

ISSN 0916-2674
CODEN : TDGHFG

筑波大学

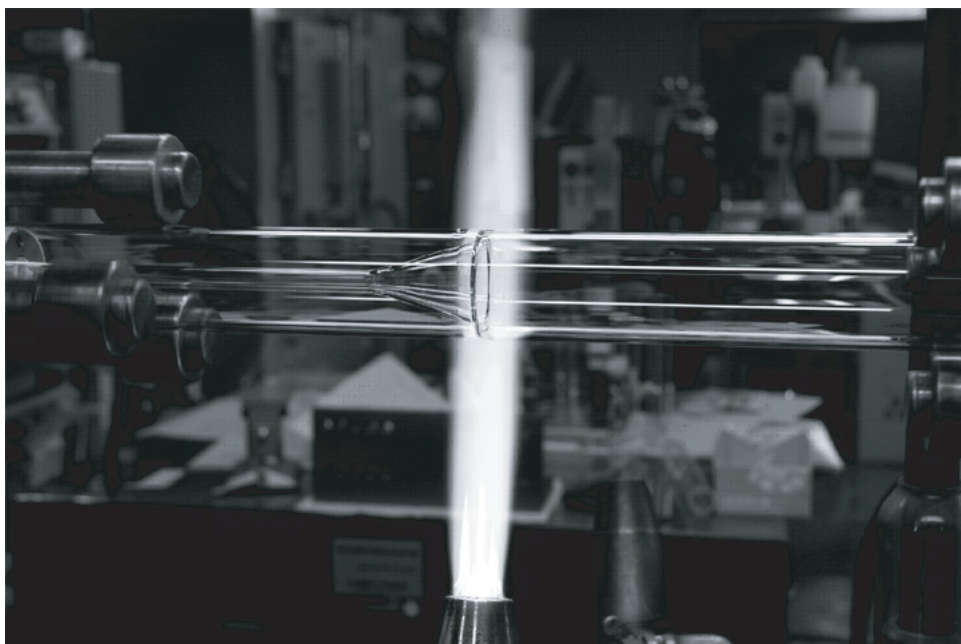
技術報告

No. 29

TECHNICAL REPORT, UNIVERSITY OF TSUKUBA

2009

第8回筑波大学技術職員技術発表会報告集
<http://www.tech.tsukuba.ac.jp/2008/>



『筑波大学技術報告』No. 29 の発刊によせて

筑波大学では、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. 29 が発刊されるはこびとなりました。

今回の報告書は、「第 8 回筑波大学技術職員技術発表会」(平成 21 年 3 月 9 日開催)における発表論文により構成されております。これは、教育・研究支援活動により多忙な日常業務の中で、本学の技術職員が創意工夫をこらした、長期間にわたる研鑽や努力の成果を報告するものです。本発表会は、法人化後、技術職員が各部局に所属されることになったにもかかわらず、全学的な活動として継続的に充実発展してきております。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など、今後のあり方の議論も含めて、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・研究の支援活動に限られたものではなく、教材の作成、教育・研究機器の設置・維持調整、資料の整理、その他教育・研究活動の広い範囲に亘っています。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、技術職員の協力は、一層重要な役割を果たしています。その一方で人件費抑制等の影響を受けて職場環境が厳しくなりつつある中、多くの技術職員がこれらの役割を果たすべく頑張っており、ありがとうございます。

このような運営費交付金削減などの厳しい状況の中で、技術職員の職務、職場環境の今日的課題の解決と将来設計を図るべく、筑波大学では平成 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を設置し、研究担当副学長が委員長、総務担当副学長及び情報環境機構長が副委員長をそれぞれ務めることとしました。平成 20 年 7 月 30 日の第 1 回全学技術委員会での提案の一部は早速実現の方向でタスクフォースを設置し、平成 20 年 11 月 21 日の第 2 回全学技術委員会ではタスクフォースの報告を受け具体的な実施に向けた検討が開始されるなど、本年度は新たな出発の年になりました。

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ご意見や、ご指導、ご助言、激励等を頂くことが出来ればと願っております。技術職員の育成と技術力の一層の向上のために、各方面のご支援をよろしくお願いいたします。

2009 年 3 月

筑波大学副学長（研究） 水林 博

目次

『筑波大学技術報告』No. 29 の発刊によせて

水林 博 筑波大学副学長 (研究) i

技術発表会報告集

加速器質量分析法でのデータ収集統合システム (AMS_DAC) の開発

大和 良広 研究基盤総合センター技術室 (応用加速器部門) 1

ホームページを CMS でリニューアル

木村 博美 研究基盤総合センター技術室 (応用加速器部門) 7

都市計画関連実習室の整備 — 計画から Podcast による報告まで —

北原 その美 システム情報工学等技術室 (情報アプリケーション班) 11

学生実験における酵母の胞子形成条件の検討

木澤 祥恵 生命環境科学等技術室 (応用生物化学系) 17

担持貴金属触媒の低温 (180 K) からの昇温還元法 (TPR)

伊藤 伸一 数理物質科学等技術室 (物性・分子工学専攻) 20

二成分系ゲルマニウム酸塩ガラスの作製とラマン散乱

間宮 精一 数理物質科学等技術室 (物性・分子工学専攻) 24

附属坂戸高等学校学務処理システムの構築

加島 倫 附属学校教育局 学校支援課 附属坂戸高等学校係学務システム WG 28

ブラックジャックゲームの設計

中山 勝 システム情報工学等技術室 (装置開発班) 36

ヘリウム液化機と運転制御システム

宮内 幹雄、近藤 裕、敦賀 将太 研究基盤総合センター技術室 (低温部門)

池田 博 数理物質科学研究科物性・分子工学専攻 (低温部門) 42

伊豆半島南部の 2 地点における海底水温長期モニタリングの技法

土屋 泰孝、佐藤 壽彦、品川 秀夫 生命環境科学等技術室 (下田臨海実験センター) 47

生物材料加工学実習における加工技術

田所 千明 生命環境科学等技術室 (農林工学系) 49

「夏休み自由研究お助け隊 2008」: 医学系からテーマを提供して

伊藤 清子、菅江 則子、佐藤 晶子、梶原 典子、文随 和美、櫻井 秀子、

福井 智津子、加藤 奈津子、樺山 綾子、大野 良樹 医学系技術室 55

光ビート法により発生した高周波信号の参照信号強度依存性

松山 英治 数理物質科学等技術室 (物性・分子工学専攻) 61

フライス盤作業の効率化
石川 健司 研究基盤総合センター（工作部門） 67

技術報告

石英ガラス製円筒炉心管内のテーパ管溶着加工
明都 茂、門脇 英樹 研究基盤総合センター（工作部門） 71

筑波大学プラズマ研究センター防災訓練実施記録 2
平田 久子 数理物質科学等技術室（物理学専攻） 76

第8回筑波大学技術職員 技術発表会報告集

開催日：2009年3月9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ェブサイト
<http://www.tech.tsukuba.ac.jp/2008/>

加速器質量分析法でのデータ収集統合システム（AMS_DAC）の開発

大和 良広

筑波大学研究基盤総合センター技術室（応用加速器部門）

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

筑波大学研究基盤総合センター応用加速器部門では、大型タンデム静電加速器による加速器質量分析（Accelerator Mass Spectrometry 以下、AMS）を行っている。この AMS システムのうち、実験における様々な操作を統括的に行うソフトウェアを開発し、AMS Data Acquisition Conductor（以下、AMS_DAC）と命名した。同システムは、良好に稼働しており AMS 実験の効率的な遂行に貢献している。

キーワード：AMS、電流積分計、自動化、C#

1. はじめに

AMS は、目的元素を 1 個単位で直接計数する超高感度測定手法である ($^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ 比で $\sim 10^{-14}$)。また、少ない試料 ($\sim 2 \text{ mg}$) で比較的短時間 (数分から数十分程度) に計測できる特徴がある。

この AMS システムのうち、同位元素比を正確に知るための 2 系統の電流積分計とリアルタイム電流表示、トレンドグラフ、測定の開始/終了のためのイオンビームの ON/OFF 制御、データ収集システムの遠隔制御、収集データの Excel とのリアルタイム連動、タイマーによる自動終了、開始/終了の音声アナウンス、逐次データの csv ファイル保存などの統括的な動作を行うソフトウェアを開発し、AMS Data Acquisition Conductor (AMS_DAC) と命名した。図 1 に AMS_DAC の稼働画面を示す。

2. 筑波大学 AMS システム

筑波大学研究基盤総合センター応用加速器部門の AMS システムは、日本最大の質量分析装置であり、極微量放射性核種 ^{26}Al , ^{36}Cl , ^{129}I の超高感度分析 (同位体比 $\sim 10^{-14}$) が可能である。目的元素をイオン化し加速器と粒子識別技術を駆使して、元素 1 個 1 個を測定でき、筑波大学独自の“マルチ分子パイロットビーム法”により実現されている。

存在量が極めて少ない長寿命放射性同位元素の測定を最も得意としており、 ^{14}C , ^{26}Al , ^{36}Cl , ^{129}I 等の測定が可能である。特に、 ^{36}Cl 測定では、大型タンデム静電加速器の性能を生かし ^{36}S との分離識別ができ、繰り返し測定精度 $\pm 3\%$ 、検出限界として $^{36}\text{Cl}/\text{Cl} \sim 10^{-15}$ を得ており、世界最高レベルの測定性能を達成している。[1][2][3][4][5]

図 2 にイオン源から検出器までの全体図を示す。

このシステムを用いて、

- 長寿命放射性同位元素をトレーサーとした地球環境科学研究
 - 南極氷床コア中の長寿命放射性同位元素分析による地球環境変動研究
 - 中性子生成核種分析による原子力施設環境モニタリングや被ばく線量計測
- 等、多くの環境・エネルギー問題に対応した研究が行われている。図 3 に測定対象試料例を示す。

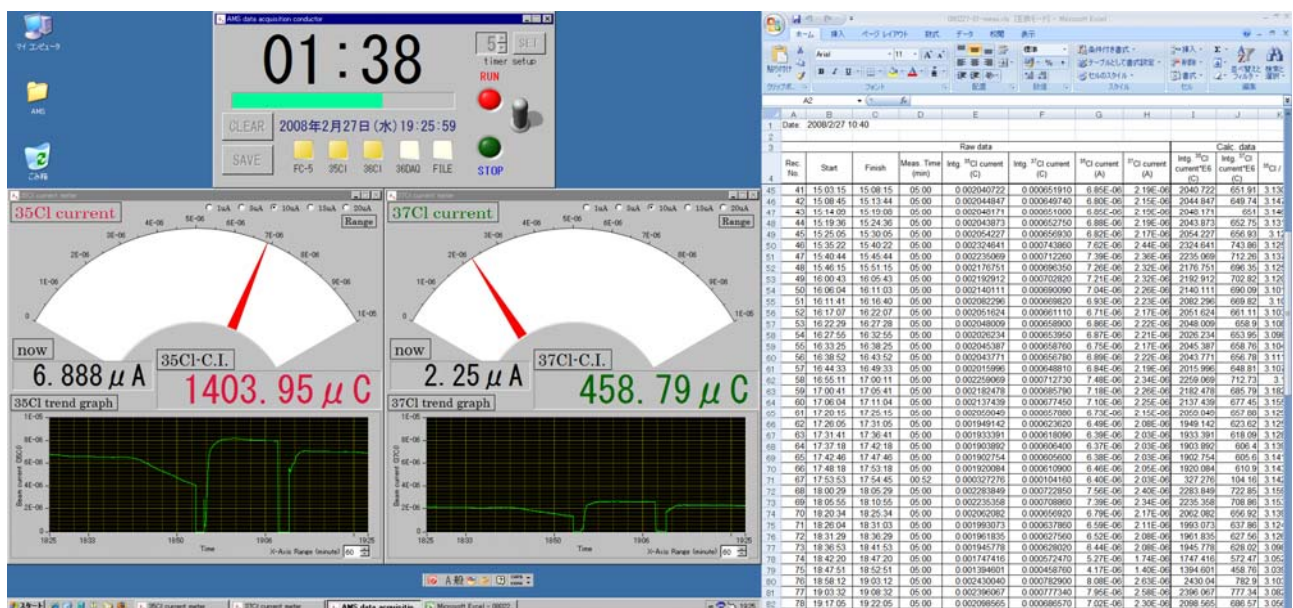


図 1. AMS_DAC 使用中の表示

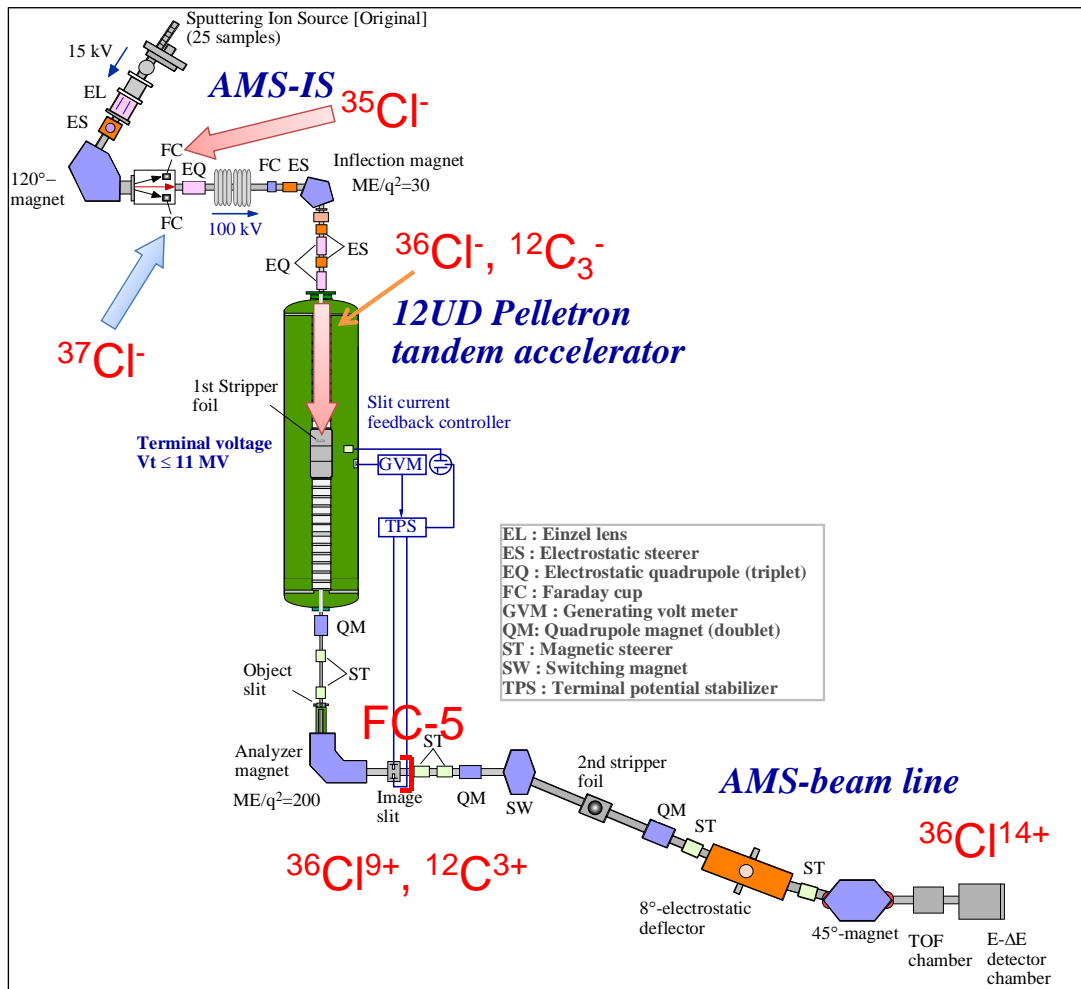


図 2. 筑波大学 AMS システム全体図



図 3. AMS 測定対象試料の例

3. 電流積分計

^{36}Cl と ^{35}Cl の比を正確に求めるためには高精度・高分解能なイオン電流の計測が必要である。図2の左上に示すように ^{35}Cl , ^{37}Cl の電流計測はファラデーカップ (以下、FC) により行っている。また、 ^{35}Cl , ^{37}Cl の FC は図2左上の AMS-IS (AMS イオン源) の 100 kV 高電圧架台上に設置されている。

^{35}Cl 用の旧電流積分計 (Current Integrator) は図4の様な装置で1秒間に電荷が貯まった分を機械的に計数器がカウントアップするものであった。部品の劣化や温度変化による変動等で積分値の信頼性が低下していたため新しい物への置き換えが検討された。

まず、本部門で一般的に使われているハードウェアの電流積分計 (ORTEC 社 439 Digital Current Integrator、以下 ORTEC439) を設置してテストしたところ、前段加速電圧、引き出しレンズ等が何らかの理由で放電し、そのショックで故障や動作不良が起こってしまった。そのため、図5左下の様なエレクトロメータ (以下、ピコアンメータ) を利用して、このアナログ電圧出力を E/O, O/E 変換の後、BNC ケーブルで9階イオン源室から2階制御室まで持って行き、2階制御室に設置した ORTEC439 に入力しカウンターとペアにして ^{35}Cl の電流積分計として利用してきた。しかし、ピコアンメータのアナログ電圧出力の精度の問題、アナログ信号の長距離配線によるノイズの問題などがあった。また、ORTEC439 の積分値の記録、カウンターリセットやスタート/ストップは人間がやらなければならない全システムのスタート/ストップの同期、自動記録による省力化が望まれた。

そこで、図5中央のピコアンメータ ADVANTEST R8340A が ^{35}Cl を、図5左下のピコアンメータ ADVANTEST R8240 が ^{37}Cl の電流計測をするようにアサインし直し 100 kV 高電圧架台上でデジタル変換して2階制御室で利用できるような方法を検討した。ピコアンメータは、共に分解能は5桁 (20 μA レンジで 1nA) で R8340A が 100 サンプル/秒、R8240 が 25 サンプル/秒の違いがある。

この2台のピコアンメータには GP-IB I/F が付いており、これを LAN から読み出す安価な方法として図6の右端の CONTEC 社 GPIB 通信メディアコンバータ RP-GPIB(FIT)GY¹ を使用して Ethernet に変換することにした。さらにイオン源の高電圧絶縁のため劣悪環境での信頼性が高い SIXNET 社 工業用スイッチングハブ・メディアコンバータ ET-GT-9ES-2SC² を使用して Ethernet - 光 - Ethernet 変換して LAN 接続している。

LAN に接続した PC のソフトウェアにより ^{35}Cl , ^{37}Cl のリアルタイム電流計測を行い、平均電流値を1秒ごとに加算しソフトウェア電流積分計とした。



図4. 旧電流積分計



図5. 電流積分のためのピコアンメータ

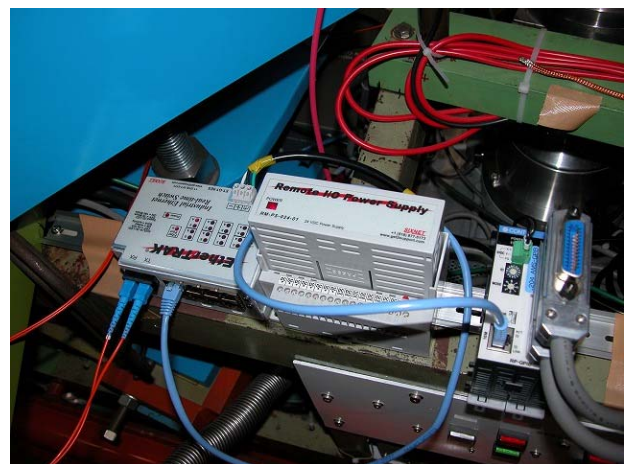


図6. GP-IB/Ethernet/光/Ethernet 変換

¹ <http://www.contec.co.jp/product/device/fit/page12.htm>

² <http://mtlkk.com/sixnet1.htm>

4. ソフトウェア開発

AMS システム全体の指揮者のようなソフトウェアとなったので AMS data acquisition conductor (AMS_DAC)と命名した。

4.1 開発環境

- [PC] Dell PC ワークステーション Precision 390 (Intel Core 2 Duo E6700 2.66GHz、3GB メモリ、250GB SATA RAID1、NVIDIA Quadro FX 3450)
- [OS] Microsoft Windows XP Professional Service Pack 3
- [開発言語] Microsoft Visual C# (Microsoft Visual Studio 2005 Service Pack 1)
- [メータ・トレンドグラフ・スイッチ類の GUI] National Instruments Measurement Studio 8.1.2 for Visual Studio 2005

を用いて開発した。筆者はこれまで Win32API を使用したプログラムを C 言語で作成した際には GUI の作成に苦労してきたが、この環境では非常に簡単に GUI の作成ができて効率良く開発が進められた。また、ハイスペックなハードウェアのおかげでプログラムのビルド速度も速く、出来上がったソフトウェアの実行速度もリアルタイム OS を用いなくても問題なく実利用可能であった。

4.2 AMS_DAC の概要

ダブルクリックによる起動と同時に図 1 左側の様な 3 枚の Window を表示し、図 1 右側の様に Excel2007 をデータ挿入用テンプレートファイル (Template_of_AMS_DAC.xlt) を読み込んだ状態で起動する。実際の画面は、図 7 左側の様に液晶モニター 2 枚で運用しており、19 インチ横置きにコントロール部を 19 インチワイド縦置きの方に Excel2007 を表示させている。

^{35}Cl と ^{37}Cl の電流平均値はピコアンメータの GP-IB I/F より RP-GPIB(FIT)GY を介して、PC に読み込んでいる。電流値の読み込みに関しては、.NET Framework 2.0 以降に実装された BackgroundWorker コンポーネントを用いた別スレッドで実行している。これは [RUN] [STOP] スイッチなどユーザーインタフェースのレスポンスを上げるためである。

読み込んだ電流値をアナログメータとデジタルメータに 100 ms 毎に表示し、トレンドグラフに変動を 1 s 毎にプロットする。Visual Studio 2005 の Timer コンポーネントの精度は 55ms^3 であるが、必要な時間精度が 1 s 以内程度なので本ソフトウェアでは Timer コンポーネントを多用している。

[RUN] スイッチを押すことにより、データ収集システムのスタート、FC-5 (図 2 下部) を OPEN し、ビームを測定室に出し、 ^{35}Cl 、 ^{37}Cl の電流積分の開始を同時に行う。その後は計測を続け減算タイマーとプログレスバーを表示して、設定時間になると自動停止する。

データは Excel2007 とリアルタイムに連動し、[RUN] [STOP] スイッチによってセルに自動挿入される。

また、1 秒毎の ^{35}Cl 、 ^{37}Cl の瞬時値、積分値も 1RUN ずつ csv ファイル 1 ファイルに別途保存している。

[RUN] 時、[STOP] 時に美しいサウンドを発生し、自動停止 5 秒前から日本語音声でカウントダウンを読み上げる機能も本システムの特徴である。



図 7. AMS_DAC を使用した実験風景

4.3 画面設計

図 1 左側の様に極力シンプルなデザインで必要最小限の表示を心掛けて設計した。Measurement Studio のおかげで非常に簡単にアナログメータやトレンドグラフの実装ができた。トグルスイッチに影まで付いている点にユーザーが感心していた。

4.4 ピコアンメータのデータ取得

「3. 電流積分計」で示したようにピコアンメータの電流値は CONTEC 社の RP-GPIB(FIT)GY を用いて LAN 経由で PC に取り込んでいる。しかし、RP-GPIB(FIT)用ドライバは、API-RPGPIB(W32)という API 関数ライブラリから利用するが、C#用のサンプルファイル等が提供されておらず、アンマネージ DLL(rpgpib1.DLL)のインポート等のための.cs は自作した。RP-GPIB(FIT)GY の C#からの利用に苦労したが、試行錯誤で R8340A, R8240 からのデータ取得に成功した。

テストを開始すると、単に電流を読み取り表示しているだけで 30 分くらいたつとフリーズするという現象が出た。これは CONTEC 社により 2008 年 8 月 19 日付けでリリースされた RP-GPIB(FIT)GY の Firmware Ver.1.11 で修正されるまでの不具合「受信コマンドでタイムアウト発生すると、初期化を行うまで正常受信できなくなる問題」のせいだった様であるが当時は Firmware のバグを知らなかったため応答が無くなったら強制的に初期化する様にして実運用した。

³ [http://msdn.microsoft.com/ja-jp/library/xy0zeach\(VS.80\).aspx](http://msdn.microsoft.com/ja-jp/library/xy0zeach(VS.80).aspx)

4.5 FC のリレー制御

FC-5 (図 2 下部) の開閉によって測定室へのビームの ON/OFF を行っている。[RUN]スイッチによって FC-5 が OPEN しビームが測定室に出る。設定収集時間になって自動終了した時、または手動で [STOP]スイッチを押した時には、FC-5 が CLOSE しビームが停止する。

この制御には、Interface社のDIO4/4 点メカニカルリレー(1c接点)/独立絶縁 12V-24V Low Profile PCIボード LPC-251100⁴ を使用した。こちらは、C#からの利用もすぐにできるようにドライバやサンプルが揃っていた。

安全のため接点を二重化し、緊急遮断スイッチもシリーズに設置した。

4.6 データ収集システムの遠隔制御

BASS データ収集システム⁵、新データ収集システム (UTTAC- DAQ)⁶ の遠隔制御は、UDPパケットを送る事で実現している。データ収集システムの [RUN] [STOP] [SAVE] [CLEAR] に対応するコマンド文字列をAMS_DACの対応ボタンを押すことで送信され、全システムと同期している。

4.7 Excel への自動データ入力

最終的に人が Excel にデータ入力してデータ処理をするのであれば最初から Excel にリアルタイムでデータを入力してしまった方が単純な計算等もすぐに出来るし手っ取り早いであろうという発想から Excel をコントロールする仕様にした。

Visual StudioからExcelを制御するには、[Microsoft Excel Object Library]への参照を追加⁷する必要がある。これを行った後、usingディレクティブに

```
using System.Reflection;
using Excel = Microsoft.Office.Interop.Excel; // Excel コントロール
```

を追加して Excel を自在にコントロールできる。

AMS_DAC では、データ挿入用テンプレートファイル (Template_of_AMS_DAC.xlt) を読み込んだ状態で Excel2007 を起動し、シートの作成日時を B1セルに挿入する。[RUN]スイッチによって記録 No.、開始時刻を各セルに挿入する。設定収集時間になって自動終了した時、または手動で[STOP]スイッチを押した時に、終了時刻、計測時間、³⁵Cl 積分値、³⁷Cl 積分値、³⁵Cl 瞬時値、³⁷Cl 瞬時値が各セルに自動挿入され、あらかじめ ³⁵Cl/³⁷Cl 等の計算式が入力されたセルにも結果が瞬時に表示される。領域を指定しグラフを表示しておけば比の変動もリアルタイムに確認できる。

ユーザーの利用時に起きた問題がある。AMS_DAC によりコントロールされている Excel のブックに RUN No.やターゲット No.、コメント等をユーザーが手入力している時に (すなわちセル内で

編集状態のカーソル時) 自動測定が終了してもデータが自動挿入できないという現象である。セル内編集していない時は、Form1.ActiveForm.Activate(); 等により Excel ヘデータ出力時に AMS_DAC Form1へ強制フォーカスすることが出来たが、セル内編集でだと未だにエラーになりこの点は解決できていない。現状、ユーザーに「終了間際には、セル内編集をしない」という嬉しくない制限付きでの運用をお願いしている。

4.8 raw データの csv ファイル保存

ユーザーから 1 秒毎の raw データも保存して欲しいとのリクエストで追加した。後で詳細解析する時にビーム変動等による統計誤差を正確に知る事が出来る様になる。

1RUN 1 ファイル作成し、データの中身は「日にち,時刻,³⁵Cl 電流値,³⁵Cl 積分値,³⁷Cl 電流値,³⁷Cl 積分値」を 1 秒毎に追記して、1RUN 終了時に閉じている。(例: 20081212_173015(35,37Cl_rd).csv)

記録するデータ量が少ない上、バッファもあり、HDD も高速なため書き込み遅延等による問題は全く起きていない。

4.9 音声によるユーザー支援

著作権フリーの wav ファイルを使用し、実験開始時にベル音、終了 5 秒前から「ご、よん、さん、に、いち」と女声アナウンスがありゼロ時に終了サウンドを流すようにした。これは、実験グループが開始時、終了時以外に効率的に他の仕事出来るようにとの配慮と夜中に眠気を多少でも払拭できればとの配慮からの機能である。

4.10 フリーソフトウェアによる高速化

以下の 2 種類のフリーソフトウェアを用いて起動の高速化と定常動作の安定化に役立てた。

- .NET R-Tune⁸
.NET Framework対応アプリケーションの起動を高速化する。
- PriorityShortcut⁹
プロセス優先度を設定しプログラムを実行するショートカットを作成する。Administratorアカウントであれば「リアルタイム」プロセスにも設定できる。

⁴ <http://www.interface.co.jp/catalog/prdc.asp?name=lpc-251100>

⁵ <http://www.tac.tsukuba.ac.jp/~hiromi/index.php?BASS>

⁶ <http://web.tac.tsukuba.ac.jp/~hiromi/index.php?UTTAC>

⁷ <http://support.microsoft.com/kb/302084/ja>

⁸ <http://software.hi-gain.org/software/netrtune/index.html>

⁹ <http://www.vector.co.jp/soft/win95/util/se411836.html>

5. まとめ

AMS_DAC が稼働するまでは、測定時に多くの人手が必要で長時間の実験での負担が大きかった。人手による操作は、それぞれの機器の測定開始動作をかけ声で始め、タイマーアラームの終了合図とともに停止、カメラによる現場計器の数値読み取り、データの記録などを行っていた。このため、時間的な誤差や入力ミスなどのヒューマンエラーもあったと思われる。さらに、旧型の電流積分計の動作不良などがあり、信頼できる電流積分値の収集が望まれていた。これらを全て解決し、全測定系の指揮者の存在となるソフトウェア AMS_DAC を開発し良好に稼働している。

AMS_DAC 導入により、なした事や従前の実験手法からの改良・改善点を以下に列記する。

- 時間を区切って測定できる機能により、同位体希釈法（量が既知の ^{35}Cl をエンリッチしたものをわざとキャリアーとして試料に加えて、 $^{35}\text{C}/^{37}\text{Cl}$ 比から元の塩素濃度を出す手法）による試料の天然 Cl 濃度定量が可能となった。
- サンプルの状態が悪かった場合でも、すべて連動している為、途中停止が可能。
- 人手が少なく済み、ヒューマンエラーが軽減。
- 電流積分値が電子情報として自動記録できる。
- トレンドグラフによるビームカレントログ機能によりこれまでペンレコーダーで記録していたものが不要となった。
- ソフトウェアスイッチで全計測システムが動作する為、誤差が少なくなった。
- 測定データの信頼性が向上した。
- 効率化による総実験時間の短縮。

謝辞

報告書執筆に当たりご助言、ご協力を頂きました数理物質科学研究科 物理学専攻 笹公和 講師、データ収集システムを遠隔制御対応にくださった応用加速器部門技術専門職員 木村博美氏に感謝いたします。

参考文献・参考 Web site

- [1] 高橋努, 塩素 36-AMS システムの改良 "硫黄 36 妨害粒子の除去について", 第 2 回技術発表会報告集 (2007) 74-79.
- [2] 笹公和, 加速器質量分析法 (AMS) による元素分析, 文部科学省-筑波大学先端研究施設共用イノベーション創出事業【産業戦略利用】セミナー講演資料 (2008).
<http://web2.tac.tsukuba.ac.jp/innovation/files/05p.pdf>
- [3] 笹公和ほか, 筑波大学 AMS システムの現状と利用研究 (2007 年度), 第 10 回 AMS シンポジウム - AMS 次の 10 年 - プロシーディングス, 東京大学, (2008) 21.
- [4] 笹公和, 加速器を利用した学際研究の展開, 筑波フォーラム 第 79 号
<http://www.tsukuba.ac.jp/public/booklets/forum/forum79/forum79.html>
- [5] 長島泰夫, 関李紀, 笹公和, 高橋努, 大型タンDEM 静電加速器による加速器質量分析, 真空, 50 (2007) 475 .
http://www.jstage.jst.go.jp/article/jvsj/50/7/50_475/_article/-char/ja

Development of AMS Data Acquisition Conductor

Yoshihiro Yamato

Tandem Accelerator Complex, Research Facility Center for Science and Technology,
University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

Software called the "Accelerator Mass Spectrometry Data Acquisition Conductor (AMS_DAC)" was developed.

This resulted in the following improvements: reduction in necessary manpower, reduction of human error, improved reliability of measurement data and reduction in total experiment time due to increased efficiency. Experiments have progressed smoothly using this system.

Keywords: AMS; automatic control; current integrator; C#

ホームページをCMSでリニューアル

木村 博美

筑波大学研究基盤総合センター技術室（応用加速器部門）

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

研究基盤総合センター応用加速器部門の前身である加速器センターのホームページは1994年に開設され、以来HTMLファイルを配置する古典的方法で管理されてきた。ホームページは公式ページと個人ページから成っているが、公式ページ¹を2008年にContent Management System (CMS) に移行した。

キーワード：ホームページ、CMS、Drupal

1. はじめに

近年、公式ホームページの重要度が増し、情報の迅速な公開が要求されるようになってきた。しかし、パソコンでHTMLファイルの編集作業をし、Webサーバーにアップロードするという方法では、限界が見えてきた。そこで、サーバー上で直接コンテンツを作成・管理するCMSに移行することにした。

2004年から、当時の主なオープンソースのCMSを調査・テストし、2005年にDrupal²（ドゥルーパル）を採用することにした。手始めに、2005年11月にAMSシンポジウム用のホームページ³をDrupalで新規作成した。更に、2006年2月にはタンデム加速器研究会のホームページ⁴もDrupalで作成した。それらの経験を生かし、加速器部門ホームページの移行作業を2006年から始めた。データを移行する作業の大半はブラウザ画面上でのコピー・ペーストで行い、残りはDrupalの拡張モジュールを使ってファイルから取り込んだ。

2. DRUPAL について

Drupalはオープンソースで開発されているCMSの一つであり、使用言語はPHPである。データベースはMySQLとPostgreSQLから選択できるが、今回はMySQLを使用した。

プログラムはモジュール構成になっており、システムは30程のモジュールで構成されている。ユーザの開発したモジュールを追加して、機能を拡張できるようになっており、2008年12月の時点でdrupal.orgには約2000個のモジュールが登録されている。今回はその中から20個のモジュールを追加した。

DrupalはWebページ以外にも、ブログやオンラインマニュアル等を作成することができる。それらの内容（コンテンツ）はデータであり、どのようなデータ構造（例えば、題目と本文で一つのデータとする）かは「コンテンツタイプ」で分類される。管理者は

必要に応じて独自のコンテンツタイプを定義することができる。今回はCCKモジュールを用いていくつかのコンテンツタイプを定義した。

コンテンツを作成・管理するにはDrupalにログインする必要がある。アカウントはデータベースに登録する以外にもLDAPやOpenID等を使用することができるが、今回はデータベースを使用した。

3. ホームページの機能と仕組み

3.1 画面デザイン

他のCMS同様、Drupalも「テーマ」の設定で画面のデザインを変更することができる。以前のホームページと同様に画面左にメニューを配置し、画面全体の幅を固定しないデザインとした。CMSのデザイナーと使用者は西洋人が多いせいか色調が淡いものが多いが、日本人には却って見にくいので少し文字を強調するようにしてある。

作業は主にCSS (Cascading Style Sheet) ファイルの編集だが、FirebugというFirefoxのアドオンを使用することで容易にできた。

3.2 検索ボックス

図1のAで示す部分が検索ボックスである。以前は検索エンジンにNumazuを使用し必要に応じて検索データを更新する必要があったが、Drupalでは、主なコンテンツはデータベースに入っているので手



図1. ホームページの表紙

¹ <http://www.tac.tsukuba.ac.jp/uttac/>

² <http://drupal.org/>

³ <http://web2.tac.tsukuba.ac.jp/ams8/>

⁴ <http://web2.tac.tsukuba.ac.jp/tandem/>

「公開情報」の投稿

題目: *
2008年12月のマシンタイム予定

公開情報: *
お知らせ

本文: *
[Ka href="/uttac/mt2008-12">2008年12月のマシンタイム予定 を載
 プリントされる方は、\[Ka href="/uttac/files/webfm/mt2008-12.pdf" t
 2008年12月MT 印刷用PDFをご利用ください。\]\(/uttac/files/webfm/mt2008-12.pdf\)](/uttac/mt2008-12)

WYSIWYGエディタを使用
 ▼入力書式

Filtered HTML
 ● 使用できるHTMLタグ: <p> <a> <cite> <code> <dl> <dd>

 ● 行と段落は自動的に折り返されます。
 ● ウェブページアドレスとメールアドレスは、自動的にハイパーリンクに変換されます。
 ● You may use **[inline:xxx]** tags to display uploaded files or images inline.
 ● You may post code using `<code>...</code>` (generic) or `<?php ... ?>` (highlighted PHP) tags.

PHP code
 ● PHP コードを投稿することができます。コードには `<?php ?>` タグを含めなければなりません。

Full HTML
 ● 行と段落は自動的に折り返されます。

Rich-Text

図 2. 公開情報の新規作成
 題目下の「公開情報」タブで情報の種類を選択する。

間がいらない。また、コンテンツへのアクセス制限が働くので、学外から検索した時には学内専用コンテンツは検索されない。ただし、PDF ファイル等のデータベースに入っていないものは検索の対象外なので、追加モジュールで対応する必要がある(準備中)。

3.3 学内専用メニュー

図 1 の B のメニューは学内からアクセスした時だけ表示されるようになっている。仕組みは簡単で、Drupal ではメニューのブロック毎に表示設定が可能で、更に PHP コードも追加できるようになっているので、閲覧者の IP アドレスを判定する PHP コードを埋め込んだだけである。

3.4 更新日時

図 1 の C で示す部分にコンテンツの更新日時が表示されるようになっている。以前は、更新日時はその都度手で書き換えていたが、コンテンツがデータベースに入っているの、表紙に SQL を発行する PHP コードを埋め込むことで、自動的に更新されるようにした。

3.5 新着情報と重要なお知らせ

コンテンツの作成メニューから公開情報の作成を選ぶと、図 2 のような編集画面で作成することができる。題目の下には情報の種類を選択できるようになっており、「更新情報」、「お知らせ」と「重要なお知らせ」から選択できる。

「更新情報」と「お知らせ」は表紙の F の部分に 8 件まで表示されるが、「重要なお知らせ」は表紙の E に強調して表示される。「重要なお知らせ」が

「タンデトロン MT」の投稿

Start date
 8 12月 2008 - 09 : 00 午前 午後

End date
 8 12月 2008 - 05 : 00 午前 午後

題目: *
「表面・薄膜のRBS-ERDA」(堀越グループ、Cコース、4Heビーム)

ログメッセージ:

追加や更新を行った理由などや、残しておきたいメッセージを記入してください。ここへ動機付けなどの説明を残しておくこと
 理解するのを助けます。また、自身が編集する際の備忘録として役立てることもできます。

→ メニューの設定
 → URLエイリアスの設定
 → コメントの設定
 → 投稿の情報
 → 掲載オプション

プレビュー 送信

図 3. タンデトロン実験予定の新規作成

1MVタンデトロンMT
 印刷用ページ
 Week : Day : テーブル / リスト

月	火	水	木	金	土	日
1	2 つくば4機関 連携ワーク ショップ「イノ ベーションつく ば2008」※マ シンタイムは 行いません。	3 「ridge電子測 定」(村上グ ループ、Bコ ース、12Cク ラスタービーム)	4	5	6	7
8 「表面・薄膜 のRBS- ERDA」(堀 越グループ、C コース、4He ビーム)	9 「PUHOPG表 面のRBS」(近 藤グループ、C コース、4He ビーム)	10	11	12	13	14
15 「イノベー ション創出専 業用マシンタ イム期間」	16 「イノベー ション創出専 業用マシンタ イム期間」	17 「イノベー ション創出専 業用マシンタ イム期間」	18	19	20	21
22	23	24 「大掃除」	25	26 「仕事納め」 /「タンデトロン 加速器真空 排気系停止作 業(マシンタ イムは行な しません)」	27 「年末年始 休業期間」 (12/27~1/4)	28 「年末年始 休業期間」 (12/27~1/4)
29 「年末年始 休業期間」 (12/27~1/4)	30 「年末年始 休業期間」 (12/27~1/4)	31 「年末年始 休業期間」 (12/27~1/4)				

図 4. タンデトロン予定表

後に重要でなくなった時には、編集で「お知らせ」に変更することができる。

内容の文章は通常はタグの制限された「Filtered HTML」で記述するが、タグの制限の無い「Full HTML」や更に「PHP code」を選べる(図 2 の下)。ただし、ユーザによっては安全な Filtered HTML しか選べない。また「WYSIWYG エディタを使用」をクリックすると、HTML タグを直接記述することなく編集ができる。

なお、表紙メニューの「お知らせ・更新情報」で過去の分も全て閲覧することができる。

3.6 タンデトロン実験予定

タンデトロン加速器の実験予定表を管理するためのコンテンツであり、一つの実験が一つのコンテンツに対応している。図 3 が一つの予定を入力している画面である。開始と終了の日時、題目を入力すれば、図 4 のような予定表に組み込まれる。

3.7 学内専用コンテンツ

コンテンツへのアクセス制限を掛けるために、以前はディレクトリー毎の .htaccess ファイルを使用していたが、Drupal ではコンテンツはデータベースに入っているなのでその方法は使用できない。そこで contemplate モジュールでコンテンツの雛形にアクセス制限用の PHP コードを埋め込み、「学内専用」コンテンツタイプを定義した。更に CSS で背景に色を付け、一目で判別できるようにした。

3.8 内部メモ

作業記録やメモをコンテンツとして残せるようにしてある。ただし、ログインしないと閲覧できないように制限している。

3.9 フォーム

以前から加速器の利用申請をオンラインで受け付けるようにしており、フォーム入力を CGI で処理していたが、それを webform モジュールで置き換えた。フォームの構成に制限はあるが、作成・修正が画面上で見ながら簡単にできる。更に図 4 のように過去のデータも保存されるので、大変便利である。

3.10 更新履歴

どのコンテンツを何時誰が作成・編集したかを閲覧できるようにするために recent_changes モジュールを使用している (図 6)。また、各コンテンツ自身も履歴 (リビジョン) を残すように設定しているので (図 7)、全ての作業は追跡可能である。ただし、どちらもログインしないと閲覧できない。

3.11 複製

時々、少しだけ内容の異なるコンテンツを作成することがあるので、clone モジュールを使用している。図 7 の「リビジョン」タブの右に見える「複製」をクリックすると、そのコンテンツをコピーして新しいコンテンツが作られる。

3.12 印刷用ページ

表紙以外の全ての画面で、print モジュールを用いて「印刷用ページ」のリンクが表示されるようになっており、印刷した時にメニュー等の余分な部分が含まれないようにしている。

3.13 表紙の写真

表紙の写真は度々変更されるが、通常の Drupal のアップロードではファイル名が重複しないように名前が変更されてしまい、差し替えは面倒なので、webfm モジュール配下で固定のファイル名を指定して簡単に差し替えができるようにしている。

3.14 ユーザ管理

他の CMS 同様 Drupal でもユーザをグループで分類し、権限を制限することができる。初期状態ではログインしない「匿名ユーザ」とログイン後の「登録ユーザ」という 2 つのグループが存在する。

12UDペレトロンオンラインマシンタイム申込										
表示		編集		リビジョン		結果		複製		
受信一覧			分析		テーブル		ダウンロード		削除する	
No.	受信日時	ユーザ	IPアドレス	操作						
19	2008-10-05 13:41	Anonymous	130.158.xxx.xxx	表示	編集	削除				
20	2008-10-19 13:12	Anonymous	130.158.xxx.xxx	表示	編集	削除				
24	2008-01-21 13:22	Anonymous	130.158.xxx.xxx	表示	編集	削除				
27	2008-01-21 13:47	Anonymous	130.158.xxx.xxx	表示	編集	削除				
36	2008-04-08 09:54	Anonymous	150.29.xxx.xxx	表示	編集	削除				
44	2008-05-14 18:17	Anonymous	130.158.xxx.xxx	表示	編集	削除				
45	2008-05-14 18:23	Anonymous	130.158.xxx.xxx	表示	編集	削除				
46	2008-05-14 18:41	Anonymous	130.158.xxx.xxx	表示	編集	削除				
47	2008-05-15 08:39	Anonymous	150.29.xxx.xxx	表示	編集	削除				
48	2008-05-18 04:44	Anonymous	130.158.xxx.xxx	表示	編集	削除				
49	2008-05-19 11:16	Anonymous	130.158.xxx.xxx	表示	編集	削除				
57	2008-06-09 13:59	Anonymous	130.158.xxx.xxx	表示	編集	削除				
58	2008-06-09 15:14	Anonymous	130.158.xxx.xxx	表示	編集	削除				

図 5. フォームの受付履歴
ログインせずに送信されたものは、ユーザが Anonymous と表示される。「表示」をクリックすると、内容が表示される。

タイプ	タイトル	日付
月, 17 11月 2008		
(diff) (hist)	18:30 ページ	新着 タンデロン 2009年1月マシンタイム
(diff) (hist)	18:25 公開情報	新着 UTTAC セミナー 11月25日(火)
(diff) (hist)	14:25 タンデロン	新着 つくば4機関連携ワークショップ『イノベーションつくば2008』※マシンタイムは行えません。
(diff) (hist)	14:12 タンデロン MT	新着 「年末年始休業期間」(12/27~1/4)
(diff) (hist)	14:11 タンデロン MT	新着 「仕事納め」/・タンデロン加速器真空排気系停止作業(マシンタイムは行えません。)
(diff) (hist)	14:08 タンデロン MT	新着 「大掃除」
(diff) (hist)	13:04 タンデロン MT	新着 「イノベーション創出事業用マシンタイム期間」
(diff) (hist)	13:03 タンデロン MT	新着 「イノベーション創出事業用マシンタイム期間」
(diff) (hist)	09:31 タンデロン MT	新着 「表面・薄膜のRBS・ERDA」(超越グループ、Cコース、4Heビーム)
金, 14 11月 2008		
(diff) (hist)	16:23 タンデロン MT	新着 「ridge電子測定」(村上グループ、Bコース、12Cクラスタービーム)
金, 7 11月 2008		
(diff) (hist)	11:15 公開情報	新着 2008年12月のマシンタイム予定
(diff) (hist)	11:13 ページ	revised 12UDペレトロン 実験予定表
(diff) (hist)	11:09 ページ	新着 2008年12月マシンタイム

図 6. 更新履歴

筑波大学全学停電・分電盤検査のお知らせのリビジョン			
表示		複製	
リビジョンは、編集によって変更が加えられる以前のコンテンツを保存しておくことで、状態に戻すことができます。			
リビジョン	操作		
2008-10-07 10:31 - user2	現在のリビジョン		
2008-10-07 10:30 - user2	このリビジョンに戻す	削除	
2008-10-07 10:28 - user2	このリビジョンに戻す	削除	
2008-10-07 10:14 - user1	このリビジョンに戻す	削除	

図 7. リビジョン

このコンテンツは user1 が作成し、user2 が 3 度更新したことが分かる。

今回はコンテンツの編集を担当するグループを「管理者」とし、部門内部の関係者を「内部ユーザ」、それ以外の実験関係者を「外部ユーザ」とした。現時点では管理者以外にはアカウントを発行していないが、掲示板等を運用するための準備である。

コンテンツは履歴が残るようになっているが、コンテンツ自身を削除すると、履歴も削除されてしまう。そこで、nodeaccess モジュールで管理者もコンテンツの削除ができないように設定している。不要になったコンテンツは、「掲載」オプションをオフにすることで、隠すことができる。

それ以外にも不用意な操作でホームページがおかしくならないように、アクセス権を細かく制限している (図 8)。ただし、例外として Drupal をインストールしたユーザ (筆者) には全てのアクセスが許可されるので、特に慎重な操作が要求される。

なお、ホームページへのアクセスは通常 http だが、ログイン時とそれ以降は https になるように secure_pages モジュールを使用している。

4. 運用

サーバーは CPU が Pentium4 2.8 GHz、メモリ 2 GB、OS は FreeBSD、データベースの MySQL を同一ホスト上で動かしている。サーバーは 2 台あり、1 台を本番用、もう 1 台を予備用になっている。ソフトウェアの更新や新機能のテストは、先ず予備用サーバーで確認してから、本番用サーバーに適用するようにしている。

ハードディスクは健康状態を SMART で監視し、通信量やメモリ使用量等は Hobbit で集中監視している。また、万一の改竄検出のために Tripwire を使用している。

権限	anonymous user	authenticated user	内部ユーザ	外部ユーザ	管理者
basicevent モジュール					
create events	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
edit own events	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
block モジュール					
ブロックの管理	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
表示条件のPHPモード (管理権限)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
clone モジュール					
clone node	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
clone own nodes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
comment モジュール					
コメントへのアクセス	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
コメントの管理	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
コメントの投稿	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
承認不要のコメント投稿	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
contact モジュール					
サイト用コンタクトフォームへのアクセス	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
contemplate モジュール					
administer templates	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
content モジュール					
Use PHP input for field settings (dangerous - grant with care)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
filter モジュール					
フィルタの管理	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

図 8. グループのアクセス権設定
これは一部だが、管理者にも許可していない権限がある。

5. まとめ

CMS に移行してからは、ホームページの更新が速やかに行えるようになった。新しい情報を入力していけば、後は CMS が整理してくれるので、利便性も向上した。

Drupal バージョン 4 を使用していた時は、本体や追加モジュールに不具合があって苦労したが、バージョン 5 になってからは安定している。

参考文献

[1] John K. VanDyk, Matt Westgate, Pro Drupal Development, 2007.

A case of reconstructing website by using CMS

Hiromi Kimura

Tandem Accelerator Complex, Technical Service Office of Research Facility Center for Science and Technology,
University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

The website of Tandem Accelerator Center, the predecessor of Tandem Accelerator Complex, Technical Service Office of Research Facility Center for Science and Technology, has been established in 1994. It had been maintained by legacy technique that edits then uploads HTML files. The website consists of official pages and personal pages. In 2008, the official pages were reconstructed by using CMS (Content Management System).

Keywords: Home page; CMS; Drupal

都市計画関連実習室の整備 - 計画から Podcast による報告まで -

北原 その美

筑波大学システム情報工学等技術室（情報アプリケーション班）

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

「デザインワークショップ実践教育をとりいれた社会工学・都市計画・まちづくり実習のための拠点整備」の一環として、断続的ではあるが約一年半をかけて都市計画関連実習室の整備を行った。打ち合わせ段階から実際の物品移動、関連機器整備までの一連のプロセスを、プロジェクトマネジメント（以下PM¹）手法の適応例として報告する。また、プロジェクト関係者と実習室利用者への作業終了および利用開始を目的に行ったPodcastによる報告について、その配信方法も併せて紹介する。

キーワード：都市計画、プロジェクトマネジメント、実習室、Podcast

1. はじめに

都市計画関連実習室とは、社会工学類都市計画専攻開設の実習系科目で使用している3C401-406の5室を指し、実習授業の他、授業時間外の作業や卒業設計、その他ワークショップなど、年間を通して有効に利用されている。当実習室に設置されている製図台を中心とした設備・機材は、20余年を経て汚損が激しく、教育効果を考える上でも早急な改善整備が必要とされていた。技術職員の立場からも、メンテナンスに多くの時間が割かれる等、機器の老朽化には問題を感じていた。

今回、学群教育用設備整備等経費に採択され、その改善整備が現実のものとなったが、当初より、実習を進めながらの空間的制約、購入物品の納期や作業日の限定等の時間的制約、学類学生を含め多くの人が係わるという人的制約が懸念されていた。そのため、作業を進めるにあたっては「間違いをせず&効率よく&円滑に」=「きちんと」を常に意識したが、明文化されたマニュアルや指針となる技法はなく、経験と勘に頼らざるを得なかった。

しかしながら、一連の作業を終え、その都度作成した備忘メモや作業手順の資料を見直すと、PMの概念が随所に含まれていることがわかった。PM手法と実際に行った作業過程を比較・評価すると同時に、その観点から技術職員としての業務への取り組みや組織のあり方についても考えてみた。

2. 整備計画の背景

本整備計画は、システム情報工学研究科小場瀬令二教授、村尾修准教授を中心とした平成19年度学群教育用設備整備等経費に採択された「デザインワー

クショップ実践教育をとりいれた社会工学・都市計画・まちづくり実習のための拠点整備」の予算措置に基づくものである。その一部を、平成19年7月のキックオフから平成20年2月の関連機器の追加整備まで、約一年半にわたり実施した。

2.1 現状（整備前）

主な設備・機材は以下の通りである。

・グループ作業台（机）	14台
・製図台（平行定規タイプ）	20台
・ " （ドラフトタイプ）	40台
・PC	4台
・大型複写機	1台
・印刷機（リソグラフ）	1台

それらを含んだ空間配置は図1の通りである。

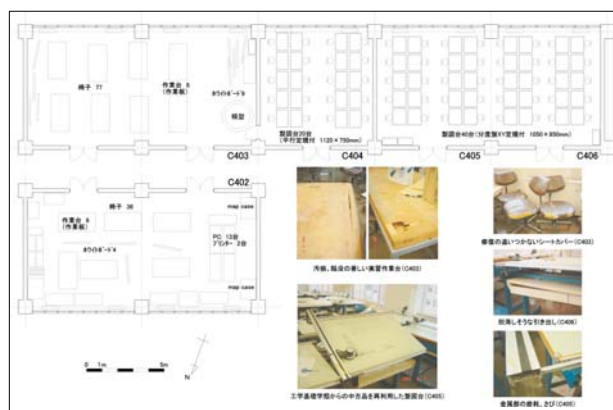


図1. 都市計画専攻実習室配置図（現状）²

2.2 上位計画³

2.2.1 概要（全体像）

地域社会に根ざした先駆的都市計画実習教育の拠点として、老朽化した社会工学類都市計画専攻の実習室（3C401-406：通年使用）の既存設備（木製作業板、製図台、什器等）を新規購入・改修・整備する。その過程の中で、教員と学生によるデザインワークショップを開催することにより、デザインの実地教育を兼ね備えた空間整備を実施する。

²平成18年度「学群教育用設備整備等経費」申請添付資料 [平成18年6月8日付吉田友彦講師作成] より抜粋

³平成19年度「学群教育用設備整備等経費」申請添付資料 [平成19年6月8日付村尾修准教授作成] より引用

¹ Project Management：以下PM用語^{1), 2)}は斜体で表す

施設設備の改善を実施する空間は、学生の実習作業をするための設計・作業室、実習に必要な備品を管理する準備室、講義および模型・図面等を用いて実習成果を発表するためのプレゼンテーションルーム、最新の実習成果を公開するためのギャラリー、過去30年間に蓄積された実習成果および知的財産を保管・検索・閲覧するための都市計画アーカイブから構成される。

2.2.2 施設整備内容

具体化した主な施設整備内容は、以下の通りである。

- ・既存備品の整理と廃棄（全室）
- ・塗装工事（全室）
- ・床工事（全室）
- ・照明工事（3C403, ギャラリー）
- ・空調工事（3C402-406）
- ・各種備品の新規購入（3C402-403, 3C405-406）
（平行定規収納可能な作業机ほか）
- ・プレゼンテーション設備（3C403）
- ・現場デザイン教育も見込んだ学生による既存整備のリニューアル作業（全室）

3. 計画概要

3.1 実施計画

全体像は、上位計画を踏襲し、既存設備の廃棄と新規備品購入および実習作業室、プレゼンテーションルーム、アーカイブルームの空間リニューアルを基本とする。具体的施設整備内容の段階では、予算制約と共に今後の全学耐震工事を視野に入れ、上位計画のうち

- ・既存備品の整理と廃棄
 - ・各種備品の新規購入
 - ・プレゼンテーション設備（一部）
 - ・現場デザイン教育も見込んだ学生による既存整備のリニューアル作業
- に留めた。

3.2 プロジェクトメンバー

- ・プロジェクト決裁者：小場瀬教授
- ・プロジェクトマネージャ：村尾准教授
- ・プロジェクトリーダー：技術職員（北原）
- ・作業リーダー：平成19年度アメニティ創造のまちづくり実習ヘッドTA（Teaching Assistant）
- ・作業サブリーダー：平成19年度アメニティ創造のまちづくり実習TA
- ・作業担当者：平成19年度アメニティ創造のまちづくり実習履修者

4. 作業経過

4.1 ガントチャートとタスクリスト

工程手順の妥当性や効率化を図るため、日時（いつ）、担当者（誰が）、場所（どこで）、作業内容（何を）を一覧表にまとめた作業記録の一つが、「Schedule」（表1）である。様式こそ異なるものの

内容は、タスクリストとフェーズを含んだガントチャートといえるのではないだろうか。表1の

- ① 既存機、椅子移動
- ② ライナー納入 / チェア納入
- ③ ライナー一時移動
- ④ 既存製図台移動 / 廃棄
- ⑤ 既存製図用椅子移動
- ⑥ PC, コピー, 机等移動
- ⑦ 机納入 / ライナー設置

は各々タスクに相当し、⇄は5つのフェーズ構成であることを示している。また、マイルストーンも明らかに読み取れる。

表1. 作業記録（Schedule）



4.2 ミーティング

平成19年7月26日、初めての会合（参加者は、プロジェクト決裁者、マネージャ、リーダーおよび業者）を開き、施設整備内容の確認を行った。併せてそれらを具現化するための提案を業者に諮った。正式なプロジェクトの開始宣言即ちキックオフミーティングにあたる。

その後、必要に応じて幾度かのミーティングを設けた。形態は、同席しての打ち合わせ、E-mailやSkypeを利用しての連絡等様々であった。また、目的も、新規購入物品の仕様を決定するための交渉、作業内容の指示、進捗状況の報告や計画の修正と多岐にわたった。その都度、日時、場所、出席者、内容、対応・継続、資料等の授受を自身の備忘メモとして記録した（表2）。簡易な議事録である。

表2. 作業記録（LOG）

日時	場所	出席者	内容	備考
7/26 11:30	E110	北原、小嶋、村尾、(E)	業務内容	内容は決まらずとのこと
7/27 3:30	E110	北原、(E)	業務内容	内容は5/29日付のE-mail参照
8/1 2:00	E110	北原、(E)	業務内容	・今週11日迄に基本決定 ・私用と共有機、予定決定 → 16:00更新 ・印刷機(2台)15日迄到着(送料も考慮)
8/2 16:00	mail	北原、(E)	業務内容	E-mail送信
8/2 11:20	E110	北原、北原、(E)	業務内容	・webカタログ送付 ・カタログ作成中になってしまったTEL ・印刷機(2台)15日迄到着(送料も考慮)
8/3 11:30	E110	北原、(E)	業務内容	・1400x700更新 → 印刷機、電源機
8/3 9:30	E110	北原、北原、村尾、(E)	業務内容	・印刷機決定 ・印刷機(2台)15日迄到着(送料も考慮)
8/3 11:00	実習室	北原、北原、村尾、(E)	業務内容	・印刷機決定 ・印刷機(2台)15日迄到着(送料も考慮)
8/3 10:00	CA02-406	北原、北原、村尾、(E)	業務内容	・印刷機決定 ・印刷機(2台)15日迄到着(送料も考慮)
8/3 11:30	CA02-406	北原、北原、村尾、(E)	業務内容	・印刷機決定 ・印刷機(2台)15日迄到着(送料も考慮)
13:00-14:30	CA02-406	北原、(E)	業務内容	・印刷機決定 ・印刷機(2台)15日迄到着(送料も考慮)

4.3 プロジェクト計画

メイン作業である物品移動を、施設整備内容(3.1参照)を細分化したタスク①-⑦(4.1参照)を単位として、空間配置図に重ねて表現した全体図が「物品移動手順」(図2)である。自身の情報整理のみならず、作業担当者との事前ミーティング時の情報伝達ツール、また実際の作業現場での指示書(掲示)としても活用した。その記載情報は、今回のプロジェクト計画を概ね網羅している。

4.4 進行管理(進捗管理)、レビュー

作業を円滑にかつより効率的に進めるためには、全体を俯瞰し、常に状況を把握することが重要である。そして、計画(ここでは「物品移動手順」)に従うだけでなく、適宜見直し・調整を柔軟に行う、即ちレビューにより作業の最適化を図ることが、真の進行管理といえる。

本工程中、作業リーダーよりタスク④(図3水色部分)の前倒しについて提案があった。この変更は、「履修学生全員が実習時間を使って作業をする」ことになるため望ましいことではないが、進行工程上、より適当と判断し、担当教員の合議および履修学生への周知徹底により実現した。連動してタスク⑤、⑥(図3薄紫、灰色部分)の一部も同日に終わることができた。

以上により、メイン作業である物品移動は、机の納品日時までに問題なくかつ確実に完了した(マイルストーン達成)。

4.5 終結

タスク⑦の机納入と平行定規の設置により、計画した施設整備内容の全てを終えた。明確な宣言や報告書にかわり、成果物(ここでは整備後の状態)を以てプロジェクト終結である。その様子は、MUTOH製品カタログに導入事例として掲載された(図4)。

案	実際
1. 平行定規 →C403	1. 平行定規 →C403
2. 製図台の天板取り外し →F棟北側びら集積場(ネジ外し)	2. 製図台の天板取り外し →F棟北側びら集積場(ネジ外し)
3. A棟への送り廊下のドラフト →F棟東側集積場	3. 製図台(躯体) →F棟東側集積場
4. C402の作業机(使用中) →C403	4. A棟への送り廊下のドラフト →F棟東側集積場
5. C402の作業机(機器類(コピー、リソグラフ)) →A棟への送り廊下	5. C402の作業机(使用中)4台 →C404
6. C404の椅子 →C402	6. C402の作業机(板)、椅子 →A棟への送り廊下
	7. C402の機器類(コピー、リソグラフ、PC) →C404
	8. C404、C405(10脚)の椅子 →C402
1. 製図台(躯体) →F棟東側集積場	1. mapケース →C404
2. C402室のパソコン、mapケース →C404	2. C402の機物(透写台、テーブル等) →A棟への送り廊下
3. 送り廊下の機器類 →C404	3.
4. C406の椅子(10脚) →C402	4.

図3. 作業記録(Main作業)



図4. MUTOH 製品カタログ(抜粋)

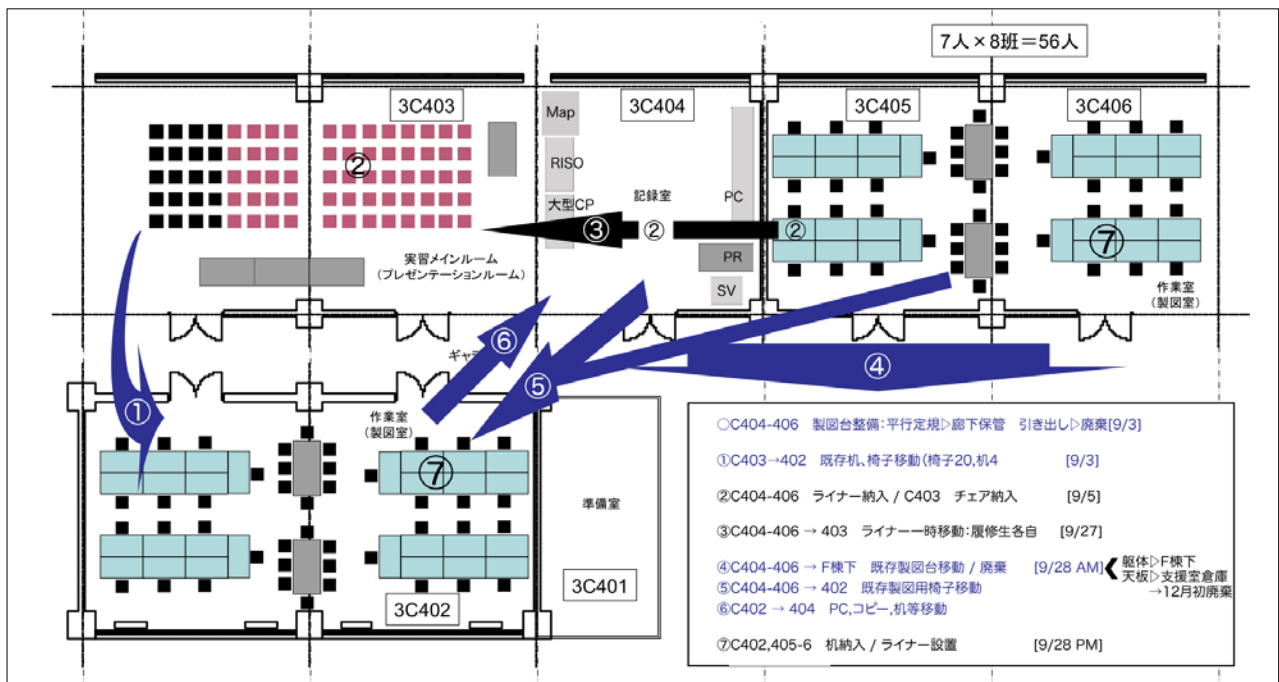


図2. 施設整備計画(物品移動手順)

5. 追加整備

以下は、本計画に引き続き、他のプロジェクトメンバーは参加せず、技術職員のみで実施した追加整備の報告である。

5.1 アーカイブルーム：3C404

アーカイブルームは、本来、過去の実習成果および知的財産を保管・検索・閲覧する目的のために確保されたスペースであるが、現段階では、図2の通り、主に実習関連機器の設置場所として利用されている。現有機器（什器含む）を、次項に示す。

5.1.1 マップケース

整備前の実習室（3C402）での利用方法に加え、引き出し毎の施錠により、従来準備室（3C401）で保管・管理されていた図面も収納可能となった。

5.1.2 広幅複写機

複写原稿は、多くがマップケース内の図面である。この空間配置により、作業効率が高まった。

5.1.3 印刷機（リソグラフ）

印刷機は、学類共通の A3 版対応リソグラフが準備されているが、設置場所が離れている、専用カードが必要等の制約があり、本機は、最大原稿サイズ A4、かつ低速度等の不便はあるものの、この使い勝手の悪さが解消され、稼働率は明らかに上昇した。

5.1.4 URP パソコンコーナー

機器構成は、以下の通りである。

- サーバ 1 台
- クライアント 4 台
- プリンタ 2 台
- プロッタ 1 台

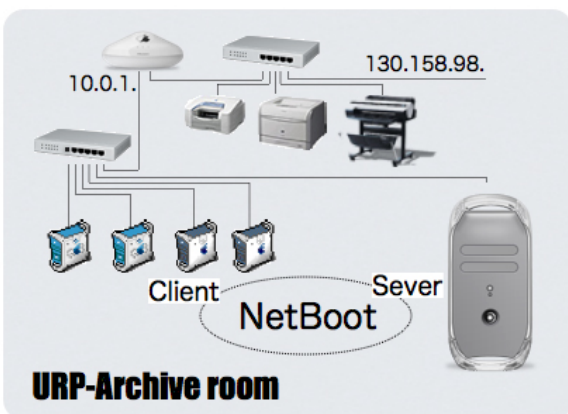


図5. URP パソコンコーナー機器構成

これらは、全て他の部署より譲与された再利用機器である。

同コーナーは、通常のパソコン利用に加え、NetBootシステム、Webサーバとしての機能も有する。NetBootシステムは、同構成の基幹システムでもある

が、社会工学類計算機システム⁴の動作確認としても試用している。Webサーバとしては、小規模なデータベースとweblogのサービスを提供している。このパソコンコーナーも、整備前（3C402 設置）と比べ、利用目的・人数・時間共に著しく増大した。

5.2 プレゼンテーションルーム：3C402

本計画では、プレゼンテーションルームに関する実施内容は、椅子の整備に留まり、プロジェクタ等の残件は別途予算確保に委ねる形となっていた。しかし、『アメニティ創造のまちづくり実習』に於いて以前より必要とされていたパンチルトズームカメラ（図6）導入の機会を得ることができた。



図6. 設置されたカメラと設置状況

同実習では、各学生が各自制作した 1/500 の模型をギャラリー全員の前に提示し発表する。机上の実模型をプロジェクタ投影することで、後席者とも情報共有が可能となる。設置後の発表会では、ギャラリーが積極的に参加する姿勢がみられ、極めて有用な設備であることがわかった。実際に利用している様子を図7に示す。



図7. 実際の利用風景

6. PODCAST による報告

追加整備の後、平成19年度末にプレゼンテーションルームに演台、プロジェクタを追加し、プレゼンテーションルームとしての基本環境が整った。ここまでの作業経過については、平成20年度第3回シ

⁴ <http://www.cc.tsukuba.ac.jp/computer/pps/>

システム情報工学等技術室業務報告会において、既に報告している。

その後、PowerPoint,Keynote等のプレゼンテーションファイルを利用したPodcast配信の方法について学ぶ機会⁵を得、Mac OS X Server 10.5 の機能の一つである「Podcastプロデューサー」とMac OS X 10.5 の付属アプリケーション「Podcastキャプチャ」を利用したPodcast配信を試みた。業務報告会の際に使用したKeynoteファイルをコンテンツとし、関係者への作業終了と利用者への公開を目的に行った。

6.1 サーバの設定

6.1.1 対象サーバの主な仕様

対象マシンの仕様概略および既に稼働中の主なサービスは、以下の通りである。

- Power Mac G5 1.8GHz Dual 1GB/80GB/SD
- Mac OS X Server 10.5.5
 - 都市計画専攻資料ダウンロードサービス
 - 都市計画専攻 web サイト内コンテンツ
 - FileMakerWeb 公開
 - weblog, Wiki サービス

6.1.2 システム条件^[3]

Podcast プロデューサーのシステム条件は、次の通りである。

【Podcast キャプチャの必要条件】

- MacOS X 10.5 を実行する Mac
- iSight カメラまたは FireWire デジタルビデオカメラ (Option)

【Podcast Producer サーバの必要条件】

- MacOS X Server 10.5 を実行する Mac
- Option のクラスタファイルサービス用の Xsan

【Podcast Producer Xgrid レンダリングの必要条件】

- Intel ベースの Macintosh サーバまたは Intel ベースのデスクトップ Mac
- MacOS X 10.5 または MacOS X Server 10.5
- 1 GB 以上のメモリ (RAM) およびプロセッサコアごとに 512 MB の追加 RAM
- 50 GB 以上の空きディスク容量
- Option のクラスタファイルサービス用の Xsan
- Quartz Extreme に対応するビデオチップセット

対象サーバは、上記の Xgrid レンダリングの必要条件 (CPU) を満たしてはいるが、敢えて試みた。

6.1.3 設定手順^[4]

アプリケーション「サーバ管理」で、「Podcast プロデューサー」に加え以下のサービスを起動させた (図 8)。各サービスの設定項目と値については、別の機会にまとめてみたい。

- | | |
|------------------------|------------------|
| - DNS | - Open Directory |
| - Quick Time Streaming | - Web (稼働中) |
| - Xgrid | - メール |

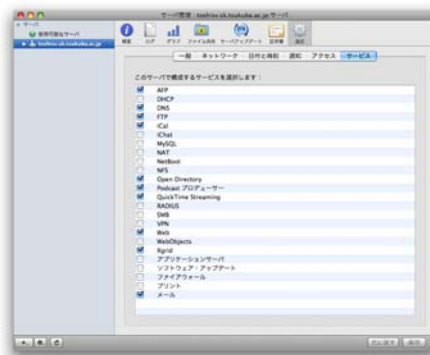


図 8. サーバ管理:設定:サービス設定画面

6.2 コンテンツの制作と配信

アプリケーション「Podcast キャプチャ」によって、コンテンツの収録、サーバへの転送、データエンコード、そして公開までの一連の作業を自動的に行うことができる。実際の手順は、図 9 の設定画面で「Podcast のタイプ」を指定し、「ワークフロー」の種類を選択するだけである。今回は、ファイルとして業務報告会の際に使用したプレゼンテーションファイルを指定し、ワークフローは「アーカイブなしのブログ」とした。



図 9. Podcast キャプチャ設定画面

6.3 情報共有

図 10 は、実際に公開した (試験運用) Web ページの様子である。

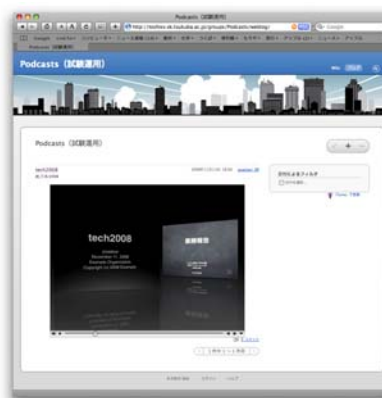


図 10. Podcast (試験運用) web 公開ページ

ここで、画像部をクリックすると、動画が展開される。QuickTime ムービーとして保存することもできる。また、右上部の「iTunes で登録」を選択すると、iTunes が起動し、ライブラリに追加される (図 11)。

⁵ Apple 教員向けワークショップ「授業をビデオ Podcast ～撮影から配信までのノウハウ～」(平成 20 年 8 月 29 日受講) <http://www.apple.com/jp/education/events/report/apd/>

その後は、通常のメディアファイルと同様 iPod 等デジタルプレーヤーに転送して、いつでも自由に再生することができる。



図 11. iTunes 起動画面

6.4 今後の応用

Podcast の最大の特徴は、コンテンツを「購読」という形で利用者の手元にダウンロードし、好きな時に好きな場所でそれを再生できるところにある。

都市計画分野での応用として、“街歩き”の際、教員が随時 Podcast サーバ上の資料を更新し、学生は最新の資料が取り込まれている iPod 等を携帯して現地を訪れる、等の利用法が挙げられる。

特に、フィールド活動時には有用なツールとなり得ると考えられる。

7. まとめ

今回の事後評価を通じ、その都度経験のみの判断基準により進めてきた手法が、予想以上に PM の標準化された定義に合致していたことがわかった。そして、目先の効率のみを考えると無駄に感じたり面

倒に思える作業計画や徹底した情報の共有は、プロジェクト達成のためには重要な要因であることも確認することができた。同時に、今回の実習室整備等教育環境の充実は、学生の自由な発想や活動を促し、少なくとも本学期的実習成果物に顕われたような教育的効果をもたらすことも改めて実感することができた。

また、真の終結ともいえる作業報告で試みた Podcasting は、多くの課題を残しながらも概ね順調に稼働している。今後は、実習用資料等コンテンツの充実を図りながら本格稼働を目指したい。

8. おわりに

PM は、今回のような単一のプロジェクトだけではなく、様々な場面に適応可能と考える。技術職員の組織体制、業務運営、個々の業務の取り組みにこの概念を導入することにより、『技術室』はより充実した体制となり得るのではないかと思う。

謝辞

実際の整備計画・実施および本報告書作成において、多大なご指導とご助言を頂きました本学システム情報工学研究科小場瀬令二教授、村尾修准教授に深く感謝致します。また、プロジェクトに参加頂いた皆様にお礼申し上げます。

参考文献

- [1] プロジェクトマネジメント関連用語集.
http://www.mitsue.co.jp/case/glossary/y_index.html
- [2] プロジェクトマネジメント用語集.
<http://www1.newweb.ne.jp/wb/fukud/glossary.htm>
- [3] MacOS X Server 技術仕様.
<http://www.apple.com/jp/server/macosx/specs.html>
- [4] Leopard Server に願いを.
<http://builder.japan.zdnet.com/sp/mac-os-x-server-for-entprise-2008/>

Renewal processes of Urban and Regional Planning Studio - from planning to presentation by Podcast -

Sonomi Kitahara

Technical Service Office for System and Information Engineering, University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

We have conducted renewal programs for Urban and Regional Planning Education for one and a half years. This was done as part of efforts to develop a center, incorporating practical education in design workshops, for training in social engineering, urban planning and town development. This report describes this process, as an example of adapting project management techniques. The report covers everything from the preliminary discussion stage to the actual movement of goods and provision of related equipment. Also, podcasts were used to notify the persons involved in the project that work was finished, and to arouse user's attention of that the facility was open for use. The method of distributing those podcasts is also discussed.

Keywords: Urban and Regional Planning; Project management; practical room; Podcast

学生実験における酵母の胞子形成条件の検討

木澤 祥恵

筑波大学生命環境科学等技術室（応用生物化学系）

〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

微生物実験で使用する4種類の酵母を用い、より扱いやすく、確実に胞子形成を観察できる培地の検討を行った。

現在学生実験で使用している Kleyn 培地では、7日以上培養しても受講生 20 名前後のうち胞子を確認できるプレパラートを作成できた例が 1~2 人であったが、今回の実験では3日ないし4日で胞子が確認でき、それぞれの胞子の特性を確認することができた。培地組成も Kleyn 培地より単純で、新たな試薬を購入する必要もなく、今後の実験でも導入しやすいと考えられる。

キーワード：酵母、胞子形成、学生実験

1. はじめに

微生物実験で酵母の供試菌 (*Saccharomyces cerevisiae*、*Hansenula anomala*、*Candida utilis*、*Schizosaccharomyces pombe*) の同定を行う際、生菌を光学顕微鏡で観察して出芽、分裂などの様子を観察するほかに、胞子形成培地に生育させた酵母の胞子を顕微鏡で観察している。胞子の形成にはスポア形成培地で栄養増殖を抑えながら、なおかつ菌が生育できる条件を作り出す必要があり、現在、応用生物学実験Ⅱ（生物学類2年生対象）では、Kleyn 培

地を用いている。しかし、植菌量を多めにして生菌量を調節するなど、初めて微生物を扱う場合には取り扱いが難しく、塩類溶液の調製などにも手間がかかり、実際に観察できるプレパラートを作成することが大変難しい。そのため、より扱いやすく、確実に胞子形成を観察できる培地条件を調べる必要があると考えた。

2. 方法

2.1 供試菌

応用生物学実験Ⅱ（生物学類2年生対象）で供試菌として用いている酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*、*Hansenula anomala*、*Candida utilis*、*Schizosaccharomyces pombe*) を使用した。マルト培地のスラントで保存した株を3種類の胞子形成培地 (SPO 培地、ME 培地、KA c 培地：組成を Table 1 に示す。) のプレートに植菌し、30°Cで5日間培養した。

本来、SPO 培地は *Saccharomyces cerevisiae* の胞子形成培地として、ME 培地は *Schizosaccharomyces pombe* の胞子形成培地として用いられているものであるが、今回は対比実験として、どの菌も3種類の培地に植菌し、生育状態と形態を観察した。

Table 1 培地組成

培地名	組成 (/蒸留水 1000 ml)	pH	Agar
Malt 培地 (マルト培地)	麦芽エキス 20.0 g ペプトン 1.0 g ブドウ糖 20.0 g	6	2 %
Kleyn 培地	酢酸ナトリウム・3H ₂ O 5 g K ₂ HPO ₄ 0.2 g KH ₂ PO ₄ 0.12 g ブドウ糖 0.62 g NaCl 0.62 g 塩類溶液 ^{a)} 10 ml ビオチン 20 μg	7	2 %
胞子形成培地 SPO 培地	酢酸カリウム 10 g 酵母エキス 1 g ブドウ糖 0.5g		2 %
胞子形成培地 ME 培地	麦芽エキス 20.0 g	5.5	2 %
胞子形成培地 KA c 培地	酢酸カリウム 10 g		2 %

^{a)} 塩類溶液：MgSO₄・7H₂O 0.4g, FeSO₄ 0.2 g, CuSO₄・5H₂O 0.02 g, NaCl 0.4 g, MnSO₄・4H₂O 0.2 g, 蒸留水 100 ml

2.2 プレパラートの作製及び観察

生育状態を確認しながら3日、4日、5日目の生菌をスライドグラス上で火炎固定し、5%マラカイトグリーン(商品名 ブリリアントグリーン 和光1級)水溶液をピペットでのせてバーナーの上でゆるく沸騰させ、空冷して水洗し、胞子部分を緑色に染色した。栄養細胞を赤く対比染色するために、0.5%サフラン液に5~10秒浸漬して再度水洗し、風乾した。光学顕微鏡は Olympus CX41、撮影用のデジタルカメラは E-330 を用いた。

3. 結果

3.1 *Saccharomyces cerevisiae*

胞子形成培地のうち、SPO 培地、ME 培地の2種類では生育も良く、却って栄養細胞での増殖の方が多く見られるのではと危惧していたが、5日目にはSPO 培地、ME 培地ともに細胞内の子嚢胞子がごくわずかに観察できた。KAc 培地では生菌そのものの生育が悪く、観察を断念せざるを得なかった。

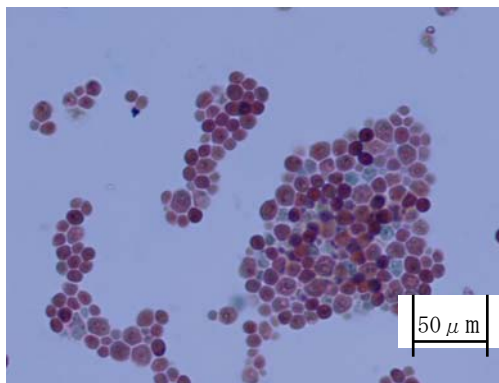


Figure 1. *Saccharomyces cerevisiae* SPO 培地

3.2 *Hansenula anomala*

胞子らしいものも観察できたが、今回の実験では確認できたとは言いがたく、更なる条件検討が必要と考えられる。逆にME 培地などでは培地成分によるものと思われる菌体の形状の相違が激しく、対比実験の供試菌としては不向きであると考えられる。やはり KAc 培地では生菌そのものの生育が悪く、観察を断念せざるを得なかった。

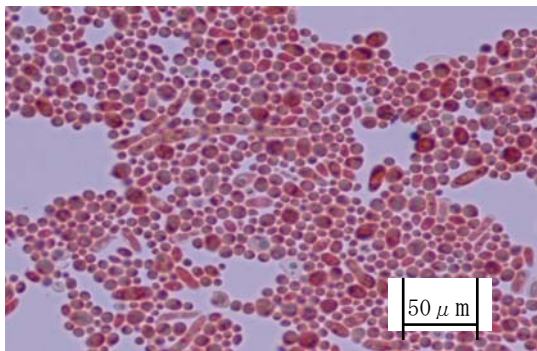


Figure 2. *Hansenula anomala* SPO培地

3.3 *Candida utilis*

無胞子の酵母の代表として用いているが、わずかな核の部分や死細胞と思われる部分が胞子と同じ緑色に染色されてしまうために、外の菌と見比べないと勘違いしてしまう可能性もあり、実験の際に注意を促す必要がある。やはり KAc 培地では生菌そのものの生育が悪く、観察を断念せざるを得なかった。

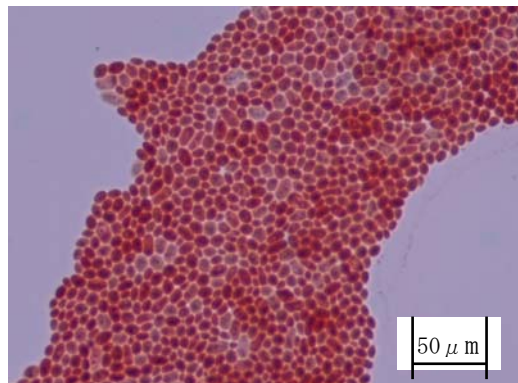


Figure 3. *Candida utilis* SPO 培地

3.4 *Schizosaccharomyces pombe*

4日目のSPO 培地、ME 培地から作成したプレパラートで、きれいな接合胞子の形が観察できた。KAc 培地では生菌そのものの生育が悪く、観察を断念せざるを得なかった。

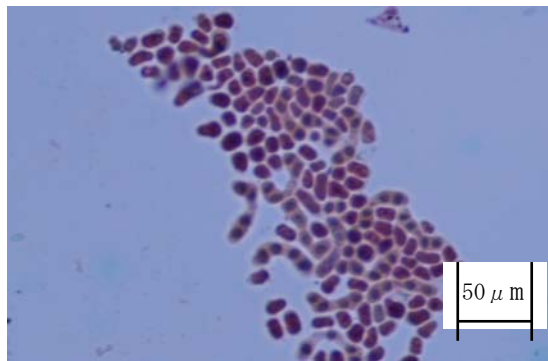


Figure 4. *Schizosaccharomyces pombe* SPO 培地

4. 考察

今回の実験で、SPO 培地、ME 培地はそれぞれ子嚢胞子をつくる *Saccharomyces cerevisiae*、*Schizosaccharomyces pombe* の2種類の酵母の胞子を観察するのに適しており、従来使用している Kleyn 培地に比べて調製も簡単であることがわかった。KAc 培地は栄養細胞の成育が極めて悪く、今回の実験には不向きであると考えている。今後は染色方法に

も改善を加え、さらに観察のしやすい方法を検討していきたいと考えている。

微生物の形態の観察は応用実験を行っていく過程でももちろん重要であるが、分類学上では生活環や生育状況で変化する形態よりも遺伝子の解析が主になりつつある傾向があり、特に分類学上不安定な位置にある酵母では、胞子の観察をする機会は余程専門的な研究に必要がない限り学生実験以外で取り扱う機会のごく少ないと考えられる。今回取り上げたテーマ以外でも同じように廃れていきがちな基礎実験、基礎的な手法というものが学生実験ではまだ多く残されており、残された少ない機会であるからこそ、今後もより観察のしやすい手法を取り入れられ

るよう努力していくことが重要ではないかと考えている。

謝辞

本検討の一部は、日本学術振興会 科学研究費補助金（奨励研究）20934009 によるものである。

参考文献

- [1] 近藤正臣・渡部一仁 編著, スポア実験マニュアル, 技報堂出版, 1995 年
- [2] 応用生物化学実験Ⅱ実験書, 筑波大学生物学類 2008 年
- [3] 東京大学農学部 農芸化学教室 編, 実験農芸化学 (下) 第3版, 朝倉書店, 1983 年
- [4] 大隈良典・下田親 編, 酵母のすべて 系統, 細胞から分子まで, シュプリンガー・ジャパン, 2007 年
- [5] 菊池韶彦 著, 酵母のライフサイクル, サイエンス社, 2006 年

Investigation of sporulation conditions of yeast in student's training experiment

Yoshie Kizawa

Institute of Applied Biochemistry, Technical Service Office for Life and Environmental Sciences,
University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572 Japan

This study examined culture media which are easier to handle and enable definite observation of sporulation. The study was conducted using the 4 types of yeasts employed in microbiology experiments.

Kleyn's medium is currently used in student's training experiments. But even if culturing is done for 7 days or more with Kleyn's medium, only 1 or 2 of about 20 students can make a slide enabling confirmation of spores. In this experiment, sporulation could be confirmed in 3 or 4 days. It was also possible to confirm the characteristics of the various spores. The medium composition is simpler than Kleyn's medium, and there is no need to purchase any other extra reagents. This medium may also be useful in other laboratory training in the future.

Keywords: yeasts; sporulation; student's training experiments

担持貴金属触媒の低温（180 K）からの昇温還元法（TPR）

伊藤 伸一

筑波大学数理物質科学等技術室（物性・分子工学専攻）

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

貴金属微粒子をシリカ (SiO_2) やアルミナ (Al_2O_3) などに担持した担持貴金属触媒のキャラクタリゼーションのひとつである昇温還元法について検討した。小型の電気炉を作成し、これを液体窒素で 180 K (-93°C) まで冷却してから昇温を開始した（冷却電気炉法）。その結果、直線性のよい昇温プロファイルが得られた。

キーワード：昇温還元法、Temperature-programmed reduction (TPR)、担持貴金属触媒、冷却電気炉法

1. はじめに

担持貴金属触媒のキャラクタリゼーションのひとつに昇温還元法（Temperature-programmed reduction: TPR）がある^[1]。これは、アルゴンなどの不活性ガスで希釈した水素ガスを一定流量触媒に流通させながら一定の速度で温度を上げていき、触媒の還元特性を調べる方法である。酸化担体に担持した貴金属微粒子（白金 (Pt) やパラジウム (Pd)）は、室温付近から還元が始まるので、室温で水素を流通させただけで還元が起こることが考えられ、より正確な還元特性を知るためには、より低温から行う必要がある。反応管内に固定した触媒を室温以下に冷却するには、反応管そのものをアセトンシャーベット (-94°C : 179 K) などであらかじめ冷却しておかなければならない。しかし、このままでは室温との温度差が大きく、アセトンシャーベットを除去するとただちに触媒層の温度が急激に上がり、一定の速度での昇温が難しい。一つの方法として、コイル状の銅パイプを反応管に巻きつけ、パイプ内に冷媒を流通させるものがある。この方法については、電気炉で昇温した際にパイプ内に残った冷媒の突沸や、万が一、パイプが閉塞した場合には内圧が上昇する危険がある。

そこで、小型の電気炉を製作し、これを液体窒素で 180 K 以下に直接冷却し、昇温する方法を検討した。その結果、直線性のよい昇温プロファイルが得られた。これ以降、この方法を冷却電気炉法と呼ぶ。

2. 昇温還元法

昇温還元法（Temperature-programmed reduction: TPR）とは、触媒化学の分野で用いられるキャラクタリゼーションの一つで、触媒の還元性を調べる方法である。実験装置の概略を figure 1 に示した。測

定原理は次の通りである。アルゴンベースの 5% 水素ガスを用いる。分岐したガス的一方は、フローコントローラー 1 で流量制御（一般的には 30 mL/min 程度）したのち反応器に導入し、TCD ガスクロマトグラフのカラム 1 に導入する。もう一方のガスはフローコントローラー 2 で流量制御し、ガスクロマトグラフのカラム 2 に導入する。これらの 2 系統のガス流量は同じに設定する。カラムの充填剤にはモレキュラシーブを用いると、触媒の還元により生成した水を吸着するので都合がよい。また、カラムの直前にトラップを入れて水を除去してもよい。電気炉を一定の速度で昇温すると、触媒の還元が起こり水素を消費する。ガスクロマトグラフの検出器 1 に導入されるガス組成が変化することで、記録計に還元の様子が記録される。すなわち、還元挙動がわかる。前述のように、低温からの TPR を行うため電気炉を直接液体窒素で冷却する方法を検討した。市販の電気炉では無理があるので、今回新たに製作した。その方法について次節で述べる。

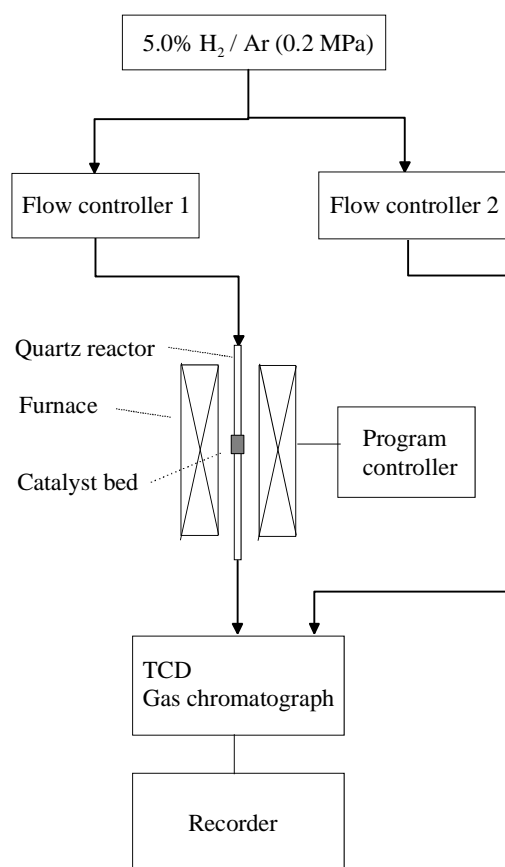


Figure 1. The outline of experimental apparatus for Temperature-programmed reduction (TPR).

また、低温からの TPR を行う場合は、触媒を入れる反応器も水素/アルゴンガスを流す前に冷却しておく必要がある。冷却には、アセトンシャーベットを使用する。アセトンシャーベットはデュワー瓶に入れたアセトンに液体窒素を攪拌しながら徐々に加えていくと、 -94°C : 179 K でシャーベット状になり冷却剤として使用されるものである。そのため、反応器の形状も円筒状のものから、U字型に変更した(後述)。

3. 電気炉の製作

電気炉の製作には次のものを使用した。

電熱線：鉄クロム合金線 $0.5\text{ mm } \phi$ ($6.4\ \Omega/\text{m}$)、 2 m

電気炉用ボビン：外径 45 mm 、内径 35 mm 、長さ 200 mm

断熱（耐熱）シート： $200\text{ mm} \times 700\text{ mm} \times 1\text{ mm}$

断熱（耐熱）リボン： $25\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ 、長さ 3 m

コード： 1.25 mm^2 、 1 m

コードコネクタ： 100 V 用プラグ

圧着端子： 1.25 mm^2 用スリーブ

碍子：内径 1 mm 、外径 3.5 mm 、長さ 5 mm

Figure 2 に電気炉製作の準備の様子を示した。断熱（耐熱）リボンは、最初に使用するとき可燃性のガスが生じるので、あらかじめ予備加熱を行う。Figure 2(a) に示したように、ドラフトチャンバー内でガスバーナーを使用し、処理を行った。写真ではよく見えないが、炎がでて可燃性ガスが燃えた。炎が消えれば処理が完了する。色は白色から灰色に変化した。この断熱（耐熱）リボンは、かつてはその

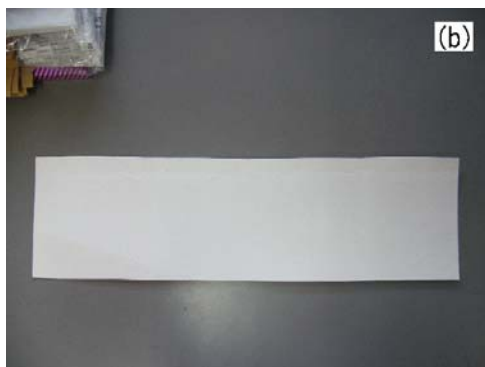


Figure 2. Preparation of materials for furnace. (a) precalcination of heat-resistant ribbon, (b) heat-resistant sheet.

素材にアスベストが使用されていたが、現在ではセピオライトなどの別の物質が使用されている。補強のための細線が編みこまれているが、これがときおり漏電の原因となることがあるので、注意が必要である。Figure 2(b) は断熱（耐熱）シートである。厚みは 1 mm ほどであるが、破れやすいので慎重に扱う必要がある。絶縁性があるので、電気炉を製作するにはボビンに電熱線を巻きつけた上から、この断熱（耐熱）シートで覆う。

Figure 3(a) に示したように、電気炉用ボビンに電熱線を巻きつけ、両端は同じ種類の電熱線を利用し固定した。電気炉の中心部は、約 10 mm のピッチで



Figure 3. Production of furnace. (a) after setting of heating wire (iron-chrome wire: $0.5\text{ mm } \phi$, 2 m), (b) after coating with heat-resistant sheet, (c) after coating with heat-resistant ribbon.

巻きつけた。次に、figure 3(b) のように、上から断熱（耐熱）シートを巻きつけ、やはり同じ種類の電熱線で固定した。さらに、一度空焼きした断熱（耐熱）リボンを巻きつけたのち、電熱線の両端を圧着端子でコードと接続した（figure 3(c)）。また、電熱線がむき出しになるのは、漏電や感電の原因となるので、露出しないように碍子を使用した。コードのもう一方の端には、コードコネクタを接続した。電気炉の温度制御は、市販のプログラム温度調節器を用いた。一定の昇温速度で電気炉の温度を制御できるもので、試運転を行い P、I、D の 3 つのパラメーターの最適値を求め設定した。

4. TPR 用反応管の製作

Figure 4 に反応管の寸法を示した。材質は石英で、本学研究基盤総合センターのガラス工作部門に製作を依頼した。U 字の底の部分から 25 mm 上に内径の細い部分をつくり、この位置に石英ウールを用いて触媒を固定するようにした。実験装置のガスの配管は、ステンレスパイプを使用した。石英反応管との接続には Swagelok（テフロンフェール）を使用した。この U 字型反応管については、当初パイレックスガラスの管を研究室で細工し使用していた。しかし、担持貴金属触媒の貴金属と添加物（主に酸化物）との相互作用を調べるためには、より高温で還元特性を調べる必要があったことから、石英を使用することにした。

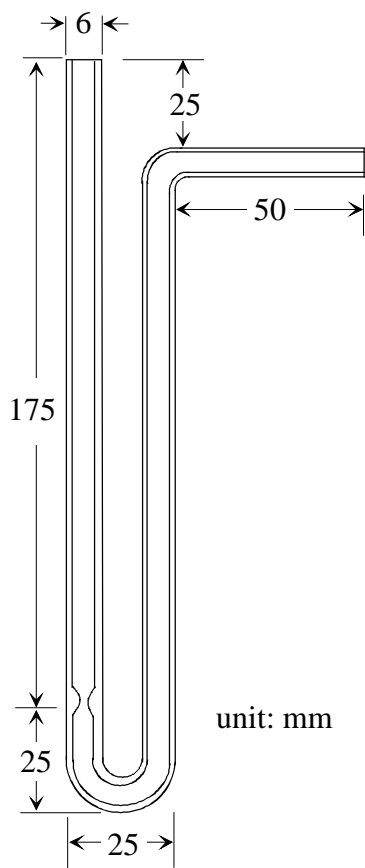


Figure 4. The quartz tube for TPR.

5. 測定方法

TPR の測定方法を述べる。反応管の形状が異なるが、そのほかは同じであるから Figure 1 の概略図を基に述べる。U 字型の反応管に石英ウールを詰め、担持貴金属触媒 50 mg を詰め、さらに上から石英ウールを軽く詰めた。触媒はあらかじめ空気焼成または酸素処理を行った。反応管を配管し、ヘリウムで空気を置換したのち、アセトンシャーベットに浸けた。ガスを水素/アルゴンガスに切り替え、フローコントローラー 1 と 2 で流量を設定した。ガスクロマトグラフを起動し、カラム温度 328 K、検出器温度 383 K、カレント電流 60 mA に設定した（島津製作所 GC-8A）。ガスクロマトグラフからの信号が安定したのち、冷却電気炉の準備を行った。Figure 5 に電気炉を液体窒素で直接冷却する様子を示した。換気に注意し、炉心の温度を測定し、170 K 程度まで冷却した。電気炉の温度が安定したら、反応管を冷やしているアセトンシャーベットを外し、ただちに電気炉を設置した。電気炉の温度が徐々に上昇するので、180 K になったら、プログラム昇温を開始した。昇温速度は 10 K/min。ガスクロマトグラフの出力信号は、記録計（島津製作所 C-R8A）で記録した。

昇温が終わったら、得られた還元ピークの面積から還元量等を計算する。還元ピーク面積の検量は、酸化銅（CuO）を基準物質として行うが、今回この結果については割愛した。



Figure 5. Cooling down of the furnace with liquid N₂.

6. TPR 測定結果

TPR 測定結果の一例を figure 6 に示した。用いた試料は酸化物担体にパラジウム（Pd）を 6 wt% 担持したものである。グラフの横軸は経過時間を、左縦軸は水素消費量（任意単位）を、右縦軸は温度をそれぞれ示している。赤線で示されているように測定開始直後にわずかな温度の乱れがあったが、それ以降は直線的に昇温した。10 分後、300 K 付近に大きなピークが現れた。これは、パラジウムの還元によるものである。ピークの立ち上がりは 260 K (-13°C) 付近からみられることから、今回の低温からの TPR ではじめて正確な還元挙動を知ることができた。17 分後、360 K 付近に逆向き（下向き）にピークが出

ているが、これは還元したパラジウムが、吸蔵した水素を放出したためであると考えられる^[2]。また、200 K 付近の小さなピークは、アセトンシャーベットと冷却電気炉を付け替えた際のわずかな時間の温

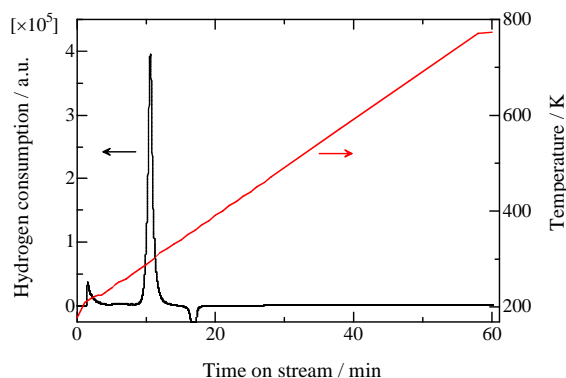


Figure 6. TPR profile of a supported palladium catalyst after calcination in air at 773 K.

度変化により水素/アルゴンガスの流量がわずかに変化したことによるものであると考えている。

7. 謝辞

本報告を行うに当たり、ご指導をいただきました本学数理物質科学研究科、物性・分子工学専攻、国森公夫教授、富重圭一准教授に感謝いたします。TPR測定については、本学数理物質科学研究科（博士前期課程）物性・分子工学専攻、福土広多君にご協力いただきました。感謝いたします。石英反応管の製作については、本学研究基盤総合センターのガラス工作部門に依頼した。明都茂氏、門脇英樹氏に感謝いたします。また、今回の成果は、平成20年度科学研究費補助金、奨励研究（課題番号20915008）の一部から得られました。ここに謝意を表します。

参考文献

- [1] 触媒講座第3巻、p145、講談社(1985)、東京。
- [2] R. Compsi, F. Cuevas, R. Gadiou, E. Leroy, M. Hirscher, C. Vix-Guterl, M. Latroche, Carbon, 46, (2008) 206-214.

Temperature-programmed reduction (TPR) technique of supported noble metal catalyst from low temperature (180 K).

Shin-ichi Ito

Institute of Materials Science, Technical Service Office for Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

Temperature-programmed reduction (TPR) technique of supported noble metal catalyst from low temperature (180 K) was constructed. A small electric furnace was produced for the TPR. The furnace was directly cooled down with liquid N₂ to 180 K before the TPR measurement (cold furnace method). The temperature was increased linearly from 180 K to 773 K by this method.

Keywords: Temperature-programmed reduction (TPR); noble metal catalyst; cold furnace method

二成分系ゲルマニウム酸塩ガラスの作製とラマン散乱

間宮 精一

筑波大学数理物質科学等技術室 (物性・分子工学専攻)

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

本研究を行うために均一で泡のないガラスを溶液反応法で作製した。そして、その組成分析も行った。

カリウムゲルマニウム酸塩ガラス、 $x\text{K}_2\text{O}\cdot(100-x)\text{GeO}_2$ のラマンスペクトルを $0\leq x\leq 39.0$ の範囲で K_2O モル%の関数として研究した。中振動数帯域 ($350\text{--}700\text{ cm}^{-1}$)のスペクトルを K_2O 濃度の増加に伴う構造変化を理解するために解析した。 $x=0.00$ でのモード 420 cm^{-1} は K_2O 濃度と伴に劇的に減少し $x=22.4$ で消失した。 $x=0.00$ でのモード 520 cm^{-1} は K_2O 濃度と伴に著しく増加し $x=10.9$ で最大に達した。また、 $x=22.4$ で K_2O 添加前の初期値より減少した。更なる K_2O 濃度の増加に対して $x=22.4$ と 29.7 の間で殆ど一定になった。更に K_2O 濃度を増加させると減少し始めた。モード 420 cm^{-1} の強度の減少とモード 520 cm^{-1} の増加は GeO_4 四面体の6員環が6つの頂点で酸素を介して結合した四面体 GeO_4 の3員環(Ge_3O_6)をもつ GeO_6 八面体に変換することを意味した。それはゲルマニウム酸塩異常が GeO_6 八面体ではなく GeO_6 八面体に付随する6つの GeO_4 四面体の3員環により直接引き起こされることを示唆した。

キーワード: 溶液反応法、ラマン散乱、カリウムゲルマニウム酸塩ガラス、ゲルマニウム酸塩異常。

1. はじめに

ガラスは紀元前7000年来、人類と馴染みの深い物質である。それは日常においてあらゆる場所で利用されている。例えば、構造材としての窓ガラス、機能材としてのレンズ、光ファイバー等が挙げられる。近年、核廃棄物のガラス固化のためにも利用されている。その中で特にアルカリゲルマニウム酸塩ガラスは独特な物理特性をもつため大きな関心を集めている。所謂“ゲルマニウム酸塩異常”と呼ばれるものである。この異常の微視的起源を明らかにしようと様々な研究が行われている。しかし、未だ明快な説明のなされないままである。そこでカリウムゲルマニウム酸塩ガラスの構造変化を明らかにするためにラマン散乱を調べた。

2. ゲルマニウム酸塩異常

“ゲルマニウム酸塩異常”^[1]は“ホウ酸塩異常”^[2]と伴にガラス科学の目下の問題の一つである。ゲルマニウム酸塩異常とは、 GeO_2 ガラスにアルカリを加えたときガラスの密度がアルカリの増加と伴に増加し極大をもつ振舞のことである。一方、ケイ酸塩ガラスはそのような振舞は示さない。ゲルマニウム酸塩異常は広範囲に渡り研究されて来た^[1, 3-9]。特に

Kamitsosら^[3-5]とHendersonら^[1, 6-8]による多くの研究がある。Kamitsosら^[3, 5]はモード 520 cm^{-1} が低濃度($10.9\leq x\leq 22.4$)において6つの GeO_4 四面体の3員環をもつ GeO_6 八面体中の $\text{Ge}(4)\text{-O-Ge}(4)$ 架橋と $\text{Ge}(4)\text{-O-Ge}(6)$ 架橋の対称伸縮振動に起因することを明らかにした。Hendersonら^[6, 7]は酸化アルカリの添加と共に GeO_4 四面体の3員環の生成を提案した。しかし、その微視的起源は未だ明らかではない。彼らは K_2O の9 mol%でゲルマニウム酸塩異常が起こる理由を説明していない。故にカリウムゲルマニウム酸塩ガラスの構造を明らかにするためにラマン散乱を調べる。この研究において中振動数帯域 ($350\text{--}700\text{ cm}^{-1}$)のスペクトルをカーブフィットした^[8]。独立なガウス曲線は K_2O 濃度と伴に解析された。この解析はガラスにおける構造変化を理解するのに役立つと考えられる。

3. 実験

3.1 サンプルの作製

10種類の異なるアルカリ濃度のガラスを $0\leq x\leq 39.0$ について $x\text{K}_2\text{O}\cdot(100-x)\text{GeO}_2$ により準備した。すべてのガラスを“溶液反応法”^[10]により作製した。この方法の特徴は、初原料が均一に混合するために水溶液中でまず反応することにある。分析等級試薬 $\text{KOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ と GeO_2 を最も純粋な初期原料として使用した。最初の原料はテフロンビーカー中で蒸留水と反応された。ビーカー中の水が完全に蒸発した後、化学合成された粉末を得た。この粉末は組成により約 $950\text{--}1300^\circ\text{C}$ で1.5時間白金坩堝により溶かした。均一で泡のない融液はバルクガラスを作るためにグラファイト型に鑄込み、または板間急冷した。バルクガラスを直径15 mm厚さ1 mmの円盤状に切断し分光測定のために研磨した。そして、すべてのガラスを組成分析し正確なアルカリ濃度を決定した。

3.2 ラマン分光測定

ラマン散乱は532 nmの波長と約100 mWの出力のダイオード・ポンプ固体レーザーを使い励起した。狭帯域バンドパスフィルター、半波長板と偏光板を通った光線はレンズによりサンプル上に焦点が結ばれる。サンプルからの散乱光は後方散乱配置によるレンズ系により集められ加分散のトリプル格子分光器により分光される(Jobin Yvon 64000)。スペクトル分解能は約 2 cm^{-1} であった。ラマンスペクトルを室温で $10\text{--}1100\text{ cm}^{-1}$ の範囲で測定した^[11]。

4. 結果と考察

4.1 組成分析

K_2O mol%濃度を知るために図1のフローチャートに従って中和滴定を行った^[12]。

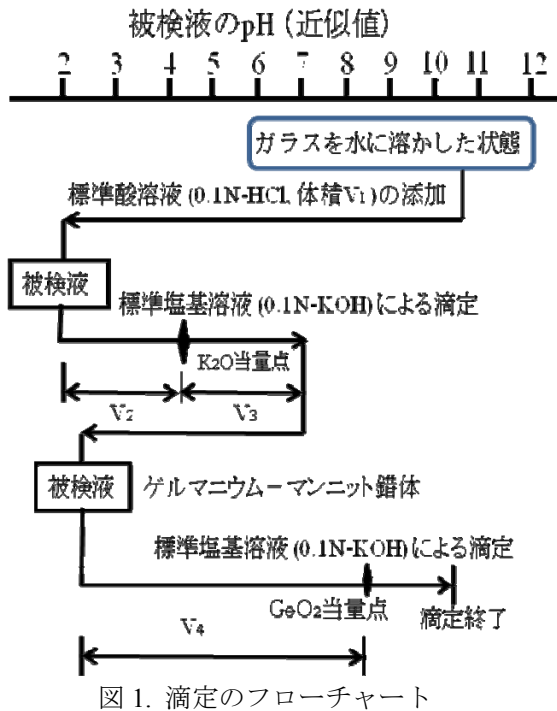


図1. 滴定のフローチャート

組成分析により下のような結果 (表1, 図2) が得られた。仕込値と分析値の差が小さく良好な試料であることが確認された。

表1. 組成分析 / mol%

仕込値	分析値	差
8	7.6	0.4
12	10.9	1.1
16	15.3	0.7
20	19.0	1.0
24	22.4	1.6
28	26.8	1.2
32	29.7	2.3
36	34.4	1.6
40	39.0	1.0

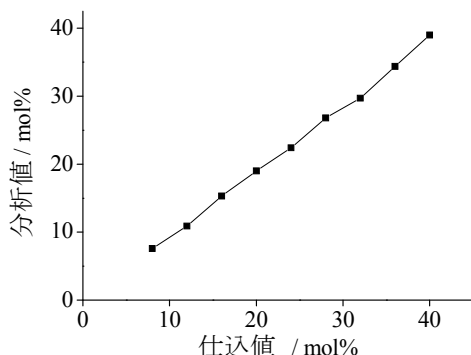


図2. ガラス組成の分析値-仕込値

4.2 ラマンスペクトル分析

カリウムゲルマニウム酸塩ガラスの偏光(VV)スペクトルは図3に示される。説明と考察のためにスペクトルを高振動数帯域 700 から 1000 cm^{-1} , 中振動数帯域 200 から 700 cm^{-1} , 低振動数帯域 200 cm^{-1} 以下の3つの領域に分割する。

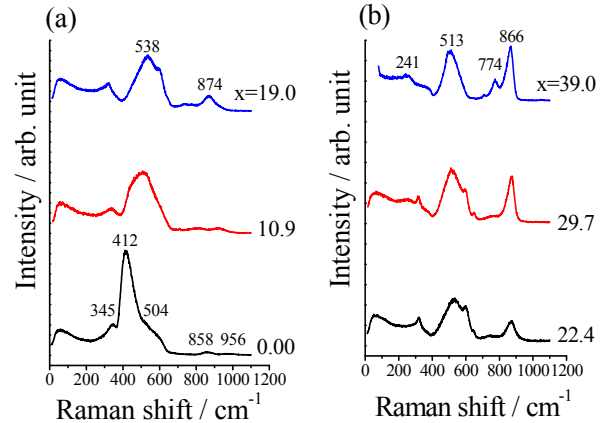


図3. $xK_2O \cdot (100-x)GeO_2$ ガラスの組成依存性 (a) $x=0.00 \sim 19.0$, (b) $x=22.4 \sim 39.0$.

4.2.1 高振動数帯域

高周波帯域 (700-1000 cm^{-1}) のスペクトルは興味深い。低 K_2O 濃度 ($x \leq 19.0$) で 858 と 956 cm^{-1} ($x=0$) の2つの帯域の強度は K_2O 濃度と伴に少し増加するが、それらはまだ弱い。2つの帯域の振動数は少し減少し、高い方の振動数帯の強度は K_2O 濃度と伴に低振動数帯の強度と比べて増加する。870 cm^{-1} での高振動数帯の強度 ($x=19.0$) は ($x > 19.0$) で劇的に増加し $x=29.7$ で特徴的帯域となる。その帯域は四面体 Q^3 種 (Q^n 種は (4-n) 非架橋酸素をもつ) と考えられる。2つの帯域 ($x > 29.7$) は 770 cm^{-1} と 710 cm^{-1} で現れる。それらは四面体 Q^2 と Q^1 と考えられる^[3]。

4.2.2 中振動数帯域

中周波帯域 (200-700 cm^{-1}) のスペクトルは最も興味深い。それらは 400 と 650 cm^{-1} の間の強い帯域と 240 と 330 cm^{-1} の弱い帯域から構成されている。強い帯域 ($x < 19.0$) は支配的特徴がある。412 cm^{-1} での K_2O ガラススペクトルの強い帯域は K_2O 濃度に従って高振動帯に移動し強度を減少させる。412 cm^{-1} での帯域の 504 cm^{-1} の肩は K_2O 濃度と伴により高振動帯に移動し強度を減少させる。599 cm^{-1} の肩 ($x=19.0$) は現れ、 $x=34.4$ で消滅する。641 cm^{-1} でのもう一つの肩 ($x=22.4$) は出現し、 $x=39.0$ で消滅する。

GeO_2 ガラスの 412 cm^{-1} の支配的帯域は6員環すなわち6つの GeO_4 四面体からできた環における $Ge(4)-O-Ge(4)$ の対称伸縮振動と考えられる。535 cm^{-1} での支配的帯域は GeO_4 四面体の6つの3員環 (Ge_3O_6) に頂点で酸素により結合された GeO_6 八面体中の $Ge(4)-O-Ge(4)$ 架橋の対称伸縮振動と $Ge(4)-O-Ge(6)$ 架橋との畳み込みに起因される。325, 598, 640 での3つの帯域は稜共有の4つの GeO_6 八面体中の $Ge(6)-O-Ge(6)$ モードのためと考えられる^[3]。

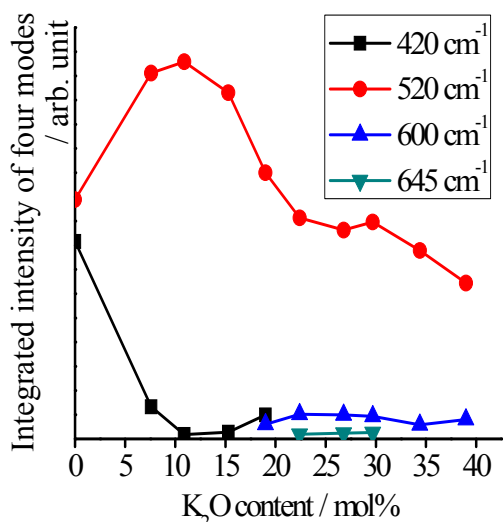


図4. K₂O 濃度 (mol%) の関数としての各振動モードの積分強度

主振動数帯域 (350-700 cm⁻¹) は適当な数のガウス曲線の和によりカーブフィットされた (図4)。

4つのピークは約 420, 520, 600, 645 cm⁻¹ を選んだ。各ガウス曲線を積分した。図4は K₂O 濃度の増加とともに4つのモードの積分強度を示す。モード 420 cm⁻¹ は K₂O 濃度とともに急激に減少し x=22.4 で消失する。それは6員環中の Ge(4)-O-Ge(4) 架橋の対称伸縮振動が x=22.4 で消滅することを示す。モード 520 cm⁻¹ は K₂O 濃度とともに劇的に増加し x=22.4 と x=29.7 の間で殆ど一定となる。そして、再び減少する。x=10.9 におけるモード 520 cm⁻¹ の最大値は 9 mol% K₂O でのゲルマニウム酸塩異常の最大値、すなわち密度最大値に対応する^[1]。低 K₂O 濃度ガラス構造は x=29.7 で完全に消滅する^[13]。

構造的見地から見ると、504 cm⁻¹ の肩 (モード 520 cm⁻¹ に含まれる) は3員環の Ge(4)-O-Ge(4) 架橋の対称伸縮振動と考えられる。K₂O の追加でその肩は GeO₄ 四面体の6つの3員環 (Ge₃O₆) と頂点で酸素と結合した GeO₆ 八面体の Ge(4)-O-Ge(4) と Ge(4)-O-Ge(6) 架橋の対称伸縮振動と見なせる支配的振動帯域となる。これは GeO₆ 八面体が K₂O 濃度とともに増加しモード 520 cm⁻¹ (x=10.9) の最大値が x=9.0 でのゲルマニウム酸塩異常の最大値と対応する。これは GeO₄ 四面体の3員環のためである、なぜなら、環の構造が GeO₄ 四面体の6員環のそれより小さな空孔を作るからである^[6]。それはゲルマニウム酸塩異常が GeO₆ 八面体によるのではなく GeO₆ 八面体に付随した GeO₄ 四面体の6つの3員環により直接引き起こされることを示す。モード 520 cm⁻¹ が x=22.4 で K₂O 注入前の最初の値より減少するとき低 K₂O 濃度ガラスの構造は消失し始める。それは GeO₆ 八面体が消失し低濃度ガラス構造も消滅することを示す。そして Q³ と Q² は K₂O 濃度の増加とともに劇的に増加する。

4.2.3 低振動数帯域

低振動数帯域 (0-200 cm⁻¹) のスペクトルは広い台形状をしている。それは K₂O 濃度で殆ど変わらない。

5. 結び

カリウムゲルマニウム酸塩ガラスをラマン散乱により研究した。

高振動数帯域における低 K₂O 濃度 (x≤19.0) の2つの帯域の強度は K₂O とともに少し増加する。870 cm⁻¹ での高い方の帯域の強度 (x=19.0) は (x>19.0) で劇的に増加し x=0.32 で四面体 Q² と Q¹ に起因する2つの小さな帯域が x>29.7 で現れる。

中振動数帯域において強い帯域 (400-650 cm⁻¹) と弱い帯域 (240 と 330 cm⁻¹) から構成される。強い帯域は x<19.0 では支配的である。

カーブフィットによる解析により x=10.9 付近でのモード 520 cm⁻¹ における最大値が密度のゲルマニウム酸塩異常 x=9.0 mol% と対応することと x=29.7 で低濃度 K₂O のガラス構造が完全に消滅することを示した。このことによりカーブフィットによる解析が構造解析に有効であることを明確に示した。

謝辞

本報告を行うにあたり、数々のご指導を頂きました筑波大学数理工学物質科学研究科、小島誠治教授、狩野旬助教、松田裕学振研究員他小島研究室ガラス班の皆様深く感謝します。

参考文献

- [1] G. S. Henderson, J. Non-Cryst. Solids, 353, (2007) 1695-1704.
- [2] M. Kodama, A. Ono, S. Kojima, S. A. Feller, M. Affatigato. J. Glass Sci. Technol., B 47, (2006) 465-470.
- [3] E. L. Kamitsos, Y. D. Yiannopoulos, M. A. Karakassides, G. D. Chryssilos, H. Jain J. Phys. Chem., 100, (1996) 11755-11765.
- [4] Y. D. Yiannopoulos, C. P. E. Varsamis, E. I. Kamitsos J. Non-Cryst. Solids, 293, (2001) 244-249
- [5] Y. D. Yiannopoulos, C. P. E. Varsamis, E. I. Kamitsos Chem. Phys. Lett., 359, (2002) 246-252.
- [6] G. S. Henderson, M. E. Fleet J. Non-Cryst. Solids, 134, (1991) 259-269.
- [7] M. H. Wang, G. S. Henderson, Chem. Geol., 213, (2004) 17-30.
- [8] L. G. Soltay, G. S. Henderson Phys. Chem. Glasses, 46, (2005) 381-384.
- [9] A. C. Hannon, D. D. Martino, L. F. Santos, R. M. Almeida J. Non-Cryst. Solids, 353, (2007) 1688-1694.
- [10] Y. Matsuda, Y. Ike, M. Kodama, S. Kojima J. Phys. Soc. Jpn., 77, (2008) 084602.
- [11] A. Hushur, Y. Akishige, S. Kojima Mat. Sci. Engin., B 120, (2005) 45-49.
- [12] M. Kodama, K. Iizuka, M. Miyashita, N. Nagai, W. Clarida, S. A. Feller, M. Affatigato Glass Technol., 44, (2003) 50-58.
- [13] T. Furukawa, W. B. White J. Mat. Sci., 15, (1980) 1648-1662.

Preparation and Raman scattering measurement of binary potassium germanate glasses

Seichi Mamiya

Institute of Materials Science, Technical Service Office for Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

For this research, homogenized bubble-free glasses were prepared using solution method. Their compositions were analyzed through titration.

Raman scattering spectra of potassium germanate glasses, $x\text{K}_2\text{O}\cdot(100-x)\text{GeO}_2$, have been investigated as a function of the K_2O content in the range of $0 \leq x \leq 39.0$ mol%. The spectra of the middle frequency region ($350\text{-}700\text{ cm}^{-1}$) were analyzed to understand the structural change with increasing the K_2O content. The mode at 420 cm^{-1} and at $x=0.00$ drastically decreases with the K_2O content and disappears around $x=22.4$. The mode at 520 cm^{-1} and at $x=0.00$ markedly increases with the K_2O content and reaches the maximum at $x=10.9$, and then decreases down to the initial value before doping the K_2O at $x=22.4$. For the further increase of the K_2O content, it becomes nearly constant between $x=22.4$ and 29.7 and decreases again with the K_2O content. The reduction of the mode at 420 cm^{-1} and the increase of the 520 cm^{-1} mode indicate that six-membered rings of GeO_4 tetrahedra convert into GeO_6 octahedra linked by corner oxygens to six three-membered rings (Ge_3O_6) of GeO_4 tetrahedra. It suggests that the germanate anomaly is directly caused not by GeO_6 octahedra but by six three-membered rings (Ge_3O_6) of GeO_4 tetrahedra that attach to GeO_6 octahedra.

Key words: solution method; Raman scattering; potassium germanate glasses; germanate anomaly

附属坂戸高等学校学務処理システムの構築

加島 倫¹

附属学校教育局 学校支援課 附属坂戸高等学校係 学務システム WG

〒350-0214 埼玉県坂戸市千代田 1-24-1

概要

本システムは、附属坂戸高等学校における、諸学務処理業務支援を行うための基幹業務ソフトウェアであり、Windows Server 2003 R2, SQLServer 2005 (Standard) DBMS 上で稼働し、.Net ASP Web フレームワーク及び、C#言語にて記述される。

機能には、入試業務、出欠席記録、履修管理、成績記録、指導要録管理、生徒情報管理などがあり、それぞれは web フォーム型 (.net ASP)、C#アプリケーション型どちらかの適当なインターフェースで提供される。端末に Nintendo DS (Wi-Fi 対応携帯ゲーム機) の利用することを特徴とする、無線出欠席入力機能を有し、各教室に配置されたアクセスポイントを経由、サーバーにアクセスし、出欠席情報をリアルタイムで入力することが可能である。

帳票出力機能には、SQLServer Reporting Service を利用し、web ブラウザーからの操作・閲覧・印刷が可能となっている。

キーワード：学務、坂戸高等学校、指導要録、ソフトウェア

1. はじめに

本校では、生徒履修情報等を管理する学務ソフトウェアとして、当初 DBASE-IV を用いたシステム(図 1) が稼働しており、下記のような機器構成で運用されていた。近年、これらの機器も老朽化し、維持が難しくなったことから、現行のパーソナルコンピュータで動作するシステムを構築することとなった。

旧システム構成

Server	NEC N5200
NOS	Novell Netware
Client	PC9801 MS-DOS
DBMS	Borland DBASE-IV

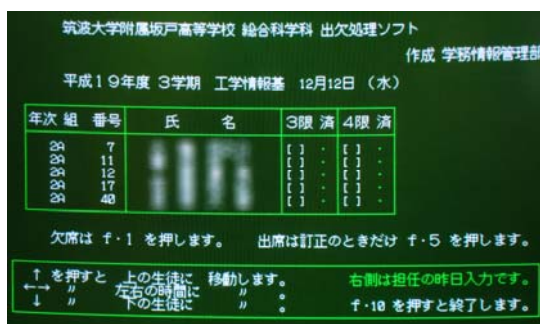


図 1. 旧システム画面(出欠席)

2. 設計

教員数名とワーキンググループ(WG)を構成し、既存業務の洗い出しからの進行作業を図 2 のようなワークフローとした。

情報処理規模を検討し、稼働させるハードウェア、OS 構成を下記のように決定した。

Server	DELL PowerEdge 2900 Xeon 5130 2GHz (2CPU), 2GB RAM, HDD 250GB (RAID1)
OS	Microsoft Windows Server 2003 R2
DBMS	Microsoft SQLServer 2005 Standard
Client	Windows XP Professional, Nintendo DS

OS, DBMS は、Linux+MySQL 等の無料のものも候補に挙げたが、開発作業を分担して行うことを想定し、参考書や開発情報の豊富な Microsoft 製のものを選択した。

ソフトウェアの仕様を策定するにあたって、現在稼働している業務内容について確認し、モデル作成を行うため、各担当者に既存の業務で使用している入力と出力帳票などを元に、流れを整理するとともに、データフロー図 (DFD) を記述していただいた。記述方法として Gane-Sarson 記法 (図 3) 採用した。完成した DFD の一部を図 4 に示す。

その後、作成すべきアプリケーションと機能をまとめ、システム機能構成図を作成した (表 1, 2)。

さらに、必要なエンティティをまとめて、DB テーブル、フィールドを設計した (図 5)。

¹ hkishima@sec.tsukuba.ac.jp

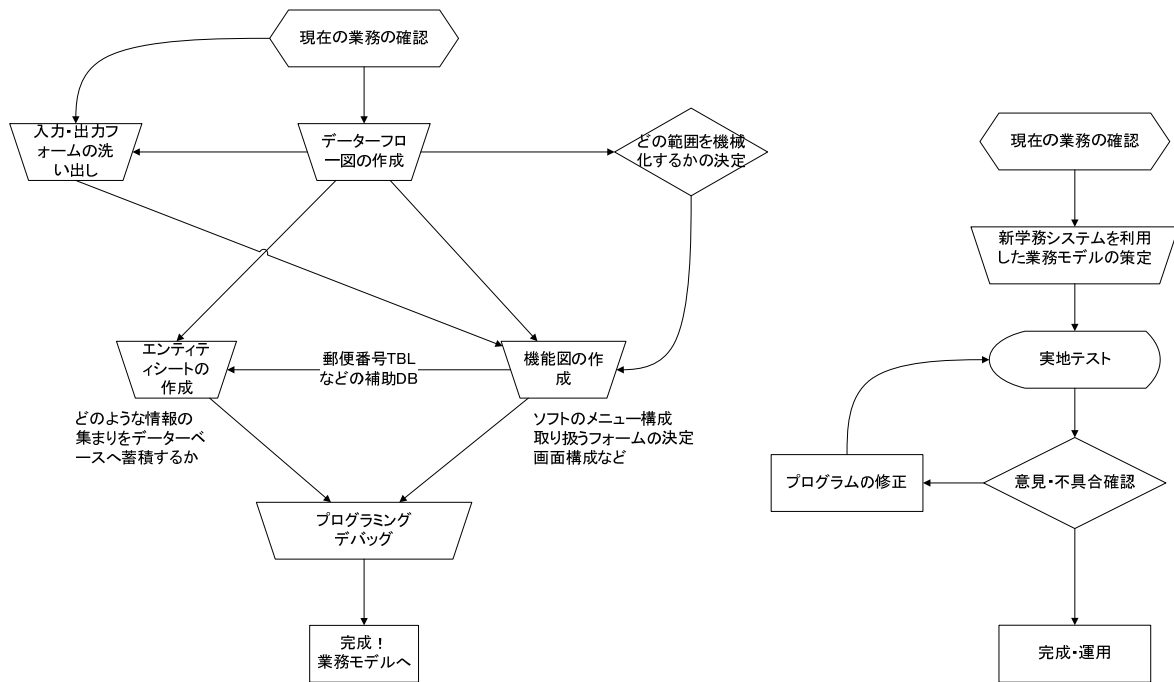
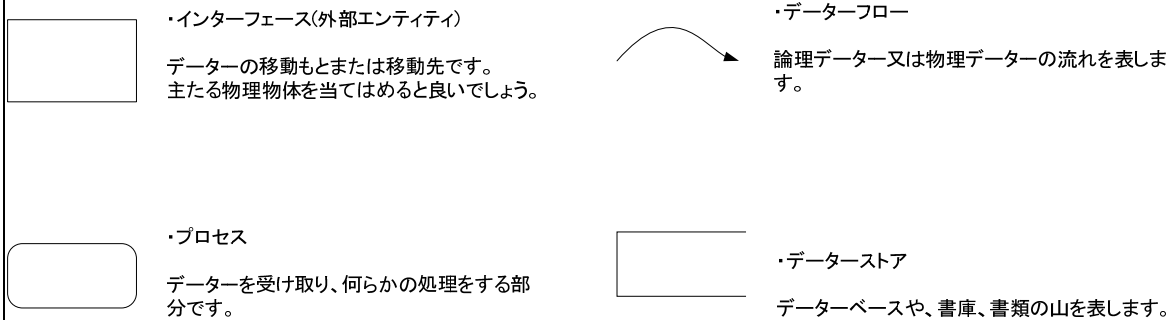


図 2. ワークフロー

データフロー図(DFD)の書き方Tips



基本ルール

1. どのプロセスにも、少なくとも1つの入力データフローと1つの出力データフローがなければならない。
2. どのプロセスも、入力データを変更して新しい形の出力データを作成しなければならない。
3. 各データストアは少なくとも1つのデータフローに関係しなければならない。
4. 各外部エンティティは少なくとも1つのデータフローに関係しなければならない。
5. データフローは少なくとも1つのプロセスに結び付いていなければならない。

図 3. Gane-Sarson 記法のルール

履修データフロー

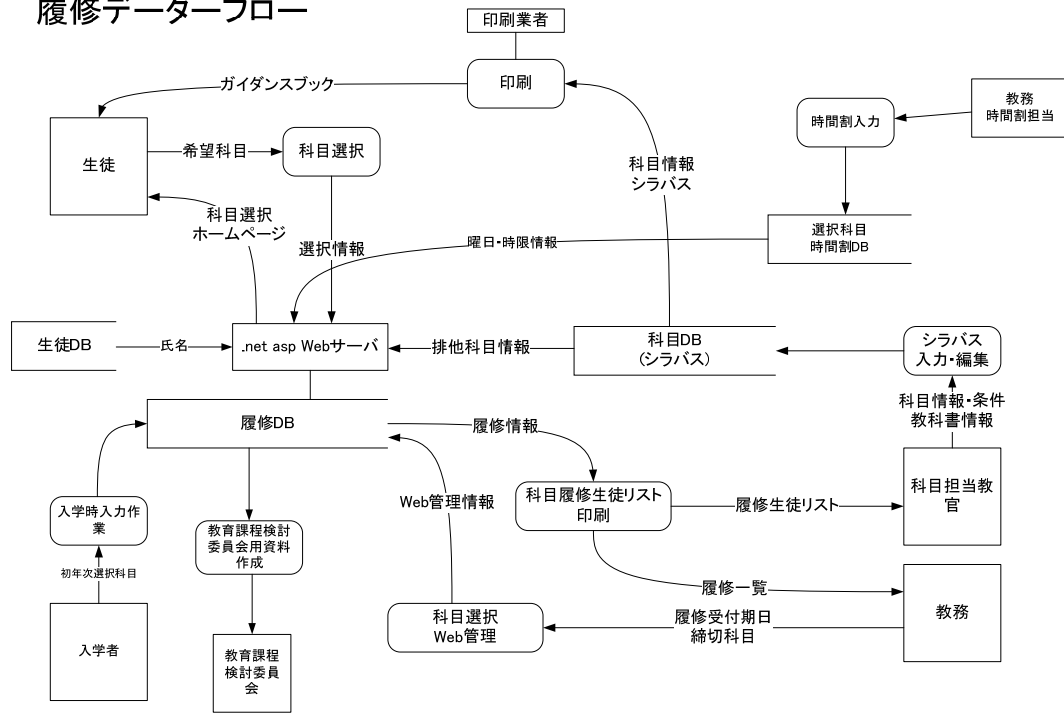


図 4. データフロー図(履修サブシステム)

表 1. 出力帳票一覧(抜粋)

プログラム名	処理系	帳票名
RepJM01	SQL Reporting Service	[事務] 生徒手帳半印台紙
RepKS01	SQL Reporting Service	[科目選択] 選択者一覧表
RepKS02	SQL Reporting Service	[科目選択] 選択者集計表
RepKS03	SQL Reporting Service	[教務] 選択科目教科書注文調査票
RepKS04	SQL Reporting Service	[教務] 必修科目教科書注文調査票
RepKS05	SQL Reporting Service	[教務] 教科書注文調査票
RepKY01	SQL Reporting Service	[教務] 居住地別生徒教一覧
RepKY02	SQL Reporting Service	[教務] 生徒基本台帳
RepKY03	SQL Reporting Service	[教務] HRリアルタイム出欠レポート
RepKY04	SQL Reporting Service	[教務] マイ名簿印刷
RepKY05	SQL Reporting Service	[教務] HR出欠集計表
RepKY06	SQL Reporting Service	[教務] 科目出欠集計表(全報告ベース)
RepKY07	SQL Reporting Service	[教務] 科目出欠集計表(マイ名簿ベース)
RepKY08	SQL Reporting Service	[教務] 担任・科目出欠報告相違一覧(HR別)
RepKY09	SQL Reporting Service	[教務] 担任・科目出欠報告相違一覧(科目別)
RepKY10	SQL Reporting Service	[教務] 科目出欠報告状況レポート
RepKY11	SQL Reporting Service	[教務] 暫定通知表
RepKY12	SQL Reporting Service	[教務] 科目出欠の報告の矛盾一覧
RepKY13	SQL Reporting Service	[教務] 成績一覧表
RepKY14	SQL Reporting Service	[教務] 通知表
RepKY15	SQL Reporting Service	[教務] 成績入力達成表
RepKY16	SQL Reporting Service	[教務] 科目別成績平均一覧表
RepKY17	SQL Reporting Service	[教務] HR別成績表
RepKY18	SQL Reporting Service	[教務] 科目別成績入力確認表
RepKY19	SQL Reporting Service	[教務] マイ名簿上の成績の付いていない生徒一覧
RepKY20	SQL Reporting Service	[教務] 成績不良者一覧表
RepKY21	SQL Reporting Service	[教務] 調査書(進学用)
RepKY22	SQL Reporting Service	[教務] 個人別全科目成績一覧表
RepKY23	SQL Reporting Service	[教務] 成績証明書
RepKY24	SQL Reporting Service	[教務] 調査書(就職用)
RepKY25	SQL Reporting Service	[教務] 単位修得証明書
RepKY26	SQL Reporting Service	[教務] HR別欠席集計表
RepPTA01	SQL Reporting Service	[PTA] 会員名簿
RepIS01	SQL Reporting Service	[図書館] 新入生貸出台帳作成シート
RepY101	SQL Reporting Service	[年次] 新入生クラス編成カード
要録くん	C#	指導要録
入試判定出力	C#	入試判定会議資料
通知くん	C#	通知表
シラバスエディタ	C#	科目選択ガイダンスブック(シラバス)版下

表 2. 入力フォーム一覧

グループ	プログラム名	テーブル名
科目管理	webページ(学生用)	科目選択
科目管理	シラバスエディタ	シラバス
指導要録管理	要録くん	指導要録記
指導要録管理	要録くん	指導要録単
出欠席管理	webページ(携帯端末用)	HR出欠
出欠席管理	webページ(教員用)	科目出欠
出欠席管理	webページ(教員用)	出欠名簿
出欠席管理	webページ(教員用)	名簿所属
出欠席管理	ナースくん	保健入室
成績管理	成績くん	成績
成績管理	通知くん	通知表
生徒情報管理	webページ(教員用)	認証
生徒情報管理	生徒諸くん	生徒
生徒情報管理	中学校エディタ	中学校
入試管理	一般エントリー	一般入試
入試管理	一般会場設定	一般会場
入試管理	一般素点入力	一般素点
入試管理	推薦エントリー	推薦入試
入試管理	推薦会場設定	推薦会場
入試管理	推薦素点入力	推薦素点

表 3. 機能構成図(履修サブシステム)

システム名	システム機能		DBアクセス
	アプリケーション	サービス	
履修管理サブシステム	シラバス管理	シラバス編集	更新
		科目選択条件編集	
	科目選択管理	受付期間設定	更新
		定員越え科目ロック	
		非開講科目処理	
	DB管理・照会機能	履修者リスト管理	更新
		履修者検索	参照
	レポート機能	履修者リスト印刷	参照
		CSV出力機能	

3. 機能・プログラム構成

3.1 入試業務サブシステム

入試業務のためのソフトウェアは以下の通りである。

- 受験者情報入力フォーム (C#)
- 試験採点結果入力フォーム (C#)
- 選抜会議資料出力 (Reporting Service)
- 不合格通知出力 (Reporting Service)
- 合格通知出力 (Reporting Service)

入試試験採点結果の扱いには特に注意をはらい、十分な試験運用を行わなければならない。本システムでは、旧システム、新システムの並行運用と同時に、点数の加工計算においては、素点情報を表計算ソフトなどの第3の処理系に移して手計算をし、厳重な動作試験を行った。

3.2 出欠席記録サブシステム

- SHR 出欠席入力フォーム (Web, Nintendo DS)
- マイ名簿作成フォーム (Web)
- 講座出欠入力フォーム (Web)
- 出欠席集計出力 (Report Service)

出欠席情報は、最も稼働率の高いデータであり、効率の良い運用をするためには、簡単・シンプルに操作できる必要がある。従来のシステムでは、予定されている授業の日付枠に出欠席記録を埋めてゆく方式がとられていた。このため、年度(学期)初めに授業予定情報を入力しておかなければならなかった。この作業はインターフェースが古いこともあり、非常に面倒な作業であった。

新システムでは、このような講座時間情報を放棄し、日付、科目、状況を1組としてポストしてゆく投票方式の出欠記録となっている。ただ、対象日の決定は報告者に委ねられるため、誤って授業の無い時間についての出欠もポストされてしまう可能性があるという欠点がある。

出欠情報は、HR 担任が記録する出欠情報を HR 出欠テーブルへ、各授業で行う出欠を科目出欠テーブルへ分割して収納している。HR 出欠テーブルは、1レコードあたり1日・人で、1時間目～7時間目までの出欠情報を持ち、科目出欠テーブルは、1レコードあたり、1限・人・科目で記録される。レコードの増加規模は、学校全体(全校生徒数480人)でHR 出欠が1日480レコード、科目出欠が1日おおよそ3,360レコードとなる。1年間では85万レコードとなるため、年度更新時に消去しアーカイブ保存する。

・無線端末システム

高等学校では、各教室においてショートホームルーム (SHR) と呼ばれるクラス担任による朝礼があり、朝の登校時の出欠席とその日の連絡等が行われる。

本システムでは、無線端末を利用し、学校レベルの連絡事項の確認や、出欠席情報をリアルタイムで

報告できるようにした。出欠席情報がリアルタイムでサーバーに格納されることにより、授業担当教員は出欠席情報をすぐさま端末から参照できるようになる。なお、連絡事項の情報はRSS フィードとして配信されている。

無線端末には、携帯ゲーム機 Nintendo DS を使用している。Nintendo DS は、ソフトウェア Nintendo DS ブラウザーを搭載することにより、Wi-Fi 対応 Web ブラウザーとして使用することができる。他の端末候補として、SONY 社の PSP、mylo、各携帯電話会社のスマートフォン等もあったが、2007年現在もっとも安価に導入できる Nintendo DS を採用した。

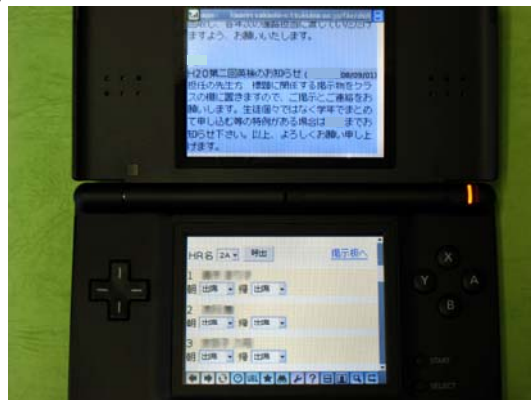


図 6. 携帯端末 (Nintendo DS)

・遅刻者数自動報告機能

生徒指導のための機能として、SQL Server 2005 のスケジュール機能を用いて、毎昼 12:00 に朝の出欠報告の情報から遅刻者の集計をし、e-mail で各教員へ通知する機能を作成した。報告される情報は、その日の遅刻者と、当月、遅刻が5回を超えた生徒の一覧である。

・マイ名簿機能

出欠席入力をより抽象化するために、教務手帳をモデルにした、マイ名簿という機能を作成した(図7)。

教員は出欠席の記録において、教務手帳や、それに代わるノートの類を携帯して出欠席を記録し、その生徒一覧は、頒布されたか自作した表計算シートを縮小印刷し、帳票をノートに切り貼りしている。

マイ名簿では、科目選択システムで収集している履修情報、生徒情報により、履修科目名簿、クラス毎の名簿を検索、グループ化し、マイ名簿として教員毎に管理できるようになっている。

マイ名簿を呼出し、日付、出欠席情報に科目番号を付け加えて、サーバーにポストすることにより、教務手帳での記録作業と同様の感覚で出欠席入力ができる。



図 7. マイ名簿編集画面

3.3 履修サブシステム

- 科目選択入力フォーム (Web)
- 科目選択者管理 (Web)
- 科目選択集計出力 (Report Server)
- シラバス編集フォーム (C#)
- シラバス出力 (Report Service, C#)

履修システムでは、シラバスと選択科目（履修）情報の管理を行う。シラバステーブルには、同時履修不可科目などの選択条件フィールドが含有されており、生徒が Web 端末から行う履修科目選択において妥当性の判定に使用している。科目選択入力フォームは Web アプリケーションとして提供され、生徒がパソコン室からアクセスできるようになっている。選択作業の許可制御は教員端末から設定が可能である。（図 8）

また、シラバスの印字出力は、そのまま製本会社への版下となる。

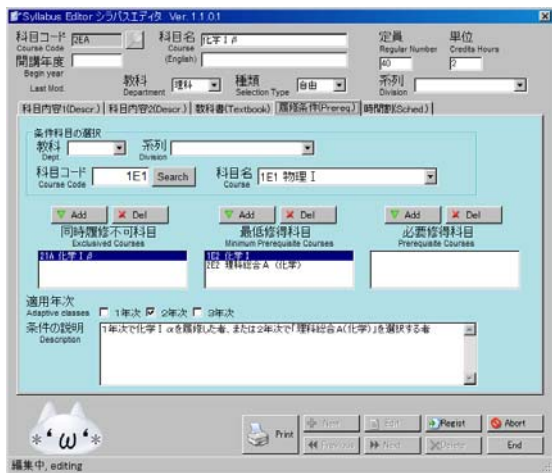


図 8. 履修条件設定画面

3.4 成績記録サブシステム

- 成績入力フォーム (C#)
- 成績会議資料出力 (Report Service)

成績情報は、重要情報であるため、C#アプリケーションで作成している。C#アプリケーションは設計機能専用であり、インストールしていない PC では作動しないため、セキュリティを高められると共に、Web アプリケーションにはできない細かい処理もインプリメントすることができる。（図 9）



図 9. 成績入力画面

3.5 指導要録作成サブシステム

- 成績証明書出力
- 指導要録入力フォーム (C#)
- 指導要録出力 (Report Service, C#)

文部科学省規定の指導要録を記録することができ、（図 10）指導要録には成績情報が含まれるが、更新頻度と保存期間が異なるため、成績サブシステムのテーブルとは別テーブルで扱っている。増加してゆく一方の膨大なレコードを、日々更新する成績情報と同居させるのは動作効率が悪い。

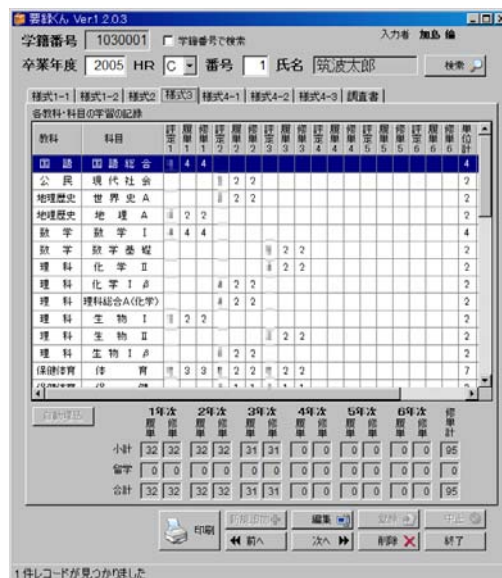


図 10. 指導要録編集画面

3.6 保健室記録サブシステム

保健室入室記録フォーム (C#)

保健室を利用した生徒の入室時間、時限を記録し、出欠席情報集計、生徒指導などに利用する。

3.7 生徒情報管理サブシステム

生徒情報の管理を行う。入学時に提出される、生徒の情報が記された、生徒カードと呼ばれる書類をスキャナーで取り込み、写真、住所等を入力する。

3.8 教員 ID 管理サブシステム

各教員の ID と、ロール (操作権限) 管理を行う。

4. Reporting Service, .Net ASP について

本ソフトウェア作成において使用した処理系のプログラミング例について簡単に説明する。

4.1 Web (.Net ASP)アプリケーション

オプティミスティック同時実行制御方式 (楽観的排他制御) でのデータ利用をする場合は、テーブル編集程度の簡単なものであれば、数回のオペレーションで作成することができる。

- 1) データベース構成ウィザードで、接続する SQL Server, DB 名, テーブルを指定し、DataSource を作成する。(図 11)
- 2) GridView コンポーネントをページに配置し、GridView タスクで新しいデータソースの作成をし、作成ウィザードに従って SQL Server のテーブルを登録する。(図 12)

- 3) 更新ボタンを配置、`SqlDataSource.Update()` を記述。
- 4) Web 発行

以上でテーブル編集機能が Web 上で実現される。但し、オプティミスティック同時実行制御方式 (配列に残っている更新する前のデータと更新直前のオリジナルデータを比較し、他で変更されていたらエラー) であるため、多人数のアクセスは障害の原因となる。厳密な排他制御をする場合は、`TableAdapter.Transaction` プロパティに排他モードを指定し、ロールバック処理その他を記述しなければならない。

また、ユーザー認証には Windows 認証が使われるが、認証機能がサービスできない場合 (Nintendo DS や Windows Home Edition での接続) は、フォーム認証処理を記述する必要がある。

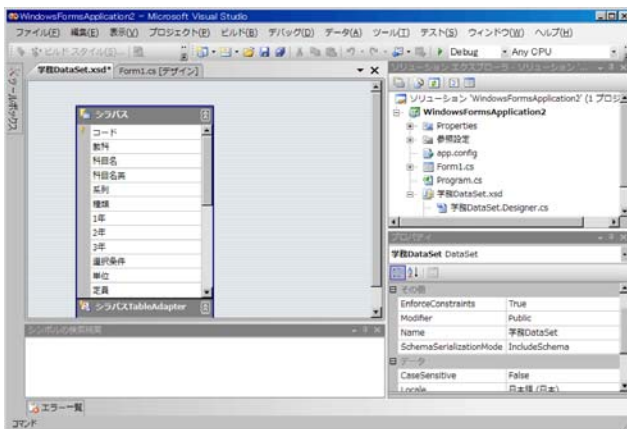


図 11. DataSource の作成

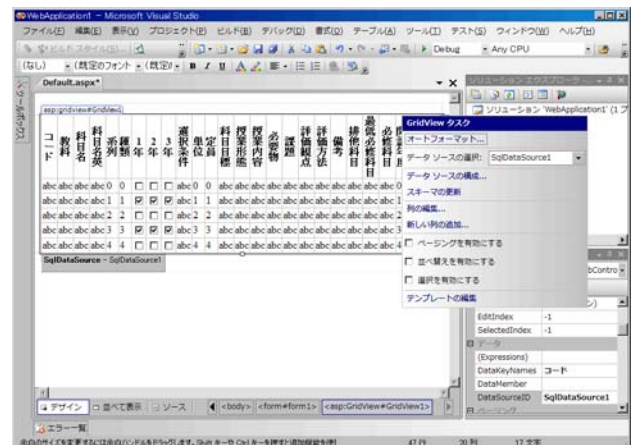


図 12. .Net ASP での GridView

4.2 SQL REPORTING SERVICES による帳票機能

Reporting Service は、SQL Server Standard Edition 以上のグレードに付属する IIS 用 Web サービスコンポーネントである。Web 上で DB 検索等に使用するパラメータを入力し、SQL 文を実行、結果を帳票にして表示することができる。

```
SELECT 年, 組, 番号, 氏名 FROM V 生徒年組番  
WHERE 年 = @年 AND 組 = @組
```

上の SQL 文は、学年と組に合致する生徒のリストを抽出するコマンドである。Reporting Service において、@の付く変数は入力パラメータを指示するも

のである。パラメータを使用することにより、Web ブラウザーの画面上から情報を SQL 文へ引き渡すことができる。

レポート配置までのオペレーションをまとめると、以下のようになる。

- 1) Visual Studio でレポートサーバープロジェクトを新規作成
- 2) レポートウィザードに従い、SQL 文を入力、適切なテンプレートを選択
- 3) レポート配置 (Web に展開)

Report ドキュメントは、Web ブラウザー上だけではなく、C#アプリケーション内からも印刷可能なビューとしてアクセス可能である。

閲覧時は、Web ブラウザーからは出力された帳票を XLS ファイルや CSV、PDF へエクスポートすることができる。印刷機能ももちろん提供されるが、これは Internet Explorer 限定で、IE 以外のブラウザを使っている場合は一度 PDF に落とす必要がある。図 13 はレポートレイアウトの編集画面である。

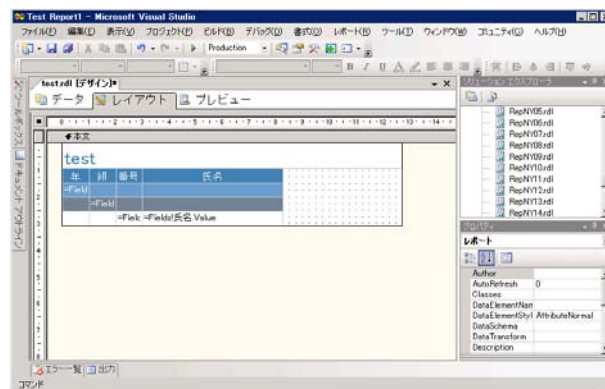


図 13. レイアウト画面

5. おわりに

今回初めて C#, SQL, ASP 処理系を取り扱った。C#については、ポインタ概念がなく、データの受け渡しで違和感を覚える部分があった。内部で実際どのように処理されているかがプログラマに見えにくいところがあるが、計算機のメモリーも処理速度も充分な現在においては、もはや気にしなくて良いポイントとなっている。SQL は、C 言語に慣れているプログラマにとっては古くて使いにくい言語であると感じた。単純検索 (SELECT 文) では 1 行で済むためさほど気にならないが、ストアドプロシジャでの多行にわたるプログラミングでは、構文をスマートに記述できず、言語を複雑に工作して無理矢理処理させているような感じがした。

本システムの構築においては、プログラミング技術的にはさほど難しくなかったものの、既成業務の解析作業において大半の時間を費やした。業務ソフトの作成とは、業務モデルの洗い出しそのものである。

情報化が進んでいない事業所の場合、各業務間のインターフェースは数百の無秩序な表計算ファイルと口頭伝達によるものとなる。マクロ等が多数含まれている表計算ファイルはプログラムリストにするなど図式化が難しいため、第三者が理解することは非常に難しい。しばしば作成者自身ですら理解不能となっていることもある。だが、こういった状況が悪いかと言うと、実はそうではない。全体の業務規模や複雑さにも依存するだろうが、分散処理という意味では、一部が壊れても自己修復 (担当が辞める→別の担当者が入る→新しい自前の Excel

を作る) 可能な、インテリジェントで優れたシステムなのである。なんと言ってもコストがかからない。もちろん、基幹業務ソフトウェア・システムを持っているに超したことはないが、システムには専属オペレーター (既成ソフトなら製造会社と SE の派遣) が必要である。システムには、故障や処理修正などのメンテナンス作業はつきものであり、電源を入れておくだけで永久に使い続けられることはあり得ない。

専門技術者を持たない事業所は、億単位の導入費用と数千万円の年間維持費をもって、業務ソフトウェアと付き合いなければならないだろう。

高等学校のような営利のない小規模事業所では、前者のような形態で運営するのも間違いではない選択だと考える。

参考文献

- [1]小野哲、藤本 亮、現場で使える SQL、翔泳社、2001
- [2]SQL Server 2005 Books Online, Microsoft
- [3]Microsoft Support Online, <http://support.microsoft.com/>, Microsoft
- [4]MSDN Library, <http://msdn.microsoft.com/ja-jp/library/>, Microsoft
- [5]埼玉県学校便覧 <http://www.pref.saitama.lg.jp/A20/BA00/chousa/binran.html>, 埼玉県
- [6]Scott W. Ambler, Agile Modelling, <http://www.agilemodeling.com/>

Development of School work Computer System for the Senior High School at Sakado, University of Tsukuba.

Hitoshi Kashima

Senior High School at Sakado

1-24-1 Chiyoda, Sakado, Saitama, 350-0214 Japan

This system provides a service of school work assistance for Senior High School at Sakado, University of Tsukuba. This system running on server computer system with DBMS of Microsoft SQL Server 2005 and .net ASP framework written in C# language. There are few system groups for assistance in education work, an entrance examination work, a roll book, course registration work, Student information system and some administration tools. One of novel feature, Nintendo DS Wireless LAN roll-book system. This system can record absence information on real time to the database via Wi-Fi access points.

Keywords: SQL Server; School work; C#; .net ASP; Sakado

ブラックジャックゲームの設計

中山 勝

筑波大学システム情報工学等技術室（装置開発班）

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

筑波大学情報学類・情報科学類の実験にプロセッサの設計開発というテーマがある。このテーマは、開発ツールを使って、ハードウェア記述言語（VHDL）で記述した論理回路を Field Programmable Gate Array (FPGA) に実装して行われる。そのため、開発ツールの使い方や、VHDL について学ぶ必要がある。

そこで学生が、論理回路設計に興味を持って取り組めるように、トランプゲームの、ブラックジャックゲームを設計させることを提案した。

キーワード：VHDL、FPGA、ブラックジャックゲーム

1. はじめに

ブラックジャックゲームは、トランプゲームの 1 つである。学生は、シミュレーションで各部の動作を確認しながら、VHDL で回路設計をする。回路が完成し動作に問題がないと判断したら、スパルタン 3 スタータキット（図 1）上の FPGA に実装し、動作させる。その過程において、開発ツールを使った、VHDL による論理回路設計と、シミュレーション方法を習得することができる。しかし、一からすべてを考え、設計させるには時間的に無理がある。そのため、基本回路の構成を提示し、その内容に沿って設計させることにした。

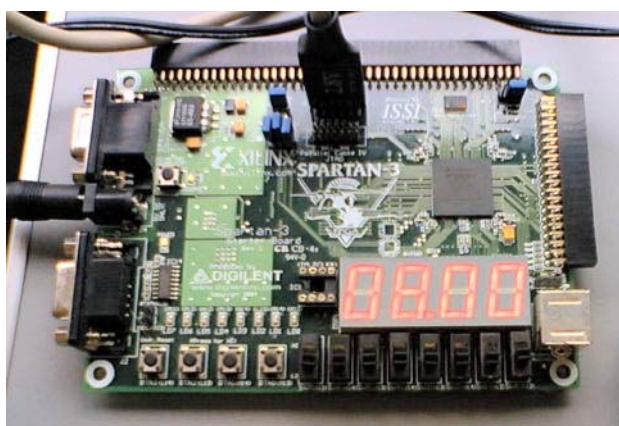


図 1. スパルタン 3 スタータキット

2. ブラックジャックゲームとは

表 1 にゲームの基本用語を示す。このゲームは、手札の合計がディーラーよりも大きい数で、かつ「21」を超えない範囲で「21」に近づけるトランプゲームである。まず、プレイヤーに 2 枚のカードを

オープンにして配る。その次にディーラーは、自分にオープンで 1 枚、伏せた状態で 1 枚配る。その後、プレイヤーがカードを続けて引き（引かなくてもよい）手札を決定する。次にディーラーは、手札の合計が 16 以下の場合、カードを引き続け、17 以上になったら Stand する。その際、絵札はすべて 10 と数えエースは 1 か、11 かを選べる。（今回の設計では、エースは 1 としか数えない。）

表 1 基本用語

用語	意味
プレイヤー	ボードを操作する人 (ボタンを押す)
ディーラー	カードを配る人 (論理回路)
Hit	カードを引く
Stand	これ以上カードを引かない
バースト	手札の合計が 21 を超えた

ゲームの進行中にプレイヤーがバーストした場合、無条件でディーラーの勝ちとなる。プレイヤーの手札の合計が 21 以下でディーラーの手札の合計より数が多い場合、もしくは、ディーラーがバーストしているときはプレイヤーの勝となり、双方同じ数の場合引き分けとなる。

3. ゲームの構成

ゲームを実現する上で、論理回路に必要な機能がいくつかある。このゲームは、プレイヤーとディーラーが 1 対 1 で対戦する。そこで論理回路には、ディーラーとしての判断ができる機能を持たせることになる。

3.1 ルーレット機能

ランダムにカードを配るために、ルーレットが必要となる。プレイヤーが 1 回ボタンを押すと回転し、もう 1 回押すと停止して配るカードが決まる。図 2 は、プレイヤーの 3 枚目のカードを配るため、ルーレットが回っている様子である。8 に見えるのは、1～d (16 進) を連続表示しているからで、ドットを点灯することで、ルーレットの回転と、配られたカードの値 8 を区別している。また、右の 2 つの値は、すでに配られたカードを示す。

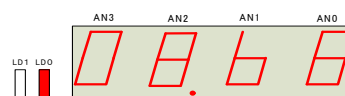


図 2. ルーレットが回転する様子

3.2 Stand 検出機能

プレイヤーの Stand は、ボタンが押されることで判断する。ディーラーの Stand は、カードを合計した値で決まる。論理回路により状況を判断し、正しくゲームを進めていく必要がある。

3.3 ゲーム進行機能

ゲームは、カードを配りながら進められる。論理回路は、次にどちらにカードを配るべきか知っている必要がある。また、配られたカードを把握し、ゲームの終了判定を行なう必要がある。

3.4 勝敗判定機能

ゲームが終了したとき、プレイヤー、ディーラーそれぞれのカードの合計を計算し勝敗判定をする。また、この時 16 進数で保存されている値を 10 進数で表示する (図 3)。

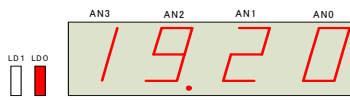


図 3. 勝敗表示

4. ユーザーインターフェイス

図 4 に示すように、スパルタン 3 スタータキットには出力として 7 セグメント LED が 4 個 (AN0~AN3)、発光ダイオードが 8 個 (LD0~LD7) あり、入力としてスライドスイッチが 8 個 (SW0~SW7)、押しボタンスイッチが 4 個 (BTN0~BTN3) ある。

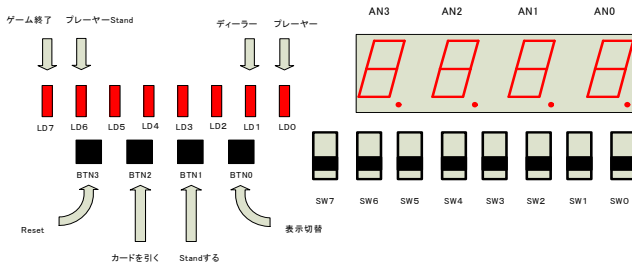


図 4. ボードの入出力

4.1 カード表示用 7 セグメント LED

7 セグメント LED は、カードの数字を表示する。7 セグメント LED の数は 4 個のため、プレイヤー、ディーラー各々最高 4 枚のカードで勝負するゲームルールにした。また、カードの数字は、A (エース)、2~10、J (ジャック)、Q (クイーン)、K (キング) だが、ここでは 1~d (16 進) となる。

4.2 状態表示用発光ダイオード

発光ダイオードは、現在の状態を表すために用いる。プレイヤー (LD0) とディーラー (LD1) は、現在どちらのカードが表示されているかを表す。また、最後の勝敗表示のときに勝ったほうが点灯する。

プレイヤー Stand (LD6) は、プレイヤーの手札が決定した際に点灯し、ゲーム終了 (LD7) は、プレイヤーとディーラーのすべてのカードが決定した際に点灯する。

4.3 押しボタンスイッチ

押しボタンスイッチは、論理回路に意思を伝えるため、またゲームを進めるための入力として用いる。それぞれ 4 つの押しボタンスイッチに、Reset (BTN3)、Hit (BTN2)、Stand (BTN1)、表示切り替え (BTN0) の機能を割り当てた。

5. 回路構成

ブラックジャックゲームを論理回路で構成するには、必要な機能毎にモジュールを分けたほうが得策である。そこで以降説明する 6 個のモジュールと 1 つのサブモジュールに分けることにした。

5.1 serve モジュール

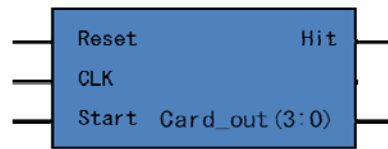


図 5. serve モジュール

図 5 に serve モジュールの入出力を示す。このモジュールは図 6 のようなステートマシンで、配られるカードを決める機能を持つ。Start 入力が 1 になるとルーレットが回転し、1~d (16 進) の値を連続的に出力する。Start 入力が 0 になると停止しその時の値を保持する。

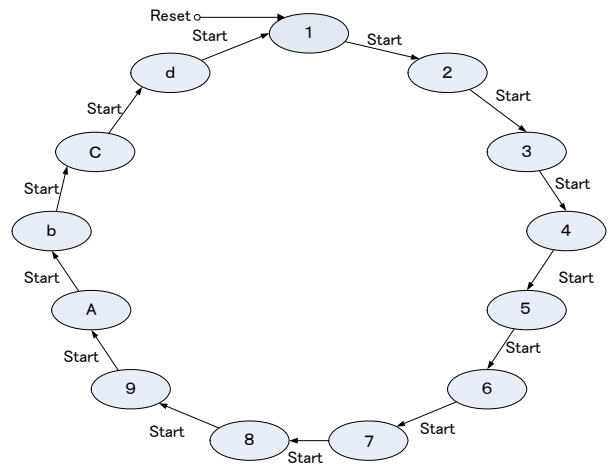


図 6. カードの値を出力するステートマシンの状態遷移図

また、カードが決まったことを知らせる信号として、1 クロックサイクルの信号 (Hit) を、図 7 に示すステートマシンで出力する。

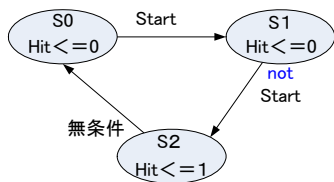


図 7. Hit 信号出力

5.2 phase モジュール

phase モジュールは、ゲームの進行状況を管理するモジュールで、図 8 に示す入出力を持つ。このモジュールも状態マシンからなり、図 9 に示す状態遷移図で表現できる。

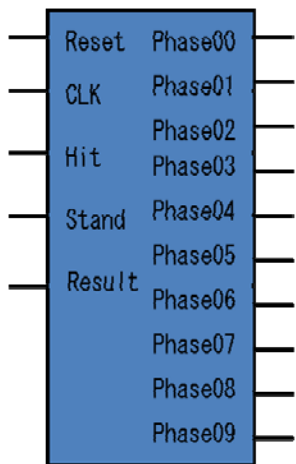


図 8. phase モジュール

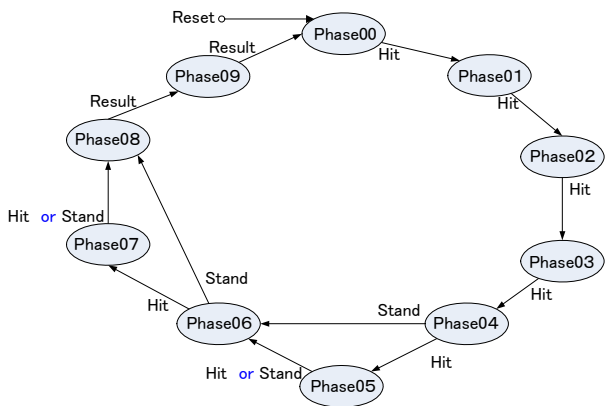


図 9. phase モジュールの状態遷移図

phase モジュールは、ゲームの進行中には Hit 信号または Stand 信号で遷移し、結果表示と初期状態に戻るときは Result 信号で遷移する。表 2 に、それぞれの状態の意味を示す。

表 2 Phase モジュールの状態の意味

状態	意味
Phase00	初期状態
Phase01	プレイヤーのカードが 1 枚配られた状態
Phase02	プレイヤーのカードが 2 枚配られた状態
Phase03	ディーラーのカードが 1 枚配られた状態
Phase04	ディーラーのカードが 2 枚配られた状態
Phase05	プレイヤーのカードが 3 枚配られた状態
Phase06	プレイヤーのカードが決まった状態
Phase07	ディーラーのカードが 3 枚配られた状態
Phase08	ディーラーのカードが決まった状態
Phase09	ゲーム結果を表示する状態

5.3 hand モジュール

図 10 に示す Hand モジュールはフリップフロップからなり、プレイヤー 4 枚、ディーラー 4 枚、計 8 枚のカードを記憶する。

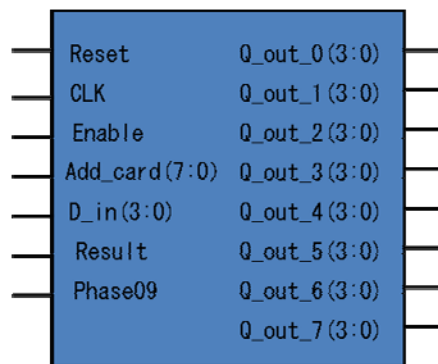


図 10. hand モジュール

5.4 selector モジュールと decide サブモジュール

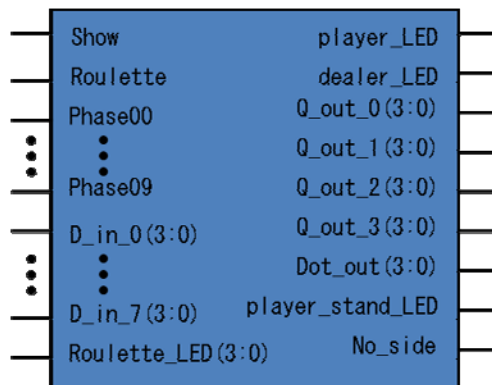


図 11. selector モジュール

図 11 に、selector モジュールの入出力を示す。組み合わせ回路からなるこのモジュールは、Show 信号、Roulette 信号、Phase 信号の組み合わせで、発光ダイオード及び 7 セグメント LED の表示データを決める。また、下位モジュールとして decide サブモジュールを持つ (図 12)。decide サブモジュールも組み合わせ回路からなり、プレイヤーの手札の合計とディーラーの手札の合計を計算して勝敗を判定する。また、

各々の手札の合計の値を 16 進数から 10 進数に変換する機能を持つ。

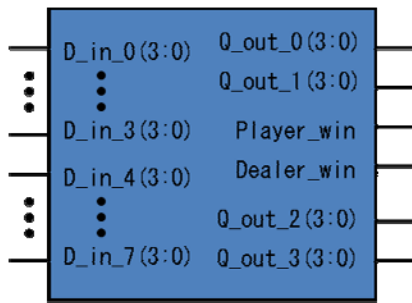


図 12. decide サブモジュール

5.5 stand_judge モジュール

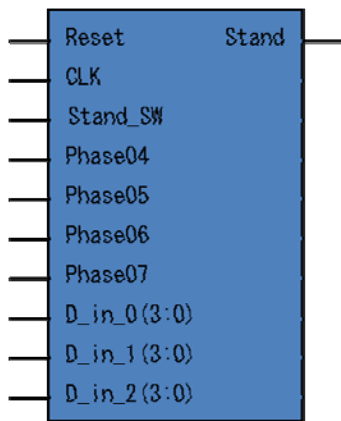


図 13. stand_judge モジュール

図 13 に示す stand_judge モジュールは、プレイヤーの手順で、Stand 入力があった時、1 クロックサイクルの信号を出力する。またディーラーの手順で、手札の合計が 17 以上の時も、同様の信号を出力する。

5.6 switch_ctl モジュール

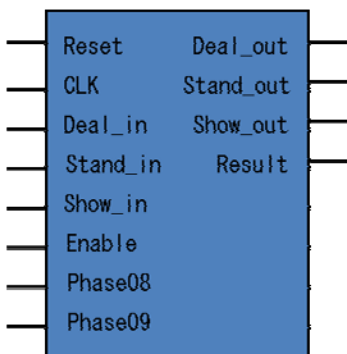


図 14. switch_ctl モジュール

Switch_ctl モジュール (図 14) は、押しボタンスイッチのチャタリングを取り除くと共に、それに対応する制御信号を作るモジュールである。Stand_out 信号と Show_out 信号は、イネーブル付きのフリッ

プフロップで設計する。Deal_out 信号と Result 信号は、同じ Deal_in 入力から作るがその時の Phase 入力によって作る信号を切り替える。それぞれの信号は、図 15、図 16 のようなステートマシンで設計する。

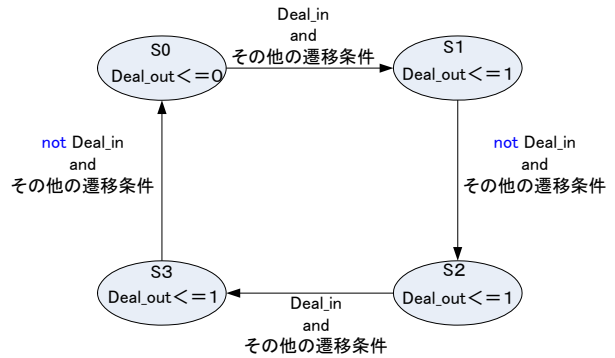


図 15. Deal_out 信号出力

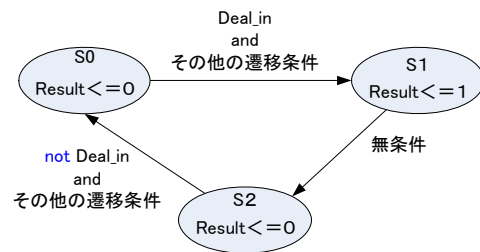


図 16. Result 信号出力

5.7 その他のモジュール

以上が、学生に設計させるモジュールとなる。しかし実際には、これらのモジュールだけでは動作しない。他に、スパルタン3 スタータキット上の 7 セグメント LED を 4 個同時にそれぞれの値を表示させるためのダイナミック点灯モジュールと、スイッチのチャタリングを防止するための Enable 信号を作るモジュールが必要となる。しかし、これらのモジュールまで設計させるのは学生に対して余計な負担になると考え、あらかじめ設計してあるものを提供することにした。

6. 回路の完成

今まで述べてきたモジュールを、図 17 の回路図の様に、VHDL で記述すれば回路の完成となる。

7. まとめ

現在、ブラックジャックゲームの設計は、実際に学生実験に取り入れられている。開発ツールの使い方、シミュレーションの方法、VHDL による論理回路の設計などを理解する上で、適当な規模の回路になっていると考える。

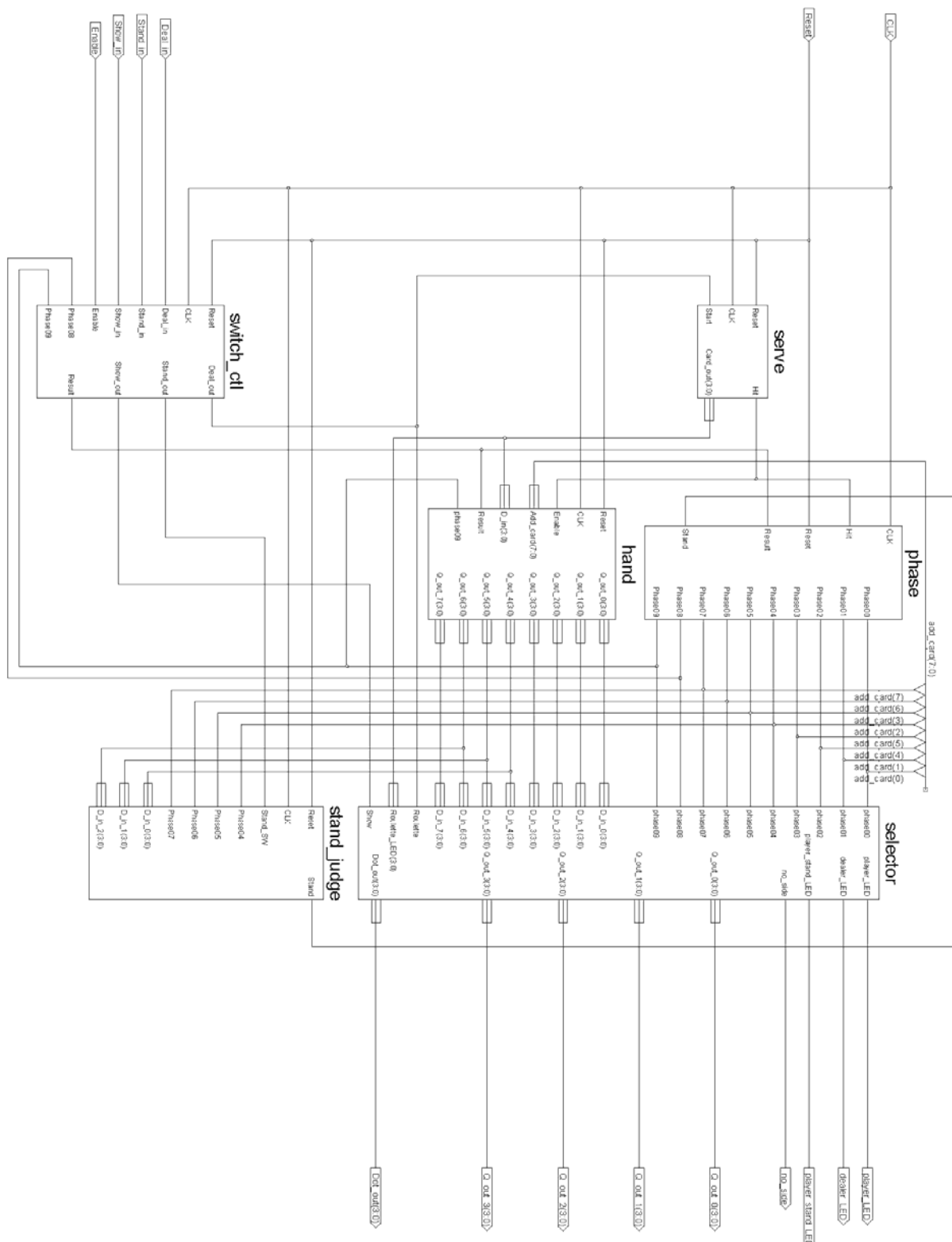


図 17. ブラックジャックゲームの回路図

謝辞

今回の提案を採用してくださった、システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻の和田耕一教授に感謝いたします。また、学生に提供するモジュールを設計してくださった、システム情報工学等技術室（装置開発班）の小野雅晃技術専門職員に感謝いたします。

参考文献

- [1] 長谷川 裕恭 著, 改訂 VHDL によるハードウェア設計入門, CQ 出版.
- [2] Introduction to Programmable Logic, XILINX.

The design of Blackjack

Masaru Nakayama

Technical Service Office for Systems and Information Engineering, University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

One assignment among the experiments in the College of Information Science in the University of Tsukuba is to design and develop a processor. Students complete this assignment by using a development tool to implement logic circuits specified in a hardware description language (VHDL) in an FPGA (Field Programmable Gate Array). To do that, students must learn how to use the development tool, and about VHDL.

Thus, it was proposed that students be asked to design a “Black Jack” card game, to make the process of logic circuit design more interesting.

Keywords: VHDL; FPGA; Blackjack

ヘリウム液化機と運転制御システム

宮内 幹雄^{a)}、近藤 裕^{a)}、敦賀 将太^{a)}、池田 博^{b)}

^{a)}筑波大学研究基盤総合センター技術室（低温部門）、

^{b)}筑波大学数理物質科学研究科物性・分子工学専攻（低温部門）

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

ヘリウム液化機の制御システムには大陽日酸製デジタル計装システムを採用している。液化機の自動運転からヘリウム液化装置の監視画面の管理を行っている。またこのシステムは運転プログラム等の変更が可能である。本報告では筑波大学におけるヘリウム液化装置及び運転制御システムについて紹介する。

キーワード：ヘリウム液化機

1. はじめに

低温部門ではヘリウム液化機を運転し学内に低温物性実験等に使用する寒剤として液体ヘリウムの供給を行っている。原料ガスであるヘリウムガスはリサイクルシステムで賄っているため低温部門にはヘリウム液化機の他に回収システムを有している。それらを総じてヘリウム液化装置と呼ぶ。制御システムでは液化機自動運転及びヘリウム液化装置の監視画面の管理を担う。

制御システムには大陽日酸株式会社が開発したデジタル計装システムを採用している。総合監視システム及びヘリウム液化装置制御システムのプロセスコントローラーの機能を持つデジタル計装システムではヘリウム液化機の運転から全系の監視を一つのシステムで行うことが可能である。

1997年にヘリウム液化装置の更新時に当システムは導入された。当初のシステムはワークステーションによる設定とVME (Versa Module Europe) 装置

から構成され装置は大型なもので取り扱いが不便だった。その後Windows-PCからの設定が可能となり取り扱いが容易になり、2008年4月にはVMEから省スペース型のEzMPICS II (Easy Multi Performance Integrated Control System) にシステムが更新された。以下にヘリウム液化装置の運転制御システムについて説明する。

2. ヘリウム液化装置概要

ヘリウム液化装置のフローを図1に示す。設備の概要は次の通りである。

学内で実験に使用されたヘリウムガスは当センターのガスバックへ回収される。ガスバックの容量は60 m³である。回収されたガスは回収圧縮機で圧縮し高圧ドライヤーで水分除去した後カードルに充填しストックする。回収圧縮機の処理量は80N m³/hr、カードルの最高充填圧力は14.7 MPa、カードル貯蔵能力は2880 N m³である。

液化は液化用圧縮機で圧縮したガスを液化機コールドボックスの液化系に送り込み液化する。液化用圧縮機は吐出圧力1.6 MPa、処理量1500 N m³/hrの油冷式スクリュウ圧縮機である。液化のためのガスはカードルのガスを中圧乾燥器で2.5 MPaに降圧し液化機コールドボックスの内部精製系へと送られる。内部精製器において不純物を除去した精製ヘリウムガスは液化の原料ガスとして液化系に供給される。ヘリウム液化機の液化能力は内部精製使用時で150 L/hrである。液化機コールドボックス内に製造された液体ヘリウムは三重管トランスファーチューブで内容量4000 Lのヘリウム貯槽に移送・貯蔵し供給に備える。

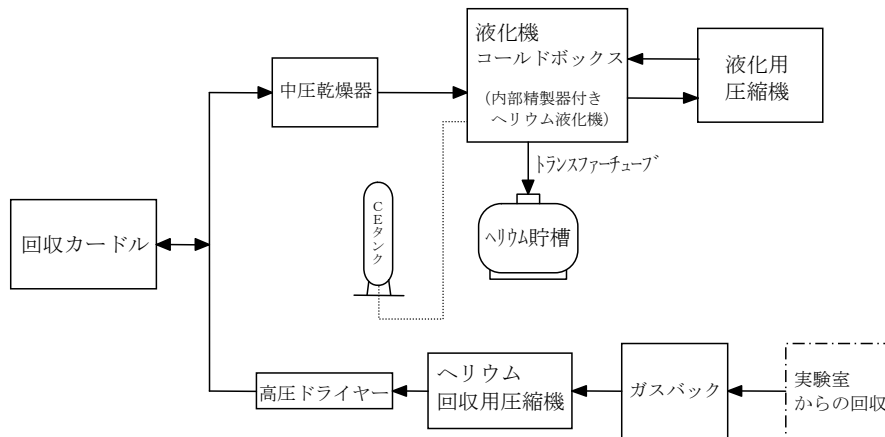


図1. ヘリウム液化装置フロー

なお、このヘリウム液化装置のガスバックを除く設備全体が高圧ガス製造設備である。高圧ガス保安法のもと茨城県へ許可申請を行い第一種製造事業所として許可を受けている。さらに毎年茨城県による立ち入り検査（保安検査）に合格することで液体ヘリウムの製造業務を継続することができる。

3. 運転制御システムの基本構成

ヘリウム液化装置の制御システムの構成内容について説明する。図2はシステムの基本構成図である。大きく分けるとヘリウム液化装置、液化機制御盤、端末のパソコンからなる。液化機制御盤には入出力ボードと EzMPICS II (CPU) が収納されている。入出力ボードとはフィールドであるヘリウム液化装置間を結ぶアナログ入力 (AI)、アナログ出力 (AO)、デジタル入力 (DI)、デジタル出力 (DO) の4種の入出力機器のことである。ボードの入出力信号の仕様は以下の通りである。

AI	: 入力レンジ 4 ~ 20 mA / 入力点数 28 点 接続機器: 圧力・温度・回転数・液面計
AO	: 出力レンジ 4 ~ 20mA / 出力点数 16 点 接続機器: バルブ操作
DI	: 入力接点 DC24V / 入力点数 24 点 接続機器: 接点信号・機器運転状態
DO	: 出力接点 オープンコレクタ / 出力点数 17 点 接続機器: 電磁弁・ランプ・緊急停止

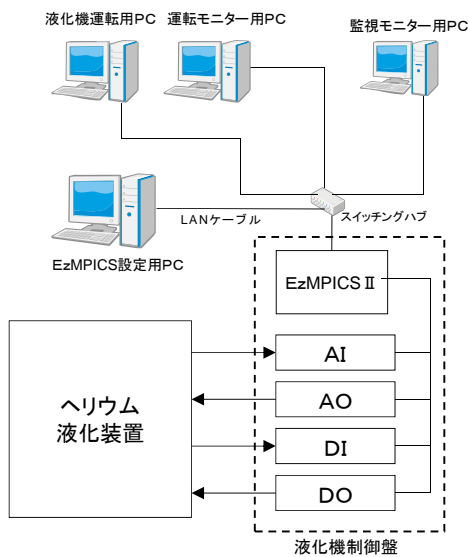


図2. 制御システム構成図と制御盤

各入出力ボードは EzMPICS II に接続し、監視画面表示管理および液化機の運転制御プログラムの処理を行わせている。

EzMPICS II の端末にはデジタル計装のプログラム設定用 PC、液化機運転用 PC、運転モニター用 PC、監視モニター用 PC として 4 台のパソコンを LAN で接続している。

4. ヘリウム液化のしくみ

液化機の運転プログラムの説明の前にヘリウム液化のしくみ、300 K のヘリウムガスが 4.2 K の液体ヘリウムになるまでの過程を簡単に説明する。図3は液化機を簡略化したものである。

圧縮機から吐出した 300 K、1.6 MPa のヘリウムはまず①77 K の液体窒素で冷却される。約 80 K まで冷却されたヘリウムは熱交換器を通り②タービンに送られる。毎秒 4400 回転するタービンでは断熱効果を効率的に行いタービン出口温度において約 12 K まで冷却される。最後に③J-T 弁のジュールトムソン効果により気液状態で液化される。気体部分は熱交換器を戻り再液化に回される。液化は各熱交換器を段階的な温度平衡を保ち冷却効果を上げ連続的に液化を行う。

また本来の液化機には内部精製が内蔵され回収ガスを精製し液化機へのヘリウムガスとして供給される。内部精製では低温凝縮精製に必要な寒冷を液化ラインから引き込み、精製—加温再生—再冷却の過程を繰り返し運転する。

以上の内容は液化機が定常液化運転における運転の過程である。通常の液化運転では各熱交換器の温度平衡に到達させるための予冷運転が必要となる。室温からの運転で約 4 時間、連続運転で 1 時間の予冷運転ののち定常状態になる。これら予冷運転から定常運転への運転制御をデジタル計装システムで行う。次に制御プログラムについて述べる。

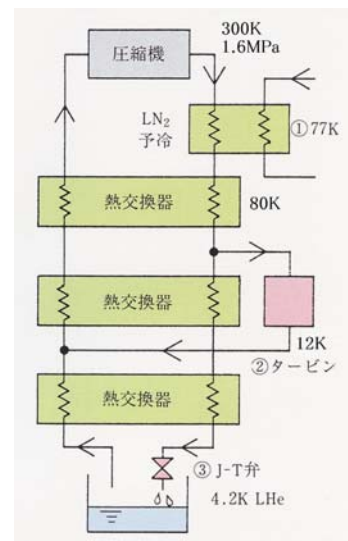
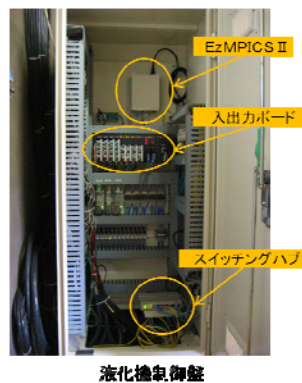


図3. ヘリウム液化機

5. 運転制御プログラム

運転制御プログラムはシーケンス制御で行われデジタル計装ソフトのシーケンステーブルに記入し実行される。シーケンステーブルを作成するには初期条件として機器定義を行う。機器定義にはアナログ入出力、デジタル入出力および内部アナログ・デジタル信号をユーザタグとして定義する。ここで定義しない限りシーケンスプログラム等に使用することはできない。入出力設定は入出力ボードの各スロット番号にユーザタグ名を割り振り設定する。内部アナログ信号 (IA) の設定は変数として取り扱われ設定値の入力等に使用する。内部デジタル信号 (ID) の設定は状態変化の on-off 信号として定義する。表 1 はアナログ入力 (AI) の設定の一部である。機器名称については後述の監視画面系統図を参照のこと。

表 1. アナログ入力 (AI) 設定

No.	ユーザタグ名	機器名称
0	SICA111	T1回転数
1	SICA121	T2回転数
2	TIC105	80K AD入口温度
3	TI110	T1入口温度
4	TIA111	T1ブレイキ温度
5	TIA121	T2ブレイキ温度
6	TIC130	T2出口温度
7	TI170	LHe貯槽戻り温度
8	TI172	気液分離戻り温度
9	T14051	IMPUCカードル温度
10	TIS402	精製He出口温度

シーケンステーブルは運転内容別に細分化している。図 4 は全自動運転(シーケンス名称: F1-1) と全自動停止 (F1-2) の構成図である。全自動運転の構成はスタート後、圧縮機起動 (F2-1) が動作する。圧縮機運転が静定すると次に液化機運転 (F3-1) 及び内部精製器運転 (F4-1) が平行動作始め、最後に各運転状態が静定し液化機は定常運転へと入る。全自動停止 (F1-2) の構成はスタート後液化機停止 (F3-2) と内部精製器停止 (F4-2) のシーケンスが同時に動作始める。各運転が停止後、圧縮機停止 (F2-2) のシーケンスにより圧縮機が停止して終了する。他にインターロックとして液化機緊急停止条件と圧縮機緊急停止条件のシーケンスが動作する。

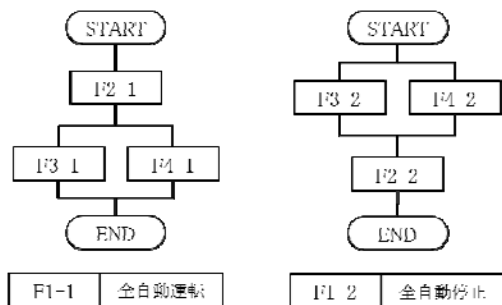


図 4. シーケンス構成図

図 5 は圧縮機起動のシーケンステーブルである。図中にシーケンステーブルの各部名称を示す。テーブル上側 A が条件部、下側 B が操作部である。条件と操作を個々に並べ条件の組み合わせでどの操作を行うかを記述している。D の条件部タグ名称欄に操作の条件となるタグを入力し、F の条件部ルール欄に条件を設定する。条件として成立するものには "y"、否であるものには "n" を入力、無関係のものは空白とする。操作部は E の操作部タグ名称欄に操作するタグを入力し、条件成立時に行う操作を G の操作部ルール欄に設定する。操作部タグを ON する場合には "y" を OFF する場合には "n" を入力する。シーケンステーブルはルール番号順に順次実行する。実行周期は 1 秒である。

条件に使用するタグ名は、外部デジタル入出力の状態、内部デジタル信号の状態、タイマの状態、アナログ値の比較を条件式として登録したのちタグ名に識別子 (=・<・>) を設定し使用する。操作に使用するタグ名は外部デジタル入出力信号状態の操作、内部デジタル信号状態の操作、タイマ操作、アナログ値の操作を操作式として登録し使用する。現在、条件式 132 項目、操作式 177 項目を登録し運転に使用している。

制御プログラムはシーケンス制御とともにフィードバック制御プログラムを使用する。フィードバック制御は、現在の状態を検出してから出力量を決定するという方法である。バルブの出力部に PID ユニット、入力レベル判定ユニットやランプ設定ユニット等のフィードバックプログラムを組み込み出力信号の制御を行う。このように、シーケンス制御機能とフィードバック制御機能とを連動させることにより、運転制御プログラムを動作させている。

D 条件部タグ名称欄		C ルール番号																		
条件	タグ名	ルールNo.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	F2-1 START	実行許可フラグ	n	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
2	COMPING	He圧縮機運転	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
3	T1-2MPa.FLG	T1-2MPa停止フラグ	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
4	T2-1.ST	タイマ1 停止状態	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
5	T2-1.LUP	タイマ1 アップ状	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
6	F2-1.AC0000.LT	LPG2052-G-2MPa	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
7	F2-1.AC0001.GE	PSV2001<=30%	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
8	F2-1.AC0002.GT	LPG2051.PV<1.18	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
9	F2-1.AC0003.LT	LPG2051.PV<1.21	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
10	T2-1.2.ST	タイマ2 停止状態	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
11	T2-1.2.LUP	タイマ2 アップ状	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
12	T2-1.3.ST	タイマ3 停止状態	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
13	T2-1.3.LUP	タイマ3 アップ状	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
14	F2-1.AC0004.GT	LPG2001.PV>30%	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
15	F2-1.AC0005.GE	GIC2001>=70%	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
16	F2-1.AC0006.GE	PSV2001>=88%	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
17	T2-1.4.ST	タイマ4 停止状態	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
18	T2-1.4.LUP	タイマ4 アップ状	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	
19																				
20																				
E 操作部タグ名称欄																				
G 操作部ルール欄																				
1	COMPON.P	He圧縮機起動指令	y																	
2	F2-1.AC0000	LPG2502.MV=100%	y																	
3	LPG2052.CS.L	吸入圧コントロー	y																	
4	F2-1.AC0001	LPG2052.SV=LPG20	y																	
5	F2-1.AC0002	RP LPG2052.SP=200	y																	
6	F2-1.AC0003	IA0009=1.165	y																	
7	MV2501A.UINT.AT.L		y																	
8	MV2501A.UINT.MV.ON		y																	
9	MV2501A.H	LOAD弁用電磁弁	y																	
10	MV2501B.UINT.AT.L		y																	
11	MV2501B.UINT.MV.ON		y																	
12	MV2501B.H	UNLOAD弁用電	y																	
13	LPG2051.DV.L	LPG2051.S.DMV	y																	
14	F2-1.AC0011	RP2 LPG2051.SP=1	y																	
15	F2-1.AC0004	IA0009=30%	y																	
16	T2-1.1.RUN	タイマ1 RUN	n	y																
17	LPG2051.CS.L	LPG2051 カスケード	y																	
18	F2-1.AC0005	LPG2051.SV=LPG20	y																	
19	F2-1.AC0006	RP LPG2051.SP=180	y																	
20	F2-1.AC0007	IA0009=1.2	y																	
21	T2-1.2.RUN	タイマ2 RUN	n	y																
22	T1-2MPa.FLG.H	T1-2MPa停止フラグ	y																	
23	T2-1.3.RUN	タイマ3 RUN	n	y																
24	LPG2001.GS.L	LPG2001 カスケード	y																	
25	F2-1.AC0008	RP LPG2001.SP=400	y																	
26	F2-1.AC0009	IA0009=30	y																	
27	COMPON.H	He圧縮機停止フラグ	y																	
28	T2-1.4.RUN	タイマ4 RUN	n	y																
29	COMPONAL.H	運転異常	y																	
30	F2-1.AC0010	IA0009=70	y																	

図 5. 液化機のシーケンステーブル

6. 運転操作・監視端末

運転操作・監視用PCのアプリケーションソフトにはLabviewを使用している。画面構成は運転画面、個別計器画面、アラームイベント画面、トレンド画面、系統図画面からなる。運転画面からはシーケンスを起動し全自動運転・停止から個別の運転操作を行う。個別計器画面では圧縮機、液化機1、液化機2、内部精製の4種類の画面に分けられ、必要ときマニュアルでバルブの操作や電磁弁のON・OFFを行うことが可能である。アラームイベント画面は異常発生時の発生時間、異常発生ユーザタグ、異常内容について表示する。トレンド画面は圧縮機系、液化系、タービン系、内部精製系、回収ガス系の表示画面を持ち、温度、バルブ開度、液面、回転数等の時間変化をグラフ表示する。図6に液化系の運転トレンドを示す。図に示す通りAの予冷運転の時は大きく状態が変化しBの定常運転では安定状態のグラフになっていることがわかる。図7は内部精製系のトレンドである。Cの予冷運転後、D:精製運転-E:加温再生-F:再冷却の状態が把握できる。我々はこれらトレンド画面を常に監視し予冷運転から定常運転へさらには定常運転において異常がないか見極めトラブルの早期発見へ繋げている。

最後に監視画面系統図を図8に示す。この画面によりヘリウム液化装置全体の情報を入手することができる。各部の説明と動きは次の通りである。

①ガスバックは回収量に合わせて表示が上下する。
 ②回収圧縮機運転、③高圧ドライヤー再生、④中圧乾燥器再生、⑥液化用圧縮機運転、⑩タービン回転は状態を色識別する。彩色は運転中が緑、停止中が赤である。⑦のバルブは開閉状態及び開度、⑧の電磁弁は開閉状態を開るとき緑、閉止のとき白で表示する。⑤は回収カードルの圧力値で⑪はタービンの回転数を表示する。下部の⑫は内部精製の運転状態

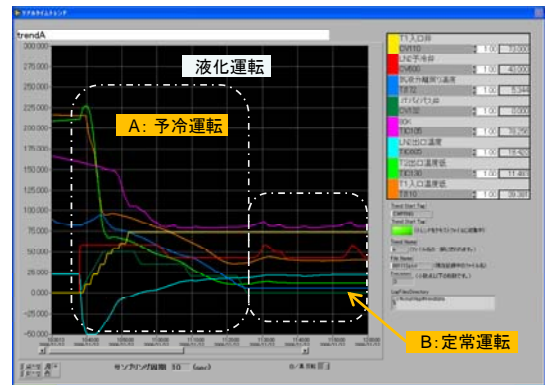


図6. 液化系予冷と定常状態のトレンド

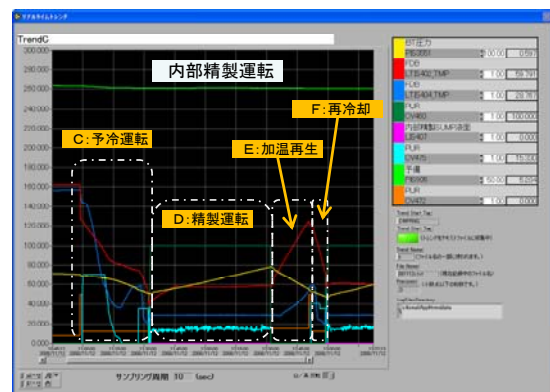


図7. 内部精製系トレンド

を点灯させる。またアナログ表示は表示点数が多いので、温度に対し黄、圧力に対し青、バルブの開度に対し白として色分別することで機器の状態把握を容易にしている。

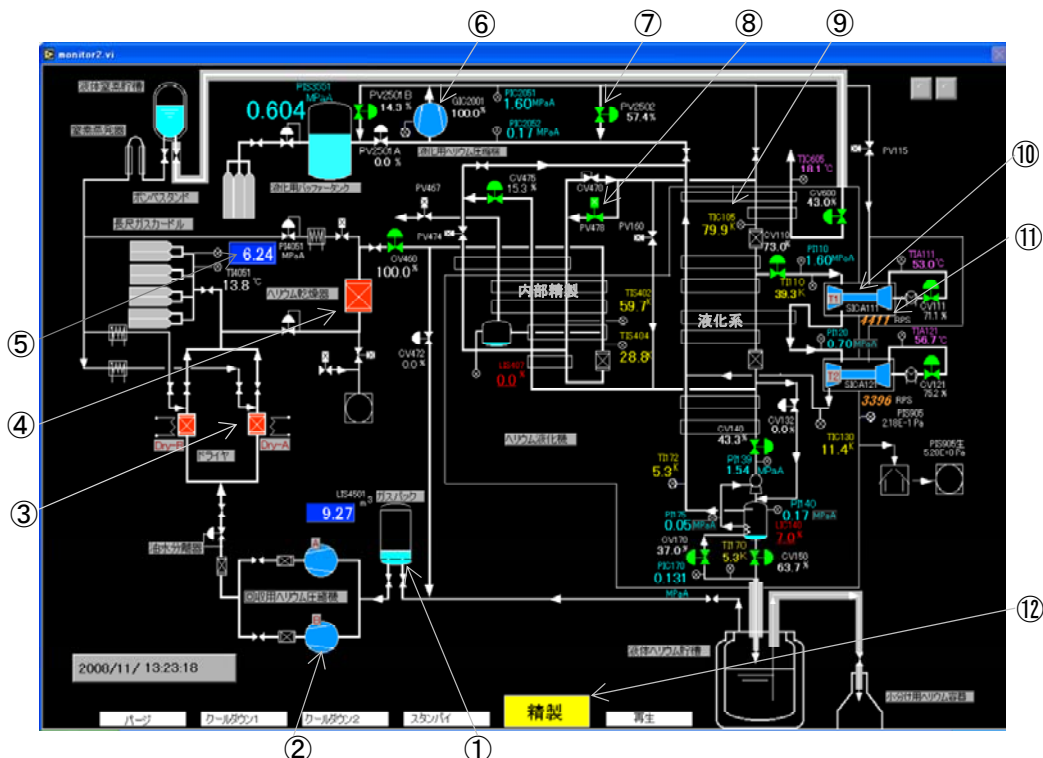


図8. 監視画面系統図

7. まとめ

ヘリウム液化装置の制御システムである大陽日酸開発のデジタル計装システムはオープンシステムである。ゆえに液化機の運転プログラムの変更が可能なのが特筆できる。これまでにシーケンス変更やフィードバックプログラムの改良を行い、また設定温度等の変更など様々な改善を行いヘリウム液化機の安定化を計ってきた。これは低温部門の役割である学内への液体ヘリウムの安定供給へと結び付いてきた。これからも運転制御システムを最大限に活用し安全且つ定常的な液体ヘリウムの供給に努めたい。

8. おわりに

このシステムの監視画面は設備全体の状況の入手として高圧ガス設備の保安管理上便利であるが、この情報を過信することは禁物である。あくまでも監視画面は参考値であり基本的な状況は現場にあることを忘れてはいけない。バルブ操作においても同様に現場との連携のもと操作することが高圧ガス設備の安全確保の原則である。

Control system for helium liquefier

Mikio Miyuchi^{a)}, Yutaka Kondo^{a)}, Shota Tsuruga^{a)}, Hiroshi Ikeda^{b)}

^{a)} Cryogenics division, Technical Service Office of Research Facility Center for Science and Technology, University of Tsukuba,

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

^{b)} Materials Science (Cryogenics division), University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

The cryogenics division, Research Facility Center for Science and Technology, supplies the liquid helium as liquid refrigerant to the laboratories in the university we operate helium liquefier. The control system for the helium liquefier takes liquefaction machine automatic driving and the management of the monitor of the helium liquefier. In this report we introduce the control system for helium liquefier.

Keywords: helium liquefier

伊豆半島南部の2地点における海底水温長期モニタリングの技法

土屋 泰孝・佐藤 壽彦・品川 秀夫

筑波大学生命環境科学等技術室（下田臨海実験センター）

〒415-0025 静岡県下田市 5-10-1

概要

南伊豆の東岸の大浦湾と西岸の中木において、2001年より水深10 m地点の海水温の長期モニタリングを行ってきた。計測間隔を1時間に設定した自記録式の水温計を設置し、1-2ヶ月に1回潜水によって測器を交換し、データ読み出しを行っている。これまでの調査記録から、両地点における水温変化の特徴と地点間の相違が明らかになってきた。

キーワード：伊豆半島、環境調査、海底水温、モニタリング

1. はじめに

地球温暖化の影響が拡大する現在、環境の長期モニタリングを行いそのデータを公開することの意義は大である。臨海研究施設は海洋環境の長期変化の計測基地として好適であるが、海底の同地点に長期間にわたって測器を設置して計測を行う場合には、汚損による影響や波浪による影響などを受けやすく、大きな技術的困難を伴う。下田臨海実験センターでは、毎月または隔月でダイバーが水温計の交換更新を行うことによって2001年より南伊豆の2地点、下田市大浦湾および南伊豆町中木湾水深10 mの海底において継続的計測を続けている。このモニタリング技法について報告する。

2. 調査場所

水温計の設置場所は、下田市大浦湾と南伊豆町中木湾のそれぞれ1地点である（図1）。水深は10 mで、この水深に設置したのは、波浪による影響の回避のためと隣接するカジメ育成基盤周辺の環境記録を主とするためである。底質は砂底からカジメ林の形成されている岩礁底への遷移帯で、主に大型礫が埋没している砂底である。

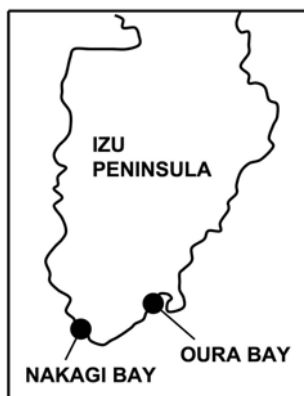


図1. 調査場所

3. 調査方法

3.1 水温計について

計測に用いている水温計は離合社のRMT-500型自記水温計で、1時間毎のデータを記録するように設定した。

3.2 水温計設置方法

カジメ育成基盤周辺の海底は砂底に大型礫の埋入する比較的不安定な環境である。このため、水温計が埋没や海底直上での局地的水温変化の影響を受けぬように、水温計はカジメ育成基盤の固定パイプに接続した直立パイプ上の海底から1.2 mの高さにセンサーが下部になるように設置した。鉄パイプには電食防止のための亜鉛板を取りつけた（図2）。

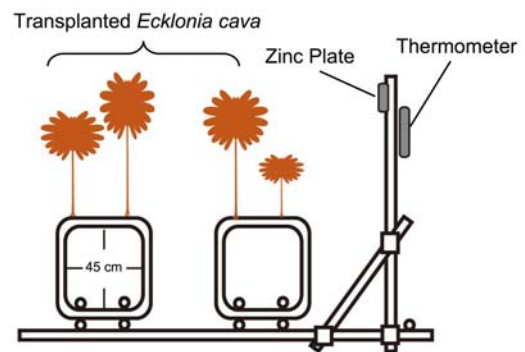


図2. 海底水温計設置場所の側面図。移植カジメ群落と亜鉛板と水温計を示す。

3.3 水温計交換方法

温度計は大浦湾では1ヶ月に1回、中木湾では1-2ヶ月に1回スキューバ潜水によって交換し、データの読み出しと計測器の清掃および点検を行った。

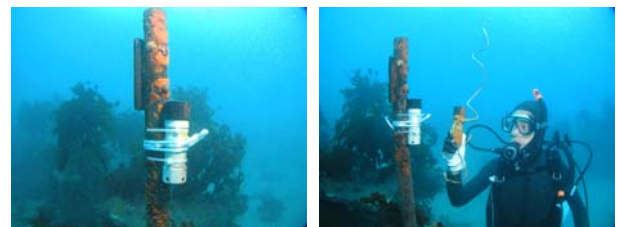


図3. 海底水温計の設置と交換。左：海底水温計設置場所の側面図；右：海底水温計交換の状況。

4. 調査結果

図4に最近3年間の計測データの例を示す。月別の平均気温で表しているが、中木湾と大浦湾では前

者において最低水温が高く、水温上昇が先行することを確認できる。一方で水温降下の時期には両地点において大きな違いのないことも見て取れる。年による比較からは、2006年の春期に一時的かつ顕著な水温上昇が生じたことが分かる。また、2008年の春期にも小規模の水温上昇がみられている。

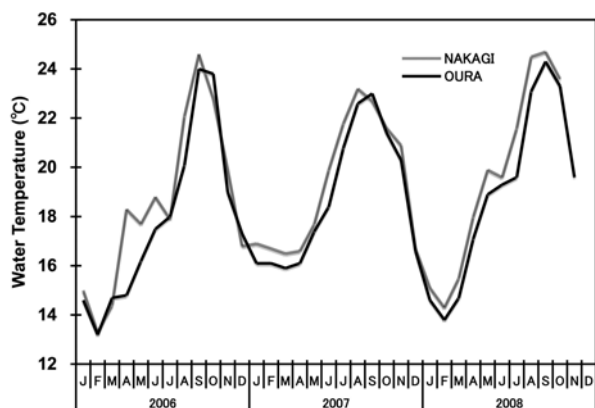


図4. 大浦湾 (OURA、黒線) と中木 (NAKAGI、灰色線) における 2006-2008 年の月平均海底水温の経時変化。

5. 考察

海底水温の長期モニタリングには様々な手法がある。センサーを海底に固定し、センサーに接続したケーブルを研究室まで引いて研究室において継続的にモニタリングする方法もあるが、施設の維持に多額の経費がかかり、センサー部分の定期メンテナンスも必要となる。本報告におけるダイバーが測器を

更新する方法は、安価で、センサー部分のメンテナンスも行い易い。

今回は煩雑化を避けるために最近データのみ示したが、2001年から取り続けているデータは10年経過も目前である。環境の変化には、周年変化のような短期的な周期的変化と長い周期で繰り返される周期的変化がある。また、温暖化のような長期にわたる漸次的変化もある。何が周期的変化で、何が突発的または異常な変化なのか、また、どのような緩やかな変化が生じているかについて知るためには、長期にわたるモニタリングが必須である。今後も計測を継続し、長期変化の傾向や急潮など短期間の突発的変化の解析なども行ってゆく予定である。

6. まとめ

下田臨海実験センターのような臨海施設は、野外における長期調査を実施するサイトとして理想的な環境にあるといえる。下田臨海実験センターには潜水調査のための施設や調査用船舶も完備されているため、潜水作業による海洋環境モニタリングのサポート作業も行い易い。長期の環境観測は環境の変化をとらえるために大切であるのみでなく、臨海実験センターで研究を行う研究者へ提供しうる情報としても大変に有用なものである。また、これらの情報の公開は近隣の海域を利用する一般の人々に対しても役に立つものである。今後、引き続き海底水温のモニタリングを行うとともに、予算獲得の機会などがあれば、計測地点数を増やしたり、計測項目を増やしたりすることも検討してゆきたいと考えている。

A long-term monitoring method of the bottom water temperature at two localities in the southern region of Izu Peninsula

Yasutaka Tsuchiya, Toshihiko Sato, Hideo Shinagawa

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

A monitoring survey of bottom temperature at 10 m depth has been conducted at Oura Bay, Shimoda and at Nakagi Bay, Minami-Izu since 2001. A water-proof thermometer automatically recording water temperature with one-hour interval was fixed on the steel pipe fixed to the bottom. The thermometer in each site was exchanged with 1-2 month interval by SCUBA divers. The data so far recorded shows the characteristics of temperature changes at each site, and also shows the topological difference between two sites

Keywords: Izu Peninsula; environmental survey; bottom water temperature ; monitoring

生物材料加工学実習における加工技術

田所 千明

筑波大学生命環境科学等技術室（農林工学系）

〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

生物材料加工学実習は生物資源学類・環境工学コースの専門科目Ⅱにある。中学校技術家庭科教員を目指す学生や生物材料分野に関心のある学生が受講しており、技術的な指導を主に技術職員が担当している。

実習は木材を材料とし、手工具を中心に加工を行っている。木材の様々な性質を、木材を加工することで理解し工具の仕組みや扱い方を学ぶ。今年度（平成20年度）は調理台（足付きまな板）と卓上トレイを製作した。

キーワード：木材、加工、技術

1. はじめに

生物材料である木材は、伸長成長と肥大成長を続けながら細胞の数を増やしていく。それらは育つ環境により様々な影響を受け蓄積されていくために、多種多様な個性が潜在している。木目や年輪に適応した加工が行われているが、材内部にも様々な性質があるため、材料の見極めと加工方法・工具の検討および選択が必要である。この木材と加工技術および工具との関係を、生物材料加工学実習を素材に述べる。

2. 木材の性質

木材は異方性の材料である。長さ1~5 mm前後の細胞が鉛直方向に重なりながら上方に長く成長する（伸長成長）。直径約0.01 mm程の細胞が横に増えて太くなる（肥大成長）。また、中心部から外に伸びて養分等を運ぶ放射組織もある。主にこの3方向の細胞の違いにより木材独自の性質（異方性）が生まれる。木材は大きくなるに従い、外部から様々な

影響を受ける。茂った枝葉に掛かる重力や風に対抗する為に木材内部の鉛直・水平方向に応力を発生させる（成長応力）。そのため、丸太を鉛直方向に切断した場合は、樹皮側に反り、円周方向に縮む。また、枝の発生、育つ地形や気候等により細胞の組織や木材成分が変動する。また、季節による細胞の成長量の違いから年輪等が出来、密度の差が生まれる。

これらが複雑に関係した細胞組織により形作られる木材は、他の材料には見られない特殊な加工が必要である。また、円筒形である木材を加工して得られる直方体（柱や板）の各面にも、様々な細胞の配列があり、色々な性質が現れる。

木材は水を吸収して成長する。材料となった後も水および水蒸気による影響を常に受けている。繊維方向（伸張方向）、放射方向（放射組織の方向）と接線方向（材円周に対して）は水分に対する反応が異なる。膨潤・収縮の違いはそれぞれ1:5:10である。また、乾燥により木材は木表側に反る。常温で平衡状態になるまでよく乾燥させることが必要である。

3. 手工具

3.1 種類

木材を加工する工具は大まかに、刃物工具（切断・削り・穴あけ・けがき）、その他（叩き用、定規類・圧縮具、等）である。

3.2 のこぎり

切断用工具であるのこぎりは、繊維方向に切断する縦びきのこぎりと繊維を横に切断する横びきのこぎりがある。縦びきのこぎりは、つながりあった細胞をかき出すように切断し、切り屑は繊維が絡まりあった状態になる。歯先は平行で、歯の大きさが手元側で小さく、先に行くほど大きい。従って手元側でひき始めると引き始めの抵抗を小さくすることが出来る（図2）。硬い晩材やあて材等の影響を受けやすく、のこびき途中でのこ身が曲げられ、のこびき抵抗が増したり、目的の形状に加工することが難

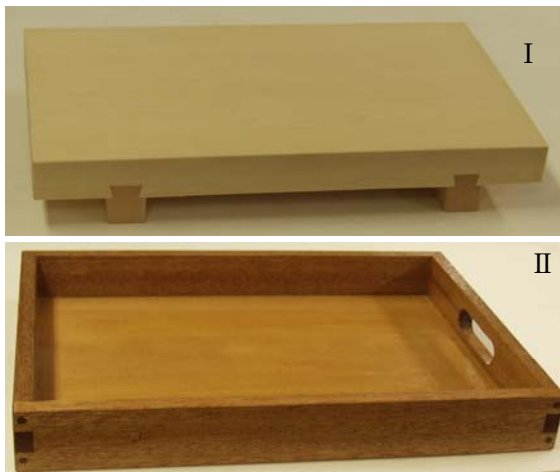


図1. 製作例

I：足付きまな板、II：卓上トレイ

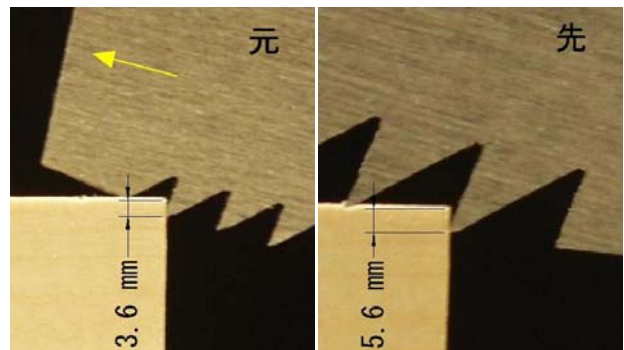


図2. 縦びきのこぎりの切削量の違い

しい。また、成長応力により切断した材料が途中で締まり、のこぎりが挟まってしまうことがある。

横びきのこぎりの歯は、管状の細胞を横に切断するため、歯先は鋭くナイフ状をしており、切り屑は粉状になる。また、縦びきのこぎりと違い細胞組織の影響を受けることは少ない。歯の大きさは元も先も同じである。

3.3 かな

かなは木材表面を削り、目的の形に加工する工具である。目的とする形にあったかな台とその刃がある。

平かなは平面を作るためのかなであり、その加工精度とそれを生み出す機構は精密である。非常に薄いかなくず（ミクロン単位）を連続して出すことが出来るかなは、かな台下端のゆがみが、かな屑の厚さよりも非常に少ない量でなければならぬ。この下端面と刃先の距離は、パソコンに用いられているハードディスクドライブ装置の、高速回転する円盤と読取ヘッドとの距離と同程度であると言われている。

このように、精密さが必要な平かなによる加工は、削られる板およびそれを支える支持台の平面の正確さも必要である。中央がかな刃の出より凹んだ板は削れない。表裏面とも平面な板でも支持台が凹んでいては削れない。中央が凸状の板および支持台が削りやすい。

3.4 定規類（けびき（図3））

木材加工における加工位置は、定規に沿って刃物や鉛筆で記される。その刃物にはけびきやしらがきがある。けびきは定規板と刃を接合したさおにより出来ている。さおは定規板に開けられた穴に取付けられていて、定規板と刃の間隔を自由に変える事が出来、一定の間隔の線（溝）を引くことが出来る。種類には、すじけびき、かまけびき、割りけびき等がある。すじけびきの刃は片刃で、切れ刃面が定規板と相対し、裏刃が垂直な平面になっている。切れ刃面が傾斜しているために、板に深くけびき線を引こうとすると板から押返されるため、定規板が板側に引き寄せられ、刃先と木端面との間隔を一定に保つことが出来る。しかし、晩材や逆目等複雑で硬さの変化する場所にけびき線を引こうとすると、硬い部分が切れずに柔らかい側に刃先が動いてしまう。その結果、定規板と材料の間隔が空いてしまい正確なけびき線が引けない。そのため、正確にけびき線を引くには、刃先で硬い部分をよく切りながら、繰返し筋を付け、徐々に食い込ませなければならない。

刃が一定の深さまで材料に入ると裏刃面側に微小な平面が出来る。これを基準とし加工することにより正確な加工が可能となる。

3.5 木殺し（図4）

木材加工における接合の基本は、木材同士が互いに圧縮された状態で接合することである。そのためにほぞ（オス）をほぞ穴（メス）よりも大きい幅に加工し、増分を玄能で叩き（木殺し）ほぞ穴に差し入れる。この増分は木材の密度により変わる。高い密度の材は少なく、低い場合は大きくなる。また、

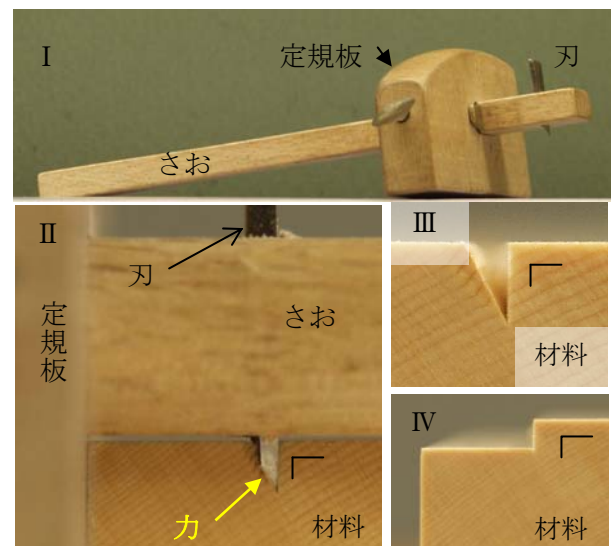


図3. すじけびき

I：すじけびき、 II：けびきの様子
III：けびき跡、 IV：加工例

低密度材の中でもへタリが出やすいものがあり、その場合はより大きく増分を取り、馴染ませながら接合させる。木殺しされた細胞組織は細胞壁が曲がり互いに密着するが、吸湿等で徐々に回復する。

3.6 胴付き（図5）

胴付きは木口断面と他面との接合部をいう。この胴付きが隙間無かつ、ほぞがきつく入った状態が良い接合である。木口面の仕上がりが重要で、丸のこ盤で加工しただけではきれいには仕上がらず、わずかに隙間とバリが見える。良く切れる刃物による加工が必要である。

4. 加工

4.1 足つきまな板（図6）

調理台は二本の足を持つまな板で、主に鮎屋で盛

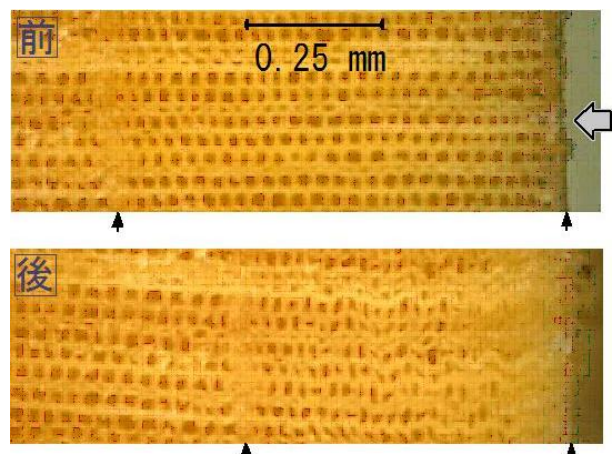


図4. 木殺しの様子（木口面：ベイヒバ）

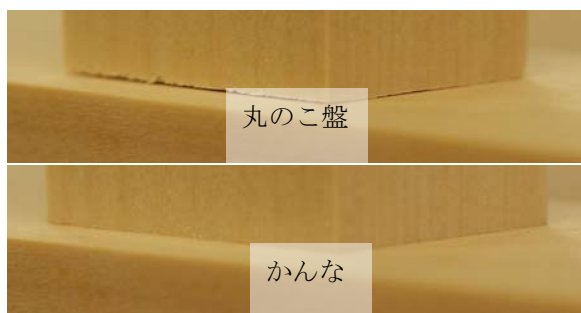
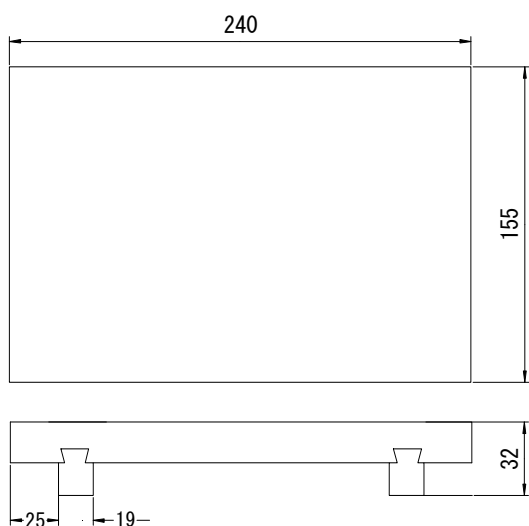
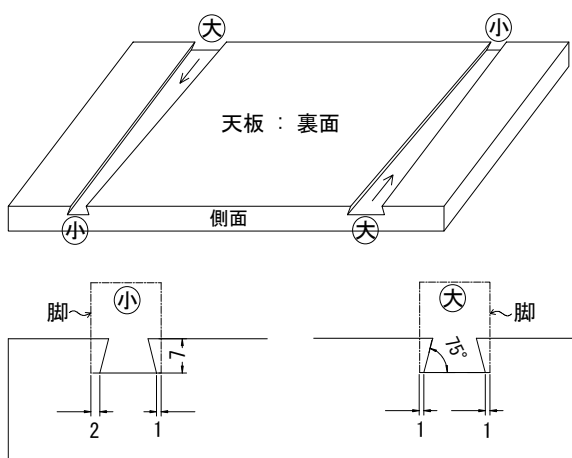


図 5. 胴付きの違い (ベイヒバ)

り台として使われている。大きさは 270×160×38 mm で樹種はベイヒバである。足を吸い付き棧と言われる方法で接合したまな板である。アリ型断面を持つテーパ状に加工したオス(足)とメス(台)を叩いて嵌め合わせる。はじめに、メスの溝を作り、それに合わせてオスを加工する。メスのテーパ状に加工した溝の大きい端部からオスの幅の狭い端部



・まな板寸法 (mm)



・吸い付き棧：アリ溝の詳細

図 6. 足付きまな板の寸法と詳細

表 1. 足付きまな板の加工工程

工程	作業	工具
平面加工	かなながけ	平かな
メス 墨付け	けびき加工	すじけびき
" 溝加工	のこ引き、のみ加工	あぜひきのこぎり、のみ
オス 墨付け	けびき加工	けびき
" 足加工	かなながけ	きわかんな
接合		玄能
整形	かなながけ、面取り	平かな

を差し入れる。きつく接合するために、オスを手で押し込んだ場合、残り 1/4 位まで入るようにオスを削る。その後、玄能で叩いて徐々に入れ、互いの様子を確認しながらオス・メスをなじませる。そして、不具合箇所を修正し、反対側に足の端部が出るまで入れる。なお、足と台は木材の繊維方向が異なるため、水分による膨潤収縮の割合が異なる。そのため、乾燥や吸水で足が出張ったり引っ込んだりする(図 7)。作業の工程を表 1 に示す。

4.1.1 平面検査 (図 8)

板を平面に加工しても、乾燥や応力の緩和により時間の経過とともに反ってしまうことがある。平面を調べるために、かどが鋭角で幅の狭い(約 10 mm)板を用いて検査をする。まず、検査をする板の面の上に検査用板を乗せ、検査板の片側を軽く持ち左右に往復させる。高い場所がある場合はその場所を中心に検査板が回転する。中央が低い(両端が高い)場合は手と反対側の端部近くを中心に回転する。同様に検査板の反対側の端部を持って同じ場所を検査する。検査する面が平面の場合は、回転の中心となる所が無いために検査板は回らない。検査板のかどと板との接する面積が増え摩擦抵抗が増えるため、検査板が引きずられた状態になる。まな板のメスの溝の平面を調べる場合も同様にする。

4.1.2 墨付け

メスの墨付けは、まな板裏面上に足となる板を左右均等で並行に 2 本のせ、まな板側に鉛筆で印を付ける。次に、木端(こば)面にアリ型の墨付けをする。まな板の鉛筆線を基に直角定規で木端面に垂線を鉛筆で引く。この鉛筆線は、実際の足の幅よりも



図 7. 足付きまな板の膨潤と収縮
I : 気乾、 II : 水着け、 III : 乾燥

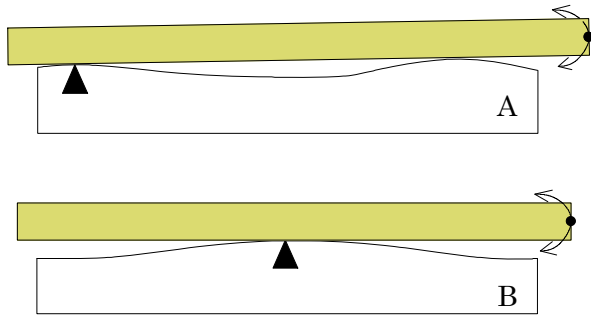
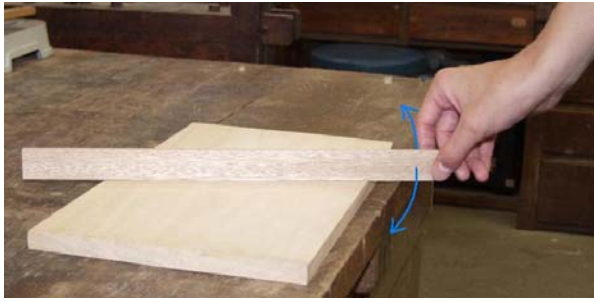


図 8. 平面の検査
A：中央が凹、B：中央が凸

鉛筆線の幅分だけ大きいので、裏面の鉛筆線の幅の内側を鉛筆の外側になるように木端に引く。次に、木端面に筋けびきを用いて溝の深さ分（オスの高さと同じ）の線を薄く引く。この線と鉛筆線との交点より 1 mm 離れた内側で、けびき線上に鉛筆で印を付ける（あぜひきのこぎり作業での曲がり過ぎを見越した長さ）。この 2 点からけびき線を基に 75° と 105° の角度を持つ鉛筆線を上側に引き、下方に広い台形を書く。その 2 本の木端面のかどにある鉛筆線より、裏面に木端面を基準に垂直を引く。その垂線と反対側の木端面とのかどに出来る交点の、どちらか一方の点から 1 mm 内側に点を記す。その点とはじめの木端面かどの点を鉛筆線で結ぶ。一方は板と平行でもう一方は先に行くほど間隔が狭くなる線（テーパー）が引ける。その線より反対側の木端面にもはじめの木端面と同じ台形の形の線をけびき線まで引く。最後に台形の底辺の長さ分だけけびきを用いて深く引く。

オスはメスの溝に合わせて加工するため、墨付けはしない（4.1.5 参照）。

4.1.3 あぜひきのこぎり

あぜひきのこぎりは、のこ身が卵型をしていて歯先が湾曲している。自由なのこぎりびきが出る反面、一定の平面を作ることが難しい。正確な平面加工をするためには、ストロークを長くし、出来るだけ長い時間のこびきをする。

4.1.4 メスの溝加工

あぜひきのこぎりを用いて木端面の 75° の墨付け線に沿ってのこびきし、けびき線まで切る。他の墨付けをした溝も、のこびきする。次に、のみを用いて溝となる部分を削る。溝の端より溝幅中央のみに置き、手前に向かってのこびき線まで削る。そして、他端まで同様に削る。次に、板を反対向きに

して同じ作業を繰り返すと、溝の中央部が山形になる。この山を同様に削っていく。おおよそ平面になったら突きのみを用いて、より平面に削る。初めは表刃を下にした状態で削り、仕上げに裏刃を使って薄く削る。のみは片刃なので、裏刃を平面に沿わせて押すと板に食い込みやすい。

4.1.5 足のオス加工

はじめに、メスの溝の深さと同じ幅の筋けびきで長さ方向に深く筋を入れる。次に、きわかんなどで長さ方向にメス溝の傾斜と同じ角度になるように削る。時々角度を確かめながら削り、メス溝端部の大きい部分よりも少し大きめになるまで、足の両側を同量削る。次に、一方だけを斜め（テーパー状）に削る。はじめに先端部分だけを少しずつ削り、徐々に終端近くまで平面になるように削る。そして、オスの幅の狭い端部が、メス溝の幅の狭い端部よりも少し大きくなるように加工する。

きわかんなどで斜めに削っていくと、隅に削り残りが出来る。これを削り取るには、のみの裏刃面をオスの斜面に置き、のみの角を使い、滑らせるように削り取る。このとき、のみの表と裏刃面を親指と人差し指で挟み、中指を木端面に密着させて移動しながら削る。

4.1.6 破壊の見極め

オスとメスの嵌め合いがきつ過ぎると、玄能で叩き入れている途中で、オスまたはメスが破壊する。これを防ぐために以下のことに注意する。嵌め合いが極限まできつくなると、玄能を持つ手に叩いた衝撃が大きく伝わる。また、わずかな抵抗で入って行く時に比べ、叩いた時の音が徐々に高くなっていく。

4.2 卓上トレイ（図 9）

卓上トレイは、側板に穴を開けて取っ手としたもので、大きさは 400×290×48 mm である。材料は、ラワン材とラワン合板を用いる。側板同士を 3 枚組接ぎ法により接合し、酢ビ接着剤で接着した後、釘打ちダボ埋めをしている。底板は、側板に加工した溝にはめ込み固定する。組み立て後、植物染料で着色しアクリルラッカー塗装仕上げをする。染料として柿渋、ヤシャブシ、水戸黒（ヤシャブシと鉄錆液）を用いる。ヤシャブシは、本学農林技術センター苗畑演習林で採取したハンノキの実より抽出したものである。作業の工程を表 2 に示す。

4.2.1 けびきによる墨付けの要点

ほぞの墨付けは、オスとメスでは寸法の取り方が異なる。オスは木端面と同じ向きとなるほぞの位置にけびき線を引くため、長さ方向に向って右側の位置にけびき線が入る。メスはオスと同様だが、長さ方向に向って左側部分にけびき線が入る。

4.2.2 オス幅の決め方

通常、3 枚組み継ぎ加工をする場合は、初めにメスを作り、それに合わせてオスを作る。これは、加工ミスに対処するためである。メス幅よりも大きめにオスを作り、木殺しをして接合する（図 10）。

4.2.3 目違い払い

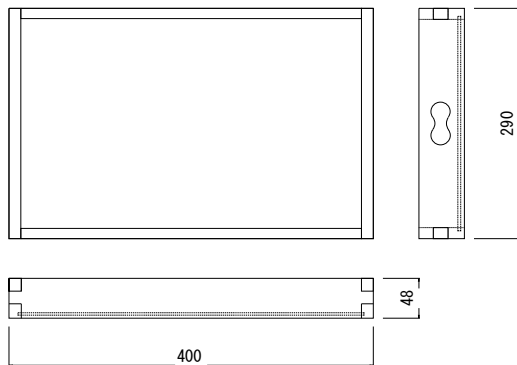
組立て後、加工による誤差（目違い）が出ることもある。これを修正するためかんなを用いて出過ぎている所を削る。このとき、隣接する板を削ることになるので、かんなを斜めにして削り、縁を割らないようにする。次に、板全体が直線になるように削る。

4.2.4 小刀の使い方

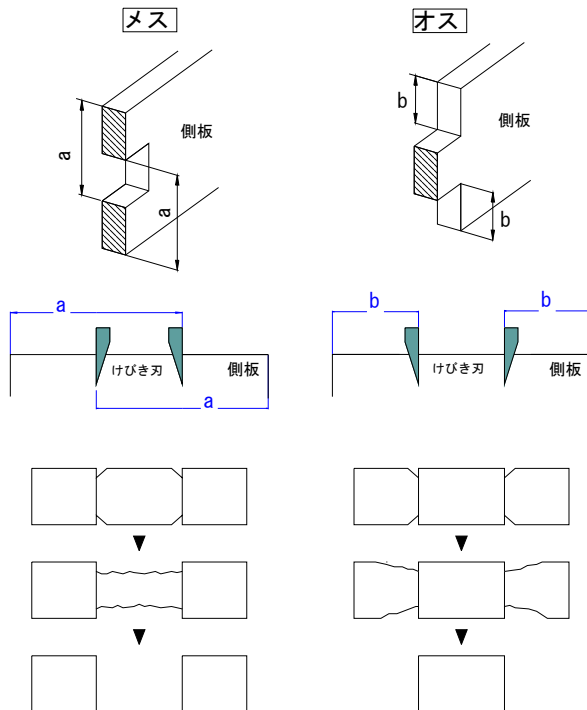
小刀は、刃先を出来るだけ使うようにする。刃全体を使うと刃全体を研磨することになり、小刀の寿命が短くなる。刃先を使い、そのつど研磨し使用する。これはカッターナイフにも当てはまる。

4.2.5 ダボ加工

はじめに、ダボ穴よりも 2 mm ほど大きい正方形断面の角棒を作る。利き手にかんなを持ち他の手に角棒を持つ。角棒の一端を体に近づけ、斜めにした



・トレイ寸法



・けびきによるほぞ加工

図9. トレイ寸法とほぞ加工

表2. トレイの加工工程

工程	作業	工具
メス 墨付け	けびき加工	けびき
" 加工	のこびき、のみ加工	両刃のこぎり 薄のみ
オス 墨付け	けびき加工	けびき
" 加工	のこびき、のみ加工	両刃のこぎり 薄のみ
仮組立て	目違い払い	平かんな
取っ手加工	ヤスリがけ	ヤスリ
底板 墨付け	けびき加工	すじけびき
" 溝加工	溝製作	溝製作用工具 のみ
底板 加工	寸法合わせ	
釘穴 墨付け		
" 加工	穴あけ	ボール盤
ダボ孔加工	丸棒削り	ボール盤
組立て	内側かんながけ、酢ビ 接着、はたがね締め、 釘打ち	平かんな はたがね 玄能
ダボ加工	ダボ製作、ダボ打ち	平かんな 玄能
乾燥		
整形	かんながけ、面取り、 研磨	平かんな
塗装	染色、塗装、研磨	

かんなで4箇所を削り8角形にする。棒を回転させながらこの操作をくり返し、円形に加工する。ダボ穴よりも少し大きい寸法に仕上げ、木殺しをし、接着剤を付けてダボ穴に叩き入れる。

4.2.6 塗膜研磨

塗装はハケを用いて行うが、ハケ塗りはハケムラが出来やすく、きれいに塗ることが難しい。塗膜を厚くするために約4回塗料を塗った後、耐水ペーパー(#800)で水研ぎ研磨し、塗りむらやゴミ等でザラついた表面を平滑にする。次に、仕上げ塗装を完成させる。

5. 溝製作用具の試作 (図11)

底板取付け用の溝は、手で作るために工具を試作した。けびきを改良したもので、強度とねばりのあるイタヤカエデを用いた。通常、けびき刃は進行方向に平行となっているが、これは進行方向に直角に取り付けた。その刃の幅は底板の厚さよりも約1mm幅の狭い刃を用いた。削り量を一定にするため

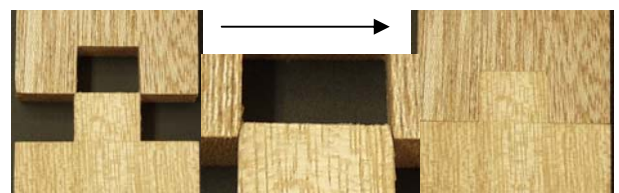


図10. 3枚組み継ぎの木殺しとほぞ接合

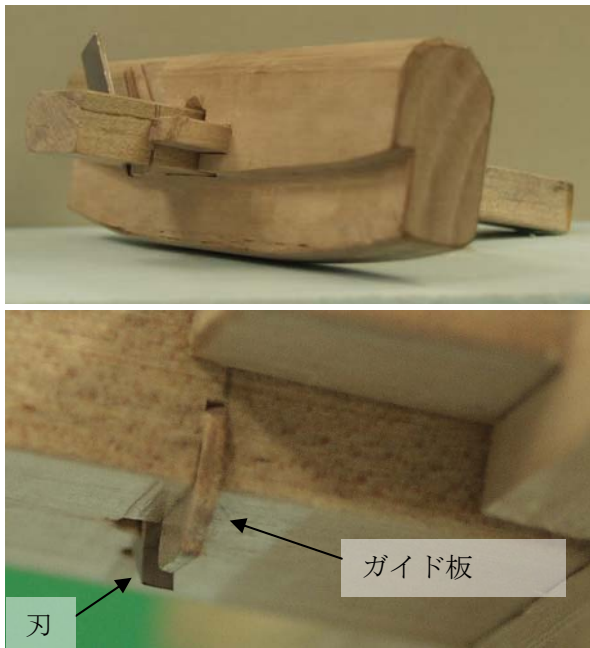


図 11. 溝製作用工具の試作品と刃先の詳細

のガイド板を刃の前方に取り付けた。この部分は非常に負荷が掛かるため、破損し易い。そのため、負荷が掛かると外れるように、接着剤等で固定しなかった。ガイド板は木殺しをし、厚さを調節して製作したもので、溝を付けたさおにしっかりと接合した。外れたガイド板は水を含ませて木殺しした後取り付

ける事で再使用できる。1人当たりの作業で0~2回ほど付け替えた。

出来た溝の両端をすじけびきを用いて底板の厚さ、幅となるようにきれいに削る。

6. まとめ

ものづくりに使用される道具は、先人の様々な創意工夫が組み込まれ現在も日々進化している。木材加工の現場でも、刃物材料の高性能化で、高速回転により正確な加工が行われている。加工が高度になればなるほど、木材の特性を考慮しなくても良くなり、生産性が上がる。一方、生活の一部として身近な木材は人間に馴染みやすい。太古の昔から利用してきた木材は、人間のDNAにしっかりと息づいている。木材の手による加工は、手間と時間は掛かるが、機械加工と同程度か、それ以上の精度で行うことができる。そして、そこには作る喜びがプラスされている。手、指、体を、そして頭を使ったスポーツに似た喜びがあると考えられる。木に直接触れ、加工し、複雑な木の事をより深く考える加工実習が目標となる。

謝辞

この報告書を作成するにあたりご指導いただきました、故農林技術センター水井正夫様ならびに生命環境科学研究科国際地縁専攻長土居修一先生に深謝いたします。

Technique in the training for the processing of biomaterials

Chiaki Tadokoro

Life Environmental Science Technical Service Office (Institute of Agriculture and Forest Engineering)
University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572 Japan

Training for the Processing of Biomaterials is a specialized course in Environmental Engineering in the College of Agrobiological Resources. This course is taken by students aiming to be teachers of “Technology and Home Economics” in junior high school, and students with an interest in the field of biomaterials. Technical guidance for this subject is provided mainly by technical staff.

In this training, students use wood as a material, and work it using tools. By working with wood, students gain an understanding of its various properties, and learn about tool mechanisms and handling. This year (2008), students made food preparation stands (cutting boards with legs), and tabletop trays.

Keywords: wood; processing; technique

「夏休み自由研究お助け隊2008」：医学系からテーマを提供して

伊藤 清子、菅江 則子、佐藤 晶子、梶原 典子、文随 和美、
櫻井 秀子、福井 智津子、加藤 奈津子、樺山 綾子、大野 良樹
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

「夏休み自由研究お助け隊」は、2004年度に「筑波大学社会貢献」¹の一環として実施されて、今年度で5回目となる。つくば市および周辺地域の中学生を対象に、夏休みの自由研究がより有意義なものになるよう、技術職員が蓄積した技術や経験を提供することを目的としている。

今年度は、8月2日、3日の2日間、技術職員が提供した15のテーマと中学生が考えた1つの独自テーマで実施した。

医学系技術職員は、「大きな結晶をつくってみよう」、「顕微鏡を使って赤血球・白血球・血小板を見てみよう」、「身近なもので布を染める」の3テーマを提供し、参加中学生から好評であった。また全体の運営に協力するとともに、他部門の提供テーマや展示コーナーにも協力し、筑波大学技術職員として所属を越えて連携する良い機会となった。

キーワード：夏休み自由研究、自由研究お助け隊、筑波大学技術職員、筑波大学社会貢献

1. はじめに

筑波大学技術職員は、中学生を対象に夏休みの自由研究がより有意義なものになるよう、蓄積した技術や経験を提供することを目的として「夏休み自由研究お助け隊」を2004年度から開催している¹⁾。今年度の「夏休み自由研究お助け隊2008」²⁾には、つくば市および周辺地域などから延べ145名の中学生が参加し、好評であった。

医学系技術職員は、今年度も全体の運営に協力するとともに、複数のテーマを提供し、展示コーナーおよび他部門提供テーマへ協力した。

2. 提供テーマについて

テーマ提供にあたり、医学系の技術職員が持っている知識と技術を提供することとし、医学に関連したテーマに限らず広く検討して6テーマをあげたが、結果として3テーマを実施した。実施したテーマは①大きな結晶を作ってみよう、②顕微鏡を使って赤血球・白血球・血小板を見てみよう、③身近なもので布を染める、である。今回実施できなかったテ

ーマは、①植物の培養実験～台所でバイオテクノロジー、②動物のお腹の中を見てみよう、③植物に血液型ってあるのかな？である。

2.1 「大きな結晶をつくってみよう」

「結晶」は中学1年の科学第1分野「身近な物質」の学習テーマであり、水溶液の中から溶けている物質をとりだし、その物質の形を見ることによって、物質には「規則正しい形」があることを学ぶ。しかし、「大きくきれいな結晶」は授業時間では得られない。「結晶づくり」は「夏休み自由研究」テーマに適しており、水溶液から大きな結晶をとりだすことを経験することで、科学に興味をもってもらおうと考えた。

「大きな結晶をつくってみよう」には、2日間で、今年度の提供テーマで最も多い16名が参加した。

材料には家庭で手に入るものとして、漬物などの色あげに使われるミョウバンを用いた。実験用具も家庭で楽しく作れるようにと、台所用品や身近なペットボトルなどを使用した²⁾。

はじめに、結晶について簡単な説明をし、実際に中学生が作成した「硫酸銅」や「塩化銅」、「塩」、「砂糖」などの結晶を見てもらった。

時間制約があるため、「結晶の成長」を観察するところから開始した。準備した「結晶ミョウバン」の中から「形の良いもの」を参加者に選んでもらい、「種結晶」とした。選んだ種結晶に熱したエナメル線を接着させたりテグス糸を結びつけて、吊り下げられるようにした。なかなか困難な作業で、苦労しているようだった(図1)。

次に、室温で飽和となる量のミョウバンと温めきれいな水を量り、ペットボトルに入れて、湯せんしてミョウバンを溶解させた(図2)。このミョウバン液を「母液」とし、ジャム瓶などに入れて静置した。母液の液温が室温近くまで下がったところで、静かに「種結晶」を吊るして結晶の成長を観察した。参加者は、目に見えて結晶が成長していく様子に感激していた。また、途中で種結晶が外れて落ちてしまうケースもあり、根気強く何度もやり直す場面も見受けられた。

「結晶の成長」を観察しながら、「種結晶づくり」にも挑戦した。母液づくりと同じようにしてミョウバン液を調製し、平底容器(皿など)に入れて静置した。液温が下がるにつれて、何も見えないミョウバン液中に「モノ」が現れ、成長していく様子を観察した。そして、その「モノ」がミョウバンの結晶であり、規則正しい「正八面体」であることを知ってもらった。

実験の合間に、展示コーナーのデジタルマイクロスコープでミョウバン結晶を観察した。参加者は、

¹ <http://www.tsukuba.ac.jp/community/index.html>

² <http://www.tech.tsukuba.ac.jp/summer2008/index.html>

肉眼で見える結晶と拡大した結晶との違いに感嘆していた。

参加者に、ミョウバンの結晶は「規則正しい形」の正八面体であることから、身近な塩や砂糖や他の物質にも「規則正しい形」があることを考えてもらうきっかけになった。

最後は、「より大きな結晶」をつくるために引き続き自宅で結晶を成長させようと、できたミョウバン結晶を大事に持ち帰ってもらった。

参加者から、「最初は2,3 mm位の大きさが、3時間位すると1 cm位にもなり、形もはっきりしてきた」「1 cm以上の結晶ができてうれしかった」、「これをまとめて、今年度の自由研究にいかしたい」、「結晶の作り方を教えてもらったので、夏休みに作ることができる」、「この研究で、結晶のことがよく分かった」などのアンケートが寄せられた。



図 1. ミョウバンの種結晶にエナメル線や糸をつける作業



図 2. ミョウバンを水に溶かす作業

2.2 「顕微鏡を使って赤血球・白血球・血小板を見てみよう」

1回の参加人数を3~4名にして、約3時間の内容で2日間にわたり計4回実施した。

前半は、血液塗抹標本を顕微鏡で観察し、色鉛筆で各血球をスケッチする。スケッチは時間をかけて観察することにつながるため、赤血球・白血球（好

中球・好酸球・好塩基球・単球・リンパ球）・血小板を比較しながら描いてみる。後半は、標本染色に使用する緩衝液を自分達で調製し、染色を体験する。自分で染色した標本を顕微鏡で観察し、前半で描いた血球と対比して考えながら、特徴を理解してもらうことを目標に行った。

事前にライト染色の血液塗抹標本（図 3）を準備した。初めての人には、自分でいろいろな血球を探すことは難しいため、6台の顕微鏡を使って観察する血球をあらかじめ設定し、その血球についてのコメントを用意し識別しやすいようにした。

血球の観察を始める前に、①これから観察する血球の種類やそれぞれの機能、末梢血液中の血球数や割合について説明した。②顕微鏡の操作については、標本の焦点の合わせ方を練習した。③血球をスケッチする事はなかなか難しいので、血球の図譜を見ながら血球の描き方を説明した^[1]。

実際の血球のスケッチでは、①どの位の大きさの血球を見ているのか、わかり易く捉えられるように、赤血球の直径（平均7~8 μm）を基準にして他の血球の大きさを比較してみる、②血球の全体的な形を観察する、③細胞質の色調や顆粒の有無をみて、顆粒が見られた場合は、顆粒の数、色合い、大きさを比較する、④核を持っている白血球では、その形やクロマチン網工などを観察し、血球の特徴をとらえる、などに注意しながら描いてもらった。

参加者は、初めて見る血球に工夫しながら取り組んでいたが、血球を描く時間が人により様々であった（図 4）。1台の顕微鏡にかかる時間を区切らずに好きなように移動してスケッチをしてもらったため、顕微鏡6台の設置は必要であると感じた。

後半は、血液染色で一般的に行われている血液塗抹標本によるライト染色を、医学の研究室で行った（表 1）。

まず、染色に使用するリン酸緩衝液を調製した。参加者全員で、分担しながら試薬を計り、溶液にし、pH計で酸性か塩基性かpHを確認した。この緩衝液を用いてライト染色を順番に行った。緊張している様子も見られたが、きれいに染色することができた。

標本染色においてpHは重要であり、なぜ血球がそれぞれの色調に染色され、それを利用して血球の鑑別に活用されるか、イオン結合による染色の原理について染色の反応時間を利用して説明をした。

次に、自分で染めた標本を、実際に顕微鏡を操作しながら観察し、血球の分布状態を見てもらった。好きな血球の所で画像を取り込み、印刷し、持ち帰りの資料の1つとした。また、印刷した血球が前半でスケッチしたどの血球に識別されるのかを、血球の特徴を比較しながら確かめた。

短時間であったが、それぞれの血球についてわかりやすく取り組めるように心がけた。参加者からは質問などもあり、熱心な姿が見られた。アンケート

にも「白血球の中でも、いろいろあることがわかった」、「血液の染色が楽しかった」、「血液にふくまれているものや働きがよくわかった」などの声が寄せられた。

今回、顕微鏡は医学 PCME 室の技術職員に、また研究室については血液内科および腎臓内科の先生方にご協力を頂き、より良い環境で行うことができた。参加者も有意義な体験になったと思う。

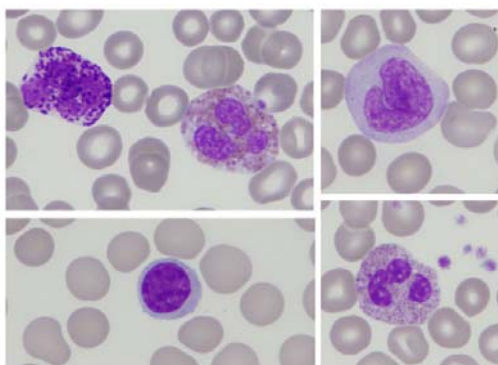












図 3. ライト染色した赤血球・白血球・血小板標本



図 4. 顕微鏡による血球標本の観察

表 1. リン酸緩衝液の作り方とライト染色の方法

<p> かんしょうえき 緩衝液を作ってみよう。</p> <p> 試薬をはかり溶液をつくる。</p> <p>① リン酸 2 水素カリウム (KH_2PO_4) 0.907g</p> <p>② リン酸水素 2 ナトリウム (Na_2HPO_4) 0.946g</p> <p><small>じょうりゅうすい</small> 両方とも 蒸 留 水 を 入 れ て 溶 か し 100ml に す る 。</p> <p> ①液 28ml と ②液 12ml を 混 合 す る 。</p> <p> アルカリ性が酸性かを見てみる。</p> <p> 作った緩衝液を 10 倍に希釈する。</p> <p> </p> <p> 標本を染色してみよう。</p> <p> 標本にライト液 1.5 ml をのせる。</p> <p> 2 分間後に、作った緩衝液を 2 ml 加えて混ぜ合わせる。</p> <p> 5 分間染めてから、水で洗い流す。</p> <p> 乾燥させる。</p>
--

2.3 「身近なもので布を染める」

「身近なもので布を染める」は、朝から 1 日通しての日程で実施し、5 名が参加した。

染色の材料として、身近にある玉葱の皮と藍の生葉、茜の根、蓬の葉を準備した。

藍の生葉を用いての染色は、火を使わない数少ない染色法である。染色液を作ってから 20 分以内に染めなければならないので、参加者は慌てながらもきちんと順序を踏み、絹のマフラーを染め上げた (図 5)。

また参加者は、茜の根による染色では煮出す時に食酢を使用する事や、玉葱の皮による染色では 3 色もの色が出る事などにも驚きながらメモしていた。

同じ染色液を用いても、媒染剤の違いで発色が劇的に変化する事にも大いに驚いて、原理などを調べてみたいとの新たな課題を見つけたようだった。

糸の種類によっても染まり方がちがう事を知るために、絹糸、木綿糸、羊毛の 3 種類を顕微鏡で観察し、動物性の糸、植物性の糸の違いや、羊毛にあったキューティクルなども観察し、それぞれの違いを認識してもらった。

ろうけつ染めでは、各々好きな絵柄を書き、真剣に打ち込む姿には、物作りの楽しさを感じてもらえたのかと嬉しくなった。

色出しと乾燥のために外に干した作品にはそれぞれ個性があり、夏の空間に青が爽やかだった (図 6)。参加者は、染め上がった布を眺め、これで何を作ろうかと楽しそうだった。

布が染まるまでの待ち時間に、実際に畑で育てた綿花を用いての糸紡ぎにも挑戦した。糸車をまわしながら、自分たちの着ている服がこの一本の糸から作られている事を改めて認識したようで、意外な程強い興味を示してくれた事に驚いた。

来年は機織りもやってみたいとの感想も出て、更に充実した体験をしてもらえるよう検討していきたい。



図 5. 藍の生葉による染色作業



図 6. 染めあがった布の乾燥

3. 展示コーナー「デジタルマイクロスコープ」を担当して

顕微鏡メーカーのご好意により毎年貸していただいているものだが、「大きな結晶を作ってみよう」や「身近な微生物を培養・観察してみよう」、その他の提供テーマの参加者が出来上がった結晶や標本を観察したり、持参したプランクトンや昆虫、植物を熱心に観察する参加者がいたり、好評だった(図7)。

自分で作成した標本や結晶、持参した昆虫や植物が、普段見たことも無い倍率で観察でき、微細な部分に複雑な構造が存在することを確認して、科学への興味がますます湧いた様である。

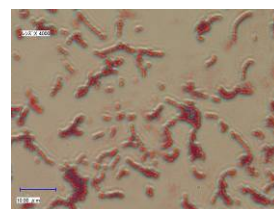
図8に参加者自身が顕微鏡を操作し、撮影した写真を示した。



図 7. デジタルマイクロスコープで観察する参加者



納豆菌



ヨーグルト



ミョウバンの結晶



アリマキの幼虫



プランクトン



イネ科植物の開花



空蟬



空蟬の複眼

図 8. デジタルマイクロスコープ観察より

4. 他部門提供テーマおよび全体の運営に協力して

医学系技術職員はテーマ提供の他に、サポートスタッフとしても協力した。

サポートした環境安全管理室技術職員提供の「簡単な化学分析を体験してみよう」へは、2日間で8名が参加した。

初めに「ペーパークロマトグラフィー」の原理を簡単に説明した後、実際に自分たちでろ紙の準備から始めてもらった。参加者は、時間が経つにつれ展開していく色素の動きを、真剣な眼差しで見ている。

出来上がった色素の展開図を見ながら最後にもう一度説明すると、原理がより理解できたようで、思いもよらない質問なども寄せられた(図9)。

普段から教えることが専門ではないので、参加者にとって担当の説明が分かりにくかった面があったかと思うが、化学に親しむ一助になったと思う。

同じ大学にいても、様々な測定に関する実務、教育・研究に従事している技術職員と一緒に活動することは少ない。「夏休み自由研究お助け隊」は、筑波大学技術職員が組織の壁を越えて連携して実施できる良い機会になった。

さらに、医学系技術職員は当日の受付業務などの運営にも協力することで、他部門の技術職員との連携を深めた（図 10）。



図 9. 「簡単な化学分析を体験してみよう」より



図 10. 受付の様子

5. 最後に

「夏休み自由研究お助け隊2008」への参加者は、つくば市内および茨城県内外の31中学校に及んでいる。参加者は目を輝かせ、担当技術職員の話聞き、お互いに対話をしながら、熱心にテーマに取り組んでいた。また参加者からのアンケートに、担当技術職員の説明やアドバイスが彼等の自由研究に大いに役立ったと、好意的な声が多数寄せられている。

医学系技術職員は6テーマを候補にあげ、3テーマ実施した。医学系技術室および実行委員の方々や他部門の方々のご協力があった、実施できたといえる。今年度実施できなかった3テーマで、「植物の培養実験～台所でバイオテクノロジー」は、植物切片の培養実験に台所用品を使用する計画だった。バイオテクノロジーの一端に触れることで、科学技術への好奇心を高めてもらうことを目的としたが、提案者の事情で募集を停止した。また、「動物のお腹の中を見てみよう」および「植物に血液型ってあるのかな？」については、関係者などとの調整も含め、準備不足のため実施できなかった。今後、これらの3テーマについても、時間をかけて検討し、関係機関の方々のご協力のもとに提供できるように取り組んでいきたい。

筑波大学技術職員として、私達は今年度の経験を生かし、大学の多くの教職員とも連携・協力しあって、今後も「筑波大学の社会貢献」に寄与していきたい。

最後に、実行委員長・中島孝氏（システム情報工学等技術室）をはじめ16名の実行委員、およびご協力をいただいた多くの技術職員、大学執行部、数理物質科学等支援室、関係各研究科に感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 齋藤静夫, 「夏休み自由研究お助け隊2004」ワークショップについて, 筑波大学技術報告, 25, (2005) 21-23.
http://www.tech.tsukuba.ac.jp/2004/report/06-Shizuo_Saito-2005-web.pdf
- [2] 左巻健男 実験監修, 「キッチンで育てる大きな結晶」, NGKサイエンスサイト, (1999).
<http://www.ngk.co.jp/site/no25/content.htm>
- [3] 小宮正文, 図説 血球のみかた 第8版, 南山堂, (1985).

Summer Workshop 2008 for junior high school students, University of Tsukuba: — The report for three themes presented by medical technical staff —

Seiko Ito, Noriko Sugae, Shoko Sato, Noriko Kajiwara, Kazumi Bunzui,
Hideko Sakurai, Chizuko Fukui, Natsuko Kato, Ayako Kabayama, Yosiki Ohno

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

Summer Workshop 2008 for junior high school students by technical staff in University of Tsukuba started at 2004 as one of the social contribution in University of Tsukuba. The purpose of this workshop is to give technical advice to junior high school students on conducting their independent research works during the summer vacation.

The workshop was held on August 2-3, this year. 145 students participated in this workshop and sixteen themes were presented: fifteen by technical staff and one by a student. The themes presented by medical technical staff are three and their titles are “Preparation of a bigger crystal of alums”, “Observation of red blood cells, white blood cells and platelets with microscope”, and “Dyeing of cloths with familiar materials”. Those three themes attracted student’s interest.

Keywords: summer workshop 2008; independent research work; technical staff; social contribution

光ビート法により発生した高周波信号の参照信号強度依存性

松山 英治

筑波大学数理物質科学等技術室 (物性・分子工学専攻)

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

マイクロ波からテラヘルツ (THz) の電磁波は、スピンや量子振動を観測する走査プローブ顕微鏡 (SPM) の新しい光源として有望視されている。光ビート法によりマイクロ波を発生させるため、波長が近赤外領域 (1.0 から 2.0 μm) にある、2 本のレーザービームを混合し、単一モード光ファイバを用いて非線形受光素子に導いた (光ヘテロダインミキシング)。発生させた電磁波の中心周波数は 569.1 MHz である。この出力信号のスペクトルを観測することにより、出力信号の参照信号強度依存性を詳しく調べた。参照信号強度を -5 dBm から -50 dBm へと減少させても、スペクトル純度は 5 MHz 幅に維持された。また、出力信号強度は参照信号強度の減少 (-5 dBm から -50 dBm) とともに直線的に減少した。よって、本報告で述べた光ビート法を拡張することにより、波長と強度を精密に制御できる、マイクロ波および THz 電磁波を発生させることが可能であると示唆された。

キーワード・走査プローブ顕微鏡、THz、光ビート、ESR - STM

1. はじめに

従来の光にない性質、生体試料などの指紋領域にある波長を持ち、量子エネルギー ($h\nu$) が触媒化学反応過程に関わる領域にある、THz 電磁波 (電波、光) を使用した新しい分光技術が注目されている。特に微小な領域を観察する顕微分光、SPM、走査近接場光顕微鏡 (NSOM) など最新の技術は電波・光境界領域にある電磁波の利用が期待されている。従来から THz 電磁波の発生には多くの技術的に困難な点があり、この分光領域の光源として取扱いが簡単で高性能な (光の線幅が狭い、振動数が安定、ノイズとの振幅比が良い、振動数と強度を広い範囲で精密に可変できる)^[1,2] 光源はなかった。

分光に用いられる光は高いスペクトル純度と良好な C/N (信号光強度とバックグラウンドノイズ光強度との比) が求められる。筆者は分光の要素技術の開発と分光解析の結果に影響を及ぼす要因の研究を行っている。これらの条件を充たす電波・光境界領域の電磁波を発生させるため光ビートを用いて高周波 (RF) を発生する基礎的な実験を行っている^{[1],[3],[5]}。今回は光ビートによる光ヘテロダインミキシング参照光強度と計測した、RF スペクトル純度について報告する。

2. 装置と測定法

2.1 装置

今回使用した装置は、近赤外波長可変レーザー 2 台、光ファイバ導波路、光波長計、光受信機、スペクトルアナライザ、光減衰器 (ATT) から構成されている。近赤外波長可変レーザーは、1.0 ~ 2.0 μm の光通信波長領域でレーザー発振波長を精密に可変できる光発振機である。光ファイバ導波路は、光通信波長領域でレーザー光を単一モードで低損失に伝送でき、各々のレーザー発振機からの 2 本の光を 1 本に混合できる機能を持つものである。光波長計は、近赤外光通信波長領域でレーザー発振波長を精密に計測できる測定器である。光受信機は、1.0 ~ 2.0 μm の光通信波長領域で 2 光波混合 (2 周波混合法) された光を受け、差周波数を出力できる非線形特性光受光素子と増幅機能を備えた光通信用受信機である。スペクトルアナライザは、RF 信号を周波数領域で検出して表示する測定器である。光 ATT は光ファイバ導波路内に挿入し精密に通過光を減衰させ光量を調整するものである。測定器の仕様を 2.1.1 ~ 2.1.6 に示す。

2 周波混合法：周波数が異なる 2 つの電磁波 (光) を非線形な特性を持つ受光素子に入射させ、各々の周波数の和と差の成分を出力に生じさせる、光混合法。

2.2 測定方法

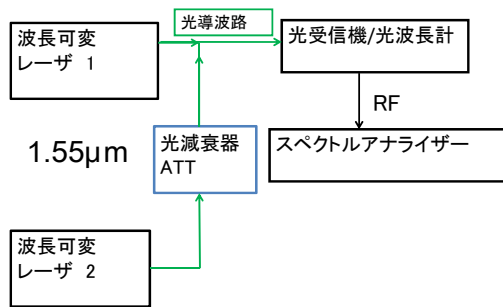


Fig 1. Composition of measuring Equipment

2.1.1 近赤外波長可変レーザー

外部光共振器型精密波長可変型
サンテック：RSL - 210、安定度：(+, -) 0.005 nm /30 min、線幅：< 500 kHz
Hewlett - Packard：8168 F、安定度：0.001 nm、線幅：100 kHz

2.1.2 光ファイバ導波路

2入力1出力光ファイバカップラ、
日本航空電子工業：DS - 15 - 5 0 XK - 380
分岐比：45 ~ 55 % (1547, 1553 nm)
過剰損失：0.25 (dB) 以下 (1.547, 1553 nm)

2.1.3 光波長計

Hewlett - Packard：8120 C：1270 ~ 1650 nm、
表示解像度：0.001 nm 精度：(+, -) 2 ppm
(+, - 0.003 nm at 1550 nm and 1310 nm)

2.1.4 光受信機

Hewlett - Packard：11982 A：Light wave converter
1200 ~ 1600 nm、変換帯域幅：15 GHz、
等価ノイズ：30 Pw $\sqrt{\text{Hz}}$

2.1.5 スペクトルアナライザー

Anritsu：MS2687 B ~ 30 GHz

2.1.6 光減衰器

ANDO：AQ - 3505 A
減衰量：1.55 μm , 0 ~ 65 dB

光の振動数の表記は波長を用いた。(nm)
マイクロ波の振動数の表記は周波数を用いた。(Hz)
光、マイクロ波強度の表記は dBm を用いた。
0 dBm = 1 mW である。

実験は、マイクロ波・ミリ波領域における、電波工学上の周波数変換技術 (光ビートを用い、ヘテロダインミキシングを行い光の差周波数の振動を発生する) を 1.0 ~ 2.0 μm 領域の近赤外レーザー光に適用して実施した。具体的には、2本の連続発振 (cw) レーザ光を混合して、単一モード光通信ファイバ導波路をへて (2 光波混合法) 非線形特性を持つ光受光素子に光を導き、光ビートの非線形効果ミキシングを行った^[1,2]。2つの光の差周波数の振動数を持つ電磁波発生の手順は以下のとおりである。波長可変レーザー1を1.55 μm の波長に固定し発振させた。波長可変レーザー2をレーザー1の発振波長に合わせるように発振させた。光波長計により発振線の接近を確認しさらに接近させスペクトルの重なりを確認した Fig 2, a, b。レーザー (1, 2) の発振波長の差がマイクロ波領域で観測される周波数になる。レーザー2の発振波長を精密に可変させた (差周波数 2 GHz 付近まで接近)。レーザー1の発信波長と光出力の設定は 1.549978 μm , -3.90 dBm とした。レーザー2の発信波長と光出力の設定は 1.549999 μm , -3.90 dBm とした。レーザー2の出力ライン光導波路の中に光ATTを挿入し通過光量を指数オーダーでステップ状に減衰させ光ヘテロダインミキシングの参照光強度設定を行った。この光を単一モード光ファイバ、(3 dB 分枝、混合機能を持つ) 3 dB カップラへ入射し、レーザー (1, 2) 2本の光出力を一本の光ファイバにより混合させ2光波を伝送し、非線形効果受光素子を持つ光受信機に導いた。このときファイバ内の光電界分布はレーザー (1, 2) とともに同一方向に設定した。光受信機内で発生するマイクロ波の出力信号を取り出し交流 (AC) 結合された、RF スペクトラムアナライザーにより発生したスペクトルの純度を調べた。

3. 結果

3.1 光波長計による計測

1270 ~ 1650 nm の計測範囲で、波長可変レーザー (1, 2) の発振線として 1.55 μm 付近に 2 本観測された Fig 2. a。

スペクトルのさらなる接近に伴い 2 台のレーザーの発振線スペクトルは重なって観測された。Fig 2. b。

上記の計測範囲で、レーザー (1, 2) の発振線以外の光は観測されなかった。

レーザー1の発振波長と光強度は 1.549978 μm , -3.90 dBm であった。

レーザー2の発振波長と光強度は 1.549999 μm , -3.90 dBm であった。

光強度の指数的減衰（レーザー, 2）に発生した電磁波の強度は指数的に減衰した Fig 3. a, b, c, d, e, f, g、Fig 4。計測した強度範囲においてマイクロ波スペクトルの線幅は5 MHz 以下であった。C/N : |15~75| dB を計測した Fig 4。

3.2 スペクトラムアナライザーによる計測

スペクトラムアナライザーで計測された信号は、光ビートがマイクロ波領域の電磁波に変換され光受信機から出力された電磁波である。

センター周波数 569.1 MHz、信号強度・ノイズ比 : C/N 75 dBm、線幅 W : 5 MHz 以下であった Fig 3. a。

位相ノイズは、観測された信号の中心周波数から（+,-）60 MHz の範囲で急激に減衰した Fig 3. a。

線幅が5 MHz 以下のスペクトル線1本が常に観測された。

時々2本15MHzの間隔内にホッピング（10 MHzの範囲に変動して希に現れる）を伴い観測された Fig 3. a, c, d, e。

参照光レーザー（2）光強度の指数的減衰に応答した、RF スペクトルプロファイル Fig 3. a, b, c, d, e, f, g、Fig 4。

観測条件、観測温度： 300 K

スペクトラムアナライザー設定：RBW 300 kHz, VBW 30kHz (RBW：分解能帯域幅), ATT 10 dB である。

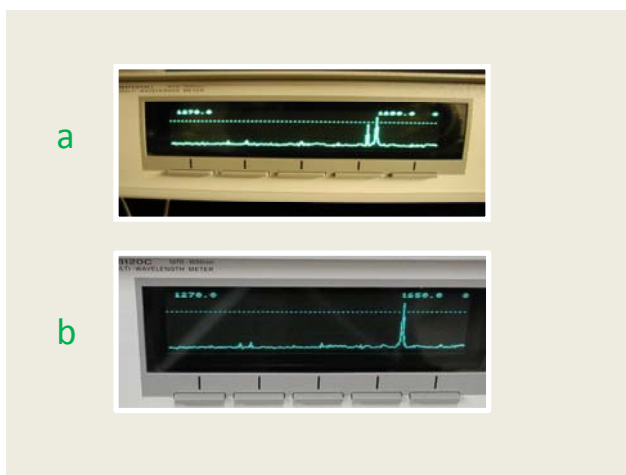


Fig 2. a and b
Near infrared region laser (1, 2) Oscillation line.



Fig 2. c and d
Near infrared region laser (1, 2) Wavelength and Power.

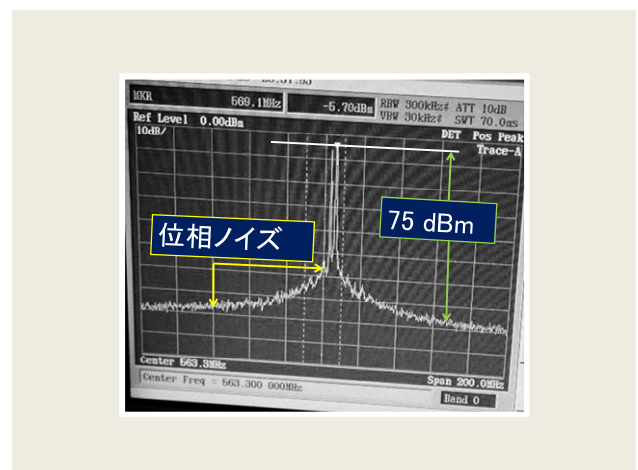


Fig 3. a Measured microwave spectrum.

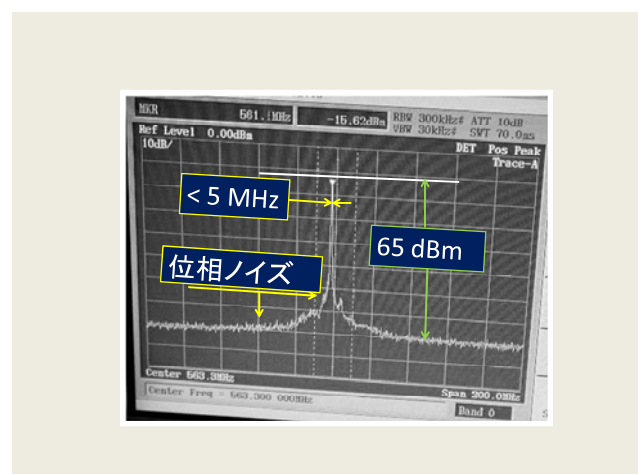


Fig 3. b Measured microwave spectrum.

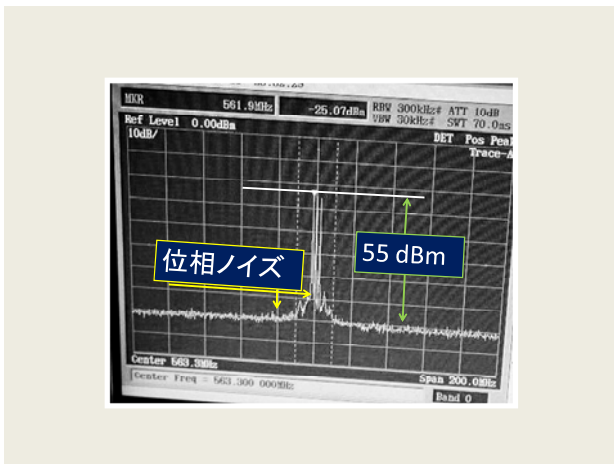


Fig 3 . c Measured microwave spectrum.

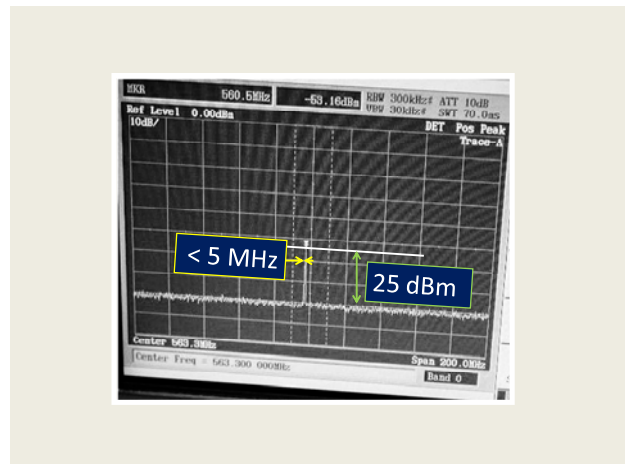


Fig 3 . f Measured microwave spectrum.

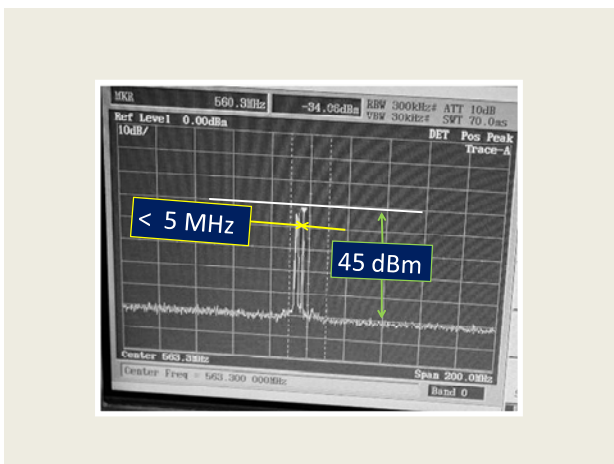


Fig 3 . d Measured microwave spectrum.

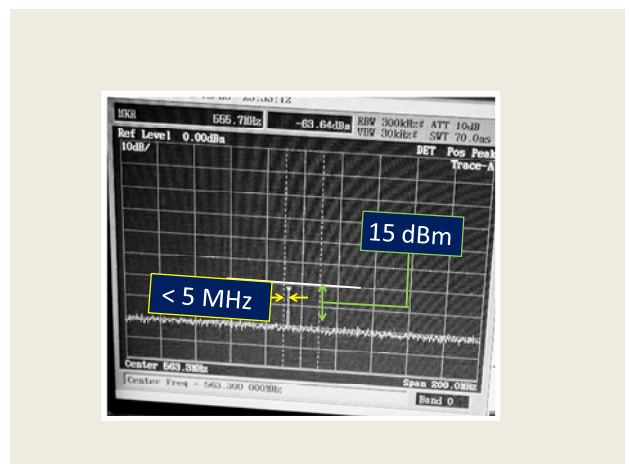


Fig 3 . g Measured microwave spectrum.

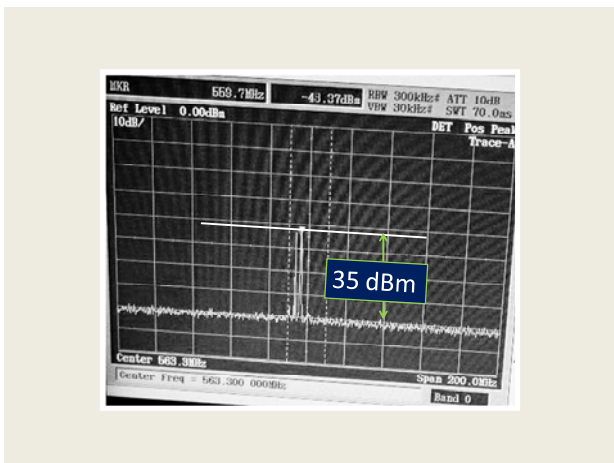


Fig 3 . e Measured microwave spectrum.

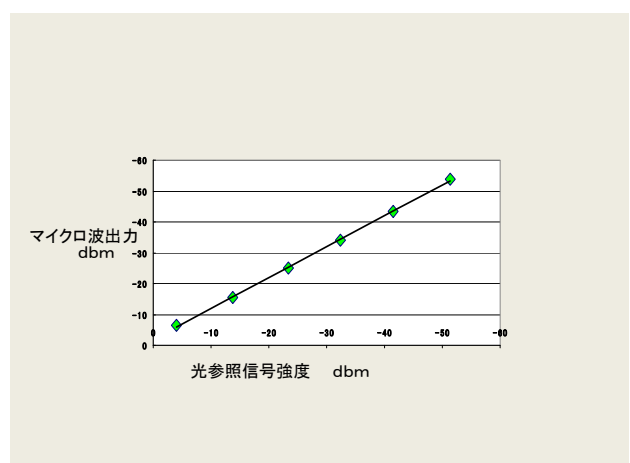


Fig 4 .
Reference light Power and generated microwave Power.

4. 考察

筆者は業務の一つとして、電子スピンの情報を得る走査トンネル顕微鏡 (ESR - STM) を用いて、トンネル分光と ESR 検出感度の向上開発に取り組んでいる^[5]。ESR - STM の観測対象はナノサイズ領域の分析であり、計測される不対電子のスピンの数は極少数となる。STM による単一スピンの検出が期待されている^{[4][5]}。ESR - STM が観測する信号は微弱で熱限界付近になり極めて高い検出感度と STM のトンネルコンデションに高い安定性が求められている^{[4][5]}。近年 ESR が計測する周波数は超小型超電導マグネットの普及によって、サブミリ波 ~ TH 領域へ広がっており SPM による新たな分光技術の構築が期待されている。2 台の波長可変レーザーが発生する差周波数は、MHz ~ THz と極めて広くかつ緻密である。波長可変レーザーの発振波長を精密に制御することでコヒーレンスの高い光ビートを作成できる^[2]。光ビートを各種の非線形効果特性を持つデバイスに照射すれば、マイクロ波からサブミリ波の電磁波を発生できる^[1,2]。今回の実験条件は L バンド ESR - STM の ESR 共鳴要素をもつ参照信号光として、数百 MHz に光ビートの設定を行った^[5]。レーザー (1, 2) の発振線は良好であった Fig 2. a, b 。発振波長の接近によって光スペクトルは重なって観測された Fig 2. b 。観測した波長領域にノイズ源となる光は測定されなかった (1200 nm ~ 1600 nm) 。このことは、光ビートを広い波長領域の任意な波長に設定可能であることを示している Fig 2. a, b 。観測されたマイクロ波のスペクトル純度は信号強度・ノイズ比 : C/N 75 dBm と 7 桁の範囲にあり、線幅は W : 5 MHz 以下、と良好であった Fig 3. a 。参照光の指数強度減衰に、発生する電磁波強度の応答は良い直線性を示した Fig 3. a, b, c, d, e, f, g 、 Fig 4 。測定結果から発生した電磁波の線幅、と C/N は SPM による表面分光に充分活用可能な値が確保されている。微弱な信号強度においてもスペクトル純度の荒れは確認されず、高いスペクトル純度が得られた。レーザー (1, 2) の設定波長と測定されたマイクロ波の周波数にわずかな差が見られた。これは光強度測定のおり参照光ビート設定レーザー光の on/off 制御をアクテブスイッチの on/off によって実施したことで、レーザー発振に穏やかな温度によるドリフトが生じわずかな周波数のずれとして観測されたものと理解される (1 GHz 以下) 。観測されたスペクトルに小さなホッピングが測定された Fig 3. a, c, d, e 。波長可変レーザー発振波長と線幅を高安定化するレーザー制御機能から生じ、本実験はレーザー (1, 2) の光をヘテロダインミキシングすることで高精度な計測を実施しており計測されたものと推察する。

5. まとめ

波長が 1.55 μm の光は 190 THz 付近の周波数を持つ電磁波である。2 台の近赤外波長可変レーザーにより作られた光ビートをマイクロ波の電磁波に周波数 (波長) 変換することが可能である。光ヘテロダインによる波長変換では観測された電磁波のスペクトル純度に 2 台のレーザー其々の発振線を持つコヒーレンスが含まれて表されている。計測したマイクロ波スペクトルの純度は、参照光強度の指数減衰に 5 MHz 以下の線幅を維持した。位相ノイズの計測結果は 100 MHz の範囲で急峻に、バックグラウンドノイズレベルに減衰した。スペクトルの C/N : は | 15 ~ 75 | dBm の値を得た。その線形性は 5 桁を越えて計測された Fig 4 (m W ~ n W) 。このことは微弱な電磁波を検出する励起参照信号光に活用できることを示している Fig 3. a, g 。スペクトルアナライザーが測定した 200 MHz のスキャン領域にサブスペクトルのない、純粋なビート信号 1 本のみ計測された。発生した電磁波のコヒーレンスとスペクトル純度は高く、高周波走査トンネル顕微鏡 RF - STM、(ESR - STM)、NSOM など SPM の新しい励起参照光源として充分活用可能であることを確認できた。本光ヘテロダイン法を拡張すれば、参照光パワーの変化にスペクトル純度を維持できる。波長、強度を精密に制御可能なマイクロ波から THz 電磁波の発生が可能であることが示唆された。

6. 謝辞

本実験実施に際し、根本承次郎 筑波大学名誉教授、筑波大学数理物質科学研究科 重川秀実 教授、中村潤児 教授、の多大なご指導とご鞭撻に感謝いたします。

参考文献

- [1] H. Ito, T. Furuta, Y. Hirota, T. Ishibashi, A. Hirata, T. Nagatsuma, H. Matsuo, T. Noguchi and M. Ishiguro Photonic millimetre-wave emission at 300GHz using an antenna-integrated uni-travelling-carrier photodiode Electronics Letters 38 (2002) 989-990.
- [2] M. Musha, A. Ueda, M. Horikoshi, K. Nakagawa, M. Ishiguro, K. Ueda, and H. Ito, "A Highly stable mm-wave synthesizer realized by mixing two lasers locked to an optical frequency comb generator", Optics Communications ,240, (2004) 201-208.
- [3] 松山英治 光ビート法による高周波の発生 筑波大学技術報告書集 NO 28, (2008) 62-65
- [4] E. Matsuyama, S. Yasuda, O. Takeuchi, H. Oigawa, J. Nakamura, and H. Shigekawa, Development of Radio Frequency STM for ESR Spin Detection, 13 th International Conference on Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy, 119 (2005)
- [5] 特許 (特願 2006-7) ヘテロダインビートプローブ走査プローブ顕微鏡およびこれによってトンネル電流に重畳された微小信号の計測方法

Dependence of High Frequency Signal Generated by an Optical Beat Method on the Reference Signal Intensity

Eiji Matsuyama

Institute of Materials Science, Academic Service Office for Pure and Applied Sciences University of Tsukuba,
1-1-1 Tennohdai, Tsukuba, Ibaraki 305-8573, Japan

Microwave to terahertz electromagnetic waves are considered as promising new light sources for the scanning probe microscope (SPM) such as the high frequency tunnelling microscope (RF-STM) and the near field microscope. In order to generate microwaves by an optical beat method, two laser beams were mixed and guided through a single-mode fiber to a nonlinear detector (optical heterodyne mixing). The wavelengths of two beams are $1.0 \sim 2.0 \mu\text{m}$ of near infrared region. The center frequency of the output signal from the detector is 569.1 MHz. The dependence of the output signal on the reference signal intensity was examined in detail by observing the spectrum of the output signal. Even when the reference signal intensity decreased from -5 dBm to -50 dBm , the spectral purity of the output signal was maintained to 5 MHz width. The intensity of the output signal was decreased linearly when the reference signal intensity was changed from -5 dBm to -50 dBm . Hence, it is suggested that, by extending the optical beat method described in this report, microwaves and terahertz electromagnetic waves whose wavelengths and intensities are strictly controllable can be generated.

Keywords: Optical beat; Scanning probe microscopy; Terahertz; ESR – STM

フライス盤作業の効率化

石川 健司

筑波大学研究基盤総合センター技術室（工作部門）

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

2008年3月に導入された、山崎技研製 CNC フライス盤 YZ-320NCR にはパターン入力加工（加工ガイダンス機能）が有り、同じパターン加工ならデータを入れるだけで加工が可能である。その機能を使ってステンレス製引張試験片を作製した結果を報告する。

キーワード：CNC フライス盤

1. はじめに

工作部門は、学内の研究者（教員・学生）の依頼によって実験機材・装置の製作、試料・試験片の作製等を主な業務として行っている。

今回依頼されたのはステンレス製引張試験片の作製である。ステンレス研削丸棒φ26（SUS304）を支給され図1の寸法に15本加工する。引張試験片が個性を持っては正確なデータが取れないので、複数の試験片を精度良く同一寸法に仕上げなくてはならない。

試験片両端の円柱部分は旋盤で削り、中央部分付近の角柱加工はフライス盤を使って加工するが、汎用フライス盤では加工できない円弧が入っている。

山崎技研製 YZ-320NCR にある、加工ガイダンス機能「輪郭」を使い必要なデータを入力し、刃物の軌跡が円弧で入り・直線加工・円弧で抜ける加工を行い、引張試験片が完成した。

本報告では、YZ-320NCR と加工ガイダンス機能また試験片固定方法について述べる。

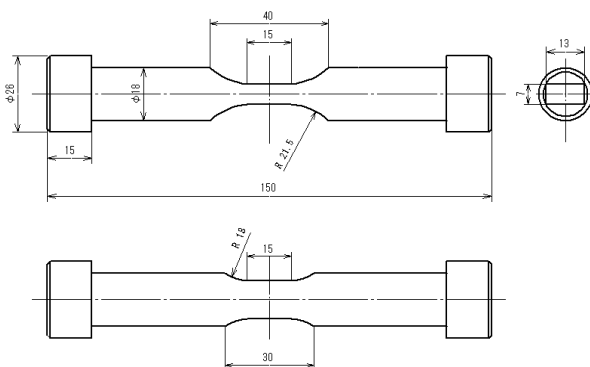


図 1. 引張試験片

2. CNC フライス盤 YZ-320NCR

2.1 特徴

山崎技研 YZ-320NCR の 1 番目の特徴は、X・Y・Z の各方向に独立したハンドルを持ち、普通の汎用機として使えるようになっている。

2 番目の特徴は加工ガイダンス機能と呼ばれるパターン入力加工ができる事である。加工ガイダンス機能とは、汎用フライス盤では加工困難な斜め直線や円弧等の複雑な形状を簡単な操作で加工可能にする機能である。本工作ではプログラムを組まず、この機能を使い加工を行った。3 番目の特徴は、NC プログラム運転ができる事である。大量に同じ物を作るときには、プログラムを組んで加工できる。

2.2 加工ガイダンス機能

加工ガイダンス機能とは、YZ-320NCR に用意されている加工パターンであり、自分の希望する物を選び数値を入力すれば、複雑な加工も容易に可能になる。

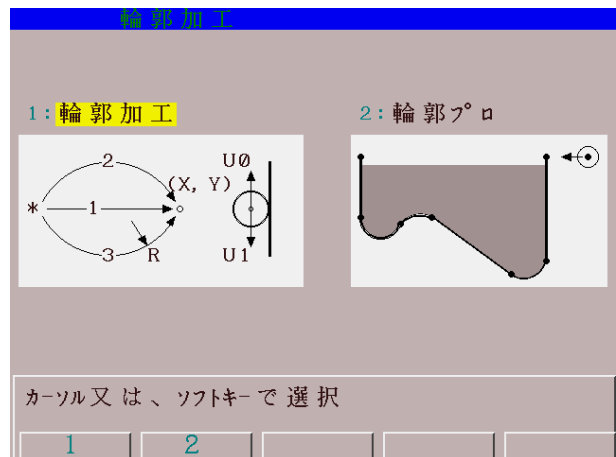


図 2. 輪郭加工

図 2 は加工ガイダンス加工メニューキーで輪郭加工を選んだ時の、表示部のハードコピーである。

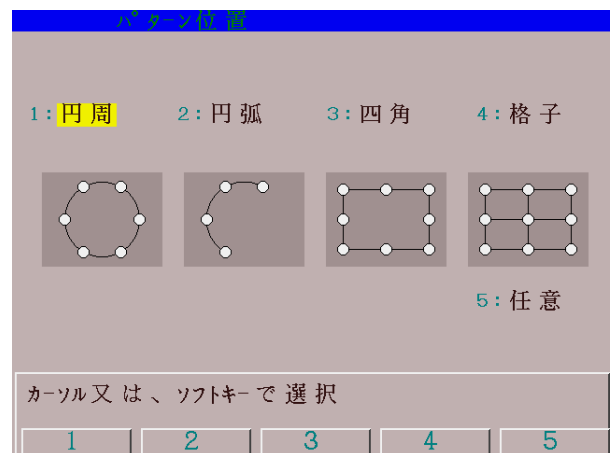


図 3. パターン位置

図3はパターン位置の最初の画面である。パターン位置にも図に示している5通りが用意されていて、それぞれのパターンを選ぶと数値入力画面が出てくる。



図 4. 側面加工



図 5. ポケット加工

加工メニューはここに載せた以外にも、斜め直線加工、円弧加工、リミット加工、コーナー加工、平面加工、穴あけ加工が標準であり、オプションで輪郭加工、輪郭プロと呼ばれる機能もある。ガイダンス加工の補助機能として測定機能も装備されている。

プログラムを組むには機械の動作を NC 言語に置き換えて入力する必要があるが、動作を頭の中で想像しながら組み立て、それが正しいかシミュレーションし作り上げていくため時間がかかるが、同じ物を大量に作る時には、適している。

一方、加工ガイダンス機能を使えば、加工ガイダンスメニューを選択し、加工ガイダンスメニューのデータを入力し、すぐガイダンス加工に入れ汎用機の感覚で NC フライス盤の機能を使え、一品物とか少量しか作らない場合には、プログラムを作るより速く加工でき、利便性が高いと言える。

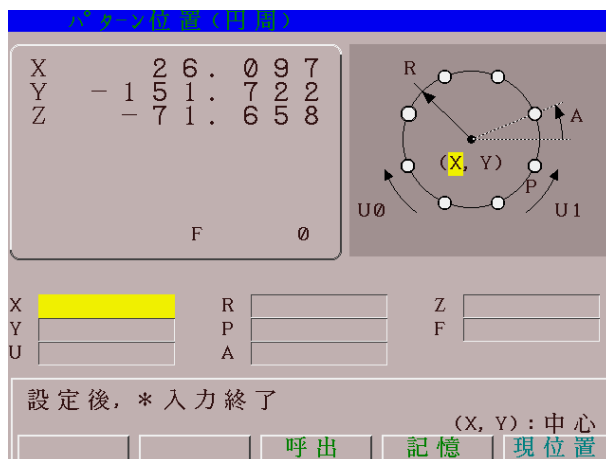


図 6. 数値入力画面

図6はパターン位置円周の数値入力画面である。前頁図3のパターン位置円周を選択すると、この画面が出てきて必要なデータを図中に黄色で点灯し、データを入力すると下にカーソルが移動し次のデータ場所を示す。

3. 実際の加工

3.1 試験片の固定

試験片の固定方法は、V溝を切ったアルミニウム製ブロック (A5056) と同じく V 溝を切った押え板を使い、上からねじて締め付け固定した。そのブロックはフライス盤のバイス (万力) に固定し、試験片をブロック上にセットする時はバイスから位置決めストッパーをセットしておき、軸心と左端はどの試験片も同じ位置なるようにした。座標はストッパーに当たる左端を X 軸の-75 として、V 溝の中心を Y 軸の 0 とした。この固定法で、上下二面の加工ができる。

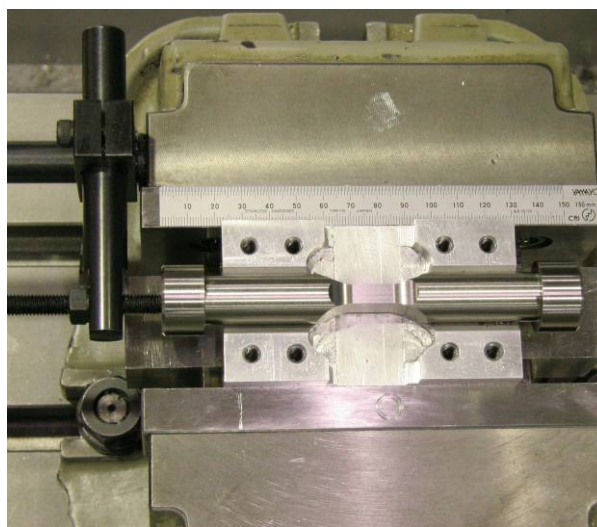


図 7. 試験片固定治具

3.2 データ入力



図 8. データ入力画面

加工ガイダンスで輪郭を選ぶと図2を表示し、輪郭加工を選択すると図8のデータ入力画面の表示になる。図中の黄色の*がスタートポイントを示し、カーソルがXの座標に移動している。この図は実際の入力画面であり、このデータで加工を行った。

入力画面の説明を行うと左上に四角で囲まれたXYZは今の主軸の位置座標、中上はスタートポイントから、次座標への進み方（直線で進む時は1、時計回りに円弧で進む時は2、反時計回りのときは3）を図示している。右上はU0、U1は上向き削りか、下向き削りかを表示している。

このデータは軸の上半分の加工データであり、スタートポイントは、X0、Y15である。スタート時Z(切込み位置)0、送り速度160 mm./min、工具径10 mmを設定し、

第1ポイント(X-21.488、Y10.5)まで下向き削りで移動。

第2ポイント(X-7.5、Y3.5)まで半円運動、Rは21.5である。

第3ポイント(X7.5、Y3.5)まで直線運動。

第4ポイント(X21.488、Y10.5)まで半円運動、Rは21.5という事を表すデータである。

切削加工は、荒加工・仕上げ加工とも直径10 mmのエンドミルを使用、切込みは工具系補正のφの値を変えて行った。図中の座標は主軸の中心が通る値だが、機械のアプローチと逃げ動作が分からないため2次元CADで図面を書き、円柱と円弧の接点から1.5 mmはなれたところの座標を取り、そこから円弧加工が始まり、終わりの座標も同じように求めた。

データ入力が終わると、動作確認のためフライス盤にドリルチャックをセットし、刃物径と同じ10 mmの丸棒をくわえ、同時2軸送りハンドルによりテーブルの動作を確かめ、締め付けボルトと干渉しないかを確認し、良ければ記憶ボタンを押し記憶する。データは2パターン記憶できるのでX軸を対称に下半分のデータも作り記憶する。データの切替えは、呼出1・2で行えるので工具径補正で調整しながら寸法を出していく。

輪郭加工では、Z基準面からの切削深さに深さ制限がかかるので、0設定を固定治具底面よりわずか

に上に設定しておけば、うっかりハンドルを回し過ぎて切込まないので、治具や刃物や機械を傷つけない。

図9にZ軸リミットの状態を表示する。Zが0でリミットがかかるようにセットしてあり、この状態からZ軸のハンドルをまわしても切込まない。

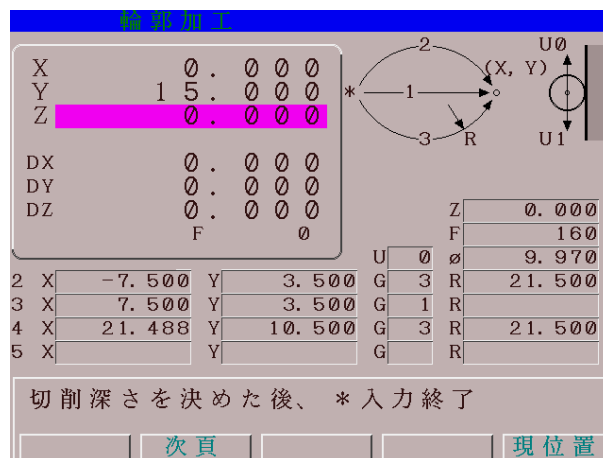


図 9. Z軸リミットがかかった図

3.3 切削加工

この仕事は初めて行うものなので、切削条件も分からず普通の加工のように行った。切削抵抗が大きく、丸棒が急激に細くなる形なので、治具を使い切削部の近くを固定しなければ、ビビリが発生する事は予測できた。治具の押え板は板厚を厚く、切削部の間近をボルトで締める構造にした。エンドミルを直接ミーリングチャックに把握すると、治具の締め付けボルトの頭がチャックと干渉しそうなので、延長ホルダーを介して加工した。しかし主軸から刃物の先端までの距離が長くビビリが発生した。このためホルダーをはずし、直接エンドミルを把握した。この時ボルトの頭とチャックが干渉しない位置までエンドミルを出して把握し、荒取り用、仕上げ用の2種類をミーリングチャックにセットしておく。

フライス盤の主軸には、クイックチェンジホルダーがセットしてあり、荒取り用エンドミルと仕上げ用エンドミルそれぞれ切削条件出しを行う。荒取り・仕上げともに高速度鋼製エンドミルで、切削油は冷却性を考えて水溶性のものを使用。

荒取エンドミル・コーティング4枚刃、切削速度15.7 m/min、送り速度80 mm/min。

仕上げエンドミル・コーティング4枚刃、切削速度25 m/min、送り速度160 mm/min。

試験片を加工するとき、試験片のほぼ全断面が当たるので、切削抵抗も大きい。荒取りの時は切込みを1 mm以上入れられるが仕上げになると、残りの板厚も少なくなりビビリやすくなるため仕上げしろ0.2 mmを残し荒取りのエンドミルで切削加工する。

仕上げは、ビビリが発生しないように切込みを何度かに分けて行い、指示寸法+0.02 mm、-0.01 mm以内の精度を出せた。

以上の作業を行って、15本の引張試験片は完成した(図10・11)。

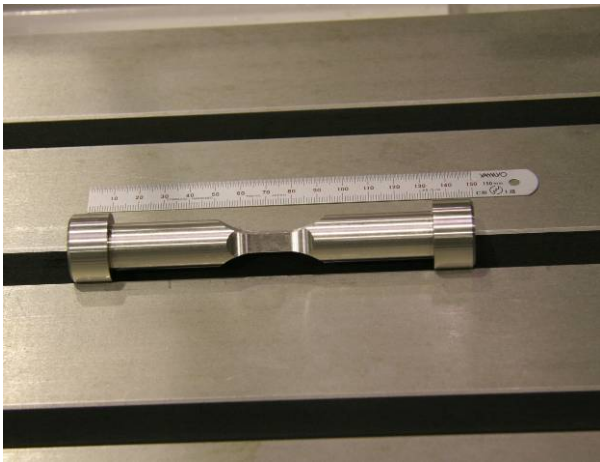


図 10. 引張試験片 1

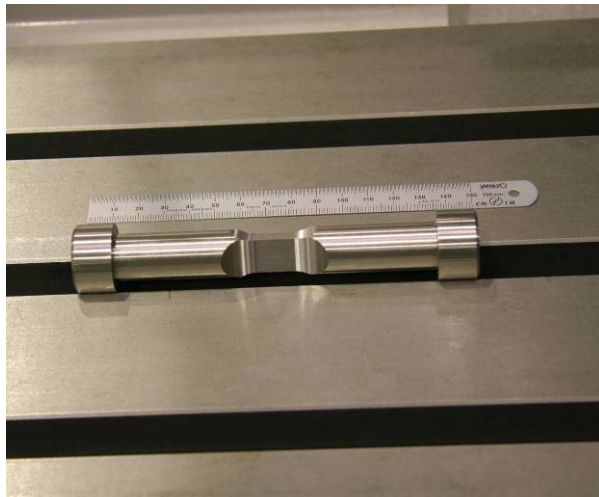


図 11. 引張試験片 2

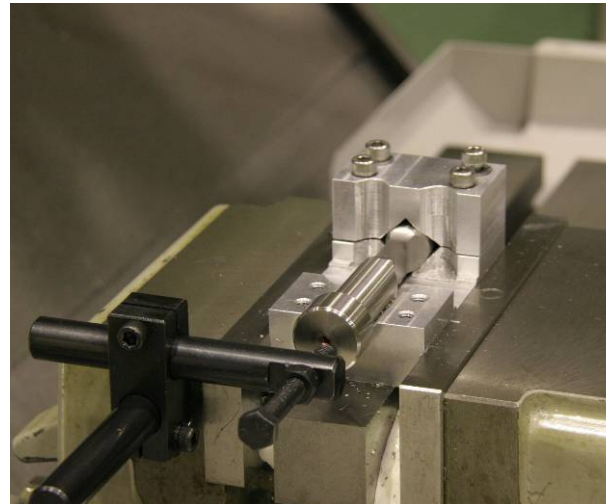


図 12. 治具側面

4. 終わりに

今回山崎技研製 YZ-320NCR を使い、プログラムを作らなくても NC 加工ができ、作業に入るまでの時間は短く効率的なことを実感できた。また NC 言語を知らなくても、一般的なフライス盤作業ができる人なら、誰でも使えるので、利便性が高いといえる。

治具を作るとき、把握力ばかり考え作ったが、切粉が逃げやすい形にすれば、切粉で仕上げ面をこすることはない (図 12)。

今回の作業で、ビビリが発生するのは、刃物剛性か治具の剛性か主軸の強度不足か又は作業内容の難易度から来る物か検証はできなかったが、次に同じ作業が来た時には、エンドミルを太い物に変えて、変化があるか調べてみたい。

同時 2 軸送りハンドルは、データを入れたときのテーブルの動きを手動で確認できるので、工作物と主軸の衝突を未然に防ぐことができる、とても有効な機能だと考えられる。

Improvement of the working efficiency of the milling machine

Kenji Ishikawa

Engineering Workshop, Technical Service Office of Research Facility Center for Science and Technology
University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

A YZ-320NCR CNC milling machine made by YAMASAKI GIKEN Co. Ltd., was installed in March 2008. This equipment has a pattern input machining function (machining guidance function), and machining can be repeated by simply entering data when machining the same pattern. This report describes the results of fabricating a stainless steel piece for tensile testing using that function.

Keywords: CNC milling machine.

技術報告

石英ガラス製円筒炉心管内のテーパ管溶着加工

明都 茂、門脇 英樹

筑波大学研究基盤総合センター技術室（工作部門）

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

理化学ガラス加工において、トラップ管の様な二重管を製作する際、内側のガラス管が動かないように保持具を使い仮固定し溶着加工する。工作部門ガラス工作室にも、何種類かの保持具が用意されている。しかし、それらはストレートガラス管用で、テーパ状（円錐）のガラス管は構造上固定できない。今回、製作手順のみを工夫して現有するストレートガラス管用保持具を使用し、テーパガラス管の溶着加工を試みた。

キーワード：ガラス加工、二重管、保持具

1. はじめに

本学研究基盤総合センター工作部門ガラス工作室に依頼されるガラス機器・装置類は、多種・多様な形状、寸法、更に単品の工作依頼品が多い。その中にはガラス管が二重構造になったトラップ管、冷却管、恒温ジャケット付き反応管、デューワー瓶等の製作依頼もある。それらの多くは外側ガラス管、内側ガラス管ともにストレートで長く、簡単な構造の保持具で製作が可能であった。

今回、石英ガラス製円筒炉心管内にテーパ状で短い石英ガラス管（以下、ノズルという）を溶着加工する工作依頼があった（図 1）。現有のストレートガラス管用保持具を使用することにより、容易に短時間で製作ができたので製作法を報告する。

2. 仮固定法の検討

2.1 保持具の検討

ガラス二重管を製作する際、外側ガラス管と内側ガラス管を何らかの方法で仮固定する必要がある。通常、双方の隙間の間隔により段ボールや金属の薄板、または肉厚パイプ状の保持具を挿入し仮固定する。工作部門ガラス工作室には、何種類かの保持具が用意されている。ストレートガラス管用保持具の構造は単純で金属の丸棒をくり抜いた肉厚パイプ状である（図 2）。



図 2. 保持具

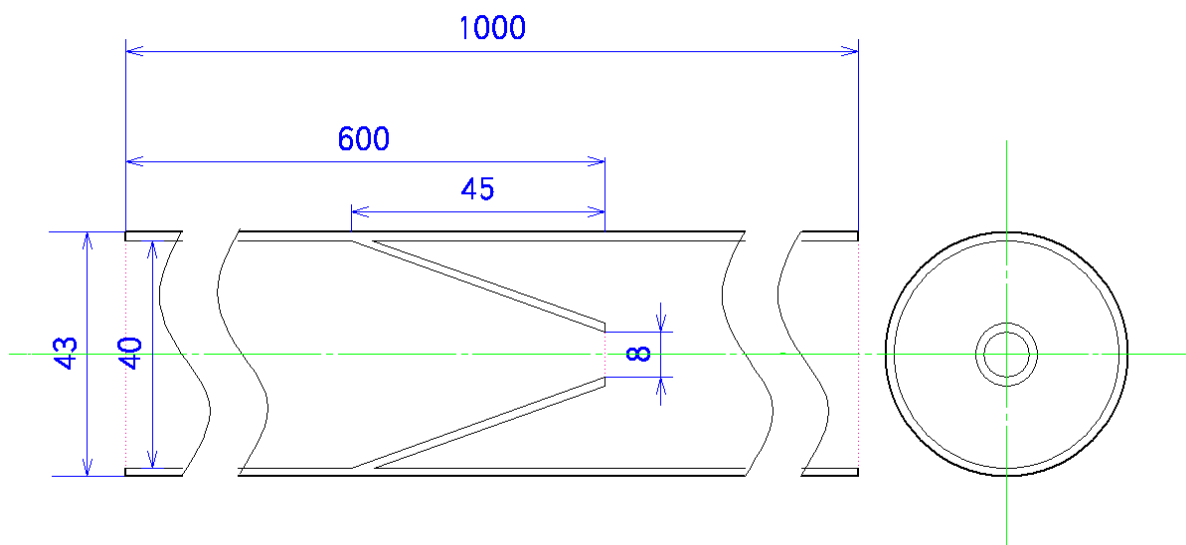


図 1. 石英ガラス製円筒炉心管（単位：mm）

材質は軽量化を図るためにアルミ材を使用している。保持具の外径、内径寸法は、ガラス管の寸法誤差を考慮し、余裕を持たせてある。保持具外径は、およそ、外ガラス管内径 -3 mm 、保持具内径は、内ガラス管外径 $+3\text{ mm}$ で製作してある。

外側ガラス管と内側ガラス管の隙間に挿入し、それぞれを固定する。そのままでは隙間が残るので、充填用にコピー用紙等をロール状に巻いて調整する。保持具を使用した二重管製作の一例としてトラップ管の製作時の保持具の使用例を図3に示す。



図3. トラップ管の製作時の保持具の使用例

外側ガラス管と内側ガラス管が、ストレートで長い場合は、保持具図2を使用し簡単に製作が可能である。

しかし、今回報告する石英ガラス製円筒炉心管は、外径 $\phi 43\text{ mm}$ 、内径 $\phi 40\text{ mm}$ 、全長 1000 mm の石英ガラス管内の中央付近に、テーパの形状でしかも短い石英ガラス管を溶着しなければならない(図4)。

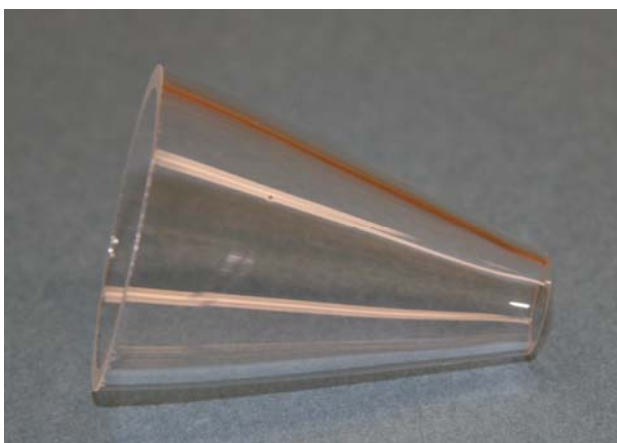


図4. ノズル(全長 45 mm)

過去の製作手順では、ノズルを指定の寸法で完成させてから、保持具を使い指定の場所に仮固定し溶着加工することとなる。現有のストレートガラス管用保持具では、テーパ形状のノズルを保持することは不可能である。そのためには専用の保持具が必要になるが、いくつかの困難な理由が以下に挙げられる。

- ①形状が円錐形、溶着場所が深部なので保持具の構造が複雑になり設計、製作が困難。
- ②今まで何度か依頼があったが、その都度ノズルの寸法が違うため保持具を毎回新規に設計製作すると効率が悪い。

③石英ガラスは熱の不導体であるが、加工温度が 1700°C 以上と著しく高い。ノズルが短いため溶着時のバーナー熱による保持具の焼き付き、それによる炉心管内への金属不純物混入の恐れがある。

以上のためノズル専用の保持具を設計製作することは不向きと考え断念した。

2.2 加工手順の検討

今までの製作法や加工手順を様々な角度から見直した結果、ノズル製作の手順を変更することにより、ストレートガラス管用保持具の使用が可能となった。

ノズルの材料となる石英ガラス管はノズルの大口径側と小口径側に合わせた2種類を使用する。ノズルの製作はガラス旋盤で双方を接続し、その後、指定のノズル寸法に成形加工する。出来上がったテーパ部分をノズルとして利用する。当初はノズル大口径側と小口径側を切断して、完成したノズル図4を溶着加工することを考えていたので専用の保持具が必要であった。今回は、ノズル大口径側のみを炉心管の内径に合わせて切断機でカットし、小口径側(ノズル先端)は残しておくことにした。この形状で現有のストレートガラス管用保持具の使用が可能となる。また、ガラス管の切断方法にヤスリで $2\sim 3\text{ mm}$ のキズを付け、キズを中心にして左右 50 mm 程度の場所を持ち、引き離すように切断する方法がある(図5)。外径 15 mm 程度までのガラス管なら軸に対して直角に切断することが可能である。小口径側の石英ガラス管の切断は、予めヤスリでキズを付けておき溶着後この方法で切断することにした。

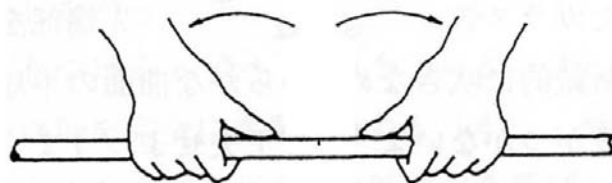


図5. ガラス管の切断、引き切る方法

3. テーパー管の溶着加工

3.1 ノズルの製作

炉心管本体は外径 $\phi 43\text{ mm}$ 、内径 $\phi 40\text{ mm}$ 、長さ 1000 mm の透明石英ガラス管で依頼者からの支給品である。ノズルの材料となる石英ガラス管は外径 $\phi 40\text{ mm}$

(内径 $\phi 37\text{ mm}$)と外径 $\phi 10\text{ mm}$ (内径 $\phi 8\text{ mm}$)の2本を工作部門で用意した。それぞれの石英ガラス管はノズルの大口径側と小口径側に合わせ、ノズルを製作しやすいサイズである。

ノズルの製作はガラス旋盤で双方を同心円の異径管状に接続する。その後、段差を利用してテーパ形状に成形加工し指定のノズル寸法に仕上げる。保持用に使用する外径 $\phi 10\text{ mm}$ の石英ガラス管の長さは 550 mm 、外径 $\phi 40$ の石英ガラス管の長さは 200 mm とした(図6)。出来上がったテーパ部分をノズル

として利用するため切断機で加工をする。ノズル大口径側で図6 A部分を切断機でカットする。炉心管本体の内径がφ40 mmあるので、切断後の外径はφ39.5 mmとした。ノズル先端部分（内径φ8 mm）は溶着加工後に切断するため図6のB部にヤスリでキズを付けておく（図7）。

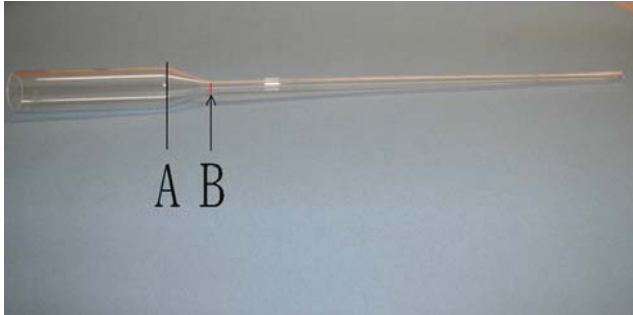


図6. ノズル成形加工

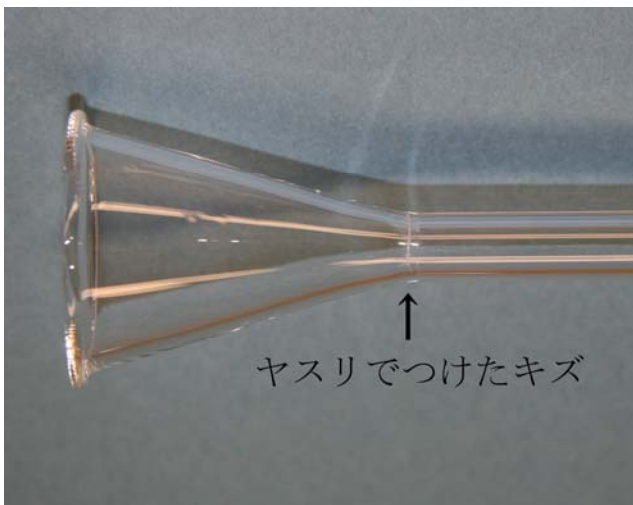


図7. 切断加工後、ヤスリでキズつけ

3.2 ノズルの仮固定

今回使用したストレートガラス管用保持具は外径φ37 mm、内径φ13 mm、全長100 mmの物を使用した。このアルミ製の保持具は20年程前に工作部門機械工作室で製作した物である。始めに保持具のφ13 mmの通し穴にノズルの長い管部分を通し固定する。双方の隙間が3 mm程あるので、φ10 mmの石英ガラス管に

紙をロール状に巻いて調整し挿入する（図8）。

次に、保持具にノズルを固定した物を炉心管本体に挿入する。保持具と炉心管本体にも3 mm程の隙間があるので、今度は保持具に紙をロール状に巻いて調整する。紙の巻き加減は、溶着後に保持具を取り外すので、立てた状態で軽く叩いて保持具が動く程度にする。炉心管本体内径と溶着されるノズルには0.5 mmの余裕しかないので、強く当たらないように注意しながら所定の溶着位置まで移動する。溶着後、ノズルから保持用の石英ガラス管を引き切るための持ち手として、炉心管端面からは150 mm程露出している。（図9-1, 2, 3）

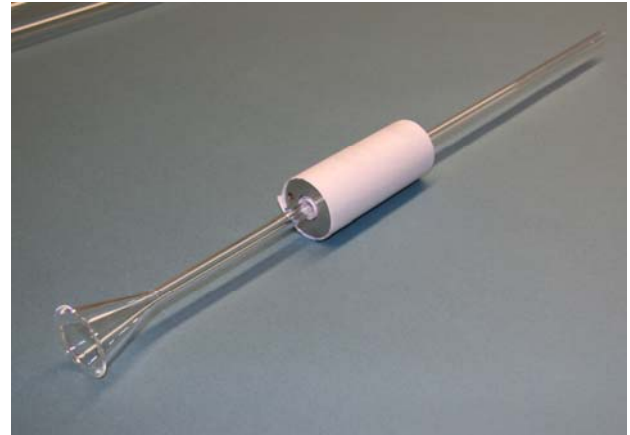


図8. 保持具に固定されたノズル



図9-1. ノズルの仮固定



図9-2. 仮固定部拡大写真

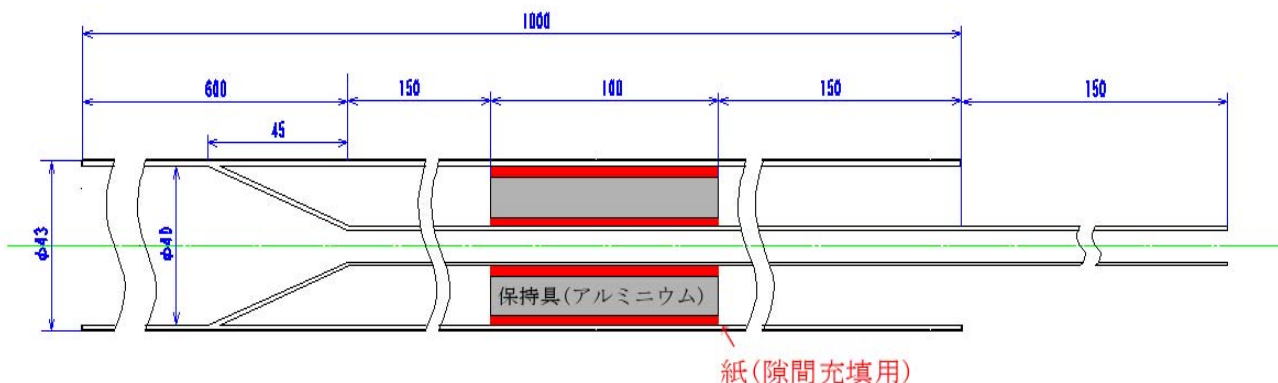


図9-3. ノズルの保持具固定概略図（単位：mm）

3.3 ノズルの溶着加工

ノズルの溶着に使用したガラス加工旋盤は、日善製作所製 DE-12 (チャック間最大距離 1500 mm、チャック能力 $\phi 320$ mm $\sim\phi 8$ mm、主軸貫通穴 $\phi 120$ mm、主軸回転数、無段 0 \sim 120 rpm) を使用した。ノズルを仮固定した炉心管をガラス加工旋盤にセットし毎分約 30 回転のスピードで回転させる。ガラス加工用ガスバーナーで炉心管の外側からノズルの大口径側を加熱することにより、炉心管が軟化し内側に萎みノズルと接触し溶着される。

バーナーを使つての溶着にかかる時間は 3 分程度である (図 10)。

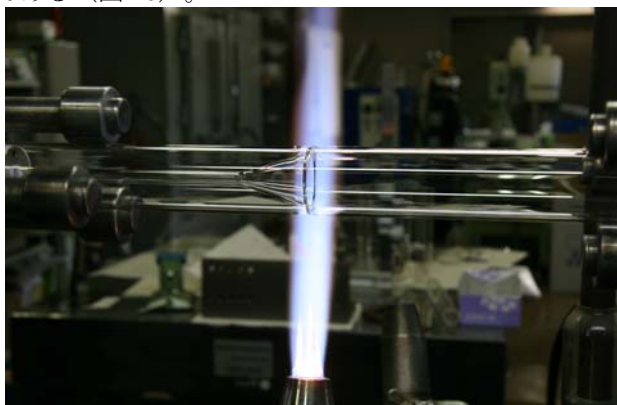


図 10. ノズルの溶着加工

3.4 保持具の取り外し

保持具の取り外しは、炉心管が冷えたらガラス加工旋盤から外し、炉心管の保持具が入っている方を下にして手で持ち、軽く叩きながら少しずつ移動させ取り外す (図 11)。



図 11. 保持具取り外し後

3.5 ノズル先端の切断

ノズル先端から繋がっていた保持用の石英ガラス管の切断は、予めノズルに付けたヤスリキズを上にして左手は本体の中心付近を右手は炉心管本体から、150 mm 突き出ている部分を持って左右に引き離すように切断する。

この切断方法はガラスの耐圧力は非常に強く、反面、張力は耐圧力の 1/10 程度と弱い特性を利用した方法である。ヤスリキズに引く力が集中し中心軸に対して直角に切断される。理化学ガラス加工においては、日常的に行う切断作業である。

今回考案した製作方法により、完成までの作業時間は 1 時間 30 分程度であった。(図 12-1, 2)

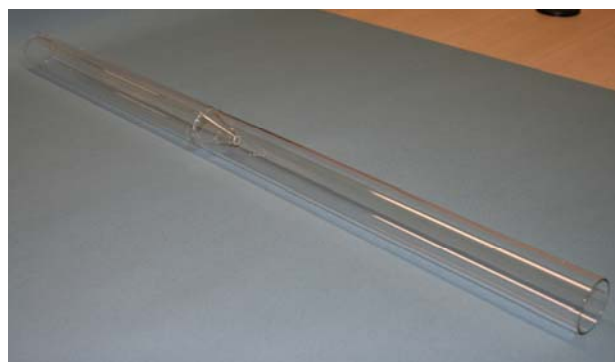


図 12-1. ノズル先端切断後の完成品 (全体)

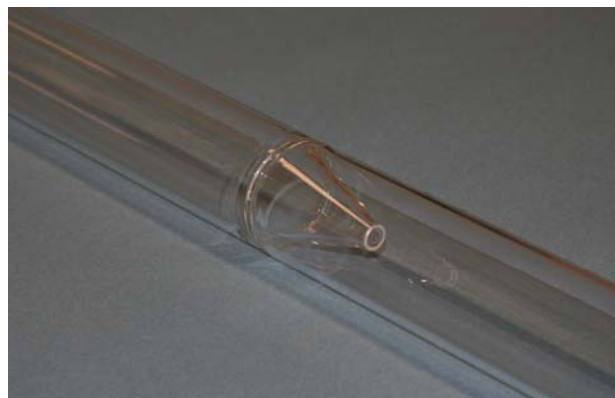


図 12-2. ノズル先端切断後の完成品 (ノズル部)

考察

現有のストレート管用保持具を使用することにより、専用の保持具を設計製作することなく、容易に短時間で製作ができた。依頼者にも短時間で引き渡しができ、保持具の費用も発生しないため安価であった。

同様の依頼が何件もあり、ノズルの長さ、角度、先端穴径が違っていたが、保持用の石英ガラス管サイズを $\phi 10$ mm 管にすることにより、全て同じストレート管用保持具が使用可能であった。

石英ガラス管の加工温度は 1700 $^{\circ}$ C 以上と高温であるが、溶着加工部より仮固定部分が離れているので、熱による保持具からの金属焼き付きによる不純物の付着の心配も無くなった。

ガラス工作室への依頼は、全学からあり内容も多種多様である。また、依頼件数も年間 400 件程度と多く、2 名で担当しているので、効率よく作業する必要がある。また、実験中の器具の破損による緊急の修理製作もあり、ひとつの物に多くの時間をかけられない状態である。

以上の点を考えると、現有の保持具を使用し様々なノズル形状に対応した今回考案した製作方法は有効な手段であった。

謝辞

本報告書作成にあたり、研究基盤総合センター工作部門長喜多英治教授、本学京藤康正准教授に感謝致します。度々保持具等の製作を担当して下さる工作部門機械工作室技術専門職員の中村三郎氏、同吉住昭治氏に感謝致します。

Welding processing of the taper pipe into the reactor core pipe made from silica glass

Shigeru Aketsu, Hideki Kadowaki

Engineering Workshop, Technical Service Office of Research Facility Center for Science and Technology,
University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

When fabricating scientific glassware with dual tubes such as trap tubes, fusing is done while temporarily immobilizing with a holder so that the inside glass does not move. Holders of various types are available in the glass workshop of the industrial arts department. However, they are for straight glass tube, and cannot be used to immobilize tapered (conical) glass tubes due to their structure.

In this case, an attempt was made to fuse tapered glass tubes by using the currently available holders for straight glass, and modifying only the fabrication procedure.

Keywords: fabricating scientific glassware; dual tubes; holder

筑波大学プラズマ研究センター防災訓練実施記録 2

平田 久子

筑波大学数理物質科学等技術室（物理学専攻）

〒305-8571 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

筑波大学プラズマ研究センターでは毎年、防災訓練を行っている。今回、中規模地震と火災を想定した訓練を行った。その結果、緊急事態への対応について、いくつかの問題点が明らかになった。

キーワード：防災訓練、中規模地震、停電、救護

1. はじめに

大規模の事業所では安全の為に災害を想定した訓練をする必要がある。殊に大学では学生を預かっているため、その学生の安全を優先して図らなければならない。

前回の報告^[1]ではプラズマ研究センター独自の訓練の報告をしたが、まだ年度の行事として定着しておらず、なかなか前回の教訓が反映されていない。今般、ここに整理することで次回に確り反映させるべく防災訓練の記録をまとめた。

平成 19 年度は前年度の意見をもとに年度の比較的早い時期、7 月に実施した。

2. 実施前

前年の例に倣い、訓練実施日の朝に、先ず訓練実施要領を説明し、各職員、各学生の心掛けること、行動の基本的指針を示した。なお、後に述べる行方不明になる役の学生の選定は事前に依頼してある。

また、災害の設定は年々条件を追加している。

以下に防災訓練シナリオ及びプラズマ研究センター規則に準拠するセンター防災組織表を掲げる。

平成 19 年度プラズマ研究センター防災訓練実施要領（平成 19 年 7 月 17 日実施）

中規模地震(建物の倒壊は無いが実験装置、什器等の転倒、火災を想定)発生を感知して開始する。

(15 時頃予定) - 今回も実験時とし、2 カ所出火を想定 -

- 予め運転室、大実験室、データ処理室に教職員、学生を配置しておく。電話番の技術職員は、統括デスクを担当。大実験室の（エックス線遮蔽用）重量扉は閉めておく。
- 地震発生。直ちに統括デスク担当職員は机上の緊急停止釦及び、副制御盤の MG（電動発電機）非常停止釦を投入。
- 大実験室及びデータ処理室の学生は、担当している通電中機器の電源を切断。
- センター内緊急放送で地震発生、学生等退避を指示（センター長）。
- 院生・学類生は最寄りの安全な出入り口より外に避難、外側を通過して玄関前のスペースに集合する。行先表示は移動しない。
- 人員確認係は、予め準備しているカーボン紙付きセンター名簿(2 枚組)を用いて、在セ中の人をチェックし、運転室へ向かう。運転室で 1 枚は防災本部へ、他の 1 枚は警備搬出班長へ手渡す。
- 教職員は全員運転室に集合し、防災隊を組織。運転室の白板に自衛防災組織表を掲示し、在・不在を各自で記す。防災隊長、副隊長、EL（実験リーダー）の順に実際の隊長を決定し、組織上手薄な班へ適宜人員を再配備する。

消火工作班（班長 I 村）

- 1 消火器・ヘルメット・懐中電灯・トランシーバを確保
- 2 実験室の火災等の有無の確認作業を指示（防災隊長）
- 3 RI の安全の確認を指示（防災隊長）
- 4 RI 担当は RI の安全確認及び組み立て調整室内の避難を確認して本部へ戻り、安全・無事を報告
- 5 班長が大実験室 2 階ギャラリーより実験室内を見渡し、1 階東エンドタンク付近に火の手を、西棟 1 階 1MW ジャイロトロン周辺より煙を確認。ただちに運転室に戻り、口頭で連絡
- 6 緊急放送により 2 カ所からの出火の報告と消火作業を指示（防災隊長）
- 7 班長は班員を 2 組に分け、各々で消火器を持って現場へ急行。消火活動開始。ガスパフ用

水素ガスボンベ元弁“閉”確認

- 8 早く消火作業を完了した組から他方へ移動し、応援、両方の鎮火を確認
- 9 消火作業の完了を本部へ報告(消火工作班長)

警備搬出班 (班長 K 沼)

- 1 ヘルメット・ハンドマイク・トランシーバを確保
- 2 人員確認係より受け取ったセンター名簿を確認
- 3 学生を建物の外へ誘導
- 4 誘導完了後、各部屋(各階居室側に限定)を探索し、人の有無を確認
- 5 学生の1人(HM)が不明であることを本部に連絡(警備搬出班長)
- 6 救出学生を確認し、最終的な(屋外退避)人員の確認
- 7 結果を本部へ報告(警備搬出班長)

総務救護班 (班長 MH 田)

- 1 ヘルメット・(前回新しく準備した)救急用品・トランシーバを確保、運転室で待機
6*30、5*01の電話を確保
- 2 警備搬出班より学生の1人が不明であることの連絡をうけ、実験室及び地下の探索を緊急放送、実験室内・地下の探索を消火工作班に指示(防災隊長)
- 3 消火工作班より実験室南側で学生が動けなくなっているとの連絡を受ける。
- 4 簡易担架をもって現場に急行
- 5 行方不明者を確認し、本人の状況を本部に連絡(総務救護班長)
- 6 安全経路を通過して(重量扉は閉状態、停電のため駆動モーター使用不可)避難場所に脱出(消火工作班と連携する)
- 7 負傷している学生の容体が良くないので、容体についての連絡と救急車の要請を依頼(救護係)
- 8 救急車出動を要請するよう指示(防災隊長)
- 9 状況を随時本部へ報告(総務救護班長)
- 10 救急車が到着し、病院に担送された旨を本部へ報告(総務救護班長)

○防災隊長は、学生全員安全に避難、完全消火、救護処置完了の連絡を確認して訓練の終了を宣言

※上記訓練に先立ち、防災用具(ヘルメット、懐中電灯、ハンドマイク、トランシーバとバッテリー残量)の点検、消火器の配置、防災隊組織図、緊急連絡網の掲示の確認等を実施する。

平成18年度訓練時からの反映

実験時の訓練では、重量扉を閉じて行う。

人数確認表を最新のものにしておく。

救急車の要請もシナリオに入れる。

消火工作班リュックサックのマスク、懐中電灯の乾電池更新。

持ちやすい救急箱に改良。

複写式人数確認表を作成。

トランシーバでの話し方の練習。

全国共同利用施設 国立大学法人筑波大学プラズマ研究センター防災安全管理委員会*

プラズマ研究センター自衛防災組織

責任者* : D 副責任者* : N 嶋

総務救護班 班長 : MH 田

総務係 : N 嶋、(H 田)、<K 池>

救護係 : MH 田、S 山、E 藤

消火工作班 班長 : I 村

消火係 : I 村、M、(K 家)

工作係 : N 倉、W 所、(O 川)

RI 係 : K 蔵、(Y 川)

警備搬出班 班長 : K 沼

警備係 : H 條、S、<I 倉>

搬出係 : K 沼、Y 口、(I 井)

人員確認係 : Y 田、[K 沼]

但し、()は物理学専攻からの応援部隊、< >は非常勤職員、[]は不在時の代行

*: プラズマ研究センターの組織及び運営の基本に関する細則第3条に基づく

3. 実施

前述の流れを前提に実地訓練を行った。自衛防災隊総務係の筆者は例年、防災本部にてタイムキーパーを自主的に行っているが、並行して筆記で記録を取っている。これは各人の行動を記録しているため、不明者を出さないためにも重要である。災害を想定した訓練ばかりでなく実際でも必要と思える。設定は停電を仮定しているため、連絡は基本的にトランシーバ(ト/と記す)又は直接肉声による対話である。センター設置の放送設備(放/と記す)は解説に限って使用している。なお、行頭の4桁の数字は時刻で

ある。

- 1502 N 嶋： 放/地震発生
1502 S (実験中統括デスク担当)： [実験休止釦押]
インタホン/実験停止しました
1502 D： 放/これは演習です。地震が発生しまし
た。学生は速やかに建物から避難して下さい
1503 D： 職員は点呼して下さい
1505 Y 田： [員数確認のための表に行先表示板よ
り転記し、運転室へ届ける]
1505 D： 防災隊を組織して下さい
1506 D： 実験室の確認と、RI 係は RI の安全確認
をお願いします
1506 Y 川、K 蔵： Y 川、K 蔵 RI 確認に行きます
1506 消火工作班： [黙って実験室へ行きかかる]
まずギャラリィから見るだけ
(そのまま) 消火工作班 5 名実験室へ行きます
1507 N 嶋： 消火工作班、聞こえますか
(再度) ト/消火工作班、聞こえますか
(3 回目) ト/消火工作班、聞こえますか
(何れも応答なし)
1507 K 沼： 警備搬出班 7 名、2 階 3 階の居室確認
に行きます
1507 N 嶋： ト/消火工作班、聞こえますか
(2 度言うも応答なし)
1509 N 嶋： ト/消火工作班、聞こえますか、どう
ぞ
(応答なし)
1510 N 嶋： ト/消火工作班、聞こえますか、こち
ら本部
(それでも応答なし)
1510 MH 田： 総務救護班 1 名、消火工作班の確認
に行きます
1510 I 村： ト/ (実験室) 2 ヶ所で出火確認、消火
(作業) 中
1510 Y 川： [K 蔵と戻ってきて] RI 異常なし
D： 放/実験室で 2 ヶ所出火、消火 (作業)
しています。東エンドタンク付近、西棟ジャ
イロトロン周辺です。(引き続き) 消火活動
をお願いします
N 嶋： ト/消火工作班、聞こえますか
消工班： ト/消火活動中です
N 嶋： ト/応援が要りますか、こちら本部
I 村： ト/応援は必要ありません
1512 K 沼： ト/学生は避難しています。HM 君以
外は玄関前 (の避難場所) にいます
N 嶋： ト/HM 君が行方不明です
?: ト/聞こえますか?
N 嶋： ト/搬出係から HM 君が行方不明との

ことです

- K 沼： ト/その通り、HM 君不明です
D： 放/ (不明)
消工班： ト/鎮火しました
D： 放/消火工作班へ、学生 1 名行方不明
N 嶋： ト/学生 1 名不明、居室の搜索は終了
しています。実験室の火元確認と行方不明者
の搜索をして下さい
消工班： ト/消火工作班搜索中 (後で考える
と火元搜索の意だったらしい)
1513 N 嶋： ト/ (学生) 搜索中、(搜索) 体制を知
らせてください。消火工作班、学生を搜索し
て下さい (結局、“体制” の意を汲んで貰えな
かった)
N 嶋： ト/こちら本部、搜索体制は誰が何処
を見ているか、状況を知らせて下さい
消工班： ト/ (他には) 火元が無いことを確
認、本部へ戻ります
N 嶋： ト/消火工作班へ、行方不明者の搜索
に入して下さい
1515 消工班： [本部へ戻る]
N 嶋： [消工班へ状況説明] (トランシーバ
で言ったことが聞こえなかったらしい)
1517 消工班： [再度実験室へ]
N 嶋： ト/消火工作班、応答して下さい
行方不明者搜索の分担を知らせて下さい
消工班： ト/3 人 1 組で実験室内を搜索中
N 嶋： ト/具体的にどちらを (探してますか)
どうぞ
N 嶋： ト/本部です、消火工作班、聞こえま
すか
消工班： ト/I 村、K 家、N 倉、(不明)
発見しました。消火工作班、HM 君を発見。
西の南端エアコン前です (身内しか判らない
としても、もう少し誤解し難い言い回しの方
がよい…実験棟南 RF 発振器そばエアコン前
とか)
N 嶋： ト/本部了解、救護係、[と、向わせよ
うとしたが](果たして必要か、ということで)
消火工作班、(発見した) 行方不明者の状況
を知らせてください
消工班： ト/倒れていて動けない状態
N 嶋： ト/こちらから救護係が向います。並
行して火元の…
MH 田： 救護係 3 名、救出に行きます。担架
を持って急行します
1520 D： 放/ (実験室の) 火はおさまりました。
学生が 1 名倒れていて救護中です
MH 田： ト/救護係現場到着、本部どうぞ
N 嶋： ト/被害の状況を知らせて下さい

- MH 田： ト/倒れていた学生を乗せ、担架で外へ運び出し中、どうぞ
- MH 田： ト/こちら救護係、工作係も到着しました。怪我人は腹痛を訴えています
西棟重量扉を開け、運び出す作業中です
- 1522 N 嶋： ト/本部了解
- 1522 N 嶋： ト/こちら本部。救護係、怪我人の状況を知らせて下さい。救急車は必要ですか
- MH 田： ト/こちら了解
- 1522 N 嶋： [K 池さんに電話リストを示し] ここに電話するが… (本部で誰が救急車要請の電話をかけるか、となり今回はK池さんをお願いしようということになった)
- 1523 MH 田： ト/こちら救護係、西棟重量扉は(停電設定につき手動ハンドルを回して開けようとしているが)とても開きそうにない。
救出ルートの変更をできないか
- 1523 N 嶋： ト/こちら本部、扉開けのデータを取りたいのもう少し(開ける努力を)やって下さい
- 1524 工作係： ト/こちら工作係、(扉を開ける)努力をする。10分以上経ると思います
- 1524 N 嶋： ト/あと2〜3分努力してどの程度開けられるかみて下さい。残りは(今回は)電動で開けて退出して下さい
- 1525 MH 田： ト/こちら救護係、重量扉は5分ハンドルを回して50cm開いた。残りは電動で開けます
N 嶋： ト/(本部)了解。担架を運び出せる幅とそれだけ開けるのに要する時間を割り出して下さい
- 1525 MH 田： ト/恐らく15分以上経る見込み
N 嶋： ト/本部了解
- 1526 MH 田： ト/こちら救護係、怪我人の状況は工作係の到着時は腹痛を訴えていました。可成り腹部を強打した模様(内蔵破裂の設定らしい)
一般的処置をできないので救急車の要請をお願いします
- 1526 N 嶋： ト/救急車(の出勤)要請します
D：放/救護係が(怪我人を)外へ運び出そうとしています
- 1527 消工班： ト/消火工作班、本部へ向います
- 1527 D：放/全体の状況を知らせます
負傷者を(実験室の)外へ出しました。救急車の出勤を要請中
- 1528 MH 田： ト/救護係です。救急車待ちです。怪我人は意識を失ったまま担架の上にあります
N 嶋： ト/救急車は(既に出動)要請済です。
あと2分で救急車は到着予定(とのこと)です
す
(屋外への退避者の)人数を確認して下さい
- MH 田： ト/救護係、了解
- 1529 N 嶋： ト/当初作成した員数チェック表を使って最終的に残っている人を確認して下さい
- 1530 MH 田： ト/救護係です、救急車到着。怪我をしたHM君に職員のE藤さんが付き添い、救急車は病院へ向かいました
- 1531 N 嶋： ト/最終の人員チェックをお願いします
- 1531 N 嶋： 運転室点呼。11名
- 1532 D：放/現状報告します。学生の安全を確認しました。火災は消火しました。救護係は、処置完了、念の為学生全員の安否を確認して下さい
MH 田： ト/こちら救護係、本部応答願います
N 嶋： ト/本部です、どうぞ
ト/(再度)
MH 田： ト/聞こえてます、どうぞ
- 1534 N 嶋： ト/こちら…
MH 田： ト/聞こえます、警備係の(トランシーバの)聞こえが悪い…(不明)
N 嶋： ト/警備搬出班、トランシーバ不調なら(そこに一緒にいる、役目を終了した)救護係の(トランシーバ)を使って下さい
K 沼： ト/どうぞ
N 嶋： ト/状況を報告してください
K 沼： ト/学生1名、職員1名病院へ…(ザーザー不明)
他はOKです
- 1536 N 嶋： ト/警備搬出班、聞こえ難いのでゆっくりもう一度伝えて下さい
K 沼： ト/教職員10名、学生23名全員避難しました。内、職員1名、学生1名、救急車で病院へ行きました
- 1536 N 嶋： ト/こちら本部、元のチェック表では学生21名になっています。23名では数が合いません
N 嶋： ト/警備係、行先表示板では学生21名だったが、今回は23名と回答。病院へ行ったHM君を(差し)引くと20名の筈だが、23名となった根拠を知らせて下さい。教職員数は元が10名で(病院へ行った)E藤さんを差し引くと9名となり、数は合います
K 沼： ト/警備係から。学生はここに23名居る。内1名は(想定地震の後)外出から戻ったばかり。もう1名は(行先表示板の)表示を“帰宅”のままセンターに居た。それを考慮すると全員揃っている(救急車で担送され

たことになっている HM 君もカウントしてる模様)

1540 N 嶋: ト/本部了解

D: 放/訓練終了。運転室に全員集まって下さい

1542 [全員運転室に揃う]

4. 検討会

D: センター規則に則り防災訓練を終了しました。気の付いたことを述べて下さい。

H 田: 担架に人を乗せるとき落ちないように固定する為の固定ベルトや、担ぐ人の腕の負担を軽くする為の肩紐があるといいのではないか。

S 山: 乗せる人を固定する紐は必要。担ぐのは 4 人なので肩紐は邪魔になるので不要。

N 嶋: 4 人で担架を担ぐと実験室の重量扉はもっと広く開けなければならないか。

MH 田: 実質 1 m 開いていればよい。但し、扉の引っ張り(駆動モーター内蔵部)を含むと実際には 1.5 m 開けなければならない。それ位開けるには 15 分経る。

N 嶋、H 田: ハンドルのギヤ比で稼いで重さを動かしているから。

N 嶋: 全ての重量扉が同じギヤ比であろう。

I 倉: …(不明)

N 嶋: 非常電源にぶら下げれば 1 回位は開けられないか。

MH 田: 15 分経るといっても(その間)怪我人を出せないが救急車が到着するまでの時間…(と同じ位か)

D: 重量扉の件は新たなポイントである。

N 嶋: 学生で地震発生とされた時、実験室にいて、装置の電源を切るという作業を試みたのは何名?

[挙手] 2 名だけ(他に教員 1 名)

N 嶋: 基本的に地震発生で停電となり、放送設備を使えないので、学生は自主的に非難する。実際に避難の誘導は?

学生は迅速に動いていたか?

N 嶋: カーボン紙を使用した人員チェック表(の複写)は上手くいった。

懐中電灯が圧倒的に少ない。事務にも必ず 1 個用意する。次回は照明を消して訓練する。

懐中電灯手配は E 藤さんをお願いします。

トランシーバが警備搬出班のはへたって来た。また、一部混線していた。(前回は大丈夫だったが、)屋外へ出ると聞き取れない。

トランシーバを使用する時は機能チェックしてから持ち出す。まずスイッチを入れて相互に連絡を取れることを確認してから使用。

(ハンズフリー機能のを検討してほしい。本部で聞き取り難いので心掛けてゆっくり話して欲しい。トランシーバ使用の際は名乗りと相手名を言うことを徹底)

K 蔵: RI 係は(確認に行く際)実験室に入って重量扉(どちらの?)を通らずに…(不明)今回、人数の少ない消火工作班に合流した時は消火中だった。(既に鎮火の意か?)

N 嶋: 初めはトランシーバは生きていた。現場の消火が終えた頃、行方不明者の件の連絡の際、同時に他の連絡が入って混乱し、直ちに不明者の搜索の指示が伝わらなかった。運転室で改めて指示を出したが、やりとりが上手くいかなかった。

I 村: 搜索の指示?

N 嶋: 消火確認…(不明)…とほぼ同時。

I 村: 消火工作班の 7 人を(不明者搜索のため)4 人と 3 人(のグループ)に分けたが誰が何処に(搜索しているのかの問いに)はとても応えかねる。

N 嶋: 火災を消火し終えて、(次に)搜索チームに分ける時。

I 村: とても個々人の名前は憶えていられない。

N 嶋: こちら(本部)は聞きたい。

I 村: 個々人の動きを確認して、連絡することは(作業が忙しくて、とても)できない。

H 田: タイムキーパーが実際でも本部で記録を取ってれば(現場の)消火工作班は憶えている必要はなく、連絡を一方的に入れてくれればタイムキーパーが記録しておいてチェックをその都度するようにできる。

Y 川: 消火工作班にトランシーバをもう 1 台用意し、チームに分けた際にサブ班にも持たせる。

N 嶋: トランシーバを持ってる(現場の)人は自分の所に誰がいるかは判る。(ところが)本部は誰がどの様に動いているか判らないので困る。

誰が何処に向っているかが判れば…(次の対応も考えやすい)

D: サブリーダーを作る。(係のリーダーでいいか)

N 嶋: 本部としては現場の状況、安全を把握してきたい。

I 村: 現場はそれどころじゃない。消火作業中に搜索するのは難しい。(今回はタイミングが

ギリギリずれて、重ならなかった。) 作業チームを1階と地階に分けるのを完全に本部へ連絡する余裕はない。

- D: 事情は判る。
- N 嶋: 警備搬出班は?
名簿(チェックリスト)をカーボン紙複写で作ったが、(運転室の)チェックは上手くいった。
- Y 田: 屋外避難組は1回目は名を読み上げ、挙手で確認した。(不明者となっていた筈の) HM 君の名を呼んだ際に挙手したのがいた。(代返の常習者か?)
この学生分は K 沼が読み上げ、Y 田が表にチェックし、それを運転室に届けた。(実際にはその前に2階の行先表示板で在・不在表示を記録し、それを運転室へ届ける。自衛防災隊の警備搬出班長が複写のうちの1枚を持って、残っている学生を外へ誘導し、前述の作業となる)
- N 嶋: 当初と鎮静後で学生数が違うのは…
- K 沼: 後のは人数を数えた。
それまでの間に外出から戻ったのが1名加わった。他に、行先表示を“帰宅”のままセンターにいたのが1名いた。(この学生は1回目の点呼で呼ばれなかったことになる)
- N 嶋: 誰?
- Y 田: N 登君。
- N 嶋: 今後は表示をちゃんとするように。
- D: 人数チェックが合わない、と5分位時間を潰した。行先表示は正確に。
- H 田: トランシーバの不具合について、屋外避難組は停電中といえども玄関インタホンを使えないか。
- I 倉: インタホンはCVCFにぶら下がっているから停電時でも使える。
- D: 救護係は?
- MH 田: 今回はイベントが増えて、全般に不完全だったが、重量扉(の件)以外はOKだった。
- D: 救護係からの連絡は適格だった。救急車の要請も…(不明)
重量扉の開かないのは、実際にあれ以上早くは開けられない。担架に人を乗せては階段を使えなくて…(不明)
- I 村: 救急車の要請は重量扉を開けながら(並行して)できないか。
- MH 田: 負傷者を発見したときは意識があり、救護係が到着した時には意識がなくなっていた。
- N 嶋: 容体を知っているのは救護係で、救護係の判断(をもとに)で救急車出動を要請する。

救急車の要請には容体を伝えなければならぬので、詳しい状態を知って判断してから(要請する)。

- K 池さんに救急車の出動要請をしてもらう時、“意識不明”とした。重量扉を開けるのに時間が経るなら(到着している)救急車を待たせる。
- N 嶋: 他に必要なものはあるか。
- S: 外との連絡はELの携帯電話を活用できないか。建物マスターキーも持って出るか。又は災害本部に備えるか。
- N 嶋: KPがマスターキーを持って出、消火工作班に渡す。
- Y 川: RI確認に組立調整室に入るが(実験中、重量扉が閉まっていて、尚且つ外の鍵が)開いていないことがある。今回はたまたま開いていたがマスターキーは必要。
- E 藤: 今までは(学生が)実験室で倒れていた、という設定だが居室で人が倒れている、という設定は?
- N 嶋: 考えた。
訓練に新しい要素は2つ作らないという原則(今回は2ヶ所出火、救急車の要請)で外した。何れ考慮する。
- H 田: レスキューの要請は?
- N 嶋: 前は2ヶ所出火したらハロン消火設備を用いることを考えた。飽くまでもやれる範囲で(努力する)。
- K 沼: 行先表示板のマグネットが地震で落ちたら?
- N 嶋: 中規模という設定なので、それ以上の強さの地震のときは逃げる(のみ)。
- I 倉: 防災隊の組織に時間が経りすぎている。段取りにも時間が…
- H 田: (この記録により)防災隊組織までは4分である。
- I 倉: (警備搬出班は)学生を避難させ、実験室で手が足りない時には職員は(屋内へ)戻る、ということにしたら?(外の待機組は暇を持て余していたようだ)
(別件で)昨日の上中越沖地震の際に運転室MG制御盤に警報がでた筈だが(警報は5分程で鳴り止み、異常表示のアナシエータは点灯し続けている筈)地震の後の点検の際には新しい警告表示をチェックしてほしい。
- EL、KP(鍵当番)の連絡事項に。
- H 田: 非常通報装置に入れられるか。
- I 倉: 今は入っていない。
- N 嶋: 非常通報装置には、火災、停電、その他(真

- 空異常)が入っているがこれに加えるか。
- I 倉: そこまでしなくもよいが、とにかく記録しておいてほしい。
- N 嶋: 放っておいて致命的か。
- I 倉: 実験日誌には異常なし、とあった。
- K 蔵: EL と携帯電話を持っていたので(センターへ)来たが、電源盤は気が付かなかった。今後はチェックする。
- S: 電源停止状態で点灯しているものでランプリセットできないものはその旨の目印を付けておいて異常時に判るようにする。
- I 倉: [この後、電源の電力消費はあるにしても不要な表示が点灯しないようにし、異常がはっきり判るように制御電源をオンにした]
- HM: 怪我人の立場からは迅速に対応を望む。

終了 16:30

5. 整理して気の付いたこと

- ① 火災発生すれば火災報知器が鳴る筈だが、停電の時は如何か。
火報点検のN 防災に問うと、火報のバッテリーは30分位は使える、との回答を得た。
- ② トランシーバの話し方を事前に練習しておいてもいざ、混乱に落ち入ると正しい話し方ができなくなってしまう。
また、119番や110番への緊急電話は大学の部局名からでなく、所番地から落ち着いてゆっくり言うように心掛けたい。
- ③ 前回の訓練での教訓が生かされなかったり、できた筈のことができないこともあり、心掛けて

- 定期的に訓練を行う、新たな設定を設けて咄嗟の応用ができるようにすることも大切である。
- ④ 実験中の地震の際の怪我人の担送ルートの検討が大きな課題として残った。
 - ⑤ 怪我人を担架で屋外に運び出した際、救急車到着まで担架を地面に直に置くのではなく、机か台に乗せるのが好ましい。
 - ⑥ 今回も実現しなかったが、停電で照明が消え、非常灯と懐中電灯のみの行動がどこまでできるかを確認したい。
 - ⑦ 前回も書いたが、大きい地震でただ避難するだけというのも所用時分、避難経路の確認という意味で意義がある。

謝辞

筑波大学技術報告は通刊29号となりました。技術職員の日頃の努力の結果を発表する場を設けることに御尽力下さった大山超初代筑波大学研究協力部長に心より感謝申し上げます。

装置よりも人命を、職員よりも学生の安全を、と在職中から唱えられていた初代プラズマ研究センター長三好昭一先生に謹んで感謝致します。冷静に安全を得ることが如何に大変かを実感します。

本報告の体裁において、筑波大学システム情報工学等技術室山形朝義技術専門職員の御協力を戴きましたことをここに記し、感謝致します。

参考文献

- [1] 平田久子、筑波大学プラズマ研究センター防災訓練実施記録、筑波大学技術報告、27、(2007) 91-94.

Report for an emergency drill at Plasma Research Center in the University of Tsukuba II

Hisako Hirata

Institute of Physics, Technical Service Office for Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8571 Japan

The training for protection against disasters has been performed every year in Plasma Research Center in the University of Tsukuba. In this time, some necessary practices were carried out by assuming that a pretty strong earthquake and a fire broke out. Some problems for the approach of emergency were found out.

Keywords: an emergency drill; medium class earthquake; power failure; rescue

筑波大学技術報告 No. 29
第8回筑波大学技術職員技術発表会報告集

平成21年3月発行

編集 筑波大学技術発表会実行委員会編集委員会
第8回筑波大学技術職員技術発表会実行委員会

発行 筑波大学研究事業部研究事業課
〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1
電話 029(853)2924

筑波大学数理物質科学等支援室
〒305-8571 茨城県つくば市天王台1-1-1
電話 029(853)5651

第8回筑波大学技術職員技術発表会実行委員会

実行委員長 水林 博 副学長(研究)

実行委員

[数理物質科学等技術室]

平田 久子 (物理学専攻、実行委員代表)
鶴見 明 (数学専攻、実行委員副代表)
小泉 陽子 (化学専攻)
保谷 博 (電子・物理工学専攻)
淀縄 文男 (電子・物理工学専攻)
伊藤 伸一 (物性・分子工学専攻)
松山 英治 (物性・分子工学専攻)

[数理物質科学等支援室]

山本 重悦 (支援室長)
浦田 顕久 (支援室長補佐)

[システム情報工学等技術室]

中島 孝 (装置開発班)
和田 勉 (情報システム管理班)
北原 匡 (情報アプリケーション班)

[生命環境科学等技術室]

田所 千明 (農林工学系)
有本 光江 (応用生物化学系)

[農林技術センター技術室]

本間 毅
比企 弘

[体育芸術系支援室]

林 剛人丸 (芸術)

[医学系技術室]

大野 良樹 (医学)
佐藤 晶子 (医学)
小林 浩三 (医学)
瀬谷 祐一 (医学)

[研究基盤総合センター技術室]

木村 博美 (応用加速器部門)
近藤 裕 (低温部門)

[環境安全管理課]

長井 文夫