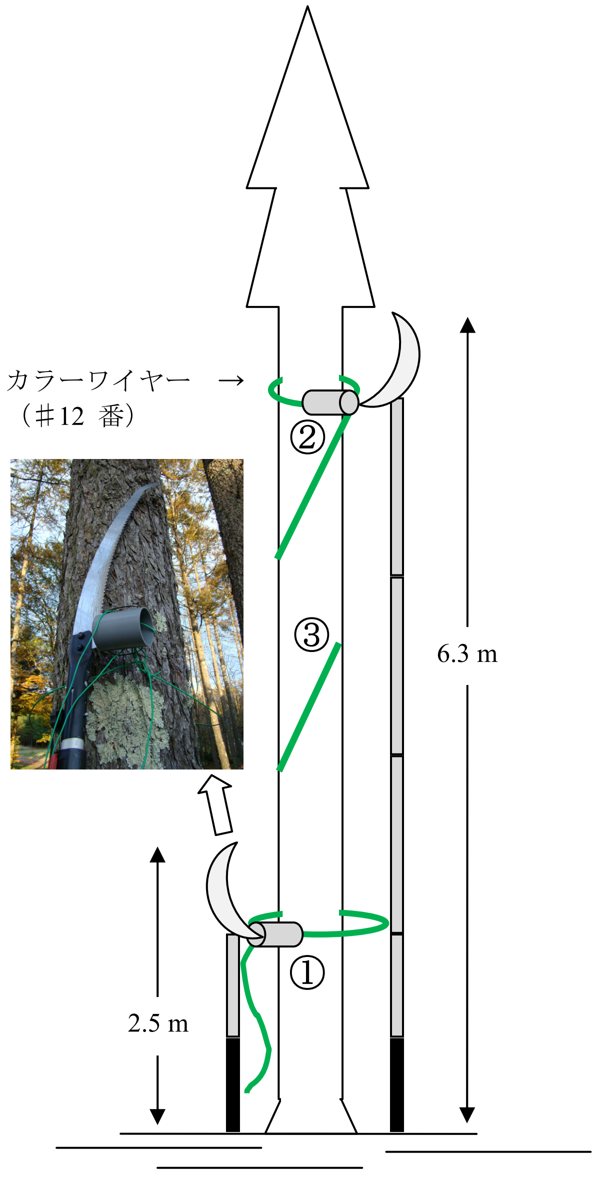


図 4. 巣箱昇降用の滑車取り付け模式図

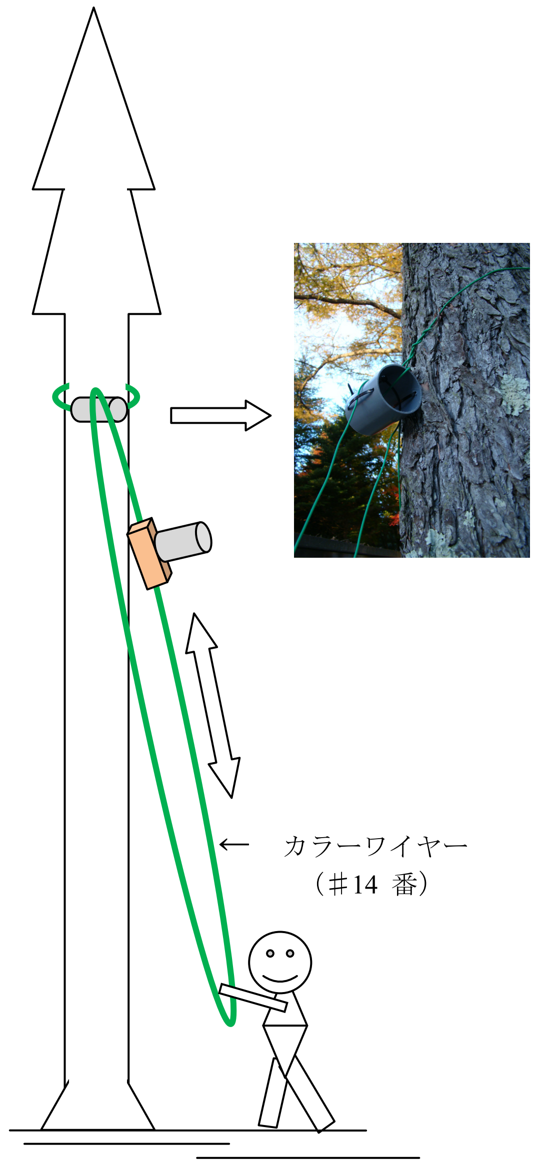


図 5. 箱昇降模式図

３．結果

3.1 巣箱昇降器の作製工程と設置方法

巣箱昇降器の材料は直径 40・50 mm の塩ビ管と結束バンドである。塩ビ管を 80 mm 程度の長さに丸鋸盤で切り、上面と左右の側面に 2 ケ所ずつ穴を卓上ボール盤で開けた。その 3 側面 2 ケ所の穴に結束バンドを通し、塩ビ管の内側で結束する（図 2 図 3)。これは巣箱昇降に使用するカラーワイヤーのガードとなるものである（以降、塩ビ滑車と略す)。塩ビ管の径が 2 種類あるのは、大小径の違う塩ビ管を組み合わせて運べるようにしたためである。

塩ビ滑車の塩ビ管と結束バンドの隙間 (3 側面) に巣箱昇降用の ＃14 番のカラーワイヤーを通す（図 3)。塩ビ滑車の固定用の ＃12 番カラーワイヤーを巣箱架設予定木の樹幹周囲に余裕をもたせて取巻く様に配し、塩ビ滑車の塩ビ管内を通した後に折り返しカラーワイヤーどうしを結束する(図 4 の ①)。

塩ビ滑車の塩ビ管を高枝切りノコギリの下鎌（突起部分）に引っ掛け、高枝切りノコギリのポールを伸ばす（図 4 の ① と ②)。

塩ビ滑車の固定用の ＃12 番カラーワイヤーを引っ張ると、余裕をもたせていたカラーワイヤーが樹幹を締め付け塩ビ滑車が固定され、引っ張っているカラーワイヤーを蔓の様に樹幹に 1〜2 周巻きつけてワイヤーどうしを結束することでワイヤーが緩むこともなくなる（図 4 の ② と ③)。

巣箱昇降用の ＃14 番のカラーワイヤーに塩ビ管巣箱を取り付け、ワイヤーを引っ張ると巣箱を上げることができる（図 5)。

図 6. 地上高 6 m の位置への塩ビ管巣箱架設状況

巣箱昇降器組立・取り付けと塩ビ巣箱組立・架設の作業工程は 1 人で 1 ケ所約 30 分かかった。巣箱昇降器 1 ケ所分の材料費はカラーワイヤーが ＃12 番 8 m・＃14 番 14 m が 430 円、結束バンド 3 本分が約 48 円、塩ビパイプ 1 個分が約 16 円とすると、巣箱昇降器 1 ケ所分は約 500 円である。

3.2 巣材搬入状況

コケや細かく裂いた樹皮等のヤマネの巣材(図 7) と、枯葉か主なヒメネズミの巣材（図 8）の数と割合の集計を表 1 、割合のグラフを図 9 に示した。

図 7. 主にコケが使われたヤマネの巣材

図 8. 主に笹の枯葉が使われたヒメネズミの巣材

表 1. ヤマネとヒメネズミの巣材数と割合（%）

	架設巣箱数（個）	ヤマネ		ヒメネズミ	
		巣材数	割合（%）	巣材数	割合（%）
1 段 1.5 m	36	9	25.0	7	19.4
3 段 6.0 m	31	20	64.5	0	0.0
3 段 1.5 m	31	2	6.5	8	25.8
3 段 0.5 m	31	0	0.0	3	9.7
3 段 合計	93	22	71.0	11	35.5

これまでの 1 段架設 1.5 m の巣箱では、ヤマネの巣材が 36 ケ所中に 9 ケ所巣材があった（表 1 ）。それに対してヒメネズミの巣材は 36 ケ所中に 7 ケ所巣材があった（表 1 ）。

3 段架設の場合、ヤマネの巣材が 31 ケ所中 0.5 m で 0 ケ所、 1.5 m で 2 ケ所、6.0 m で 20 ケ所にあった。それに対してヒメネズミの巣材は 31 ケ所中 0.5 m で 3 ケ所、1.5 m で 8 ケ所、6.0 m で 0 ケ所であった（表 1）。

ヤマネのみが利用した架設木は 15 ケ所あり、ヒメネズミのみの架設木は 4 ケ所だった。

ヤマネ・ヒメネズミの両種が同じ架設木で高さの違う巣箱を利用したのは 31 ケ所中に 5 ケ所あり、両種とも利用がない架設木は 31 ケ所中に 7 ケ所だった。

ヤマネ・ヒメネズミの巣材割合を 1 段と 3 段の高さ別に図 9 に示した。

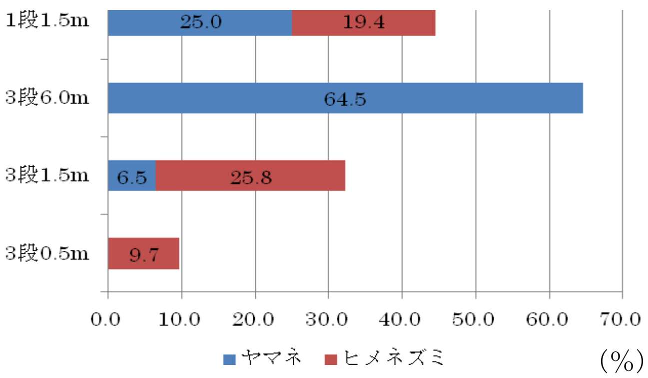


図 9. ヤマネとヒメネズミの巣材割合（%）

1 段架設 1.5 m の巣箱では、ヤマネとヒメネズミの巣材割合が 25.0 % と 19.4 % で近い割合だった（図 9 ）。

3 段架設では 0.5 m と 1.5 m では殆どヒメネズミの巣材であるが、 6.0 m の巣箱に至ってはヤマネのみで 64.5 % の高い割合で巣材を運び入れていた（図 9）。

4． 考察

1 段架設 1.5 m の巣箱では、ヤマネの巣材割合はヒメネズミの巣材割合より多かった。しかし 3 段架設における 1.5 m の巣材割合を同じ架設高の 1 段 1.5m と比べると、ヒメネズミの巣材割合は 6 % 近く増えているのにヤマネの巣材割合が大きく落ち込んだ。これは 3 段 6.0 m の巣箱にヤマネの利用が集中したためであり、 3 段 1.5 m の巣箱のヤマネ利用が少なくなった分、ヒメネズミの利用が増えたと思われる。

これまで高所に架設した巣箱での研究が多くなされていない原因は、巣箱を点検するためのハシゴの持ち歩く大きな労力と、ハシゴの昇降時の危険性があり安全上の問題があった。それに巣箱を観察しやすい地上 1.5 m 前後に架設してもヤマネが捕獲できるため、巣箱架設高の違いによる巣箱利用動物の利用度は余り調査されていない。

巣箱架設高の違いによる調査としては、「巣箱を活用した小型哺乳類の観察法」において、「安全と調査効率の点から巣箱の取り付け高さ 2 m 程度にとどめ、林道沿いなど点検しやすい場所に 20 m 程度の間隔で架設することが望ましい」としている（安藤 2007） [5] 。富士山麓の調査においては、「巣箱の地面からの高さについて、1 m 、2 m 、3 m のそれぞれについて利用率はほぼ同じだった（1 m は 54 %、2 m は 66 % 、3 m は 63 %）としている（中島 1993） [6] 。

しかし鳥取県智頭町の芦津森林における地上 0.5 m・3 m・6 m の位置に箱型木製巣箱を設置した調査木 36 本の観察結果により、モモンガ・ヤマネ・ヒメネズミ・シジュウカラ・ヤマガラのいずれも、地上 6 m の巣箱を利用することが示された（小林 2011） [4] 。今回の調査結果は小林の調査と同様な結果を示し、巣箱架設高を 6 m の高さにすることでヤマネ発見の確率が高まる可能性を見出せた。

これまで樹上性の小型哺乳類調査等で、例えば地上高 6 m に巣箱を架設・点検するのにはハシゴが不可欠であり、全長 5 m 余りの一連ハシゴは約 10 kg の重量がある。2 人がかりで運ぶ場合でも立木が生い茂る林内で長尺のハシゴの移動は困難を極める。伸長時 5 m 余りのスーパーラダーは収納時に 1.2 m とコンパクトになるが重量が 16 kg と重くなり、同じく伸長時 5 m 余りの 2 連ハシゴでも収納時 3 m 前後で重量が 10～15 kg である。また高所に架設している巣箱点検は、林業用の軽量な枝打ちハシゴでも可能であるが、ハシゴからの落下の危険性が伴い安全面で問題がある。

その点、高枝切りノコギリは収納時 2.5 m 弱で重量 3.3 kg と運搬労力が大きく低減できる。しかも高枝切りノコギリは、巣箱昇降器の取り付け時と調査終了後の取り外し時に必要なだけで、途中の巣箱点検はカラーワイヤーを引っ張るだけで巣箱の昇降が可能になる。このことはダム・道路等の建設工事の際の環境アセスメント並びに、道路が通っていない奥山等でのヤマネを始めとするリス・モモンガ・ムササビ等の樹上性小型哺乳類の生態調査において有効になると思われる。さらに野鳥観察用の木製巣箱による鳥類調査にも応用可能である。今後、ヤマネ等小型哺乳類の高さ別巣箱利用については、さらに調査をしていきたい。

本研究は農林技術センター環境関連研究助成金「樹上性小型哺乳類調査用の巣箱昇降器の開発」、（株）一成との共同研究「野生生物の生息（環境）調査に関する研究」を受け、巣箱昇降器並びにその取り付け方法の開発を行なった。

参考文献

[1]　阿部永、石井信夫、伊藤徹魯、金子之史、前田喜四雄、三浦慎悟、米田政明,日本の哺乳類〔改訂〕(2005) 145.
[2]　中島福男,日本のヤマネ〔改訂版〕(2006) 12.
[3]　玉木恵理香、杉山昌典、門脇正史, 哺乳類科学 52（1）(2012) 15-22. https://www.jstage.jst.go.jp/article/mammalianscience/52/1/52_15/_pdf
[4]　小林朋道, 鳥取県立博物館研究報告第 48 号（2011) 95-101. http://site5.tori-info.co.jp/photolib/museum/5893.pdf
[5]　安藤元一, 環境教育 VOL.16-2（2007）24-31.
[6]　中島福男, 信州の自然誌森の珍獣ヤマネ冬眠の謎を探る（1993）40-41.

Development of nest box lift for small arboreal mammals (Japanese dormouse)

Sugiyama Masanori, Kadowaki Seishi
Technical Service Office for Agricultural and Forestry Research Center
(Yatsugatake Forest)
Faculty of Life and Environmental Sciences
University of Tsukuba, 462-4 Nobeyama, Minamimaki-mura, Minamisaku-gun Nagano, 384-1305 Japan

To investigate the habitats of the Japanese dormouse, nest boxes for capture were installed at a height about 1.5 m above ground for easy installation and observation. The reason for this is that, if the boxes are installed at a high location, then a great deal of labor is needed to walk around with the ladder for inspection, and there are also safety issues because nest box inspection involves work at a high place. In this case, we devised a technique in which an inexpensive pulley for lifting nest boxes is made with PVC pipe and cable ties, and boxes are lifted and lowered with colored wire. The pulley is mounted at a height of about 6 m without using a ladder by employing a saw for cutting high tree branches. This enables safe investigation without climbing trees.

Keywords: **s**mall arboreal mammals, Japanese dormouse, nest box lift

Agilent2100 バイオアナライザを用いた DNA 多型検出技術

中村　貴子[1]

筑波大学医学系技術室

〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

Agilent Technologies 社の 2100 バイオアナライザは主に次世代シーケンサーのサイジングや定量に使用され、サンプルの注入、分離、検出等の分析をチップ上に組み込んだ分析装置である。この機器のサイジング機能、微量サンプル検出機能またゲルイメージのプレゼンテーション性を利用し、PCR サンプルをなるべく簡単に泳動するだけで目的フラグメントの分析や応用が可能か実験を行った。今回、DNA1000 キットを用い制限酵素解析、STR 解析への応用を試みた結果、利点と欠点が明らかになったので報告する。

キーワード:2100 バイオアナライザ　制限酵素解析　Mitochondria DNA D−loop　STR 解析

1．はじめに

近年の Biotechnology 技術の発展には遺伝子を解析する機器の発達が密接に結びついている。それらの機器は正確かつ緻密で多くは蛍光色素などの反応を利用し成果をあげている。

一方バイオアナライザの専用チップは DNA 用や RNA 用など目的用途に応じて数種類発売されているが、要は電気泳動装置である。従来の平板アガロースやアクリルアミドなどを使用した電気泳動と比較し電気泳動装置として進化したこの機器を使い、どのような検出ができるかという挑戦としてこの研究を行った。疑問点などはメーカーに連絡し解決と改善を要求した。

2．方法

2.1　DNA1000 キットの使用方法

Agilent DNA 1000 キットには専用の Gel、Dye、Marker (内部標準)、Ladder、また Gel をろ過するスピンフィルタが含まれている。マニュアルに従い DNA 用ラボチップ(図 1)に 9 µl の調整ゲルを充填する。サンプルのアプライ量は 1 µl 以下、1 チップで 12 サンプルまでアプライでき Maker とともにミキシングの後、機械にセットし泳動を開始する。

2.2　泳動サンプル作成方法

表 1 に示す Primer を用い annealing 58 ℃にて 35cycle PCR の後、目的に応じて直接または制限酵素処理等を行い、それぞれのラボチップの所定の孔にサンプル 1 µl をアプライし泳動を開始した。

3．DNA1000 キット使用における知見

3.1　泳動の結果

サンプルは極細の毛細管中を移動し分析される。泳動は 1 サンプルにつき約 120 秒で 12 サンプルすべての終了時間は pre-run をふくめ約 40 分くらいである。結果はエレクトロフェログラム (図 2-1) 及びゲルイメージ (図 2-2) で表示され、検出バンドは upper (1500 bp), lower (15 bp) Marker により 調整され易動度が一定となる。検出されたフラグメントは泳動開始からの時間 (秒)、サイズ (bp)、ピーク面積から算出された濃度 (µg/ml) が下部の表 (Clipboard) により示される。50 bp 以下で普通のアガロースゲルでは検出不可能な極めて濃度が薄い DNA フラグメントでも検出が可能であった。エレクトロフェログラムは拡大や解析値の変更によるピーク加、ピークの省略また重ね合わせ比較ができ、ゲルでは判別がつかない細かな解析に有効であった。

しかしながらホルムアミドなどの DNA 変性剤などが混じたサンプルは使用ができなかった。

3.2　サイジングについて

市販の Ladder Marker はブルー色素と Buffer をカラム精製で除きサンプルとした。

塩基数が既知のサンプルとして ALDH (135 bp) と CCK (229 bp) を用い、（A）カラム精製を行ったもの、(B)　PCR 産物を直接用いるものを比較の対象とした (図 3)。

フラグメントバンドの上の数字は実際の塩基数 (サイズ)、下の数字は機器分析値で、両者は異なる値であった。また市販の marker による結果はすべてサイズが不ぞろいで、この結果を受け分析にはサイズによらない方法が必要と考えた。メーカーの説明ではこの機械のサイズ決定真度が±10 %であり、また機器分析値と塩基数が異なるのは、PCR 産物に含まれる Buffer が易動度に影響があるのではという回答であったが今回の実験の結果では (A) と (B) で易動度の差は認められなかったことから PCR 産物を直接泳動しても差し支えないと考えた。

---

[1] E-mail: jurakiko@md.tsukuba.ac.jp; Tel: 029-853-3274

４．遺伝子解析への応用と結果

4.1　PCR 産物直接泳動による Amelogenin 遺伝子解析

Amelogenin 遺伝子は性染色体上にあり、男性では 2 本 (112 bp, 106 bp)、女性では 1 本 (106 bp) のバンドが検出できる。検出には PCR 後アガロースゲルで確認する方法と蛍光 primer 法があるが、アガロースゲルでは肉眼的に判別が困難な場合がある(図 4.1)。このキットを使用した方法ではゲルバンドで直接確認できるほか濃度が薄い場合もエレクトロフェログラムで 1 ピークと 2 ピークが区別が示され (図 4.2)、また Primer もノンラベルで良いため、手軽にできる方法ではないかと考えた。

4.2 制限酵素解析

4.2.1 KCNJ6 rs2070995

PCR 産物の全長 151 bp。制限酵素 *Hap* Ⅱにより −CCGG− が認識され切断箇所は 2 か所それぞれの断片長が 15 bp 以上異なるためアジレントゲル法によらなくてもアガロースゲルでも判別可能であった（図 5）。

4.2.2　Alcohol 脱水素酵素(ADH)

PCR 産物の全長 154 bp。制限酵素 *Mae* Ⅲにより −GANAC− が認識され切断箇所は 2 か所。うち 1 か所は共通認識部位ですべて切断されるが（57 bp）、SNP 箇所の Arg（C**G**C）配列を持つ 1 型は切断されず、His（C**A**C）配列を持つ 2 型は切断される[1]。アガロースゲルによる判定は 31bp が薄く判定しにくい上、57 bp と 62 bp の分離が不明の場合があり 1 型と 2−1 型の誤判定をまねき易かったが、このキットでは正確に分離し良好な結果を得た（図 6）。

4.2.3　Mitochondria DNA D-loop(HV-1)

Mt-DNA の HV-1 は超可変領域で[2]、この領域を制限酵素で切断し型判定を行うには多種の制限酵素を必要とする。すべての切断図を一つの図に表すのは煩雑であるため判定結果を示す手段はほぼシーケンスだけであることから、昨今の証拠の画像化を踏まえ一般の人にわかりやすく差異を示す方法としてバイオアナライザの分離能を利用することを考えた。

HV-1・16180 から 16320 付近には C/T の変異箇所が並び、Mnl Ⅰで認識できる箇所が多い。このことは反対に考えれば切断箇所が多いため断片が複数になる上、ゲルでの分離が複雑で判定不能となる要素を含む。今回は多数箇所の制限酵素利用による判定方法の一つとして試みた。(図 7-1) の領域の断片長を考えながらプライマーを設計し PCR 増幅の後、制限酵素 Mnl Ⅰにて切断した。認識部位は－CCTC－でその部位の 7 塩基先で切断される。

HV-1, 16189, 16192 など主なポイント 7 か所の C/T 変異の組み合わせにより可能性として 40 パターン以上の断片図が考えられた。さらに泳動パターンから見て稀な変異があることも考えられ読み取りが非常に複雑であった。しかし読み取れる同型と思われる泳動パターンが多数検出されそれらのシーケンスも行った結果、変異箇所の差異による多型をバンドパターンとして視覚的に表すことができた(図 7-2, 図 7-3)。

4.3　STR 解析

STR 多型 (Short Tandem Repeat Polymorphism) とは DNA の中に数塩基から 10 塩基未満の短い DNA の繰り返し領域が存在し、その反復数は人によって違いがあり個人識別の最有力な解析方法となっている。現在は蛍光色素を用いたキットが発売され特定の機器分析が一般化されているが、STR が DNA 鎖長の差異の検出であることから、この方法が応用できないか検討した。この機器のサイジング能は実際の塩基数サイズのズレはあるものの、近い範囲の塩基の数の幅はほぼ正確にあらわされることから今回は比較的近傍にコピー数が集まるものから分析を行った。またメーカーの説明では限界値が 5 bp（5 塩基）でそれ以下は読み取り困難とのであったが、STR 解析は 4 塩基繰り返しが多いことから 4 塩基繰り返しでの STR 解析を試みた。

4.3.1　DXS-6789 (GATA)n

X 染色体上の DXS-6789 (GATA)n を用い通常の PCR 反応により増幅し、基本的にはそれをそのまま泳動するだけでよく、特別な試薬は必要としない。

あらかじめ他の分析法によりコピー数が分かっている 22 回繰り返しの男性サンプル(スタンダードサンプル - S.S)を基準として、4 bp ごとのサイズに合致したサンプルを集めオリジナルのラダーマーカーを作り、未知のサンプルに当てはめていった。またレーンの違いによる若干の泳動のズレを補正するためサンプルすべてに S.S を等量加え内部標準とした。

この結果、サンプルの繰り返し数を読み取ることが可能となった。ただし今回用いた DXS-6789[3] [4] は 14 回から 25 回、長さで 50 bp 以内の繰り返しの範囲に限定されるため、4 bp ごとの値がほぼ正確に当てはまったが、リピート数の種類が多く、全体の長さが長い場合はこの条件が当てはまらず、今後の研究課題である。

この領域は X 染色体上にあるため男性の場合一本のバンドしか現れず、S.S と異なるバンドはそのバンドのリピート数で判定できる。S.S バンドのみ示された場合は S.S に重なる同じリピート数と理解できる。しかし女性のサンプルでは S.S 以外に 2 本のバンドが観察される場合と S.S 以外に 1 本のバンドのみ検出される場合がある。前者はヘテロと判定されるが (例, No22, S3)、後者は 1 本が S.S と重なったヘテロ (例, No12, S1) か S.S とは重ならないホモかが問題となる。この解決法としては S.S をはずしたサンプルを再泳動する方法と (例, No19, 1M＋S.S, No20, 1M)

他の方法として Clipboard 上の Conc (ng/µl) において、S.S と重なるヘテロの場合は S.S の濃度にサンプル自身の濃度が加わることから、濃度が高く表示されるが、ホモの場合は S.S のレーンで示される濃度が表示されるということを利用する手段もある (図 8-1, 図 8-2)。

５．まとめ

バイオアナライザ DNA1000 キットを用い、さまざまな条件の実験を行った結果、確認できた長所、短所をまとめた。

1. 平面ゲルのようなゆがみによる泳動の乱れが少なく毎回同じ条件のきれいな泳動図が示せた。
2. パソコン上で拡大分析や必要なピークを検出できることが可能で、そのため微量のサンプルでも分析が可能であった。
3. サイジングに問題点が多く、今回はサイジングに頼らずに行った STR 解析が可能であったが分離能の点から 3 塩基以下のサイズのコピー数の判別は困難であると思われる。
4. 制限酵素切断図では 50 bp 以下でも判別ができ、今回 3 bp ほどの差異も判別可能であった。この結果は 3 と矛盾するが、異なるレーンで泳動する場合においては、3 bp ほどの差異もバンドのズレによって認識できた。
5. 分析条件の工夫により長所を取り入れ、使用範囲が広がる可能性があると思われる。

６．謝辞

今回の基礎的実験を快く承諾していただいた筑波大学人間総合科学研究科法医学、本田克也教授に深く御礼申し上げます。

参考文献

[1] Alcohol and aldehyde dehydrogenase genotypes and drinking behavior of Chinese living in Shanghai. Muramatsu T, Harada S, et al. Hum Genet. 96 (1995) 151-154.

[2] Mt-DNA polymorphism in East Asian Populations, with special reference to the peopling of Japan. Horai S, Omoto K, et al. Am J Hum Genet. 59 (1996) 579-590.

[3] X-Chromosome STR sequence variation , repeat structure, and nomenclature in humans and chimpanzees. Gomes I, Prinz M, et al. Int J leagal Med. 123 (2009) 134-149.
http://dx. doi. org/10. 1007/s00414-008-0303-x

[4] Sixteen X-chromosomal STRs in two octaplex PCRs in Japanese population and development of 15-locus multiplex PCR system. Nakamura Y, Minaguchi K. Int J leagal Med, 124 (2010) 405-414.
http://dx. doi. org/10. 1007/s00414-010-0467-z

図 1.　DNA1000 チップ　　サイズ 5 cm× 5 cm
調整ゲル 9 μl とサンプル 1 μl は直径 3 mm のサンプル孔に注入する

表 1.　PCR に使用した Primer 配列

ALDH	F	5’-CAA ATT ACA GGG TCA ACT GCT-3’
	R	5’-CCA CAC TAA CAG TTT TCA CTT-3’
CCK-45	F	5’-GAT TAA CTC CAC CCC ACT AGA C-3’
	R	5’-TGG GCG TTT CCA ACC GGA GCA-3’
ADH	F	5’-AAT CTT TTC TGA ATC TGA ACA G-3’
	R	5’-AAC ACT CTC CAC GAT GCC GG-3’
DXS6789	F	5’-TCG AAA AGA TAG CCA ATC ACT

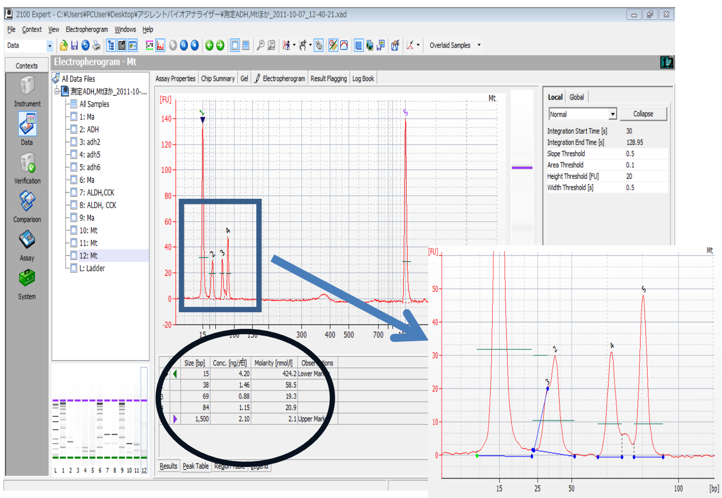


図 2-1.　分析結果－エレクトロフェログラム
泳動されたフラグメントがピークで示され拡大や解析値の変更によりピーク加、ピーク省略、ピークを重ね合わせ比較などができる。拡大した図のピーク 2 の肩にピーク 3 を加えた。
下部の線で囲んである表にサイズ(bp)、濃度(μg/ml)などの結果が示される。

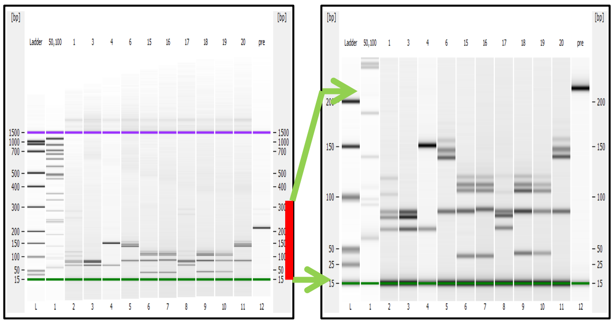


図 2-2. 分析結果ーゲルパターン
泳動されたフラグメントをゲル画面で表示させたもの （左図）
適当な大きさに拡大したゲル画面 （右図）

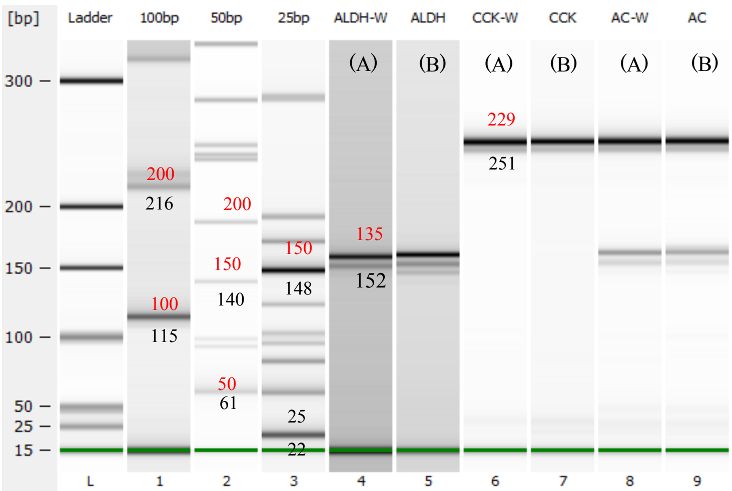


図 3. 機器分析値(サイジング) の検討
フラグメントバンドの上の数字は実際の塩基数(サイズ)、下の数字は機器分析値で、両者の値は異なっている。ALDH は 135 bp、CCK は 229 bp を増幅したが、分析値ではそれぞれ 152 bp、251 bp とされた。また市販の marker はすべてサイズが不ぞろいであり、PCR 後 カラム精製を行ったもの（A） と PCR 産物を直接泳動したもの(B)を比較すると、Buffer 等の影響による易動度の変化はない。

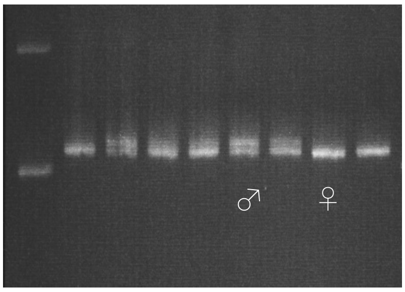


図 4-1 アガロースゲル泳動分析
はっきりと増幅されたものは判別できるが、Y 染色体上バンドが薄いものは判定ミスの恐れがある。

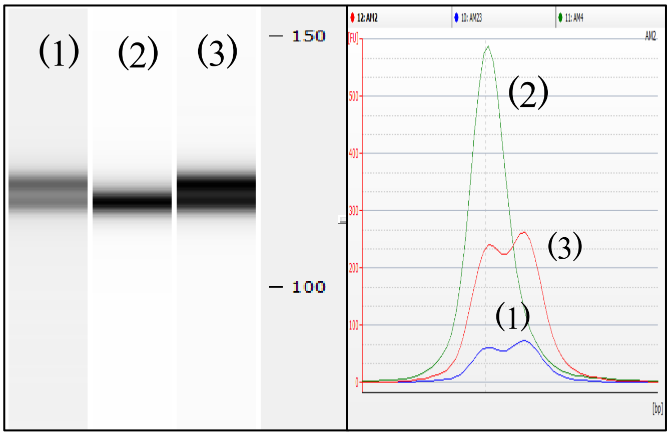


図 4-2 バイオアナライザー分析
ゲルイメージで 2 本バンド (1) 男性と 1 本バンド (2) 女性が判別できるが、ピーク画面ではサンプル量が多くバンドの確認が難しかった (3) も 2 ピークと判別され男性と判定できた。

図 4. Amelogenin パターンの検出

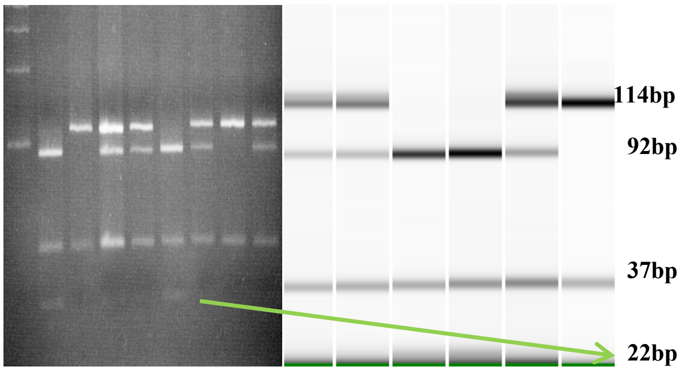


図 5 制限酵素解析 KCNJ6 rs2070995 の多型検出
Hap II （CCGG）処理後カラム精製を行い泳動。各型共通フラグメント 37 bp 。SNP 箇所が G で切断された 92 bp、22 bp および SNP 箇所が A で切断されない 114 bp のフラグメントが観察された。フラグメント鎖長の差が大きいのでアガロース(左図) でも判別可。アジレントでは 22 bp が基線に隠れて判別しにくい(右図)。

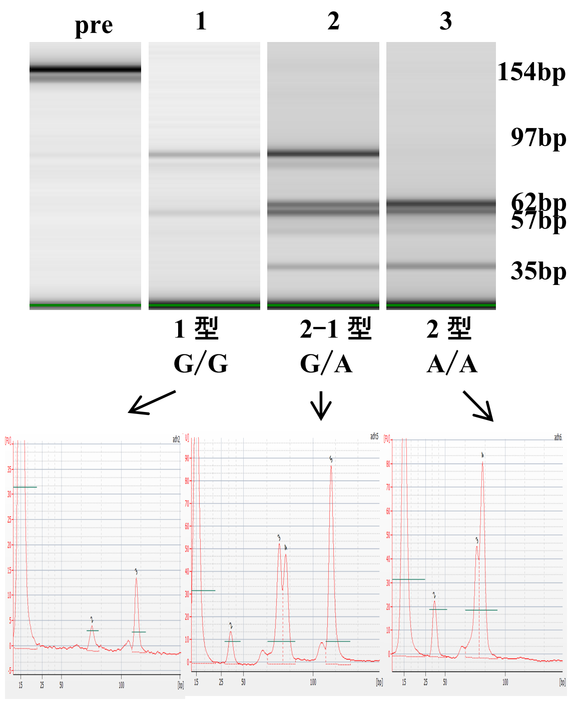


図 6.　制限酵素解析 Alcohol 脱水素酵素の多型検出

Mae Ⅲ処理後カラム精製を行い泳動。各型共通フラグメント 57 bp と ADH 多型によるフラグメントがゲルおよびピーク図で確認された。濃度が薄い 1 のサンプルはアガロースゲルでの検出は困難であったが、アジレントゲルでは検出された。アガロースゲルでは 62 bp と 57 bp の識別は非常に困難で 35 bp のバンドが見えにくい場合に 1 型と 2-1 型の判定は難しい。

16131	TACCATAAA**T**	**ACTTGACCAC**	**CTGTAGTACA**	TAAAAACCCA	ATCCACATCA	AAACCCCCCC	CCCATGCTTA
16201	CAAGCAAGTA	CAGCAATCAA	CCTTCAACTA	TCACACATCA	ACTGCAACTC	CAAAGCCACC	CCTCACCCAC
16271	TAGGATACCA	ACAAACCTAC	CCACCCTTAA	CAGTACATAG	TACATAAAGT	**CATTTACCGT**	**ACATAG**CACA

図 7-1.　Mitochondria-DNA 塩基配列
領域の塩基配列と primer（太字）の位置および制限酵素の認識部位と切断箇所
制限酵素 Mnl Ⅰで－CCTC－を認識しその 7 塩基先を切断する。
グリーンの塩基は変異部位で個体により C→T、T→C と変異する。

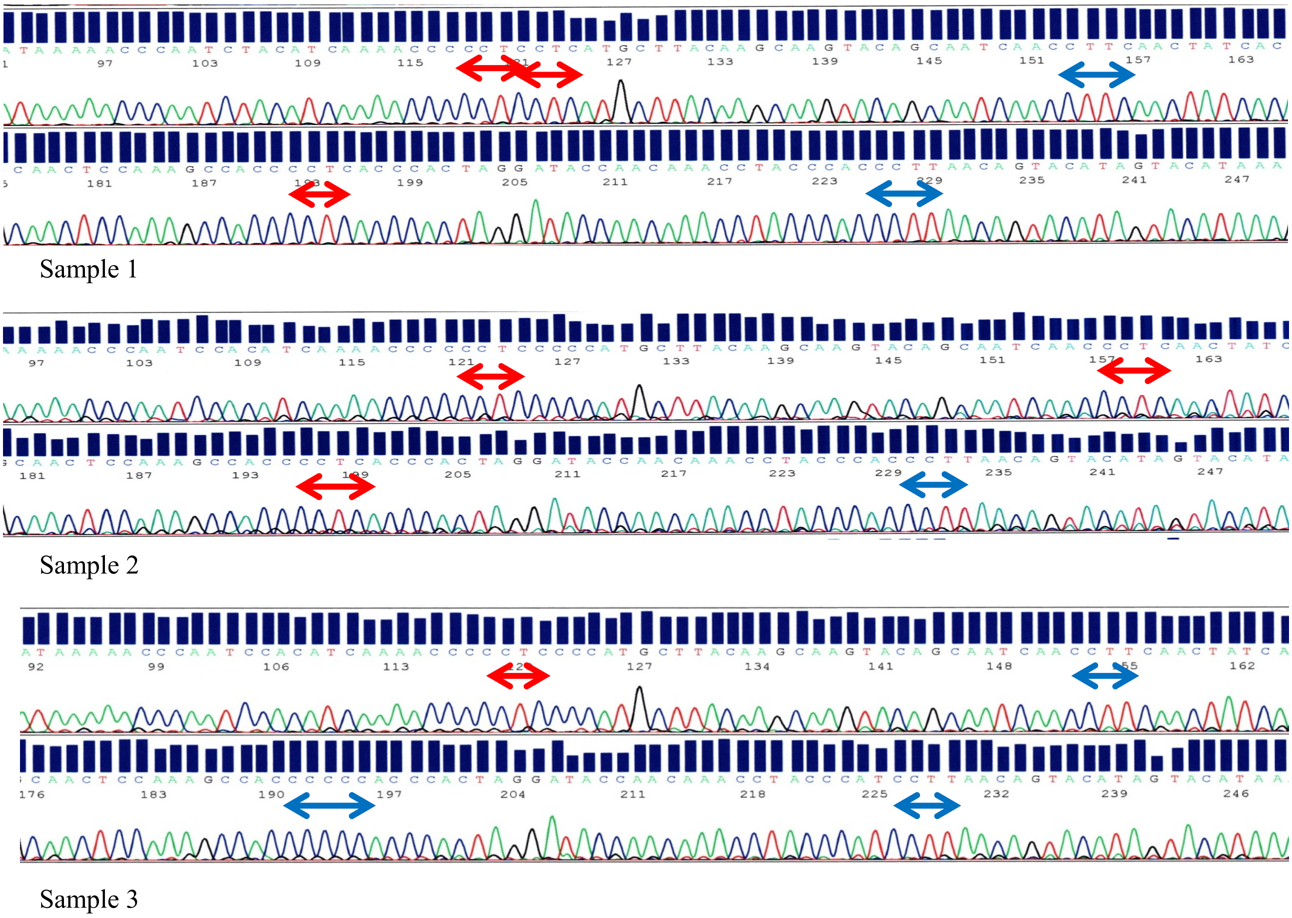


図 7-2.　Mitochondria-DNA Sequence
実際の領域 Sequence 図で切断認識箇所はそれぞれのサンプルで異なりそれによってフラグメント長が変化する。例として Sample 1，2，3
赤の矢印は切断認識配列で青の矢印は切断しない配列

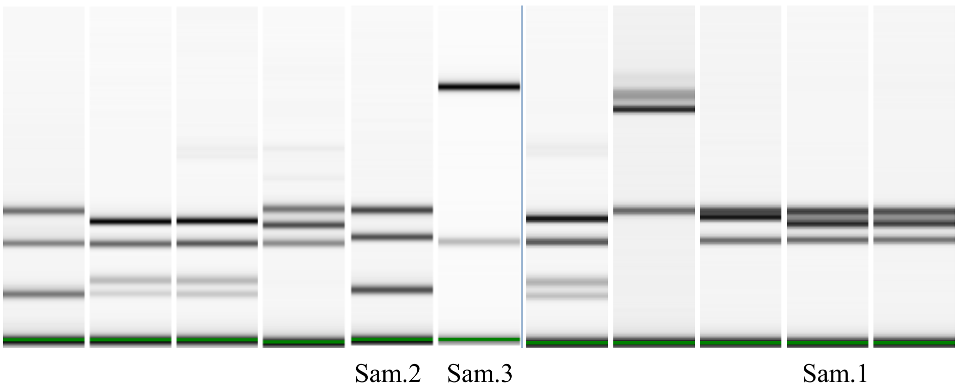


図 7-3.　アジレントゲルの泳動結果
切断フラグメントの長さの差異により易動度が異なりさまざまな泳動パターンの分かれる。Sam. 1，2，3 は図 7-2 で示した sequence に対応。

図 7.　制限酵素解析　Mitochondria-DNA

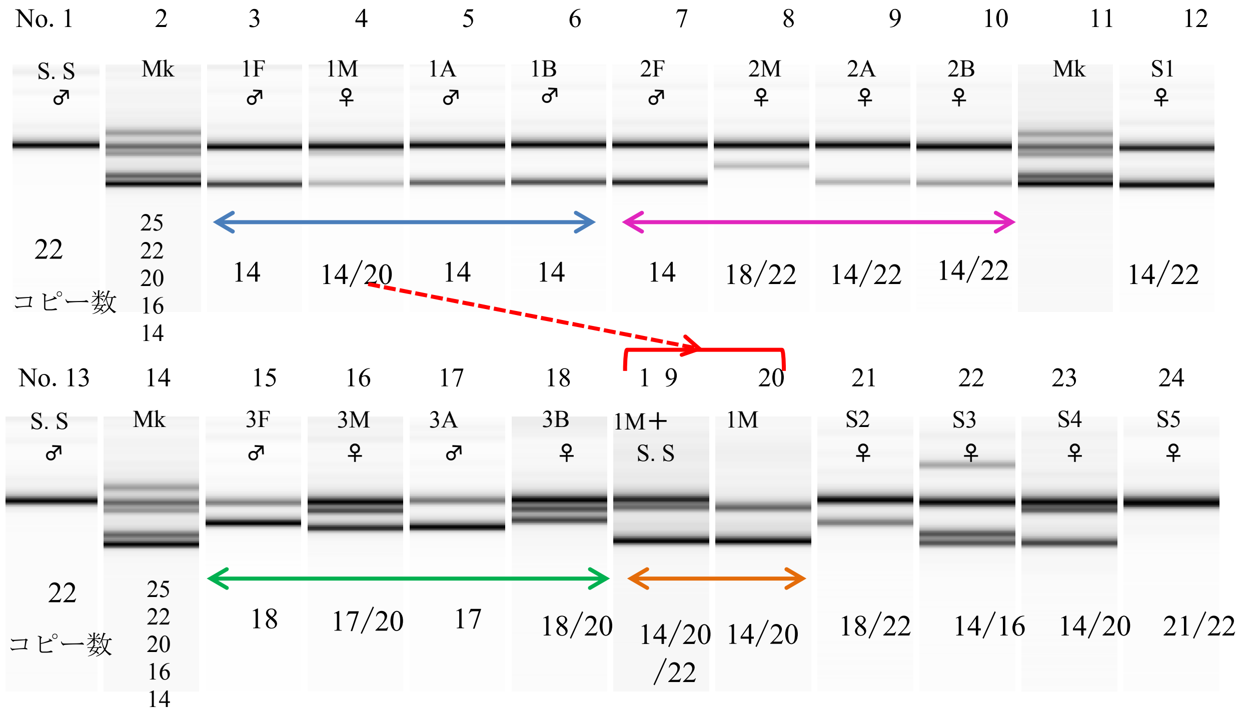


図 8-1.　STR 解析　DXS6789 の検出とゲルパターン
レーン No. 1，No. 13 はスタンダード・サンプル(S. S)で 22 コピーである。S. S をすべてのサンプルに等量加えて泳動した。両側矢印⇔の範囲内の 4 サンプルは家族サンプルで父(F)，母(M)，子(A)，子(B)と表示。下の数字は(GATA)n の繰り返し数。Mk はコピー数の異なるサンプルを組み合わせたオリジナルマーカー。
オレンジ両側矢印⇔の No. 19 は 1M がホモバンドか 22 回繰り返しを含むホモかの確認で No. 20 で 22 回繰り返しサンプル(S. S)を除いた結果ヘテロが確認できた。

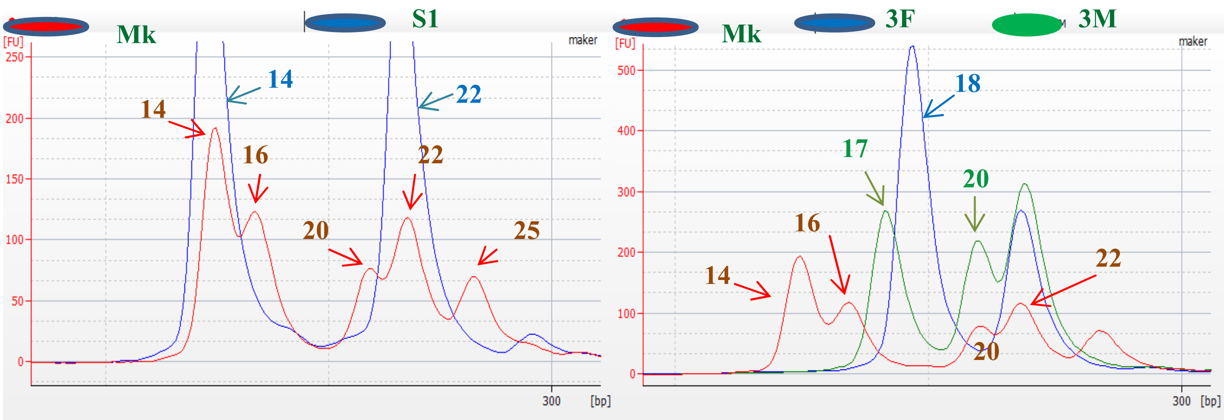


図 8-2.　STR 解析　DXS6789 の検出：エレクトロフェログラムにてピークの重ね合わせ比較するとコピー数が理解しやすい。赤線のマーカー(Mk)にサンプルを重ね合わせコピー数を検出した。左図は No. 12 の S1 で 22 コピーに重なるピークと 14 コピーに重なるピークを検出。右図は No. 13 の 3F（18 コピー）と No. 14 の 3 M（17/20 コピー）と判定され、子供は男児 18 コピー、女児 18/20 コピーとなり親子に矛盾はなかった。

図 8.　STR 解析法

The DNA polymorphic detection technique using the Agilent2100 bio-analyzer

Takako Nakamura

Technical Service Office for Medical Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8575 Japan

The 2100 bio-analyzer of Agilent Technologies is the electrophoresis apparatus which incorporated the analysis of a detection, an intrusion of a sample, a separation, etc. on the small chip board.
I use the sizing-system, the trace sample detection facility and gel imaging system of this device, I carried out the electrophoresis of the PCR sample, and checked of the fragment analysis is possible.
In this time, the result of tried the application to RFLP analysis and STR analysis using DNA1000 kit, since the merit and the shortcoming became clear

Keywords: 2100 bio-analyzer of Agilent Technologies, Restriction fragment length polymorphism analysis, Mitochondria DNA D-loop, Short tandem repeat polymorphism analysis

職場巡視から考える安全衛生管理業務の標準化

雨谷　恵[a)]
筑波大学システム情報工学等技術室(安全衛生管理グループ)
〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

システム情報工学等技術室では、平成 23 年度から安全衛生管理業務を専門に担当する安全衛生管理グループを立ちあげ、担当部局であるシステム情報系内において職場巡視を始め安全衛生管理業務に取り組んでいる。2 年目にあたる本年は職場巡視その他の業務上知り得た情報および収集したデータ等を体系的にまとめ、業務の可視化を図るための標準化作業を始めた。本報告では、安全衛生管理グループで進めている部局内安全衛生管理業務のシステム化に向けた標準化作業のワーキングドラフトを報告する。

キーワード : 職場巡視, 安全衛生管理, 標準化, 可視化

1. はじめに

国立大学法人に伴い、職場の安全衛生管理は人事院規則ではなく労働基準法及び労働安全衛生法の適用を受けることとなった。これにより平成 16 年 4 月から筑波大学本部等事業場は産業医及び衛生管理者による実験室等の職場巡視(以下、巡視と略)が定期的に行われる事となった。

次に衛生管理者とその職務について説明する。衛生管理者の職務は衛生に係る技術的事項を管理する事であり、衛生管理者は常時 50 人以上の労働者を使用する一定の事業場において選任が義務付けられている。その職務として労働衛生と労働衛生管理に分類できるが、労働衛生管理については以下の内容が労働安全衛生法などで述べられている。

- 労働災害の防止、危害防止基準の確立
- 責任体制の明確化
- 自主的活動の促進
- 労働者の安全と健康の確保
- 快適な職場環境の形成

筑波大学においては環境安全管理室が中心となりこれらの職務を担う体制として構成されている (図 1)。

安全衛生管理グループ(以下、安全衛生管理 G と略)は、図 1 の赤枠の部分を担っており、担当部局であるシステム情報系内約 850 部屋における法規則の順守状況の点検、改善指導、改善作業等の安全衛生管理業務を行なっている。

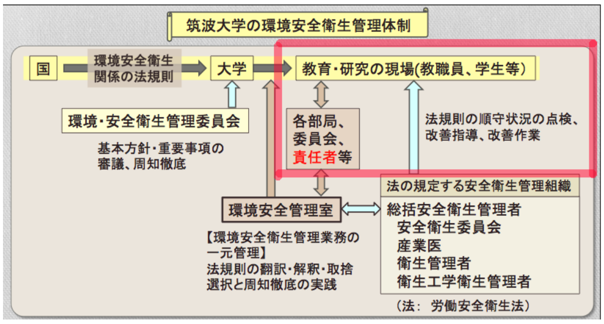


図 1　筑波大学の環境安全衛生管理体制

部局内の点検方法として毎月行なっている巡視がある。巡視では安全衛生管理の知識とともに、技術職員として専門的な経験と知識に基づいて、問題点を適切に指摘している。次の 3 点が判定の指標の基準としてあげられる。

1. 法律・条例および大学規則を元に、部局の特性、事情を客観的に理解する
2. 作業環境や作業方法における安全衛生上の課題を指摘し、現実的な改善に結びつける
3. 研究および業務内容を理解し、適切な判定をする

また、客観的な判定をするためにはつくば市の各条例、労働基準法、労働安全衛生法、消防法など各種法律に則した形で判定する必要があり、その体系は図 2 のとおりである。

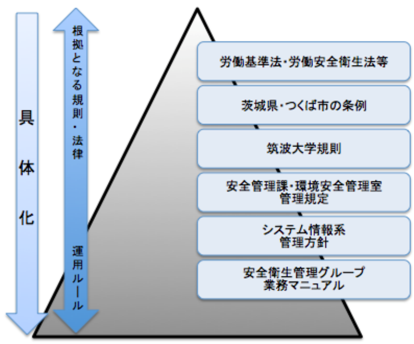


図 2　安全衛生管理に関する規定の体系

図 2 の体系を理解する事は適切な判断をする上でとても重要であり、さらに複数人で検討と判定をしてその標準化と明確化を図っている。

２．標準化にむけた PDCA

安全衛生管理業務の標準化工程の概略は以下のとおりである。

- Plan（計画）：巡視の結果や部局の特性および将来の予測などをもとにして作業を計画する
- Do（実施・実行）：計画に沿って必要なデータを調査し、法律や規則の確認を含む整備作業を行う
- Check（点検・評価）：ドラフトをまとめ計画に沿っているか評価する
- Act（処置・改善）：実施が計画に沿っていない部分を調べて改善をする

図 3　PDCA モデル

2.1 Plan（計画）

この計画は安全衛生管理 G および安全衛生管理業務の関係者を対象としており、標準化により関連する情報を体系的にまとめて関係者が円滑に職務を行う体制を整えることを目的としている。計画にあたっては標準化とは何かを十分理解した上で、巡視の結果や部局の特性および将来の予測なども考慮した。また、データの永続性を考え、更新作業や今後行われる予定の組織再編成等においても柔軟に対応できる様考慮した。

2.2 Do（実施・実行）

次に前項の 2.1 を元に調査すると、安全衛生管理で必要となる基本となる情報は以下のとおりである。それらを元にそれぞれのデータの関係を示すと図 4 のように構成される。

[施設データ]
施設部が施設管理のために運用しているデータ
部屋番号、管理者、使用者など
[職員データ]
事務部門が職員管理のために運用しているデータ
氏名、所属、連絡先など
[安全管理データ]
環境安全管理室が安全管理のために運用しているデータ
薬品・危険物・高圧ガスなど
[巡視データ]
安全衛生管理 G が現場から収集したデータ
巡視データ、改善記録など

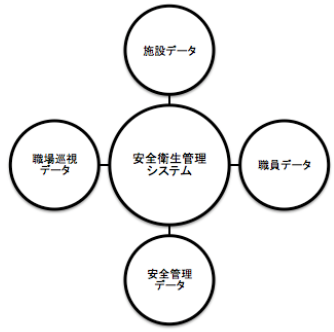


図 4　安全衛生管理に関連するデータ

これらのデータがどの部署でどのような形式で管理されているかを調査し、データの管理者に目的を十分説明し了承を得た上で、データの提供を受けることができた。それぞれのデータの管理部署と管理形式は以下の結果であった。

[施設データ]　施設部(MS Excel 形式)
[職員データ]　支援室(MS Excel 形式)
[安全管理データ]　環境安全管理室(専用 web データベースから CSV 形式)
[巡視データ]　技術室(MS Excel 形式)

次に、問題を解決するために必要な項目の選定と仕様を決め、データの連携を行う予定であったが、それぞれ項目の定義や仕様が違っていた。そのためそのままでは連携をすることは不可能であり、まずデータの整理から作業を行った。

通常データベースにおける一意性は職員番号など一意性がある ID を主キーとする方法が一般的であるが、職員データ以外ではその方法ではなかった。そのため、施設データでは使用者および管理者の氏名に一意性がなく、職員データと照らしあわせてデータの整理を行う必要があった。氏名で一意性の判定は同姓同名などの問題がある。これは目視の場合、他の関連情報と照らしあわせて判別が可能であるかも知れないがデータベースでは利用できない。また、独自に ID を設定しているデータが見られたが、今回の計画では適さないのでこれを修正し、データの連携設定をしたものが図 5 である。

次に主キーと関連付けされるユーザ名の仕様を決め、連携をした結果が図 6 である。本システムでは職員(氏名)は職員番号で主キーとした。あらたに追加する項目としてフリガナを記載することとしたが、これは現場作業で読み方が不明な氏名や外国人の氏名にも滞り無く対応するためである。

次に標準化したデータを元に連携する項目を調査すると、部屋管理において同じ定義にもかかわらず名称が違う項目を発見した。筑波大学規則等で確認した所、例えば、安全管理データ上の「使用者」と施設データ上は「補助監守者(火元責任者)」と同じ定義であることがわかった。このような違いは業務内容を十分理解していないと気が付かない点であるので注意したい(表 1)。

施設データ

ID_部屋番号	建物番号	電話番号	部屋用途	職員ID	補助監守者	職員ID	財産監守者
3A0101	3A	5001	実	001	北原	009	CS学域長
3A0102	3A	5645	研	002	神戸	010	SK学域長
3A0103	3A	4521	教	003	雨谷	011	IS学域長
3A0104	3A	5501	教	004	中島	012	KZ学域長
3A0105	3A	6237	実	005	鈴木	013	AK学域長
3A0106	3A	7544	研	006	川上	009	CS学域長
3A0107	3A	9424	他	007	小野	014	支援室長
3A0108	3A	4865	研	008	飯高	011	IS学域長

職員データ

職員ID	構成員	所属	職名	E-mail
001	北原	CS学域	教員	kitahara@cs…
002	神戸	SK学域	教員	kobe@sk…
003	雨谷	IS学域	教員	amagai@is…
004	中島	KZ学域	教員	nakajima@kz…
005	鈴木	技術室	技術職員	suzuki@sie…
006	川上	CS学域	教員	kawakami@cs…
007	小野	技術室	技術職員	ono@sie…
008	飯高	IS学域	教員	iiidaka@is…
009	CS学域長	CS学域	管理者	admin@cs…
010	SK学域長	SK学域	管理者	admin@sk…
011	IS学域長	IS学域	管理者	admin@is…
012	KZ学域長	KZ学域	管理者	admin@kz…
013	AK学域長	AK学域	管理者	admin@ak…
014	支援室長	支援室	管理者	admin@jimu…

図 5　施設データと職員データの連携図

個人番号	99999999
フリガナ	ツクバタロウ
氏名	筑波　太郎
域部局	シス情技術室
専攻その他	その他
職名	管理者
職種	技術
E-mail	taro.tsukuba@sie.tsukuba.ac.jp
E-mail2	
管理者所属	

図 6　整理された職員データの例

表 1　名称の定義の違いの例

安全管理データ	施設データ
管理者(責任者)	財産監守者(部局長等)
使用者	補助監守者(火元責任者)
(なし)	使用者

ID_部屋番号	3E0100
ID_建物	3E
棟番号	57
建物名称	工学系学系Ｅ棟
部屋番号	E100
部屋名称	技術職員室
ID_補助監守者	99999999 l_補助監守者
l_補助監守者	筑波　太郎
l_E-mail(補助監守者)	taro.tsukuba@sie.tsukuba.ac.jp
使用者	筑波　太郎
ID_財産監守者	9303500 l_財産監守者
l_財産監守者	システム情報エリア支援室長

図 7　安全衛生管理データベース
(施設管理部分)

2.3 Check（点検・評価）

次に、整理したデータによる組み合わせの点検のため、職員データと施設データを組み合わせて web データベースに実装した。テスト環境としてシス情技術室で導入している web データベースシステムであるサイボウズデヂエ 8 を使用し評価した(図 7)。

2.4 Act（処置・改善）

現在は評価段階であり、安全衛生管理作業にこのシステムを取り入れた結果を踏まえて、順次改善作業を行う予定である。

3．まとめ

安全衛生管理に必要なデータは施設データと職員データが元となり、そこに巡視データ、薬品管理データなどが連携することで、現実的に利用できるデータベースの構築ができ、かつ、全体を見通せる総合的なシステムを実現できる事がわかった。ただし、現状ではデータのひとつひとつはそれぞれの部署が管理しているデータであり、言葉の定義や仕様が違うため、そのままリアルタイムで連携する事は難しい事がわかった。つまり、今回構築したシステムを運用する場合は、現状では定期的にそれぞれのデータの管理部署からデータの提供を受け、手動でデータ更新を行う必要があるが、更新頻度を考えると十分運用可能であると判断する。今回の作業では安全衛生管理業務の知識に加え、標準化を得意とする IT の手法と 2 つの異なる技術から計画する事で、現場の状況に即した汎用的で実践的なデータベースが実現できたと考える。

4．おわりに

衛生管理者として安全衛生管理業務に従事して 1 年たち、いろいろな点で問題点が見えてきました。例えば、施設管理体制では、実質的に誰が管理しているかわからない部屋や、鍵の所在がわからない部屋が発見される事があり、管理体制の不備に不安を

感じます。問題の解決を試みましたが、必要な情報の正確性や責任がはっきりしないため、安全衛生管理の全体像の把握が難しい状態です。

教職員・学生の研究開発環境の災害防止と安全のために、少しずつ安全衛生管理体制の可視化を進め、必要な情報に遅滞なくアクセスできる環境作りを始めることが大切だと思います。そのために業務に係る教職員が主体になって、標準化や可視化を行う必要性を強く感じており、将来的にはそれぞれの管理データを連携して大学全体として安全衛生管理情報の一元化と共有促進を強く望みます。ワーキングドラフト段階での報告となりますが、参考にしていただければ幸いです。

参考文献

[1] 衛生管理(上)<<第 1 種用>>,中央労働災害防止協会, 平成 22 年

[2] 衛生管理(下)<<第 1 種用>>,中央労働災害防止協会, 平成 22 年

[3] 安全衛生マニュアル概要冊子, 筑波大学, 平成 23 年

[4] 森 晃爾, 写真で見る職場巡視のポイント (産業保健ハンドブック), 平成 18 年

[5] 久野靖・辰己丈夫・佐藤義弘 (監修) , キーワードで理解する最新情報リテラシー, 第 3 版, 2010 年

[6] 永田武, データベースの基礎, 2012 年

[7] 平成 24 年度廃棄物管理責任者等研修会 資料, 筑波大学, 2012 年

Standardization of safety management, considered from the standpoint of workplace inspection

Amagai Megumi

Technical Service Office for Systems and Information Engineering

University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

Keywords: workplace inspection, safety and health management, Standardization, Visualization

木材の圧密技術を用いた製作

－視覚障害者用触知案内図製作の試み－

田所　千明、橋本　光
筑波大学生命環境科学等技術室
〒305-8572　茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

弾性体で異方性を持つ木材は、その性質に適応した加工が行われている。圧密は木材を放射方向に圧縮し機械的性質等の向上を目的とする加工である。

今回は、これまで行われていた全体圧密ではなく、特定形状の部分圧密をし、視覚障害者用の触知案内図の製作を試みた。

まず、触知案内図規格をもとに触知記号を金属線等で作り、供試材に圧締し圧密した。次に、くぼんだ部分を削りだした後、給水・加熱し圧密部分を回復させ、触知記号を作った。

回復量を調べる目的で、金属線で一様に圧密した部分を斜めに切削し、回復量を調べた。回復量は特定の切削位置（くぼみ最深部）を最大値とする山型のグラフになった。また、一部分の圧密の場合、くぼみ最深部以上削り取らないと元の形状（金属線断面）には回復しなかった。

以上をもとに、JIS 規定書参考例の触知案内図を製作した。

キーワード：木材、圧密、触知案内図

１．はじめに

木材を使ったものづくりでは他の均一な材料(金属・プラスチック等)とは異なる取組が行われている。木材は丈夫な細胞(セルロース・ヘミセルロース・リグニンの結合体)の集合体である。そのため釘や木ねじによる接合では簡単に打ち込めるが、引き抜き難い。これは、打ち込まれた釘等により圧縮された内部の細胞が釘にまとわりつき、引き抜きに抵抗するためである。木材同士の接合でも木殺し(互いに接する面を壊れない程度に叩き圧縮する)により、接合後圧縮された細胞が回復するため、密着度が高くなる。

木材の細胞は直径に比べ非常に細長い紡錘形をしている。そして、鉛直方向の切断面を見ると、細い縦長の細胞壁と内孔が隣り合っていて、水平方向では細胞壁と内孔によりハニカム構造体を作っている。従って、鉛直の荷重には強く、放射方向の荷重には変形しやすい。

２．圧密

圧密は木材全体を放射方向に圧縮し、機械的性質等の向上を目的とする加工である。その加工により、もとの厚さの約 4 割まで圧縮することが可能である。放射方向に圧力を加えると内孔は変形しやすく、圧縮面に近いほど大きく変形し密度が上がる。そして圧力を除くとその変形は長期間保たれる。これに水分と熱を加えると圧縮前の形状近くまで回復させることが可能である。

３．触知案内図

視覚障害者が安全に社会生活をするためには、建物やその内外の配置関係を指先で触れて、理解する必要がある。そのために設備や通路等の記号に一定の高さの突起をつけた触知案内図（触知図）が利用されている。材料にはステンレス等が用いられるが、これは夏には熱く、冬には冷たく指先がかじかんで触知力が落ち、利用者に不快感を与えている。木材を用いることで指に触れる感触をより良くし、安心感を与える効果が期待できる。

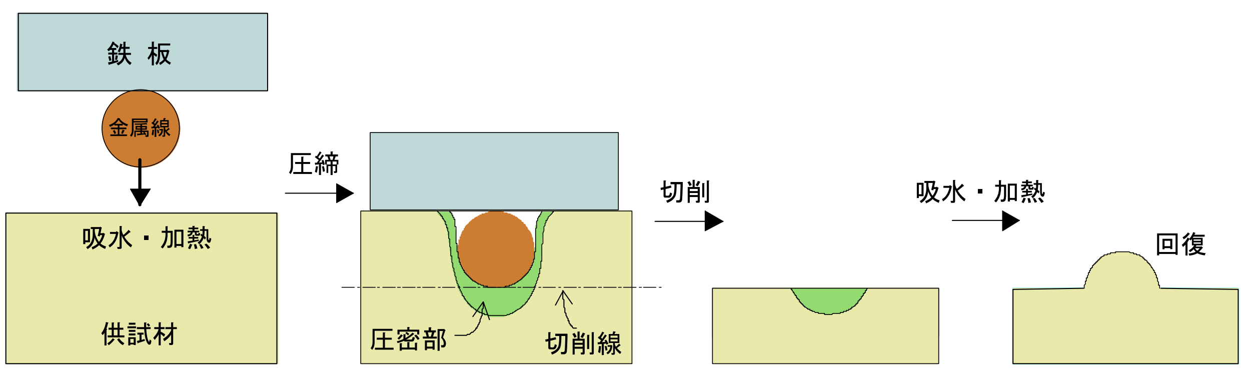


図 1．製作工程

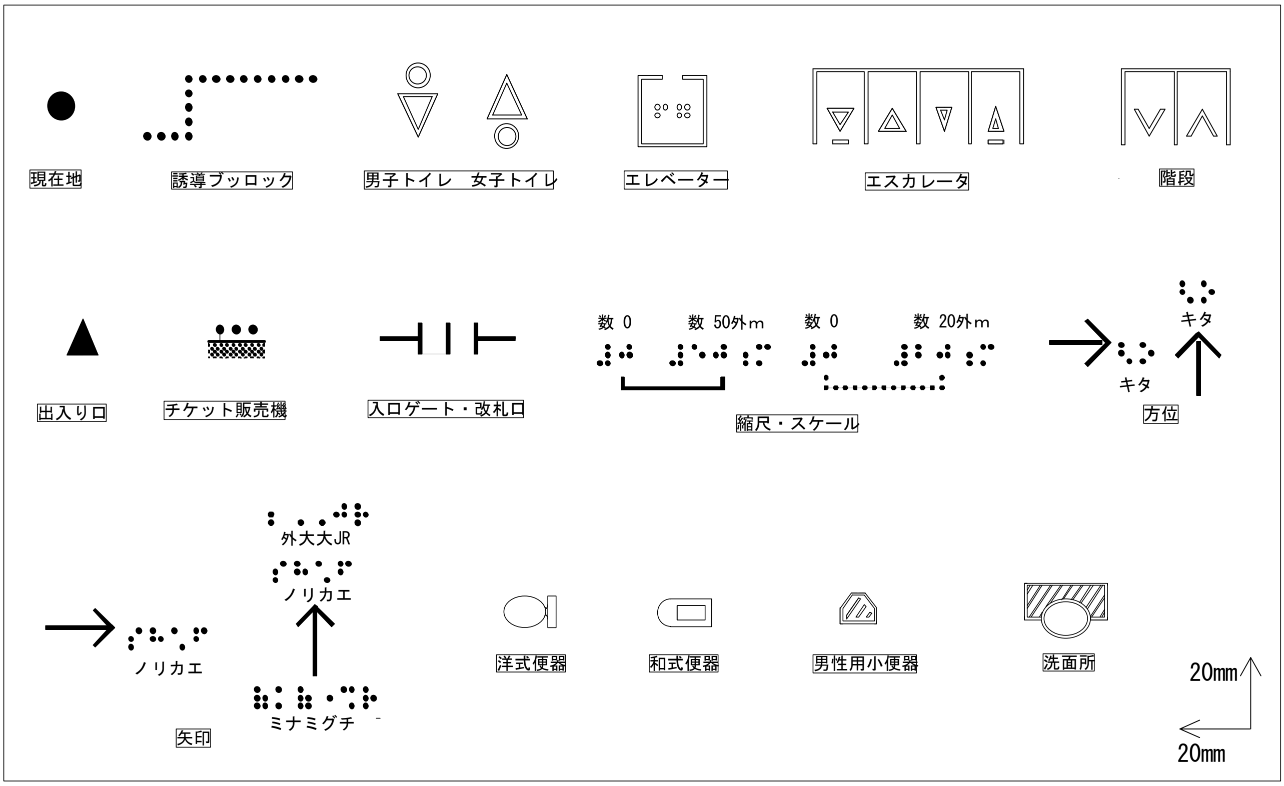


図 2．触知案内図に用いることができる触知記号(JIS)

4．試作

木材による触知図製作に、金属線を用いた部分圧密が可能か試作してみた。製作工程の概略を図 1 に示す。まず、金属線を金属板に接着し、吸水・加熱した供試材に圧締した。乾燥後、切削線まで削った。次に、圧密部を吸水･加熱し記号の形に回復させた。

触知図に用いることができる触知記号は JIS 触知案内図規格(図 2)で規定されている。この記号をもとに金属線で記号の型を作った。金属線は直径 0.8、1.0、1.2 mm の太さのアルミ線、真鍮線、ピアノ線とした。作った型を厚さ 5 mm の金属板に接着し圧締板とし、ベンチバイスに固定した。供試材はハードメープル､マカンバ､パラゴムノキを用いた。鉋と研磨紙で平面に仕上げた供試材面を沸騰した水位約 3 mm の熱水に約 30 秒間静置した。その後、ベンチバイスの圧締板上に供試材をすばやくのせ圧締し、乾燥させた。 乾燥後、くぼんだ部分まで鉋で削り研磨紙で研磨した。そして、熱水に浸漬し圧密された部分を回復させ、乾燥した。

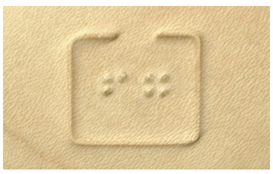
金属線の加工では、アルミ線は曲げやすいが滑らかな形を保つのが難しく、ピアノ線は滑らかな形は得やすいが硬く加工が難しい。真鍮線は曲げやすく滑らかに出来た。太さについては、触知図は突起の高さがおよそ 0.3 mm で幅は 1 mm が適正であるとされる。この条件に近い出来上りは直径 1.0 mm のものだった。

供試材の違いによる評価は指の感触でし、良好と思われるものはハードメープル、マカンバ、パラゴムノキの順であった。また、形の特徴として、角のある記号の場合も角は滑らかに仕上がった。

なお、供試材に水分を含ませない気乾状態のものも製作したが、出来たものはざらついた感触で良好ではなかった。

試作例として図 3 に「階段」と「エレベータ」の触知記号を示す。

「階　段」



「エレベータ」

図 3．試作品(ハードメープル)

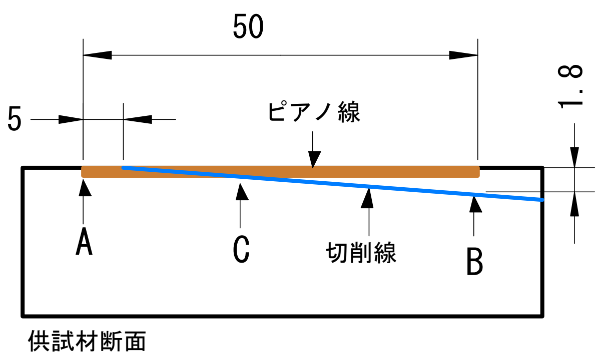


図 4．回復量測定のための切削位置(mm)

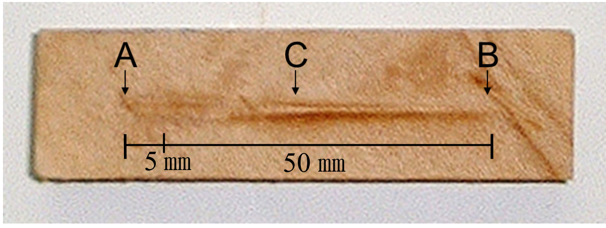


図 5．回復後の供試材(ハードメープル)
(ピアノ線：φ1.2 mm)

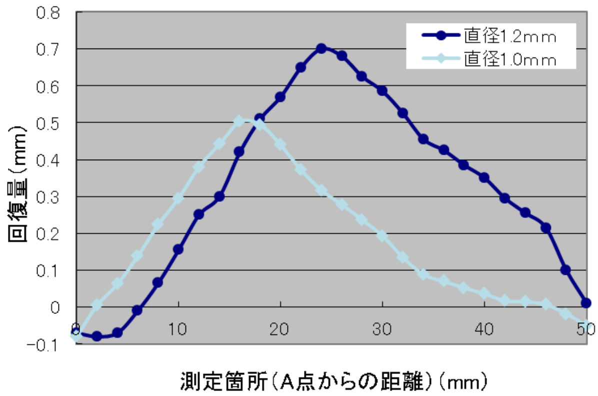


図 6．回復量

5． 回復量測定の実験と結果

5.1 実験

図 4 に回復量測定のための切削位置を示す。通直なピアノ線 50 mm を直径と同じ深さまで圧縮し、乾燥後取り外した。次に、ピアノ線の一端(A)から 5 mm 離れた位置と他端(B)から深さ 1.8 mm の位置までの斜面を切削し、圧密された部分を回復させた(図 5)。なお、切削線と圧密表面との交点を C (くぼみ最深部)とした。ピアノ線は直径 1.0 と 1.2mm の太さで供試材にはハードメープルを用いた。

回復量測定位置は A から B までとし、2 mm 間隔で突起中央部およびその両端の平面部をダイヤルゲージで測定した。そして、その中央部と両端の差を回復量とした。

5.2 結果

A からの回復量の変化を図 6 に示す。直径 1.2 mm のピアノ線線の場合、A から 5 mm 付近まではマイナスでくぼんだままだが、5 mm を過ぎると回復が始まり、C (24 mm 付近)で最大回復量(0.7 mm)を示した。 直径 1.0 mm では 1.2 mm に比べ回復が早く始まり 16 mm 付近で最大回復量(0.5 mm)となった。

乾燥後、ピアノ線を供試材から外しくぼみ最深部を計ったところ、初期圧縮寸法(直径寸法)よりも小さくなった。その値は直径 1.2 mm で約 0.7 mm、1.0 mm で約 0.5 mm とそれぞれ約半分になった。これは取り外した後で回復（初期回復）が起こったためである。木材全体を圧密した場合と異なり一部分の圧密のため、押込められた圧密部に周辺からの押し返しが強く働いたためと考えられる。また、図 5 の A から 5 mm までの切削しなかった範囲（初期回復済み）は、元の形状に回復しなかった。これは、くぼみ上部にある横に圧密された部分が回復したため、上への回復が阻害されたためと考えられる。

また、回復形状の変化を調べるため、測定後の供試材を圧密長手方向に 2 mm 間隔で垂直に切断し、断面の写真を撮った(図 7)。A から C 以前までは両側が盛り上り中央部が少しへこんだ台形の形で、C 付近で頂点のある山型になり、その形状を保ったまま B に向かって小さな形になっていく。従って元の断面（ピアノ線断面）形状に近い形に回復させるには C から B までの範囲で切削する必要がある。

6． 案内図製作例

JIS 規定書の参考例「トイレ案内図」(図 8)を基に触知案内板を作った 。供試材は厚さ 20 mm のトチを用いた。金属線の太さは 1 mm でこの高さを圧密深さとした。壁等を表す直線の記号にピアノ線、曲線は真鍮線。点字用の鋼球は直径 1.5 mm で「ハイレナイバショ」の記号用には 0.8 mm のもの。「ゲンザイチ」の面の記号には低融点合金を用いた。

始めに、触知記号を金属線を加工し作った。面記号はその形状にあった型を作り、低融点金属を流し込み 1 mm 厚さになるように仕上げた。また、小さな突起による「ハイレナイバショ」も全体が 1 mm の高さになるよう 0.3 mm の鉄板に深さ 0.1 mm の穴を空け 0.8 mm の鋼球を接着し作った。

次に、厚さ 5 mm の鉄板に案内図「トイレご案内」の配置図を写し取った。そして点字位置に 0.5 mm の深さの穴を開け鋼球を接着した。また、金属線および面記号用合金を所定の位置に接着し圧締板を作った(図 9)。

次に、供試材のトチの表面を鉋と研磨紙で仕上げた。そして、水位約 5 mm の熱水中に約 60 秒間静置した後、圧締板にのせプレス機で圧締した。4 日間乾燥させた後プレス機から一式を外し、供試材を取出した。そしてくぼみ最深部まで削り、研磨した。

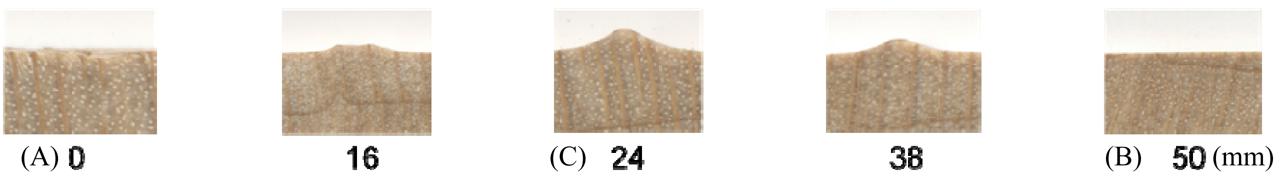


図 7．回復の様子(A からの距離における断面)
(ピアノ線：φ 1.2 mm)

研磨後、給水・加熱し回復させた。また、触った感触をより良くするため、さらに表面を研磨し摺漆をした(図 10)。

最後に、今回の製作方法を用いて、レイアウトの異なる施設の触知図製作をする場合、区画や壁の製作には金属線の簡単な加工(直線の曲げや切断)で済み、設備等は触知記号の再利用が可能であると考えられる。

7．謝辞

本報告書の製作に当たり金属加工の手助けを頂きました本学農林技術センター本間毅技術専門職員に感謝いたします。

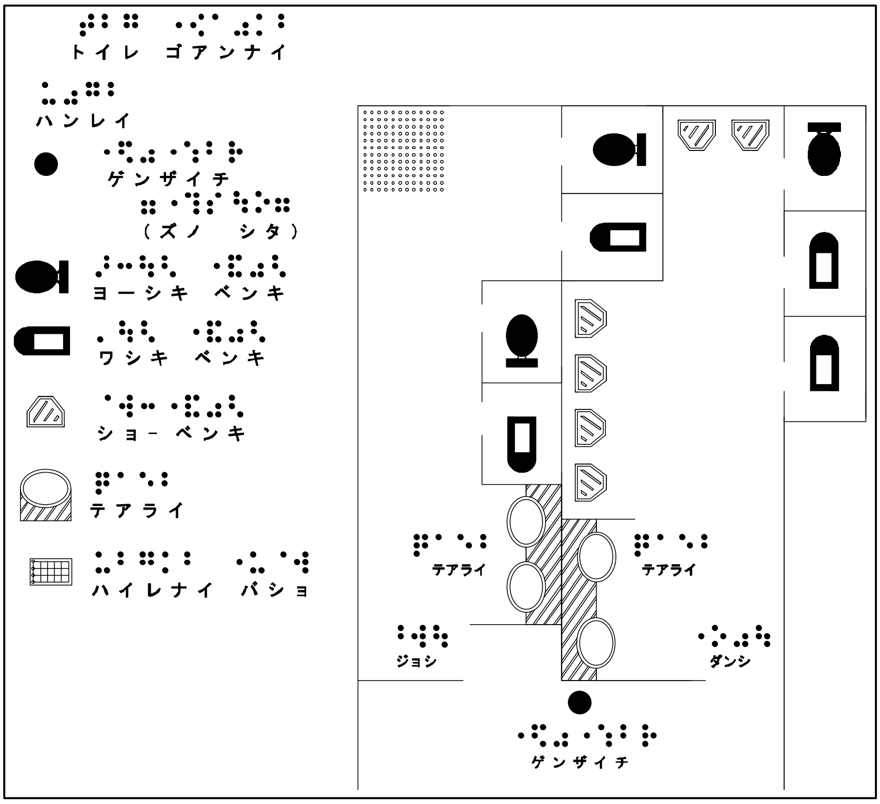


図 8．触知図「トイレご案内」(JIS)

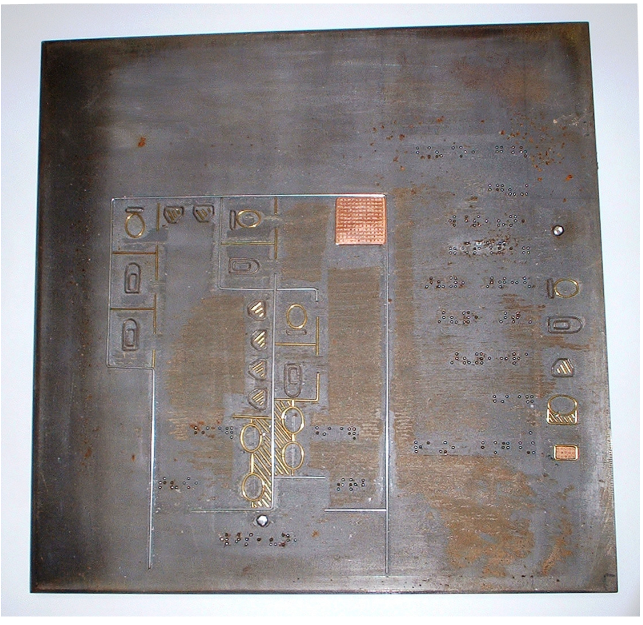


図 9．触知図の圧縮板

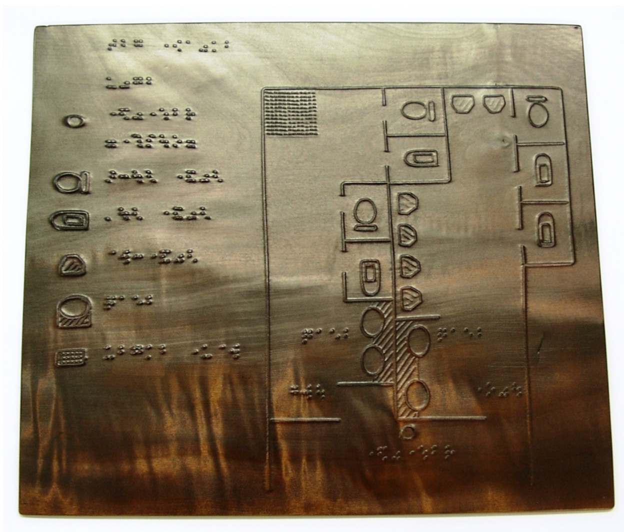


図 10．触知図の完成品

Compression technology of wood

An attempt to fabricate a touch-based guide map for the visually impaired

Tadokoro Chiaki, Hashimoto Hikaru
Technical Service Office for Life and Environmental Sciences
University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572 Japan

Keywords: wood, compression, a touch-based guide map

組織標本作製室の紹介

深谷　貴子、福中　康子、菊川　浩子
筑波大学医学系技術室（組織標本作製室）
〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

組織標本作製室は、1977 年（昭和 52 年）に筑波大学医学系の研究用組織標本作製のために、共同利用施設として設けられた。
組織標本とは、人体・実験動物などを形態学的に観察、特に顕微鏡による微細構造の観察をするために必要とされているものである。
今回は、組織標本の作製方法と組織標本作製室について紹介する。

キーワード : 組織標本作製、パラフィン切片、HE 染色

１．はじめに

組織の形態学的観察、とりわけ顕微鏡による微細構造の観察が、医学の研究に果たした役割は大きい。病変部位の特定とその異常構造の正確な把握は、医学研究において、広い分野で要求される重要事項である。微細構造の異常より病気の概念や発病のメカニズムを知ることができる。
組織標本作製室では、顕微鏡用標本を作製し、教官、学生への研究・教育支援を行っている。

２．組織標本作製の手順

臓器、組織を薄く切り、スライドグラスに貼り付けたものを組織標本という。組織標本は、切出し→固定→脱水・脱脂→パラフィン包埋→薄切→染色という工程で作られている。

2.1 切出し

組織標本作製室へ標本作製を依頼する教官、学生は、臓器を適度な大きさに切り出し、目的に応じた固定液に浸漬した状態で持参する。
組織片は標本ビンや 15 ml チューブ、50 ml チューブに入れられて持ち込まれることが多く、当方で検体ごとにナイロンメッシュ袋や、金属製のかごと呼ばれる容器に移し替え、固定を継続して進める。

2.2 固定

固定時間は、組織の種類、大きさ、固定液の種類にもよるが、10％中性緩衝ホルマリンの場合は 48 時間、4 ％パラホルムアルデヒド･PBS の場合は 12～24 時間を目安にしている。
固定中、組織片が大きい場合、不要なところがあれば切除し固定が円滑に進むようにする。

2.3 脱水・脱脂、包埋

固定完了後、組織片を水道水で洗浄し、70 ％ エタノールに浸ける。70 ％ エタノールには少なくとも 8 時間～一晩は浸漬してから､次の高濃度のエタノールに移す。ここで組織片はエタノールにより、脱水、脱脂される。
次に、一般に自動脱水包埋装置と呼ばれる機械でエタノールからパラフィンまで置換される。当方ではエタノール 7 槽、クロロホルム（中間剤）3 槽、パラフィン（64 ℃）4 槽の順で運転している。これで組織片にパラフィンが十分に浸透する。
パラフィンに浸かった組織片を、観察したい面を下側にして包埋皿 (トレー) に入れる。冷やし固めてから適当な大きさに切り、台木にしっかり固定する。もしくは包埋用装置により樹脂製のカセットで包埋する（図 1）。

図 1 完成したパラフィンブロック、カセット

2.4 薄切

ミクロトームを用いてパラフィンブロックを切削し、染色、未染色に適した厚さの切片を作製することを薄切という（図 2－1）。
薄切したパラフィン切片はいったん水に浮かべた後、スライドグラスに乗せ、55~60 ℃の伸展板上で伸張させる。この時、剥離防止のために特殊なコーティングが施されたスライドグラスを使用する（図 2－2）。
その後、染色過程での剥離防止のため、45 ℃の乾燥機に一晩入れ、次の染色へと進む。

図 2－1 伸展器とパラフィンブロック薄切用ミクロトーム

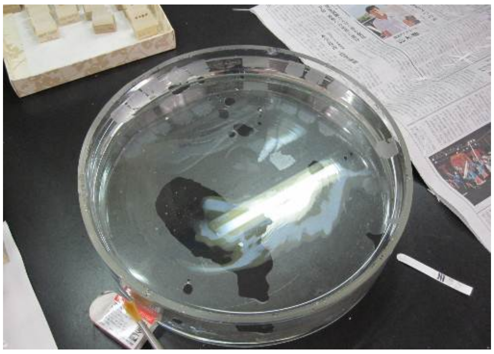


図 2－2 薄切したパラフィン切片は水面に浮かべられる。

図 2 薄切風景

2.5 染色

染色を行う前に、スライドグラス上の切片のパラフィンを取り除く。（脱パラフィン操作）

キシレン＜パラフィンを除去。＞
↓
エタノール＜キシレンを除去。＞
↓
（水　＜エタノールを除去。＞）

上記作業の後、染色を行う。
例）HE 染色、PAS 染色など。
染色終了後、エタノール・キシレンを通して脱水・透徹し、封入剤を用いてカバーグラスを被せ、標本が完成する（図 10、図 11）。

組織サンプルの準備、切出しから、固定液に入れるところまでは依頼者本人が必ず行うが、それ以降はどの時点で組織標本作製室へ持ち込んでも構わない。当方では 10 %中性緩衝ホルマリンを常備しており、固定が完了していない組織片を継続して固定することができる。他の固定液や固定時間の細かな指定には対応できないことがある。
完成した標本はパラフィンブロックと共に依頼者に渡される。
詳しくは筑波大学医学部内のみで閲覧可能なホームページに掲載し、案内している。
http://www.md.tsukuba.ac.jp/local/light-microscope/

３．組織標本作製室の設備について

医学学系棟 6 階 (662 号) にある組織標本作製室について紹介する。

図 3 組織標本作製室　入り口

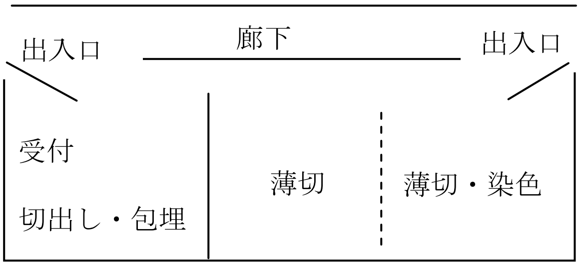


図 4 組織標本作製室 (662 室) の簡易見取り図

3.1 「受付・切出し・包埋」スペース

受付入り口で検体と所定の申込用紙を受け付ける。以前は申込用紙と台帳で申込み内容を管理していたが、平成 23（2011）年度よりパソコンでも管理するようにし、過去の申込内容の問い合わせに対応しやすくした。
切出し時の組織の整形、袋詰め作業は、ホルマリンの蒸気を吸わないよう、上から下へのプッシュプル方式のラミナーテーブル（HD-01 KOKEN）上で行っている（図 5）。

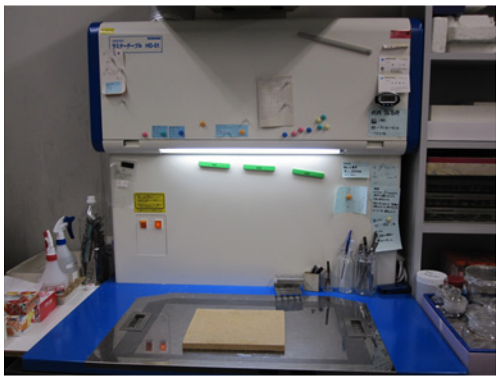


図 5 ラミナーテーブル

現在、包埋用に密閉式の自動脱水包埋装置を 3 台設置している。組織片をセットすると、エタノールからパラフィンへ順次設定した時間で溶液交換を行う。加圧・減圧の機能付きで、組織への液の浸透がより確実に行われる。安定した結果を出せるよう、溶液は一定回数使用した後廃棄し、落第[1]を行い、新規に補充している。

この受付・切出し・包埋スペースでは換気扇を常時運転して換気に気を付けている (図 4)。

3.2 「薄切」スペース

ミクロトーム（大和光機）　2 台。
リトラトーム（大和光機）　1 台。

以上、3 台のミクロトームを使用し、全て手作業による薄切を行っている（図 6）。

当方では、切片の厚さは、1 µm から数十 µm に対応しており、パラフィンブロックの大きさは、通常の 26 × 76 mm のスライドグラスに収まるものから、65 × 100 mm の大型ブロックまで薄切可能である。

切片を貼りつけたスライドグラスを乾燥させるための 45 ℃の乾燥機が 1 台設置されている。

図 6 滑走式ミクロトーム

3.3 「染色・封入」スペース

染色· 封入スペースには以下のものを設置している（図 7～図 9）。

・脱パラフィン系列
（キシレン 4 槽、エタノール 5 槽）
・脱水透徹系列
（エタノール 4 槽、キシレン 3 槽）
・一般的な染色の系列
（HE 染色、PAS 染色、MT 染色など）
・封入用キシレン槽と封入剤。

環境安全衛生の面より、キシレンはドラフト（日本エアーテック SS-MAC フィルターユニット）の内に設置してある。

また天井には光触媒環境浄化装置（CET-20i 盛和工業）を 5 台設置し、なるべくキシレンからの暴露を減らす努力をしている。

[1] 落第とは、第 1 槽液を廃棄し、第 2 槽から最終槽液を順次前の槽に移し、最終槽には新しい液を補充すること。

図 7 脱パラフィン系列

図 8 染色系列

図 9 封入作業場

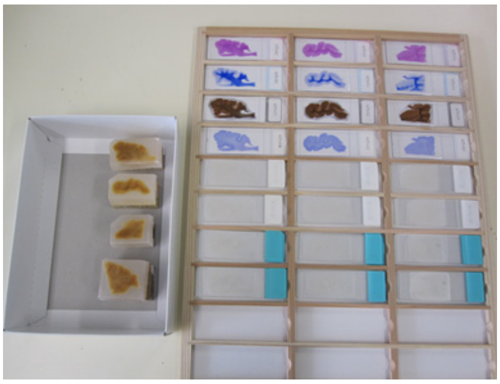


図 10 台付けされたパラフィンブロックと組織標本

４．利用状況について

設立当初は、医学系の組織標本を大量に必要としている部門のみが対象であったが、教官、学生の要望により、すぐに医学系全体から組織標本作製を請け負う共同利用施設となった。

さらに、平成 8 年からは応用生物化学系、その後も体育学系、生物学系など、医学系外からの依頼組織標本も作製している。

昭和 52 年から平成 23 年までの 33 年間で、合計 1,137,709 枚の組織標本を作製している（図 12）。

作製枚数が増加したのは、利用者数が増えたことに加え、分子生物学、再生医学など、新しい分野の研究に組織標本が利用される様になったことが一因であると考えられる。

図 11 仕上がった組織標本
(HE 染色)

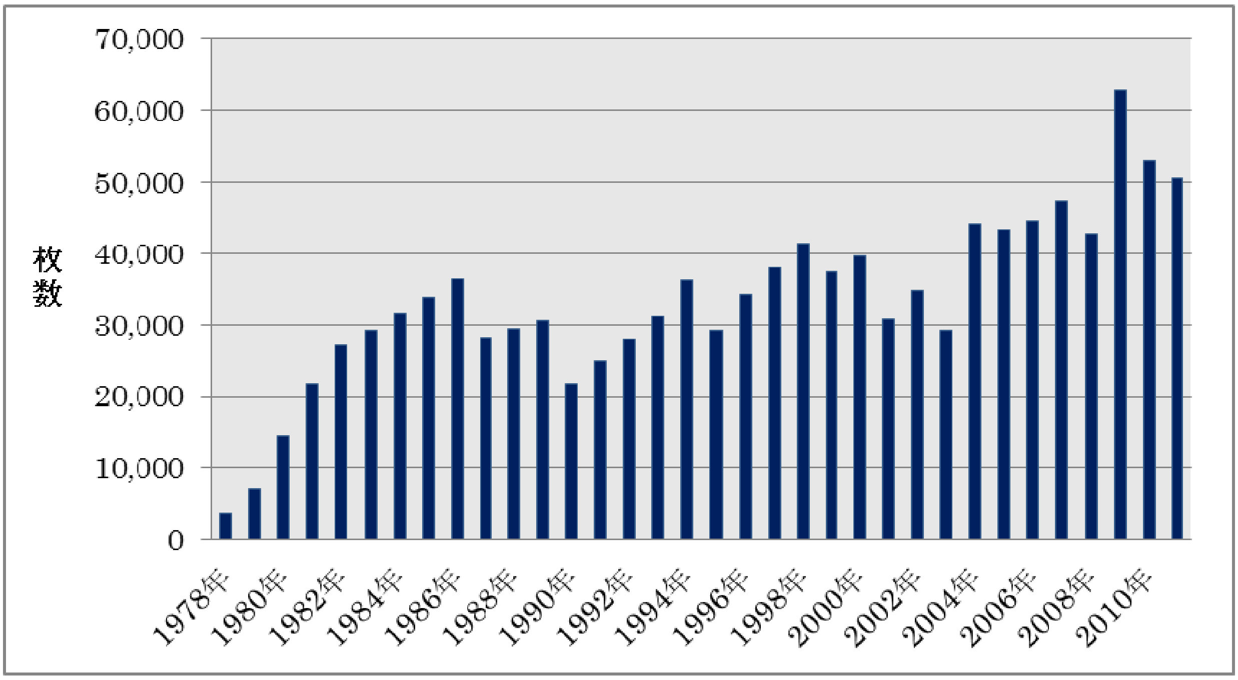


図 12 標本総枚数 (染色＋未染色)

５．まとめに

旧来、国立大学では、研究室ごとに組織標本作製のための技術者や設備などに多額の費用をかけてきた。筑波大学では組織標本作製室があるため、個々の設備をそろえる必要がなく、簡単に美しい組織標本を手にすることができるようになった。また、専属の技術職員を配置しているため、標本の質は安定しており、コスト面では消耗品の原価とほぼ変わらない料金で標本を提供している（表 1）。

表 1

スライドグラスの大きさ	染色標本	未染色標本	ブロック
規格 (26 mm×76 mm) ※フロスト部分 16 mm を含む。	300 円	40 円	100 円
中 (40 mm×76 mm) (52 mm×76 mm)	600 円	140 円	200 円
大 (100 mm×76 mm)	700 円	240 円	300 円

このように、組織標本作製室は教官、学生の研究・教育へ支援を行っている。今後も大学全体の研究・教育支援の一端を担っているという意識を常に持ち、日常業務の遂行に努めていきたい。

参考文献

[1] 日本病理学会編 病理技術マニュアル 3 病理組織標本作製技術 上巻 切出しから薄切まで 医歯薬出版
[2] 日本病理学会編 病理技術マニュアル 3 病理組織標本作製技術 下巻 染色法 医歯薬出版
[3] 茂木高夫、深谷貴子、福中康子：マスターしよう検査技術 大切片作製法 検査と技術 第 21 巻第 2 号別刷 医学書院

業務改善「連携型業務遂行態勢」の取り組み

—担当業務別マニュアル書作成の試み—

坂本　順子、枝川　弥生、佐藤　晶子
筑波大学医学系技術室
〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

医学系技術室では、平成 22 年度より、業務改善の一つの取り組みとして、大学行事の当日に技術職員が担当する全業務についてマニュアル書の作成を開始した。

このマニュアル書の作成により、各業務が明瞭化され、また、情報の共有化は、各担当間の業務連携や業務協力に繋がった。

さらに、マニュアル書の更新は、情報の蓄積をもたらし業務の向上や充実化の一因になった。

キーワード：マニュアル書、業務改善、連携型業務遂行態勢

１．はじめに

筑波大学では、大学行事として、毎年、白菊会総会および篤志解剖体慰霊式が行われている。

医学系技術室は、医学医療エリア支援室と共にその対応をおこなっているが、技術職員には当日の役割分担はあるが、時間配分のみで詳細な指示書的なものはなかった。近年では、経験者からの口頭での説明で対応していた。

今回、業務改善の一つ[1]として、その役割分担の業務内容を整理してマニュアルを作成し、担当業務の連携に繋げる取り組みを試みたので報告する。

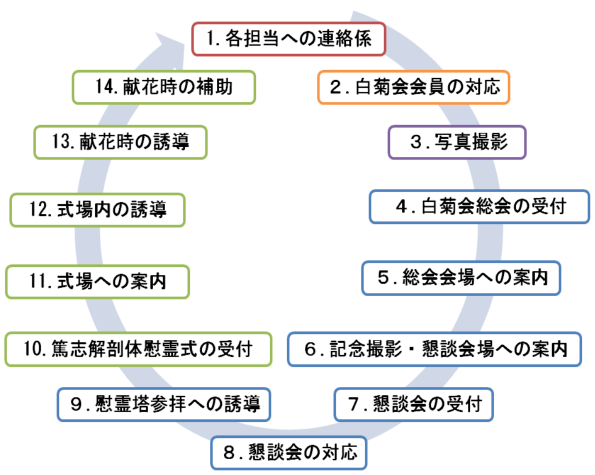


図 1. 技術職員の役割担当

２．白菊会、篤志解剖体慰霊式について

白菊会とは、自分の死後、遺体を医学・歯学の教育と研究の為に役立てたいとする篤志家団体であり、筑波大学に組織をおく[2]。この献体を志す白菊会会員の存在は、医学教育の解剖学実習が行われるためには重要な支援組織である。

また、解剖には医学生の解剖学実習で行われる正常解剖と病気で亡くなった方の病因究明のために行われる病理解剖、および犯罪が疑われるような不審死をされた方の法医解剖とがある。篤志解剖体慰霊式は、過去 1 年間に筑波大学でこれらの解剖をされた御霊に対しておこなわれるものである。

筑波大学では、毎年、大学会館において午前中に白菊会総会および懇談会が、午後に篤志解剖体慰霊式が開催されている。通常、白菊会総会終了後、白菊会会員は記念の集合写真撮影を済ませ、解剖学関係者を交えて昼食を共にしながら懇談する。その後、慰霊塔へバスで移動し参拝したあと再び大学会館へ戻り、ご遺族と共に慰霊式に参列し献花するという日程が組まれている。

白菊会会員のほとんどが、ご高齢で、大学会館内での会場間および慰霊塔への移動は大変な負担を伴う。医学系技術室職員は、会員の移動の補助をしながら、図 1 の通り、受付・案内・誘導等、当日の対応をおこなっている。

また、慰霊式に参列するご遺族や一般来賓、大学職員、学生等の対応もおこなっている。主な業務の経時的な対応は、表 1 の通りである。

３．平成 22 年度担当業務別マニュアル書作成の取り組み

3.1 マニュアル書作成への実施計画

1. 白菊会総会および篤志解剖体慰霊式に係る担当業務別マニュアル書の作成について技術室長に企画案を提案し、医学系技術室代表者連絡会（以下、連絡会）の検討議題とする。
2. 連絡会でマニュアル書作成の取り組みについて討議し、了承を得る。
3. マニュアルのテンプレートを作成する。
4. 技術職員にマニュアル作成について目的を説明し、平成 22 年度の担当者 28 名の協力を得る。

5. 白菊会総会および篤志解剖体慰霊式実施後に、担当ごとの業務責任者を中心に、業務内容や手順を整理して箇条書きにし、各担当のマニュアルを作成する。
6. 技術職員が対応している 14 担当業務のマニュアルをまとめ、編集し、マニュアル書を完成する。

3.2 マニュアル書作成への目的および目標

技術職員の担当業務別マニュアル書作成の目的および目標については、図 2 の通りである。

1. 各業務ごとに、担当内でコミュニケーションをとりながら業務内容を整理して、役割分担を明確化し、技術職員の対応業務の均一化・適正化に繋げる。
2. 各業務内容を可視化することは、同時進行している外の担当業務に対しても、お互いの役割を認識し合うことができ、各担当間の責任の明確化と共に、お互いの業務連携を築く。
3. マニュアルは、各担当の責任者を中心に修正を加えながら毎年更新し、技術職員の培った対応業務に対する工夫や体験を蓄積して充実を図り、次年度のマニュアルとして活用する。

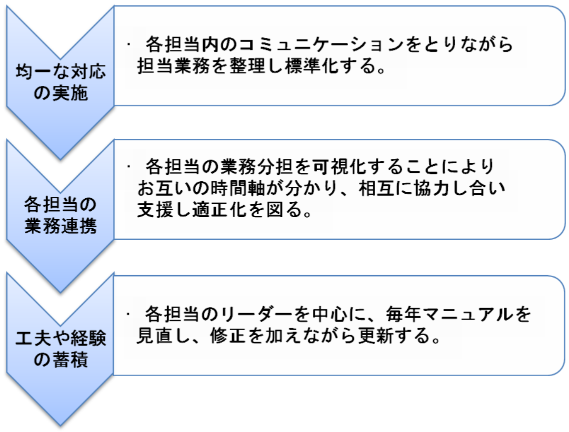


図 2. マニュアル作成の目的（目標）

3.3 マニュアル書作成への実施状況

マニュアル書作成の手順については、図 3 の通りにおこなった。

1. 白菊会総会および篤志解剖体慰霊式に係る担当業務別マニュアル書の作成について企画案を提案し、技術室長および連絡会の承認を得る。
2. 連絡会において、マニュアル書作成の目標を決定する。
3. 本年度の担当者に、このマニュアル書作成の取り組みについて説明し、協力体制を構築する。
4. 同時に、マニュアル書（テンプレート）の記載事項について決定する。
5. 白菊会総会および篤志解剖体慰霊式の実施後に、各担当の責任者を中心に、今年度の体験を生かしながら業務内容や手順を整理し、分かりやすく、読みやすい明確な説明を、箇条書きに文章化する。また、担当人数、担当時間を含めて記載する。
6. 提出された 14 担当業務の記載形式を統一化し、マニュアル書の編集をおこなう。また、提出されていない担当には、問題点を整理して支援をおこなう。
7. 編集後のマニュアル書（初版）について、技術職員および関係者に周知を図り、来年度の手引書として活用できるように環境を整える。

表 1. 担当業務の時間配分表

業務担当	人数	9:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00
1 連絡係	1	
2 白菊会会員対応	2	
3 写真撮影	1	
4 白菊会総会受付	2	
5 総会会場への案内	7	（記念撮影・懇談会の案内兼任）
6 記念撮影・懇談会の案内	7	
7 懇談会受付	1	（総会受付兼任）
8 懇談会対応	2	
9 慰霊塔参拝への誘導	6	（式場への案内兼任）
10 慰霊式受付	5	
11 式場への案内	6	（慰霊塔参拝への誘導兼任）（内4名献花時補助兼任）
12 式場内の案内	6	（献花時誘導・退席誘導兼任）
13 献花時誘導	6	（式場内の案内兼任）
14 献花時補助	4	（式場への案内兼任）
15 片付け	午後担当者	

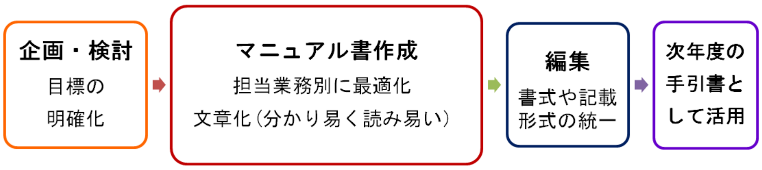


図 3．マニュアル作成の手順

4．平成 23 年度の取り組み

4.1 マニュアル書の運用について

前年度（平成 22 年）の初版マニュアル書を本年度の業務担当者に配布し、それを参考に白菊会総会および篤志解剖体慰霊式に取り組んだ。

この医学教育のイベントに、同じ技術職員が、同じ業務を毎年担当しないため、一部、例外的な担当があるものの、今回マニュアル書があることで、誰でもが代わって各業務を遂行することが可能となった。

また、平成 23 年度は、東日本大震災の影響を受けて行事の時期が例年より遅く実施されたことで一部変更して運営したが、事前の打ち合わせにより当日は問題なく円滑に対応ができた。

4.2 マニュアル書の更新について

連絡会にて、初版マニュアルの更新が了承され、白菊会総会および篤志解剖体慰霊式実施後に、平成 23 年度も業務担当責任者を中心にマニュアルの見直しをおこなった。

前年度は、初めての試みであり業務の仕方（対応手順）を中心にまとめたが、今回はより経験を生かして業務ポイントを盛り込み、アンケートによる提案や変更点を加えて改良版を作成した。

また、平成 24 年度の手引書として活用できるように整備した。

5．平成 24 年度の取り組み

5.1 マニュアル書の運用について

平成 24 年度の白菊会総会および篤志解剖体慰霊式は例年どおりの実施時期に戻り実施され、平成 23 年度と同様に、第 2 版マニュアル書を参考にして取り組み、各担当の責任者を中心に円滑な対応が実施された。

5.2 マニュアル書の更新について

本年度も、連絡会にて第 2 版マニュアル書の更新が了承された。

白菊会総会および篤志解剖体慰霊式挙行後に、当日の業務担当者から意見を収集して改善点を加え、見直した。今回も一歩踏み込んでマニュアル書の様式に手を加え、簡潔でより分かりやすいものを目指した。今まで、14 担当で構成されていたものを、兼任で担当しているところは一つにまとめて 10 担当とした(表 2)。

これは、業務依頼時の簡素化や少人数での省力化にも繋がり、また、初めての業務担当者が当日の流れを把握し的確に業務遂行ができるように、細かな業務ポイントも加えて修正し、次年度のマニュアルとして活用できるように改良した。

6．まとめ

業務マニュアル書を作成することは、業務対応手順や内容について整理し、明示化することにより情報の共有化を図ることになる。マニュアル書があることで、担当が毎年換わっても、お互いの役割が認識し易く業務の連携が可能となる。

また、マニュアル書を毎年更新することで、今後の業務内容の充実とスムーズな業務遂行に繋がることを目指した。

今回のこの業務マニュアル書作成は、内容が大学行事における来客の対応等であり、普段、技術職員が行っている業務とは全く違うこともあり、いろいろと教えられるところが多かった。

我々医学系技術室職員は、毎年、この大学行事に医学医療エリア支援室と共に対応しているが、医学教育に欠かせない解剖学実習に貢献されている白菊会会員の皆様に敬意と感謝をもって、筑波大学の名に恥じぬよう業務マニュアル書を活用し丁寧な対応を心掛け、今後も業務遂行に務めて行きたい。

7．謝辞

本報告の作成にあたり、ご協力いただきました吉川裕之技術室長をはじめ医学系技術室技術職員の皆様に感謝致します。

参考文献

[1] 筑波大学,業務改善,連携型業務遂行ポイント集 http://kens.sec.tsukuba.ac.jp/images/stories/renkei-point.pdf
[2] 矢部一徳, 瀬谷祐一, 検体業務及び解剖実習時の環境改善について～感染症防止及びホルムアルデヒド対策～, 第 6 回筑波大学技術職員技術発表会報告集 (2006) 1-5.

表 2.　改定マニュアル

白菊会総会および筑波大学篤志解剖体慰霊式

担当業務別マニュアル(2012 年改定)

医学系技術室

技 術 職 員 業 務 配 置 表　(2012.11.29)

業務No.	業 務 内 容	配 置 時 間		担当者数	付 記
1	連絡係・全般の補助	一日	8:45 ～ 15:30	4	(技術専門官)
2	白菊会会員対応（総会 ～ 送り出し）	一日	〃	2	献体事務担当者
3	白菊会総会受付	午前	8:45 ～ 12:30	2	
4	案内・誘導（総会・記念撮影・懇談会、各会場への移動）	午前	〃	7	
5	来賓受付	午前	11:30 ～ 13:30	2	1名は白菊会総会受付担当者が兼任
6	慰霊塔参拝誘導	午後	12:15 ～ 14:00	4	(連絡係が兼任)
7	慰霊式受付	午後	12:30 ～ 15:30	5	
8	式場への案内・献花時の補助	午後	〃	6	
9	献花時の補助（車椅子使用者対応）	午後	14:00 ～ 15:00	2	(連絡係が兼任)
10	式場内の案内・献花時の誘導	午後	12:30 ～ 15:30	6	
11	片付け		15:30 ～ 16:00		午後の担当者全員

必要配置延べ人数

一日（技術専門官、献体事務担当者）・・・　6名
午前　・・・　9名
午後　・・・　17名

Efforts to improve work through a “collaborative work system”

—An attempt to prepare manuals for each type of work—

Junko Sakamoto, Yayoi Edakawa, Shoko Sato
Technical Service Office for Medical Sciences
University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8575 Japan

We have prepared manuals for each type of work. This clarified work and enabled information sharing, and that in turn helped to improve work and ensure work collaboration.

Keywords: manual、work collaboration.

流海水型小型ベントス個別飼育装置の製作

土屋　泰孝、佐藤　壽彦、品川　秀夫、山田　雄太郎
筑波大学研究推進部研究企画課（下田臨海実験センター）
〒415-0025 静岡県下田市 5 丁目 10-1

概要

下田臨海実験センターでは教員・学生・研究者による採集調査及び多くの生物の飼育実験が行われている。その中でもベントス（底生生物）の飼育は海洋生物の生態学的な研究において不可欠である。我々は南日本沿岸性小型ベントスであるサラサエビ（図 1）の生態解明のために、流海水条件下で長期飼育のできる装置の開発を行った。本論では、この小型ベントス用流海水型個別飼育装置について、その詳細を報告する。この飼育装置の応用範囲は広く、多くの小型ベントスの個別飼育に利用することができると見込まれる。

キーワード：小型ベントス、サラサエビ、飼育装置、流海水

1．はじめに

沿岸性小型ベントスの中でもサラサエビは潮下帯岩礁域の転石帯に生息する。その生態については未知の部分が多く、雄性先熟型異時的雌雄同体である可能性も示唆されている。しかしながら、未だその生態の詳細は解明されておらず、生態学的研究のさらなる発展のためには、長期の個別飼育実験が必須である。

小型ベントスの飼育の方法には、大別して止水飼育と天然海水の掛け流しによる流海水飼育の 2 つがある。多くの室内実験では止水型の飼育システムが採用されるが、臨海実験センターのように海から間近の研究施設では、掛け流し型の流海水飼育システムを採用することができる。しかしながら、流海水型飼育システムで個別チャンバーに生物を収容して飼育するには、困難が伴う。採水した海水が海況の影響を受けて浮泥を含む場合には、泥の堆積で海水流路が塞がれたり、飼育生物の窒息を招いたりすることがある。また、個別チャンバー内の流速を均一に保つことも難しい。我々の製作した流海水型個別飼育装置では、これらの障害を解決することができ、サラサエビの長期飼育が可能となった．本報では、この飼育装置について報告する。

図 1 サラサエビ

2．飼育装置の作成

2.1 個別飼育容器

飼育容器に開けた直径 5 mm の穴にホースを差し込み、海水を導入した。また直径 90 mm、高さ 115 mm プラスチックの円筒型容器の蓋に直径 50 mm の穴を開けて汚れた海水を排水するようにした。この穴には目合い 2.5 mm のメッシュを貼り付けてサラサエビが逃げないようにし、新鮮な海水が常時循環流するようにした（図 2）。

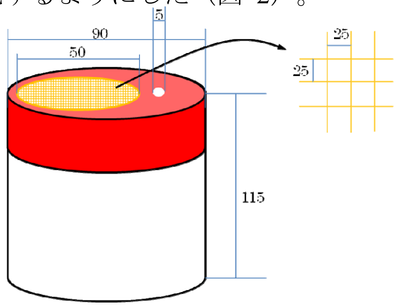


図 2 個別飼育容器（mm）

2.2 水量調整容器

市販の蓋付きタッパー直径 110 mm、高さ 95 mm を利用して、蓋の中心に直径 23 mm の穴を空けて直径 13 mm 塩ビ管を差し込んで海水の注入口にした。分岐は容器の底からの高さ 25 mm の所に開けた 16 個の穴にエアーホースジョイントを接着し、等量の海水が流出するようにした。またエアーが溜まるとホースから均一に海水が流れないため、蓋に上部に空けた直径 5 mm の穴にホースを刺してエアー抜きが出来るようにした（図 3）。

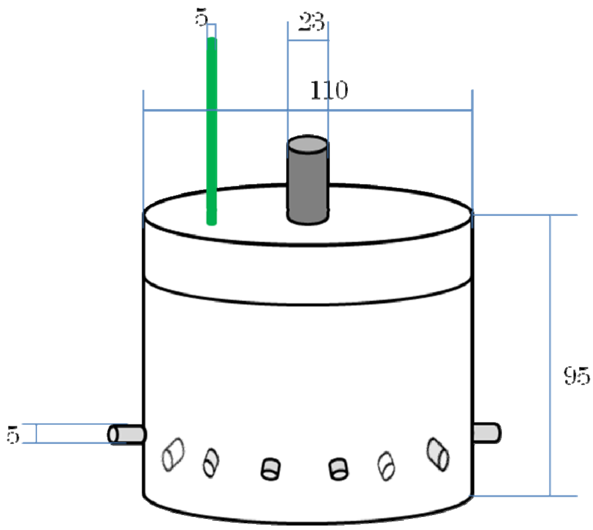


図 3 水量調整容器（mm）

2.3 飼育装置

飼育装置上部に 45 cm × 30 cm の濾過機を設置し、塩ビ管を通して水量調整容器に海水を導入した。またエアー抜きをして海水が満たされたのを確認してから海水を導入することで、各飼育容器への流量を均一にすることに成功した。この独立飼育装置により飼育容器同士での影響を排除することが可能となった（図 4）。

図 4 飼育装置

３．サラサエビ飼育実験

この飼育装置により、他の個体の影響を受けずに長期の飼育実験が可能となり、サラサエビの成長および繁殖生態についての実証実験を行うことができた。本飼育装置の応用範囲は広く、多様な小型ベントスの飼育に利用できると考えられる。引き続き装置の改良に努め、より多くの飼育実験を行えるようにしたい。

４．不具合

飼育中は小型水槽用の海水濾過機を使用していたが、台風や低気圧の影響で海が荒れて海水に異物が多く混入した際には、しばしばフィルターやホースにゴミや泥などが詰り、海水があふれ出るなどのトラブルがあった。またホース接続部のタッパーにはエアーが入り、空気が一定以上たまると海水がストップしてしまうことがあった

５．まとめ

この飼育装置を使うことにより均一な海水の供給と、他の影響を受けずに飼育することが可能となった。一方、フィルターやホースの目詰まりがあり、使用者が定期的に確認して掃除するなど随時対応を取る必要があった。今後は海水の大型濾過槽を設置するなどの対応が必要である。今回の飼育装置製作の試みにより、他個体の影響を受けない個別飼育を流海水条件下で行うことが可能になった。この装置の利用と改良によって、今後も多くの底生生物の飼育実験を続けて行きたいと考えている。

A rearing system using individual chamber for macro-benthic animals under running seawater

Yasutaka Tsuchiya, Toshihiko Sato, Hideo Shinagawa, Yutaro Yamada

Shimoda Marine Research Center, University of Tsukuba,
5-10-1 Shimoda, Shizuoka, 415-0025 Japan

A rearing system for macro-benthic animals under running seawater was constructed. Running seawater was stored at a main tank and distributed to 16 individual chambers. Seawater was pre-filtered and the water pressure was controlled. Individual chamber was provided for each animal under ecological observation. The system was successfully used for the long-term rearing experiments of *Rhynchocinetes uritai* Kubo. The system will be also applicable for various types of marine macro-benthic animals.

Keywords: macro-benthos; running seawater; rearing system; individual chamber

菅平高原実験センターにおける安全管理

金井　隆治、正木　大祐、池田　雅子
筑波大学生命環境科学等技術室（菅平高原実験センター）
〒386-2204 長野県上田市菅平高原 1278-294

概要

菅平高原実験センターにおける安全管理に関して技術職員が中心となり進めてきた活動とその内容を報告する。

キーワード：救急救命講習、応急手当、防災訓練

１．はじめに

菅平高原実験センター(以下：センター)では野外フィールドを利用した活動が行われている。利用者は筑波大学の学類生および大学院生以外に、他大学からの学生や研究者、さらに地域の小中学生から高齢者まで多岐にわたり、その数は年間 5000 人以上になっている。また、センターは標高 1300 m に位置し、医療機関や消防署からの緊急車両の到着時間には 20 分以上を必要としているため、緊急事態への対応が重要である。

以上のことを踏まえ、センターでは技術職員が中心となり、教職員と常駐学生、さらに現在養成しているボランティアスタッフも参加した自主防災訓練や応急手当講習会ならびに自動体外式除細動器(AED) 講習会を実施している。講習会は実技を交えて定期的に実施することで、関係者の防災意識の向上を促し、緊急時に対応できるスキルの習得を目指している。

平成 24 年度は 7 月 9 日午前に放水訓練、消火訓練を行い、午後からは応急手当講習会を行った。前年度の平成 24 年 1 月 13 日には救急救命講習会を開催した。放水訓練・消火訓練は上田市消防団菅平分団、その他の講習会については上田地域広域連合消防本部真田消防署に講師を依頼した。また、平成 24 年度からは、学内外の利用者にアレルギーに対する健康診断問診票による問診調査を行い、今後の受入れ態勢の改善を図った。なお、健康診断問診票の利用は筑波大学では初の試みであるため、テストケースとして運用した。

２．放水訓練

放水訓練は、上田市消防団菅平分団員の指導のもと開始した。センター内には 3 個所の消火栓が設置されており、各消火栓付近に器具箱が設置されている。今回は一個所の消火栓と器具箱を使用して訓練を行った。

訓練は始めに器具箱の説明を受け、器具箱の中に消火栓の開閉に使用するレンチ、消防用ホース、ホースの先端に取り付ける筒先が収められていることを確認した。続いてレンチを使用しての消火栓の開け方、消防用ホースの接続方法、筒先の接続方法や持ち方を受講した(図 1)。その後、消火栓に数本のホースを接続し、筒先を装着して放水を行った(図 2)。放水訓練は安全を考慮し、消火栓を全開にしなかったため、放水時の水力は強く感じなかったが、放水時の水量の多さは実感できた。

図 1. 消火栓と器具箱(右の赤い箱)

実際の消火活動の際はエンジン付きのポンプを使用するため、放水時の威力も段違いになるとのことであった。

図 2. ホースを繋げての放水の見本

３．消火訓練

消火訓練は、オイルパン(金属製のたらいのようなもの)に油を注ぎ、着火したものを消火対象として、消火器の噴射時間と消火段階を確認し、消火器の使用時に必要となる技術や力量を体得した。実践者以外は、その様子を見学した(図 3)。

消火器の噴出時間は十数秒であったが、消化能力は高く、オイルパンの中の火は短時間で消火することが出来た(図 4)。しかし、火を目前にすると興奮する様子が見られ、危険と思われる距離まで火に近づいてしまう場面があった(図 5)。消火対象には適切な距離を保てないと消火器の性能を十分に発揮できないだけでなく、自身の危険性も増してしまうため注意が必要であった。

訓練に使用した消火器はハンドルを握って消火剤を噴出させる構造で、強い握力を必要とするものではなかった。通常では使用することがない消火器を、実際に使用して訓練ができたことは非常に良い経験になった。

今回の訓練は、上田市消防団菅平分団から消火器の寄贈を受け、上田地域広域連合消防本部真田消防署からはオイルパンを借用して消火訓練を行った。

図 3. 消防団員によるデモンストレーション

図 4. 教員による消火訓練の様子

図 5. 消火対象まで至近距離だった場面

４．応急手当講習会

応急手当講習会は、上田地域広域連合消防本部真田消防署員の指導により実験研究棟内の講義室で行った。

講習会はまず、実技を交えながら三角巾の使用方法を受講した。三角巾は清潔な状態で保管してあるため、使用前に汚してしまわないように取扱いには注意が必要であること、折り畳む回数により幅や形状が変わり、使用用途に応じて柔軟に対応すれば良いという説明を受けた。三角巾を使用した応急手当として、頭部の保護方法(図 6)、足首の捻挫に有効な固定方法(図 7)、止血時の使用方法、骨折時の固定方法等の実技訓練を受けた。その後、蜂刺されや熱中症への対策と対処方法の指導、センターのような場所で発生する可能性のある怪我や事故について質疑応答を行い、さらに講師の体験談などを聞き終了した。

図 6. 頭部を三角巾で覆う参加者

図 7. 三角巾で足首を固定する参加者

５．救急救命講習会

救急救命講習会は、上田地域広域連合消防本部真田消防署員による指導で行い、センター教職員、常駐学生、ボランティアスタッフが参加した。この講習会は、AED が 2011 年 5 月に配備されたことを機会に使用方法を習得することを目的に企画・開催した。AED の使用方法を把握している参加者もいたが、多くの参加者は目にするのも初めてという状態であった。また、センター関係者の多くが AED についての知識が乏しく、緊急事態に備え講習会を実施した。

講習会の実技は、救急救命で一番重要になる胸部圧迫(心臓マッサージ)と人工呼吸から開始した(図 8)。実物大の人型模型を使用して、安全確認、意識確認、呼吸確認、手助けや通報の要請、そして胸部圧迫と人工呼吸という一連の救護手順を学んだ。胸部圧迫は、ひじを曲げると効果的でないことや、適切に行うためには力が必要になることを理解することが出来た。人工呼吸では、効果的に息を吹き込むためには強く行う必要があることが理解できた。胸部圧迫は絶え間なく行う必要があるため、男性でも体力が必要で、救急隊員も 2 分ごとに交代しながら行うようにしているということだった。続いて AED についての講習を受けた(図 9)。AED は数年前と比べると種類が増え、メーカーや製造年によって形状や手順に違いがあるが、基本的には電源を入

れ、流れる音声案内に従って落ち着いて行動すれば問題なく操作できることが分かった。

最後に救護者の搬送方法の講習を行った。救護者の基本的な搬送方法に加え、担架がない場合に身近なものを使う方法や、一人または二人で救助者を動かすコツ、動かせない場合の回復体位などの応用救護を交えた実技講習を受けた。

図 8. 胸部圧迫を行う常駐学生

図 9. AED を使用する参加者

６． 健康診断問診票の作成

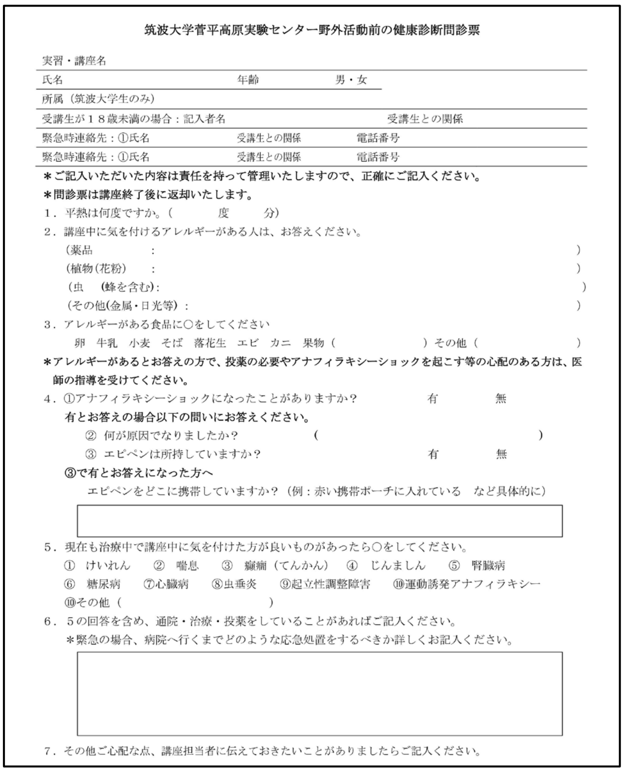
センターのような野外フィールドをもつ機関では、アレルギー対策が重要になる。その対策の一つとして筑波大学では初の試みとなる健康診断問診票を作成し、学内外の利用者に対して問診調査を行い、今後の利用者のために、受入れ態勢の改善を図った。

問診票を作成するに当たっては個人情報であることと、取得した情報の使用方法などについてセンター会議で議論を重ねた。「問診票を集めたところで、すべてに対応することができないなら、集めるべきではない。」という意見や、「大学として対応する前に部局で対応して良いのか？」等の意見が出された。議論の結果、問診票は、テストケースとして作成・利用し、その結果は考察し、大学に働きかけるということになり問診票の作成が進められた。問診票の対象は、筑波大学が実施する授業・実習・講座等でセンターを利用する宿泊者が対象である。

本年度の問診票による調査は、実習が始まる前に行った。問診票は実習期間内において保管・管理し、実習終了後に各自に返却した。また、問診結果は個人情報として細心の注意を払い管理した。

問診調査の結果、参加者のアレルギー情報や体調を把握することが出来た。回答内容には紫外線アレルギー・植物アレルギー・食物アレルギー・既往症等の記述があり、受け入れ側としての態勢を整えることが出来た。また、食べ残しの理由が判明するなど、生活面においた理解を深めることが出来た。

利用者への問診は、受け入れ側として、これまで気に留めていなかったアレルギー対策について考える機会が与えられ、今後に生かすことができた。現在の問診票は改訂版であるが、利用を続けながらさらなる改訂を行い、より使いやすい問診票にしていきたい。



筑波大学菅平高原実験センター野外活動前の健康診断問診票

実習・講座名

氏名　年齢　男・女

所属（筑波大学生のみ）

受講生が１８歳未満の場合：記入者名　受講生との関係

緊急時連絡先：①氏名　受講生との関係　電話番号

緊急時連絡先：①氏名　受講生との関係　電話番号

＊ご記入いただいた内容は責任を持って管理いたしますので、正確にご記入ください。

＊問診票は講座終了後に返却いたします。

１．平熱は何度ですか。(　度　分)

２．講座中に気を付けるアレルギーがある人は、お答えください。

(薬品　:　)

(植物(花粉)　:　)

(虫　(蜂を含む):　)

(その他(金属・日光等) :　)

３．アレルギーがある食品に○をしてください

卵　牛乳　小麦　そば　落花生　エビ　カニ　果物（　）その他（　）

＊アレルギーがあるとお答えの方で、投薬の必要やアナフィラキシーショックを起こす等の心配のある方は、医師の指導を受けてください。

４．①アナフィラキシーショックになったことがありますか？　有　無

有とお答えの場合以下の問いにお答えください。

② 何が原因でなりましたか？　(　)

③ エピペンは所持していますか？　有　無

③で有とお答えになった方へ

エピペンをどこに携帯していますか？（例：赤い携帯ポーチに入れている　など具体的に）

５．現在も治療中で講座中に気を付けた方が良いものがあったら○をしてください。

① けいれん　② 喘息　③ 癲癇（てんかん）　④ じんましん　⑤ 腎臓病

⑥ 糖尿病　⑦心臓病　⑧虫垂炎　⑨起立性調整障害　⑩運動誘発アナフィラキシー

⑩その他（　）

６．５の回答を含め、通院・治療・投薬をしていることがあればご記入ください。

＊緊急の場合、病院へ行くまでどのような応急処置をするべきか詳しくお記入ください。

７．その他ご心配な点、講座担当者に伝えておきたいことがありましたらご記入ください。

図 10. 健康診断問診票(改訂版)

７． まとめ

防災訓練や講習会には、職員と多数の利用者が参加した。これは参加者の安全管理や防災に関する意識が高いことを示している。

このような訓練活動の成果は、本来は生かされない方が良いが、何時、何処で、何が起こるかは予測不可能である。緊急時には迅速な対応が求められるため、教育・訓練が重要である。今後も緊急事態に備えて、定期的に防災訓練や安全管理の講習会を計画・実施する予定である。

８． 謝辞

防災訓練と講習会の開催にあたり、上田市真田地域自治センター水道局、上田地域広域連合消防本部真田消防署、上田市消防団菅平分団の皆様に様々な便宜を図っていただきました。深く感謝いたします。

Safety management at the Sugadaira Montane Research Center

Kanai Ryuji, Masaki Daisuke, Ikeda Masako
Technical Service Office for Life and Environmental Sciences
(Sugadaira Montane Research Center)
University of Tsukuba, 1278-294 Sugadaira-Kogen, Ueda, Nagano, 386-2204 Japan

Keywords: Emergency lifesaving course, first aid, disaster drills

森林・草原の温暖化実験装置の温暖化効率と維持管理

金井　隆治、正木　大祐

筑波大学生命環境科学等技術室(菅平高原実験センター)

〒386-2204 長野県上田市菅平高原 1278-294

概要

2010 年から西駒実験地(森林)と菅平実験地(草原)で開始した温暖化実験は、今年で 3 年目を迎えた。装置にはこれまでいくつか改良を行い、温暖化効率の向上に努めてきた。また積雪による破損を経験し、維持管理についても多くを学んだ。

本報告では作業の様子、装置の温暖化効率と安定的な観測方法、維持管理方策について報告する。

キーワード：温暖化実験、オープントップチャンバー(OTC)、野外操作実験

1．はじめに

2010 年に筑波大学・信州大学・岐阜大学を中心とする中部山岳大学間連携事業が行う温暖化実験のための温暖化実験装置(105×105×210 cm)を開発・設置した。装置はポリカーボネート製の波板で四方を囲った、天井開放(オープントップチャンバー)方式である(図 1)。装置には一年中波板を取り付けておく通年温暖区用装置(以下：通年用装置)と積雪期には波板を取り外してしまう夏季温暖区用装置(以下：夏季用装置)の二種類がある。

図 1. 設置した実験装置(2010 年 9 月)

西駒実験地は中央アルプス将棊ノ頭直下にある信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター西駒ステーション内の標高 2500 m から 2600 m の山岳森林限界周辺にある(図 2)。周辺はオオシラビソ帯とハイマツ帯の間で、樹高 4 m ほどのダケカンバの下には低木等が生える平均斜度 35 度前後の急斜面である。ここに通年用装置 5 基と夏季用装置 5 基の計 10 基を設置した。また、装置の維持管理のため、初夏と秋の年二回実験地を訪れる必要があった。本年(2012 年)は初夏の作業を 6 月上旬に、秋の作業を 9 月中旬に行った。

菅平実験地は筑波大学菅平高原実験センター内の標高 1350 m のススキ草原にある。夏の草丈は 3 m 以上になる平均斜度 6 度の毎年秋に地上部の刈取りを行う草原である。ここに通年用装置を 5 基設置した。

本年度の西駒実験地での作業の様子、装置の温暖化効率と安定的な観測条件の検討、積雪への対応から学んだ維持管理方策について報告する。

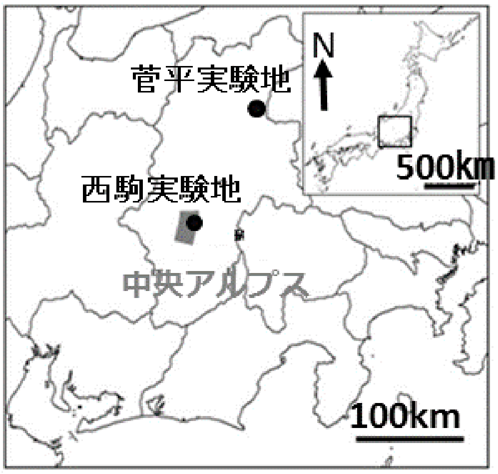


図 2. 実験地の位置

2．2012 年初夏の作業開始

6 月 4～5 日に初夏の作業を行うため、信大関係者 6 名とセンター教職員 4 名で実験地に向かった。

2011 年初夏の作業は 7 月上旬に行ったが、実験地周辺に雪は全く見当たらない状況であった。本年はかなり早い時期から打ち合わせを行い、昨年より約一か月早めた日程になった。これは田中准教授から夏季用装置は、装置周辺の雪が解けてなくなる前(装置内やその周辺が残雪で覆われている状態)に波板を取り付けたいという要望があったからである。また昨年は 2 名での作業となったが、本年は 10 名で作業を行うことができた。

初夏は 1)上部が破損している装置の修復、2)倒壊した装置の再設置、3)気温データロガー(以下:ロガー)用支柱の交換、4)夏季用装置の波板装着の 4 つの作業を予定していた。装置の修復に必要な約 40 kg の道具と材料を 10 名の参加者が手分けをして担ぎ上げた。また 6 月上旬は実験地近くにある西駒山荘が休業期間のため、西駒ステーション内にある

シラベ小屋で寝泊まりしなければならなかった。そのため寝袋や食料品などの様々な荷物も担ぎ上げた。

３．2012 年初夏の現地状況と作業結果

装置の状況

2011 年の春の状況から雪による被害はそれほど大きくないと考えていたが、本年は違っていた。

○通年用装置(全 5 基、1 基は 2011 年撤去済)

コドラート No.2(図 3)
状況：雪に埋まっていたため、周辺を捜索。雪の中から波板の上端を発見。
対応：何もしない。

コドラート No.6(図 4)
状況：ほぼ無傷。全体的なねじれ。
対応：脱落・破損したボルト・ナット・フックボルトを固定した。

コドラート No.9(図 5)
状況：ほぼ無傷。
対応：脱落・破損したボルト・ナット・フックボルトを固定した。

コドラート No.14(図 6)
状況：ほぼ無傷。
対応：脱落・破損したボルト・ナット・フックボルトを固定した。

コドラート No.16(図 7)
状況：2011 年に撤去したためなし。
対応：再設置。

図 3. コドラート No.2

図 4. コドラート No.6

図 5. コドラート No.9

図 6. コドラート No.14

図 7. コドラート No.16

○夏季用装置(全 5 基)

コドラート No.4(図 8)
状況：完全に雪に埋まっていたため周辺を捜索。雪で激しく変形した外枠を発掘。
対応：無理やり波板装着。

コドラート No.7(図 9)
状況：下部を雪の中から発掘。前年より歪む。
対応：無理やり波板装着。

コドラート No.8(図 10)
状況：ほぼ無傷。周辺に雪なし。
対応：波板装着。

コドラート No.12(図 11)
状況：下部を雪の中から発掘。下部に大きな変形。
対応：波板取り付け。

コドラート No.13(図 12)
状況：下半分を雪の中から発掘。他の装置と比較すると被害は少なめ。
対応：波板取り付け。

図 8. コドラート No.4

図 9. コドラート No.7

図 10. コドラート No.8

図 11. コドラート No.12

図 12. コドラート No.13

無傷の装置もいくつかはあったが、多くの装置の支柱が異様に変形していた。本年は作業時期を早くしたため残雪が多く、装置内に雪がない場所から、雪に埋まっていて姿の確認ができない装置まであり、想像以上の雪の量に驚いた。

初日の実験地到着時の温暖化実験装置全 9 基の状態は、全体を確認することのできた装置が 4 基、下部が雪で埋まっている装置が 3 基、雪に埋まっていて確認できない装置が 2 基であった。

作業状況

1)上部が破損している装置の修復

コドラート No.2 は完全に雪に埋まっていたため未修復。コドラート No.4 は完全に雪に埋まっていたが、周囲を除雪し、外枠の修復は行わず、波板を装着した。

2)倒壊した装置の再設置

コドラート No.16 は、設置予定地周辺の残雪がほとんどなかったため、荷揚げした部品を使用し、再設置した。

3)ロガー用支柱の交換

多くのコドラートに残雪があり、交換を行えた場所は半分以下だった。

4)夏季装置の波板装着

コドラート No.8 と No.13 は、問題なく装着できた。コドラート No.4 と No7 と No.12 は

雪で支柱が異様に曲がっていたが、その曲りに沿って無理やり装着した。

実験地周辺には想像以上の残雪があり、予定通りに作業を進めることができなかった。2 m 以上ある装置が完全に雪に埋まり、コドラートの場所すら分からないほど雪が残っているとは考えていなかった。雪による支柱の変形は前年以上で、コドラートの場所や装置の向きによって曲り方が違い、積雪によって生じる力が一定でないことが分かった。また人力で曲げることのできない支柱が異様に曲がっている(図 13)ことを考えると、雪の力は計り知れない。梁や張り綱を追加したところで雪の前では無力だと考える。

図 13. コドラート No.4 の歪み

実験地一面が雪原となり、障害物はほとんど見当たらなくなるため見晴らしは良いが、すべての行動に滑落の危険が伴うため慎重に行動しなければならず、集中力や注意力が必要だった。さらに寒暖の差が大きく体力の消耗も大きかった。

積雪により一部の作業を行うことができなかったため、予定より早く作業を終了することになった。残った作業は秋に行うことにした。

４．2012 年秋の作業開始

9 月 18〜20 日に 1)6 月の残りの作業、2)夏季用装置の波板の取り外し、3)調査補助、を行うため実験地に向かった。参加者は信大関係者 9 名と筑波大関係者 6 名の計 15 名となった。この中には今回から新たに加わった研究者もいた。

前年は 9 月下旬に植生調査と同時に行った。しかし、この頃の実験地周辺は最低気温が氷点下となり、一部の植物は判別が困難になる。そのため本年は作業時期を早め、9 月中旬にした。

今までの経過から雪の生み出す力は強大であることが判明していた。装置の梁や張り綱を増やす補強作業と材料の運搬などの労力や費用を考えると補強作業は得策ではないため、今回は波板の交換等の簡単な修復だけ行うことにした。荷揚げした部品は波板が 20 枚で、支柱や梁用のアングルは荷揚げしなかった。

５．2012 年秋の現地状況と作業結果

装置の状況

○通年用装置(全 5 基)

雪で埋まっていたコドラート No.2 は全体に激しく歪んでいた。2013 年度の建て替えを検討し、今回は波板を 2 枚交換した。他の装置は大きな破損もなく、ボルトとフックボルトを締め直した。

○夏季用装置(全 5 基)

すべての装置で波板を取り外した。激しく歪んでいるコドラート No.4(図 14)は、2013 年度に建て替えを行いたい。

図 14. 一番歪みの激しい装置

雪に埋まっていた装置(コドラート No.2)の歪みは 2011 年より大きくなっていた。上部の破損状態はそれほど変わっていなかったため、2011 年に行った枝落としは効果があったと思われる。2012 年初夏に大きな歪みが判明したコドラート No.4 とコドラート No.2 は 2013 年の作業で建て替えを検討している。装置は建て替えの際に梁の数を減らし、簡略化することを検討している。

すべての装置で年々歪みが大きくなっているため、全体的な補修を検討する必要がある。

作業状況

1)6 月の残りの作業

装置の修復は積雪前に行っても無意味なため、2013 年春に延期した。

ロガー用支柱の交換は支柱の数を間違えていたため作業を完了することができなかった。

2)夏季用装置の波板の取り外し

5 基すべてで終了。

3)調査補助

5 個のコドラートを新設。また新設したコドラートの植生調査補助を行った。

2011 年より 1 週間早く作業を行ったため、気温も暖かく作業自体は順調に進めることができた。作業 2 日目は朝から雨だったが、気温がそれほど下がらず作業を行うことができた。材料不足のため一部終えることのできなかった作業もあったが、その他の作業については終了した。調査補助は予定以上に行うことができた。

６．装置の温暖化効果

○菅平実験地

ススキ草原で行われている温暖化実験では重要なデータを積み重ねることができている。これはほぼ同一な環境に温暖化区と対照区を設置してあるためである。

温暖化効果は日照に大きな影響を受ける。やはり太陽の光は何よりも影響力が大きく、日差しがあると波板が温められるため温暖化効果が高く、日差しがないと効果は低い。そのため天候に左右されやすい。同様にススキ草原では夏場の草丈は 3 m 以上になるため、装置の下部は日当たりが悪くなり効果は低くなる。その他にも季節や装置内のロガーの高さなどにも影響を受けることが分かっている。

気温は一定の高さで観測するため、例えば地上 30 cm の高さに設置してあると菅平高原では積雪でロガーが雪に埋まってしまう。その場合、ロガーは雪の中で外気温の影響をあまり受けず、温度変化がほとんど起こらない。そのためそのロガーが雪に埋まっていることが分かる。同様に気温の変動が大きくなると周辺の雪が融け、ロガーが雪から出た事が分かる。また、ススキ草原ではこれまでの観測から対照区よりも温暖化区の方が雪解けが早く進むことが分かっている。

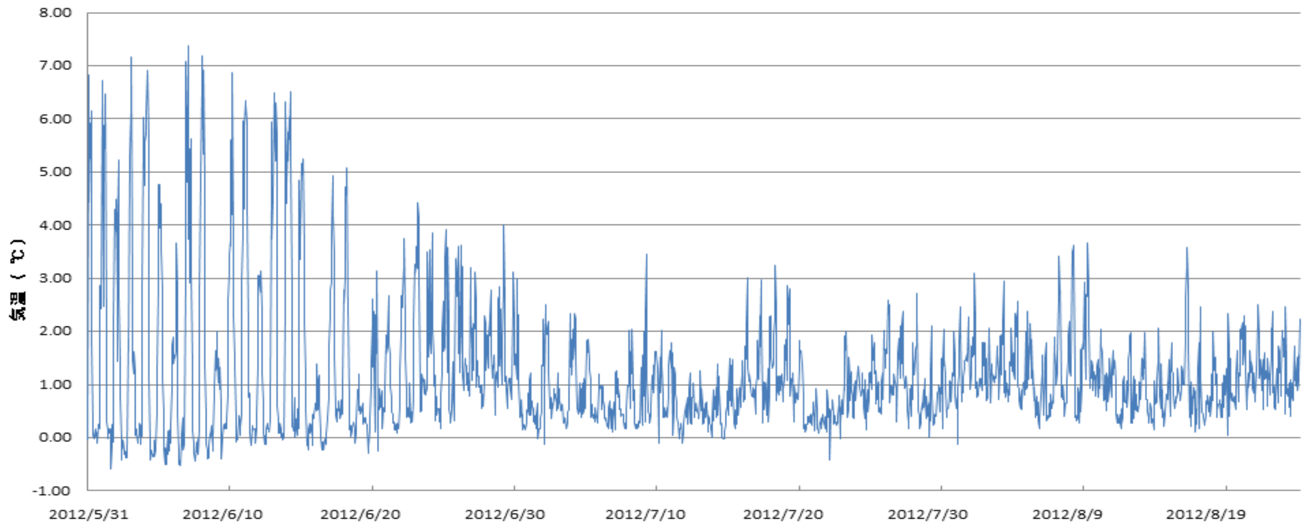


図 15.　菅平実験地の気温 1 (2012 年 5 月 31 日～ 8 月 24 日　高さ 1 m)

注)対照区 4 ヶ所の平均気温に対する温暖化区 5 ヶ所の平均気温の偏差

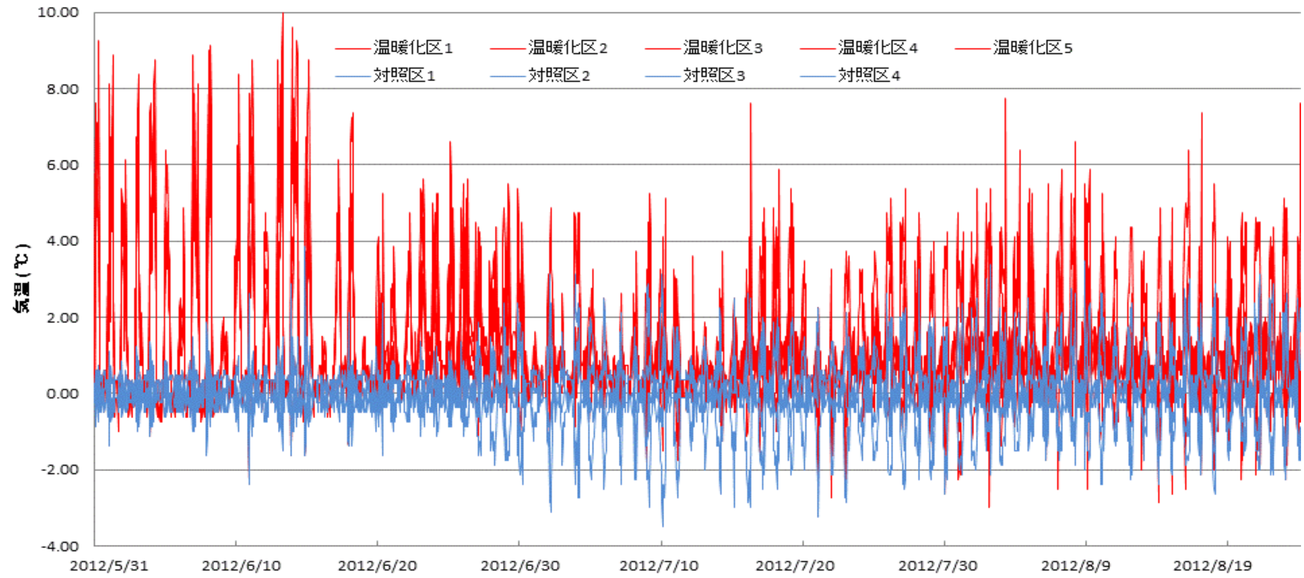


図 16.　菅平実験地の気温 2 (2012 年 5 月 31 日～ 8 月 31 日　高さ 1 m)

注)対照区 4 ヶ所の平均気温に対する対照区 4 ヶ所と温暖化区 5 ヶ所それぞれの気温の偏差

対照区は全て青線、温暖化区は全て赤線で示した。

図 15 は菅平実験地の 2012 年 5 月 31 日から 8 月 24 日の気温で、4 ヶ所の対照区の平均気温と 5 ヶ所の温暖化区の平均気温の偏差である。6 月上旬は草丈も低いため日差しの影響で温暖化効果が大きく表れている。7 月になり、ロガーが草に隠れるようになると日差しの影響が穏やかになり、温暖化効果の変動も少なくなっている。

図 16 は図 15 と同じ偏差のグラフになるが、これは対照区 4 ヶ所の平均気温に対する対照区 4 ヶ所、温暖化区 5 ヶ所の気温の偏差である。対照区より温暖化区の方が気温の変動は大きいが、温暖化効果が高いことが分かる。

〇西駒実験地

2011 年度にロガーフードを改良した効果があり、半分以上のロガーが観測を継続することができた。本年はさらにロガーを取り付けていた鋼鉄製アングルを塩ビパイプに変更し、ロガーとアングルを結んでいた針金を綿糸に交換した。これは落雷によるロガーの故障の可能性を軽減させるためである。

表 1. 雪解け日(西駒温暖化実験地　2012 年)

プロット番号（処理）	2012年
通年温暖区1	6/1
通年温暖区2	5/29
夏季温暖区1	6/4
対照区1	6/15
対照区2	6/2

表 1 は 2012 年の雪解け日である。前述したように気温データからそのロガーが雪中にあるか、表出しているかが分かる。この表では高さ 30 cm に取りつけたロガーが表出した日を雪解け日とした。30 cm の高さには計 7 個のロガーを取り付けたが、 1 個は故障、1 個は積雪状況が他の処理区と大きく違い比較が困難なため除外した。センターススキ草原では、温暖化区が対照区より先に雪解けしていることが確認されている。それと同様に西駒実験地でも温暖化区の雪解けが早いことが分かる。これは装置の温暖化効果があることを表している。ただし、西駒実験地ではコドラートの位置によって積雪状況が大きく異なるため温暖化区の方で雪解けが遅い場合もある。

７. 今後の維持管理方策

二度の冬を経験した結果、判明したことがある。それは雪の力は計り知れないということである。開発・設計時には雪の力はそれほどでもないと考えていた。2011 年の春の時点では大きな被害がなかったこともあり、対策が上手くいったと楽観していた。しかし 2012 年の春に目撃したのは想像以上に変形した装置の姿であった。曲がりくねった支柱を見ても、どの程度の力がどの方向から加わったのか見当もつかない。斜面下側に曲がっているだけでなく、斜面上側に曲がっている支柱もあった (図 14)。

どのような力が生じているかは分からないが、強大な力が発生していることだけは分かった。今年の初夏の作業でコドラート No.4 は曲がった支柱に波板を無理やり取り付けた。これにより、波板を無理やり取り付けた装置でも(破損のない装置には及ばないものの)温暖化効果が期待できることが分かった。

この 2 年間の経験により、雪で生じる強大な力の対策として、労力を割き材料を担ぎ上げ補強を行うより、破損後の修復を行う方が得策であることが分かった。現地での修復作業において、修復方法に頭を悩ませて時間を使うよりも、再建する予定で作業に臨んだ方が適切である。梁の交換程度の簡単な修復は実験地で柔軟に対応し、支柱の修復等に関しては装置を再建する方が適切な処置になる。この実験地で温暖化実験を継続させるためには、出来るだけ労力を抑え、効率よく装置を運用していくことがより良い維持管理方策だと考える。

８. まとめ

装置の維持管理は、この温暖化実験を継続していくために非常に重要な要素の一つである。実験地までのアクセスが悪いため、修復の材料や設置道具を運搬するのも苦労が多い。また材料や道具は重く、嵩張るものが多いため簡単に準備することができない。現地にストックできる物品にも限りがあるため、出来るだけ手間をかけずに末永く実験を継続させていくためには、作業の簡略化は重要な改良点である。

来年度はこの作業で利用していた西駒山荘が建て替えのため使用できないという大きな問題が待ち構えている。この問題には明確な答えは出ていないが、また一つ大きな経験ができるという予感がある。

９. 謝辞

本稿をまとめるにあたり、筑波大学菅平高原実験センター･田中健太准教授に助言をいただきました。草原の温暖化実験の温度データは筑波大学菅平高原実験センター・鈴木亮特任助教に提供していただきました。信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター小林元准教授には、森林の温暖化実験の温度データを提供していただき、現地での作業に必要な様々な便宜を図っていただきました。舩木昇君をはじめ 6 名の信州大学生には､荷物の運搬や設置作業にご協力いただきました。深く感謝いたします。

Warming efficiency and maintenance of forest/grassland warming experiment equipment

Kanai Ryuji, Masaki Daisuke
Technical Service Office for Life and Environmental Sciences
(Sugadaira Montane Research Center)
University of Tsukuba, 1278-294 Sugadaira-Kogen, Ueda, Nagano, 386-2204 Japan

Keywords: Warming experiment, open top chamber, outdoor operation experiment

特別企画

技術職員の業務について考える

—技術職員の業務体制と関連する資格や免許等の現状—

技術職員業務体制および関連する資格や免許の取得状況:全学

飯島　英夫[a]、山崎　順子[a]、関根　敏男[b]、岩原　正一[c]、佐藤　晶子[d]

[a] 筑波大学生命環境科学等技術室、[b] 筑波大学学術情報メディアセンター、

[c] 筑波大学総務部環境安全管理課、[d] 筑波大学医学系技術室

〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

筑波大学技術職員の組織体制は、現在大きく分けて 15 の所属からなる。

今回、技術職員の業務に係る資格や免許等について調査を行い、技術職員の多方面の職務に対応して、業務上必要不可欠な資格や免許等のほかに、専門的な多種多様の資格や免許等の取得が行われていた。

また、所属ごとに職務の技術向上に向けて取り組み、業務に反映させている姿勢が推察された。

キーワード：資格、免許、技術職員

１．はじめに

筑波大学技術職員を対象として、業務に関係する資格や免許等の取得状況を纏めるにあたり、平成 20 年に実施された「組織運営に必要不可欠な資格について」の資料をもとにして、再調査を行い、業務に関連した資格や免許等の取得状況をまとめたものである。

２．技術職員の業務体制

筑波大学の技術職員は、教育研究における技術的支援を主たる業務としており、技術室に所属する者、各センターに技術室を設置あるいは同センターに所属する者、事務組織および筑波大学附属病院に集約されて所属する者とから成る。

図 1 に技術職員の組織体制を示す。①数理物質科学等技術室 ②システム情報工学等技術室 ③生命環境科学等技術室（菅平高原実験センターおよび陸域環境研究センターを含む） ④医学系技術室 （生命科学動物資源センターおよび次世代医療研究開発・教育統合センターを含む）⑤農林技術センター技術室 (井川演習林および八ヶ岳演習林を含む） ⑥研究基盤総合センター技術室（応用加速器部門、分析部門、低温部門および工作部門の 4 部門から成る） ⑦アイソトープ総合センター（3 施設）⑧総務部情報化推進課（学術情報メディアセンターおよび計算科学研究センター） ⑨総務部環境安全管理課 ⑩財務部契約課 ⑪教育推進部教育推進課（外国語センター） ⑫研究推進部研究企画課（プラズマ研究センター、下田臨海実験センターおよび遺伝子実験センターを含む）⑬体育芸術エリア支援室（芸術系） ⑭筑波大学附属病院手術部 ⑮筑波大学東京キャンパス事務部学校支援課（坂戸高等学校および理療科教員養成施設）の組織に分かれて勤務している。

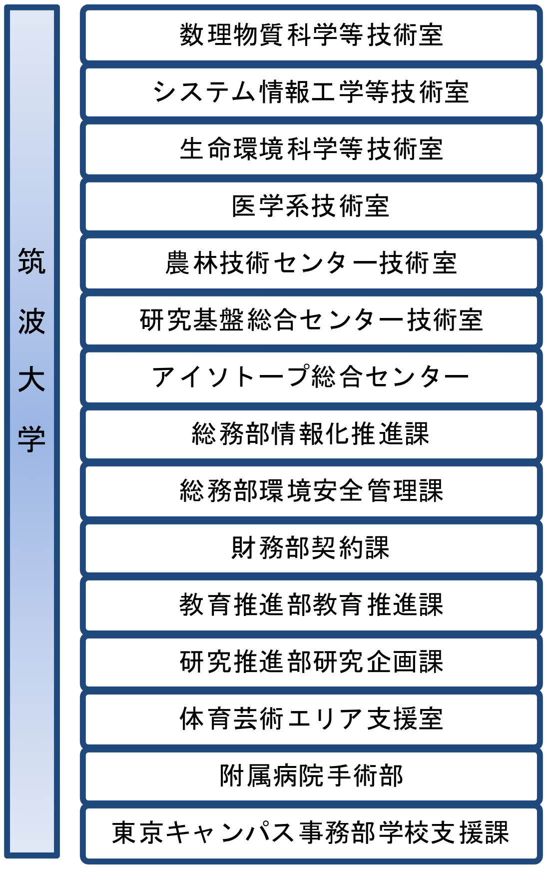


図 1. 筑波大学技術職員の組織体制

３．技術職員の資格や免許等の取得状況

技術職員の資格および免許等の取得については、数理物質科学等技術室、システム情報工学等技術室、生命環境科学等技術室・下田臨海実験センター・遺伝子実験センター、医学系技術室、 農林技術センター技術室、研究基盤総合センター技術室、アイソトープ総合センター、環境安全管理課については表 1 の通り、所属ごとにそれぞれ報告をする。

また、学術情報メディアセンター、プラズマ研究センター、外国語センター、体育芸術エリア支援室、理療科教員養成施設については、表 2 の通りである。

技術職員は、所属する業務に即して、業務上必要不可欠な資格や免許等のほか、業務に関連した各種専門的な多種多様の資格や免許等の取得が所属ごとに行われ、教育や研究支援、各施設の機器や設備の維持・管理・運用、安全衛生や環境管理等に係る職務に知識や技術力を発揮している。

表 1. 技術職員の資格や免許等の取得状況（1）

所　属	資格や免許等の取得状況
数理物質科学等技術室	数理物質科学等技術室報告　（表１）
システム情報工学等技術室	システム情報工学等技術室報告　（表１）
生命環境科学等技術室 下田臨海実験センター 遺伝子実験センター	生命環境科学等技術室・下田臨海実験センター・ 遺伝子実験センター報告　（表1）
医学系技術室	医学系技術室報告　（表１）
農林技術センター技術室	農林技術センター技術室報告　（表１）
研究基盤総合センター技術室	研究基盤総合センター技術室報告　（表１）
アイソトープ総合センター	アイソトープ総合センター報告　（表１）
環境安全管理課	環境安全管理課報告　（表１）

表 2. 技術職員の資格や免許等の取得状況（2）

資格・免許等の名称	従事している業務内容
学術情報メディアセンター	
第三級陸上特殊無線技士	ワイヤレスメッシュネットワーク運用管理
高圧ガス製造保安責任者　-　第三種冷凍機械責任者免状	高圧ガスの製造施設の管理(スクリュー冷凍機)
プラズマ研究センター	
高圧ガス製造保安責任者　-　第二種冷凍機械責任者免状	冷凍保安係員
第二種情報処理技術者	データサーバコンピュータの運用及びネットワーク管理業務
玉掛技能講習	実験室内における重量物の搬送
グラインダー取扱技能講習	機械研削用砥石の取扱い
酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者技能講習	酸素濃度測定等
クレーン運転業務特別教育講習	実験室内における重量物の搬送
高圧又は特別高圧電気取扱業務に係る特別教育	実験用高電圧装置の運転及び保守業務
有機溶剤作業主任者技能講習	薬品による超音波洗浄
筑波大学放射線作業従事者講習会終了証	放射線管理区域内作業
外国語センター	
茨城県登録手話通訳者認定	障害学生受け入れ・サポート
体育芸術エリア支援室	
局所排気装置等自主検査者	局所排気装置の点検業務
床上操作式クレーン運転技能講習	室内における重量物の搬送
玉掛技能講習	重量物の搬送
ガス溶接技能講習	溶接による作品・装置の製作
天井クレーン自主検査者	天井クレーンの点検業務
東京キャンパス事務部（理療科教員養成施設係）	
あん摩、マッサージ、指圧師、はり師、きゅう師免許状	鍼灸臨床施設での外来臨床、同施設の管理運営

業務体制および関連する資格や免許等の取得状況：数理物質科学等技術室

皆川　雄功、加藤　純雄
筑波大学数理物質科学等技術室
〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

１．技術職員の業務体制

筑波大学の数理物質科学等技術室では、教育および研究における技術的支援を主たる業務として、①教育部門 ②研究室支援部門 ③共通部門に分かれて業務を行っている。業務形態は、各域専属の技術職員、相互の部門を兼任している技術職員の 2 通りである。

教育支援部門では、理工学群の物理・化学・応用理工学類の実習担当に分かれて実験教育支援を行っている。

研究室支援部門では、所属する域で担当する研究室における教員及び学生の研究支援を行っている。

共通部門では、数理物質関係の HP の管理、安全衛生での巡視、工学域における工作機械利用の工作作業、総合研究棟 B およびプロジェクト研究棟の共通実験機器の維持管理等を行っている。

２．技術職員の資格や免許等の取得状況

技術職員の資格および免許の取得状況は、表 1 の通りであり、技術室全体で安全衛生、研究室支援部門の職員は職務で必要上、または工作等の作業での技能的な資格や講習を受講することで業務に生かされている。

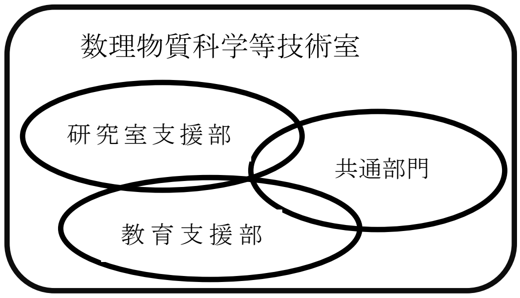


表1.　資格や免許等の取得状況

職務遂行に必要な資格の保有	主催・認可団体等名	備考
第1種衛生管理者	安全衛生技術試験協会	
第2種衛生管理者	安全衛生技術試験協会	
危険物取扱者免状甲種	消防試験研究センター	
危険物取扱者免状乙種第4類	消防試験研究センター	
クレーン特別教育修了	労働技能講習協会	＊1
玉掛技能講習修了	労働技能講習協会	＊1
酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者技能講習修了	中央労働基準協会	
第三種電気主任技術者	電気技術者試験センター	
電気工事士	電気技術者試験センター	
ガス溶接技能講習修了	労働技能講習協会	＊1
アーク溶接特別教育修了	労働技能講習協会	＊1
グラインダ特別教育修了	労働技能講習協会	＊1
特定高圧ガス主任者講習圧縮水素修了	高圧ガス保安協会	＊1
高圧ガス製造保安責任者免状乙種機械	高圧ガス保安協会	
高圧ガス製造保安責任者免状第一種冷凍	高圧ガス保安協会	
高圧ガス製造保安責任者免状第二種冷凍	高圧ガス保安協会	
有機溶剤作業主任者技能講習修了	労働技能講習協会	＊1
高圧・特別高圧電気取扱者特別教育修了	関東電気保安協会	＊1
3級知的財産管理技能士	知的財産教育協会	
放射線業務従事者講習修了	筑波大学放射線業務従事初心者講習会	＊1

＊1） 講習会を終了した者である。

業務体制および関連する資格や免許等の取得状況：システム情報工学等技術室

飯高　稔、北原　その美
筑波大学システム情報工学等技術室
〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

１．技術職員の業務体制

筑波大学システム情報工学等技術室では､図 1 に示す組織体制により技術支援を行っている。2 グループ 4 担当体制とし､まとめ役として技術室統括と副統括を置いて技術室の運営を行っている。情報技術関連の業務を主に対応する情報環境技術グループ、ものつくりと安全衛生関連の業務を主に対応する装置開発･安全衛生管理グループの 2 グループで構成している。情報環境技術グループにはシステム管理担当とアプリケーション担当の 2 担当を､装置開発・安全衛生管理グループには、装置開発担当と安全衛生管理担当の 2 担当を置く体制としている。

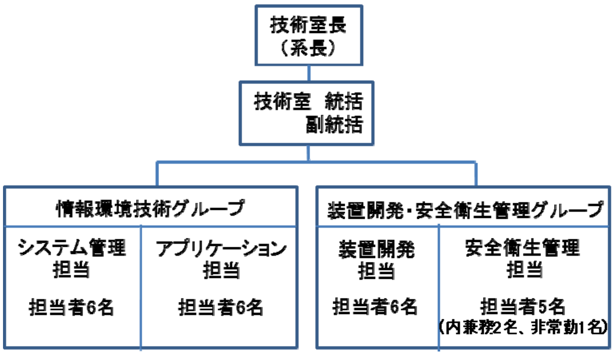


図 1. システム情報工学等技術室組織体制図

システム管理担当では、情報ネットワーク、計算機システムの管理、総合研究棟 B 関連の情報機器管理、デジタルサイネージの運用管理、掲示板システム（研究科・系、支援室、技術室構成員への情報発信）の運用管理などを行っている。

アプリケーション担当では、アプリケーションリソースの整備･維持管理、総合研究棟 B 入退室システム管理、貸出ソフトウエアのライセンス管理、掲示板システム (同上) の運用管理などを行っている。

装置開発担当は､研究実験用の装置･機器の開発、専門技術を要する研究実験等の支援、各種設備の操作・管理を行っている。

安全衛生管理担当は、安全衛生管理に係る職場巡視、全学の安全衛生管理関連業務の支援、安全衛生管理に関する企画立案を行っている。

研究科（系）全体に係る業務並びに教育に係る業務（学類並びに大学院関連の授業、学群教室メディア設備の管理）の対応については、担当あるいはグループを越えてチーム対応型の支援を行っている。

当技術室では、技術室の円滑な運営のため、技術室連絡会議、担当リーダー･ミーティング、担当ミーティング（適宜）を開催している。

技術室連絡会議は定例で毎月 1 回開催し､全技術職員並びに技術室長（系長）、システム情報エリア支援室長、同副室長（総務担当）が出席する。会議の内容は､学内外における技術職員関連情報の周知､経費執行状況報告、活動報告、技術室運営に関する提案､検討等である｡進行は技術室統括が担当する。担当リーダー・ミーティングは、毎月初めに行い、技術室運営に関する報告・検討、意見交換、また適宜新規の業務や共通対応の業務依頼に関する調整等を行っている。

また、室員の技術向上のための取り組みとして、業務に関係する各種セミナー・講習会の受講や学内外の技術職員関連の活動への積極的な参加を推進している。技術室内においても各担当専門の勉強会、担当を越えた勉強会を実施している。

２．技術職員の資格や免許等の取得状況

技術職員の資格及び免許の取得状況は､表 1 のとおりである。業務を行う上で必要な資格としては、第一種衛生管理者、高圧ガス製造保安責任者、自由研削砥石の取替等の業務特別教育講習、クレーン運転業務特別教育講習、玉掛技能講習、アーク溶接の業務に関する安全衛生特別教育などがある。業務に関連する資格としては、情報処理技術者、電気工事士、建築士をはじめ多くのものを取得しており業務の遂行に役立てている。また、学内外の技能講習会や研修にも参加して質の高い業務を目指している。

表 1. 資格や免許等の取得状況　　2012.12 現在

免許（免状）・試験合格・講習（特別教育講習）修了証等	取得数
玉掛技能講習	5
クレーン運転業務特別教育講習	5
天井クレーン定期自主検査者安全教育講習	2
ガス溶接技能講習	1
アーク溶接の業務に関する安全衛生特別教育講習	3
特別教育講習（自由研削砥石の取替等の業務）	2
高圧ガス製造保安責任者　（丙種化学（特別））	2
高圧ガス製造保安責任者　（乙種化学）	2
第一種衛生管理者	6
局所排気装置等定期自主検査者講習	1
衛生工学衛生管理者	1
危険物取扱者（乙種四類）	2
有機溶剤作業主任者講習	2
第一種情報処理技術者	1
第二種情報処理技術者	1
初級システム・アドミニストレータ	1
第二級無線技術士	1
第二種電気工事士	3
一級建築士	1
コンクリート技師	1
測量士補	1

※　技術職員数 : 21 名（シニアスタッフ 1 名を含む）

業務体制および関連する資格や免許等の取得状況：生命環境科学等技術室、下田臨海実験センター、遺伝子実験センター

山崎　順子、飯島　英夫
筑波大学生命環境科学等技術室
〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

１．技術職員の業務体制

筑波大学の生命環境科学等技術室では、教育および研究における技術的支援を主たる業務として、①生物ｸﾞﾙｰﾌﾟ②農林ｸﾞﾙｰﾌﾟ③ 応生ｸﾞﾙｰﾌﾟ④ 農林工学ｸﾞﾙｰﾌﾟ⑤持続環境ｸﾞﾙｰﾌﾟ⑥地球科学ｸﾞﾙｰﾌﾟ⑦陸域環境研究ｾﾝﾀｰｸﾞﾙｰﾌﾟ⑧菅平実験ｾﾝﾀｰｸﾞﾙｰﾌﾟの 8 つのグループに分かれて業務を行っている。業務形態は、⑦⑧を除く各グループでは、対応する専攻分野の教員に対する支援を専属の技術職員が行い、現在のところグループ間での業務のシェアは職場巡視以外行われていない。

主として支援する教員組織は、以下の通りである。
　生物ｸﾞﾙｰﾌﾟ：生物科学専攻
　農林ｸﾞﾙｰﾌﾟ：生物圏資源科学専攻
　応生ｸﾞﾙｰﾌﾟ：生物機能科学専攻
　農林工学ｸﾞﾙｰﾌﾟ：国際地縁技術開発科学専攻
　地球科学ｸﾞﾙｰﾌﾟ：地球環境科学、地球進化科学専攻
　持続環境ｸﾞﾙｰﾌﾟ：持続環境学専攻

菅平高原実験ｾﾝﾀｰでは、ｾﾝﾀｰ所属教員の研究・教育支援等の外に組織の維持管理に係わる技術支援を行い、利用者への支援、地域社会との交流を支えている。

陸域環境研究ｾﾝﾀｰでは、ｾﾝﾀｰ所属教員の研究・教育支援の外に、組織の維持管理に係わる技術支援および利用者へのサポートを行っている。

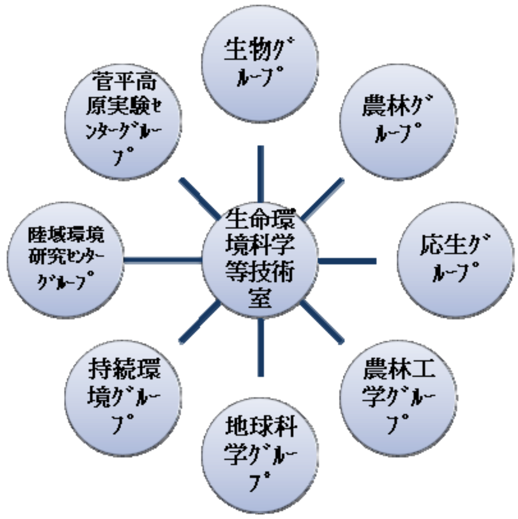


図１．生命環境科学等技術室業務体制図

下田臨海実験ｾﾝﾀｰでは、研究・教育支援の外に組織の維持管理に係わる技術支援および共同研究拠点として全国の利用者への総合的支援を行っている。

遺伝子実験ｾﾝﾀｰでは、研究・教育支援の外に全国から集まる利用者への総合的支援を行っている。

２．技術職員の資格や免許等の取得状況

本技術室技術職員の資格および免許の取得状況は、表 1 の通りであり、分野が多岐にわたるため幅広い領域に亘っている。

各々が必要とされる資格・免許を取得し、あるいは講習に参加して業務に役立てている。特殊な例として遠隔地の下田臨海実験ｾﾝﾀｰでは、採集調査に必要な、1 級小型船舶操縦士のほか、潜水士、特殊無線技士の資格等を保有し研究者の安全を図るために普通救命講習等に参加するなどしている。

またより安全で衛生的な研究・教育の環境を維持・管理するために、第一種衛生管理者、危険物取扱者乙種、有機溶剤作業主任者の資格・免許を取得し、特定化学物質及び四ｱﾙｷﾙ鉛等作業主任者、有機溶剤作業主任者、石綿作業主任者、一般毒物劇物取扱者、防火管理者、等技能講習を受講し、また学内の廃棄物管理、高圧ガスボンベ取扱、局所排気装置等に係わる研修・講習会に積極的に参加するなどの努力を重ねている。

本技術室では、経験を重ねて得られた技術力を基に、幅広くかつ肌理細い技術を提供し、組織の運営維持管理に貢献している。

表 1．保有資格、免許等の種類

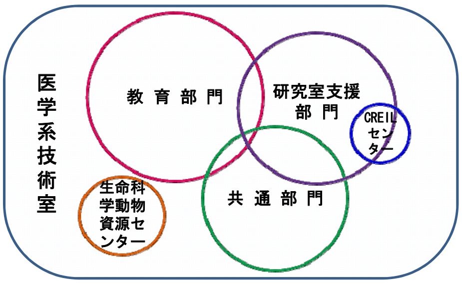
資格・免許等名称	所管・主催・認可団体等　種類
1 級小型船舶操縦士	国土交通省　免許
潜水士	厚生労働省　免許
自動車運転免許（大型特殊）	国家公安委員会　警察庁交通局　免許
第一種衛生管理者	厚生労働省　労働基準局安全衛生部　免許
一級家具技能士	都道府県知事　国家資格
二級建具技能士	都道府県知事　国家資格
特殊無線技士（無線）（ﾚｰﾀﾞｰ）	総務省　国家資格
危険物取扱者乙種	総務省　都道府県知事　国家資格
一般毒物劇物取扱者	都道府県知事　試験
特定化学物質および四アルキル鉛等作業主任者	厚生労働省　都道府県労働局　技能講習
石綿作業主任者	厚生労働省　都道府県労働局　技能講習
有機溶剤作業主任者	厚生労働省　都道府県労働局　技能講習
玉掛作業者	厚生労働省　都道府県労働局　技能講習
ウインチ特別講習	厚生労働省　都道府県労働局　技能講習
電気工事士(第二種)	経済産業省　都道府県知事　国家資格
ショベルローダ運転技能	都道府県知事　労働局長　技能講習
アーク溶接作業	厚生労働省　都道府県労働局　技能講習
防火管理者	地区消防組合　講習
刈払機取扱作業者	労働省労働基準局　特別教育
普通救命講習	市町村消防局　講習
ガス溶接講習	厚生労働省　都道府県労働局　講習
スキュバーライセンス	営利団体　技能認定　講習

業務体制および関連する資格や免許等の取得状況：医学系技術室

佐藤　晶子、丹波　道子

筑波大学医学系技術室

〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1



１．技術職員の業務体制

医学系技術室では、医学教育および研究における技術的支援を主たる職務としている。

業務遂行上、4 部門に分かれているが、2 部門の業務を兼任している技術職員もいる。

①教育部門では、医学類カリキュラム担当、看護・医療科学類カリキュラム担当、医学類実習担当、医療科学類実習担当、解剖実習担当、フロンティア医科学カリキュラム・実習担当に分かれ、主に教育支援を行っている。

②研究室支援部門では、研究室における医学医療系教員の教育研究支援のほか、附属病院病理部併任担当者、次世代医療研究開発･教育統合（CREIL）センター（データセンター担当者、フローサイトメータ担当者）が含まれる。また、研究室支援業務とともに夫々の割合で共通部門の業務を兼任している技術職員が多い。

③共通部門では、組織標本作成室、電顕・試料作製室、医学共通機器室、医学情報基盤室、工作室、医学安全管理室に分かれて専門的な技術支援を行っている。

④生命科学動物資源センター部門では、マウス胚操作・微生物汚染検査・実験装置管理などを行うサービス業務担当と飼育管理担当に分かれるが、実際には相互の業務を兼任している。

２．技術職員の資格や免許等の取得状況

技術職員の資格および免許等の取得状況は、表 1 の通りである。

医学系の職場のため、薬剤師、臨床検査技師、衛生検査技師、認定血液検査技師、臨床病理技術士、解剖技術士、認定サイトメトリー技術者の資格を有している。

また、動物を扱う職務上、獣医師、実験動物技術者の資格を習得している。

そのほかに､教育･研究や職場環境の安全衛生に係る衛生管理者、危険物取扱免状、防火管理者、食品衛生管理者､電気工事士の資格者および技能講習（圧力容器取扱作業主任者・特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者・有機溶剤作業主任者・ガス溶接技能）や 特別教育（研削砥石の取替え等の業務）を受けて知識や技術力を高め、質の高い業務を目指している。

医学系技術室では、業務経験を重ねながら培った日々の技術力のほかに、専門的な多種多様の資格や免許等の取得が行われ業務に生かしている。

表 1. 資格や免許等の取得状況

資格･免許等名称	関係業務	主催・認可、交付等団体名	備考
獣医師	動物関連	農林水産省	
実験動物技術者　（1級）	動物関連	日本実験動物協会	
実験動物技術者　（2級）	動物関連	日本実験動物協会	
薬剤師	教育研究支援	厚生労働省	
臨床検査技師	教育研究支援	厚生労働省	
衛生検査技師	教育研究支援	厚生労働省	
認定血液検査技師	教育研究支援	日本検査血液学会認定協議会	＊１）
臨床病理技術士　（2級甲類血液学）	教育研究支援	日本臨床病理学会, 同学院	
臨床病理技術士　（2級甲類病理学）	解剖関連	日本臨床病理学会, 同学院	
解剖組織技術士　（2級解剖技術士）	解剖関連	日本解剖学会	
認定サイトメトリー技術者	教育研究支援	日本認定サイトメトリー技術者認定協議会	＊２）
甲種危険物取扱者免状	教育研究支援	総務省、 都道府県知事	
第一種衛生管理者	職場巡視	厚生労働省、 都道府県労働局長	
食品衛生管理者	教育研究支援	厚生労働省	
甲種防火管理者	動物関連	日本防火協会	
第2種電気工事士	工作関連	経済産業省、 都道府県知事	
普通第一種圧力容器取扱作業主任者技能講習	動物関連	厚生労働省、 都道府県労働基準協会連合会	＊３）
特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者技能講習	教育研究支援	厚生労働省、 都道府県労働基準協会連合会	＊３）
有機溶剤作業主任者技能講習会	教育研究支援	厚生労働省、 都道府県労働基準協会連合会	＊３）
ガス溶接技能講習	工作関連	厚生労働省、 都道府県労働基準協会連合会	
研削砥石の取り替え等の業務に係る特別教育	工作関連	厚生労働省、 都道府県労働基準協会連合会	

＊１）　認定期間は5年間で、更新には筆記試験と資格審査基準単位の取得が必要である。
＊２）　認定期間は5年間で、更新には実績報告等の書類審査がある。
＊３）　技能講習を終了し主任者資格の習得者である。

業務体制および関連する資格や免許等の取得状況：農林技術センター技術室

松本　安広、横山　和人

筑波大学農林技術センター技術室

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

１．技術職員の業務体制

農林技術センター技術室は、農林学を基礎としたフィールド科学、特に食料・環境・エネルギー問題の解決に向けた研究・教育に供するとともに、国際化と地域貢献に寄与することを目的とした技術支援を行っている。技術職員の組織として教育研究推進部、農林生産技術部がある。教育研究推進部に、教育・研究企画班、国際交流班、環境計画班、地域交流・普及班、植物系統保存班の 5 班がある。農林生産技術部は、農場部門に作物生産技術班、園芸生産技術班、畜産生産技術班、農業機械生産技術班の 4 班と、演習林部門には八ヶ岳・川上演習林班、井川演習林班、筑波実験林班の 3 班合わせて 7 班で構成されている。（図 1）技術支援は班単位で実施しているが、人員不足の為、各班互いに協力して業務を遂行している。各班専属の技術職員と相互の班を兼務している技術職員の 2 通りある。

教育・研究企画班は、生物生産科学に関する実習カリキュラムや実習テキストの編集、研究圃場の管理運営、国際交流班は、学生の国際教育を強化することを目的にした、国際農学 ESD シンポジウム等の開催、環境計画班は、環境マネジメントシステム ISO14001 に代わる、センター独自の新たなマネジメントシステムの構築、地域交流・普及班はセンターの持つ知的・人的・物的資産を活用して市内や県内外の地域との交流を図りながらの社会貢献活動、植物系統保存班は、試験研究および教育に有用な食用作物、工芸作物、花卉等の品種および系統の保存、作物生産技術班は、水田と畑作の作物生産を通しての実習教育と環境負荷が小さく、安定した作物生産技術の取組み、園芸生産技術班は、施設と圃場を利用した栽培と実習、畜産生産技術班は、アニマルウェルフェアーに配慮した家畜の飼育管理システムの構築と鳥類における新しい遺伝資源の保存の開発、農業機械生産技術班は、実験・実習で使用する各種の農業機械のメンテナンスや、各種工作依頼での金属・木質材料を使用しての工作などを主な業務として行っている。八ヶ岳・川上演習林班は長野県にあり、カラマツ人工林、落葉広葉樹二次林で森林生体、希少動植物の保全と繁殖の解明、井川演習林班は、大井川の支流である東河内沢の上流部流域全体で、源流域の林地保全と流域管理、筑波実験林班は、国内産樹木類を主体に約 300 種が植栽され、樹木見本園としての機能も有するフィールドの育成管理を主な業務としている。

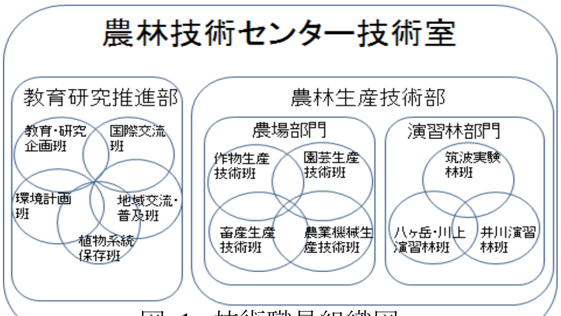


図 1. 技術職員組織図

２．技術職員の資格や免許等の取得状況

技術職員の資格および免許等の取得状況は、表 1 の通りである。動植物の育成管理を行う職務上、大型特殊自動車等の必要不可欠な免許を取得している。安全に動植物の育成管理や実験・実習教育を実施するために、労働安全衛生法に対応した様々な技能講習修了証や特別教育修了証を所持し、研究環境や安全衛生面に留意し日常の業務に従事している。

経験を重ねて得られた技術力のほかに、専門的な多種多様の資格・免許・技能講習等が要求され、各自職務内容に合わせた資格等を取得し、日常の業務に生かしている。

表 1. 資格や免許等の取得状況

資格・免許等の名称	主催・認可団体等の名称	備考
自動車整備士技能検定	国土交通大臣	
劇物毒物取扱者	都道府県知事	
危険物取扱者免状	都道府県知事	
家畜人工受精師	都道府県知事	
大型特殊自動車、牽引運転免許証(農耕車限定含)	都道府県公安委員会	
食品衛生責任者講習	都道府県食品衛生協会	
有機溶剤作業主任者	都道府県労働局長登録教習機関	
車両系建設機械運転技能講習修了証他5種類の技能講習修了証	都道府県労働局長登録教習機関	
自由研削砥石の取換え等の業務特別教育修了証他5種類の特別教育修了証	都道府県労働局長登録教習機関	
刈払機取扱作業者安全教育修了証	都道府県労働局長登録教習機関	
林業架線作業者主任者免許証他2種類の主任者免許証	都道府県労働局長登録教習機関	＊
不整地運搬車運転技能講習修了証	都道府県労働局長登録教習機関	＊
機械集材装置運転業務特別教育修了証他2種類の特別教育修了証	都道府県労働局長登録教習機関	＊
林内作業車による集材作業従事者安全教育修了証	都道府県労働局長登録教習機関	＊

＊は演習林部門特有の資格

業務体制および関連する資格や免許等の取得状況：研究基盤総合センター技術室

敦賀　将太
筑波大学研究基盤総合センター技術室（低温部門）
〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

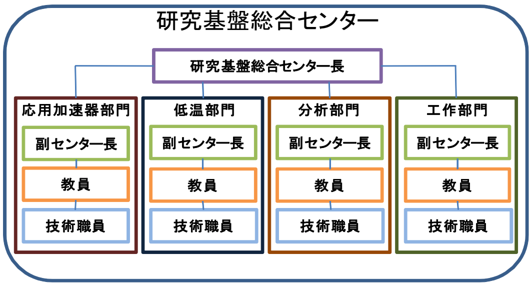
１．技術職員の業務体制

筑波大学の研究基盤総合センターは、開学時に作られた 5 つのセンターを統合して、各部門へと再編し設立された。現在は改組され 4 部門となっている。研究基盤総合センター長の下、各部門を担当する副センター長が、教員と技術職員をまとめている。

①応用加速器部門では、静電加速器を用いた物理学や工学等の研究、教育が行われている。加速器には放射線及び高圧ガスが使用されている。放射線管理は教員が行い、高圧ガス設備は副センター長を保安統括者に、教員が同代理者を、技術職員が保安係員と同代理者として管理している。また、技術職員は計算器、イオン源、機器・施設、電気一般の各担当に分けられ実験サポートをしている。加速器運転は、技術職員が日替わりで担当している。

②低温部門の業務は、寒剤の製造と供給や設備の安全管理等と共同利用に分けられ、前者は技術職員が担当し、後者は教員が担当している。低温部門の液化棟にはヘリウム液化機や回収圧縮機等があり、高圧ガス製造事業所となっているため、副センター長を保安統括者に、教員が同代理者を、技術職員が保安係員と同代理者として管理している。技術職員はヘリウム液化機運転、液体ヘリウム供給を一ヵ月交代で担当している。

③分析部門には各種分析機器が設置されている。技術職員と派遣技術職員及び準研究員は、担当の各種分析機器の利用受付から講習、技術的サポート、管理等の全てを行っている。また、委託分析は技術職員のみが担当している。



④工作部門には、機械工作室とガラス工作室があり、専門の技術職員と技術補佐員がいる。実験装置や試料等の機械工作は、教員が技術相談と依頼受付をした後に、技術職員と技術補佐員が行っている。ガラス機器ついては、技術職員が技術相談と依頼受付後に、製作及び修理をしている。

２．技術職員の資格や免許等の取得状況

職務上必要な資格や免許等の取得状況は、表 1 の通りである。

応用加速器部門の技術職員は、高圧ガス製造保安責任者（第三種冷凍機械責任者免状）やゴンドラ特別教育等の資格を取得している。

低温部門の技術職員は、高圧ガス製造保安責任者（乙種機械責任者免状）やクレーン運転業務特別教育講習等の資格を取得している。

分析部門の技術職員は、第二種酸素欠乏危険作業主任者の資格を取得している。

工作部門の技術職員は、ガス溶接技能講習や自由研削砥石の取り替え業務特別教育等の資格を取得している。

研究基盤総合センターの技術職員は、長年の業務で得た幅広い専門的な技術・知識・経験を生かして、研究や教育の技術的支援を行う設備の維持管理・運用・改善や利用者の安全教育等を行っている。

表 1. 資格や免許等の取得状況

	資格・免許等名称	従事している業務内容
応用加速器部門	高圧ガス製造保安責任者―第三種冷凍機械責任者免状	高圧ガス保安係員
	第一種放射線取扱主任者免状	放射線取扱主任者の補佐
	情報処理技術者	計測制御プログラミング
	ゴンドラ特別教育	12UDペレトロン加速器整備作業
	玉掛技能講習	クレーンに荷をつける玉掛け作業
	酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者技能講習	加速器タンク内での作業
	クレーン運転業務特別教育講習	クレーンの運転
	第二種酸素欠乏危険作業主任者	加速器タンク内整備作業
低温部門	高圧ガス製造保安責任者―乙種機械責任者免状	高圧ガス製造事業所の保安管理
	クレーン運転業務特別教育講習	クレーンによる低温容器の搬入出作業
	玉掛技能講習	クレーンに荷をつける玉掛け作業
	普通自動車運転免許	トラックによる低温容器の運搬
分析部門	第二種酸素欠乏危険作業主任者	NMR装置設置室内の安全確保
工作部門	アーク溶接の業務に関する安全衛生特別教育	金属溶接作業
	ガス溶接技能講習	ガス溶接作業
	玉掛技能講習	クレーンに荷をつける玉掛け作業
	クレーン運転業務特別教育講習	クレーンの運転
	自由研削砥石の取り替え業務特別教育	携帯用・卓上グラインダ、切断機等の砥石の取替え作業

業務体制および関連する資格や免許等の取得状況：アイソトープ総合センター

渡邊　浩

筑波大学アイソトープ総合センター

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

１．技術職員の業務体制

アイソトープ総合センターの技術職員は総員 6 名で医学 RI（1,220 m^2）、アイソトープ総合センター（2,588 m^2）、生命環境 RI（1,118 m^2）の 3 施設を各 2 名で担当している。

業務は放射線障害防止法に基づく①放射線管理、② RI 施設の作業環境測定、学内 X 線装置の測定作業、③放射線施設の維持管理を行っている。①～③項目について業務を紹介する。

①放射線管理

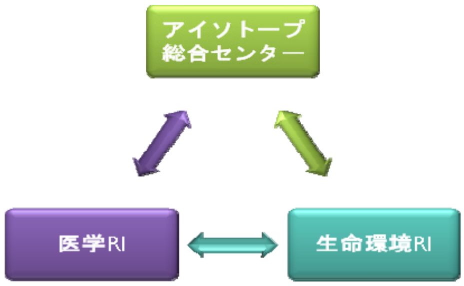
放射線の管理は各施設ごとに、放射線業務従事者数 150～200 名の被ばく測定、放射性同位元素の使用・保管・廃棄状況の記録簿作成、空間放射線線量、放射能表面汚染密度の測定記録、放射性廃棄物の梱包作業、放射性廃水の測定と排水作業等である。緊急作業では休日深夜問わず震度 4 以上発生時における施設点検と発生 45 分以内に文部科学省への報告も行っている。

② RI 施設の作業環境測定、学内 X 線装置の測定

3 施設とも非密封 RI を使うため、各施設ごとに作業環境測定を毎月 1 回行っている。学内 X 線装置（総数 58 台）の測定は年 2 回行っている。

③放射線施設の維持管理

施設の維持管理は空調設備、暖冷房用冷凍機、RI 排水処理設備の運転保守を行っている。3 施設とも昭和 50 年代の建屋のため設備が痛み維持管理に労力を費やすことが多くなってきた。



２．技術職員の資格や免許等の取得状況

アイソトープ総合センターの技術職員の資格・免許の取得状況を表 1 に示す。必要理由を以下に記す。

第 1 種放射線取扱主任者免許は特に放射線管理において必要としている。

第 1 種作業環境測定士（放射性物質）、エックス線作業主任者免許は労働安全衛生法による測定業務に必要、第 1 種衛生管理者および衛生工学衛生管理者は労働衛生の知識として必要と考えられる。

放射線施設の維持管理には冷凍機機械責任者、建築物環境衛生管理技術者、危険物取扱者、電気工事士、電気通信設備工事担任者（総合種）等の免許知識があることにより保全・保守作業が円滑に進むと思われる。また技術レベルの向上も図れ、かつ仕事の領域も広がると考えられる。

表 1. 資格や免許等の取得状況

資格・免許等名称	業務の必要個所
第 1 種放射線取扱主任者	放射線障害防止法による放射線管理
第 1 種作業環境測定士（放射性物質）、（鉱物性粉じん、特定化学物質、有機溶剤）	労働安全衛生法による測定業務
エックス線作業主任者・　第 1 種衛生管理者・衛生工学衛生管理者	労働安全衛生法による測定等の業務
建築物環境衛生管理技術者	施設の維持管理（建屋設備の保守）
第 2 種冷凍機械責任者、第 3 種冷凍機械責任者、2 級ボイラー、1 級ボイラー技士	施設の維持管理（冷凍機の運転）
危険物取扱者（乙 4）	施設の維持管理（実験用溶剤管理）
クレーン運転資格・玉掛け作業資格	施設の維持管理（γ線遮蔽物の移動）
電気工事士	施設の維持管理（電気配線工事）
電気通信設備工事担任者（総合種）	施設の維持管理（電話・光ファイバー工事）

業務体制および関連する資格や免許等の取得状況：総務部環境安全管理課

岩原　正一

筑波大学総務部環境安全管理課

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

１．技術職員の業務体制

筑波大学総務部環境安全管理課の技術職員として、教育および研究におけるサポートとして ①実験系廃棄物に関することと ②労働安全衛生に関することの 2 通りの業務を行っている。

２．技術職員の資格や免許等の取得状況

技術職員の資格および免許の取得状況は、表 1 の通りである。

水質汚濁防止法及び下水道法で規制されている物質等を取り扱う実験室にある実験流しは特定施設にあたる。特定施設のある事業者は特定施設の廃水を処理する除外施設の設置が同法律で義務付けられている。学内には 2 か所に除外施設としての実験廃水処理施設が設けられている。その実験廃水処理施設からの排水等の水質測定とその記録の保管も義務付けられている。その水質測定に環境計量士としての技術が役立てられている。

廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和 45 年法律第 137 号。廃棄物処理法）に定められた制度（職制）の一つとして特別管理産業廃棄物を生ずる事業場ごとに置くことが必要とされる特別管理産業廃棄物管理責任者は、環境省令（中央省庁再編前の厚生省令を含む）で定める資格に該当する者を事業者の指定に基づき就く。特別管理産業廃棄物管理責任者は、その事業場における当該廃棄物の処理に関する業務が適切に行われるよう管理することを職責とする。

実験廃棄物には消防法の危険物にあたるものあり、その保管、処理、処分に危険物取扱者の知識が役立てられている。また、薬品管理にも、また、下記に述べる巡視にも役立てられている。

廃液処理、廃水処理に公害防止管理者の知識が活用されている。

労働安全衛生法に関する巡視を実施するためには、衛生管理者の資格が必要である。事業場の衛生についての診断及びこれに基づく指導を行うことのできる労働衛生コンサルタントの資格を有する者が、研修会等で衛生管理者を指導している。

実験者が使用するドラフト等の点検が義務付けられている。局所排気装置自主検査インストラクターが自主検査を行えるよう講習会を実施している。

有機溶剤を使用するなどの作業場について、一般に年に 2 回作業環境測定を実施しなければならない。第一種作業環境測定士が取りまとめて実施している。

リスクアセスメント・リスクマネジメントを実施する専門家であるオキュペイショナルハイジニストは、事業者が職場での健康上のリスクを評価し、管理するために必要な技術的支援を行っている。

表 1. 免許･資格取得状況

	資格･免許等の名称
実験廃棄物関連	環境計量士（濃度、騒音振動） 甲種危険物取扱者 特別管理産業廃棄物管理責任者 公害防止管理者（水質、大気一種）
労働安全衛生関連	衛生工学衛生管理者 第一種作業環境測定士（1号、3号、4号、5号） 局所排気装置自主検査インストラクター 労働衛生コンサルタント 有機溶剤作業主任者 認定オキュペイショナルハイジニスト（日本作業環境測定協会）

筑波大学技術報告　No.33
第 12 回筑波大学技術職員技術発表会報告集

平成 25 年 3 月発行

編集　筑波大学技術職員技術発表会実行委員会編集小委員会

発行　筑波大学研究推進部研究企画課
〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1
電話 029-853-2923～4

第 12 回筑波大学技術職員技術発表会
主催
筑波大学全学技術委員会
委員長　赤平　昌文　筑波大学副学長（研究担当）

企画・運営
第 12 回筑波大学技術職員技術発表会実行委員会
［医学系技術室］
佐藤　晶子（実行委員長）
丹波　道子
［総務部環境安全管理課］
岩原　正一（実行副委員長）
［生命環境科学等技術室］
山崎　順子（実行副委員長）
飯島　英夫
［システム情報工学等技術室］
飯高　稔
北原　その美
［数理物質科学等技術室］
加藤　純雄
皆川　雄功
［農林技術センター技術室］
松本　安広
横山　和人
［研究基盤総合センター技術室］
敦賀　将太
［アイソトープ総合センター］
渡邉　浩
［学術情報メディアセンター］
関根　敏男