

**北海道大学低温科学研究所
技術部技術報告**

第 12 号

2007年 2月

平成 18 年度技術部発表会開催に寄せて

昨年に引き続き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、直接面と向かって話し、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 19 年 2 月 28 日
技術部長 江淵 直人

目次

| | |
|---|----|
| 1. 2006年西部オホーツク海航海 (Kh06 航海) の概要 西岡 純・中塚 武・小野 数也 | 1 |
| 2. ロシア・カムチャツカ半島 イチンスキー山水河掘削 佐々木 央岳・新堀 邦夫・的場 澄人 | 5 |
| 3. 紋別沖における海氷の厚さの連続観測 深町 康・大島 慶一郎・小野 数也 | 9 |
| 4. 北サハリンチャイボ新気象システムの紹介 高塚 徹・石川 正雄・白澤 邦男 | 11 |
| 5. モルディブとスマトラへのドップラーレーダーの移設と観測概要報告 藤吉 康志・川島 正行・大井 正行・中坪 俊一 | 15 |
| 6. 短波海洋レーダ画像の自動アップデートの仕組み 小野 数也 | 18 |
| 7. 塵衝突シミュレーション 和田 浩二・田中 秀和・陶山 徹・木村 宏・山本 哲生 | 21 |
| 8. NCフライス盤のレトロフィット 新堀 邦夫・石川 正雄・高塚 徹・中坪 俊一・藤田 和之・中鉢 健太 | 25 |
| 9. 透過型電子顕微鏡を用いた生化学実験について 後藤 由佳子 | 29 |
| 10. 水素原子冷却管の製作 藤田 和之 | 31 |
| 11. ロボットアーム (RM-101) 制御の試み 福土 博樹 | 35 |
| 12. 広報支援業務 ~ 図の作成 小野 数也・千貝 健 | 39 |
| 13. 停電後の PC やネットワークのトラブル 千貝 健・福土 博樹 | 41 |
| 14. 低温研ウェブサーバアクセス解析 2006/02-2006/11 千貝 健 | 44 |

2006年西部オホーツク海航海（Kh06航海）の概要

西岡 純・中塚 武・小野 数也

環オホーツク・海洋環境、環オホーツク(兼)・技術部先端技術支援室

1. 研究の概要

窒素、リン、珪素などの栄養塩の残存する北太平洋亜寒帯外洋域では、基礎生産が低レベルで季節の変動が小さく、微量栄養物質である鉄の不足が海洋植物プランクトンの増殖を制限している事が明らかになっている(Tsuda *et al.*, 2003; Boyd *et al.*, 2004)。一方、オホーツク海や隣接する親潮海域および西部北太平洋亜寒帯域からなる「環オホーツク海域」は、基礎生産に大きな季節的な変動がみられる。春から夏に高い基礎生産を持つ「環オホーツク海域」は、水産資源にとって貴重な海域である事が古くから知られている。また、最近の研究では気候変動の影響が基礎生産や物質循環に顕著に現れる海域としても重要性が高まっている。我々低温科学研究所は「環オホーツク海域」の基礎生産の変動メカニズムを解明するために、海洋内の微量栄養物質である鉄分に着目して物質循環研究を進めている。

一般的に海洋外洋域への鉄の供給源としては大気経由で運ばれてくるダストの寄与が大きいと考えられてきたが、近年それに加え、河川や大陸棚を經由して海洋循環によって外洋へ輸送される鉄によって高い基礎生産が支えられている可能性が指摘されている(Lam *et al.*, 2006)。一方、これまでに低温科学研究所で行われたオホーツク海の集中観測によって、環オホーツク圏は独自の海洋循環と物質循環を持つことが明らかになっている。アムール川河口が位置するオホーツク海北西陸棚域では、海水生成量が非常に多く、この海水生成にともない多量の低温・高塩分・高密度分水(ブライン)が陸棚に排出され、高密度陸棚水が形成される。この水はサハリン東岸沖の中層等密度面を南下し、オホーツク海さらには北太平洋の中層(400-800m)へと広がっていく。この陸棚底層起源の低温・高塩分・高密度の中層水(DSW: Dense Shelf Water)とその影響を受けて形成される北太平洋中層水(NPIW: North Pacific Intermediate Water)には、大陸棚起源の多くの物質がとりこまれ、中層水の循環によってオホーツク海から親潮域・西部北太平洋の広範囲へ物質が輸送されている(Nakatsuka *et al.*, 2002; Nakatsuka *et al.*, 2004)。我々の研究グループはこのオホーツク海独自の中層水を介した物質循環によって、大陸棚から微量栄養物質である鉄分が外洋域へ移送されていることを想定し、この大陸棚起源の鉄が西部北太平洋を含む海域の基礎生産にどのように影響を与えているかを明らかにするために観測研究を進めている。

2. 2006年クロモフ号航海の概要

この研究に関連し、2006年8月13日から9月14日に西部オホーツク海域の研究調査航海を実施した(図1)。上記のこれまでの知見から推測すれば「環オホーツク海域」において鉄の循環を明らかにするためには、従来から行われている大気からの鉄供給の研究に加えて、オホーツク海北西部大陸棚を含めた海洋内の地球化学的な鉄の循環を明らかにしなければならない。本研究では、1) 海洋循環に支配される3次元的な鉄循環、2) 供給・移送・除去過程における鉄の存在状態の変化(溶解、粒子化、無機化、有機化など)、3) 基礎生産に寄

与する鉄供給過程の把握および植物プランクトンによる利用能、などに焦点を当てて研究航海を行った。その結果、オホーツク海内部の鉄や栄養塩の循環を解析するためのサンプルの取得、基礎生産量を把握するための実験や光データの観測、植物プランクトンの鉄利用に関する培養実験などに成功した。これらのサンプルおよびデータは現在分析および解析中であるが、今の所オホーツク海の北西部大陸棚を起源とする鉄が、中層水循環によって、北太平洋の外洋の広範囲へ移送されているという我々の仮説を支持している。これら移送されている鉄は、千島列島付近の潮汐混合と親潮域の冬季混合などで表層に回帰し、表層の基礎生産に利用されている可能性が高い。

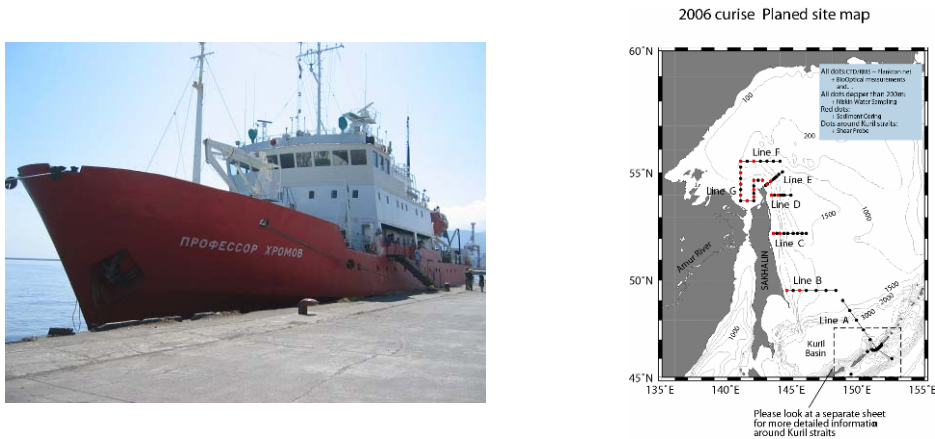


図1 研究調査船クロモフ号 (左) と観測点 (右)
(全観測点にて塩分・溶存酸素の採水および分析を実施した)

3. 技術部の貢献

2006年西部オホーツク海航海の実施において、海洋内の塩分・溶存酸素等基礎パラメータの測定、船上における観測作業のサポートおよび船上にて利用した諸実験設備・観測設備の製作に関して技術部に数多くのサポートを依頼した。

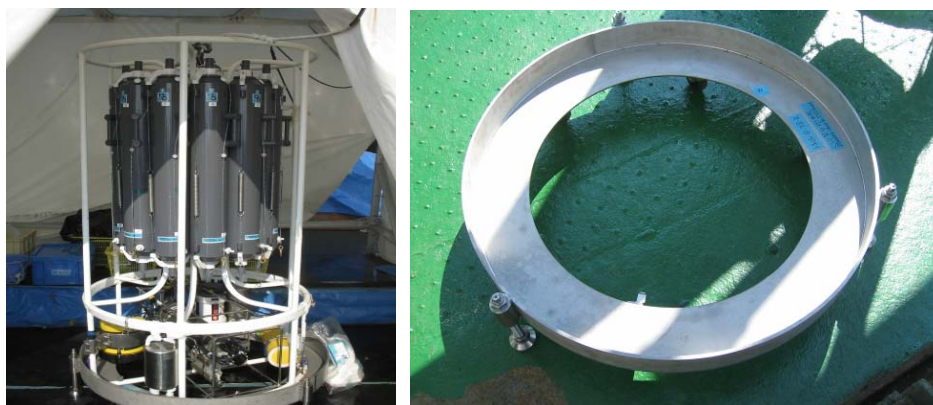
上記に記したとおり、本航海では海洋内の3次元的鉄の循環を明らかにすることが目的の一つとなっているため、化学パラメータに加えて物理的な水塊の把握が必要である。そのため水塊を把握するための重要なパラメータである塩分・溶存酸素を全観測点で測定する必要がある。その準備・観測・測定作業は技術部・先端技術支援室を中心に実施した (図2)。



図2 船上での溶存酸素 (左) および塩分測定用オートサルの様子 (右)

海洋の鉄と植物プランクトンを研究するためには「低濃度の鉄を正確に測定する」ことが必要になる。鉄は様々な船上・分析環境に存在しているため容易に汚染を受ける。また、海水中の鉄は不安定で除去され易いため、濃度が極めて低い。そのため海水中の鉄濃度の分析や植物プランクトンと鉄の関係を調べていく手法では、採水・分析の過程でクリーン技術と呼ばれる特殊な技術を用いて汚染や吸着を厳密に避けなければならない。厳密なクリーン技術は、採水器・採水ボトルの材質（テフロンコート）、採水機材や実験道具の酸洗浄、採水ワイヤーの整備、船上のクリーン実験室の整備、クリーンろ過、超純水の確保、分析試薬の精製など、採水から分析に至る広範囲にわたる。また船上に必要な装備を整えることが重要になる。研究船によってはクリーン実験室やチタン製アーマードケーブルなど専用の設備を有しているが、それ以外の研究船ではクリーン採水・分析を行うための採水および分析環境の整備が必要になる。これらを着実に実行することによって初めて、後の議論に耐えうるデータが得られる。2006年西部オホーツク海の観測航海で使用した Far Eastern Regional Hydrometeorological Research Institute (FERHRI) 所有の研究調査船クロモフ号においても、鉄を研究する上での装備を整える必要があった。下記に船上で使用した技術部・装置開発室にて製作したものを示す。

A) CTD-フレーム台座



CTD センサーと採水システムを備えたフレームを船上でクリーンに扱うためにステンレスの台座を製作した。

B) CTD-採水用防風用のテントの製作

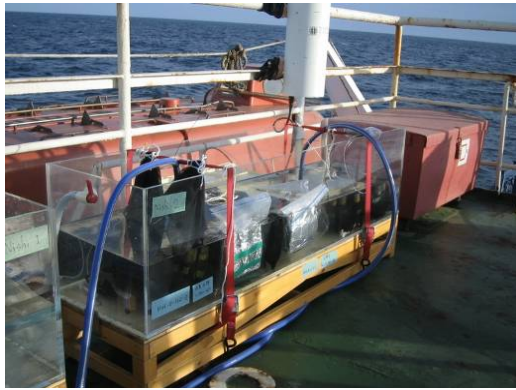


無風で採水を行う環境を確保するために、甲板上にアルミフレームおよびキャンパス地からなるテントを製作し設置した。

C) ウインチシフター用ステンスロールの製作と取り付け

採水時の汚染を防ぐため、ウインチからワイヤーが導入される鋼鉄製のシフターの部分にステンレスを巻き込み、錆びからワイヤーの汚染を防ぐように船上設備を現場で改造した。

D) 培養実験用水槽の製作



微量栄養物質である鉄と植物プランクトンの関係を調べるため、培養実験用の水槽を製作し設置した。

E) 船上クリーンルーム用エアフィルターユニット加工



海洋中の鉄分を船上で分析するために簡易のクリーンルーム内にクリーンエアを送り込む送風機の改造を行った。

F) 大型冷蔵庫枠の取り付け



本航海に用いた調査船には研究用冷蔵庫が無い
ため大型の冷蔵庫を船内に設置する必要があった。
それらを船内に固定するための枠の製作を行った。

4. まとめ

2006年西部オホーツク海航海を実施し観測を成功させるためには、技術部のサポートが不可欠であった。今後も本研究を進めるにあたって研究航海が予定されており、それらの成功のためにも継続的にサポートをお願いする次第である。

5. 参考文献

- Boyd, P.W. *et al.* (2004), *Nature*, **428**, 549–543.
Nakatsuka, T. *et al.* (2002), *Geophys. Res. Lett.*, **29**, 10•13.
Nakatsuka, T. *et al.* (2004), *J. Geophys. Res.*, **109**, doi: 10.1029/2003JC001908.
Tsuda, A. *et al.* (2003), *Science*, **300**, 958–961.
Lam, P. J. *et al.* (2006), *Global Biogeochem. Cycles*, **20**, doi:10.1029/2005GB002557.

ロシア・カムチャツカ半島 イチンスキー山氷河掘削

佐々木央岳 新堀邦夫 的場澄人

1. はじめに

北部北太平洋では十年～数十年周期で気候状態が大きく変わる、いわゆるレジームシフトと呼ばれる現象が生じている。その原因については未だ議論の最中であるが、最近、レジームシフトは気候に起こるだけでなく海洋の生態系にも大きな影響を与えている可能性が指摘されている。演者らは、「北部北太平洋の気候のレジームシフトと海洋生態系の変動は、大気を通じて輸送されるアジア大陸起源の微量金属を含む栄養塩フラックスが媒介してつながっているのではないか？」という仮説をたて、これを証明するために北部北太平洋をとりまく地域の雪氷コア解析を継続している。カムチャツカでは、1998年にウシュコフスキー山でアイスコアを採取した。しかしこの山はいくつかの活火山に隣接しており、アイスコアには火山から噴出した大量の化学成分が含まれていたため、十分な情報を得られなかった。そこで我々は、火山から離れた場所に位置するイチンスキー山でのアイスコア掘削を計画し行なった。

2. イチンスキー山

イチンスキー山はロシア・カムチャツカ半島の中央部に位置する成層火山で、カムチャツカ中央山脈最高峰(3607m)である(図1)。山頂には径3×5kmのカルデラがあり、氷冠に覆われている。イチンスキー山は完新世に数度噴火しており、最初の噴火は1万～1万5千年前、最後の噴火は千8百～数百年前と考えられている。氷河は山頂のカルデラから北東側と南西側の両方へ流れ出している。

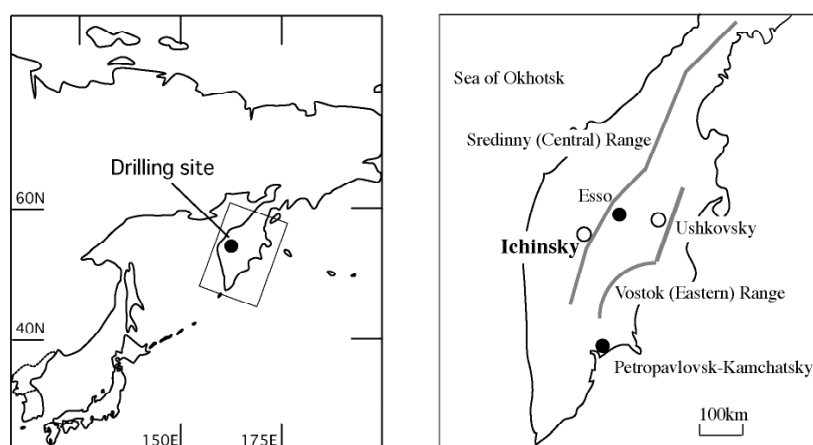


図1 観測サイト

3. 隊員

本プロジェクトは、ロシア科学アカデミー・火山地震研究所と日本の総合地球環境学研究所および低温科学研究所による国際共同プログラムとして行なわれた。本プロジェクトに参加した隊員は以下の通りである。

| | |
|------------------------------------|--------------|
| 的場澄人 (低温科学研究所) | 隊長、氷河学 |
| Sergei Ushakov (火山地震研究所) | 設営責任者、火山学 |
| 新堀邦夫 (低温科学研究所) | 掘削担当責任者 |
| 山崎哲秀 (地球工学研究所) | 掘削担当 |
| Alexander A. Ovsiannikov (火山地震研究所) | 設営、火山学 |
| Alexander G. Manevich (火山地震研究所) | 設営、地球物理学 |
| Tatyana M. Zideleva (火山地震研究所) | 料理、氷河学 |
| Stanislav Kutuzov (ロシア科学アカデミー) | 掘削アシスタント、氷河学 |
| 佐々木央岳 (環境科学院) | アイスコア解析、氷河学 |
| Yaroslav D. Muravyev (火山地震研究所) | 地上支援、火山・氷河学 |

4. 行程

8月7日に火山地震研のあるペトロパブロフスクカムチャツキーから、イチンスキー山へ向うヘリコプター基地となるエツソへ1500kgの装備はトラックで、隊員はバスで移動した。

8月10日にヘリコプター (MI8) でイチンスキー山のふもとの中継点を経てイチンスキー山頂へ移動した。中継点へは1回のフライトで、そこから山頂のカルデラまでは4回のフライトに分けて移動した。

キャンプ設営後、8月11日の午後からアイスコア掘削を開始し、8月16日の午後に掘削を完了した。8月16日の夜から17日の朝にかけて掘削孔温度の測定を行なった。掘削に並行してアイスコアの密度測定、層構造観察および全コアの半分にあたる表面から深さ約47.22mまでの化学分析用サンプルの作成を行なった。

8月21日、隊員および装備とアイスコアは、同じヘリコプターで2回のフライトに分けてエツソへ飛んだ。1回目のフライト中にヘリコプターが故障したため中継点を経由せずにエツソへ直行した。アイスコアはエツソに待機していた冷凍車に積み、同21日にペトロパブロフスクカムチャツキーへ輸送した。

5. キャンプサイト

キャンプ施設には、掘削テント、キッチンテント、居住テント、アイスコア解析用トレンチを設置した (図2)。掘削点には、氷河の歪みが少なく厚さが最大と我々が

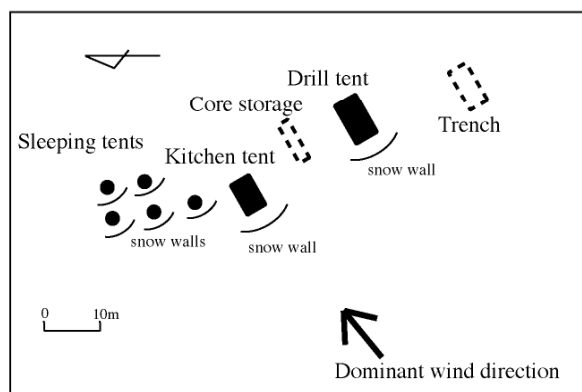


図2 キャンプサイト

信じた平坦な場所を選んだ。強風に備えて、テントは 50cm 掘り下げて設置し風上に 1m の雪壁を建てた。トレンチは深さ 2m、縦 4m、幅 2m に雪面を掘り、ベニヤ板とビニールシートで屋根がけをした。トレンチ内には長さ 3m の作業台と長さ 1m のライトテーブルを作成し、バンドソーを設置して中でアイスコアの解析を行なった。

6. アイスコア掘削

アイスコア掘削には（株）地球工学研究所で作成されたエレクトロメカニカルアイスコア掘削システムを用いた。このシステムは 2003 年に中央アジアのアルタイ地方・ベルーハ山で使用したものである。

掘削には 4 サイクル、単気筒のガソリンエンジン発電機を使用した。燃料はペトロパブロフスクカムチャツキーで購入したオクタン価 96 のガソリンを用いた。高地での使用を考え、キャブレターの燃料スプレーノズルをより穴の小さいものに付け替えた。また、寒冷条件下でエアフィルターが凍結し吸気孔が目詰まりすることを防ぐため、スポンジ製のエアフィルターを取り外して使用した。さらに、キャブレターの凍結を防止するために排気ガスの熱をキャブレターに伝えられる金属プレートを取り付けた。

8 月 11 日の午前中に掘削機を掘削テントに搬入した後、午後から掘削を開始した。8 月 13 日、激しい雨と強風によって掘削テントが破れ、掘削システムのコントロールボックス内に浸水した。掘削テントとコントロールボックスの修復に 1 日を費やし、翌 14 日から再び掘削を開始した。8 月 16 日、ドリルが硬い層にぶつかりそれ以上進まなくなった。ドリルのバレルには岩石片が付着していたため、ドリルが岩盤まで到達したと判断した。ワイヤー長は 114.99m で、全掘削数 236 回で完了した。

114.99m の掘削に要した時間は 42.5 時間で、掘削速度が平均 2.71m/hour であった（図 3）。コアの直径は 90～93mm、コア長は 0.5m であった。通常、山岳氷河において 100～150m 深で割れやすいコアが採取されることがあるが、今回は全体を通して割れやすいコアはなかった。また、ウシュコフスキー山アイスコアで見られたような、掘削を妨げるような火山灰層もなかった。

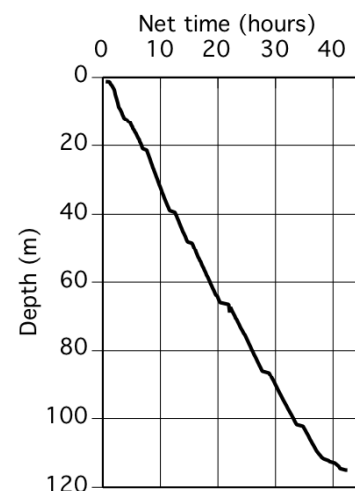


図 3 掘削速度

7. 掘削孔温度

掘削完了後の 8 月 16 日の夜から 17 日の朝にかけて掘削孔の温度測定を行なった。この測定にはリーフスプリングで直接孔壁の温度を感知できるサーミスタセンサー（Techno-seven model BYE-64）を用いた。センサーの電気抵抗（0°Cで 12Kohm）は解像度 10ohm のデジタルマルチメータで測定した。センサーを孔底（深度 113.65m）まで下ろし、そこから 105、80、60、40、30、20、15、10、7、5、2m 深の温度を測定した。各深度の孔壁にセンサーを接触させてから 1 分後、10 分後、30 分後、60 分後の温度を記録し、電気抵抗の時間変化から、平衡に達した電気抵抗を推定し、温度に換算した。

掘削孔の 10m 雪温は -13°C 、孔底の温度は -3.4°C で、10m 以深から孔底へかけて直線的な温度上昇が見られた (図 4)。

8. アイスコアの現場処理

アイスコア解析用トレンチにおいて、表面から 47.22m 分のアイスコアのサンプル処理を行なった。コアの層構造をチャート表に記録し、バルク密度の測定を行なった。コアはバンドソーで縦方向に二等分し、半分はポリエチレン袋に入れて断熱箱に保存した。もう半分は長さ 50–70mm 毎に切り分け、それらの小サンプルの表面をバンドソーで取り除いてからそれぞれ別のポリエチレン袋に入れた。その後小サンプルは湯煎して溶かし、清浄なポリプロピレンビンに移した。小サンプルは合計で 894 個になった。

バルク密度はコアの直径と重量および長さを測定して求めた。コアの氷化深度は約 25m で、ウシュコフスキー山コアの氷化深度 (55m) に比べ浅いことがわかった。

アイスコアには多くの氷板が観察された。観測中、積雪内での融雪水の再凍結、積雪内に浸透した降雨の凍結による氷板形成が観察された。また、8 月 19 日から 20 日へかけて気温が 0°C を下回り強風でオホーツク海から大量の霧が押し寄せた際、雪面に厚い霜の層が急速に発達するのが観測された。霜の厚さは 0.1–0.4m だった。

現在、試料の輸送手続きを進めている。今後行なうアイスコアに含まれる化学成分や水の安定同位対比の分析から、古環境復元情報が抽出されることが期待される。

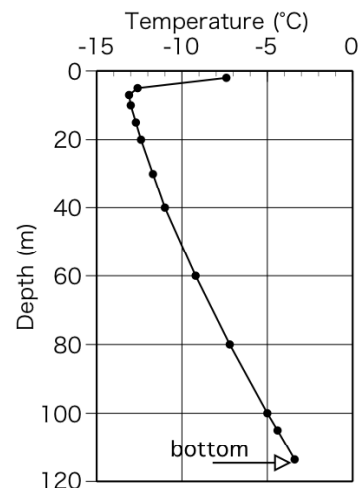


図 4 掘削孔温度の鉛直分布

紋別沖における海水の厚さの連続観測

深町 康、大島 慶一郎、小野 数也

1. はじめに

海水の厚さは、大気と海洋の熱や運動量などのやり取りを大きく支配する重要な物理量であるが、その面積や広がりとは異なり、リモートセンシングによる計測が困難であるため、そのデータは非常に限られているのが現状である。本研究の対象海域であるオホーツク海北海道沿岸域においても、2月上旬の海水初期に砕氷船でのビデオモニタリング観測による氷厚データ [Toyota and Wakatsuchi, 2001; Toyota et al., 2004] が存在するのみであり、季節内での厚さの変動についてのデータは全く存在しなかった。

このような現状を踏まえて、氷厚を連続的に測定するための超音波氷厚計の係留観測を 1998–99 年の冬季から開始し、2005–06 年の冬季まで、湧別沖 (1998–99 年から 2001–02 年まで) と紋別沖 (2001–02 年から 2005–06 年まで) の沖合い 14 km までの地点で行って来た (図 1 の白丸の点)。湧別沖での観測データの解析から、この海域での平均氷厚は約 70 cm であること、氷盤の rafting や ridging などの物理過程によって変形した海水の割合が体積的に約 80% を占めることなどが明らかになった [Fukamachi et al., 2003, 2006]。しかしながら、これまでの観測点では、陸地からの距離が近いために、海水の観測日数が年によってはかなり少ない、人工衛星搭載のマイクロ波センサーによる海水データが観測グリッド内に含まれる陸地の影響を受けて正しく求まらないなどの問題があった。

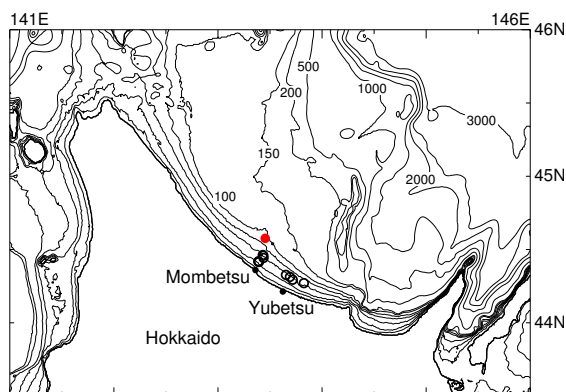


図 1: 超音波氷厚計の設置点の地図。白丸は 1998 年から 2006 年の設置点、赤丸は 2006 年 10 月の設置点を示す。



図 2: 漁船による海底マウントの設置作業。

2. 観測について

上述したこれまでの観測の問題点は、より沖合いで観測を実施することで解決が可能であるが、沖合い海域では底曳漁が盛んであるため、岸近くの海域に設置していた長さ 10–20 m のロープとブイを使用した係留系を設置することは出来ない。そこで、今回の観測では、図 2 に示す底曳網によるダメージを受けないような海底マウント (アメリカ Floatation Technologies 社製 AL-200) を使用した。この海底マウント 2 基を使用し、超音波氷厚計 (カナダ ASL Environmental Sciences 社製 IPS4) と海水・海洋の速度を測定する超音波ドップラー流速計 (アメリカ RD Instruments 社製 WH-300) を収納した。

設置作業は、2006 年 10 月 3 日に、紋別漁協の協力を受けて漁船で行い (図 2)、沖合い約 26 km の地点 (図 1 の赤丸の点) に 2 基の海底マウントを無事に設置した。回収作業については、2007 年 4 月上旬に予定している。

3. 期待される成果について

今回の観測では、より多くの海氷が計測される可能性が高いことに加えて、現在低温研で進められているマイクロ波センサーのデータを用いた薄氷域での氷厚の見積り [二橋ら、2006] に、貴重な検証データを提供することになる。これにより、北海道沿岸域のみならず、オホーツク海北西域、サハリン沿岸域などの薄氷域での氷厚をより正確に見積もることが可能となる。更に、薄氷域では海氷生産が盛んであること、マイクロ波センサーは可視や赤外センサーに較べて解像能は粗いものの、雲の有無に関わらず毎日のデータが取得可能なことから、海氷シーズン全期を通じてオホーツク海全域での海氷生産量のより良い見積もりも可能となる。

今回の観測のもう一つの目的は、超音波氷厚計と共に設置した超音波ドップラー流速計のデータから、氷厚を求めることである。超音波氷厚計は、内蔵されている圧力計のデータから氷厚計の深度を、発信する超音波のエコー時間から氷厚計から海氷底面までの距離を求め、その差から喫水下の氷厚 (draft) を求める測器であるが、本来流速の鉛直プロファイルを求めるための超音波ドップラー流速計においても、精度は氷厚計に劣るものの、海氷底面までの距離を求めることは可能である。よって、同時に水圧計による計測を行えば、氷厚が求まることになる。今回の観測では、超音波ドップラー流速計と共に、水温・水圧計 (アメリカ SeaBird 社製 SBE-39) を設置して、水圧のデータを計測している。このような超音波ドップラー流速計による氷厚の見積もりは、以前にもオホーツク海北西域で行われたことがあるが [Shcherbina *et al.*, 2005]、得られた値を検証するためのデータが存在しないという大きな問題があった。今回の観測では、同時に設置されている超音波氷厚計の計測値を検証データとして使用することが出来るので、この手法の妥当性を検討することが可能となる。超音波氷厚計は特殊な測器で世界的にもその台数が非常に限られているのに較べて、超音波ドップラー流速計は一般に広く普及している測器であるので、この手法の妥当性が実証されれば、海氷域に超音波ドップラー流速計を設置し流速プロファイルを求める観測の際に、同時に水圧計を加えるのみで、氷厚が計測出来ることになり、絶対的に不足している氷厚の現場観測データの充実に繋がることになる。

謝辞： 観測の実施に際しては、紋別漁協の皆様および流水科学センターの青田昌秋氏に、格別のご配慮を頂きました。また、海底マウントの設置作業に際しては、均栄丸の船長および乗組員の皆様のご協力を頂きました。心より謝意を表します。

参考文献：

- Fukamachi, Y., G. Mizuta, K.I. Ohshima, and M. Wakatsuchi (2003) Variability of sea-ice draft off Hokkaido in the Sea of Okhotsk revealed by a moored ice-profiling sonar in winter of 1999. *Geophysical Research Letters*, 30, doi: 10.1029/2002GL016197.
- Fukamachi, Y, G. Mizuta, K. I. Ohshima, T. Toyota, N. Kimura, and M. Wakatsuchi (2006) Sea-ice thickness in the southwestern Sea of Okhotsk revealed by a moored ice-profiling sonar. *Journal of Geophysical Research* 111, C09018, doi:10.1029/2005JC003327.
- Shcherbina, A. Y., D. L. Rudnick, and L. D. Talley (2005) Ice-draft profiling from bottom-mounted ADCP data *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 22, 1249-1266.
- Toyota, T., T. Kawamura, K. I. Ohshima, H. Shimoda and M. Wakatsuchi (2004) Thickness distribution, texture and stratigraphy, and a simple probabilistic model for dynamical thickening of sea ice in the southern Sea of Okhotsk. *Journal of Geophysical Research*, 109, C6, C06001, doi: 10.1029/2003JC002090.
- Toyota, T. and M. Wakatsuchi (2001) Characteristic of the surface heat budget during the ice growth season in the southern Sea of Okhotsk. *Annals Glaciology*, 33, 230-236.
- 二橋創平、田村岳史、大島慶一郎、齊藤誠一 (2006) AMSR-E data を用いたオホーツク海北西陸棚ポリニアでの氷厚推定アルゴリズムの開発 2006 年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集、94

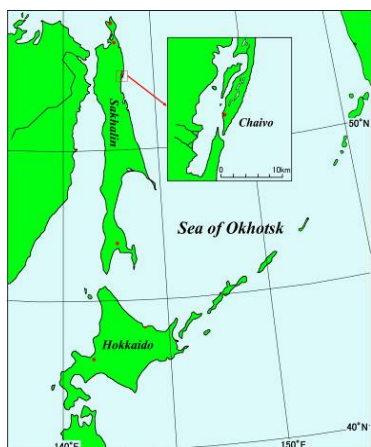
北サハリンチャイボ新気象システムの紹介

高塚 徹、 石川 正雄
白澤 邦男

北大低温研 先端技術支援室
北大低温研 環オホーツク観測研究センター

I. はじめに

近年、オホーツク海では急速に油田開発が進められている。開発や事故による地球環境への影響が懸念され、各方面から調査されている。本研究所が行っている北サハリンチャイボでの気象観測も年々重要視され、継続が期待される。チャイボの位置（北緯 52° 21.57′ 東経 143° 11.52′）を第1図に示す。1992年2月、冬期観測が始められた（～1995年4月）。1995年8月から通年で自動気象観測を行っている（第2,3図；高塚ら，1997，北海道大学低温科学研究所技術部技術報告第5号，pp. 19-24）。観測当初から使用してきた気象システムが老朽化し、データロガーの不具合も多くなり、2006年4月に新しい気象システム（第4図）に更新した。2005年11月下旬、新気象システムの設置演習およびテスト観測を本研究所裏庭で行った。また、データ回収・解析ソフトを使ってデータの回収方法を確認した。以降では、新気象システムの概略を紹介する。



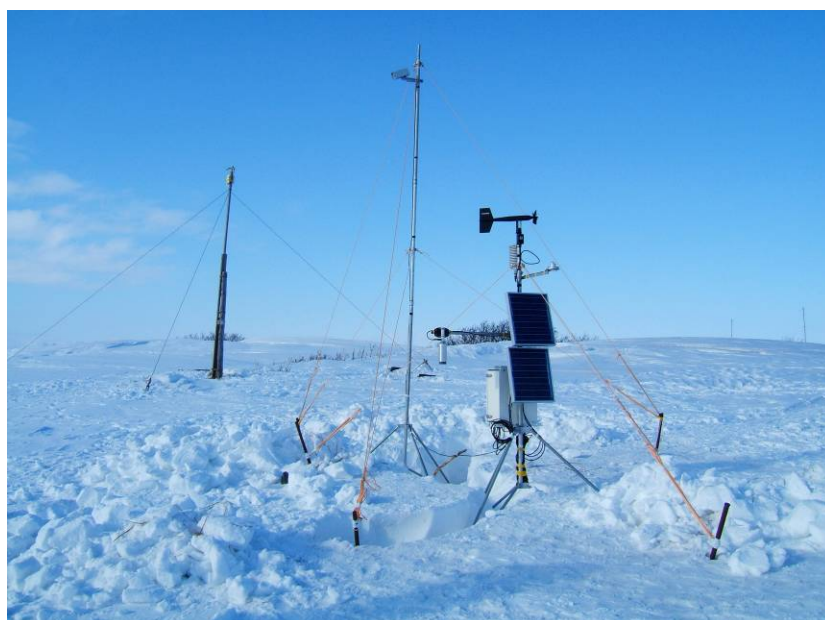
第1図 チャイボ



第2図 チャイボ観測宿泊施設



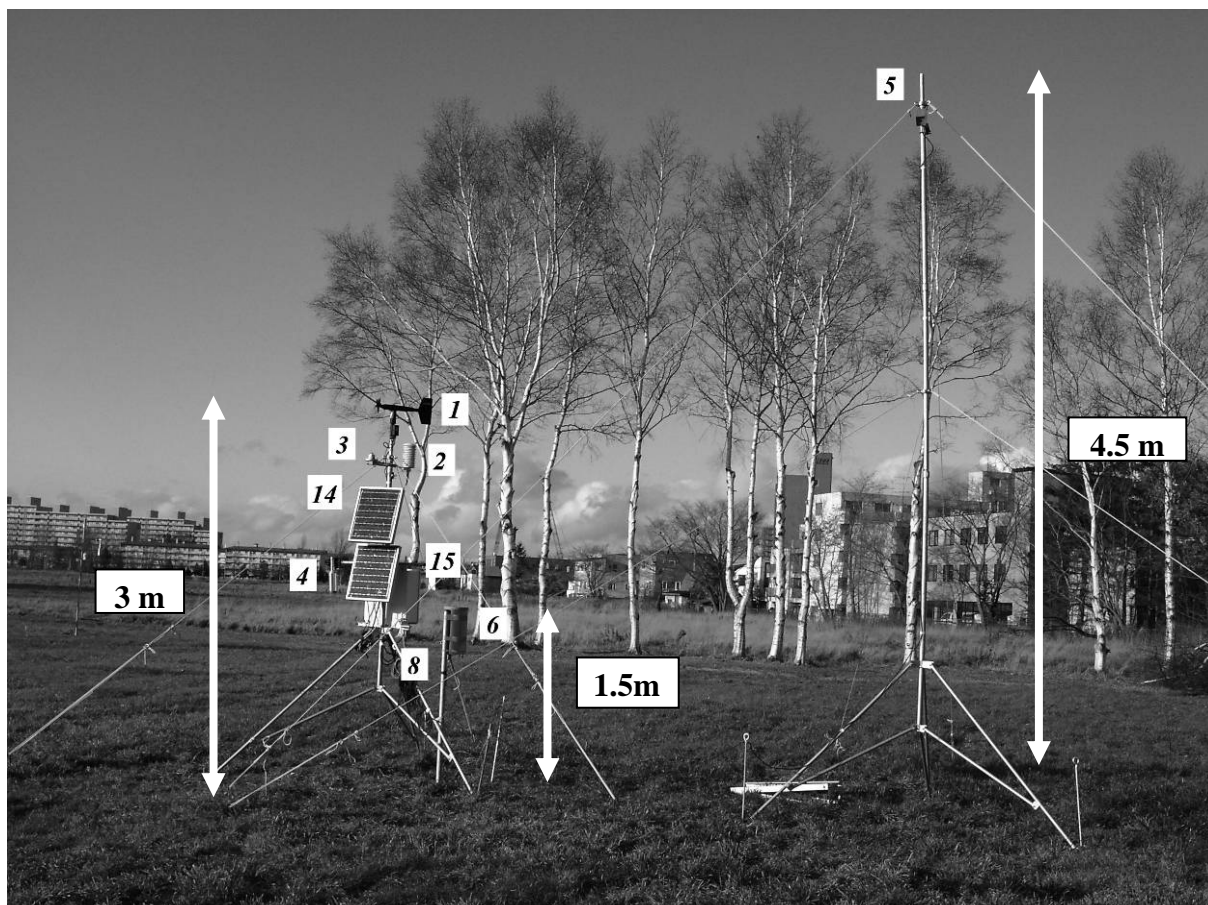
第3図 旧気象システム



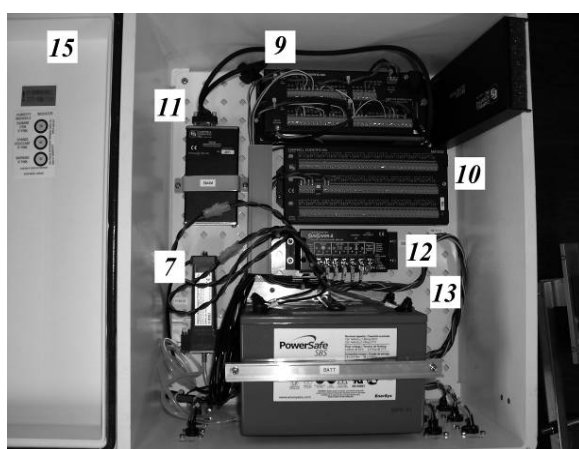
第4図 チャイボに設置された新気象システム

II. 新気象システム

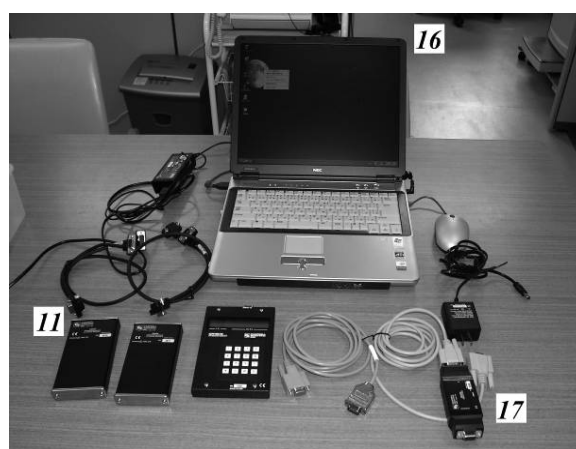
この気象システムは計測器、データロガー（CR10-X）、電源部、ポール、三脚フレーム、データ回収・解析をするパソコンで構成されている（第5～7図）。第5図の右側のポールに赤外放射温度計を、左のポールに他の計測器、計測ボックス、ソーラーパネルをそれぞれ取り付けた。第8図にシステム系統図を示す。第8図の数字は第5、6、7図の数字とそれぞれ対応する。



第5図 テスト観測中の新気象システム

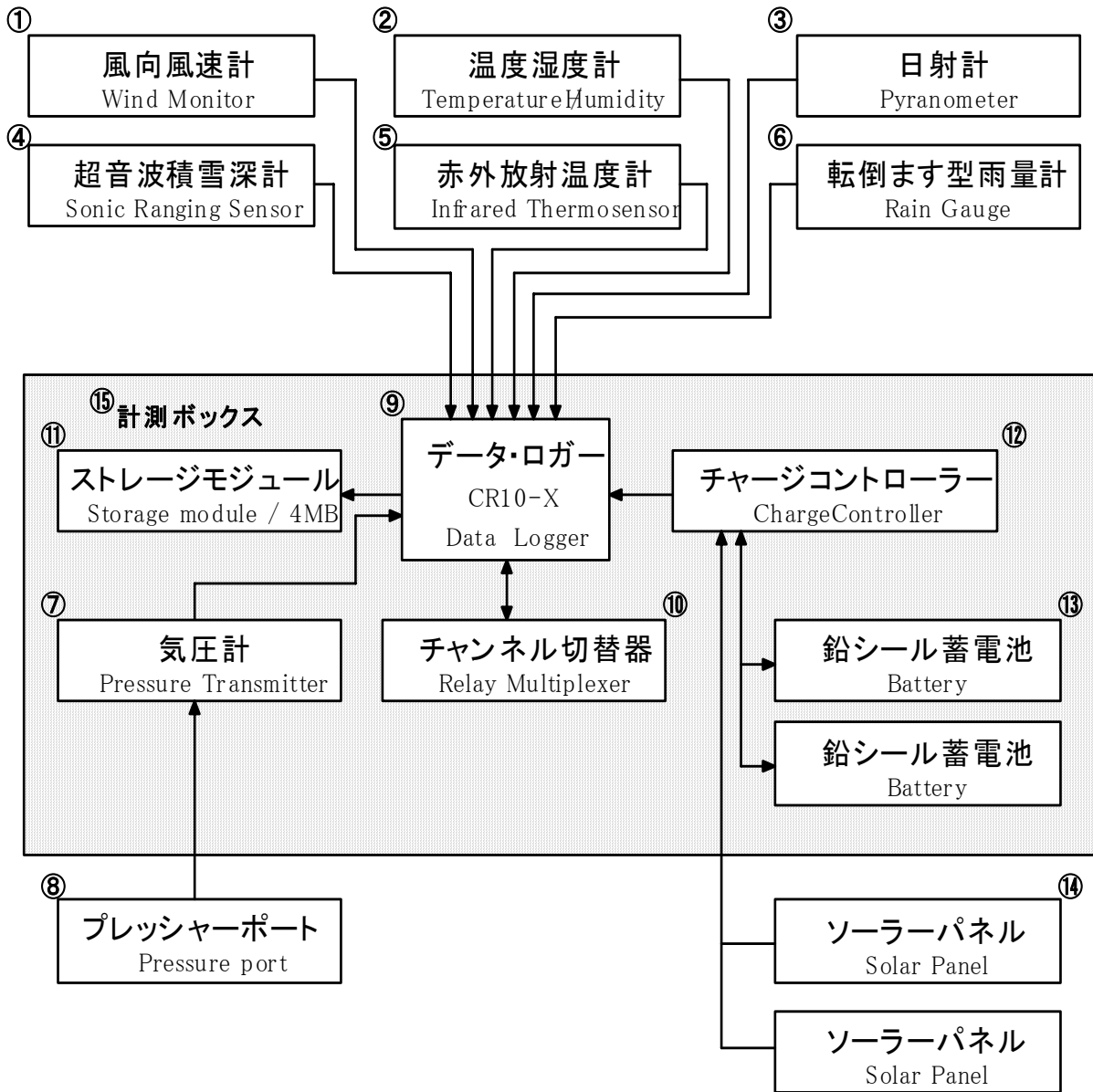


第6図 ボックス内に配置されたデータロガーと電源部

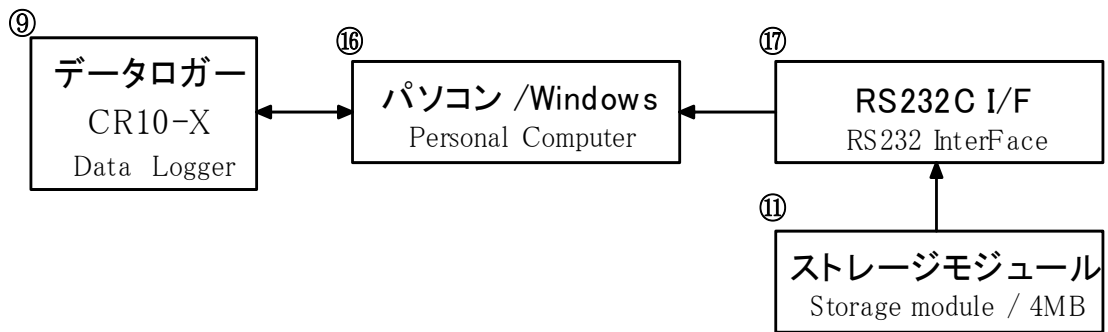


第7図 データ回収・解析用PC

観測データ収集方法



観測データ回収方法



第 8 図 システム系統図

計測ボックス（第8図⑮、第9図）は、耐紫外線のファイバークラスで補強したポリエステルで作られているため、太陽光を反射し内部温度の上昇を抑えることができる。野外での作業効率を考慮してデータ信号線、電源線などは全て内部配線され、計測器とソーラーパネルからのケーブルはボックスの底で、外付のコネクター接続になっている。接続間違いがないように、それぞれのコネクターの形状（ピンの配置、数）が違う設計になっている。



第9図 計測ボックス

CR10-X（第8図⑨、第10図）は、内部演算機能をもっているため計測中に関わらず統計処理を行い、その結果を随時内部メモリと外付けストレージモジュールに書き込むことができる。ユーザーが組んだ独自のプログラムをCR10-Xに組み込むことで、多彩なデータ収録が可能である。

風向風速計（第8図①、第11図）は、黒色かつ撥水塗装されているので着氷着雪しにくくなっている。

チャージコントローラー（第8図⑫、第12図）によって、内部温度計で自動温度補正を行い、ソーラーパネルからの出力電圧を適切な充電電圧に制御しながらバッテリーを充電することができる。



第10図 CR10-X



第11図 風向風速計



第12図 チャージコントローラー

III. 終わりに

10月まで取得したデータと旧システムのデータを比較したところ、両者には不整合さは見られなかった。したがって、この期間における新気象システムは問題無く動作したと考えられる。チャイボの冬は日照時間も短く厳寒期には気温が -30°C にもなる。旧気象システムのデータロガーは寒さによって不具合を起こすため室内に置く必要があった。冬の過酷な気象条件下において、新システムが不具合無く動作するかを検証する必要がある。

最後に、設置に携わった皆様に感謝いたします。

モルディブとスマトラへのドップラーレーダーの移設と観測概要報告

藤吉康志・川島正行（雲科学分野）、大井正行（ジェーツー（株））、中坪俊一（技術部）

1. はじめに

本分野では、科学研究費特定領域研究「赤道大気上下結合」（研究代表者：深尾昌一郎、京大大学生存圏研究所・教授）に参加して、研究項目「赤道域における対流雲発生機構と降水システムの研究」の一環として、2004年と2005年にインドネシアスマトラ島の山岳域で、主にドップラーレーダーを用いて対流雲の発生・発達過程の観測を行った。計画当初は、この2年間の観測終了後は日本にレーダーを持ち帰る予定であった。

しかし、2006年に海洋開発及地球科学技術調査研究促進費・地球観測システム構築推進プラン・アジアモンスーン地域水循環・気候変動観測研究プロジェクトのテーマ2-1：インド洋又はインドネシア陸・海域における研究観測ネットワークの構築の一環である「海大陸レーダーネットワーク構築、通称HARIMAU¹：Hydrometeorological ARray for ISV-Monsoon Automonitoring」（研究代表者：山中大学、海洋研究開発機構特任研究員）が採択され、我々も課題「陸上対流性降水雲レーダー観測」を担当することとなった。この課題の目的は、海大陸内で対流雲が最もよく現れる大島嶼（スマトラ）において、海洋研究開発機構と我々のドップラーレーダーの2台で、海洋上から「季節内変動」に伴ってやって来る雲群に含まれる雲の上陸後の消長、地形の影響により局地的に発生する雲の3次元的な気流構造とエコー構造をとらえることである。

また、海洋研究開発機構でも上記観測に連動して、海大陸周辺のインド洋海域（観測船「みらい」など）とモルディブ諸島において、各種レーダーを用いて、雲が発生し「季節内変動」として集団化する過程についての観測研究を行うMISMO（Mirai Indian Ocean cruise for the Study of the MJP-convective Onset）を実施することとなった。そこで、本分野でも、モルディブのガン島でのレーダー観測を担当することとなった。

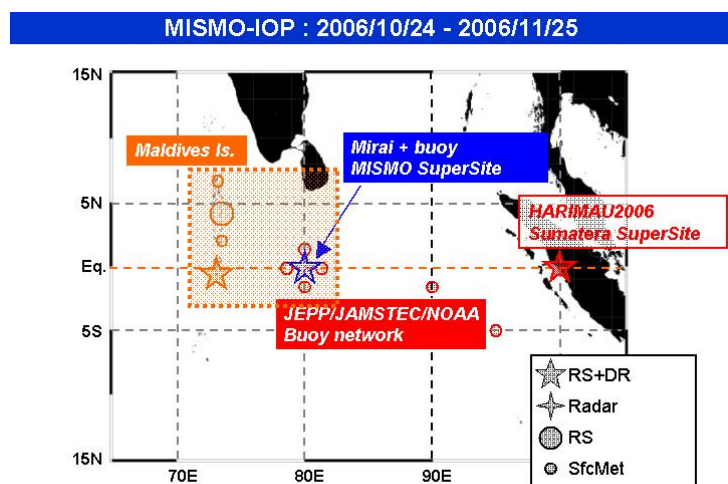


図1 MISMO と HARIMAU の連携観測時の観測地点の配置

熱帯域においては、周期約 30-60 日という季節内の時間スケールで東進する変動現象（マダン・ジュリアン振動、略して MJO）が卓越する。MJO はしばしば中・東部インド洋で発生し、西部熱帯太平洋へと移動する数千 km 規模の雲群として観測され、熱帯で卓越するもっとも顕著な現象の 1 つである。MJO は、積雲対流雲群に吹き込む強い西風（西風バースト）がエルニーニョ現象の発生を引き起こすなど、台風が発生を引き起こすなど、全球規模での気候変動を理解する上でも重要な現象である。しかし、積乱雲群が活発に発生するインド洋での観測事例がほとんどないため、発見から 30 年以上経った現在でも、その発生メカニズムは解明されていない。

¹ ハリマオとはインドネシア語でトラのことである。

2. 技術部への依頼作業（レーダーの移設と立ち上げ）

2.1 紋別からガン島へ

モルディブのガン島には図 2 に示したように、自動気象観測装置（AWS）、シーロメーター（雲の高さを測る）、ディストロメーター（雨滴の粒径分布を測る）、ラジオゾンデ観測、GPS（水蒸気量の測定）（以上、海洋研究開発機構所有）と、マイクロ波放射計（気温と水蒸気の鉛直分布、雲水量と鉛直積算水蒸気量の測定）、ドップラーレーダー、スカイビューカメラ、ドップラーソーダー（風速と風向の鉛直分布）（以上、北大低温研所有）を持ち込んだ。

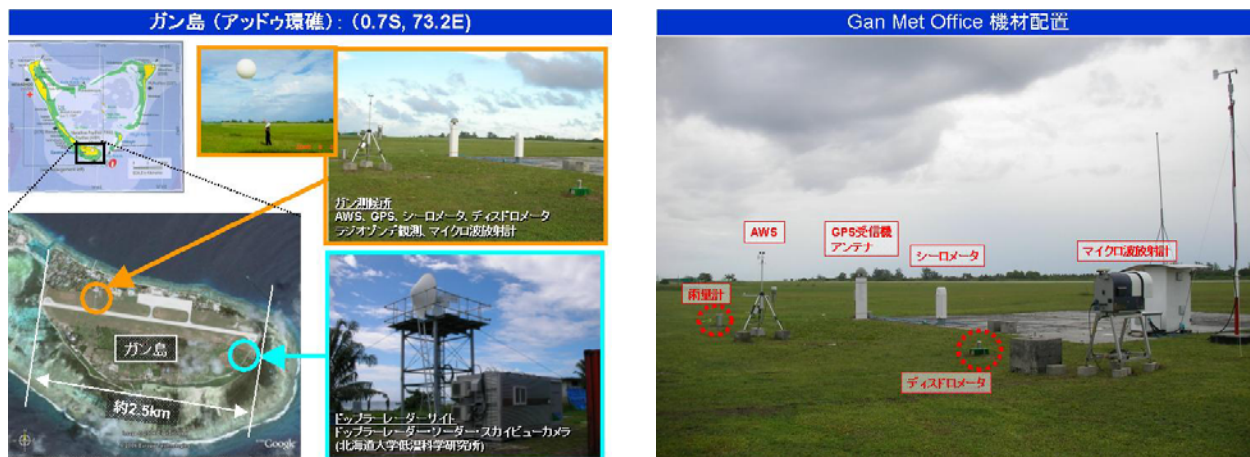


図 2 モルディブのガン島に持ち込んだ観測機材



図 3 モルディブのガン島でのレーダー設置風景

ガン島に持ち込むドップラーレーダーは、紋別に設置していたもの（昨年技術発表会で紹介）であるため、まず、紋別でのレーダー解体・梱包・輸送作業を依頼した。また、ガン島は山が無く平坦であるが、近くに林があるため、ドップラーレーダーを地上に置くことはできず、アンテナを載せるタワーが必要であり、その設計と機材の調達も依頼した。図 3 は、ガン島でのアンテナ架台の組み立てと設置風景である。

2.2 スマトラ島での移設（山岳域から海岸部へ）

スマトラの山岳域に設置してあったドップラーレーダーの解体・梱包、そして、海岸部への輸送と、それに引く続く設置・立ち上げ作業を依頼した。日本とインドネシアの業者間の情報交換の悪さと、手際の悪さで、予定の大幅な変更と苦しい現場作業を強いられる結果となった。また、モルディブに比べて格段に電源事情も悪く、観測開始後もトラブル続きとなり、日本に戻ってから現地のトラブルシューティングを助けてもらった。図4は、スマトラの Tiku サイトの設置風景である。



図4 スマトラの Tiku サイトのレーダー設置風景

3. 観測概況

2006年10月26日～11月24日までの集中観測期間中、モルディブのガン島では持ち込んだ装置は全てトラブルも無く、順調に観測を行った。一方、スマトラでは、停電が多発し、かつその補助として準備した発電機も不調であったため、以下のトラブルが生じ、観測に支障をきたした。

- * レーダー信号処理系の電源ユニットの破損（交換）
- * 制御用 PC のモニター、HDD の故障（新品と交換）
- * 衛星通信用ルーターの電源故障（新品と交換）
- * 停電・瞬電（頻発）
- * 発電機の不調（二回交換）

しかし、10月27日から11月27日までの観測は、上記のトラブルの割には、奇跡的にデータ欠損が最小限に収まった。従って、観測自体は成功したと言える。

4. 今後の予定

2007年の春～夏にかけて、再度モルディブとスマトラで観測を行う予定である。その後は、両サイトで解体・撤収・輸送を行い、2007年の冬の観測に間に合うように、紋別と石狩で設置作業を行う予定である。

短波海洋レーダ画像の自動アップデートの仕組み

先端技術支援室 小野 数也

1. はじめに

北海道大学低温科学研究所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）の受信局からなる。レーダ局の位置および想定される観測範囲を図1に示す。これらには米国CODAR Ocean Sensors社製のSeaSondeを採用した。宗谷海峡域の観測周波数は13.9 MHz、空間分解能は3 km、観測レンジは60–70 kmであり、紋別沖海域は周波数24.5 MHz、空間分解能1.5 km、観測レンジ40–45 kmである。環オホーツク観測研究センターでは2005年9月、観測データを準リアルタイムでウェブサイトより一般公開を開始した。観測データ取得からウェブサイトでの一般公開までを自動的に行うシステム（以後、公開システムと記す）を紹介する。

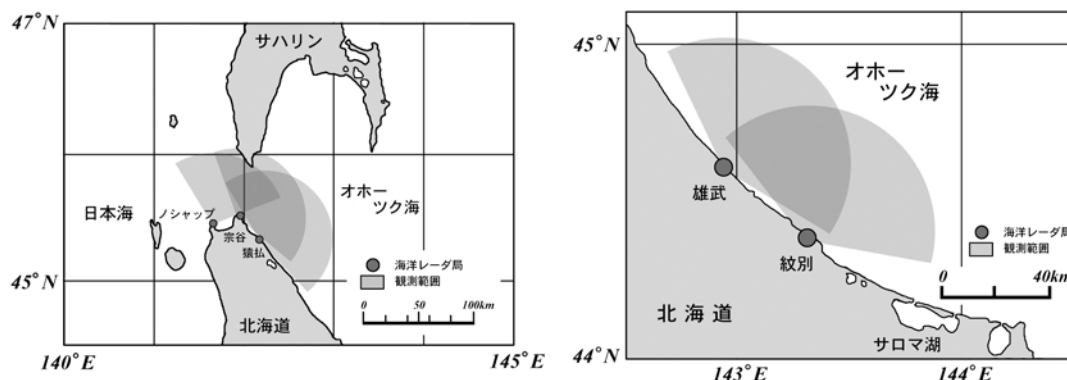


図1. レーダ局（受信局）の位置および測定想定範囲（技術部高塚作成）

2. システム構成

本公開システムの概念図を図2に示す。受信局のデータを測定海域ごとに中央局に集め、表層の海流速度を計算し作図する。さらに図を自動的にウェブサイトへ転送し外部公開する。なお測定原理などについては大坊ら（2003）や Ebuchi *et al.* (2006) を参照の事。

中央局は NTT の回線を利用したバーチャルプライベートネットワークと研究所内の2つのネットワーク群に属しており、それらの橋渡しをする。中央局の NTT 側のネットワークにはターミナルアダプタ、研究所内ネットワークにはネットワークカードより外部と接続している。

転送のスケジューリングに `crontab`、通信プロトコルに `ssh`、転送するファイルの同期に `rsync` を使用した。中央局から公開する Web サーバへの通信プロトコルは `ssh` のみを許可し、ホスト制限をかけ他のマシンからの通信を許可していない。

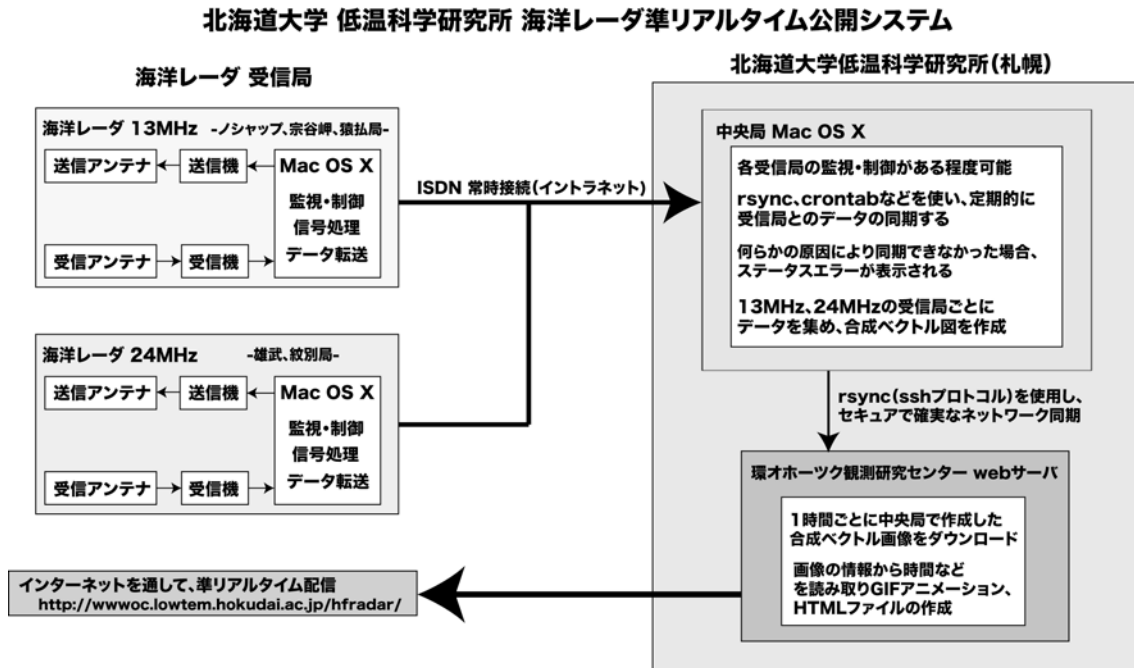


図 2. 公開システム概念図

3. スケジューリング

5つの受信局から札幌にある中央局までは転送速度の遅い ISDN を使用している。そのため、受信 5 局の観測データは 1 時間かけて中央局へ集められる。中央局で合成ベクトル図を宗谷沖は毎時 5 分、紋別沖は毎時 7 分ごろに作成する。その後、中央局から Web サーバに作成した図を毎時 15 分に転送する。それら取得した図をもとに HTML ファイル、GIF アニメーションの作成を毎時 20 分におこなう。以上から、受信 5 局で観測されたデータは約 1 時間半後に最新の流速として公開している。

いつ取得したデータなのか観覧者にわかりやすく見せるため、`sed`、`awk` などのコマンドを組み合わせ、HTML ファイル内に時間も表示させた。これにより、このスケジューリングが正常に行われているかの監視も簡単にできるようになった。

4. トラブル例

2006年9月、受信局と中央局の操作PCのOSをすべてMac OS 9からMac OS Xに変更した。変更後のトラブルをいくつか挙げる。なおトラブルシューティングは省略した。

- ・ 9/30：毎日行われる0時の再起同時に中央局がハングアップした。
- ・ 10/1：中央局の外付けHDDが認識しなくなった。
- ・ 10/10：雄武局の外付けHDDが認識しなくなった。
- ・ 11/1：猿払局がハングアップしたため、通信できなくなった。

OSの安定化を図るためすべてMac OS Xに変更したが、ハングアップなどのエラーの頻度はほとんど変化がなかった。しかしシステムすべてがMac OS Xになりsshが使用できるため、デスク上から受信局と中央局の状況を簡単に監視できるようになった。また変更前のMac OS 9は図の転送にFTPしか使用できなかったが、sshを使用した転送になりセキュリティが高くなった。

5. おわりに

本公開システムはUNIXのコマンド類を使い、自動的に更新できるシステムである。自動になると毎回手作業でしなければならないという手間が省け、アップロードのし忘れを防止できる。さらに24時間休まず定期的に更新が可能である。本システムは何らかの理由による受信局と中央局間（電話回線側）の転送エラーが起きない限り、安定して更新が可能である。

今後はこれを応用し他の気象、海洋、海氷データの準リアルタイムでの公開を目指す。海氷に関しては、昨年度紋別沖に設置された流氷／気象観測用ドップラーレーダや人工衛星から得られる日々の海氷分布の公開を検討している。衛星データに関してはFTPサイトから日々のデータを自動取得し、計算結果（例えば海氷密接度）を表示する。さらには平年の海氷分布と比較したもの、融解や結氷の様子を示したものなどの表示も考えている。

海洋レーダウェブサイト：<http://wwwoc.lowtem.hokudai.ac.jp/hf-radar/>

関連文献

Ebuchi, N., Y. Fukamachi, K. I. Ohshima, K. Shirasawa, M. Ishikawa, T. Takatsuka, T. Daibo and M. Wakatsuchi, 2006: Observation of the Soya Warm Current using HF Ocean Radar. *Journal of Oceanography*, **62**, 47-61.

大坊孝春, 石川正雄, 高塚徹, 他 5 名, 2003: 海洋レーダの概要について. 北海道大学低温科学研究所技術部技術報告, 第 10 号, 47-55.

塵衝突シミュレーション

和田浩二、田中秀和、陶山徹、木村宏、山本哲生

低温基礎科学部門 雪氷物性・惑星科学グループ

1 背景

近年確立されつつある惑星形成論によれば、まず原始惑星系円盤において、沢山の粒子（一つ一つは μm 以下のサイズ）が凝集した塵（ダストまたはダストアグリゲイトと呼ぶ）が、衝突や重力不安定によって付着成長し、やがて数 km サイズの微惑星が形成され、さらに微惑星が合体成長することで惑星が形成される、というシナリオが有力である。このシナリオは多くの研究に裏付けされたものではあるが、実はダストから微惑星が形成される過程には不明な点が多く、惑星形成論の大きな問題点となっている。ダストが微惑星にまで成長する過程では、その密度や断面積といったダストの構造が、円盤中でのガス抵抗や衝突速度などに影響し、ダストが付着成長できるかどうかを左右する。したがって、微惑星形成を論じる上で、ダストアグリゲイト同士が衝突した結果どういう構造となるのか、その構造進化過程を明らかにすることが重要となっている。

これまで、ダストアグリゲイトの構造進化を明らかにすべく、アグリゲイト同士の衝突の数値シミュレーションが行われてきた [1]。そのシミュレーションは粒子間相互作用を考慮しながらアグリゲイトを構成する粒子一つ一つの運動を計算するものであり、計算コストが非常に大きい。そのため、先行研究 [1] では高々 40 個の粒子からなるアグリゲイトで 2 次元衝突を扱ったものに過ぎず、3 次元多数の粒子からなるアグリゲイトの構造を論じるうえでは不十分であった。そこで我々のグループでは、最近の計算機能力の向上を踏まえて、3 次元・多数の粒子からなるアグリゲイト同士の衝突を数値シミュレーションすることで、ダストアグリゲイトの構造進化モデルを確立することを目指している。ここでは、研究の第一段階として、また先行研究 [1] との比較という観点から、2 次元アグリゲイトの正面衝突のシミュレーションにおいて得られた結果を報告する。

2 数値シミュレーション方法

我々が行ったダストアグリゲイト衝突のシミュレーションは、先行研究 [1] と同様に個々の粒子の運動を逐一計算していくものである。その数値計算コードにおいては、粒子間相互作用、すなわち粒子間の圧縮引張・滑り・転がり・擦れの各自由度に対して働く力、を如何に記述するかが重要となる。ダスト粒子は小さいために表面張力が効く。そこで表面張力が作用する弾性球に対する粒子間相互作用モデル [2, 3, 4] を基に、我々はエネルギー保存の極めて良い数値計算コードを開発した。

数 10 K といった低温環境の原始惑星系円盤においては、ダスト粒子は岩石成分のほか、氷も主成分である。したがって、衝突の初期条件として SiO_2 または氷からなる半径

0.1 μm の粒子を最大 2040 個付着させた 2 次元のアグリゲイトをあらかじめ用意する。それらアグリゲイトは原始惑星系円盤内の初期ダスト構造を反映した極めて低密度 (Ballistic Cluster-Cluster Aggregates: BCCA) のものとした。アグリゲイト同士の衝突は正面衝突とし、衝突速度は SiO_2 アグリゲイトの場合には 0.038 m/s から 5.7 m/s、氷アグリゲイトの場合には 0.38 m/s から 57 m/s まで変えてシミュレーションを行った。

とくに、衝突したアグリゲイトの構造がその衝突エネルギーによってどれだけ圧縮・破壊されるか、に注目し、その構造変化の物性依存性や粒子数依存性を明らかにする。

3 結果

図 1 は、シミュレーション結果の代表的な例を示したものである。衝突エネルギーが小さいうちは、アグリゲイトはほとんど変形せずに「ふわふわ」なままの構造を維持するが、衝突エネルギーが大きくなるにつれ変形・圧縮され、やがて破壊されてしまう。

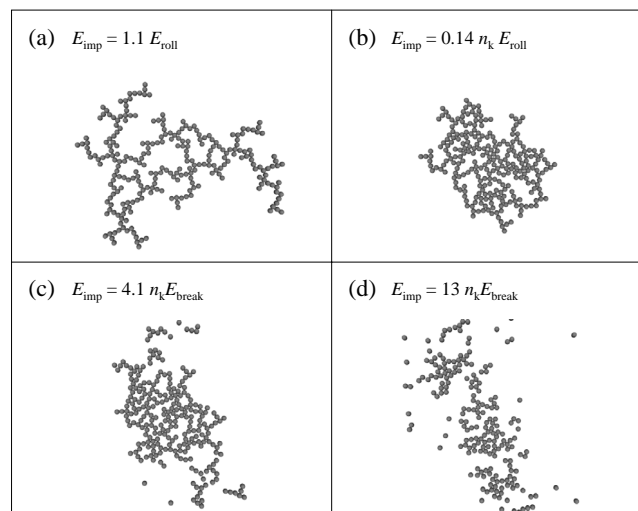


図 1: 128 個の SiO_2 粒子からなるアグリゲイト同士の 2 次元正面衝突シミュレーション結果の例。衝突エネルギー E_{imp} が大きくなるにつれて、(a) 変形開始、(b) 最大圧縮、(c) 一部が剥がれる、(d) カタストロフィックな破壊、といった違いが見られる。 E_{roll} は粒子を転がすのに必要なエネルギー、 E_{break} は粒子を引き剥がすのに必要なエネルギー、 n_k は衝突前の接触点数をあらわす。

3.1 圧縮過程、破壊過程

アグリゲイトの圧縮度合いは、そのサイズ（ここではアグリゲイトの回転半径）や接触点数の変化によって定量的に評価出来る。多数のシミュレーションの結果、それらの変化の仕方は物性に依らず、さらにある程度粒子数が多いと構成粒子数に依らず、衝突エネルギーと全接触点において粒子をある程度転がすのに必要なエネルギーの比 $E_{\text{imp}}/(n_k E_{\text{roll}})$ のみで決まることが示された（図 2）。また、図 2 はこの比の値がおおよそ 1 の時に最も圧縮されることを示しており、先行研究 [1] の結果と調和的である。

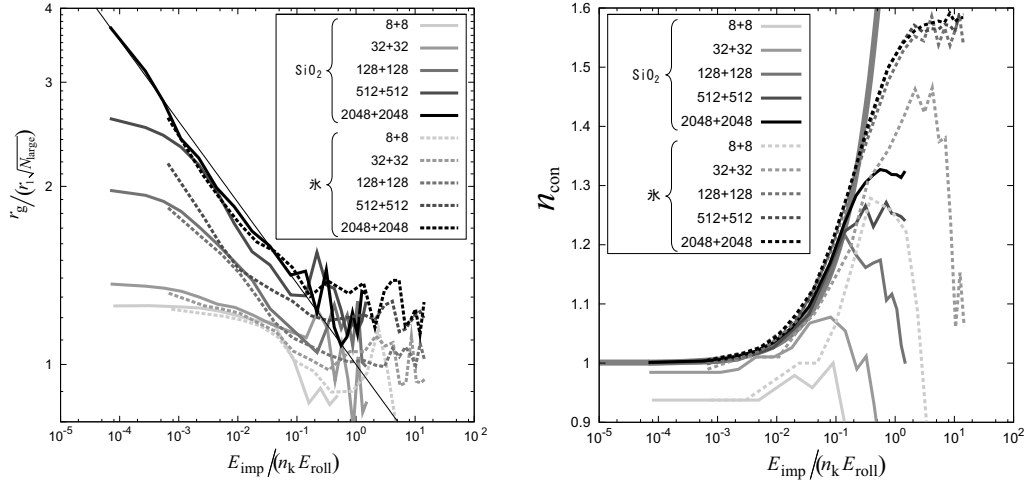


図 2: (左) アグリゲイトの回転半径 r_g ($r_1 \sqrt{N_{\text{large}}}$ で規格化: r_1 は粒子一つの半径, N_{large} は最大クラスターの構成粒子数) を衝突エネルギー E_{imp} ($n_k E_{\text{roll}}$ で規格化) の関数としてプロットしたもの。実線が SiO_2 、破線が氷の結果で濃淡は構成粒子数の違いを示す。細線はモデルから得られた関係式: $r_g / (r_1 \sqrt{N_{\text{large}}}) = [E_{\text{imp}} / (n_k E_{\text{roll}})]^{-0.137}$ 。(右) 最大クラスターにおける 1 粒子当たりの接触点数 n_{con} を衝突エネルギー $E_{\text{imp}} / (n_k E_{\text{roll}})$ の関数としてプロットしたもの。薄い太線は得られた経験式: $n_{\text{con}} = 1 + [E_{\text{imp}} / (n_k E_{\text{roll}})]^{3/4}$ 。

ただし、物性によってどこまでコンパクトに圧縮できるかに差が見られる（氷のアグリゲイトのほうが SiO_2 のアグリゲイトに比べよりコンパクトになるなど）が、それも唯一つのパラメーター（粒子を転がすのに必要なエネルギーと引き剥がすのに必要なエネルギーの比 $E_{\text{roll}}/E_{\text{break}}$ ）のみで決まることが示された。このようにアグリゲイトの変形・圧縮が少数のパラメーターでスケーリングされることから、ダストの構造進化モデルの構築が期待できる。

アグリゲイトの破壊に関しても、先行研究 [1] と調和的な結果が得られた。即ち衝突エネルギーと全接点において粒子を引き剥がすのに必要なエネルギーの比 $E_{\text{imp}} / (n_k E_{\text{break}})$ がおよそ 10 以上になるとアグリゲイトの大きさが半分以下になるというものである（図 3）。ただし、アグリゲイトの破壊に関しては、大きな（構成粒子数が多い）アグリゲイトほど破壊されにくい、という構成粒子数依存性が見られる結果も得られつつある。これが本当ならば、ダストが大きくなるにつれ破壊が生じにくくなりより効率的に成長できることを意味し、ダストの成長、ひいては微惑星形成過程に対して重要な示唆を与えることになる。

4 まとめと課題

本研究では、ダストアグリゲイトが衝突によって圧縮・破壊される過程を理解するために、2次元のアグリゲイト同士の衝突シミュレーションを行った。その結果、圧縮・破壊の規準はおおよそ先行研究 [1] と調和的であった。さらに圧縮過程はアグリゲイトの回転半径および接触点数によって評価することでそのスケーリング則が得られる見通しがたつ

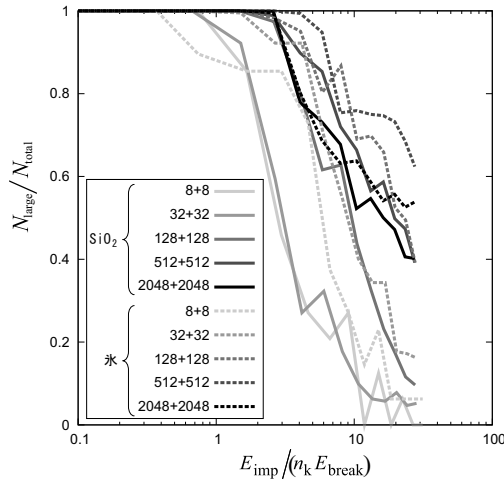


図 3: 最大クラスターの構成粒子数と全粒子数の比 $N_{\text{large}}/N_{\text{total}}$ を衝突エネルギー E_{imp} ($n_k E_{\text{break}}$ で規格化) の関数としてプロットしたもの。

た。ただし、ここでの結果はあくまで 2 次元アグリゲイトの正面衝突によって得られたものである。一般的には 3 次元で、衝突方向がずれたオフセット衝突になると考えられ、その影響も評価する必要がある。また、実際に何度も衝突を繰り返した果てにどう構造が変化(進化)していくのか、も当然扱わなければならない問題である。今後はそのようなシミュレーションも行うことで、より一般的なダストアグリゲイトの構造進化モデルが得られると期待される。

粒子数が多くなると計算にかかる時間が増すのに加え、衝突速度や物性など様々なパラメーターを振ったシミュレーションを行う必要がある。今回の計算は多数の計算機を用いてパラメータスタディを行う、というやりかたであったが、今後は計算の並列化にも取り組むことでより効率よくシミュレーションを行っていきたい。

謝辞

本研究では計算機の構築等に関して低温研技術部の千貝健博士に大変お世話になりました。感謝いたします。

参考文献

- [1] Dominik, C., & Tielens, A. G. G. M. 1997, *Astrophys. J.*, 480, 647
- [2] Johnson, K. L., Kendall, K., & Roberts, A. D. 1971, *Proc. R. Soc. London A*, 324, 301
- [3] Dominik, C., & Tielens, A. G. G. M. 1995, *Phil. Mag. A*, 72, 783
- [4] Dominik, C., & Tielens, A. G. G. M. 1996, *Phil. Mag. A*, 73, 1279

NCフライス盤のレトロフィット

新堀邦夫 石川正雄 高塚徹 ○中坪俊一 藤田和之 中鉢健太

1. はじめに

レトロフィットとは、古いNC (Numerical control : 数値制御) 工作機械に現在のNC工作機械と同じ最新の制御器及びサーボモーター等の周辺機器を組みことにより、最新の機械と同等の能力を持つNC工作機械へと改造することをいう。あまり聴きなれない言葉かもしれないが、工作機械業界ではここ数年標準化されつつある。本研究所の技術部において、このレトロフィットを自分たちの手でおこなった内容を報告する。

2. NCフライス盤導入の経緯

大量生産・大量消費の時代に突入し、民間企業では30年以上前からいち早く工作機械のNC化ならびにNC機の導入が進んだ。大学においても学生教育という面で工学系を中心に導入が進められた。また実験装置開発という面でも、工作センターを保有する大学および研究機関や工学系の附置研究所などにおいても導入された。しかし多くの大学の小規模な工作室においては数千万円もするNC工作機械を購入できるような状況にはなく、今現在も汎用型工作機械で実験装置開発に携わっている方も多い。我々も后者であり、10数年ぐらい前より複雑・高精度な実験装置開発の要求に対して現有の工作機械では時間的に答えられなくなった。さらに、治具の製作など様々な工程を踏まないと製作できない物も多くなった。そのためNC機を必要としていたが、なかなか導入されない状況にあった。その折、工学部精密機械工学科（現情報科学研究科 システム情報学専攻 システム創成学講座）での教官の異動やカリキュラム変更、そして講座付き技術職員の定年のため不要になったNCフライス盤を譲り受けた。

3. NCフライス盤のレトロフィットへ向けて

移管に先立ち、実際に使用状況等を退職予定の技術職員の方から話を聞き、長く使用できるかどうかの検討をした。その結果、①工作機械本体の問題はなく現在も稼働中であるが、制御系の方は25年も経過しており更新が必要である、②本体の整備と制御器の更新をすればさらに20年以上使用可能である、という結論に達した。

一番の問題となったのが、制御系の更新である。多くの工作機械メーカーは自社の制御器を組み込んでおらず、FANUCという工作機械の制御器において世界一のシェアを誇るメーカーの製品をアッセンブリーで購入し自社の工作機械へ組み込んでいる。そこで我々は制御系の部品を購入し、組み込めばレトロフィットになるのではないかと考えた。その後、FANUCの情報を数社から入手し、部品が供給されるか？自分たちでレトロフィットができるか？などを検討したが、すべて答えは『NO』であった。これはある意味当然のことで、動作保障の問題や工作機械本体との整合性の問題などを乗り越えなければならぬからである。しかし、我々はこれらの問題の対処方法をあまり検討せずFANUCと交渉を始めた。

実際に FANUC との交渉を始めると、意外にも障害となりそうなことが FANUC の担当者の協力と我々の決断によりスムーズに解決された。これは以下のような偶然と必然が組み合わさったからである。

1. 工作機械本体に関する整備は、こちらが責任をもって整備をする。
(担当：中坪、中鉢)
2. 制御系のサーボモーターと工作機械本体との結合をこちらが担当する。
(担当：新堀、中坪、藤田、中鉢)
3. 制御器と本体のコネクター接続（結線）をすべてこちらが担当する。
(担当：石川、高塚)
4. 工作機械の取り扱い説明書や図面、制御器の結線図等正確な資料が残っていた。
5. FANUC の制御器にシーケンス制御を簡略化できる機能の機種が存在した。
6. FANUC と NC フライス盤の移管先である旧精密機械工学科が共同研究をしていた。
7. FANUC の担当者が、北大工学部の出身であった。

図 1 は、今回レトロフィットした牧野フライス製作所社製 NC フライス盤（型式 KSNCC-70）である。図 2 はレトロフィット前の同機である。



図 1 レトロフィットした後の NC フライス盤



図 2 レトロフィットする前の NC フライス盤

4. レトロフィットの工程

工学部より移管・輸送後のレトロフィット工程として、まず本体の整備と FANUC より資料提供を受けたコネクター接続の結線をおこなった。コネクター接続の結線に関しては、石川・高塚が約 200 本におよぶ半田付けと結線作業をおこなった。サーボモーターが納入されその動作が確認できるまでは整備ができない部分があり、稼動部以外の分解整備をおこなった。この整備中に工作機械の重要な部分であるセーフティボルト（図 3）の破損に気付いた。

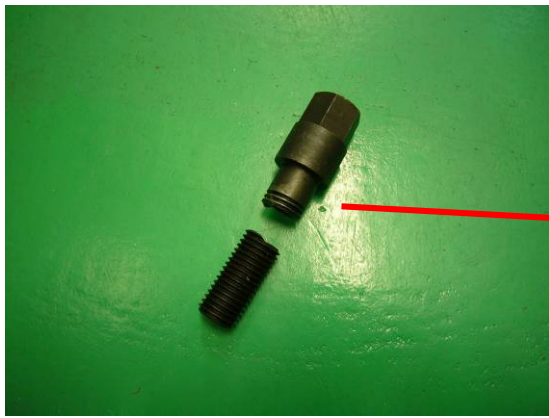


図3 セーフティボルト（左）とその取り付け位置（右）

このセーフティボルトはY軸の稼動部いわゆるヘッドを固定している重要な部分であり、めったに壊れるものではない。主軸とよばれる回転軸が、何らかのプログラムミスにより工作物を許容トルク以上の能力で無理に削ろうとしたなど、人為的なミスでZ軸に対して負荷が掛かる。そのためセーフティボルトが折れZ軸に対して、それ以上の負荷が掛からないようにリミットスイッチが働いたと考えられる。この折れたセーフティボルトの材質を調べ、採寸をおこない新しく製作し取り付けた。一般にこのような破損が起きた場合に、主軸が振れるなどの現象が起こる。長年の使用によるベアリングの磨耗等の影響もあるが、今回は損傷が少なく主軸は $4\mu\text{m} \pm 2\mu\text{m}$ 程度の振れしかなかった。当面、我々が使用目的とする範囲では問題がないが、今後の整備の課題のひとつとなった。

サーボモーターの納入後、モーターと本体をつなぐアタッチメントを製作した。FANUCから提示された以下の①と②の条件に従い製作した。①モーターと本体のギヤの噛み合わせは、元々付いていたDCサーボモーターと同じギヤ比で製作をする。②ギヤの遊び、いわゆるバックラッシュに関しては制御系で補正できるため、本体側には必要ない。これらの加工には、X軸、Y軸、Z軸およびサーキュラーテーブルの4箇所へ施され、はめ合い精度は $2/100\text{mm}$ 以内とした。製作したアタッチメントを図4に、製作したアタッチメントとモーターを取り付けた状態を図5に示した。



図4 アタッチメント



図5 モーターを取り付けた状態

5. 動作確認と諸問題

我々が担当した部分がすべて終わり、FANUCの担当者に制御系の設定をしてもらった。その後、我々で動作確認をおこなった（図 6）。制御器の設定に関しては、FANUCの一万数千通りのパラメーター設定のうち、今回の制御に必要とされる約 400 程度の設定を FANUC 担当者と確認しながらおこなった。トライアンドエラーを繰り返しながら、本体の X 軸、Y 軸、Z 軸方向の動作が確認された。心配された本体バックラッシュは X 軸 19 μ m、Y 軸 14 μ m、Z 軸 2 μ mであったため、制御器の機能を利用して補正をおこなった。



図 6 動作確認風景

長期使用による消耗のためギヤ鳴りがあるが、想像以上の動きにメンバー一同感動した。その後、機械の精度的な問題や制御器の具合などを、実際に加工をしながら検証した。加工精度に関しては、我々が想像していた範囲内（10mm以内）であり、加工にはまったく問題ない。先に述べたギヤ鳴りに関しては、故障の問題を懸念し整備に取り掛かった。一番初めに取り掛かった場所は、高周波の金属音が出ていた電磁ブレーキ* である。実際に中身を取り外して整備をおこなったのが図 7-9 である。クラッチ板の磨耗もしくはネジのゆるみなどによる「びれ」が原因と予想されていた。しかし分解した結果、緩みとは逆に何らかの原因で締め付けられる力がかかり擦れていた。そのため、カーボン等をすべて取り除きクラッチ板の隙間を規定値の範囲内にした結果、クラッチからの音はなくなり正常に動作が確認された。モーターへの負担を考えると、その他のギヤ鳴りは使用には問題ないと FANUC の確認を得ているが、現在も使いながら整備をしている。



図 7 整備前



図 8 整備中



図 9 部品

6. おわりに

今回の NC 旋盤の整備ならびに移管に関して、当時の本堂所長・若土所長ならびに将来計画委員の皆様のご理解とご協力のもと、できましたことを深くお礼申し上げます。また、移管に関してご助言していただいた元工学部技術職員の金子一郎氏、レトロフィットに関して本業以外の部分までご協力していただいた FANUC 株式会社北海道支社の角政廣氏には心よりお礼申し上げます。

* 今回導入したサーボモーターには、レトロフィット前まで使用してきた DC サーボモーターと電磁ブレーキの組み合わせに匹敵する Z 軸制御機能ならびにトルク保持力があるが、止まったり動いたりなどを繰り返す連続使用でのサーボモーターの負担を減らすため、電磁ブレーキを継続して使用した。

透過型電子顕微鏡を用いた生化学実験について

技術部 先端技術支援室 後藤 由佳子

○発表の目的

透過型電子顕微鏡は分析棟 2 階にあり、日本電子データム(JEOL DATUM)と年間保守契約を結んでいる。使用している機器は JEM-1200EX で、1988 年 3 月に購入したものである。現在、生物適応、昆虫生化学、生物圏変動の 3 グループ、およそ 10 人が使用している。電子顕微鏡での観察対象は、植物、動物細胞、タンパク質など多岐に渡っている。

今回の発表では、透過型電子顕微鏡の観察原理、生物系グループでの観察例を述べる。また、電顕室をより効率的に利用してもらうために、今年度これまでにあったトラブルのうち簡単に対処できるものについてはその方法を紹介する。



図 1. 透過型電子顕微鏡 (JEM-1200EX)

○透過型電子顕微鏡の原理

電子顕微鏡には走査型電子顕微鏡と透過型電子顕微鏡の二種類がある。走査型電子顕微鏡が試料の表面を立体的に観るものであるのに対し、透過型電子顕微鏡では電子が試料の中を通ることで内部の構造等を二次元的(平面的)に観察することができる。

ヒトの目の分解能(二点を識別できる最小距離)はおよそ 0.2 mm、光学顕微鏡の分解能が 0.2 μm であるのに対し、電子顕微鏡は機器の性能にもよるが分解能はおよそ 0.1 nm であり、およそ 10^6 倍に拡大して観察することができる。

光学顕微鏡では、光源から出た光は集光レンズを通して試料に照射され、対物レンズ系に入り像を結んだものを接眼レンズでさらに拡大する(図 2a)。透過型電子顕微鏡では、電子銃から照射された電子は照射レンズ、試料、対物レンズ、中間レンズ、投射レンズを通して、蛍光スクリーンに映し出される(図 2b)。このように、基本的な観察原理は同じであるが、焦点のあわせ方は異なる。光学顕微鏡では対物レンズと試料の距離によって焦点をあわせるが、透過型電子顕微鏡では試料の位置は固定され、電子レンズのコイルの励磁電流を調整して焦点をあわせる。また、透過型電子顕微鏡では、主に電子の散乱と位相の違いによる波長の変化により像のコントラストができる。

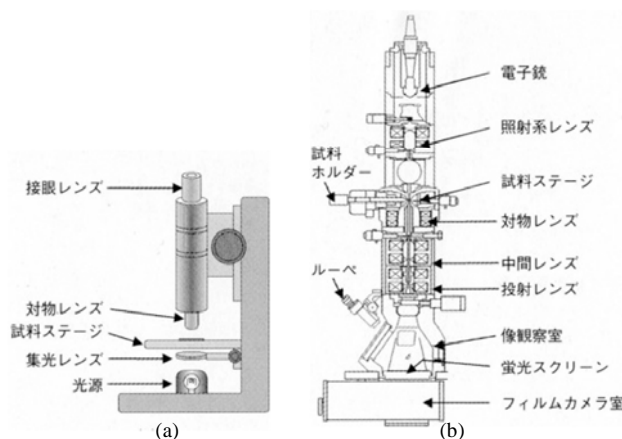


図 2. 光学顕微鏡(a)と透過型電子顕微鏡(b)の構造

○透過型電子顕微鏡での観察法

透過型電子顕微鏡で生物試料を観察する際には、電子染色を行う。電子染色法にはポジティブ染色法とネガティブ染色の二種類がある。細胞などの試料の場合、固定後に樹脂等で包埋した後、ウルトラミクロームを用いて電子線が通るほど薄い(0.1 μm)切片にし、酢酸ウランとクエン酸鉛などで染色する。試料に重金属を結合させ余分な染色剤を落とすことで、染色剤の残っている構造等を観察することが出来る(ポジティブ染色、図3)。一方、例えば、高分子のタンパク質を観察するときには、試料を固定する必要はない。試料をグリッドに載せて酢酸ウランなどで染色すると、酢酸ウランが試料の周辺や間隙に入り込み、試料の部分は電子密度が低いために電子線が透過しやすいことで、陰影像として観察される(ネガティブ染色、図4)。高分子のタンパク質のほかに、ウイルスなどの微小構造もネガティブ染色法で観察することが出来る。

また、低温研内では免疫電顕法も使われている。この方法では、抗体に結合させた標識物質により、超薄切片内での目的のタンパク質の局在を観察できる。

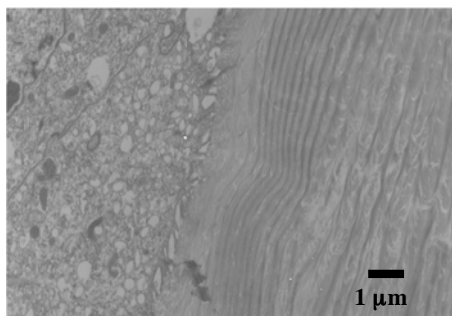


図3. ポジティブ染色の観察例
カイコ体表(背中側)の超薄切片像。エポン包埋。
酢酸ウランとクエン酸鉛で染色。5,000倍で観察。

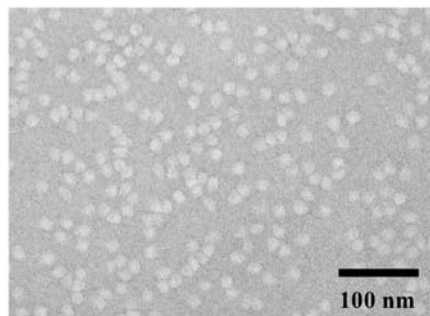


図4. ネガティブ染色の観察例
カイコ体液の脂質輸送タンパク質 lipophorin
(図中の白色球状のもの)。50,000倍で観察。

○最近のトラブルと今後の課題

JEOL DATUM と年間保守契約を結んでおり、毎年6月の定期点検時に部品交換を含む必要なメンテナンスをしてもらっている。その定期点検以外に、平成18年度6月から1月中旬までの間に9回修理を依頼した。購入から19年経っており、老朽化による故障等(基板の接触不良など)による修理の依頼が多い。またフィラメントや油拡散ポンプのヒータ(DPヒータ)など、消耗品の交換も依頼した。

トラブルの中には簡単に対処できることもある。例えば、原因不明で突然ボタン等を押しても反応しなくなってしまった場合、resetボタンを押すだけで復帰することがある。しかし、そのresetボタンの位置はあまり知られていない。夜間など研究所内にいる利用者が限られている時間にトラブルがあった場合、対処法が分からずに観察を諦めてしまうケースもあるようだ。そのため、利用者間でトラブル時の対処法などの情報を共有する必要がある。今後はトラブル時のチェック表と対処法を作成して、利用者に分かりやすく示す予定である。

○謝辞

電顕室の管理をする上で、日頃の生物系グループの先生をはじめ、研究員、学生の皆様のご協力は欠かせません。これからもよろしくお願いいたします。

水素原子冷却管の製作

技術部装置開発室 藤田 和之

1. はじめに

純アルミパイプにタフラム処理¹を施した水素原子冷却管を製作した。金属加工はこちらで行い、タフラム処理は業者に任せた。業者に出すまでの私の作業を報告する。

2. 依頼内容

- ・純アルミパイプ（外径φ 8、内径φ 6）を切削加工で段付きの2つ割にする
- ・2つ割にしたパイプを固定するための止め具を製作する

注意点としては、熱伝導率が大事なので純アルミを使用すること。また、組上げたときに漏れないようにすることである。

3. 設計

3.1 段付きパイプと治具

インデックスで加工するよりも振動の少ないバイスを用いた加工方法を考えた。パイプそのものの状態ならバイスに挟むことが可能だが、今回の加工工程では直接挟んで加工することが困難だったのでパイプが振れずに加工できる治具を考える必要があった。

治具はボールエンドミルでパイプの外径に合うように切削し、それを半割りにしパイプの内径に合った丸棒を入れたり、パイプの外径があたる部分をV字にしたりしたものを上から押さえる方法を考えていた（図1）。

しかしこれらの方法では両端しか押さえられず真ん中の方がたわんで（浮いて）しまうのと、パイプの外径と加工した径やパイプの内径と丸棒の径が少しでも違うと、1点でしか固定できずずれてしまう恐れがある。たわみを少なく、全体を固定して加工できるようにするため、以下のような改良を加えた。

1点ではなく2点であたるように考えて、パイプの外径（半分から下）があたる部分をV字にした。また、パイプの内側に長方体を入れてその長方体を上から押しつけてパイプを固定するようにした。長方体の上から押しつける板を10枚作り取り外しできるようにし、エンドミルの動きにあわせて取り外して全体を固定することが出来るようにした。最終的な設計図を図2に示す。

¹ タフラム処理：アルミニウムおよびアルミニウム合金に対して硬質アルマイトにテフロンを含侵したもの。耐摩耗性、滑り性、離型性、耐蝕性、電気絶縁性に優れ、非常に滑らかでしかも硬い表面を持ち、母材と一体化した高機能複合膜を得る表面技術。



図1 初めに考えていた段付きパイプと治具の設計図

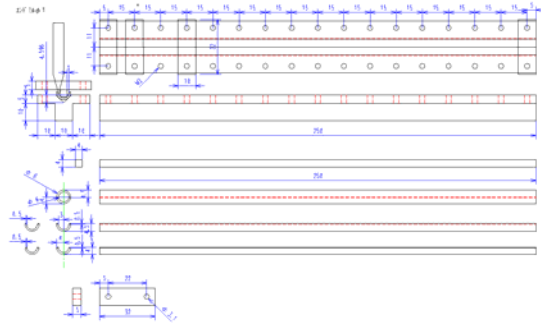


図2 最終的な段付きパイプと治具の設計図

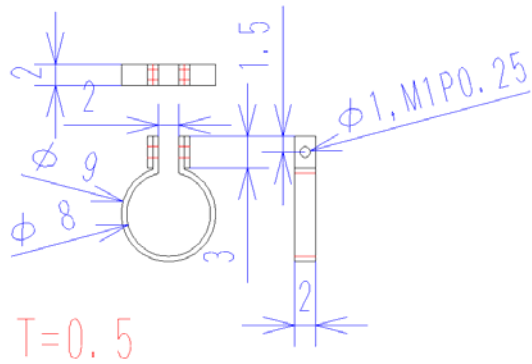


図3 パイプを固定するバンドの設計図



図4 治具



図5 段付きパイプの粗削り

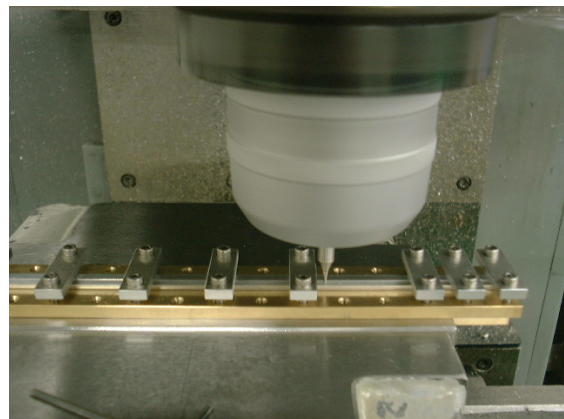


図6 段付きパイプの仕上げ

3.2 パイプを固定するバンド

はじめはカラーの様なものや半割にしたものを考えていたが、あまり強度が必要とされていないことや一体ものの方が半割りよりも使いやすいということで図 3 のようなものを考えた。

パイプに密着している部分は薄くても良いが締め上げる部分の強度を上げるため板を折り二重にした。締め上げる部分では、ただの穴加工にしてボルト・ナットで締めようと考えていたが、二重にすると厚さが 1 mm あり、M 1 P0.25 のねじを使用すれば十分締め上げることが出来ると思いタップをたてることにした。

4. 製作

4.1 段付きパイプと治具

治具は V 字に加工するのに面取りカッターを使用した。治具の完成したものを図 4 に示す。今までは面取りにしか使用できないと思っていた工具の別の使用方法を知ることが出来てとてもいい勉強になった。

その完成した治具を使い、段付きパイプを製作する。はじめに長いパイプを適当な長さに切断してから旋盤で加工した。これを帯のこ盤で切断してしまうとチャッキング箇所が潰れてしまうので、万力で軽く挟み金のこで切断してから旋盤で加工した。

粗削りに関してはパイプの上から板を押し当てて固定しエンドミルφ15 で切削した (図 5)。仕上げにはエンドミルφ1 を使用した (図 6)。パイプ全体を削るには、上から押さえつけている板を移動させなくてはならない。板の移動は、ステージを下げて行った。板を固定するねじは取り外ししやすいように六角キャップボルトを使用した。

作業時間を出来るだけ短縮するために切り込み量・送り早さ・作業工程を自分なりに考えて作業した。

4.2 パイプを固定するバンド

アルミ板の中心にステンレス丸棒 (φ8) の中心を合わせて板を曲げ、そのあいだに塩化ビニルの板 (厚さ 3 mm) を入れ万力で挟み、形を作った (図 7)。次に締め上げる部分を二重に折り、穴を開けタップをたてた (図 8)。完成したパイプ固定バンドを図 9 に示す。これほど細かい作業をしたのは初めてで大変難しく、穴がずれてしまったりタップが斜めに入ってしまったりと失敗もしてしまったがとてもいい勉強になった。

最後に、パイプ固定バンドを段付きパイプに組み合わせたものを図 10 に示す。



図7 パイプ固定バンドの形作り

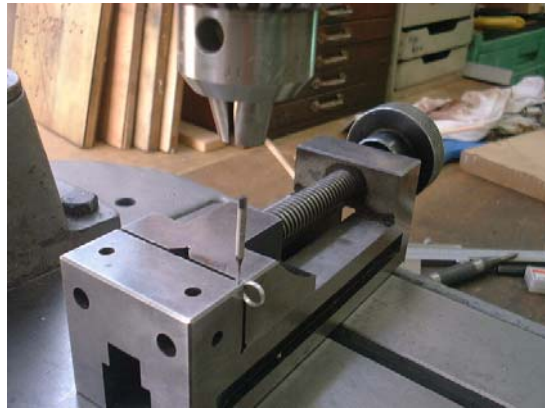


図8 パイプ固定バンドにM1タップたて



図9 パイプ固定バンド完成品



図10 完成品

5. おわりに

今回の製作にあたり自分の知識の足りなさを本当に痛感した。

設計から製作まで一貫して考え方や様々な道具の使用方法など、これだと決め付けた考えにするのではなく、頭を柔軟にして幾通りものアイデアを考えなければいけないと再確認した。またこれらの設計、製作にあたって新堀氏、中坪氏、中鉢氏のご協力を頂いた。これからも様々な知識を取り入れると共に、皆さんからの手助けやアドバイスをよろしくお願いします。

ロボットアーム (RM-101) 制御の試み

技術部先端技術支援室 福士 博樹

はじめに

埃をかぶっていた 26 年前のロボットアームを、野外観測用として再利用する事を試みた。残念ながらマニュアル類が保存されておらず、製造元である三菱電機（株）からも資料の入手は困難であったため、ハードウェアの詳細は不明である。幸いインターネット上から操作に関わる簡単な資料[1]を入手して、これを基に動作させる事ができたので報告する。

ロボットアームの概要

ロボットアームは、三菱電機が教育・研究・ホビー用として 1981年に製造した MOVE MASTER RM-101（以後 RM-101 と呼ぶ）である。外観を図1に示す。RM-101 は 6 個のステッピングモータを有しており、パソコンからの命令により各モータを制御することが可能である。モータ 1～6 は、それぞれ胴体、肩、ひじ、手首、手の動作を受け持っている。制御は三菱電機製の8ビットパソコン、MULTI-8 の M-BASIC で動作させる仕様である[2]。また、CP/M 86 を搭載した16ビットパソコンなどでも制御した例もある。パソコン側はセントロニクス準拠 14 PIN のプリンタポートで、ロボットアーム側は 16 PIN の専用コネクタでそれぞれ接続されている。

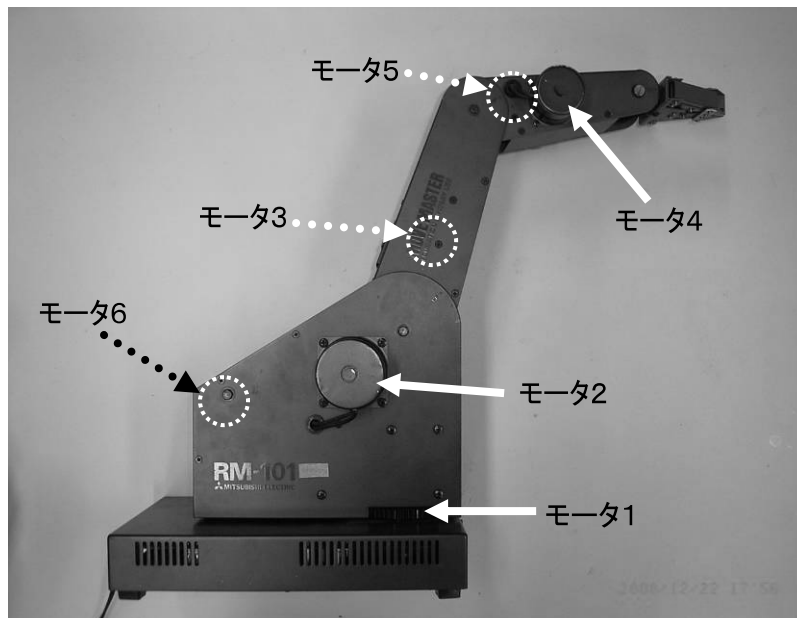


図1 RM-101 概観

PC-9801 からの制御

セントロニクス準拠の 14 PIN プリンタポートからの制御を確認するために、MS-DOS が動作するパソコンである NEC の PC-9801RA より動作を試みた。プログラミング言語は N88-BASIC を用いた。プログラムからの制御は、プリントアウト命令である「LPRINT文」によって、RM-101 の制御命令をアスキーデータで出力させることにより行う。図2は、プログラムの一部を抜粋したものであり、図3は、動作中の RM-101 である。

```
1740 'home posi.
1760 LPRINT "H" : LPRINT "S5"
1780 'shoulder48dwn, elbow40dwn, wrist80up, handopen
1800 LPRINT "I0, -1200, -500, -1600, 1600, -1400"
1820 LPRINT "I0, 0, 300, 600, -600, 0"
1840 LPRINT "I0, 0, 0, 0, 0, 1200" : 'hand=close
1860 'shoulder34up, elbow30up, wrist10down
1880 LPRINT "I0, 850, 380, 200, -200, 0"
1900 'body30left
1920 LPRINT "I-750, 0, 0, 0, 0, 0"
1940 'shoulder34dwn, elbow56dwn, wrist40up
1960 LPRINT "I0, -850, -700, -800, 800, 0"
1980 'wrist10down, hand=open
2000 LPRINT "I0, 0, 0, 200, -200, -1200"
2020 'shoulder34up, wrist30down, hand=close
2040 LPRINT "I0, 850, 0, 600, -600, 1400"
2060 LPRINT "N" : 'end-job home posi.
```

図2 プログラムの抜粋

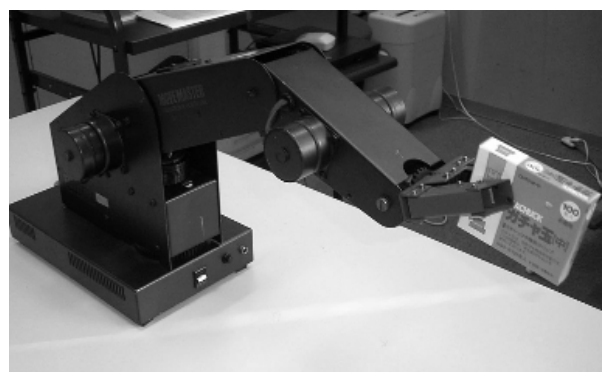
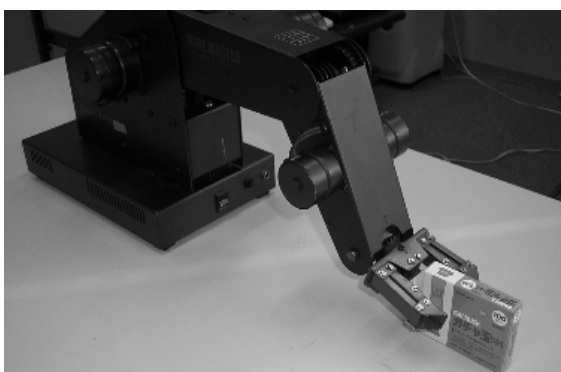


図3 動作中の RM-101

アーム制御命令

RM-101 は制御用として 11 種類の命令をもっており、パソコン上のプログラムからアスキーデータとして送り出すことにより、高い精度で制御することが可能である。表1に制御命令と動作内容をまとめた。

制御の中心となる「MOVE I」コマンドは、アームの各関節に相当するモータ 1～6 に対し動作ステップ数を整数で指定することで行う。角度分解能および指定最大角度はモータによって異なる。表1の出力形式欄にあるパラメータ a1～a6 は、モータ 1～6 に対応している。表2と表3に「MOVE I」コマンド等における各パラメータの役割と動作内容をまとめている。表3はペアで制御する手首用モータ 4, 5 のパラメータ a4, a5 の動作内容である。

表1 制御命令と内容

| 制御命令 | 動作内容 | 出力形式 |
|----------|-------------------------|-----------------------------|
| HOME | ロボット動作基準位置の決定 | H |
| MOVE I | 各関節をパラメータで指定したステップ数だけ回転 | Ia1, a2, a3, a4, a5, a6 |
| HERE | 任意の現在位置を記憶 | Ea |
| NOVE | E, Pコマンドで定義した位置に作動 | Ma |
| POSITION | HOMEを基準とした位置指定 | Pa0, a1, a2, a3, a4, a5, a6 |
| NSET | HOMEで定義したポジションに移動 | N |
| G. CLOSE | ハンドを限界まで閉じる | C |
| G. OPEN | ハンドを限界まで開く | F |
| SPEED | 駆動速度の設定 | Sa |
| TIME | 動作の一時休止 | Ta |
| LIMIT | 各関節可動範囲監視 | La |

表2 各パラメータ内容

| パラメータ | モータ | 役目 | +値 | -値 | 角度分解能 |
|-------|-----|----|--------|-------|----------------------|
| a1 | 1 | 胴体 | 時計方向 | 半時計方向 | 0.04° 最大 ±120° |
| a2 | 2 | 肩 | 上方向 | 下方向 | 0.04° 最大 ±75° |
| a3 | 3 | ひじ | 上方向 | 下方向 | 0.08° 最大 上 45° 下 75° |
| a4 | 4 | 手首 | 表 3 参照 | | 0.05° |
| a5 | 5 | | | | |
| a6 | 6 | 手 | 閉じる | 開く | 0.2° 最大 開閉共 280° |

表3 モータ 4, 5 のパラメータ内容

| a4 | a5 | 動作 |
|----|----|---------|
| + | + | 反時計方向回転 |
| - | - | 時計方向回転 |
| + | - | 下方向 |
| - | + | 上方向 |

Windows PC からの制御

今後の用途を考慮し、現在 Windows PC から制御[3, 4]することを試みている。Windows から制御を行う場合、MS-DOS には無かったいくつかのハードルをクリアしなければならない。ハード面では、14 PIN のセントロニクス準拠仕様を 25 PIN のセントロニクス仕様に変更する必要がある[5, 6]。セントロニクス準拠は出力だけを行う簡易版であるのに対して、セントロニクスは双方向性である。そのため監視用等の入力信号線が増える。最近の PC で、プリンタの用紙切れなどの監視が可能なのはこのためである。RM-101 に対しては、出力線のみを使用するだけであるが、既存のプリンタドライバ等を利用する場合、入力信号用の処置を Windows に対してうまく整合させなければならない。またプリンタポートを単にパラレルポートとして用いる場合、Windows は MS-DOS と異なりユーザに I/O の参照を直接許可していない[5]。つまりユーザから直接 I/O を制御するには、I/O メーカーなどの用意したソフトウェア、いわゆるデバイスドライバを介す必要がある。

あとがき

初期のロボットアームではあるが、ステッピングモータの精度は良い。うまくコントロールすることにより、実験や観測用として現在でも応用可能であると思われる。Windows PC から制御することにより応用範囲の広がりを期待できる。

参考文献

1. 大阪大学大学院情報科学研究科 マルチメディア工学専攻 西尾研究室「コンピュータ制御の基礎実験」
<http://www-nishio.ist.osaka-u.ac.jp/jikken/B10.pdf>
2. 株式会社オーアンドケイ「今は昔のよもやま話(2)ロボット2話」
<http://www.okcom.co.jp/Webpage/Column/Column.htm>
3. 工学ナビ「WindowsXP/2000/NTでパラレルポート制御」http://www1.bbq.jp/kougaku/IO_parallel.html
4. 登大遊「XP時代のVC++プログラミング」2002.4, 工学社
5. 大須マップ「セントロクス・パラレル・インターフェース」
<http://www.ohsumap.ne.jp/lib/connectors/centr.htm>
6. PC9801シリーズ テクニカルデータブック HARDWARE 編 アスキー出版局 1992年2月 313-315

広報支援業務 ー 図の作成

技術部先端技術支援室 小野 数也・千貝 健

技術職員の仕事内容は多様化している。さらに、納期が明日までであるような突発的な仕事を含んでおり、我々はそれらに柔軟に対応できる能力を身につけなければならない。広報に関しても、我々技術職員の担う仕事は様々である。その中から、科学研究費などの申請に使用する外観図・模式図の作成について紹介する。

依頼内容

内 容：科研費申請用のオホーツク海を取り巻く観測計画図の作成

条 件：用意した図（海底地形図）を編集し、そこに観測機材等の絵を貼付ける。

またプレゼンテーションでも使用するので、PowerPoint を作成する。

原図の編集から完成まで

図 1 に依頼された図の作業工程を示す。原図 a には必要の無い図も表示されていたので、その部分を消して海底と空のグラデーションを描いた (b)。次に陸地部分、右側が切れてしまっているので、引き延ばした。氷河で観測する掘削機を重ね合わせるため、ある程度陸地を白く塗り雪山に見立てた (c)。最後に観測測器などを作成し、原図の修正図と PowerPoint で重ね合わせた (d)。なお b の時点で原図のままでは機器などを重ね合わせるには全体の色合いが濃いため、色調のレベルを補正し薄くした。原図、完成図の全体図は割愛した。原画の修正には Tgif、GIMP、Adobe Illustrator、Adobe Photoshop を用いた。状況に応じて様々なソフトウェアを使用している。

おわりに

我々が行っている広報支援業務の一例として、科研費申請用の図の作成を紹介した。他にも様々な図を作成しているが、図 2、3 はその一例である。作図をするという作業一つをとっても、様々なソフトウェアを操作する能力、海底地形作図等に用いるデータ処理能力、さらには依頼者がどのような図を求めているかを理解する能力（研究に使用する図を作ろうとすれば、ある程度研究内容を把握する必要はある）等の様々な能力が必要である。そして、我々の仕事は作図だけではない。多様化する仕事内容に柔軟に対応できるよう、様々な能力を身につけていきたい。

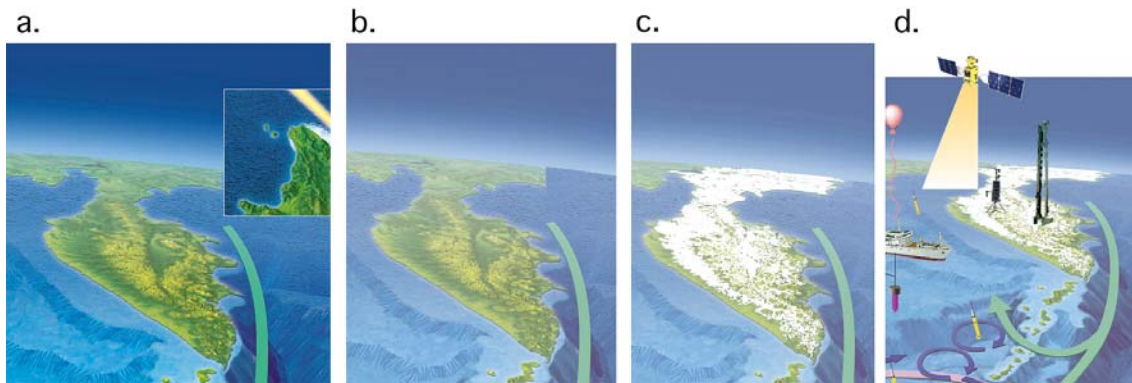


図1. 作成した図の一部分。a. 原図、b. パネル図を外してその部分の海底地形と空を描写、c. 原図修正図、d. 完成図。作業日数は約5日/2人。

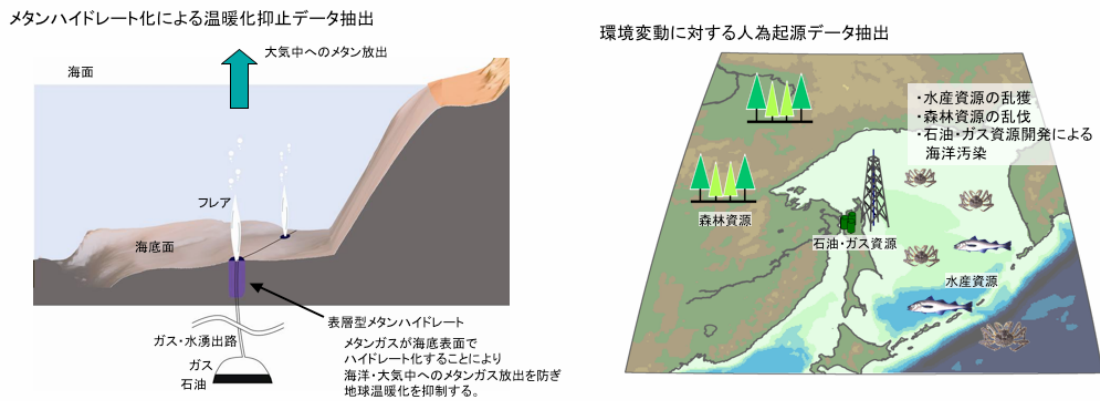


図2. 科研費申請のために作成した図の例。両者とも Tgif、Photoshop Illustrator で個々の図を作成して、仕上げに PowerPoint で重ね合わせた。右図の地形図には ETOPO2 (オンラインデータ) を使用した。二つで作業日数は約1日/2人。



図3. 環オホーツク観測研究センターの看板 (左図)、それをもとに作った同センターHP トップページの画像 (右図)。作業日数は約1日/1人。

停電後のPCやネットワークのトラブル

技術部先端技術支援室・所内ネットワーク運用委員会 千貝 健・福士 博樹

北海道大学では、自家用電気工作物保安規定に基づく定期点検のため年一回全学停電となる。また、ごくまれに瞬間停電がおこる。停電の原因にかかわらず、停電後は平常時に比べPCやネットワークに関するトラブルが多くなる。低温科学研究所内で起こった停電に関連するトラブルを紹介する。

• トラブル1：メールが送られてこない

全学停電中に他機関から北大宛に送られて来たメールは、復電後に順次配達され、すぐには配達されない。相手側のメールサーバ設定が「再送信までの時間間隔が一日」となっている場合、タイミングが悪ければ一日メールが来ないこともある(図1)。メールがなかなか送られて来ないのは通常動作なのだが、トラブルとってしまうユーザーもいる。あらかじめメーリングリストなどで広報しておく必要があるだろう。

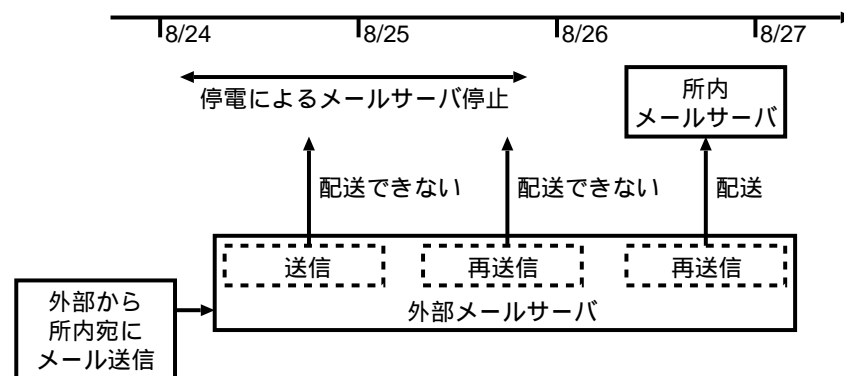


図1: メール再送。

• トラブル2：ネットワークにつながらない

全学停電の後や瞬電後には、ネットワークにつながらないことがある。

HUB, ルータのトラブル: HINES (北大キャンパス LAN) では、「停電後にネットワークに接続できない場合は、自前で設置した HUB をリセット (電源を入れ直す) してください」とアナウンスしている [1]。実際、HUB をリセットすることで復帰したことがあった。ルータでは、ネットワーク設定が消え再設定が必要だったことがあった。

停電から数日後、ある HUB に接続した PC からネットワークにつながったりつながらなかったりする、といった不具合が起きた。HUB を交換したら不具合が起きなくなったため、なんらかの原因で故障した可能性がある。

PCのトラブル：電源を減多に切らないPCで、再起動後にネットワークにつながらないものがあった。ネットワークドライバを再インストールしたら正常稼働したので、ネットワークドライバの起動スクリプトやファイルの一部が壊れていた可能性がある。このように、停電が直接の原因ではなく、停電時にたまたま故障が顕在化することもある。

- トラブル3：ソフトウェアのライセンスが切れた

PCは内部に時計を持っている。内部時計用の電池が切れると、電源を切って数分で時計が初期値になる。そのため、日付によってライセンスを管理している場合、ソフトが使用できなくなったり警告が表示されるようになる。この場合、内部時計用の電池を交換するか、電源オン後に毎回時計を合わせる必要がある。OSによっては時計をネットワーク経由で自動的に合わせてくれるもの（合わせるタイミングは起動時だったり数時間に一回だったりする）がある。また、時計がずれたままPCを使用することによって、以下のようなことが起こった。

- ウイルス対策ソフト：日付が過去になった状態で、ウイルス対策ソフトの新しい定義ファイルをダウンロードした。その後日付を直すと、Windows セキュリティセンターから「定義ファイルが最新でない（定義ファイルの日付が古い）」という警告が出つづけた。これは、数日たってさらに新しい定義ファイルが出た後に、それをダウンロードするまで続いた。
- メール一般：当然メールの送信時刻もずれるので、メールの並びがおかしくなったり、スレッドが切れたりした。

- トラブル4：その他の故障

一年中電源を切らずに運用しているPCで、全学停電後に電源が入らなくなった。中を開けて、ブロアで「ほこり」を除去したら正常稼働した。電源を切ったことによりファンが止まり、空中を舞っていた「ほこり」がICの足の間に落ちてショートしたのだろう。

全学停電後に「PCの電源が入らないのでなんとかしてくれ」と言われたので確認したところ、UPSの電源を入れ忘れていただけ、という笑い話のようなこともあった。

発生場所が所内ではないが、低温研技術部でメンテナンスを行っているインドネシアの西スマトラで観測中のドップラーレーダが停電後に作動しなくなった。調査の結果、2台のUPS（3KVA）が「制御ユニット」に損害を受けていた。さらに、このUPSから電源を供給されているレーダー信号処理装置とレーダー空中線制御装置の「ATX電源ユニット」も損害を受けたことが判明した。状況から、周辺に起こった落雷による強力なサージノイズによるものと推測される。

停電後に所内でおこったトラブルを紹介してきた。メールがなかなか送られて来ないような通常動作をトラブルとってしまうユーザーもいるので、あらかじめ停電時におこりそうな事柄をメーリングリスト等で広報しておく必要がある。日頃からのメンテナンスを心がけておけば、停電時にたまたま故障が顕在化するということが減るだろう。落雷等による不意の停電には、一般的な停電対策（例えばUPSの導入など）が有効であるが、UPSごと機器が故障する場合もあるので重要部には予備が必要である。例えば雷サージによって機器が壊れるのは理解できるが、なぜ電源

点検でトラブルがおこるのだろうか。その解答となるかもしれない日経 NETWORK の記事 [2] を紹介する。「電源点検がなんらかのきっかけとなりルーターの設定が消えリモート・アクセスできなくなった」、「バックアップファイルを使ってルーターを再設定して復帰した」、というのが記事の主題であるが、ここでは「電源点検がどのようにきっかけになるのか」という点に注目する。電源点検がどのようにきっかけになるのかを、以下のように述べている。

- 電源点検には、受電設備と配電盤それぞれに検査用のテスターをつなぎ、通常よりも高圧の電流を流して漏電しないかどうかを確認する「絶縁測定」や、アースにテスターをつないで高圧電流を流し、流れる電流の抵抗を調べる「アース設置測定」などの検査項目がある。(中略)配電盤に流した高い電圧の電流が配電線や電源コードを通じて機器まで及ぶ可能性がある。
- 「機器の使用年数が長かったり、内部が老朽化していたりすると、ちょっとした電圧の変化や停電復帰後、電流が流れ出した時のショックで突発的に不具合が発生することもある」

記事は、電源点検の時は機器の電源を切るだけでなくコンセントから電源コードを抜いておいた方がよいと結んでいるが、これは所内での定期停電時にも当てはまるだろうし、原因の切り分けにも有効だろう。

参考

[1] <http://www.hines.hokudai.ac.jp/oshirase/>

[2] 平野 亜矢, 役場の基幹サーバーにリモート・アクセスできない, 日経 NETWORK, 2006.11, 134-139

低温研ウェブサーバアクセス解析 2006/02-2006/11

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

昨年(北海道大学低温科学研究所技術部技術報告, 11, 26-29, 2006年3月17日)に引続き、2006年2月1日から2006年11月30日まで10ヶ月間のアクセス統計(表1-10)を示した。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、低温研内部からのアクセスを含めていない。10ヶ月間の全リクエスト件数(リクエスト)は1,103,839件、全ページリクエスト件数(ページ数)は348,884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。昨年と比較して変わった主な点は、夜間のアクセス数が増えたこと(表3)、共同研究・研究集会公募要領のアクセスが多いこと(表8)である。時事的な話題(藤田スケール、表7)の検索が多いことも注目である。図1に低温研にウェブサーバを設置してからの推移を示した。アクセス数はここ数年、ほぼ定常的に毎月3-4万ページである。

表 1: 月別レポート

| 年 | 月 | リクエスト | ページ数 |
|------|----|--------|-------|
| 2006 | 2 | 126309 | 52151 |
| | 3 | 115584 | 40200 |
| | 4 | 104002 | 32044 |
| | 5 | 106768 | 35126 |
| | 6 | 112484 | 35716 |
| | 7 | 119216 | 37961 |
| | 8 | 96697 | 27296 |
| | 9 | 101379 | 27118 |
| | 10 | 104587 | 28257 |
| | 11 | 116813 | 33015 |

表 2: 曜日別集計

| 曜日 | リクエスト | ページ数 |
|----|---------|--------|
| 日 | 9541.6 | 3592.4 |
| 月 | 17166.9 | 4858.3 |
| 火 | 17958.3 | 5201.4 |
| 水 | 19083.0 | 5657.3 |
| 木 | 18274.2 | 5035.0 |
| 金 | 17773.5 | 6020.1 |
| 土 | 10586.4 | 4523.9 |

リクエスト件数、ページ数は
1ヶ月あたりの値で示した。

表 3: 時間別集計

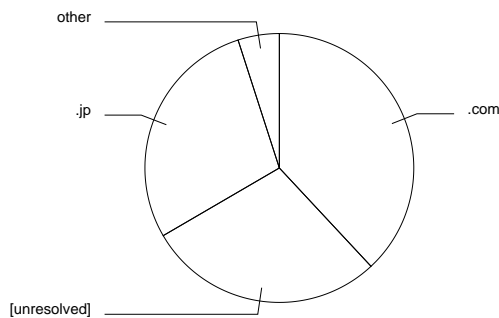
| 時間 | リクエスト | ページ数 |
|-----|--------|--------|
| 0時 | 3757.1 | 1583.1 |
| 1時 | 3204.9 | 1640.4 |
| 2時 | 2156.6 | 1105.3 |
| 3時 | 1721.5 | 919.6 |
| 4時 | 1650.8 | 950.7 |
| 5時 | 1652.6 | 988.5 |
| 6時 | 2063.3 | 1172.6 |
| 7時 | 1987.5 | 986.0 |
| 8時 | 3051.7 | 1273.5 |
| 9時 | 5092.2 | 1506.7 |
| 10時 | 6508.5 | 1590.8 |
| 11時 | 6902.4 | 1707.3 |
| 12時 | 6130.7 | 1683.7 |
| 13時 | 6586.7 | 1715.0 |
| 14時 | 6934.5 | 1685.1 |
| 15時 | 7003.9 | 1735.9 |
| 16時 | 7376.1 | 1714.3 |
| 17時 | 6869.9 | 1694.4 |
| 18時 | 5608.1 | 1434.6 |
| 19時 | 4762.2 | 1298.0 |
| 20時 | 4550.0 | 1411.7 |
| 21時 | 4755.4 | 1419.6 |
| 22時 | 5057.1 | 1673.8 |
| 23時 | 5000.2 | 1997.8 |

リクエスト件数、ページ数は
1ヶ月あたりの値で示した。

表 4: ドメインレポート

| リクエスト | ページ数 | ドメイン |
|---------|---------|-----------------|
| 15053.5 | 13277.6 | .com (商業組織) |
| 34819.8 | 9959.4 | 【未解決 IP アドレス】 |
| 52308.0 | 9917.5 | .jp (日本) |
| 5905.6 | 1138.1 | .net (ネットワーク) |
| 290.8 | 248.9 | 【未知ドメイン名】 |
| 592.5 | 94.5 | .edu (米国高等教育機関) |
| 218.7 | 50.4 | .de (ドイツ) |
| 73.4 | 31.7 | .ru (ロシア連邦) |
| 37.9 | 27.5 | .nl (オランダ) |
| 154.7 | 16.0 | .ca (カナダ) |
| 120.8 | 11.9 | .uk (イギリス) |
| 72.8 | 9.7 | .ch (スイス) |
| 67.4 | 8.6 | .au (オーストラリア) |
| 8.8 | 8.5 | .info (一般(情報)) |
| 18.5 | 8.2 | .th (タイ) |
| 640.7 | 79.9 | 【その他: 78 ドメイン】 |

リクエスト件数、ページ数は
1ヶ月あたりの値で示した。

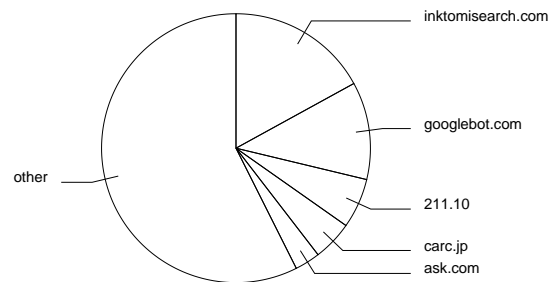


扇型の角度: ページ数

表 5: 組織別レポート

| リクエスト | ページ数 | 組織 |
|---------|---------|-------------------|
| 6476.5 | 5935.4 | inktomisearch.com |
| 4435.0 | 4096.1 | googlebot.com |
| 2139.7 | 2094.5 | 211.10 |
| 1680.0 | 1674.0 | carc.jp |
| 1135.8 | 1059.8 | ask.com |
| 1206.4 | 1039.4 | 74 |
| 987.1 | 883.2 | msn.com |
| 4536.3 | 878.4 | ocn.ne.jp |
| 789.9 | 783.8 | become.com |
| 6411.2 | 643.0 | hokudai.ac.jp |
| 3570.4 | 492.9 | bbtec.net |
| 1204.4 | 401.0 | 60 |
| 431.4 | 357.3 | 66.249 |
| 416.9 | 355.9 | 70 |
| 392.8 | 336.6 | 65.55 |
| 74570.1 | 13857.1 | 【その他: 6,296 組織】 |

リクエスト件数、ページ数は
1ヶ月あたりの値で示した。



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 |
|---------|--------|------------------------------------|
| 71974.6 | 5768.6 | http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/ |
| 1890.9 | 1795.9 | http://search.yahoo.co.jp/ |
| 1166.2 | 1054.8 | http://www.google.co.jp/ |
| 549.9 | 548.2 | http://www.hokudai.ac.jp/ |
| 334.3 | 305.4 | http://www.google.com/ |
| 600.5 | 262.2 | http://shiro.lowtem.hokudai.ac.jp/ |
| 74.0 | 74.0 | http://ecology.ees.hokudai.ac.jp/ |
| 70.7 | 67.9 | http://search.msn.co.jp/ |
| 63.3 | 61.7 | http://www.ees.hokudai.ac.jp/ |
| 68.0 | 58.4 | http://search.goo.ne.jp/ |
| 43.2 | 43.2 | http://www.woa.ees.hokudai.ac.jp/ |
| 34.3 | 34.2 | http://wrs.search.yahoo.co.jp/ |
| 39.4 | 31.9 | http://cgi.search.biglobe.ne.jp/ |
| 46.3 | 30.8 | http://images.google.com/ |
| 31.5 | 28.3 | http://images.google.co.jp/ |
| 1154.7 | 673.4 | 【その他: 801 サイト】 |

リクエスト件数、ページ数は
1ヶ月あたりの値で示した。

表 7: 検索語句レポート

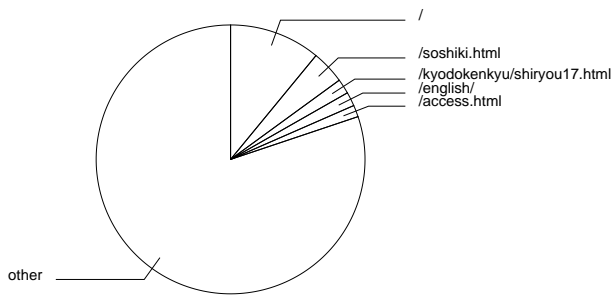
| リクエスト | 検索語句 |
|--------|---------------|
| 79.0 | 低温科学研究所 |
| 55.8 | 北海道大学低温科学研究所 |
| 42.5 | 低温研 |
| 35.6 | 北海道大学 低温科学研究所 |
| 19.2 | 北大低温研 |
| 17.2 | アクセス |
| 16.5 | 北大 低温研 |
| 14.0 | 低温科学 |
| 13.8 | 低温 |
| 13.1 | 北海道大学 |
| 12.5 | 北海道大学 低温 |
| 10.8 | 低温研究所 |
| 9.9 | 旅費請求書 |
| 9.8 | 藤田スケール |
| 9.2 | 北大低温科学研究所 |
| 3364.8 | 【その他】 |

リクエスト件数は
1ヶ月あたりの値で示した。

表 8: リクエストレポート

| リクエスト | html ファイル |
|---------|-----------------------------|
| 3820.8 | / |
| 1402.6 | /soshiki.html |
| 619.9 | /kyodokenkyu/shiryuu17.html |
| 587.7 | /english/ |
| 490.3 | /access.html |
| 434.9 | /kyujin/ |
| 426.1 | /topics/ |
| 385.3 | /kyodokenkyu/shiryuu18.html |
| 380.5 | /kyoudou/ |
| 373.0 | /symposium/ |
| 363.0 | /education.html |
| 338.9 | /project/ |
| 324.7 | /newsletter/ |
| 313.0 | /intro.html |
| 301.8 | /LTS/ |
| 24310.3 | 【その他: 1,849 ファイル】 |

リクエスト件数は
1ヶ月あたりの値で示した。



扇型の角度：リクエスト件数

表 9: ブラウザ集計

| リクエスト | ページ数 | ブラウザ |
|---------|---------|-----------------------|
| 15450.9 | 12856.0 | Netscape (compatible) |
| 67970.8 | 10189.9 | MSIE |
| 2359.3 | 2338.0 | Wget |
| 1672.4 | 1666.4 | hcat |
| 1390.8 | 1226.5 | msnbot |
| 5653.8 | 726.3 | Firefox |
| 5066.4 | 516.1 | Safari |
| 513.5 | 492.0 | Googlebot |
| 390.0 | 337.3 | Baiduspider+ |
| 329.3 | 310.2 | e-SocietyRobot |
| 2529.7 | 299.8 | Netscape |
| 6579.3 | 3690.8 | 【その他】 |

リクエスト件数、ページ数は
1ヶ月あたりの値で示した。

表 10: OS レポート

| リクエスト | ページ数 | OS |
|---------|---------|-----------|
| 16093.5 | 13829.0 | ロボット |
| 72660.3 | 10019.3 | Windows |
| 11582.3 | 9728.8 | 未知 OS |
| 8210.6 | 898.8 | Macintosh |
| 1359.2 | 173.3 | Unix |
| 0.3 | 0.1 | 【その他】 |

リクエスト件数、ページ数は
1ヶ月あたりの値で示した。

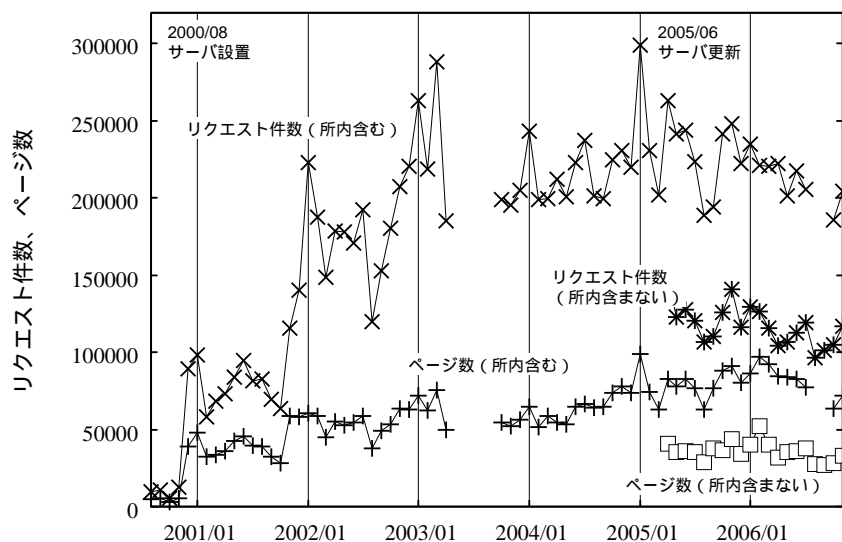


図 1: これまでのリクエスト件数、ページ数

編集後記

平成 4 年 10 月に第 1 回技術発表会が開催され、翌年 2 月には技術報告第 1 号が発行されました。これまで発行されてきた報告書は所内、学内のみならず学外にも本研究所技術部の業務内容の多彩さ・技術力の高さをアピールする場となっております。

昨年は久しぶりに開催されたということもあり、多数の発表者を迎えることができました。昨年に引き続き 2 年連続で開催されたにもかかわらず、本年も発表内容が充実しており、我々も素直に驚いております。発表内容の充実は、本研究所技術部が多様な仕事内容に高い技術力を持って対応できているためだと思われます。これからも皆様のご要望に対し、柔軟な意識を持って互いに協力し合い、足下をしっかりと見直しながら技術支援に取り組んでいきたいと考えております。

第 12 回技術発表会の開催ならびに技術報告の発行にあたり、技術部長をはじめ皆様方のご協力とご指導を心から感謝いたします。また、この報告書で表せられない現場での苦勞、失敗、喜びなどの作業雰囲気を感じていただければ幸いです。

平成 19 年 2 月 28 日

高塚 徹

中鉢 健太

平成 19 年 2 月 28 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