

北海道大学低温科学研究所
技術部技術報告

第 11 号

2006年3月

平成17年度技術部発表会開催に寄せて

約3年ぶりに技術部発表会を開催する運びとなりました。本報告はその講演内容の要旨をまとめたものです。

今日、実験・観測・数値計算などの研究のあらゆる分野において、最先端の研究を行うためには、最先端の技術が必要であることは言うまでもありません。独創的な研究を行うためには、高い技術レベルと創造性をもつ優秀な技術者の支援が必要不可欠と言えるでしょう。低温科学研究所技術部は、日常の研究支援業務の中で、このような教員・研究者・学生の皆様の期待に応えるべく、日々研鑽を積んでいます。技術部発表会を一つの機会として、技術部員と研究者が互いに理解を深めることによって、より一層のレベルアップを図りたいと考えています。大学の独立行政法人化以降、技術部をとりまく状況も大きく変化しつつあります。しかしながら、研究者と技術部員が、直接面と向って話をし、アイデアを出し合いながら、技術的問題をクリアして、研究を進めることができる体制を維持していくことが研究所にとって必要不可欠であると考えています。

今後とも、技術部に対する皆様のご理解とご支援をお願いいたします。

平成18年3月17日

技術部長 江淵 直人

目 次

| | |
|--|----|
| 1. 南極氷床深層掘削報告 －南極氷床深層掘削で低温科学研究所技術部が担った仕事－ 新堀 邦夫 | 1 |
| 2. X-バンドドップラーレーダによる流氷観測（1）－設置から観測開始まで－ 藤吉 康志・中坪 俊一・大井 正行・福士 博樹・藤田 和之 | 4 |
| 3. 極低温表面反応装置で探る星間分子の生成過程 長岡 明宏・渡部 直樹・日高 宏・香内 晃 | 7 |
| 4. 氷試料の表面形状計測技術 奥山 純一 | 11 |
| 5. H-TDMA 制御用 RS232C 切替器の製作 福士 博樹・持田 陸宏 | 15 |
| 6. プログラマブル・ロジック・デバイスの導入による電子回路の L S I 化 大井 正行・福士 博樹 | 19 |
| 7. 低温研ネットワークインシデント報告 千貝 健 | 22 |
| 8. 低温研ウェブサーバアクセス解析 千貝 健 | 26 |
| 9. カイコ幼虫体液からの lipophorin 高純度精製法の確立 後藤 由佳子 | 30 |
| 10. 環オホーツク情報処理システム概要 小野 数也 | 32 |
| 11. 気象海象海氷観測プラットフォームの紹介 高塚 徹・石川 正雄・白澤 邦男 | 35 |
| 12. 短波海洋レーダによる宗谷暖流の観測 江淵 直人・深町 康・大島 慶一郎・白澤 邦男 石川 正雄・高塚 徹・大坊 孝春・若土 正暁 | 41 |
| 13. 低温科学研究所に勤めて 藤田 和之 | 45 |
| 15. 2005 年度技術部受入れ研修（TIG 溶接）報告 中鉢 健太 | 47 |
| 16. 名古屋大学・分子科学研究所での研修報告 中坪 俊一 | 49 |

南極氷床深層掘削で低温科学研究所技術部が担った仕事

低温科学研究所技術部 装置開発室 新堀邦夫

はじめに

氷床深層掘削された氷床コアの解析により過去 100 万年間の地球環境変動を解明するため世界有数の能力を持つ掘削装置を用いて 3 交代制による 24 時間連続掘削を行った。

ドームふじ基地は、南緯 77° 19′ 01″ ・東経 39° 42′ 12″ ・標高 3810m にあり、年平均気温 -54.4℃、最低気温 -79.7℃、氷床厚 3030m、年平均降水量は 25mm である。



上空から見たドームふじ基地

1、第 2 期計画の背景と経緯

第 2 期ドームふじ氷床深層掘削計画は南極地域観測の第 VI 期 5 ヶ年計画（平成 13～17 年度）の主要課題である「南極からみた地球規模環境変化の総合研究」の一環として第 43 次南極地域観測隊から実地している。第 43 次南極地域観測隊と第 44 次南極地域観測隊は掘削場建設などの準備に当たり、45 次南極地域観測隊から 47 次南極地域観測隊まで航空機を利用して掘削チームをドーム基地に派遣し、夏期の 2 ヶ月程度の期間、掘削を行ってきた。当研究所技術部から 46 次南極地域観測隊と 47 次南極地域観測隊に参加した。

第一期ドームふじ氷床深層掘削計画は第 32 次南極地域観測隊から第 38 次南極地域観測隊（平成 2～8 年）までが担当し、このうち掘削は第 36 次南極地域観測隊と第 37 次南極地域観測隊の越冬隊が実施し深さ 2503m に達した。当研究所技術部から 37 次南極地域観測隊に参加した。掘削後収縮した孔の拡幅作業中、深さ 2332m でドリルがスタックした。その後 4 ヶ年にわたってドリルの回収を試みたが成功せず、第 2 期計画では、新たに掘削場（3.6 x 4 x 3 m）を建設し掘削を行った。また、夏期のみ計画としたため、航空機を利用して掘削チームをドームふじに派遣した。

JARE47 ドームふじ基地への航空機による人員派遣



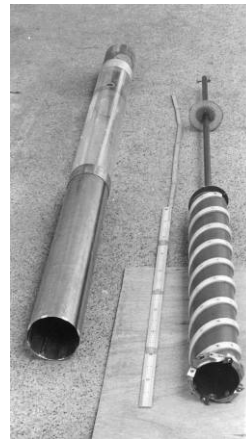
2、掘削機の開発

コア長 50cm から 3.8m へ

故鈴木義男先生を中心に低温科学研究所技術部で約 30 年前から雪氷用ドリルの開発が始まった。約 20 年前からは液封深層掘削ドリルの開発も始まり試行錯誤を繰り返し 50cm のコア採集が可能な液封用ドリルを開発した。このドリルの特徴はポンプを使わず削りクズ（チップ）を輸送し貯蔵する仕組みである。



日本初の液封掘削実験



液封実験に用いたドリル



コア長 50cm 液封用ドリル

コア長 50cm ドリルと同じチップ輸送方式で第 1 期ドームふじ氷床深層掘削計画ではコア長 1.9m のドリルを製作して 2503m の掘削に成功し、第 2 期ドームふじ氷床深層掘削計画ではコア長 3.8m のドリルを製作し 3028m の掘削に成功した。



日本独特な削りくず回収部



3.8m コア

まとめ

雪氷試料を採取するような特殊なドリルの開発を含む掘削技術の開発ならびに掘削現場で培った長い間の掘削技術の蓄積が今回の成功につながったわけで、低温科学研究所技術部の力が遺憾なく発揮された一例である。



47 次隊で用いられたコア長 3.8m ドリル



3028m 深のコアと上部の切り屑

Xバンドドップラーレーダによる流氷観測（1）

- 設置から観測開始まで -

藤吉康志、中坪俊一、大井正行、福士博樹、藤田和之

1. はじめに

C-バンドの流氷レーダー網によるオホーツク海沿岸の流氷観測に代えて、新たに、X-バンドドップラーレーダーを、紋別市郊外の大山スキー場のTV塔跡地に設置し、2006年1月16日から観測を再開した。図1はレーダーの外観で、図2はアンテナ設置場所から撮影したパノラマ風景である。



図1 紋別市大山スキー場横に設置したレーダーの外観

2. 新システムの特徴

従来の流氷レーダー(C-バンド)は、ファンビームによる仰角一定の水平走査によって、海氷からのレーダ反射強度のみをとらえていた。一方、X-バンド

ドップラーレーダーは、ペンシルビームによる3次元走査を行い、海面から上空までの全てのエコーをとることができる。特に、これまでのレーダーよりも降雪粒子からの散乱が強く、海氷のみではなく、上空の雪雲の3次元構造を同時に観測することが可能である。また、ドップラー機能を有しているため、流氷の動きや、流氷を駆動する上空の風の水平・鉛直分布を観測することができる。通常、強度のみから流氷と雪雲エコーを判別するのは困難であるが、両者の移動速度が大きく異なるため、ドップラー速度画像では明瞭に識別可能である。アンテナの走査モードは、流氷観測用として仰角-1度、-0.5度、0度、+0.5度の4仰角、雪雲観測用に更に高い仰角までの3次元走査を行い、約6分間隔で繰り返している。ただし、海氷は、仰角0度で十分海岸付近から60km遠方まで観測可能である。レーダーは遠隔制御で操作され、観測データの一部はリアルタイムで札幌の北大低温研に送られ、常時最新情報を動画化している。

実は、オホーツク海に発生する雪雲は背が低いいため、気象庁のレーダー観測網ではとらえきれていない。そのため、本レーダーによる観測データは、オホーツク沿岸の気象擾乱を研究する上でも極めて貴重である。

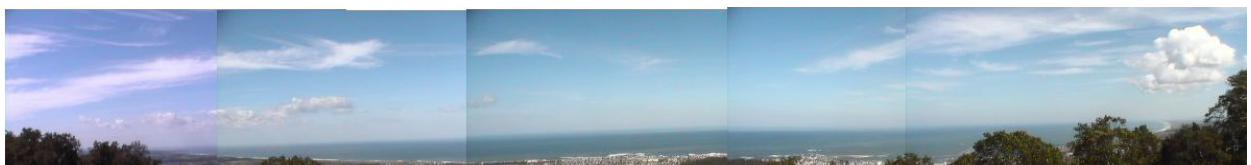


図2 アンテナ設置場所から撮影したパノラマ風景

3. 観測事例の紹介

観測を開始してまだ2ヶ月(3月時点)しか経過していないが、海氷のみではなく気象学的にも実に興味深い現象が数多く観測されている。

3.1 陸風前線の通過と海氷の成長

図3は、陸風が南から北に吹き出た直後のレーダー画像である。陸風が吹き出るまでは、海上には海氷が存在していなかったが(図省略)、陸風とその前面に形成されたバンド状の雪雲が通過した後面の海上には、図に示したような海氷が形成された。この時期の紋別沖は、流氷がまだ接岸していないため、沿岸で海氷が成長と融解を繰り返している。従って、季節風や陸風、寒冷前線などの冷たい空気とそれに伴う降雪によって、海氷が急速に成長する事例が頻繁に観測されている。さらに、発生した海氷の風下には、細いバンド状の雪雲が形成されることが多く、まさに、寒冷海洋圏における大気-海洋-海氷相互作用が起こっている。

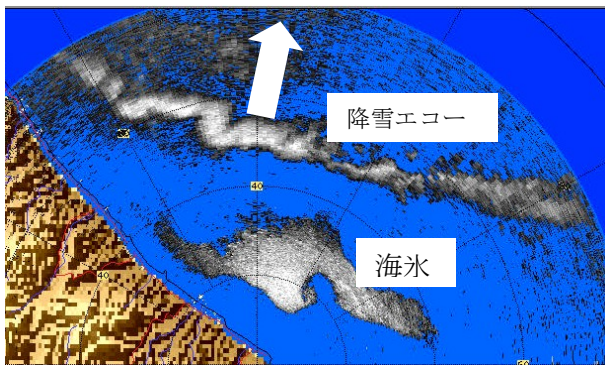


図3 陸風前線の通過後に形成された海氷

3.2 紋別付近に頻繁に出現する大気波動

予想外の大気現象として、頻繁に波動が観測された。波源は、少なくとも3箇所ありそうで、ほぼ同じ場所に出現する。通常は、ドップラー速度の変化として探知されることが多いが、図4は、エコー強度にも明瞭に波状構造が見られた事例である。

我々のレーダーは3次元走査を行っているため、波の3次元構造を示すことができる。成因としては、山岳波が有力であるが、必ずしも定在波では無い。このような波状構造を3次元的にかつ短い時間間隔で観測したという報告は無く、興味深い事実が見つかる可能性がある。

4. 展望

今後は、流氷域を、雪雲やシークラッターのエコーと区別するアルゴリズムを開発することが急務である。そのために、オホーツク海上での船上観測、高解像の衛星、地上からの監視カメラ、航空機からの撮影データなどの現場データとの比較が必要である。また、流氷の移動ベクトルを、従来の面相関法とは独立に、ドップラー速度データから作成する予定である。次年度以降は、もう1台のXバンドドップラーレーダーを、雄武に設置する予定で、それによって、海上の風と流氷の動きを仮定無しに計測することができる。また、海洋レーダーのデータとも組み合わせることで、海氷の成長・融解も考慮した、流氷域の短時間予測を実現させたいと考えている。

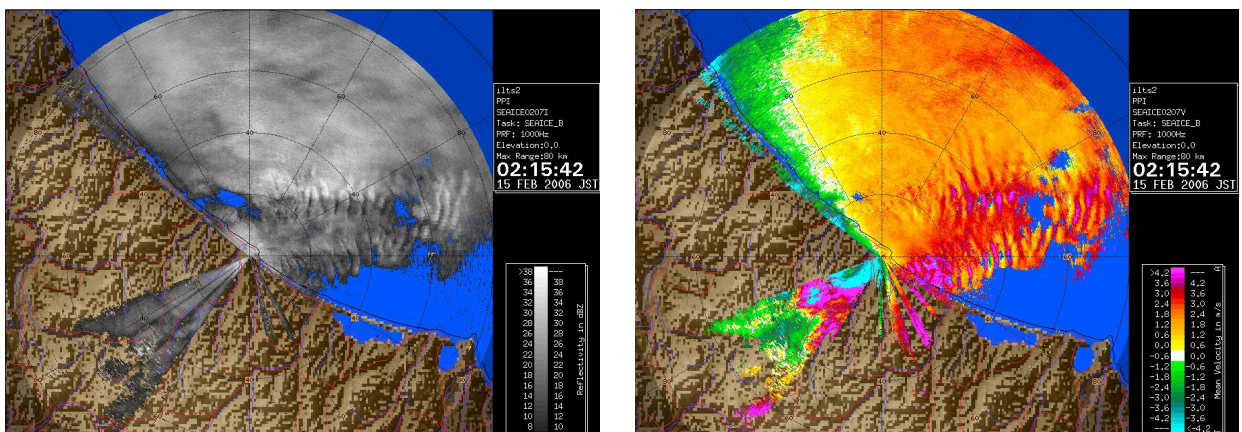


図4 雪雲内に見出された、波状構造。反射強度(左)とドップラー速度(右)の水平分布

5. 技術部の貢献

今回、レーダーを紋別(大山)に設置する計画から実際に動き出し、設置するまでの約3ヶ月という短時間で設置できたのは、現地測量と設計そして工事関係者との打ち合わせなど、レーダーの特徴を知り尽くした技術職員と、金属加工の知識を有した技術職員の力が発揮された結果である。特に今回は、大型観測機材の設置に技術部として初めて3次元CADを使い、工事業者との打ち合わせの基となる図面を作成し、その存在の優位性が発揮された。これまでも装置開発・観測機材の設計に3次元CADを用い、作業の効率化と同時に製作を依頼する研究者・大学院生との間の誤解や間違いを無くしてきたが、今回の設置工事は設計・工事の間違いが、クレーンでレーダーを設置する輸送業者へ与える影響も大きく、計画そのものが進まなくなるため、より慎重に業者との連絡を密にし、誤解の無いような設計と設置方法を採用した。

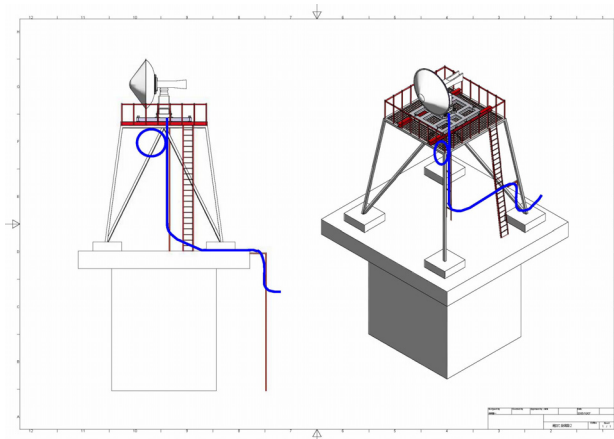


図5 最初の設計図

図5は、設計担当の中坪が行く前の段階の資料等をもとに作成した図面である。設置計画の初期段階では、この図面をもとに現地の業者と工事に関する打ち合わせを進め、詳細部分の工事は現地業者に任せるはずであった。しかし、レーダーやシールドといった大型設備の設置から、レクトガイド

導波管や信号ケーブルなどの取り付けまでに対応した工事すべてを工事関係者に任せるには、この図面では誤解が生じかねないため、中坪が実際に現地に行った後に詳細図面を書きその図面をもとに工事をするということとなった。図6は詳細測量のもとに書いた3次元の図面である。

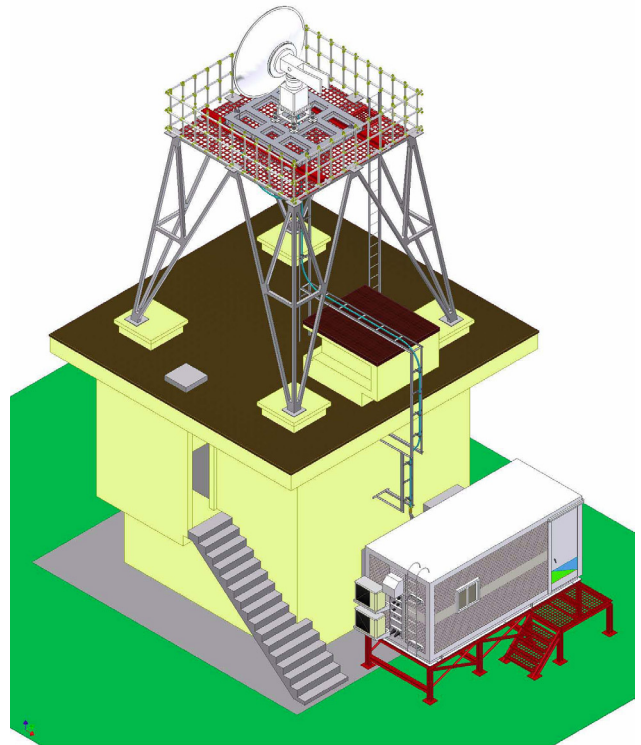


図6 測量後の3次元図面

印刷物では、3次元CADの効果は図5と図6を対比しても、この程度の違いにしか見えないが、実際にコンピューター上で拡大・縮小・ターンや視点を変えるなど、実際に設置するときと同じ状況が作り出せ、現地の打ち合わせはもちろんのこと、技術職員内の打ち合わせでも誤解なくスムーズに作業を準備することができた。

今後も、設計のみならず、設置から運用段階までの一連の技術的サポートができればと考えている。

極低温表面反応装置で探る星間分子の生成過程

長岡明宏, 渡部直樹, 日高宏, 香内晃

低温基礎科学部門 雪氷物性・惑星科学研究室

1. 分子雲における分子進化

星と星の間の宇宙空間は星間空間と呼ばれる。星間空間はその存在度が最も大きい水素原子でも、平均の数密度が1個/ccという非常に希薄な領域である。しかし、星間空間はどこも一様に希薄というわけではなく、密度にむらがある。水素原子が水素分子となり、その密度が 10^3 個/cc程度の高密度領域は“分子雲”と呼ばれる。分子雲内に漂っているサブミクロンサイズのケイ酸塩鉱物微粒子(星間塵)が背景の星からの光を遮り可視光では真っ暗に見えるため、分子雲は“暗黒星雲”とも呼ばれる。分子雲の中心にはさらに高密度の“分子雲コア”という領域がいくつも存在している。分子雲コアは一般的に0.3光年(=3兆キロメートル=太陽・地球間距離の2万倍)程度の大きさで、水素分子密度がおおよそ 10^4 個/ccである。この分子雲コアが自身の重力で収縮することによって、星や惑星が誕生する。

星が誕生する前の分子雲コアは10 Kという極低温であるにもかかわらず、そこでは活発な化学反応が起こっており、一酸化炭素(CO)、ホルムアルデヒド(H_2CO)、メタノール(CH_3OH)、アンモニア(NH_3)、水(H_2O)などの様々な分子(星間分子)が生成される。これらの分子は複雑な有機物の前駆体であり、それらの生成過程に関する情報は分子雲の化学的進化(分子進化)を考える上で必要不可欠なものである。上記の星間分子のうち、COは気相反応で生成されるが、それ以外の分子は気相反応では生成されにくく、極低温の星間塵表面で起こる原子結合反応(星間塵表面反応)が主要な生成機構であると考えられてきた。例えば、 H_2CO と CH_3OH は10Kの塵表面に吸着したCO分子とH原子の結合反応($CO \rightarrow HCO \rightarrow H_2CO \rightarrow CH_3O \rightarrow CH_3OH$)によって生成されると考えられた。ところが、この反応は極低温かつCO等の不純物を含むアモルファス氷表面における反応であるため、その素過程に関する情報(反応速度、反応経路等)を理論的に得ることは難しく、実験も技術的に困難であった。そのため、これらの分子が塵表面反応で効率良く生成されるかどうかは不明であった。そこでわれわれは、独自の実験システムを構築し、上記のプロセスで H_2CO および CH_3OH が効率的に生成されるかどうかを実験的に調べた[1-5]。本稿では実験システム[6]と実験結果の一部[4]を紹介する。

2. 実験システムおよび実験手順

われわれはLASSIE(Laboratory Setup for Surface reactions in Interstellar Environment, ラッシー)およびASURA(Apparatus for SURface Reaction in Astrophysics, アシュラ)と名付けた2つのほぼ同型の実験システムを立ち上げた。以下ではASURAの概要および実験手順を紹介する。

ASURAはメインチャンバー、原子線源、フーリエ変換型赤外線分光計(FT-IR)(Spectrum One, Perkin Elmer)、四重極型質量分析計(QMS)(M-400QA-M, Anelva)で構成されている(図1, 2)。メインチャンバーおよび原子線源をターボ分子ポンプを用いて、それぞれ 10^{-10} , 10^{-8} Torrまで排気する。メインチャンバーの中心に4K冷凍機(RDK415, 住友重工)を設置し、その先端には銅製

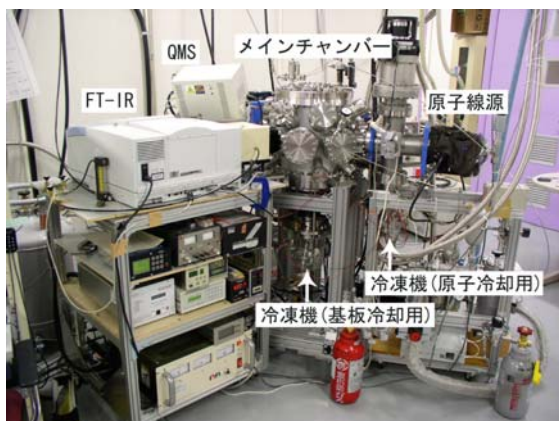


図 1. ASURA システムの外観.

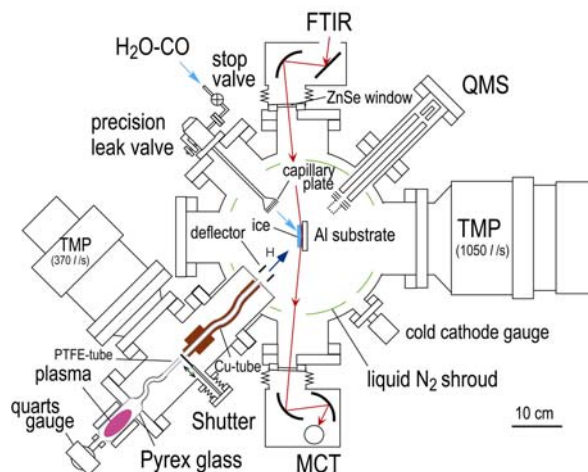


図 2. ASURA システムの上から見た断面図.

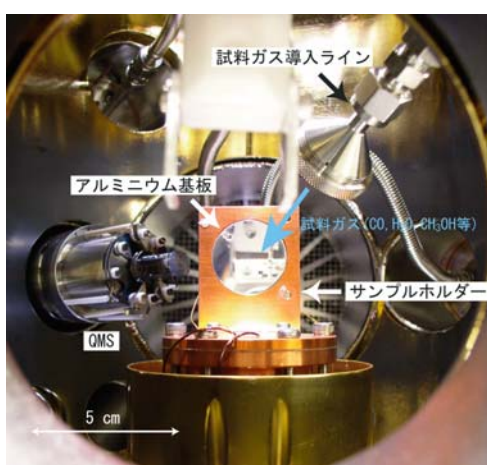


図 3. メインチャンバー内部.

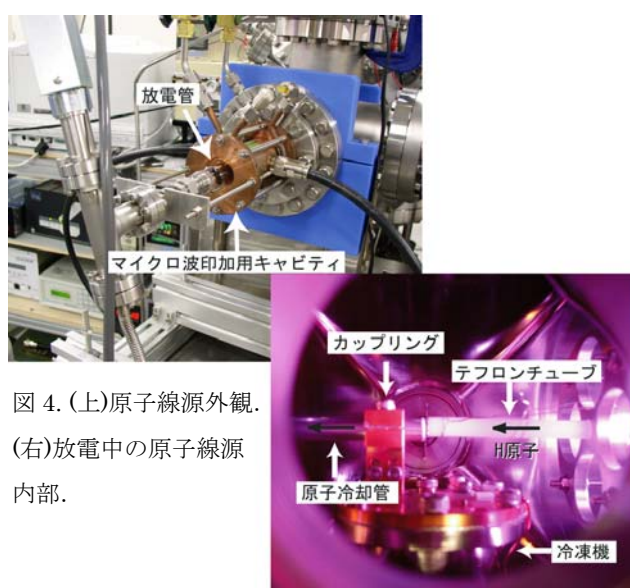


図 4. (上)原子線源外観.
(右)放電中の原子線源内部.

のサンプルホルダー（技術部 中坪氏製作）が取り付けられている（図 2, 3）。基板の中心にはアルミニウム基板を取り付け、基板を所定の温度（8-20K）に冷却した後、試料ガスを吹きつけて試料固体を作成する。試料ガス導入ライン（中坪氏製作）の先端にはキャピラリープレート（内径 $6\mu\text{m}$ 長さ 1mm のガラス毛細管を束ねたもので全体の直径は 20mm）が取り付けられており、均一な厚さの試料作成が可能である。試料作成後、FT-IR を用いて試料の赤外線吸収スペクトルを測定する。スペクトル測定後、試料に水素（H）原子を照射する。H 原子は原子線源のパイレックス放電管内で H_2 分子をマイクロ波（2.45GHz）放電によって解離させて生成する（マイクロ波印加水冷キャビティ：新堀氏，中坪氏製作；図 4）。生成された H 原子は試料へ照射する前に原子冷却管を通し、分子雲内の H 原子の温度（ $<100\text{K}$ ）まで冷却する（図 4）。原子冷却管は銅製のカップリング（中坪氏製作）を介して 10K 冷凍機（V204SC5L，ダイキン）に接続し、冷却管内壁（ $\sim 50\text{K}$ ）に H 原子が複数回衝突することにより、その並進温度を 100K 以下にまで下げることができる。H 原子のフラックスは $10^{14}\text{--}10^{15}\text{ cm}^{-2}\text{ s}^{-1}$ であり、一方 10^6 年間に分子雲内の塵に降り注ぐ H 原子の総量は、およそ 10^{19} cm^{-2} であるので、数時間の照射実験により分子雲内で 10^6 年間に起こる塵表面反応を再現することができる。原子照射による試料の組成変化を赤外線吸収スペクトルのその場測定により観察する。図

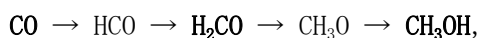
2に示すような光学系とMCT検出器を用いることによって、0.01分子層相当量のCO分子などを検出することができる。

3. 実験結果および議論

CO分子へのH原子付加によるH₂COおよびCH₃OH分子生成 [4]

COとH₂Oの混合氷(8-20K)にH原子を照射する実験を行い、H₂COさらにCH₃OHが生成されるかどうかを調べた。また、H₂Oを含まないCO固体に原子を照射する実験も行い、H₂Oが反応性に与える影響を調べた。

図5にCOとH₂Oの混合氷の赤外線吸収スペクトルおよびH原子照射による組成の変化を示す。H原子の照射によりCOが減少し、H₂COさらにCH₃OHの吸収バンドがスペクトルに現れた。H₂を照射した場合にはこのような変化は現れなかったことから、H₂COおよびCH₃OHはCO分子へのH原子逐次付加反応；



によって生成されることがわかった。図6にスペクトルから得られた各分子の柱密度の変化を示す。原子照射時間の増加にともなってCOが減少し、H₂COが生成され、H₂COはさらにCH₃OHへと変化したことがわかる。COの減少曲線からCO→HCO反応の反応速度を求めると、試料温度12K以上では温度が上がるにつれて反応速度が小さくなることがわかった。一般に化学反応は温度が上がるにつれて反応速度が大きくなることが知られているが、この結果はその逆の傾向を示している。本実験で得られた反応速度は、①H原子の試料表面への吸着、②原子の表面拡散、③HとCOの反応、の3つのプロセスを含む言わば“実効的な反応速度”である。CO→HCO反応の活性化エネルギー

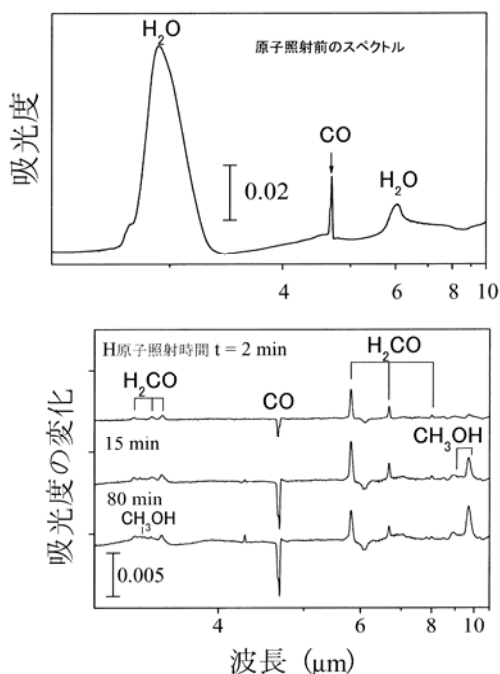


図5. (上)原子照射前のCOとH₂O(1:4)の混合氷の赤外線吸収スペクトル(10K). (下) 原子照射後の初期スペクトルからの変化.

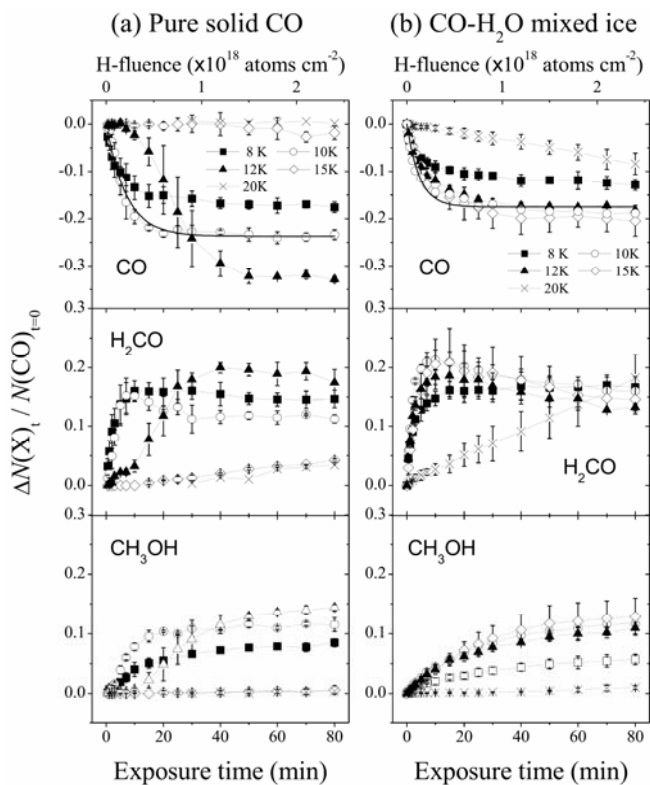


図6. 初期CO量で規格化した各分子の柱密度の変化(a)CO固体. (b)COとH₂Oの混合氷.

ギーはおよそ 2000K と見積もられているため、10K という極低温下では活性化エネルギーを乗り越える熱的な反応は起こりにくい。ところが、極低温下では水素原子の波動性が顕著になるため、活性化障壁をすり抜ける“トンネル反応”で CO+H の反応が進行し得る。トンネル反応自身の反応速度は 8-20K の温度範囲ではほぼ一定であると考えられるため、本実験で得られた反応速度の温度依存性は主に①の H の表面への吸着確率の温度依存性を反映しているものと考えられる。本実験の条件下では、H₂分子は 20K 以上では試料表面に吸着できない。したがって、試料温度が上がるにつれて H 原子の表面への吸着確率が小さくなるため、CO と反応しにくくなり、実効的な反応速度が小さくなったと考えられる。

H₂O 分子を含まない CO 固体を用いて同様な実験を行ったところ、H₂O と CO の混合氷の場合よりも反応速度の温度依存性が顕著になり、12K 以上では反応速度が非常に小さくなった。混合氷では 20K でも H₂CO の生成がある程度見られたが、CO のみの試料では、15K 以上で生成量が激減した。これは、混合氷の場合と同様、H 原子の吸着確率が CO 固体の温度上昇にともない低下したためである。以上の結果から、H₂O 分子が H 原子の吸着確率を上げ、CO と H の反応を促進させるという“触媒”的な効果を示すことが初めてわかった。本実験から、星間塵表面に H₂O 分子が多く凝縮している場合、H₂CO および CH₃OH の生成は表面温度 20K まで効率的に起こり得るが、H₂O が少ない場合、12K 以下でのみ効率的に生成されると示唆される。

4. まとめ

われわれはこれまでブラックボックスとなっていた極低温の星間塵表面反応による H₂CO および CH₃OH の生成過程を実験的に初めて解明した。本稿ではこれまでに得られた結果の一部を紹介したが、他にもこの実験システムにより星間分子の水素同位体分別機構などに関する多くの知見が得られている [5, 7, 8]。今後は表面反応による他の星間分子の生成過程（たとえば、 $2\text{H} + \text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$, $3\text{H} + \text{N} \rightarrow \text{NH}_3$ ）も調べていく予定である。

謝辞

実験システムを構築するにあたり、低温研技術部の新堀邦夫、中坪俊一、藤田和之、石井弘道の各氏に大変お世話になりました。感謝いたします。

参考文献

- [1] Watanabe, N. & Kouchi, A. 2002, *Astrophys. J.*, 571, L173.
- [2] Watanabe, N., Shiraki, T., & Kouchi, A. 2003, *Astrophys. J.*, 588, L121.
- [3] Hidaka, H., Watanabe, N., Shiraki, T., Nagaoka, A., & Kouchi, A. 2004, *Astrophys. J.*, 614, 1124.
- [4] Watanabe, N., Nagaoka, A., Shiraki, T., & Kouchi, A. 2004, *Astrophys. J.*, 616, 638.
- [5] Nagaoka, A., Watanabe, N., & Kouchi, A. 2005, *Astrophys. J.*, 624, L29.
- [6] Watanabe, N., Nagaoka, A., Hidaka, H., Shiraki, T., Chigai, T., & Kouchi, A. 2006, *Planet. Space. Sci.*, in press.
- [7] 渡部ほか, 2005, 日本惑星科学会誌「遊星人」, vol. 14, 175.
- [8] 長岡ほか, 2006, 日本惑星科学会誌「遊星人」, 印刷中.

氷試料の表面形状計測技術

寒冷陸域部門・雪氷変動

奥山 純一

要旨

氷多結晶体の粒界特性の解明を目的に、氷試料の表面形状計測技術の開発が技術部において進められている。これまでに、「共焦点レーザー顕微鏡用氷試料設置容器」と「サンプル・ホルダー」が製作され、30mm×30mm×0.5mmの氷試料について、その表面形状を水蒸気飽和環境下において計測する技術が確立された。これにより、氷多結晶体の粒界特性を解明する上で欠かすことのできない界面エネルギーの比(粒界エネルギー/固気界面エネルギー)を定量的に議論することが可能となった。

1.はじめに

多結晶体の性質は粒界の構造と動的な挙動に強く起因する。しかし、氷多結晶体については、その粒界の性格を記述する最も普遍的な物理量 粒界エネルギーの詳細が明らかにされていない。そのため、氷多結晶体の結晶粒成長や氷多結晶体中に固溶する溶質原子の粒界拡散といった物理現象の議論については、かなり憶測の入る余地がある。そこで、氷多結晶体の粒界特性の解明を目的に、氷の界面エネルギーに着目した実験的研究を進めている。

界面エネルギーの比は、多結晶体試料の表面において形成されるグループの形状を計測することにより求めることができる(図 1)。ここで、氷試料の表面に形成されるグループの形状測定に際しては、氷試料表面における昇華を防ぐために、水蒸気飽和環境下において実験を行う必要がある。しかし、低温室の相対湿度は10%程度と低く(図 1)、氷試料の表面において著しい昇華が生じる。また、多結晶体の粒界特性を解明するにあたっては、統計的に意義ある結果を得るために、多数のグループについて形状測定を行う必要がある。そこで、30mm×30mm×0.5mmの氷試料について、その表面形状を水蒸気飽和環境下において計測するための技術開発が技術部において行われた。

本稿では、技術部で製作された「共焦点レーザー顕微鏡用氷試料設置容器」を2章で、そして氷試料のグループ形状測定結果の1例を3章において報告する。

Grain boundary groove

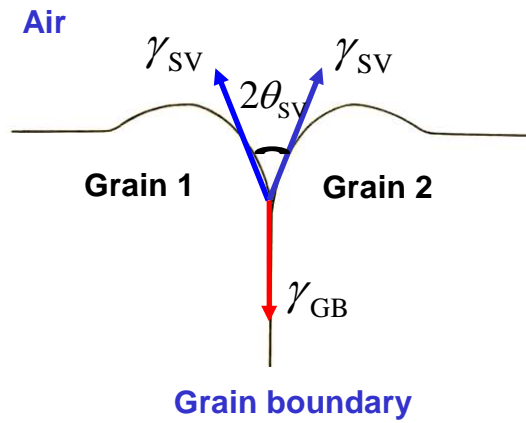


図 1:固気界面における力の釣り合い

図中の γ_{gb} は粒界エネルギーであり、 γ_{sv} は固気界面エネルギーを示す。また、 $2\theta_{sv}$ は固気界面 2 面角を示す。界面エネルギーの比(γ_{gb}/γ_{sv})は、グループの形状を計測し、その固気界面 2 面角を計算することより求まる。

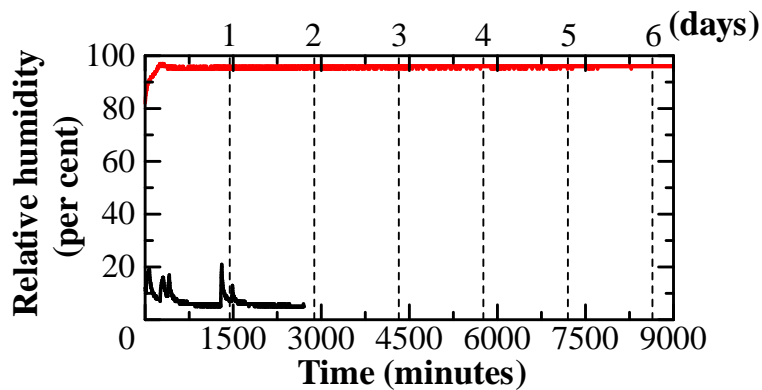


図 2:低温室(-15)、および共焦点レーザー顕微鏡用氷試料設置容器内部の相対湿度

図中の黒線は共焦点レーザー顕微鏡を設置している-15 の低温室(図 3a を参照)の相対湿度を、赤線は技術部において開発された「共焦点レーザー顕微鏡用氷試料設置容器」の内部の相対湿度を示す。「氷試料設置容器」を製作することにより、水蒸気飽和環境下(氷試料の表面において起こる昇華-凝結の割合が平衡している状態)において、氷試料の表面形状を計測することが可能となった。

2. グループ形状の測定手法

氷試料の表面形状の計測は、共焦点レーザー顕微鏡を用いて行った(図 3a)。ここで、氷試料はその表面での昇華を避けるために、氷粉体を入れた「氷試料設置容器」(図 3b)の内部に設置した。グループの形状測定は、マイクロトームを用いて氷試料の表面を整形した後に行った。

図 3a



図 3b

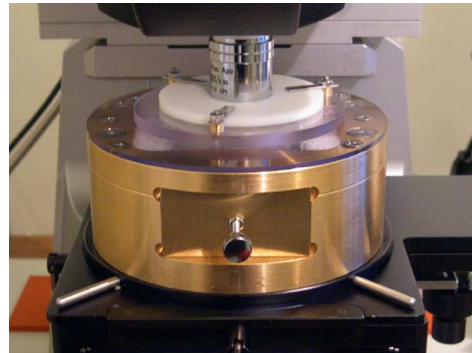


図 3: 共焦点レーザー顕微鏡と氷試料設置容器

図 3a は-15 の低温室に設置した共焦点レーザー顕微鏡を、また図 3b は共焦点レーザー顕微鏡の試料ステージ上に設置した「氷試料設置容器」を示す。対物レンズを中心とした半径 30mm の範囲内について試料ステージを動かすことができるよう、「氷試料設置容器」を設計した。これにより、30mm 角の氷試料の表面形状を計測することが可能となった。

3. グループ形状の測定結果

図 4 にグループの固気界面 2 面角の時間変化を、図 5 にその形状の時間変化を示す。測定開始時刻(0 hrs)は、グループが形成され始めた直後に相当し(図 5 の最上段プロファイルを参照)、その 2 面角は 157° である。その後、氷の表面拡散によるグループの形状変化に伴い、固気界面 2 面角は減少する。測定を開始してから 6 時間後以降は、固気界面 2 面角は $144^\circ \pm 1^\circ$ と一定になり、グループは準熱平衡状態に達する。ここで、固気界面 2 面角が準熱平衡状態に達することは、「氷試料設置容器」の内部の相対湿度が一定の状態(水蒸気飽和状態)にあることに他ならぬ(図 2)。結論として、技術部で製作された「共焦点レーザー顕微鏡用氷試料設置容器」を用いることにより、界面エネルギーの比について再現性のある結果を得ることができる。

本実験の温度は、共焦点レーザー顕微鏡を設置している低温室の温度、すなわち -15 に限られている。そこで、実験温度(-50~0)の制御を目的とした「共焦点レーザー顕微鏡用冷却システム」の開発が、現在技術部で進められている。これにより粒界エネルギーの温度依存性、および氷の表面拡散係数について新たな知見が得られると期待

される。

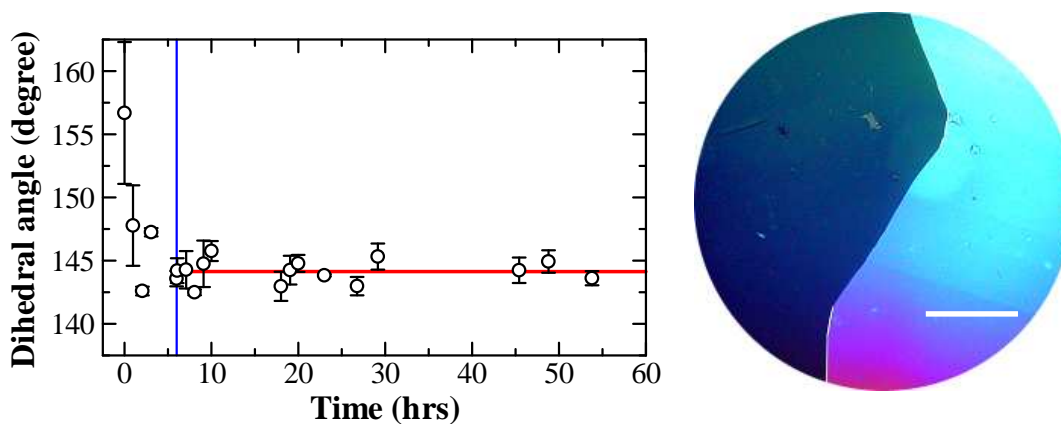


図 4: $\langle 10\text{-}10 \rangle / 34.1^\circ$ 粒界における固気界面 2 面角の時間変化

図は、-15 において、 $\langle 10\text{-}10 \rangle / 34.1^\circ$ バイクリスタル(写真: bar は 5mm に相当)の固気界面において形成されたグループの 2 面角の時間変化を示す。 は 5 箇所において測定した固気界面 2 面角の平均値を、またエラー・バーはその平均値からの標準偏差(1)を示す。

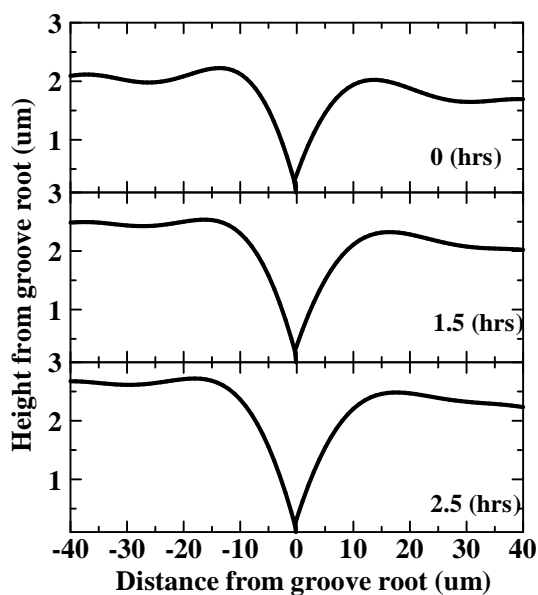


図 5: $\langle 10\text{-}10 \rangle / 34.1^\circ$ 粒界に形成されたグループの形状変化

図は、時間の経過とともに、グループは深くなり、またその幅は広がることを示す。ここで、グループの発達には表面拡散によって生じる。従って、固気界面に形成されたグループの幅(もしくは深さ)の時間変化から、氷の表面拡散係数を求めることができる。

H-TDMA 制御用 RS232C 切替器の製作

福士 博樹

技術部先端技術支援室

持田 陸宏

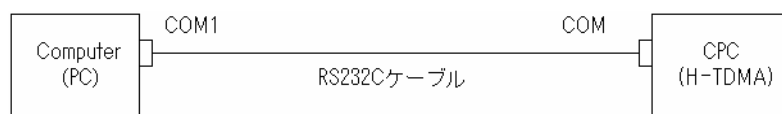
寒冷海洋圏科学部門海洋環境分野

概要

RS232C 切替器は、北大低温研において開発された Hygroscopicity Tandem Differential Mobility Analyzer (H-TDMA) に、より効率的な自動制御機能を付加することを目的として製作された。H-TDMA は、地球の放射収支に關与する大気中の微粒子（エアロゾル粒子）の吸湿特性を、実時間で測定する装置である（図 1）。大気導入口より吸引されたエアロゾル粒子は、一段目の DMA で分級され、単一の直径の粒子のみが分別される。得られた単分散エアロゾルには、Nafion 膜を通して水蒸気が供給され、エアロゾルの粒径が粒子の吸湿性に応じて増加する。その粒径の変化量を 2 段目の DMA と Condensation Particle Counter (CPC) の組み合わせ (Scanning Mobility Particle Sizer; SMPS と呼ばれるシステム) により測定することで、大気エアロゾル粒子の吸湿特性を定量化することができる。

SMPS システムでは、専用の Windows ソフトウェア (TSI Inc., AIM Ver. 5.0) により DMA の電圧調節 (選別する粒径の設定) を行うと共に、CPC により計測される粒子個数値の取り込みを行い、粒径分布をデータファイルに保存している。測定粒径範囲の設定や、粒子個数の計測値の取り込みは、いずれもコンピュータと CPC の間で RS232C を通して行われる。今回、RS232C 切替器は、専用ソフトウェア (AIM Ver. 5.0) の動作中に、別の PC プログラムから CPC の制御コードを送ることで、CPC の大気吸引速度を制御することを目的として製作された。H-TDMA の動作には、「粒径測定モード」と、「装置乾燥モード」の 2 つのモードが存在し、モードを交互に切り替えることで、大気エアロゾルの吸湿特性の連続測定を行っている。「粒径測定モード」では大気吸引速度が遅く、同じ吸引速度では「装置乾燥モード」時に装置内の空気の置換に時間がかかる。RS232C 切替器を用いて「装置乾燥モード」時には CPC の大気吸引速度を上げることで、粒径測定ができない時間を短縮することができる。

RS232 切替器を導入する前の構成

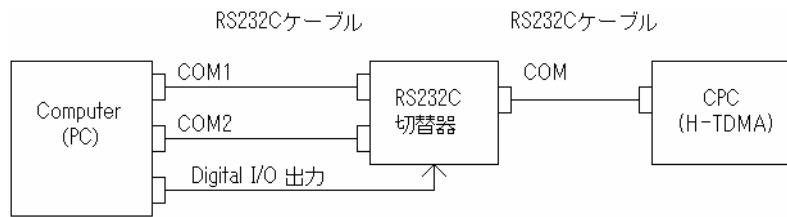


コンピュータ上で動作する Windows プログラム (既製品 ; AIM Ver. 5.0) により、CPC を制御する (制御コードを送る) と共に、粒子数の測定値の取り込み、データ保存が行われる。

RS232 切替器を導入した後の構成

上記プログラムによる連続測定の待機時に、別の自作プログラムにより CPC の設定を変更 (大気吸引速度を変える) する制御コードを送る。CPC 自体は RS232 ポートから受け取ったアスキー形式の命令を随時実行しているが、待機中でも既製品のプログラムが

Windows OS 上の COM1 を開放していないため、別ルートで通信する必要がある。そこで、以下の構成により



RS232C 接続を切替え、COM2 による制御コード送信を可能にした。RS232C 接続の経路の切替えには、PC カード (National Instruments, PCI-6024E) のデジタル I/O の出力 (0-5V) を使用した。

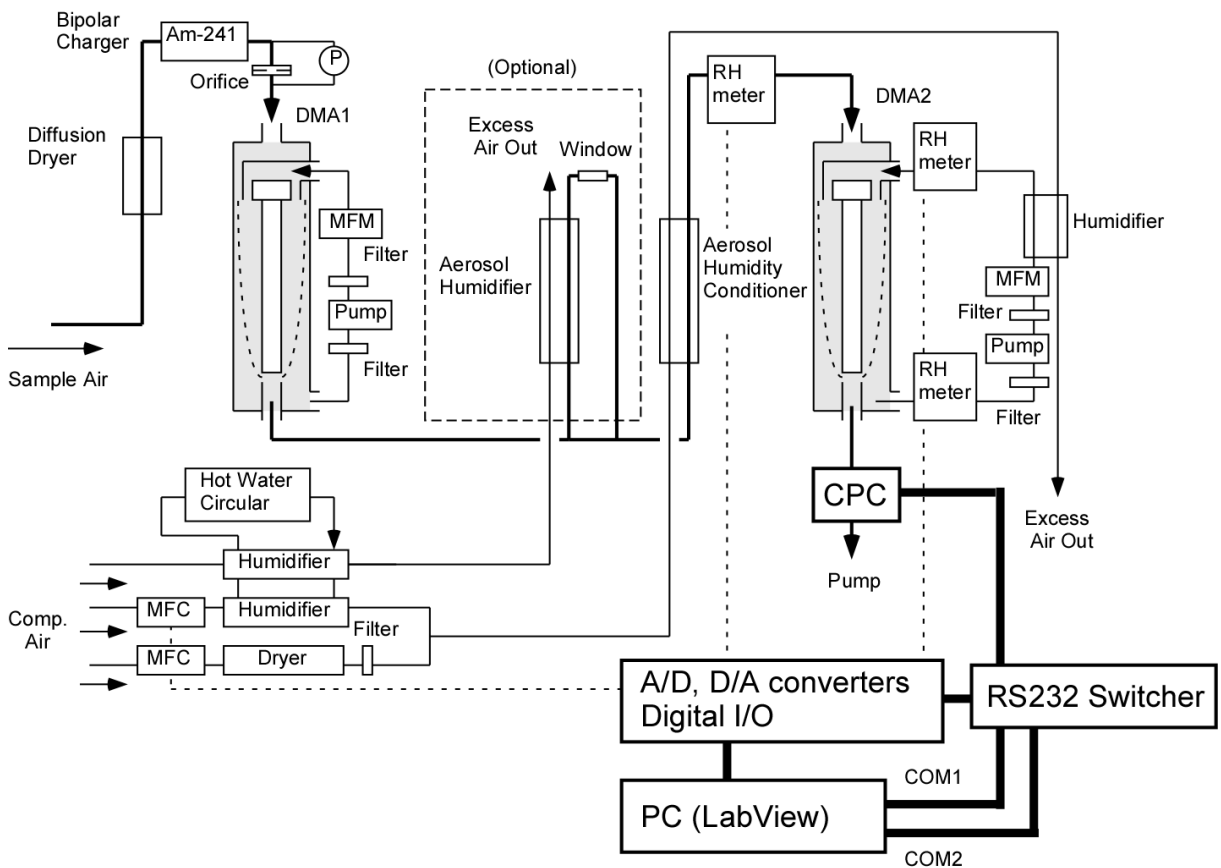


図 1 . RS232C 切替器を接続した H-TDMA 装置の概要図

切替器のハードウェア

回路図(図2)と外観を以下に示す。RS-232Cの信号電圧は最大±15Vであるため、そのままでは標準ロジックICに入力させる事が出来ない。そのため各COMポートからの信号を一旦MAX238/MAX232で受け、出力を0-5Vに変換している。MAX238/MAX232はチャージポンプ式DC-DCコンバータを内蔵したRS232Cドライバおよびレシーバである。切替え動作のトリガには、H-TDMAモード変更時にPCから送られるデジタルI/O出力を用いている。これによってマルチプレクサ(74HC153)およびデコーダ(74HC139)の出力を、COM1もしくはCOM2の一方だけが有効となるようにしている。通信信号は選択された経路を通り、再度RS232C電圧に変換され外部へ出力される。このようにモード変更時にPC側のCOM1/COM2の自動切替が行われ、CPC側COMと交互に接続させることによりH-TDMAの測定および制御が可能となる。切替えは保守用に手動でも可能にしている。また動作状態を把握するため、前面パネルおよび内部基板上に各信号モニタ用のLEDを設けている。

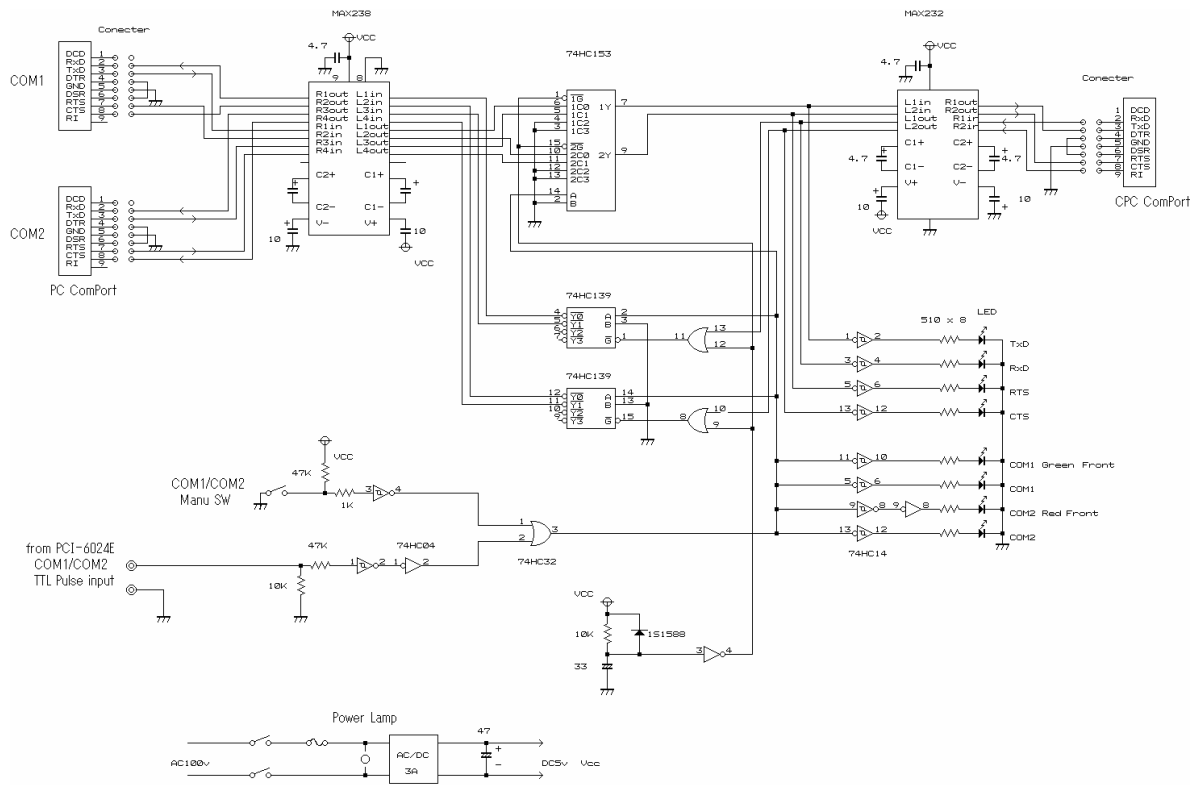


図2. RS232切替器回路図



RS232C 切替器概観

参考文献

1. 由良義一「シリアル・ポート自動切り替え器の製作」トランジスタ技術 1998.8 CQ 出版
2. 坂巻佳壽美「RS-232C 規格と接続法」エレクトロニクスライフ 1990.7 日本放送出版協会
3. 柳川誠介「ワンポートマイコンにシリアル・インターフェースを増設」エレクトロニクスライフ 1990.7
日本放送出版協会
4. MAXIM 技術資料：<http://www.maxim-ic.com>
5. 東芝 CMOS ロジック IC 技術資料：<http://www.semicon.toshiba.co.jp>

プログラマブル・ロジック・デバイスの導入による 電子回路の LSI 化

2006 年 3 月

大井 正行 (研究支援推進員) , 福士 博樹 (技術部先端技術支援室)

我々ユーザーが考えたデジタル回路を自由に LSI として実現できるプログラマブル・ロジックデバイス PLD を使用すれば、さまざまな回路が 1 チップで実現できます。

本報告では、書き込み可能な CPLD に 1 秒間隔で 3 桁の 10 進表示を行うデジタル回路の LSI 化を試みました。LSI の設計については、パソコン上でハードウェア記述言語 HDL を用いて行いました。これを HDL トレーナにより CPLD に転送して書き込むことによって、本研究所技術部で最初の LSI が誕生しました。

1. はじめに

我々技術部がこれまで行ってきた計測・制御などを行う場合に必要なハードウェア (デジタルのプリント基板) は、AND-OR やフリップフロップ IC 等のいわゆる汎用ロジック IC(TTL/C-MOS) を使っていました。しかし、近年 PLD(CPLD/FPGA) の登場により LSI がより身近なものになるにともなって、これ等のインフラが安価で整えられるようになりました。

CPLD(Complex Programmable Logic Device) とは、我々ユーザーが設計したロジック回路をパソコン上で HDL を用いて何度も書き込みが可能な LSI のことです。我々はこの CPLD に比較的小規模のロジック回路が書き込まれた LSI の開発を目的としています。

このような理由から、我々はこれまでの汎用ロジック IC の利用から脱皮して CPLD へ移行しようとするものです。

2. 開発環境

今回おこなった CPLD の開発には、PC (Windows XP) の他に開発ツールとして以下に示すようにソフトウェアとハードウェアを必要とします。

- ソフトウェア (論理開発ツール)
 - ・ Xilinx ISE WebPACK Ver.7.1.02i (無償版) : PC 上で Project Navigator 画面を起動し、このツールを操作して開発を行います。
- ハードウェア (評価ボード)
 - ・ 評価ボード (HDL トレーナー) : Sophia Systems 社の XC9500 Evaluation Board を使用しました。
 - ・ ダウンロード・ケーブル : JTAG 方式で PC のパラレルポートと HDL トレーナー間を接続します。

3. 実験方法

3.1 3 桁 10 進表示回路の概要

実験回路の試みとして、1 秒のクロックパルスで歩進する “3 桁の 10 進回路” を HDL で記述することにより 1 チップで LSI を設計しました。この回路は図 1 に示すように、点線で囲った Watch1000 の部分を CPLD に置換え LSI 化しました。使用した評価ボードには、CPLD、クロック発信器、スイッチ類および 7 セグメント LED 表示器が 3 個あるので、これ等をそれぞれクロック入力 CLK、押しボタン用リセット・スイッチ入力 RESET および 3 桁の表示出力 LED として利用しました。

最初の divider17 は、評価ボードにあるクロック発信器から 500KHz の周波数を受け、これを 17 分周して約 1 秒のクロックパルス出力とします。続いて counter1000 は、10 進カウンタを 3 個接続した 1000 進カウンタと考えることができます。この出力をそれぞれ decoder8 へ接続します。

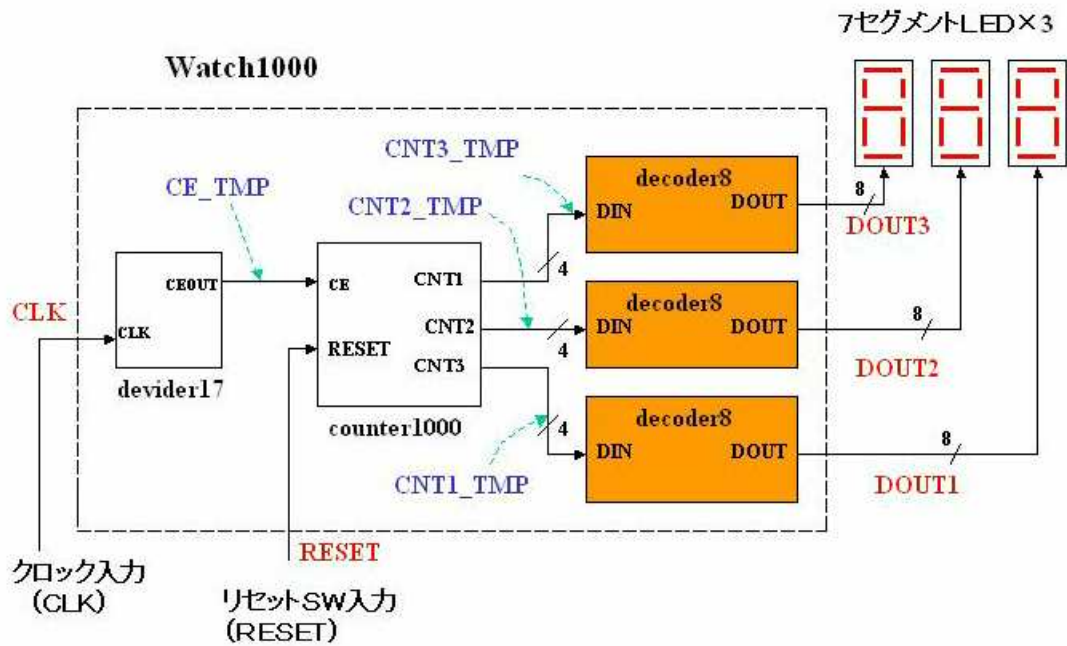


図1 3桁10進表示回路の構成

3.2 CPLD 開発の流れ

図2 に開発の流れを示します。最初の「仕様設計」は、従来の汎用ロジック IC を使った設計の場合の考え方と全く同じです。次の「コード記述」から「ダウンロード」までは、PC 上で“HDL 開発ツール”による Project Navigator 画面の操作です。

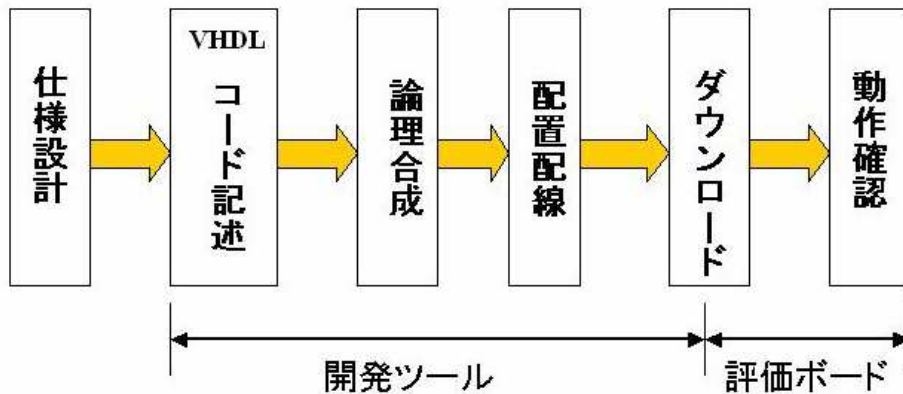


図2 開発の流れ

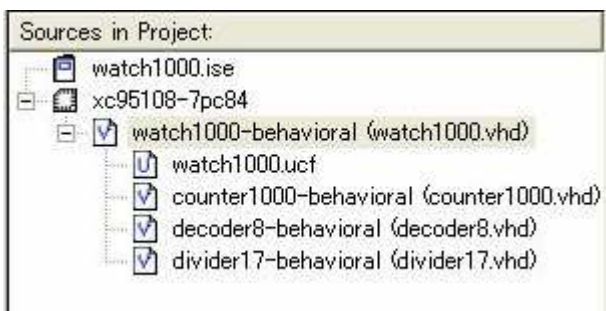


図3 コードファイルの階層構造

「コード記述」は、図1 の点線で囲まれた watch1000 の中を記述します。ここでは、デコーダ decoder8 は同じものを3個使用しています。そのため 図3 に示すように、watch1000.vhd をルートにしてこの下にそれぞれ 17 分周回路 divider17、1000 進カウンタ counter1000 およびデコーダ decoder8 から構成された階層設計にしました。

これによってデコーダ回路を3回記述することによるコード記述の煩雑さを避けることができます。したがって、ソースコードを合計4ファイル記述することになります。「論理合成」はコード記述をコンパイルするところです。コンパイルでエラーがあればコードを修正し再度コンパイルします。

続いて「配置配線」ではCPLD (XC95108) へのピン割り当てを行い、watch1000と該当する入出力を設定します。この結果watch1000.ucfファイルができます。

「ダウンロード」ではHDLトレーナへ書き込みを行うためのwatch1000.jedファイルを作成します。これができれば、後はCPLDへ書き込みをするだけです。最後に、評価ボードにある書き込まれたCPLDの「動作の確認」を行います。これが正常であれば完了です。

4. 結果および考察

試作した3桁10進表示用LSIのコード記述で、図1に示すcounter1000中の10進カウンタ2ヶ所の桁上げ(Ripple Carry)に最も時間を要しました。使用した開発ツールは、論理合成がパスした段階で必要があればその回路図を表示することができます。図4はコード記述から得たcounter1000の回路図の概略です。

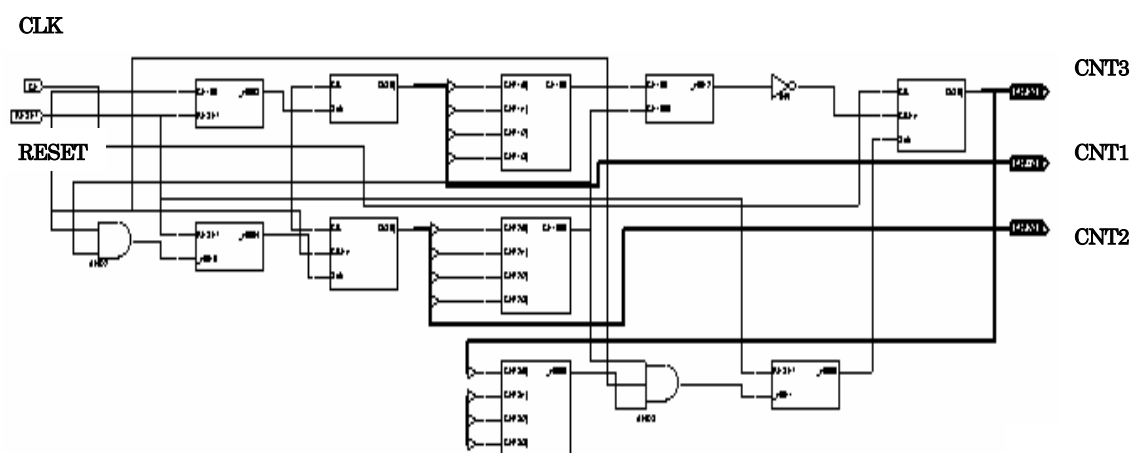


図4 開発ツールによるCounter1000の回路図

使用したデバイスは、Xilinx社のCPLD、XC95108です。この回路図で使用したセル数は、論理合成の結果からAND,OR,XOR等が合わせて370個、フリップフロップ数は分周回路の17ビットカウンタで17個、10進カウンタ回路に4ビットカウンタが3個で12個、計29個使用したことになります。これは使用したCPLD全容量の約1/5で納めることができました。

5. むすび

PLDを使ったロジック回路の試作にとりあえず第1歩を踏み出すことができました。記述した4つのコードファイルは紙面の都合で省略します。実際に試作して感じ得たことは、従来の汎用ロジックICの設計の経験とプログラム上でロジック回路とコード記述を如何に結びつけることができるかです。

今回の試作では行いませんでしたが、HDLで設計した回路をダウンロードしてCPLDを動作させる前に、ソフトウェア上で回路の動作を論理シミュレーションする機能があります。これによって得られたタイムチャートを検討して、今後のより複雑な回路設計に対応したいと考えます。

低温研ネットワークインシデント報告

技術部先端技術支援室・ネットワーク委員会 千貝 健

1 序

情報システムにおけるインシデントとは、正当な権限を持たない人がコンピュータを不正に利用するようなコンピュータのセキュリティにかかわる事件、出来事の全般を示す [1]。本文章ではもう少し言葉の意味を広げ、「操作ミスなどを含めたなんらかの原因により、研究活動に不可欠であるコンピュータ・ネットワーク資源の円滑な運用が出来なくなることをインシデントと定義する。低温科学研究所 (以下、低温研) 技術部およびネットワーク委員会では北海道大学情報基盤センターと連携し、このようなインシデントが発生しないように努め、そして、インシデントが発生した場合にその被害の拡大が最小限になるように対応している。2005年4月から2006年1月まで低温研内で起こったインシデント例、最近 (2006年1月) 多いインシデントを報告する。

2 低温研全体へ影響を与えたインシデント3例の紹介

2.1 ウイルス感染

- 発生日時: 2005年5月9日
- 復旧日時: 2005年5月11日
- 復旧までの影響: 低温研内および低温研外にウイルスメールを無差別に送信した。
- 状況: 5/9 18:00 頃から低温研内でウイルスメールが流れる。
この間に低温研内のマシンがウイルスに感染。
5/9 19:30 感染したマシンが低温研内外にウイルスメールを発信。
5/9 20:30 情報基盤センターがウイルスに感染したマシンの通信を無効にする。
5/11 15:00 情報基盤センターに通信を有効にしてもらう。
- 障害原因: 世界的に WORM_MYTOB.ED (W32.Mydoom.BO@mm, マイトブ) [2] が流行した。通常、ウイルスが添付されたメールは北大メールゲートウェイで検知され自動的に削除されるが、新種のウイルスのため検知されずに低温研内に無差別に送信された。添付ファイルを開いた低温研内のマシンが感染し、低温研内外にウイルスメールを無差別大量に送信した。
- 対処状況: 低温研内に流れたメールからウイルスの種類を確定。トレンドマイクロウェブサイト [2] にて対処方法を調査。感染したマシンから対処方法に従ってウイルスを削除。情報基盤センターに報告。
- 事後改善策: 見知らぬところから来たメールの添付ファイルを開くことの危険性を感染したユーザーに説明。所内メーリングリストに警告メールを流す。低温研ウェブサイトの所内専用情報に警告を出す。

2.2 メール送信不可

- 発生日時: 2005年6月8日 8:30頃
- 復旧日時: 2005年6月8日 10:30頃
- 復旧までの影響: 低温研メールサーバ hassaku からメールが送れない。
- 状況: hassaku の 25 番 (smtp, Simple Mail Transfer Protocol) ポートにアクセスできない。そのため、hassaku からメールが送れない。
- 障害原因: hassaku のアクセスログを解析した結果、低温研内のマシンから 1 分間に 1 回、メールの送信 (の再チャレンジ) が行われていることがわかった。同一ホストからの短期間アクセスで、アクセス方法が単調なので hassaku はこれを DoS 攻撃 [3] と認定、メール送信に使うポートを自動的に遮断した。しばらくすると hassaku は、自動的に復活するのだが、すぐに同じマシンからアクセスがあるので再遮断を繰り返した。
- 対処状況: DoS 攻撃を行っているマシンの管理者に連絡。メール送信に失敗して、何度も自動的に再チャレンジしていた。メール送信に失敗した場合の再送信時間間隔を 1 分間に 1 回から 30 分間に 1 回に設定変更してもらう。

2.3 DHCP 使用不可

- 発生日時: 2005年10月27日頃から断続的に
- 復旧日時: 2005年12月6日 16:00
- 復旧までの影響: 低温研内で、HINES の DHCP サーバから IP アドレスを発行してもらえない場合がある。
- 状況: HINES の DHCP サーバから IP アドレス (133.87.219.xxx) が発行されない。192.168.11.xxx という IP アドレスが発行される。その状態ではネットに接続できない。
- 障害原因: 不正な DHCP サーバが稼働していた。
- 対処状況: windows XP インストール CD-ROM 中にあるサポート・ツールの dhcploc.exe を用いて、動いている DHCP サーバを検索し、不正 DHCP サーバの IP アドレス・MAC アドレスを特定。情報基盤センターに電話し、上記不正 DHCP サーバの IP アドレス・MAC アドレスを伝え、ポート番号を特定してもらい、その情報から部屋を特定。特定した PC から LAN ケーブルを抜く。ここで、ケーブルを抜くと DHCP サーバが見つからなくなる、ケーブルを繋ぐと DHCP サーバが見つかることを確認。
- 事後改善策: 不正 DHCP サーバが動いていた PC の再設定を 12 月 7 日に行った。設定方法は、図 1 を参照。

3 最近多いインシデント

低温研内で最近多いインシデントはプローブ (スキャン, scan) である。プローブとは、防御に成功したアタックや、コンピュータ/サービス/弱点の探査を意図したアクセスである。低温研内で主に狙われているポートは、21 (ftp, File Transfer), 22 (ssh, SSH Remote Login Protocol), 80 (http, World Wide Web HTTP), 139 (netbios-ssn, NETBIOS Session Service), 1433 (ms-sql-s, Microsoft-SQL-Server), 3306 (mysql, MySQL), 8080 (http-alt, HTTP Alternate) である。このようなプローブは、自動化ツールを用いて広範囲に渡る任意のホストに対して行なわれている。セキュリティ上の弱点

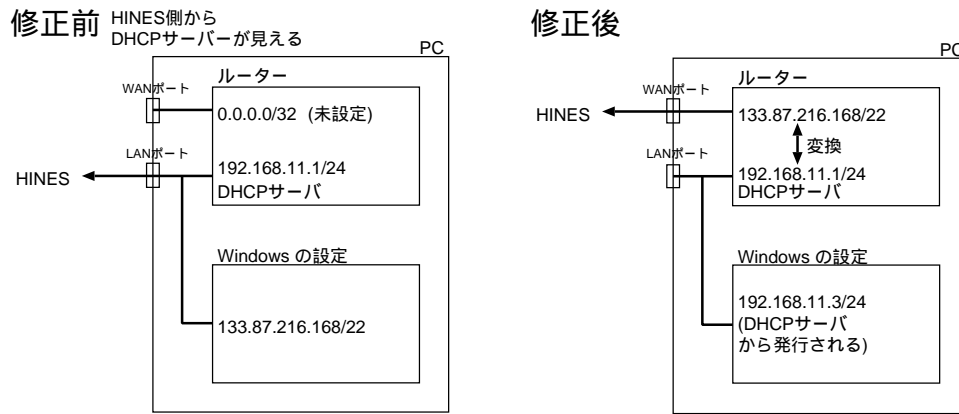


図 1: 不正 DHCP サーバの再設定: ルータ内蔵 PC で、左図のように LAN 側のポートを HINES 側に接続していた為、HINES 側に DHCP サーバが露出していた。内蔵ルータの設定を行い、WAN 側に接続した (右図)。

を放置していると、弱点の存在を検出され、ホストへの侵入等さまざまな攻撃を受ける可能性があるため注意が必要である。以下では、実際にプローブが行われた際のログの例を示す。

3.1 ssh の例

ssh (secure shell) とは、主に UNIX コンピュータで利用される、ネットワークを介して別のコンピュータにログインしたり、遠隔地のマシンでコマンドを実行したり、他のマシンへファイルを移動したりするためプログラムである。ネットワーク上を流れるデータは暗号化されるため、インターネット経由でも一連の操作を安全に行なうことができる [4]。そのため、低温研内に設置された自分のコンピュータを、学会等で出張中にも使用できるようにするため、どこからでもアクセスできるように設定している (アクセス制限を行っていない) 場合が多い。

実際にプローブを受けたマシン (Linux) のログの一部を示す。このマシンでは、最新版の SSH サーバプログラムを使用している以外、全くセキュリティ対策を行っていない。実際の *hostname* は、伏字にした。

```

/var/log/message のログ
Jan 26 18:03:27 hostname sshd[14688]:
  Illegal user plant from 210.143.xxx.xxx
Jan 26 18:03:30 hostname sshd[14688]: Failed password
  for illegal user plant from 210.143.xxx.xxx port 58026 ssh2
Jan 26 18:03:34 hostname sshd[14690]:
  Illegal user ueda from 210.143.xxx.xxx
Jan 26 18:03:37 hostname sshd[14690]: Failed password
  for illegal user ueda from 210.143.xxx.xxx port 59698 ssh2
Jan 26 18:03:43 hostname sshd[14692]:
  Illegal user ajith from 210.143.xxx.xxx
Jan 26 18:03:45 hostname sshd[14692]: Failed password
  for illegal user ajith from 210.143.xxx.xxx port 33783 ssh2
...
この後、数秒間に 1 回のアクセスが 20 分間続く。

```

何度もユーザー名 (太文字で示した) を変えてログインしようとしている。簡単なパスワードを設

定していた場合は、侵入 (intrusion) されていた可能性がある。また、もし最新版のサーバプログラムを使用していなかった場合は、脆弱性を利用して侵入されていた可能性もある [5]。

以下は、TCP Wrapper を用いて特定のホストからのみ利用できるように制限してあるマシンの場合である。

```
/var/log/message のログ
Jan 26 12:16:55 hostname sshd:
    refused connect from xxxxx.xxxxx.ne.jp (58.81.xxx.xxx)
```

xxxxx.xxxxx.ne.jp からのアクセスが、拒否されている。不特定多数からアクセスされないように、最低でもこれくらいはの設定 (出張前に、出張先のドメイン名等でアクセス制限を設定する) を行って欲しい。ファイヤーウォール (パケットフィルタリング等) を用いて不正なアクセスを検出・遮断すればより良い。

4 まとめ

§2 で紹介した例の原因は、突き詰めれば「ちょっとした不注意 (で添付ファイルを開いてしまった)」「単純な設定ミス (で LAN ケーブルの接続箇所を間違えた)」である。ちょっとした不注意や単純な設定ミスだとしても低温研ネットワーク全体に大きな障害を与える場合があるので、設定の際は慎重さを忘れないようにしなくてはならない。§3 で示したように、敵は毎日こちらの脆弱なところを探して攻撃の隙を伺っている。コンピュータ管理の基本、例えば、システムを常に最新を保つ、ウイルス対策ソフトを使う、パスワードは推測されにくいものにする、使わないサービスは止める等をおさえておかななくてはならない。

今後、今まで低温研内で起こったインシデント事例のデータベース化を行う。過去の同様なインシデントの記録を参照することによるインシデント対応の円滑化を可能にしたい。

参考

- [1] JPCERT/CC: <http://www.jpccert.or.jp>
- [2] WORM_MYTOB.ED の詳細: <http://www.trendmicro.co.jp/vinfo/virusencyclo/default5.asp?VName=WORM%5FMYTOB%2EED>
WORM_MYTOB の亜種はいまだに活動し続けている。例えば 2006 年 1 月 23 日に発見された WORM_MYTOB.OX, <http://www.trendmicro.co.jp/vinfo/virusencyclo/default5.asp?VName=WORM%5FMYTOB%2EOX>
- [3] DoS (Denial of Services), サービス拒否攻撃: ネットワークを通じた攻撃の一つ。相手のコンピュータやルータなどに不正なデータを送信して使用不能に陥らせたり、トラフィックを増大させて相手のネットワークを麻痺させる攻撃。(IT 用語辞典 e-Words, <http://e-words.jp> より)
- [4] IT 用語辞典 e-Words, <http://e-words.jp> より
- [5] JPCERT/CC Alert 2005-03-09: OpenSSH の脆弱性を使ったシステムへの侵入に関する注意喚起: <http://www.jpccert.or.jp/at/2005/at050003.txt>
侵入を受けてから Web 偽装詐欺 (phishing) の踏み台サーバにされるなどの事例多数ある。

低温研ウェブサーバアクセス解析

技術部先端技術支援室・広報委員会ホームページ担当 千貝 健

2005年6月1日から2006年1月31日まで8ヶ月間のアクセス統計を図表に示し、解説する。統計には、所内向け情報、事務文書アーカイブおよび各研究グループウェブサイトへのアクセスを含めていない。また、低温研内部からのアクセスも含めていない。アクセスログの解析には、webalizer 2.01 [1], analog 6.0 [2], analogurldecode ベータ版その2 [3] を用いた。過去1年のwebalizerでのアクセスログ解析結果は所内向け情報にも掲載しているので参考にしてもらいたい。

1 閲覧数の推移

2005年6月1日から2006年1月31日まで8ヶ月間の全リクエスト件数(リクエスト)は976,196件、全ページリクエスト件数(ページ数)は292,419件であった。ここで「リクエスト件数」とはページ・画像などすべてのファイルに対するリクエストの数を示し、「ページ数」はページへのリクエスト数だけを示す。

表1は低温研ウェブサイトへのアクセス数を月別に示したものである。ほぼ定常的に、毎月3-4万ページが閲覧されている。参考のため、サーバ変更前4,5月のデータも載せたが、コンテンツの統廃合の影響で「ページ」の数が減ったので、単純には比較できない。

2 曜日別、時間別のアクセス

曜日別(表2)および時間別(表3)集計からは、日本時間の平日の日中(9-17時)に多数のアクセスがあることがわかる。後述のドメインレポート(表4)で日本からのアクセスが多いこと、組織別レポート(表5)で大学からのアクセスが多いこと等から、研究活動の一環として低温研ウェブサイトから情報収集をおこなう国内の研究者や学生によるアクセスが多いと思われる。

研究活動の一環としてのアクセスだけならば、17-22時台のアクセス数はもっと減りそ

うである。後述の組織別レポートで国内大手プロバイダーからのアクセスも多いことから、一般家庭からのアクセスもあるのだろう。表には示さなかったが、国内インターネットプロバイダ等(ne.jp)からのアクセスだけを見ると、12-翌0時にアクセスが多く、ピークは21-23時に表れる。

3 ドメイン別、組織別のアクセス

表4はトップレベル、表5は第2(3)レベルのドメイン別集計を示す。トップレベルでは主に国別、第2(3)レベルでは組織別のアクセス数を見ることができる。

トップレベルドメインだが、com.jpがほとんど(約75%)を占めている。comからのアクセスはリクエスト件数がほぼページ数と等しい。これは、ページを構成する画像等を読まない「検索ロボット[4]」に見られる特徴である(表10参照)。また、第2(3)レベルの集計で上位がask.com, googlebot.com, inktomiserach.com, msn.com等の有名検索エンジンのロボットである。comからのアクセスのほとんどはロボットからであるといえるだろう。

国内(jp)からのアクセスでは、大学(ac.jp)以外からは、インターネットプロバイダ等(ne.jp)からのアクセスが多い。大学などの研究機関に所属する研究者や学生以外にも低温研ウェブサイトは高い頻度で閲覧されていると思われる。海外からのアクセスが著しく少ない。ロボットと日本人しか低温研ウェブページを閲覧していないともいえる。英語ページの拡充が必要である。

4 どこから低温研ウェブサイトにくるか

表6は、一つ前に見ていたウェブサイトがどこであったかを示している。参照元が不明なアクセスは、集計から除いた。圧倒的に低温研内が多いが、これは低温研に一度来たら、そのページだけを閲覧するのではなく、低温研

表 1: 月別レポート

| 年 | 月 | リクエスト | ページ数 |
|------|----|--------|-------|
| 2005 | 4 | 149133 | 40952 |
| | 5 | 122709 | 35443 |
| 2006 | 6 | 127433 | 35748 |
| | 7 | 120299 | 35494 |
| | 8 | 106502 | 28881 |
| | 9 | 110111 | 37606 |
| | 10 | 125872 | 36619 |
| | 11 | 140548 | 43610 |
| | 12 | 116254 | 34426 |
| | 1 | 129177 | 40035 |

注：4, 5 月分はコンテンツリニューアルおよびサーバ変更前のデータ。

表 2: 曜日別集計

| 曜日 | リクエスト | ページ数 |
|----|--------|-------|
| 日 | 77073 | 27418 |
| 月 | 164177 | 47853 |
| 火 | 163446 | 44566 |
| 水 | 155498 | 42515 |
| 木 | 163307 | 43272 |
| 金 | 160340 | 50740 |
| 土 | 92355 | 36055 |

内の他のページを一通り閲覧するということを示す。他の上位はほとんど検索エンジンである。北大内の他の機関から低温研にやってくるケースも多い。

5 どのようなキーワードで低温研ウェブサイトを発見したか

表 7 は、検索エンジンでどのようなキーワードを入力して低温研を発見し、実際に訪れたのかを示した。「低温科学研究所」を検索エンジンで探して「低温科学研究所」を訪れる人が多い。全体として、様々なキーワードが用いられている。キーワードとして専門用語が少ないが、専門用語で検索した場合は各研究室へ直接行くのだろう。専門用語で検索した場合の訪問先は、低温研ウェブサイト内では主に低温研ニュースである。

6 ページ別のアクセス

表 8 は、html ファイルへのリクエスト数をまとめたものである。トップページ、組織ページを除けば、リクエスト件数が突出したページは無い。組織ページへのアクセスが多いのは、

表 3: 時間別集計

| 時間 | リクエスト | ページ数 |
|------|-------|-------|
| 0 時 | 31913 | 11723 |
| 1 時 | 21579 | 8349 |
| 2 時 | 15961 | 6617 |
| 3 時 | 12901 | 6329 |
| 4 時 | 11935 | 6005 |
| 5 時 | 13507 | 7616 |
| 6 時 | 13249 | 7457 |
| 7 時 | 15205 | 7750 |
| 8 時 | 25391 | 8499 |
| 9 時 | 46568 | 12750 |
| 10 時 | 57641 | 15040 |
| 11 時 | 65852 | 19807 |
| 12 時 | 57013 | 16408 |
| 13 時 | 63482 | 16587 |
| 14 時 | 68146 | 17092 |
| 15 時 | 64626 | 15387 |
| 16 時 | 71565 | 17280 |
| 17 時 | 64193 | 16326 |
| 18 時 | 53221 | 14572 |
| 19 時 | 42380 | 12917 |
| 20 時 | 41137 | 12748 |
| 21 時 | 42267 | 12600 |
| 22 時 | 39615 | 11996 |
| 23 時 | 36849 | 10564 |

各研究グループホームページへの継地中点して使われているからであろうか。ランク外では、低温研ニュースの各コンテンツがよく読まれている。低温研でどのような研究が行われているかを知りたい人が多いのだろう。

7 ブラウザ集計、OS レポート

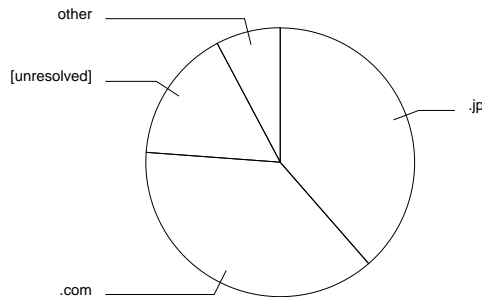
ロボットを除けば、表 9, 10 からは、様々なブラウザ、OS の組合せからアクセスがあることがわかる。ブラウザ依存しないサイトの作成をいっそう心がける必要がある。携帯電話からのアクセスもあるようだが、現在携帯電話へは対応していない。対応すべきだろうか？

8 まとめ

日本国内からのアクセスは、圧倒的に学術研究機関が多いが、一般家庭からと思われるアクセスもあった。研究活動に役立つ情報の提供としてだけではなく、社会的な需要に対してある程度は回答できているだろう。多くは、検索エンジン経由で低温研ウェブサイトを訪れていた。コンテンツの充実(検索エンジン最適化、検索エンジンでひっかかるキーワードの

表 4: ドメインレポート

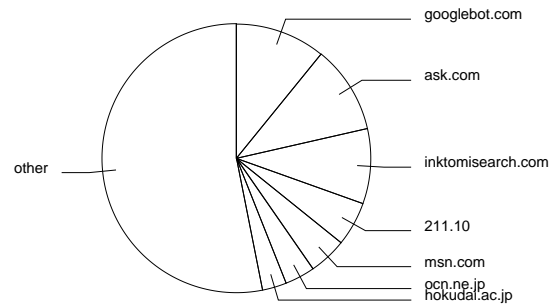
| リクエスト | ページ数 | ドメイン |
|--------|--------|-----------------|
| 607987 | 112812 | .jp (日本) |
| 124258 | 109916 | .com (商業組織) |
| 145016 | 46980 | [未解決 IP アドレス] |
| 69807 | 17279 | .net (ネットワーク) |
| 2640 | 1365 | .org (非営利組織) |
| 6568 | 882 | .edu (米国高等教育機関) |
| 2827 | 476 | .de (ドイツ) |
| 770 | 364 | .nl (オランダ) |
| 2616 | 314 | .ch (スイス) |
| 2110 | 265 | .ca (カナダ) |
| 787 | 124 | .fr (フランス) |
| 942 | 116 | .uk (イギリス) |
| 899 | 108 | .au (オーストラリア) |
| 707 | 92 | .tw (台湾) |
| 479 | 86 | .no (ノルウェー) |
| 7783 | 1240 | [その他: 74 ドメイン] |



扇型の角度 : ページ数

表 5: 組織別レポート

| リクエスト | ページ数 | 組織 |
|--------|--------|-------------------|
| 35280 | 31758 | googlebot.com |
| 31390 | 30924 | ask.com |
| 28298 | 26388 | inktomisearch.com |
| 16003 | 15579 | 211.10 |
| 15301 | 13350 | msn.com |
| 59015 | 10604 | ocn.ne.jp |
| 71174 | 8507 | hokudai.ac.jp |
| 42575 | 7982 | bbtec.net |
| 8209 | 7716 | 133.82 |
| 7980 | 7568 | client.chiba-u.jp |
| 4750 | 4418 | bluesilk.jp |
| 27319 | 4397 | dion.ne.jp |
| 24917 | 4230 | plala.or.jp |
| 23246 | 3575 | infoweb.ne.jp |
| 3948 | 3490 | goo.ne.jp |
| 576791 | 111933 | [その他: 4,930 組織] |



扇型の角度 : ページ数

表 6: 参照元サイトレポート

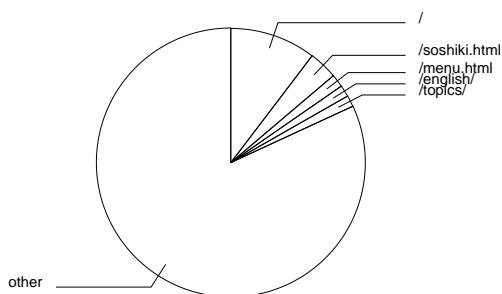
| リクエスト | ページ数 | サイト |
|--------|-------|------------------------------------|
| 668967 | 58087 | http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/ |
| 13439 | 12936 | http://search.yahoo.co.jp/ |
| 10256 | 10076 | http://www.google.co.jp/ |
| 5792 | 5792 | http://www.hokudai.ac.jp/ |
| 3804 | 3728 | http://www.google.com/ |
| 5532 | 1812 | http://shiro.lowtem.hokudai.ac.jp/ |
| 1072 | 1059 | http://search.msn.co.jp/ |
| 677 | 671 | http://search.goo.ne.jp/ |
| 632 | 632 | http://ecology.ees.hokudai.ac.jp/ |
| 498 | 498 | http://www.ees.hokudai.ac.jp/ |
| 454 | 443 | http://cgi.search.biglobe.ne.jp/ |
| 373 | 373 | http://dir.yahoo.co.jp/ |
| 364 | 364 | http://www.woa.ees.hokudai.ac.jp/ |
| 291 | 291 | http://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/ |
| 265 | 260 | http://search.nifty.com/ |
| 9413 | 6367 | [その他: 537 サイト] |

表 7: 検索語句レポート

| リクエスト | 検索語句 |
|-------|---------------|
| 475 | 低温科学研究所 |
| 399 | 北海道大学低温科学研究所 |
| 248 | 低温研 |
| 241 | 北海道大学 低温科学研究所 |
| 209 | アクセス |
| 158 | 低温 |
| 97 | 北海道大学 低温 |
| 81 | バックビルディング |
| 81 | ヘモシアニン |
| 75 | 北大 低温研 |
| 72 | 北海道大学 |
| 69 | 北大 地図 |
| 65 | 昆虫 血液 |
| 64 | 北大低温研 |
| 63 | 低温科学 |
| 29727 | [その他] |

表 8: リクエストレポート

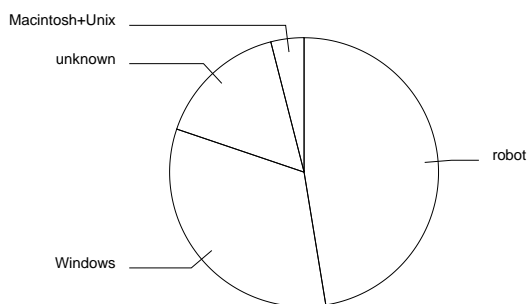
| リクエスト | html ファイル |
|--------|-----------------|
| 30272 | / |
| 10097 | /soshiki.html |
| 4545 | /menu.html |
| 4077 | /english/ |
| 3985 | /topics/ |
| 3942 | /access.html |
| 3438 | /kyujin/ |
| 3223 | /education.html |
| 3219 | /kyoudou/ |
| 3068 | /newsletter/ |
| 2840 | /symposium/ |
| 2835 | /project/ |
| 2805 | /intro.html |
| 2227 | /ukmeibo.html |
| 2224 | /nenpou/ |
| 209621 | [その他: 800 ファイル] |



扇型の角度 : リクエスト件数

表 10: OS レポート

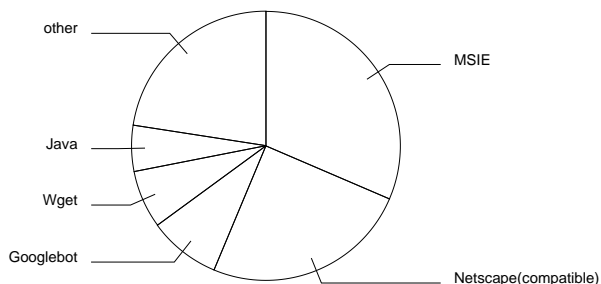
| リクエスト | ページ数 | OS |
|--------|--------|-----------|
| 156202 | 137993 | ロボット |
| 667447 | 95387 | Windows |
| 55795 | 46047 | 未知 OS |
| 78680 | 9508 | Macintosh |
| 15633 | 2097 | Unix |



扇型の角度 : ページ数

表 9: ブラウザ集計

| リクエスト | ページ数 | ブラウザ |
|--------|-------|-----------------------|
| 631517 | 91533 | MSIE |
| 89315 | 72329 | Netscape (compatible) |
| 25786 | 25150 | Googlebot |
| 20683 | 20276 | Wget |
| 16197 | 16099 | Java |
| 15642 | 13662 | msnbot |
| 7291 | 7291 | Y!J-DSC |
| 44099 | 6137 | Firefox |
| 41131 | 4569 | Safari |
| 27452 | 3584 | Netscape |
| 3219 | 3059 | DoCoMo |
| 51425 | 27343 | [その他] |



扇型の角度 : ページ数

充実)、他サイトとのリンクも考えなくてはならない。海外からのアクセスがほとんど無い。英語版ウェブページの拡充をはからなくてはならない。このアクセス解析の結果をふまえ、さらに利用しやすいウェブサイトを目指す。

参考

- [1] Webalizer:
<http://www.mrunix.net/webalizer/>
- [2] Analog: <http://www.analog.cx>
- [3] analogurldecode:
<http://www.inwonder.net/~dayan/pukiwiki/index.php?analog%B4%D8%CF%A2>
- [4] 検索ロボットとは、全文検索型サーチエンジンの検索データベースを作成するために、世界中のありとあらゆるウェブページを回収するプログラムである。

カイコ幼虫体液からの lipophorin 高純度精製法の確立

技術部 先端技術支援室 後藤 由佳子

はじめに

Lipophorin (リポホリン) は昆虫の体液中存在する主要なリポタンパク質である。リポタンパク質とは、脂質を含むタンパク質のことである。脂質は水に不溶であり、そのみで体液中を移動することはできない。そのため、タンパク質と結合し、脂質を必要とする組織・器官に輸送されている。ヒトでは善玉・悪玉コレステロールと呼ばれる血液中のタンパク質が同様の働きをしている。

1969年に茅野によって単離・精製されて以来、lipophorinの脂質輸送の役割は広く研究されてきた。Lipophorinの大きな特徴は、タンパク質部分の再利用が可能で、ホルモンの働きによりさらに大量に脂質を輸送することが挙げられる。また、最近になり、lipophorinは昆虫の免疫系にも関与しているという報告があり、新たな機能に注目が集められている。ところが、この議論の前提であるlipophorinの精製度の問題があるのではないかと私たちは考え、カイコの5齢幼虫を用いてlipophorinの精製法を見直した。

精製法について

タンパク質の精製には様々な方法がある。目的のタンパク質の性質によってそれらを組み合わせ、試行錯誤を繰り返して精製を行うことになる。前にも述べたように、lipophorinは脂質を多く含むリポタンパク質であり、他のタンパク質に比べて密度が低い。そのため、これまでは、lipophorinは密度勾配遠心法により1ステップで精製している。しかし、カイコ幼虫体液について、実際に密度勾配遠心法で得たlipophorin画分をSDS-PAGE (sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis) により確認すると、まだ他のタンパク質が混入していることが分かった。また、混入しているタンパク質はlipophorinより小さなものが多いと予想された。そこで、大きさによって分けることのゲル濾過クロマトグラフィーに供したところ、図1(A)に示すようなプロファイルが得られた。このlipophorin標品はSDS-PAGEにより従来よりも高純度であることを確認した。

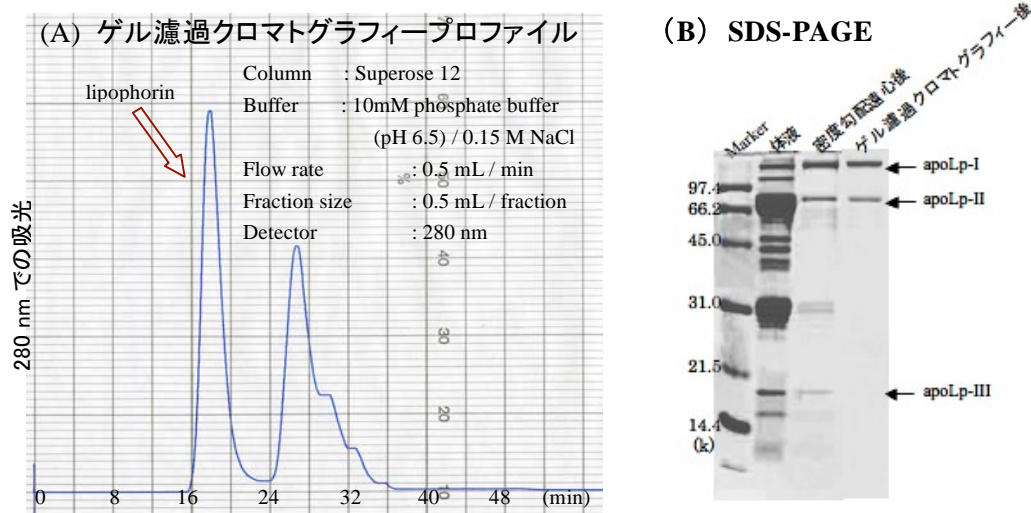


図 1: (A) ゲル濾過クロマトグラフィープロファイルと (B) 精製したサンプルの SDS-PAGE

実際に行った実験について以下に詳しく述べる。

○採血法について

雌雄各 3 頭のカイコ (Kinsyu × Showa) 5 齢 6 日目の幼虫の腹肢に切れ目を入れ、緩衝液 (hemolymph buffer) へ体液を滴下、混合した。その後、体液中に含まれる血球を除くために 3,500 rpm で 5 分間遠心し、その上清を精製の出発材料とした。

○密度勾配遠心法による分画

血球を除いた体液 4.2 mL を等量の 44.3 % KBr 溶液に重層し、密度勾配遠心を行った。遠心条件は 62,000 rpm (336,800 × g)、15 時間とした。lipophorin にはカロテノイドが含まれるため、黄色いバンドとしておよそその位置が確認できる。遠心後上層から順に各 500 μL のフラクションに分画し、それぞれのフラクションについて、カロテノイドが吸収する 450 nm の吸光度 (A_{450}) と密度を測定したところ、lipophorin は密度が 1.07~1.12 g/cm³ の範囲で検出された。また、lipophorin を含むフラクションについて SDS-PAGE を行ったところ、lipophorin 以外にもいくつかのタンパク質が含まれていた。

○ゲル濾過クロマトグラフィー

そこで、lipophorin を多く含むフラクションを集めて 10 mM phosphate buffer (pH 6.5) に対して透析を行い、その後濃縮したものを Superose 12 カラム (Amersham Bioscience) での FPLC によるゲル濾過クロマトグラフィーに供した。10mM phosphate buffer (pH 6.5) / 150 mM NaCl で流速 0.5 mL / min にて溶出したところ、およそ 18 min で lipophorin が溶出された。得られた lipophorin のフラクションについて、SDS-PAGE により高純度に精製されていることを確認した。

まとめ

これまで報告されている体液の密度勾配遠心法だけでは lipophorin の精製度が低いことが明らかになった。しかし、密度勾配遠心後にゲル濾過クロマトグラフィーを行うことで、lipophorin 以外のタンパク質を容易に取り除くことが出来た。従来よりも精製された lipophorin を用いることで、lipophorin の機能について、今後より正確な実験が行えると期待できる。

終わりに

今年度は実験を通して生化学、特にタンパク質化学の実験技術を習得することを目的として、カイコ幼虫体液の lipophorin に関する実験を行ってきた。今回の発表の内容以外にも、塩析、Western blotting、アミノ酸シーケンス法、イオン交換クロマトグラフィー法、ネガティブ染色法などを学んだ。

尚、本実験について、2005 年 10 月に行われた日本動物学会第 76 回大会でポスターにて発表した。また、論文として投稿準備中である。

環オホーツク情報処理システム概要

先端技術支援室 小野数也

環オホーツク観測研究センターからの依頼により、環オホーツク情報処理システム(以下、情報システム)のネットワーク構成、Web サーバインストールなどを行った。図1に構成を示す。

1. ネットワーク概要

ゲートウェイひとつにグローバル IP を設定して、内部ネットワークにプライベート IP を設定してしまうと、一度ゲートウェイにログインしなくては各マシンにログインできない。また、低温研内にそれぞれのマシンを置き、グローバル IP を設定すると、そのマシンごとの管理をしなくてはならなくなり、監視が行き届きにくくなる。その

ためセキュリティと利便性を考えて、本情報システムでは、低温研内にゲートウェイサーバを設置し、その中に環オホーツク独自のネットワーク(サブドメイン)を構築した。そして、各サーバにグローバル IP を与え、直接ログインを可能にした。

図1でのゲートウェイはあくまでもパケットフィルタリング用のマシンなので、踏み台としてのログインは必要ない。本設定では iptables を使い必要の無いポートを閉じて、外部からは ssh、scp の使用のみを許可し、内部からはそれに加え ntp、lpd、smtp などのポートを許可している。

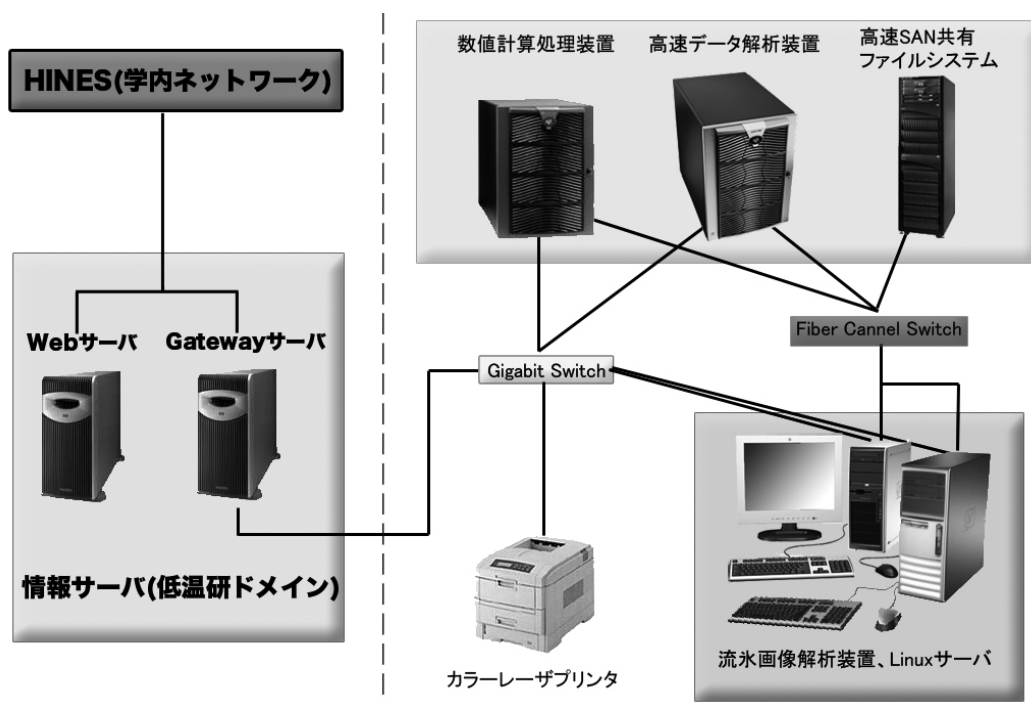


図1：情報処理システム構成図、破線より右側が環オホーツクドメインのネットワーク群である。

2. ハードウェア構成

ハードウェアに関してはセキュリティのこともあり詳しくは表記しないが、SGI 社製のものに加え、hp 社製の製品で主に構成されている。ホストや NIS ドメインなどの名前には環オホーツクに関連して、「オホーツク海を取り巻く都市などの名前」を採用した。

これらのマシンをファイバチャネルでつなぎ、ひとつのハードディスクを全てのマシンで共有できるようにした。したがって、システム内にあるサーバ間のデータのやり取りは必要ない。あるマシンで並列計算して出力した結果をコピーするという手間を省略して、Windows や IA32 マシンなどの別マシンで解析が可能である。

共有するハードディスクは Raid5+ホットスペアで構成されており、利用可能な容量は約 10TB である。もしハードディスクに不良ブロックなどのエラーが発生した場合は、本体からは警告音を発し、さらにメールで通知するようになってある。

3. パケットフィルタリング

本情報システムではゲートウェイサーバに iptables を用いたパケットフィルタリングを行い、セキュリティを強化している(図2)。ポリシーとしては、すべて drop(捨てる)する。Reject(拒否)とは違い、外部からの反応が何も無いのであたかも起動していないかのように装うことができる。その基本ポリシーに ssh などの必要な通信サービスを許可した。後に示すバッチジョブとのからみでメール通知するため情報システムからは SMTP などを許可した。ほかにも ntp や DNS などもセキュリティを守りつつ許可した。

低温研内(133.87.216.0/22)から本情報システム(133.87.xxx.0/28)に接続しようとしたとき、本来違うネットワーク群にあると予想されるため情報が上位ルータである低温研ゲートウェイを通過しそうに思われるが、133.87.xxx.0/28 に接続しようとしたものは上位ルータの設定を変更することにより、本情報システムのゲートウェイサーバに投げる。低温研外から接続した場合にも上位ルータなどの設定により問題なくログインが可能である。

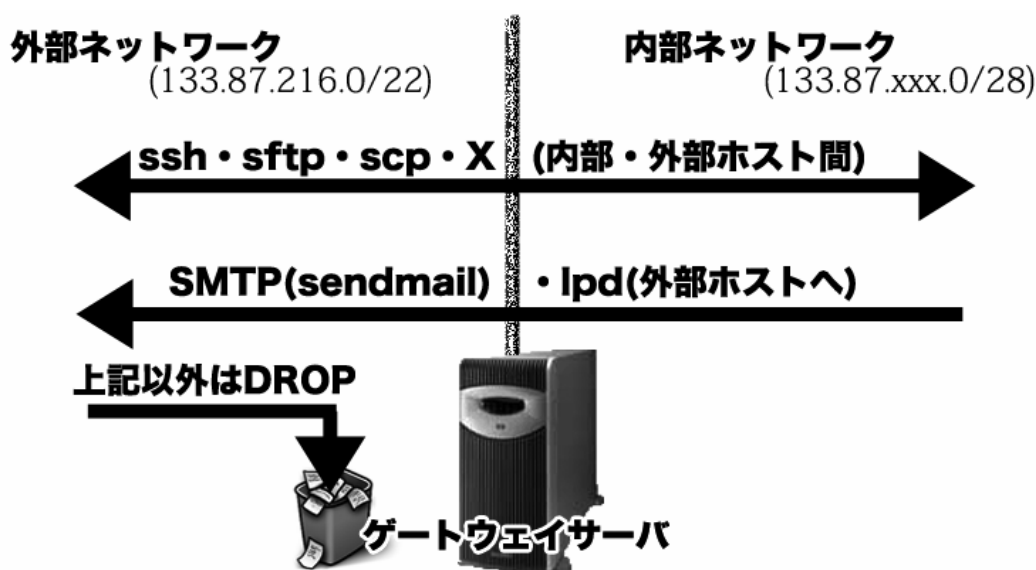


図2: Gateway サーバ プロトコル許可概要

4. バッチジョブ(OpenPBS)

PBS (ポータブルバッチシステム)とは、ネットワーク接続された複数の PC をひとつのリソース群として、そのリソースで有効に計算を行うために開発されたシステムのことである。使用するユーザは、ジョブを実行するために必要な CPU 数、メモリ容量、CPU 時間に応じて、バッチシステムのキューと呼ばれる待ち行列にジョブを投入する。概念図を図 3 に示す。

本情報システム内には二台 OpenPBS を用いたバッチシステムを採用している。利用者が計算するときにはバッチシステムを利用するが、それを使用せず直接計算させようとすると 30 分で計算がストップするように設定した (ulimit -m で)。具体的な方法として、/etc/profile.d/以下にファイルを設置し、利用者に対してインタラクティブな計算の制限をかけた。また本システムで利用できるプログラム言語は f77、f90、f95、c、c++などである。また、性能解析ツールなども入っている。

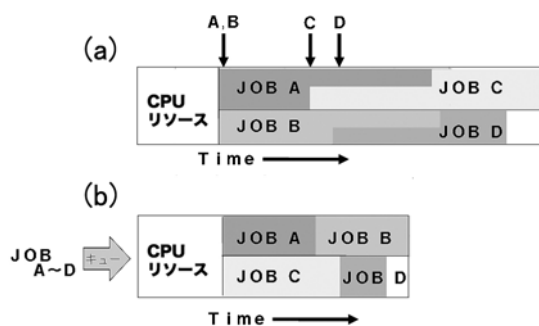


図3: Job 投入方法の概念図。(a) 複数のユーザがインタラクティブにジョブを投入した場合。(b) PBS を用い、キューにジョブを投入した場合。システムの利用状況を見て、自動的にジョブの実行が行われるため、同じ CPU リソースで効率よく計算が行われる。

各ユーザが投入したジョブが正常終了、異常終了したときには、sendmail を使いユーザにメールで通知することも可能である。メールを低温研メールサーバなどに送信させるため、ゲートウェイは内側からの smtp ポートの使用を許可している。

5. 環オホーツク Web サーバ

環オホーツクの Web サーバは観覧用ページのコンテンツを載せるだけではなく、保有するデータ公開や共有にも用いる予定である (<http://www.woc.lowtem.hokudai.ac.jp>)。

海洋短波レーダのホームページでは準リアルタイムで宗谷沖、紋別沖の海洋表層の流速の分布図をアップロードしている(概要は <http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/tech/ats/> を参照のこと)。また、紋別沖に設置してある流氷・大気観測レーダに関しても、同様の技術を用いた準リアルタイム更新を目指す。

また、これから環オホーツク観測研究センターが保有してあるデータの公開用のアプリケーションとして、LAS(Live Access Server)を使用する。LAS は IPRC (International Pacific Research Center) と共同でデータの共有を Web 上で行い、さらにデータの観覧に関しては、ブラウザなどを用いて簡単に出来るようにしたものである (<http://apdrc.soest.hawaii.edu/> を参照)。また LAS の日本語化も検討中である。

6. 謝辞

本情報システムのゲートウェイの設定などは住商情報システム株式会社に、サーバ全般(OpenPBS など)の設定に関しては SGI 株式会社に協力していただいた。LAS は IPRC の Shen, Yingshuo 氏に設定していただいた。ここに深く感謝します。

気象・海象・海氷観測プラットフォームの紹介

高塚 徹、石川正雄
白澤 邦男
マッティ レパランタ

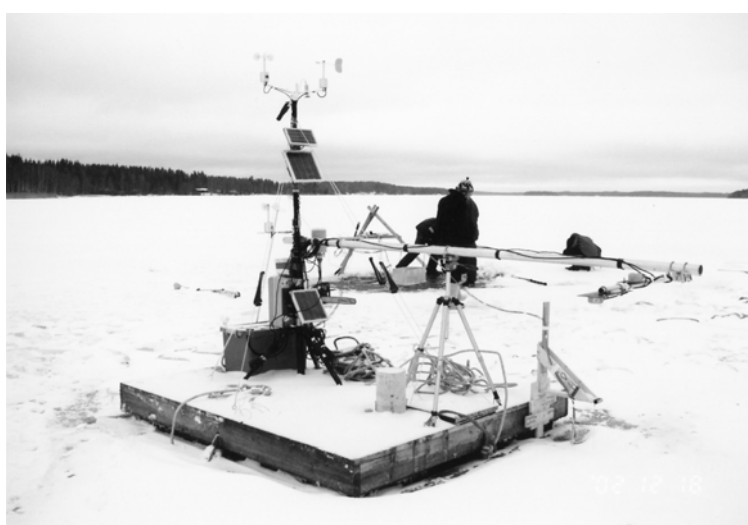
北大低温研 技術部
北大低温研 環オホーツク観測研究センター
ヘルシンキ大学

I.はじめに

1999年、北大低温研とヘルシンキ大学で「オホーツク海とバルト海の海氷気候の比較研究—海氷が生成し、成長、融解、崩壊するまでの一連の過程での気象、海洋、海氷のパラメータを測定する—」研究観測が始められた。そのため、結氷前から海氷が成長し、崩壊するまでの連続観測行うことができる気象・海象・海氷観測プラットフォーム(以後プラットフォーム)を作成した。(第1図、第2図)



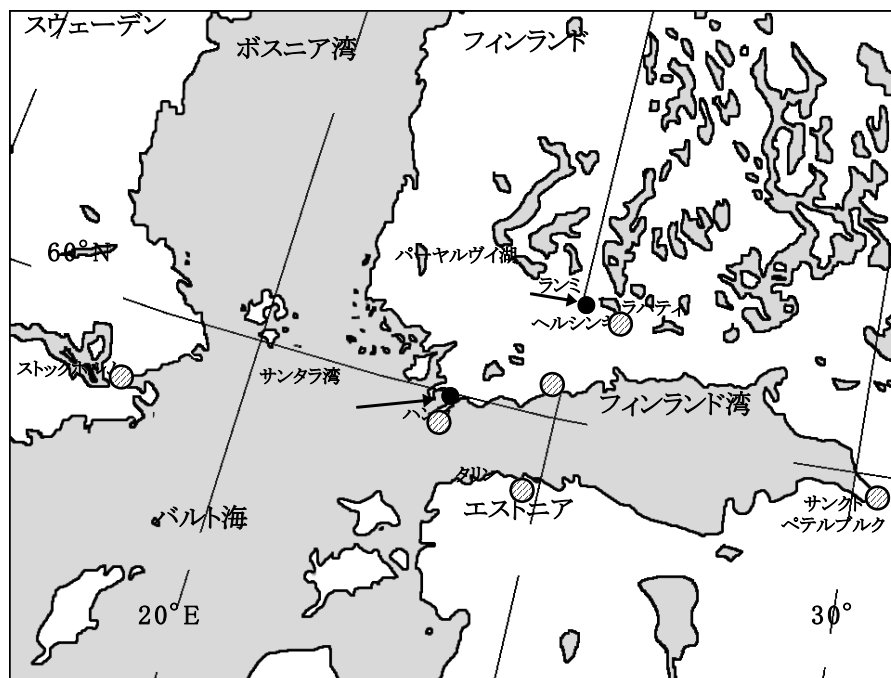
第1図 気象・海象・海氷観測プラットフォーム



第2図 氷に囲まれたプラットフォーム

II. 観測地

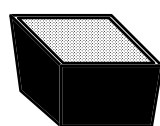
観測地は、フィンランドのハンコ近郊のサンタラ湾(1999年～2001年)、ランミ近郊のパーヤルヴィ湖(2002年～2003年)で、12月から翌年5月の結氷前から融解後まで定点観測を行った。(第3図)



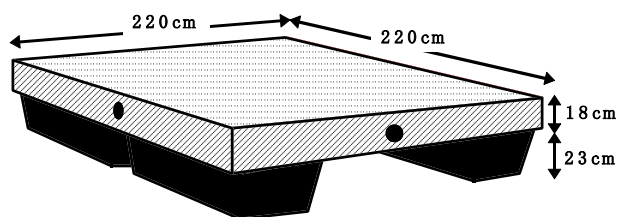
第3図 観測点

III. プラットホームの作成

土台となるフロートはヘルシンキ大学が作成し、それに設置する気象、海象と海水観測装置のシステムは北大低温研が構成し作成した。箱状のプラスチックの中に発泡スチロールが詰まっている浮き4個に、上面と側面に板を張り付けて縦220cm×横220cm×高さ41cmのフロートを作成した。各側面には固定用アンカーのロープをつなぐ穴が開けてある。フロートの総重量と浮力は分からないが、水に浮かべた時に観測システム約50kgと大人3人(約200kg)が乗っても沈まないものである。(第4図)



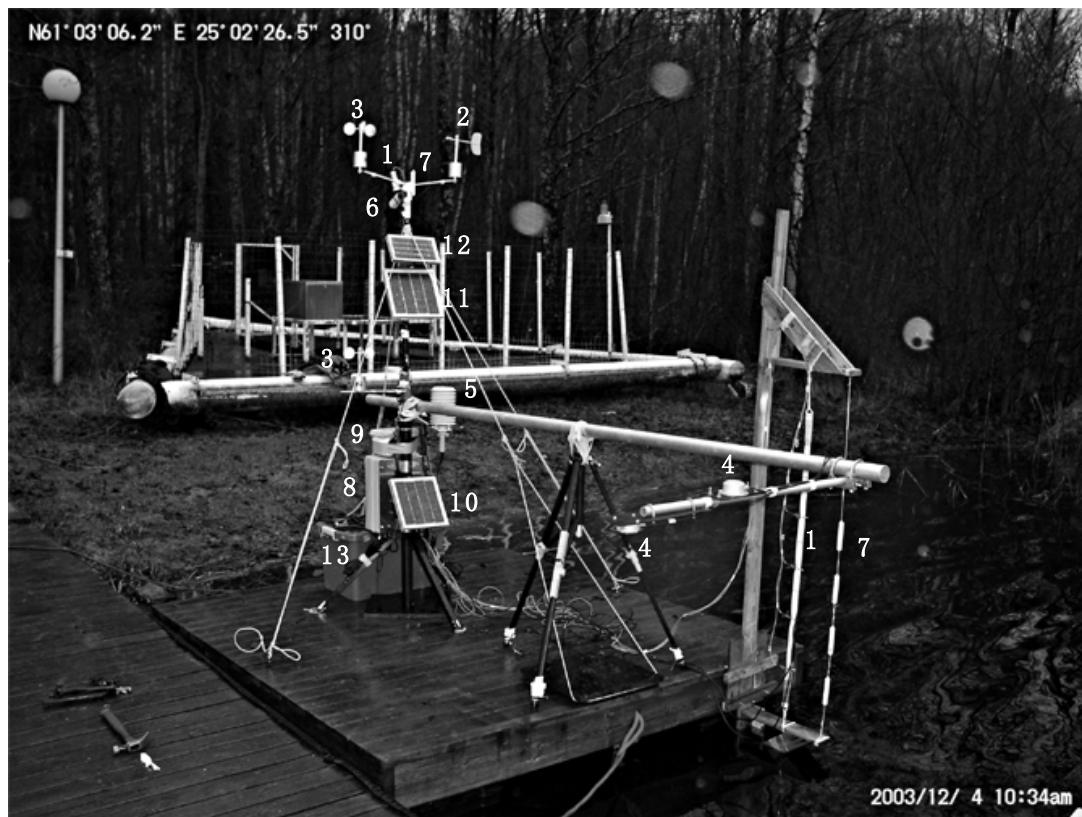
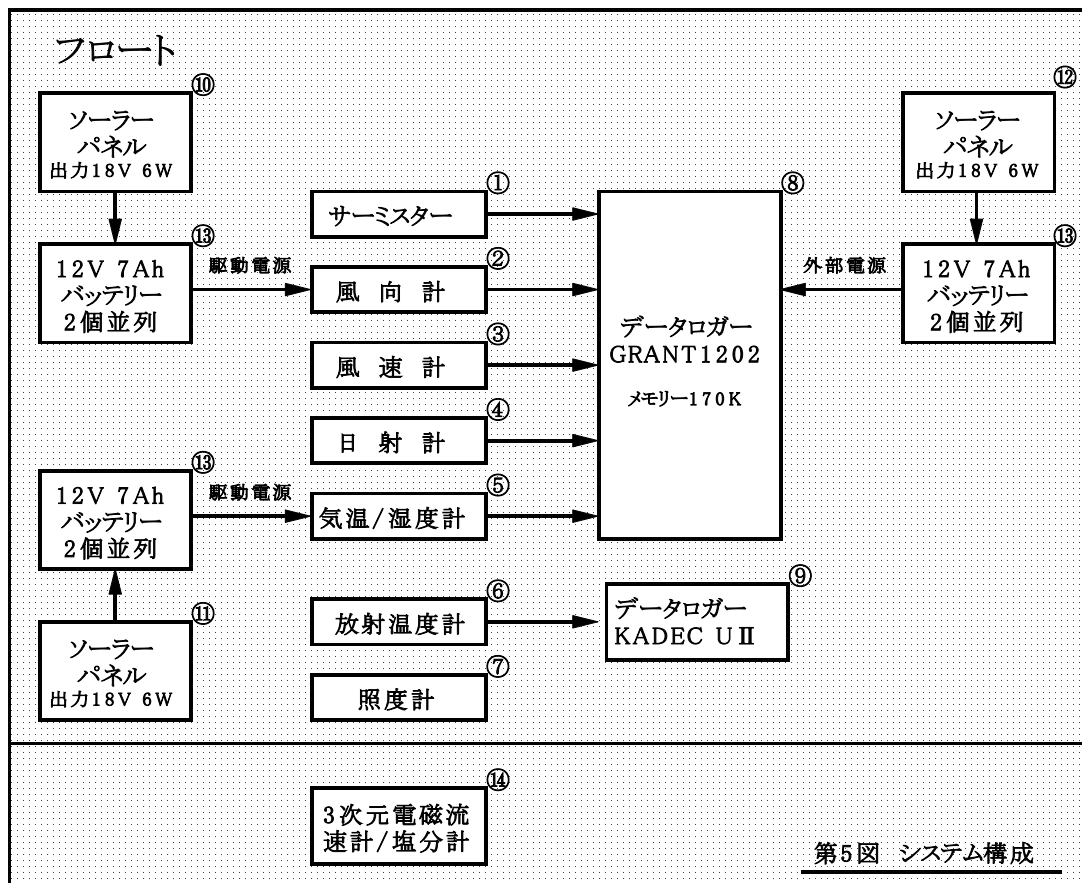
発泡スチロールが詰まっているプラスチックの箱



第4図 フロート部分

IV. 観測システムの構成

海上の気象、海象と海氷を測定するための観測システムの構成と作成をした。
(第5図、第6図)



第6図 気象・海象・海氷観測プラットフォーム

V. プラットホームの設置

プラットホームの設置手順を以下に示す。

(1) フロート、水辺に着水



(2) アンカーの取り付け(4個)



(3) フロートに観測システムを設置
日射計、照度計、ソーラーパネルを同じ方向に
向けて固定する



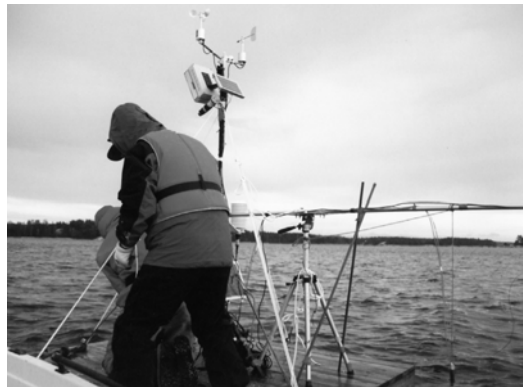
(4) プラットホームを観測点に移動



(5) プラットホームの固定
ソーラーパネルを南に向けて、4個のアンカーを落す
アンカーのロープを調整しながらプラットホームが回転
しないように固定する



(6) 水温計のレベル調整をして終了



VI. おわりに

気象・海象・海氷観測プラットフォームの作成において、1995年からサハリン・チャイボで継続観測している気象システム(低温研技術報告第5号参照)を参考にした。そのため、改善点が明確で作成に大いに役立った。設置にあたって、12月のフィンランドは日の出が午前9時頃、日の入りが午後3時半頃で日照時間が短く、外での作業は4時間ほどであった。観測システムは事前に屋内で組み立て、観測地の水辺でフロートに固定するなどし、最小限の作業で行うことを務めた。

プラットフォームの作成に関しての問題点として、海が結氷していないときなど、プラットフォームが若干回転して絶対風向が測れないこと上げられる。改善策として磁気方位センサーを付けることなどが考えられる。



2002.12.18 ランミ、パーヤルヴァイ湖にて

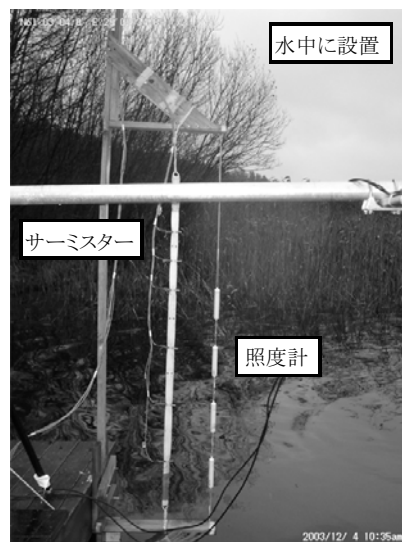
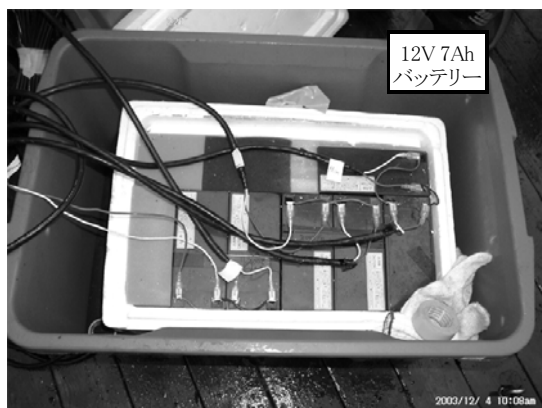
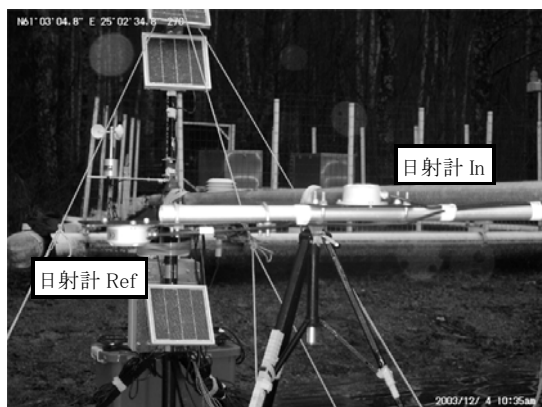
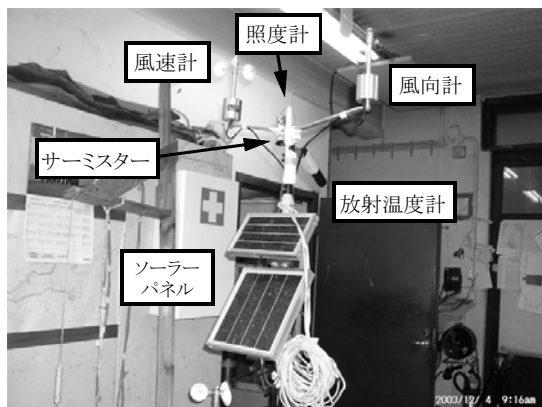
最後に、この観測においてフィールド技術支援に携わった皆様、お疲れ様でした。

P.S. 流速計の設置



VII. 付録

気象・海象・氷上観測プラットフォームに設置した観測機材。



短波海洋レーダによる宗谷暖流の観測

江淵 直人・深町 康・大島 慶一郎・白澤 邦男・石川 正雄・高塚 徹・大坊 孝春・若土 正暁

1. はじめに

宗谷海峡域および紋別沖の海況のモニタリングを目的として5局の短波海洋レーダを設置した。本報では、この海洋レーダシステムの概要を紹介するとともに、宗谷海峡域において行った漂流ブイとの比較実験の結果、巡視船の ADCP 観測データとの比較結果、および宗谷暖流の季節変動に関する解析結果について報告する。

2. 短波海洋レーダシステムの概要と観測例

短波海洋レーダは、沿岸のレーダ局から送信した短波帯の電波が、海面から後方散乱される信号を受信し、そのドップラーシフトから、海洋表層の流速を計測するものである。一つのレーダ局によって、視線方向（レーダ局に近づく、もしくは遠ざかる方向）の流速成分が観測できるので、同一海域を複数のレーダ局によって観測することにより、表層の流速・流向を計測できる。

北大低温研海洋レーダシステムは、宗谷海峡域の3局（ノシャップ岬、宗谷大岬、猿払）および紋別沖海域の2局（紋別、雄武）からなる。レーダ局の位置および想定される観測範囲を図1に示した。各局とも米国 CODAR Ocean Sensors 社製の SeaSonde を採用した。宗谷海峡域の3局は観測周波数が 13.9 MHz で、空間分解能は 3 km、観測レンジは 60~70 km で、宗谷海峡全域をカバーできるように設定した。宗谷海峡域3局の諸元を表1に示した。紋別沖海域の2局は、観測周波数を 24.5 MHz とし、空間分解能 1.5 km、観測レンジ 40~45 km として、沿岸のより小さいスケールの流速場を捉えるとともに、冬季の海氷域における海水の漂流速度の観測の可能性についても調べることを考えた。観測時間間隔は両海域とも1時間に設定した。

各レーダ局および札幌の低温研内に設置した中央局は ISDN 回線によって結ばれ、レーダ局の監視、制御、データ収集などが自動的に行われるシステムになっている。また、2005年9月より、リアルタイムの観測データを環オホーツク観測研究センターのホームページで一般公開しており、6時間毎の最新データおよび過去25時間のアニメーションを見ることができる。

図2に観測された流速場の一例として、2003年8月17日20時（日本時間）の流速ベクトル場を示した。宗谷海峡から猿払沖へ南東方向に流れる宗谷暖流が

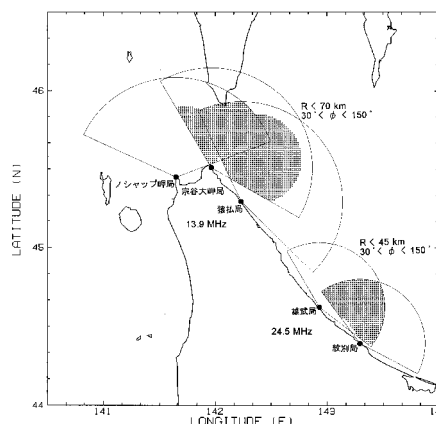


図1. レーダ局の位置および観測範囲

表1. 宗谷海峡域3局の諸元

| | |
|---------|------------------------|
| 変調方式 | FMICW |
| 中心周波数 | 13.946 MHz |
| 掃引周波数帯幅 | 50 kHz |
| 掃引時間間隔 | 0.5 s |
| 送信出力 | 80 W (max), 40 W (ave) |
| レンジ分解能 | 3.0 km |
| アジマス分解能 | 5 deg. |
| 流速分解能 | 2.25 cm/s |
| 送信アンテナ | twin monopole |
| 受信アンテナ | single cross loop |

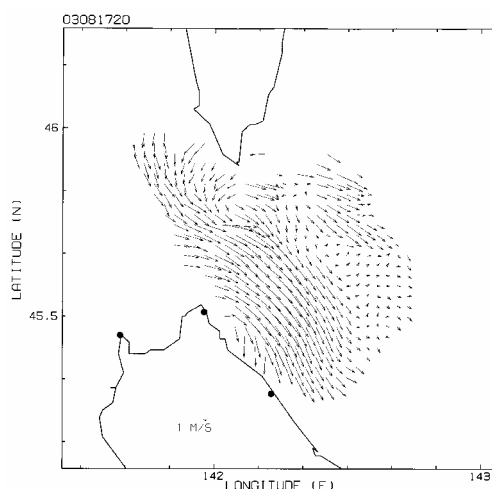


図2. 2003年8月17日20時（日本時間）の流速ベクトル場

捉えられている。また、Ohshima (1994) が数値モデル実験で示したサハリン西岸を南下し宗谷海峡を通過する流れも明瞭に現れている。

図3に示した A~I の代表点について、毎時の流速のスティックダイアグラムを図4に示した。いずれの点でも、日周潮成分が卓越する様子が示されている。また、宗谷暖流が流れる E, F, H, I の各点では、南東向きの強い平均流と日周潮の潮流を重ねた変動を示している。

3. 漂流ブイ観測との比較結果

海洋レーダとの比較を目的として、2003年12月~2005年11月に宗谷海峡域において計13基のオーブコム衛星システム対応型漂流ブイ（ゼニライト社製 ZTB-R1）を投入し、毎時の位置を追跡した。図5に、ブイの漂流速度とレーダで観測された流速と

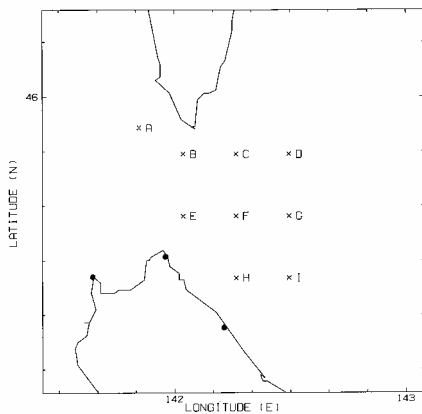


図3. 代表点の配置

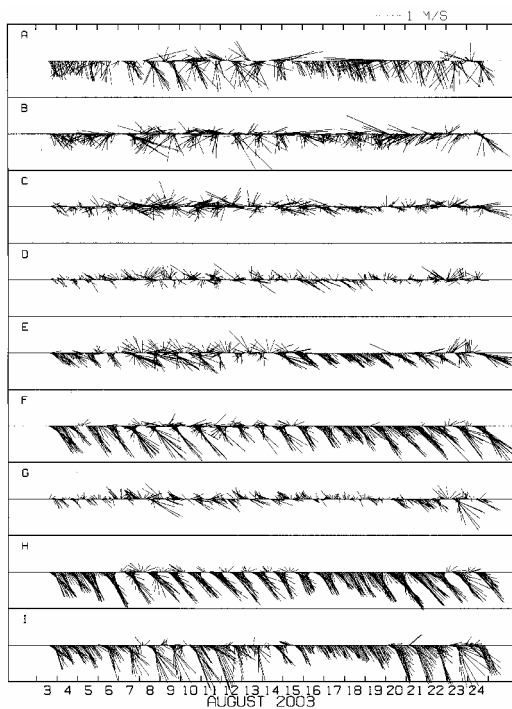


図4. 代表点における流速ベクトルの変動

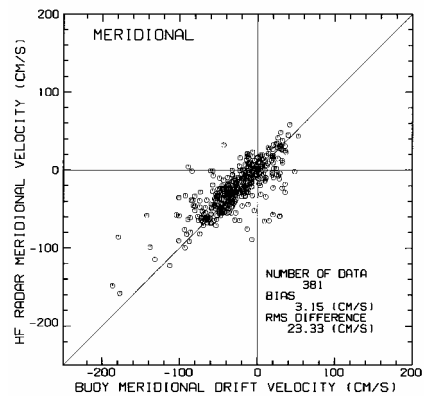
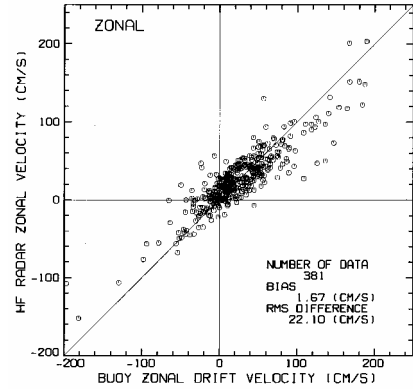


図5. 漂流ブイの移動速度との比較結果
(上段：東西成分, 下段：南北成分)

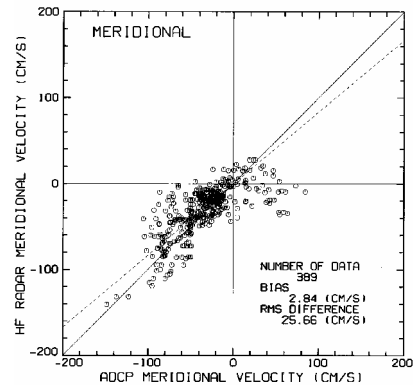
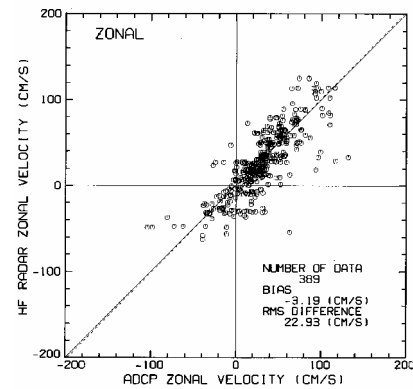


図6. 船舶搭載 ADCP 観測データとの比較結果
(上段：東西成分, 下段：南北成分)

1 時間毎の値の比較結果を示す。東西成分、南北成分とも、非常によい一致を示し、残差の標準偏差は 20 cm/s 程度であった。

4. ADCP 観測データとの比較結果

第一管区海上保安本部 海洋情報部より提供いただいた巡視船による ADCP 観測データとの比較を行った。最浅観測層の 5 分毎の生データを 15 分移動平均して、船の移動距離と海洋レーダの分解能 (3 km) がほぼ一致するようにした。比較結果を図 6 に示す。東西成分、南北成分ともよい一致を示し、残差の標準偏差は 20 cm/s 程度であった。漂流ブイとの比較結果に比べて若干ばらつきが大きいのは、ADCP と海洋レーダの観測深度の違いによるものと考えられる。

5. 宗谷暖流の季節変動

潮流成分を除いた宗谷暖流の変動を見るために、各格子点の時系列データに 25 時間の移動平均を掛けた後、日平均値を計算した。図 7 に示した浜鬼志別沖のラインを横切る南東流成分の月平均プロファイルを図 8 に示した。

このラインでは、宗谷暖流は幅 40~50 km にわたり、最大流速は岸から 20~30 km に存在する。また、最大流速は、8 月~9 月に最大となり、1 m/s を超える値を示している。また、1 2 月から急激に流速が弱くなる様子が見られる。これらの特徴は、過去の船舶観測、係留観測等で知られている宗谷暖

流の特徴 (例えば、青田, 1975; 1984; 松山他, 1999 など) とよく一致している。

宗谷暖流の駆動源は、日本海とオホーツク海の水位差と考えられており、水位差の変動と宗谷暖流には密接な関係があることが知られている (例えば、青田, 1975; 1984; 松山他, 1999)。図 7 のラインを横切る南東流成分から求めた宗谷暖流の表面流量と稚内~網走の潮位差の日平均値の比較を図 9 に示した。稚内、網走の毎時潮位データに 48 時間タイドキラーフィルターを施した後、日平均潮位を求め、気象官署の日平均気圧データで気圧補正を行って、潮位差の日平均値を求めた。10 日前後の短周期の変動および季節変動について非常によい一致が見られる (相関係数は 0.75)。

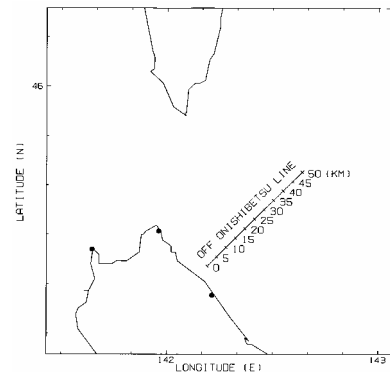


図 7 . 浜鬼志別沖ラインの位置

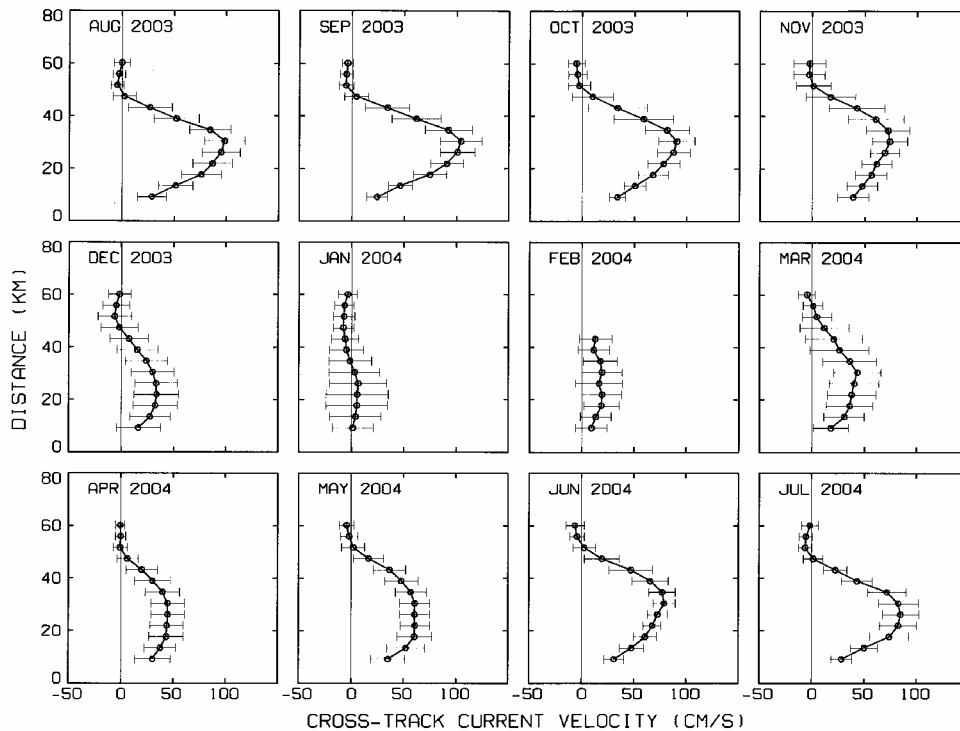


図 8 . 浜鬼志別沖ラインを横切る南東流成分の月平均プロファイル

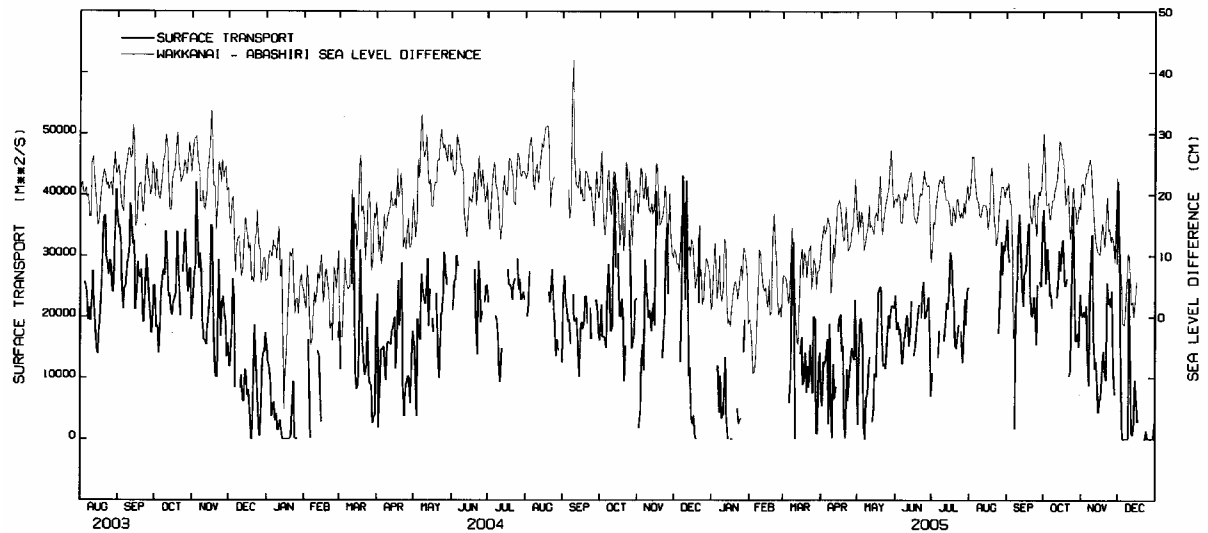


図9 . 浜鬼志別沖ラインを横切る南東流の表層流量（太線）と稚内ー網走の水位差（細線）

謝辞

短波海洋レーダ局の設置に関して、北海道稚内土木現業所、網走土木現業所、紋別市、雄武町、猿払村、宗谷漁協、猿払漁協、紋別漁協、稚内市青少年科学館、稚内市江戸正治氏のご協力をいただいた。また、漂流ブイ観測を行うにあたり、北海道立中央水産試験場海洋環境部長 大槻 知寛 氏、同 主任研究員 田中 伊織 氏、稚内水産試験場資源管理部長 吉田 英雄 氏、稚内水産試験場 試験調査船 北洋丸の船長ならびに乗組員、乗船研究員の皆様のご協力をいただいた。巡視船による ADCP 観測データは、第一管区海上保安本部海洋情報部より提供を受けた。沿岸潮位のデータは日本海洋情報センターのウェブ

サイトから、気圧の日平均データは気象庁ウェブサイトから取得した。関係各位に深謝する。

参考文献

- 青田昌秋, 1975, 低温科学, **33**, 151-172.
- 青田昌秋, 1984, 沿岸研究ノート, **22**, 30-39.
- 花輪公雄・三寺史夫, 1985, 沿岸研究ノート, **22**, 67-82.
- Ohshima, K.I., 1994, *J. Geophys. Res.*, **99**, 9928-9940.
- 松山優治・青田昌秋・小笠原勇・松山佐和, 1999, 海の研究, **8**, 333-338.

低温科学研究所に勤めて

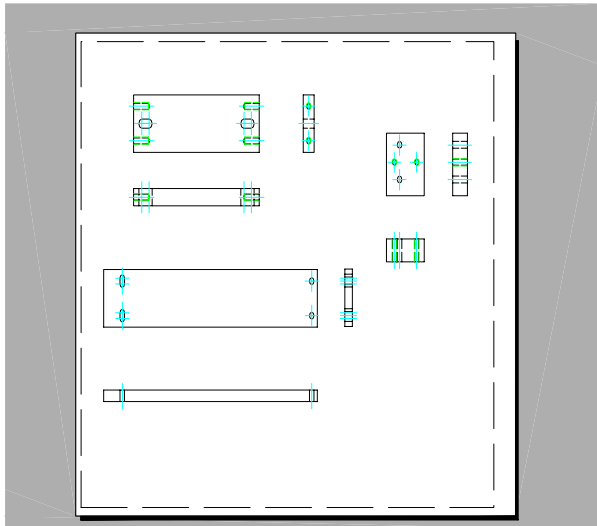
技術部 藤田 和之

・はじめに

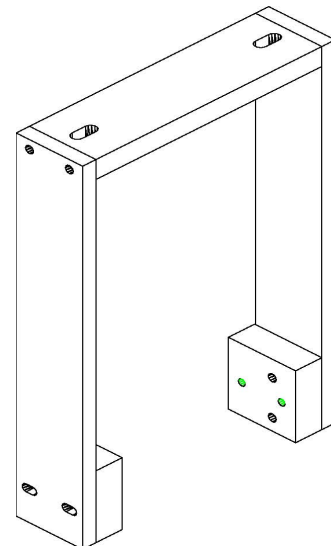
平成 15 年 4 月の入所以来、早くも 3 年が経とうとしています。この間多くのことを学び経験してきたことの一部と、高エネルギー加速器研究機構で行われた TIG 溶接の研修報告を致します。

1. 設計・製図・製作

レーザー距離計を船に取り付けるための台を依頼され、使用場所が海ということで材質は金属ではなく MC ナイロンを用いました。ビス止めの部分は、海面に対して垂直になるように、少し左右に動かせる長穴にしました。製作図は 3 次元の製図ソフト (Mechanical Desktop 6) を使い作成しました。



製作図面



3次元図面

この製品は主にフライス盤を使い加工いたしました。MC ナイロンは金属に比べて軟らかいので、フライス盤では切削しやすかったが、ボール盤での穴あけ作業では食い込みやすく、刃先部を少し落としたドリルを使用して食い込みを抑えました。このように設計から製作まで一貫した作業を行いました。



レーザー距離計取り付け台

2. 高エネルギー加速器研究機構（KEK）での溶接研修報告

平成18年2月21日から23日の3日間に行われた TIG 溶接の研修に中鉢氏と参加してきました。

研修では平鋼やパイプを使い基本的な練習をしてから、最終日にステンレスの真空容器を溶接してリークチェックするというものでした。研修に使用した真空容器は使用済みの真空容器を研修用に解体し、更に新しい部品を作製し持ち込みました。

基本練習の溶加棒を用いた溶接は初めてでした。始めのうちは溶加棒を押し出す動作がスムーズに出来ず苦労しましたが、指導者の原氏(KEK)の元で練習を重ねて徐々にコツをつかむことが出来ました。

リークチェックでは、見た目ではわからなくてもリークがある場合は真空容器内を真空に引き外側からヘリウムガスを吹き付けると、急激に真空度が低くなる様子がモニターを見るとすぐにわかりとてもいい経験になりました。今回の研修はこれからの業務に役立つことが多々あり、とても有意義な研修となりました。忙しい中研修を受け入れてくれたクラブ空洞グループの皆様には大変感謝いたしております。



今回作製した真空容器

2005年度技術部受入れ研修（TIG 溶接）報告

低温科学研究所 技術部 装置開発室
中鉢 健太

1. はじめに

2005年9月に新規採用されました中鉢です。3月で半年が無事経過しようとしています。初めて使用する機械が数多くあり金属加工初心者の私でしたが、この半年で徐々にではありますが仕事に慣れてきたところです。その間、技術部をはじめとする皆様にはたくさんのご迷惑をおかけしてきましたが、今後ともご指導のほどよろしくお願い致します。

それでは、2006年2月21日から23日に茨城県つくば市の高エネルギー加速器研究機構（KEK）で3日間行われた TIG 溶接の研修に藤田氏と二人で参加してきましたので報告致します。

2. 高エネルギー加速器研究機構での研修内容（研修のながれ）

高エネルギー加速器研究機構の紹介 VTR の視聴→技術部の打ち合わせ見学
→機械工作室見学→溶接機取り扱い→平鋼付け合せ溶接→すみ肉溶接
→配管溶接→真空容器仮付け→真空容器本溶接→リークチェック

TIG 溶接について、トーチの持ち方からはじまり、ビードの盛り方、溶加棒使用時のコツ、適正電流値の見極めの難しさ、母材材料の違いによる差異など数多くのことを学ばせて頂きました。そしてメインは真空容器のフランジを溶接してのリークチェックでした。上下の大フランジ2ヶ所と、他に小フランジが4ヶ所ありましたが、それを一緒に参加した藤田氏と「大1・小2」の半分づつに分け溶接しました。

3. 研修の感想

私は全くの溶接初心者でしたが、高エネルギー加速器研究機構の方は初心者にもわかりやすく溶接機の電源の入れ方から丁寧に教えてくれました。また、期間中はほぼ実技講習でしたので、実際に手本を見せて頂く場面や自分の溶接を実際に見て頂く場面が数多くあり、上達への早道を経験できたと思います。非常に中身の濃い3日間でした。

実際の溶接の方ですが、溶加棒なしのTIG溶接だと思ったようにビードを盛れる場面も多かったのですが、溶加棒を用いてのTIG溶接の際にはなかなか思うような溶接にならず難しさを実感しました。



溶加棒を用いないT I G溶接



溶加棒を用いたときのT I G溶接

溶加棒を用いないT I G溶接では、トーチを両手で持つことができるのでトーチのブレが少なくなります。溶加棒がない分ビードの肉厚が必要な時には向きません。溶加棒を用いたときのT I G溶接では、右手にトーチ、左手に溶加棒を持っています。溶加棒を溶融池に溶かし込むタイミングや、左手のみで溶加棒を母材の方に押し進めていくことには練習が必要だと実感しました。

また、リークチェックの結果ですが最初に $10^{-7}(\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s})$ という値がでました。そのうちにヘリウムガスを吹き付けながらチェックしていくと、私の溶接した大フランジのところで $10^{-3}(\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s})$ という値になり真空値が低く、見事に漏れが確認されました。その後先生が漏れの原因となりそうな箇所を手直しすることによって最終的には $10^{-10}(\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s})$ というリーク値に至りました。これはかなり良い数字とのことでした。また、他の5つのフランジからはリークは発見されませんでした。

今回私はリークチェックというものを初めて経験したのですが、見た目ではわからないリークが数字となって明確に現れるものなので大変わかりやすかったです。

今後も今回の研修で学んだことを業務の方に生かせるようがんばりたいと思います。



今回製作した真空容器

名古屋大学・分子科学研究所での研修報告

中坪 俊一

1. はじめに

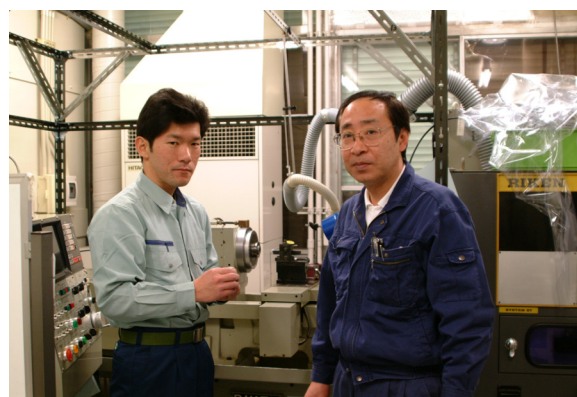
今回、昨年3月まで低温科学研究所におられた現名古屋大学環境学研究科の荒川助教授との実験装置に関する打ち合わせを名古屋大学でおこなうと同時に、技術研修やセミナーをおこなうのはどうか名古屋大学理学部の装置開発室の方々からご提案があり、技術レベルの違いから一瞬ためらいましたが、何事も経験ということで参加させていただきました。名古屋大学や分子科学研究所では日頃よりセミナーなどを開いて、技術職員が切磋琢磨して技術向上を念頭におき日々努力している姿勢が肌で感じました。我々低温研の技術部職員も、今まで以上にコミュニケーションをはかり技術の向上とプレゼンテーション能力を身につける必要性を思い知らされました。また、このセミナーの他に超精密加工の実習を行っていただきましたので、これについてご報告いたします。

2. 超精密加工

数年前より名古屋大学の理学部装置開発室に超精密旋盤（図1）が導入されたということは聞いており、昨年12月に見学させていただいたときに、超精密旋盤と加工された製品を検査する測定器についてご説明はいただいたのですが、このたび1日という短い時間ではありましたが、鳥居技術専門職員にお忙しいなか時間を割いて実際に加工させていただき、その驚くべき精度と緻密な加工技術や測定技術に驚きました。日頃、高精度の加工をおこなう時の我々の目標精度が $10\sim 20\mu\text{m}$ であるのに対し、今回加工させていただいた精度は $0.6\mu\text{m}$ 以下という目では鏡にしか見えない図2のような鏡面仕上げでした。加工技術にも驚かされましたが、それ以上に測定方法・測定技術には驚かされました。日頃、ダイヤルゲージらマイクロメーターで $10\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$ という私には、顕微鏡を用いて測定をし、 $1\mu\text{m}$ の誤差を補正していき図3のような表面粗さ計を用いながら製品を作っていく加工技術は、まるで別世界のように私にはおもえました。



図1 超精密旋盤（理研）



筆者（左）と鳥居技術専門職員（右）

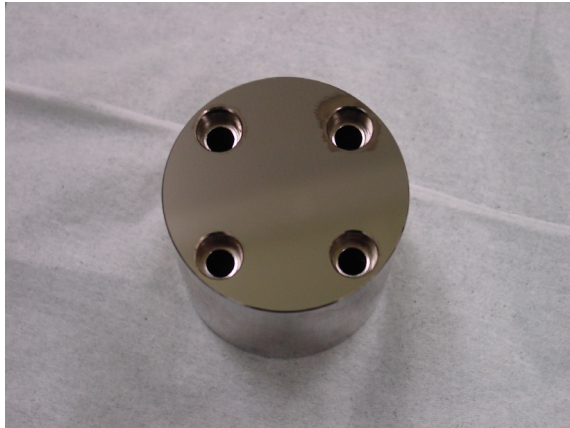


図2 Ni-Pメッキの表面切削

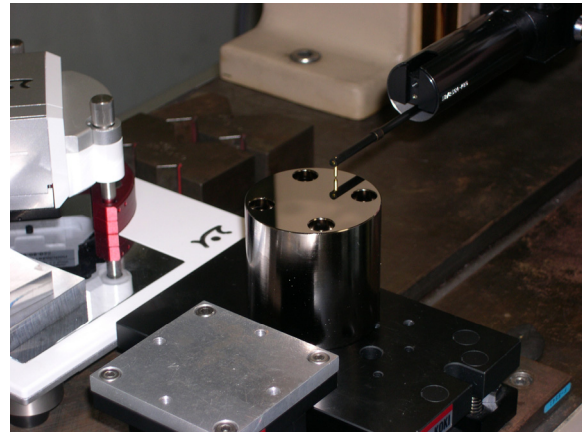


図3 表面粗さを測定中

3. 技術者としての半歩

今回の1週間足らずの研修を終えて感じたことは、低温研と名古屋大学では研究者から求められる要求は違うにしても、同じように大学で働く技術者として、加工技術はさることながら、新たな技術新たな道を模索しながら、日々進歩していく姿勢は見習わなければならないということです。また研修3日目に訪問した分子科学研究所におきましても同様のことが言え、マイクロ加工という新たな技術を研究・修得しており、この分野におきましては当研究所でも、化学・生物系の研究者が増えてきているなか、修得したい技術であると感じました。セミナーの中で分子科学研究所では受け入れ研修をおこなっているとの情報をいただき、「是非お願いします!」と言ってまいりましたので、来年度中には是非実現できるように、働きかけてまいりたいと思っております。

4. おわりに

今回、このような貴重な研修を企画していただきました名古屋大学理学部装置開発室の増田専門官には、お忙しいなか分子科学研究所までお付き合いいただき、誠にありがとうございました。また、超精密加工の実習におきましては、貴重なお時間を割いていただきご指導いただきました鳥居技術専門職員にはお手数をおかけして申し訳ございませんでした。そして名古屋大学・分子科学研究所のセミナーに参加していただきました名古屋大学理学部装置開発室の皆様、分子科学研究所技術課の鈴木課長、青山係長はじめ装置開発室の方々にも心からお礼申し上げます。

最後に、低温研在任時より我々技術職員に対し、多大なるご理解とご協力をいただき今回の研修にもご指導・ご協力していただきました、名古屋大学環境学研究科の荒川政彦助教授には心よりお礼申し上げます。

編集後記

低温科学研究所技術部として組織化がおこなわれてから、14年が経ちました。昨今、教室系技術職員の全学的な統合化や組織の見直しの風潮が強くなっています。その中であって、私たち技術職員は日々の業務をこなして行くだけに留まらず、将来展望としてのポリシーを持つ事が大切になったと感じています。

さて、発足以来10回を開催した後、一時中断していました技術発表会を再開し、低温研技術部の仕事の一端を少しでも書き留める趣旨で『平成17年度 低温科学研究所技術部報告 第11号』を発行することとなりました。

国立大学の法人化以降、他大学や他研究機関は僅かながらも独自性を出しつつ進んでおります。北大も低温研もそうであるように、技術部としても独自性のある創造的な仕事に取り組んで行けたらと思います。今回の技術発表会を新たな一歩として、次世代を担う若手技術職員が様々な形で活躍できる下地につながれば幸いです。

平成18年3月17日

福士 博樹

中坪 俊一

高塚 徹

平成18年3月17日発行
北海道大学 低温科学研究所 技術部
〒060-0819 札幌市北区北19条西8丁目