平成２３年度　鶴岡工業高等専門学校 主催

第８回 技術発表会 プログラム

司会・進行：石田 克敏（技術長）

開会挨拶	13:30	本橋　元　教授	（教育研究技術支援センター長）
校長挨拶		加藤　靖　校長	
基調講演	13:45 ～	吉住　圭市　教授	（総合情報センター長）
		『電子メールのお話 ― 仕組みと使い方 ―』	

技術発表（発表 15分　質疑 5分）

本間　康行（技術第１班）	14:45 ～	『２M実習に関する現状と問題点、意識調査【各機（立てフライス盤）】　について』
一条　洋和（技術第２班）	15:05 ～	『学校構内配電系統の電圧変動傾向』
米澤　文吾（技術第３班）	15:25 ～	『高専学寮廃油を用いたバイオディーゼル燃料の合成』
	(休憩 10分)	
鈴木　大介（技術第２班）	15:55 ～	『G言語を用いたＤＳＰ実験の検討』
八幡 喜代志（技術第３班）	16:15 ～	『アスベスト含有廃棄建材の無公害化の検討ーその２ー』
閉会挨拶	16:35	本橋　元　教授（教育研究技術支援センター長）

日 時　平成２３年7月２９日（金）１３時３０分～

会 場　１号館３階 大会議室

平成２３年度　鶴岡工業高等専門学校主催

第８回　技術発表会　概要

職　　名	技術職員	
氏　　名	本間　康行	No.1
題　　名	２Ｍ　実習に関する現状と問題点、意識調査について	

１．はじめに

元来、機械工学科の実習は、教育研究技術支援センター第一班の職員全員で行い対応することができていた。しかし、高等専門学校機構の中期目標「４．管理運営に関する目標」の一つに「事務の合理化を進め事務職員を削減する」ことが挙げられており、この対象として、支援センター第一班の定員が削減された。これにより、職員の緊急事態に対応できない状況が問題となっている。そのため、早急に現状を把握し、実習の支援体制を考えることが必要となっている。

今回、発表する実習の現状と意識調査は、２年機械工学科の共同作業の実習を対象として紹介し、その問題点を提言する。

２．現状

２．１　シラバス

○前期４５時間で１．５単位を取得する

○授業内容は、全４テーマあり１５週で行う（１週３時間×４回、ただし、最終班は３回で計１５回）

２．２　支援体制

（１）実習は、第一班の支援センター職員４人全員で、４テーマの実習を担当している。

（２）実習の評価は、各テーマを担当している支援センター職員が行っている。

２．３　作業内容

１パーティ１０名を５名ずつ、２つのグループに分かれ、各班で立てフライス盤を操作し、正面フライスとエンドミル（φ２０、φ１２）を用いて、与えた工作物（図１）から製作課題（図２、３、４、５）の凹凸はめ合わせを２つ製作する。

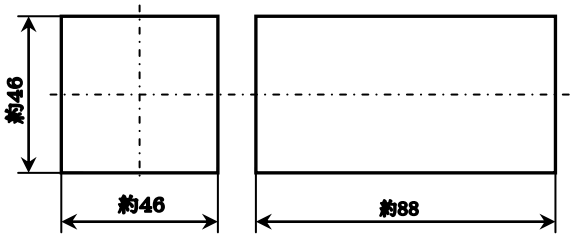


図１　工作物（ＦＣ２００×２個）

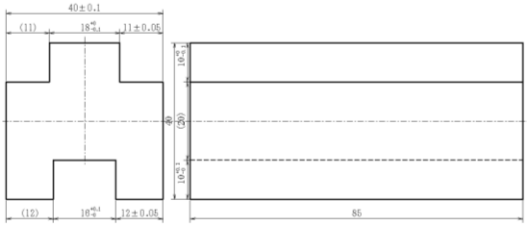


図２　製作課題１（４回の場合）

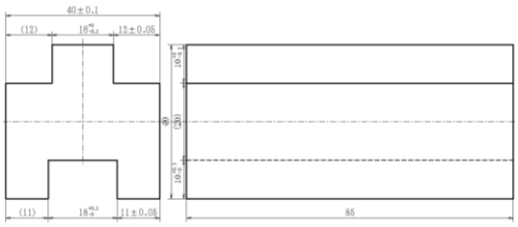


図３　製作課題２（４回の場合）

氏　　名	本間　康行	No.2

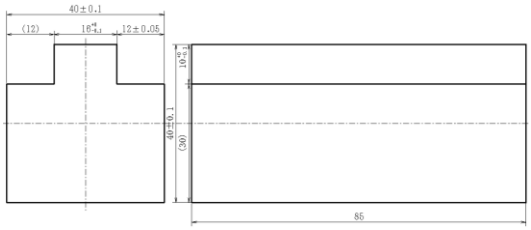


図４　製作課題１（３回の場合）

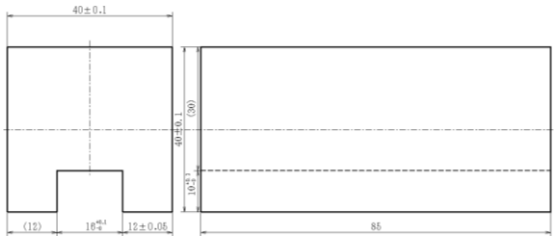


図５　製作課題２（３回の場合）

３．問題点

（１）４テーマの実習を第一班職員全員（４名）で担当しているため、職員に緊急事態が起きた場合、実習の全テーマに対応できない。

（２）実習の評価（全体の７割）は、各テーマを担当している支援センター職員が行っているため、途中から担当者が代わった場合、評価が公平・公正にできない可能性が出てくる。

（３）最近、合図もしないで工作機械を動かしたり、工作物の固定を人任せにして確認を怠る事例が増える傾向にあり、怪我しそうになったり、失敗しているグループが増えつつある。

４．アンケート調査結果

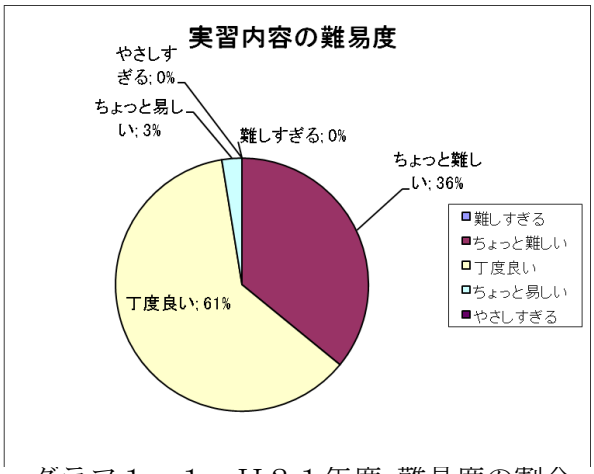
実習後に実施したアンケート調査結果の一部を、表と円グラフに示す。

表１－１　Ｈ２１年度アンケート調査（難易度）（３９名）

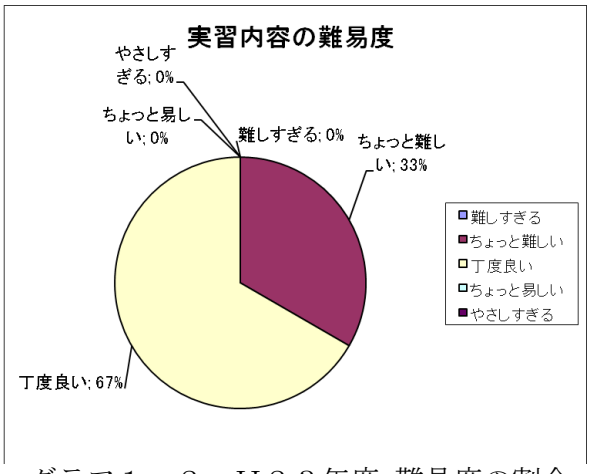
	難しすぎる	ちょっと難しい	丁度良い	ちょっと易しい	易しすぎる
内容の難易度	０	１４	２４	１	０

表１－２　Ｈ２３年度アンケート調査（難易度）（３０名）

	難しすぎる	ちょっと難しい	丁度良い	ちょっと易しい	易しすぎる
内容の難易度	０	１０	２０	０	０



グラフ１－１　Ｈ２１年度 難易度の割合



グラフ１－２　Ｈ２３年度 難易度の割合

難易度の割合は、Ｈ２１年度、Ｈ２３年度とも、ちょっと難しいと感じている学生が全体の１／３、丁度良いと回答したのが全体の２／３を占めており余り変化がないと思われる。

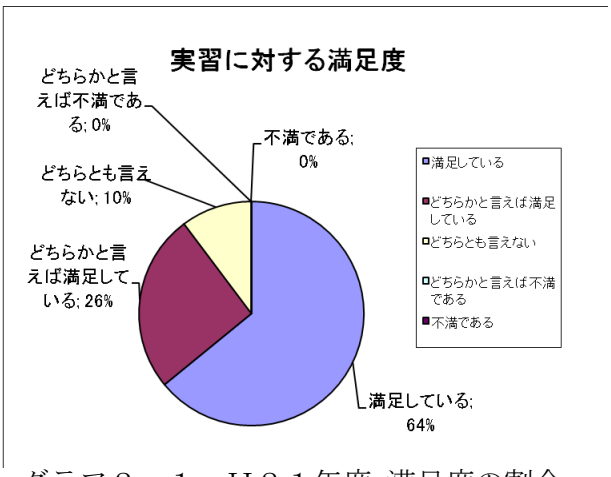
氏　　名	本間　康行	No.3

表２－１　Ｈ２１年度アンケート調査（満足度）（３９名）

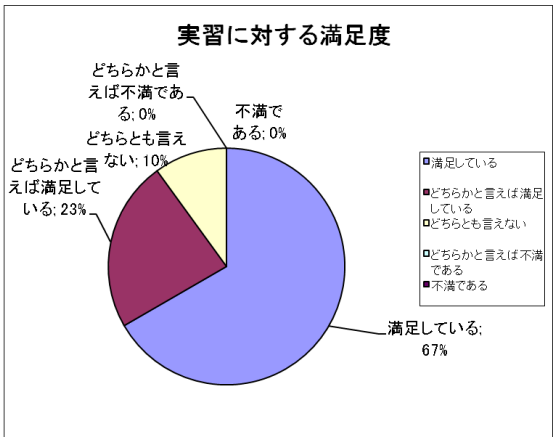
	満足している	どちらかと言えば満足している	どちらとも言えない	どちらかと言えば不満である	不満である
満足度	２５	１０	４	０	０

表２－２　Ｈ２３年度アンケート調査（満足度）（３０名）

	満足している	どちらかと言えば満足している	どちらとも言えない	どちらかと言えば不満である	不満である
満足度	２０	７	３	０	０



グラフ２－１　Ｈ２１年度 満足度の割合



グラフ２－２　Ｈ２３年度 満足度の割合

満足度の割合は、Ｈ２１年度、Ｈ２３年度とも、満足している、どちらかと言えば満足していると回答した学生が全体の９／１０を占めており、余り変化がないと思われる。

課題の内容は変更していないが、工作機械が新しくなり操作し易くなったので、変化があるのではないかと思っていたが、変化が無なかった。

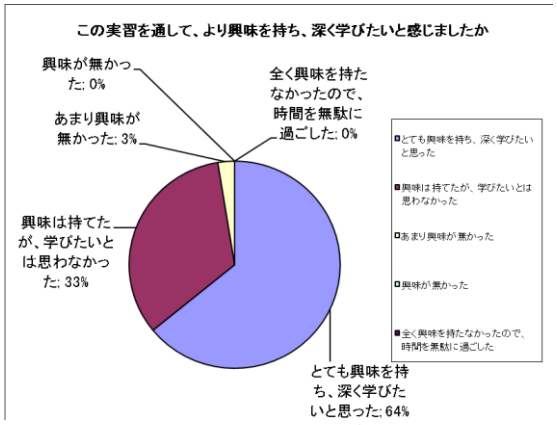
表３－１　Ｈ２１年度アンケート調査（興味・意欲）（３９名）

	とても興味を持ち、深く学びたいと思った	興味は持てたが、学びたいとは思わなかった	あまり興味が無かった	興味が無かった	全く興味を持たなかったので、時間を無駄に過ごした
興味・意欲	２５	１３	１	０	０

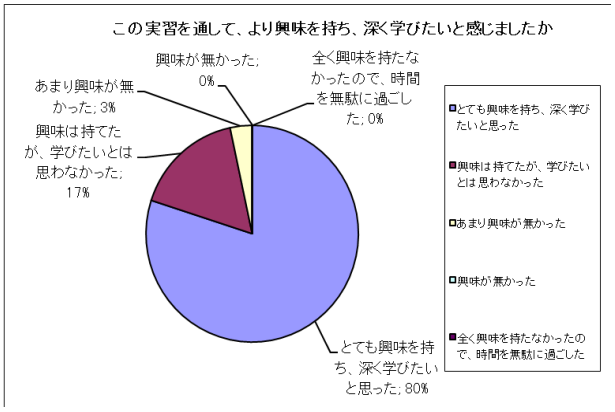
表３－２　Ｈ２３年度アンケート調査（興味・意欲）（３０名）

	とても興味を持ち、深く学びたいと思った	興味は持てたが、学びたいとは思わなかった	あまり興味が無かった	興味が無かった	全く興味を持たなかったので、時間を無駄に過ごした
興味・意欲	２４	５	１	０	０

氏　　名	本間　康行	No.4



グラフ３－１　Ｈ２１年度興味・意欲



グラフ３－２　Ｈ２３年度興味・意欲

興味・意欲は、とても興味を持ち、深く学びたいと思っている学生が全体の２／３から４／５に増加している。

その成果であるのか、予習・復習を積極的に行ったり、予習や復習をしてくる学生が増えている。

◎この実習の改めて欲しい点、要望、感想等

・２年になり実習が週に一日しかなく、また、３時間なので４時間にして欲しい。
（Ｈ２１年度　１／３９人　→　Ｈ２３年度　１／３０人）
・指導員が行動・作業を見回って、注意や指導をしたり、なぜ、そうなるのかを質問し、考えさせるという点が良かった等。（Ｈ２１年度　７／３９人　→　Ｈ２３年度　１１／３０人）
・指導書がわかりやすい。（Ｈ２１年度　５／３９人　→　Ｈ２３年度　１１／３０人）
・共同作業がよかった。（Ｈ２１年度　３／３９人　→　Ｈ２３年度　２／３０人）
・人数を分けてもらった方が良い。（Ｈ２３年度　２／３０人）
・モノづくりの喜びを実感した。（Ｈ２３年度　４／３０人）

５．まとめ

アンケート調査の結果により、指導書を参考にする学生が増加している。また、作業については、良く見回って注意や指導するだけでなく、教科書には載っていない事を説明したり、考えさせることにより、興味や意欲をもつ傾向がある。そしてその結果として、モノづくりの喜びを実感している学生が増加している。一方では、人数を分けてもらいたいという意見が出ていることが協調性に欠け、怪我や不注意の原因となっている可能性がある。

今後の実習の支援体制として、ティーチング・アシスタントの導入等を含めた検討も考えているが、共同作業においては、より慎重に注意して指導していく必要がある。また、指導書に頼る傾向にあるため、作業時間に個人差が出ている。これは、旋盤の実習でも同じような傾向にあり、作業の見直しや課題の見直しを行っているところである。

これらのアンケート調査や作業時間、興味等だけでなく、各実習の現状の問題点等を踏まえ、支援センター職員全体でどのような体制がベストであるのか考えていく必要がある。

平成２３年度　鶴岡工業高等専門学校主催
第８回　技術発表会　概要

職　　名	技術職員	
氏　　名	一条　洋和	No.1
題　　名	学校構内配電系統の電圧変動傾向	

１．はじめに

近年の校舎改修工事において、電気電子工学科では、1年間実験室を3号館へ仮移動して学生実験を行った。しかし、強電系の学生実験を行う際、仮実験室では電源の電圧変動が大きく、実験に支障が生じた。そのため、電源電圧の自動計測システムを構築し、学生実験が行われている数時間における電圧変動の実状を測定した。以来、実験室や電気系技術職員室での電圧変動を随時測定している。

これまでのところ、数時間、または数日という比較的短い期間で測定を行っており、長期に渡る電圧測定は行っていなかった。そこで今回は、数週間という比較的長い期間にわたって電圧変動を測定し、その傾向を把握することを目的とし、調査および検討を行った。

２．電源電圧自動計測システムの構成と短期間の電圧変動測定

長期的な電圧変動傾向について述べる前に、電圧計測システムの概要と、それによってこれまで行なってきた電圧変動測定の結果を示す。

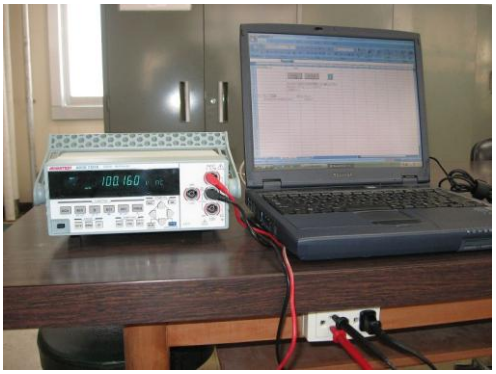


図１　電源電圧自動計測システム

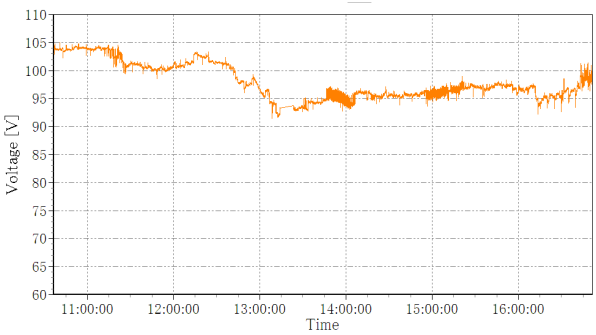


図２　仮実験室の電圧変動(H21.12.8(火))

図１に計測システムを示す。デジタルマルチメータとパソコンをUSBケーブルで接続し、Excelのマクロで制御を行う。測定結果は外部ファイルに保存する。このシステムによって、仮実験室の電圧変動を測定した結果が図２である。その日は強電系の実験は行われなかったが、数時間で約105Vから約92Vまで変化しており、電圧変動が大きい環境であることが確認できる結果となった。

また、仮実験室と技術職員室の2ヵ所における電圧変動の同時測定も行った。その結果は図３のようになり、2ヵ所の電圧変動に直接的な関連性が見られなかった。これは、学校構内配電系統において、該当する2ヵ所が相対的に離れていることが原因であると考えている。

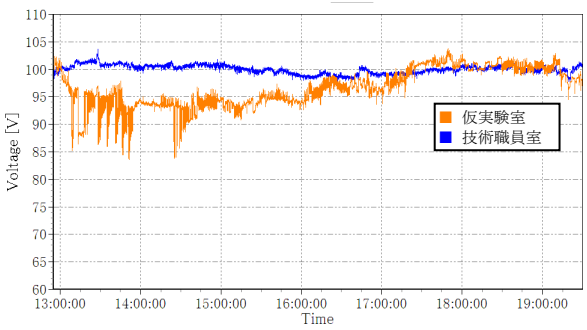


図３　２地点の電圧変動状況(H22.1.26(火))

氏　　名	一条　洋和	No.2

３．配電系統モデルの作成と長期的電圧変動の測定点選定

電圧変動を測定した場所について、学校構内配電系統での相対位置を知るために、学校敷地内の電気幹線系統図を用いて図４のような配電系統モデルを作成した。長期的電圧変動の測定点として、分岐点に近い6番、末端の9番および12番を選んだ。具体的には、6番として1号館電気電子実験室、9番として3号館電子実験室、12番として電気系技術職員室において測定を行った。

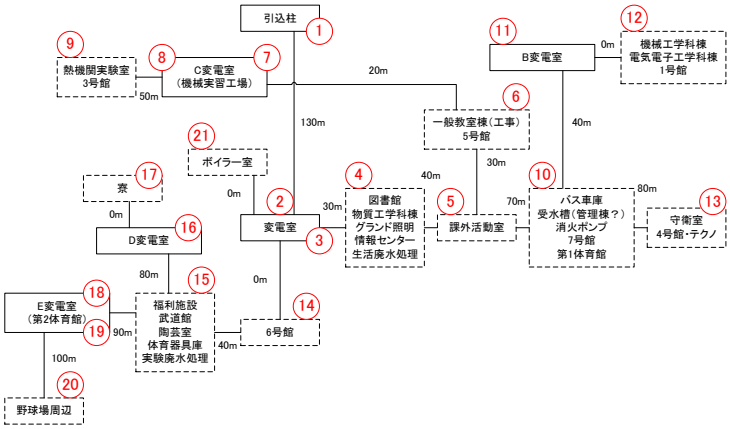


図４　配電系統モデル

４．長期的電圧変動の測定結果と傾向の考察

(1)測定点ごとの電圧変動傾向

図５に、各測定点の24時間の電圧変動を示す。測定点によって、短時間での電圧変動の大小が異なっていることがわかる。引込点に近い電気電子実験室で、より電圧が高く、また短時間の変動が小さい。他の測定点では、電気電子実験室の電圧よりそれぞれ数Ｖ程度低下した結果が得られ、測定点間の関連性が見えていると言える。このような傾向は測定期間すべてで見られた。

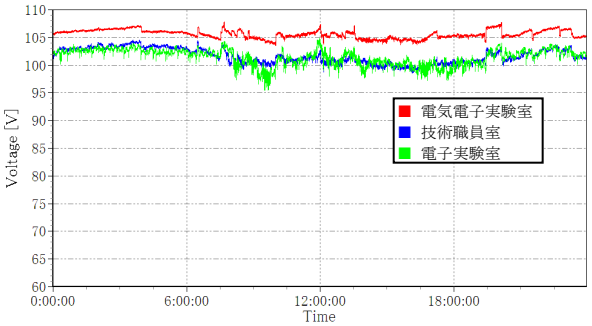


図５　３地点の電圧変動状況(H23.6.23(木))

(2)曜日による電圧変動傾向

学校は平日と土・日・祝日とでは利用状況が大きく異なるため、電力消費も異なり、それが電圧変動状況に現れてくる。図６はある土曜日の電圧変動状況である。２つの測定点の電圧の差が、24時間を通してほとんど変化していないことが分かる。これは学校の配電系統内において、電力消費が少なかったことを明らかにしていると考えられる。事実、平日における測定では、8時から18時の間で電圧の差が大きくなる結果が得られている。

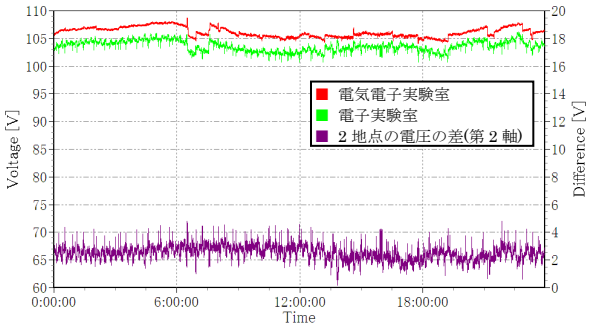


図６　２地点の電圧変動とその差
(H23.6.25(土))

５．おわりに

比較的長期間の電圧変動を測定することにより、学校構内の各地点それぞれにおいて電圧変動の傾向があること、また曜日ごとに様相が異なることを明らかにできた。今後は統計学的な処理も含めた検討を行っていきたい。

平成２３年度　鶴岡工業高等専門学校主催

第８回　技術発表会　概要

職　　名	技術職員	
氏　　名	米澤　文吾	No.1
題　　名	高専学寮廃油を用いたバイオディーゼル燃料の合成	

1. 緒言

近年、地球温暖化や化石燃料の枯渇を背景に、植物由来のバイオディーゼル燃料(Bio Diesel Fuel)への取り組みが活発化している。BDFは動植物油、廃油等を原料として、アルカリ触媒等を用いてアルコールと反応し、メチルエステル化することで製造される(Fig.1)。カーボンニュートラルかつ再生可能なバイオマスを原料としているBDFはディーゼル軽油と代替可能な燃料である。よって石油使用量の低減と二酸化炭素の増加防止にも繋がり、環境対策に有効なことから循環型社会の形成に寄与できる。

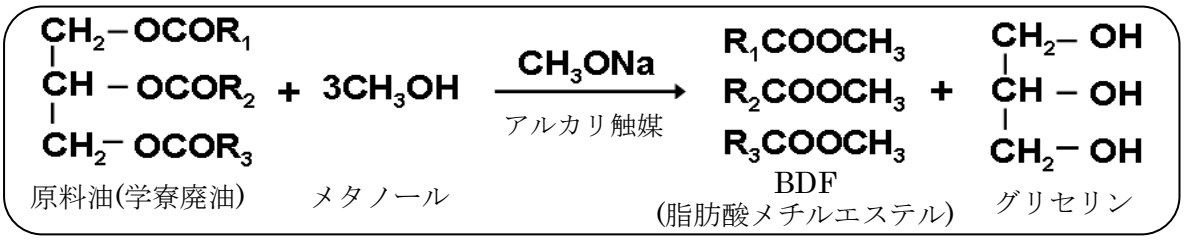


Fig.1　アルカリ触媒法による油脂から BDF 製造の化学反応式

2. 目的

日本におけるBDFの生産量・普及率は未だに低水準である。原因は軽油と比べて安価ではなく、低温条件(氷点下)ではBDF中の一部高融点成分が析出または凝固することで燃料の流動性が悪化し、エンジンに不具合が生じる使用上の問題点がある。これらを解決するには、高純度かつ低コストで合成できる製造プロセスの改善が絶対不可欠である。

本研究ではコストが要らない本校の学寮廃油を回収し、アルカリ触媒を用いて高価なアルコールを極力消費しない高品質なBDFを合成し、国内の使用規格を満たすBDF製造の反応条件を検討した。

3. 実験方法・手順

現行のBDF製造プロセスはFig.2に示す1step法である。アルカリ触媒をメタノールに溶解させ原料油に添加、反応温度を60℃、時間を60分と設定した。反応終了後は二層に分離するまで静置させ、副生成物であるグリセリン層を除去し、BDFを生成する。更にBDFを水洗し、未反応のメタノールや石鹸成分の除去を行い、最後に100℃で脱水しBDFを得た。

製造したBDFの物性評価は低温試験、動粘度、NMR測定により行った。低温試験は室温からBDFを冷却し、曇り点と凝固点を測定する。曇り点とは結晶の析出により液全体が白く曇り始める温度であり、凝固点は固形化し試験管を水平にしても全く流動しなくなる温度である。

以上の操作について原料油1モルに対するメタノールのモル比を量論比の3～18と変化させ実験を行った。

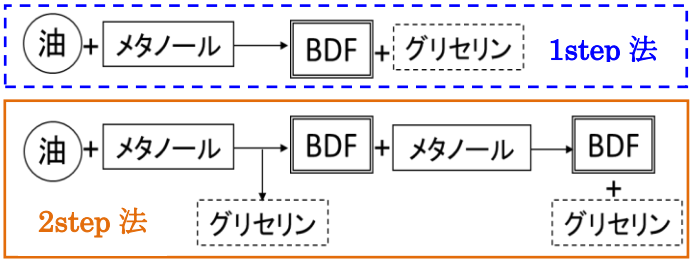


Fig.2　1step 法(上)と 2step 法(下)の概略図

氏　　名	米澤　文吾	No.2

4.実験結果

Fig.3に低温試験結果を示した。添加するメタノール量が少ない(モル比:3～5)と曇り点が高く、凝固点が低い。これは反応が不十分であることが示唆され、未反応油や反応中間体が多く存在していることを動粘度、NMR測定により確認した。よって凝固しにくい燃料と言えるが、不純物が含まれているため品質規格に適合しないため使用できない。またメタノールモル比が6以上では殆ど低温特性に変化は見られず、反応が不十分なBDFよりも曇り点が低く、凝固点が高くなる傾向が見られた。メタノールの添加量を増やすと反応性が増大し、純度が高くなるが、それに伴いコストを要する問題がある。そこで従来よりも少ないメタノール量で純度の高いBDFを製造するためにFig.2で示した2stepでの合成を試みた。2stepとは1stepと同量のメタノールの量を二分(1:2または2:1)し、片方を加え反応させ、途中でグリセリン層を除去する。その後もう一方を再度反応器に投入し、反応を促進させる手法である。

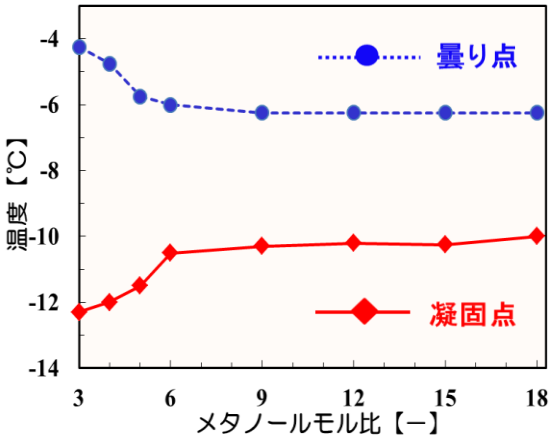


Fig.3　曇り点・凝固点に及ぼすメタノール量の影響

Fig.4に1stepと2stepにおける純度を示した。1stepよりも2stepの方が高純度であることに加え、2:1の割合でメタノールを添加した方がより高純度のBDFが得られる。平衡反応であるためグリセリンの除去が効果的だと考えられる。

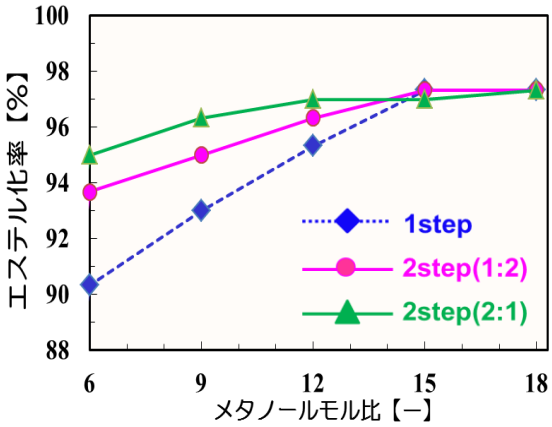
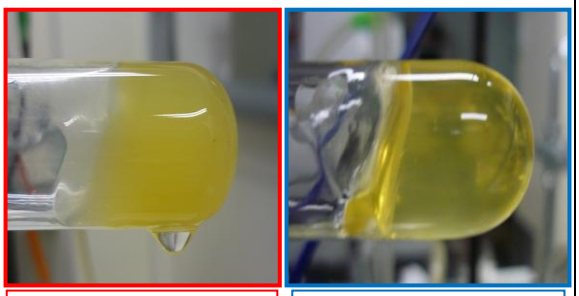


Fig.4　1step 法と 2step 法における純度とメタノール量の影響

しかし、曇り点・凝固点は1stepと2stepでほぼ同じ結果だったため低温特性の改善には至らなかった。そこでウィンタリゼーションと呼ばれる技術を用いて、BDFを低温状態(約-10℃)で濾過することにより、凝固する要因となる高融点成分を取り除き、更なる精製を試みた。

Fig.5に濾過前後のBDF写真を示した。濾過前は結晶が析出し、濁った状態で固化しているが、濾過後は曇り点が存在せず、凝固点は-13℃付近まで下がり低温特性の向上に繋がった。

今後は、高融点成分の除去は完全でないことから分離の方法を再検討する必要がある。



曇り点：－5.5℃ 凝固点：－10.0℃	曇り点：なし 凝固点：－13.2℃

Fig.5　凝固した BDF 写真(- 15℃)
(左)濾過前、(右)濾過後

5. 結言

2step法の導入により、従来の1step法よりもエステル化率がわずかに増加したことを物性評価により確認した。また高専学寮廃油でも日本国内における使用品質基準を満たすBDFの製造が可能であり、少ないメタノール添加量でBDFを合成することに成功した。

平成２３年度　鶴岡工業高等専門学校主催
第８回　技術発表会　概要

職　　名	技術職員	
氏　　名	鈴木　大介	No.1
題　　名	G言語を用いたDSP実験の検討	

１．はじめに

DSP(Digital Signal Processor)は、携帯電話やオーディオなど様々な分野で使用されている。DSPが普及してきている現在ではDSPを搭載した製品の開発が重要である。このため、DSPに関する実験を学生のときに行なうことは意義が大きい。そこで、DSPとプログラミングソフトであるLabVIEWを用いた実験の検討を行なった。DSPはNI社製のNI SPEEDY-33を使用し、プログラミングソフトはNI社のLabVIEW8.6というG言語を使用した。今回使用したDSPの写真を図1に示す。本報告では、C言語を用いたDSPの実験と比較検討を行ない、学生実験での実施について考えることを目的としている。

２．LabVIEWについて

LabVIEW とは NI 社が開発した DSP ボードのプログラムを開発するためのプログラミングソフトである。C 言語や Java のようにテキストベースのプログラミングソフトではなく、アイコンとアイコンを線でつなぐことでデータフローを表す G 言語となっている。プログラムの一例を図 2 に示す。

図１　DSP の外観

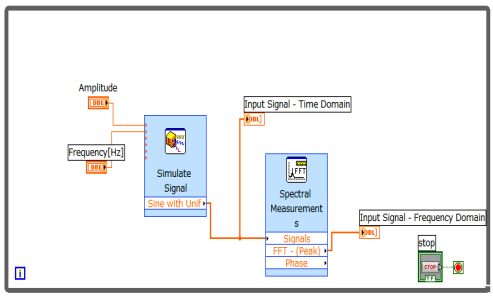


図２　G 言語によるプログラム

３．実験方法及び結果

３－１　フィルタの振幅特性

ディジタルフィルタの振幅特性を測定する方法の概要を図 3 に示す。Wave gene で発生させたホワイトノイズをディジタルフィルタに入力する。フィルタの出力を Wave spectra の FFT で振幅特性を測定する。フィルタは通過域周波数 0～800Hz、サンプリング周波数 8kHz、タップ数 161 のローパスフィルタとした。図 4 に C 言語でプログラムを組んで出力された結果、図 5 に G 言語でプログラムして出力された結果を示す。

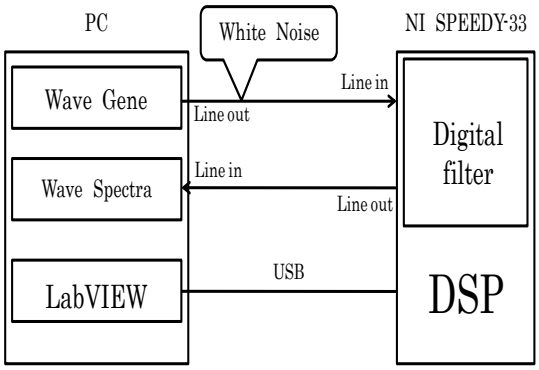


図３　ディジタルフィルタの
振幅特性測定の概要図

氏　　名	鈴木　大介	No.2

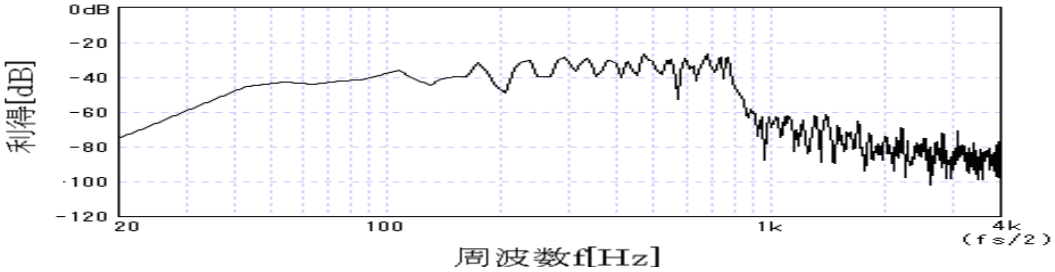


図４　ローパスフィルタの振幅特性（C 言語）

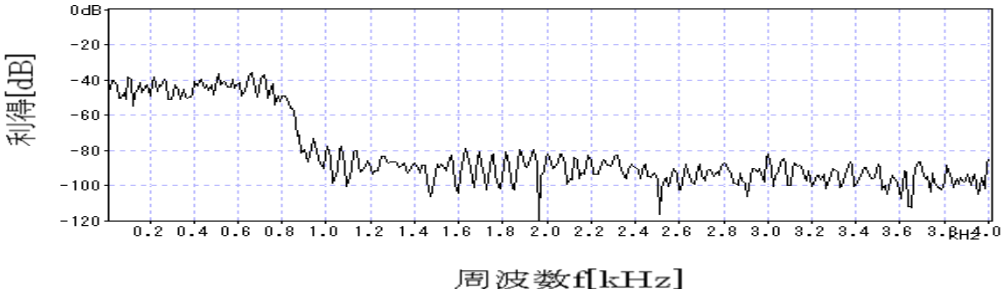


図5　ローパスフィルタの振幅特性（G言語）

図4、図5のいずれの結果も800Hzより高い周波数でフィルタの利得が約40dBほど減衰していることがわかる。これから、設計どおりの特性が得られたと言える。

３－２　音楽のノイズ除去

音楽に1kHzのノイズを合成した場合のノイズ除去を行なった。フィルタはローパスフィルタとし、遮断周波数は900Hzでタップ数は81とした。結果を図6に示す。発生させた1kHzのノイズは除去されたが、実際に聞く音楽は、音がこもって聞こえた。

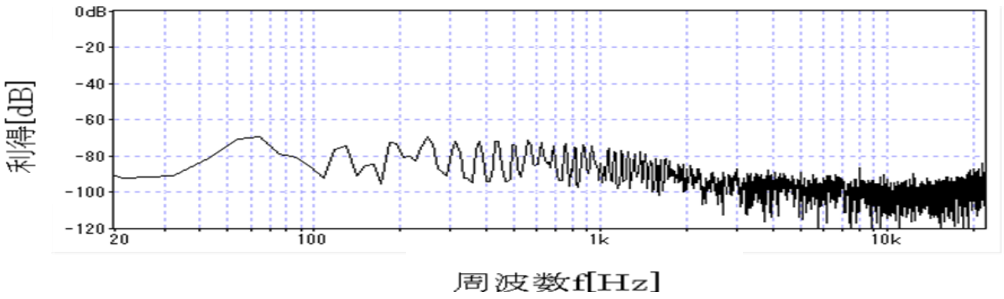


図６　ノイズを除去した信号スペクトル

４．まとめ

フィルタの振幅特性や音楽のノイズ除去を行ない、聴覚や目視でノイズ除去が行なわれていることを確認することができた。また、C言語によるプログラムとは違い、比較的容易にプログラムを組むことができることはG言語の利点であると言える。今後の課題として、フィルタ精度の向上を考えなければならない。さらに、実験実習にも加えられるようにLabVIEWの使用方法や実験方法まとめていく必要があると考えられる。

平成２３年度　鶴岡工業高等専門学校主催
第８回　技術発表会　概要

職　　名	特任職員	
氏　　名	八幡 喜代志	No.1
題　　名	アスベスト含有廃棄建材の無公害化の検討 －その２－	

１．緒　言

アスベスト含有建材の廃棄量は 3000～4000 万トンと推定されている。現在は、溶融法などが一部で実用化されているが、硬い建材の粉砕処理および 1200～1500℃の高温処理は、いずれもコストが高く、このアスベストを含む膨大な廃棄建材の処理は大きな社会問題となっている。

一方、秋田県渋黒沢源流域に流れる玉川温泉は、塩酸・硫酸成分を多量に含むという特徴をもち、pH 1.2 と強酸性で、しかも 97℃の熱水である。現在は国土交通省が中和処理施設で石灰石による中和処理をしているが、温泉の湧出量は 8,500 ㍑/分以上であり、強酸性であるために、この膨大な強酸性温泉水の処理も大きな問題になっている。

前報では、アスベスト含有廃棄建材と強酸性温泉水である玉川温泉水を反応させ、温泉水の中和反応やアスベストの分解反応についての基礎研究の成果について報告したが、本研究では、そのメカニズムについてほぼ詳細な結果が得られ、実用化に向けて大きく前進したので報告する。

２．実験方法・分析機器および分析項目

実験方法；アスベスト含有廃棄建材(クリソタイル 11.3%含有) を粉砕した試料と板状試料を玉川温泉水 250ml に投入した。85℃で約 2 時間半攪拌し、経過時間ごとにサンプリングした。メンブランフィルターで吸引濾過を行い、残渣は再び温泉水に投入する実験を繰り返した。

分析機器；pHメータ、ICP発光分光分析装置、原子吸光分析装置(AAS)、X線回折分析装置(XRD)、走査型電子顕微鏡(SEM)

分析項目；pH、Ca、Mg

３．実験および結果

3-1-1 粉砕廃棄建材と温泉水の反応による pH 変化

約 1mm～2mm に粉砕した 5g の粉砕試料を用いて時間ごとに 14 回サンプリングした反応液の pH 変化を Fig.1 に示す。温泉水の元々の pH は 1.2 であるが、実験回数1回目からすぐに約pH 8まで上昇している。アルカリ成分を多量に含む建材試料を粉砕したことから、中和反応を促進したものと思われる。濾液の pH は徐々に下降し、6 回目以降は元々の温泉水と同じような値を示して変化は無い。Fig.1 から判断すると、温泉水は実験初期においてアルカリ成分の中和に働いているといえる。

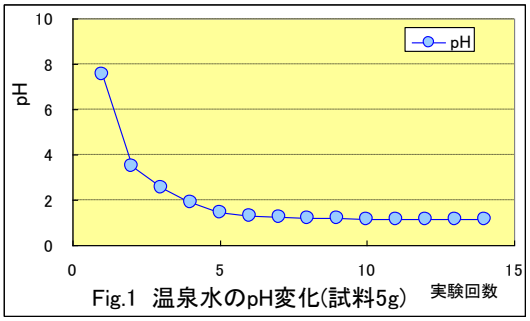


Fig.1　温泉水のpH変化(試料5g)

3-1-2　Ca と Mg の含有量

サンプリングした反応液のアルカリ成分である Ca と Mgの含有量についてのICP測定結果をFig.2に示す。

建材中のセメント成分には大量の Ca が存在するが、実験の 1 回目から 10 回目にかけては大量の Ca が

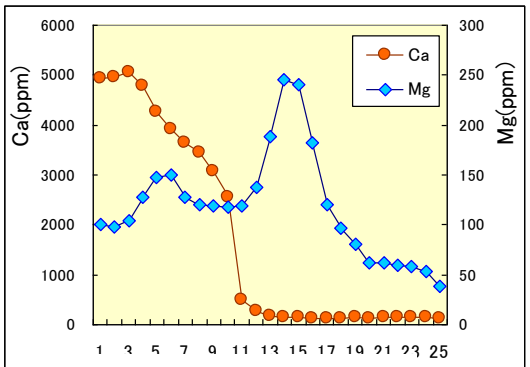


Fig.2　Ca と Mg の濃度変化(試料 10g)

溶出しており、温泉水を中和しているのはこの Ca が大きく寄与していることがわかる。

中和に寄与した Ca が減少すると逆にクリソタイル成分の Mg が大量に溶出してくる。このことは温泉水の塩酸成分は中和反応からクリソタイルの分解反応に働くことを示している。

3-1-3 X線回折結果

10 回目以降の X 線回折パターンを Fig.3 に示す。実験回数 5 回目では石膏を含むセメント成分などのピークが多く見られたが、図に示した実験回数 10 回目以降では 2θ＝24.4°と 12.1°のピークはかなり減少している。実験回数の増加と共にクリソタイルのピークも減少していることから、温泉水は中和反応の後にしだいにクリソタイルの分解に作用していくことが読み取れる。

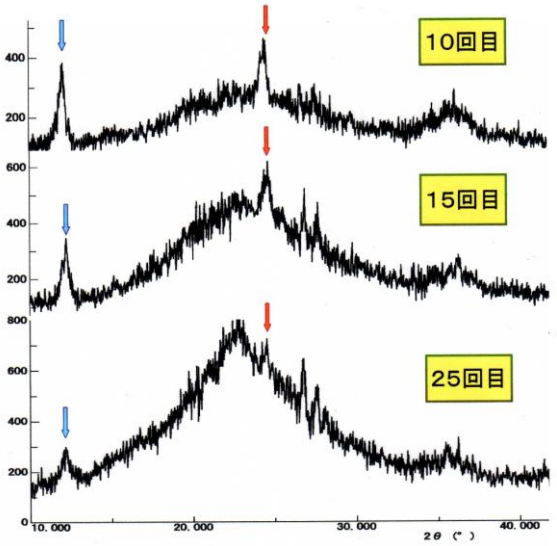


Fig.3 X 線回折パターン（試料 10g）

3-2 板状試料と温泉水の反応

廃棄建材を約 2×2cm 角の板状にして試料とした。この試料 3 個を 250ml の温泉水に投入した。85℃で約 2 時間半、加熱しながら攪拌し、経過時間ごとに反応液をサンプリングし、ICP 測定によって Ca と Mg の溶出変化を見た。

参考のために、この実験は温泉水と普通のお湯でも同様に行い、双方の変化を比較した。

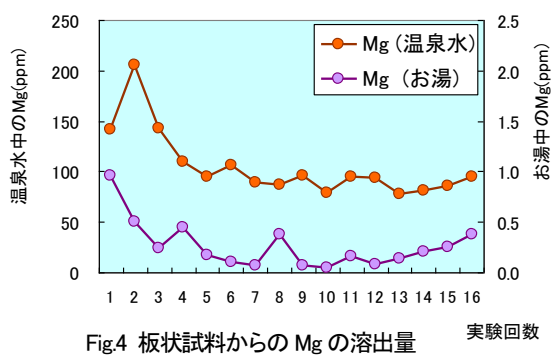


Fig.4 板状試料からの Mg の溶出量

Fig.4 はクリソタイル成分である Mg の溶出量を示している。実験回数 4 回目付近から溶出量がほぼ一定になっているが、双方の溶出量を平均すると、温泉水はお湯に比較すると約 700 倍の Mg を溶出している。しかも、お湯からの Mg の溶出量はほとんどが 0.4ppm 以下であることから、この玉川温泉水の分解能力の高さを示しているデータとなっている。

4 考 察

1. 温泉水の酸成分は建材中に作用して中和反応が起こることが、pH 測定および Ca の ICP 測定結果から明らかとなった。このことは温泉水の量や廃棄建材の粒度等を変化させても同様の結果として得られた。
2. 建材を約 2mm 以下に粉砕した場合は、実験回数約 15 回目以降の X 線回折パターンからクリソタイルのピークの減少が確認できた。

   温泉水による中和反応によって建材中のセメント成分が減少すると、温泉水はしだいに建材中のアスベスト成分に作用してクリソタイルの分解に寄与することは、Mg 成分の溶出量からも確認できた。
3. 板状建材と温泉水の反応に用いたものが小型の攪拌器および長さ 2cm の攪拌子であったにもかかわらず、板状試料は実験回数を増すごとに柔らかくなり、粉砕試料と同様にしだいにクリソタイルにも作用していることから、わずかな力での破砕効果が期待できる。
4. 強酸性の玉川温泉水を利用することによって、アスベスト含有廃棄建材は粉砕処理を施さなくとも、温泉排水の中和剤として働き、さらに建材中のクリソタイルの分解にも寄与する可能性があることから、実用化に向けて大きく前進したといえる。