

# 技 術 部 報 告

2 0 0 1

Kitami Institute of Technology

北見工業大学

# 目 次

第10回技術部研修会によせて .....	1
北見工業大学技術部長 鈴木 輝之	

## 第9回 技術発表会

1. 超精密 NC 旋盤と汎用 NC 旋盤の加工精度の比較 .....	2
発表者 機械システム工学科 杉野 豪	
2. PIC マイコンを用いた計測制御装置の試作 .....	8
発表者 電気電子工学科 松本 正之	
3. Excel で出来る画像処理 (デモンストレーション) .....	15
発表者 情報システム工学科 須澤 啓一	
4. 岩石試料の分析 .....	23
発表者 化学システム工学科 信山 直紀	
5. 天然ゼオライトを使用したコンクリートの圧縮強度と耐凍害性 ...	27
発表者 土木開発工学科 猪狩平三郎	

## 技術実習

I. 数値制御 (NC) 工作機械による機械加工 .....	33
(ネームプレートの製作)	
担 当 機械システム工学科 堂田 誠治、山田 忠永	
II. 実験で学ぶ OP アンプの基礎 .....	44
担 当 電気電子工学科 久松 茂、徳田 奨、松本 正之	

研修・出張報告 .....	51
---------------	----

技術部報告 .....	72
-------------	----

## 第10回技術部研修会によせて

技術部長 鈴木輝之

昨年度から本誌の名称は技術部発表会報告集から技術部報告に変わっています。その目的は年1度の研修会での技術発表会要旨集から、技術部の年報として1年間を通しての活動の報告書にしようとするものです。技術部が名実ともに変わろうとする意気込みの一環ととらえていただければ幸いです。

本学に技術部が出来てからちょうど10年目になります。その間の大学をとりまく社会の変革は目覚しくかつ急速です。大学の中だけを見ても、9年前（平成5年）の学科改組改編から始まり、5年前（平成9年）の大学院改組に伴う博士後期課程の設置、そして最近では独立法人化への動きへと続いています。このような大学の変革に対して、残念ながら技術部の対応は十分になされてきたとは言えないようです。しかし、技術部はあくまでも大学の1部局なのですから、その変革も大学全体の変革の中での位置付けが無ければ意味がありません。

最近（平成12年4月26日）、技術士法の一部を改正する法律が公布され、技術士が職業倫理を備えることを求めると同時に、技術士の一層の資質向上を図るため、資格取得後の研鑽が責務として明記されています。このことは大学の技術職員においても同様であり、技術部構成員がそれぞれの分野で、教育・研究を補助する専門技術者としての不断の研鑽が要求されており、これまでの技術部活動の多くの部分はそれに向けられて、地道な努力が積み重ねられてきています。

最近の大学における独立法人化に向けての動きや、学内共同施設としての各種研究センターの充実などを背景として、今後は技術部組織の実質的な変革が必要な時期に差し掛かって行くと思われます。技術部の実態がどのような方向に進むかは全学的な議論の必要なところですが、技術部構成員個々人は今後の全学的な動静の正しい理解と、それに基づいた自己研鑽が要求されるものと思われます。

今年度の研修会では、例年行われている講義・実習・見学会などに加えて、今後の技術部のあり方を話題の中心とした、構成員自信による討論会も予定されています。見学会の実施に協力いただく北見市役所、講義を引き受けていただく本学教官・事務官、実習に協力いただく学科の皆さんにこの場を借りて厚くお礼申し上げます。

第9回  
技術発表会報告

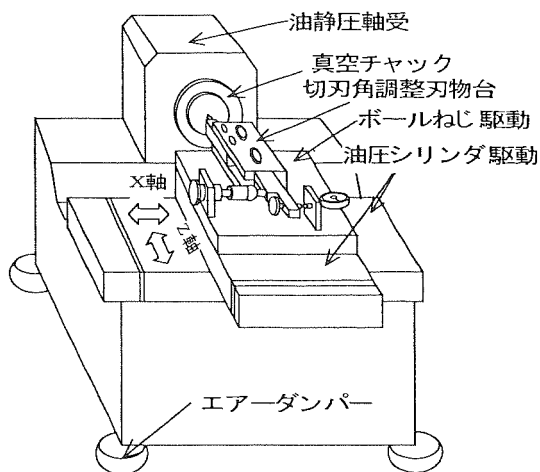
# 超精密 NC 旋盤と汎用 NC 旋盤の加工精度の比較

機械システム工学科 杉野 豪

## 1. はじめに

最近の旋削加工精度の向上には電子機器、光学機器、精密機器産業の需要に伴いめざましいものがあり、さらに新しい超精密旋盤の研究や開発が進められている。

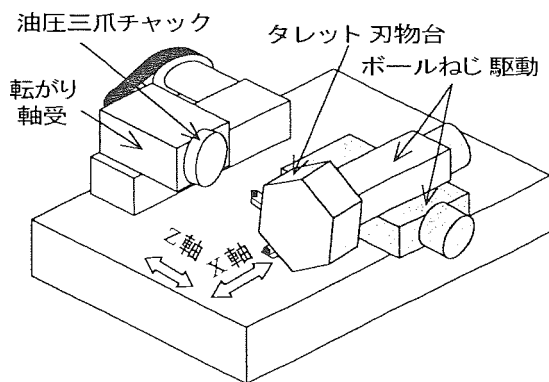
そこで今回は、磁気ディスクやビデオディスク等の切削に用いられている超精密 NC 旋盤と複雑形状製品の切削に用いられている汎用 NC 旋盤を取り上げて、その基本構造である主軸およびテーブル駆動の性能の違いによる加工精度への影響について述べる。



(a) 超精密 NC 旋盤

## 2. 基本構造と精度

図 1 に、超精密 NC 旋盤、汎用 NC 旋盤の概要を示す。図 1(a)の超精密 NC 旋盤は、外来振動を極力抑えるようにエアダンパーを装備し、微量量(最小切込量  $1\ \mu\text{m}$ )の切込みを与えて寸法精度の高い正面切削を行える構造となっている。また、ダイヤモンドバイトを用いて鏡面切削を行うための切刃角調整刃物台を設置している。図 1(b)の汎用 NC 旋盤(最小切込量  $1\ \mu\text{m}$ )では、X,Z 軸をサーボモータで制御し、タレット刃物台に複数本のバイトを取付けて切削を行う構造になっている。



(b) 汎用 NC 旋盤

図 1 旋盤の概要

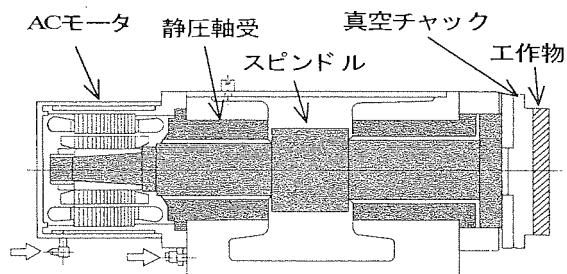
### 2.1 主軸系

超精密加工機械の主軸は回転精度の高いことが最優先され、さらに静剛性、動剛性の大きいこと、温度上昇を防ぐことが配慮される。

図 2(a)に超精密 NC 旋盤の主軸構造を示す。主軸軸受には、油静圧と動圧の効果を合理的に組み合わせたハイブリッド軸受を使用しているため、軸の振れ回りがなく回転精度は  $0.02\ \mu\text{m}$  以下に押さえられている。また、

主軸と軸受間の金属接触が全くないので寿命が半永久的で精度を保つことができ、さらに外来振動に対する吸振特性が大きい等の特徴がある。また、主軸駆動にはモータを直結したビルトインタイプを使用し、モータのステータやロータ部分の電気的な発熱を抑えるためにモータ部を強制冷却する構造となっている。

図 2(b)は、汎用 NC 旋盤の主軸系を示し



(a) 超精密 NC 旋盤 <sup>1)</sup>

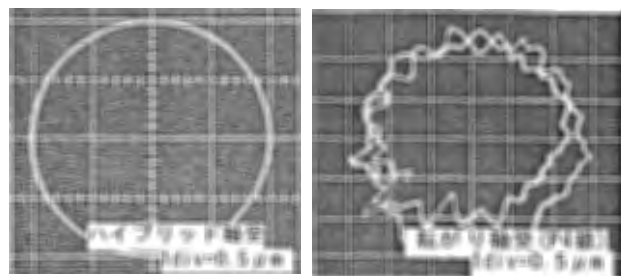
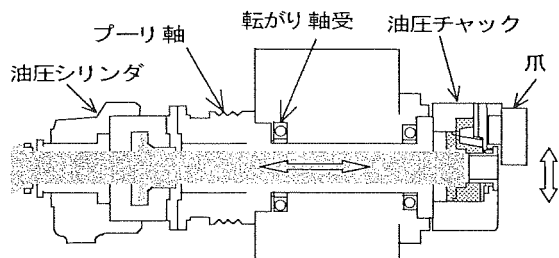


図 3 軸受の回転精度 <sup>1)</sup>



(b) 汎用 NC 旋盤 <sup>2)</sup>

図 2 主軸系の概要

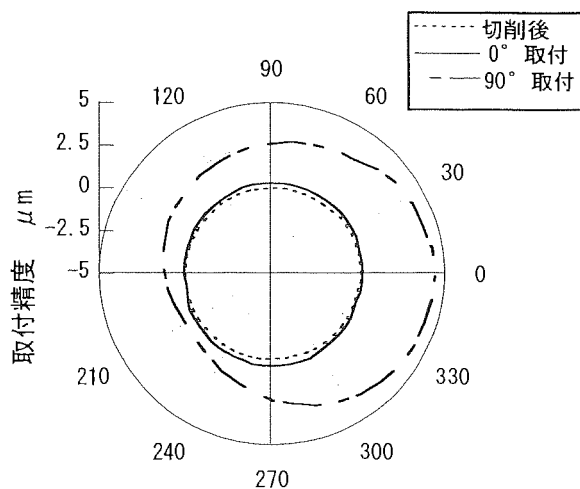
ている。工作機械の主軸で一般的な転がり軸受 <sup>3)</sup> を使用しているため、主軸の回転精度は軸受等級により決定される。転がり軸受の場合、絶えずころが接触しながら回転するので、使用時間とともに回転精度が劣化するという欠点と、ころの摩擦発熱が問題となる。また、主軸回転伝達機構にはベルト駆動形式が使用されており、この駆動ベルトのテンションや不均一性の影響で主軸に振れ回りや振動が発生する等の問題点がある。

図 3 に軸受構造の違いによる回転精度を比較した例 <sup>1)</sup> を示す。

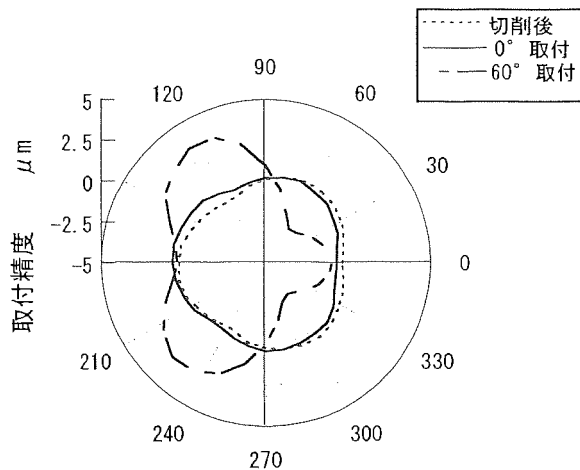
## 2.2 工作物取付け精度

旋盤作業での最も一般的な取付け具にチャックがある。チャックは主軸端に取付け、爪で締めつけて工作物を保持するものである。チャックには、手動式チャック、パワーチャック、コレットチャックなどがある。

汎用 NC 旋盤では三爪チャックを使用しているが、油圧パワーチャック方式を採用して



(a) 超精密 NC 旋盤



(b) 汎用 NC 旋盤

図 4 工作物取付け精度

いるため締め付けが強いと被削材が変形 <sup>4)</sup> することがある。一方、超精密 NC 旋盤では真空チャックを使用し工作物を保持している。真空チャックは工作物との接触面間の真空度

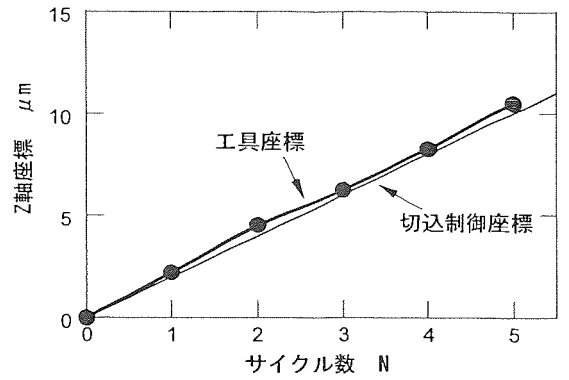
および密着性が把握力に影響するため、真空度を高めるなどの工夫が必要となる。

図 4 は、工作物をチャックに取付けて切削を行ない、その後、静電容量式変位センサーを用いて工作物切削面の円周方向振れを測定した結果である。図 4(a) は超精密 NC 旋盤の場合である。切削後の工作物を一旦チャックから取外し、再度同一位置(この位置を  $0^{\circ}$  とする)に取付けた場合に  $0.3\mu\text{m}$  の面振れに対して、取付け位置を  $90^{\circ}$  回転して測定した場合には  $3.5\mu\text{m}$  と大きくなっていることがわかる。図 4(b) は汎用 NC 旋盤の場合であり、工作物を三爪チャックに取付けて端面切削を行った後に測定した結果である。図に示すように、三爪チャックの締め付けにより工作物にひずみが生じ、これに起因した面振れが現れている。また、工作物を再度同一位置( $0^{\circ}$ )に取付けた場合の面振れは  $1.5\mu\text{m}$  の値を示し、取付け位置を  $60^{\circ}$  回転して測定した場合には  $6.1\mu\text{m}$  の値を示している。この結果より、汎用 NC 旋盤の取付け精度は超精密 NC 旋盤に比べて劣ることがわかる。

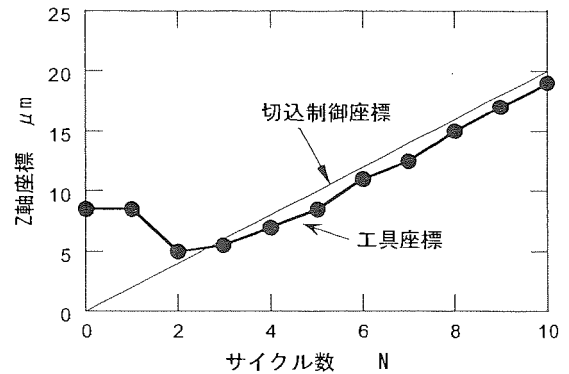
### 2.3 テーブル運動

テーブルの運動精度は、駆動システムとすべり案内面によって左右される。案内面には、ヨーイング誤差やピッチング誤差を防ぐために高度の摺り合わせとキサゲ加工を施してある。すべり案内面<sup>4)</sup>の形状はその断面形状によって分類され、精密運動機構には V-平案内面、V-V 案内面が多く用いられる。一方、駆動装置<sup>5)</sup>には流体アクチュエータやボールねじ駆動などがある。

超精密 NC 旋盤の X 軸は、高精度に仕上げた V-平案内面、静圧潤滑、安定した油圧駆動の組み合わせで、円滑にテーブル運動をさせるシステムを採用している。位置検出はテーブル側面に取付けられたリミットセンサーで行う構造をとっている。Z 軸は 2 系統のテ



(a) 超精密 NC 旋盤



(b) 汎用 NC 旋盤

図 5 テーブル移動精度

ーブル運動を有している。一つは、工作物原点移動用テーブルであり、油圧シリンダーとダブルテーブル案内面で構成され、工作物原点手前で減速し工作物原点に到達するようになっている。もう一つは、切込み専用テーブルであり、駆動装置はボールねじとサーボモータの組み合わせからなり、位置検出はエンコーダによって行われる。案内面は V-V 案内面構造となっている。

汎用 NC 旋盤では、X,Z 軸ともにボールねじ駆動システムを採用しており、位置決めはエンコーダによって行われ、すべり案内面は角形構造となっている。

これらの駆動システムの違いによるテーブル運動精度を、Z 軸の指令座標と工具軌跡座標の関係として図 5 に示している。測定方法

表 1 切削条件

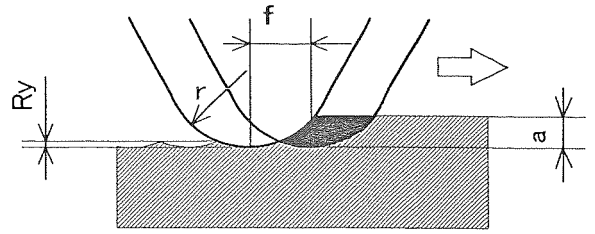
バ イ ト	円弧バイト：焼結ダイヤモンド， $r=0.4\text{mm}$ 直線バイト：単粒ダイヤモンド，直線切刃
切削速度	$V=57\sim 735\text{m/min}$ ， $N=1800\text{rpm}$
送り速度	$f=0.02$ ， $0.1\text{mm/rev}$
切込み量	$a=2\ \mu\text{m}$
工 作 物	Al 合金 (Al2017)

として，刃物台に静電容量式変位センサーを固定し，1回の切込み量を $2\ \mu\text{m}$ に設定し，端面あるいは正面切削の固定サイクルで行った．図 5(a)は超精密 NC 旋盤の結果であり，切込み座標の指令に対して工具が追従していることがわかる．一方，汎用 NC 旋盤(図 5(b))の場合には，工作物原点移動時に指令座標より僅かに多く移動してしまうため，この位置から1回目の切込みが入ることとなり，指令座標に対して工具が追従していない．しかし，2回目以降の切込み指令に対しては，工具軌跡がほぼ一致していることを確認できる．以上の結果より，汎用 NC 旋盤を使用して微量の切込み制御を行う場合，工作物原点移動誤差を補正する必要があることがわかる．

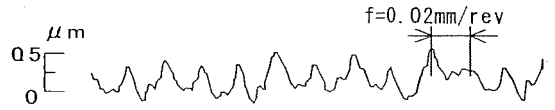
### 3. 仕上面精度の比較

工作物中心から外周方向へバイトを移動させて切削を行ない，超精密 NC 旋盤と汎用 NC 旋盤の構造の違いが仕上面精度に及ぼす影響を検討した．表 1 に切削条件を示す．仕上面の評価は，切削面の写真観察の他に，触針式粗さ計を用いて半径方向の断面形状を測定し，最大高さ $R_y$ とうねり $W_r$ (基準長さ $\lambda_c=0.8\text{mm}$ )を比較した．

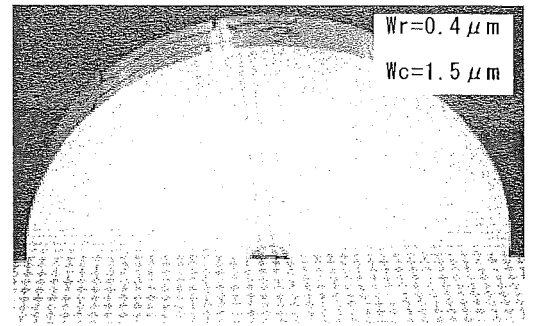
図 6 は，刃先コーナ半径が $0.4\text{mm}$ の焼結ダイヤモンドバイトを使用し，送り速度 $f=0.02\text{mm/rev}$ で切削実験を行った結果である．図 6(a)は，円弧バイトの切削モデルを示



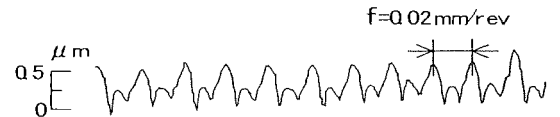
(a) 円弧バイト切削モデル



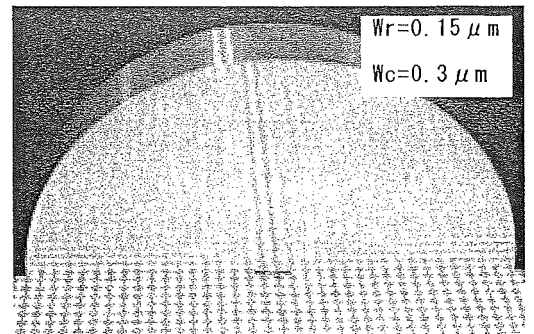
(b) 汎用 NC 旋盤の仕上面粗さ測定例



(c) 汎用 NC 旋盤の仕上面写真



(d) 超精密 NC 旋盤の仕上面粗さ測定例



(e) 超精密 NC 旋盤の仕上面写真

図 6 焼結ダイヤモンドバイト



す. 円弧バイトを用いた場合の理論的粗さは、コーナ半径  $r$ 、送り量  $f$  を用いて(1)式で表される。

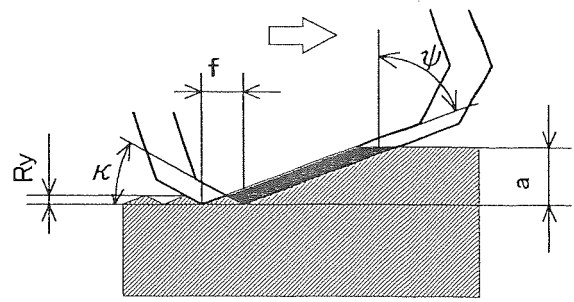
$$R_y = \frac{f^2}{8r} \tag{1}$$

図 6(b)は、汎用 NC 旋盤の場合における半径方向仕上面粗さの測定例を示す。断面形状は、外来振動や主軸の振れの影響で刃先の規則正しい送りマーク(ピッチ 0.02mm)が観察されていない。この結果、最大高さ  $R_y=0.85\mu\text{m}$ 、うねり  $W_t=0.4\mu\text{m}$  となり、理論的粗さ  $R_y=0.125\mu\text{m}$  より悪くなっていることがわかる。図 6(c)は、工作物表面を観察したものである。静電容量式変位センサーで測定した円周方向のうねりは  $W_c=1.5\mu\text{m}$  と大きい値を示し平面度が悪いため、格子像が明瞭に映っていない。

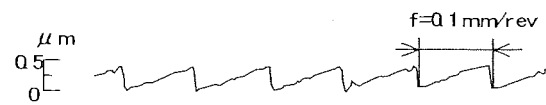
図 6(d)は、超精密 NC 旋盤での半径方向仕上面粗さの測定例である。切削送りマーク(ピッチ 0.02mm)が正しく現われていることがわかる。その結果、最大高さ  $R_y=0.6\mu\text{m}$ 、うねり  $W_t=0.15\mu\text{m}$  の値を示した。図 6(e)に示す超精密 NC 旋盤で測定した工作物の場合は、円周方向のうねりは  $W_c=0.3\mu\text{m}$  と小さい値を示し、格子模様が全体に映っていることがわかる。よって、汎用 NC 旋盤に比べて平面度の高い切削が行えていることがわかる。

また、これらの円弧バイトで得られた  $R_y$  が理論的粗さ( $R_y=0.125\mu\text{m}$ )より大きく現れた原因としては、刃先稜角の丸みの影響(切れ味の低下)により工作物が弾性回復したこと、さらに刃先コーナ部の摩耗が考えられる。

図 7は、超精密 NC 旋盤旋盤を使用して直線切刃単粒ダイヤモンドバイトで切削実験を行った結果である。単粒ダイヤモンドバイトは、靱性がないので非常に欠けやすいため、工作物の均一化と高精度の工作機械が要求さ

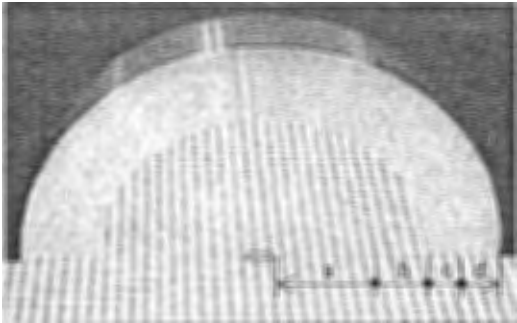


(a)直線切刃バイト切削モデル



(b)仕上面粗さ測定例

図 7 単粒ダイヤモンドバイト



ダイヤモンドバイト	円弧(焼結)	直線(単石)
$f=0.1\text{mm/rev}$	d	b
$f=0.02\text{mm/rev}$	c	a

図 8 超精密 NC 旋盤における仕上面の比較

表 2 仕上面粗さ  $R_y$  の比較

	送り速度 $f \text{ mm/rev}$	理論値 $\mu\text{m}$	実測値 $\mu\text{m}$
直線バイト	0.02	0.063	0.1
直線バイト	0.1	0.316	0.35
円弧バイト	0.02	0.125	0.6
円弧バイト	0.1	3.125	2.7

れる．図 7(a)に直線バイトの切削モデルを示す．直線バイトの理論的粗さは，送り量  $f$ ，アプローチ角  $\phi$ ，副切込み角  $\kappa$  を用いて(2)式で表される．

$$R_y = \frac{f}{\tan \phi + \cot \kappa} \quad (2)$$

図 7(b)は，送り速度  $f=0.1\text{mm/rev}$  で切削を行った工作物表面の断面形状の測定例を示す．送りマーク(ピッチ  $0.1\text{mm}$ )および切込み位置が安定していることがわかる．その結果，最大高さ  $R_y=0.35\text{ }\mu\text{m}$ ，うねり  $W_r=0.05\text{ }\mu\text{m}$  の値を示し，理論的粗さ( $R_y=0.316\text{ }\mu\text{m}$ )とほぼ同等の値が得られていることがわかる．

図 8 は，超精密 NC 旋盤を使用して，円弧切刃焼結ダイヤモンドバイトと直線切刃単粒ダイヤモンドバイトで切削した場合の工作物表面を観察したものである．単粒ダイヤモンドバイトで切削した表面は鏡面となり，格子模様が明確に写り込んでいるが，焼結ダイヤモンドバイトの場合には鏡面仕上げに至っていない．これは，非常に鋭利に研磨した焼結ダイヤモンドバイトでも微少な凹凸があり，単粒ダイヤモンドバイトの切刃の形状精度や鋭

利さより劣っていることを示している．

また，このときに得られた仕上面粗さを理論表面粗さとともに表 2 に示す．

#### 4. まとめ

加工精度は，工作機械の構造により大きく左右されることがわかる．超精密 NC 旋盤は，構成要素の精度が極めて高いため，平面度の良好な仕上面が得られる．

#### 参考文献

- 1) 豊田工機(株)，AHP シリーズ超精密旋盤カタログ
- 2) オークマ(株)，数値制御旋盤 LB10 取扱説明書
- 3) 大豊工業(株)，軸受研究グループ c：機械要素活用マニュアル，すべり軸受，工業調査会
- 4) 小林 昭，河西敏雄，森脇俊道：超精密生産技術大系，第 2 巻，実用技術 (1994)
- 5) 精密工学会，超精密位置決め専門委員会：次世代精密位置決め技術 (1999)

# PIC マイコンを用いた計測制御装置の試作について

電気電子工学科

松本 正之

## 1. はじめに

現在、実験や研究に使用される制御装置は温度や圧力に関するものなど多数あります。しかし、実際に購入して使用しているものは目的外の機能が多く、また高価です。ユーザが目的に応じて制御することができると利用効率に大きく貢献できるものと考えます。そこで、コストも少なく目的に合った制御のみを行なえる装置を製作するには、ワンチップマイクロコンピュータ（ワンチップマイコン）を使用すると比較的単純な回路で制御装置を製作することができます。

本報告では、ワンチップマイコンの 1 つである「PIC」について、簡単な紹介と実際に製作した制御装置について説明します。

## 2. PIC の概要

PIC (Peripheral Interface Controller) とは、その名前のとおり、コンピュータの周辺に接続される周辺機器の接続部分を制御するために開発された「マイクロコントローラ」と呼ばれる領域の IC です。使用目的がある範囲に限られているので、それほど高い機能・高速性はありませんが、周辺機器を制御するのに最低限必要な十分な機能を内蔵しています。

簡単な構造といっても、マイクロコンピュータの一種なので、「プログラム」で処理を実行することになります。しかしこのプログラムも、最新のマイクロコンピュータに比べると命令数は 35 個と少ないのですが、それだけ膨大な数の処理に苦勞することなく扱いやすい簡素な構造になっています。

### 2-1. PIC の種類

PIC は、米マイクロチップテクノロジー社が開発したものです。目的に合わせて数多くの種類があり、わずか 18 ピンの小さな IC の中に、マイクロコンピュータとしての機能が一通り納まっているものから、数多くの周辺機能を内蔵し、40 ピンや 64 ピンもある大型のタイプまで用意されています。さらに、これらのアーキテクチャが共通となっているため、大きな PIC は、小さな PIC の上位互換となっていて、ほとんど同じプログラムで動かすことが可能です。

また、マイクロチップテクノロジー社が現在リリースしている PIC には、大きく分けてベースライン、ミッドレンジ、ハイエンドの 3 シリーズに分かれています。

最もよく使われているのは命令長が 14 ビットのミッドレンジシリーズです。このシリーズは特定のアナログ端子に信号を入力して、そのアナログ信号の電圧を変換し、デジタルデータとして読み取る「A/D 変換機能」や、パーソナルコンピュータ等とデータ通信を行なうことができる「シリアルポート」など多くの機能を内蔵するものもあり、種類も豊富です。とくに A/D 変換機能が内蔵されたものは電圧、

周波数表示など多数の応用が可能です。今回の制御装置で使用した PIC16F84 も、ミッドレンジシリーズに属しています。A/D 変換機能、シリアルポート等の機能は内蔵されていませんが、フラッシュメモリなので、プログラムの書き換えが可能です。代表的な PIC の一覧を表 1 に示します。

品名	プログラムメモリ [ word ]	データメモリ [ byte ]	Flash データメモリ [ byte ]	入出力ピン数	A/D コンバータ
16C710	512	36		13	4
16C711	1k	68			
16C715	2k	128			
16C72				22	5
16C73B	4k	192			
16C74B				33	8
16F83A	512	36	64	13	
16F84A	1k	68			
16F874	4k	192	128	33	8
16F877	8k	368	256		

表 1 PIC の代表的な種類

## 2-2. PIC の開発環境

ソフト開発に必要な最低限のツールを下記に示します。PIC を使ってプログラムを開発するために用意するのは PIC ライタだけでソフト関係はフリーソフトで入手できます。

- ①パーソナルコンピュータ
- ②プログラム開発環境ソフト：MPLAB
- ③PIC ライタとライタソフト

## 2-3. PIC の開発手順

ここでは、実際にハードウェアを動かすまでの手順を示します。

- ①ハードウェアを製作する

＜PIC の最小構成について＞

PIC は非常に少ない部品で動作させることが可能です。具体的な例で説明しますと、LED を一定周期で点滅させる回路を PIC で作ると、PIC 以外には電源回路と LED 回路だけで実現できます。

## <PIC の入出力ピンについて>

右図は PIC16F84 のピン配列です。18 ピンの中で電源とクロック関連ピンを除いた大部分 (RA0~4、RB0~7) が入出力ピンです。この入出力ピンは、入力にも出力にも自由に設定して使うことができます。

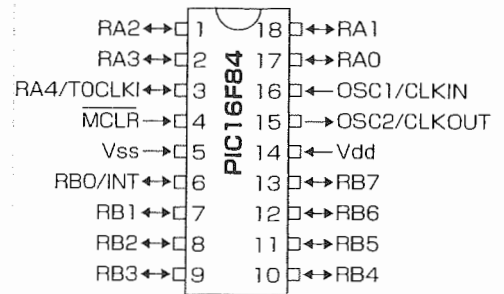


図 1 PIC16F84 のピン配列

## ②プログラムを書く

PIC で実行されるプログラムの命令は 35 個のみです。この命令はミッドレンジシリーズの全 PIC に共通です。下表は今回の製作に使用した命令です。

表中の記号の意味は下記のようになります。

- f : レジスタファイルのアドレス
- W : ワーキングレジスタ
- b : ビットの位置アドレス (0~7)
- k : リテラル (定数データ)
- d : あて先指定 (d=0 なら結果を W に格納、d=1 ならレジスタファイルに格納)

命 令	機 能
CLRF f	f をゼロクリア
DECFSZ f,d	f-1→W か f へ格納 結果ゼロなら次の命令をスキップ
MOVWF f	移動 W から f へ
NOP	何もしない
BCF f,b	f の b ビット目を 0 にする
BSF f,b	f の b ビット目を 1 にする
BTFSZ f,b	f の b ビット目が 1 だったら次の命令をスキップ
MOVLW k	定数移動 k→W
CALL k	サブルーチン k へジャンプ
GOTO k	k 番地へジャンプ
RETURN	サブルーチンから戻る

表 2 命令一覧表

また、PIC の開発には「C 言語」もプログラミング言語として使うことができます。PIC 用の C コンパイラは、いくつかの会社から発売されています。

## ③アセンブルする

アセンブルに使用するソフトは Microchip Technology 社がホームページにて無料提供しているもの

#### ④PIC に書き込む

### ⑤PIC を試作ボードにセットして実行

以上の手順で、ハードウェアが予定通りに動作することが確認できれば完成となります。

今回、温度センサを使用し PIC によって温度と時間を制御する装置を試作しました。ここでは、2 種類の温度と時間を設定する例を示します。まず、第一設定温度まで加熱し、設定温度に達するとその温度を 20 分間維持します。次に再び加熱をはじめ、第二設定温度に達するとその温度を 20 分間維持します。タイマ終了後ヒータの電源が OFF になり終了という制御を行ないます。

試作した温度制御装置の回路図を図2に示します。

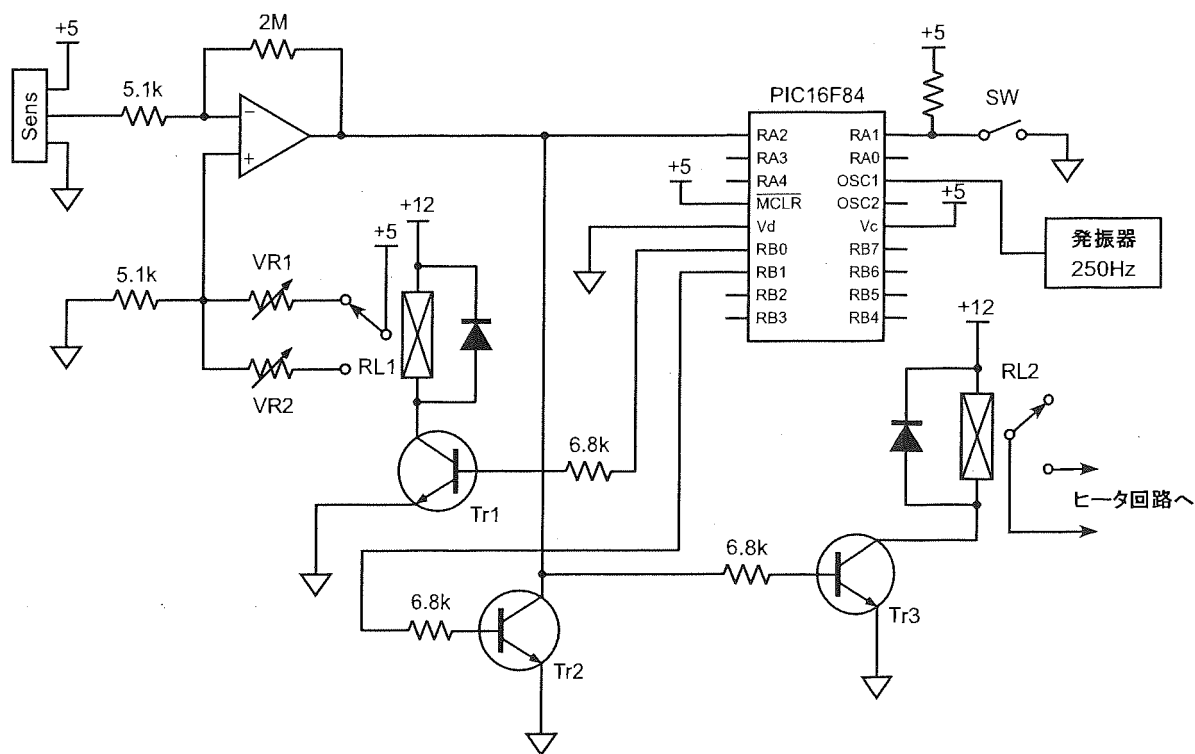


图2 温度控制装置回路图

PIC は PIC16F84 を使用しました。温度センサ(LM35D)は半導体内蔵の高出力タイプなのでアナログ部分を含めて非常に簡単な回路構成になっています。部品点数を少なくするためリレーを使用し、ヒータ回路の切り替えは SSR に置き換えると太電力の制御が可能です。回路中のトランジスタはスイッ

チとして使用しています。これにより設定温度を変更する RL1 やヒータの制御をする RL2 を切り替えます。OP アンプは増幅とスイッチを兼ねていて、温度センサからの出力を 1、0 の信号に変更し PIC に入力しています。温度設定は VR1、2 の定数によって決定され、あらかじめ設定温度になるよう定数をセットしておきます。

次に全体の流れを説明します（文中の 1、0 は電圧の High、Low に対応しています）。

まず、電源 ON で加熱が開始され、スイッチ(SW)ON で PIC のプログラムがスタートします。第一設定温度までは OP アンプから 1 の信号が PIC に入力されます。設定温度に達すると OP アンプからの信号が 0 に変わり PIC の 20 分間タイマがスタートします。この間の温度維持は OP アンプの 1、0 の信号が Tr3 に入力され、RL2 によってヒータの ON/OFF が行なわれます。

20 分間タイマ終了後、PIC から Tr1 に信号が出力され RL1 によって OP アンプの定数を変更します。これにより第二設定温度まで OP アンプから 1 の信号が出力されることになるので加熱が再開されます。PIC 側は RL1 が切り替わるまで遅延時間を考慮するため数秒のタイマを実行し、その後再び OP アンプからの信号を待ちます。第二設定温度に達すると、先ほどと同様に OP アンプの信号が 0 に変わり 20 分間タイマがスタートします。この間も OP アンプの信号により温度を一定にするためのヒータの ON/OFF が行なわれます。

20 分間タイマ終了後、PIC から Tr2 に 1 の信号を出力し、ヒータの電源を OFF にして終了です。PIC は電源を OFF にするまで Tr2 に 1 の信号を出し続けます。

以上で制御は終了です。各入出力の関係は図 3 の Timing Chart を参照してください。

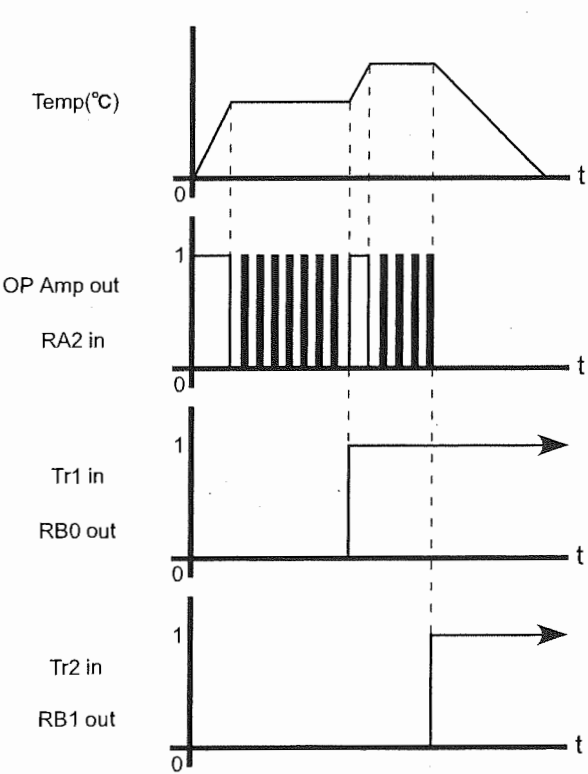


図 3 Timing Chart

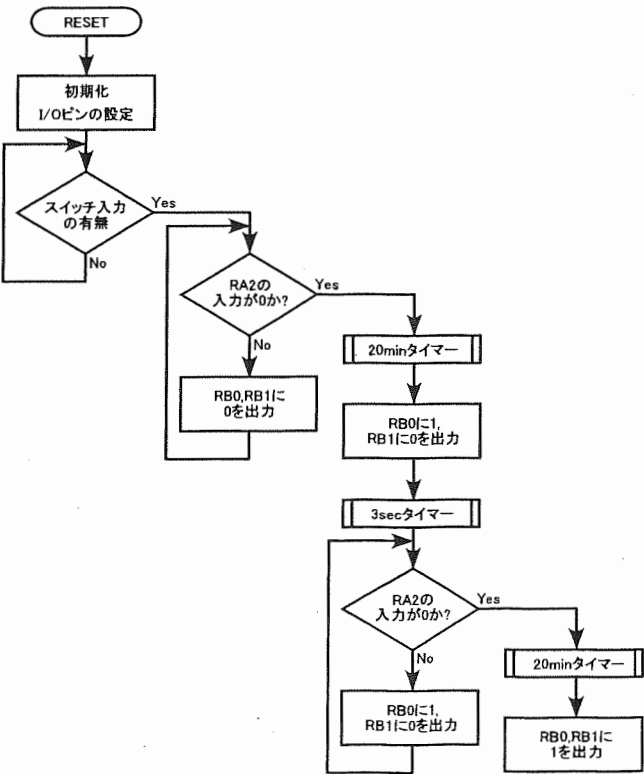


図 4 フローチャート

プログラムリストを下記に示します。図4のフローチャートと比較すると全体の流れを把握することができます。詳細については表2の命令一覧、プログラム中のコメント文を参考にして下さい。

```

1 *****
2 温度制御装置プログラム
3 by PIC16F84
4 *****
5
6 LIST P=PIC16F84
7 INCLUDE "P16F84.INC"
8
9 *****
10 変数レジスタの定義
11 *****
12
13 CNT1 EQU 0CH ; タイマ用変数
14 CNT2 EQU 0DH ; タイマ用変数
15 CNT3 EQU 0EH ; タイマ用変数
16 CNT4 EQU 1CH ; タイマ用変数
17
18 *****
19 メインルーチン
20 *****
21
22 ORG 0 ; Reset Start
23
24 ***** Initialize *****
25
26 INIT BSF STATUS,RP0 ; バンク1に切替
27 CLRF TRISB ; ポートBを全て出力に設定
28 MOVLW 006H ; RA1,2を入力に設定
29 MOVWF TRISA
30 BCF STATUS,RP0 ; バンク0に戻る
31 MOVLW 000H ; ポートB全てに0を出力
32 MOVWF PORTB
33
34 ***** スタンバイ *****
35
36 MAINLP BTFSF PORTA,1 ; RA1の入力をチェック
37 GOTO SWITCH1 ; ON(0)であればSWITCH1へ
38 GOTO MAINLP ; 繰り返し
39
40 ***** 信号入力待ち1 *****
41
42 SWITCH1 BTFSF PORTA,2 ; RA2の入力をチェック
43 GOTO TIMER1 ; 0であればタイマ処理1へ
44 MOVLW 000H ; ポートB全てに0を出力
45 MOVWF PORTB
46 GOTO SWITCH1 ; 繰り返し
47
48 ***** タイマ処理1 *****
49
50 TIMER1 CALL TIM600 ; 20分タイマ
51 CALL TIM600
52 MOVLW 001H ; タイマ終了後RB0に1、RB1に0を出力
53 MOVWF PORTB
54 CALL TIM1 ; リレー制御用タイマ(約3秒)
55 CALL TIM1
56 CALL TIM1
57
58 ***** 信号入力待ち2 *****
59
60 SWITCH2 BTFSF PORTA,2 ; RA2の入力をチェック
61 GOTO TIMER2 ; 0であればタイマ処理2へ
62 MOVLW 001H ; RB0に1、RB1に0を出力
63 MOVWF PORTB
64 GOTO SWITCH2 ; 繰り返し

```

```

65 ***** タイマ処理2 *****
66
67
68 TIMER2 CALL TIM600 ; 20分タイマ
69 CALL TIM600
70 MOVLW 003H ; タイマ終了後RB0,1に1を出力
71 MOVWF PORTB
72 GOTO TIMER2 ; 繰り返し
73
74 *****
75 タイマサブルーチン群(発振周波数 250Hz)
76
77 TIM17 : 17sec
78 TIM300 : 300sec
79 TIM600 : 600sec
80 TIM1 : 1sec
81
82 ***** 17sec タイマ *****
83
84 TIM17
85 MOVLW 0F9H ; 1
86 MOVWF CNT1 ; 1+1=2
87 TIMMLP1
88 NOP
89 DECFSZ CNT1,F ; 1+1+2=4
90 GOTO TIMMLP1 ; 2+4*249-1=997
91 RETURN ; 997+2=999*16.9msec=16.9sec
92
93 ***** 300sec タイマ *****
94
95 TIM300
96 MOVLW 012H ; 16.9sec*18
97 MOVWF CNT2
98 TIMMLP2
99 CALL TIM17 ; 2+(999+2+3)*18-1=18073
100 DECFSZ CNT2,F ;
101 GOTO TIMMLP2 ; 2+18075*16.9msec=305.5sec
102 RETURN ;
103
104 ***** 600sec タイマ *****
105
106 TIM600
107 MOVLW 023H ; 16.9sec*35
108 MOVWF CNT3
109 TIMMLP3
110 CALL TIM17 ; 2+(999+2+3)*35-1=35141
111 DECFSZ CNT3,F ;
112 GOTO TIMMLP3 ; 2+35143*16.9msec=593.9sec
113 RETURN ;
114
115 ***** 1sec タイマ *****
116
117 TIM1
118 MOVLW 00EH ;
119 MOVWF CNT4 ;
120 TIMMLP4
121 NOP
122 DECFSZ CNT4,F ; 2+4*14-1=57
123 GOTO TIMMLP4 ; 2+16.9msec=997.1msec
124 RETURN ;
125
126
127
128 END

```

## 4. 結果と課題

PICの動作試験は非常に満足のいく結果が得られました。実験はアルミニウムのプレートにセンサを取り付け、裏側にヒータを張り付けて加熱する装置を使用しました。第一設定温度 50℃に対しオーバーシュートは 52℃、定常状態の温度差は±1℃でした。第二設定温度 80℃に対しオーバーシュートは 81℃、温度差は±1℃でした。今回の装置は放熱効果が良くオーバーシュートがほとんどありませんでしたが、ヒータの容量や熱伝導率などの条件によりオーバーシュートが生じる可能性があります。

今回の試作例では温度と時間の2種類のみの条件でしたが、この回路例では他に、設定温度の変動をより少なくするため予備ヒータの制御、または主ヒータの電力を制御することで設定温度の変動を抑えることが可能です。また、PICのI/Oピンには余裕がありますので、複雑な設定条件が可能であると



いうことも拡張性としてあげられます。

今後の課題として、今回の試作例では温度表示を行なっていませんが、動作中の温度の表示は必要です。また、時間の設定の変更はソフトを書き直さなければならないため多少問題があります。そこで外部デジタルスイッチなどで設定時間を簡単に変更できるようにする必要があります。また、安全性のためにセルフチェック機能、設定値の表示確認など多数の課題が残されています。

## 5. まとめ

開発に際して、まず専門用語の理解から始まり、PIC の機能、PIC に使用されるプログラムを理解することに多くの時間を費やしてしまいました。しかし、今後の製作にはこの経験を生かし、様々な制御回路のより高度な完成度の実現に励んでいきたいと思います。

## 参考文献

- (1)後閑哲也、電子工作のための PIC 活用ガイドブック  
技術評論社 2000/2
- (2)後閑哲也、たのしくできる PIC 電子工作  
東京電機大学出版局 1999/11

# Excel で出来る画像処理

情報システム工学科 須澤啓一

## 1. はじめに

Microsoft Excel 2000（以下、Excel）は、情報の分析や、プレゼンテーションを行うための強力な機能を備えた表計算ソフトウェアです。Excel の優れた機能として、マクロ言語である、VBA（Visual Basic for Applications）が標準装備されている点が挙げられます（図 1 - 1）。VBA は、Visual Basic 言語によるプログラミングと同じ要領で使用でき、ファイルの入出力や配列の使用等、通常の表計算機能単独では不可能な操作が可能となります。VisualBasic 言語の知識がなくても、誰でも比較的容易に習得することが出来ます。

また、最近では、OS（Windows Me 等）に Office2000（Excel2000 を含む）がプレインストールされた状態でパソコンを購入する機会が多く、多くのユーザーは、購入後、直ちに Excel の使用が可能となります。即ち、Visual Studio（Visual Basic や Visual C++ のようなプログラミングソフトウェア）を購入する必要なく、VBA で、同様の（多少、機能が限定されますが・・・）プログラミングが可能となるのです。しかし、Excel ユーザーの多くは、VBA の存在は知っていても、実際に使用するのは難しそうだとか、逆に、複雑なデータ解析には、不適當（重い、不十分など）ということで敬遠する傾向があるようです。これでは、宝の持ち腐れであり、非常に残念なことです。

当日の発表（デモンストレーション）では、本学情報システム工学科実験：テーマ「画像処理」（UNIX、C 言語使用）で 4 年生に行わせている画像処理と同様か、それ以上に複雑な処理を Excel で全く問題なく実行できることを実際に証明して見せます。さらに、誰もが簡単に操作できるよう、ユーザーインターフェースのアプリケーションとして完成させます。尚、本発表は、技術発表ということで、実際の Excel の操作に重点を置く為、画像処理の理論的な部分に関する説明は簡略化、または省略させていただきます。ご了承下さい。

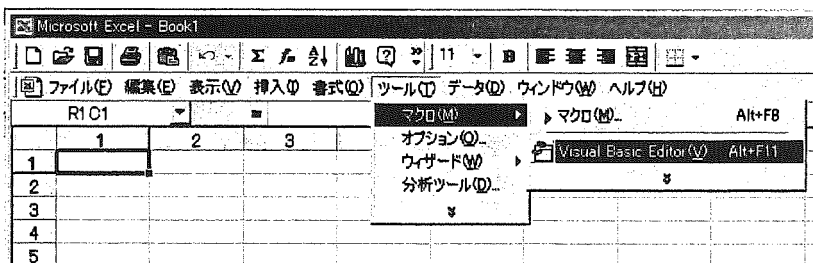


図 1 - 1

## 2. 画像処理について

### 2.1 色に関する基礎知識

デジタル画像では、色は、光の 3 原色（赤、緑、青）の混合比で表現されます。最も一般的な 24 ビットカラーで表現する場合、赤(R), 緑(G), 青(B) の各成分が 0 から 255 までの整数値をとります。すなわち、 $256 \times 256 \times 256 = 16777216$  色を表現できることになります。

具体的に、主な色は次のように表されます。以下、Color : (r,g,b)  
black : (0,0,0)、white : (255,255,255)、gray : (k,k,k) ( $0 \leq k \leq 255$ )

red : (255,0,0)、green : (0,255,0)、blue : (0,0,255)

yellow : (255,255,0)、magenta : (255,0,255)、cyan : (0, 255,255)

今回の発表で使用する画像は、モノクロ画像（濃淡画像）ですので、 $(k,k,k)$  ( $0 \leq k \leq 255$ ) であらわされます。k の値が大きいほど明るくなるので、k を輝度値と言います。

## 2.2 画像とは？

コンピュータの中では、画像は、画素 (pixel) とよばれる正方形の枠目に分けられ、各画素における画素値 (モノクロ 8 ビット : 256 階調の場合、0~255 の整数値データ) の配列として扱われています。

図 2 - 1 の例では、左の画像の白枠内を順次、拡大していき、最後に画素値 (輝度値) として示しています。

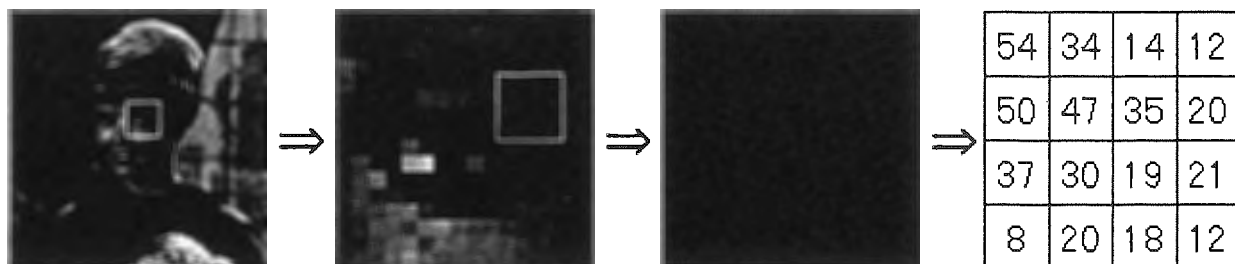


図 2 - 1

今回の発表で扱う画像は、 $256 \times 256$  画素、256 階調のモノクロ画像です。尚、画像の表示に特別な画像ビューワーを必要としないよう、ビットマップファイル (\*.bmp) を扱うこととします。

## 2.3 画像処理

ここでは、今回の発表で実際に行う画像処理について簡単に説明します。画像処理の一連の流れは、以下のようになります。

画像ファイル (\*.bmp) を開く  $\Rightarrow$  画像データ (画素値) を読み込み、2 次元配列に格納  $\Rightarrow$  処理の実行  $\Rightarrow$  処理後のデータ (画素値) を別の 2 次元配列に格納  $\Rightarrow$  新しい画像ファイル (\*.bmp) にデータを書き出す

### 2.3.1 ネガ

読んで字の如く、元の画像 (以下、原画像) のネガを作製します。原画像の画素値を k とすると、新しい画素値は  $(255-k)$  となります。以下に具体例を挙げます (図 2 - 2)。

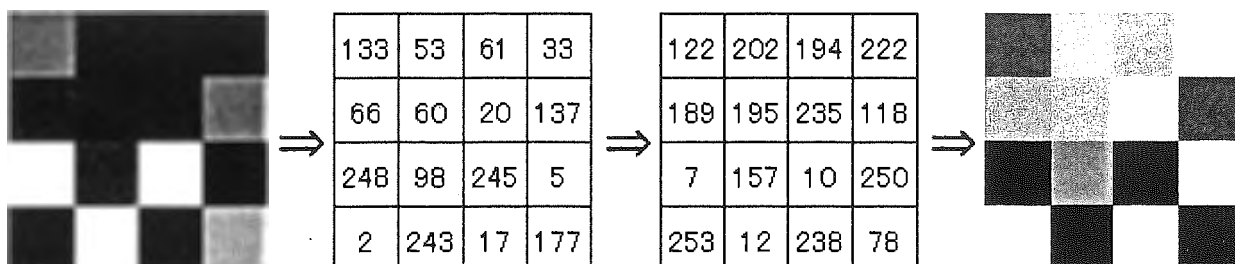


図 2 - 2

### 2.3.2 平滑化（ぼかし）処理

原画像のある 1 画素に注目した時、その画素とそれに隣接する周囲 8 画素の計 9 画素の平均値が新しい画素値となります。この処理を原画像のマージンの部分を除く全ての画素に対して実行します。但し、小数点以下は切り捨て、整数値とします。

### 2.3.3 メディアンフィルター処理

原画像のある 1 画素に注目した時、その画素とそれに隣接する周囲 8 画素の計 9 画素の中央値（メディアン）が新しい画素値となります。この処理を原画像のマージンの部分を除く全ての画素に対して実行します。メディアンフィルターは、画像に含まれている雑音を除去する目的に使用されます。

### 2.3.4 ラプラシアンフィルター処理

原画像のある 1 画素に注目した時、その画素とそれに隣接する周囲 8 画素の計 9 画素に対し、以下のオペレーター（図 2 - 3）を作用させます。

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

図 2 - 3

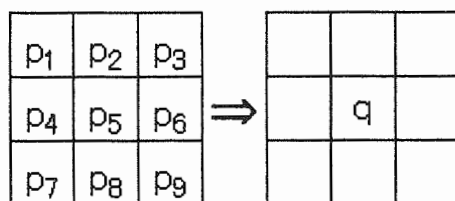


図 2 - 4

次は具体的に、原画像の注目画素値：p<sub>5</sub> に対して、新しい画素値：q を求める手順について説明します。まず、（図 2 - 4 参照）

$$q' = 4p_5 - (p_2 + p_4 + p_6 + p_8)$$

を計算します。

これを n 倍し、さらに絶対値を取り、255 以上なら強制的に 255 とし、255 未満なら、小数点以下を切り捨てて整数値とします。今回は n = 3 を使用します。

$$|nq'| \geq 255 \text{ の場合、} q = 255$$

$$|nq'| < 255 \text{ の場合、} q = \text{int}|nq'|$$

このように、多少、複雑な過程を経てはじめて q が求められます。ここで、int は、小数点以下を切り捨て、整数値にするという記号です。数式としては正しくありませんが、本稿に限り、便宜上、使用しました。

尚、この処理により、画像の輪郭を抽出することができます。

### 2.3.5 シャープ化処理

原画像のある 1 画素に注目した時、その画素とそれに隣接する周囲 8 画素の計 9 画素に対し、以下のオペレーター（図 2 - 5）を作用させます。

-1	-1	-1
-1	10	-1
-1	-1	-1

図 2 - 5

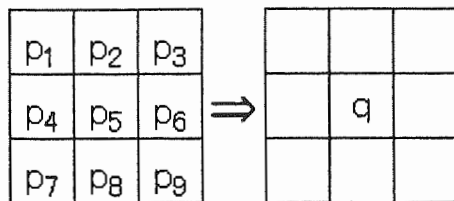


図 2 - 6

次は具体的に、原画像の注目画素値：p<sub>5</sub> に対して、新しい画素値：q を求める手順について説明します。  
まず各画素について、(図 2 - 6 参照)

$$q' = 10p_5 - (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9)$$

を計算します。得られたすべての q' に関して、255 以上なら強制的に 255 とし、0 未満 (負値) なら、強制的に 0 とし、0~255 なら小数点以下を切り捨てて整数値とします。

こうして q が求められます。

### 2.3.6 フーリエ変換

画像データ (256×256 点) を FFT アルゴリズムにより、2 次元フーリエ変換します。その結果は複素数になります。これを振幅特性 (複素数を極形式： $r \cdot e^{i\theta}$  で表現したときの r の部分、 $\theta$  は位相) に関して濃淡画像化します。FFT アルゴリズムの説明は、ページ数の都合、省略させていただきます。

## 3. アプリケーションの作製

さて、ここから実際に画像処理アプリケーションの作製に関する説明をしていきます。まず完成図を図 3 - 1 に示します。以下、作業の流れを箇条書きで示します。

- ・ Excel を起動し、ファイル名を 画像処理.xls とする。
- ・ デスクトップ上のフォルダ 画像処理 に保存する。
- ・ ワークシート名を Sheet2  $\Rightarrow$  処理前、Sheet3  $\Rightarrow$  処理後 に変更
- ・ Sheet1 に各種コントロール (コマンドボタン 5 つ、イメージコントロール 2 つ) を配置する。
- ・ Sheet1 に、Common Dialogue Control Version 6.0 を 2 つ (dlgOPEN, dlgSAVE) 配置する。
- ・ ユーザーフォーム 処理の選択 (frm 処理選択) を作製
  - ・ コマンドボタン 実行 (cmd 実行)、終了 (cmd 終了) を配置する。
  - ・ オプションボタン 6 個 (opt1~opt6) を配置する。
- ・ Sheet1、frm 処理選択 上のコントロールにイベントを関連付け、プログラミングする。
- ・ VBAProject-標準モジュール-Module1 にメインプログラム (Sub 処理 1~Sub 処理 6) を記述していく。
- ・ ワークブックを閉じるとき (Workbook\_BeforeClose) ワークシート上の全データを消去する処理を関連付ける。

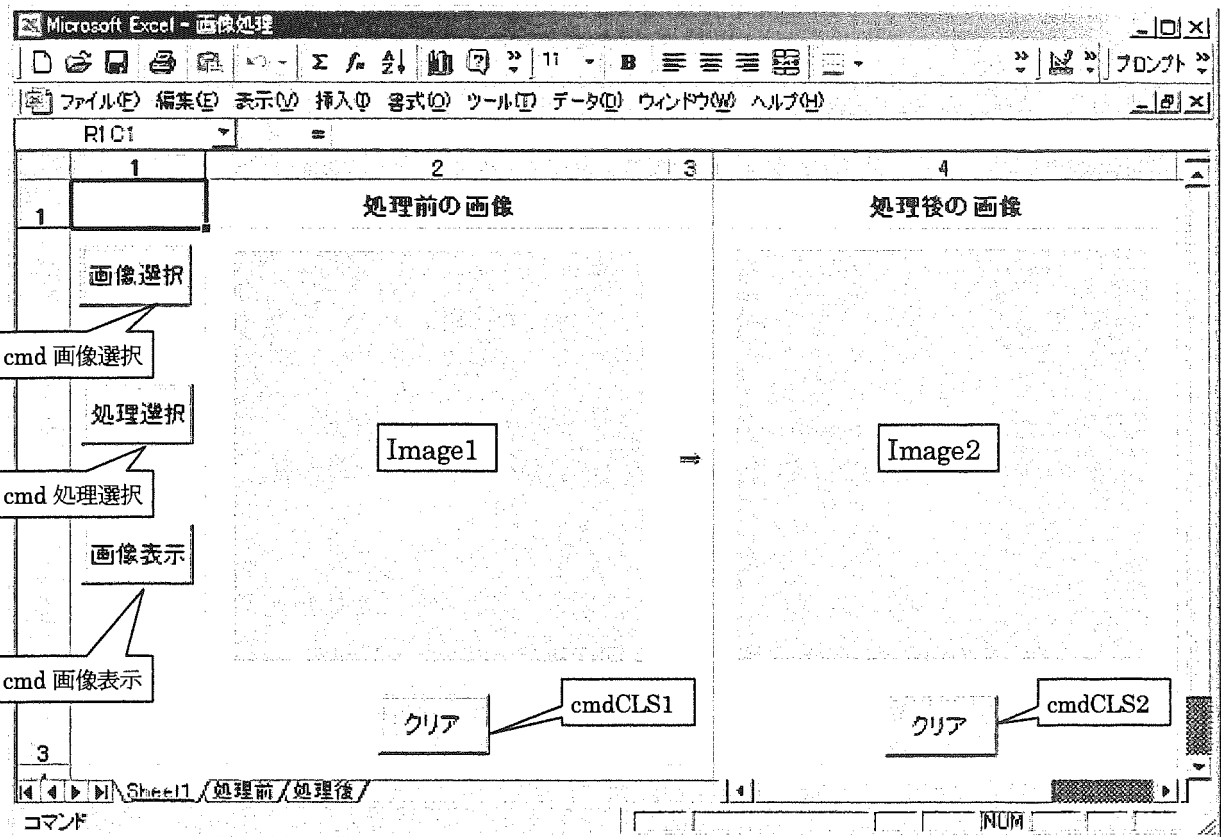


図 3 - 1



図 3 - 2

以下、各種コントロール等について、簡単に説明をします。コントロールは、コントロールツールボックス (図 3 - 2) から選択します。(詳細は、当日のデモンストレーションに替えさせていただきます。)

### 3.1 コマンドボタン

コマンドボタンは、最も頻繁に使用されます。コントロールツールボックスから選択します。このボタンをクリックしたとき、イベント (プログラムの実行、フォームの表示など) が発生するようにします。

- ・ **画像選択** ボタン (cmd 画像選択) クリック時のイベント

原画像を選択し、原画像表示用の窓 (Image1) に表示させると同時に、ワークシート 処理前 に画像データ (輝度値) を書き出します。

- ・ **処理選択** ボタン (cmd 処理選択) クリック時のイベント

フォーム 処理の選択 (frm 処理選択) が表示され、そのフォーム上で、実行したい処理を選択できます。

- ・ **画像表示** ボタン (cmd 画像表示) クリック時のイベント

ワークシート **処理後** に書き出された生データを元に、ビットマップのヘッダーをつけ、ビットマップファイル (\*.bmp) として画像を作成し、処理画像表示用の窓 (Image2) に表示させます。

- ・ **クリア** ボタン (cmdCLS1, cmdCLS2) クリック時のイベント

表示されている画像と画像データを同時にクリアします。原画像と処理画像に関して、それぞれ別のボタンを用意する必要があります。

### 3.2 イメージコントロール

Excel のワークシート上に画像を表示させたい時に使用します。原画像表示用 (Image1) と、処理画像表示用 (Image2) の 2 つを用意します。ここでは、使用可能な画像をビットマップファイル (\*.bmp) に限定します。

### 3.3 コモンダイアログコントロール

このコントロールは、コントロールツールボックスの その他のコントロール から選択します。ファイルの入出力を行う図のような、馴染みのフォームを使用できます。既存ファイルを開くためのフォーム (図 3-3) と、新しく名前を付けて保存するためのフォーム (図 3-4) の 2 種類があります。

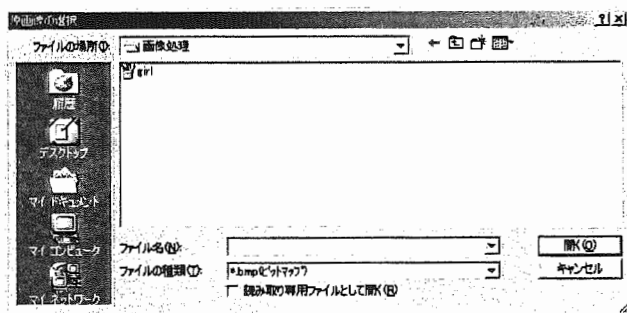


図 3-3

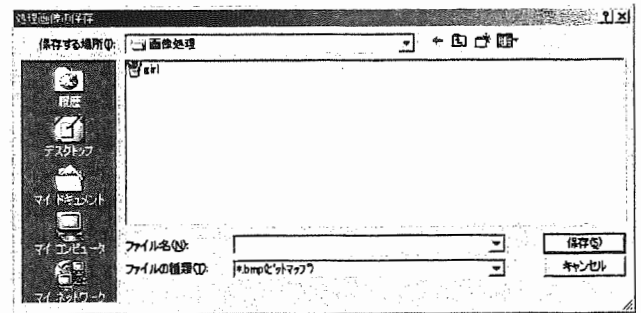


図 3-4

### 3.4 ユーザーフォーム

Excel ワークシートとは別に、新しい画面 (ユーザーフォーム) (図 3-5) を使用できます。フォーム上には、さらに各種コントロールを設置できます。ここでは、6 個のオプションボタン (opt1~opt6) と、

**実行**、**終了**の 2 個のコマンドボタンを配置します。

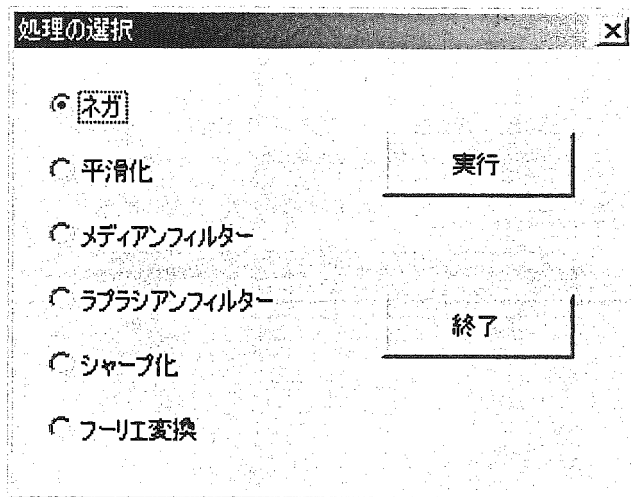


図 3 - 5

- ・ **実行** ボタン (cmd 実行) クリック時のイベント  
オプションボタンにより選択された処理を実行します。結果として、処理後の画像データがワークシート 処理後 に表示されます。
- ・ **終了** ボタン (cmd 終了) クリック時のイベント  
処理の実行をキャンセル、または終了し、フォームを閉じ、元の Excel ワークシート画面に戻ります。

### 3.5 オプションボタン

ユーザーに、複数の項目の中から、1つを選択させる必要がある場合に使用します。ここでは、上記のユーザーフォーム 処理の選択 上に 6 個配置し、ユーザー側のマウスクリックにより、6 種類の処理のうち 1つを選択できます。デフォルトでは、opt1 (ネガ) が選択されています。

### 3.6 メッセージボックス

これは、コントロールではありませんが、プログラム実行中にエラーが発生した場合などにユーザーにメッセージを伝える必要がある場合に使用します。(図 3 - 6)

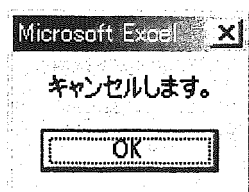


図 3 - 6

### 3.7 メインプログラム

6 種類の画像処理のメインプログラムは、VBAProject-標準モジュール-Module1 に記述します。各処理のプログラムは、Sub 処理 1 ~ Sub 処理 6 までのマクロとして登録されます。ユーザーがオプションボタンにより選択した処理の項目により、これらのマクロが呼び出され、実行されます。



## 4. デモンストレーション

当日の発表では、デモンストレーションとして、実際に、Windows マシンを使用し、何もない状態から、画像処理.xls というアプリケーションを作製し、予め用意した画像に対して画像処理を実行します。本稿では説明出来なかった部分に関しても、説明を加えながら進める予定です。尚、発表で示した方法は、一つの例であり、必ずしもこの通りにしなければならないというものではありません。

プログラムに関しては、時間の都合上、テキストファイル p-main.txt、p-sheet.txt、p-form.txt に予め作製しておいたものを随時、貼り付けて使用します。尚、処理の都合上、多少の待機時間が生じる場合がありますが、御了承願います。

## 5. おわりに

Excel VBA の使用により、基礎的な画像処理が実践可能であることを、証明しました（当日、証明予定）。画像処理に Excel を使用することの大きな利点としては、まず、Excel ワークシートの 1 セルが画像の 1 画素に対応していて、画像というものを直感的に理解しやすいことが挙げられます。さらに、実際に処理の前後で画素値の変化を確認できます。また、全ての処理を自動で行うだけでなく、ネガ、平滑化、メディアンフィルターのような簡単な処理に関しては標準的な表計算機能を使用して手作業で実行することもできます。以上の三点に関しては、初学者レベルにおける画像処理の教育という点でも有効でないかと考えます。

処理時間に関しても、C 言語よりは、多少時間を要するものの、アプリケーションとしては十分に実用可能であると言えます。今回は、発表の都合上、モノクロ画像で、6 種類の処理項目に限定しましたが、さらに多機能で便利なアプリケーションを作製することも可能です。

最後に、今回の発表で作製した 画像処理.xls を欲しい方、プログラムの詳細が欲しい方、等おられましたら、私、須澤まで御一報下さい。個人的使用に限り無料で配布いたします。

## 参考文献

[1] Reed Jacobson : Microsoft Excell2000 VBA 実践講座 , 日経 BP ソフトプレス

[2] 谷尻かおり : はじめての VisualBasic6 , 技術評論社

[3] 八木伸行、井上誠喜 他 : C 言語で学ぶ実践画像処理 , オーム社

[4] 田村秀行 (監修) : コンピュータ画像処理入門 , 総研出版

## 緒言

固体試料の原子吸光装置への導入方法が各種検討されています。固体試料を直接分析する固体直接導入型、分散試料導入型、溶液として固体試料を分析する分解溶液導入型（昨年度の技術実習）、抽出溶液導入型等に分類できると思います。今回は試料導入と前処理が比較的容易な分散試料導入型について検討した結果、固体試料を7%ポリエチレングリコール溶液中で分散させ測定するという迅速・簡便なガリウムの分析法を考案しました。しかしながら環境試料中のガリウムは極微量であるため原子吸光分析する際問題が残りました。そこで、感度、精度を向上させる目的でモデファイヤーの検討も行いました。

## 装置

日立製 Z-9000 形多元素同時分析原子吸光分析計とチューブキュベット (G)、パイロキュベット (Pyro) と各々のキュベットの表面に Ti をコーティングしたタイプ (Ti-G、Ti-Pyro) の計 4 種類を組み合わせ使用しました。超音波洗浄機は本多電子製 W-113 形、天秤は A&D 製 ER-180A 形を使用しました。

## 試料及び試薬

試料は地質調査所岩石標準試料 JB-2（火成岩）を用い基礎検討を行いました。Ti コーティングにはキシダ化学製原子吸光用（1000ppm）から 250ppm/0.1M HNO<sub>3</sub> 溶液を調整し、分散剤には和光純薬製一級ポリエチレングリコール（PEG、分子量 20000）から 7% 溶液を調製し使用しました。

Table 1

( ) : Ti coating

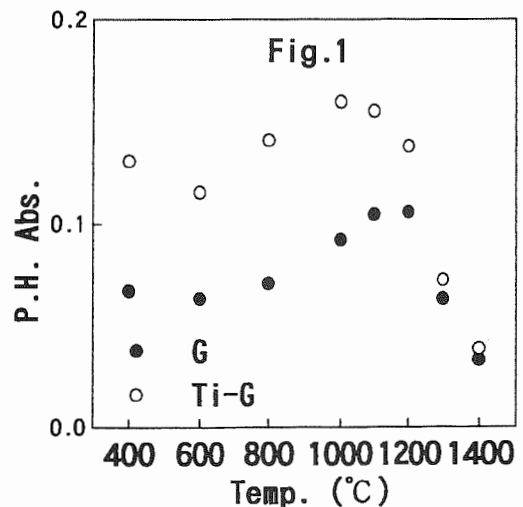
Step	Start temp. (°C)	End temp. (°C)	Time ( s )
Dry	80	120	30 (60)
Ash	1000 ( 200)	1000	30 (60)
Atom	2900 (1000)	2900 (1000)	5
Clean	3000 (1000)	3000 (1000)	3

## 測定条件

温度プログラムは表 1 に示しました。測定波長 287.4nm、試料導入量 10  $\mu$  l、時定数 0.02 秒、測定回数 3 回とし、吸光度は P. H. 法で測定しました。

## Ti コーティング

キュベットを装置に装填した状態で加熱する手法を用いコーティングは行いました。キュベットにモデファイヤー溶液 40  $\mu$  l を導入し、Table1 の温度プログラムを 10 回繰り返すことにより容易に行うことができました。4 種類のキュベットの感度比較を行った結果、Ti コーテ



イングしないタイプよりしたタイプの感度が良く、その上 G タイプより Pyro タイプの感度が良いことが判りました。しかし Ti-Pyro は寿命が短いという問題がありました。そこで、G タイプと Ti-G タイプの2種類について詳細に検討しました。

### 灰化温度の検討

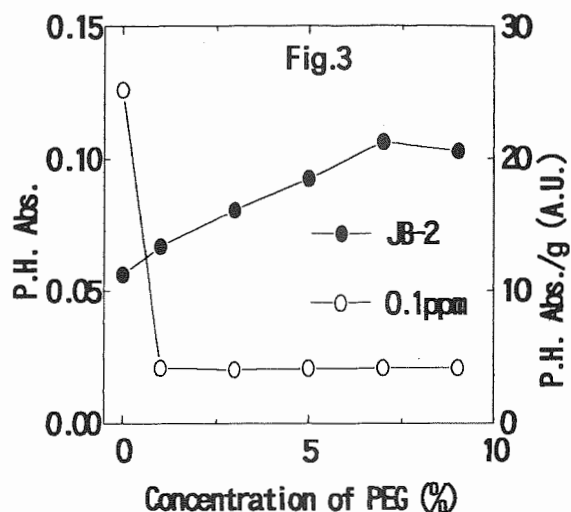
両タイプ共挙動は類似していますが、G タイプの場合 1100、1200℃、Ti-G タイプの場合 1000℃ が最高感度を示しました(Fig.1)。

### 検量線

灰化温度 1000℃での感度の比較を行い、Ti コーティングすることにより、感度が 2 倍程度になりました(Fig.2)。その時の G タイプと Ti-G タイプの精度は 11%と 8%でありました。

### 試料溶液の調製

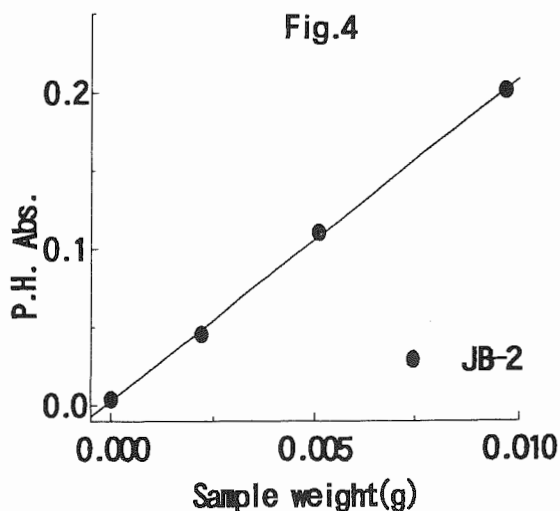
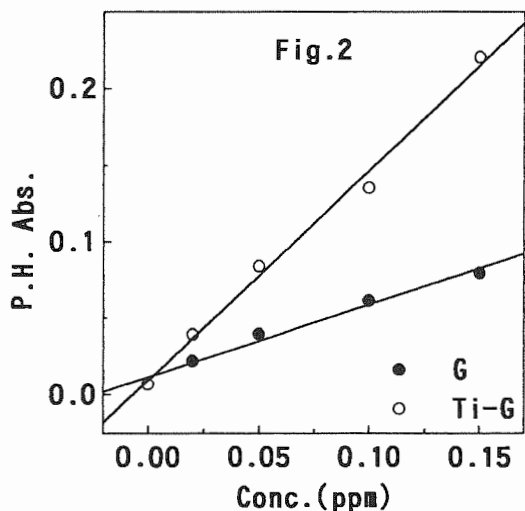
コニカルビーカーに PEG15g を分取後、沸騰させた純水を加え、さらに湯浴上で完全に溶解します。30 分間冷却後 50ml とし 30%PEG 保存溶液としました。測定の都度この PEG 溶液から各濃度の PEG 溶液を調製します。マイクロチュ



ーブに固体試料を分取後、PEG 溶液 1ml を添加し超音波洗浄機で測定する直前まで分散させた溶液を原子吸光分析しました。

### PEG 濃度の検討

試料溶液 1 ml (試料導入力 10  $\mu$ l)、固体試料量約 0.005 g とし分散させたときの PEG 濃度の検討を行いました (Fig. 3)。単位重量当りの吸光度が 7%までは濃度の増加と共に感度の上昇も見られました。したがって、PEG 濃度をコントロールすることにより感度を制御することが



できます。

### 試料量の検討

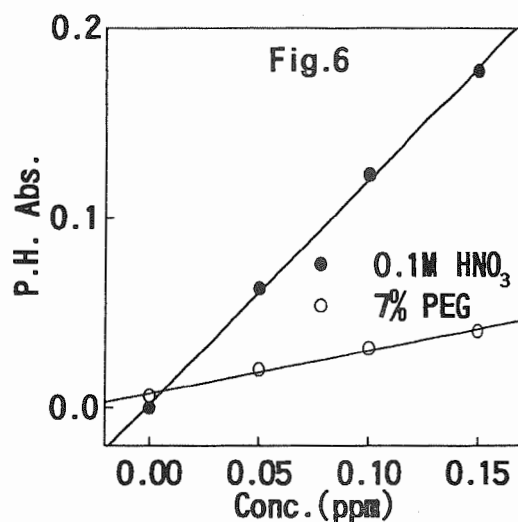
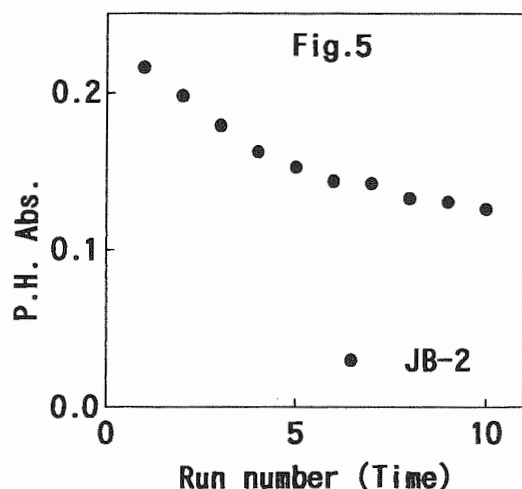
PEG 濃度を 7% とし分散させたときの固体試料量の検討 (Fig. 4) を行いました。試料量を増加させ、検討した 0.01 g まで直線関係がありました。

### 測定回数の検討

3 回までの測定の精度は 9% であり、10 回までの場合 19% でありました。測定回数を増やすと精度が悪くなり、また感度も低下しますので、測定回数は 3 回と設定しました (Fig. 5)。

### 標準溶液を用いる分析

標準溶液/0.1M  $\text{HNO}_3$  の原子吸光シグナルは PEG が共存する場合にのみ吸光度が著しく低下する現象が見られました (Fig. 3 及び 6)。これは PEG が Ti-Ga 金属間化合物の生成に影響を与えるためと思われます。しかし岩石試料を分散させた場合、シグナルのピーク高さは標準溶液/0.1M  $\text{HNO}_3$  のシグナルとほぼ同じ吸光度を示し、標準溶液/0.1M  $\text{HNO}_3$  を用いて定量したところ  $17.4 \mu\text{g/g}$  と JB-2 の保証値  $17 \mu\text{g/g}$  と良く一致しました。



### 標準試料を用いる分析

マトリックスの類似した、岩石標準試料 JA-1, JR-1 を検量線として JB-2 を定量した結果、各々  $18.3$ 、 $18.4 \mu\text{g/g}$  でした (Fig. 7 及び表 2)。また、JB-2、JR-1 を検量線とした場合 JA-1 の定量値は  $15.5$ 、 $16.8 \mu\text{g/g}$ 、JB-2、JA-1 を検量線とした場合 JR-1 の定量値は  $14.8$ 、 $16.0 \mu\text{g/g}$  で保証値と 8% 以内であり良好な結果が得られました (表 2)。

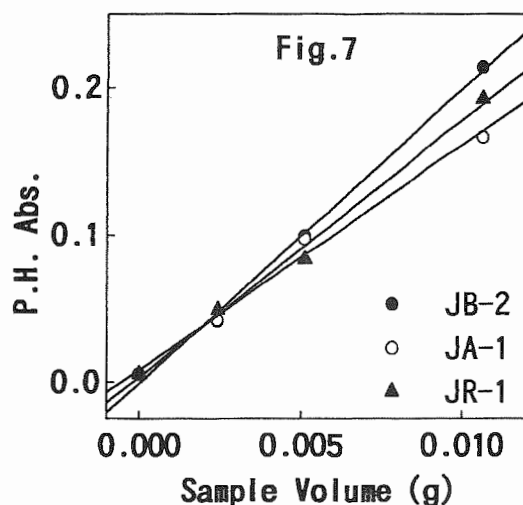


表 2	(μ g/g)			
岩石標準試料	JB-2	JA-1	JR-1	
保証値	17	16.7	16.3	
	JB-2	—	15.5	14.8
定量値	JA-1	18.3	—	16.0
	JR-1	18.4	16.8	—

## おわりに

固体試料を PEG 溶液に分散させ、標準溶液 /0.1M HNO<sub>3</sub> を用いて定量したところ保証値と良く一致しました。詳細な検討が必要であります  
が、興味ある結果が得られました。さらに動植物試料への適用について検討することが、今後の検討課題だと考えています。

# 天然ゼオライトを使用したコンクリートの圧縮強度と耐凍害性

土木開発工学科 猪狩 平三郎

## 1. はじめに

わが国では18道県に天然ゼオライト岩の産地がある<sup>1)</sup>。また、自然界には40種類以上にも上る様々なゼオライトが発見されており、人工ゼオライトも含め、多くの種類が知られている。天然ゼオライトは、農業用土壌改良材等に利用されている。

ゼオライトをコンクリート用混和材として使用した場合に、ゼオライトの特性である吸着、イオン交換性によるアルカリ骨材反応の抑制効果や強度増進効果などがあると報告されている<sup>2)3)</sup>。しかし、天然ゼオライトは、天然骨材と比較して強度が低い、空隙率や吸水率が高い、密度が小さいなどの欠点があるためにコンクリート用骨材としては実用化には至っていない<sup>4)</sup>。

そこで本研究では、ゼオライトの有効利用を図ることを目的として、細骨材の一部を天然ゼオライトと置換したコンクリート供試体を作成し、フレッシュコンクリートの性状、圧縮強度、耐凍害性について検討した。

## 2. 実験内容

### 2.1 使用材料及び配合

表1に使用材料を示す。試験練りの結果、天然ゼオライトを細骨材の一部と置換してコンクリートを練り混ぜた場合、ゼオライトが水に触れると崩れ、フレッシュコンクリートの粘性が増し、ゼロスランプになり施工が困難になることがわかった。ゼオライトを使用しない普通コンクリートとの比較検討には、配合を同一とするのが望ましく、流動化剤を使用することにした。

表2に配合を示す。ゼオライトは単位細骨材容積に対して5、10、15%置換している。A E 剤、流動化剤の使用量は、フレッシュコンクリートの空気量が $4.5 \pm 1.0\%$ 、スランプが $8.0 \pm 2.0\text{cm}$ になるように定めた。

本研究で用いたゼオライトは北海道東部で産出される天然ゼオライトで、表3にゼオライトの成分分析表を示す。表3からケイ酸、酸化アルミニウムを主成分とし、これに、カルシウム、カリ、酸化鉄、ナトリウム、マグネシウムをそれぞれ1~3%程度含有するゼオライトであるといえる。

### 2.2 供試体作成方法

表 1 使用材料

セメント (C)	普通ポルトランドセメント 密度： $3.16\text{g/cm}^3$ 、比表面積： $3360\text{cm}^2/\text{g}$
細骨材 (S)	札内川産幕別町依田 川砂 表乾密度： $2.65\text{g/cm}^3$ 、吸水率：1.87%、粗粒率：2.65
粗骨材 (G)	札内川産幕別町依田 川砂利 表乾密度： $2.65\text{g/cm}^3$ 、吸水率：1.46%、粗粒率：6.99
ゼオライト (Z)	天然ゼオライト 密度： $2.47\text{g/cm}^3$ 、粗粒率：3.77
A E 剤	天然樹脂酸塩
流動化剤	高縮合トリアジン系化合物

表2 配合

配合 番号	ゼオライト 置換率 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					AE剤 (C×%)	流動化 剤 (C×%)
				W	C	S	Z	G		
1	0	55	40	155	282	747	0	1121	0.031	0
2	5					724	36		0.035	1.5
3	10					686	71		0.070	2.5
4	15					648	108		0.087	4.5

表3 ゼオライト成分分析表 (北海道立十勝農業試験場)

塩基交換容量(CEC) (130meq/100g)以上	水分	含有成分 (%)						
		ケイ酸	酸化アルミニウム	カルシウム	カリ	酸化鉄	ナトリウム	マグネシウム
	7.0%	63.3	12.9	3.3	2.8	1.7	0.9	0.7

## (1) 使用型枠

圧縮強度試験用型枠として鋼製円柱型枠(φ10×20cm)を、急速凍結融解試験用型枠として鋼製角柱型枠(10×10×40cm)を使用した。

## (2) ミキサ

強制練りミキサ(容量50リットル)を使用した。

## (3) 練混ぜ方法

配合番号1のゼオライトを使用していない場合(以下普通コンクリート)は、

- ①細骨材と粗骨材を空練りする。
- ②セメント、練混ぜ水、AE剤を添加し150秒間練り混ぜる。

配合番号2、3、4のゼオライトを置換したコンクリートでは、

- ①細骨材と粗骨材を空練りする。
- ②セメント、ゼオライト、練混ぜ水とAE剤を添加し120秒間練り混ぜる。
- ③ミキサを一時停止し、流動化剤を添加し30秒間練り混ぜる。

## (4) 打ち込み・締め固め・表面仕上げ

ミキサから排出直後、円柱供試体は2層に分け打ち込み、各層を棒形振動機を用いて締め固め、木づちで型枠の側面を軽く叩きエントラップトエアを抜いて仕上げた。角柱供試体は1層で打ち込み、円柱供試体と同様に仕上げた。

## (5) 供試体の採取方法

各バッチ(50リットル)からの供試体の採取方法を表4に示す。

## 2.3 養生

供試体は、型枠のまま恒温恒湿室(室温20℃、相対湿度85%)に約24時間置いた後に脱型し、所定の試験材齢まで標準養生(20℃水中)を行った。

## 2.4 試験方法

## (1) フレッシュコンクリート

空気量の測定は、JIS A 1128「フレッシュコンクリートの空気量の圧力による試験方法(空気室圧力方法)」に準拠して、練上がり直後の空気量を測定した。

スランプの測定は、JIS A 1101「コンクリートのスランプ試験方法」に準拠し

表4 供試体の採取方法

配合 番号	供試体 記号	円柱供試体		角柱供試体	
		番号	個数	番号	個数
1	No.1	1～9	9個	1～3	3個
2	No.2	1～9	9個	1～3	3個
3	No.3	1～9	9個	1～3	3個
4	No.4	1～9	9個	1～3	3個

て測定した。

コンクリート温度は、棒状温度計を用いて測定した。

単位容積質量は、JIS A 1116「まだ固まらないコンクリートの単位容積重量試験方法及び空気量の重量による試験方法（重量方法）」に準拠して求めた。

## (2) 硬化コンクリート

圧縮強度用供試体の作製は、JIS A 1132「コンクリートの強度試験用供試体の作り方」に準拠した。

見掛け密度、圧縮強度は、JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準拠して求めた。供試体は、材齢14, 28, 91日に試験に供した。

耐凍害性は、一層式自動凍結融解試験機を使用し、「コンクリートの凍結融解試験方法（JSCE-G501）」に準拠して、コンクリートの中心温度が最低 $-18^{\circ}\text{C}$ 、最高 $+5^{\circ}\text{C}$ になるように制御した。1サイクル4時間（1日6サイクル）の水中における急速試験を行った。

供試体は、材齢14日まで $20^{\circ}\text{C}$ 水中養生を行い、試験開始時の測定の後、凍結融解試験に供した。測定は、凍結融解36サイクル以内毎に行った。

測定項目は、一次共鳴振動数、質量、長さである。また、供試体の表面の劣化状態、破壊状態を観察するため写真撮影も行った。一次共鳴振動数、質量、長さからは、各々相対動弾性係数、質量減少率、長さ増加比を求めた。相対動弾性係

数、質量減少率は、「コンクリートの凍結融解試験方法（JSCE-G501）」の結果の計算に基づいた。

なお、長さ増加比は次式で求めた。

$$L_n = (l_n - l_0) / Y$$

$L_n$  :  $n$  サイクル時の長さ増加比 ( $10^{-3}$ )

$l_n$  :  $n$  サイクル時の供試体のダイヤルゲージの読み (mm)

$l_0$  : 0 サイクル時の供試体のダイヤルゲージの読み (mm)

$Y$  : 検長 (mm) (349mm : 実測値)

## 3. 実験結果

### (1) フレッシュコンクリートの性状

スランプ、空気量、コンクリート温度、単位容積質量等、フレッシュコンクリートの性状の測定結果を表5に示す。

### (2) 見掛け密度と圧縮強度

各材齢における見掛け密度と圧縮強度を表6に示す。

### (3) 耐凍害性

凍結融解試験開始時の各測定値を表7に示す。各サイクルにおける凍結融解試験結果を表8に示す。相対弾性係数、質量減少率、長さ増加比は供試体3個の平均値である。

耐久性指数を次式から求め表9に示す。

$$D.F. = P_n \times n / M$$

$D.F.$  : 耐久性指数

$P_n$  :  $n$  サイクルのときの相対動弾性係数 (%)

表5 フレッシュコンクリートの性状

配合番号	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	単位容積質量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
1	9.0	5.5	21.0	2305
2	7.5	3.9	22.0	2337
3	8.0	4.0	20.5	2327
4	10.0	3.8	21.0	2306



n : 相対動弾性係数が 60 % に達  
したときのサイクル数、あるいは

300 サイクルのいずれか小さいほう  
M : 300 (サイクル)

表 6 見掛け密度と圧縮強度

配合番号	見掛け密度 (kg/m <sup>3</sup> )			圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )		
	14日	28日	91日	14日	28日	91日
1	2403	2403	2371	24.6	30.6	35.1
2	2406	2413	2393	33.4	36.3	39.7
3	2353	2349	2372	30.2	34.3	35.6
4	2314	2317	2349	29.8	33.5	35.8

表 7 凍結融解試験開始時の測定値

配合番号	測定項目	供試体番号		
		1	2	3
1	一次共鳴振動数 (Hz)	2027	2020	2028
	質 量 (g)	9405.3	9441.7	9403.7
	ダイヤルゲージの読み (mm)	13.500	15.410	15.470
2	一次共鳴振動数 (Hz)	2035	2040	2037
	質 量 (g)	9579.2	9571.1	9498.4
	ダイヤルゲージの読み (mm)	15.390	15.390	13.385
3	一次共鳴振動数 (Hz)	2033	2039	2037
	質 量 (g)	9644.0	9688.9	9613.8
	ダイヤルゲージの読み (mm)	16.130	13.930	15.950
4	一次共鳴振動数 (Hz)	2025	2037	2028
	質 量 (g)	9430.5	9481.6	9509.9
	ダイヤルゲージの読み (mm)	15.330	14.840	14.985

表 8 凍結融解試験結果

供試体 1											
凍結融解回数	0	35	70	93	122	151	174	209	244	279	308
相対弾性係数(%)	100.0	98.3	98.1	97.3	96.3	96.1	96.1	94.6	93.8	91.7	90.6
質量減少率 (%)	0.00	-0.09	0.04	0.24	0.42	0.71	0.95	1.18	1.42	1.74	2.04
長さ増加比 (10 <sup>-3</sup> )	0.00	-0.01	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.09	0.13	0.15	0.17
供試体 2											
相対弾性係数(%)	100.0	98.5	97.6	95.9	94.1	92.8	91.6	88.8	87.1	81.9	78.6
質量減少率 (%)	0.00	0.02	0.21	0.40	0.69	1.05	1.38	1.89	2.41	3.01	3.58
長さ増加比 (10 <sup>-3</sup> )	0.00	-0.02	-0.03	-0.02	-0.01	0.02	0.05	0.11	0.16	0.19	0.21
供試体 3											
凍結融解回数	0	29	64	87	116	145	168	203	238	273	302
相対弾性係数(%)	100.0	96.1	93.2	90.5	87.0	83.5	76.7	69.4	58.7	45.5	35.4
質量減少率 (%)	0.00	0.02	0.24	0.43	0.72	1.14	1.66	2.20	2.73	3.35	3.91
長さ増加比 (10 <sup>-3</sup> )	0.00	-0.03	0.04	0.08	0.10	0.12	0.16	0.25	0.37	0.63	0.85
供試体 4											
相対弾性係数(%)	100.0	97.7	94.9	93.0	91.1	86.2	80.9	75.4	71.6	53.1	41.3
質量減少率 (%)	0.00	-0.07	0.02	0.15	0.36	0.60	0.87	2.28	2.95	3.45	3.87
長さ増加比 (10 <sup>-3</sup> )	0.00	-0.06	0.03	0.07	0.07	0.12	0.16	0.27	0.35	0.59	0.71

表9 耐久性指数

配合番号	No.1	No.2	No.3	No.4
耐久性指数	91.2	79.1	36.3	42.4

#### 4. 考察

本研究では配合条件を一定としているため、スランプの調整は流動化剤で、空気量の調整はAE剤の添加量により行った。図1にゼオライト置換率とAE剤、流動化剤の添加量の関係を示す。ゼオライトの置換率が増すにつれてAE剤、流動化剤の添加量が増えている。これは、ゼオライトの構造が多孔質なので練混ぜ水(AE剤を含む)の一部がゼオライト内部に吸収され、コンシステンシーが高くなったためと考えられる。

また、ゼオライトを15%置換したコンクリートでは、流動化剤の使用量がセメ

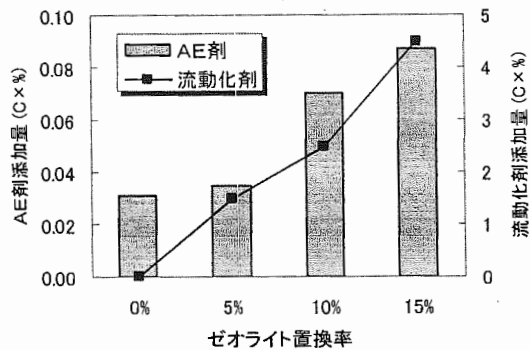


図1 ゼオライト置換率とAE剤、流動化剤の添加量

ント量の4.5%に達しており、流動化剤の使用標準値(1.5~4.0 C x %)を超えているほか、ゼオライトが水に触れると崩れ比表面積が増すため、短時間でゼロスランプとなり実用的ではないことが明らかになった。

図2に材齢14日、28日、91日の圧縮強度におよぼすゼオライト置換率の影響を示す。ゼオライトを置換したコンクリートの圧縮強度は、いずれの材齢においても普通コンクリートよりも高い値であっ

た。材齢14日の圧縮強度は、普通コンクリートの材齢28日の圧縮強度と同程度か、またはそれ以上の値を示している。これは、ゼオライトに含まれる $\text{SiO}_2$ がセメントの水和反応によって生じる $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と反応しC-S-H相を生成し、コンクリート強度の向上に寄与したためと考えられる<sup>4)</sup>。特に5%置換したコンクリートの材齢14日、28日、91日の圧縮強度は、普通コンクリートのそれぞれ1.35倍、1.18倍、1.13倍であった。しかし、10%、15%の置換率では、材齢28日で1.01倍、1.02倍と、頭打ちとなる傾向が認められる。これは、ゼオライトは一般にコンクリート骨材に比較して強度が低いことと、本研究で用いている天然ゼオライトは粘土鉱物を多く含み、軟質であるためと考え

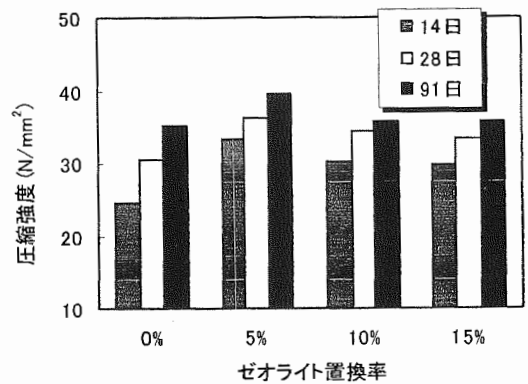


図2 ゼオライト置換率と圧縮強度

られる。

図3に普通コンクリートと天然ゼオライトを5, 10, 15%置換したコンクリートの凍結融解回数と相対動弾性係数の関係を示す。普通コンクリートとゼオライトを5%置換したコンクリートの凍結融解回数300回における相対動弾性係数は78

%以上であるのに対し、10～15%置換したコンクリートのそれは42%以下となった。このことから、本実験の条件下では、耐凍害性を得るためのゼオライト置換率

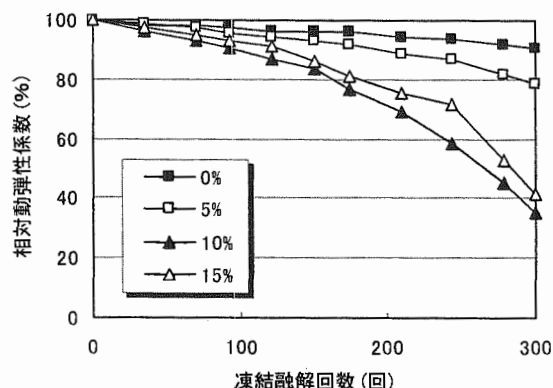


図3 凍結融解回数と相対動弾性係数

は5%が限度であるといえる。

図4に普通コンクリートと天然ゼオライトを5, 10, 15%置換したコンクリートの凍結融解回数と質量減少率の関係を示す。質量減少率の数値が大きくなるとコンクリート表層部からの劣化が進行していることを示している。ゼオライトの置換率が増すほど質量減少率が大きくなる傾向にある。これはゼオライト中の水分が、凍結融解作用により膨張し、表層部から劣化したためと考えられる。

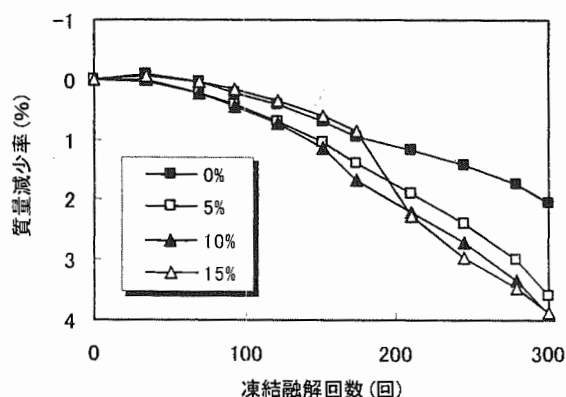


図4 凍結融解回数と質量減少率

## 5. 結論

ケイ酸、酸化アルミニウムを主成分としている天然ゼオライトを細骨材の一部

と5～15%置換した本研究の結果をまとめると以下ようになる。

- (1) 置換率の増加に伴いコンシステンシーが高くなり、流動化剤の添加量が増加する。
- (2) 特に15%置換した場合、流動化剤の添加量が使用標準値を超えるほか、スランプロスが大きく実用的ではなかった。
- (3) 置換率5%のとき圧縮強度が最も高く、耐凍害性も良好であった。
- (4) 置換率10、15%の場合、圧縮強度の増進が停滞し、耐凍害性を得られなかったことから、置換率の限度は5%程度と考えられる。

## 【謝辞】

本研究の遂行にあたり御指導いただいた鮎田耕一教授、ゼオライトの密度を測定していただいた平田広昭技官、実験、データ整理にご協力いただいたM2の永山明氏はじめ研究室の諸氏、岡田包儀技官に感謝申し上げます。

## 【参考文献】

- 1) 王 宗玉 他；天然ゼオライトを用いたコンクリートの強度特性に関する研究、セメント・コンクリート論文集、No. 44, pp. 210～215 (1990)
- 2) 馮 乃謙 他；コンクリートの強度増進材としてのゼオライトの有効性に関する研究、日本建築学会構造系論文報告集、No. 388, pp. 9～17 (1988)
- 3) 高橋 徹 他；天然ゼオライトによるコンクリートのアルカリ骨材反応抑制技術、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 16, No. 1, pp. 1099～1104 (1994)
- 4) 逸見 彰男, 坂上 越朗；灰から生まれる宝物のはなし、健友館 (1998)

# 技術実習テキスト及び受講者

## 技術実習Ⅰ 数値制御 (NC) 工作機械による機械加工 (ネームプレートの製作)

指導担当者	堂 田 誠 治	山 田 忠 永
受講者	相 田 雅 輝	猪 狩 平三郎
	宇 野 珠 実	大 内 均
	岡 田 包 儀	小 竹 正 敏
	菅 原 洋 子	布 川 裕
	土 方 正 範	百 武 欣 二
	平 田 広 昭	平 松 雅 宏
	松 田 弘 喜	森 脇 幸 伸
	山 根 美佐雄	輪 島 秀 則

## 技術実習Ⅱ 実験で学ぶOPアンプの基礎

指導担当者	久 松 茂	徳 田 奨
	松 本 正 之	
受講者	石 澤 真 也	大 森 誠 一
	奥 山 圭 一	小 畑 芳 弘
	佐 藤 敏 則	宿 院 信 博
	白 川 和 哉	杉 野 豪
	須 澤 啓 一	遠 国 秀 昭
	信 山 直 紀	橋 本 晴 美
	長谷川 稔	三 橋 恵 治
	宮 元 章 匡	山 田 洋 文

# 数値制御 (NC) 工作機械による機械加工

## (ネームプレートの製作)

機械システム工学科 実習工場

担当者 堂田 誠治、山田 忠永

### 1. はじめに

機械加工の自動化を考える場合、工作機械への指令情報の与え方、すなわち制御方式には以下の3方式がある (図1)。

1) SPC (sequence program control) 方式

2) TC (tracer control) 方式

3) NC (numerical control) 方式

SPC 方式は、自動車部品などの大量生産用の専用工作機械に多く採用されている方式であり、位置指令情報はドッグ (dog) がリミットスイッチ (limit switch) を押すことなどにより与えられる。

TC 方式は、プレス金型などの加工機械に用いられている方式であり、モデル形状を追従するトレサからの信号が位置情報を与える。

NC 方式は、各種制御指令情報を一連のデジタル情報としてプログラム化し、これを穿孔テープなどの記憶媒体に記憶させておいて工作機械を制御する方式である。多品種少量生産に対し、制御プログラムを変更するだけで対応できる柔軟性 (flexibility) と高能率に加工を行う生産性 (productivity) を兼ね備えた最も優れた制御方式である。今日では、その優れた加工機能はもちろん、融通性のある自動機械として工場の自動化には欠くことのできないものとなっている。

今回の技術実習では、数値制御 (NC) 工作機械の概要を学ぶとともに、加工 (ネームプレートの製作) を通して、より一層の理解を深めることを目的とする。

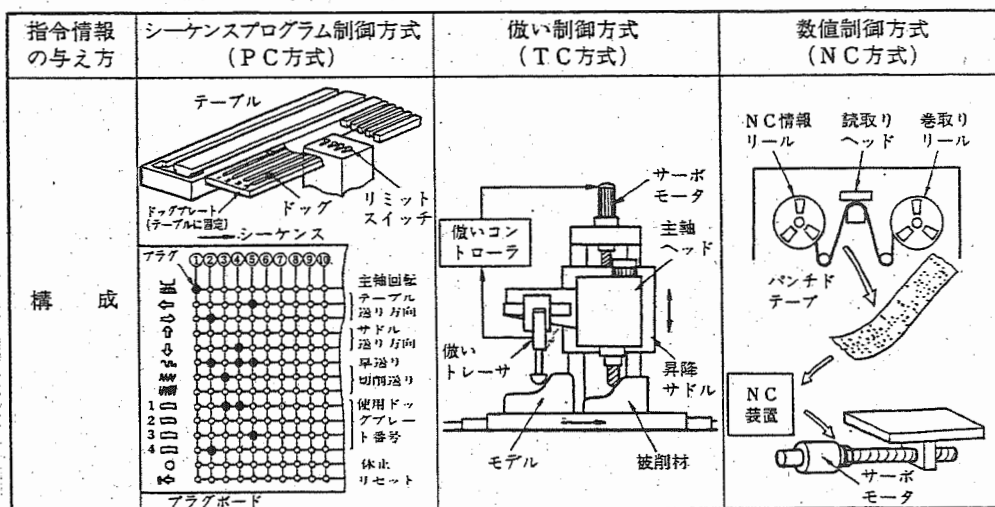


図1 加工の自動制御のための主な制御指令情報の与え方

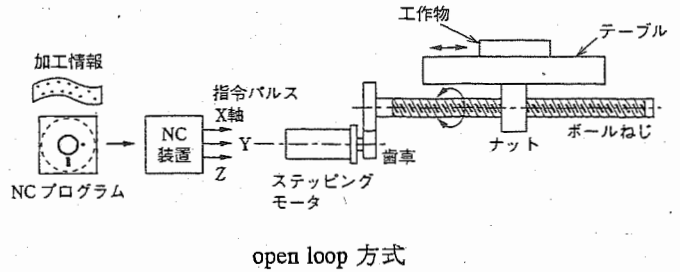
## 2. 角軍 言兌

### 2-1 NC 制御システムの構成

NC 制御システムは入力部、演算部、サーボ駆動部、検出部などで構成される。フィードバック回路の構成により、サーボ駆動部には次の諸方式がある (図 2)。

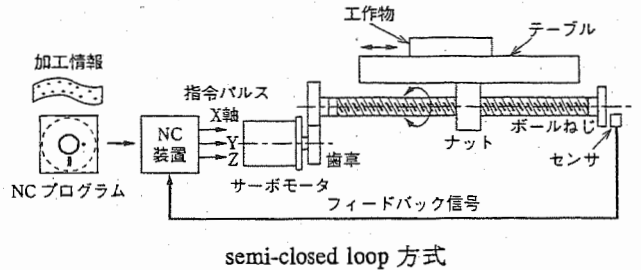
#### 1) 開ループ (open loop) 方式

駆動モータにパルスモータを用いて、指令パルスで駆動する。位置検出器やフィードバック回路を持たないので構造は簡単であるが、パルスモータの回転精度、変速機およびボールねじの精度など、駆動系の精度が加工精度に直接影響する。



#### 2) 半閉ループ (semi-closed loop) 方式

位置の検出をサーボモータの軸、あるいはボールねじの回転角で行う。ボールねじの精度エラーやバックラッシュなどがあると、テーブルの実際の移動量はボールねじの回転角に正確に比例しない。しかし高精度のボールねじの開発や、バックラッシュ補正などの採用により実用上精度の問題はほとんど解決され、大部分の NC 工作機械は、この方式を採用している。



#### 3) 閉ループ (closed loop) 方式

特別に精度の必要とする工作機械や大型の機械で用いられる。工作機械のテーブルやサドルなどの可動部分に磁気スケールなどのセンサを取付け、工作物の位置を直接検出して、この検出値をフィードバックする。

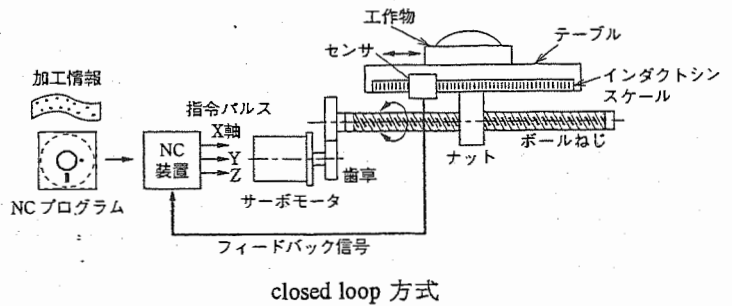


図 2 サーボ回路の構造

### 2-2 NC 装置

NC 装置は、数値制御で与えられる加工指令情報で機械を自動制御する装置であり、演算制御部とサーボモータ駆動部で構成される (図 3)。NC 装置では基本的機能 (入出力制御、演算処理、サーボ制御、補正制御、固定サイクル制御など) が電子回路で構成されている。従ってハードワイヤード NC とも呼ばれる。

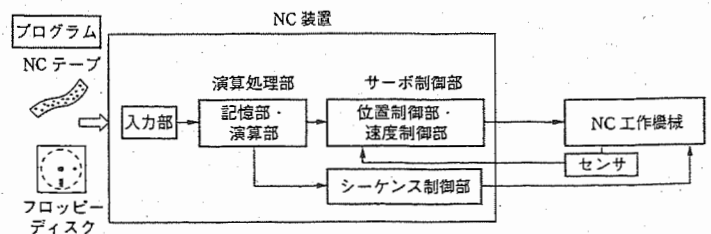


図 3 NC 装置の構成

CNC は、マクロプログラミング機能、対話型プログラミング機能、工具系路の3次元表示機能などの他、拡張入力言語(Pascal, Basic)の使用など多くの機能を有しており、マルチCPU方式も採用されつつある。現在では、NC といえば CNC を指すようになっている。

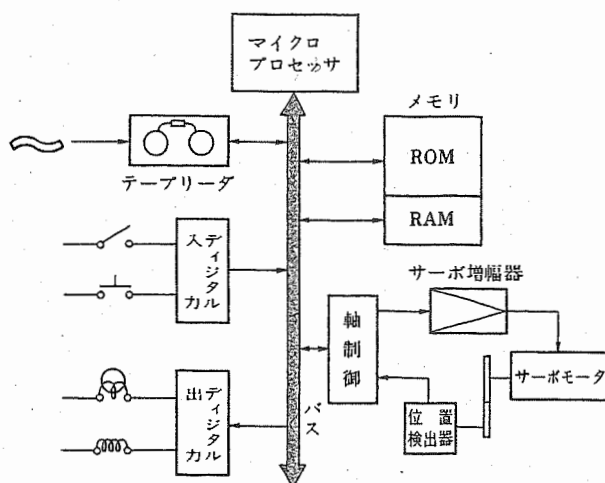


図4 CNC装置の基本的構成

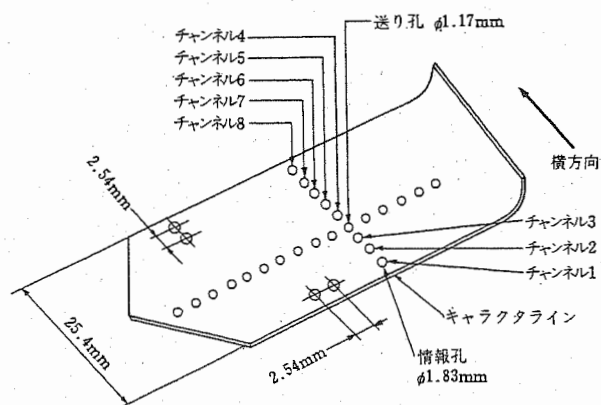
## 2-3 入力部

NC 指令情報を NC 装置に与えるには、次の 3 方式がある。

- 1) テープリーダーから入力
- 2) MDI (manual data input) から入力
- 3) メモリに直接入力

テープ入力方式でNC指令情報を与える場合、一般に穿孔テープが用いられる。図5のように、1インチ幅に8列の穴と送り穴があげられ、この穴の組み合わせにより、英文字、数字、記号などを表している。テープコードにはEIA規格とISO規格の2種類がある。EIA規格ではパリティチェックが奇数、CRがEOB信号となる。ISO規格では偶数でパリティチェックを行い、LFがEOB信号となる。

MDI 方式は、オペレータが NC 装置のキーボード、スイッチ、CRT などからデータを入力しながら運転したり、それを RAM に記憶させて繰り返し運転を行う方式である。対話形プログラミング機能を備えた CNC では、CRT に表示される質問に答えたり、メニューの項目を選択して、数値を代入するだけでプログラムが完成する。



1234567890NGXYZRSFT. +- / SP

EIA コード

ISO コード

図 5 NC テープ

## 2-4 NC 制御方式

NC 工作機械の制御の方式には、その用途によって位置決め制御、直線制御、輪郭制御がある。

### 1) 位置決め制御

ボール盤作業、パンチプレス、スポット溶接などで加工位置を次々に決める場合に用いられる。移動の途中での加工は行わない(図 6)。

### 2) 直線制御

工具経路を多数軸同時に動かすのではなく、1 軸のみ制御し直線切削加工を行う。NC フライス盤や NC 中ぐり盤などに用いられる(図 7)。

### 3) 輪郭制御

直線補間や円弧補間などの補間演算機能を備えることによって、2 軸以上の運動の同時制御を可能にした方式であり、複雑な形状の加工が可能である(図 8)。

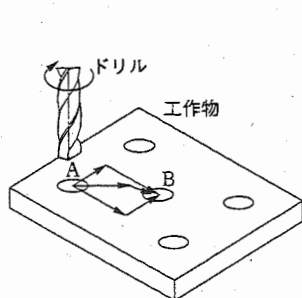


図 6 位置決め制御

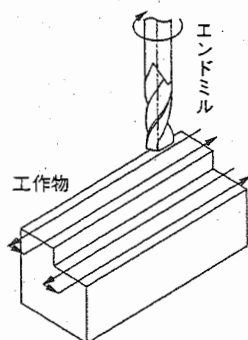


図 7 直線制御

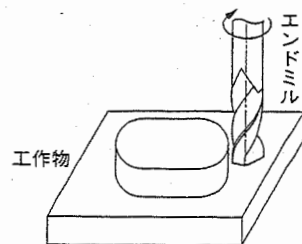


図 8 輪郭制御

## 2-5 NC プログラミング

部品図から加工手順や切削条件、工具の移動経路などを決定し、これを NC 装置が理解できる様式(テープフォーマット)でプロセスシートに書く。この NC プログラムを NC テープやフロッピーディスクに記憶させ、これを NC 装置に入力する。これらの一連の作業を NC プログラミングという。

これには工具の移動経路や NC 工作機械への動作命令(主軸回転数、送り速度などの加工条件)などの情報を手計算で求める手動プログラミングと、工作物の形状寸法や工具の動きを自動プログラミング言語で記述(パートプログラム)し、これをコンピュータに入力し自動的に工具の移動経路の座標値などを計算させる自動プログラミングがある(図 9)。

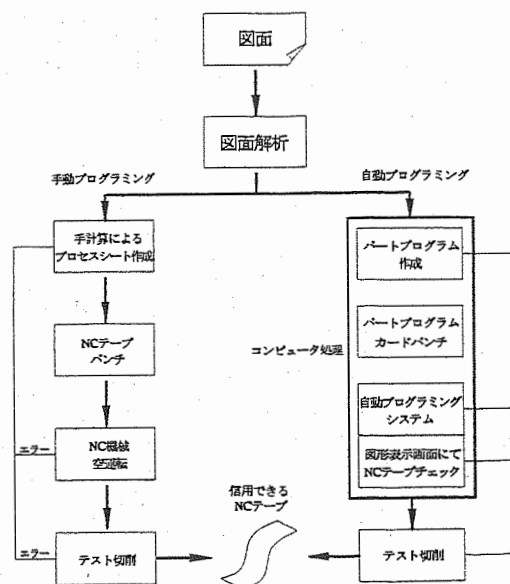


図 9 手動プログラミングと自動プログラミング



## (1) 座標軸

「NC 工作機械の座標軸と運動の記号」については JIS B 6310 に規定されている。工作機械の座標軸を決める場合、工作物に対して工具が動くという前提をし、図 10 に示す右手直交座標系を標準座標系としている。

プログラミングする時に考慮すべきおもな点

- 1) 標準座標系(右手直交座標系)を用い、それぞれの座標軸を X、Y、Z とする。
- 2) 工作物は固定とし、工具が工作物の周りを運動するものとしてプログラムする。

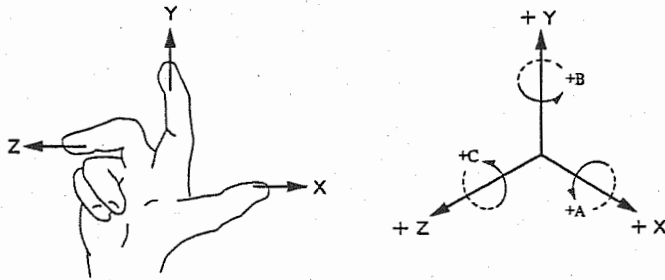


図 10 右手直交座標系

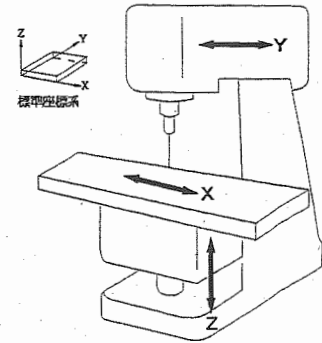


図 11 ひざ形フライス盤

## (2) 工具移動の方式

工具を移動させる方式には、アブソリュート (absolute: 絶対値) 方式とインクレメンタル (incremental: 増分値) 方式がある。

### アブソリュート方式

適当な座標系 (基準になる点を決める) を設定し、その座標系における座標位置を指令して、その位置まで工具を移動させる方法 (図 12)。

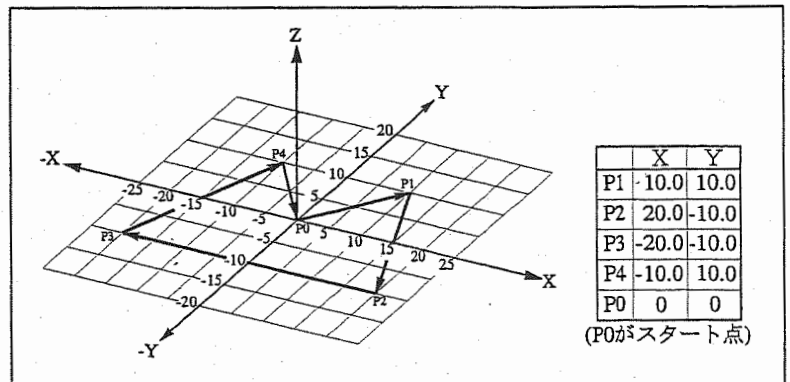


図 12 アブソリュート方式

### インクレメンタル方式

工具の現在位置から次に移動する位置までの移動量と方向を指令する方法 (図 13)。

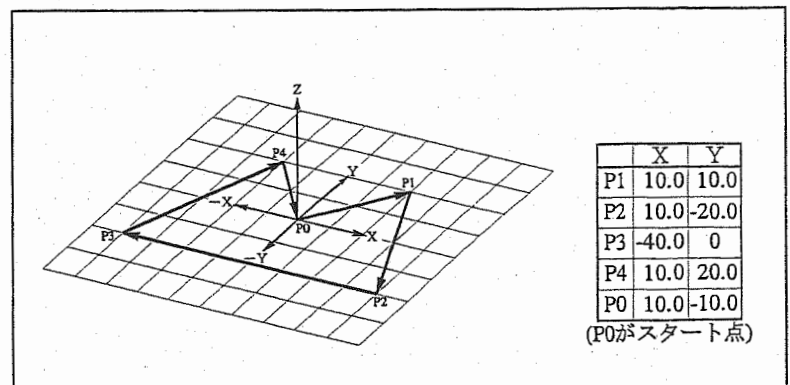


図 13 インクレメンタル方式

### (3) プログラムの構成

プログラムは、幾つかの指令により構成されている。その1つの指令の単位をブロックという。1つのブロックは エンド オブ ブロック コード(EOB;)により区別される(図14)。ブロックを構成する要素としてワードがある。さらにワードは、アドレスとそれに続く何桁かの数値により構成されている(図15)。

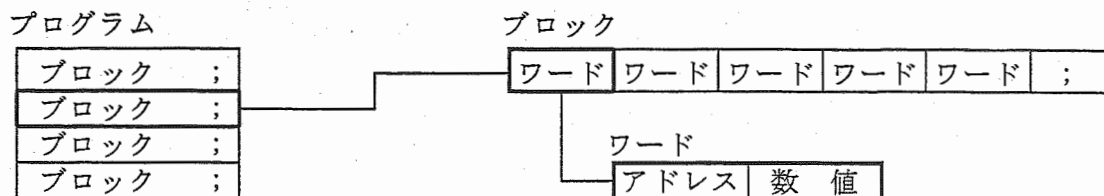


図14 プログラムの構成

<u>N</u>	<u>G</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>Z</u>	<u>F</u>	<u>S</u>	<u>T</u>	<u>M</u>	;
シーケンス 番号	準備機能	ディメンションワード			送り機能	主軸機能	工具機能	補助機能	

図15 1ブロックの構成

表1 主要な機能とアドレス

アドレス	機 能	意 味
O	プログラム番号	プログラム番号
N	シーケンス番号	シーケンス番号
G	準備機能	動作のモード(直線、円弧などを指定)
X,Y,Z I,J,K R	ディメンション ワード	座標軸の移動指令 円弧の中心座標 円弧の半径
F	送り機能	毎分送り速度
S	主軸機能	主軸回転数
T	工具機能	工具番号
M	補助機能	機械側での ON/OFF 制御
D,H	オフセット番号	オフセット番号

表2 準備機能 補助機能一覧

コード	機 能
G00	位置決め
G01	直線補間
G02	円弧補間/ヘリカル補間 CW
G03	円弧補間/ヘリカル補間 CCW
G54	ワーク座標系1選択
G90	アブソリュート指令
G91	インクレメンタル指令
M03	主軸正転起動
M04	主軸逆転起動
M05	主軸停止
M30	エンドオブプログラム

## 位置決め【G00】

指令された点まで工具を早送り速度で移動する。早送り速度は X,Y 軸 (6000mm/min), Z 軸 (3000mm/min) に設定されている。したがってアドレス F による送り速度の指定はできない。

フォーマット G00 IP\_\_;

IP: アブソリュート指令の時、工具の移動の終点の座標値  
インクレメンタル指令の時、工具の移動量

## 直線補間【G01】

指令された点まで F で指定した速度で直線に沿って移動する。F で指定した送り速度は新たに指令するまで有効なので、各ブロックに指定する必要はない。

フォーマット G01 IP\_\_ F\_\_;

IP: アブソリュート指令の時、工具の移動の終点の座標値  
インクレメンタル指令の時、工具の移動量  
F: 工具の送り速度

## 円弧補間【G02, G03】

指定された平面で円弧に沿って工具が移動する。

フォーマット

XpYp 平面の円弧 G17 {  $\begin{smallmatrix} G02 \\ G03 \end{smallmatrix}$  } Xp\_\_ Yp\_\_ {  $\begin{smallmatrix} I\_ \\ R\_ \end{smallmatrix} \begin{smallmatrix} J\_ \\ \end{smallmatrix}$  } F\_\_;

ZpXp 平面の円弧 G18 {  $\begin{smallmatrix} G02 \\ G03 \end{smallmatrix}$  } Xp\_\_ Zp\_\_ {  $\begin{smallmatrix} I\_ \\ R\_ \end{smallmatrix} \begin{smallmatrix} K\_ \\ \end{smallmatrix}$  } F\_\_;

YpZp 平面の円弧 G19 {  $\begin{smallmatrix} G02 \\ G03 \end{smallmatrix}$  } Yp\_\_ Zp\_\_ {  $\begin{smallmatrix} J\_ \\ R\_ \end{smallmatrix} \begin{smallmatrix} K\_ \\ \end{smallmatrix}$  } F\_\_;

### 指令フォーマットの説明

指令	説明
G17	XpYp 平面選択
G18	ZpXp 平面選択
G19	YpZp 平面選択
G02	円弧補間 時計回り (CW)
G03	円弧補間 反時計回り (CCW)
Xp	X 軸かその平行軸の移動量 (パラメータ No.1022 設定)
Yp	Y 軸かその平行軸の移動量 (パラメータ No.1022 設定)
Zp	Z 軸かその平行軸の移動量 (パラメータ No.1022 設定)
I	Xp 軸の始点から円弧の中心までの距離 (符号付き)
J	Yp 軸の始点から円弧の中心までの距離 (符号付き)
K	Zp 軸の始点から円弧の中心までの距離 (符号付き)
R	円弧の半径 (符号付き)
F	円弧に沿った送り速度

## 円弧補間の方向

時計回り (G02)、反時計回り (G03) というのは、右手直交座標系において  $X_p Y_p$  平面 ( $Z_p X_p$  平面、 $Y_p Z_p$  平面) に対して、 $Z_p$  軸 ( $Y_p$  軸、 $X_p$  軸) の正方向より負方向を見ていう (図 16)。

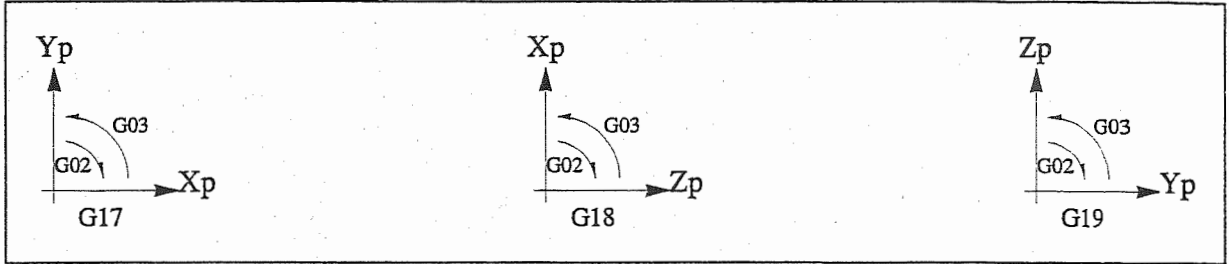


図 16 円弧補間の方向

## 円弧中心指定

円弧の中心は  $X_p, Y_p, Z_p$  に対応して、それぞれ、アドレス I, J, K により指令する。ただし、I, J, K につづく数値は、円弧の始点から中心を見たベクトルの成分で、常にインクリメンタル値で指令する (図 17)。I, J, K は方向に応じて符号をつける。

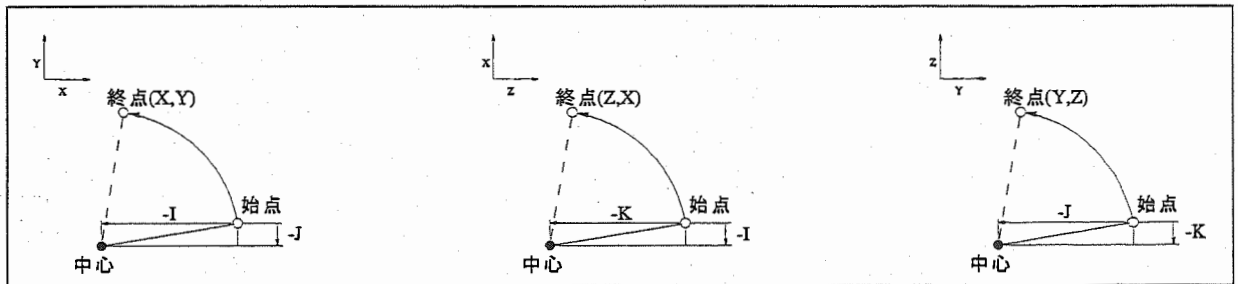


図 17 円弧中心指定

## 円弧半径指定

円弧の中心までの距離を I, J, K で指定するかわりに、半径 R で指定する。この場合、 $180^\circ$  以下と  $180^\circ$  以上の円弧が考えられる (図 18)。 $180^\circ$  以上の円弧を指令する場合には、半径を負の値で指定する。

(例)

①の円弧 ( $180^\circ$  以下) の場合

G91 G02 X60.0 Y20.0 R50.0 F300.0;

②の円弧 ( $180^\circ$  以上) の場合

G91 G02 X60.0 Y20.0 R-50.0 F300.0;

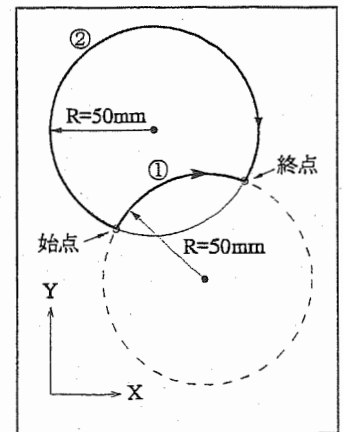
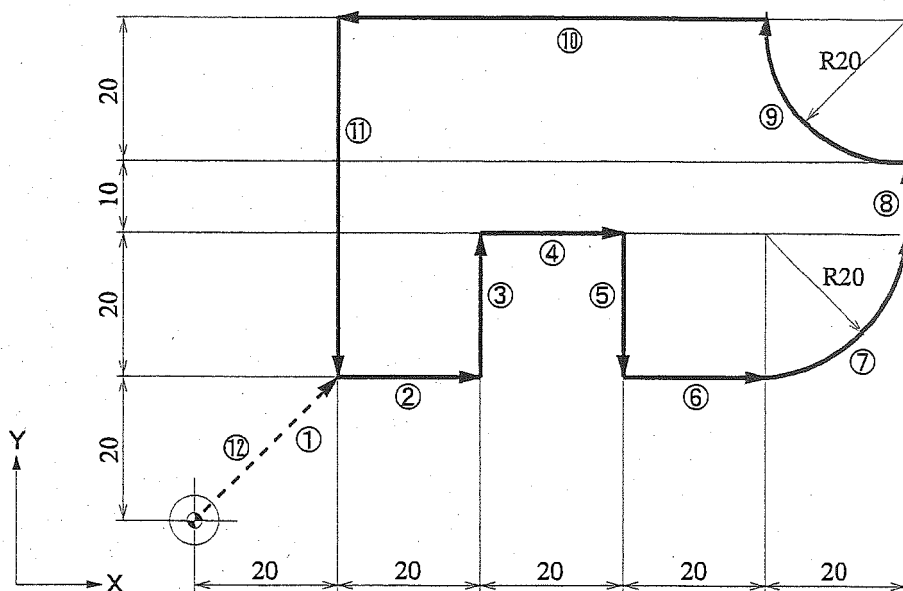


図 18 円弧半径指定



アブソリュート方式	インクレメンタル方式
G90 ; G54 X0 Y0 ; G00 X20.0 Y20.0 ; G01 X40.0 Y20.0 ; X40.0 Y40.0 ; X60.0 Y40.0 ; X60.0 Y20.0 ; X80.0 Y20.0 ; G03 X100.0 Y40.0 R20.0 ; (I0 J20.0) G01 X100.0 Y50.0 ; G02 X80.0 Y70.0 R20.0 ; (I0 J20.0) G01 X20.0 Y70.0 ; X20.0 Y20.0 ; G00 X0 Y0 ; M30 ;	G91 ; G00 X20.0 Y20.0 ; G01 X20.0 ; Y20.0 ; X20.0 ; Y-20.0 ; X20.0 ; G03 X20.0 Y20.0 R20.0 ; (I0 J20.0) G01 Y10.0 ; G02 X-20.0 Y20.0 R20.0 ; (I0 J20.0) G01 X-60.0 ; Y-50.0 ; G00 X-20.0 Y-20.0 ; M30 ;

#### 制限事項

- I0,J0,K0 は省略できる。
- I,J,K と R が同時に指令された場合、R による指定が優先され、I,J,K は無視される。
- Xp,Yp,Zp をともに省略し、終点が始点と同じ位置で、I,J,K を使用して中心を指令した場合は、360° の円弧（全円）を指令したことになる。
- Xp,Yp,Zp をともに省略し、終点が始点と同じ位置で R を使用した場合は、0° の円弧となる。
- 始点での半径値と終点での半径値の差が許容値（パラメータ (No.3410)）を越えた場合は PS アラーム (No.020) となる。

### 3. 実習方法

図 19 に示すように NC 工作機械による加工手順は、図面から加工情報を読みとり、それを検討しプログラムをつくり、NC 装置に入力して NC 工作機械を動かし製品を完成させる。

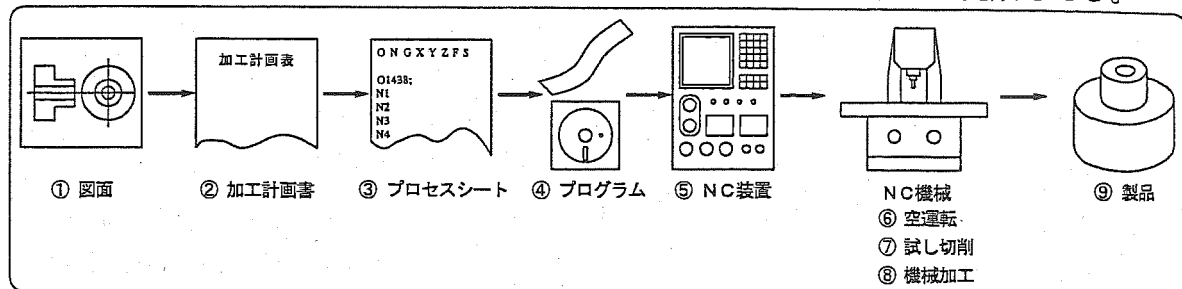


図 19 加工までの流れ

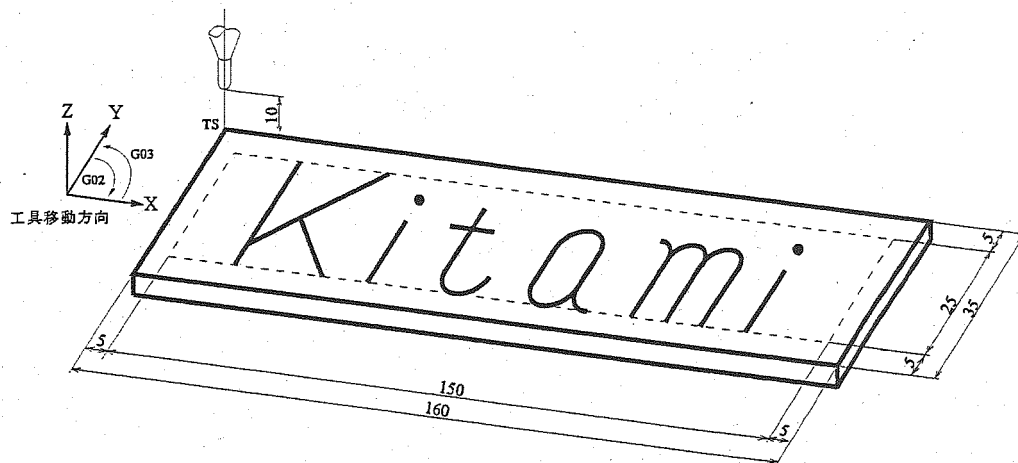
#### (1) 実習機器及び材料

本 体	AHNC74-A4 ((株) 牧野フライス製作所)
制御装置	プロフェッショナル A (16M) ・ FANUC Series16-MC
電 動 機	AC サーボモータ (送り軸駆動用)
制御軸数	3 軸 (同時 3 軸) 手動 2 軸
主軸速度	250 ~ 8000rpm
送り速度	手動送り速度 1 ~ 2400mm/min 早送り速度 (X 軸, Y 軸) 6000mm/min (Z 軸) 3000mm/min
指令方法	インクレメンタル方式
使用工具	ボールエンドミル (φ 3、2 枚刃)
ワ ー ク	アクリル板 (160 × 35 × 5)
加工範囲	破線枠内 (150 × 25)
スタート点	TS 点 (ワーク表面より 10mm 上)

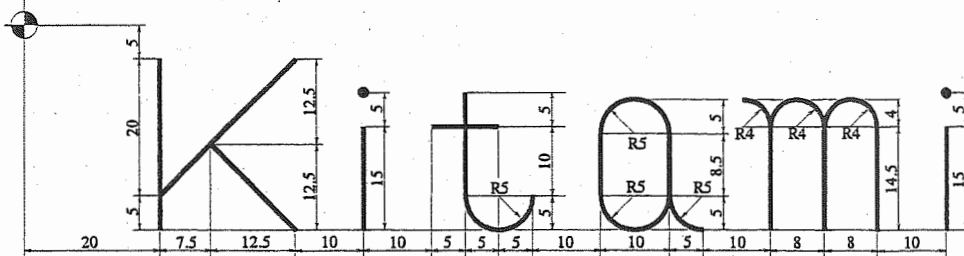
#### (2) 切削条件

切削速度	40m/min (S4000)
送り速度	300mm/min (F300)
切込み量	1.0mm

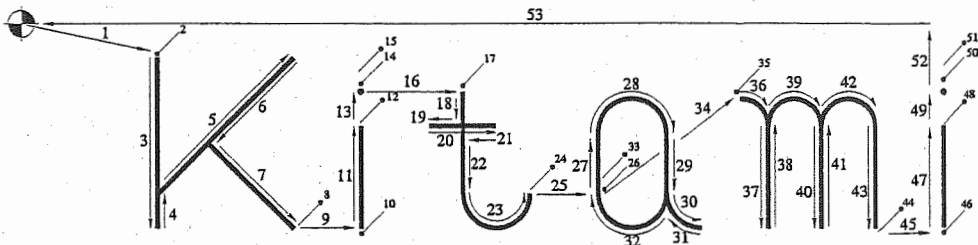
#### (3) ワーク寸法



寸法詳細図



## 加工順序



## プロセスシート

O1234;  
G91;  
/ S4000 M03;  
G01 X20.0 Y-5.0 F300;  
Z-11.0;  
Y-25.0;  
Y5.0;  
X20.0 Y20.0;  
X-12.5 Y-12.5;  
X12.5 Y-12.5;  
Z11.0;  
X10.0;  
Z-11.0;  
Y15.0;  
Z11.0;  
Y5.0;  
Z-11.0;  
Z11.0;  
X15.0;  
Z-11.0;

```

1 Y-5.0;
2 X-5.0;
3 X10.0;
4 X-5.0;
5 Y-10.0;
6 G03 X10.0 R5.0;
7 G01 Z11.0;
8 X10.0;
9 Z-11.0;
10 Y8.5;
11 G02 X10.0 R5.0;
12 G01 Y-8.5;
13 G03 X5.0 Y-5.0 R5.0;
14 G02 X-5.0 Y5.0 R5.0;
15 X-10.0 R5.0;
16 G01 Z11.0;
17 X21.0 Y13.5;
18 Z-11.0;
19 G02 X4.0 Y-4.0 R4.0;

```

18	G01 Y-14.5;
19	Y14.5;
20	G02 X8.0 R4.0;
21	G01 Y-14.5;
22	Y14.5;
23	G02 X8.0 R4.0;
24	G01 Y-14.5;
25	Z11.0;
26	X10.0;
27	Z-11.0;
28	Y15.0;
29	Z11.0;
30	Y5.0;
31	Z-11.0;
32	Z11.0;
33	G00 Y10.0;
34	X-136.0;
35	M05;
36	M30;

37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53

#### 4. 参考文献

- 1) 山岸正謙 著：図解 NC 工作機械の入門，東京電機大学出版局(1986)。
- 2) 横山哲男 著：NC 加工プログラミングと活用技術，啓学出版(1990)。
- 3) 土屋喜一 監：ハンディブック機械，オーム社(2000)。
- 4) FANUC Series 16-MC 取扱説明書

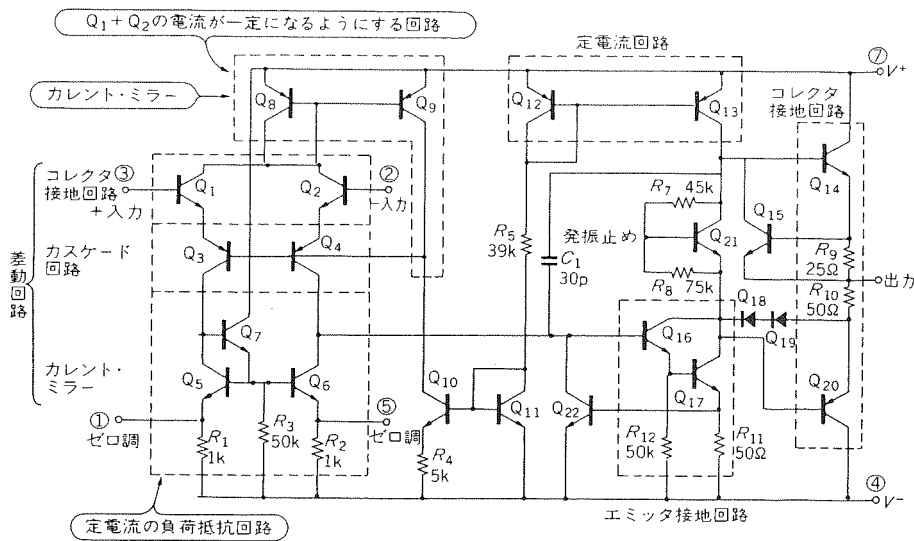
# 実験で学ぶOPアンプの基礎

担 当    電気電子工学科    久松   茂    徳田   奨    松本   正之

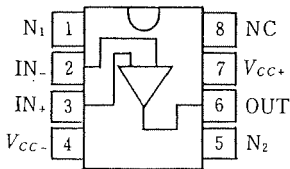
## 1 はじめに

OPアンプとはオペレーショナル・アンプリファイヤ（operational amplifier）の略称で、演算増幅器とも呼ばれ、今日ではIC化され汎用のアナログ集積回路（analog integrated circuit）として広く利用されている。

OPアンプは、簡単にいえば高利得（ $10^4 \sim 5 \times 10^5$  程度）、高入力インピーダンス（数  $100k \Omega \sim$  数  $M \Omega$  程度）、低出力インピーダンス（ $100 \Omega$  以下）を持つ増幅回路に負帰還（negative feedback）をかけた増幅器である。図1に、汎用OPアンプICのピン配置、外観および内部回路を示す。OPアンプICのパッケージには、長方形のDIP（dual in-line package）型、DIP型を小型化したSOP（small out-line package）型そしてメタルキャンタイプのTO-5型などがある。



(c) OPアンプの内部回路



(a) ピン配置



(b) 外観 (DIP)

図1 汎用OPアンプIC (μA741)



当初、OPアンプはアナログコンピュータに使用する線形演算増幅器の中核となって、各種の数学的演算をする高利得な広帯域増幅器のことを指していた。しかし、現在ではOPアンプの用途は単に演算機能を必要とする分野にとどまらず、各種アナログ回路へ利用が広がり、きわめて便利な汎用のアナログ集積回路デバイスとして広く利用されている。

今回の技術実習では、OPアンプを用いた反転増幅回路、非反転増幅回路および電圧フォロワ回路について基礎的な実験を行い、その動作を理解することを目的とする。

2 動作原理

2. 1 回路記号と基本動作

OPアンプを表示する場合、図2の回路記号が用いられ、2本の入力端子と1本の出力端子を出して示される。－符号の付いている入力端子は、ここに入力される信号が反転され出力に増幅されて出てくることから、反転入力端子と呼ばれる。＋符号の付いている入力端子は、ここに入力された信号は反転せずに増幅されて出てくることから、非反転入力端子と呼ばれる。

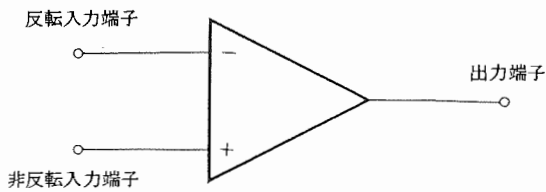


図2 OPアンプの回路記号

図1(a)に示すように実際のOPアンプには回路記号に示した端子以外に、電源端子 ( $V_{CC+}, V_{CC-}$ )、オフセット調整用の端子 ( $N_1, N_2$ )、その他にこのパッケージにはないが位相補償回路用の端子などがある。OPアンプを使用した回路図では、オフセット調整用の端子、電源端子、位相補償用の抵抗やコンデンサおよび電源端子に接続されるバイパスコンデンサなどは、一般に省略されて示されることが多い(図3)。

OPアンプの2本の入力端子の一方を基準電圧(接地)にすることによって、図4に示すように出

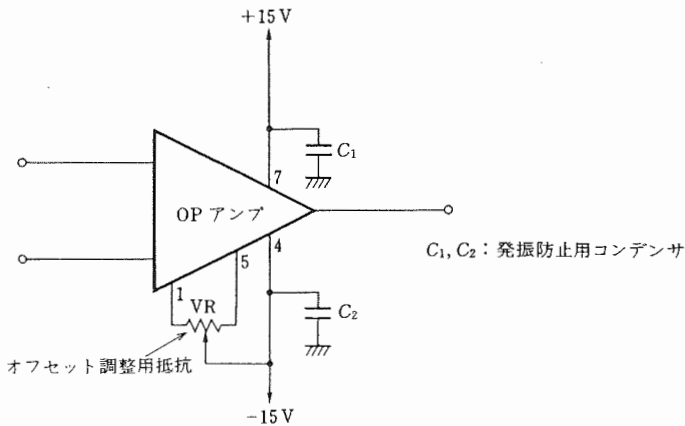
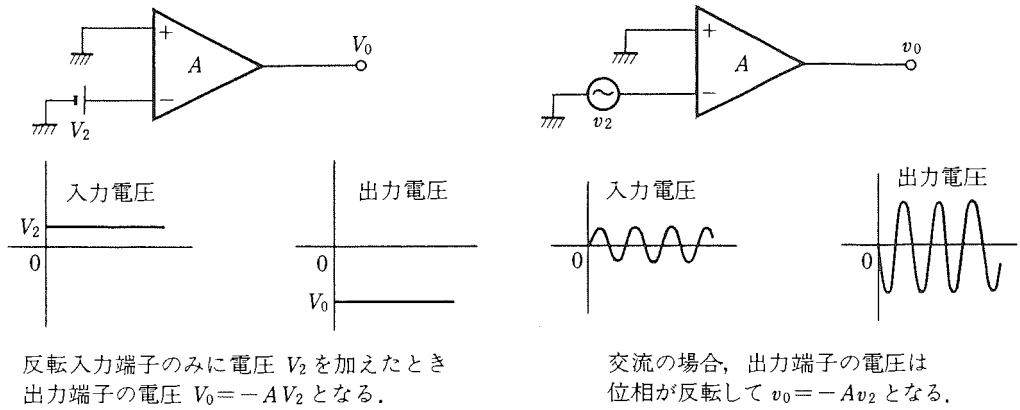


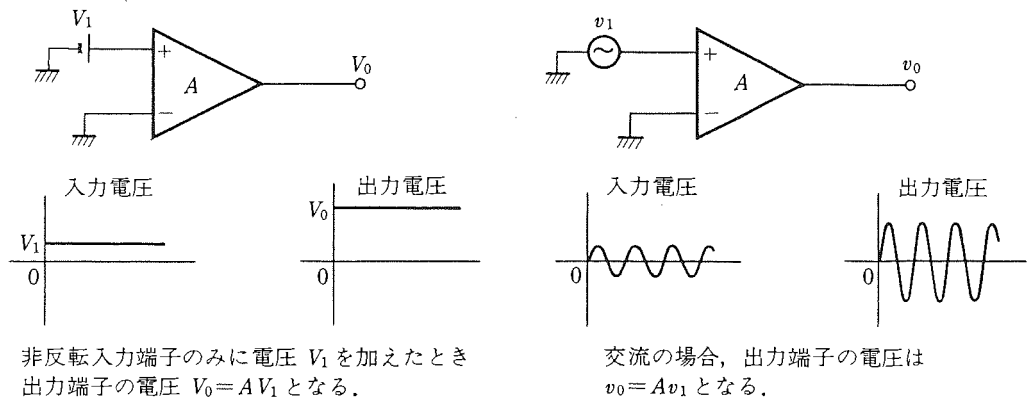
図3 回路図で省略される端子と接続部品 (μA741)

力される信号は反転したり、非反転したりする。また、OPアンプは入力回路が差動増幅回路で構成されているので、2本の入力端子に加わった電圧の差が増幅されて出力される。

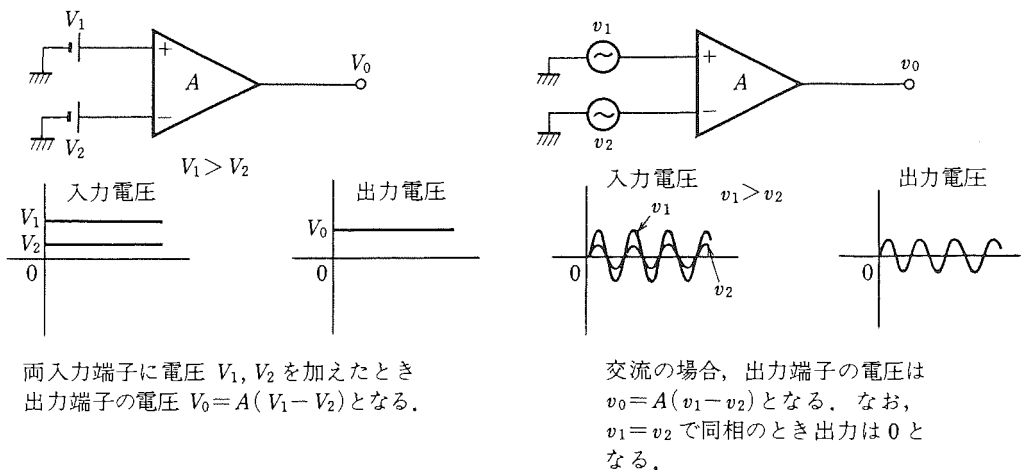
したがって、図（a）のように非反転入力端子を接地し、反転入力端子に信号を加えたとき、入力信号はA倍に増幅されて逆相で出力される。また、図（b）のように反転入力端子を接地し、非反転



（a） 反転入力端子に入力信号を加えた場合



（b） 非反転入力端子に入力信号を加えた場合



（c） 両入力端子に入力電圧を加えた場合

図4 OPアンプの基本動作

入力端子に信号を加えたとき、入力信号はA倍に増幅されて同相で出力される。さらに、図(c)のように非反転入力端子、反転入力端子にそれぞれ  $v_1$  ( $V_1$ )、 $v_2$  ( $V_2$ ) の信号を入力すると、 $A(v_1 - v_2)$  のように入力電圧の差がA倍に増幅されて出力される。なお、両入力端子に同一の信号を入力すると信号は相殺されて0となり、信号は出力されない。

## 2. 2 OPアンプの特性

次に、OPアンプの性能特性を表す主要なパラメータについて説明する。

### (1) スルーレート

スルーレート (SR:slew rate) は、入力信号の変化に出力電圧が追従できる度合いを示したものである。したがって、入力に大振幅のステップ入力電圧が加えられた時、出力電圧が  $1\mu\text{V}$  につき何Vの変化で追従するかを示す数値がスルーレートである。この値が大きいほど、応答性能がよいことになる。

$$SR = \Delta V / \Delta t \quad [\text{V}/\mu\text{sec}] \quad (1)$$

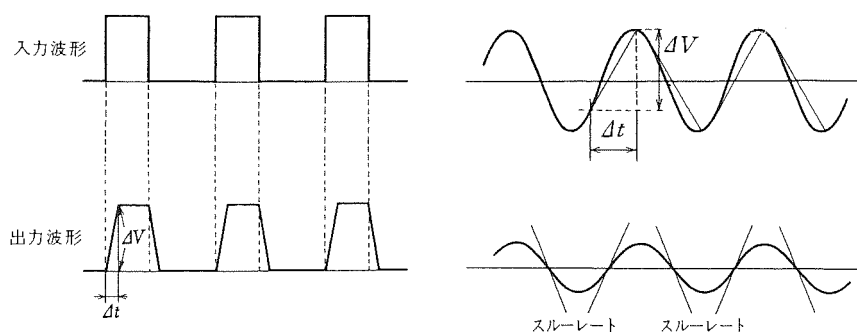


図5 スルーレートによる正弦波のひずみ

これは、OPアンプを最大出力振幅でひずまないような低周波で動作させておき、周波数を上げていくと、波形がひずんで三角波のようになってきて、振幅も小さくなっていくという現象として現れてくる。したがって、ある周波数  $f$  において  $V_m$  の振幅を持つ正弦波出力が必要な場合には、

$$SR \geq 2\pi f V_m \quad (2)$$

のSR値を満足するOPアンプが必要となる(図5)。

### (2) オフセット電圧

OPアンプは入力端子に入力電圧を加えないかぎり、出力電圧は0Vである。しかし実際には入力端子を接地しても、ほんのわずかではあるが出力電圧が表れる。これをオフセット電圧という。オフセット電圧が0VとなるようにOPアンプの外部端子に可変抵抗を接続して、OPアンプのゼロバランスをとることを、オフセット調整という。

### (3) 利得帯域幅積

利得帯域幅積 (GB 積: gain band width product) は、ある周波数  $f$  のとき、OPアンプの電圧利得が

Aであったとすると、

$$GB \text{ 積} = A_f$$

(3)

で表される。GB 積は、小信号時におけるOPアンプの周波数特性を示す指標ということができる。

#### (4) 同相信号除去比

差動増幅回路は2つの入力端子に同一の信号を入力した場合、出力信号電圧は0でなければならない。しかし実際はわずかではあるが、出力に信号電圧が現れる。この指標となるのが同相信号除去比 (CMRR: Common Mode Rejection Ratio) で、差動電圧利得と同相電圧利得の比で定義される。同相信号除去比はデシベル (dB) で表され、この値が大きいほど差動増幅回路の性能がよいといえる。

#### (5) 電源電圧除去比

電源電圧除去比 (SVRR: Supply Voltage Rejection Ratio) は、電源電圧の変動によってオフセット電圧が増減する割合を表すものである。電源電圧の変動には、電源電圧に含まれる雑音、リップル電圧なども含まれる。

### 2. 3 OPアンプを使用した増幅回路

OPアンプは基本的に増幅機能、演算機能および比較機能を備えている。これらの機能の設定は、OPアンプの外部に接続される抵抗、コンデンサなどの回路素子の種類、組合せと入力端子の選択により決定される。OPアンプの基本増幅回路としては、反転増幅回路、非反転増幅回路および差動増幅回路があり、回路の増幅度は外付けの抵抗と入出力間につないだ帰還抵抗の比によって決められる。

#### (1) 反転増幅回路

OPアンプに図6の接続を行うと、反転増幅回路が構成できる。入力電圧と逆位相の出力電圧が得られるので、この名称で呼ばれる。ここで  $Z_1$ 、 $Z_f$  は外部回路素子である。

反転増幅回路の出力電圧  $v_o$ 、および電圧増幅度  $A_v$  は次式となる。

$$v_o = -(Z_f/Z_1)v_i \quad (4)$$

$$\therefore A_v = Z_f/Z_1 \quad (5)$$

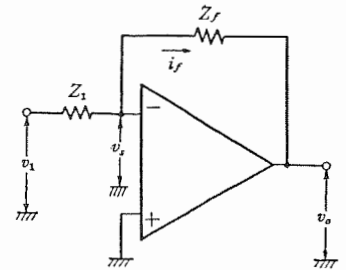


図6 反転増幅回路

したがって、外部回路素子  $Z_1$ 、 $Z_f$  の比で電圧増幅度  $A_v$  を自由に決定することができる。

#### (2) 非反転増幅回路

OPアンプに図7の接続を行うと、非反転増幅回路が構成できる。入力電圧と同位相の出力電圧が得られることから、この名称で呼ばれる。ここで、 $Z_1$ 、 $Z_f$  は外部回路素子である。

非反転増幅回路の出力電圧  $v_o$ 、および電圧増幅度  $A_v$  は次式となる。

$$v_o = (1 + (Z_f/Z_1))v_i \quad (6)$$

$$\therefore A_v = 1 + (Z_f/Z_1) \quad (7)$$

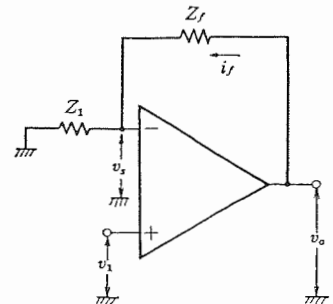


図7 非反転増幅回路

したがって、非反転増幅回路の電圧増幅度  $A_v$  は、反転増幅回路の場合と同様に外部回路素子  $Z_1$  と  $Z_f$  の組合せによって決定される。

### (3) 電圧フォロワ回路

電圧フォロワ回路 (図 8) とは、入力インピーダンスが非常に大きく、出力インピーダンスはほぼ 0 に近く、そして電圧増幅度  $A_v = 1$  の非反転増幅回路のことをいう。

この回路は、非反転増幅回路において、抵抗  $Z_1$  を  $\infty$  (無限大)、 $Z_f$  を  $0 \Omega$  にした場合で、式 (6) より、

$$v_o = (1 + (0/\infty))v_i = v_i \tag{8}$$

$$\therefore A_v = 1 \tag{9}$$

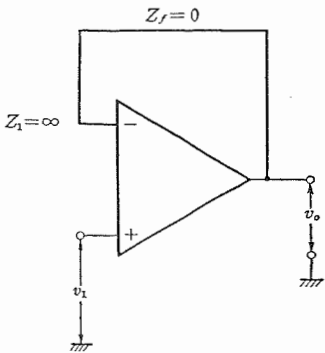


図 8 電圧フォロワ回路

となり、電圧増幅度は 1 倍になる。

この回路は、電圧を変えずにインピーダンスをきわめて小さい値に変換することから、バッファアンプとして使用されることが多い。

### (4) 差動増幅回路

図 9 の回路において  $R_1 = R_2$  とすると出力電圧  $v_o$ 、および電圧増幅度  $A_v$  は、

$$v_o = (R_f/R_i)(v_2 - v_1) \tag{10}$$

$$\therefore A_v = R_f/R_i \tag{11}$$

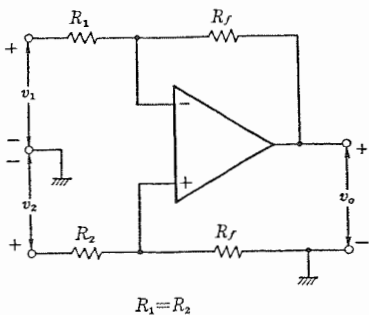


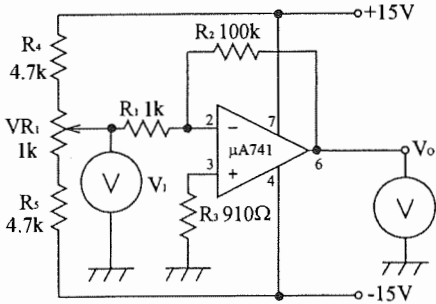
図 9 差動増幅回路

で表せる。よって、二つの入力の電圧差  $v_2 - v_1$  を増幅して出力することから、差動増幅回路と呼ばれている。ここで、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_f$  は外部回路素子である。

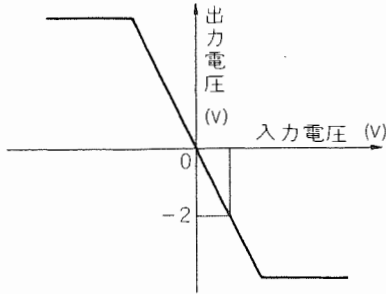
差動増幅回路は、信号源がグラウンドから浮いている場合や、片側接地の信号源の場合でも、離れた場所にあればグラウンド電位差や外来ノイズなどによってコモン・モード電圧が大きくなるため、コモン・モード電圧を除くため用いられる。また、二つの信号の減算を行う場合にも用いられる。

## 3 実験

(1) 反転増幅回路 (図 10) において、直流入力電圧  $V_i$  を  $0V$  から  $\pm 160mV$  の範囲で変化させて、出力電圧  $V_o$  を測定せよ。



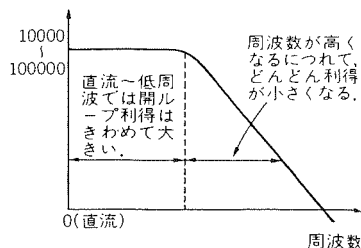
(a) 回路図



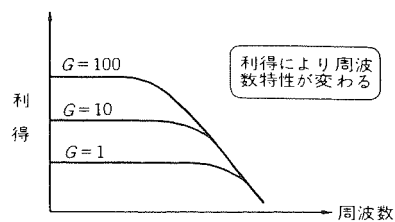
(b) 入出力特性

図 10 反転増幅回路

(2) 反転増幅回路(図10)において、入力信号  $V_i$  を正弦波で 20mV (実行値) 一定とし、周波数  $f$  を 100Hz から 1MHz の範囲で変化させて、出力電圧  $V_o$  を測定せよ。



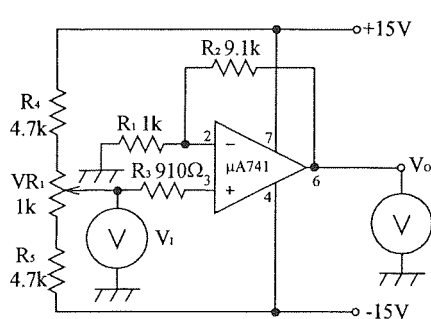
(a) 開ループ利得



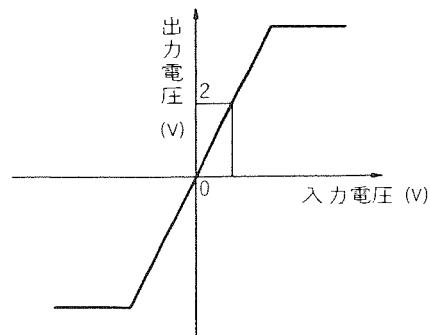
(b) 利得と周波数の関係

図11 OPアンプの周波数特性 ( $\mu A741$  タイプ)

(3) 非反転増幅回路(図12)において、直流入力電圧  $V_i$  を 0V から  $\pm 1.6V$  の範囲で変化させて、出力電圧  $V_o$  を測定せよ。



(a) 回路図



(b) 入出力特性

図12 非反転増幅回路

(4) 非反転増幅回路(図12)において、入力信号  $V_i$  を正弦波で 20mV (実行値) 一定とし、周波数  $f$  を 100Hz から 1MHz の範囲で変化させて、出力電圧  $V_o$  を測定せよ。

(5) 電圧フォロワ回路(図13)において、入力信号  $V_i$  を正弦波で  $4V_{p-p}$  とし、その周波数をスルーレートの影響を受けない 1kHz に設定した場合、およびスルーレートの影響が表れる 90kHz に周波数を設定した場合の、出力波形をオシロスコープで観測し、波形のひずみを確認せよ。

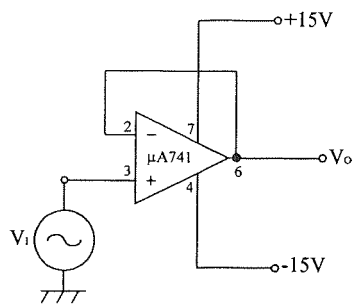


図13 電圧フォロワ回路

## 4 実験結果

- (1) 実験(1)、(3)の測定結果より、反転増幅回路、非反転増幅回路の入出力特性を図示せよ。
- (2) 実験(2)、(4)の測定結果より、反転増幅回路、非反転増幅回路の周波数特性を図示せよ。

## 5 参考文献

- [1] 角田秀夫 著：リニアICによるオペアンプの基本と応用、電機大出版局
- [2] 平川光則 著：これでわかったOPアンプ回路、オーム社出版局
- [3] 滑川敏彦、高橋晴雄 共著：電子回路2、森北出版株式会社
- [4] 岡部洋一 監修、田中稲実 著：はじめてのオペアンプ回路、オーム社

## 研修・出張報告

# 研 修 報 告 書

報告者 機器システム系（土木開発工学科）  
研修期間 平成12年 8 月23日～平成12年 8 月25日  
研修場所 東京工業大学百年記念館（東京都）  
研修名 平成12年度国立学校等技術専門官研修  
主催機関 文部省、東京工業大学

猪狩平三郎

## 報告

上記、「平成12年度国立学校等技術専門官研修」に参加して来ましたので報告いたします。技術専門官研修は、全国の大学（33校）や研究所（8機関）等から参加した66人の専門官（次長、室長、課長含む）を対象に実施された。プログラムは、次頁の通りである。

研修1日目は、受付、開講式の後、文部省の杉野剛大学改革推進室長の「大学行政上の諸問題」、野中修福祉班主査の「職場の安全管理」、岩本渉学術課長の「学術研究の振興と国際交流」、（株）東京ストレスマネジメントの渡辺章二チーフによる「職場の健康管理」（ストレスマネジメント）の4講義が行われた。講義終了後翌日実施のポスターセッションの準備を行った。また、5時30分から大学食堂を会場に懇談会が行われた。

2日目の午前は、文部省の松本次好審査班主査による「人事管理上の諸問題」、話力総合研究所の永崎一則所長の「リーダーシップ」の2講義が行われた。午後のポスターセッションは、7専門分野ごと3交代（1人55分の持ち時間）で行われた。

3日目の午前は2グループ（1グループ33人）に分かれての施設見学が行われ、午後は5班（班編成15人か12人）に分かれてフリーディスカッションが行われた。その後、東京工業大学の赤池敏宏教授による「人工臓器研究の最先端」と題した特別講演が行われ、閉講式で研修の全日程が終了した。

本研修では6講義が設定されていたが、4講義が文部省関係であった。杉野室長は国立大学の独立行政法人化移行について、野中主査は職員の待遇問題などについて講義された。岩本課長は科学技術の研究費（公費）が先進諸外国より比率が著しく少ないこと等問題点を指摘しながら学術振興の重要性を講義された。松本主査は配布資料を基に国家公務員の服務について話された。他の2講義では、渡辺氏が職場の健康管理をストレスという観点から話され、永崎所長はリーダーシップについて会話から相手との信頼関係を創りチームワークを築こうと講義された。

ポスターセッションは、所属する土木・建築部門で「耐寒・防凍剤を添加した高流動コンクリートの耐凍害性について」と題して報告しました。自分の持ち時間以外は、分野に限らず自由に回ることができ、活発に情報交換を行うことができた。

施設見学は、原子炉工学研究所、全学共同利用施設、ベンチャービジネスラボラトリー棟等、最先端の研究施設に驚き感動しました。また、説明に当たられた諸先生方、技術職員各位に感謝申し上げます。

フリーディスカッションは、私の所属した班は12人で、各自の職場の紹介をし、大学・研究所等各機関における技術職員の構成、運営、役割等について2時間に渡り活発な話し合いが行われた。赤池教授の特別講演は、人工臓器の開発研究など医療の分野に大きく貢献している事例を紹介され、最先端の技術研究の一端を知ることができた。

連日30℃を越す猛暑の中での研修ではありましたが、有識者の講義、講演、大規模な施設の見学、全国から集まった技術専門官との意見交換、メールによる情報交換が可能になったことなど大変有意義な3日間でした。

最後に、本研修参加に際しては技術部長、技術部各位、土木開発工学科鮎田耕一教授、学長、事務局関係各位の特段のご配慮、ご支援に深謝申し上げます。



平成12年度 国立学校等技術専門官研修 日程

会場 東京工業大学 百年記念館3階フェライト会議室

8月23日(水)	8月24日(木)	8月25日(金)
9:30 受付	9:45 「人事管理上の諸問題」 文部省大臣官房人事課 審査班主査	9:30 施設見学説明 9:40 施設見学 原子炉工学研究所 1.ベクトロン型加速器 2.タンデム型加速器 3.ガンダグワ型加速器
10:15 開講式 (文部省大臣官房人事課長) オリエンテーション	10:45 「リーダーシップ」 話力総合研究所 所長 永崎 一 則	全学共同利用施設 1.電子顕微鏡施設 2.X線分析室 3.元素分析室 ベンチャービジネスラボラトリー棟
10:45 「大学行政上の諸問題」 文部省高等教育局 大学課長	11:00 休憩	12:00 休憩
12:00 休憩	12:30 休憩	13:00 フリーディスカッション
13:00 「職場の安全管理」 文部省大臣官房人事課 福祉班主査	13:30 ポスターセッション	15:00 特別講演 (人工臓器研究の最先端) 東京工業大学教授 赤池 敏 宏
14:00 「学術研究の振興と国際 交流」 文部省学術国際局 学術課長(予定)	16:30 ポスターセッション片付け	16:30 閉講式
15:10 「職場の健康管理」 (ストレスマネジメント) (株)東京ストレスマネジ メント 企画グループチーフ 渡辺 章 二	17:00	17:00
16:50 ポスターセッション準備 17:15 17:30 懇談会 大学食堂 (東京ケータリング2階)		

# 研 修 報 告 書

報 告 者 土木開発工学科 岡田 包儀  
研 修 期 間 平成 12 年 11 月 14 日～ 11 月 17 日  
研 修 場 所 北海道大学 学術交流会館  
研 修 名 平成 12 年度北海道地区国立大学等技術専門職員研修  
主 催 機 関 文部省

## 報 告

11 月 14 日から 11 月 17 日の 4 日間、今回で 2 回目となる北海道地区国立大学等技術専門職員研修が北海道大学学術交流会館にて開催された。本年度は、情報処理コース、土木建築コースを対象として開講され私は、土木建築コースを受講した。全受講者は、48 名（内情報：28、土木建築：20）で本学から私を含め 5 名参加した。

初日、開校式では北大事務局長より技術部研修の経緯を話され、「研修等を通じ技術の深さと幅を養って下さい」と挨拶された。初講は文部省の玉上課長補佐より「大学行政上の諸問題」と題する講義が行われた。主に、大学審議会が本年 6 月に出された「グローバル化時代に求められる高等教育の在り方について」の審議概要の主要なポイントである情報通信技術活用、大学の組織運営体制の改善、大学間交流の推進等についての内容を示された。午後からは文部省の松田係長より「人事行政上の諸問題」の講義であった。技術専門職員研修の経緯を話されその後セクシャルハラスメントに対する認識を高める必要性をビデオ上映を含めて示した。特に「アサーション」（相手の意見を尊重し素直な自己表現）を身につける必要性を示した。続いて北大小檜山技術専門官による先輩講話が行われこの講話は、主に専門分野の金属加工材料に関する講義であった。最後は、火災、感電等に関する「安全管理」のビデオを鑑賞した。終了後は懇親会が開かれ他大学の参加者と交流を深めた。

2 日目は、「火山噴火と減災の科学」と題して有珠山噴火のこれまでの状況について、北大の岡田弘教授の講義であった。今後の防災対策として改めてハザードマップによる専門家、行政、市民の連携した対応の必要性を示した。続いて「廃棄物の現状と今後」というテーマで北大田中信壽教授の講義が行われた。「循環型社会形成基本法」の内容の概要を解説され、特に廃棄物に関して、生産物の生産段階の発生抑制の必要性を示した。

午後からは、現在工事中の札幌ドームの施設見学を行った。平成 13 年 6 月にオープン予定で、構造について鉄筋コンクリート造、鉄骨造等で構成され、シェル型屋根については、固定式であり、また、利用に関しては、サッカー場、野球場その他多目的に利用できる用途になっている。特に、特徴的な点は、天然芝移動式サッカーフィールドになっており、サッカー競技をドーム内で実施する際は、屋外にある天然芝移動式サッカーフィールドをエア浮上させ電動車輪で屋内に配置されるシステムになっている。

3 日目の午前中、「環境マネジメントシステム(ISO14000)」について、(株)エコニクス の伊藤部長の講義があり、今後事業活動等による環境に負荷をかけない持続可能な活動のあり方を行う中で ISO14000 の認証取得の必要性を示した。続いて北大佐藤馨一教授より

「交通におけるリスクマネジメント」の講義が行われた。特に交通におけるリスクマネジメントを十分検討することが必要であり、常に利用者の立場に立った視点の重要性を示した。また、建設技術者の社会的役割の重要性を示し、リスクが生じた際の社会的責任を常に意識しながら業務に取り組む姿勢についても示された。午後からは、エルムトンネル工事現場見学を行った。このトンネルは、平成 13 年度に開通予定で市内の環状線としての位置づけで、北海道大学の地下をアンダーパス方式で通すことにより、都市内の自然や文化財を失うことなく、交通渋滞を緩和する効果が期待されている。総延長は 1100m で鉄筋コンクリート造として延長方向 20m 毎 1 ブロックとして工事が進められていた。また、トンネルの換気は中央に換気所を設置し、排気ガスを処理する集中換気方式を採用している。

4 日目の最終日は、技術討論が行われた。私の参加した班は、土木建築コース参加者を 2 班に分け 10 名構成の班で行われた。北大の嶋倉技術専門職員の司会進行で、主に各自の自己紹介を含む業務内容紹介が行われた。時間も限られていたため討議までは十分できず最後に、技官像の集約として「人にできない技術の保有」、「自己研鑽に努める」等がだされた。技術討論後、北大枋内香次教授の「ヒューマン・コンピュータ・インターフェース」の講義が行われた。これは、人間とコンピュータの間でいかに効率よく快適に情報交換を行うか、技術の現状の内容であった。午後からは、コミュニケーションとメンタルヘルスと題してテレビレポーターの徳永エリ氏の講義があった。徳永氏は自己の生きる姿勢を自らの人生体験を通じて話された。特に強調されていた点は、試練の際知人から示された「座して進まず、歩いて道」を指針としており、けっして背伸びせず自分の能力で普通に生きることを大切にし、また、プライドにとらわれない姿勢の必要性を話された。

最後に閉講式が行われ 4 日間の全日程が終了した。

4 日間の研修は有意義でしたが、特に現場見学について研修地が札幌ということもあり、今回の建設現場はなかなか見学する機会が少ないため勉強になった。欲を言えばまだいくつかの工事現場を組み入れてほしいという思いであった。

技術討論に関しては、施設系、技術系等職務内容も様々な実態を学んだが、時間の制約で今後の組織面も含めた討議等まで進めなかった。技術討論の時間をもう少し確保することが必要と思われた。

講義については特に佐藤教授の「技術者の社会的責任の姿勢」について、日頃の意識の有り様について私自身、認識を新たにした。

最後になりますが本研修参加に際しまして、技術部長、技術部諸氏、事務局の方々には色々御配慮下さり感謝申し上げます。

## 研 修 報 告 書

報 告 者 百武 欣二 土木開発工学科  
研修期間 平成 12 年 11 月 14 日～17 日  
研修場所 北海道大学学術交流会館 札幌市  
研 修 名 平成 12 年度 北海道地区国立大学等技術専門職員研修  
主催機関 文部省

### 報 告

研修会参加者は、北海道大学、室蘭工業大学、旭川医科大学、北見工業大学、函館・旭川・苫小牧・釧路高専合わせて 48 名でした。

参加者は専門分野毎に土木・建築コース（20 名）、情報処理コース（28 名）の 2 コースに分かれ、研修内容も一部コース毎に違う講義を受けるようになっていました。

講義内容を大まかに 3 つに分けると概ね以下のようなものでした。

1. 行政に関する講義他 4 齣（5 時間 10 分）
2. 専門分野に関する講義 6 齣（8 時間 30 分）
  - 土木・建築、情報処理コース 共通 4 齣（5 時間 30 分）
  - 土木・建築コース 2 齣（3 時間）
  - 情報処理コース 2 齣（3 時間）
3. 見学及び討論会 3 齣（9 時間 30 分）

上記の土木・建築、情報処理コースに共通する講義の 4 齣の内 1 齣は、有珠山の噴火予知で知られる岡田教授の講義で土木・建築系。また、もう 1 齣も枋内教授のヒューマン・コンピュータ・インターフェースについての講義で情報処理系に近いものに思われました。ですから、内容的に両コース共通の講義としては、ISO14001（環境マネジメントシステム）について話しされた伊藤講師（株式会社エコニクス）と先輩講話として「金属加工材料のいろいろ」について話された小檜山技術専門官の講義の 2 齣であったと思います。行政に関する講義では公務員の倫理に関するものが印象的でした。特にセクシャルハラスメント問題を起こして処分を受ける公務員が年々増えているというお話は、大学に勤め学生との接触も多い私たち技官は特に気を配らなければならないことを実感し、とても興味深く聞くことが出来ました。

専門分野に関する講義は岡田教授が噴火情報を公表するときの難しさについての話、田中教授は崩落事故を起こした豊浜トンネルの設計・施工段階で携わって居られた経験から、技術者の在り方についての話でした。どちらの講義も人の命に関わる仕事に携わる研究者或いは技術者としての難しさを話されており、とても興味深く聞くことが出来ました。

見学会では札幌ドームと、環状通エルムトンネルを見せて頂くことができました。エルムトンネルでは、トンネル内換気のための排風機室や避難通路など普段みられない場所も見せていただく事ができ、とても有意義なものでした。

討論会は、各コースの受講者を更に 2 班に分け、1 班が 10 名或いは 14 名で行われました。私が参加した班のメンバーは北海道大学 6 名、室蘭工業大学 1 名、北見工業大学 2 名、苫小牧高専 1 名の計 10 名で、始めにどのような仕事をしているのかも含めた自己紹介が行われました。その後のディスカッションでは、各大学・高専での技術部の現状について紹介し、これからの技術部の在り方や技術職員の役割について活発な話し合いがなされました。

最後に、今回の技術専門職員研修参加に際しては技術部長並びに事務局関係各位にご配慮、ご支援を賜り心より御礼申し上げます。

(別紙)

## 研 修 報 告 書

報告者 計測システム系計測設計班 平田広昭  
研修期間 平成 12 年 11 月 14 日～平成 12 年 11 月 17 日  
研修場所 北海道学術交流会館  
研修名 平成 12 年度北海道地区国立学校等技術専門職員研修  
主催期間 文部省 北海道大学

### 報 告

今年度は、北海道大学学術交流会館を会場とし、11月14日～17日の日程で情報処理コース、土木・建築コースの48名が参加して行われました。

研修の概要については、研修日程表でご理解頂くことにし、ここでは私が特に印象深かった講義などについて報告することにします。

第一日目は、「大学行政上の諸問題」と題して文部省高等教育局企画課課長補佐の講義から始まりました。いま大学は、「独立行政法人化問題」をめぐる様々な議論がされています。講義の内容は、大学審議会が今年6月に示した「グローバル化時代に求められる高等教育の在り方について」が中心でしたが、講師が直接関わった新設大学の設置など具体的例を交えての話でとても興味深く聞けました。30年前大学に勤めた頃の環境、一つ例にとれば、学生気質（エリート意識から大衆化意識？）も大きく変わった昨今、こちら側から見ての大学改革ではなく、本学の存在意義を高めるための方策が求められていると認識しました。

二日目では、「火山噴火と減災の科学」岡田 弘教授の講義は、朝一で、しかも前日の懇親会・二次会の疲労？にも関わらず大変興味を持って聞くことができました。科学者として日頃の地道なデータ採集、解析は勿論ですが各方面との相互理解・連携へに対する努力に感銘を受けました。午後は、竣工間近の「札幌ドーム」を見学する事ができました。移動式サッカースタージをはじめ北海道らしいドームと感じました。

三日目は、「交通におけるリスクマネジメント」佐藤馨一教授の講義は、教育者、技術者としての生き様を語りかける迫力あるもので感銘を覚えました。また、施設見学のエルムトンネルは、工事内容としては特に目新しい工法ではありませんでしたが、北大校内を横切るルートで長年の歳月を得ての地下化と、行政に対する北大の影響力の大きさが垣間見える感じがしました。

最終日では、「技術討論」は、自己紹介、各種研修などの意見交換がありましたが時間が少し中途な感じがしました。司会業・テレビリポーターの徳永エリさんの講義「コミュニケーションとメンタルヘルス」は、ご自身の体験をもとにした内容もさることながら話術で講義の最後を参加者の耳目を集め締めくくって頂きました。

今回の研修では、北海道大学事務局と工学研究科技術部のお骨折りにより大変内容のあるプログラムを準備いただき、今後の指針を与えて頂いたことに深く感謝する次第です。また、研修機会を与えていただいた本学の関係者皆様にもお礼申し上げます。

(別紙)

## 研修報告書

報告者 土木開発工学科 平松 雅宏

研修期間 平成12年11月14日～平成12年11月17日

研修場所 札幌市、北海道大学、学術交流会館

研修名 平成12年度 北海道地区国立大学等技術専門職員研修

主催機関 文部省

### 報告

平成12年11月14日から17日までの4日間、北海道地区国立大学等技術専門職員研修が北海道大学学術交流会館で開催されました。研修には2コースが用意され、情報処理コースと土木建築コースの分かれての研修となりました。

情報処理コースには本学から森脇氏が参加され、平田氏、岡田氏、百武氏、平松の4名は土木建築コースに参加しました。情報処理コース28名、土木建築コース20名の参加者がありました。

開講式のあと早速文部省の玉上課長補佐から「大学行政上の諸問題」と題してお話が始まりました。午後には「人事行政上の諸問題」の講義があり、その中のセクシャルハラスメントに関するビデオ上映もあり、分かりやすい実例をもとに解説していました。一日目最後の講義は北大の技官である檜山技術専門官から、ご自身の専門分野である金属加工材料の話でした。初日は懇親会も用意されており、他大学の参加者と交流を深めることが出来ました。

2日目は有珠山噴火で一躍有名人となった岡田弘教授の講義で始まりました。噴火までの計測結果から現状をどう判断し、その結論を住民にどの段階でどのように発表していったか、とても興味あるお話をしていただきました。次の講義は「廃棄物の現状と今後」と題して、北大田中信壽教授からお話して頂きました。午後には建設途中の札幌ドームを施設見学しました。札幌ドームの目玉となっている天然芝の移動式サッカーフィールドは圧巻でした。移動にはエア浮上させて移動するとのことでした。

3日目は「環境マネジメントシステム (ISO14000)」に付いてのお話と「交通におけるリスクマネジメント」があり層雲峡遊歩道の存続にまつわる話など、とても興味深いお話でした。午後には北大校内を抜ける環状線を地下に建設したエルムトンネルの工事現場を見学しました。印象に残ったのは、トンネル内の喚起システムで、登り・下り線の汚れた空気を、おのおの出口付近から集め、トンネル中央で集中管理している点であった。

4日目は技術討論会が組み込まれていて、土木建築コースの受講者を2班に分け、他大学の技術部の現状などが話し合われた。その後、北大板内教授の「ヒューマン・コンピュータ・インターフェース」のお話があった。午後にはテレビレポーターの徳永エリ氏の「コミュニケーションとメンタルヘルス」の講義があり、徳永氏の経験談を交えた貴重なお話でした。

以上、有意義な4日間であり、貴重な体験をさせていただきました。ありがとう御座いました。

(別紙)

## 研修報告書

報告者 機器システム系機器システム運用班 森脇 幸伸  
研修期間 平成12年11月14日 ～ 平成12年11月17日  
研修場所 北海道大学学術交流会館  
研修名 平成12年度北海道地区国立学校等技術専門職員研修  
主催機関 文部省 北海道大学

### 報告

「平成12年度北海道地区国立学校等技術専門職員研修」が北海道大学学術交流会館を会場に、11月14日から17日の日程でおこなわれ、道内の大学、高専等の技術専門職員48名(情報処理コース28名、土木・建築コース20名)が受講しました。

第1日目は開講式後、「大学行政上の諸問題」、「人事行政上の諸問題」、「先輩講話」、「安全管理(火災、感電)」の講義があり、終了後に「懇親会」が行われました。

第2日目は、「火山噴火と減災の科学」、「情報通信インフラの技術動向(情報処理コース)」の講義後、午後から「施設見学」として建設中の札幌ドームを見学しました。

コース別の講義では、通信インフラ(光ファイバ)はWDM(波長多重)技術により、新たに光ファイバを敷設することなく100倍の容量(1回線あたり10Gbpsの容量がある)になったなど、ふだん聞くことのできない内容が多くありました。また、大学で開発した技術が役に立った例として、LiveTextによる有珠山噴火避難所向け災害情報サービスの紹介がありました。

第3日目は、「環境マネジメントシステム」、「インターネットの仕組み(情報処理コース)」の講義後、午後から「コース別実習」が行われました。

午前の講義では、ISO取得の必要性、日頃利用しているインターネットの仕組みを再認識しました。

第4日目は、「技術討論」、「ヒューマン・コンピュータ・インターフェース」、「コミュニケーションとメンタルヘルス」の講義が行われました。

技術討論では、コンピュータ等の管理を担当している人の問題点として、初歩的な問い合わせが多く勤務時間の殆んどはこれら対応におわれ、本来の仕事は時間外にならないとできないなどの意見が多くありました。

また、今後の技術部のあり方として、研究室配置(所属)にするのではなく1つの独立した組織とした運営が好ましいなどの意見がでました。また実際にこの方式で運用している組織からは、現状抱えている問題点などの紹介があり、たいへん参考になりました。

## 参考資料

2 日目の講義 施設見学を行った建設中の「札幌ドーム」の写真  
謝辞

岡田包儀 技術専門職員から提供していただきました。



「札幌ドーム」概観



「札幌ドーム」内部



平成 1 2 年度 北海道地区 国立学校等 技術専門職員 研修 日程表 ( 案 )

於 北海道大学 学術交流会館

	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
		45	15	45			45	45	40	30
11月14日(火)	受 付	オリエンテーション式	開講式 25 35 「大学行政上の諸問題」 文部省高等教育局企画課 課長補佐 玉 上 晃	小 休 憩	「人事行政上の諸問題」 文部省大臣官房人事課 審査班審査第二係長 松 田 典 明	小 休 憩	「先導講話」 北海道大学理学 研究科 技術専門官 小増山 守男	小 休 憩	「安全管理」 (ビデオ) 休 憩	第一 懇 親 会
11月15日(水)	「火山噴火と減災の科学」 北海道大学理学研究科附属 地震火山研究観測センター 教授 岡 田 弘	小 休 憩	(情報処理コース) 第二 「情報通信インフラの技術動向」 北海道大学工学研究科教授 山 本 強 ----- (土木・建築コース) 第三 「廃棄物の現状と今後」 北海道大学工学研究科教授 田 中 信 壽	小 休 憩	(情報処理コース/土木・建築コース)  「札幌ドーム」(施設見学)				注 記 ) 小 : 小 講 堂 第一 : 第一会議室 第二 : 第二会議室 第三 : 第三会議室 第四 : 第四会議室 第六 : 第六会議室  〔研修担当官控入室 : 第五	
11月16日(木)	「環境マネジメントシステム」 株式会社エコニクス リサーチ・アンド・ コンサルティング部長 伊 藤 公 裕	小 休 憩	(情報処理コース) 第二 「インターネットの仕組み」 北海道大学情報メディア教育 研究総合センター助教授 棟 朝 雅 晴 ----- (土木・建築コース) 第三 「交通におけるリスクマネジメント」 北海道大学工学研究科教授 佐 藤 馨 一	小 休 憩	(情報処理コース) 【コース別実習】 第一 「インターネットの検索とオブジェクト指向型データベースについて」 〔(株)富士通エンジニアによる講義と実習〕 ----- (土木・建築コース) 【コース別実習】 「エルムトンネル工事における土木技術」(講義と実地見学) 30					
11月17日(金)	(情報処理コース) 第二 第三 「技術討論」 ----- (土木・建築コース) 第四 第六 「技術討論」	小 休 憩	「講義」 北海道大学工学研究科教授 梶 内 香 次	小 休 憩	「コミュニケーションとメンタルヘルス」 司会業・テレビリポーター 徳 永 エ リ	小 休 憩	閉 講 式			

※ 都合により日程の一部を変更することがあります。

## 研修報告書

報告者	計測システム系（機械システム工学科）	大森誠一
研修期間	平成12年8月3日～平成12年8月4日	
研修場所	北海道大学 高等教育機能開発総合センター	
研修名	2000 PC Conference「試されるIT教育-新しい学びへの挑戦-」	
主催機関	全国大学生協同組合連合会 2000 PC Conference実行委員会	

### 2000 PC Conference

#### 「試されるIT教育-新しい学びへの挑戦-」

本学の技術部技術職員研修と日程が一部重複したため 2000年8月3～4日の2日間のみ北海道大学高等教育機能開発総合センターで行なわれた『2000 PC Conference』に参加しました。本学の技術部技術職員研修終了後で厳しい部分もありましたが、教育におけるコンピュータ利用のあり方を研究し、その成果についての多数の発表がなされ、私自身も「CAIに関するソフトの開発」と「CAI利用効果の評価」などについて携わっている関係上、今回の『2000 PC Conference』は参考になると思い参加しました。

今回の中心的な部分は副題「試されるIT教育-新しい学びへの挑戦-」にもあるようにインターネット、ホームページなど近年急速に発展しているIT分野を如何に教育に活用するのか？がテーマでした。他大学では「授業テキストWEB公開」、「板書の内容をホームページ公開」、「ホームページを利用した総合講義」など多彩な試みが行なわれていることを実感してきました。また、学生に対する「コンピュータ・リテラシー」、「情報・リテラシー」教育などは情報収集法、情報活用力、情報選択能力などが文系大学では重点的に行なわれているようです。

当研究室が今後開発を予定しているインターネットを利用した『Web Page CAI（仮）』の参考のため「Java」について聴講しましたが、演題には「Java」の文字がありますが、「Java」での開発を変更したり、「Java」で開発された教材利用の重要性、「Java」に関しては報告が成されないなど期待外れの感がありました。「Java」の特徴であるマルチプラットフォームはインターネットでは重要な要素であります。しかし、その反面「オブジェクト指向言語」であるために、「オブジェクト指向」の考え方が初体験の方には理解が難しく容易にはプログラミングできない欠点があります。C++などの「オブジェクト指向言語」の経験者には容易にプログラミング可能です。しかし「Java」はインタプリタであるので、クライアント側にバイトコードを転送してクライアント側で実行されるため、利用者のDATAの保存、サーバ側への転送などがセキュリティー上の関係で制限されている点が、Web上でのCAI開発には問題点でもあります。その他の方法ではCGIの活用が考えられ、Perl言語を用いる可能性があります。こちらはセキュリティー管理の重要性が増すことが考えられます。また、インターネットでは利用者の電話回線使用料などのコストも考慮すると開発方法の選択も厳しく、今後開発に当たり問題が山積しているように感じられます。

今回の『2000 PC Conference』で、今後の教育にコンピュータが担う役割は非常に多いと強く実感しました。しかし、それが招く問題「対人関係の稀薄さ」、「リアリティー不足」、「著作権」、「セキュリティー」など、利点と欠点を再認識出来た2日間でした。最後に、研修に参加するに際して、技術部研修旅費を使用させて頂き、感謝申し上げます。

# 研修報告書

報告者	計測システム系（電気電子工学科）	大内 均
研修期間	平成12年9月6日～平成12年9月8日	
研修場所	北海道大学大学院工学研究科（札幌市）	
研修名	2000年電気学会 基礎・材料・共通部門大会	
主催	電気学会	

## 報告

標記大会は電気学会の部門別全国大会として毎年1回開催され、今年度は北海道大学を会場として開催されました。

私が参加したのは放電プラズマ基礎過程というセッションで20件の講演発表があり、活発な討論が行われました。

当研究室からは院生2名が「TMS蒸気中の電子輸送係数の測定」、「 $C_2F_4$ 中の電子輸送係数の測定」というタイトルでそれぞれ発表を行いました。

当研究室では従来より、モノシランに代わるプラズマCVDの原料ガスとして近年注目を集めているTEOS、HMDS等の高分子ガスの電氣的物性値の測定を行っており、その定量化を目指しています。しかし、これら気体？（液体）は常温では液体である等測定が非常に難しく、広い電界の範囲にわたって一定のデータを得るために試行錯誤を繰り返しながら測定を行っております。

今回発表した二つの講演では、ATS法、SST法という二つの異なる測定法により得られた結果がほぼ一致しており、講演会の議論でも本則定結果が妥当な値であることが検証されました。

本研修をとうして私たちが行っている実験に対して確信が持てたと同時に、他の研究者の講演を聴き、同じ放電の分野でもあらゆる角度からの研究が進められていることを改めて知ることができ非常に有意義な二日間でした。

## 研 修 報 告

報告者 機械システム工学科 佐藤敏則  
研修期間 平成 12 年 10 月 6 日～6 日  
研修場所 札幌教育文化会館  
研修名 「実験流体と可視化技術」  
主催 (社) 可視化情報学会

### 報告

平成 12 年 10 月 6 日、札幌教育文化会館で開催された、(社) 可視化情報学会「実験流体と可視化技術」について報告します。

この講習会は、4 人の講師の方が可視化手法に関して基礎技術・応用と問題点について具体的に解説してくれました。

前半は、目的に沿った可視化画像を得るには、どのような注意が必要かと可視化実験における実験流体力学が果たす役割について概説されました。その後、空気流中・水流中における注入トレーサー法とトレーサー物質についての説明がありました。

この注入トレーサー法などの中には本研究室でも使用されている手法が何例かありました。

後半は、近年急速に発展してきた Particle Image Velocimetry(粒子画像流速計)略して PIV についての基本原理と問題点および適用例などの説明がありました。

この説明の中で、単純に安定した流れ場や流体の状況を定量的にモニターしたいときには比較的簡単にシステムを組むことが出来るのに対し乱流計測や渦周りの循環の定量変動データを取りたいといった精度が必要な計測を行う場合にはそれなりのシステムが必要になることがわかり。実験の用途による「予算?」「何をとりたいか(スケール、次元)」「どの精度が必要か?」各システムの説明がありました。

本講習に参加して流体実験における成果は、どの手法を用いるかに強く依存し、適切な手法を用いれば大きな成果を得られ、逆に不適切な手法を用いると無駄な実験を行うことになることがわかりました。今後、流体実験を効果的に行う為、各種実験手法の特徴と適用法を理解することが出来ました。

# 研 修 報 告 書

報告者	計測システム系(情報システム工学科)	宇野珠実
研修期間	平成 12 年 10 月 21 日 ～ 平成 12 年 10 月 22 日	
研修場所	北海道工業大学(札幌市手稲区)	
研修名	平成 12 年度電気関係学会北海道支部連合大会	
主催機関	電気学会・電子情報通信学会他	

報告      本発表は第 8 回技術発表会で行った「RAID の種類と速度比較」を元に追実験を行い練り直したものです。

質疑応答では

「発表ではローエンドモデルの RAID コントローラーボードを用いてベンチマークを行っているが今後はハイエンドモデルで計測を行う予定はあるか？」

という質問を受けました。ここでは

「予算の問題等もあるのでハイエンドモデルでの測定の予定はありません。」

とだけ返答しました。

しかし、PC 雑誌を参照すればハイエンドモデルのベンチマーク結果は得る事ができます。そして、本発表では雑誌には載らないローエンドモデルでの計測を行い、雑誌に載っているベンチマーク結果だけでは分からない速度低下という落とし穴について述べるというのが主題でした。今思えばこの点をもっと強調すべきだったと思います。

## 研 修 報 告

報告者	機器システム系（電気電子工学科）	小竹 正敏
研修期間	平成12年10月21日～平成12年10月22日	
研修場所	北海道工業大学（札幌市）	
研修名	平成12年度電気関係学会北海道支部連合大会	
主催機関	電気学会・情報処理学会北海道支部他	

### 報 告

平成12年度電気関係学会北海道支部連合大会が、初秋の札幌、北海道工業大学（札幌市手稲区7—15—4—1）で開催されました。同大会は、電気学会・証明学会・電子情報通信学会・情報処理学会・映像情報メディア学会・電気設備学会 北海道支部・IEEE札幌支部の共催で年に一回行われるもので、私は電気機械・計測・制御の分野に出席をしました。

この分野では、24件の日頃の研究成果が発表され、活発な討論がなされました。共著として発表された論文「鉄損を考慮したリラクタンスモータの効率最適化制御法 — 負荷トルク変動に対する応答 — 」はリラクタンスモータ（PM）が最大効率で運転するような電流を制御する高効率な速度制御を目的としています。一般にベクトル制御を行う場合、d軸電流は通常一定の値に制御されますが、これを運転状態に応じて変化させることにより効率が変化することに着目し、RMの効率向上をはかる効率最適化制御法を提案しています。

このPRは反作用電動機とも呼ばれているもので直流励磁が不要でスリップリング、ブラシ、励磁電源を要しない簡単な構造ですが、固定子側から励磁を行うので励磁損が大きく、力率、効率が低いという欠点があり用途が限られていました。しかし近年、回転子構造の工夫とパワーエレクトロニクス技術の発達に伴い、高性能、低廉化され、安価な高速可変速電動機として注目されてきました。最近では、省エネルギー化などに加え、速応性、高精度化、センサレス化による小形化などが要求されています。

この度の大会参加をステップに今後の進展になればと思っています。最後にこのような機会を与えて頂いた、技術部長はじめ技術部の方々、本研究室の田村教授、村田助教授に感謝申し上げます。

(別紙)

## 研 修 報 告 書

報告者 計測システム系計測設計班 平田広昭  
研修期間 平成13年2月6日～平成13年2月7日  
研修場所 札幌市民会館  
研修名 第41回技術報告会  
主催期間 地盤工学会北海道支部

### 報 告

標記の会が2月6日、7日の両日札幌市民会館を会場に行われ、技術部研修旅費を充当させて頂き参加しましたので報告いたします。

この報告会は、道内地盤系の大学研究者およびコンサルタント技術者、施工技術者が年一回、研究・技術成果を発表する場として100人規模で札幌と地方との隔年で開催されているものです。

一日目は、いわゆる特殊土と呼ばれている火山灰の特性などに関する報告および特別講演（火山灰の成因と工学的性質）が主で、質疑で活発な意見交換が行われました。北見地方も屈斜路カルデラを起源とする火山灰（軽石流堆積物）が広く分布しており、土木工事を行う上でも特性を充分把握する必要がある、本学でも様々な研究が行われている経緯もあって興味深く、大変参考になりました。

二日目は、地盤の凍上に関する研究、土の強度・変形特性に関する報告が多く、本学からも前者が3編、後者が2編の報告が行われました。道内研究者、技術者の報告会でもあることから忌憚のない意見等を聞くことができ意義深いものでした。今後に少しでも生かしたいと思います。

技術部の貴重な研修旅費を充当させて頂き重ねて感謝する次第です。

(別紙)

## 研修報告書

報告者 機器システム系機器システム運用班 森脇 幸伸  
研修期間 平成13年3月1日～平成13年3月2日  
研修場所 東北大学 川内記念講堂、川内北キャンパス  
研修名 平成12年度東北大学技術研究会  
主催機関 東北大学技術研究会実行委員会

### 報告

「平成12年度東北大学技術研究会」が平成13年3月1日～2日の日程で、東北大学川内記念講堂、川内北キャンパスを会場に開催され、ポスターセッションによる発表と分科会に出席しましたので、報告します。

この研究会は、通常の学会とは異なり日常業務から生まれた創意工夫、失敗談等も重視し、技術者の交流および、技術レベルの向上を図ることを目的としています。

従来、分子科学研究所、核融合科学研究所、高エネルギー加速器研究機構の輪番で開催されてきましたが、今回初めて東北大学(大学)での開催となり、これまで実施されてきた5分科会(工作技術、装置技術、回路技術、極低温技術、情報・ネットワーク技術)に、2つの分科会(材料・物性開発、地球物理観測)が追加され計7分科会と特別公演が行われました。

本研究会には、民間企業を含め、大学、研究所、高専など50を超える機関から500名を超える参加者、160件を超える発表があり、大規模な研究会でした。

1日目は、佐藤 繁 東北大学理学研究科長の開会の挨拶に続き、阿部 博之 東北大学総長の挨拶、「21世紀の技術集団の役割」と題し、西澤 潤一 岩手県立大学長(前東北大学総長)の特別公演、会場を川内北キャンパスに移し17:00まで分科会、17:00～18:00ポスターセッションが行われました。

1日目の日程終了後、厚生会館内生協食堂において懇親会が行われました。

総長の挨拶では、定員削減問題や独立行政法人化など、現在大学が抱えている問題点についての話がありました。

特別講演では、大学での物(研究機材、実験装置)作りの必要性などについての内容でした。ポスターセッションでは、私の発表に対し数名の参加者から質問や興味を抱いていただき、自分なりに満足ゆく発表になりました。

2日目は、9:00～15:00まで分科会が行われ、終了後、希望者のみの施設見学会があり、折角の機会なので、地震・噴火予知研究観測センターの見学会に参加しました。

見学会では、センター技官職員の説明を受け、観測装置のメンテナンスなど予想以上に技術職員の働きが大きいことを認識しました。

分科会、ポスターセッションでは、今後の仕事に役立つ有益な情報、技術などを収集でき有意義な研究会となりました。

次回は核融合科学研究所で平成14年3月に開催される予定とのことです。

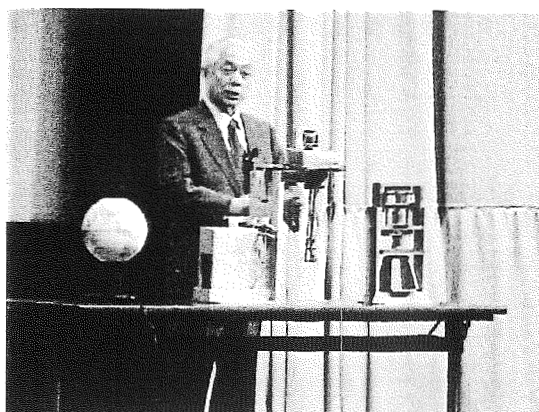
予算が許す限り、積極的な参加をお勧めします。きっと役立つ情報、技術が得られると思います。

### 謝辞

このような機会を与えていただきました、技術部長はじめ技術部の皆様に感謝します。



## 参考資料



## 特別講演



## ポスターセッション

# 研修報告

報告者	機器システム系（機械システム工学科）	石澤 真也
研修期間	平成13年3月13日～平成13年3月15日	
研修場所	ホテル札幌ガーデンパレス（札幌市中央区）・室蘭工業大学（室蘭市水元町）	
研修名	新技術北海道フォーラムin札幌2001	
	室蘭工業大学機械システム工学科機械工作実習工場見学	
主催機関	財団法人北海道科学・産業技術振興財団	

## 報告

室蘭工業大学実習工場の見学では、実習工場で使われている規約と実習内容、工作機械について知ることができました。

室蘭工業大学実習工場の規約で、各研究室が実験器具等の制作を依頼するときは、1時間600円の工賃を支払う（材料は、研究室が用意する）というシステムになっています。基本的に、他学科からも依頼を受けていて、機械システム工学科からの予算と工賃が実習工場の予算となります。北見工大とは違い、料金制や他学科からの依頼も受けていることに驚きました。

実習では、北見工業大学と同じで機械系の技官と実習工場の技官がそれぞれの教科を受け持っていますが、各技官は2～3教科を毎年のローテーションで変えています。これは、技官が病欠などをしても授業が滞り無く行われるようにするためです。北見工業大学ではこのようなローテーションは行われていないので、最低でも一人の技官が複数の授業を受け持てるようにすればよいと思います。

2部制のため、実習が昼間のみではなく夜間も行っています。これによって、担当者は出勤時間をシフトさせることで対応しています。2部制の大学について全く知識の無かった私にとって、実体、勤務体系等が驚くことばかりでした。

実習工場に設置されている工作機械は、旋盤、フライス盤、形削り盤、平削り盤などがあり、設備面では北見工大と変わりないですが、その保守等の運営を2人で行っています。北見工大では3人で運営していても大変なことが多いのに、1人少ない2人で運営していたので様々な面の困難があり、工場を運営していく上で3人は最低でも必要であると思いました。

工場では、製作したものを写真に写して記録しており、北見の実習工場でもみない点だと思いました。

北見工大以外の知識を持っていなかった私にとって、今回の研修で他校の実習工場の運営を学ぶことができました。これを参考に北見工業大学機械システム工学科実習工場をさらに良くしていきたいです。

最後になりましたがこのような機会を与えてくださった技術部の皆様、二俣教授ならびに実習工場関係者に深く感謝します。

# 研修報告書

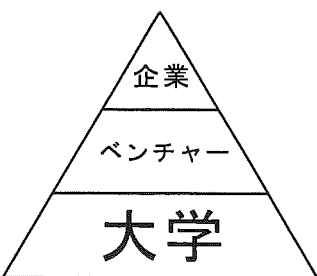
報告者 機器システム系（機械システム工学科） 山田 忠永  
研修期間 平成 13 年 3 月 13 日～平成 13 年 3 月 15 日  
研修場所 ホテル札幌ガーデンパレス（札幌市中央区）・室蘭工業大学（室蘭市水元町）  
研修名 新技術北海道フォーラム in 札幌 2001  
室蘭工業大学機械システム工学科機械工作実習工場見学  
主催機関 財団法人北海道科学・産業技術振興財団

## 報告

フォーラムの中で、自分が強く興味を持ったテーマが「特許による世界戦略ー技術移転による新事業分野開拓の方法論ー」と、「自然水の潜熱を利用した冷房システムの開発」でした。

### 特許について

「バイオや IT 分野において新技術開発が活発化してきている」このことについては、マスメディアを通してある程度知っていたことでしたが、「米国は効率よく、日本は損失が多い」ということについては全く知らないことでした。特許を取得するにあたり、米国は流れがほぼ確立していました。日本の場合では、思いついたように特許を申請しているので、研究機関や開発において費用や日時が大幅にロスしています。これを損失無く行っていく為には、「大学で発見したものを研究機関（ハイテク企業・ベンチャー企業等）に持ち上げ、研究開発（企業）する」これを確立する事です。私は、そうすることで大学も生き残れ（常にハイレベルな環境）、ベンチャー系も発展し、企業の利益も増大すると思います。



### 自然水の潜熱を利用した冷房システムの開発について

冬期間の冷気を利用して水を凍らせ、その氷が融解する時の潜熱吸収を冷房に利用する新技術を開発されていました。この技術は、貯氷室の水を凍らせる技術、その氷を夏季まで保存する技術、対象室内に冷気を送る技術の3つからなっていました。今回の発表の中では、帯広で行った実用実験で48トンの水が1ヶ月で凍り、その氷が夏季まで維持され、約1ヶ月間の室内冷房ができていました。この技術は、寒冷気候を利用した省エネルギー技術として、冷房システムだけではなく農水産物の長期貯蔵にも利用ができています。これを応用することで、1日数時間の稼働で採算がとれるシステムの開発（ビル等の集中冷房）が行えると思います。

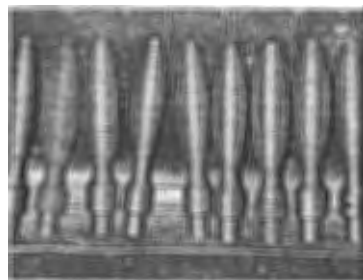
平成 13 年 3 月 14 日

室蘭工業大学 機械システム工学科 機械工作実習工場 見学

室蘭の実習内容を教えていただきました。北見では行っていないようなテーマや、学生との係わり方、レポート内容等を教えていただきました。

教える側の担当を固定するのではなく、ローテーションで回っていました。こうすることで、突然のヘルプ・他テーマの技術習得に対応しているとのことでした。

実習の他に、工場の規約についても教えていただき、北見の現行規約と比べると全く違った点もあり、その経緯について教えていただきました。これらについては、自分の問題点になった時、今後の検討時に役に立つと思います。



最後になりましたが、このような機会を与えて下さいました技術部の皆様、二俣教授はじめ実習工場関係者皆様に深く感謝します。

# 研 修 報 告 書

報告者            計測システム系（電気電子工学科）          土方 正範  
研修期間        平成13年 3月21日～平成13年 3月23日  
研修場所        名古屋大学東山キャンパス（名古屋市）  
                    日本ガイシ株式会社（愛知県小牧市）  
主催機関        電気学会

平成13年電気学会全国大会が3月21日から3月23日まで3日間の日程で、名古屋大学東山キャンパスを会場にして開催され、21日午後からこれに参加したのでここに報告します。

私の参加、出席したセッションは、エネルギー変換・輸送部門の送配電〔ポリマーがいし〕に関する分野で数多くの発表がありました。

近年、欧米を始め東南アジアを中心に現在使用されている磁器がいしにかわり、高分子有機材料（主としてシリコンゴム系）を原料とした高分子がいしが幅広く使用されてきている。これは、ポリマーがいしの特性（機械的強度、絶縁性能）等が、従来の磁器がいしに比して遜色なく軽量、汚損耐電圧特性に優れていることに起因しているが、各種の特性試験の評価に未解決の部分も多く残されている。ここでは、それぞれの諸特性に関する研究・実験結果等について発表があり、各発表者が今後の実験研究を進める上での提言・助言等が多くだされ、興味深い話などもあり私にとって有意義な大会参加でした。

また、これに関連して3月21日の午前中は、日本ガイシ（株）の電力技術研究所と小牧事業所を訪問し、現在行われている研究内容の説明や事業所での各種製品等の製造過程を見学させていただきました。

日本ガイシ電力技術研究所の入江研究所所長に訪問の挨拶後、入江所長より電力事業（国内、国外）の現在の状況などの概要を伺った。その後、伊藤進マネージャーの案内で研究所の研究設備や研究内容等詳しく解説していただいた。

また、隣接している小牧事業所では各種の磁器がいしの製造ラインや、その他のセラミック製品の製造過程など詳細な説明のもとに見学させてもらい、今後の職務を遂行する上で貴重な経験を得ることができました。

最後に、この度の全国大会参加に際し技術部長はじめとし、日本がいし（株）訪問にあたり紹介いただいた電気電子工学科助教授菅原宣義先生、訪問先の日本ガイシ（株）の関係者各位に感謝申し上げます。

## 技術部報告

## 2000 年度日誌

2000年 5月 9日	第1回技術部運営委員会
2000年 6月 20日	第1回拡大技術部運営委員会
2000年 6月 20日	第2回技術部運営委員会
2000年 7月 12日	第2回拡大技術部運営委員会
2000年 7月 31日	第9回技術部技術職員研修(8月2日まで)
2000年 10月 23日	第3回技術部運営委員会
2001年 3月 28日	第4回技術部運営委員会

# 技術部内部指導研修項目

## 1 制作加工技術

- ・電気、電子回路設計制作
- ・熱線流速計プローブの加工
- ・コンクリートの配合等供試体の作成
- ・NCフライス盤による工作機械加工
- ・フライス盤による加工技術
- ・円筒研削盤による加工技術
- ・アーク溶接、抵抗溶接
- ・ワイヤ放電加工
- ・流体力測定用ロードセルの制作
- ・蒸着膜
- ・ガラス加工
- ・CNC旋盤による加工技術
- ・平面研削盤、工具研削盤による加工技術
- ・旋盤による加工技術
- ・アセチレンガス溶接、切断
- ・ロードセル制作

## 2 計測技術

### － 計測、測定 －

- ・応力ひずみ測定
- ・測量機器の使用法及び各種測量
- ・岩石の強度試験法及び物性値測定
- ・コンクリートの現地試験
- ・超音波顕微鏡
- ・温度測定
- ・各種土質試験法
- ・コンクリート材料の品質管理
- ・コンクリートの品質試験
- ・気中及び水中凍結融解試験

### － 機器分析計測 －

- ・ガスクロマトグラフ
- ・フレイム原子吸光分析装置
- ・X線解析装置による各種分析
- ・水質分析
- ・イオンメータ
- ・NMR（核磁気共鳴）装置
- ・走査電子顕微鏡
- ・オージェ電子分光解析
- ・水銀圧式ポロシメータ

## 3 情報技術

### － コンピュータ支援Ⅰ －

- ・UNIX系、Windows系、Mac系の設定及び操作
- ・プログラミング（Fortran、BASIC、C、その他）
- ・ソフトウェア（ワープロ各種、表計算各種、図形、Tex、CAD、SAS、MARCその他）

### － コンピュータ支援Ⅱ －

- ・インターネットサーバーの構築（Mail、Web、DNS、NFSその他）、ルータ設定
- ・ネットワークの運用、監視、効率的利用法
- ・各種フリーソフトの取得

### － コンピュータ支援Ⅲ －

- ・自動計測（GP－IP）、RS232C
- ・音声分析処理
- ・デジタル画像処理、画像圧縮

## 4 その他

- ・情報処理センター演習室の端末操作
- ・地域共同研究センター低温室の運転操作
- ・本学におけるコンピュータ利用の手ほどき（初歩から専門的なことまで）
- ・コンクリート工学に関する専門知識
- ・土木施工管理に関する土木一般、施工管理、法規等の専門知識
- ・上下水処理と水質分析に関する技術
- ・産業用水と廃水処理に関する知識
- ・モータ制御に関する一般的理論
- ・真空措置に関する一般的知識

# 北見工業大学技術部職員名簿

平成13年 7月10日

所 属	氏 名	内線番号	メールアドレス
機械システム工学科	小畑 芳弘	9216	OBATA-Yoshihiro/me@king.cc.kitami-it.ac.jp
	堂田 誠治	9235	DODA-Seiji/me@king.cc.kitami-it.ac.jp
	大森 誠一	9229	OMORI-Seiichi/me@king.cc.kitami-it.ac.jp
	杉野 豪	9214	SUGINO-Tsuyoshi/me@king.cc.kitami-it.ac.jp
	遠国 秀昭	9233	TOHKUNI-Hideaki/me@king.cc.kitami-it.ac.jp
	佐藤 敏則	9228	toshi@cosmic.mech.kitami-it.ac.jp
	長谷川 稔	9215	hase@newton.mech.kitami-it.ac.jp
	山田 忠永	9235	yamada@newton.mech.kitami-it.ac.jp
	石澤 真也	9235	ishizawa-shinya/me@king.cc.kitami-it.ac.jp
電気電子工学科	土方 正範	9271	HIJIKATA-Masanori/elec@king.cc.kitami-it.ac.jp
	小竹 正敏	9273	kotake@stepout.elec.kitami-it.ac.jp
	大内 均	9269	OHUCHI-Hitoshi/elec@king.cc.kitami-it.ac.jp
	久松 茂	9289	HISAMATSU-Shigeru/elec@king.cc.kitami-it.ac.jp
	徳田 奨	9280	tokudasu/elec@king.cc.kitami-it.ac.jp
	松本 正之	9286	m-matsu@elec.kitami-it.ac.jp
情報システム工学科	奥山 圭一	9334	okuyama@cs.kitami-it.ac.jp
	宮元 章匡	9328	miyamoto@cs.kitami-it.ac.jp
	須澤 啓一	9357	suzawa@cs.kitami-it.ac.jp
	宇野 珠実	9331	uno@cs.kitami-it.ac.jp
	宿院 信博	9362	shukuin@cs.kitami-it.ac.jp
化学システム工学科	松田 弘喜	9405	hiro@gaea.chem.kitami-it.ac.jp
	信山 直紀	9416	NOBUYAMA-Naoki/chem@king.cc.kitami-it.ac.jp
	橋本 晴美	9406	Hashimoto-Harumi/chem@king.cc.kitami-it.ac.jp
	白川 和哉	9404	SHIRAKAWA-Kazuya/chem@king.cc.kitami-it.ac.jp
機能材料工学科	山田 洋文	9439	yamada@cache.mtrl.kitami-it.ac.jp
	三橋 恵治	9449	mitsukei/mtrl@king.cc.kitami-it.ac.jp
土木開発工学科	猪狩平三郎	9486	IGARI-Heizaburo/civil@king.cc.kitami-it.ac.jp
	平田 広昭	9490	HIRATA-Hiroaki/civil@king.cc.kitami-it.ac.jp
	岡田 包儀	9489	OKADA-Kaneyoshi/civil@king.cc.kitami-it.ac.jp
	平松 雅宏	9484	hiramatsu@rock.civil.kitami-it.ac.jp
	輪島 秀則	9501	WAJIMA-Hidenori/civil@king.cc.kitami-it.ac.jp
	百武 欣二	9508	HYAKUTAKE-Kinji/civil@king.cc.kitami-it.ac.jp
	相田 雅輝	9515	AITA-Masaki/civil@king.cc.kitami-it.ac.jp
情報処理センター	菅原 洋子	9585	suga/cc@king.cc.kitami-it.ac.jp
	森脇 幸伸	9585	MORIWAKI-Yukinobu/cc@king.cc.kitami-it.ac.jp
機器分析センター	山根美佐雄	9451	YAMANE-Misao/mtrl@king.cc.kitami-it.ac.jp
	布川 裕	9445	NUNOKAWA-Yutaka/mtrl@king.cc.kitami-it.ac.jp



## 北見工業大学技術部技術職員研修要項等

## 北見工業大学技術部技術職員研修実施要項

1. 名 称 第10回北見工業大学技術部技術職員研修
2. 目 的 北見工業大学技術部技術職員に対して、職務に関する必要な知識等を広く修得させ、資質の向上を図るものである。
3. 実施機関 北見工業大学
4. 期 間 平成13年 7 月23日(月)～平成13年 7 月25日(水)  
(3日間)
5. 場 所 北見工業大学及び見学施設
6. 研修内容 別紙「研修日程表」のとおり
7. そ の 他 本研修の所定の課程を修了した者には修了証書を授与するとともに、人事院の定める研修として記録する。

# 第 1 0 回 北 見 工 業 大 学 技 術 部 技 術 職 員 研 修 日 程

	9:00 8:30	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
1 日 目 7 月 2 3 日 ( 月 )	開 講 式	義 講 「産学官連携への期待」 機械システム工学科 教授 二 俣 正 美	演 講 北見市役所 ・北見市の環境 行政について ・北見駅周辺の 都市施設整備 について	昼  食	移  動	施 設 見 学 ・北見駅周辺（中央プロムナード等） ・北見市廃棄物処理施設		移  動	
2 日 目 7 月 2 4 日 ( 火 )		特 別 講 義 「最近における大学の 諸情勢について」  事務局長 大 内 剛	技 術 実 習  機械システム系  電気電子系	昼  食	技 術 実 習  機械システム系 数値制御（N C）工作機関による機械加工  電気電子系 実験で学ぶO P アンプの基礎				
3 日 目 7 月 2 5 日 ( 水 )		講 義 「グリーンランド氷床の 掘削計画」  未利用エネルギー研究センター長 教授 庄 子 仁	技術発表会	昼  食	技術発表会  ・機器システム系機器システム運用班 技術職員 杉野 豪 ・機器システム系機器システム開発班 技術職員 松本 正之 ・計測システム系分析評価班 技術職員 須澤 啓一 ・計測システム系計測設計班 技術専門職員 信山 直紀 ・機器システム系技術長 技術専門官 猪狩平三郎				閉 講 式

日程については、都合により変更することがある。

開講式、閉講式、7月23日の講義、7月25日の講義等の会場は、S C S 教室において行う。

7月24日の会場は、D 3 0 1 およびそれぞれの実習室において行う。

# 第10回北見工業大学技術部技術職員研修受講者名簿

(50音順)

番号	氏 名	所	属	職 名	内線電話
1	相 田 雅 輝	計測システム系計測設計班	土木開発工学科	技術職員	9515
2	猪 狩 平三郎	機器システム系	土木開発工学科	技術長	9486
3	石 澤 真 也	機器システム系機器システム運用班	機械システム工学科	技術職員	9235
4	宇 野 珠 実	計測システム系計測設計班	情報システム工学科	技術職員	9331
5	大 内 均	計測システム系分析評価班	電気電子工学科	技術班長	9269
6	大 森 誠 一	計測システム系計測設計班	機械システム工学科	技術職員	9229
7	岡 田 包 儀	機器システム系機器システム開発班	土木開発工学科	技術班長	9489
8	奥 山 圭 一	計測システム系分析評価班	情報システム工学科	技術職員	9334
9	小 畑 芳 弘	計測システム系計測設計班	機械システム工学科	主任技術専門職員	9216
10	小 竹 正 敏	機器システム系機器システム	電気電子工学科	前任技術専門職員	9273
11	佐 藤 敏 則	機器システム系機器システム運用班	機械システム工学科	技術職員	9228
12	宿 院 信 博	機器システム系機器システム開発班	情報システム工学科	技術職員	9362
13	白 川 和 哉	計測システム系分析評価班	化学システム工学科	技術職員	9404
14	菅 原 洋 子	計測システム系計測システム	情報処理センター	前任技術専門職員	9585
15	杉 野 豪	機器システム系機器システム運用班	機械システム工学科	技術職員	9214
16	須 澤 啓 一	計測システム系分析評価班	情報システム工学科	技術職員	9357
17	遠 国 秀 昭	機器システム系機器システム運用班	機械システム工学科	技術職員	9233
18	堂 田 誠 治	機器システム系機器システム運用班	機械システム工学科	第一技術主任	9235
19	徳 田 奨	機器システム系機器システム開発班	電気電子工学科	技術職員	9280
20	布 川 裕	機器システム系機器システム開発班	機器分析センター	第二技術主任	9447
21	信 山 直 紀	計測システム系計測設計班	化学システム工学科	第一技術主任	9416
22	橋 本 晴 美	計測システム系分析評価班	化学システム工学科	技術職員	9406
23	長谷川 稔	計測システム系計測設計班	機械システム工学科	技術職員	9215
24	久 松 茂	機器システム系機器システム運用班	電気電子工学科	技術班長	9289
25	土 方 正 範	計測システム系	電気電子工学科	技術長	9271
26	百 武 欣 二	計測システム系分析評価班	土木開発工学科	第二技術主任	9508
27	平 田 広 昭	計測システム系計測設計班	土木開発工学科	技術班長	9490
28	平 松 雅 宏	機器システム系機器システム開発班	土木開発工学科	主任技術専門職員	9484
29	松 田 弘 喜	計測システム系分析評価班	化学システム工学科	第一技術主任	9405
30	松 本 正 之	機器システム系機器システム開発班	電気電子工学科	技術職員	9286
31	三 橋 恵 治	機器システム系機器システム開発班	機能材料工学科	技術職員	9449
32	宮 元 章 匡	機器システム系機器システム開発班	情報システム工学科	技術職員	9328
33	森 脇 幸 伸	機器システム系機器システム運用班	情報処理センター	第二技術主任	9585
34	山 田 忠 永	機器システム系機器システム運用班	機械システム工学科	技術職員	9235
35	山 田 洋 文	計測システム系分析評価班	機能材料工学科	技術職員	9439
36	山 根 美佐雄	機器システム系機器システム開発班	機器分析センター	第一技術主任	9451
37	輪 島 秀 則	計測システム系計測設計班	土木開発工学科	第二技術主任	9501

# 技 術 部 運 営 委 員 会 委 員

委員長	技 術 部 長	鈴 木 輝 之
委 員	技 術 長	土 方 正 範
	〃	猪 狩 平 三 郎
	先 任 技 術 職 員	小 竹 正 敏
	〃	菅 原 洋 子
	技 術 班 長	大 内 均
	〃	岡 田 包 儀
	主任技術専門職員	小 畑 芳 弘
	〃	平 松 雅 宏
	技 術 主 任	松 田 弘 喜
	〃	布 川 裕

## 北 見 工 業 大 学 技 術 部 報 告 第 9 号

発行者 技術部運営委員会  
住 所 〒090-8507  
北海道北見市公園町165番地  
電 話 (0157)26-9109 (事務局)  
(0157)26-9271 (技術長)