

ISSN 2758-5042
CODEN:TDGHFG

筑波大学

技術報告 No.41

TECHNICAL REPORT, UNIVERSITY OF TSUKUBA

2023

目 次

技術報告書

筑波大学附属坂戸高等学校 RFID 登校連絡システムの構築

加島 倫 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係 …… 1

大学等において貯蔵または排出される水銀使用製品・廃棄物の洗い出し調査

富沢 美紀・藤井 邦彦

筑波大学総務部リスク・安全管理課 …… 10

一般市民との協働による地域資源を活用した生涯学習の場「みんなの標本庫」基盤開発

山中 史江 筑波大学山岳科学センター菅平高原実験所(生命環境系技術室) …… 18

筑波大学附属坂戸高等学校 RFID 登校連絡システムの構築

加島 倫^a

筑波大学 東京キャンパス事務部 学校支援課 附属坂戸高等学校係

〒350-0214 埼玉県坂戸市千代田 1-24-1

概要

本システムは、RFID カードを用いて学生の登校状況を記録し、Web 経由の保護者への昇降口通過通知、保護者から教員へのメッセージ通知を行うシステムである。

既存学務システムと連携し、ホームルーム担任出欠席入力の補助、登校・メッセージ状況の表示、科目担当出欠席入力補助が可能である。

キーワード： RFID 登校連絡 安全管理 学生

1. 開発経緯

学校教務においては、朝の時点で学生の登校、出欠連絡の状況が収集されていなければならない。学生の当日の出欠情報は、担任が朝のホームルームで点呼を取り、電話連絡の情報とまとめて職員室の掲示板などに掲示する方法が一般的である。

本校では、一般的な朝のホームルームに学生を招集せず、直接 1 限目の授業を行うような日課となっている。そのため、1 限目の科目担当教員の出欠情報で学生が登校しているかどうかの出欠情報として扱い、病欠などの保護者からの連絡は教務当番が早朝に出勤し電話で受け付け、所属の担任へ連絡を行っていた。科目担当の出欠情報は出欠の情報のみであり、詳細情報は収集されず、どのような理由で欠席したかの情報を知るためには、担任と教務当番、科目担当に連絡して情報を統合して判断する必要があった。

学生登校時の RFID カードチェック、インターネットによる保護者連絡機能をシステム化することにより、教務当番の労力軽減および出欠情報の統合作業のスマート化を狙い、本システムを開発することとなった。

2. システム構成

本システムは、既存の学務情報システム¹⁾の追加機能であり、学務データベースと連動して動作する。

2.1 ハードウェア

・メインサーバー

本体	Dell PowerEdge R640
プロセッサ	Xeon Silver 4114 x2
ストレージ	HDD 6TB RAID5 (2TB 2.5" SAS x4)
メモリー	64GB
OS	Windows Server 2016 Standard

・外部公開 Web サーバー

本体	Dell PowerEdge R230
プロセッサ	Xeon E3-1220 v5
ストレージ	HDD 2TB RAID1 (2TB 2.5" SATA x2)
メモリー	40GB
OS	Windows Server 2016 Standard

・RFID リーダー端末

本体	Raspberry Pi 3
プロセッサ	BCM2837 1.2GHz SoC
ストレージ	microSD 16GB
メモリー	1GB
OS	Raspberry Pi OS 10

2.2 ソフトウェア

・メインサーバー

DBMS	SQL Server 2017 Standard
Web システム	IIS 10.0
開発言語	Visual Studio 2019 .net ASP, C#

・外部公開 Web サーバー

Web システム	IIS 10.0
開発言語	Visual Studio 2019 .net ASP, C#

・RFID リーダー端末

開発言語	Python
------	--------

3. 情報フロー

各部情報フローについて説明する。(図 1)

3.1 入力情報

・家庭連絡

保護者連絡(Web) → TBL-登校連絡(SQL)

Web より入力された家庭連絡文が学籍番号、入力時刻と共にテーブルに格納される。

・通過情報

RFID 端末 → TBL-RFID 履歴(SQL)

RFID 端末の作動時に、カード IDm (Manufacture ID = 固有番号)、打刻時刻、端末番号が格納される。

^a kashima.hitoshi.fp@un.tsukuba.ac.jp

- ホームルーム出欠
HR 出欠(Web) → TBL-HR 出欠(SQL)
- ホームルーム担任による出欠情報。学籍番号、各
時限出欠、欠席、忌引、出停マークを格納。

- 科目出欠
科目出欠(Web) → TBL-科目出欠(SQL)
- 科目担当者による科目出欠情報。学籍番号、科目
コード、欠席、遅刻マークを格納。

- 保健室利用情報
保健室利用(Web) → TBL-保健室(SQL)
- 養護教員による利用情報。学籍番号、入室時限、
退室時限、理由事項を格納。

- ホームルーム出欠席入力画面

TBL-登校連絡	TBL-RFID 履歴
TBL-科目出欠	TBL-HR 出欠
TBL-保健室(SQL)	

→ HR 出欠(Web)

HR 出欠、遅刻マーク、科目出欠、保健室、通過
時刻、保護者連絡フラグ、学生のほぼ全ての情報を
集計。

- 科目出欠入力画面

TBL-登校連絡	TBL-RFID 履歴
TBL-科目出欠(SQL)	

→科目出欠(Web)

科目出欠、通過時刻、保護者連絡を集計。

- 集計帳票
TBL-HR 出欠 → HR 出欠レポート(SSRS*)
TBL-科目出欠 → 科目出欠レポート
TBL-RFID 履歴 → 登校状況レポート

SQL Server の帳票機能 Web サービス(SSRS*)によ
る、各種帳票レポート出力。

*SSRS: SQL Server Reporting Services

3.2 出力情報

- 保護者連絡 Web ページ
TBL - RFID 履歴(SQL) → 保護者連絡(Web)
TBL - 登校連絡

学生の登校情報、通過時刻、保護者連絡文を集計。

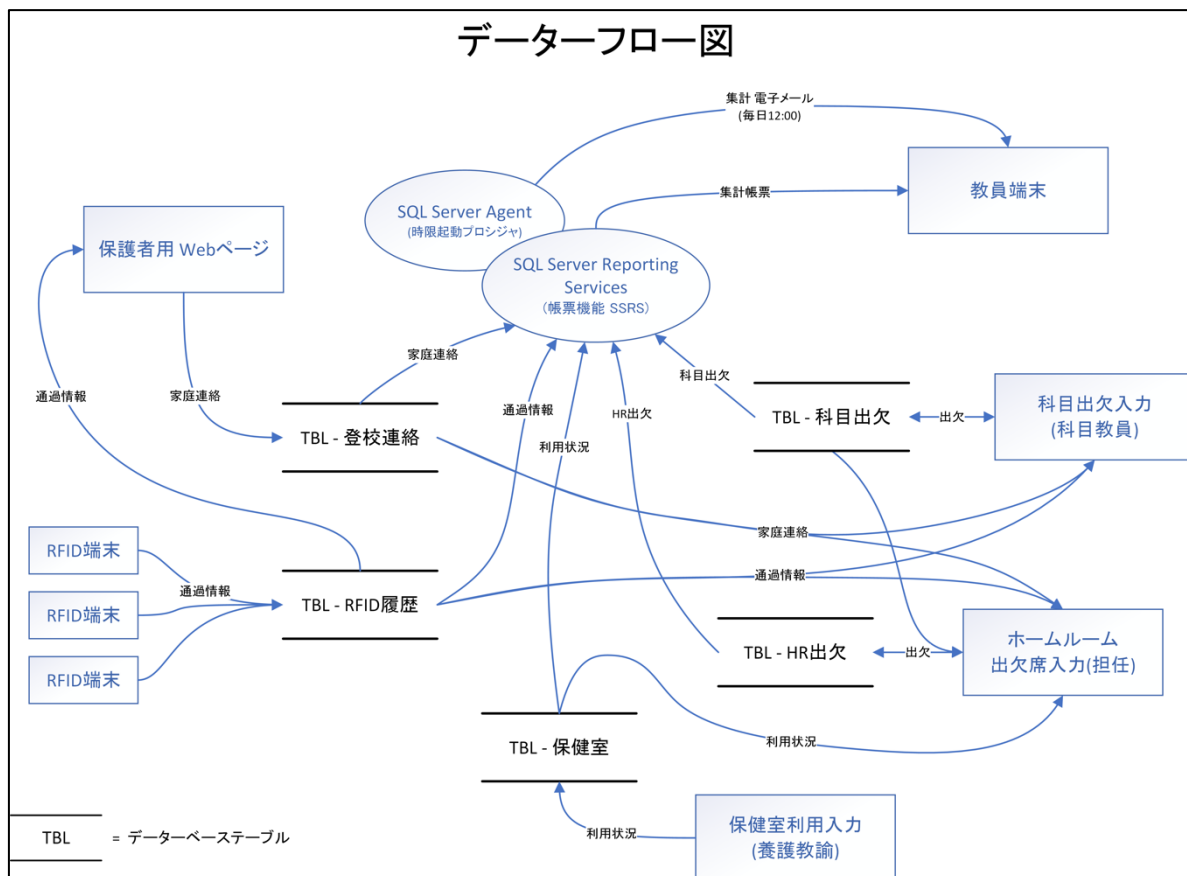


図 1. データーフロー図

4. データベース構成

SQL Server 上で使用する主要テーブル構成について説明する。(図 2)

- ・生徒テーブル
学生個人情報、HR 所属クラス他を格納する。学籍番号と HR クラス、名前の照合に使用。年 1 回進級時更新され、保存期間は卒業後 20 年間である。
- ・HR 出欠テーブル
学生 1 日ごとのホームルーム出欠情報。1 日あたり 1 人で追加更新。保存期間は卒業後 3 年間である。
- ・RFID ゲートテーブル
RFID 読み取り機の機体番号と場所名称の対応情報。
- ・RFID タグテーブル
各学生の持つ RFID カードの IDm と学籍番号の対応情報。全学生分。カード更新時逐次更新。保存期間は卒業後 1 年である。
- ・RFID 履歴テーブル
学生の RFID カードが検出された時刻と IDm、リーダー機体番号の履歴。すべての読み取り端末か

らのカード検出情報がレコード追加される。保存期間は卒業後 1 年である。

- ・科目出欠テーブル
科目担当教員が記録する科目授業の出欠情報。講座の科目コード、日付、時限、出欠、学籍番号、学生ごとの備考文等で構成される。時限ごとの記録であり、2 コマ(時限)の授業であれば、2 レコード追加される。保存期間は卒業後 3 年である。
- ・出欠名簿テーブル
教員の担当授業ごとの学生名簿情報。教務手帳に相当するもので、名簿 ID と科目コード、名簿名称の対応表となる。逐次更新。
- ・名簿所属テーブル
出欠名簿テーブルに格納した名簿情報に所属する学生の一覧情報。逐次更新。
- ・保健入室テーブル
養護教員が入力する保健室利用情報。利用案件ごとで追加更新。保存期間は卒業後 1 年である。
- ・登校連絡テーブル
保護者からの連絡情報を格納。1 日あたり 1 保護者 1 報告で追加更新。保存期間は卒業後 1 年である。

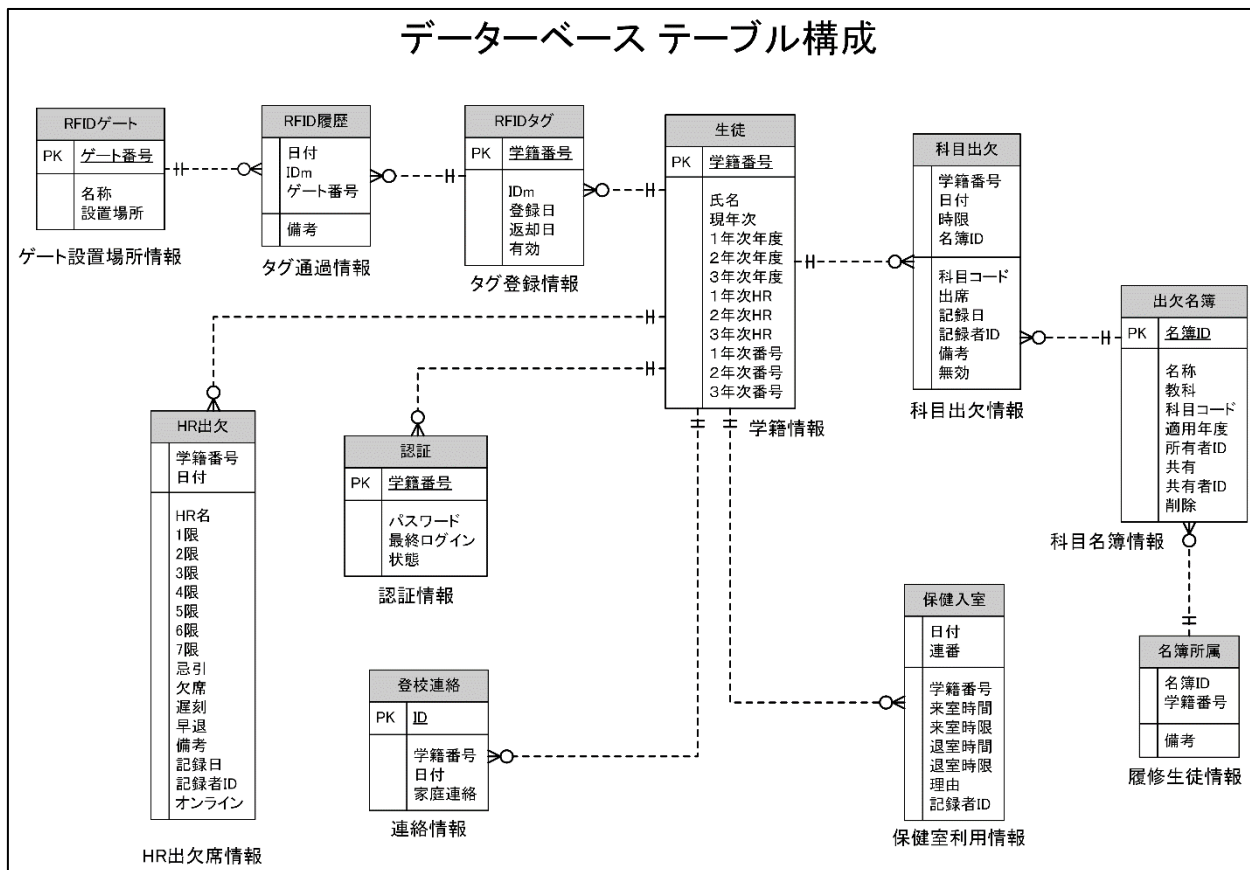


図 2. データベーステーブル構成

5. RFID リーダー端末

RFID リーダーは学生が所持する交通系 IC カードを読み取る装置であり、昇降口に3台、実習棟入口に1台、校内で合計4台設置している。(写真1)



写真1. RFID 端末

5.1 本体構成

リーダー部の処理系はデスクトップ PC の規模が必要な演算処理をするほどのものではないため、コストの安い Linux シングルボード・コンピューター Raspberry Pi を利用した構成とした。(写真2)



写真2. 端末の内部

- ハードウェア
 - 本体 Raspberry Pi 3, 16GB microSD
 - RFID リーダー Sony Pasori リーダー
 - 音声出力 アンプ付きスピーカー
 - 電源アダプタ PoE 受電
- ソフトウェア
 - OS Raspberry Pi OS (debian Linux)
 - 開発言語 Python

5.2 動作説明

Raspberry Pi の Linux システム上で RFID カードの読み取り処理を記述した Python スクリプトを実行

して、リーダーからの入力を SQL Server へ逐次送信するものである。

端末には画面表示の必要がないため、GUI 環境が除かれた Raspberry Pi OS Lite を使用し、Wi-Fi、Bluetooth の無線コンポーネントも使用しないため、/boot/config.txt を修正しシステムで無効設定としている。電源供給については、PoE スプリッタを使い、有線 LAN と共用し外部への接続線を1本とした。

・起動機序

工場出荷状態の Raspberry Pi は、電源投入後にログイン待ちの状態のままになるため、Python スクリプトを自動起動するための開始コマンドを /etc/rc.local に記述する。

```
[/etc/rc.local]
```

```
/usr/bin/python2 /root/PunchTimeClock.py \  
> /dev/console 2>&1 &
```

・Python スクリプト

読み取りプログラムの記述には、各種応用例の豊富な Python を採用した。Python はインターネット上のパッケージソフトウェアを追加することにより、機能拡張が可能な処理系であり、本システムでは nfcpy^[2] (RFID アクセス処理)、pyodbc^[3] (SQL Server 連携) パッケージを利用している。

・読み込み処理

RFID カードのアクセスには nfcpy パッケージの nfc.clf (Contactless Frontend = 非接触フロントエンド)クラスを使用する。

読み込み処理の場面(sense メソッド)では、NFC-A/B、NFC-F などの対象のカード規格 (RemoteTarget)の指定、さらに NFC-F(Felica)においては交通系、職員証などカードの事業者割り当て (System Code)をあらかじめ指定しなければならない場合があり、例えば Felica と NFC Type-A に対応した混在検出では、複数の規格の同時検出を行うため、Remote Target の要求ごとに分割して読み込み手続きをする必要がある。

読み込みできるカード規格を増やした場合、交通系 IC カードでも NFC-A タグ両方とも利用可となり、学生が所持可能なカード種を増やすことができるが、分割読み込みによるタイムロスが発生する。学生がカードをリーダーに置いてもすぐに反応せず朝の登校時におけるの実用性に欠けるため、本システムでは、利用できるカードの種類を交通系 IC カードのみとした。

・スマートフォン内蔵 IC カード

単体 RFID カードと、スマートフォンに搭載される内蔵 RFID 機能とでは検出機序が異なるため、スマートフォン向けの読み取りの場合 sense メソッドを用い、カードの事業者割り当て (System Code) を明示した読み取り手続きを行う。

スマートフォンの RFID 機能は、カードを内部に複数登録することができるが、RFID 通信ユニットは1つであるため、1枚の RFID カードの情報をリ

^[2] <https://github.com/nfcpy/nfcpy>

^[3] <https://github.com/mkleehammer/pyodbc>

クエストに応じて都度書き換えし応答する仕組みとなっている。

利用カードの切り換えには設定から手動で行う方法の他、交通系 IC カードの駅やバスの利用時、即座に反応、無操作にてゲートを通することを想定した、エクスプレスカード設定と呼ばれる機能がある。この機能は学生がスマートフォンに登録した交通系 IC カードを利用するにあたり、対応すべき重要な機能である。スマートフォンのスリープ時にも RFID 応答可能とする機能であるが、リーダー側の System Code を明示した読み取り手続きをトリガーとして反応する仕組みである。System Code の不一致や、手続きが規定と違う場合は反応せず、この場合は、ユーザーはスマートフォンの設定からカードを手動選択して準備した後に使用しなければならない。

[PuchTimeClock.py] (抜粋)

```
suica =
nfc.clf.RemoteTarget("212F") ※1
suica.sensf_req =
    bytearray.fromhex("0000030000") ※2
clf = nfc.ContactlessFrontend(
    'usb:054c:06c3')
res = clf.sense(suica)
tag = nfc.tag.activate_tt3(clf, res)
tag.sys = 3
idm = binascii.hexlify(tag.idm)
```

※1 RemoteTarget 読み取り対応カードの指定

NFC-A (Type-A) "106A"
 NFC-B (Type-B) "106B"
 NFC-F (Felica) "212F"

※2 sensf_req (System Code) 事業者区分の指定

交通系カード "0000030000"
 筑波大学職員証 } "00fe000000"
 大手電子マネー }

・SQL Server 連携

データベースへの登録は pyodbc パッケージを経由し実行する。

[PuchTimeClock.py] (抜粋)

```
conn = pyodbc.connect(
    'DSN=sqlsv;UID=user;PWD=pass')
with conn.cursor() as cur:
    sql = "insert into RFID_REC (date,IDm,gate)
        values (CURRENT_TIMESTAMP,'"
        + idm + "',' + GATENUM + ")"
    conn.close()
```

端末接続は、学校施設の共用部に LAN を解放するため、セキュリティ対策として、テーブルのアクセス制限および IP フィルタ設定をしている。

・効果音

カードに反応したことを学生に判りやすくするため、効果音を設定した。

[PuchTimeClock.py] (抜粋)

```
os.system("aplay -q pop.wav")
```

6. ソフトウェア

ユーザー向けインターフェースのほとんどは、Web アプリケーション(.net ASP, C#)で構成されており、教員は机上の PC から Web ブラウザ経由で操作する。

6.1 保護者 Web ページ

保護者 Web ページは、保護者がアクセスする外部公開 Web ページであり、学生が RFID カードで入構したかの情報確認と、学校への連絡事項の入力ができる。(図 3、4)



図 3. ログイン画面

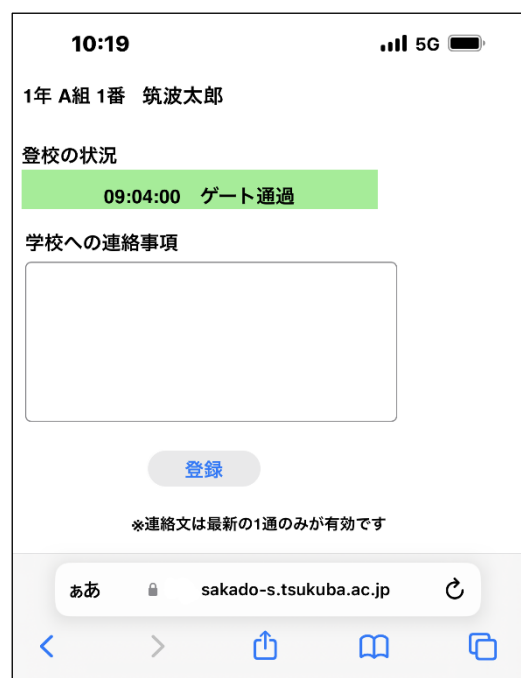


図 4. 連絡入力画面

保護者が入力する連絡事項枠は、当日の欠席連絡などでの利用を想定している。入力枠は50文字以内であり、1枠の「連絡板」として機能する。2度目以降のログインでは、直前に入力した連絡事項を再編集する格好となり、1日ごとに改新・保存される。単純・簡潔・敏速の観点から、双方向のメッセージのやりとりや、長文を分割して送り続けることはできない仕組みとなっている。

6.2 HR 出欠入力

ホームルーム担任が毎日のホームルーム出欠席を記録するためのページである。学生ごとに保護者連絡の有無(学生氏名下側)、科目出欠の状況(時限枠下側)、保健室入室状況の情報(時限枠下側)が赤緑のインジケータとして表示され、各学生の状況がリアルタイムで確認できるようになっている。(図8)

6.3 科目出欠入力

科目担当教員が1回の授業ごとの出欠情報を入力するためのページである。RFIDカードがタッチされているかの有無、保護者連絡、1時間目の出欠、HR出欠で担任が欠席にチェックしたかどうかの確認が可能である。また、科目名簿の作成時に入力する備考文が併せて参照できる。障害があるなど留意の必要な学生についての注記が可能である。(図9)

6.4 カードマネージャ

学生が持つRFIDカードの固有番号(IDm)を登録するツールである。USB接続の読み取り機(Sony Pasoriリーダー)を用いて読み取った情報をデータベースに登録する。(図5)

USB接続機器を使用するため、カードマネージャソフトはWindowsアプリケーションとして供給される。



図5. カードマネージャ

6.5 登校状況レポート

教員が昇降口の通過状況を確認するSSRSレポートページである。保護者連絡の有無の一覧が色別に表示される。(図6)

年組番	氏名	年組番	氏名	年組番	氏名	年組番	氏名
1A01	筑波 太郎	1B01	(生徒氏名)	1C01	(生徒氏名)	1D01	(生徒氏名)
1A02	筑波 一郎	1B02	(生徒氏名)	1C02	(生徒氏名)	1D02	(生徒氏名)
1A03	筑波 二郎	1B03	(生徒氏名)	1C03	(生徒氏名)	1D03	(生徒氏名)
1A04	筑波 三郎	1B04	(生徒氏名)	1C04	筑波 五郎	1D04	(生徒氏名)
1A05	(生徒氏名)	1B05	(生徒氏名)	1C05	(生徒氏名)	1D05	(生徒氏名)
1A06	(生徒氏名)	1B06	(生徒氏名)	1C06	(生徒氏名)	1D06	(生徒氏名)
1A07	(生徒氏名)	1B07	(生徒氏名)	1C07	(生徒氏名)	1D07	(生徒氏名)
1A08	(生徒氏名)	1B08	(生徒氏名)	1C08	筑波 祐郎	1D08	(生徒氏名)
1A09	(生徒氏名)	1B09	(生徒氏名)	1C09	(生徒氏名)	1D09	(生徒氏名)
1A10	(生徒氏名)	1B10	(生徒氏名)	1C10	(生徒氏名)	1D10	(生徒氏名)
1A11	(生徒氏名)	1B11	(生徒氏名)	1C11	(生徒氏名)	1D11	(生徒氏名)
1A12	(生徒氏名)	1B12	(生徒氏名)	1C12	(生徒氏名)	1D12	(生徒氏名)
1A13	(生徒氏名)	1B13	筑波 四郎	1C13	(生徒氏名)	1D13	(生徒氏名)
1A14	(生徒氏名)	1B14	(生徒氏名)	1C14	(生徒氏名)	1D14	(生徒氏名)

図6. 状況レポート

6.6 連絡受付レポート

保護者連絡Webページで入力された連絡を閲覧できるSSRSレポートページである。RFIDによる学生の登校時刻、保護者連絡が表示される。(図7)

年組番	氏名	登録時刻	連絡事項
1年E組			
13	筑波 四郎	8:29:00	耳鼻科の診察予約が入っているので、遅刻します。
1年C組			
4	筑波 五郎	7:31:00	頭痛のため欠席します
8	筑波 祐郎	9:03:00	お休みください。いつもお世話になっております。本日頭痛の高。登校時間が少し遅れます。ご迷惑おかけしますが、よろしくお願ひします。
1年D組			
24	筑波 七郎	9:17:00	家庭の都合により欠席いたします
2年B組			
39	筑波 八郎	8:21:00	頭痛のため欠席します。
4		8:34:00	本日、欠席致します
2年D組			
29	筑波 九郎	8:19:00	コロナ濃厚接触です10/4発症なので10/12までお休みします。よろしくお願ひします。
3年D組			
28	筑波 重	9:54:00	体調不良のため、欠席します。よろしくお願ひ致します。

図7. 連絡受付レポート



図 8. HR 出欠入力画面

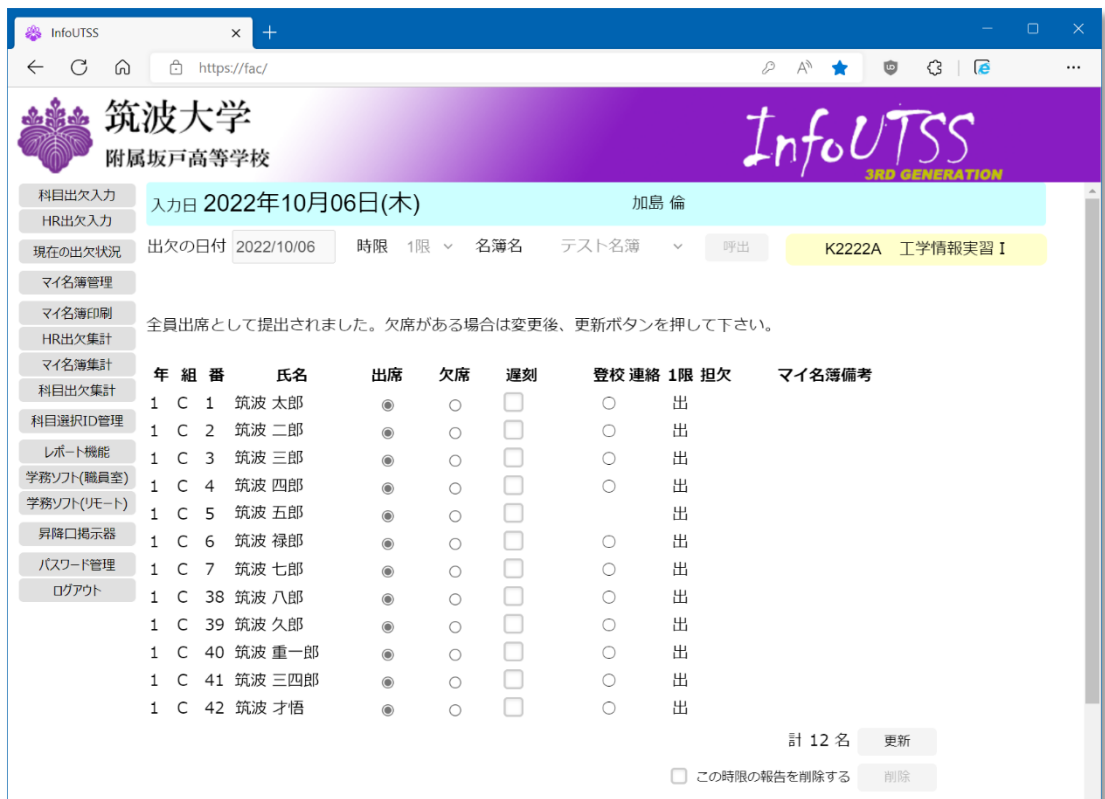


図 9. 科目出欠入力画面

6.7 保護者用 QR コード発行

保護者に親展で発行するログイン URL の QR コードが記された印刷物を出力する SRS レポートページである。(図 10)

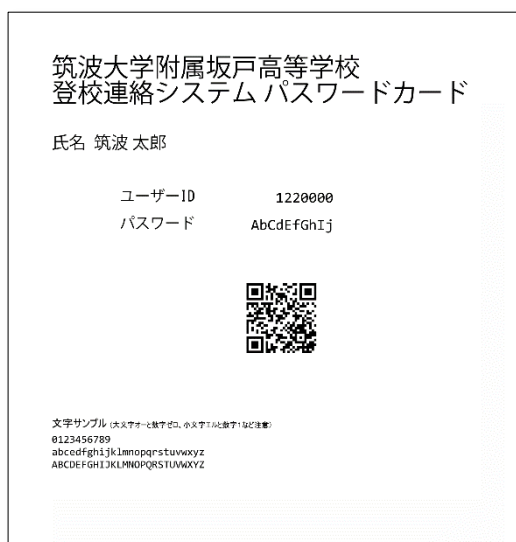


図 10. 保護者向け QR コード

7. 実際の運用と維持管理

学生の持つ RFID カードについては、現時点ではすでに所有する率の高い交通系 IC カード(Felica)を登録して使用することとした。RFID 内蔵の学生証や、キーホルダー形状のタグを頒布し利用することも可能である。

通年の運用の流れを下記に示す。

[入学時作業]

・保護者案内

入学式終了後の保護者集会にて、連絡システムの ID とパスワードに加え、連絡用の Web ページにアクセスできる QR コードを印刷した案内・説明書を配布し、翌日より連絡システムを利用できるようにする。

・カード登録

交通系 IC カードを持参させ、全学生が行う学生証写真撮影などのイベントと合同で登録作業を実施する。

[毎日の作業]

・登校通知

学生は毎朝の登校時 RFID リーダーに IC カードをタッチする。

・保護者連絡

保護者は、学生の病欠や何らかの連絡がある場合、保護者連絡用 Web ページにアクセスし、連絡事項を入力する。もしくは、RFID タッチ時刻を確認する。

・自動集計メールの確認

SQL Server の時限エージェントとデータベースメール機能により、毎日の正午に現状出欠と保護者連絡を集計した自動集計メールが職員メーリングリストへ送信される。(図 11)

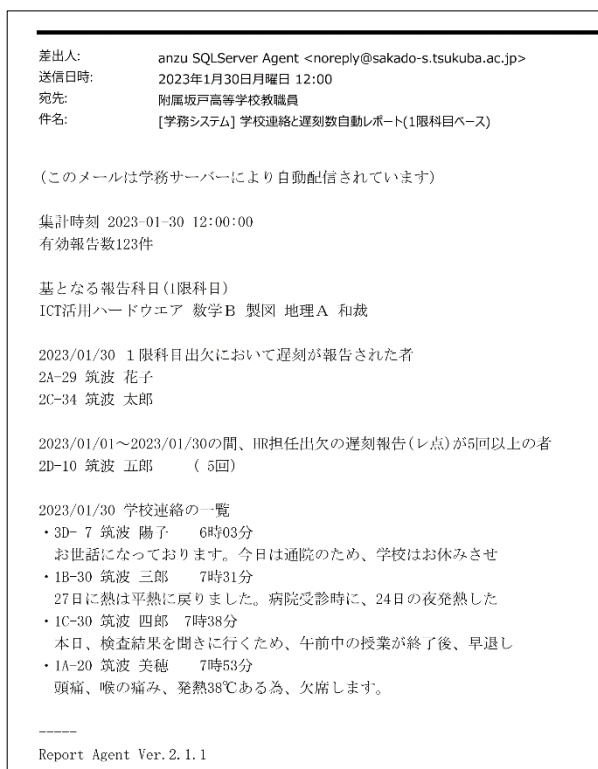


図 11. 自動集計メールの例

・科目出欠の入力

科目担当の出欠入力画面に、学生名簿と一緒に RFID タッチ時刻と保護者連絡有無が表示される。学生が教室にいない場合の対処が可能。

・HR 出欠の入力

科目出欠状況、保健室利用状況、RFID タッチ時刻、保護者連絡有無が同時に確認できる。担任は、これらの情報を総合して対処をする。

・RFID 状況レポート

学生全員の登校状況・保護者連絡有無を確認できる。職員室における登校状況掲示の補助機能となる。

[臨時作業]

・カード更新

学生の所持カードが変更になった場合の更新作業。紛失の他、定期券など交通系 IC カード更新によるものが主である。

・ID パスワード再発行、保護者対応

ID パスワード喪失の場合は QR コード用紙を再発行する。

参考文献

- [1] 加島倫, 附属坂戸高等学校学務処理システムの構築,
筑波大学技術報告 29 (2009) 28-35.
https://www.tech.tsukuba.ac.jp/2008/pdf/report/Kashima_report2008.pdf
- [2] Stephen Tiedemann, nfcpy,
<https://github.com/nfcpy/nfcpy>
- [3] Michael Kleehammer, pyodbc,
<https://github.com/mkleehammer/pyodbc>

Development of RFID Students entrance tracking and parents messaging system for the Senior High School at Sakado, University of Tsukuba

Hitoshi Kashima^{a)}

Senior High School at Sakado, Division of Services for Laboratory Schools, Department of Tokyo Campus Affairs,
University of Tsukuba,
1-24-1 Chiyoda, Sakado, Saitama, 350-0214 Japan

This system records information of passing gates of students and notify to their parents for students' safety and parents can send to message to school via the web. Otherwise, it has some functions such an assist for record of attendance in the class/subject and display an arriving school, message from parents.

Keywords: RFID, Felica, messaging from parents, tracking students

大学等において貯蔵または排出される 水銀使用製品・廃棄物の洗い出し調査

富沢 美紀^a、藤井 邦彦

筑波大学総務部リスク・安全管理課

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

水銀に関する水俣条約(水俣条約)が2017年8月16日に発効した。条約への対応のため、国は新しい法律の施行や既存の法律の改正を行った。これにより、水銀を含有する製品や薬品の取り扱いが制限され、厳しく管理することが必要となった。そこで、全国の大学等が所有している水銀を含有する製品や排出している廃棄物を調査し、情報を共有することで大学等における適切な管理を目指すことを目的としてアンケート調査を行った。本報告は、その結果を取りまとめたものである。

キーワード: 水銀、廃棄物、水銀汚染防止法、廃棄物処理法

1. はじめに

水銀に関する水俣条約(水俣条約)が2017年8月16日に発効した。それに伴い、国内では、水銀による環境の汚染の防止に関する法律(水銀汚染防止法)が施行され、さらに同年10月1日には廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃棄物処理法)の改正が行われた。これらの法律の施行により、水銀を使用した製品の製造が制限されるとともに、既に所有している水銀使用製品や薬品等については、使用、貯蔵、および廃棄物の取り扱いなど、これまで以上に厳しく管理することが求められるようになった。

これらの法律に対応するべく、大学等では積極的に水銀使用製品や貯蔵量を把握し、早期処分に向けた水銀系廃棄物の回収を行っているが、大学等における水銀の用途は多岐にわたり、我々化学物質や廃棄物を管理している実務者の知らない用途の水銀使用製品の所有や廃棄物としての排出も予想される。特に廃棄物については、水銀に関わる事故が生じた場合、環境中への漏えいなど社会的にも問題となることから実務者間で水銀を含有する廃棄物等の情報共有は極めて有益であるといえる。

そこで、本研究では、全国の国立大学等が所有・排出している水銀使用製品・廃棄物、並びにそれらを所持していた学部および研究内容を調査し、リストとして取りまとめ、情報を共有することにより、大学等における適切な水銀の管理を目指すことを目的としてアンケート調査を行った。

2. 方法

2.1 調査対象機関および周知方法

調査対象は、大学等環境安全協議会に所属の大学等とした。周知は、大学等環境安全協議会のウェブサイト¹⁾、および大学等環境安全協議会の実務者連絡会会員メーリングリスト(2018年7月現在、大学等54機関、131名が登録)へ周知を行った。

2.2 調査期間

調査は、2018年7月17日から9月末日までの約2か月間半とし、この期間の回答を取りまとめた。

2.3 調査回答方法

調査は Google フォームを利用したウェブアンケートにより実施した。アンケート項目は、「回答者の基本情報」、「実験系廃棄物の取り扱い基本情報」、「水銀系廃棄物回収について」、「水銀汚染防止法対応について」、および「水銀の貯蔵について」の5項目とした。

3. 結果

3.1 回答者の基本情報

アンケート回答件数は、36件であった。これは、大学等環境安全協議会の会員校の3割強にあたる。内訳は、国立大学31校、私立大学3校、工業高等専門学校2校であった(図1)。

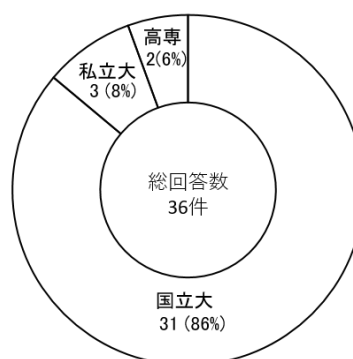


図 1. アンケート回答機関の内訳

3.2 実験系廃棄物の取り扱い基本情報

各大学等における廃棄物の事前申込(受付)方法、および回収頻度について調査した。結果は図2および図3にそれぞれ示す。

事前申込(受付)については、実験系廃液と実験系廃試薬は事前申込をエクセル等で行っている大学等

^a tomizawa.miki.fe@un.tsukuba.ac.jp

が一番多く、実験系固形廃棄物については、事前申込はせずタグ等に記入して直接持ち込む方法を採用している大学等が一番多かった。

回収頻度(図3)をみると、実験系廃液と実験系固形廃棄物については回収頻度を定めている大学等の方が多かったが、実験系廃試薬については回収頻度を定めていない大学等が多かった。

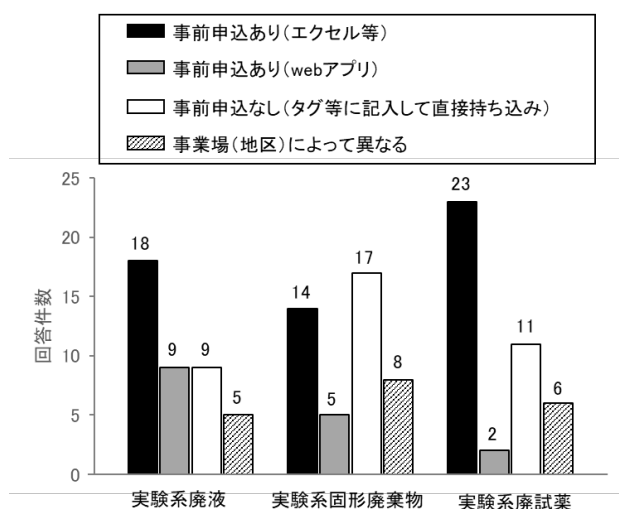


図 2. 実験系廃棄物回収の事前申込の有無

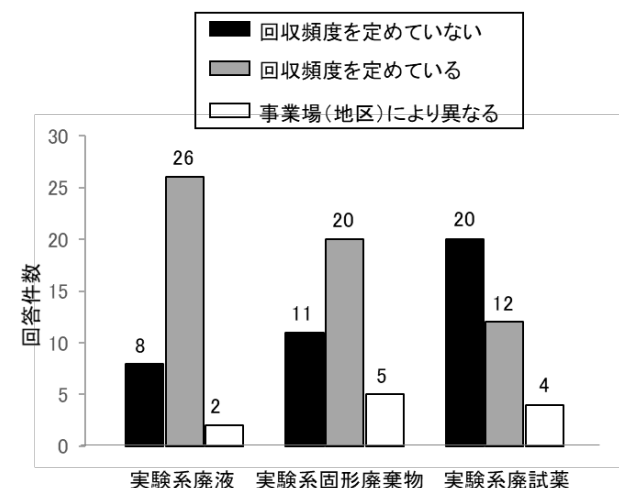


図 3. 実験系廃棄物回収頻度の設定の有無

3.3 水銀系廃棄物回収について

「水銀系廃棄物回収について」の項目では、水銀汚染防止法対応のための水銀系廃棄物(廃液、固形廃棄物)の回収実施の有無、過去に排出されたことのある水銀系廃棄物、および特種な水銀系廃棄物の調査を行った。特に、この項目においては、各大学等が所有・排出している水銀使用製品・廃棄物とそれを所持していた学部を調査・リスト化するために、環境省が作成した「主な水銀使用製品リスト」¹²⁾を参考にして写真やイラストを利用した設問や選択肢を設け、回答者が判断しやすいよう工夫した。

3.3.1 水銀系廃棄物の回収

水銀系廃棄物については、処分できる産業廃棄物処分業者が限られることから、計画的に回収および処分委託を行う必要がある。そこで、水銀系廃棄物

(廃液、固形廃棄物)について回収日を定めているか調査したところ「定めている」が 28%、「定めていない」が 58%、「一部のみ対応」が 8%、および「その他」が 6%であった(表 1)。この結果から、水銀系廃棄物(廃液、固形廃棄物)は、他の廃棄物と同時に回収している大学等が多いことが分かった。

表 1. 水銀系廃棄物の回収日の設定

選択肢	選択数
回収日を定めている	10 (28%)
回収日を定めていない(他の廃棄物と同時)	21 (58%)
一部のみ対応	3 (8%)
その他	2 (6%)

3.3.2 水銀汚染防止法対応のための水銀系廃棄物回収

「水銀汚染防止法対応のため、大規模な水銀系廃棄物の回収を実施したか」という質問について、結果は「実施済」が 55%、「未実施」が 39%、および「その他」が 6%であった(図 4)。

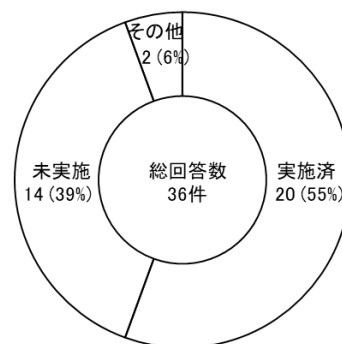


図 4. 大規模な水銀系廃棄物回収の実施の有無

「その他」は 2 件とも「一部の部局で実施」という回答であったことから、約 60%の大学等で水銀汚染防止法対応のための大規模な水銀系廃棄物の回収を実施したことが分かった。また、「実施済」と回答した大学等のうち、45%が複数回大規模な水銀系廃棄物の回収を実施したことが分かった。その大規模な水銀系廃棄物の回収時期と件数についてみると、水俣条約が締結された 2017 年 5 月 18 日以降に件数が増加しており、多くの大学等で条約締結を機に対応を行ったことが分かった(図 5)。

また、「大規模な水銀系廃棄物回収のために工夫した点」についての回答結果を表 2 に示す。最も多かった回答は「周知・呼びかけを行った」であった。また、「処分費高騰をアピール」や「今回限り大学等の予算で処分」といった工夫をしている大学等もあった。特に、「今回限り大学等の予算で処分」は、全学を跨いで多くの水銀系廃棄物を回収するためには大変有効であると考えられる。

大規模な水銀系廃棄物の回収を実施した大学等 22 校のうち処分費用負担先は、「経常予算内で処分」

が68%、「特別予算を確保し処分」が32%という結果であった(図6)。特別予算の内容としては、校長・学長裁量経費、および研究用大型備品用予算の申請などの間接経費等であった。

3.3.3 特種な水銀系廃棄物の調査

この項目では、前述したとおり、環境省が作成した「主な水銀使用製品リスト」を参考にして「過去に排出されたことのある水銀系廃棄物」を調査した。図7のように、写真やイラストを載せて、排出されたことのある水銀系廃棄物すべてにチェックをいれる形式で、1つ以上チェックがあった35大学等を対象に集計を行った。結果は表3の通りである。

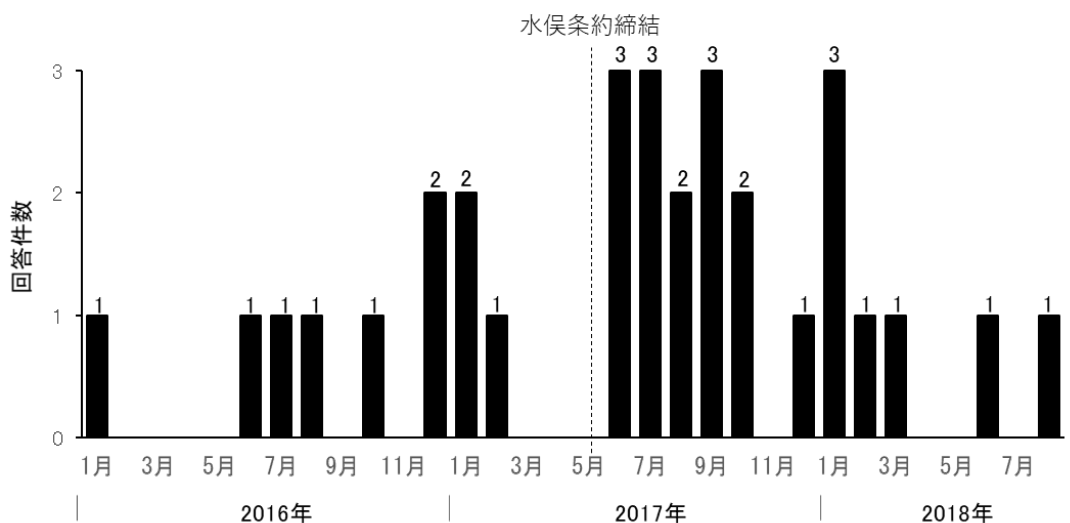


図 5. 大規模な水銀系廃棄物の回収実施時期と件数

表 2. 大規模な水銀系廃棄物回収のために工夫した点

<p>【周知・呼びかけ、回収頻度の工夫】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・法令改正の周知、一斉回収のポスターやグループウェアでの案内 ・水銀の管理が厳しくなるといったアナウンスと共に、通常年1回の回収を年2回に増やして排出を促した ・温度計等は割れた状態だと処理費用が高くなる場合があることを周知した ・一斉処分のため、各研究室の処分負担費が安くなりますと周知を行った ・法改正について周知し、今後の所持については管理の厳格化や行政への報告があることをお知らせした。併せて所持量調査を実施した。 ・薬品管理システムに登録のある研究室すべてに水銀所有状況を報告させた。今後の処分費の高騰をアピールした ・法律改正の内容、法令遵守のために調査が必要であることを盛り込み、安全衛生担当部署より全学に貯留量及び廃棄希望の有無の調査表(excel)を送付 ・安全衛生委員会で法改正の動向を報告 ・毎年、水銀廃棄物一斉処分を実施するようにした ・学内特別予算による一斉回収を2回に分けて実施。先に水銀温度計だけを回収。その後試薬類含め大規模に回収
<p>【予算関係の工夫】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今回限り大学等の予算で処分する ・大規模回収のとき、「なお当センターからの予算要求は今回限りを予定しております」と強調
<p>【その他】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・教育学部や附属学校等が洩れないように注意した ・ローラー作戦で在校全て確認してもらった

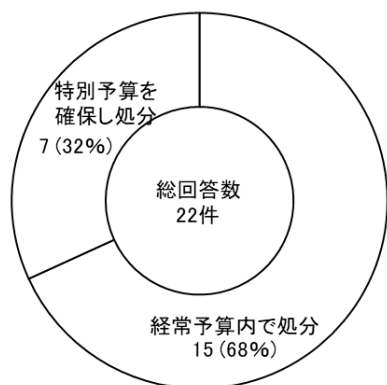


図 6. 大規模な水銀系廃棄物の処分費用負担先

□ 水銀血圧計



図 7. 「過去に排出されたことのある水銀系廃棄物」の選択肢例

表 3. 過去に排出されたことのある水銀系廃棄物

回答 順位	水銀系廃棄物の名称	回答数 (35大学等中の割合)
1	水銀汚染防止法に係る水銀系試薬等 ^{*1}	33(94%)
2	ガラス製温度計	32(91%)
3	水銀体温計	30(86%)
4	水銀式血圧計	29(83%)
5	水銀系試薬等(水銀汚染防止法に係る物質および水銀含有医薬品以外)	28(80%)
6	HIDランプ(高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ、高圧ナトリウムランプ、プロジェクターランプ、水銀キセノンランプなど)	27(77%)
7	放電ランプ(殺菌ランプ、低圧UVランプ、紫外線照射ランプ、ホロカソードランプ、ペンレイランプなど)	26(74%)
8	蛍光灯・蛍光ランプ	25(71%)
8	水銀気圧計	25(71%)
8	真空計(マクラウド真空計、マノメーター)	25(71%)
11	スイッチ・リレー	24(69%)
12	水銀含有医薬品(マーキュロクロム液(赤チン)、チメロサル、塩化第二水銀を含む医薬品など)	23(66%)
13	水銀電池	21(60%)
13	湿度計(アスマン式温湿度計、アウグスト乾湿計、アスマン通風乾湿計)	21(60%)
15	液柱型圧力計	10(29%)
16	ポロシメーター	8(23%)
16	空気亜鉛電池	8(23%)
16	顔料(水銀朱、辰砂、朱肉・印泥)	8(23%)
16	水銀等の製剤(歯科用アマルガム、写真の感光用製剤など)	8(23%)
20	水銀含有農薬	5(14%)
20	握力計	5(14%)
20	標準電池(ウェストン電池)	5(14%)
20	その他1 ^{*2} (1つでも該当すればチェックを入れる)	5(14%)
20	その他2 ^{*3} (1つでも該当すればチェックを入れる)	5(14%)
25	水銀拡散ポンプ	4(11%)
25	回転接続コネクタ(ロータリーコネクタ)	4(11%)
25	浮ひょう形密度計	4(11%)
25	水銀整流器	4(11%)
29	弾性圧力計(ダイヤフラム式に限る)	3(9%)
29	その他3 ^{*4} (1つでも該当すればチェックを入れる)	3(9%)
31	水銀充満圧力式温度計	2(6%)
31	積算時間計 ※医療機器に組込	2(6%)
33	圧力伝送器(ダイヤフラム式のものに限る)	1(3%)
33	ジャイロコンパス	1(3%)

*1 金属水銀、塩化第一水銀、酸化第二水銀、硫酸第二水銀、硝酸第二水銀・硝酸第二水銀水和物、硫化水銀、辰砂(硫化水銀を含む鉱物)

*2 その他1: 周波数標準機、駆除剤・殺虫生物剤および消毒剤(医薬品および農薬を除く)、塗料(酸化第二水銀を含む塗料)、圧力逃し装置、ダンパ、X線管

*3 その他2: 赤外線検出素子(水銀、カドミウム、テルルを混合したもの)、放射線検出器(X線センサー)、ひずみゲージ式センサー(脈波計)、水銀電量計、鏡(巨大望遠鏡用)、参照電極

*4 その他3: 温度定点セル(水銀三重点セル)、ボイラ(二流体サイクルに用いられるものに限る)、灯台の回転装置、水銀トリム・ヒール調整装置※船舶で使用、水銀抵抗原器、差圧式流量計、傾斜計※船舶で使用

半数以上が排出経験ありと回答した水銀系廃棄物としては、上位から、水銀汚染防止法に係る水銀系試薬(金属水銀、塩化第一水銀、酸化第二水銀、硫酸第二水銀、硝酸第二水銀・硝酸第二水銀水和物、硫化水銀、辰砂)94%、ガラス製水銀温度計 91%、水銀体温計 86%、水銀式血圧計 83%、水銀系試薬等(水銀汚染防止法に係る物質および水銀含有医薬品以外)80%、HID ランプ(高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ、高圧ナトリウムランプ、プロジェクタ用ランプ、水銀キセノンランプなど)77%、放電ランプ(殺菌ランプ、低圧 UV ランプ、紫外線照射ランプ、ホロカソードランプ、ペンレイランプなど)74%、蛍光灯・蛍光ランプ、水銀気圧計、および真空計(マクラウド真空計、マノメーター)は 71%、スイッチ・リレー69%、水銀含有医薬品(マーキュロクロム液(赤チン))、チメロサル、塩化第二水銀を含む医薬品など)66%、水銀電池および湿度計は 60%であった。その他半数以下が排出経験のある水銀系廃棄物に

ついては、排出された主な分野別にまとめた(表 4)。理学系・工学系で排出された水銀系廃棄物は最も種類が多く、標準電池 14%(5 件)、水銀拡散ポンプ 11%(4 件)、回転接続コネクタ11%(4 件)、浮ひょう形密度計 11%(4 件)、水銀整流器 11%(4 件)、弾性圧力計 9%(3 件)、X 線管 11%(4 件)、参照電極 9%(3 件)、水銀充滿圧力式温度計 6%(2 件)、圧力伝送器 3%(1 件)、圧力逃し装置 3%(1 件)、および差圧式流量計 3%(1 件)であった。

生物・農学系では水銀含有農薬 14%(5 件)があり、農薬の種類としてはメルボルドー18、ウスプルン、ボルドウ、ルベロン等の回答があった。ただし、大学等では、過去に農薬の研究をしていた医学系や生物系の学部でもまだ所有している可能性があるため注意が必要である。

土木系(建築・工学・農学など)では、試料の細孔分布を測定するポロシメーターが 23%(8 件)であった。特にコンクリート関係の研究をしている土木系研究

表 4. 「過去に排出されたことのある水銀系廃棄物」で回答率が半数以下の主な排出分野別水銀系廃棄物

主な排出分野	排出された水銀系廃棄物の種類	備考
理学系・工学系	<ul style="list-style-type: none"> ・標準電池5件(14%) ・水銀拡散ポンプ4件(11%) ・回転接続コネクタ4件(11%) ・浮ひょう形密度計4件(11%) ・水銀整流器4件(11%) ・弾性圧力計3件(9%) ・X線管4件(11%) ・参照電極3件(9%) ・水銀充滿圧力式温度計2件(6%) ・圧力伝送器1件(3%) ・圧力逃し装置1件(3%) ・差圧式流量計1件(3%) 	
生物・農学系	<ul style="list-style-type: none"> ・水銀含有農薬5件(14%) 	農場からの排出のほか、医学系からも排出あり
土木系 (建築 工学 農学)	<ul style="list-style-type: none"> ・ポロシメーター8件(23%) 	建築学のほか工学系(無機材料科学)、農学系(農業土木学)でも排出あり
芸術系 (芸術 工芸 美術)	<ul style="list-style-type: none"> ・顔料(水銀朱、辰砂、朱肉・印泥)8件(23%) 	朱肉・印泥については事務系部局からも排出あり
海洋学系	<ul style="list-style-type: none"> ・ジャイロコンパス1件(3%) 	
医学系・附属病院	<ul style="list-style-type: none"> ・水銀等の製剤8件(23%) ・握力計5件(14%) ・積算時間計 2件(6%) ※医療機器に組込 	積算時間計は農学系、水銀アマルガムは理工学系(合成実験)でも排出あり
分野に寄らない	<ul style="list-style-type: none"> ・液柱型圧力計10件(29%) ・空気亜鉛電池8件(23%) 	

室でポロシメーターを保有していることが多いという結果だが、化学合成した触媒表面の細孔分布の測定にも使用されており、無機材料系などの合成分野も保有の可能性が高いことが分かった。

芸術系(芸術・工芸・美術)で多い水銀系廃棄物としては、顔料が23%(8件)であった。特に、水銀朱や辰砂については絵具として持っていることが多いことが分かった。

海洋学系では方位の確認に使用するジャイロコンパスが3%(1件)であった。

医学系・附属病院で主に排出された水銀系廃棄物は、水銀等の製剤23%(8件)、握力計14%(5件)、医療機器に組み込まれている積算時間計6%(2件)であった。水銀等の製剤ではアマルガムが多く、医学系だけでなく、理工学系の合成実験で使用されていた例もあった。また、液柱型圧力計29%(10件)、空気亜鉛電池23%(8件)については、様々な分野で排出されていることが分かった。

アンケートの結果から、水銀系廃棄物の主な排出分野をある程度把握することができたが、主な排出分野だけでなく大学等では意外な分野からの排出も考えられるため注意が必要である。

上記の過去に排出されたことのある水銀系廃棄物に該当しない、または該当するが他大学においても特に注意すべき特種な水銀系廃棄物として、薬学系や生物学系で排出された水銀汚染防止法に係る物質および水銀含有医薬品以外の水銀系試薬、化学系で排出されたポーラログラフ、物理学系で排出された水銀含有基盤並びに、附属学校で排出された気体分子運動用水銀管といった回答があった。

3.3.4 意外な所から廃棄物依頼があった水銀系廃棄物

特種な水銀系廃棄物ではないが意外な所から廃棄依頼があった水銀系廃棄物についてもアンケート調査を行った。その結果、プロジェクトに内蔵されている水銀ランプ、救急箱や防災用品の中からガラス製水銀体温計や赤チン(水銀含有医薬品)、非水銀系廃液貯留タンクからの金属水銀、天文系の学部からの水銀系廃棄物、地学系の鉱物標本中の辰砂等の回答があった。また、不明試薬のスクリーニングから金属水銀が見つかった事例もあった。

3.4 水銀汚染防止法対応について

水銀汚染防止法では、貯蔵する水銀等を飛散・流出するおそれのない容器に保管し、その容器や貯蔵する場所に水銀等の名称を表示すること等が必要となる。そこで、アンケートにおいて水銀汚染防止法対応のために工夫した点があるか質問した。

その結果、「対象物質全てに水銀管理ナンバーシールを発行した」、「対象物質を所持しているグループに保管容器の購入(推奨容器を紹介)または、廃棄するように通知した」、「水銀含有機器や水銀等物質を保管している保管庫には水銀の種類を明示したラベルを張り付ける等、管理についての方針を再整理し、早見表等を作成した」、「学内調査用に対応マニュアルを作成した」、および「施錠できる保管場所を用意した」など多くの回答があった。

3.5 水銀の貯蔵について

本項目では、水銀の貯蔵量把握のための学内調査実施の有無や、調査手法や報告における疑問点等についてアンケート調査を行った。

水銀汚染防止法では、特定の水銀化合物について、種類ごとにキャンパス全体で30kg以上貯蔵していた場合、年度毎に貯蔵量を取りまとめ、翌年度6月30日までに報告する必要がある(初年度は条約が発効した2017年8月16日から2018年3月31日分を2018年6月30日までに報告)。

水銀貯蔵量についての学内調査実施の有無は、複数回答可で全36大学中、「未実施」が10(28%)、「エクセルなどの調査票により実施」が13(36%)、「薬品管理システムへの登録量より集計」が17(47%)、「薬品管理システムで調査後、個別に対応」が1(2%)、および「不明」が2(6%)であった(図8)。

貯蔵量の多い水銀系試薬の上位3件を調査したところ、金属水銀が一番多かった(図9)。

また、条約発効後、初年度に水銀貯蔵量の届出(報告期限は2018年6月30日)を実施した大学等は3校だった。この3校全てで届け出の対象となった水銀は「金属水銀」であった。金属水銀の用途として、ポロシメーターの補充用に30kg以上保有していた大学等があった。ポロシメーターについては、装置に使用中の金属水銀は貯蔵の報告の対象ではないが、補充用は報告の対象となるため、他大学等においても注意が必要である。

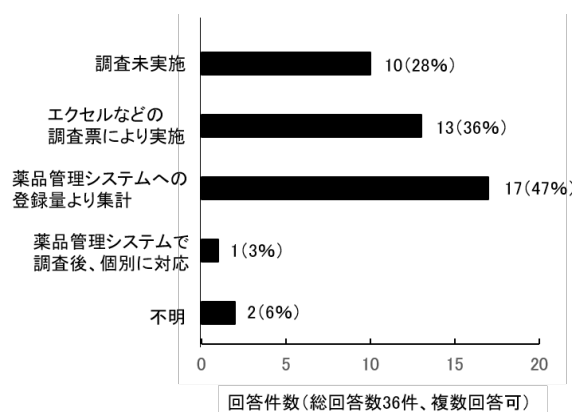


図 8. 水銀貯蔵量の学内調査方法

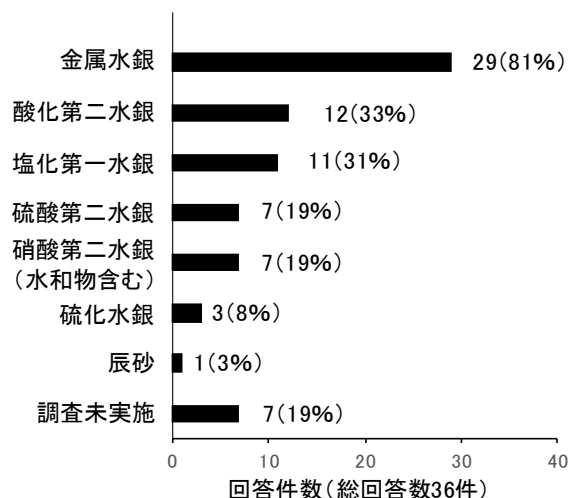


図 9. 貯蔵中の水銀試薬で重量の多いもの上位3件

このように、水銀貯蔵量調査において大学等で注意すべきは「金属水銀」であることがアンケートの結果から分かった。

4. 水銀使用製品・廃棄物の排出元別のリスト化と利用方法

今回行ったアンケート結果をもとに水銀使用製品、水銀系廃棄物を排出元別に写真付きリスト(図 10)を作成した。このリストを大学等に配布し、排出される分野別に注意すべき水銀系廃棄物を挙げることで、水銀系廃棄物の回収率も上がると考えられる。また、排出者の中には、保有している器具等が水銀を使用している製品であるという知識がない例もあるため、本リストは、不要な水銀系廃棄物の掘り起こしに極めて有効と考えられる。

芸術系（芸術・工芸・美術）	
排出された水銀系廃棄物	備考
【顔料】 ・水銀朱・辰砂  ・朱肉・印泥 	朱肉・印泥については、事務系部局からも排出あり
理学・工学系	
排出された水銀系廃棄物	備考
【水銀拡散ポンプ】 	主に化学系（分析）で排出
【水銀整流器】 	主に物理系で排出

図 10. リストの一例

5. まとめ

今回のアンケート調査に協力いただいた大学等のうち約 60%の大学等において、水銀汚染防止法対応のための水銀系廃棄物の回収を実施していることがわかった。水銀系廃棄物の回収において、「今回限り大学等の予算で処分」といった条件付きの回収は、よ

り多くの廃棄物を回収するために有効であると考えられる。処分のための予算を捻出することが難しい場合でも、きちんと全学に周知を行い、回収頻度を増やすなどの工夫により、より多くの不要な水銀系廃棄物を回収できていることが分かった。

今後、水銀系廃棄物の処分費用が高騰する可能性も指摘されていることから、水銀系廃棄物の回収を実施していない大学等については、今回のアンケート結果を活用してほしい。

また、過去に排出されたことのある水銀系廃棄物については、表 3 および表 4 から、水銀系廃棄物の種類別の排出割合や主な排出分野が把握できた。あわせて、珍しい水銀系廃棄物や意外な所から廃棄依頼があった水銀系廃棄物の掘り起こしができた。

6. 謝辞

本アンケートにご協力いただいた皆様、そして大学等環境安全協議会、および大学等環境安全協議会実務者連絡会の方々に大変感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 富沢美紀, “実務者連絡会プロジェクトアンケートの協力について(依頼)”, 大学等環境安全協議会, 2018, <https://www.daikankyo.org/%E3%82%A2%E3%83%B3%E3%82%B1%E3%83%BC%E3%83%88.html>, (2019年7月30日閲覧)
- [2] 平成 27 年度水俣条約対応技術的事項検討会, “主な水銀使用製品リスト”, 環境省, 2015, <https://www.env.go.jp/chemi/tmms/taioujijutsukento.html>, (2023年2月9日閲覧)

Fact-finding survey on the storage of mercury-using products and discharge of mercury-based waste at universities

Miki TOMIZAWA, Kunihiko FUJII
Division of Risk Management, Department of General Affairs, University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, JAPAN

The Minamata Convention on Mercury entered into force on August 16, 2017. The government has enacted new laws and amended existing laws to comply with the Convention. As a result, the handling of products and chemicals containing mercury has been restricted, requiring strict control. We conducted a questionnaire survey on the storage and discharge of mercury-containing products and mercury-based reagents at universities with the aim of achieving appropriate mercury management.

Keywords: Mercury, Waste, Act on Preventing Environmental Pollution of Mercury, Waste Management and Public Cleansing Act

一般市民との協働による地域資源を活用した生涯学習の場

「みんなの標本庫」基盤開発

山中 史江^a

筑波大学山岳科学センター菅平高原実験所(生命環境系技術室)

〒386-2204 長野県上田市菅平高原 1278-294

概要

筑波大学山岳科学センター菅平高原実験所にある標本庫では、長年にわたり約13,000点の標本が維持、管理されている。それらはデータベースを公開し国内外で利用可能となっているが、一般利用者は少ない。また、近年長野県植物誌改訂委員会から腊葉標本の寄贈を受けているが、人員・経費が不足しているため新規標本の整理が十分進んでいない。そこで、本研究にて標本庫を一般市民との協働で再整備し、地域に根差し且つ社会的意義のある場として新しい利活用法を開発したため報告する。

キーワード: 標本整理、生態写真、生涯学習、市民参画

1. はじめに

筑波大学山岳科学センター菅平高原実験所(以下、実験所)は、野生動物も生息する様々な遷移段階の植生が隣接したフィールドを有する。ここには研究設備に加え、約80年にわたり構築されてきた標本庫があり、約13,000点の標本が維持、管理されている。その多くは菅平生物多様性・生態系データベース¹で公開され、うち10,480点は国立科学博物館による事業S-Net²(サイエンスミュージアムネット)を通じてGBIF³(Global Biodiversity Information Facility)へデータ提供し、国内外で利用可能となっている。

実験所の標本庫は維管束植物、コケ植物、地衣類、昆虫、菌類等幅広い分類群の標本資料を保管しており、長野県東信地域唯一の自然史資料保存施設として、誰でも閲覧可能な開かれた標本庫としての役割も担いたいと考えてきた。しかし、コロナ禍以前の5年間(2016~2020年度)の実験所延べ利用人数が14,000人なのに対して標本庫見学者は僅か4人となっており、一般市民に活用されているとは言い難い。

一方、随時新たな標本も受け入れており、特に2020年度は長野県植物誌改訂委員会より約3,800点の寄贈があった。しかし、残念ながら実験所では標本整理の人員・経費が不足しており、標本状態は良好なもの新規受入標本の整理が十分進んでいない。

そこで、本研究にて標本庫を市民との協働で再整備し、地域に根差し且つ社会的意義のある場として、新しい利活用法の開発を目指した。単なる保管場所にとどまらず、標本が活発に有効利用される「みんなの標本庫」として、多くの人々と関わり、学びを深めながら現代的・次代的な標本庫を育み、実現して

いくという構想である。その過程で、いくつかの分類群の生態写真も収集し、標本データとリンクしたデータベースの作成にも取り組んだ。

2. 活動参加者の募集

標本庫の整備を共に行う一般の方を募集するにあたり、まず、活動を標本整理に限定せず、実験所の社会貢献活動全般に協力してくださる方を「ナチュラリスト基礎講座」受講生として募集した。ナチュラリスト基礎講座とは、本研究に合わせて2022年度に開講し、実験所ボランティアスタッフグループ「菅平ナチュラリストの会」(以下、ナチュラリスト)として活動するための基礎的な知識を習得する講座である。今回このような募集方法とした理由は、①本研究を支援いただくナチュラリストと交流を深めてもらいながら標本整理の核となる方々を育成したい、②本研究では様々な分類群に接する機会があるため、参加者に自然や生物に関する基礎的な知識を身に付けてもらいたい、③コロナ禍をふまえて不特定多数参加型ではなく、ある程度参加者を固定した活動としたい、という狙いがあったためである。

4月初めに広報を行い、4月下旬、先着順に15名の一般の方々を決定した。15名には3回にわたり著者及び実験所教職員が菅平の自然解説や、森林や草原といった実験所のフィールド案内を行い、ナチュラリストの自己研鑽活動にも参加を促して、生物に一層親しみを持ってもらえるよう働きかけた。その際、実験所が所蔵する標本の話題も提供し、標本整理活動への参加を呼びかけたところ、そのうち11名が標本整理活動に参加することとなった。以降、この11名を活動参加者と呼ぶ。

活動参加者11名の年代は50代1名、60代9名、70代1名であった。居住地は実験所の所在地である長野県上田市が6名と最も多く、他は東御市、小県郡長和町、同青木村、北佐久郡立科町で、いずれも長野県東信地域であった。

3. 標本整理活動

標本整理活動を集中的に行う日を「標本の日」と定め、活動参加者とナチュラリストに呼びかけて、6月より原則毎月第1火曜日に実施した。9月からは第3水曜日も加えた月2回を活動日として、第1火曜は主に著者が担当し、第3水曜はナチュラリストに中心となっていて活動参加者と作業を進めた。ナチュラリストはそれぞれ植物、昆虫、キノコ、地

^a yamanaka.fumie.gf@un.tsukuba.ac.jp

¹ <https://msc.tsukuba.ac.jp/field-facility/data/data-sugadaira/>

² <https://science-net.kahaku.go.jp/>

³ <https://www.gbif.org/>

表 1. 活動参加者の標本の日参加状況(○が参加日。A～E は男性、F～K は女性。)

標本の日開催日			参加状況										
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2022年	6月	7日	○	○		○		○	○	○	○	○	○
	7月	5日	○	○	○			○		○	○	○	
	8月	3日	○	○	○		○	○	○				○
	9月	13日	○	○	○			○	○	○	○	○	○
	9月	28日		○				○	○				
	10月	4日	○							○	○		
	10月	19日	○	○				○	○				
	11月	1日								○		○	
	11月	16日	○	○				○					
	12月	6日	○	○				○					
	12月	21日											
2023年	1月	18日	○					○					
参加回数			9	8	3	1	1	8	6	5	4	4	3

表 2. 2022 年度に実施した標本整理活動と成果.

活動名称	活動日	参加人数 (人)				活動内容			
		活動参加者	ナチュラリスト	筑波大学関係者	合計	腊葉標本		昆虫標本整理 (箱)	種子標本採集 (種)
						台紙貼付 (点)	配架 (点)		
ナチュラリスト定例会	2022/05/14		9		9	219			
標本の日：第1回	2022/06/07	9	3	1	13	54			
自主活動	2022/06/27		3		3	31			
標本の日：第2回	2022/07/05	7	2	2	11	74			
標本の日：第3回	2022/08/03	7	4	1	12	84			
自主活動	2022/08/20		3		3	33			
標本の日：第4回	2022/09/13	9	5	2	16	31			30
標本の日：第5回	2022/09/28	3	6	1	10	50			60
自主活動	2022/10/01		5		5	61			
標本の日：第6回	2022/10/04	3	1	1	5				47
自主活動 (自宅)	2022/10/08		1		1	220			
標本の日：第7回	2022/10/19	4	6		10	106			50
標本の日：第8回	2022/11/01	2	3	1	6	33			
自主活動 (自宅)	2022/11/07		1		1	475			
標本の日：第9回	2022/11/16	3	6		9	132			
自主活動 (自宅)	2022/11/24		1		1	363			
標本の日：第10回	2022/12/06	3	1	1	5		404		
標本の日：第11回	2022/12/21		4		4		1457		
自主活動 (自宅)	2022/12/21		1		1	310			
標本の日：第12回	2023/01/18	2	6		8	212			
自主活動 (自宅)	2023/01/18		3		3	671			
自主活動 (自宅)	2023/02/03		1		1	332			
合計		52	75	10	137	3491	1861	187	33

衣類などに精通しているため、実際の作業に加えて活動参加者への指南役も務めていただいた。

標本の日は 2023 年 1 月末までに 12 回開催し、活動参加者の参加状況は表 1 の通りで、最も多い方は 9 回参加いただいた。なお、11 月 16 日以降は、実験所周辺の路面凍結を心配し参加を見合わせる方が複数いた。

ところで、標本整理活動については標本の日以外にも、ナチュラリストの定例会で実施されたり、希望者が自主的に実験所や自宅で実施したりしたケー

スがあった。それらの活動と標本の日を合わせ、標本整理活動の実施回数は計 22 回であった(ただし、自宅での実施については、数日間にわたって実施の場合でも完成標本を実験所へ持参した時点で 1 回とカウントした)。

参加延べ人数(括弧内は重複なし)は、活動参加者が 52 名(11)、ナチュラリストが 75 名(13)、筑波大学関係者が 10 名(4)で、全体では 137 名(28)となった(表 2)。それぞれの活動内容は 3.1 から 3.4 の通り。

3.1 腊葉標本台紙貼り

長野県植物誌改訂委員会上田班が作製し、2020年度に寄贈いただいたものの仮保管状態だった腊葉標本について、活動参加者及びナチュラリストの協力によりラベルとともに台紙に貼付する作業に着手し、2023年2月3日までに3,491点の作業が完了した。

台紙貼りの作業を活動参加者と始めるにあたり、活動参加者は皆腊葉標本を扱うのが初めてであったことから、まず初回の標本の日に講習会を行った。活動参加者及びナチュラリストは植物標本庫を見学し、取り出しやすく配架された標本と、多くの標本がプラスチックケースで仮保管されている現状を確認した。そして、標本の意義と、台紙へ貼る際の葉や茎の固定方法及び注意点を学んだのち、実際の作業を開始した。活動参加者は適宜著者とナチュラリストのサポートを受け、初めは不安そうだったものの作業に少し慣れてくると楽しくなってきたようすで、皆集中し熱心に取り組んでいた。この日は約2時間で54枚の腊葉標本を台紙に貼ることができた(図1、2)。



図1. 初回「標本の日」.



図2. 完成した腊葉標本.

プラスチックケースで仮保管されている数が最も多いのが腊葉標本であったことから、7月と8月の標本の日も台紙貼り作業を中心に行った。各回の最初に前回の振り返りをするとともに、初回を欠席した方には個別に手順を伝えた。活動参加者は回数を重ねるごとに慣れてきたようすで、作業スピードも

速くなり、「貼り付ける作業がとても楽しい」といった声が聞かれた。

9月からは台紙貼りを第3水曜日に行うことにし、活動参加者はナチュラリストのサポートを受けながら作業を行った。ナチュラリストは皆植物に詳しく、中には長野県植物誌改訂委員会上田班として腊葉標本作製に関わった方もいたことから、植物の話で盛り上がりながら作業するようすも見られた。

3.2 昆虫標本整理

昆虫標本を保存している標本箱の防虫剤入れ替えを中心に参加者に実施いただいた。4回にわたって3名が作業を行い、全部で標本箱187個について作業を完了した。

まず、第2回標本の日に昆虫標本庫を紹介し、第4回標本の日より希望者に作業を行っていただいた。本学生命環境系町田龍一郎客員研究員が標本箱の取り扱い手順や注意点を説明し、参加者は防虫剤の入れ替えと、倒れている標本の刺し直しを行った(図3)。参加者は「この虫、かわいいね」と喜んだり、小さな甲虫や蛾を観察したりしながら作業を進めていた。今回、昆虫標本整理を希望したのはナチュラリストのみであったが、標本の日に実施したことで腊葉標本台紙貼り作業中の活動参加者もそのようすを見ることができた。活動参加者はチョウやトンボといった馴染みのあるものばかりではなく、ハエやアブ、ハチやカメムシなど、実に様々な昆虫が収められていることに驚いていた。

また、昆虫標本庫の標本箱には一部鳥類や哺乳類も収められており、それらについても防虫剤入れ替えと状態の確認を行っていただいた。隙間なく標本箱に詰められた仮剥製について、作業からは「やや状態がよくないのでは」といった意見があり、今後保管方法を考えていく方針となった。



図3. 昆虫標本整理作業.

3.3 種子標本採集

木本25種、草本8種、合計33種の種子を採取し、乾燥させてラベルとともに容器に入れ、植物標本庫に収蔵した。種子標本リストヘデータを追加し、筑波大学山岳科学センター菅平生物多様性・生態系データベースより公開した。

第6回標本の日、3名の活動参加者とともに実験所のフィールドをまわり、草原や森林で果実や種子を採取した。果実から種を同定して春や夏にどんな花が咲いていたのかを図鑑で調べたり、セリ科のシシウドとイブキボウフウの種子を観察して科が同じだと種子が似ていることを実際に確認したりしながら紙袋にそれらを集めた。活動参加者は、草原では結実している草本を探し、森林では動物に食べられたトチノキやチョウセンゴヨウの種子、サワグルミの果実の形に驚くなどして、楽しみながら活動していた(図4)。



図4. 種子の採集.

採集物は果肉を取り除いて乾燥機で乾燥させ、第8回標本の日容器に保存する作業を行った。ナチュラルリストからは種子をじっくり観察したのは初めてという声が聞かれ、活動参加者とともに図鑑で学びながら整理を行った。完成した種子標本は植物標本庫に収蔵した(図5)。後日、別の活動参加者が見学を訪れ、様々な形の種子があることに関心を寄せていた。



図5. 完成した種子標本.

3.4 配架作業

腊葉標本 1,861 点を配架した。

12月、台紙貼りを終了した腊葉標本が約2,000点にまで蓄積したことから、配架に着手した。第10回標本の日、ナチュラルリスト1名と活動参加者3名は、

最初に植物標本庫で科ごとに分類された状態を再確認してから、配架作業を開始した。今回台紙に貼った腊葉標本は長野県植物誌改定委員会上田班が作製したもので、プラスチックケースのなかで採集順となっていた。作業には広い部屋を使い、プラスチックケース2箱、約400点分の標本を取り出して、全員で手分けし科ごとに分類をした。その後それぞれを植物標本庫に運び、該当する科の棚へ収めた(図6A、B)。

参加者は作業を通じて、初めて聞く科の名前に驚いたり、種数が多い大きな科と小さな科があることに気付いたり、それぞれが新しい発見をしたようすであった。なかには、ラベルを隠してまず標本だけを見て種名や科名を予想し、あらためてラベルで確認するという、クイズのように楽しみながら作業する方も見られた。

ところで、実験所の標本庫は新エングレー体系に従って分類されており、当初の計画では参加者とともに現在の国際標準である APG 分類体系への移行を検討していた。しかし、多くの方のご協力により今回非常に順調に台紙貼り作業が進んだことで、標本庫の標本全てを APG 分類体系とすると現在の標本棚のスペースでは後半の科が収蔵できなくなる恐れがでてきた。そこで、標本庫の分類は現状のままとし、APG 分類体系のラベルがついている今回の1,861点については、新エングレー体系に存在する科のものは標本棚に収め、存在しない科のものは当面のあいだプラスチックケースに科ごとに再保管することにした。なお、標本棚の増設については現在早急な支援を学内に求めている。



図6. 配架作業.

A: 標本を科ごとに分類. B: 標本棚へ配架.

3.5 展示用変形菌標本

本学生命環境系出川洋介准教授の研究室に所属する生物学類4年上辰俊広さんにご協力いただき、展示用の変形菌標本を作製した(図7)。これは、出川准教授が実施する一般や子供向けの変形菌講座で使用するもので、これまでは所蔵標本の中から持ち出していたが、今回展示用として作製したことで過去に研究利用された標本の紛失を防ぐことができる。また、更新可能な標本として子供に気軽に触れてもらうなどし、変形菌に一層親しんでもらうことができる。展示用変形菌標本については引き続き、今後の

標本の日に活動参加者らと作製していく。

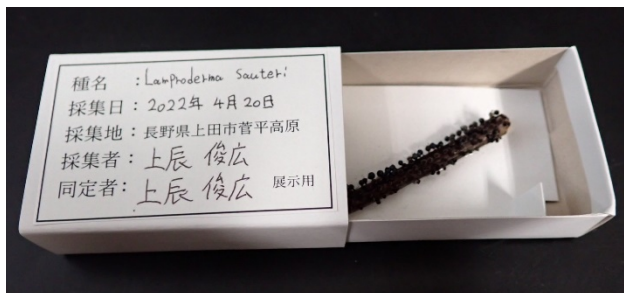


図 7. 展示用変形菌標本(画像提供 : 上辰俊広さん).

3.6 講習会

第 4 回標本の日、出川准教授に菌類標本の配架方法に関する講義を実施いただいた。ナチュラルリスト 5 名、活動参加者 9 名が参加し、参加者からは「初めて知る世界だった」などの感想が寄せられ、菌類標本の整理について興味を持ってもらうことができた。

この他、腊葉標本の貼り付け方法、昆虫標本箱の取り扱い、野外の植物観察など、標本の日やナチュラルリストの活動に参加してもらうことで標本や生物

全般への知識が深まるよう、著者、教職員、ナチュラルリストで、活動参加者のサポートを随時行った。

3.7 アンケート

今回の標本整理活動の効果を検証するため、1 月末、参加いただいた活動参加者及びナチュラルリスト 24 名に Web アンケートを実施し、13 名から回答を得た。主な設問と解答結果は図 8 の通り。

この中で設問 1「『標本の日』に参加して、よかったことはありますか(いくつでも)。」によると、「標本整理の技術を学べた。」が 11 人と最も多く、次いで「今まで知らなかった生物に出会えた。」「標本整理活動にやりがいを感じた。」が各 8 人、「身の回りの生物に興味を持つようになった。」が 6 人であった。このことから、本研究の狙いである標本整理活動を通じた生物への理解と自然科学に対する関心の深まりが達成されたと考えられる。また、設問 2 では今後の希望として、対象とする分類群の拡大や、実際に自分で標本を作製すること、いつでも作業に来られるよう標本整理専用の部屋を設けることに回答が集まった。

また、標本の日についての自由回答でも活動の継続を望む声が複数寄せられ、今後もこれらの結果を参考にしながら多くの方々の生涯学習の場として活

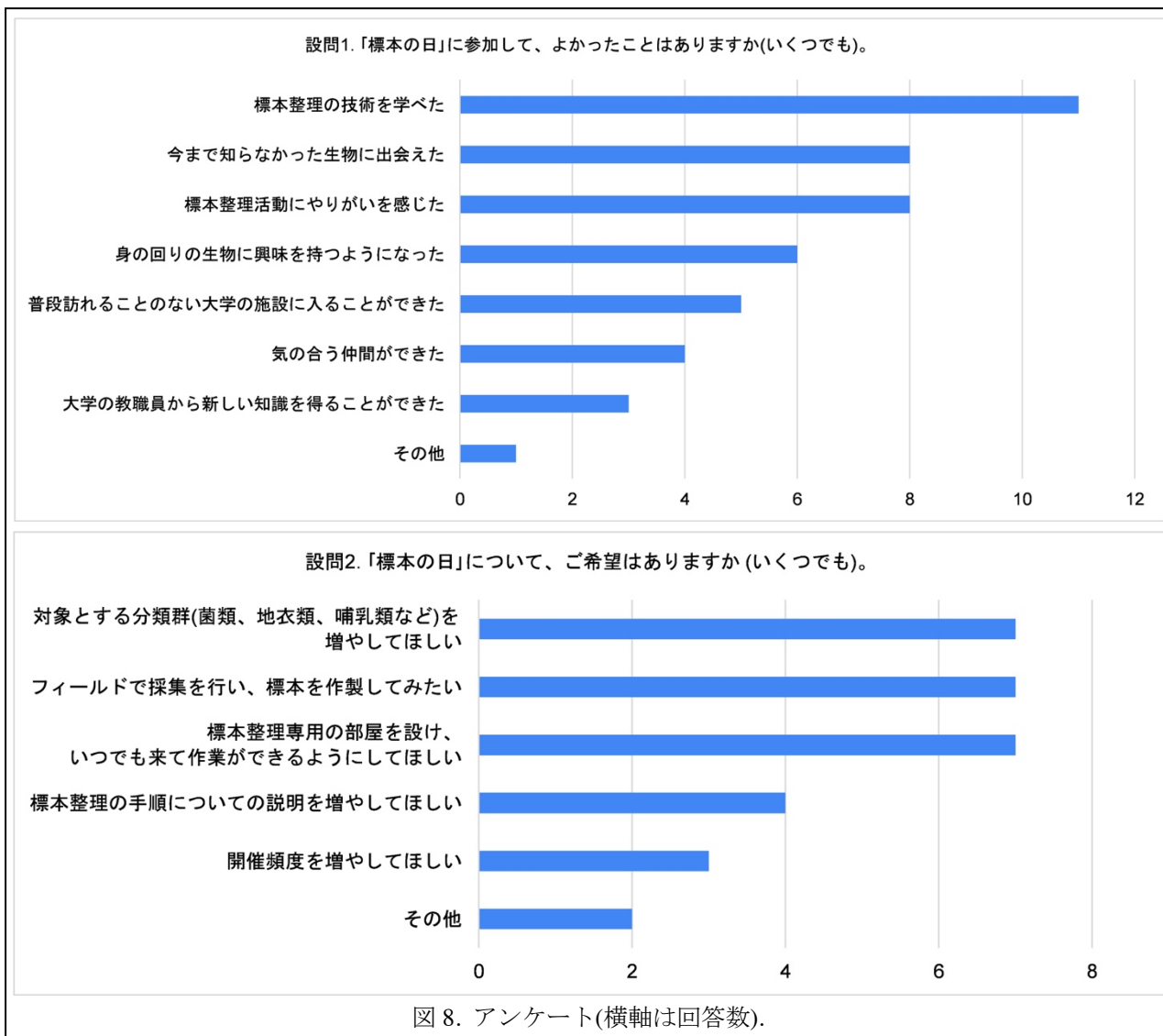


図 8. アンケート(横軸は回答数).

動を継続していきたい。

4. 生態写真データベース

生態写真の収集にあたり、当初は多くの人々から幅広く写真を収集する計画としていたが、膨大な数が集まった場合にデータの信頼性の確認にかなりの時間がかかると予想されたことから、今回は様々な生物に精通しているナチュラリストに協力いただくことにした。彼らが撮影した植物、鳥、菌類の生態写真について撮影日と場所を聞き取り、和名、学名、科名を入力して種ごとに Web サイト「生き物写真館⁴⁾」で公開した(図 9)。

2022 年度内に掲載した生物数は 67 種で、協力いただいた方は 14 名であった。内訳はコケ植物 4 種(3 科)、シダ植物 5 種(4 科)、被子植物 40 種(28 科)、菌類 3 種、鳥類 15 種となった。このうちシダ植物全てと、サイカチ、ウラジロヨウラク、ギンリョウソウモドキを除いた被子植物については標本情報へのリンクも掲載した。



図 9. 生き物写真館(トウゲシバのページ).

5. まとめと今後の展望

本研究を実施したことで、今まで人の訪れることがほとんどなかった実験所標本庫にこの 1 年間で延べ 137 人が訪れた。人々は標本整理活動を通じて標本が持つ意味や生物多様性の価値を学び、身近な生物に関心を寄せるようになるなど、本研究が人々の自然科学への意識啓発に繋がったと考えられる。なかにはこの活動に強くやりがいを感じている方もおり、今後はそのような方を核として活動を継続し、さらに人を呼び込んで発展させていく。

ところで今回整理対象とした腊葉標本は、長野県植物誌改訂委員会 上田班から寄贈された東信地域の標本であった。標本棚のスペースの都合で全ては配架できなかったが、3,491 点を台紙に貼り破損しにくい状態にし、標本ラベルをつけ情報を明確にしたこ

とで、地域の生物の記録として人々が標本を利用できるように整えることができた。また、活動参加者は皆東信地域居住で、周囲の植物に興味を持つきっかけを与えることができた。さらに、昆虫及び種子標本の整理と展示用変形菌標本の作製に着手できたことで、今後は対象を拡大し、それぞれの分類群を好む人々の力を結集した標本整理活動を展開していくことができる。

また、「生き物写真館」を Web で公開し、色味が弱く専門家向けともいえる乾燥状態の標本を生態写真で補うことで、一般の方がその種の生きている状態を想像できるよう環境を整えることができた。さらに、正確な同定に基づいた信頼性の高い生物写真を掲載しており、それらを提供できる公的機関としても今後広く貢献できる。コケ植物や菌類、鳥類は標本情報とのリンクに至らなかったが、それらの標本情報は将来的に S-Net へ登録予定であり、それを完了したのちにリンクする。なお、生態写真はまだ多数あるが今回全ては掲載できなかったため、今後もページを増やしつつ、一般の方とともにフェノロジーデータや季節ごとの画像を収集して情報を追加し、標本庫を補完する場として強化していく。

现阶段で、多くの人々の力を結集した「みんなの標本庫」が完成したとは言い難いが、本研究全体を通じ、元々自然が好きの方、退職後の趣味を探していた方、子育てを終えた方、社会へ貢献したい方といった様々な人とともに、地域の知的財産としての標本庫確立へ向け、活動を開始することができた。参加した人からは、標本整理活動をきっかけに多様な生物に出会い、大学のサポートを受けながら徐々に興味と理解を深めていくようすが見られた。本研究で、これまで注目されたことのなかった小さな標本庫が地域の生涯学習の核として新しい役割を担えたことは大きな成果であり、活動を継続することで定着し、将来的に自然科学の発展に寄与することは確実と考えられる。

今後は本研究の手法を活かし、菌類、地衣類、昆虫、哺乳類、鳥類の標本及び剥製について、それらに興味を持つ方々に参加いただきながら整理を進めていく。また、今回収集した生態写真に加えてフェノロジーデータや DNA 抽出用試料もセットで保存できるよう整備し、一般の方だけでなく専門家のニーズにも応えられる標本庫として、自然科学研究のさらなる発展に貢献できるようにする。さらに、標本展示会や生物の写真展、生涯学習の成果発表会など、本研究を一般向けイベントにも活用し、知識の普及と合わせて新規の活動参加者を集め、生きがいを創出する地域の財産として標本庫を成長させていく。

謝辞

本報告の基となった研究は、日本科学協会の 2022 年度笹川科学研究助成により遂行されました(2022-8008)。また、研究を進めるにあたり多大なるご支援をいただいた出川洋介准教授、菅平高原実験所教職員各位、岩佐富美子氏を始めとした菅平ナチュラリストの会の皆様には深く御礼申し上げます。

⁴⁾ <https://msc.tsukuba.ac.jp/webmuseum/>

Development of the base for constructing “Herbarium for citizen” as a place for lifelong learning utilizing local resources in collaboration with the general public

Fumie Yamanaka^{a)}

Sugadaira Research Station, Mountain Science Center, University of Tsukuba,
1278-294 Sugadaira-kogen, Ueda, Nagano, 386-2204 Japan

Keywords: specimen arrangement, ecological pictures, lifelong learning, citizen participation

筑波大学技術報告 No.41

令和5年3月 発行

編集・発行 筑波大学技術職員技術交流実行委員会

〒305-8577

茨城県つくば市天王台 1-1-1

E-mail: kouryu@tech.tsukuba.ac.jp