

技術部報告

2000

Kitami Institute of Technology

北見工業大学

目 次

第9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8回 技術発表会

1. 氷の構造と単結晶育成法について	2
発表者 土木開発工学科 百武 欣二	
司 会 土木開発工学科 猪狩平三郎	
2. 機能材料工学科のオンラインリテラシー演習	9
発表者 機能材料工学科 山田 洋文	
司 会 機器分析センター 山根美佐雄	
3. RAIDの種類と速度比較	15
発表者 情報システム工学科 宇野 珠実	
司 会 情報システム工学科 奥山 圭一	
4. TEOS/N ₂ O 中の電子輸送係数の測定	20
発表者 電気電子工学科 大内 均	
司 会 電気電子工学科 土方 正範	
5. 本学における超音波顕微鏡の利用技術報告	25
(原理・骨の力学的特性評価への応用)	
発表者 機械システム工学科 大森 誠一	
司 会 機械システム工学科 堂田 誠治	

技術実習

I. 岩石試料の分析	31
担 当 化学システム工学科 信山 直紀	
II. 岩石の強度試験と顕微鏡観察	35
担 当 土木開発工学科 平田 広昭、平松 雅宏、岡田 包儀	

研修・出張報告	42
---------------	----

技術部報告	52
-------------	----

技術部報告によせて

技術部長 鈴木輝之

本誌の表題は昨年までの「技術部発表会報告集」から、「技術部報告」に変わりました。変更の主旨は、一組織である技術部の年報として発行して行こうとするところにあります。研修会とそれに含まれる技術発表会の回数は、新しい技術部報告の中でも引き継がれます。名称が変わったと言っても、当面は技術発表会の内容が中心です。今後年々内容の充実を進める予定ですが、名実ともに本格的な「技術部報告」になるまでにはもう少し時間が必要と思われます。今回の名称変更を技術部の意欲の現れの1つと受け取っていただければと願う次第です。

どのような組織でも常に前向きに変革して行かなければ、いつの日かには活性が低下していくことは人の世の法則のようです。本学技術部は組織として誕生以来10年近くにならんとしています。その間研修会などを通してメンバーの技術力の向上に努力しており、成果を挙げているところです。しかし、一方で近年の大学の変革はさらに目覚ましいものがあり、改組・改編と大学院博士後期課程設置の嵐が収まり切らないうちに、次の教育改革と国立大学独立法人化の波が目前にきています。急速な変化と時代の流れは技術部とその構成員にとって、進むべき方向を自ら考えることを要請していると思います。

このような背景を意識しつつ、今年度の研修会では専門的な講義・実習等に加えて、厚谷学長による国立大学独立法人化に関する講演と、技術士会北海道支部の小室氏による技術士制度に関する講演の2つをお願いしております。講師を快く引き受けていただいた方々にこの場を借りて厚くお礼申し上げます。

技術部構成員は本学の教育研究を技術的側面から支援する職員として、日々努力と研鑽を重ねております。技術部はその生い立ちと歴史的背景からしても、名実ともに本来あるべき姿になっていくためにはさらに多くの議論と時間が必要と思います。皆様のご指導とご支援を心から願う次第です。

第8回
技術発表会報告

氷の構造と単結晶育成法について

土木開発工学科 百武欣二

1. はじめに

氷の物性を理解するためには、良質な単結晶氷試料での測定結果が基礎となる。その試料サイズは測定分野によって異なるが、力学試験や超音波速度測定等の物性測定を目指す場合、最小サイズとして約 10cm の氷結晶が必要になる。本報告では、氷の構造について簡単に説明し、氷のそのものの性質が調べることのできるサイズ（直径 10cm 程度）の単結晶氷を育成することができたので、その装置と育成した氷について紹介する。

2. 氷の構造

2. 1 結晶構造

水が個体になるときは、 H_2O の分子が規則正しく結びついて結晶の格子を作っていないかなければならないが、それを作るときの基本の形は図-1 a に示すような正四面体の形をしている。この正四面体の中心にある酸素原子には、4本の腕がありそれぞれの腕の上にある水素原子の内、二つが中心の酸素原子の近くにある。この正四面体の形が繋がりあって図-1 b にあるような、六方晶の結晶構造となる。氷の結晶構造を少し簡素化して図-1 c のように六角柱で示すこともあり、この六角柱の縦方向を c 軸と呼んでいる。六角形の面は底面と呼ばれ、その底面上で 120 度ずつをなす方向を a_1 , a_2 , a_3 軸と呼んでいる。

一般的に結晶の物性は異方性を示すが氷結晶の場合、この異方性は c 軸方向に著しいので結晶の向きとしては c 軸のみを問題にすることが多い。

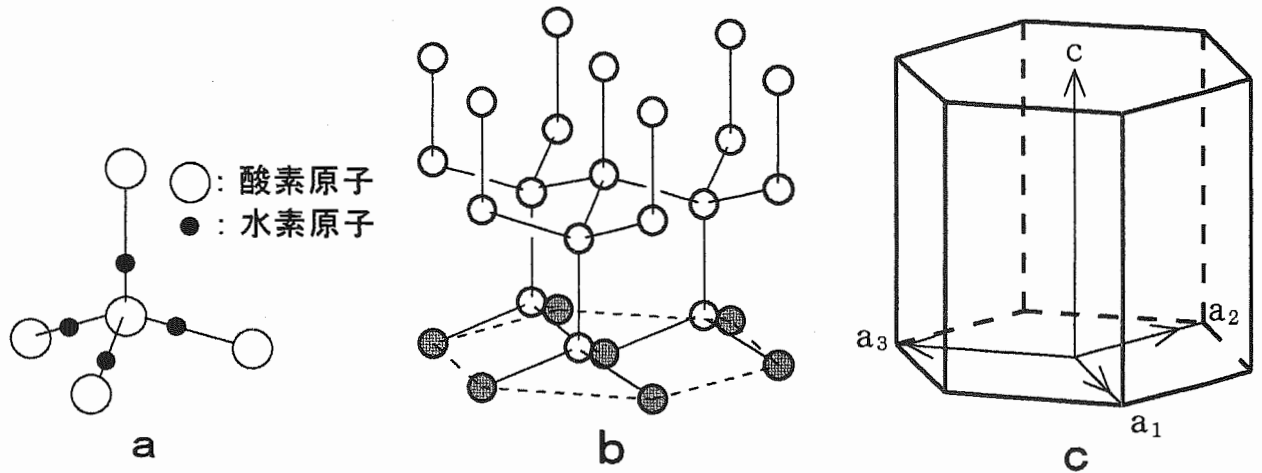


図-1

2. 2 多結晶氷

氷をある大きさで見たときに、その氷のc軸がどこでも同じ方向を向いているものを単結晶氷と呼んでいる。また、それらがいくつか集まってできている氷が図-2に示すような多結晶氷である。

普通目にする氷、例えば冷蔵庫で作った氷、市販氷、つらら、流氷等はみな結晶粒の大きさが1mmから2.3cmの単結晶の集まってできた多結晶氷であり、その多結晶氷において単結晶と単結晶の間の境界は結晶粒界と呼ばれる。また、気泡や不純物を含む場合は氷の生成方法にもよるが、その結晶粒界に存在することが多い。

南極の雪氷試料の薄片写真(みずほ基地)を写真-1に示す。この写真で左は通常光で撮影したもので、黒く写っているのは気泡である。右は偏光で撮影したもので、明るさの違う1つ1つの粒子が単結晶粒である。

a~dは深さの違いで、各深さはaから24.8m, 35.5m, 68.5m, 109.8mである。積もった雪は、それ自身の重さにより深くなるに従い大きな圧力を受け氷へと変化していく。雪と氷の区別は、雪には通気性があり、雪に含まれる空気が閉じた気泡となって取り込まれ、通気性の無くなったものを氷と定義している。また、偏光写真から、深さが増すに従って粒径が大きくなっていくことが判る。

4. 大型単結晶の育成

前に述べたように、力学試験や超音波速度測定等の物性測定を目指す場合、約10cm程度の単結晶が必要となるが、そのような大型単結晶は自然界にも存在する。高速リンクで有名になった氷筋は黒部溪谷のトンネル内で気温が低下した12月~3月にかけて発生し、その大きさは直径数cmで、高さは1mを越えるものもある。また氷河から流れ出た冰山の中に10cmを越える単結晶が発見されることもある。

しかし力学試験等の試料として天然の単結晶を使うには量や質、費用の面で難しい。そこで本研究グループがおこなう力学試験等に用いるための単結晶を、人工的に育成する目的で装置の製

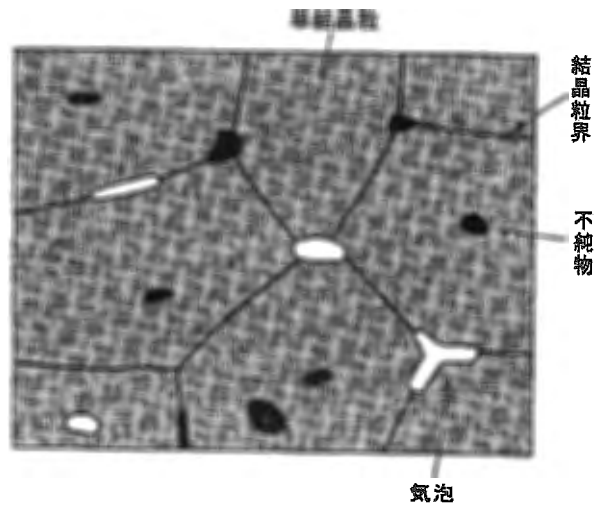


図-2: 『雪氷の構造と物性』より

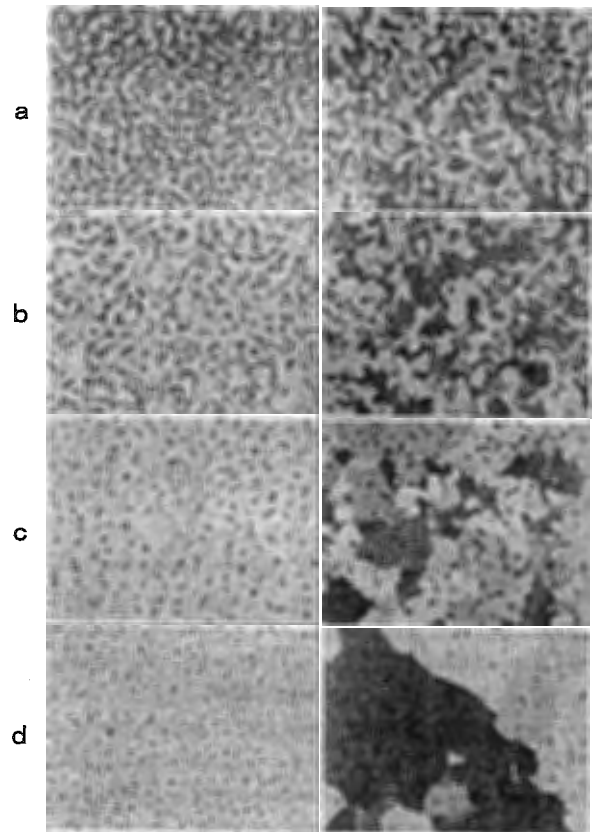


写真-1: 『雪氷の構造と物性』より

作をおこなった。

人工的に単結晶を育成する方法のいくつかを紹介する。最も良質な氷結晶の育成が可能であるとされているのは、高純度の水と良質な種子結晶を用いたブリッジマン法¹⁾であり、直径 3cm 程度の単結晶が得られる。大きな氷結晶を簡便に得る方法としては、チョクラルスキー法が使われている^{2) 3) 4)}。また人工的に氷筈を作る研究も行われている⁵⁾。

4. 1 氷育成装置

本実験では、チョクラルスキー法（福田⁴⁾）を用いて氷結晶の育成を行った。この方法では育成する単結晶の種が必要であるが、他の単結晶育成方法に比べると体積当たりの育成時間が短く、効率良く大型単結晶が得られるという特長がある。また種子結晶の結晶軸方位を変えることにより、育成結晶の成長方向を任意に設定できる。

製作された育成装置は大きく分けて

- 1) 氷結晶育成室
- 2) 恒温槽
- 3) 温度表示用パーソナルコンピューター

の 3 つの部分から構成されている。装置全体の外観を図-3 に示す。但し、パーソナルコンピューターの接続は省略した。以下に各部の機能と形状の詳細について述べる。

1) 氷結晶育成室（以後、育成室と略称）

育成室（外形 90 x 80 x 70 cm）の外壁は、断熱材（スタイロフォーム）で作り厚さは 10cm とした。ラジエーターとファンにより育成室内の気温制御を行っている（図-4 参照）。

育成室上部には、スピードコントロールモーターを設置し、1.4 ~ 21 mm/day の速度範囲で氷結晶の引き上げ速度をコントロールできるようにした。育成室下部には回転速度 0.25 ~ 3.9 rpm のモーターを取り付けて、ビーカールの回転をコントロールできるようにした。

結晶育成室内に熱電対 T_1 、 T_2 、 T_3 を設置し、温度をモニターできるようにした。また、育成室壁面の一部に透明なプラスチックシート（3重）で窓を設け、外部から CCD カメラで結晶成

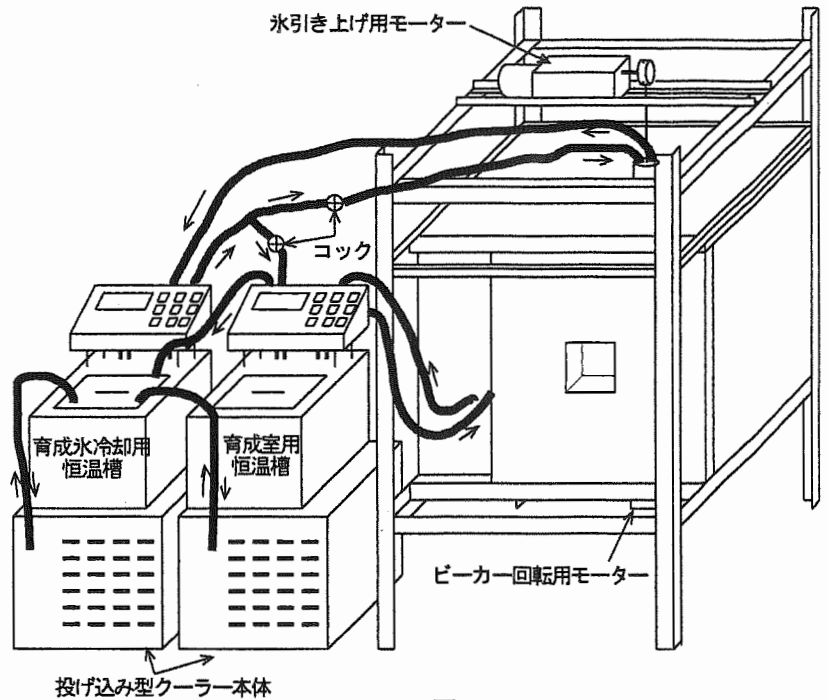


図-3

長の様子を観察できるようにした。

2) 恒温槽

冷媒にエチレングリコールと水の混合液を用いた恒温槽 (EYELA NTB-221) を2つ使用して、種子結晶冷却部の温度とラジエーターの温度を個別にコントロールできるようにした。冷却装置として、込み型クーラー (EYELA ECS-45) を使用した。

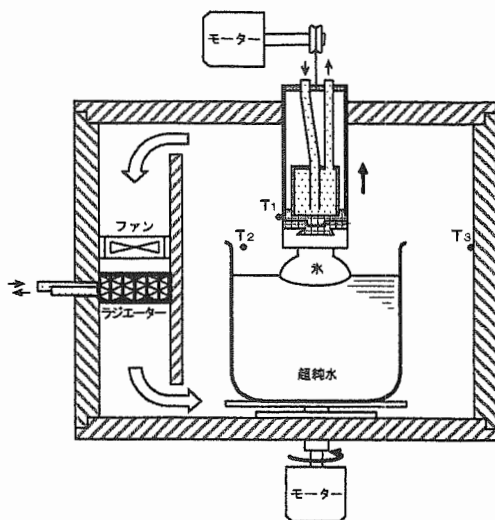


図-4

3) 温度表示用パーソナルコンピューター

恒温槽内部の冷媒温度、育成室内における各部 (図-4に示す T_1 、 T_2 、 T_3) の温度、育成装置を設置してある室内の温度 (実験室温度) 等の各種温度がパソコン画面上に表示され連続記録されている。また、CCDカメラからの育成室内画像データもパソコン画面上に表示させるようにした。

育成結晶の画像は、一定時間間隔の静止画として記録することが出来る。モニター画面を図-5に示す。このパソコンは学内の他のパソコンと連結しており、温度および結晶育成状況の遠隔監視が可能である。

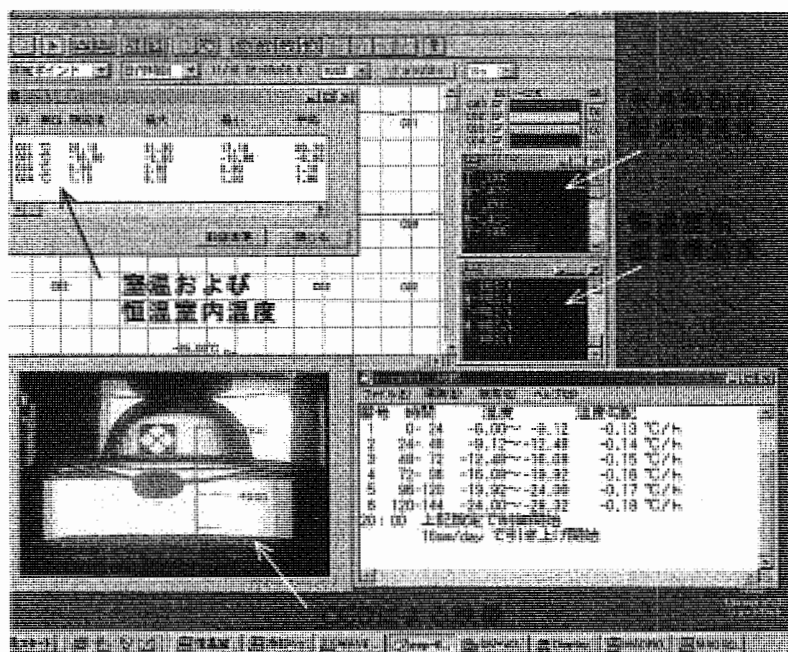


図-5

2.2 氷の育成条件

氷結晶の育成にあたり、育成室内の温度が $1 \sim 3 \text{ }^\circ\text{C}$ の間になるようにラジエーター温度を調節した。これは、融液を $4 \text{ }^\circ\text{C}$ 以下に保つことにより密度差による対流を防いで固液界面付近の等温線に乱れを生じさせないためである。

結晶成長用の融液には、北見工業大学化学システム工学科の応用分析化学研究室から提供を受けた超純水を用いた。これは、水道水をイオン交換樹脂によって前処理し、超純水製造装置 (ミリポア社製 MILLI-Q SP. TOC.) を用いて比抵抗が $18\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ 以上となった水である。この純水を入れたビーカーを 2 rpm の速さで回転させて融液温度の水平分布をできるだけ一様になるようにし、育成氷を成長方向に軸対象になるようにした。また、この回転により、成長に伴い固液界面に排出される空気分子の拡散を促し、氷塊内への気泡の取り込みも防いだ。

育成室上部の氷結晶冷却部に種子結晶をセットし、この冷却部温度を-3 ~ -23 °Cまで徐々に降下させながら氷結晶を 10 ~ 20 mm/day の間で、引き上げた。この成長過程で結晶粒界が氷塊の外に排出されていくことを期待して、固液界面の形状が下に凸の曲面となるように、種子結晶の温度降下速度と引き上げ速度の組み合わせを調整した。

3. 実験結果および考察

実験は種子結晶の引き上げ速度、および温度降下速度の条件を変えながら7回行った。各回の条件を表-1にまとめてある。

	実験時間 (hour)	氷塊引き上げ速度 (mm/day)	種子結晶冷却部の 温度変化(°C/h)	種子結晶	育成室温度T2(°C) ()内は平均
第1回	48	13	-0.15	無し	2.7~3.7 (3.10)
第2回	165	13 (0-94時間) 10 (94- 時間)	-0.10 (0-22時間) -0.13 (22-70時間) -0.20 (70- 時間)	約3cm	1.2~3.0 (1.99)
第3回	143	13 (0-94時間)	-0.15	約1cm	0.4~3.5 (1.11)
第4回	160	20 (0-38時間) 15 (38-73時間) 13 (73- 時間)	-0.15	約1cm	0.6~1.8 (0.91)
第5回	118	15 (0-52時間) 16 (53-70時間) 15 (70- 時間)	-0.15	約4cm	0.7~1.2 (0.95)
第6回	142	16 (0-85時間) 13 (85- 時間)	-0.13 (0- 24時間) -0.14 (24- 48時間) -0.15 (48-72時間) -0.16 (72- 96時間) -0.17 (96-120時間) -0.18 (120- 時間)	約3cm	0.7~2.3 (1.02)
第7回	145	15 (0-145時間)	-0.20 (0- 24時間) -0.13 (24- 48時間) -0.14 (48-72時間) -0.15 (72- 96時間) -0.16 (96-120時間) -0.17 (120- 時間)	約3cm	0.7~2.5 (1.05)

表-1

第1回実験は、種子結晶を得るために行ったものである。育成された氷塊を水平方向からみた偏光写真が図-6 aであり、点線で示した位置から切り出した断面薄片の偏光写真が図6-bである。これらは、氷塊が多結晶であり、冷却金属部で多数の結晶核が生成したことを示している。図-6 aで、氷内部の陰影が「ハ」の字型になり結晶粒界が氷の中心から離れる方向に向かっており、中心部にある結晶が徐々に大きくなっていることがわかる。これは前に述べた凸型界面の効果である。

第2回実験は、第1回実験で育成した氷塊

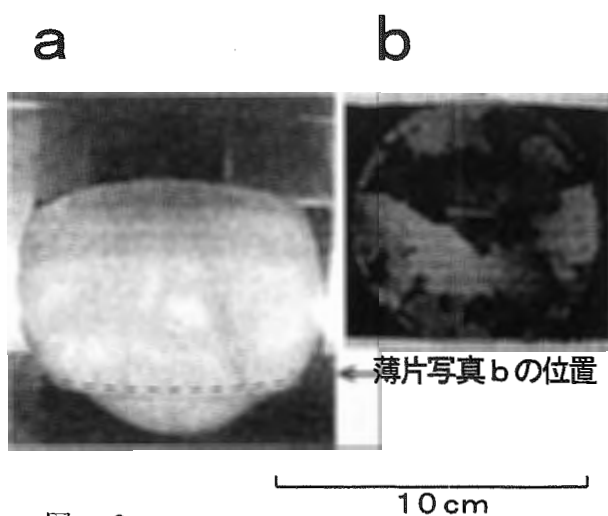


図-6

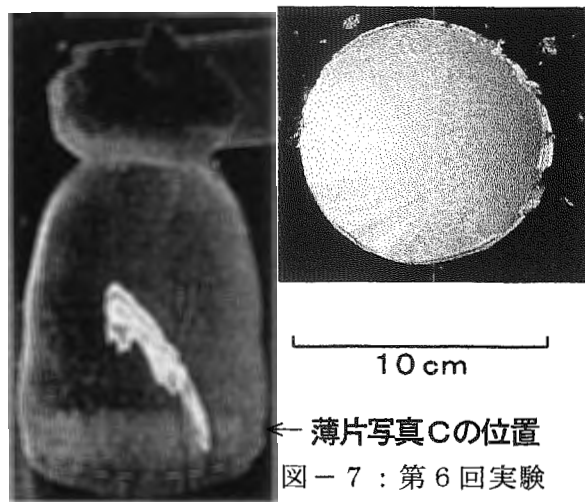
の一番大きな結晶粒から円柱状に切り出した単結晶（直径 2 cm 程度）を種子結晶として用いた。育成結晶は表面に薄い別の結晶があるものの、ほぼ単結晶であった。

第 3 回および第 4 回実験のものは多結晶であった。これは種子結晶を装着した金属部を冷却部に取り付けるときに隙間に挿入したシリコンオイルが、融液中に流れ落ち、成長界面に何らかの影響を与え新たな核生成を引き起こしたと思われる。

第 5 回の実験での育成結晶は 3 結晶となった。これは、育成途中で表面に出来た新結晶が氷塊外に排出されず、中心部に向かって拡大成長していったことによる。これは第 7 回の実験でも起こっているの、後にまとめて考察する。

第 6 回および第 7 回の実験は、種子結晶冷却部の温度降下速度をほぼ一定になるように氷冷却用恒温槽の温度を細かく時間変化させて実験を行った。これは、潜熱除去のための熱流量が一定となり安定して結晶が成長すると期待した。第 6 回のは図-7 に示すように氷塊表面に薄い別結晶があるものの、期待どおりの単結晶となった。

第 7 回のは、第 5 回と同様、表面に出来た新結晶が中心部に向かって成長し 2 結晶となった。



← 薄片写真Cの位置

図-7：第 6 回実験

固液界面の形状は全ての実験について育成中に変化したが、実験開始直後は曲率が小さく下に凸の曲面になっているのに対し時間と共に曲率半径が増加していった。これは成長面の増加、かつ氷冷却部と固液界面の間の距離が増加して温度勾配が減少したために、潜熱除去のための熱流の方向が変わったせいであると思われる。従って、凸型界面の粒界排除効果は、主として成長初期に大きい。

第 5 回および第 7 回の場合については、育成結晶の直径が大きくなり最大となったときに、新結晶が生成し、直径の減少とともに中心に向かって成長していくように見える。これは結晶成長面から奪う熱が小さくなったためであり、これにより、固液界面の曲率半径は急激に大きくなったと考えられる。さらに、図-8 に示すように新結晶の c 軸方位が種子結晶 (a_1 , および b_1)

の c 軸方位に比べて水平に近いことから、成長卓越性が大きいと考えられる。

この 2 つの要因が相俟って結晶粒界の

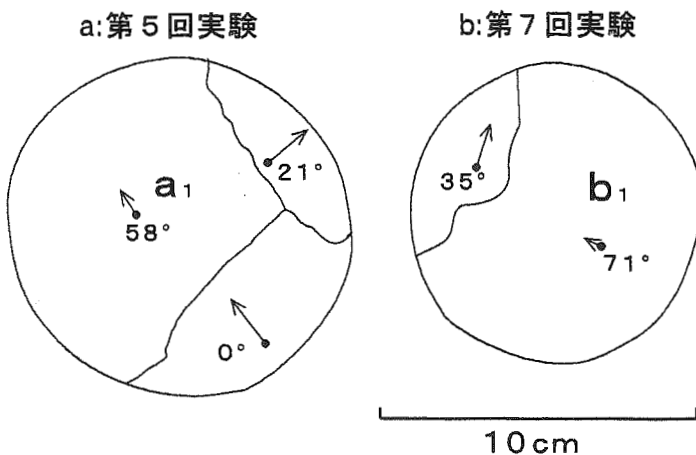


図-8：矢印の方向は水平方向を示し、長さはC軸方向の単位長を紙面に投影した値に比例し、数値は紙面からの角度を示す。

侵入を許したと考えられる。なお、この成長卓越性は、海氷・湖氷で見られるように、柱状結晶粒のc軸方位が水平になっていることから理解できる。

5. まとめ

本実験の結果から、今回製作した氷結晶育成装置を用いると、サイズ 10 cm 程度の大型単結晶を容易に育成することができることが判った。今後は、育成時間を短縮する方法の検討と作業工程の簡略化、特に種子結晶の作成、成形、及び冷却部への装着の手間を省くために、種子結晶を使用しない単結晶作成方法の検討等が必要であると思われる。

謝 辞

本研究にぜひとも必要であった超純水を提供して頂いた化学システム工学科の応用分析化学研究室に感謝します。本研究室の日本学術振興会特別研究員 宮本 淳さんには、育成結晶の結晶方位を決定するためのユニバーサル・ステージの操作について教えて頂きました。

参 考 文 献

- 1) M.Oguro and A.Higashi:Concentric Dislocation Loop with [0001] Burgers vectors in Ice Single Crystals Doped with NH₃,Phil.Mag.Vol.24 No.189, pp.713 ~ 718(1971)
- 2) 東晃, 小黒貢:引き上げ方による氷単結晶の製作, 応用物理, 36巻12号, p 988 ~ 994 (1967)
- 3) 福田明治 (未発表):引き上げ法による氷単結晶の育成 (チョコラルスキー法)
- 4) T. Hondoh, A. Higashi : Faceting of large-angle tilt grain-boundaries. Grain Boundary and Related Phenomena, Proceedings of JIMIS-4, Supplement to Transactions of the Japan Institute of Metals, pp.337-344(1986)
- 5) 対馬勝年, 斉藤好弘:氷筍の人工育成. 富山県地学地理学研究論集, 11, pp.142-147 (1996)
- 6) 前野紀一, 黒田登志雄著:雪氷の構造と物性, 古今書院

機能材料工学科の オンラインリテラシー演習

機能材料工学科 山田洋文

1. はじめに

現在では、コンピュータおよび情報リテラシーの習得は文系理系を問わず大学卒業生の必須要件となっている。機能材料工学科では、Web上からの情報収集、分析、加工の演習をオンライン形式で平成10年度から2年生に必修の機能材料実験Iの一部として実施している¹。

一般に演習は従来の講義形式と同様に、受講生全員の進捗状況が同期することを前提とした対面型で進められるが、技術習得に要する時間は学生間の個人差が大きく、期待通りの成果をあげることが次第に困難となってきた。本演習では、顕著になった学生の多様性に対応する方策として、Web環境を利用した非同期型のオンライン方式を採用した。オンライン授業を非同期型で実施するものはALN(Asynchronous Learning Networks)と呼ばれ²、Sloan ALN コンソーシアムのWebサイトにはさまざまなコースのカタログがまとめられている³。

本演習は、受講生の持つ傾向を考慮に入れて、内容をWeb環境における情報活用能力養成とリテラシー教育とした。さらにコンピュータを真に知的活動に有効活用するためには、機器を無自覚に操作できることが重要なため⁴、課題内容を吟味し、期間を通じた適正な配置を検討した。

本稿では、当学科で実施中のオンライン演習を技術教育の観点から紹介し、Web利用の有効性と情報活用教育の課題を、以下の点について考察した。

- 1) 受講生は情報活用のための技術を習得できたか。
- 2) 演習環境としてWebを利用したことで、どのような効果があったか。
- 3) 受講生にとって、情報活用技術習得以外にどのような効果が見られたか。
- 4) 実際にWebサイトを管理・運用する上で、留意すべき点は何か。

2. 演習の実践

2.1 使用システム概要

本演習システムの管理・運用面を検討する目的で、新たにWebサイト（以下、「ベースサイト」と呼ぶ）を構築し、Webページ化されたテキストおよび参考情報を置いた。

2.2 演習コースの設定

本演習では、受講生は全15回の演習課題に対してレポートの提出が義務付けられ、期間中「情報の収集・整理・発信」作業を反復する。課題に具体性を持たせるために、internet環境においてコンピュータを使う上で必ず遭遇するであろう話題を盛り込むようにした。

受講生が「情報の収集・整理・発信」の各段階において行なう具体的な作業は次のようになる。

収集：Webブラウザを使用し、サーチエンジンを駆使しながらブラウジング

整理：収集した情報（文章）をエディタでHTMLファイルに加工

発信：作成したHTMLファイルをWebページとして公開

こうした定型作業の繰り返しにより、受講生が自分なりの「情報技術」を習得し、さらに、この技術を用いて機能材料工学に関する情報を収集するのが、本演習の趣旨である。機能材料工学に関する情報収集には各研究分野のキーワードを与え、希望分野を選択させた。研究分野のレビュー入門に相当する。

演習の進行にともない、受講生が順次サーチエンジンの使用法に習熟し、「情報を探し出すこと」から「入手した情報を判別すること」へ検索技術が向上するように課題内容を配置した。期間中盤までは検索技術の如何に関らず正確な情報にアクセスできる課題とし、終盤には不確定情報が多く判断力が問われるものにした。最後に正確な情報へのアクセスは容易であるが、その内容を理解し考察することが重要な機能材料工学分野の研究トピックスとした。

表1. 演習課題

回	目的技術・知識
1	日用品に搭載されているコンピュータの例を列挙させ、コンピュータが身近なものであることを認識する
2	2000年問題からコンピュータが現代生活の一部となっている事実を知る
3	電子メールシステムと現状見られる問題を把握することでinternet環境利用マナーの一部を知る
4	Webページを作成するために必要なソフトウェアを調べて、自分達がこれから使用するアプリケーションの機能を把握する
5	Webページで利用される代表的なファイル形式を調べて、各ファイルの使い方を把握する
6	PCと周辺機器のスペックについて調べることで、各機器の機能を知る
7	memoryとstrageの差異を知り、データの所在を認識する
8	英文報告書の和訳から技術英語の使われ方を学ぶ
9	自己紹介書で和文報告書の書き方を学ぶ
10	区分求積法による π の計算を通してExcelの基本的使用法に慣れる
11	表計算以外のExcelの応用例を知る
12	PCで使用される各OSの特徴を把握する
13	セキュリティ感覚を喚起する
14	トラブルシューティングの概念を把握する
15	機能材料工学分野のトピックを収集した資料を提出する

2.3 CGIの利用で演習のペーパーレス化

本演習では、ベースサイト内に課題提出用のformページを設け、そこに入力されたHTMLソースをCGIで回収する方式を採用した。回収されたソースはサーバ内にファイルとして保存され、一覧表のページに登録される。このページ中の課題番号をクリックすると各受講生が提出したレポートが表示され、受講生全員が閲覧できる。さらに、一度提出したレポートでも加筆修正が可能ないようにした。この方法ではレポートの提出は学内のどこからでも24時間可能であるため、受講生は個々の事情と進捗状況に合わせて非同期的に演習し、成果を提出することができる。

また、同様に出席申告用formも作成し、演習期間を通して全員の出席状況が常時一覧できるようにした。加えて学生側からの質問や意見を回収するためのformも用意した。

2.4 レポートの評価

判定結果はベースサイトの所定のページに不合格者・未提出者の出席番号をリストして掲示した。不合格者・未提出者は、早期に合格に値するレポートを再提出しなければならない。再提出したレポートが合格と判定されれば、リストから番号が順次消えていく。

2.5 アンケート

記名式のアンケート調査を行ない、レポート同様formページから回収した。この結果を交えながら次章で本演習を考察する。

表2. アンケート (抜粋)

No.	質問文
1	演習全体についての感想・評価
2	Web利用についてのご意見
3	問い合わせ欄などを通じてネットワーク上でのコミュニケーションがうまく行ったと思いますか
4	ネットワーク活用能力を養成するには、課題の分量と内容は適切でしたか
5	時間外に演習室（一般利用）を通算何回利用しましたか
6	時間外にラウンジ（internetパソコン）を通算何回利用しましたか
7	自学自習方式は適切でしたか 改善点はありますか
9	yahooなどの検索サイトを利用する際、検索文字の入力で何か工夫をしましたか
10	この演習作業のルーティーンを効率化するために工夫した点（ショートカットの習熟、ファイル名の工夫など）は何ですか

3. 結果と考察

3.1 技術習得

(1) 機器操作

本演習では、目的を「internet環境での情報活用」に限定し、本来個別の要素技術を一連の作業として反復実行させるように設定した。その結果、9割以上の受講生が、ブラウザ・エディタの使用、ファイルの取扱いに加えてHTMLソースの記述を「作業として」マスターした。工学部の学生に対するコンピュータリテラシー教育では、自学自習方式も有効な方法論であることがわかる。また、演習終了後、受講生に今後希望する演習の内容を調査したところ、ネットワーク利用法は42%、OS操作は27%、プログラミングは27%となった。半数以上がOSやプログラミングなど、より専門的な技術に関心を示していることが興味深い。

(2) 情報活用

本演習では、Web上の情報収集にサーチエンジンを利用し、効率性を求めてブーリアン検索などを紹介したが、複数のキーワードを用いた絞り込み検索の活用など、情報検索に際して何らかの工夫を行なったと回答した受講生は35%であった。聞き取り調査から、1つのテー

表3. 回答内訳

No.	肯定的(%)	否定的(%)
1	70	30
2	57	43
3	14	86
4	35	65
7	51	49
9	35	65
10	22	78

マに対して複数のキーワードを案出できないことが原因であることが明らかとなった。

また、情報の選別段階で、辿り着いたWebページの記述内容を丸ごと鵜呑みにする傾向が見られた。この教科書至上の学習姿勢からすぐさま抜け出すことは難しいのかもしれないが、今後インターネットを有効利用するには、情報の正確さとサイトの信用性を検証する能力が必要不可欠となる。今後はキーワードの案出法やサイトの信用性を判断する基準をどのように一般的に提示できるかが課題となる。

一方、第15回の機能材料工学分野の研究トピックスに関する情報を収集する課題では、上記のような混乱は見られなかった。この理由が第一に、本学科では導入教育科目として1年次に「機能材料工学入門」を開講している点にある。受講生は本演習に先立ち、機能材料研究の概要と基礎知識を得ていることから、先述のキーワード案出に対する障壁が低減されたと考えられる。第二は学術情報サイトの性格による。Web上に掲示される論文・データなどは、一般に事前に幾重にも検証・確認が行なわれる。このため、Web上での情報検索に不馴れな者や内容に関する正確な判断知識が乏しい者でも参照サイトの信用性を懸念する必要はほとんどなく、比較的正確な情報が収集できていた。

3.2 Web利用の効果

(1) 自学自習方式

Webを活用した本演習の全体については70%が肯定的に評価したが、自学自習方式についての肯定的評価は51%に留まった。否定的な回答での意見には、「課題の内容が難しい」、「課題量が多すぎる」など課題に関する点が多く指摘され、懇切丁寧なパソコン指導を望むものは少数であった。前年度の集計結果に比べ、全体に肯定的評価が下がった原因は課題の分量が多量であったためと思われる。

一方どの程度自学自習を行なったかを時間外学習頻度で検討した。時間外学習頻度の平均が19回であり、これは本演習の開講回数15回を上回る。さらに、4名が40回以上と回答した。また回答頻度が10回以下の者の大部分はパソコンを個人で所有しており、彼らの自宅学習頻度は集計結果に含まれない。演習課題の内容と量は時間外学習を必然化するように設定したので、ある程度の頻度は期待できたが、予想を上回り熱心に取り組んだ様子がうかがえた。したがって、課題に対する不満を別にすれば、自学自習方式が受講生には無理なく受け入れられたと判断できる。

表4. 時間外利用頻度

回数	人数
1-9	10
10-19	12
20-39	10
>40	4

オンライン方式の授業と従来の対面型授業との教育効果や教育効率の違いについて多くの研究が行われているが、依然結論は得られていない⁵⁾。しかし本演習では受講生の時間外学習頻度が大幅に増加したことから、少なくとも技術修得における自律的学習を促進するには、従来の対面型演習よりオンラインの自学自習方式を用いた方が効果的と判断できる。

(2) CGI

レポートの受領および公開手続を自動化し、受講生の操作結果を「一覧表」の形で表示したところ、毎回演習終了時に自身の送信データ（出席、レポート）が登録されているかどうか確認後、退出する受講生が多く見られ、各回の作業内容が即座にWebサイトに反映され、達成度が確認できると好評であった。

レポートをWebに公開する利点として自己評価や相互評価の機会が増加し、レポート内容の質が向上すると言われているが⁶⁾、我々の演習でも同様の効果が見られた。受講生の一部には水準を満たし既に合格しているレポートでも、さらにより表現力の豊かなHTMLタグを習得し、その結果を試すべく再構成して何度も提出し直す者が多く見られた。Web方式は更新が容易で、受講者の段階的学習に適しており、彼らの積極性を無理なく引き出せることがわかる。

今回、自学自習方式を系統的に補完するため、ベースサイトへのアクセスには時間的にも場所的にも制限を設けず非同期的に運用した。学生は個々の希望と進捗状況に合わせて、演習時間以外でも演習教室以外の場所からでもレポートを提出することができる。期待通り、土曜

日曜や深夜に及ぶレポート提出が数多く見られた。

3.3 情報技術習得以外の副次効果

(1) コピー&ペーストによる作文

本演習での実質的作業は、検索して辿り着いたWebページの文章を適当に切り貼りし、入手した情報を基にレポートを作成することである。電子メディアであるために、ある程度まとまった量の文章でも瞬時に切り貼りが可能であり、受講生はこの文章の切り貼りという形の「情報の再構成」を負担感無く実行していた。一方、課題第9回では、全課題中唯一オリジナルの文章を作成しなければならなかったため、個人のプロフィールをまとめると言っても簡単ではなく、文章力には顕著に個人差が現れた。したがって、A4判1~2枚程度の文章量作成を課題とする場合でも、自在に切り貼り操作が可能なWeb環境を活用することが有効と考えられる。

(2) 読む英語

Web環境における標準語は英語である。十分な情報を得るには日本語のページの他に英語のページを読むことは避けては通れない。本演習ではこの点を留意させるため英文和訳も採り上げた。ノーベル賞受賞理由の概要をまとめる課題である。ノーベル財団のサイトには受賞理由が簡潔に示されている。英文和訳を強制した課題ではなかったため、受講生はまず日本語のサイトを検索していたが、そこにある文章では十分な情報を得られないことを知り、最後にはノーベル財団のサイトの該当ページの訳出に取り組んだ。したがって、情報入手には日本語より英語の方が効率的なことを経験することで、英語使用の抵抗感が減じ、また必要性が認識できたのではないか。

(3) 能率を指向した学習方略

本演習で課した各レポートは、受講生にとっては過多と感じるであろう量の文書処理を要求するものであった。そうした状況を設定することで、個々の受講生が自身の作業効率を高める工夫を期待したものだ。学習の効果を高めることを目的として行なう意図的な心的操作あるいは活動を学習方略と呼ぶ⁷⁾。今回事前に指導しなかったせいか、アンケートによれば自分なりに学習方略を考えていた者は22%に過ぎなかった。

今後の社会においては、玉石混交の膨大な情報から適切なタイミングで有意なものを抽出しなければ実用にはなり得ない。確かにコンピュータは大量の情報を短時間で処理できるが、タイミングの設定はあくまで人間の仕事である。最適なタイミングを逸しないためにもルーティン化や効率化を強く意識するよう指導することが重要と考えられる。

3.4 Web環境におけるオンライン演習の管理・運用

(1) 利点・留意点

本演習はベースサイトをテキスト、Webを図書館として利用する、というコンセプトで受講生の自主作業による演習遂行を旨とし、演習担当者による「講義」の時間を極力排した。出欠・レポート受領・質問対応などの各種手続を自動化したことで、ベースサイトの内容・構成次第では、教室に担当者が不在でも演習の実施が可能となる。本演習で今回のシステムが有効に機能したのは、受講生が理系（工学部）の学生で、電子機器を使うことにさほど抵抗感を持っていなかったことによるところが大きい。おかげで、担当者は受講生に対し使用機器の基本操作を指導するだけで良かった。しかし、世の中には基本操作を組み合わせる複合操作を実行不可能な人間（いわゆる機械オンチ）が存在すると言われる⁸⁾。この場合にオンライン化システムを機能させるには、さらに付加的な工夫が必要になる。また、受講生のレベルが中級以上の場合には、オプションコースの設定など演習内容を組み替えることで容易に対応できるのもオンラインコースの利点である。

(2) Webサイト構築上の留意点

当初ベースサイトには通常のフロントページと同様に演習用の全ページの項目を列記した。その結果、アクセスするページの偏向が著しくなった。すなわち、演習課題ページと出席登録・レポート提出用のformページにしかアクセスせず、参考情報のリンク集、提出レポートの評

価ページや連絡事項のページなどを無視する者が見られるようになった。そこで、ベースサイトの構成を一部変更した。

フロントページ->連絡事項のページ->レポート評価のページ->課題のページ
->全ページへのリンクを持つページ

この経路を強制的に辿らせ、必要事項の伝達を計った。むろん少し上達しブラウザのURL登録機能を知れば、こんな仕掛けは意味をなさないが、初心者には有効であった。演習目的のWebサイトは、受講生の学習行動様式を考慮して構成する必要がありそうである。

4. おわりに

本演習は、基本的には平成15(2003)年からは高等学校で実施される情報教育の目標を先取りする形で実施した。インターネットを利用した授業はたいへん盛んであるが、議論もまた多い。しかし、情報機器を活用した技術演習は、そこで現れる不都合や問題点そのものが将来への貴重な提言を含んでおり、被験者たる受講生自身も、変化する情報技術を目のあたりにすることができる。その意味で今後情報活用技術教育は、コンピュータネットワークを利用したオンライン授業にとって先導的役割を果たすと考えられる。

最後に、本演習プログラムは、公開されている多くの先駆的实践例を参考にさせていただいたことに感謝して、ここに付記する。

参考文献

- 1) 山田洋文, 射水雄三(2000), 「機能材料工学科学生のためのオンライン情報リテラシー演習」, 『高等教育ジャーナル—高等教育と生涯教育—』, 8, 1-11
- 2) Mayadas, F. (1997), "Asynchronous Learning Networks; A Sloan Foundation Perspective", Journal of Asynchronous Learning Networks, 1, 1-16, [on-line] http://www.aln.org/alnWeb/journal/jaln_Vol1issue1.htm
- 3) The Sloan ALN Consortium (2000), [on-line] <http://www.sloan-c.org/>
- 4) 浜野保樹(1990), 『ハイパーメディアと教育革命』, アスキー出版局
- 5) Phipps, R. and Merisotis, J. (1999), "What's the Difference? A review of Contemporary Research on Effectiveness on the Distance learning in Higher Education", The Institute for Higher Education Policy. Washington, DC, [on-line] <http://www.ihep.com/difference.pdf>
- 6) 村井純(1998), 『インターネットII』, 岩波新書(新赤判) 571
- 7) 辰野千壽(1999), 「大学生にも学習方略を」, 『学術月報』, 52, 87-88
- 8) 佐伯胖(1997), 『新・コンピュータと教育』, 岩波新書(新赤判) 508

RAID の種類と速度比較

情報システム工学科

宇野珠実

1 はじめに

最近、PC 雑誌で RAID という言葉が見かけられるようになってきました。RAID というのは複数の HDD をまとめて 1 つの HDD として管理する技術です。しかし RAID と言ってもソフトウェアで管理する物、ハードウェアで管理する物、スピードを重視した物、データの信頼性を重視したものと様々な種類があります。

研究室で RAID を導入する事になりましたので、これを機会にいろいろな種類の RAID を構築し転送速度を測定、比較しどの程度のパフォーマンスが得られるのかという事を発表していきたいと思います。

2 RAID の種類

RAID には 0~5 までの 6 つのレベルがあります。ここでは主に使われる 3 つについて説明します。

RAID0(ストライピング)

複数の HDD に対して並列に読み書きを行いアクセス速度を向上させる方式。アクセス速度は HDD の台数に比例して向上するという利点があるのでハードディスクレコーディングや動画処理にむいています。しかし、1 台でも故障すると全てのデータが使えなくなるという欠点があります。

総 HDD 容量 = 1 台の HDD 容量 × HDD 台数

RAID1(ミラーリング)

偶数台の HDD に全く同じ情報を書き込む方式。書き込みのスピードは 1 台の時と同等か若干落ちるくらい、読み込みのスピードは同じくらいか若干向上します。HDD に全く同じデータが記録されているので故障しても容易にデータの復旧

ができるという利点があります。

総 HDD 容量 =

1 台の HDD 容量 × HDD 台数 / 2

RAID5(パリティ分散)

3 台以上の HDD を用い、排他的論理和 (XOR) で出したパリティ情報を各ディスクに分散させて記録する方式。1 台の HDD が壊れても、新しい HDD に交換すれば残りの HDD のデータとパリティ情報よりデータを再構築できます。大規模で連続運転が必要なシステムに用いられてきたが、RAID ボードや HDD などのハードウェアの低価格化により導入し易くなりました。

総 HDD 容量 =

1 台の HDD 容量 × (HDD 台数 - 1)

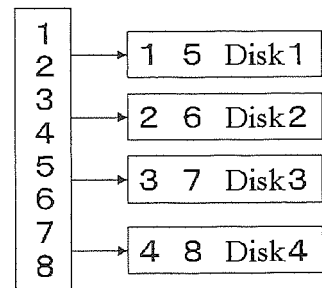


図-1:RAID0(ストライピング)

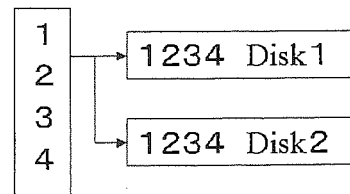


図-2:RAID1(ミラーリング)

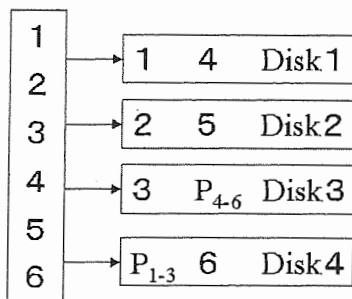


図-3:RAID5(パリティ分散)

また、RAID の実現方法にはソフトウェアとハードウェアの2つがあります。

ソフトウェア

ソフトウェア RAID では SCSI や IDE インタフェースをそのまま使う事ができ、追加購入するのは必要台数分の HDD だけで済むので安価に構築できます。しかし、CPU に負荷がかかる、構築や復旧はハードウェア RAID より手間がかかるという短所があります。Windows NT Server や Red Hat Linux6.1 以降(また互換性のあるディストリビューションである Kondara MNU/Linux1.1 や Vine Linux2.0 など)はソフトウェア RAID の構築が容易にできるようです。

IDE でソフトウェア RAID を構築する場合の注意事項があります。IDE インタフェースにはプライマリとセカンダリの2チャンネルにそれぞれマスターとスレーブの設定があり、最高4台の HDD を接続する事ができます。しかし、IDE は同一チャンネル上にある HDD(マスターとスレーブ)には同時に1台しかアクセスできない為、性能の向上が望めなくなります。2台以上の HDD を IDE 接続して RAID を構築したい場合には別に IDE カードを購入する事で性能の低下を防ぐ事ができます。

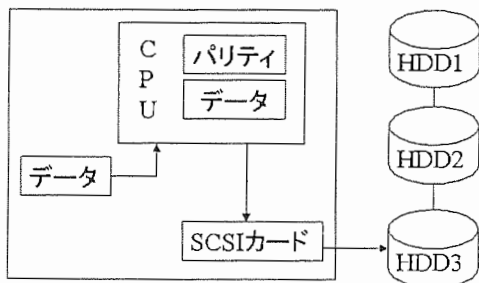


図-4:SCSI で構成したソフトウェア RAID の概要図

ハードウェア

外付けディスクアレイ装置を用いたもの、RAID コントローラーボードを用いたものの2つがあります。

外付けディスクアレイ装置とは複数の HDD と RAID コントローラを内蔵した製品で、装置内に RAID に必要な機能を全て備えています。PC サーバ本体側で RAID を意識する必要がないので設定の手間がかからない、ホットスワップ(電源を入れたまま HDD の入れ替えを行う事)ができるので無停止での運用ができるなどの長所がある反面、装置は非常に高価になるという短所があります。

PCI スロットに装着して使う RAID コントローラーボードは、内蔵されている SCSI インタフェースを介して HDD を接続します。各種 OS 用のデバイスドライバさえあれば外付けディスクアレイ同様の長所があります。

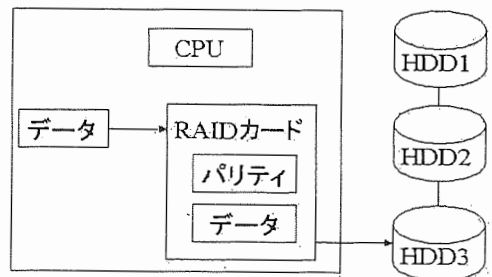


図-5:RAID コントローラーボードで構成したハードウェア RAID の概要図

3 使用ハードウェア・ソフトウェア

ハードウェア

DELL PowerEdge1300

(CPU Pentium III 600MHz)

Memory 128 MB

HDD IBM DNE5-318350W × 4

(18.0GB 7200rpm Ultra2SCSI LVD)

RAID Controller DELL PERC 2/SC

(AMI MegaRAID Express200 の OEM)

SCSI Controller Adaptec AHA-2940U2W

ソフトウェア

OS 日本語 Turbo Linux Server 6.0

ソフトウェア RAID raidtools-0.90-2

ベンチマークソフト bonnie-1.0-5

4 結果・考察

RAID0

ハードウェア RAID とソフトウェア RAID(Ultra2SCSI) の各々で RAID0 を構築し、HDD の台数を変えてベンチマークを取った結果が図-6 です。

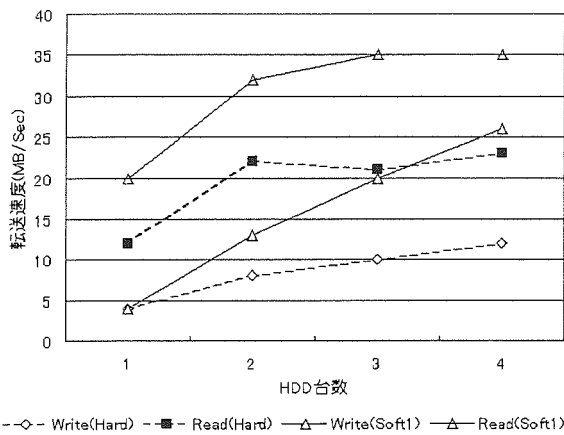


図-6:HDD の台数による違い

結果からハードウェア RAID よりもソフトウェア RAID の方が読み書きどちらのスピードも高い事が分かります。ハードウェアの方が速いのではないかと予想していたので意外な結果となりました。

そして、RAID0 は HDD の台数に比例して読み書きのスピードが早くなるはずなのに、ハードウェア、ソフトウェアのどちらも Read が3台目から結果が頭打ちになってきています。このような結果となった原因として、ボトルネックが発生したという事が考えられます。

ここで考えられるボトルネックの発生場所は

- ・ SCSI バスの飽和
 - ・ PCI バスの飽和
 - ・ RAID コントローラチップの限界
- の3つです。

・ SCSI バスの飽和

SCSI バスの飽和というのは HDD を多くつなげるとデータが SCSI バスの許容量を越えてしまい、結果として台数を増やしてもスピードが頭打ちになってしまうという現象です。

Soft1 の Read の結果を見ると HDD の台数が3台になってからは頭打ちになっています。そし

て Ultra2SCSI のバス幅は最高 40MB/sec となっているのでここがボトルネックになっていると断定できます。

しかしハードウェア RAID の場合、RAID ボードの仕様では SCSI バスは 80MB/sec までとなっており、同様の症状はでていないがバス幅よりはるかに低い値で頭打ちになっているので違うと思われます。

・ PCI バスの飽和

SCSI バスの飽和と同じ現象が今度は PCI バスで起こる事であり、仕様では SCSI バスよりはるかに高い最高 132MB/sec となっているのでこれもハードウェア RAID のボトルネックの原因ではないと思われます。

・ RAID コントローラチップの限界

導入した RAID コントローラはローエンドモデルであり制御チップの動作周波数が 33MHz となっています。チップの動作周波数が 100MHz となっているハイエンドモデルのベンチマーク結果と比較してみると読み込みでは約 5 倍、書き込みでは約 2 倍のパフォーマンスの違いがありました。

ハイエンドモデルの RAID コントローラボードを搭載したマシンの CPU は PentiumIII733MHz × 2、ローエンドモデルのマシンの RAID コントローラボードを搭載した CPU は PentiumIII600MHz、また、ベンチマークソフトは同じ物を使っていないなど、同一の測定環境ではないので断定はできませんが、コントローラチップの動作周波数や種類にも結果は大きく左右されると思われます。

ソフトウェア RAID でのボトルネックは、SCSI のバス幅を広げる事で解消できます。そこで Ultra2SCSI の 2 倍のバス幅である 80MB/sec の WideUltra2SCSI を用いてソフトウェア RAID を構成し、比較してみました。

Soft1 がバス幅 40MB/sec の Ultra2SCSI、Soft2 がバス幅 80MB/sec の WideUltra2SCSI です。

この結果より問題だったボトルネックが解消さ

れている事が分かります。

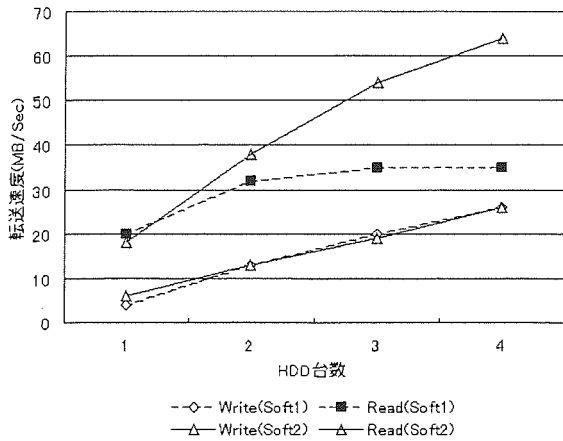


図-7:SCSI のバス幅による違い

RAID1

ハードウェア RAID の RAID1 とハードディスク単体でのベンチマーク結果の比較を示したものが図-8 です。

書き込みは HDD 単体の場合と同じ、読み込みは HDD 単体よりも若干高速という RAID1 の理論通りの結果が出ました。

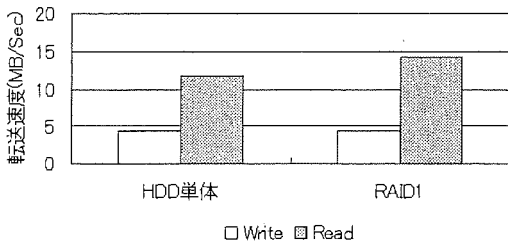


図-8:RAID1 の比較

RAID5

ハードウェア RAID とソフトウェア RAID で RAID5 を構築し、ベンチマーク結果の比較を示したものが図-9 です。

ソフトウェア RAID が読み書き共にハードウェア RAID の 2 倍以上のパフォーマンスを出しています。この原因としてハードウェア RAID では RAID コントローラーボード上のチップでパリティ演算を行うのと、ソフトウェア RAID では PentiumIII という高速な CPU の力をフルに用い

てパリティ演算するのではスピードが全然違う為だと思います。

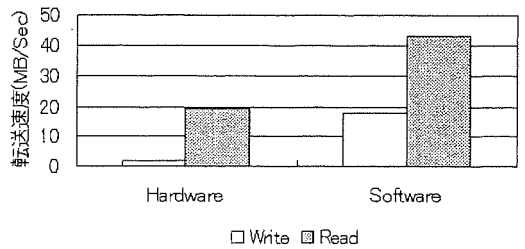


図-9:RAID5 でのハードウェア RAID とソフトウェア RAID の比較

ネットワークボトルネックの測定

ハードウェア RAID、RAID5 で動作しているマシンを NFS(Network File System) サーバとし、ネットワーク速度の違うクライアント側からベンチマークの測定を行った結果が図-10 です。

当研究室では RAID を構築したマシンを NFS サーバにするので、実際の運用に近い状態で測定してみました。このグラフよりネットワークボトルネックは 10BASE-T はもちろん、100BASE-TX でも出てしまうという事が分かります。

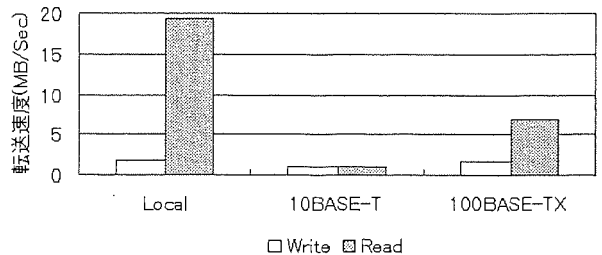


図-10: ネットワークボトルネックの測定

5 まとめ

全体の結果を通して見るとソフトウェア RAIDの方が高速だという結果が出ましたが、全てにおいてソフトウェア RAID が優れているとは言いきれません。なぜなら、今回の測定結果は他に何もプログラムを動作させない状況でのデータであり、CPU 使用率だけを見ればソフトウェア RAID はハードウェア RAID の 2 倍近く CPU に負荷をかけているからです。

今回は時間やソフトなどの都合もあってできませんでしたが、実際の運用と同じ条件下、例えば大容量の動画や音声をリアルタイム処理するといった CPU や HDD にかなり負担をかける条件下での測定だと結果は大きく変わってくると思われます。

各種 RAID を設定してみて分かりましたが、OS が対応していれば RAID コントローラーを用いた方がインストールや万一の HDD 破損時の復旧が非常に楽です。逆にソフトウェア RAID では RAID ディスクを root マウントしたり故障の検知が困難、設定にはある程度の UNIX インストール知識が無いと難しいものと思われ、こちらは UNIX 慣れしている人にしかおすすりできないのではないかと思います。

ページの都合上ここでは説明しきれなかった事、別マシンとの比較、具体的な運用方法などの詳細なデータは Web ページに載せておきますので興味のある方はこちらの方も御覧下さい。

<http://dsp.cs.kitami-it.ac.jp/~uno/raid/index.html>

参考文献

- [1] 藤田憲治, Linux のための PC サーバ選択術, 日経バイト 1999/11
- [2] 鶴見敬之, 技術トレンド, 日経バイト 2000/4
- [3] 川畑浩一, Linux ビジネスソリューション第2回～第4回, 日経バイト 2000/5-7
- [4] 野葉光一, 個人でできる RAID の導入前後編, TRY!PC 1999/10-11
- [5] 伊勢雅彦, 超高速 IDE RAID に挑戦, DOS/V magazine 1999/9
- [6] DELL PERC2/SC ユーザーズガイド
- [7] Linux JF (Japanese FAQ) Project, <http://u-tokyo.www.linux.or.jp/JF/>

TEOS/N₂O中の電子輸送係数の測定

電気電子工学科

大内 均

1. はじめに

非平衡放電を利用したプラズマ CVD (Chemical Vapor Deposition) 法は、薄膜堆積に使われるすべての原料が反応室内へ気体で供給されるため、堆積薄膜の均一性、制御性、生産性が高いといった長所があり、半導体、電子部品、光学機器などの製造分野での有用性が認められ、その応用が近年急速に拡大している。これら応用技術の精度を向上させるためにはプラズマ CVD で用いる材料ガスの特性を明らかにすることが必要であり、気体の特性を記述する電子輸送係数(電離係数、電子ドリフト速度、拡散係数等)の整備が重要となっており、当研究室では各種気体の電子輸送係数の測定を行っている。

TEOS(Si(OC₂H₅)₄)と N₂O の混合ガスを材料ガスとして用いたプラズマ CVD 法は、低温堆積法としての SiO₂ 膜作成に利用できることが報告されている^[1]。SiO₂ 膜は LSI の表面保護膜や層間絶縁膜として使用されており、現在は低温かつ不純物の少ない SiO₂ 膜の堆積技術の一つとして注目されている。

TEOS は常温で液体であるため、プラズマ反応容器内への注入や品質管理の面でその取り扱いが比較的困難であるが、シリコンソースとして広く利用されている SiH₄ に比べ爆発発生や、毒性がないため排気処理が容易であり装置全体の安全性が上がるといった長所がある。

ここでは、二重シャッタードリフトチューブ実験にて得られた TEOS/N₂O の電子輸送係数について報告する。

2. 測定装置

図 1 に本測定装置の構成を示す。真空チェンバは内径 400(mm φ)、高さ 500(mm)ガラス製で電磁ノイズの影響を避けるため内側を銅メッシュにてシールドしてある。

排気系は油拡散ポンプ、油回転ポンプにて行い、測定時の真空到達度は 1×10^{-6} (Torr)リーク率 2×10^{-5} (Torr/min)を得ている。

電極系は上方より陰極、上部シャッター S₁ ガードリング電極、下部シャッター S₂、コレクタ電極で構成されている。

陰極は外径 140(mm φ)、厚さ 5(mm)で電極中央部には直径 35(mm φ)、厚さ 2(mm)の石英ガラスを埋め込み表面に金蒸着が施してある。本測定で使用した膜厚は 100 ~ 200(Å)である。

シャッター電極は S₁ が内径 100(mm φ)、S₂ は内径 70(mm φ)でともに厚さ 0.1(mm)ステンレス製で線径 0.1(mm φ)、線間 1.2(mm)の格子状にフォトエッチングしたものを 2 枚一組 1(mm)の間隔で使用している。

ガードリング電極は外径 140(mm φ)、内径 100(mm φ)、厚さ 9(mm)ステンレス製で厚さ 1(mm)の絶縁スペーサを介して 10 枚使用している。リング電極には外部より高抵抗にて分圧された電圧が印加され、ドリフト空間は平等電界が得られている。

コレクタ電極は外径 70(mm φ)、厚さ 3(mm)鉄製でベース電流の低減をはかる目的で表面に酸化処理を施してある。

また、1. の項でも述べたように TEOS は常温では液体のため真空チェンバ内に高い蒸気圧を導入する目的で真空チェンバ及び

排気系にはヒーター線を巻き付け測定中は チェンバー内を 40(°C)に保っている。

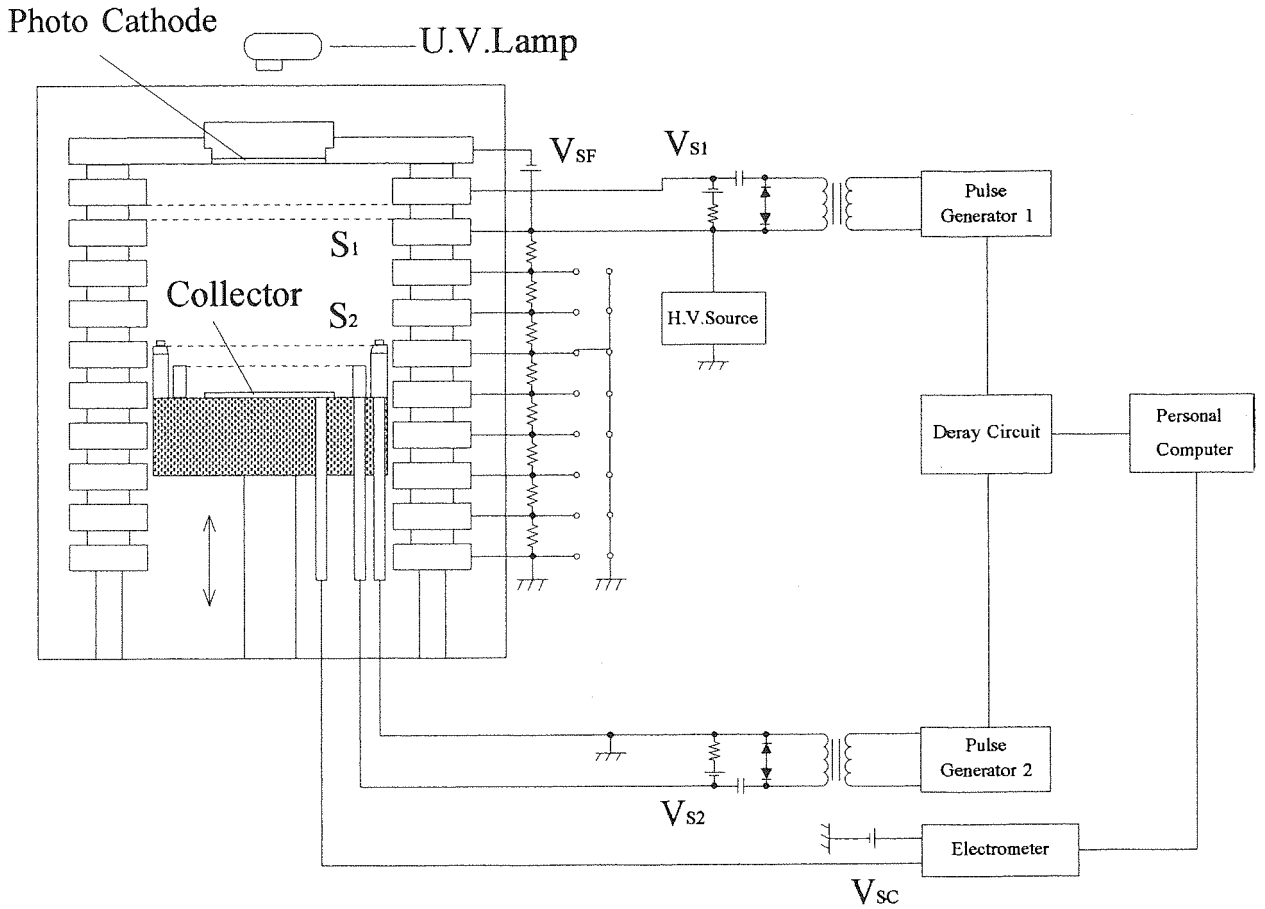


図 1 測定系構成図

3. 測定原理

金蒸着された陰極の背面へ紫外線を照射し、光電子放出により初期電子を得る。シャッター S_1 にはバイアス電圧が加えられており電子群は通過を阻止されている。しかし、図 2 に示すように時刻 t_0 でシャッター S_1 に加えられるデルタ関数的電圧パルスに依存した分布形状で電子群はドリフト空間に放出される。その後、 t_1 、 t_2 のようにその領域内で拡散や電離・付着により空間的な分布形状を変える。次に、 t_3 のようにシャッター S_2 を開いて時刻 t_3 に S_2 に到着した電子のみを取り込

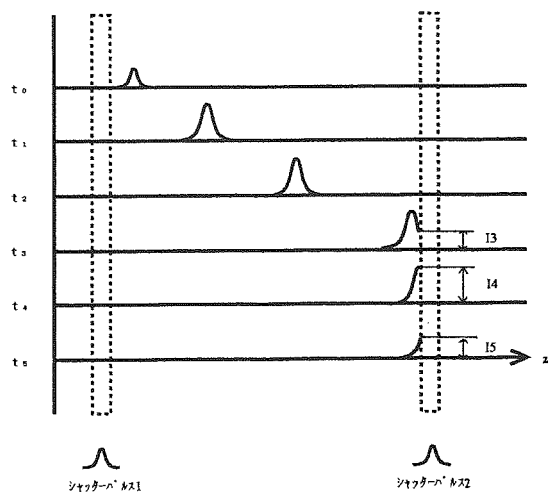


図 2 電子到着時間分布測定原理図

む。取り込まれた電子はコレクタ電極を通してエレクトロメーターで電流として測定される。

シャッター S₁ と S₂ の開く間隔を変えることにより、電子スオームの到着時間分布の全体像が図 3 のように観測される。

この到着時間分布をドリフト距離（ギャップ長）を変えて測定し、解析することにより各輸送係数が算出される。

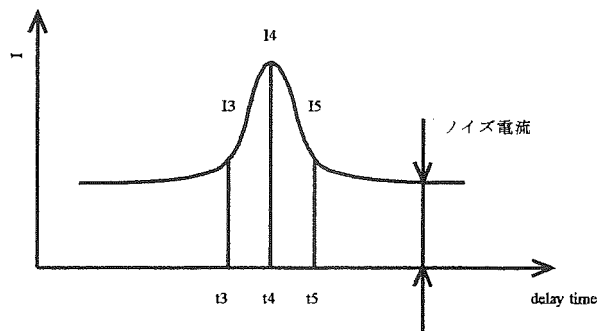


図 3 電子到着時間分布

3. 解 析

測定結果は ATS (Arrival Time Spectra) 法により解析を行った。ATS 法とは電子スオームがある観測地点を通過する分布を時間の関数として表すことにより、従来ドリフトチューブ実験で用いられていた解析法が近似であったのに対し、ドリフトチューブ実験に理論的に対応した解析法^[2]である。ATS 理論において、実空間の電子密度に対する一次元連続の式は次のように表される。

$$\frac{\partial n(z,t)}{\partial z} = \alpha^{(0)}n(z,t) - \alpha^{(1)} \frac{\partial n(z,t)}{\partial t} + \alpha^{(2)} \frac{\partial^2 n(z,t)}{\partial t^2} - \Lambda$$

ここで $n(z,t)$ は位置 z 、時刻 t における電子密度で $\alpha^{(0)}$ 、 $\alpha^{(1)}$ 、 $\alpha^{(2)}$ は、次式のように定義される ATS パラメータである。

$$\alpha^{(0)} = \frac{d \ln(N(L))}{dL} = \frac{1}{\alpha}$$

$$\alpha^{(1)} = \frac{d \langle t \rangle}{dL} = \frac{1}{W_m}$$

$$\alpha^{(2)} = \frac{1}{2!} \frac{d \langle T^2 \rangle}{dL}$$

ただし、

$$N(L) = \int_0^\infty n(L,t) dt$$

$$\langle t \rangle = N(L)^{-1} \int_0^\infty t n(L,t) dt$$

$$T = t - \langle t \rangle$$

ここで、 $n(L,t)$ は $Z=L$ 点における電子到着分布、 $N(L)$ はドリフト空間の位置 L に到着する全電子数、 $\langle t \rangle$ はその到着時間の平均値を表す。

$\alpha^{(0)}$ 、 $\alpha^{(1)}$ 、 $\alpha^{(2)}$ は図 4 (a) (b) (c) に示す直線の傾きより算出される。

ここで、

- (a) : 各ドリフト距離 L における到達全電子数 $N(L)$ の対数をとったもの
- (b) : 電子の平均到達時間 $\langle t \rangle$ をプロットしたもの
- (c) : 電子の到達時間と平均到達時間の差の二乗平均 $\langle T^2 \rangle$ をプロットしたものであり、これら諸量の傾きは最小二乗法により求めた。

α は実効電離係数、 W_m は平均到達時間から定義される電子ドリフト速度である。

次に、 $\alpha^{(2)}$ と縦方向拡散係数 D_L の関係は

$$\alpha^{(2)} = W_m^{-3} (D_L - 3 \overline{\alpha} D_3 + 6 \overline{\alpha}^2 D_4 - \Lambda)$$

である。D₃、D₄ は通常使用される連続の式における高次の輸送係数であるが、一般にこれらの値は D_L に対して十分に小さい

ため、上式右辺第 2 項以下を無視すると D_L を ATS パラメータより近似的に求めることができる。

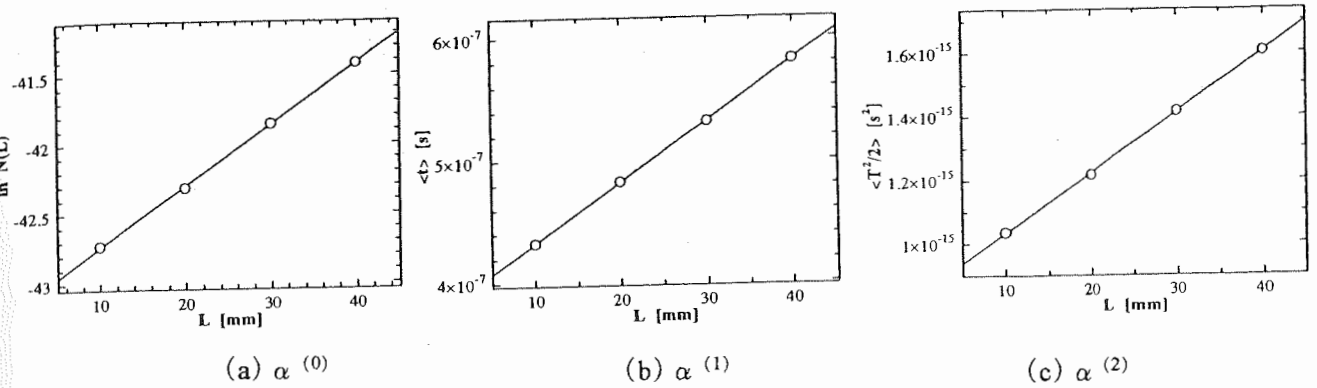


図 4 $\alpha^{(0)}$ 、 $\alpha^{(1)}$ 、 $\alpha^{(2)}$ の算出

4. 測定結果

図 5、6、7 に今回の測定で得られた結果を示す。

図 5 電離係数はいずれの E/N においてもガスの混合比に対して直線的には変化せず、上に凸の曲線となっている。また、E/N の上昇とともにグラフの最大値が TEOS の混合比の高い方にシフトしているのが分かる。実線は当研究室で SST 実験により求めた値^[3]である。今回測定した E/N の全範囲で SST 実験値とほぼ一致しており、今回の測定値は信頼性のある値であると考えられる。

図 6 ドリフト速度は実線で示した Blanc の式により求めた値とよく一致している。Blanc の式は単ガス中のドリフト速度から混合ガス中におけるイオンの移動度を求める式として知られており、今回の測定結果から単ガスのドリフト速度から混合ガス中のドリフト速度が推測可能であることが分かった。

図 7 縦方向拡散係数は測定の平均値を示したが、いずれの E/N においても N₂O の混合比とともに上昇しているのが分かる。しかしその値は大きくばらついており、この原

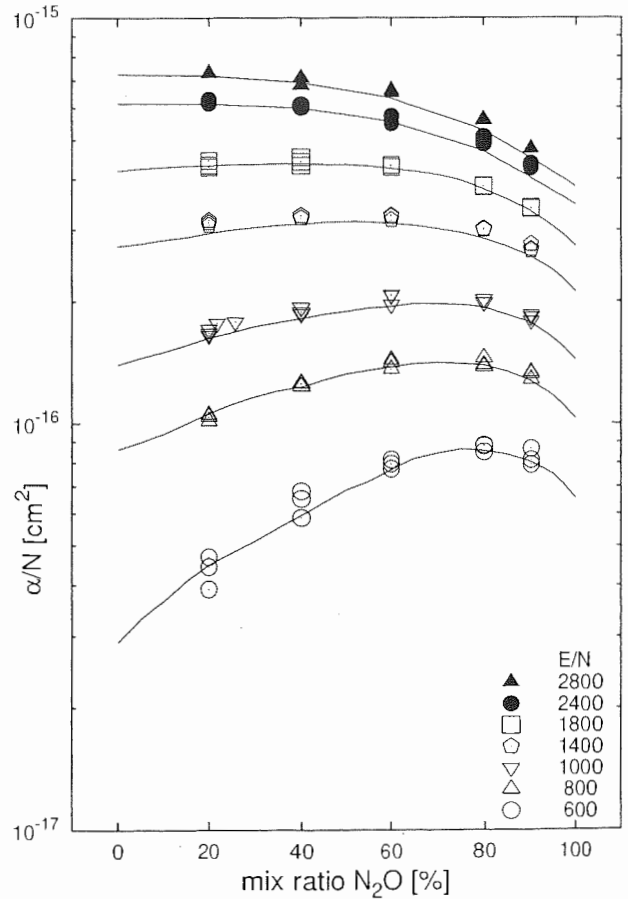


図 5 電離係数

因としては拡散係数の算出には到着時間分布の裾の値が重要となるが、この部分にノイズによる乱れがあるためにばらつきが生じたと考えられる。対策としては、電流の

絶対値を上げノイズの影響の低減化をはかることにより精度の良い測定ができると考えられる。

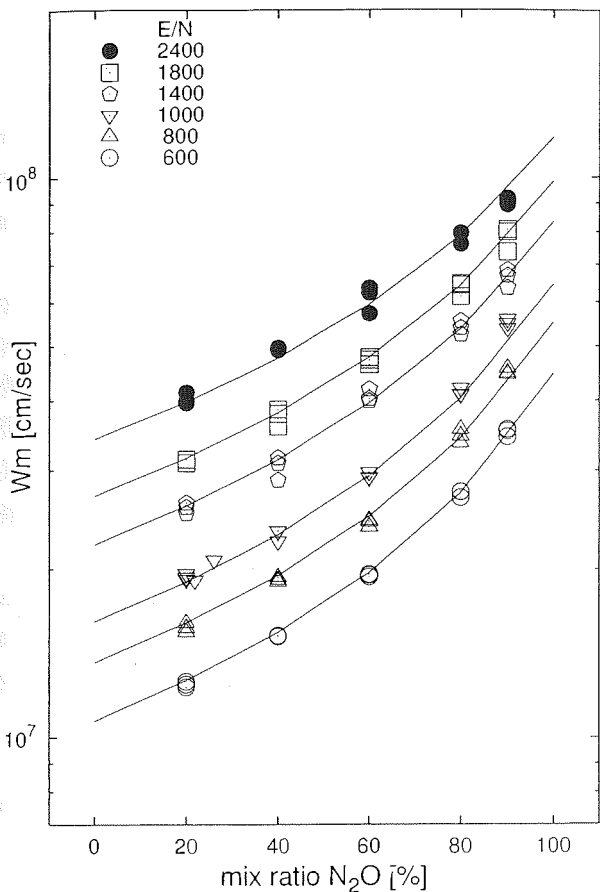


図6 ドリフト速度

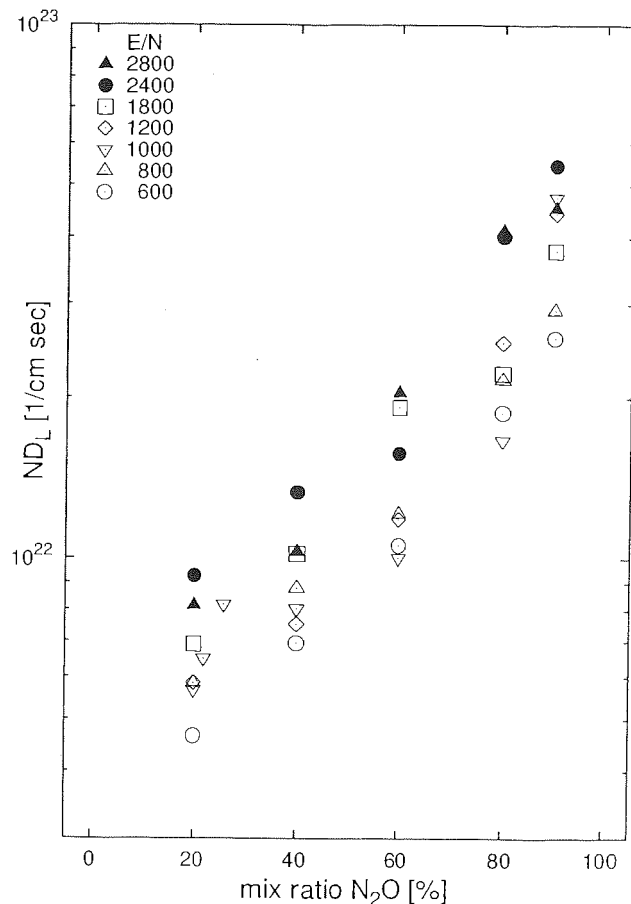


図7 縦方向拡散係数

5. おわりに

二重シャッタードリフトチューブ実験により TEOS/N₂O 中の電子輸送係数測定を行い次のことが分かった。

- 1) 電離係数は各 E/N において SST 実験値とおおむね一致しており、本測定値は信頼性のある値といえる。
- 2) ドリフト速度は Blanc の式により求めた値と一致しており、各単ガスのドリフト速度より混合ガスのドリフト速度が推測できることが分かった。

最後に、本実験を行うに当たり電極の作成

等で御協力いただいた本学機械システム工学科堂田誠治技官、山田忠永技官に感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 前田直宏他：電学論 A,117,72-77(1997)
- 2) K.Kondo et al : J.Phys.D:Appl.Phys,25,42-49 (1992)
- 3) 佐々木直人他：電気学会放電研資料 ED-98-75

本学における超音波顕微鏡の利用技術報告 (原理・骨の力学的特性評価への応用)

機械システム工学科 大森 誠一

1. はじめに

超音波顕微鏡は電子技術や機械加工技術の高度な技術進歩なしには装置実現はなされなかったであろう。本学機械システム工学科には平成5年度に超音波顕微鏡(日立建機㈱製

HSAM-200) 図1が設置されている。超音波顕微鏡は超音波の波長が可視光の波長と同程度であることから従来の光学顕微鏡の画像に匹敵する分解能の画像が得られ、光学顕微鏡のコントラストとは全く異なるため以前見ることができなかった微視的組織・構造を超音波画像として見る事が可能である。

当研究室では超音波顕微鏡の新しい利用方法としてバイオメカニクス(生体力学)の分野において、近年急速に進展を遂げている生体の力学的特性に関して、骨が成長する際の骨の力学的特性評価に応用し、その微小領域に生じる力学的特性変化を超音波顕微鏡での漏洩表面波速度分布を測定することにより解明を試みている。また、骨折後の治癒過程でその破断部分近傍に生じる骨組織変化(骨密度、弾性係数)を計測して力学的特性変化を解明する試みを行っている。私自身が研究室の業務の実施で体験した内容を報告する。



図1 機械システム工学科所有
超音波顕微鏡

2. 動作原理と測定モード

反射型超音波顕微鏡のセンサ部の主要な構成部品は音響レンズ(図2)であり、円柱状のサファイヤや熔融石英の結晶が用いられている。その一端に圧電薄膜が上下金属電極によって挟まれたサンドイッチ構造で取り付けられてあり、もう一つの端面には使用する周波数によって口径が異なる凹状の半球穴が設けられている。圧電薄膜に高圧パルスを印加すると圧電薄膜は厚み振動が生じ結晶内に平面超音波が放出され、この平面超音波が半球穴に達するとその界面でレンズ作用が生じ屈折して試料面上に超音波ビームが形成される。音響レンズと試料間には超音波を伝播させるための媒質として、減衰の少ない液体が使用されている。試料から反射された超音波は同じ経路を逆にたどり再び音響レンズにより集音されて圧電薄膜で受信され、CRTの輝度信号として用いられる。機械走査系は試料を音響レンズの焦点面に沿って2次元に走査する機械部であるX軸は数十Hzで振動する加振器のピストン運動で駆動され、Y軸はステップ・モータに連結したマイクロメータの並進往復運動を用いている。また、機械走査機構には焦点合わせのために音響レンズのZ軸移動機構も取り付けられている。この他に試料の観察位置の設定を行う粗動XYテーブルや倍率・視野の設定機能が取り付けられている。このような機構において1回の超音波の送受信ごとに1画素が形成され、この走査を2次元機械走査と同期させて繰り返すと1枚の超音波顕微鏡画像が得られる。

2.1 Cモード測定 一般的な表面測定モードであるが超音波顕微鏡の場合、焦点面を測定物体の内部に移動することで光、電子線を透過しない材料内部の観測が可能である。音響レンズ(X軸)と試料テーブル(Y

軸)の走査によって測定される。図3は超音波顕微鏡でのCモード測定した画像(a)純アルミの表面、(b)同材の表面から53.1(μm)内部の結晶粒分布である。

2.2 XZモード測定 XZモード測定は音響レンズがX軸、Z軸それぞれを走査させることから呼ばれており、図2に音響レンズから出る超音波の伝播経路を示す。超音波顕微鏡を用いた音速測定は試料表面の一部を蒸留水(カップラント)に浸して試料表面を音響レンズ焦点面の内側に配置し、試料表面から音響レンズまでの距離Z(デフォーカス量)を変化させて得られるV(z)曲線の周期から求められる。この周期は音響レンズから垂直入射して反射する経路EO'Eを伝播する正反射波と試料に漏洩表面波の臨界角 θ_R で入射して漏洩表面波にモード変換され、音響レンズ軸に関して対称な位置から漏洩する経路ABCDを伝播する漏洩表面波との干渉によって周期的変動が生じる。図4に示すようにXZモードにおいてV(z)曲線法を用いると広範囲に渡る音速測定が可能である。

2.3 VZモード測定 VZモードは加振器による音響レンズ(X軸)の走査を行わずZ軸のみの走査で試験片の1点における音速測定に用いられる測定方法ある。図5にVZモード画像とV(z)曲線を示す。

2.4 音響異方性測定 図6に示すように音響レンズ前面に開口角40[deg]のスリット型アルミニウムキャップを装着することで焦点面上に指向性を持った超音波ビームが形成される。このスリット型音響レンズの回転によって伝播方向を変化させてV(z)曲線を

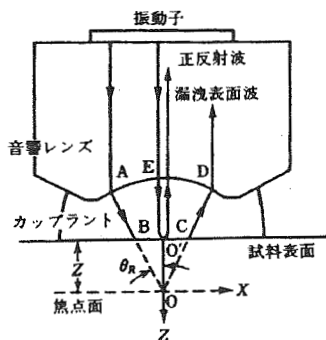


図2 音響レンズと超音波伝播経路

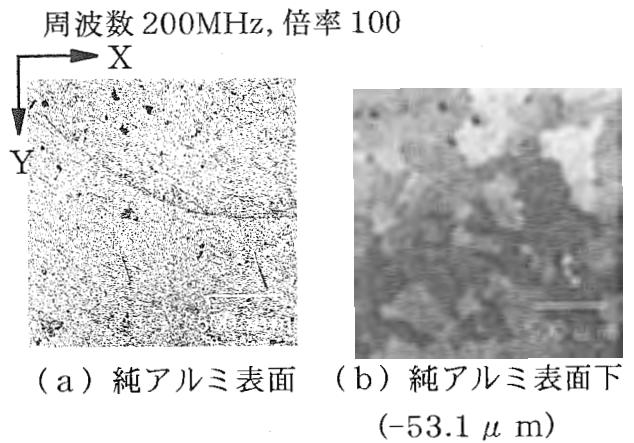


図3 超音波顕微鏡Cモード画像

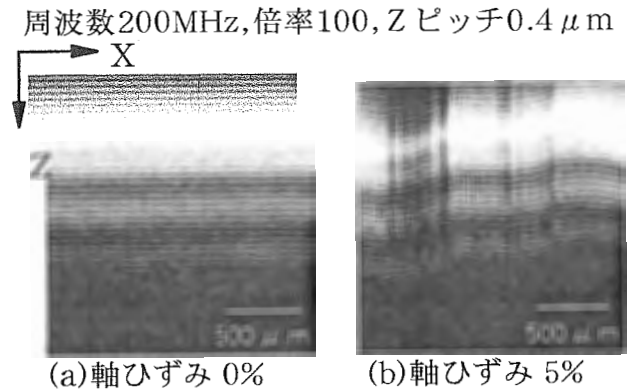
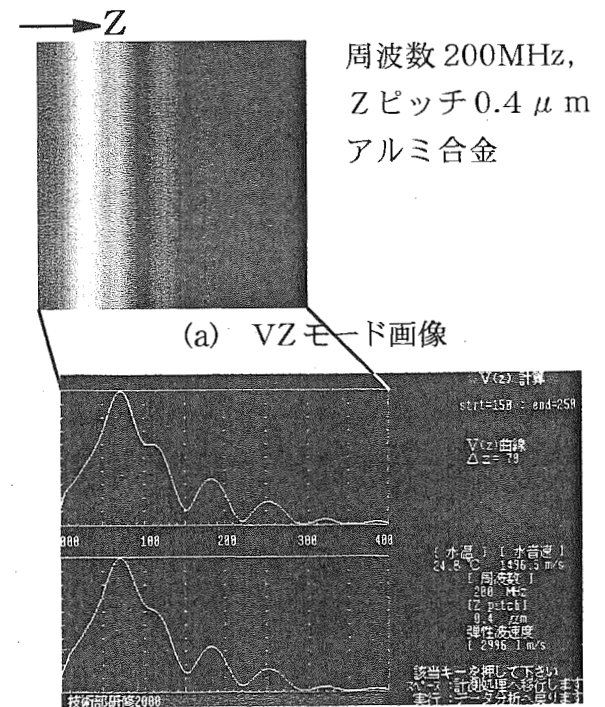


図4 超音波顕微鏡XZモード画像



(b) V(z)曲線

図5 VZモード画像とV(z)曲線

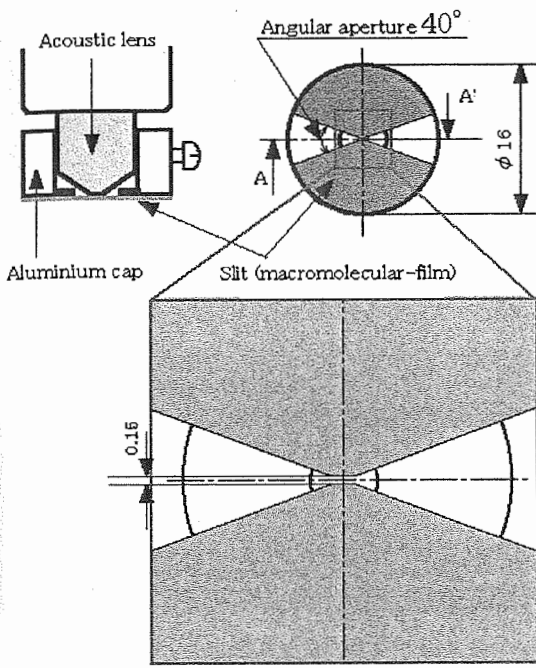


図6 点集束型レンズとスリット

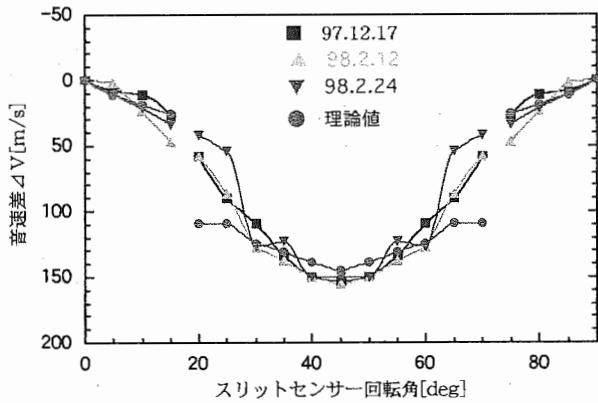


図7 開口角 40[deg]における音響異方性分布

求めると、数 μm オーダーの音響異方性が計測可能である。(1) (2) スリットの性能は GaAs(100) 結晶を用いて比較を行っている。開口角は 30、35、40、50、60[deg] で実験を行い、図 7 には定量的な一致を見た 40 [deg] のグラフを示す。

2.5 骨密度・弾性係数測定 骨組織の力学的特性である骨密度・弾性係数測定に超音波顕微鏡を用いている。骨密度 ρ 、音響インピーダンス Z 、横波の音速 V_T 、漏洩表面波の音速 V_R には (1) (2) 式の関係がある。

$$\rho = Z / V_T \quad (1)$$

$$V_T = V_R / 0.9 \quad (2)$$

Z を求めるには音響インピーダンスが既知である銅、チタン合金、アルミ合金、ガラス、ナイロン 6⁽³⁾ の反射波振幅を測定しアルミ合金の振幅で相対化した図 8 を示した次式の近似曲線を用いている。

$$Z = 0.157e^{4.047X} \quad (3)$$

すなわち、超音波顕微鏡で測定した微小領域の反射波振幅を (3) 式に代入することで音響インピーダンス Z を求めている。⁽⁴⁾ 横波の音速 V_T は漏洩表面波の音速 V_R を超音波顕微鏡での VZ モード画像から $V(z)$ 曲線法 (4) 式で求め、(2) 式に示す関係より、横波の音速 V_T を求めている。よって超音波顕微鏡で測定できる反射波振幅と漏洩表面波の音速 V_R を用いて骨密度 ρ を (1) 式で、また弾性係数 G は (5) 式を用いて決定している。

以上の超音波顕微鏡の各測定モードを使用して骨の力学的特性評価を行っている。

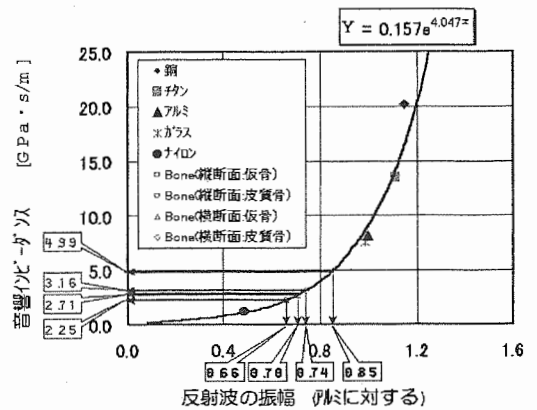


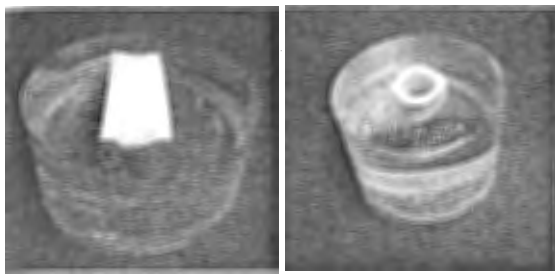
図8 音響インピーダンスと反射波振幅

$$V_R = V_W / \sqrt{1 - (V_W / 2F\lambda Z)^2} \quad (4)$$

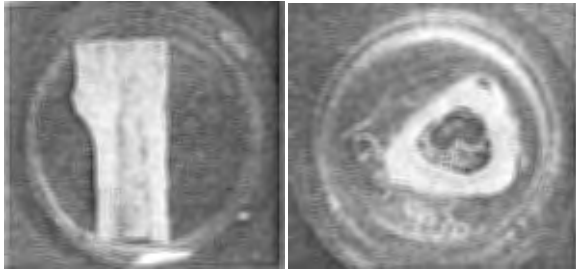
$$G = \frac{\rho \times V_R^2}{0.81} = \rho \times V_T^2 \quad (5)$$

3. 骨構造^{(5) (6)}

本実験で用いた骨はビーグル犬脛骨およびビーグル犬脛骨骨折部の 2 種類である。骨の



(a) 正常骨



(b) 骨折部

図9 ビーグル犬脛骨標本

構造は皮質骨と海綿骨から成り立ち、皮質骨にはHavers管(血管)を中心とする緻密骨構造の単位であるOsteonが集まり形成されている。また、骨折治癒過程において仮骨なる骨を形成する骨芽細胞が一時的に作る骨様組織ができる。図9にそれぞれの骨標本を示す。

4. 測定方法と測定結果

4.1 骨の形成過程における漏洩表面波速度分布

標本の中から任意のOsteonを一つ選び、縦および横断面の負荷方向による異方性を調べる。図5に示したスリット型音響レンズを用い漏洩表面波伝播方向を0および90[deg]について測定を行っている。図10に測定箇所を示すCモード画像と0および90[deg]のXZモード画像および漏洩表面波速度分布をそれぞれ示す。

4.2 治癒過程における骨折部の骨密度・弾性係数および漏洩表面波速度分布 超音波顕微鏡を用いて骨組織微小領域での骨密度・弾性係数を求め治癒過程における骨折部癒合時に生じる仮骨と皮質骨の組織の差異を漏洩表面波速度分布で評価する。図11に測定に用いた骨標本を示す。ともに骨折後12

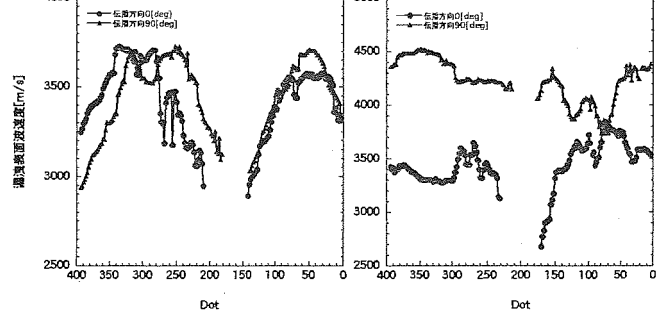
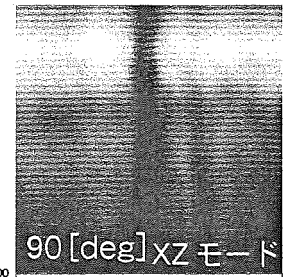
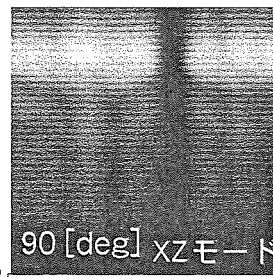
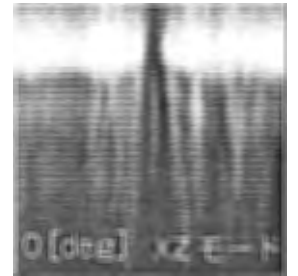
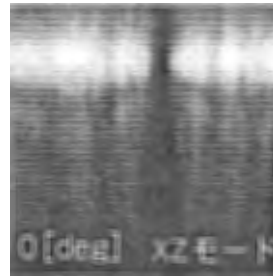
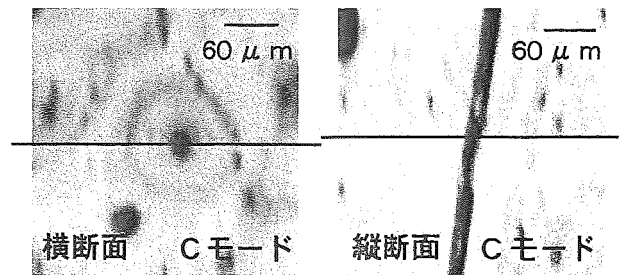
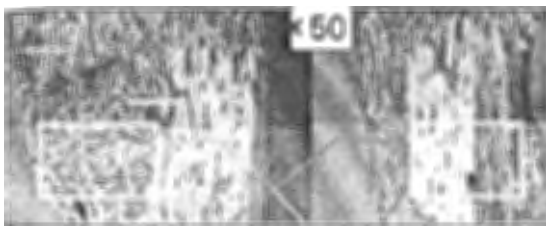


図10 Osteon縦・横断面中の伝播方向の違いによる漏洩表面波速度分布

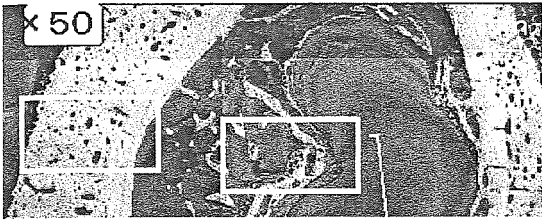
週経過している。音響インピーダンス、漏洩表面波速度の測定箇所は図11の白線部分で骨密度・弾性係数の測定箇所は四角で囲まれた横・縦断面それぞれ皮質骨と仮骨で4~5箇所測定を行い平均値を用いて表1に示す。

5. 考察

漏洩表面波速度分布はOsteon中のHavers管の近傍にしたがい漏洩表面波速度が低下している。この原因は骨形成のリモデリングの現象と対応しHavers管近傍では骨形成が新しく軟質であるために生じていると



(a) 縦断面



(b) 横断面

図11 ビーグル犬脛骨折部Cモード画像

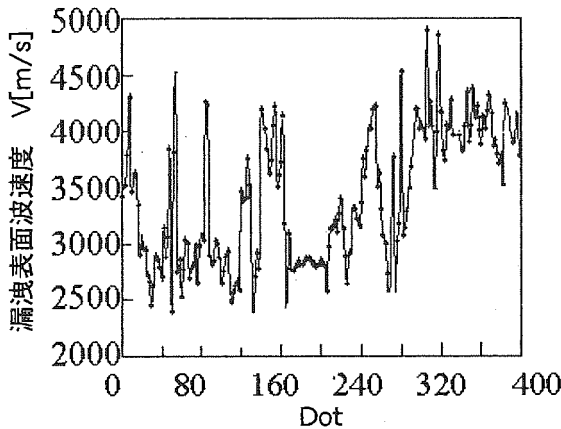


図12 漏洩表面波速度分布

考えられる。

次に漏洩表面波伝播方向を0[deg]と90[deg]回転させた異方性計測では横断面は両伝播方向ともにHavers管近傍で3000[m/s]前後でHavers管から隔たるにしたがい速度は上昇し3700[m/s]前後で安定し、Osteon外周から下降しており伝播方向0[deg]、90[deg]による変化は見られない。これに対して縦断面では伝播方向90[deg]でHavers管近傍、Havers管から隔たった部分でも漏洩表面波速度が伝播方向0[deg]より高く異方性を示している。この結果はOsteonが負荷方向である垂直方向に繊維状の構造を有しており、90[deg]方向に強化されているとため考えられる。

漏洩表面波速度分布は仮骨部分から皮質骨

表1 横・縦断面それぞれ皮質骨と仮骨密度と弾性係数

		縦断面	横断面	縦断面と横断面対比
皮質骨	ρ [g/cm ³]	0.75	1.09	1.45
	G [GPa]	13.23	22.74	1.72
ρ における皮質骨と仮骨の対比		0.77	0.66	
Gにおける皮質骨と仮骨の対比		0.66	0.45	
仮骨	ρ [g/cm ³]	0.58	0.72	1.24
	G [GPa]	8.74	10.25	1.17

部分に移るにしたがい速度上昇が見られ、骨組織の差異が確認された。骨密度・弾性係数の皮質骨での縦・横断面の ρ 、G対比では ρ で1.45倍、Gで1.72倍となり、同様に仮骨では ρ で1.24倍、Gで1.17倍となる。 ρ における皮質骨と仮骨の対比は縦断面で0.77倍、横断面で0.66倍である。またGにおける皮質骨と仮骨の対比は縦断面で0.66倍、横断面で0.45倍である。以上の結果から ρ 、Gは縦断面より横断面がともに高く、また同様に皮質骨は仮骨より ρ 、Gともに高い値を示している。この結果は横断面および皮質骨は骨組織が密であり、材質として強度が大であることを示している。

6. 結言

骨組織は複雑であり不均質であるため力学的特性の評価は非常に困難である。今回の方法においても今後検討を要する部分があるが超音波顕微鏡の応用範囲の拡張性を見出した。

(1) 骨組織の微小領域において、縦断面で漏洩表面波速度変化を捕らえ異方性を確認した。

(2) 超音波顕微鏡で反射波振幅と漏洩表面波速度を測定することで微小領域の ρ 、G値が暫定的に測定可能である。 ρ 、G値は横断面が縦断面より、また皮質骨が仮骨より高い値を示した。

謝辞

実験で使用したアルミニウムキャップの製作にあたり実習工場の堂田技官に加工技術の支援を頂きました。ここに記してお礼申し上げます。

文 献

- (1) 石川潔,ほか3名,異方性音響レンズの開発と材料評価への応用,1990年度精密工学会春期大会講演論文集,(1990),1111-1112
- (2) 石川潔,ほか3名,超音波顕微鏡による局所領域の異方性評価用スリット音響レンズの開発,非破壊検査,45-7(1996),531-537.
- (3) 国立天文台,理科年表,(1999),496-497,丸善株式会社.
- (4) 小林道明,弾性波を用いた固体表面の弾性係数と密度の計測法,特許出願(特願平10-229928).
- (5) 広畑和志,ほか2名,標準整形外科学,(1979),4-24,株式会社医学書院.
- (6) 青木虎吉,骨と関節の健康科学,(1995),9-141,社団法人放送大学教育振興会.

技術実習テキスト及び受講者

技術実習 I 岩石試料の分析

指導担当者 信山直紀

受講者	相田雅輝	猪狩平三郎
	小畑芳弘	金澤清光
	小竹正敏	白川和哉
	菅原洋子	久松茂
	土方正範	百武欣二
	松田弘喜	松本正忠
	森脇幸伸	山田忠永
	輪島秀則	

技術実習 II 岩石の強度試験と顕微鏡観察

指導担当者 平田広昭 平松雅宏
岡田包儀

受講者	石澤真也	宇野珠実
	大内均	大森誠一
	奥山圭一	佐藤敏則
	宿院信博	杉野豪
	須澤啓一	堂田誠治
	遠国秀昭	徳田奨
	布川裕	橋本晴美
	長谷川稔	三橋恵治
	宮元章匡	山田洋文
	山根美佐雄	

岩石試料の分析

担当者 : 信山 直紀

はじめに

北見市周辺の岩石試料中に含まれる重金属を分析し、分析結果の比較から前処理法(酸の種類、容量)と分析法(検量線法、標準添加法)について検討する。

試料分解

化学分析を行うには、たとえばX線回析、蛍光X線分析などの場合を除いてまず試料の水溶液を調製しなければならない。その際目的成分が損失したり、試薬から混入するようなことのないように、最も適切な方法を選ぶ必要がある。固体試料を溶解するには、水、希酸、濃酸、混酸、水酸化アルカリの順に試みて、なお未分解成分が残るようであれば、融解その他の方法を用いる。融剤には炭酸ナトリウムなどのアルカリ融剤、ピロ硫酸カリウムなどの酸性融剤、メタホウ酸リチウムアルカリ金属ホウ酸塩などが用いられる。

溶解

水に溶けない金属や無機化合物を溶かすには、ふつう酸を用いる。どの酸を用いるかは試料や目的成分の化学形によるが、あとの分析操作に重要な影響を及ぼすことがあるので、揮発性の酸(塩酸、硝酸、フッ化水素酸など)を用いる方がよい。これらの酸は加熱により蒸発除去できるばかりでなく、サブボイリング蒸留による精製も比較的容易であるという利点がある。しかし低沸点のため、常圧下ではたかだか120~130℃までしか温度を上げることができないので、さらに高温で試料を分解する必要があるときは、テフロン製の加圧分解容器を用いるのが便利である。しかし試料の種類や組成は多岐にわたっており、また同じ試料でも、分析対象となる元素によって溶解に用いる酸が異なることがしばしばあるので、どの試料にどの酸が適しているかを一般的に述べるのは容易ではない。

フッ化水素酸

岩石試料中には二酸化ケイ素やケイ酸塩が多量に含まれていて、これらと反応して四フッ化珪素を生成し、これを揮散させる作用を有する。また、チタン、ニオブ、タンタル、ジルコニウムなどの鉱物に作用させると、フッ化物錯イオンを形成して可容性になる。ふつうは単独に使用せず、硫酸や硝酸と混合して用いることが多い。

マイクロウェーブ分解システムの特徴

- ①開放系での分解に比べて試薬が少量ですみ、したがって試薬からの汚染が少ない。
- ②実験室雰囲気およびテフロン容器からの汚染がほとんどない。
- ③分解時間が比較的短く、揮発性元素の損失がない。
- ④多数の試料を並行して同時に分解できることなどである。

一方、反応状況が外から見えないこと、および大量の試料を処理できないという欠点がある。

装置

マイクロウェーブ分解システム
偏光ゼーマン原子吸光分光光度計

器具

メスシリンダー、メスフラスコ、マイクロピペット等

試薬

硝酸、過塩素酸、フッ化水素酸、ホウ酸、金属標準溶液

操作

① 岩石試料の溶解

試料0.1 gを精秤し、テフロン分解容器にとる。硝酸、過塩素酸、フッ化水素酸を加え全量を10 mlとし密閉をして、マイクロウェーブ分解システムで加熱溶解する。溶解したのち（本実験操作では完全には溶解しない）、冷却後50 mlメスフラスコに移して定容とする。

(マイクロウェーブ温度プログラム)

② 測定準備

原子吸光光度計を使用法に従って作動させ、測定できる状態にする。中空陰極ランプを用い測定波長に合わせる。

(測定条件)

③ 予備試験

金属標準溶液と試料溶液をそれぞれ噴霧して吸光度を測定し、試料溶液中の金属濃度を推定する。

④ 測定試料溶液の調製

50 mlメスフラスコに試料溶液と金属標準溶液を添加し純水で定容とする。

(標準添加法)

⑤ 原子吸光の測定

濃度の薄い溶液から順に純水と交互に噴霧し吸光度を測定する。また、以下のフローチャートにより溶解した測定試料溶液等も合わせて測定する。

結果の整理

吸光度を縦軸に、添加した金属濃度を横軸にプロットし、外挿することによって測定試料中の金属濃度を求める。測定試料の調製に用いた試料溶液の量から希釈率を考慮し、試料中の金属濃度を求める。

酸の種類	試料量 (g)	希釈率	測定試料の金属濃度 ($\mu\text{g/ml}$)	試料中の金属濃度 ($\mu\text{g/g}$)
硝酸				
硝酸、過塩素酸				
硝酸、フッ化水素酸				
硝酸、過塩素酸、フッ化水素酸				

マイクロウェーブ温度プログラム

出力20%、時間10分

測定条件

一般に、正確で精度よい分析値を得るために、各種測定条件を検討し最適な条件を選定する必要がある。フレーム法の場合には、ガス流量、ビームのバーナーヘッドからの高さ、溶液の噴霧量、ランプの電流値、スリット幅などの設定が重要である。

標準添加法

一定量の試料溶液に種々の既知量の目的元素を添加し、それらの吸光度から作図により試料中の目的元素の濃度を求める方法である。試料の組成が複雑で、化学干渉や物理干渉などのため検量線法による正確な分析が困難な場合、あるいは試料中の目的元素の濃度が定量限界近くで十分な精度が期待できない場合などに適用される。

フローチャート (概略)

テフロン分解容器

- ← 岩石試料
- ← 硝酸
- ← 過塩素
- ← フッ化水素酸

マイクロウェーブ温度プログラム

冷却

脱ガス

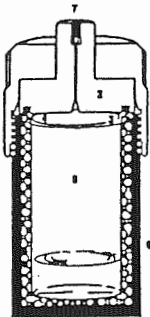
ホットプレートにて蒸発乾固

- ← 硝酸

ホットプレートにて蒸発乾固

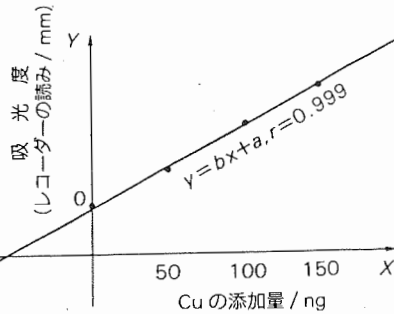
- ← 硝酸

溶液化

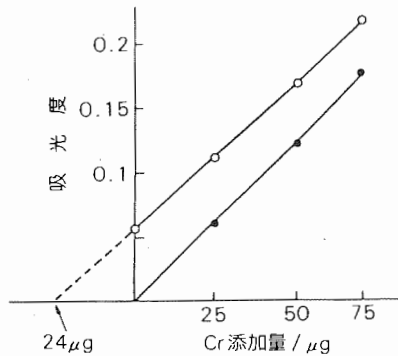


分解容器

1. 外装フタ
2. 内部キャップ
3. 内部キャップOリング
4. 分解ディスク(PFA製)
5. ライナー分解容器(PFA製)
6. 外装容器
7. 圧力ぬきチューブ(接続口)



標準添加による測定例



標準添加法による Cr の定量例

- : 標準溶液による検量線
- : 標準添加

おわりに

試料を前処理し溶液を調製するという作業は、そのほとんどが前頁のフローチャートに示したように冷却、蒸発乾固の時間である。したがって時間上の制約から、すでに溶液化された試料を含めて実験を進めることになる。

参考文献

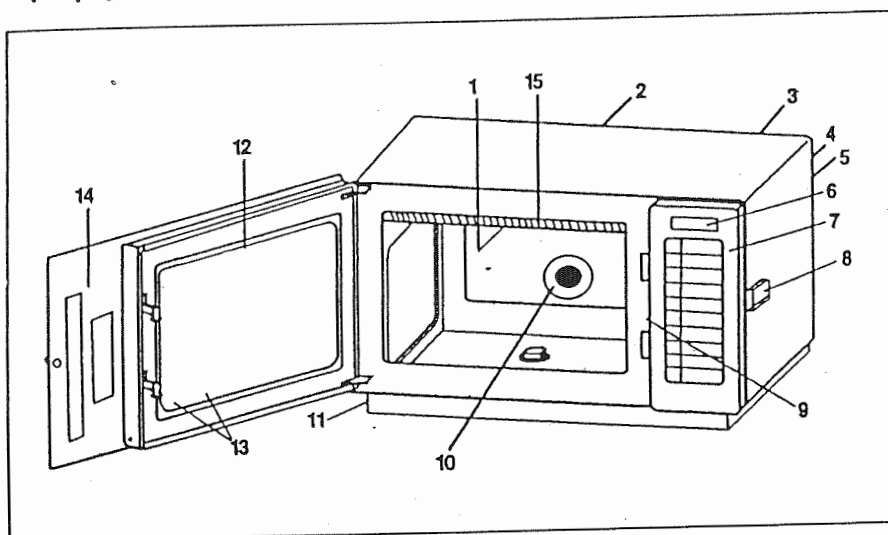
分析化学ハンドブック 朝倉書店

新分析化学実験 日本分析化学会北海道支部編 丸善

マイクロウェーブ分解システムエンバイロプレップQ45 取扱説明書 ヤマト科学

Z-6000 形偏光ゼーマン原子吸光分光光度計（操作編）取扱説明書 日立

マイクロウェーブオーブンと操作パネル



マイクロウェーブオーブン

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| 1. スプラッターカバー | 9. ドアロック |
| 2. 型番とシリアル番号 | 10. 排気口 |
| 3. 内部設置ランプ | 11. 圧力警報スイッチ |
| 4. 電源スイッチ/ヒューズホルダー | 12. 観測窓 |
| 5. 電源ケーブル | 13. ドアラチェット/安全インターロック |
| 6. 表示部 | 14. 安全カバー |
| 7. コントロールパネル | 15. モードスティアカバー |
| 8. ドアロック | |

岩石の強度試験と顕微鏡観察

土木開発工学科

担当者 平田 広昭、岡田 包儀、平松 雅宏

1. 岩の強度と破壊基準

岩盤構造物の問題は次の2つである。一つは、岩盤内の応力が（許容）最大レベルまで達し、そのため、部分的あるいは全般的な破壊が起こるのではないかとという応力上の問題、もう一つは、荷重を受けた岩盤が構造物に破損や破壊を引き起こすほど大きく変形するのではないかとという変形上の問題である。今回は破壊に関する応力上の問題を考えてみる。

岩盤の初期応力が推定可能で、かつ工事による初期応力の変化が予測可能であると仮定した場合、岩が流動、降伏、破碎、破断、座屈などの挙動を示すかどうか、あるいは構造部材としての機能を維持できるかどうかをいかにして判断するかという問題が起こる。

これに対し、ふつうは破壊基準を用いて判断する。ここでは有効な基準を提案する前に、岩は通常どうして破壊するのか、すなわち曲げ、せん断、圧縮などによる岩石の破壊原因を調べてみよう。

1. 1 岩石の破壊形式

実際にはさまざまな载荷形態があるため、岩の破壊がただ一つのモードで支配されるということはないが、破壊の最も重大な要因として、曲げ、せん断、引張り、圧縮が挙げられる。曲げ破壊は曲げにより引張り亀裂が生じ、それが発達、伝播して起こる破壊のことをいう。これは、鉱山などの坑道の天盤の岩層で起きることが多い。坑道の露出した天盤の梁状の岩層は重力の影響で上部の岩盤より分離し、自重で抗内へ垂れ下がる。梁に亀裂が生ずると、中立軸は上方に移動していく。最後には亀裂が梁を横切り、岩石ブロックがゆるんで崩壊する。曲げ破壊は急傾斜の層状岩盤斜面でも起こり、斜面頂部の岩層より次々に転倒し落下する。

せん断破壊とは、せん断応力が限界値に達して破断面が形成され、この破断面に沿って岩石が滑動するとき、せん断応力が解放される現象のことである。風化した粘土頁岩や破碎帯で見られる土のように軟らかい岩が天盤とか下盤に露出すると同様なことが起こる。天井や柱の基部に働くせん断応力は残柱を相対的に押し上げ、天井に貫入させたり床に押し込む作用をする。掘削に用いるドラッグビットやピックなどの岩盤用カッターでは、ビットの先端の圧入によるせん断が破断面の形成に寄与している。岩盤斜面で岩層が上向き凸型に重なり合っているような状況とか、堆積岩が背斜構造の側面にある場合では、直接的な引張り現象が起こることもある。岩盤斜面の基盤は摩擦抵抗の許容範囲よりも急な傾きを示しており、岩層自身の重みは斜面上部の安定な部分の引張り力と釣り合って平衡を保っている。直接的な引張りはまた、お互いに連結していない短い節理面を多く持つ岩盤斜面の破壊機構を説明するものでもある。すなわち、引張り亀裂ができると岩盤のブリッ

ジができ、岩盤ブロック全体を下の方に移動させることになる。引張りで岩が破壊するとき、破断面はかなり粗く、破壊による破片や細片は認められない。それに反して、せん断破壊では破壊面はなめらかであり、岩の圧碎や破砕による粉末が多く見られる。引張り破壊はボーリング孔やトンネルに水やガスで高い内圧を作用させたときにも内壁に生じることが知られている。この現象は、パッカーで閉塞し高い水圧で割れ目を作る、いわゆる水圧破砕を行うときにみられる。爆薬を孔内に装填し、爆破で孔壁に数十万気圧の衝撃的なガス圧を作用させると、孔壁から引張りによって放射状の亀裂が連続的に形成され、孔壁は細かく破砕されるか、極端な場合には溶けてしまう。基盤岩に見られる伸長亀裂は、広い地帯の隆起（造陸運動）で表面ひずみが大きくなりすぎてできたものとされている。

圧壊あるいは圧縮破壊は激しく体積が減少するか、硬いパンチが押し込まれたときに起こる。圧壊の過程を調べると、引張り亀裂の生成、その拡散と成長、そして曲げとせん断の相互作用といったきわめて複雑なモードで起こっていることがわかる。亀裂作用によって粒状体や細片が作られ、圧縮領域以外には動けない場合、さらに細かく粉砕される。この現象は、ドリルビットとか、ボーリング機械のディスクカッターの直下で起こる。鉱山の採鉱坑道では、亀裂が発達し、互いに連結することにより鉱柱の耐荷力が失われてしまうことを“圧縮破壊”と呼ぶこともあるが、鉱石の取りすぎが鉱柱の縦割れやせん断による破壊につながっている。

耐荷力の高い岩盤の実際の破壊はかなり複雑で、前にも述べたように、一つあるいはそれ以上の多くのモードが混じり合っている。したがって、岩の試験法の中で一つの方法だけが普及し、他の方法が除外されるようなことがあってはならない。

1. 2 室内強度試験

岩石試料の強さを明らかにするために、一軸・三軸圧縮試験、せん断試験、直接・間接引張り試験が広く使われている。特殊な目的に対してはその目的に沿った試験方法が考案され、多様な方法が検討されてきている。ここでは最も広く利用されている一軸・三軸圧縮、圧列引張り、梁の曲げ、リングせん断について述べる。

一軸圧縮強度試験は最もよく使われる岩石の強度試験であるが、正しく試験することはそれほど簡単ではなく、方法によっては2倍以上の割合で結果が変わることもある。岩石試験用の試料は直径に対する長さの比が2から2.5の円柱形で、上下端面は軸に直交し表面はなめらかで平行でなければならない。なめらかな表面をつくるため上下端面を石膏や硫黄でキャッピングすると端面が拘束され岩の強度を変えると考えられている。しかし、端面摩擦を軽減するためにテフロンシートを使用すると外向きの押し出し力を生みだし、不本意な縦割れ破壊を起こすことになる。鉱柱が研究対象になるときは、中央部を細くし、上下部分を通常の大きさにした試料を大きな円柱試料から加工するのが望ましい。しかし、標準的な室内圧縮試験では現場から採取したコアを規定通りに整形し、載荷試験器の上下加圧盤の間で圧縮する。

圧縮強度はピーク荷重を初期断面積で除したものである。表—1に一軸圧縮応力の代表値を示す。

三軸圧縮試験は、円柱形の岩石に軸圧と軸対称拘束圧を同時にかける試験である。

Pを岩石が支持できる軸力の最大値、pを拘束圧力とすると、ピーク荷重時の応力は $\delta 1 = P / A$ 、 $\delta 3 = p$ となる。

拘束圧pをかけることによって岩石の強度が増すという拘束の効果は、岩石試料が不浸透膜によって覆われているときにのみ認められる。拘束圧を与える液体は普通液性オイルであり、膜は耐油性ゴム（ポリウレタン等）が使われる。

多種多様の三軸セルが実験室で使われており、そのうち何種類かは市販されている。

通常の三軸圧縮試験を行う手順は、最初に供試体全体に等方拘束圧をかけ、それから側方圧を一定にしたままで軸荷重を載荷する。この場合、三軸圧縮試験は、等方圧縮の初期応力状態に一軸圧縮応力状態を重ね合わせたものと解釈できる。しかし、実際の岩盤で生じる載荷経路は室内での三軸圧縮試験とは全く別のものである可能性がある。岩石によっては強い経路依存性を示すものもあるので、その場合は別の手順に従って試験するのが望ましい。最近では、自動または手動制御によっていかなる載荷経路でもほぼ追従できるが、後に述べるようにすべての経路が破壊に至るわけではない。荷重の影響を正しく把握し、最良の結果を得るためには、載荷中の試料に軸変位と側方変位を計測しておくべきである。

コンクリートの円柱供試体に対してASTM基準として採用されている圧裂試験（ブラジリアンテスト）は、岩の引張り強度を推定するのに利用できる。直径と同じ長さぐらいの岩石コアを半径方向に載荷すると、その方向にかつ軸に平行に割れる。この理由は円板の直径の両側から力を加えたときの円板内の応力を調べると明らかになる。この場合円板の中では中央線に沿って、一様な引張り応力が荷重方向と直交する方向に発生し、その大きさは

$$\delta t, B = 2 P / (\pi dt)$$

となる。ここに、Pは圧縮荷重、dは円板の直径、tは円板の厚さ（あるいは長さ）である。このような試験が、細かい調整と準備を必要とする直接引張り試験よりはるかに簡単である。

いわゆる“圧裂引張り強度”はピーク圧縮荷重に対応する $\delta t, B$ の値から求められる。しかし、実際の破壊には半径方向の鉛直応力と水平引張り応力とが複合した効果が反映されている。鉛直応力は一様ではなく、円板の中心で $\delta t, B$ の3倍の圧縮応力を示し、端にいくほどしだいに大きくな

表-1 代表的な岩石試料の一軸圧縮強度

(わかりやすい岩盤力学より転載)

岩 種	圧縮強度 (MPa)
Berea 砂岩	73.8
Navajo 砂岩	214.0
Tensleep 砂岩	72.4
Hackensack シルト岩	122.7
Monticello Dam 砂岩	79.3
Solenhofen 石灰岩	245.0
Bedford 石灰岩	51.0
Tavernalle 石灰岩	97.9
Flaming Gorge 頁岩	35.2
Micaceous 頁岩	75.2
Taconic 大理石	62.0
Cherokee 大理石	66.9
Nevada 花崗岩	141.1
Pikes Peak 花崗岩	226.0
Palisades 輝緑岩	241.0
Nevada 玄武岩	148.0
John Day 玄武岩	355.0

る。Griffithの破壊理論によると、最も危険なのは圧縮と引張りの比が3となる中心点である。主応力比が3になると引張り応力のみで破壊が起こり、破断面に平行な圧縮力を考える必要がなくなる。実際には、圧縮試験は、直接引張り試験より大きい値を示すといわれているが、たぶんそれは割れ目の影響によるものである。細かい割れ目は圧縮引張り試験よりも直接引張り試験に影響を与え、岩石を弱くする。直接引張り強度に対する圧裂引張り強度の比は、既存の割れ目が大きくなるに従って1から10以上にも変化することがわかっている。

曲げ強度試験では岩石の梁に曲げを作用させ、これによって起こる破壊時の強度を調べる。圧裂試験と同じように、曲げ強度試験も端面整形しない岩のコアを使って行うことができる。コアの両端近くを2点で支え、上面から載荷する4点載荷の曲げ強度試験では、中点で載荷する3点載荷のものより中央部に均一な曲げモーメントが作用し、再現性のよい結果が得られる。曲げ強度または“破断係数”はピーク荷重に対応する岩石の底面の最大引張り強度を示すものであり、弾性状態を仮定して簡単な梁理論から計算される。曲げ強度は直接引張り強度の2～3倍と見られている。

リングせん断試験は比較的簡単な試験で、拘束圧を変化させて新鮮な岩石の試験ができる。圧縮試験と違って、リングせん断試験用のコア試料はなめらかな端面を必要としない。三軸試験と同じように、結果は拘束圧に従って強度が増加する傾向を示す。荷重を載荷ロードに加えると2つの強制せん断面に沿って破断面が形成される。

載荷ロードにかかるピーク荷重をPとすると、ピークせん断応力(τ_p)は“せん断強度”と呼ばれ、次式で与えられる。

$$\tau_p = P / (2A)$$

ここに、Aはコア試料の断面積である。

2. 岩石の顕微鏡観察

岩石の強度は、岩石中に含まれる鉱物の種類や鉱物の粒径、組み合わせり方などで違いがあります。

そこで、岩石の強度試験に用いた試料を偏光顕微鏡を使って観察してみることにします。まず観察をするためには薄片試料を準備しなければなりません。しかし、若干の熟練が必要なことから時間の制約も考えて、ここでは事前に準備したものを使用し、簡単に作成法を紹介します。

また、今回の実験では溶結凝灰岩と安山岩を使用しますが、その他に岩石標本を使って色々な岩石の違いを手と目で確かめて貰うことにします。

2-1. 岩石の種類

岩石はそのできかたによって火成岩、堆積岩、変成岩に大きく分けられます。皆さん過去に授業などで記憶にあるかもしれませんが簡単に紹介します。

(1) 火成岩

最近も、有珠山あるいは三宅島の火山噴火が話題となりマグマの存在がたびたびニュースで伝えられました。火成岩は、マグマが流出し固結してできます。地表近くで急速に固結してできるものを火山岩、地下深くでゆっくり固結したものを深成岩と呼び、前者は鉱物粒子が非常に小さいかあるいはガラス質であるのに対し、後者は粗粒の鉱物から構成されます。このようにマグマが冷却するまでに鉱物が成長できるか否かによって岩石の組織に違いができ、火山岩、深成岩の代表的な組織として斑状組織、完晶質等粒組織に現れます。火成岩は産状と主要な鉱物組成から主な岩石として表-2のように分類されます。

表-2 主要な火成岩の分類

主成分鉱物	石英+長石	長石	有色鉱物を主とする
火山岩	流紋岩、石英安山岩	安山岩、玄武岩	
半深成岩	花崗斑岩、石英斑岩	閃緑ひん岩、輝緑岩	
深成岩	花崗岩、花崗閃緑岩	閃緑岩、斑れい岩	かんらん岩、輝岩

(2) 堆積岩

堆積岩は、構成する成分の起源によって碎屑岩、火山碎屑岩、化学沈殿岩、生物岩に分けられます。

碎屑岩は、構成物の粒径によって礫岩、砂岩、泥岩（シルト岩・粘土岩）に分けられます。また、泥岩のうち、はく離性あるものを頁岩と呼び、碎屑物を主とするが火山碎屑源の物質あるいは生物源物質を含む場合は、例えば凝灰質砂岩、石灰質泥岩などとさらに細かな分類がされます。

火山碎屑岩は、火山の噴火によって放出された火山碎屑物が膠結または溶結してできた岩石で、粒径

により火山角礫岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩、凝灰岩と呼び、軽石を多く含む場合は軽石凝灰岩と呼びます。

今回実験で用いる溶結凝灰岩は、火砕流と呼ばれる高温の火山灰・軽石・スコリアなどが火山ガスとともに火口から乱流となって流下し堆積したもので高温なため火山ガラスが溶結してできたものです。

その他の堆積岩としては、構成物の大部分が生物起源である石灰岩やチャートなどがあげられます。

(3) 変成岩

変成岩は、変成作用の種類によって、接触変成岩、広域変成岩、動力変成岩に分けられています。

既存の岩石が火成岩の貫入による熱の影響を受けて化学反応を起こし再結晶してできた岩石を接触変成岩と言い、石材として使われている大理石（結晶質石灰岩）もこのようにしてできた岩石です。

広域変成岩は、熱の影響だけでなく褶曲などの構造運動による圧力を受けて再結晶などしてできる岩石で、変成の程度により千枚岩、片岩、片麻岩となります。

動力変成岩は、断層運動などにより圧碎作用を受けてすりつぶされ再結晶してできる岩石で、マイロナイトと呼ばれています。

2-2. 岩石の顕微鏡観察

(1) 岩石薄片の作成法

岩石薄片の作成手順を簡単に示すと以下の通りです。

1. 岩石切断機によりチップ（ $2 \times 3 \times 1$ cm程度）を切り出す。
2. 回転研磨機で研磨材（#200、400、800）を用いて研磨する。
3. 硬質ガラス板で研磨材（#1, 500、3, 000）を用いて研磨する。
4. 研磨した面をスライドグラスにレークサイドセメントを熱して接着させる。
5. 室内で冷却した後、小型岩石切断機で厚さ2mm程度に切断する。
6. 回転研磨機で研磨材（#200、400、800）を用いて厚さ0.2mm程度まで研磨する。
7. 硬質ガラス板で研磨材（#1, 500、3, 000）を用いて厚さ0.05mm以下まで仕上げ研磨する。
8. 偏光顕微鏡で所定の厚さ（0.03mm程度）になったことを確認した後、カナダバルサムを熱して試料にカバーグラスをかける。
9. 余分なカナダバルサムを熱したコテで取った後、アルコールおよび水で洗浄して出来上がる。

(2) 偏光顕微鏡による観察。

偏光顕微鏡は、生物顕微鏡と同様に像を拡大して岩石の組織を調べるとともに、偏光装置を用いて岩石を構成する鉱物の複屈折の特徴から鉱物を識別できる装置です。

偏光顕微鏡による観察は、平行ニコルと呼ばれる観察方法で結晶の形、劈開、色・多色性、屈折率などを観察し、直交ニコルで消光、干渉色などを観察して含まれる鉱物を知ることができます。

ここでは、用語の説明は省略しますが、主な鉱物の顕微鏡的特徴を表一3に示します。

表一 3 主な造岩鉱物の顕微鏡的特徴 (0.03mmの薄片用)

※新地学教育講座3 鉱物 (監修八木健三) より転載

	石英	カリ長石	斜長石	黒雲母	普通角閃石	普通輝石	しそ輝石	かんらん石	方解石	緑泥石	白雲母
形	他形, 斑状岩では融食自形	ほとんど他形, 時に斑状自形	長柱~短柱~板状	板状, 長柱状にも見える	長柱状ひし形	短柱状八角形	長~短柱状, 八角形	ころっとした紡錘形	ほとんど他形, 粒状	板状, 長柱状にも見える	板状, 長柱状にも見える
劈開	-	±, 2方向直交, 切り方では1方向	±2方向直交, 切り方では1方向	≡1方向切り方では-	≡2方向124°切り方では1	+2方向直交, 切り方では1方向	+2方向直交, 切り方では1方向	±, 1方向	≡3方向	≡1方向切り方では-	≡1方向切り方では-
色	-	(しばしばちり状のよじれ)	-	黄~黒褐	黄~緑褐	±	-~淡緑・淡褐	-	-	-~淡緑	-
多色性 (吸収)	-	-	-	≡著しい, 切り方ではなし (Z'>X')	≡かなり強い (Z'>X')	-	+, 縦で緑, 横で紅	-	-	+	(Z'>X')
屈折率	バルサムよりやや高く, 表面は平滑	バルサムより低い	組成により石英より低いものから高いものまで	高い	高い	かなり高い	かなり高い	もっとも高い, さめ肌状	浮き上ったり沈んだりする	高い	やや高い
最高干渉色	白	灰	淡黄	3次	2次	2次	1次	3次	10次, 金茶色	青灰	2次
消光角 (伸長)	—— (——)	小さいか0° (-)	組成により変化 (-, +)	0° (+)	<25° (+)	<40°	0° (+)	0° (——)	(——)	0° (-, +)	0° (+)
光軸角 (光学性)	一軸0° (+)	二軸10~70° (-)	二軸±組成により変化	一軸0° (-)	二軸± (-)	二軸+ (+)	二軸+ (+~-)	二軸+ (+~-)	一軸0° (-)	小 (-, +)	二軸± (-)
その他	微細な気・液体の包有物の列 ときに波状消光	直交ニコールで双晶, パーサイト構造多し 微斜長石は格子もよう	累帯構造による多色性ハロ多し	ジルコンによる多色性ハロ多し	単純双晶あり	単純双晶多し	火山岩では時に単斜輝石の反応緑あり	蛇紋石などに変質していること多し	赤・青・黄など干渉色の低いものは目玉が出やすい		

(+) 正
 (-) 負
 —— 無関係, 不明
 - ない
 ± 少ない, 小, まれ, かすか, 弱い
 + ある, 中, ふつう, あきらか
 ≡ 多い・大, 著しい, 強い
 ≡ きわめて多い, きわめて大, きわめて著しい。

研修・出張報告

文部省主催の技術専門官研修・技術専門職員研修の実施について

「平成9年文部省訓令第33号」に基づき国立大学、国立短期大学及び国立高等専門学校に技術専門官・技術専門職員を置くことが出来るようになり、本学においても平成10年4月より技術専門官・技術専門職員が配置された。

職員研修の充実については、平成10年10月の「大学審議会答申」でも、大学の職員に対し各種の業務経験を積ませるとともに、民間企業等での研修の機会を充実すべきことや、大学の各種業務の情報化、国際化への対応や専門業務の高度化への対応という観点から、専門分野ごとの研修を充実すべきこと、技術職員についても、教育研究の支援体制の充実という観点から、優れた技術職員の確保を図るとともに、資質の向上を図るべきとの提言がなされた。

また、平成10年7月に国立大学協会から出された「国立大学教官等の待遇改善に関する要望書」の中でも、技術職員について、各大学を横断的に実施できる研修制度を新設し、資質の向上を図ることが要望されていました。

これらの提言、要望を踏まえ、文部省では、平成11年2月「文人審第51号」で、今後各種研修の更なる充実を図ることとし、その一環として平成11年度より、新たに「技術専門官研修」と「技術専門職員研修」を下記要項で実施することとしました。

国立学校等技術専門官研修実施要項

- 1 目的
国立学校の技術専門官及び技術専門官相当の職にある者に対して、必要な行政的識見の醸成を深めさせ、その職務に必要な専門的知識及び技術を修得させると共に、技術の継承および保存等に関し、指導的役割を果たせるよう、その資質の向上を図ることを目的とする。
- 2 主催
文部省及び関東近郊の国立大学
- 3 参加者
国立学校の技術専門官及び技術専門官相当の職にある者で、各機関の長の推薦（原則として1～2名）を受けて、文部省大臣官房人事課長が決定する。
参加予定人数は、約80人とする。
- 4 年1回、3日間程度の研修を実施する。
- 5 研修内容等、以下省略

国立学校等地区別技術専門職員研修実施要項

- 1 趣旨
この要項は、国立学校等地区別技術専門職員研修の実施に関して、基本的事項について定めるものとする。
- 2 研修の目的
この研修は、国立学校等の技術専門職員及び技術専門職員相当の職にある者に対して、その職務遂行に必要な基本的、一般的知識及び新たな専門的知識、技術等を修得させ、職員としての資質の向上を図ることを目的とする。
- 3 研修の主催及び実施地区
(1) この研修は、次の地区ごとに文部省及び各地区国立学校の共催により実施する。
ア 北海道地区 イ 東北地区 ウ 関東・甲信越地区
エ 東海・北陸地区 オ 近畿地区 カ 中国・四国地区
キ 九州地区
(2) 研修の実施に関する事務を処理するため、各地区において当番機関を定めるものとする。
- 4 実施回数及び期間
研修は各地区年1回、4日間標準として実施するものとする。
- 5 研修内容等、以下省略

平成11年度国立学校等技術専門官研修について（報告）

電気電子工学科（計測システム系） 土方 正 範

この度、文部省・東京大学主催で実施された「平成11年度国立大学等技術専門官研修」に参加して来ましたので、ここに報告いたします。

技術専門官研修には、全国の国立大学（47校）や国立の各研究所（6機関）等から88名の専門官（技術部長、技術課長含む）が参加して、8月25日から8月27日の3日間東大付属図書館を会場にして行われた。

研修1日目は、「人事管理上の諸問題」、「大学行政上の諸問題」、「技術専門職制度について」、「学術研究の振興と国際交流」を題目とした4部門の講義と、翌日実施するポスターセッションの準備、5時30分からは山上会館ハーモニーを会場にして1日目の講師を交えて懇談会が行われました。

2日目の午前中は専門分野に分かれて「ポスターセッション」が行われ、午後から「職場の健康管理」、「地球環境問題」の2つの講義が行われた。

3日目の午前中は2班に分かれての施設見学と、参加者を6班に分けてフリーディスカッションが行われ、午後は「リーダーシップ」と題した講義と、「科学技術の展望」を演題とした特別講演があり、その後閉講式が実施され3日間の研修が終了しました。

1日目の講義では、講師が文部省関係者の講義になると、話の大半が国立大学の独立法人化移行に関する内容となり、各講師とも「大学の自主性を尊重しつつ、大学改革の一環として検討し、平成15年までに結論を得る」で終り、文部省の方向論等は話の中にはっきりとは出てこなかった。また、それに対する質問もあまり出なかった。

ただ、講義の中で合田課長の「大学行政上の諸問題」や、嶋貫給与班主査による「技術専門職制度について」の講義等は文部省で直接実務に携わっている関係上普段聞くことの出来ない内容の話なので、講義として聞いていて大変面白く興味深い話でした。

また、東京大学工学系研究科小宮山教授の「地球環境問題について」の講義、東京大学小林副学長による「科学技術の展望」の特別講演も大変興味深く聴くことが出来た。

ポスターセッションは各専門7部門に分かれて実施され私は電気電子部門で「がいの汚損状態監視システムの開発（ロガーによる絶縁抵抗の測定）」と題して報告をしました。しかし、各自の持ち時間が2～3分と短く十分な説明が出来ないとの不満の声が多かった。

フリーディスカッションは一班約15名で行い私の所属した班では、各大学・研究所における技術職員数や専門官数、技術部の運営、技術職員の役割、その他について活発な話し合いがなされたが時間も短く（1時間）ここでも今後は2時間程度の時間が必要ではないだろうかとの意見が多かった。今後はメール等で連絡を取りあいお互いの交流を深め仕事に役立て行くことなどが話し合われた。

連日35度前後の猛暑のなか、今年度から新たに始まった全国規模の文部省が行う研修の第一回目の参加とあって多少緊張して出席しましたが、無事に3日間の研修を終える事ができました。

最後に、今回の技術専門官研修参加に際しては技術部長を始め、学長並びに事務局関係各位の特段のご配慮、ご支援を賜り心より御礼申し上げます。

平成11年度国立学校等技術専門官研修 日程

会場 東京大学 付属図書館3階会議室

8月25日(水)	8月26日(木)	8月27日(金)
9:30 受 付	9:30 ポスターセッション説明	9:30 施設見学説明
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	9:45 ポスターセッション	9:40 施設見学 (2班に分かれて見学) ① インテリジェント・モデリング・ ラボラトリー ② 医学部標本室 ③ 総合研究博物館
10:45 「人事管理上の諸問題」 (職場の安全管理) 文部省大臣官房人事課 福祉課主査 野 中 修		
12:00 休憩	12:00 ポスターセッション片付け	11:00 11:15 フリーディスカッション
13:00 「大学行政上の諸問題」 文部省高等教育局 大学課長 合 田 隆 史	12:30 休憩	12:15 休憩
14:00	13:30 「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	13:15 「リーダーシップ」 話力総合研究所 所 長 永 崎 一 則
14:10 「技術専門職制度について」 文部省大臣官房人事課 給与班主査 嶋 貫 和 男	15:00	14:45
15:10	15:15 「地球環境問題について」 東京大学大学院工学系 研究科教授 小 宮 山 宏	15:00 特別講演 「科学技術の展望」 東京大学副学長 小 林 正 彦
15:20 「学術研究の振興と国際交流」 文部省学術国際局 学術課長補佐 中 沢 氏	16:45	16:30 閉 校 式 (人事課審査班主査)
16:20 ポスターセッション 準 備		17:00
17:00		
17:30 懇 談 会 東京大学 山上会館ハーモニー		
19:00		

晩秋のたたずまいを見せる札幌。文部省、北海道大学主催で実施された「技術専門職員研修」には、全道の大学や工業専門学校から電気電子系と機械系を対象とする 60 名の技術専門職員が参加。11 月 9 日から 11 月 12 日までの 4 日間にわたり北海道大学学术交流会館を会場に行われた。

1 日目は、大学の行政、人事管理、学術振興等を題目とした 3 部門の講義と、専門官 2 名による講話があり、さらには同会館第一会議室で懇親会が行われ、参加者間で有意義な交流がなされた。

2 日目は、「環境マネジメント」の講義の後、電気電子系として実習が行われた。大規模な実験設備等の見学、またそれに携わる技術職員の方々との意見交換がなされ大変充実した内容であった。

3 日目は、「感覚支援工学からバーチャルリアリティとロボティクス」の講義の後、電気電子系は「これからの大学での試作技術」の講義があり午後からは市内の施設見学が行われた。ここでは、大学の研究とつながりを持つ民間企業が身近に存在する「札幌」という地の利を強く感じた。

4 日目は、各系ごとに分かれての技術討論がおこなわれ、この後「宇宙科学技術の行方」、「企業における技術の動向」と題しての 2 つの講義があり、閉講式が実施され 4 日間の研修が終了した。

この日に行われた「討論会」は司会者を中心に 15 名で行われ、道内大学、高専で働く技術者の意見交換を通して、互いの状況の確認ができ友好拡大ができた。今後はメール交換などで交流をはかるなど新たな道が開けた。

最後になりますが、この度の技術専門職員研修会参加に際しまして、学長並びに事務局関係各位のご配慮、ご支援を賜り心より御礼申し上げます。

以上

標記研修は、北海道地区国立学校等の技術専門職員及び技術専門職員相当の職にある者に対して、その職務遂行に必要な基本的、一般的知識及び新たな専門的知識、技術等を修得させ、職員としての資質の向上を図ることを目的として本年度より実施、本年度は機械系と電気系の二コースが用意され、私は電気系コースに参加しました。

1日目は開講式の後、「人事行政上の諸問題」「学術研究の振興と国際交流」「人事実務上の課題」とのテーマで文部省の三氏よりそれぞれ講義があり、なかでも木下氏による「学術研究の…」の講義では、永年科研費実務に携わってきた氏の生々しい経験談や、これからの科研費はどうあるべきかとの私見等も話され大変感銘を受けました。先輩講話では、北大の技術専門官二氏より先に文部省にて行われた専門官研修の内容等が報告されました。

2日目は、(株)エコニクスの伊藤氏より「環境マネジメントシステム」との講義がありISO14000の概要と、その取得がなぜ必要か、エコニクスでの取得の経緯等の紹介がありました。北大の武笠教授による「基礎研究から商品化迄」との講義では磁気記録媒体の高密度化の歴史と今後の展望についての話があり、そのための基礎研究がいま武笠研では精力的に取り組まれておりその成果を道内企業で商品化したとのことでした。研究内容が電子1個レベルの話だったので大変興味深く聞くことが出来ました。午後からは、高橋教授より「先端材料研究における最新の電子顕微鏡の役割」との講義があり、電子顕微鏡の基礎及び今後の役割の重要性が良く分かりました。その後、エネルギー先端工学研究センター、工学部の武笠研究室の見学がありました。武笠研では6室見学し、どの研究室にも数千万もするような測定装置が所狭しと配置されており、当研究室とのあまりにもの違いにただ々驚きました。

3日目は、午前中「感覚支援工学からバーチャルリアリティとロボティクス」「これからの大学での試作技術」との講義があり、伊福部教授による「感覚支援…」の講義では、人間の感覚の基礎研究の紹介とそれらを福祉工学へ応用し、数々の福祉機器を製品化するまでの過程をビデオを交えて説明され、とても興味深く聞くことが出来ました。午後からは施設見学のため札幌テクノパークへ移動し、二社を見学しましたが両社ともソフトの開発を中心とした会社だったため、おもしろかったとは言えません

4日目は、1コマ目が技術討論で二班に分かれて行いましたが、事務局からの要請で本研修に対する意見、感想だけに終わってしまいました。つづいて工藤教授より「宇宙科学技術の行方」との講義がありました。先生は北大に来る前は宇宙開発事業団で衛星の打ち上げに携わっていたそうで、そこでの経験談等の紹介がありとても興味深く聞くことが出来ました。午後からは講師の都合で急遽「職場の安全」に関するビデオを見た後、日立製作所の嶋田氏による「企業における技術の動向」との講義がありこれからは、大学と企業のより密接な結びつきが求められるとのことでした。

今研修は4日間と日程的にはとてもハードな研修でしたが、総じて言えば今まで自分の知らなかった分野の興味深い講義を聞くことが出来、得るものが多かったと思います。最後に、本研修に参加させていただいた技術部長をはじめ技術部諸氏、事務局の方々、当研究室の吉田教授に感謝申し上げます。

四日間に渡り研修が行われ、初日は文部省から来られた 3 名の方々が講師となり 3 講義と先輩講和として 2 名の方が話された。その中で「学術研究の振興と国際交流」の講義では、資源を持たない日本が 21 世紀に向け科学立国を目指す政策として科学技術基本法が制定され、これによって科学研究費補助金が急激に伸びてきた。研究は将来的に何が役立つかわからない、現時点での判断ではなく研究費を付ける必要があるのでは、等々の話があった。第 3 講目は「人事実務上の課題」と題してセクシャルハラスメントに関する話と、同問題に対するビデオが上映された。先輩講和は北大工学部の技術専門官 2 名が今までに手がけた仕事に関する話と、先に東京で行われた技術専門官研修の内容紹介でした。

二日目の第 1 講目「環境マネジメントシステム」では、国際規格 ISO14001 があり、環境への悪影響を、環境保全を目的としたマネジメントの仕組みを作り、間接的に減少させる取り組みの話があった。第 2 講目はコース別にわかれての講義となり、「工作技術に望むもの」と題して北大理学研究所の教授より話があり私的意見として、高度な加工や製作はセンターで、各支部ではこまめなサポートを期待したいとの話があった。

午後からの施設見学は始めに小樽製作所を見学し、主に飲料用のアルミ缶、スチール缶を作るための金型が製作されていた。高速製作に伴い画像処理による品質管理が追いつかない問題、また金型の 1/1000 位の精度を求める為の管理技術等の話が印象に残った。次に見学した松本製作所では、下請けとしての部品の製作、また自社として特注の装置等の製作が行われていた。企業規模に応じた仕事があり、この規模で制御を含めたシステムを作れるところは少ないとの話があった。

三日目第 1 講は北大電子科学研究所 伊福部教授より講義があり、今までに手がけてきた聴覚障害、視覚障害者の為の補助機器や人工声帯器具の開発の話や、現実に見えるものにコンピュータ画像を重ね、手術等に應用が可能なバーチャルリーダー等の話があった。第 2 講目は実習についての講義と工作実習用ビデオが上映された。午後の実習では「真空部品の製作技術」というテーマで 3 班に別れて切削、溶接、ガラス封着をそれぞれに順繰りに回った。溶接技術では、コパール管(鉄・ニッケル・コバルト合金)とステンレス管を TIG 溶接での接合を技官の方が見本として行った後、全員が TIG 溶接により 1 ミリ厚のステンレス板の突き合わせ溶接を行い、最後に一人がコパール管とステンレス管の溶接を行った。次の理学部工作室での切削技術では工作室の技官の方が旋盤を用いてステンレスの切削を見せた後、一人が代表して旋盤でのステンレス切削とフライス盤での黄銅切削を行った。最後に行ったガラス封着技術ではコパール金属をコパールガラスという熱膨張が同じガラスで外側・内側を包み込み、これに鉛ガラスを付け最後にパイレックスを付ける加工を見せてもらった。その後一人が T 字型のガラス管の接合を行ったが、ガラス細工では熱して接合した後、熱を加え継ぎ目を滑らかにしていくがこの時に熱しすぎても大丈夫なように、初心者は細いガラスでサポートをして行うと良いとの事でした。この実習を通して感じたことは実際に作業を行う事があまり無く特にガラス封着では技能を見るだけとなった。

4 日目には技術討論があり機械コース 30 名を 15 名ずつ 2 班に分けての討論となった。話の内容はこの研修での感想や職場での問題点等々を話し合う自由討論形式でしたが、各自が仕事内容等を含めた自己紹介を行っただけで時間となってしまった。あらためて多種多様な技官の職務内容が紹介された。2 講目は「宇宙科学技術の行方」と題して講義がなされた。ロケットエンジン、人工衛星、衛星探査機、最後には宇宙の話がなされ興味深い話だった。3 講目は「企業における技術の動向」と題し日立製作所中央研究所の島田氏より講義がなされ、今後の産学共同のあり方等々企業の立場からの話があり、企業の技術開発に関する話が聞け有意義な講義だった。

この研修全体を通しての印象は、初めての文部省主催による研修という事もあり事務局主導の研修という感が強かった。あらためて多種多様な技官が居るなかで実習内容の難しさを思った。講義では北大の教授や企業から講師を招いて話が聞け有意義な講義だった。施設見学では網走管内ではなかなか見ることのできない機械施設等を見学でき大変良かった。

「平成11年度北海道地区国立学校等技術専門職員研修」の報告

電気電子工学科 久松 茂

平成11年11月9日から11月12日迄の4日間に渡って、標記研修が北海道大学学術交流会館を会場として、道内大学・高専の技術専門職員60名が参加して開催されました。研修は、機械コース、電気・電子コースの2コースが開講され、私は電気・電子コースを受講しました。この研修は、北海道区国立学校等の技術専門職員及び技術専門職員相当の職にある者に対して、その職務遂行に必要な基本的、一般的知識及び新たな専門的知識、技術などを修得させ、職員としての資質の向上を図ることを目的として、開催されました。

研修1日目は、オリエンテーションに引き続き開講式が行われ、北大の若松事務局長の挨拶がありました。その後研修日程に従って、①「人事行政上の諸問題」(文部省大臣官房人事課福祉班主査 野中修氏)、②「学術研究の振興と国際交流」(文部省学術国際局研究助成課課長補佐 木下眞氏)、③「人事実務上の課題」(文部省大臣官房人事課審査班審査第一係長 郡司良男氏)、④「先輩講話」(北大技術専門官 鳥海郁夫氏、堀健一郎氏)の講義および講話が行われました。

①では、技術職員の待遇改善、文部省により技術職員に関する訓令が定められるまでのこれまでの経緯、国立大学の独立行政法人化、文部科学技術省への移行、定員削減などについて講義が行われました。②では、学術国際局の業務、科学技術基本法、文部省と科学技術庁の統合などについて講義され、熱意を持って業務にあたって来られたことが聞く側に十分に伝わってくる講義でした。③では、セクシャルハラスメントについてのビデオと講義が行われました。④では、鳥海氏からは技術職員として携わってきた加速器に関する業務についての話がされました。また、これからの技術部に関した話として、「技術職員は講座から離れるだけではだめだ、講座に配置されていた時には講座で新しい技術を身に付けたように、講座から離れた場合にはそれに代わる場が必要だと思う」という話しもされました。堀氏からは、今年8月に東大で開催された技術専門官研修の報告と、技術職員として携わってきたコバルト60の維持・管理の業務についての話がされました。

2日目は、①「環境マネジメントシステム」(株式会社エコニクス環境マネジメント部次長 伊藤公裕氏)、②「基礎研究から商品化迄」(北大工学研究科教授 武笠幸一氏)、③「先端材料研究における最新の電子顕微鏡の役割」(エネルギー先端工学研究センター教授 高橋平七郎氏)、④実習(電子顕微鏡実習、ナノエレクトロニクス実習)の講義および実習が行われました。

①では、環境マネジメントシステムの誕生とその規格制定(I SO 1 4 0 0 1を含む1 4 0 0 0シリーズの制定)、自社におけるI SO 1 4 0 0 1認証取得迄の取り組みについての講義がありました。②では、大学での研究の役割、技術の継承・体系化、新技術の修得、超微細加工技術の進展、超小型・高性能デバイスなどについての講義がありました。③では、最新の電子顕微鏡施設の紹介、最新装置の活用分野などについての講義がありました。④では、マルチビーム超高電圧電子顕微鏡装置および従来の電子顕微鏡装置の見学と、これらの装置でサンプル試料の観察およびナノメートルの空間分解能を持つ磁性計測技術の開発や、ナノ構造磁性体の表面や界面の磁性の計測などを行っている、ナノエレクトロニクス分野の実験室を廻り、モット分析装置、超高真空STM装置、磁気力顕微鏡、スピン偏極走査型電子顕微鏡などの説明およびデモ実験を見学しました。

3日目は、①「感覚支援工学からバーチャルリアリティとロボティクス」(北大電子科学研究所教授 伊福部達氏)、②「これからの大学での試作技術」(北大工学研究科助教授 三木信弘氏)、③施設見学(株式会社ビー・ユー・ジー、株式会社エルムデータ)など、講義および施設見学が行われました。

①では、視覚障害者のための触覚ボコーダの制作、聴覚障害者のための人工内耳、声帯に障害のある人のための人工咽喉の研究など、福祉機器の研究を行ってきたこれまでの経過を、テレビ番組として取材・放映されたビデオを使いながら、研究の進められる様子を話されました。②では、V S I インターフェース(I C のバスの規格)、H D L (ハードウェアの記述言語)、アダプティブコンピュータ(コンピュータ自体の構成がその目的に応じて変化する)など、デジタル回路の研究開発の進展状況、これからの大学での試作技術の総合力を上げるためには、ということについて話されました。③では、札幌テクノパークに移動して二社を見学し、実際のハードウェアおよびソフトウェアの開発・製造・調整の現場を見学しました。

四日目は、①技術討論、②「宇宙科学技術の行方」(北大工学研究科教授 工藤勲氏)、③「企業における技術の動向」(株式会社日立製作所中央研究所嘱託 嶋田壽一氏)など、討論および講義が行われました。

①では、技術職員が主体となって自由に討論するというもので、電気・電子コースは2班に分かれて技術討論が行われました。私が参加した班では、まず始めに今回の技術専門職員研修に参加するにあたっての抱負、現在の職務内容を一人ずつ自己紹介するなかで述べあいました。しかし、討論の時間が短かったため、自己紹介だけで時間を使い果たしてしまい、他のテーマについて討論するまでには至りませんでした。時間が短かったのが惜しまれます。②では、宇宙開発事業団に居られた時の体験を踏まえて、惑星探査機、スペースプレーン、イリジウム計画、ハッブル宇宙望遠鏡などについて講義がありました。③では、副題：グローバルパートナーシップの時代と題して講義がありました。ここでは、企業の生き残りと企業設立研究所、これからの産学共同研究のあり方、国際共同研究の問題と限界などについて、企業の側からのこれらの課題についての考え方を聞くことができました。

以上のように、今年度から始まった技術専門職員研修への参加は、新しい専門的知識の習得、見聞を豊かにする上で、また大学で働く技術職員の将来のあるべき姿をあらためて見直す上で、そして他大学で働く技術職員との交流を深める上で、大変有意義に四日間を過ごすことができました。今後、技術業務を行っていく上で、この経験を生かせるように努力して行きたいと思えます。

今回の研修で行われた、技術討論は技術職員が主体となってテーマを決めて自由に討論するというもので、北見工大の技術職員研修でも新たな試みとして、是非一度取り入れられることを希望します。これからの大学で働く技術職員のあり方、技術部をどのように充実させて行くことが必要か、をあらためて見直す機会にもなると思えます。また、今回の研修において、実習は大型装置や実験室を廻って見学・説明を聞くというものでしたが、専門コースを設けての研修という点で各大学の技術職員研修では行うことが難しい、専門テーマでの実習を伴う実験ができれば、なお良かったと思えます。

謝辞

この度の研修の機会を与えて下さった技術部の皆様、および研修旅費に配慮御理解をいただきました方々に感謝いたします。

平成11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9日～12日までの4日間行われました（詳しい日程については別紙参照）。

本大学で行っている研修と同じように講義、施設見学、実習、技術討論という内容で、特に印象に残ったのは「学術研究の振興と国際交流」、「工作技術に望むもの」と題した2つの講義でした。

科学技術の高度化に伴って、教育研究設備や機器が大型化、複雑精密化してきているとともに、大学院化により高度な測定機器装置の設計、迅速な機器製作など技術職員には高度な専門的知識・技術が要求されてきています。技術職員一人一人の資質の向上、技術の継承など組織（技術部）としての役割が、今後ますます重要になってくると思いました。

その他、北見近郊では普段見ることのできない精密金型や産業機械を製作している松本工業所（小樽）と小樽製作所（銭函）の施設見学で、色々な工作機械や加工現場を見られたことと、「真空部品の製作技術」というテーマで行われた技術実習の中で、ガラスとコパール金属の封着方法を実際に体験し、さらに各学部・研究所の工作室を見学できたことは大変参考になりました。

最終日の技術討論（機械コース）は、研修参加者の自己紹介・今回の研修の感想・職場での問題点などを出し合い討論を行いました。その中で今回の技術討論を将来的には技術発表会に変更することが提案されましたが、否定的意見が多く今後の検討事項となりました。また、研修の開催場所について各大学の当番制ということで施設見学場所や実習内容について色々と難しい問題があると感じています。

機械、電気・電子コース

会場：北海道大学学術交流会館

11月9日(火)	11月10日(水)	11月11日(木)	11月12日(金)
9:00 受 付	9:00 「環境マネジメントシステム」 株式会社 エコニクス 環境マネジメント部 次長 伊藤 公裕	9:00 「感覚支援工学からバーチャルリアリティとロボティクス」 北海道大学 電子科学研究所 教授 伊福部 達	9:00 (機械コース) (電気・電子コース) 「技術討論」 「技術討論」
9:45 オリエンテーション 開 講 式	10:30 (機械コース) 「工作技術に望むもの」 北海道大学理学研究科 教授 中原 純一郎	10:30 (機械コース) 「実習についての講義」(ビデオを含む) 理学部 技術専門職員 小嶋山 守 男	10:30 (電気・電子コース) 「これからの大学での試作技術(電気・電子系技術の動向をふまえて)」 北海道大学工学研究科 教授 工 藤 勲
10:15 「人事行政上の諸問題」 文部省大臣官房 人事課福祉班主査 野 中 修	11:45 休 憩	11:45 休 憩	11:45 休 憩
11:45 休 憩	12:00 休 憩	12:00 休 憩	12:00 休 憩
13:00 「学術研究の振興と国際交流」 文部省学術国際局 研究助成課課長補佐 木 下 眞	13:00 (機械コース) 施 設 見 学 株式会社小樽製作所(小樽)	13:00 (機械コース) 実 習(真空部品の製作技術) ガラス封着技術(低温科学研究所機械工作部) 切削(旋盤)技術(理学部機械工作部)	13:00 (電気・電子コース) 施 設 見 学 株式会社ピエール・ムンテック(札幌)
14:30 「人事実務上の課題」 文部省大臣官房人事課 審査班審査第一係長 郡 司 良 男	14:00 実 習 電子(新世代先端材料研究実験棟)	14:00 実 習 ナノエレクトロニクス(工学部実験室)	14:30 閉 講 式
14:45 「人事実務上の課題」 文部省大臣官房人事課 審査班審査第一係長 郡 司 良 男	15:45 休 憩	15:45 休 憩	15:45 休 憩
16:00 (先輩講話) 北海道大学工学部 技術専門官 鳥海 郁 夫 技術専門官 堀 健一郎	17:00 ① 1日目のオリエンテーション、開講式及び講義は小講堂で行い、2日目で行う。 ② 2日目の午前、3日目の午前のコース別講義は、機械コースが第1会議室、電気・電子コースが第4会議室で行う。 ③ 2日目の午後、3日目の午後のコース別講義は、工学部材料棟MC030号室で行う。最終日は、機械コースが1班が第1会議室、2班が第2会議室、電気・電子コースが1班が第3会議室、2班が第4会議室で行う。 ④ 施設見学、実習等の移動は、官用車又は借上げ車を使用します。	17:00 ① 1日目のオリエンテーション、開講式及び講義は小講堂で行い、2日目で行う。 ② 2日目の午前、3日目の午前のコース別講義は、機械コースが第1会議室、電気・電子コースが第4会議室で行う。 ③ 2日目の午後、3日目の午後のコース別講義は、工学部材料棟MC030号室で行う。最終日は、機械コースが1班が第1会議室、2班が第2会議室、電気・電子コースが1班が第3会議室、2班が第4会議室で行う。 ④ 施設見学、実習等の移動は、官用車又は借上げ車を使用します。	17:00 ① 1日目のオリエンテーション、開講式及び講義は小講堂で行い、2日目で行う。 ② 2日目の午前、3日目の午前のコース別講義は、機械コースが第1会議室、電気・電子コースが第4会議室で行う。 ③ 2日目の午後、3日目の午後のコース別講義は、工学部材料棟MC030号室で行う。最終日は、機械コースが1班が第1会議室、2班が第2会議室、電気・電子コースが1班が第3会議室、2班が第4会議室で行う。 ④ 施設見学、実習等の移動は、官用車又は借上げ車を使用します。
17:30 懇 談 会 学術交流会館第1会議室 19:00			

技術部報告

1999年度日誌

1999年 4月 28日	第1回技術部運営委員会
1999年 6月 15日	第2回技術部運営委員会
1999年 6月 18日	第1回拡大技術部運営委員会
1999年 7月 13日	第2回拡大技術部運営委員会
1999年 7月 27日	第8回技術部技術職員研修 (7月29日まで)
1999年 9月 20日	第3回技術部運営委員会
2000年 3月 30日	第4回技術部運営委員会

資格取得

所属 機器システム系 機器システム開発班 (土木開発工学科)

官職 技術専門職員

氏名 岡田 包儀

技術士二次試験合格 (建設部門) : 平成12年2月9日

技術士登録 (建設部門) : 平成12年3月14日

登録番号 : 第41744号

北見工業大学技術部職員名簿

平成12年 7月20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-Seichi/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/@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
	金澤 清光	9293	kanazase/elec@king.cc.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	SHIRAKAW-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	9229	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9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12年 7 月31日(月)～平成12年 8 月 2 日(水)
(3日間)
5. 場 所 北見工業大学及び東京農業大学生物産業学部(網走市)
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9回北見工業大学技術部技術職員研修日程

		8:30	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
1日目 7月31日(月)	開講式	技術実習 ・自然の岩 土木開発工学科 教授 森 訓保				昼食	技術実習 I. 化学システム系 岩石試料の分析 II. 土木開発系 岩石の強度試験と顕微鏡観察				
2日目 8月1日(火)	講演 「国立大学の独立行政法人化について」 学長 厚谷郁夫	講義 「技術開発とブレークスルー」 ー高温超伝導材料の発見から を見つめて感じることー 機能材料工学科 教授 前田 弘				昼食	移動 (スクールバス)	施設見学 東京農業大学 教育研究施設		移動 (スクールバス)	
3日目 8月2日(水)	講義 「光通信の現状と将来」 電気・電子工学科 教授 谷藤忠敏	講演 「21世紀に向けた技術士制度について」 北海道開発コンサルタント(株) 技術管理部研修センター長 小室秋雄				昼食	技術発表会 ・計測システム系分析評価班 技術専門職員 百武欣二 ・計測システム系分析評価班 技術職員 山田洋文 ・計測システム系計測設計班 技術職員 宇野珠実 ・計測システム系分析評価班 技術専門職員 大内均 ・計測システム系計測設計班 技術職員 大森誠一			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、講演、講義及び施設見学の事前説明は、SCS室において行う。

※ 7月31日(月) 午後の技術実習は、化学システム系は化学システム棟2階分析化学実験室、土木開発系は土木開発棟2号棟掘削工学実験室他で行う。

第9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器班	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器班	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器班	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	金澤 清光	機器システム系機器システム運用班	電気電子工学科	技術職員	9293
10	小畑 芳弘	計測システム系計測器班	機械システム工学科	主任技術専門職員	9216
11	小竹 正敏	機器システム系機器システム	電気電子工学科	主任技術専門職員	9273
12	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
13	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
14	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
15	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	主任技術専門職員	9585
16	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
17	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
18	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
19	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
20	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
21	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
22	信山 直紀	計測システム系計測器班	化学システム工学科	第一技術主任	9416
23	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
24	長谷川 稔	計測システム系計測器班	機械システム工学科	技術職員	9215
25	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
26	土方 正範	計測システム系	電気電子工学科	技術長	9271
27	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
28	平田 広昭	計測システム系計測器班	土木開発工学科	技術班長	9490
29	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
30	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
31	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
32	三橋 恵治	機器システム系機器システム開発班	機軸材料工学科	技術職員	9453
33	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
34	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
35	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
36	山田 洋文	計測システム系分析評価班	機軸材料工学科	技術職員	9439
37	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
38	輪島 秀則	計測システム系計測器班	土木開発工学科	第二技術主任	9501

技 術 部 運 營 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	平 田 広 昭
	//	久 松 茂
	技 術 主 任	百 武 欣 二
	//	山 根 美 佐 雄
	//	堂 田 誠 治
	//	信 山 直 紀

北 見 工 業 大 学 技 術 部 報 告 第 8 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)