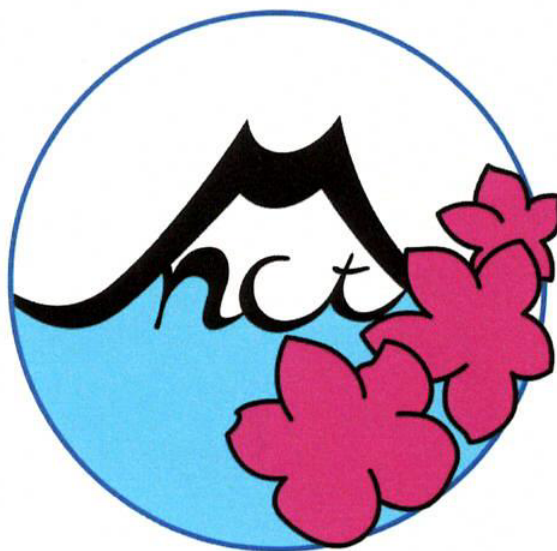


平成 26 年度

技術支援センター報告



都城工業高等専門学校

目次

挨拶

技術支援センター長

奥野守人

技術支援報告

CBN 切削工具による脆性材料の切削加工

モンゴル青少年交流団ものづくり体験 「クリップモーターを作ろう！」

低コストを目指した屋外用デジタル簡易電波時計の製作

天翔大橋風力発電システム改修工事Ⅱ

出前実験

技術探索と開発の取り組み事例

○聴覚障害者らへの情報保障についての取り組み（助成研究）

技術支援センター組織内容

編集後記

技術支援センター報告集発行によせて

技術支援センター長 奥野 守人

技術支援センター報告集は、平成 23 年に第 1 号を発刊、毎年報告集を発刊することとし、今回平成 26 年度の活動を第 4 号として発刊することになりました。本報告集は技術職員の業績・活動を広く内外に紹介することを目的として、都城高専技術支援センターの特徴を盛り込んだ報告集を発刊しています。

技術支援センターは、平成 21 年に職群として技術組織が認められた時にそれまでの教育研究支援センターを改変して発足し、技術組織規則・技術支援センター規則も整備され適用されています。

技術支援センターの組織は、センター長(技術長)・各室(第一技術室(基礎加工部門)・第二技術室(複合技術部門)・第三技術室(環境材料・情報制御部門)・第四技術室(分析測定部門))の室長及び室員の計 14 名(含:再雇用職員 1 名)のスタッフで構成されています。

主な業務は(1)学生の実験・実習・卒業研究等への支援、(2)教育・研究用装置等の開発、製作、各設備の保守・管理、(3)学内の教員研究支援・クラブ活動技術支援、(4)学内外へのものづくりを通じた技術支援及び技術指導、(5)公開講座・出前授業等への支援です。また、技術支援センター主催で年 2 回開催しているおもちゃ病院・工作教室も定着してきています。

また、技術職員は高専機構などの主催する研修会への参加・発表や各種補助金の申請・地域や企業との技術研究・技術相談も積極的に行っています。

技術職員の業務量も年々増大し職場環境も厳しいものがありますが、技術職員は各個人が己のスキルアップに努め、学内の教育研究の支援・地域社会との連携に努めています。

技術支援センターの活動は、技術職員個々の技術研鑽はもちろんですが、教員・事務部との連携が必要不可欠です。技術支援センターの業務・活動にご理解をいただき教員・事務職員の皆様のご支援とご協力をよろしくお願いいたします。

CBN 切削工具による脆性材料の切削加工

1、はじめに

代表的な脆性材料にはシリコン、石英ガラス、セラミックス等があり、電子材料や光学材料等に多く利用され、あらゆる機器に利用されている素材でもある。

特に石製ガラスは、私たちの生活の中でも数多く身近に存在している。石英ガラスの材質的な特徴としては、脆性材料であるがゆえに常温では非常に硬くもろいため、金属加工のような加工をおこなうのは困難な材料でもある。

そのような脆性材料の加工に適している加工方法の一つに超音波加工がある。通常の工作機械でおこなう金属加工では一定の切削抵抗を与えながら切削をするが、そのように一律に切削抵抗がかかる状態では、脆性材料は割れたり欠けたりする。しかし、超音波加工では専用のツールに、超音波周波数 40kHz・超音波振幅 2~4 μ m 程度の振動を与えながらする加工すると、振動により切削抵抗が分散され割れもなく綺麗に加工ができる。

一方、通常の工作機械を使用し脆性破壊しないように切削をおこなう加工方法を、延性モード切削という。脆性材料をこのような切削方法でおこなう場合は、集中的にかかる切削抵抗をなるべく少なくし、切込量も 1 μ m 以下という臨界値付近でおこなう必要性があり、切削というより擦るという感覚に近くなる。今回は、通常の工作機械を使用し、延性モード切削に近い状態で石英ガラス加工をおこなう事とし、いくつかの加工条件から有効な条件を調べることにした。

2、使用する工作機械

工作機械には、汎用の工作機械では臨界値付近の切込量が難しいため、NC 装置を有するマシニングセンターを使用することとした。マシニングセンターを使用することによって、最少切込量 1 μ m の切込も可能となり、延性モード切削による条件を満たすこととなった。



図 1 MAZAK 430A 外観図

立形マシニングセンター仕様		
メーカー	MAZAK 430A	
能力・容量	テーブル幅	900mm
	テーブル長さ	430mm
主軸	ツールシャンク形式	No. 40
	主事軸最大回転数	12000min ⁻¹
	主軸用電動機（5 分定格）	19 k w
自動工具交換装置	刃物工具本数	30
移動量	X 軸	560mm
	Y 軸	430mm
	Z 軸	510mm

表 1 MAZAK 430A 仕様

3、石英ガラス加工に使用する切削工具

今回切削するガラスは、通常の石英ガラスである。ガラスの表面硬度は、金属より非常に硬い性質であるため通常の刃物での切削は困難である。そのため、超音波加工では、ダイヤモンドを電着した専用のツールを使用する。また、通常の工作機械では、CBN 切削工具をはじめ、単結晶・多結晶系のダイヤモンド工具を使用することもある。

特にダイヤモンド系の工具は、非常に高価であると同時に、精度の高い工作機械を使用し高度な加工条件を満たさなければ、工具が破損する確率も高くなる。よって、今回は現在の金属加工では多く

使用されている CBN 切削工具のボールエンドミルを使用することとした。

この CBN 切削工具の正式名称は立法晶窒化ホウ素と呼び、ホウ素と窒素から人工的につくられたダイヤモンド結晶の材料であり、ダイヤモンドの次に硬い性質があるため、現在の高速加工における切削工具の材料として使用されている。使用する際の注意として、耐摩耗性は優れている反面、脆い素材であるので刃先に過重な負荷をかけないようにすることが重要である。



図 2 CBN ボールエンドミル

CBN ボールエンドミル	
メーカー	OSG
材 質	CBN 焼結体
ボール半径	R0.45
シャンク径	Φ4

表 2 CBN ボールエンドミル仕様

4、加 工

1) 加工条件

加工条件には、以下の表 1 の 10 パターンでおこなう事とした。冷却には、通常の水溶性の切削油を使用する。加工パターンは、深さ (Z) 0.2mm とし、加工長 (l) 5mm とする。

加工条件								
加工 パターン	Z 全切込 (mm)	l 加工長 (mm)	Zmax 荒加工 (μ m)	Zmin 仕上加工 (μ m)	N 回転数 (min ⁻¹)	fa 送り (mm/min)	V 周速 (m/min)	time 時間 (hr)
No1	0.2	5	5	1	11627	1.2	32.8	5.50
No2	0.2	5	10	1	11627	1.2	32.8	2.30
No3	0.2	5	20	1	11627	1.2	32.8	1.50
No4	0.2	5	30	1	11627	1.2	32.8	1.00
No5	0.2	5	10	1	11627	23.3	32.8	0.09
No6	0.2	5	10	1	11627	46.5	32.8	0.05
No7	0.2	5	10	1	11627	58.1	32.8	0.04
No8	0.2	5	10	1	11627	70.0	32.8	0.04
No9	0.2	5	5	1	11627	93.4	32.8	0.08
No10	0.2	5	5	1	11627	198.4	32.8	0.05

表 3 加工条件

2) 結 果

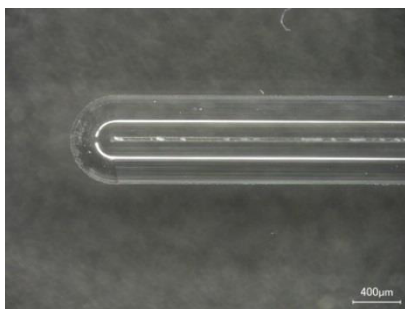
図 3 の画像からわかるように、No1～No4 の加工表面は、割れも少なく透明感もあり、滑らかな表面であることがわかり、延性モード切削で切削された状態であることがわかる。

No5～No10 の加工表面は、割れも多く透明感もなく表面が脆性破壊されている状態で切削がおこなわれたことがわかる。今回の加工条件では、荒化工 (Zmax) を $5\mu\text{m}$ ～ $30\mu\text{m}$ でおこない、仕上加工

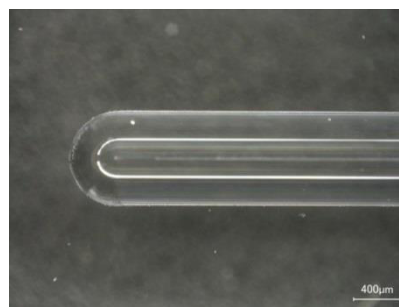
(Zmin) は、 $1\mu\text{m}$ の臨界値付近の量で切削をおこなった。その結果、切削開始点付近に多少のクラックも見受けるが $5\mu\text{m}$ ～ $30\mu\text{m}$ での加工でも、最終的に $1\mu\text{m}$ で仕上げれば良好な加工表面が得られた。切削開始点付近のクラック等の原因として、刃物がファーストタッチで切り込む際、深さ方向に多少早い送り量で、一律に切削抵抗がかかり多少のクラック状の割れが入るのでないかと推測する。

また、送りスピード (fa) に関しては 1.2mm/min ～ 23.3mm/min までは、良好な状態ではあったが、それ以上のスピードになると表面は粗く割れも目立ってきた。

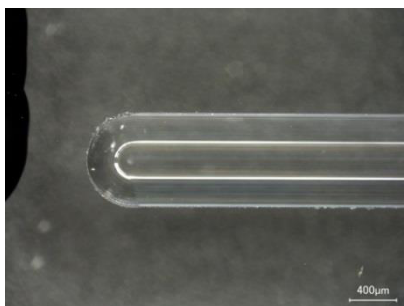
このように、通常の工作機械で切削を行う場合は、切込量はなるべく少なく、送りスピードも遅い方がいいのだが、加工長に対し加工時間がかなり長時間かかることもわかった。



No1



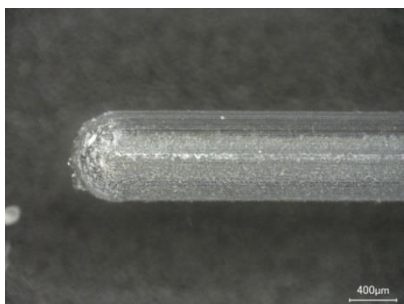
No2



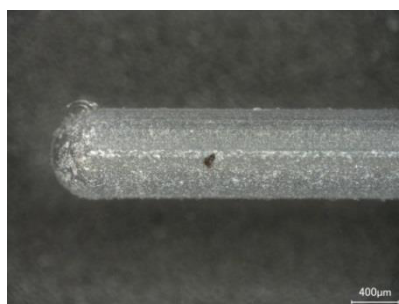
No3



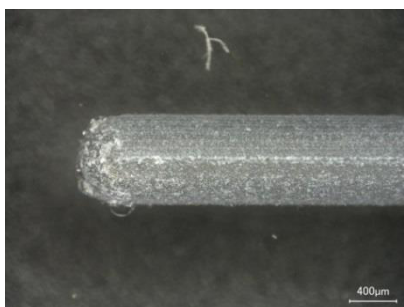
No4



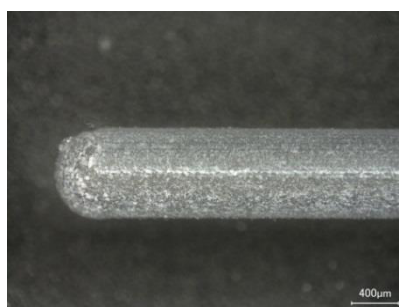
No5



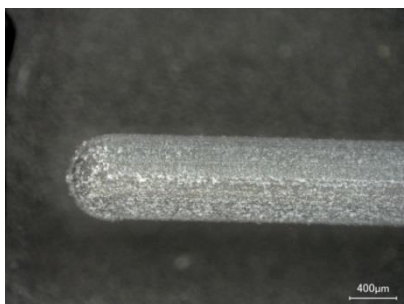
No6



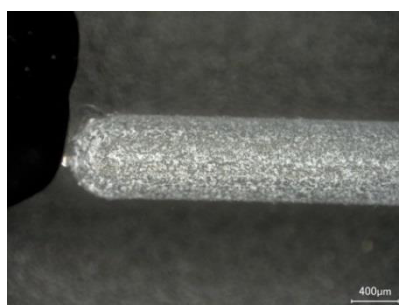
No 7



No8



No9



No10

図 3 加工面画像

5、おわりに

今回は、CBN 切削工具を使用し、切込量を臨界値付近まで細かくすることによって、延性モード切削をすることができた。しかし、切込量をいくら小さくしても、送り量を早くすると良好な切削面は得られなかった。加工面を良好な面に加工するには、送り量はなるべく少なくする必要性があり、その結果膨大な加工時間を必要とする結果となった。

加工時間を短時間にするための一つの対策として、ツールの回転数を上げることが求められる。本来今回使用した、CBN ボールエンドミルも奨励回転数は $30000\text{min}^{-1} \sim 50000\text{min}^{-1}$ 程度なので、マシニングセンターの回転数を上げることが可能になれば、送りスピード (fa) も速くすることができ、その結果加工時間短縮につながる。

しかし、既存のマシニングセンターのスピンドル主軸の回転数ではもはや、今回の条件が限界であり、加工時間を短縮するためには、回転数を上げることができる専用の高速のスピンドルを使用すれば可能となる。

この高速スピンドルは、既存のマシニングセンターに専用に取り付けることが可能であり、最高 $80000\text{min}^{-1} \sim 100000\text{min}^{-1}$ 程度まで回転数が得られるため、結果的に加工時間の短縮も期待できる。また、このような高速な回転数が可能となれば、より小さい直径の刃物も使用できるうえ、単結晶・多結晶系のダイヤモンド切削工具を使用することが可能となる。また、回転数が上がるという事はより小さな微細的な加工も実現ができるメリットもある。

今後の課題としては、既存の加工機を使用し、CBN 切削工具を使用した石英ガラス加工のより最適な加工条件を模索する次第である。

【モンゴル青少年交流団ものづくり体験 「クリップモーターを作ろう！」】

中村美和 山元直行 立山義浩

1. はじめに

「クリップモーターを作ろう！」身近にある材料を使って手作りモーターを製作し、モーターの回る仕組みや、ものを作ることの楽しさ、また理科への興味を育てる体験学習をおこなった。

今回はモンゴルより国際交流のため都城市を訪れた「モンゴル国ウランバートル市青少年交流団」の子供たちと一緒に体験学習を開講した。

きっかけはモンゴルから子供たちが来るのだが、「日本でもものづくり体験を何かできたら..」との都城市役所から問い合わせで、ものづくり体験「クリップモーターを作ろう！」を企画することとなった。子供たちの年齢は10歳～15歳で、日本で言う小・中学生にあたる。



撮影：中村（1995年）

2. 企画およびものづくりの準備

モンゴル国から参加する子供たちにモーターの仕組みについて、わかり易く説明することは簡単ではないと思われたので、まず、PowerPoint を使ってスライドを作り、イラストや写真を交えながらモーターが回る仕組みについて簡単な説明を行うことを考えた。また、電磁石やフレミングの法則を説明するため実際に実験器具を作って、より子供たちが原理について理解し易いよう準備をおこなった。

スタッフは技術職員3名である。10人の子供たちへのサポートは大丈夫だと思うが言葉が通じないことが少し気がかりだった。

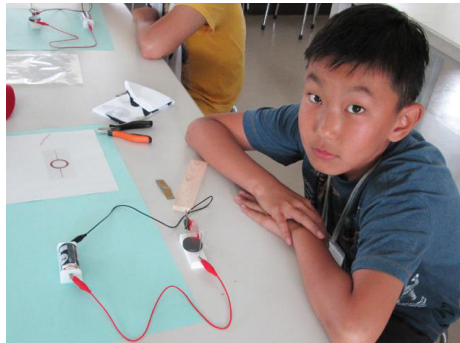
言葉の壁については、都城市役所の国際交流員であるモンゴル人の“ムギ”さんが通訳に協力をして下さるとのことで、よりの確に子供たちに説明が伝わるので幸いであった。

3. 説明とクリップモーターの製作

まず、モーターについて理解を深めるため、身近にあるモーターについてみんなでいっしょに考えたり、モーターの回る仕組みについてスライドと実験を交えながら説明をすすめた。

クリップモーターの製作については、あらかじめ手順を写真に収めスライド化したものを見ながらおこなったので、子供たちもあまり迷うことも少なく順調に作って行くことができた。

少し難度の高いコイル巻きや、エナメル線の被覆を紙ヤスリで剥がす作業などは、技術職員のスタッフが付いて身振り手振りで丁寧に教えたので何とかうまくおこなえた。



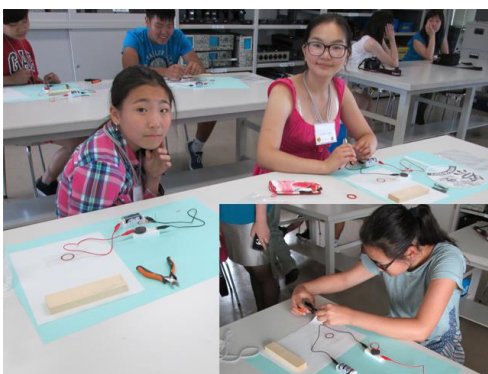
4. 製作後の様子

早い子は30分程でクリップモーターを完成させていた。

なかなかモーターが回らない子供のところにはスタッフはもちろん、早く作り終わった子供たちも加勢をしてちゃんと回るように手伝ってくれていた。

完成したクリップモーターに電池をつないで、自分で作った手作りのモーターが回り始めると一様に喜びの歓声が起きていた。

中には、友達同士で寄り集まってモーターを何個も直列・並列にして回してみたり、電池の数を増やしてみたりと工夫して、想像力豊かでチャレンジ精神旺盛なところも垣間見られた。



5. まとめ

外国の子供たちにでも日本の子供たちと同じようにものづくり体験講座が実施できたことは、とても大きな成果だったと思う。短い時間の中、ものづくりをしている子供たちの興味津々とした輝く目はとても印象に残っている。モンゴル国へ帰っても日本でこの体験が良い思い出となり、また、もの作りを通して理科への興味を持つきっかけとなればうれしく思う。

【低コストを目指した屋外用デジタル簡易電波時計の製作】

中村 美和

1. 製作の背景

都城高専は今年、正門の大幅改修に伴い正門の位置も大きく変わった。このため守衛室も新正門前に移転した。新正門の近くには自然エネルギーで動作する丸形のデジタル電波時計が一台あるが、その時計は新正門を出入りする人たちからは見えない位置にある。

これまで技術職員で手がけてきた自然エネルギーシステム（風力・太陽光発電システム）が守衛室脇にあるので、このシステムを生かし、利用の拡大と、学・内外の方々への利便性を向上させるため、低予算でできる屋外設置可能なデジタル時計を開発・設置することになった。

屋外に設置できる電波時計で市販のものは価格も高価であり、かつ直流24Vで動作するものはなかなか見つからない。

そこで今回は制作費を安く抑えながら時計精度も確保しつつ、自然エネルギーシステムの直流24Vで動作し、視認性の良い屋外用のデジタルLED時計（簡易電波時計）を製作することにした。

写真1
＜旧正門＞
右手側に守衛室



写真2
＜新正門＞
左手に守衛室と
自然エネルギー
システム



2. 時計システムの構想

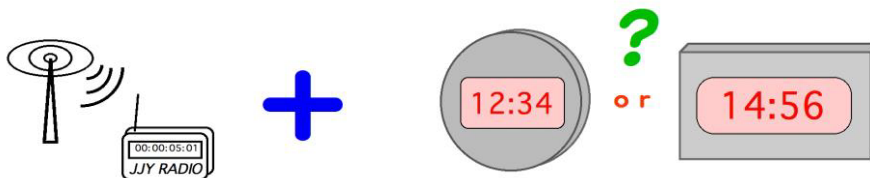
屋外設置であることの条件を満たし、ハンドメイドで価格を市販の半分程に抑えることを目標に時計の開発を進めた。

当初、メイン時計には市販の物を流用して、表示部を屋外用に大きくすることを考えた。しかし、ほとんどの市販デジタル時計の表示器はLCD(液晶キャラクタディスプレイ)と言われる液晶タイプのもので、直接7セグメントの大型LED表示器を駆動することはできない。変換回路も複雑になるので、市販品の流用はおこなわず雑誌やインターネットでも数多く紹介されている“PIC”と言われる小型マイコンを使った7セグメント型LED時計を、メイン時計として用いることにした。これなら製作も比較的容易で

自由に回路を変更することができコストも抑えられる。またレベル変換回路を少し工夫すれば大型7セグメントのLED表示器も駆動できそうである。ただし、時計の精度がマイコンのクロック発振回路に依存しているため、長期間になると時間に誤差が生じてくる。

そこで、時計の狂いをなくすためにGPSや電波時計の信号を利用し、マイコン時計を補正する方法を併用することにした。

3. 試作と試行錯誤



基本時計のP I Cマイコン時計は参考資料を元に回路変更や改良をしながら、大型7セグメン

トLEDのドライブ回路に繋がれるように試作した。時刻補正に関してはP I Cマイコン時計に市販のGPSキットや電波時計キットの「タイム・デコード信号」を解析して、時間を表示させるのはデータ通信等大掛かりになるので、P I Cマイコンのリセット動作機能を使うことを考えた。幸い安価な電波時計キットにも“正時パルス信号”が出力されるようになっている。この信号は、毎秒・正分・正時・正日に出される正確なパルス信号である。この中の“正日”パルス信号を使うと毎夜0：00にマイコンのリセットをおこなうことができる。つまりマイコンがリセットされた時に、0：00（24時間表示）からカウントを始めるようにプログラムを修正しておけば、正時パルス信号を使って、毎日時計がリセットされ、時計を0：00から正確な時間で再スタートすることができる。したがって1年経っても2年経っても毎日補正をおこなうので時計が狂うことはない。簡易型のデジタル電波“補正”時計である。

ブレッドボード上で時計の動作検証しながら、大型7セグメントLEDのドライブ回路を考えて行く。マイコンの出力からLEDのドライブ信号を分岐するのでP I Cのファンアウト（出力許容）に気をつけて回路を設計する。

電圧のレベルも、P I CマイコンのDC 5Vと7セグメントLEDの24Vでは大きく異なるので、バッファ回路は電圧・電流共に仕様を満たすように設計しなくてはならない。

消費電力に関しては、マイコン時計のLEDセグメントの駆動方式がダイナミック点灯方式(※1)であるため、時計のそれぞれの桁は同時に点灯することはない。従って少ない電力でLED表示器を駆動（点灯）できるメリットがある。

(※1)ダイナミック点灯方式とは：人間の目の残像効果を利用したもので瞬間的には1桁分の文字しか点灯していませんが、高速で順番に繰り返し点灯させるため、人間の目で見ると残像現象のために全ての桁が同時に点灯しているように見える点灯方式です。

例えると...パラパラ漫画にも似ています。利点として消費電力が少なくてすみます。

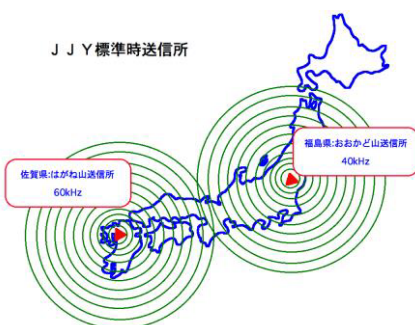


図1 標準時の送信所

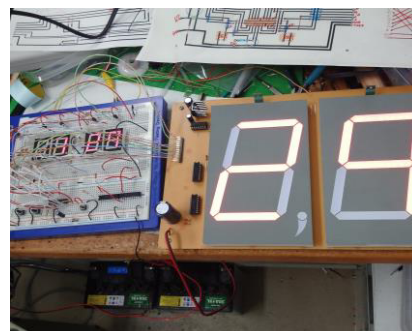


写真3 7セグドライブのテスト

7セグメントLEDとP I Cマイコン時計の信号レベル合わせには8 c hダーリントンシンクドライバI

Cを多段に用いてレベル変換回路を簡略化することができ、また表示器の1セグメント毎の電流調整には定電流ICを並列に使用し所望の電流値を得た。

4. 基板作成と部品実装

大型LEDセグメントのドライバー回路を含め一通りの動作確認も終わったので、回路を整理しプリント基板の製作を行った。ツールはフリーの基板作成用ツール「PCBE」を使い、メイン時計基板(135mm×165mm)1枚と自作の大型露光器で大型LEDおよびドライバー回路基板(250mm×300mm)2枚を作成した。電波時計キット用の12V電源は配線も少なく簡単なのでユニバーサル基板で作った。

PICマイコン時計の基板はクロスパターンが多くジャンパー配線線が多くなってしまった。パターン設計段階での最適化が不十分だったことは反省点である。

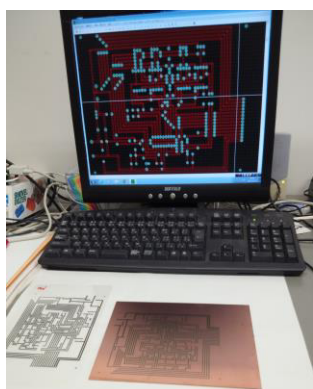


写真4 パターン・時計基板作成

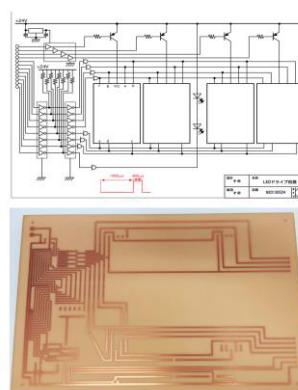


写真5 大型LEDドライブ基板

5. 組み合わせての動作確認

実装の終わった基板同士を接続する。PICマイコン時計(基本時計)と大型7セグメントLED表示器間は今後のメンテナンスを考え脱着可能なコネクタでの接続とした。

使用する電源は風力・太陽光の発電システムでバッテリーを介したDC24Vシステムであるが、実際は充電時と放電終止時で22V～30Vと約8Vもの電圧変化が起こる。電源の変動を安定化するため電源ラインにDC/DCコンバータを挿入し、常に24.5Vの安定した電圧が供給できるようにした。

組み上がった時計回路を実際に動作させ検証をおこなった。基本時計は24時間でずれが1秒以内であることを確認し、電波時計の正日パルスで0:00にリセット動作されることも確認できた。問題があったのは、部屋の中のテストのためか電波時計キットが50KHzの基地局信号を捉えきれずなかなか正確な時刻が出なかった。回りの機器のノイズによるものなのか電波強度によるものなのか、しかし、夜間になるとちゃんと受信できているようであった。

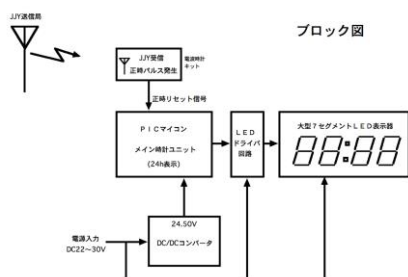


図4 ブロック図

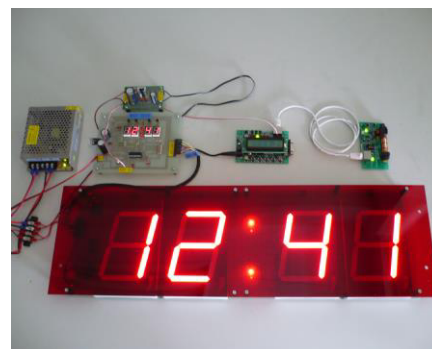


写真6 組み合わせテスト

6. 完成と設置

動作検証を終え、いよいよケースへの組付けをおこなった。ケースはスチール製で防水型のものをメーカーにレーザー加工してもらった。前面の開口部は7セグメントLED表示器が広角で見えるように少し大きめに取ってある。

昼間強い太陽光の下では表示が見づらくなるので、防水を兼ねて5mmと3mm 厚の濃い赤色のアクリルパネルを正面に重ねて装着してある。

当初、電波時計の受信アンテナは筐体内に組み付ける予定だったが、受信状態を良好にするためケース上部（外部）に取付けることにした。



写真7 完成した簡易電波時計



写真8 守衛室壁面へ設置完了

設置場所も決まったので工事業者の方に手伝ってもらい、守衛室のコンクリート壁面にアンカーボルトで取付けてもらった。

7. トラブルシューティングとまとめ

3月の設置後しばらく様子を見た。電波もちゃんと受信できていて時計もきっちり合っている。ただ、昼間強い太陽光が正面から当たると時計の表示が見づらい。そこで輝度を上げるために、ぎりぎりまで表示器の駆動電流を上げた。結果良く見えるようになり良好に思えた。しかし、7月の夏になり時計の表示が薄くなっている部分があることに気が付いた。これは、輝度を上げるため最大まで電流を上げたことと、夏場でケース内の温度が40℃以上に上昇したため、両者の熱の影響で7セグメントLEDの使用温度を越した状態になったことが原因であった。

熱対策として、表示器の駆動電流値を70%程度に抑え、併せて密閉ケース内の熱気を35℃以上になると自動的に廃熱するように換気ファンを設けた。

以降、8月の盛夏を過ぎ12月になるが問題なく稼働できるようになった。

まとめとして、総額18万円ほどで完成したので、当初の目標であった低予算で屋外用の時計を作るという目的は達成できた。耐久性の検証については今後おこなう。

【天翔大橋風力発電システム改修工事Ⅱ】

中村美和 富山光照 海田英生 東利樹

1、はじめに

昨年度に引き続き、日之影町役場（宮崎県西臼杵郡）より依頼のあった天翔大橋の自然エネルギー発電システム及び、歩道照明システム改修に伴う第二期工事の技術支援経過について報告する。

昨年の第一期工事では、歩道に48灯ある蛍光灯照明をすべてLED照明への交換を行った。LED照明の中でもとりわけ効率の良い（無効電力の小さい）ものを機種選定し設置したため、大きな省エネ効果が得られている。またこれまでの風力発電機による発電に加え、電力の自給率を高めるため、太陽電池パネルも新たに導入できるよう検討を進めてきた。太陽電池パネル増設のための引き込み配線工事も前回の第一期工事で同時におこなっていた。

今年度は、前回の技術報告集で報告したようにシステム全体の見直しと、システムの自立安定化・メンテナンスの軽減化をポイントにシステムを再構築し、新たな太陽電池パネルの導入を含めた改修工事の技術支援をおこなった。



写真1 天翔大橋全景（橋中央部右寄りに風力発電設備）

2、システム設計

既存のシステム(旧)は、風力発電と商用電力の併用による電力供給を行い夜間の歩道照明を点灯させるシステムで、制御システムの動作に必要な電気は商用電力を使っておこなっていた。夜間の歩道照明に必要な電力は風力発電で発電し蓄電された電力を使って点灯していた。電力が足りなくなると自動で商用電力よりの供給に切り替る仕組みも併用している。

風力発電のみで得られる電力は、風況によって大きく左右されるため日々安定的ではなかった。また、歩道照明も第一期改修工事以前は蛍光灯だったため消費電力が大きく、発電量と負荷の比率からしても商用電力を使う頻度が多く、自然エネルギーでの電力自給率はあまり高くなかった。また先に述べたように制御システム自体が商用電力によって動作しているため、風力発電機が発電しても停電などの

非常時には動作しないシステムとなっている問題があった。

今回はすべての発電システム・制御システムを見直し、風力発電機 5 基に加え新たに太陽電池パネルを増設することで、発電能力の向上と自然エネルギーでの自給の安定度を高めるよう検討した。制御システムも以前のように商用電力に頼らず、風力・太陽光で自給した電力で全の制御システムを動作させるよう設計をおこなった。この結果災害時のような停電でも橋の歩道照明は自然エネルギーのみによって点灯動作が可能となる。また余分な待機電力を少しでもカットするよう工夫も施した。

1)、見込み発電量と使用量の検討

< 試算は快晴日および平均風速 5 m/s の場合 >

○発電量

表 1

	風力発電機5基 (平均風速5m/s)	太陽電池パネル5枚 (晴天時)	※風力発電量 太陽光発電量 はバッテリーへ の充電効率を含 む	※太陽光発電 量は取付け角 度及び東西設 置の影響を含 む
発電量(概算値)	2,880Wh (1日)	2,226Wh (1日)		
合計発電量	5,106Wh (1日)			

○消費量および余剰

表 2

	負荷消費(概算値)	※歩道照明点 灯時間は6時間 ※歩道照明はイ ンバーター変換 効率を含む
歩道照明 48灯	1,944Wh (1日)	
制御システム自己消費	480Wh (1日)	
余剰電力	2,982Wh (1日)	

理想の天候下では、設計したシステムは発電量に対して使用量(負荷)の割合が十分小さいので、安定した稼働が望める。

ただし注意が必要なことは「発電が自然エネルギーによるもの」であり、発電量は天候に大きく左右される。何日も日照が無く、風も無風に近い状態が続くと商用電力への依存率が高まり本来の期待発電量を下回ることが十分考えられる。

2)、具体的なシステムの基本構成の検討

前述の試算を元に各パーツを選定しシステムの構成を検討した。

特殊パーツでなく汎用のパーツが利用でき、また風力発電機の実出力電圧とのマッチングやシステムの電圧降下・安全性などを考慮し、制御システムの基本電圧は改修前と同じ直流(DC) 24Vとした。

風力発電機 5 基の最大出力時には 100A 以上の大電流が流れることと、バッテリー(蓄電池)の過充電・過放電に対する対策が必要となる。また、風力発電機はバッテリーへの充電を停止して解放状態になると強風時にはブレード(羽根)が過回転となり、ブレードや本体が破損する恐れがあるため電氣的なブレーキ(電磁ブレーキ)を掛ける回路が必要となる。

歩道の照明は日没後一定時間点灯できるようタイマー機能が欲しいとの要望でパーツを選定した。また、万が一システムが故障した場合でも商用電力により強制的(手動)で歩道の照明点灯制御(夜間点灯/昼間消灯)が維持できるように設計を行った。

その他、自己消費電力の軽減・メンテナンスのし易さ(システムが複雑でないこと)を念頭にシステムの構築をおこなった。以下にシステム構成の概略図を示す。

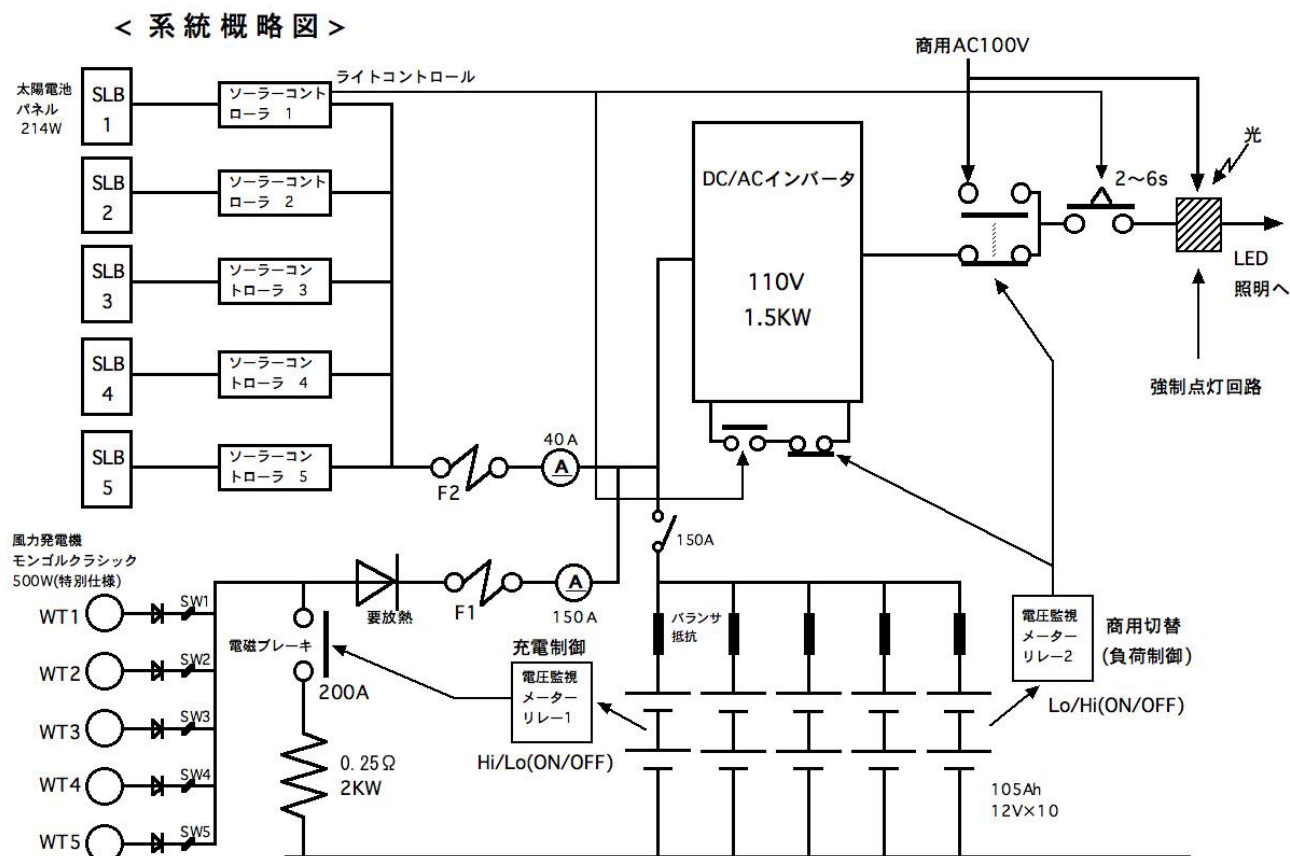


図1 今回設計したシステムの概略図

3、主要構成部品について

1) 風力発電機

風力発電機は、都城高専においてモンゴル国向けに開発した（モンゴルクラシック型）500Wタイプをベースに天翔大橋向けに強風域対策を施した物を設置することにした。

＜主な改良に伴う変更点＞

- ①発電コイル線径の増大
- ②発電コイルとマグネット間のギャップの最適化
- ③強風仕様のためブレードを強化樹脂製に変更



写真2 風力発電機

2) 太陽電池パネルとコントローラー

当初は5基ある風力発電のポール中部に80W～100W程度のパネルを設置する予定だったが、最適方位の南方向きに設置するとパネルが車道歩道にはみ出す恐れがあり、このままでは設置できないことが判明した。橋が南北に掛かっているため、橋の上・下流の両サイドにある風力発電機のポールへ、車・歩道にはみ出さないようにパネルを設置するには東西向きに取

り付けるしかない。東西設置となると太陽電池パネルの発電出力が2～3割程落ちてしまう。そこで太陽電池パネルを倍の200W程度の高出力のものに変更することで、この問題の解決を図った。

また、太陽電池の充電コントロールはメンテナンスを考え堅牢かつ交換が容易な事と、負荷の制御の機能を併せ持つ機種として Morningstar 社の SunLight SL-10L-24V を採用する事にした。

系統分けし太陽電池パネル毎にコントローラー設けることでパネルやコントローラーの不具合の早期発見や一部の太陽光発電の不具合が発生しても全体に及ぼす影響を軽減できる。



写真3 太陽電池パネル(212W)



写真4 ソーラー充電コントローラー

3) 制御盤（制御システム）の設計

制御盤BOXは旧システムのものが劣化もあまり見られなかったので、そのまま再利用することになった。ただし制御システム回路（中身）は全て新規に製作する。



写真5 制御盤外観の一部 (旧)



写真6 制御盤外観全体 (新)

4) 蓄電池（バッテリー）

蓄電池は、制御盤と同じく橋中央部車道下の地下室に収められている。

既存の蓄電池システムは制御弁式の産業用2Vセルのタイプであり高性能であるが、かなり高価であった。約14年が経ち寿命と言うこともあり全数を交換した。

今回の改修では、数年おきにメンテナンス交換をすることを前提に、安価な12Vのメンテナンスフリーのディープサイクルバッテリーを導入することにした。(期待寿命：3年)

このバッテリーは基本的にメンテナンスの必要がなく、バッテリー液を補充したりする必要はない。

コスト費で比較しても以前設置されていた産業用蓄電池と比べると10分の1程度のコストで済んでしまう。

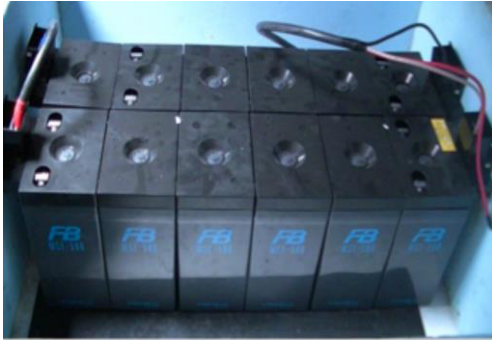


写真7 蓄電池（旧）



写真8 蓄電池（新）

また、バッテリーの消耗を少しでも軽減できるよう、DC/ACインバータ(直流・交流変換装置)の電源を、夜間照明点灯時以外は自動で停止できるようシーケンスの追加設計をおこなった。

4、システム盤の製作・テストおよびシステム改修工事（詳細）

前途のシステム改修案を盛り込んで、全体の回路設計を行った。

まず問題になったのが、基本システム電圧の直流(DC) 24Vだが、実際の運転時には電圧の変動幅はバッテリーの最低電圧21Vから充電時の29Vまで大きく変動することになる。このためDCリレーや他の機器等の定格電圧範囲を超える場合がある。これには、そのパーツ毎の正常動作領域を調べその範囲内に電圧値が定格に収まるように、ブロック毎にダイード等を使って電圧調整をおこなった。

風力発電機の充電時過電圧におけるブレーキ回路においては、5基を同時にブレーキングするため瞬間的には150A以上電流が流れることが想定されるので、大容量のDCパワーリレーを用いることにした。

ブレーキ動作時の風力発電機への衝撃を緩和するため、2KW大容量低抵抗器も備える。

(※風力発電機5基は同時制御のため盤内で並列に結線される。各々の風力発電機本体内でダイオードを介して直流出力されているため、統合しても風力発電機の出力同士が逆流し合うことはない)

盤の配線・組立は今回の改修工事請負の業者がおこなった。

完成後事前の動作確認をおこなったところ、風力発電機の電磁ブレーキが動作した際メーターリレーが誤動作してしまうことが確認された。これは、DCパワーリレー動作時のコイル誘導起電力に因るもので直流の電源ラインに大きなノイズとなって現れ、メーターリレーを誤動作させていたものであった。

対策として、DCパワーリレーコイルへのサージ吸収ダイオードおよびコンデンサの追加、また各電源ラインへバイパスコンデンサを追加することで解決した。

他は問題なく動作検証できたので、過電圧保護回路及び商用切替回路(過放電防止)メーターリレーの設定をおこなった。以下にその初期設定値を示す。

<過電圧時>

- 28. 8Vで風力発電機の電磁ブレーキ動作
- 26. 0Vで風力発電機の電磁ブレーキ解除
(ハンチング防止の為に遅延動作設定あり)

<商用切替・低電圧時>

- 23. 7Vで商用電源へ切替(バッテリー容量の4割を残して商用へ切替)
- 25. 2Vでインバータ出力へ再切替

<太陽光コントローラー>

28. 2V充電終止電圧（23.4V負荷を遮断）

負荷タイマー：日没後6時間点灯

※この値は今後の運転状況をみて調整する。

<完成後の新システム制御盤 全景>



写真9
風力・太陽光発電
入力制御盤



写真10
インバータ・メー
ターリレー盤



写真11
リレーシーケンス・
商用切替盤



写真12
ダイオード盤

<工事風景>



5、おわりに

昨年度につづき天翔大橋の改修工事の第二期が3月末に竣工した。第一期の現地調査から始まり、照明器具設備を含む全てのシステムを新たに構築することができた。

新たに太陽電池パネルを導入するなど発電量を十分確保しつつ、システム全体の省エネ化が図られ自然エネルギー自給率の向上したシステムが実現できた。

今後はシステムの動作状況をデータロガーにより取得し、各種設定値等の最適化をおこないたい。災害に強いシステムと言う点では、電力会社からの電気供給が絶たれても自然エネルギーの力で一定時間歩道照明が確保できるシステムに構築できたことは大きな成果だと思う。

出前実験

後藤彰澄 安友政登

1. はじめに

本校では、地域貢献および小学校や中学校の子供達に理科の興味を育む目的と、本校のアピールも兼ねて出前実験を行っています。(実施日等は後記表1に記述)

技術支援センターでは、出前実験の内容として、スライム作り、使い捨てカイロ作りおよび大玉シャボン玉を行っています。

2. 内容および取組み

出前実験で配布しているテキストは後のページに添付します。

2-1. スライム作り

まず、洗濯のり(ポリビニルアルコール)からスライムが出来る原理および注意点を説明し、デモンストレーションとして前でスライムを作ります。作っている時に、作る際の注意点を説明します。デモンストレーションの後に、実際に作ります。

作り終わった後に、スライムに触れて、感触を確かめます。その後にスライムの保管に関する事および遊び方(絵を描いたりスライム時計)を説明し、依頼時間の長さによってはいろいろな色のスライムを作り、下敷きの上で定規等を使用し、図1のようにスライムを使って絵を描きます。花・動物・顔などを作りました。



図1. スライムで作った作品

スライムを作る方法として、材料を使い捨てコップに入れ、割り箸でかき混ぜる方法が一般的であるが、本校の作り方の特色として、50ml ふた付き遠沈管(図2)を使用し、振って作成する点が挙げられます。

利点としては、比較的小さい子供でも攪拌・作製が容易である事と、変化を目と耳で観察できることです。注意点として、あらかじめ遠心管に入れておいた洗濯のりへ色水を加える際や洗濯のりと色水を均等に混ぜる際に泡立っていない点、ふたをして振って作るため、ふたをしっかりと閉めさせる点です。



図2. 50ml ふた付き遠沈管

2-2. 使い捨てカイロ

どうして使い捨てカイロが暖くなるか、といった原理の説明を行い、活性炭を入れておいたチャック付きビニール袋へ鉄粉および食塩水を加え、よく揉んでももらいます。一時経ったら温かくなることを確認してもらい、チャックを閉じて一時経つと冷たくなる事を感じてもらいます。冷たくなったことを確認してもらったら、チャックを開けてもらい、袋に空気を入れ、袋を揉んでももらいます。この事により、鉄と空気中の酸素が結合することにより暖かくなる事を実感、理解してもらいます。

2-3. 大玉シャボン玉

円形の針金枠内の糸はどうなるでしょうか?? いろいろな形の針金枠を液につけて持ち上げたときシャボン玉液は、どのような形になるか?? 考えさせて予想させます。シャボン玉液の表面張力に興味津々、驚き歓声が上がります。化学の面白さを体感します。

針金ハンガーを円状にし、付根を垂直に曲げたものへ、毛糸や布きれ等を周囲に巻いたもの(図3)をあらかじめ用意してもらっておきます。

用意したシャボン玉液を鍋の材料を入れる容器に入れておき、用意してもらった道具を静かにつけ、シャボン玉を作ってもらいます。液表面に泡が多く出来ると、大きなシャボン玉は出来にくくなるようです。

小さいシャボン玉を大きいシャボン玉で包みこんだり、大きいシャボン玉に息を吹きかけて中に小さ

いシャボン玉をつくったりします。

シャボン玉を観察しながら色の変化も説明して、実際の色を観察します。
風がなく長持ちシャボン玉だと色の変化がよく見えます。



図 3. シャボン玉用

3. まとめ

子供たちの理科離れが言われるようになって久しくなりますが、今回記載したような実験を通じ、理科は楽しいものだ、と少しでも多くの子供たちに感じてもらい、少しでも理科に興味を持ってもらえたら、と思います。

表 1. 25 年度出前実験実績

日 程	場 所	担 当 者
25 年 6 月 22 日(土)	三股小学校	森(教員)・後藤・安友
25 年 8 月 6 日(火)	祝吉地区放課後子ども教室	森(教員)・後藤
25 年 8 月 7 日(水)	横市子どもクラブ	森(教員)・後藤
25 年 8 月 9 日(金)	上小スマイルふれんど	森(教員)・後藤
25 年 9 月 12 日(木)	西小学校	森(教員)・後藤
25 年 10 月 22 日(火)	丸野小学校	後藤・安友
25 年 11 月 17 日(日)	富吉小学校	後藤
25 年 12 月 1 日(日)	五十市 1 子供会	森(教員)・後藤
25 年 12 月 6 日(金)	志和池小学校	森(教員)・後藤

出前実験の様子



1. 地域連携・貢献

I 出前実験

〔スライムを作って遊ぼう〕

後藤彰澄 安友政登

テーマ：簡単にできるスライム

ねらい：色つきスライムを簡単に作り、絵を描こう

実施時間：1～2 時間

必要機器・物品

材料：合成洗濯のり(成分：ポリビニルアルコール)、ホウ砂(四ホウ酸ナトリウム)、水彩絵の具

道具：ふた付き容器、割り箸、ポリ注射器、スポイド、ビニール袋、下敷き、定規、竹串

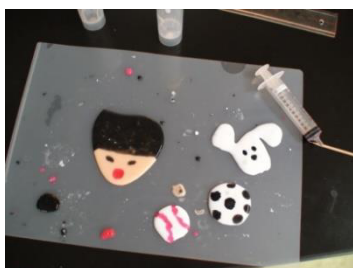
実施内容と方法

- ① ホウ砂の飽和溶液(水にこれ以上ホウ砂が溶けない液のことで溶けない部分が残っていてもよい)を作る。
- ② 水彩絵の具を水に溶かしておく。濃さは適度にする。
- ③ ふた付き容器に洗濯のりを 10ml 入れ②で作った色水を 10ml 入れる。泡ができないようにゆっくりと振り混ぜる。
- ④ 上のふた付き容器に、ホウ砂の飽和溶液を容器の壁面に沿って約 1ml 入れたら、ふたをしっかりと閉めて、容器を激しく振り混ぜる。カタカタと音がしたら、ふたを開けて、割り箸で容器の壁面にそって、ぐるぐる回しスライムを取り出す。軟らかいようであれば、取り出す前に割り箸で混ぜる。

ホウ砂の飽和溶液が多いと固いスライム、少ないと軟らかいスライムができます。外に出してからしばらくするとべたつきが無くなります。スライムを少しでも長生きさせるためには、乾燥させないことです。ビニール袋などの中に入れておくといよいでしょう。

また、乾いたら少量の水を加えるとまた元にもどります。

- ⑤ いろんな色のスライムを作り、絵を描きましょう。下敷きの上ですると、移動のときに便利です。また、スライムを切断するときは、定規を使うと、ぷちんと切れます。その他に、ふたを使うと丸いスライム・注射器の針を外したものでスライムを押し出すと、細長いスライムができます。竹串を使うと細かい作業ができます。長時間保てないのが欠点ですが、固めのスライムを作れば長くもちます。



1. 地域連携・貢献

I 出前実験

〔使い捨てカイロを作ろう〕

後藤彰澄 安友政登

テーマ：鉄粉・活性炭と塩水でカイロを作る

ねらい：鉄をさびさせると熱が出ることを体験する

実施時間：20 分

必要機器・物品

材料：鉄粉、飽和食塩水(塩化ナトリウム)、活性炭

道具：チャック付ポリ袋、薬さじ、スポイド

＜原理・各薬品の役割＞



熱：物質が変化するとき(化学反応)には、熱を出して熱くなるものと、熱を吸収して冷たくなるものがあります。紙を燃やすと熱がでます。酢少量に重曹(炭酸水素ナトリウム)を加えると冷たくなります。

食塩：塩は鉄がさびるのを速くする働きをします。このように、反応速度を速める物質を触媒と呼びます。

活性炭：酸素を取り込み、反応を速くする手助けをします。

空気(酸素)：鉄がさびるためには酸素が必要です。酸素は空気中に約 5 分の 1 含まれます。さびないようにするには、鉄にペンキなどを塗り鉄と酸素(空気)に触れないようにします。

鉄粉：鉄の粉を使います。粉とかたまりとを同じ重さで比較すると、粉の方が表面積が広がります。

粉は酸素と触れる面積が大きくなり、さびる量が増えます。

実施内容と方法

- ① チャック付ポリ袋に活性炭 1 ざじを入れます。
 - ② さらにチャック付ポリ袋に鉄粉を 1 さじ入れ、よくもみ混ぜます。
 - ③ その中に食塩水をスポイドで少し湿る程度入れます。
 - ④ チャックを開けた状態で、よくもみます。しだいに暖かくなります。
 - ⑤ チャックを閉めると、しだいに温度が下がります。
 - ⑥ 再びチャックを開けてもむと暖かくなります。
- ※ 市販の使い捨てカイロも、朝使い始めて途中気温が上がり暖かくなったら、捨てずに、ビニール袋などに入れて、空気と遮断してやり、使うときに袋から出すと、また暖かくなります。
- 使い方によっては、3 回程度使えます。

1. 地域連携・貢献

I 出前実験

〔大玉シャボン玉を作ろう〕

後藤彰澄 安友政登

テーマ：家庭用洗剤と洗濯のりで大きなシャボン玉を作る

ねらい：シャボン玉液の性質・色・大きさを観察する

実施時間：20 分

必要機器・物品

材料：洗濯のり(ポリビニルアルコール・PVA と書いてあるもの)、台所用洗剤、蒸留水

道具：針金(針金でできたハンガー)、毛糸(布きれでもよい)、容器(鍋の材料を入れる容器)

実施内容と方法

- ① 蒸留水 2 リットルに洗濯のり 320ml を溶かし、台所用洗剤 400ml を加えよく混ぜる。
- ② 図 1 のような円形の針金枠を作り、円内に糸を図のように結んだものをシャボン玉液に入れ、引き上げてから、ろ紙で×印部の液を吸い取ると、図のように、円形の空洞ができる。
- ③ 図 3 のような種々の形の針金枠をシャボン玉液に入れて引き上げ、できるシャボン玉膜を観察する。

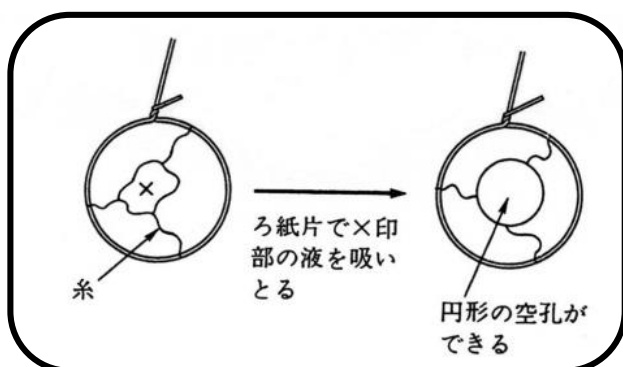


図 1

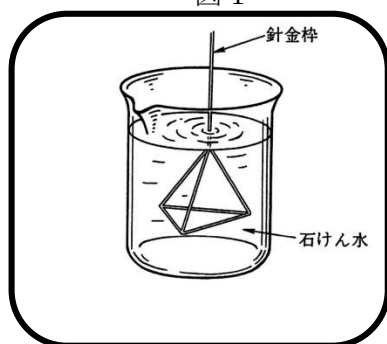


図 2

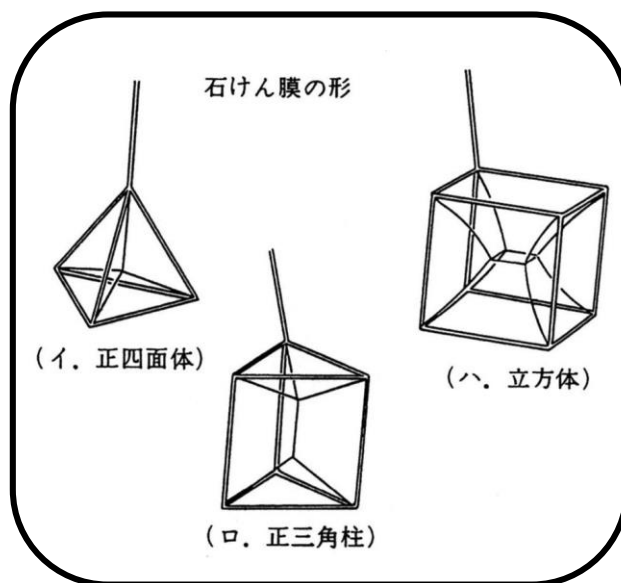


図 3

- ④ 針金で適当な大きさの円を作る。円の部分に毛糸を均等に巻き付け、液の付着が増すようにする。
- ⑤ 輪を液に浸してからゆっくり持ち上げ、輪を移動させてシャボン玉を作る。
- ⑥ できたシャボン玉の色大きさを観察する。

色の観察

- ① 第一段階 全体に濁った緑と赤が交互に現れてきます。
- ② 第二段階 色が鮮やかになってきて、赤、黄色、緑、青、紫の順に中心から外へ広がっていきます。
- ③ 第三段階 中心付近から金色、そして白が広がって全体の色がうすくなって、破れてしまいます。

技術支援センター

センター長	奥野守人	技術長	川崎敬一	統括技術職員
室長	立山義浩	技術専門員	室長 山元直行	技術専門職員
			室長 中村美和	技術専門職員
	富山光照	技術専門職員	上野純包	技術専門職員
	海田英生	技術専門職員	福田正和	技術専門職員
	井上朱美	技術専門職員	後藤彰澄	技術専門職員
	安友政登	技術職員	東 利樹	技術職員

組 織

校長	教務主事			
	学生主事			
	寮務主事			
	専攻科長			
	機械工学科長			
	電気工学科長			
	物質工学科長			
	建築学科長			
	一般科目文科長			
	一般科目理科長			
	事務部長	総務課長	総務課長補佐 (総務担当)	企画係長
			総務課長補佐 (財務担当)	総務係長
		学生課長	学生課長補佐	人事係長
				財務係長
				契約係長
				施設係長
				教務係長
				学生係長
				寮務係長
				図書係長
	技術支援センター長 (技術長)			第一技術室長
				第二技術室長
				第三技術室長
				第四技術室長

編集後記

今年度号を何とか年度内に発行することが出来ました、協力頂いた皆さんには感謝します。

来年度は編集担当も変わりますが、今後も技術職員のみなさんの協力をお願い致します。

また、学内予算削減のなか、予算の都合をしてくださった、皆様には大変感謝します。

発行 都城工業江東専門学校 技術支援センター
〒885-8567 宮崎県都城市吉尾町 473 番地の 1
TEL: 0986-47-1252 FAX : 0986-47-1142