

平成 23 年 度

共同研究報告書



国立極地研究所

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構

目 次

I. 共同研究報告(終了)

一般共同研究

(1) 宙空圏

21-1	北欧におけるレーダーおよび光学観測機器を用いた下部熱圏・中間圏の観測研究	野 澤 悟 徳	.....	6
21-2	極域ULF波動と中高エネルギー粒子変動の比較研究	北 村 健 太 郎	.....	8
21-3	短波レーダー電場観測による極域から低緯度・赤道域への電磁場侵入の研究	篠 原 学	.....	10
21-4	地球磁場減少による超高層大気環境への影響	巻 田 和 男	.....	12
21-5	地球磁気圏内及び近傍における波動モード同定と波動-粒子相互作用に関する研究	芳 原 容 英	.....	14
21-6	オーロラX線の発生機構と高エネルギー粒子加速の研究	中 川 道 夫	.....	16
21-7	宇宙天気とその境界領域の研究	三 澤 浩 昭	.....	18
21-8	地上磁場観測網データを用いた磁気圏プラズマ密度推定	河 野 英 昭	.....	20
21-9	オーロラ粒子加速域と磁気圏サブストームonset	森 岡 昭	.....	22
21-10	雷放電と上層大気圏/電離圏との電磁結合に関する研究	早 川 正 士	.....	24
21-11	光学・レーダー・地磁気・GPS-TECデータを用いた極域電磁圏ダイナミクス	細 川 敬 祐	.....	26
21-12	衛星観測と地上観測の対比による宇宙嵐時の内部磁気圏プラズマダイナミクス及び電離圏-磁気圏結合の解明	小 野 高 幸	.....	29

(2) 気水圏

21-13	南極氷床コア金属解析によるエアロゾル気候変動の研究	鈴 木 利 孝	.....	32
21-14	北太平洋の気候変動復元のための山岳アイスコアの化学解析	的 場 澄 人	.....	34
21-16	北極圏スバルバルにおける極成層圏雲とオゾン破壊に関する研究	中 島 英 彰	.....	37
21-17	大気中酸素濃度の高精度観測による地球表層での二酸化炭素循環の研究	中 澤 高 清	.....	39
21-18	船舶用スカイラジオメータ観測手法の改良に関する基礎研究	小 林 拓	.....	41
21-20	80GHz帯輝度温度衛星画像を用いた南極大陸地上気温分布算出の研究	畑 中 雅 彦	.....	43
21-21	南極域大気浮遊粒子状物質の季節及び高度別挙動に関する研究	浅 野 比	.....	45
21-22	両極異変が全球気候変動へ及ぼす遠隔作用についての観測的研究	立 花 義 裕	.....	47
21-23	南極雪氷中の火山・宇宙起源物質の研究(IV)	福 岡 孝 昭	.....	49
22-9	NEEMコアの物性に関する研究	東 信 彦	.....	51

(3) 地圏

21-24	極域海洋堆積物および南極等の岩石を対象とする古環境と地磁気変動の研究	酒 井 英 男	.....	54
21-25	グリーンランド氷床コアと海底堆積物コアのD/Oサイクル対比に基づく日本の主要テフラの高精度編年に関する研究	池 原 研	.....	56
21-26	融氷河堆積物のOSL年代測定による第四紀氷床変動史の復原	前 奎 英 明	.....	58
21-28	東南極セール・ロンダーネ山地の変動テクトニクスの解明	小 山 内 康 人	.....	60
21-29	東南極中央ドロンニングモードランドの変成作用と原岩形成場	馬 場 壮 太 郎	.....	63
21-30	インフラサウンド計測に基づく極地大気-海洋-固体圏相互作用の研究	山 本 真 行	.....	65
21-31	東南極大陸地殻の構造形成・動的応答に関する地震学的研究	宮 町 宏 樹	.....	68
21-32	コンドライトに含まれるアルカリに富む岩片の起源	岡 野 修	.....	70

(4) 生物圏

21-34	三次元空間における海洋生物の行動および環境計測に関する研究	三 谷 曜 子	.....	74
21-35	GPSデータロガーを用いたオオミズナギドリの飛翔行動の解析	依 田 憲	.....	76
21-36	西南極地域における大型捕食動物の行動生態に関する研究	渡 辺 伸 一	.....	78
21-37	動物装着型小型記録計の回収システムの開発	京 相 雅 樹	.....	80
21-38	東南極陸上生態系における菌類の種多様性と環境適応能力	星 野 保	.....	83
21-40	周極域の森林生態系に生育する蘚苔・地衣類の分布と現存量	松 浦 陽 次 郎	.....	85
21-42	南極産大型藻類標本のデータベース化と分子系統解析	瀧 田 智	.....	87
21-44	極域における微小生態系研究のための微小環境測定装置および軽量型無菌掘削機の開発	小 川 麻 里	.....	89
22-20	南極土壌および湖沼水からの好冷菌の分離と分離株の生理学・生化学・形態学・遺伝学的解析	黒 沢 則 夫	.....	92

Ⅱ. 研究集会報告

研究集会

No.	研究課題名	
1	地球科学分野データベースと情報科学の融合	97
2	南北極域共役点観測研究の現状と将来	105
3	SuperDARNによる極域超高層大気研究集会 ～現状総括と将来の重点課題～	107
4	極域電磁圏構造の非線形発展:観測と理論的アプローチの協働を目指して	109
5	非一様で有限な磁気圏システムでの物理過程に関する研究会ー玉尾共鳴結合理論50年ー	110
6	地上多点観測データの総合解析による超高層大気研究会	115
7	極域科学計算機システムを活用したデータベース構築と大規模シミュレーション技術に関する研究会	117
8	南極昭和基地大型大気レーダー計画(PANSY)研究集会	119
9	EISCAT研究集会	121
10	氷床コアからさぐる第四紀の地球気候変動史	122
11	大気・雪氷間の物質循環と南極への物質輸送に関する研究小集会	123
12	南極大気エアロゾル研究会:Ⅷ期観測と解析状況	125
13	北極域における過去の気候・環境変動	127
14	南大洋の海洋・海氷変動に関する研究集会	129
15	寒冷域における降雪と雪結晶の研究と教育の今後の展望	131
16	東南極地域の氷床内陸部広域トラバース探査の成果とりまとめに関する研究集会	134
17	極域と中緯度域で観察される雪結晶の分類に関する検討	135
18	極域における固体地球の振動特性・不均質構造・ダイナミクス解明に関する研究集会	137
19	南極医学医療ワークショップ 2011	139
20	極限環境における微小生態系の総合的研究	143
21	北極海における環境変動・海洋現象のスケーリングに注目して	144
22	環境変動に対する極域生物の生態的応答プロセスの研究	146

Ⅲ. 平成23年度共同研究課題一覧

1. 平成23年度共同研究実施件数	148
2. 一般共同研究	149
3. 研究集会	155

1. 記号の説明

◎・・・・研究代表者

2. 表記例

(研究課題)

北欧におけるレーダーおよび光学観測機器を用いた下部
熱圏・中間圏の観測研究

(研究代表者)

(共同研究者)

◎野澤悟徳 名古屋大学太陽地球環境研究所・准教授
大山伸一郎 名古屋大学太陽地球環境研究所・助教

(担当教員)

(国立極地研究所)
堤雅基 准教授
小川泰信 講師

(研究期間)

研究期間：平成 21 年から平成 23 年（3 年）

I . 共同研究報告（終了）

一般共同研究

（1）宙 空 圏

北欧におけるレーダーおよび光学観測機器を用いた下部熱圏・中間圏の観測研究

◎野澤悟徳 名古屋大学太陽地球環境研究所・准教授（研究代表者）
 大山伸一郎 名古屋大学太陽地球環境研究所・助教（共同研究者）
 国立極地研究所の担当教員：堤雅基（准教授）、小川泰信（講師）
 研究期間：平成 21 年から平成 23 年（3 年）

1 はじめに

極域超高層大気は、下層大気からの影響を受けているだけでなく、磁気圏との結合を通して、電磁氣的エネルギーの注入を受ける特異な領域である。本研究課題の目的は、この特異な領域である下部熱圏・中間圏の大気ダイナミクスの理解を、北欧に展開された観測機器を駆使して、深めることである。この領域の大気ダイナミクスの理解は、磁気圏-地球大気結合を議論する上で非常に重要である。本研究期間の 3 年間に、(1) デルタ 2 キャンペーン期間中における風速変動、(2) EISCAT/MF レーダーを用いた大気潮汐波の日々変動の研究、(3) 北欧 3 流星レーダーを用いた平均風および大気潮汐波の緯度変動の研究、を実施した。本稿では特に、北欧 3 流星レーダーを用いた研究について紹介する。

2 北欧 3 流星レーダー

本研究で使用した流星レーダーは、ロングイアビン(78.2°N, 16.0°E)、ベアアイランド(74.5°N, 19.0°E)、トロムソ(69.6°N, 19.2°E)にて稼働している。ロングイアビンおよびトロムソ流星レーダーは、国立極地研究所とトロムソ大学が、ベアアイランド流星レーダーは、名古屋大学太陽地球環境研究所とトロムソ大学が運営している。これらの流星レーダーは、ほぼ同じ経度に位置しており、大気波動等の緯度変動を調べるのに最適である。図 1 に 3 観測地点の位置を示した。3 つの流星レーダーは、送信機および受信機システムは同じ会社製作(ATRAD)のものであり、受信アンテナは、トロムソ大製作のものを用いており、ほぼ同じ性能である。送信周波数は約 31 MHz、送信最大出力パワーは約 8 kW、高度分解能は 2 km で、時間分解能は 1 時間である。ただし、オーバーサンプリングすることにより、1 km 毎および 30 分毎に風速データを求めている。



図 1 北欧 3 流星レーダー

3 データおよび解析

一番新しいベアアイランド流星レーダーが 2007 年 11 月に稼働を開始した。本研究では、2007 年 11 月から 2011 年 4 月までの風速データを使用した。この期間、大きなデータギャップはなく、ほぼ連続して風速データが取得されている。

風速データを、各時刻および各高度で平均して、1 月平均風を導出した。その 1 月平均風から、平均風（1 日平均風）と大気潮汐波を導出した。周

波数解析には、ロムスカーグル法を用いている。

4 結果

4-1 平均風

図 2 に、高度 95 km（上）および 85 km（下）における南北平均風の 3 地点の比較を示した。南北風は、ほとんど南向きであった。3 地点の風速強度および風向は高度 85 km ではほぼ一致している。このことは、高度 85 km では、トロムソからロングイアビンに渡って一様の風が吹いていることを示している。一方高度 95 km では、風向はほぼ一致しているが、風速強度に差が見られる。傾向として、緯度が上がるにつれて、南向き風速が増加する傾向が見られる。このことは、トロムソからロングイアビンにかけて、高度 95 km（より上）で、南向き加速が存在することを示唆する。

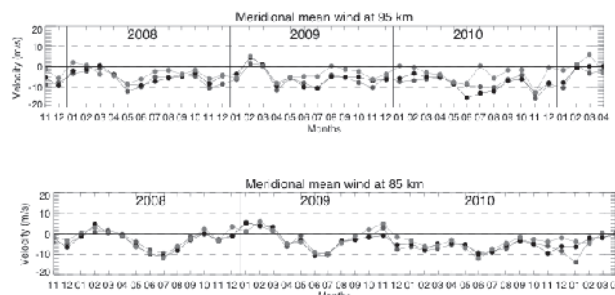


図 2 南北平均風

図 3 に、高度 95 km（上）および 85 km（下）における東西平均風の 3 地点の比較を示した。東西風に関しては、3 地点とも、顕著な季節変化を示していた。高度 90 km までは、冬期は東向きに、下記は西向きである。高度 90 km 以上では、4-6 月を除き、ほぼすべての期間東向きであった。6-8 月では、高度約 92 km を境に、すべての観測点で風向が西向きから東向きへと逆転した。8 月頃の高度 95 km 付近で、東向き風が最大となる。緯度変動をみると、高度 90 km 以下では、風速および風向は 3 地点ともほぼ等しかった。一方で、高度 90 km 以上では、風向はほぼ等しいが、風速は、トロムソが一番大きく、ロングイアビンが一番小さかった。

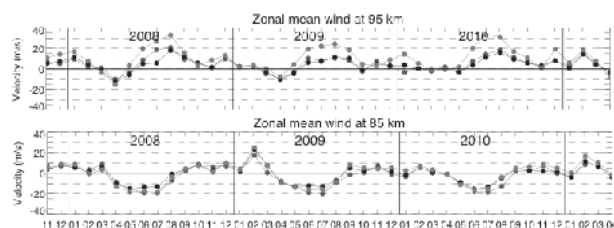


図 3 東西平均風

4-2 1 日潮汐波

高緯度高度 80-100 km での 1 日潮汐波の南北成分は、上方伝搬性のものは下部中間圏付近までで散逸してしまうため存在せず、主に太陽紫外線の直接加熱モードが支配的である。東西成分は、非常に小さく、強度は 10 m/s 以下である。ここでは、南北成分についてのみ述べる。図 4 に、高度 100 km (上) および 85 km (下) における 3 地点での振幅強度の時間変動を示した。高度 90 km 以下では、3 地点でほぼ同じ強度および時間変動を示している。夏に強く、冬に弱い季節変動を示し、位相は高度に対してほぼ一定であり、*in situ* 励起モードであることを示している。一方、高度 90 km 以上では、大きく異なる描像を示している。ロングイアビンで季節を問わず大きな振幅を示している。また、緯度が高くなるにつれ、振幅強度が大きくなる傾向が見られた。 Tromsø では、高度 90 km 以下と同様の季節変動を示しているが、ベアアイランドおよびロングイアビンでは、大きく異なる季節変動を示している。これはおそらく、*Manson et al.* [*Ann. Geophys.*, 27, 1153, 2009] で指摘され

た non-migrating tide の寄与が大きいことを示していると考えられる。

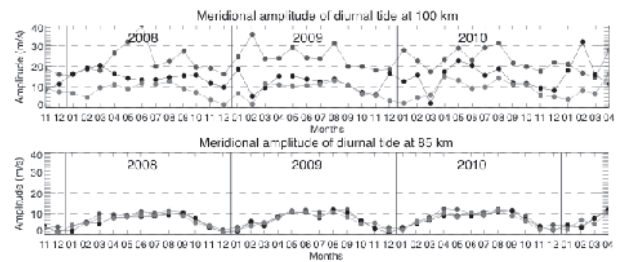


図 4 1 日潮汐波 (南北成分)

5 まとめ

現在北欧 Tromsø からロングイアビンでは、EISCAT レーダー、流星レーダー、MF レーダーなど多くの観測機器が稼働している。これらの観測機器を用いることにより、極域下部熱圏・中間圏の大気ダイナミクスの理解や磁気圏-電離圏-熱圏結合の理解が大きく進むと考えている。

業績リスト：2010-2011 年

- (1) Ogawa, Y., S. C. Buchert, A. Sakurai, S. Nozawa, R. Fujii, Solar activity dependence of ion upflow in the polar ionosphere observed with the EISCAT Tromsø UHF radar, *JGR*, 115, 2009JA014766, 2010.
- (2) Nozawa, S., Y. Ogawa, S. Oyama, et al., Tidal waves in the polar lower thermosphere using the EISCAT long run data set obtained in September 2005, *JGR*, 115, 2009JA015237, 2010.
- (3) Kurihara, J., Y. Ogawa, S. Oyama, S. Nozawa, M. Tsutsumi, C. M. Hall, Y. Tomikawa, and R. Fujii, Links between a stratospheric sudden warming and thermal structures and dynamics in the high-latitude mesosphere, lower thermosphere, and ionosphere, *GRL*, 37, 2010GL043643, 2010.
- (4) Kurihara, J., Y. Koizumi-Kurihara, N. Iwagami, T. Suzuki, A. Kumamoto, T. Ono, M. Nakamura, M. Ishii, A. Matsuoka, K. Ishisaka, T. Abe, and S. Nozawa, Horizontal structure of sporadic E layer observed with a rocket-borne magnesium ion imager, *JGR*, 115, 2009JA014926, 2010.
- (5) Oyama, S., K. Shiokawa, J. Kurihara, T. T. Tsuda, S. Nozawa, Y. Ogawa, et al., Lower-thermospheric wind fluctuations measured with an FPI in pulsating aurora at Tromsø, Norway, *Ann. Geophys.*, 28, 1847-1857, 2010.
- (6) Kosch, M., Y. Ogawa, M. Rietveld, S. Nozawa, and R. Fujii, An analysis of pump-induced artificial ionospheric ion upwelling at EISCAT, *JGR*, 115, 2010JA015854.
- (7) Ogawa, Y., S. C. Buchert, I. Haggstrom, M. T. Rietveld, R. Fujii, S. Nozawa, and H. Miyaoka, On the statistical relation between ion upflow and naturally enhanced ion-acoustic lines observed with the EISCAT Svalbard radar, *JGR*, 116, 2010JA015827, 2011.
- (8) Kosch, M., E. Mjølhus, M. Ashrafi, M. Rietveld, T. Yeoman, S. Nozawa, Angular dependence of pump-induced bottom- and top-side ionospheric plasma turbulence at EISCAT, *JGR*, 116, 2010JA016014, 2011.
- (9) Kosch, M., H.-C. I. Yiu, C. Anderson, T. Tsuda, Y. Ogawa, S. Nozawa, et al., Meso-scale observations of Joule heating near an auroral arc and ion-neutral collision frequency in the polar cap E-region, *JGR*, 116, 2010JA016015, 2011.
- (10) Fujiwara, H., S. Nozawa, S. Maeda, Y. Ogawa et al., Polar cap thermosphere and ionosphere during the solar minimum period: EISCAT Svalbard radar observations and GCM simulations, *EPS*, in press.
- (11) Tsuda, T. T., S. Nozawa, T. D. Kawahara, T. Kawabata, N. Saito, S. Wada, C. M. Hall, S. Oyama, Y. Ogawa, S. Suzuki, T. Ogawa, T. Takahashi, H. Fujiwara, R. Fujii, N. Matuura, and A. Brekke, Fine structure of sporadic sodium layer observed with a sodium lidar at Tromsø, Norway, *GRL*, 38, 2011GL048685, 2011.

極域 ULF 波動と中高エネルギー粒子変動の比較研究

◎北村健太郎 徳山工業高等専門学校機械電気工学科・准教授 (研究代表者)

才田聡子 情報システム研究機構新領域融合研究センター・融合プロジェクト特任研究員 (共同研究者)
(国立極地研究所)

山岸久雄 教授

門倉 昭 准教授

平成 21 年～平成 23 年 (3 か年)

[研究成果]

本研究では、主に地上磁場多点観測データと太陽風データ、磁気圏内衛星データ等を比較することによって、極域 ULF 波動と内部磁気圏における中高エネルギー(数 10Kev～数 MeV)粒子変動の相関に関する比較研究を行い、ULF 波動による粒子の輸送加速機構の描像を明らかにすることを目的とした。

極地研究所所有の高緯度磁場データ及びその他の多点データを総合解析し Pc5 脈動等の変動特性を求め、GOES 衛星、DRTS 衛星等の静止軌道の高エネルギー電子フラックスや太陽風変動との比較を行った。特に、地上 Pc5 の解析では経度方向の波数等を求め、これまでに提唱されているドリフト共鳴の観測的な証拠を得ることを目指した。

放射線帯の高エネルギー電子環境に関しては、数 MeV 以上の相対論的なエネルギーを持つ電子が、主に宇宙機の深部帯電に寄与していることが知られており、宇宙天気の見点からもこれらの相対論的電子の変動について着目する重要性が指摘されている。このような電子は、磁気嵐の回復相で流量が増大し、静止軌道付近においても大幅な流量増大が観測される。ここでは、このような相対論的電子の流量増加を Relativistic Electron Enhancement (REE) イベントと呼ぶ。

相対論的電子に関しては、これまでにいくつかの加速機構が提案されているが、本研究では ULF 波動による波動粒子相互作用に着目する。ULF 波動による電子加速に関しては、これまでに Pc5 帯(周期 150-600 秒)のプラズマ波動のパワーが電子フラックスの変動と良い相関を示すことが知られており、相対論的電子の加熱源として注目されてきた[e.g. Mathie and Mann, 2000]。

Kataoka and Miyoshi(2006)は GOES 衛星で観測された 2MeV 電子のフラックスについてコロナ質量放出(CME)に伴う磁気嵐と太陽風の共回転相互作用領域(CIR)に伴う磁気嵐では、フラックスの時間変化に明確な違いが見られ、CIR 起源の磁気嵐の回復相で REE イベントが発生しやすいことを指摘した。

本研究では、Kataoka and Miyoshi(2006)のイベントリストを用いて Okinawa (OKI:磁気緯度 19.57 度、磁気経度 199.75 度)の地磁気 H 成分に関して周期 150 から 600 秒の Pc5 帯の脈動成分のパワーを算出し、CME39 イベント、

CIR7 イベントに対して、Superposed Epoch Analysis を行った。

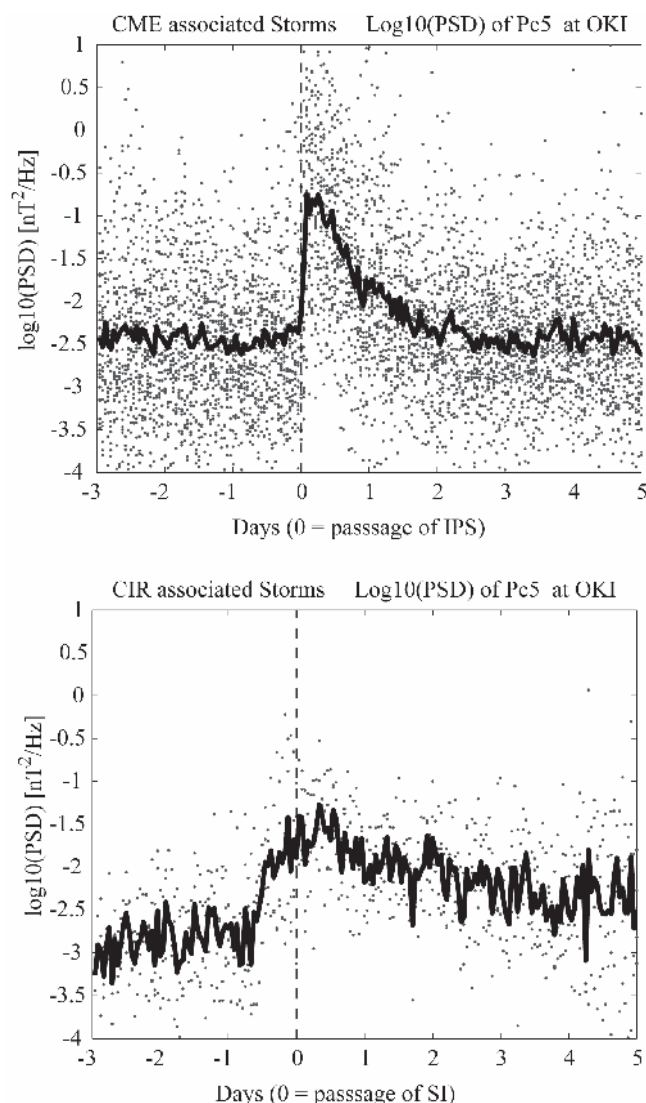


図 1 : CME (上段) と CIR(下段)における Pc5 パワーの重ね合わせ解析結果。基準時間はそれぞれ shock 通過時及び Stream Interface 通過時。

その結果、CME イベントの際には、Pc5 パワーは衝撃波通過によって大きく増大するものの、1.5 日で元のレベルに収束する、一方で、CIR イベント場合では Pc5 パワーは、CIR 通過後数日にわたって、もとのレベルより 7-8 倍強い状態

を維持することが分かった。

この結果を受けて、CIR 時の南極オーロラ帯での Pc5 脈動の解析を行った。用いた観測点は、H057 (磁気緯度 -66.42 度、磁気経度 72.29) 及び Skallen (磁気緯度 -66.52 度、磁気経度 70.53 度) である。通常高緯度地方で観測される Pc5 脈動は磁力線共鳴振動による波動であると考えられるが、その共鳴周波数は強い緯度依存性を持つため、2 点間で緯度が異なると経度方向の位相差を議論することが困難となる。この 2 観測点は、磁気緯度がほぼ同じであり、経度方向に約 1.5 度ほど離れている観測点であるため

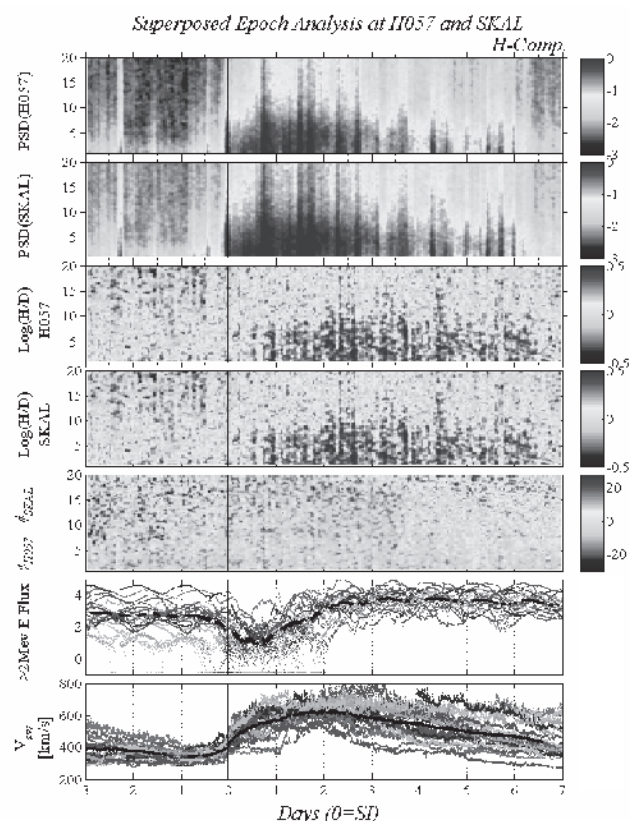


図 2 : Superposed Epoch Analysis の結果. H057 及び Skallen における Pc5 のパワー (1, 2 段)、H/D 比 (3, 4 段)、電子フラックス (5 段) 太陽風速度 (6 段)

[参考文献]

- 1) Elkington, S. R., K. Hudson, and A. Chan, Resonant acceleration and diffusion of outer zone electrons in an asymmetric geomagnetic field, *J. Geophys. Res.*, **108**, doi:10.1029/2001JA009202, 2003.
- 2) Kataoka R. and Y. Miyoshi, Flux enhancement of radiation belt electrons during geomagnetic storms driven by coronal mass ejections and corotating interaction regions, *SPACE WEATHER*, VOL. 4, S09004, doi:10.1029/2005SW000211, 2006
- 3) Mathie R. A. and I. R. Mann, A correlation between extended intervals of ULF wave power and storm-time geosynchronous relativistic electron flux enhancements, *Geophys. Res. Lett.*, **27**, 20, 3261, 2000.

[研究発表]

- 1) Kitamura K., S. Saita, S. Watari, H. Yamagishi, T. Obara, Characteristics of Pc5 Pulsation on the Ground during Flux Enhancement of MeV Electron at the Geosynchronous Orbit, Western Pacific Geophysics Meeting, Taipei, Taiwan, 22-25 June, 2010
- 2) 北村健太郎、才田聡子、山岸久雄、「Relationship between Azimuthal Wave Number of Pc5 and Relativistic Electron Flux at Radiation Belt」、地球電磁気・地球惑星圏学会第 130 回総会

緯度依存性が無視でき、経度方向の波動特性を議論するには最適である。

解析は、データのある 2008 年に於いて、GEO 軌道における電子フラックスが 10^3 を超えかつ CIR 起源の磁気嵐中に発生した REE イベント 20 イベントに対して Superposed Epoch Analysis を行った。

その結果、基準時である Stream Interface (SI) 通過時から太陽風速度が上昇し、それに伴ってオーロラ帯の Pc5 パワーが増大する傾向が見られた。これは過去の研究と基本的に同じ結果であるが、振動の南北 (H) 成分と東西 (D) 成分のパワー比に注目すると (3, 4 段)、SI 通過から 0.5 日程度の時間差を持って、H 成分が卓越し出す傾向が見られた。このタイミングは電子フラックスが増大し始める時間と一致しており、このときの H 成分の 2 観測点間の位相差から求めた経度方向の波数 (m) は $m=1.62 \pm 0.99$ であった。

相対論的な電子加速に関して、Pc5 脈動が電子のドリフト周期と共鳴することによって電子の加速が行われるとする drift-resonance 加速モデル [Elkington et al, 2003] が提唱されているが、この場合の共鳴条件として波動の経度方向の位相差が少なく、 m の小さなグローバルモードの波動であることが挙げられる。本研究で示された、 m は 1.62 と通常 drift-resonance 加速モデルでの計算で用いられる $m=2$ に近く、Pc5 脈動による drift-resonance 加速の存在を示唆する結果である。

しかし、本研究で波数を求めるために用いた 2 観測点はお互いの距離が比較的に近いために、波動がグローバルモードであることを検証するために、今後、北半球のアイスランドデータ等を用いて、比較的経度の離れた観測点間での Pc5 の位相差を求める必要がある。

短波レーダー電場観測による極域から低緯度・赤道域への電磁場侵入の研究

◎篠原 学 鹿児島工業高等専門学校・教授（研究代表者）

湯元 清文 九州大学宙空環境研究センター・センター長（共同研究者）

才田 聡子 新領域融合研究センター・融合プロジェクト特任研究員（共同研究者）

（国立極地研究所）

山岸 久雄 教授（担当教員）

行松 彰 准教授（担当教員）

平成21年～平成23年（3か年）

MAGDAS/CPMNのFM-CWレーダー観測ネットワークは、中緯度域のパラツンカ (Paratunka, PTK, 磁気緯度 = 46度)、低緯度の篠栗 (Sasaguri, SAS, 磁気緯度 = 26度)、赤道のマニラ (Manila, MNL, 磁気緯度 = 6度)の3ヶ所に観測点を展開し、中緯度から赤道域にかけて電離圏の電場変動を観測している。FM-CWレーダーはイオノゾンデと同様に電離圏の高度分布を10秒間隔で測定する。その間に発生した高度の変化を、東西方向の電場による $E \times B$ ドリフトであると考えて電場の変化を観測する。朝、夕など、太陽光による電離圏の密度変化が短時間で生じる場合や、長時間電場がかかり続けた場合など、測定できない条件も多いが、グローバルな磁場観測データと比較することで、電場変動を伴う現象の検出が可能な観測システムである。

この観測データより、DP2によるグローバルな電離圏変動を解析した。DP2は、太陽風磁場と磁気圏の結合により、極域に沿磁力線電流が流れ込んで発生する。この電流が作る電離圏電場は汎地球規模で広がり、低緯度・赤道観測点でも30分から数時間程度の変動が観測される。

電離圏の電気伝導度には地方時依存性があるため、低緯度域では夜側の電離圏に電場が侵入しても大きな電流が流れず、磁場によるDP2の観測は難しくなる。しかし、FM-CWレーダーを用いると、夜側でもDP2による電場変動を観測することが可能になる。これに極域データを加えることで、電離圏電場侵入のグローバルな解析が可能になる。

昼側の磁気赤道 Ancon (ANC) で観測されたDP2の磁場変動と、夜側の中緯度観測点PTKで観測された電離圏の電場変動を図1に示す。

図の上段は、ANCの北向きの磁場変動で、プラスの変化は東向きの電場が侵入したことに対応する。一方、下段のグラフは、PTKの西向きの電場変動である。ふたつのグラフは、図の中では同位相で変化している。これは、グローバルに考えると、昼側と夜側で電場が同時に [夕→朝] 方向に振れたり、[朝→夕] 方向に振れたりしていることを示しており、どちらも極域からの電場侵入によるものと考えることができる。

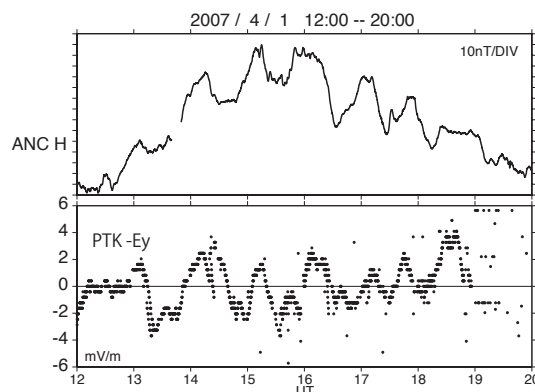


図1：DP2変動の昼側赤道の磁場観測(ANC)と、夜側中緯度の電場観測(PTK)の比較

この侵入電場強度の緯度依存性を、PTKとSASのデータを用いて解析した。FM-CWレーダーによる電場観測の可否は、その時の電離圏の状況

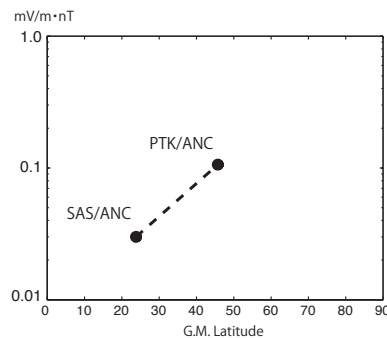


図2：中緯度のPTKと低緯度のSASにおける、DP2による夜側の電場変動の振幅比較。

に大きく依存するため、2点による同時観測は難しく、そのため、ANCの磁場観測によるDP2の変化幅を基準として、間接的にDP2の電場変動の振幅を比較した。図2は、ANCのDP2磁場変化に対する、PTK、SASの電場変化の大きさをそれぞれ示している。

この結果、磁気緯度46度のPTKと、磁気緯度26度のSASとでは、夜側におけるDP2電場の振幅比は0.28倍となることが分かった。この減衰率は、Kikuchi et al. [1978] によるモデル計算の結果と同程度の大きさであり、間接的ながら解析手段として十分妥当であることも確かめられた。

この様な中低緯度で観測されたDP2型電離圏電場変動に対応する磁場変化を、Mizuho観測点、MD364観測点の磁場データからも検出することができた。図1のイベントの場合、その変化はMizuho、MD364のH成分に見られ、振幅は昼側赤道の磁場変化の2倍程度であった。

一方、相関の良い変化が常に観測されるという状況ではなかった。相関の有無の発生特性、グローバルな電場分布などの議論を行うために、引き続き観測データの収集、及びデータの比較解析を行う必要があると考えている。

[参考文献]

Kikuchi, T., T. Araki, H. Maeda, and K. Maekawa, Transmission of polar electric fields to the equator, *Nature*, 273, 650-651, 1978.

[研究発表]

Yumoto K., A. Ikeda, M. Shinohara, K. Nozaki, S. Watari, K. Kitamura, V. V. Bychkov, and B. M. Shevtsov, Electric and Magnetic Field Variations at Low and Equatorial Latitudes During Sc, DP2, and Pi2 Events, *Advances in Geosciences*, Vol. 14, pp. 197-212

Ikeda, A., A. Yoshikawa, M.G. Cardinal, K. Yumoto, M. Shinohara, K. Nozaki, B. M. Shevtsov, V. V. Bychkov, Q. M. Sugon, Jr., and D. McNamara, Ionospheric observation using FM-CW radar array, *Advance in Geoscience*, Vol. 21, pp. 379-391

Shinohara M., A. Ikeda, K. Nozaki, A. Yoshikawa, V. V. Bychkov, B. M. Shevtsov, K. Yumoto, DP2 type electric field fluctuations observed by FM-CW HF radar network, *Solar-Terrestrial Relations and Physics of Earthquakes Precursors*, Kamchatka, Russia, August 2-7, 2010

Ikeda, A., K. Yumoto, M. Shinohara, K. Nozaki, T. Nagatsuma, A. Yoshikawa, T. Shimbaru, A. Fujimoto, B. M. Shevtsov, V. V. Bychkov, Q. M. Sugon, Jr., and D. McNamara, SC and Pc 5 associated Ionospheric Electric and Ground Magnetic Field Variations at Low-latitude MAGDAS Station, 2010 Western Pacific Geophysics Meeting, Taipei, Taiwan, 22-25, June 2010

Ikeda, A., K. Yumoto, T. Uozumi, S. Abe, M. Shinohara, K. Nozaki, A. Yoshikawa, V. Bychkov, B. Shevtsov, Q. Sugon, and D. McNamara, Night-side DP-2 type fluctuations observed by the FM-CW Radar and MAGDAS stations, 2010 AGU Fall Meeting, 2010.12.15.

Ikeda A., K. Yumoto, Y. Kakinami, M. Shinohara, K. Nozaki, T. Nagatsuma, A. Yoshikawa, B. M. Shevtsov, V. V. Bychkov, Q. M. Sugon, Jr, D. McNamara, Long period Ionospheric Electric and Magnetic Field Variations Observed by FM-CW Radar and MAGDAS, IUGG 2011, held at Melbourne Australia, on 28 June – 7 July 2011

共同研究報告書

地球磁場減少による超高層大気環境への影響

◎拓殖大学工学部・教授 巻田 和男
 武蔵大学人文学部・教授 池田 慎
 拓殖大学工学部・実験助教 星野 光男
 極地研究所・助教・ 田中 良昌
 地磁気観測所・研究官 大川 隆志
 所属なし 西野 正徳

(国立極地研究所)

山岸 久雄教授

平成21年～平成23年(3か年)

[研究成果]

我々のイメージングリオメータ(IRIS)は $4 \times 4 = 16$ 素子のアンテナ群より構成されていて、銀河電波($f=38.2\text{MHz}$)強度を2次元的に測定し、電波吸収パターンから入射粒子分布を推定するものである。このイメージングリオメータ(IRIS)はすでにブラジル南部宇宙観測所、チリのプンタアレナスとコンセプション、アルゼンチンのトレレウ及び日本の地磁気観測所に設置されている。

2009年にSao Jose dos Campos, BrazilのUniversity Vale de Paraiba (UNIVAP, -14.0GLAT)にIRISの設置計画を立て、IRISの製作を開始した。2010年7月末にIRISが完成したため、拓殖大学構内でアンテナを仮設しテスト観測を行なった。その結果、受信機等が正常に動作することを確認出来たため、ブラジルに機材を輸送し、2011年2月に現地を訪れ、IRISアンテナの設置作業を行なった。しかしながら、IRISのコントロー部やデータ収集機器を設置する施設が建設中であったため、本格的な観測が開始出来ず、動作チェックのみを行い帰国した。2011年8月に再度現地を訪れて、完成した施設内にコントロール部

等を設置し、IRIS観測を開始した。現在観測装置は正常に動作しており、データ収集が行なわれている。

ここでは、これまでに南米域で観測されたIRISデータの解析結果を中心に報告する。図1は2011年8月24日～9月4日の期間に観測されたSan Jose dos Campos(SJC, -14.0GLAT)、Southern Space Obs. (SSO, -19.6MLAT)、Trelew(TRW, -32.8GLAT)の3点のIRISデータについて、地磁気南北方向の吸収量を取り出して、時系列的に並べたものである。上パネルはAEプロットとGOES15衛星のProton/Electronデータである。この10日間のデータを見ると、8月31日に観測されたSJCにおける強い吸収現象はSSOとTRWでも見られる。また、8月29日と30日にも、吸収量の違いはあるが、SJC, SSO, TRWで同じ時刻に現象がみられている。しかしながら、9月2日～4日にかけてSSOで見られている吸収現象に対応する吸収はSJC, TRWで見られない。このように3点のデータ間の吸収現象に対応のつかない例がよく見られるが、この原因として3点間の距離が離れていることが考えられる(SJCとSSO間は1000km、SSOとTRW間は1500km)。

図1
 AE, GOES15粒子
 IRISデータ
 (SJC,SSO,TRW)

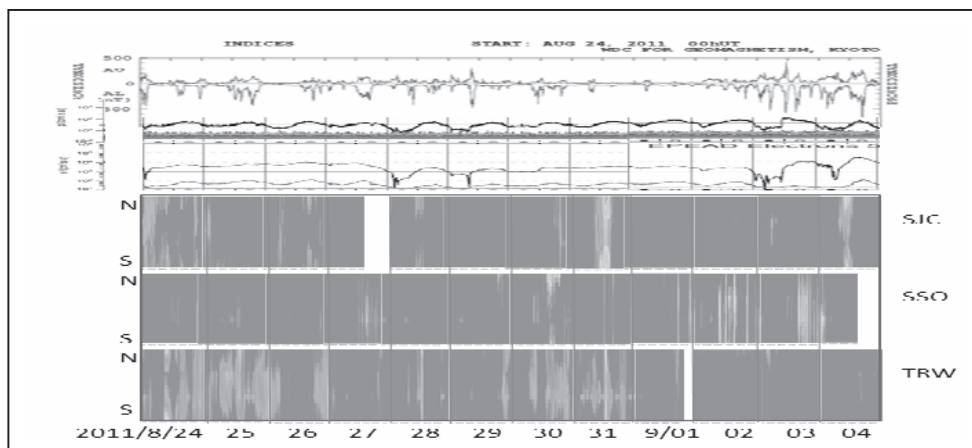


図1は比較的静かな期間の例であったが、図2は擾乱時の例を示す。8月4日3h30mUTから、太陽面にフレアが発生し、その結果GOES衛星の粒子増加が見られる（矢印）。このあと、SSOやTRWで吸収現象が見られるが、それ以前の8月3日においても吸収現象が見られる。これは、8月2日6hUTと3日13h30mにもフレアが発生していて、GOES衛星の粒子データやAEでは顕著な変動は見られないが、GOES衛星のX線データからこの時間にX線が地球に飛来していることが示されている。そのX線が吸収現象を引き起こしている可能性が考えられる。

8月5日22h過ぎから $Dst=-123nT$ に達する磁気嵐が発生し、極域で-2000nTを超える大きな擾乱が観測されている。このように大きな擾乱時には、IRISでの吸収現象も頻繁に見られる。8月8日には擾乱も収まり、SSOでは吸収現象が見られなくなるが、TRW

では顕著な吸収現象が見られる。この期間にGOES粒子のフラックス変動が見られるが、TRWの吸収現象はその変動に対応しているように見える。

磁気異常帯におけるIRISデータの解析から、擾乱時に見られる吸収現象は入射粒子のD層電離に伴う吸収であると説明されてきた。しかし、定量的な検討が十分されているとは言えない状況にある。この原因として、入射粒子量がはっきりしないことが挙げられる。他方、静穏時に見られる吸収現象については、F層の電子密度変動が関係していると定性的に説明されているが、イオノゾンデや全電子密度（TEC）の同時観測データがないため、定量的な説明はなされていない。静穏時の吸収については、電子密度のデータと比較することが重要であるが、幸い、SJCにはデジゾンデが稼働しているため、今後IRISデータとの比較が可能である。

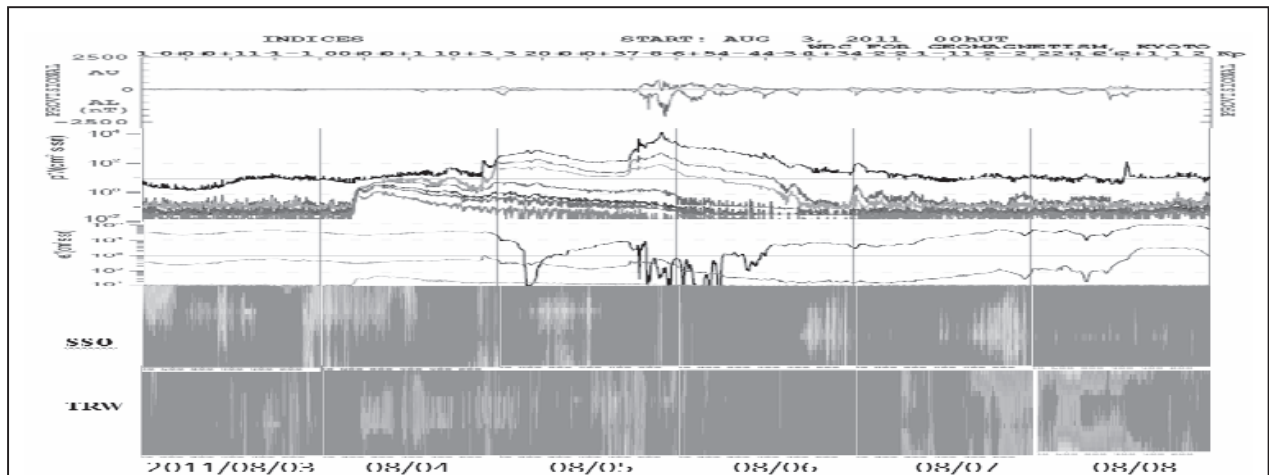


図2 擾乱時における、AE, GOES15粒子、IRISデータ

【研究発表】

- (1) 南大西洋磁気異常帯における高エネルギー粒子分布 -2000~2001 の結果-, 西野正徳、巻田和男、N.J.Schuch、拓殖大学理工学研究報告 Vol.12(1), 2011、印刷中
- (2) シリコン・フォトダイオードによる大気光測定器の開発と観測データ、巻田和男、高野元春、星野光男、加藤泰男、拓殖大学理工学研究報告 Vol.12(1), 2011、印刷中
- (3) Biological sensors for solar ultraviolet radiation, T.Yagura, K.Makita, H.Yamamoto, C.Menck, A.Schuch, Sensors , 2011,11,4277-4294; doi10.3390/s110404277
- (4) Cosmic Noise Absorption observed by Imaging Riometer in South America and Japan during quiet period, K. Makita et.al., 12th International Congress of Brazilian Geophysical Society, Aug.15-18,2011, Rio de Janeiro, Brazil

地球磁気圏内及び近傍における波動モード同定と波動一粒子相互作用に関する研究

◎芳原容英 電気通信大学大学院情報理工学研究科・教授

(国立極地研究所)

山岸久雄 教授

(担当教員)

平成 21 年～平成 23 年 (3 か年)

(研究期間)

[研究成果]

本研究では、地球磁気圏内及び近傍で観測される様々な電磁波動の複数人工衛星による多点あるいは多成分観測を用いた電磁波動モード同定と波動一粒子相互作用による、粒子加速、電磁波動発生、伝搬機構を明らかにすることを目的として研究を行った。特に、準垂直衝撃波の空間スケールとサイズを欧州クラスター衛星による 4 機の同時観測データ及び NASA の THEMIS 衛星による多点同時観測データから 3 次元時空間分離を行うことで導出に成功した。

1. 背景

衝撃波 (Collisionless Shock) は、宇宙空間においていたるところに存在する。この衝撃波は惑星と太陽風との相互作用に大きな役割を担うのみならず、宇宙線加速など天体物理分野でも大変重要な位置づけを持っている。無衝突衝撃波の発生領域での主な物理過程としてプラズマ加熱と、高エネルギーへの加速があげられる。

荷電粒子の再分布と加速機構は衝撃波の遷移領域の特性長に極めて大きく依存することが示唆されている。さらに、衝撃波の空間スケールは非線形性によるショックフロントの急峻化とそれを相殺する過程により決定されるため、衝撃波の構造と形成に密接に関連している。

2. 解析データ

本研究では多点同時観測を実施する宇宙科学ミッションである、CLUSTER と THEMIS 衛星によるフラックスゲート型磁場センサにより取得された磁場ベクトルデータを用いた。これら 2 つの科学ミッションともに、複数衛星による多点同時観測を実施し、多くの衝撃波通過データを有していることから、本研究での統計的解析には大変有効である。

3. 衛星で観測された衝撃波の選択方法とそれらの空間スケール及びサイズの定義

本研究で使用する 178 件の衝撃波通過時データから衝撃波の空間スケールを導出するために、磁場の時系列データを、3 次元空間内での移動に変換する必要がある。ここで空間スケールの導出には、衝撃波と衛星の間の相対速度の衝撃波前面に垂直な方向 (ショックノーマル) 成分の正確な導出が不可欠である。

本研究では、Farris et al. [1991] による、バウショックモデルを用いて、ショックノーマルベクトルを計算した。導出されたショックノーマルベクトル

は他の方法によって導出されたものと比較し評価された。具体的には、4 つの CLUSTER 衛星間のショック通過時間差、最小分散法、および共平面性を用いる方法の 3 つの方法からそれぞれショックノーマルベクトルが導出された。そして、観測されたショック通過時の磁場ベクトルのこれら 4 つのノーマルベクトルへの射影成分 (B_n) がショック通過前後にて大きく変化しないイベントのみを解析対象とした。

次に計算されたショックノーマルベクトル、2 つの衛星間の位置ベクトル及び衛星間のショック通過の時間差を用いて、衝撃波と衛星の間の相対速度 (V_{ss}) を導出した。また、ランプ通過時間は、ランプの上流の端からオーバーシュートの最大までと定義した。

以上から、ランプの空間サイズ (ランプ幅) は、 V_{ss} と上述のランプ通過時間 (dt) の積により導出した。また、ランプの空間スケール (勾配の空間スケール) も空間サイズに加えて導出された。

4. 結果

上述の選択方法により、77 の衝撃波通過イベントを用いてランプ幅と勾配の統計的な性質を導出した。77 イベントのうち CLUSTER によるものは 47 イベントで THEMIS によるものは 30 イベントである。

図 1 は、典型的なバウショック通過時の磁場成分の時間変化を示している。この図では、CLUSTER-1 衛星が 2001 年 3 月 19 日の 22 時 16 分 10 秒 (UT) にバウショックを通過した時の、 B_n , B_m , B_l および強度 B の時間変化が描かれている。ここで、 B_n は計算されたショックノーマルベクトルに平行な成分であるが、 B の強度がショック通過時に大きく変化しているのに比べて、 B_n はわずかな変化しか見られないことが確認できる。このことから、計算されたショックノーマルベクトルは、本研究の目的に見合うだけの精度が得られていることを示している。

この衝撃波全面は、図 1 の右側からそれぞれフット、ランプ、オーバーシュート領域が明確に確認できる。また、ショック下流と上流間の磁場強度の比が 2.2 程度であることから、それほど強い準垂直衝撃波ではないことが分かる。また、対応するアルフベンマッハ数及びショックノーマルベクトルとショック上流磁場ベクトルの間の角度はそれぞれ $M = 4.1$ と $\theta_{Bn} = 85^\circ$ が得られた。

さらに、本衝撃波のランプ幅は $L_r = 0.66L_i$ と計算された。一方、ランプの空間スケール (ランプ中

の磁場空間変化の勾配の極大値に対応)は $L_d = 0.26L_i$ と計算された。ここで、 $L_i = c/\omega_{pi}$ はイオンの慣性長である。

図2にランプの空間幅のアルフベンマッハ数に対する依存性の散布図を示す。導出されたランプ幅は1オーダ程度 ($L_r = 1.4L_i$ ($\sim 60L_e$) から $0.1L_i$ ($\sim 4L_e$)) 間での変化が見られた。図2からランプの空間幅はアルフベンマッハ数の増加とともに減少していることが一般的な傾向として読み取れる。この傾向は図2の右端に位置する高マッハ数をもつ2つの衝撃波イベント (M=17 から 20) を除外した場合においても成立していることが分かる。

ランプ空間勾配のアルフベンマッハ数依存性に関しては図2に示されたランプの空間スケールのアルフベンマッハ数依存性と同様な変化がみられる。すなわち、マッハ数が特に小さい領域では、空間勾配スケール変化の範囲は大きい、マッハ数が

大きくなるに従って勾配の空間スケールは減少してゆく。導出されたランプ勾配の空間スケールは $0.05 - 0.82L_i$ ($2 - 35L_e$) の間に分布することが分かる。

5. まとめ

多点同時観測を行う複数の衛星ミッションを用いて導出された、多くの衝撃波通過イベントの統計的解析から、ランプ勾配の空間スケールがアルフベンマッハ数の増加とともに減少することが分かった。このことは、ランプが発達する非線形ホイッスル波により記述されるモデル [Krasnoselskikh et al., 2002] を強く支持するものである。また、本研究結果はランプにおける磁場と電場の強い非等方性による、衝撃波前面での電子の非断熱加熱の可能性をも示唆するものである。

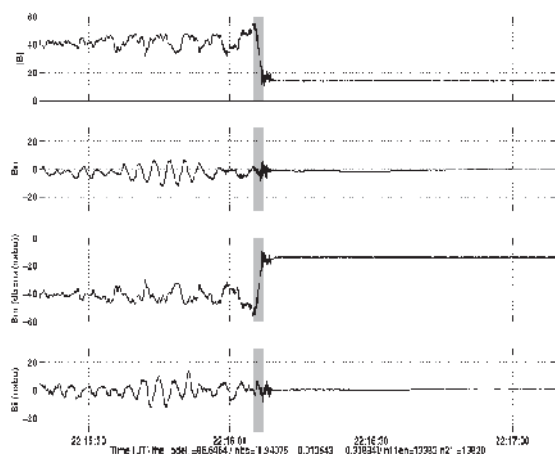


図1 クラスタ (CLUSTER) 衛星により観測されたバウショック通過時の磁場強度及び3成分の時間波形の例 (2001年3月19日)

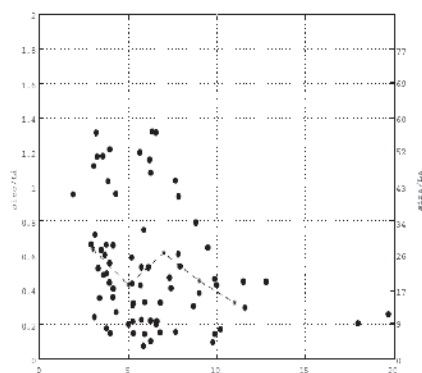


図2 実験的に導出されたランプ幅のアルフベンマッハ数に対する依存性。縦軸に示されたランプ幅の値は、左側がイオン慣性長、右側が電子の慣性長でそれぞれ正規化されている。破線はアルフベンマッハ数のそれぞれの区間 (2-4, 4-6, 6-8, 8-10 及び 10-12) に対応するランプ幅の平均値を結んだものである。

【研究発表】

Y. Hobara, S. N. Walker, M. Balikhin, O. A. Pokhotelov, M. Gedalin, V. Krasnoselskikh, M. Hayakawa, M. Andre, M. Dunlop, H. Reme, and A. Fazakerley, Cluster observations of electrostatic solitary waves near the Earth's bow shock, J. Geophys. Res., Vol 113, A05211, DOI:10.1029/2007JA012789, 2008.

Y. Hobara, M. Balikhin, S. N. Walker, M. Gedalin, V. Krasnoselskikh, M. Hayakawa, M. Dunlop, and H. Yamagishi, Cluster observations of spatial scales in the quasi-perpendicular collisionless shocks, 第33回極域宇宙圏シンポジウム, 2009.

Y. Hobara, M. Balikhin, V. Krasnoselskikh, M. Gedalin, and H. Yamagishi, Statistical study of the quasi-perpendicular shock ramp widths, J. Geophys. Res., vol. 115, A11106, doi:10.1029/2010JA015659, 2010.

Y. Hobara, S. Walker, M. Balikhin, M. Dunlop, H. Reme, Characteristics of terrestrial foreshock ULF, Western Pacific Geophysics Meeting, 2010 (Invited).

向井理人、芳原容英、早川正士、M. Balikhin, S. N. Walker, 準垂直衝撃波に伴う電位の空間スケールの導出, 第84回日本大気電気学会 2011.

向井理人、芳原容英、早川正士、山岸久雄、岡田雅樹, 地球磁気圏内 波動粒子相互作用による電離層擾乱の計算機シミュレーション, 第86回日本大気電気学会 2012.

A. Dimmock, M. Balikhin, V. Krasnoselskikh, S. Walker, S. Bale, Y. Hobara, A statistical study of the cross-shock electric potential at low Mach number, quasi-perpendicular bow shock crossings using Cluster data, J. Geophys. Res., Vol. 117, A02210, 9 PP., doi:10.1029/2011JA017089, 2012.

共同研究報告書

オーロラ X 線の発生機構と高エネルギー粒子加速の研究

◎中川道夫 大阪産業大学工学部・教授

山上隆正 宇宙科学研究本部・教授

吉田哲也 宇宙科学研究本部・教授

斉藤芳隆 宇宙科学研究本部・准教授

山内 誠 宮崎大学工学部・准教授

内田正美 大阪信愛・教諭

村上浩之 立教大学理学部・実験職員

(国立極地研究所)

佐藤夏雄 教授、 山岸久雄 教授、

門倉昭 准教授

平成 21 年～平成 23 年 (3 年)

[研究成果]

南極大陸で大気球を編隊飛行させ観測を行うブルーノクラスター計画の下に、2003 年 1 月 13 日 0649UT に P P B 8 号機がこれより約 6 時間後に P P B 10 号機の 2 機が南極の昭和基地より放球された。両機は高エネルギー電子の制動放射過程によって発生するオーロラ硬 X 線の広域空間特性、その時間変動、エネルギースペクトルなどに関するさまざまな知見を得ることを目的としていた。このために、両機に搭載された検出器の性能諸元は同一になるように調整されていた。両機は高度 31km を維持しながら南極大陸を半周し、この間に 30 例を超えるオーロラ X 線イベントを観測した。特に 1 月 22 日から 25 日にかけて、多くのオーロラ X 線イベントが観測された。これらのイベントでは、バックグラウンド (BGD) と比較して、 kT が低い値を持つイベント(ソフト kT と称する)と高い値を持つイベント(ハード kT と称す)が見出された。また、イベントの継続時間はソフト kT イベントで数時間程度、ハード kT イベントは長くても 1 時間程度であった。

図 1 1 月 22 日 00 時から 1 月 25 日 24 時の、PHA の 20 秒毎のカウンタ数と kT 、および AL-index。

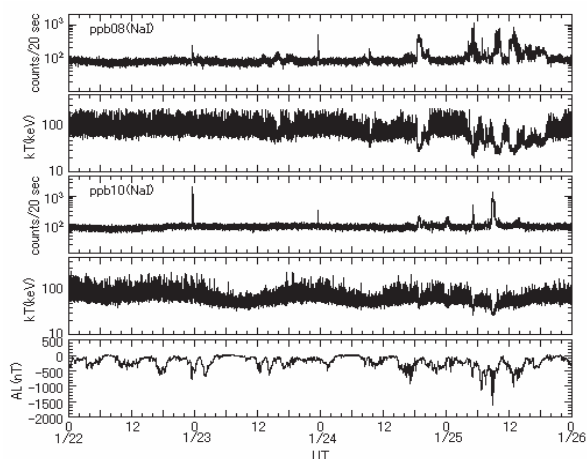
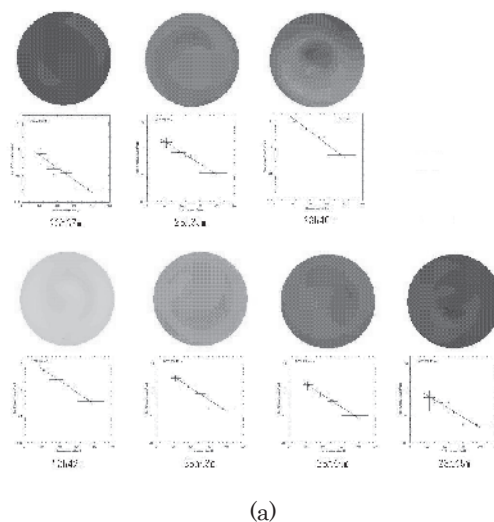
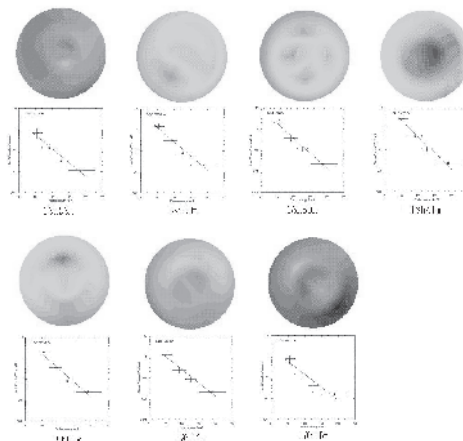


図 2 X 線イメージとエネルギースペクトルで、best fit の直線を図中に示す。(a) ハード kT イベントの例 ppb10 号機 1 月 22 日 23 時 37 分～45 分 (b) ソフト kT イベントの例 ppb08 号機 1 月 24 日 18 時 28 分～19 時 15 分



(a)



(b)

表 図2の各時刻の kT 。(a)、(b)は図2に対応。

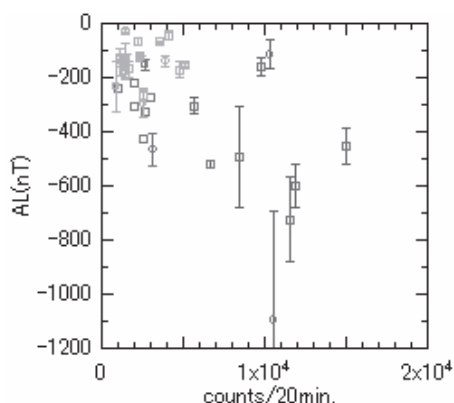
1/22 ppb10		1/24 ppb08	
時刻	kT	時刻	kT
23h37m	45.9	18h28m	33.3
23h39m	51.9	18h29m	32.1
23h40m	43.2	18h30m	30.3
23h42m	49.2	18h41m	28.2
23h43m	50.6	19h05m	31.2
23h44m	50.9	19h12m	34.0
23h45m	54.1	19h15m	35.3

(a)

(b)

図2の両時間帯のBGDの kT は、ともに38keVであった。図2(a)はオーロラX線が明るくなるにつれて、低エネルギーX線の計測数よりも高エネルギーX線の計測数の増加率が高いことを示している。したがって、表(a)はハード kT イベントである。図2(b)はオーロラX線が明るくなるにつれて、高エネルギーX線の計測数よりも低エネルギーX線の計測数の増加率が高いことを示している。したがって、表(b)はソフト kT イベントである。

図3 AL-indexと各イベントのピーク前後20分間のカウント数の積分値。



[研究発表]

- 1) 中川道夫他；PPB8号機と10号機によるオーロラX線イメージについて、
大気球シンポジウム(宇宙科学研究本部),平成21年10月, p142-p145.
- 2) 中川道夫他；PPB8号機と10号機によるオーロラX線スペクトルについて、
大気球シンポジウム(宇宙科学研究本部),平成22年9月, p88-p91.
- 3) Nakagawa, M., Y Ebihara, M Ejiri, M Fukuda, K Hirata, A Kadokura, M Kagotani, Y Matuzaka, H Murakami, T Nakamura, Y Nakamura, M Namiki, T Ono, Y Saito, N Sato, H Suzuki, Y Tomobuchi, Y Thunawaki, M Uchida, T Yamagami, H Yamagishi, M Yamamoto and M Yamauchi, The Concurrent Auroral X-ray Observations with PPB#8 and PPB#10, JAXA-RR-08-001, 75-90, 2009.

図4 AL-indexと各イベントの kT 。

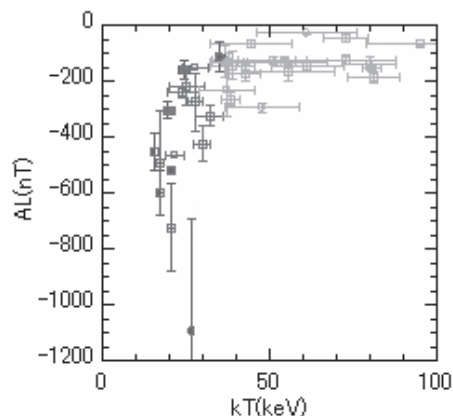


図3、図4は、AL-indexと、各イベントの kT およびピーク前後20分間のカウント数の積分値(イベントの大きさ)の関係を示す。赤印はソフト kT イベント、緑印はハード kT イベントである。図3では、ソフト kT イベントはイベントの大きさが広い範囲に分布しているのに対し、ハード kT イベントは小さい値の所に集まっている。また、全体的に見るとイベントが大きくなるとAL-indexも大きくなる傾向を示している。図4では、ソフト kT イベントのAL-indexは広い範囲にわたっているが、ハード kT イベントではAL-indexは小さな値である。

これらAL-indexと kT の関係、AL-indexとイベントの大きさの関係はソフト kT イベントとハード kT イベントの高エネルギー電子降下の機構になんらかの差があることを示唆していると考えられる。

本研究ではこれらの観測結果を用いて解析と議論を行い論文に纏めている。これらの解析の経過報告として(1)(2)に論文を報告した。さらに、前述したような2機の気球の同時観測による成果を論文として(3)に発表した。

宇宙天気とその境界領域の研究 (研究課題)

◎三澤浩昭 東北大学大学院理学研究科・准教授 (研究代表者)
 齋藤尚生 東北大学・名誉教授 (共同研究者)

(国立極地研究所)

佐藤夏雄 教授

平成 21 年～平成 23 年 (3 か年)

(担当教員)

(研究期間)

[研究成果]

1. 宇宙天気関係

極地研宙空圏部門の研究主要テーマである磁気嵐は、突発性と回帰性の 2 種に分類される。突発性嵐は太陽活動極大期、回帰性嵐は下降期に最も激しい。このうち回帰性嵐が最も激しい下降期について、その太陽源を調べた (Akasofu, et al., 2010)。太陽はプラズマの塊なので、Heliographic Coordinates よりも Heliomagnetic coordinates で太陽諸現象を記述したほうが、綺麗な分布法則が得られるはずである。しかし太陽はわずか 11 年で極磁場が激しく移動・反転するので、現実の太陽を相手にする場合、これでは例えばコロナホールが現在どこにあるかがわからない。従って純粋磁気座標系で求めた法則も、これでは有って無きが如しである。そこで緯度は heliomagnetic, 経度だけ heliographic という新しい座標系で太陽現象を記述した。

図 1 はコロナの明るさを synoptic chart で示したものである。図の黒曲線から明らかのように、太陽風流源面における磁気中性線は、サイクルに関係せず、下降期には中央だけ盛り上がった single wave となる。そして両極から低緯度に伸びるコロナホールは、NEWS 経度のほぼ 0° と 180° の経度線に沿い、chart を東西・南北の四半球に分けたとき、最輝部は NE と SW 四半球にそれぞれ一箇所ずつ分布する。この分布は太陽サイクルに依存せずに成立する不変則なので、これを覚えやすいように NEWS の法則と名付けた。そして突発性磁気嵐の太陽源である flare は、この最輝部の中で起こっていることも判明した。つまり突発性・回帰性の両方の磁気嵐の太陽源が、サイクルにかかわらず NEWS の法則という不変則で決まっていることが発見されたのである。

下降期で普遍則として発見された NEWS の法則が、黒点活動上昇期でどの位成り立つかを調べるのが次の問題である。図 2 は Cycle23 の上昇期に見られたコロナの輝度分布である。この期間には中性線は、single wave だけでなく、最下パネルに示すように、時に Double wave になるのが特徴である。この時のコロナ最輝部は図に示すように 4 箇所でき

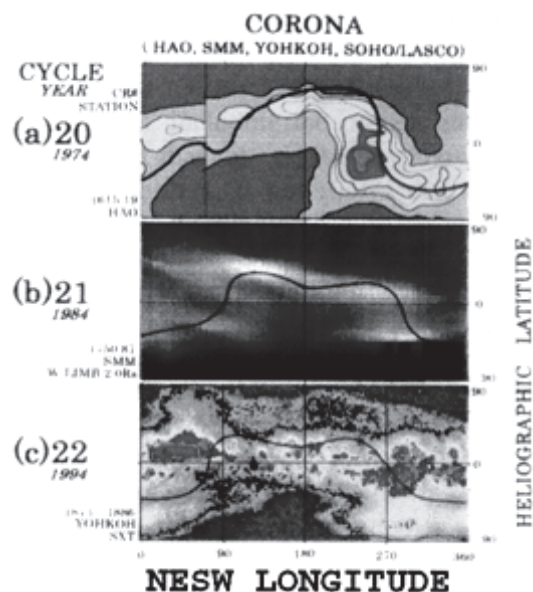


図 1. 下降期のコロナの輝度分布

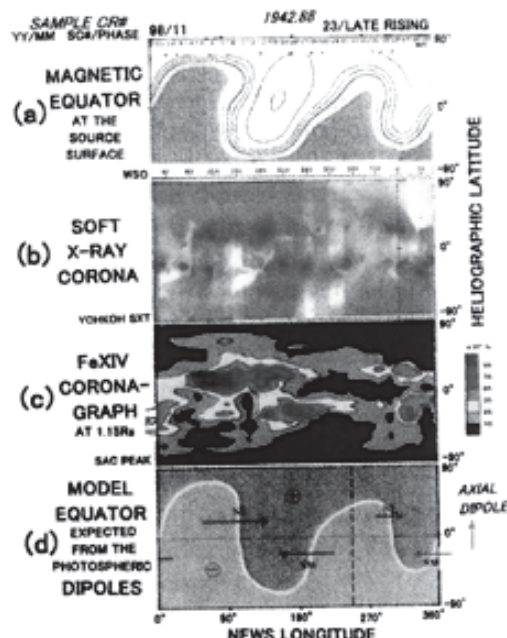


図 2. Cycle23 上昇期のコロナの輝度分布

る。その場所に明るいコロナの原因となる光球面上の双極磁域を表す矢印を置く。Double wave を縦線でふたつの single wave ずつに分けると、それぞれについて NE 四半球と SW 四半球に矢印 (コロナ最輝部) が位置していることがわかる。つまり NEWS

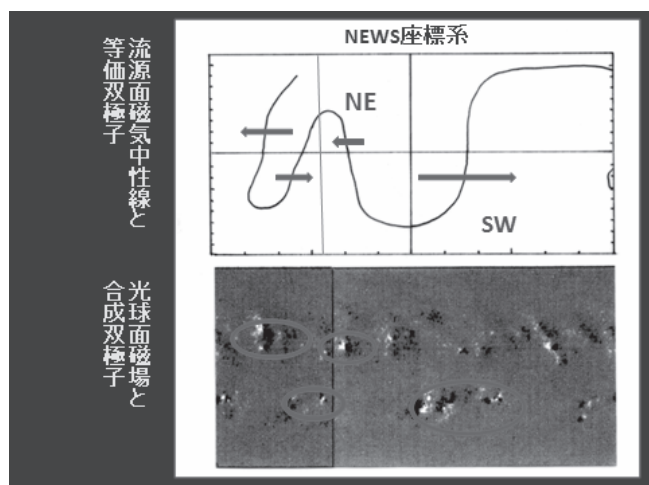


図3. Cycle24 上昇期のコロナ磁場

の法則が、下降期のみならず上昇期にも成立していることが見出された。

図2はCycle 23のきれいなdouble waveの場合であるが、今期間 (Cycle24)で入手できる一番新しい時期では、同じdouble waveでも図3に示すように東西にも南北にも非対称な最高複雑な磁気中性線となった。

ところがこれほど複雑な時期でも、single waveずつ二つに分けると、図2の場合と全く同様に、見事にNEWSの法則が成り立っていることが明らかにされた。Flare nestの位置についても、下降期と同様であることも確認された。

従ってNEWSの法則は、二種の磁気嵐の太陽源に関する、cycleにもphase(少なくとも上昇期と下降期)にも無関係に成立する不変則であることが明らかにされた。

2. 学際領域関係

斎藤はこれまで、自然科学と芸術、共生、生死との境界領域の研究を行ってきた。今回はオーロラと芸術をキーワードにした頃の、学際研究の一部である。超高層物理学のULFやVLFなどで盛んに用いられるsonagraphによる解析を、まず古代ギリシャの演劇セリフの解析に適用した。音楽学者笠原潔によれば、古代ギリシャ語は①長短2種類の母音

からなり、その長さ比は約2:1である。②ピッチは高低二つからなり、その間隔は約5度である。従って作詞をすることが即作曲することになるから、単語も、「作詞する」は「作曲する」と同じpaieionであるという。このほとんど音楽界では定説となっている笠原説を検証するために、厳密に考証されたホーマーの叙事劇イーリアスのセリフが解析された。結果は①②とも、笠原説が否定された。

次に、歌舞伎のセリフの中で、最も人口に膾炙している「青砥稿花紅彩画」浜松屋の場の弁天小僧のセリフが解析された。図4に示すように、三山のパターンが、リズムカルな息継ぎとともに、いわゆる七五調で朗々と響き渡っている。ところが図をよく見ると、決してハマノマサゴト(7)ゴエモンガ(5)がそれぞれ一山ずつの七五調ではなく、ハマノ(3)マサゴト(4)ゴエモンガ(5)がそれぞれ一山ずつ合計三山ずつで息継ぎをする、正確には三四五(サンゴ)調であることがわかった。

さらにシラザアイッテ(7)キカセヤショウ(6)は変則的なふた山で不完全終止をしているが、そこに間髪を入れず大向うから、マッテマシタ(6)という一山の相の手が入って、合計三山で、つまり舞台の内と外が一体となって競い合い、三山リズムを完全終止させている、日本の伝統演劇にしか見られない緊迫の相の手であることが見出された。

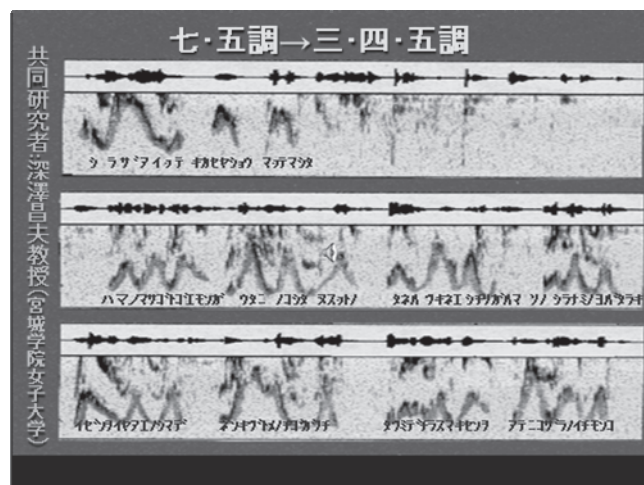


図4. 弁天小僧の名セリフ

[研究発表]

Akasofu, S.-I., H. Watanabe, and Takao Saito, 2010; A new morphology of solar activity and recurrent geomagnetic disturbances: The late declining phase of the sunspot cycle, Space Science Reviews, 120, 27-65.

斎藤尚生・佐藤夏雄・三澤浩昭・S.-I. Akasofu, 2011; TEL 型太陽爆発に伴う新型磁気嵐, 南極資料.

齋藤尚生・渡辺裕・S.-I. Akasofu・佐藤夏雄・三澤浩昭, 2012; 地磁気嵐とその太陽源, 南極資料, 投稿予定.

齋藤尚生・樋口知之・佐藤夏雄・深沢昌夫・佐々木克夫, 2012; 和洋演劇のセリフのSonagraph解析, 総研大ジャーナル, 投稿中.

共同研究報告書（終了）

地上磁場観測網データを用いた磁気圏プラズマ密度推定（研究課題）

◎河野英昭 九州大学宙空環境研究センター・准教授（研究代表者）

才田聡子 大学共同利用法人情報・システム研究機構・新領域融合研究センター・

融合プロジェクト研究員（共同研究者）

（国立極地研究所）

佐藤夏雄 教授

（担当教員）

平成 21 年～平成 23 年（3 か年）

（研究期間）

【研究成果】

本研究の研究目的は「地上磁場観測網データを用いて磁気圏プラズマ密度分布を推定しその時間発展を調べる事」であった。九大の磁場観測網 MAGDAS/CPMN (MAGnetic Data Acquisition System/Circum-Pan Pacific Magnetometer Network) の日本子午線上のデータについて、主として九大大学院生の研究を指導する形で解析研究を進めた。そこでは、磁気圏プラズマ密度の推定のための方法として、「H/D 法」と呼ばれる方法の検討と改良に新たに着手した。その背景は以下の通りである。

磁気圏プラズマ密度を地上から推定する 1 つの方法は、地上観測される磁力線共鳴振動周波数（FLR 周波数）を使用する方法である。そして、その FLR 周波数は従来、主として二つの近接する地上観測点の磁場データを同時に解析する方法（以下二点法と呼ぶ）[Baransky et al., 1985, Waters et al., 1991] で同定されてきた。この方法は地上磁場データ中の FLR 周波数を明瞭に同定できることが知られている。しかし、MAGDAS/CPMN には二点法を適用するに十分なほど近接した磁場観測点が少ないため、二点法で日本子午線上の全ての領域の FLR 周波数を同定することは困難で、よって、この方法で日本を含む子午面上の磁気圏プラズマ密度を推定することは困難である。

そこで、一観測点だけで FLR 周波数を同定できる方法として提案されている H/D 法 [Baransky et al., 1990] に着目した。しかし先行研究にて、この方法は常に FLR だけに反応するわけではなく、その他の現象にも反応することが知られている（そのようなイベントを以下 Type-B

イベントと呼ぶ）。そこで我々は、H/D 法と二点法を同じデータ（二点法が適用可能なほど近接した 2 観測点のデータ）に適用し、H/D 法の結果が二点法の結果に出来る限り一致するように H/D 法を改良する研究を行った。その結果、良い改良法を見いだすことが出来、Type-B イベントを平均で 95%除去できた。そして、その「改良 H/D 法」を、1 イベントではあるが、MAGDAS/CPMN の日本子午線上の観測点の多くに適用し、日本を含む子午面上での磁気圏プラズマ密度の L 分布を求めることが出来、それは人工衛星観測の統計による平均的密度分布[Gallagher et al., 2000]とほぼ重なった。以上の結果は九大大学院生により JpGU や SGEPS の学会等にて複数回発表されたが、まだ論文作成には至っていない。今後続けて論文作成、投稿を行う予定である。

本研究のもう一つの研究目的は、地上 2 観測点を用いる方法である「hodograph method」[Kurchashov and Pilipenko, 2000] の改良であった。通常の二点法では 2 観測点の midpoint の FLR 周波数のみ得られるのに対し、hodograph method では 2 点の近傍の FLR 周波数を連続した緯度の関数として求められるが、電離層での FLR の共鳴幅を緯度によらず一定と仮定していた。本研究では、この仮定を用いず、FLR の共鳴幅も緯度の関数として求められるような方法を探した。そして、そのような方法を見いだすことが出来、観測例 1 例に適用し、良好な結果を得ることが出来た。これについては、数回の学会発表の後論文作成中であるが まだ完成・投稿にはいたっていない。今後論文完成し投稿の予定である。

【参考文献】

- 1) Baransky, L. N., J. E. Borovkov, M. B. Gokhberg, S. M. Krylov, and V. A. Troitskaya, High resolution method of direct measurement of the magnetic field line's eigen frequency, Planet. Space Sci., 33, 12, 1369-1374, 1985.
- 2) Baransky, L. N., S. P. Belokris, U. E. Borovkov, and C. A. Green, Two simple methods for the determination of the resonance frequencies of magnetic field lines, Planet. Space Sci., 38, 12,

1573-1576, 1990.

- 3) Gallagher, D. L. and P. D. Craven, Global core plasma model, *J. Geophys. Res.*, 105, 18819, 2000.
- 4) Kurchashov, Y. P., and V. A. Pilipenko, Geometrical method for the analysis of the ULF gradient observation data, *Geomagn. Aeron.*, 36, 53-60, 1996.
- 5) Waters, C. L., F. W. Menk, and B. J. Fraser, The resonance structure of low latitude Pc3 geomagnetic pulsations, *Geophys. Res Lett.*, 18, 2293, 1991.

オーロラ粒子加速域と磁気圏サブストーム onset

◎森岡 昭 東北大学名誉教授
 三澤浩昭 東北大学理学研究科・准教授
 土屋史紀 東北大学理学研究科・助教
 三好由純 名古屋大学太陽地球環境研究所・准教授
 (国立極地研究所)
 佐藤夏雄 教授
 宮岡 宏 准教授

平成21年度～平成23年度

[研究成果]

本研究では、substorm onset を最終的に決めているのは極域電離圏における急速な加速域の出現(substorm ignition)であるとの仮説をもとに、この仮説の評価、検証が進められた。初年度は、サブストーム breakup のタイミングが南北半球で独立である(磁気圏が先導的に breakup を決定していない)ことを、南北共役点オーロラ・磁場観測データ及び衛星による加速域発達過程(AKR ダイナミクス)の観測データの照合・解析から明らかにした。第2年度は、サブストームの onset は2段階からなる加速域の発達が支配している事を示した。最終年度は、サブストームの onset 前後に出現する、低高度加速域/高々度加速域のそれぞれの形成の物理過程を観測データから制約を加えることを目的として、両加速域の統計的な出現特性(高度、高度の広がり)と substorm size, 磁気圏 activity, 磁気圏プラズマ温度、電離圏 conductivity, cavity 深度等の関係)を明らかにしていく研究が進められた。

以下に、主要な成果を述べる。

1. 南北極域における非同時サブストーム breakup

substorm breakup を最終的に決めているのは極域電離圏における急速な加速域であるとする、南北半球での breakup のタイミングはそれぞれの半球の M-I coupling 領域の事情によって決められるはずである。そのような事実は観測されているか?を共役点観測から調べた。図1に結果を示す。図1(a)は昭和基地と Husafell で観測された auroral breakup の light curve,

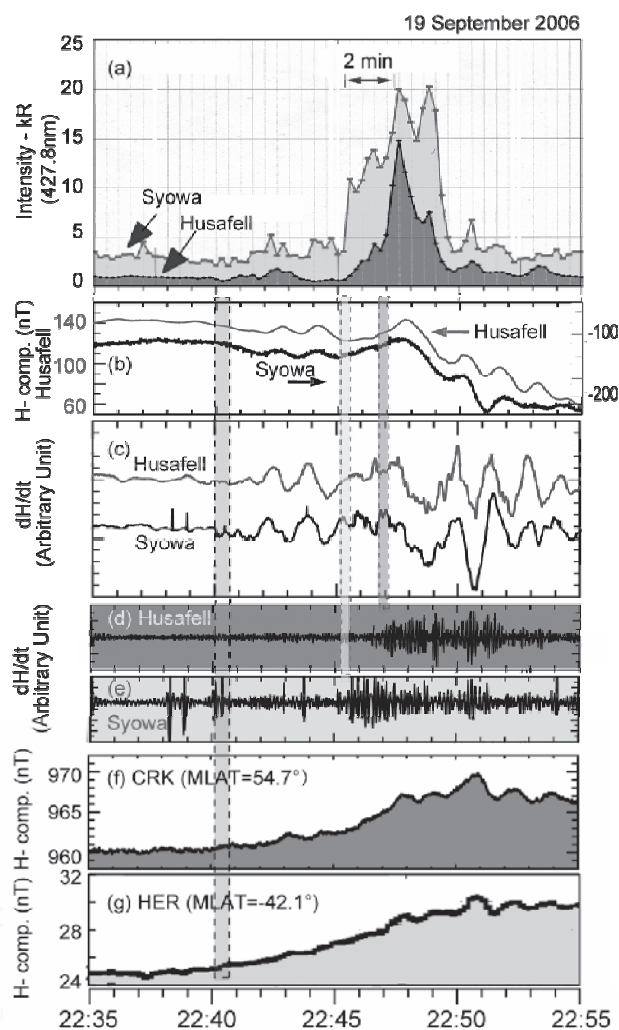


図1. 昭和基地と Husafell における onset 観測例

(b), (c)は magnetogram と ULF, (d), (e)は ULF の短周期成分、(f), (g) は南北半球中緯度の magnetogram である。昭和基地の breakup が約2分先行していることが、light curve(図(a))と Pi1B (図(d), (e))から示される。こうした南北

非同時の breakup 現象は、衛星による AKR breakup 観測からも明らかにされ、南北極域における非同時サブストーム breakup が確認された。(研究発表 2 参照)。

2. 2段階サブストーム onset 過程

本研究によって、サブストームの onset は 2 段階の加速域発達と密接な関係が有ることが示され、これは従来から議論されている pseudobreakup と full breakup との違いは何かの議論にも答えを与えるものとなったと考える。

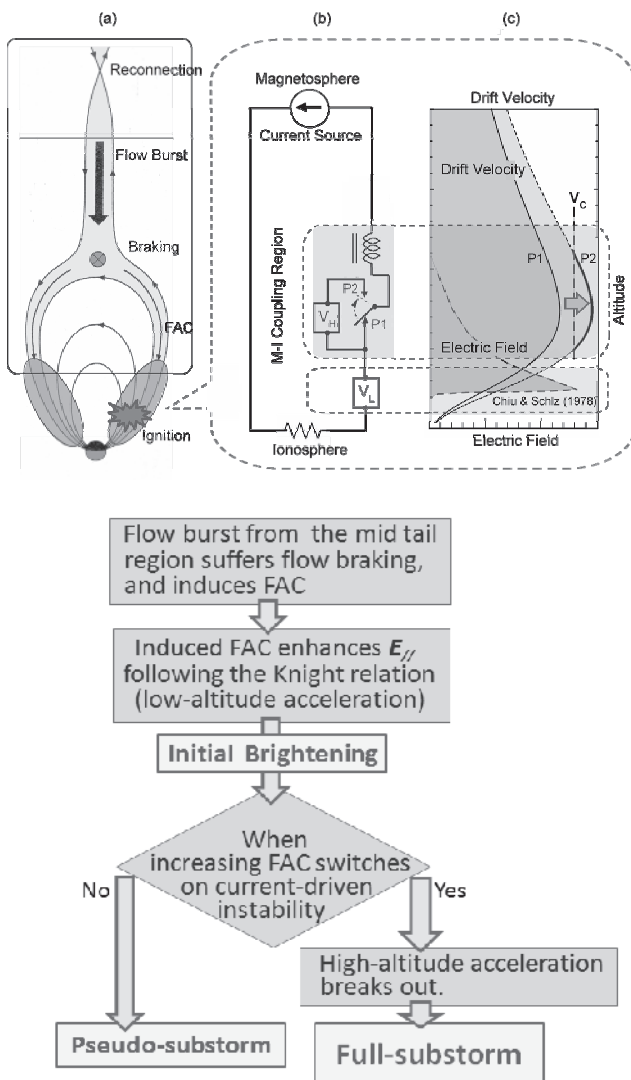


図 2 2 段階サブストーム onset 過程模式図

[研究発表]

1. Morioka, A., Y. Miyoshi, N. Kitamura, H. Misawa, F. Tsuchiya, J. D. Menietti, and F. Honary (2012), Fundamental characteristics of field-aligned auroral acceleration derived from AKR spectra, *J. Geophys. Res.*, 117, A02213, doi:10.1029/2011JA017137.
2. Morioka, A., et al. (2011), On the simultaneity of substorm onset between two hemispheres, *J. Geophys. Res.*, 116, A04211, doi:10.1029/2010JA016174.
3. Morioka, A., et al. (2010), Two step evolution of auroral acceleration at substorm onset, *J. Geophys. Res.*, 115, A11213, doi:10.1029/2010JA015361.

mid-tail 領域で reconnection によって形成される flow burst が plasma sheet 地球側境界域で breaking を受けるときに生じる FAC が Knight relation に従って低高度加速域を形成/増大する。この加速域が initial brightening を生む。さらに FAC が増大し M-I coupling 領域で current driven instability が発生するとこれに伴う anomalous resistivity によって急速な加速が生じ auroral breakup に至る。もし FAC の発達が不十分で current driven instability に至らないときには substorm は pseudobreakup に終わることになる。詳細は研究発表 3 を参照されたい。

3. 沿磁力線加速域性質の統計像

図 3 は、北極域上空から観測する AKR 放射源高度の 1.5 年間にわたる変動である。このデータの解析から、加速域の、・高度分布、・季節変化、・磁気活動度変化、・ plasma sheet plasma 電子温度との相関、・加速域の微細構造、inverted-V 加速域との関係等が調べられ、加速域の性質の統計像が明らかにされた。詳細は研究発表 1 を参照されたい。

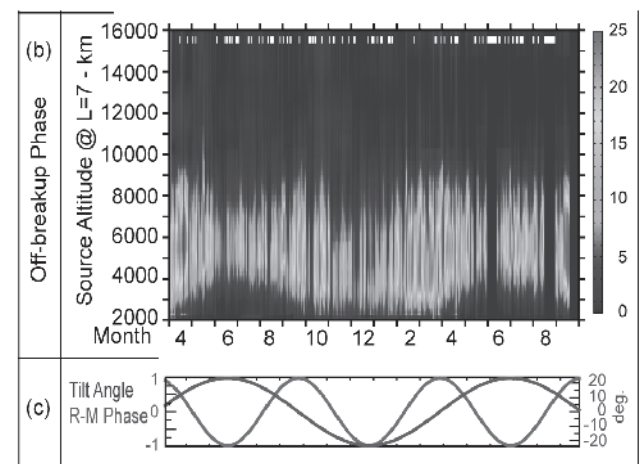


図 3 Polar/PWI による AKR 放射高度長期変動

共同研究報告書（終了）

雷放電と上層大気圏／電離圏との電磁結合に関する研究

◎早川正士 電気通信大学名誉教授（電通大先端リワイレコミュニケーション研究センター 客員教授）（研究代表者）

太田健次 中部大学 工学部・教授（共同研究者）

（国立極地研究所）

佐藤夏雄 教授（担当教員）

平成 21 年～平成 23 年（3 か年）（研究期間）

【研究目的】

大気圏と上層の電離圏/磁気圏との電磁結合はスペース物理での最新のテーマである領域間結合として極めて重要なものである。本研究では上記のテーマを調べるため、大気圏の雷放電をトレーサとして取り上げる。近年、スプライトやエルブを初めとする中間圏発光現象（雷雲上部から電離層にかけての発光現象、以下 transient luminous event: TLE と呼ぶ）は世界各地で光学的に観測されているが、北米以外における現象の理解は進んでいない。TLE を包括的に理解する上では TLE の地域的特性を明らかにすることが望まれ、北米の大陸性の大規模な雷雲（mesoscale convective system: MCS）とは極めて異なる日本北陸地方の冬季雷を研究する事が不可欠である。北陸冬季雷の最大の特徴は、(i) 冬季に発生し、雷雲高度が低い（4-6 km 以下）、(ii) 正極性落雷が 5 割程度と高頻度である、(iii) 中和電荷量が大きいことが挙げられる。

【研究成果】

本研究では、冬季北陸地方および冬季千葉沖における光学観測及び電磁波観測を独自にしかも連続観測を行い、その観測で得られたデータについて詳細に解析した結果を紹介する。電磁波観測は VLF（very low frequency）、ELF（extremely low frequency）、VHF（very high frequency）の 3 つの周波数帯を用い、VLF は TLE に伴う下部電離層擾乱を、ELF と VHF は TLE の原因となる（TLE を励起する）雷放電（parent lightning discharge：親雷放電）の解析に使用した。本研究によって主には以下のような知見が得られている。(1) 北陸冬季雷に伴う電離層擾乱観測の解析結果より、従来提案されている 2 つの考えのうち、TLE に伴う電離層プラズマ構造はプラズマ柱というよりは 100～200km 程度に渡って広く擾乱していると考えた方が妥当である。(2) 冬季北陸では、スプライトの原因となる雷放電の中和電荷モーメントは 100～1600C・km に分布し、平均は 500C・km であること、スプライトの形状は柱状（カラムスプライト）

が多い（～6 割）。(3) 雲間放電やスローテールを伴う雷に付随して TLE が発生する事から、電流値が低く放電継続時間の長い連続電流が TLE 発生に重要であり、その結果、一連の放電が中和する中和電荷量の総和は極めて大きい。(4) 対地雷放電（cloud-to-ground lightning flash）ではなく雲間放電（intra-cloud lightning flash）が TLE の発生に大きく寄与し、一つ一つの放電ではなく一連の放電全体が TLE の発生に関連しており、放電の総和は正電荷の中和を示した。(5) 北陸と千葉沖の冬季雷では、原因となる雷放電からスプライト発生までの時間遅れに大きな違いが存在し、前者は 70ms であるのに対して後者は 40ms 程度であった。(6) 冬季において、千葉沖では北陸に比べてキャロットスプライトが比較的高頻度で発生したことから、千葉スプライトは北陸と北米の中間に位置すると考えられた。(7) 雷雲の水平方向の空間的大きさよりも、雷雲の高度がスプライトの形状に大きく寄与すると考えられた。

上記の大気圏と電離圏/磁気圏との電磁結合に関する成果に加えて、上記研究に付随する成果も追記する。(1) Q バースト(巨大雷に伴う ELF 放射)の方位測定に関する結果；即ち、従来複数の手法が提案されているが、これらの方探手法を発生源が既知の雷に対して初めて通用し、手法間の優劣を初めて行った事。(2) ELF シューマン共振データを用いた逆変換手法の開発と世界雷分布の同定。ELF シューマン共振の世界多点データの逆変換は我々が開発した手法であり、初めて数日でなく、1 年間のデータに適用することに成功した。

日本のデータを中心として使用し、大気圏と上層の電離圏/磁気圏の電磁結合を論じた。しかし、得られた知見は極域での大気圏・電離圏結合にも有用な情報となる。

[研究発表]

- Matsudo, Y., T.Suzuki, K.Michimoto, K.Myokei, and M.Hayakawa, Comparison of time delays of sprites induced by winter lightning flashes in the Japan Sea with those in the Pacific Ocean, *J. Atmos. Solar-terr. Phys.*, vol. 71, 101-111, 2009.
- Asano, T., T. Suzuki, Y. Hiraki, E. Mareev, M. G. Cho, and M. Hayakawa, Computer simulations on sprite initiation for realistic lightning models with higher-frequency surges, *J. Geophys. Res.*, vol. 114, A02310, doi: 10.1029/2008JA013651, 2009.
- Myokei, K., Y. Matsudo, T. Asano, M. Sekiguchi, T. Suzuki, T. Hobara, and M. Hayakawa, Morphology of winter sprites in the Hokuriku area on Japan: Monthly variation and dependence on air temperature, *J. Atmos. Electr.*, vol.29, No.1, 23-34, 2009.
- 早川正士, VLF/ELF 空電の方位測定法: レビュー, *J. Atmos. Electr.*, vol. 29, No. 1, 35-52, 2009.
- Myokei, K., Y. Matsudo, T. Asano, T. Suzuki, Y. Hobara, K. Michimoto, and M. Hayakawa, A study of the morphology of winter sprites in the Hokuriku area of Japan in relation to cloud charge height, *J. Atmos. Solar-terr. Phys.*, vol. 71, 597-602, 2009.
- Kudintseva, I. G., A. P. Nickolaenko, and M. Hayakawa, Spatial fine structure of model electric pulses in the mesosphere above a Γ -shaped stroke of lightning, *J. Atmos. Solar-terr. Phys.*, vol. 71, 603-608, 2009.
- Asano, T., T. Suzuki, M. Hayakawa, and M. G. Cho, Three-dimensional EM computer simulation on sprite initiation above a horizontal lightning discharge, *J. Atmos. Solar-terr. Phys.*, vol. 71, 983-990, 2009.
- Shvets, A.V., M. Hayakawa, M. Sekiguchi, and Y. Ando, Reconstruction of the global lightning distribution from ELF electromagnetic background signals, *J. Atmos. Solar-terr. Phys.*, vol. 71, 1405-1412, 2009.
- Yamashita, K., T. Otsuyama, Y. Hobara, M. Sekiguchi, Y. Matsudo, M. Hayakawa, and V. Korepanov, Global distribution and characteristics of intense lightning discharges as deduced from ELF transients observed at Moshiri(Japan), *J. Atmos. Electr.*, vol.29, No.2, 71-80, 2009.
- Asano, T., T. Suzuki, Y. Hiraki, E. Mareev, M. G. Cho, and M. Hayakawa, Reply to comment by L.Z.S. Campos and M. M. F. Saba on "Computer simulations on sprite initiation for realistic lightning models with higher-frewuency surges", *J. Geophys. Res.*, vol. 114, A12325, doi:10.1029/2009JA014464, 2009.
- Williams, E., W. Lyons, Y. Hobara, V. Mushtak, N. Asencio, R. Boldi, J. Bor, S. Cummer, E. Greenberg, M. Hayakawa, R. Holzworth, V. Kotroni, J. Li, C. Morales, T. Nelson, C. Price, B. Russell, G. Satori, K. Shirahata, Y. Takahashi, K. Yamashita, Ground-Based Detection of Sprites and their Parent Lightning Flashed over Africa during the 2006 AMMA Campaign, Special Issue in the Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, *Q. J. Roy. Meteorol. Soc.*, vol. 136 (s1), 257-271, DOI: 10.1002/qj.489, 2010.
- Yano, M., Y. Ida, Y. Hobara, M. Hayakawa, and A.P. Nickolaenko, Reception of ELF transmitter signals at Moshiri, Japan, and their propagation characteristics, *Radio Sci.*, vol. 45, RS1009, doi: 10.1029/2009RS004224, 2010.
- Surkov, V.V., and M. Hayakawa, Schumann resonances exciation due to positive and negative cloud-to-ground lightning, *J. Geophys. Res.*, vol. 115, D04101, doi:10. 1029/2009JD012539, 2010.
- Nickolaenko, A. P., and M. Hayakawa, Model disturbance of Schumann resonance by the SGR 1806-20 γ -ray flare on December 27, 2004, *J. Atmos. Electr.*, vol.30, No.1, 1-11, 2010.
- Surkov, V.V., Y. Matsudo, M. Hayakawa, and S.V. Goncharov, Estimation of lightning and sprite parameters based on observation of sprite-producing lightning power spectra, *J. Atmos. Solar-terr. Phys.*, vol. 72, 448-456, 2010.
- Nakamura, T., M. Sekiguchi, Y. Hobara, M. Hayakawa, A comparison of different source location methods for ELF transients by using the parent lightning discharges with knownpositions, *J. Geophys. Res.*, vol. 115, A00E39, doi:10. 1029/2009JA014992, 2010.
- Nickolaenko, A. P., M. Hayakawa, Y. Hobara, Q-bursts: Natural ELF radio transients, *Survey Geophys.*, vol. 31, 409-425, DOI 10.1007/s10712-0010-9096-9, 2010.
- Kudintseva, I. G., A. P., Nickolaenko, M. Hayakawa, Transient electric field in the mesosphere above a Γ -shape lightning stroke, *Survey Geophys.*, vol. 31, 427-448, DOI 10.1007/s10712-0010-9095-x, 2010.
- Tanaka, Y. T., J. P. Raulin, F. C. P. Bertoni, P. R. Fagundes, J. Chau, N. J. Schuch, M. Hayakawa, Y. Hobara, T. Terasawa, and T. Takahashi, First very low frequency detection of short repeated bursts from magnetar SGR J1550-5418, *Astrophys. J. Letters*, vol. 721, L24-L27, 2010.
- 早川正士, 芳原容英, 地球周辺での電磁ノイズの計測と地球環境の監視, , 電子情報通信学会 論文誌 B, 招待論文, vol. 93-B, No.11, 1495-1503, 2010.
- Shvets, A.V., Y. Hobara, and M. Hayakawa, Vatiations of the global lightning distribution revealed from three-station Schumann resonance measurements, *J. Geophys. Res.*, vol. 115, A12316, doi:10. 1029/2010JA015851, 2010.

共同研究報告書（終了）

光学・レーダー・地磁気・GPS-TEC データを用いた極域電磁圏ダイナミクス

◎ 細川 敬祐	電気通信大学大学院情報理工学研究科・助教	(研究代表者)
家森 俊彦	京都大学大学院理学研究科・教授	(共同研究者)
斉藤 昭則	京都大学大学院理学研究科・准教授	(共同研究者)
能勢 正仁	京都大学大学院理学研究科・助教	(共同研究者)

国立極地研究所

佐藤 夏雄 教授, 行松 彰 准教授

平成 21 年 - 平成 23 年 (3 か年)

[研究成果]

1. 研究目的

極域大型短波レーダー(SuperDARN), 地上光学観測によって得られる極域電離圏観測データに, 地上磁場観測・GPS 電離圏全電子数観測によって得られる情報を加えて, 極域電離圏への磁気圏からのエネルギーの流入過程, および極域電離圏から中低緯度電離圏へのエネルギー輸送過程に関して考察を行うことを目的とする. SuperDARN 観測データについては, 観測開始時(1995 年)から現在までのデータを解析できる環境が, 電気通信大学・京都大学の双方において構築されている. また, 光学観測データに関しては, 極地研がこれまでアイスランド・昭和基地において取得してきたものを用いる.

において観測されたパッチ状オーロラの光学・SuperDARN レーダー同時観測事例に関して解析を行い, パッチ状のオーロラの内部において電場が減少していることを示した. また, [研究発表] の 8 では, 極地研のノルウェー・トロムソ観測拠点において観測された脈動オーロラの背景の電子密度を欧州非干渉性散乱レーダーによって観測し, 脈動オーロラの明滅に伴って, D 領域高度に電子をキャリアとするペダーセン電流が流れていることを明らかにした. さらに, [研究発表] の 1 では, アイスランドと昭和基地において得られたオーロラブレイクアップの南北半球同時観測例を, ブレイクアップ前に現れる微細構造の共役性という観点から解析し, 微細構造の起源が磁気圏に存在することを指摘した.

2. 代表的な研究成果

[研究発表] の項目に挙げられているように, 研究期間中に多くの興味深い観測事例が得られ, その解析結果を論文としてまとめることができた. その殆どが, 極地研が行っている地上光学観測に他の様々な観測機器から得られるデータを組み合わせることによって得られたものである. 以下では, その中のいくつかを紹介する. [研究発表] の 10 では, 極地研のアイスランド・チョルネス観測拠点

3. まとめ

上述のように, 極域に展開されている地上光学観測とそれを取り巻く様々な観測機器によって得られたデータの融合研究は順調に推移し, 期待以上の成果を得ることができた. 今後も, ますま充実していくであろう極域・中緯度の様々な観測機器のデータを組み合わせ, 磁気圏から極域, そして極域から中緯度へのエネルギー輸送過程の解明に貢献していきたいと考えている.

[研究発表]

1. Motoba, T., K. Hosokawa, A. Kadokura, and N. Sato, Magnetic conjugacy of northern and southern auroral beads, *Geophysical Research Letters*, in press.
2. Hosokawa, K., J. I. Moen, K. Shiokawa, and Y. Otsuka, Decay of polar cap patch, *Journal of Geophysical Research*, 116, doi:10.1029/2010JA016297, 2011.
3. Motoba, T., K. Hosokawa, Y. Ogawa, N. Sato, A. Kadokura, S. Buchert, H. Rème, In-situ evidence for IMF-induced tail twisting associated with relative displacement of conjugate auroras, *Journal of Geophysical Research*, 116, doi:10.1029/2010JA016206, 2011.
4. Wild, J. A., E. E. Woodfield, E. Donovan, R. Fear, A. Grocott, M. Lester, A. Fazakerley, E. Lucek, A. Kadokura, K. Hosokawa, C. Carlson, J. McFadden, K.-H. Glassmeier, V. Angelopoulos, G. Bjornsson, Midnight sector observations of auroral omega bands, *Journal of Geophysical Research*, 116, doi:10.1029/2010JA015874, 2011.
5. Hosokawa, K., J. I. Moen, K. Shiokawa, and Y. Otsuka, Motion of polar cap arcs, *Journal of Geophysical Research*, 116, doi:10.1029/2010JA015906, 2011.
6. Hosokawa, K., T. Tsugawa, K. Shiokawa, Y. Otsuka, N. Nishitani, T. Ogawa and M. Hairston, Dynamic temporal evolution of polar cap tongue of ionization, *Journal of Geophysical Research*, 115, doi:10.1029/2010JA015848, 2010.
7. Nishimura, Y., L. Lyons, S. Zou, X. Xing, V. Angelopoulos, S. Mende, J. Bonnell, D. Larson, U. Auster, T. Hori, N. Nishitani, K. Hosokawa, G. Sofko, M. Nicolls, and C. Heinselman, Pre-onset time sequence of auroral substorms: Coordinated observations by ASIs, satellites and radars, *Journal of Geophysical Research*, doi:10.1029/2010JA015832, 2010.
8. Taguchi, S., K. Hosokawa, S. Suzuki, A. Tawara, H. U. Frey, J. Mazka, A. S. Yukimatu, and N. Sato, Distorted flow during moving mesoscale plasma precipitation in the cusp, *Journal of Geophysical Research*, 115, doi:10.1029/2010JA015535, 2010.
9. Hosokawa, K. and Y. Ogawa, Pedersen current carried by electrons in auroral D-region, *Geophysical Research Letters*, doi:10.1029/2010GL044746, 2010.
10. Motoba, T., K. Hosokawa, A. Kadokura, N. Sato, and G. Bjornsson, Varying IMF By effects on interhemispheric conjugate auroral features during weak substorm, *Journal of Geophysical Research*, 115, doi:10.1029/2010JA015369, 2010.
11. Hosokawa, K., T. Motoba, A. S. Yukimatu, S. E. Milan, M. Lester, A. Kadokura, N. Sato, and G. Bjornsson, Plasma irregularities adjacent to auroral patches in the post-midnight sector, *Journal of Geophysical Research*, 115, doi:10.1029/2010JA015319, 2010.
12. Hosokawa, K. and N. Nishitani, Plasma irregularities in the duskside subauroral F region ionosphere as observed with mid-latitude SuperDARN radar in Hokkaido, Japan, *Radio Science*, 45, doi:10.1029/2009RS004244, 2010.
13. Hayashi, H., N. Nishitani, T. Ogawa, Y. Otsuka, T. Tsugawa, K. Hosokawa and A. Saito, Large scale traveling ionospheric disturbance observed by SuperDARN Hokkaido HF radar and GPS network on 15 December 2006, *Journal of Geophysical Research*, 115, doi:10.1029/2009JA014297, 2010.
14. Taguchi S., K. Hosokawa, S. Suzuki, A. S. Yukimatu, and N. Sato, Initial development of the HF radar polar patch driven by the azimuthal flow burst in the cusp, *Journal of Geophysical Research*, 115, doi:10.1029/2009JA014631, 2010.
15. Hosokawa, K., Y. Ogawa, A. Kadokura, H. Miyaoka, and N. Sato, Modulation of ionospheric conductance and electric field associated with pulsating aurora, *Journal of Geophysical Research*, 115, doi:10.1029/2009JA014683, 2010.
16. Hosokawa, K., J.-P. St.-Maurice, G. J. Sofko, K. Shiokawa, Y. Otsuka, and T. Ogawa, Reorganization of polar cap patches through shears in the background plasma convection, *Journal of Geophysical Research*, 115, doi:10.1029/2009JA014599, 2010.
17. Jayachandran P. T., K. Hosokawa, J. W. MacDougall, S. Mushini, R. B. Langley, and K. Shiokawa, GPS Total Electron Content Variations Associated with a Polar Cap Arc *Journal of Geophysical Research*, 114, doi:10.1029/2009JA014916, 2009.
18. Maeda, S., Y. Ogawa, K. Hosokawa, S. Nozawa, S. Oyama, T. Tsuda and A. Brekke, Ion heating in high-speed flow channel within the duskside cell of the polar-cap ion convection under large IMF-By condition, *Journal of Geophysical Research*, 114, doi:10.1029/2009JA014300, 2009.
19. Suzuki, S., K. Hosokawa, T. F. Shibata, K. Shiokawa, Y. Otsuka, N. Nishitani, T. Ogawa, A. V. Koustov, and B. M. Shevtsov, Coordinated observations of nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances in 630-nm airglow and HF radar echoes at midlatitudes, *Journal of Geophysical Research*, 114, doi:10.1029/2008JA013963, 2009.

20. Taguchi, S., S. Suzuki, K. Hosokawa, Y. Ogawa, A. S. Yukimatu, N. Sato, M. R. Collier, T. E. Moore, Moving meso-scale plasma precipitation in the cusp, *Journal of Geophysical Research*, 114, doi:10.1029/2009JA014128, 2009.
21. Tsuda, T., S. Nozawa, S. Oyama, T. Motoba, Y. Ogawa, H. Shinagawa, N. Nishitani, K. Hosokawa, N. Sato, M. Lester and R. Fujii Acceleration mechanism of high-speed neutral wind observed in the polar lower thermosphere, *Journal of Geophysical Research*, 114, doi:10.1029/2008JA013867, 2009.
22. Hosokawa, K., T. Kashimoto, S. Suzuki, K. Shiokawa, Y. Otsuka and T. Ogawa, Motion of polar cap patches: A statistical study with all-sky airglow imager at Resolute Bay, Canada, *Journal of Geophysical Research*, 114, A04318, doi:10.1029/2008JA014020, 2009.
23. Kataoka, R., K. Hosokawa, N. Nishitani and Y. Miyoshi, SuperDARN Hokkaido radar observation of westward flow enhancement in subauroral latitudes, *Annales Geophysicae*, 27, 1695-1699, 2009.
24. Hosokawa, K., T. Tsugawa, K. Shiokawa, Y. Otsuka, T. Ogawa and M. Hairston, Unusually elongated, bright airglow plume in the polar cap F region: is it tongue of ionization?, *Geophysical Research Letters*, 36, doi:10.1029/2009GL037512, 2009.
25. Ogawa, T., N. Nishitani, Y. Otsuka, K. Shiokawa, T. Tsugawa and K. Hosokawa, Medium-scale traveling ionospheric disturbances observed with the SuperDARN Hokkaido radar, all-sky imager and GPS network, and their relation to concurrent sporadic-E layer irregularities, *Journal of Geophysical Research*, 114, doi:10.1029/2008JA013893, 2009.
26. Hosokawa, K., K. Shiokawa, Y. Otsuka, T. Ogawa, J.-P. St-Maurice, G. J. Sofko, D. A. Andre, The relationship between polar cap patches and field-aligned irregularities as observed with an all-sky airglow imager at Resolute Bay and the PolarDARN radar at Rankin Inlet, *Journal of Geophysical Research*, 114, doi:10.1029/2008JA013707, 2009.
27. Taguchi, S., K. Hosokawa, A. Nakao, M. R. Collier, T. E. Moore, N. Sato, and A. S. Yukimatu, HF radar polar patch and its relation with the cusp during By-dominated IMF: Simultaneous observations at two altitudes, *Journal of Geophysical Research*, 114, doi:10.1029/2008JA013624, 2009.
28. Ebihara, Y., N. Nishitani, T. Kikuchi, T. Ogawa, K. Hosokawa, M.-C. Fok, M. F. Thomsen, Dynamical property of SAPS as a manifestation of fine structures of the ring current during the magnetic storm of 15 December 2006, *Journal of Geophysical Research*, 114, doi:10.1029/2008JA013614, 2009.

衛星観測と地上観測の対比による宇宙嵐時の
内部磁気圏プラズマダイナミクス及び電離圏-磁気圏結合の解明

◎小野高幸 東北大学大学院理学研究科・教授
熊本篤志 東北大学大学院理学研究科・准教授
加藤雄人 東北大学大学院理学研究科・助教
佐藤由佳 東北大学大学院理学研究科・助教
(国立極地研究所)
宮岡 宏 准教授、小川泰信 講師
平成21年度～平成23年度(3か年)

【研究成果】

宇宙嵐に伴って内部磁気圏に生じるプラズマ・電磁場の変動現象を理解する上で、衛星・ロケットなどの飛翔体による in-situ 観測と地上からの remote 観測の詳細な比較研究は有力な手段となる。

本研究ではあけぼの衛星、CRRES 衛星等の飛翔体観測データと昭和基地・アイスランドでの極域地上観測によるオーロラなどの超高層現象の観測データの比較解析を通じて、宇宙嵐時の内部磁気圏プラズマのダイナミクス、電離圏-磁気圏結合の解明を目的として、共同研究を実施した。

具体的な研究計画・方法として、研究計画期間の前半(H21-22年度)は、あけぼの衛星、CRRES 衛星等の飛翔体による電磁場・波動・粒子計測データ、地上からの光学観測データ、EISCAT によるプラズマ観測データ

を対比し、詳細な複数のイベント解析、統計解析等の手法によってそれらの関係を明らかにすることをねらい、特に衛星・地上双方で観測される極域 MF 帯電波放射、リングカレント粒子と関連するプロトンオーロラの解析に特に重点を置いた研究を実施した。

MF/HF 帯電波放射に関しては、オーロラ帯・極冠域における定常観測を継続して実施し、数十例のイベントを同定した。さらに同時に取得された磁力計やイメージングリオメータなどの地上観測データとの比較を行い、高エネルギー電子降下領域との対応など出現特性が明らかとなった。プロトンオーロラ観測に関しては、アイスランド・フッサフェルおよび南極・昭和基地に設置した掃天フォトメータによる観測を実施し、観測結果と DMSP 衛星による粒子観測結果との比較を通じて、降下プロトンのエネルギー

ペクトルの推定手法を確立した。

研究計画の後半(H22-23年度)は、内部磁気圏プラズマのダイナミクス、電離圏・磁気圏結合の解明を目的として、超高層現象の衛星観測と極域地上観測データによる比較解析を、極域MF/HF帯電波放射に重点を置いて実施した。MF/HF帯電波放射の生成機構は下部電離圏でのモード変換過程とされるが、同時に電離圏上層でも電磁波が放射し、Terrestrial Hectometric Radiation (THR)として観測されていると考えられる。このTHRについてあけぼの衛星による観測結果の統計解析を実施し、THRは1.5-2.0 MHz帯ではLO-mode、3.0-4.0 MHz帯ではRX-modeで観測されることを同定、MLT依存性などの出現特性を明らかにした。特にRX-modeの放射は、MF/HF帯電波の地上観測では報告例が無く、また、非線形のモード変換過程による励起機構の存在を示唆する。この結果を受け、地上観

測においても、非線形モード変換過程が関与した場合に期待される成分が検出できるように、H22年冬季より観測上限周波数を6 MHzに上げて定常観測を実施し、報告例の無い新たな周波数成分($4 f_{ce}$ auroral roar)の観測に成功した。しかし、観測される季節・地方時依存性は、あけぼの衛星観測からの示唆と異なり線形モード変換過程の関与を支持する傾向を示しており、偏波の特定など更なる検証課題を提示するに至っている。

また、最終年度にあたるH23年度は、さらにあけぼの衛星データの統計解析を進め、THR出現の高度分布や磁気緯度分布、地磁気活動度依存性などを解明するとともに、地上で観測されるMF/HF帯オーロラ電波との比較解析を進めた。

以上の成果は、学位論文ならびに学術誌への投稿論文としてまとめられ、国際学会では若手研究者賞を受賞する等、高い評価を得た。

【研究発表】

佐藤由佳, Auroral radio emissions in the MF and HF bands, 東北大学大学院理学研究科博士論文, 2010年.

望月崇光, The Doppler profile of proton auroras obtained by the multi-wavelength scanning photometer, 東北大学大学院理学研究科修士論文, 2010年.

Sato, Y., T. Ono, N. Sato, and R. Fujii, MF/HF auroral emissions emanating from the topside ionosphere, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L14102, 2010.

Sato, Y., T. Ono, N. Sato, and R. Fujii, Akebono satellite observations of MF/HF auroral radio emissions emanating from the topside ionosphere, AP-RASC'10, Toyama, Japan, September 22-26, 2010. [AP-RASC'10 Young Scientist Award 受賞論文]

I . 共同研究報告（終了）

一般共同研究

（2）気 水 圏

南極氷床コア金属解析によるエアロゾル気候変動の研究

◎鈴木利孝 山形大学理学部・教授（研究代表者）

飯塚芳徳 北海道大学低温科学研究所・助教（共同研究者）

（国立極地研究所）

本山秀明 教授（担当教員）

平成 21 年～平成 23 年（3 か年）

【研究成果】

エアロゾルは、それが持つ放射強制力や化学組成により、地表のエネルギーと物質の循環をコントロールし、地球の気候と環境の変動に深く関与している。過去の地球気候変動にエアロゾルが果たしてきた役割を解明するには、極地において採取された氷コア中の金属成分を測定することが有効な手法となる。これまで、氷コアに含まれる溶存イオン種の CFA (e.g. Bigler et al., 2006)、濾過によって集めた粒子の PIXE 測定 (e.g. Ghermandi et al., 2003)、酸可溶性部分の ICP-SFMS 測定 (e.g. Gaspari et al., 2006) 等の研究例が報告されてきた。南極氷床に供給、保存されている粒状物、特に鉱物粒子、に含まれる金属成分の多くは難溶性であり、コア中の難溶性金属成分の重要性が指摘されている (e.g. Traversi et al., 2004; Gaspari et al., 2006)。最近の室内実験においても鉱物粒子中の金属成分は酸性条件下で速やかには溶出しないことが証明されている (Rhodes et al., 2011)。このような問題をクリアするためには、コアの全分解分析が有効であるが、これまで鉄についてのわずかな測定例 (Gaspari et al., 2006) があるのみである。本研究では、氷コアを蒸発乾固させ、その残留物を酸で全分解することにより、氷コアに含まれる Al、Na 等金属成分の全濃度（溶存態＋粒子態）を測定することを試みた。これにより、粒状物、溶存物を問わず、南極氷床に供給された鉱物および海塩エアロゾルの定量的解析を進めることが可能となる。

本研究では、全長 2503m の第 1 期ドームふじ深層氷コアおよび JARE37 ドームふじ浅層氷コアに含まれる Al、Na をはじめとする金属成分の全濃度（溶存

態＋粒子態）の鉛直分布を測定し、過去 34 万年の気候変動に伴う、(1) 海洋および地殻起源エアロゾルの南極氷床への輸送量の変遷、(2) エアロゾルの供給源の変遷および変質等を明らかにすることを目的とした。

氷コアから厚さ約 7cm、質量約 50g の氷片を分取して 1 試料とした。氷表面の汚染を除去した後、ポリエチレン容器内で全量を融解させ、0.1N 硝酸溶液とした。溶液をテフロン製容器内で蒸発乾固させた後、残渣を硝酸とフッ化水素酸を用いたマイクロ波分解法で全分解し、ICP 質量分析法および ICP 発光分析法により、Al、Fe、Mn、Na、Mg、Ca、Ba、Sr の濃度を検量線法により測定した。

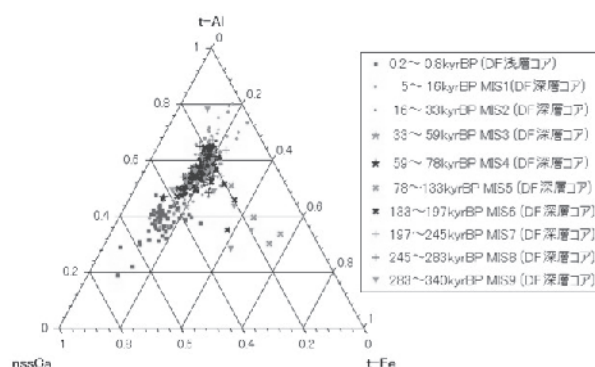


図 1 ドームふじコア中 t-Al、t-Fe、nssCa 組成の年代変化

図 1 に、ドームふじコア中の Al 全濃度 (t-Al)、Fe 全濃度 (t-Fe)、非海塩性 Ca 全濃度 (nssCa) の三角プロットを示す。この図から、コア中の t-Al、nssCa 組成比は気候ステージごとに特定の傾向を持って変化することが読み取れる。一方 t-Fe の組成は特定の傾向を示さず、t-Fe 含有量の高い試料が時々現れるよう

Figure 10 is a ternary diagram showing the relationship between $t\text{-Al}$, $t\text{-Fe}$, and $t\text{-SiO}_2$. The diagram is a triangle with vertices labeled 1, 0, and 1. The axes are labeled $t\text{-Al}$, $t\text{-Fe}$, and $t\text{-SiO}_2$. A shaded region represents the data points, which are mostly clustered in the lower-left area. A legend on the right lists various soil types and their corresponding symbols:

- DF 浅層1A
- DF 深層コア - 最終氷期最寒期 -
- パタゴニア風成堆積物 (Garcia et al., 2007)
- アルビオン風成堆積物 (Simdley et al., 2005)
- オーストラリア陸上堆積物 (Nance and Taylor, 1976)
- ニューギランド風成堆積物 (Taylor et al., 1983)
- セハラ砂漠土壌 (Casillio et al., 2008)
- 南アフリカ風成堆積物 (Ederberg and Compton, 2007)
- 高土質堆積物 (Jhan et al., 2001)
- タラマリン砂漠土壌 (Suzuki and Tsunogai, 1988)
- 平均地殻組成 (Taylor, 1964)
- デガホラック表層土 ラテライト (Wepfer et al., 2002)

図 2 には、ドームふじ深層および浅層氷コアと地球上各地の地殻表面物質における $t\text{-Al}$ 、 $t\text{-Fe}$ 、 $nss\text{Ca}$ の三成分組成をプロットした。コア中の $t\text{-Al} : t\text{-Fe} : nss\text{Ca}$ 三成分組成は、オセアニアおよびアフリカにおける地殻物質の組成よりも、南米における組成に近いことがわかる。また浅層コアにおける組成は、深層コアにおけるそれとは異なり、サハラ砂漠表層土、タクラマカン砂漠表層土、黄土高原レス堆積物の組成に近かった。これは温暖な過去 1000 年程度の期間においては、氷期における土壤の乾燥、大気循環の増強にともなう南米からの大量のエアロゾル輸送が弱まり、化学・物理風化の進んだ、粒径が小さく滞留時間の長いバックグラウンドエアロゾルの南極氷床への降下

表1 地殻の化学風化型の種類と特徴

風化殻	生成 pH	溶脱帯	集積帯
ボーキサイト・ ラテライト・カ オリナイト型 (BL-K 型)	～8	溶脱成分…Si, Mg, Ca, Na, K 生成鉱物…ギブサイト, ペーマイト, ダイアスポ ア, ゲーサイト, ヘマタ イト, アナターゼ	濃集成分…Si, (Mg) 生成鉱物…カオリナイト, オ パール
カオリナイト・ モンモリロナ イト型 (K-M 型)	8～10	溶脱成分…Fe, Si, Mg, Ca, Na, K 生成鉱物…カオリナイ ト, ハロイサイト	濃集成分…Mg, (Fe) 生成鉱物…モンモリロナイト, オパール
パラゴナイト・ 沸石型 (P-Z 型)	10～	溶脱成分…Al, Si, Mg, Ca, Na, K 生成鉱物…パラゴナイ ト	濃集成分…Mg, Ca, Na, K, (Si), (Al) 生成鉱物…アナルシム,, ナ イトライト, キャバザイト, モ ンモリロナイト, オパール, 方解石, Mg 方解石

— 33 —

(共同研究報告書 (終了))

北太平洋の気候変動復元のための山岳アイスコアの化学解析

◎的場澄人 北海道大学低温科学研究所・助教
白岩孝行 北海道大学低温科学研究所・准教授

(国立極地研究所)

本山秀明 教授 (担当教員)
平成 21 年～平成 23 年 (3 か年) (研究期間)

[研究成果]

1. はじめに

近年問題となっている地球温暖化など地球の気候・環境の変化や将来予測について議論する為には、過去の気候変化を解明することが重要である。氷河には、海洋、森林火災、砂漠、火山噴火などを起源とする様々な化学物質が大気循環によって運ばれ、雪とともに堆積する。その為、アイスコア中には過去の様々な情報が保存されており、過去の気候・環境変化の情報を得る手段として有効である。

本研究の目的は、アラスカとカムチャツカで採取された山岳アイスコアの化学解析を行い、気候変動の復元とそのメカニズムを明らかにすることである。特に、本申請研究では、酸素・水素の同位体比とトリチウム含有量の変動から、アイスコアの年代を推定し、年間の降水量と水蒸気起源を明らかにすることを主たる目的とする。

2. 試料と調整方法

2-1. カムチャツカアイスコア

カムチャツカのアイスコアは、ロシア・カムチャツカ半島のスレドニー（中央）山脈中央部のイチンスキー山山頂のカルデラ中央部(55.40'38.3"N、157.43'28.2"E、3600m a.s.l.) から採取された。コアの長さは 115m で掘削は岩盤まで到達した。掘削現場では層位観察、バルク密度測定を行った(Matoba et al., 2007)。

掘削された 115m のアイスコア中、0-47m のアイスコア試料は掘削現場に設けられた解析用トレンチにおいて 5-10cm 間隔で切断後、ポリエチレン袋で融解し、ポリプロピレン瓶で保存した。日本に冷凍輸送した後、化学成分の測定に使用した。

2-2. アラスカアイスコア

アラスカのアイスコアは、アラスカ州アラスカ山脈中央部に位置するオーロラピーク近傍氷原（標高 2825m）で採取された。アイスレーダーによる観測

から氷厚は約 240m と推定されている(Fukuda et al., 2011)。アイスコアは浅層メカニカルドリルを用い、180.7m 採取された。

化学分析のための試料は、約 10cm の分解能で連続的に採取された。試料表面に付着した汚染をセラミックナイフによる削剥(0-80m)、または超純水による洗浄(80-180m)によって除去したのち、清浄なポリエチレン袋にいれ室温で融解して調製した。

3. 試料処理方法

水素同位体比(δD)および酸素同位体比($\delta^{18}O$)は北海道大学低温科学研究所で質量分析計を用いて測定した。化学主成分濃度は北海道大学低温科学研究所でイオンクロマトグラフィーを用いて測定した。トリチウム含有量は国立極地研究所で液体シンチレーションカウンターを用いて定量した。

4. 結果と考察

4-1. カムチャツカアイスコア

一般的にアイスコア中の水の同位体比の変動は水蒸気が凝結するときの気温の変動を示すが、イチンスキーアイスコアの水の同位体比は地上で観測された気温と相関を示さなかった。また、20m 深付近に著しい負のピークが現れた。この負のピークに相当する気温の変化はカムチャツカ半島のいくつかの地点で観測された気温データには見られなかった。NCEP/NCAR の再解析データから、オホーツク海東部海域上空 1000hPa の 1978-79 年の冬(11-1 月)の気温が、1960-2006 年の冬の気温の平均値に比べ 8 度以上低かったことが分かった。また、1978/79 年はオホーツク海の最大海氷面積が 1970 年以降の観測期間で最大になりオホーツク海の全面が海氷に覆われた年だった。アイスコア中の低い δD は、オホーツク海が全面的に海氷に覆われたことによって海氷上の気温が低下したこと、オホー

ツク海以外の海域を起源とする水蒸気の供給割合が相対的に増加したことが要因だと考えられる。冬季の平均的なオホーツク海の海水温とカムチャツカの気温を条件に古典的なレイリーモデルで計算すると、-8 度の気温低下は降水中の水素同位体比を -72‰ 下げる。また、水蒸気起源域がオホーツク海の南側に移動し供給源の表面海水温が 2 度上昇することをあわせると降水中の δD は -83‰ 下がる。つまりアイスコアの水素同位体比プロファイルに現れた負のピークは気温低下と水蒸気起源の移動で十分説明できる。2001 年はオホーツク海の最大海氷面積が観測史上 2 番目に大きい年であったが、アイスコアの δD は顕著な負のピークを示さなかった。2001 年は 1978、1979 年に比べて海氷の張り出しが遅く 2 月中旬になってからカムチャツカ半島南まで海氷が張り出した。このことが、 δD の低下量が少なかった原因だと考えられる。

4-2. アラスカアイスコア

水素安定同位体比および酸素安定同位体比に大きくかつ周期的な変動が見られ、同位体比が夏季に極大、冬季に極小を示す季節変動をしている事が分かった。海塩起源である Na^+ は同位体比の変動から推測される冬季に極大を示す季節変動をしている事が分かった。この水素安定同位体比と Na^+ の季節

変動を利用してアイスコアの年代を推定した。さらに、示準層となる森林火災、火山噴火や水爆実験を示すピークの水当量深度も、水素安定同位体比による年代決定に矛盾しない事を確認した。その結果、アイスコアは全層 180.17m で、1734 年から 2008 年までの 274 年間をカバーしている事が分かった。次に、水素安定同位体比の変動から年層厚を求め、2 つの流動モデル(Nye model、AP Flow model)を用いて氷河の流動による歪みを補正し年間涵養量を推定した。その結果 1987 年、1974 年、1932 年、1785 年、1746 年には、涵養量が著しく変動し、気候のジャンプが存在することが示唆された。また、年間涵養量は 1900 年代から 2007 年まで増加傾向にあった。一方で海塩起源の Na^+ は涵養量の増加から遅れて 1970 年代頃から著しい増加傾向を示しており、1970 年代以降と以前で、降水パターンが変化した事が示唆される。さらに、水素安定同位体比の年平均値の変動を PDO 指数(Pacific Decadal Oscillation; 北太平洋 10 年規模振動)と比較したところ、水素安定同位体比の年平均値は PDO 指数がマイナスとなる時期により低い値を示した。1900 年代前半から、 NH_4^+ 、 K^+ 、 NO_3^- 増加が見られ、このことから、1900 年代中頃から現在に掛けて、アラスカ内陸部で森林火災の発生頻度が増加傾向にある事が示唆された。

[参考文献]

- 1) Matoba, S., S. V. Ushakov, K. Shimbori, H. Sasaki, T. Yamasaki, A. A. Ovshannikov, A. G. Manevich, T. M. Zhideleva, S. Kutuzov, Y. D. Muravyev, and T. Shiraiwa (2007): The glaciological expedition to Mount Ichinsky, Kamchatka, Russia, *Bulletin of Glaciological Research*, 24, 79-85
- 2) Fukuda, T., S. Sugiyama, S. Matoba, T. Shiraiwa (2011): Glacier flow measurement and radio-echo sounding at Aurora Peak, Alaska in 2008, *Ann. Glaciology*, 58, 138-142.

[研究発表]

Matoba, S., T. Shiraiwa, A. Tsushima, H. Sasaki, Y. D. Muravyev (2011): Records of sea-ice extent and air temperature at the Sea of Okhotsk from an ice core of Mount Ichinsky, Kamchatka, *Ann. Glaciology*, 58, 44-50

對馬あかね (2012) アラスカ・オーロラピークアイスコアの化学解析による過去 274 年間の環境変動復元、北海道大学環境科学院地球圏科学専攻修士論文

3. 研究協力者

對馬あかね 北海道大学環境科学院 地球圏科学専攻 修士課程 2 年（2011 年度）

北極圏スバールバルにおける極成層圏雲とオゾン破壊に関する研究

◎中島英彰 独立行政法人国立環境研究所・室長 (研究代表者)
村田 功 東北大学大学院環境科学研究科・准教授 (共同研究者)
林 政彦 福岡大学理学部・教授
白石浩一 福岡大学理学部・助教
(国立極地研究所)
山内 恭・教授、塩原匡貴・准教授 (担当教員)
平成 21 年～平成 23 年 (3 か年) (研究期間)

[研究成果]

<概要>

1982 年の南極オゾンホールが発見後の欧米の科学者による集約的な研究のおかげで、オゾンホールのメカニズムが徐々に明らかになってきた。それによると、オゾン破壊を引き起こすのは人為起源のフロン由来の塩素であり、冬季極域成層圏に現れる極成層圏雲 (Polar Stratospheric Clouds; PSC) がオゾン破壊の引き金を引くことが判ってきた。しかし、特に北極域に関しては、成層圏冬季の気温が南極に比べて平均的に 10～15 度ほど高く、PSC の生成温度ぎりぎりであるため、オゾン破壊の様子が年によってまちまちであり、科学的知見が不足していた。そこで、本研究では北極域ノルウェー・スピッツベルゲン島・ニーオルスン、及びロシア・西シベリア・サレハルドにおいて、PSC の特性評価及びオゾンゾンデ観測を行い、PSC のタイプとそれがオゾン破壊に及ぼす影響について、定量的に調べることを目的とした。

2008 年 12 月に、PSC 観測用の低分解能フーリエ変換赤外分光器 (FTIR) をニーオルスンに持ち込み、ドイツ・アルフレッドウェーゲナー研究所の観測棟の一室をお借りして、セットアップを行った。その後、2008 年 12 月～2009 年 3 月、2009 年 12 月～2010 年 3 月、2010 年 12 月～2011 年 3 月の 3 シーズンにわたって、FTIR による PSC の放射観測、また、光学エアロゾルゾンデ (OPC) による PSC の直接観測、ライダーによる PSC の遠隔計測観測を行った。また、2010 年 1 月～2 月、及び 2011 年 3 月～4 月には、オゾンゾンデ・マッチ観測キャンペーンの一環として、サレハルドにおけるオゾンゾンデ観測を実施した。その結果、様々なタイプの PSC の出現を確認することができた。また、2011 年春季には、観測史上最大となる北極オゾン破壊の様子をとらえることに成功した。

<観測結果>

OPC による PSC 観測は、2010 年 1 月 8 日、2011

年 2 月 8 日、及び 2011 年 2 月 9 日の 3 回行った。図 1 に、2010 年 1 月 8 日の OPC 観測による、ニーオルスン上空での PSC の観測例を示す。高度 20 km 付近、及び高度 21～24 km にかけて、PSC の層が観測されている。

OPC observation at Ny-Aalesund (79N, 12E)
Launch time 20:30(UT) on January 8, 2010

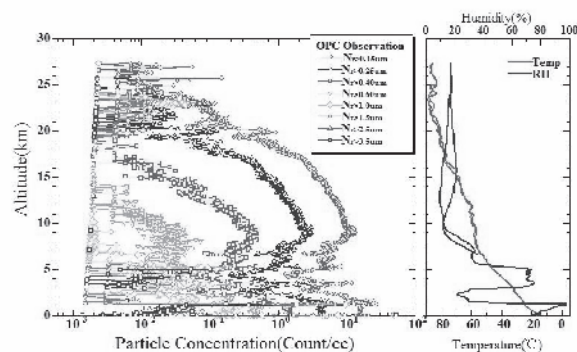


図 1. 2010 年 1 月 8 日に OPC 観測によって得られた、ニーオルスン上空のエアロゾルの高度分布

また図 2 に、同日のライダー観測で得られたニーオルスン上空のエアロゾルの 532 nm 及び 1064 nm での散乱係数、及び偏光解消度の高度分布を示す。高度 20～25 km に PSC の層が確認できる。

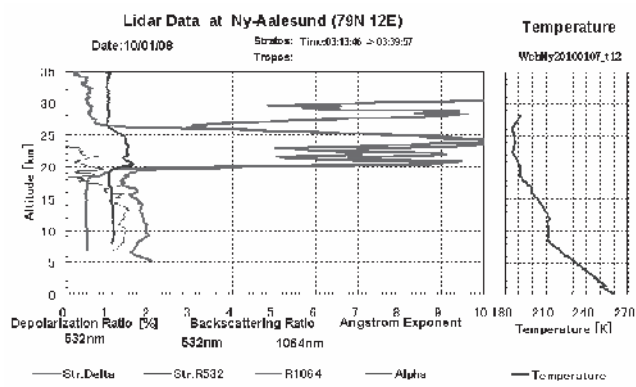


図 2. 2010 年 1 月 8 日にライダー観測によって得られた、ニーオルスン上空のエアロゾルによる 532, 1064 nm の散乱係数及び偏光解消度の高度分布

また図 3 に、同日の FTIR 観測で得られたニーオルスン上空の赤外放射スペクトルを示す。このデータの特徴から、この日のニーオルスン上空には NAD など Type Ia の固体系の PSC が出現していたことが推定された。この結果は、OPC やライダーの観測結果と整合するものであった。

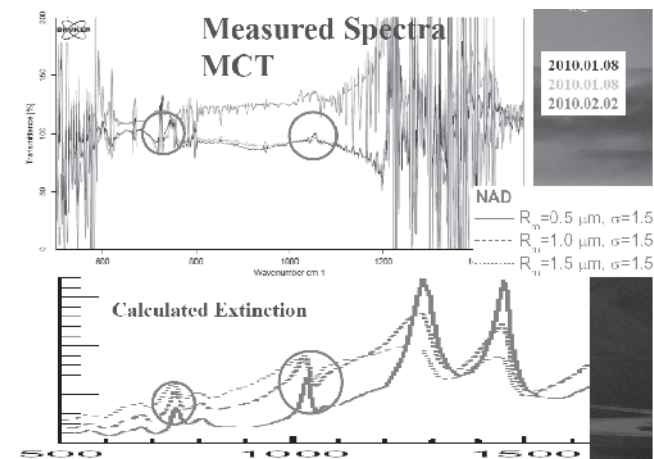


図 3. 2010 年 1 月 8 日に FTIR 観測によって得られた、ニーオルスン上空の赤外放射スペクトル

＜まとめ＞

2008～2009 年の冬から 3 シーズンにわたって、ノルウェー・スピッツベルゲン島・ニーオルスンにおいて、OPC、ライダー、FTIR を用いた PSC の特性評価のための観測を行った。2008～2009 年の冬は成層圏が高温で推移したためあまり PSC は観測されなかったが、2009～2010、2010～2011 年のシーズンは多くの PSC を観測することに成功した。また、2009～2010 年のシーズンからは、ロシア・サレハルドにおけるオゾンゾンデマッパ観測と同期することにより、PSC のタイプによるオゾン破壊の定量評価を行うことが出来た。その結果、2011 年の春先に、観測史上最大となるオゾン破壊の定量化を行うことが出来た。今後は、個々のタイプの異なる PSC について、それぞれオゾン破壊スピードに違いがあるのかないのか、より詳細に解析していく予定である。

【研究発表】

- Manney, G. L., M. L. Santee, M. Rex, N. J. Livesey, M. C. Pitts, P. Veefkind, E. R. Nash, I. Wohltmann, R. Lehmann, L. Froidevaux, L. R. Poole, M. R. Schoeberl, D. P. Haffner, J. Davies, V. Dorokhov, H. Gernandt, B. Johnson, R. Kivi, E. Kyrö, N. Larsen, P. F. Levelt, A. Makshtas, C. T. McElroy, H. Nakajima, M. C. Parrondo, D. W. Tarasick, P. von der Gathen, K. A. Walker, and N. S. Zinoviev (2011), Unprecedented Arctic ozone loss in 2011, *Nature*, Vol. 478, p.469-475.
- R. Kohlhepp, R. Ruhnke, M. P. Chipperfield, M. De Mazière, J. Notholt, S. Barthlott, R.L. Batchelor, R. D. Blatherwick, Th. Blumenstock, M. T. Coffey, P. Demoulin, P. Duchatelet, H. Fast, W. Feng, A. Goldman, D. W. T. Griffith, K. Hamann, F. Hase, N. B. Jones, A. Kagawa, I. Kaiser, Y. Kasai, O. Kirner, W. Kouker, R. Lindenmaier, E. Mahieu, R. L. Mittermeier, B. Monge-Sanz, I. Morino, I. Murata, H. Nakajima, M. Palm, C. Paton-Walsh, U. Raffalski, Th. Reddmann, M. Rettinger, C. P. Rinsland, E. Rozanov, M. Schneider, C. Senten, B. -M. Sinnhuber, D. Smale, K. Strong, R. Sussmann, J. R. Taylor, G. Vanhaelewyn, T. Warneke, C. Whaley, M. Wiehle, and S. W. Wood (2011), Observed and simulated time evolution of HCl, ClONO₂, and HF total column abundances, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, Vol. 11, p.32085-32160.
- 中島英彰・佐伯浩介・矢吹正教・塩原匡貴 (2010), 南極昭和基地におけるフーリエ変換赤外分光器 (FTIR) を用いた極成層圏雲 (PSC) の特性評価, *南極資料*, Vol. 54, p.793-809.
- Sato, K., Y. Tomikawa, G. Hashida, T. Yamanouchi, H. Nakajima, and T. Sugita (2009), Longitudinal dependent ozone increase in the Antarctic polar vortex revealed by balloon and satellite observations, *J. Atmos. Sci.* Vol. 66, p.1807-1820, doi: 10.1175/2008JAS2904.1.

◎中澤高清 東北大学大学院理学研究科・教授 (研究代表者)
 青木周司 東北大学大学院理学研究科・教授 (共同研究者)
 菅原 敏 宮城教育大学教育学部・准教授 (共同研究者)
 石戸谷重之 産業技術総合研究所・研究員 (共同研究者)
 (国立極地研究所)
 山内 恭 教授 (担当教員)
 森本真司 准教授 (担当教員)
 橋田 元 助教 (担当教員)
 平成 21 年～平成 23 年 (3 か年) (研究期間)

[研究成果]

大気中の酸素 (O_2) 濃度は化石燃料燃焼と陸上植物の光合成・呼吸活動によって二酸化炭素 (CO_2) 濃度とほぼ 1 対 1 の関係で逆方向に変化するが、 CO_2 が海洋に吸収される際には変化しない。そのため、大気中の O_2 と CO_2 の濃度を精密に観測し、それらの変動を詳細に解析することで、 CO_2 濃度の変動原因の同定や地球表層での CO_2 収支を評価できる (例えば Manning and Keeling, 2006)。大気中の O_2 濃度は、ある標準大気中の酸素・窒素 (N_2) 比からの偏差 $\delta(O_2/N_2)$ として次式で表現する方法が一般的である。

$$\delta(O_2/N_2) = \left(\frac{(O_2/N_2)_{sample}}{(O_2/N_2)_{standard}} - 1 \right) \times 10^6 \quad (\text{per meg}) \quad (1)$$

ここで sample は大気試料、standard は標準大気を示す。この表記方法では 4.8 per meg が 1 ppmv に相当する。

我々は、南北両極域における大気中の $\delta(O_2/N_2)$ の変動を明らかにし、人間活動によって大気中に放出された CO_2 の海洋と陸上植物圏による吸収量を見積もることを目的として、スバルバル諸島ニーオルスンと南極昭和基地において、それぞれ 2001 年と 2000 年から大気採取法による $\delta(O_2/N_2)$ の精密観測を実施してきた。また、さらに高精度で、かつ高時間分解能で $\delta(O_2/N_2)$ の変動を把握するために大気中の $\delta(O_2/N_2)$ 連続観測装置を新たに開発し、2008 年から昭和基地における $\delta(O_2/N_2)$ の連続観測を実施している。大気試料の分析に用いた質量分析計、及び $\delta(O_2/N_2)$ 連続観測装置による $\delta(O_2/N_2)$ の分析精度はそれぞれ、 ± 5.4 per meg、 ± 1.5 per meg である。本研究では、ニーオルスンと昭和基地で観測された $\delta(O_2/N_2)$ と CO_2 濃度を併せて解析した。

図 1 に、ニーオルスンと昭和基地において観測された $\delta(O_2/N_2)$ と CO_2 濃度の変動を示す。図には観

測値へのベストフィットカーブと経年変化成分も併せて示した。ニーオルスンにおいて $\delta(O_2/N_2)$ と CO_2 濃度は明瞭な逆相関関係の季節変化を伴いながら $\delta(O_2/N_2)$ は経年的に減少しており、 CO_2 濃度は経年的に増加していた。一方、昭和基地においては $\delta(O_2/N_2)$ は明瞭な季節変化を示すものの、 CO_2 濃度の季節変化は振幅約 1.2 ppmv と極めて小さく、それぞれ年々減少および増加していた。また $\delta(O_2/N_2)$ の季節変化の極大値は両半球とも夏に、極小値は冬から春にかけて現れていた。

ここで、 CO_2 濃度の変動と陸上生物活動における $O_2:CO_2$ 交換比を利用し、 $\delta(O_2/N_2)$ の変動から陸上生物圏に起因する変動成分を取り除いた Atmospheric Potential Oxygen (APO: $\Delta APO = \Delta O_2 + 1.1 \Delta CO_2$) を定義することができる。APO を用いることで、大気海洋間の O_2 フラックスを評価することが可能になる。ニーオルスンにおける $\delta(O_2/N_2)$ 、 CO_2 濃度および APO の季節変化の振幅はそれぞれ 137 per meg, 16.4 ppmv および 56 per meg であり、昭和基地におけるそれらの値は 73 per meg, 1.1 ppmv および 68 per meg であった。これらのことから、ニーオルスンでは $\delta(O_2/N_2)$ の季節変化の約半分が、昭和基地ではほぼ全てが大気—海洋間の O_2 フラックスの季節変化によって引き起こされていることが明らかになった。このような両半球における違いは、 CO_2 濃度の季節変化が陸上生物圏の呼吸・光合成活動に支配されているのに対し、 $\delta(O_2/N_2)$ の季節変化には陸上生物圏と大気—海洋間の O_2 フラックスが共に強く影響していることに起因する。すなわち、夏の極大値は海洋生物の光合成の増加と溶解度の減少に伴う海洋からの O_2 の放出に起因すると考えられ、冬の極小値はその逆の過程と、海洋混合層の深化により深層の低酸素水が表層にもたらされることで大気から海洋への O_2 フラックスが生じることによると考えられる。

ニーオルスンと昭和基地において観測された

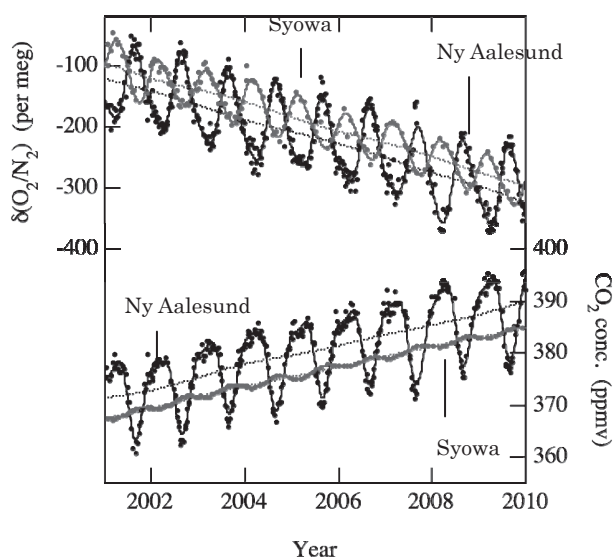


図 1 ニーオルスンと昭和基地で観測された CO_2 濃度と $\delta(\text{O}_2/\text{N}_2)$ の変動

$\delta(\text{O}_2/\text{N}_2)$ の年減少率と CO_2 濃度の年増加率を用いて、Manning and Keeling (2006) と同様の手法で陸上生物圏と海洋による CO_2 年吸収量を計算した。その結果、2001 年 1 月～2009 年 1 月の期間における CO_2 吸収量は、陸上生物圏と海洋それぞれについて $1.2 \pm 0.8 \text{ GtCyr}^{-1}$ 、 $2.6 \pm 0.7 \text{ GtCyr}^{-1}$ と見積もられた。海洋による CO_2 吸収量が過去の見積もりと比較して大きめに計算されているが、これは近年の化石燃料消費量の急増に応答して海洋がより多くの CO_2 を吸収した可能性がある。今後も継続して監視することにより、より不確実性を小さくする必要がある。

昭和基地における $\delta(\text{O}_2/\text{N}_2)$ の連続観測結果の一例として、2010 年 1 月 25 日～2 月 9 日の期間に観測された $\delta(\text{O}_2/\text{N}_2)$ と CO_2 濃度の変動を示す(図 2)。

[参考文献]

Manning, A. C. and R. F. Keeling (2006) : Global oceanic and land biotic carbon sinks from the scripps atmospheric oxygen flask sampling network. *Tellus B*, 58, 95-116

[研究発表]

Morimoto, S., S. Ishidoya, D. Goto, A. Ogi, S. Aoki and T. Nakazawa, High precision continuous measurement system of the atmospheric O_2/N_2 ratio using a fuel cell oxygen analyzer, WMO/GAW report no. 186, 67-70, 2009.

Morimoto, S., D. Goto, S. Ishidoya, T. Nakazawa and S. Aoki, Continuous measurement of the atmospheric O_2/N_2 ratio at Syowa Station, Antarctica, 8th International Carbon Dioxide Conference, Jena Germany, 10-18 Sep., 2009.

Goto, D., S. Morimoto, S. Ishidoya, S. Aoki and T. Nakazawa, Continuous measurements of the atmospheric O_2/N_2 ratio at sub-urban and coastal sites in the northeastern part of the main island of Japan, 8th International Carbon Dioxide Conference, Jena Germany, 10-18 Sep., 2009.

森本真司, 石戸谷重之, 石島健太郎, 八代尚, 梅澤拓, 菅原敏, 橋田元, 青木周司, 中澤高清, 山内恭, 南北両極域における大気中の温室効果気体と関連気体の変動, 南極資料 54, 374-409, 2010.

Ishidoya, S., S. Morimoto, S. Aoki, S. Taguchi, D. Goto, S. Murayama and T. Nakazawa, Oceanic and Terrestrial biospheric CO_2 uptake estimated from Potential Atmospheric Oxygen observed at Ny Alesund, Svalbard and Syowa, Antarctica, submitted to GRL.

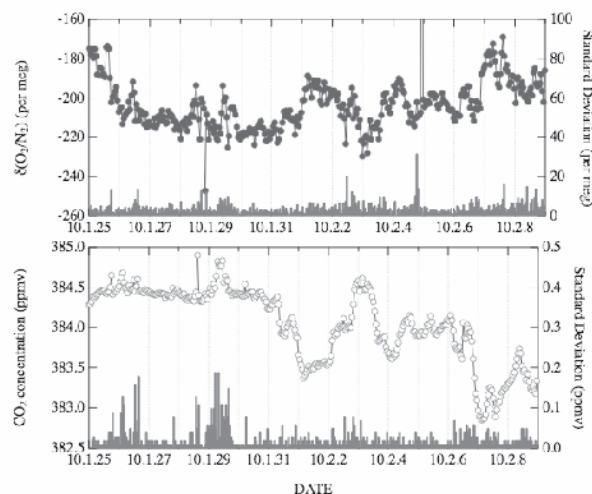


図 2 2010 年 1 月 25 日～2 月 9 日の昭和基地における $\delta(\text{O}_2/\text{N}_2)$ (上: 黒丸, 左軸) と CO_2 濃度 (下: 白丸, 左軸) の変動。共に連続観測による 1 時間平均値。各 1 時間平均値の標準偏差を棒 (右軸) で示す。

この期間の $\delta(\text{O}_2/\text{N}_2)$ と CO_2 濃度には、低気圧の接近に同期した数日スケールの大きな変動が観測されており、それぞれの変化量は約 70 per meg (約 14 ppmv に相当)、及び約 1.7 ppmv に達している。 $\delta(\text{O}_2/\text{N}_2)$ と CO_2 濃度の変化量の関係性を調べることで、このような $\delta(\text{O}_2/\text{N}_2)$ の大きな変動の原因は、大気-陸上生物間で O_2 、 CO_2 が交換された気塊の流入ではなく、大気-海洋間での交換が大きな影響を与えている可能性が示された。3 次元輸送モデルを用いた CO_2 濃度のシミュレーション結果も、この仮説を支持している。このように、 $\delta(\text{O}_2/\text{N}_2)$ と CO_2 濃度の高精度同時連続観測データを蓄積することにより、 CO_2 濃度、 $\delta(\text{O}_2/\text{N}_2)$ の変動原因についての情報が得られることが示唆された。

◎小林 拓 山梨大学大学院医学工学総合研究部・准教授 (研究代表者)

村山利幸 東京海洋大学海洋工学部・教授 (共同研究者)

(国立極地研究所)

塩原匡貴 准教授

(担当教員)

平成21年～平成23年 (3か年)

(研究期間)

[研究成果]

1. はじめに

大気中の浮遊微粒子であるエアロゾルは太陽放射を散乱・吸収することで、地球の放射収支に直接的な影響を与え、気候変動を引き起こすことが示唆されている。しかし、エアロゾルの時空間的分布の不確かさのため、その定量的な評価には至っていない(IPCC, 2007)。特に地球表面の約7割を占める海洋は、地上に比べ測定例が少ないため、その知見が求められている。船上において、エアロゾルの気柱総量に相当するエアロゾルの光学的厚さ(以下、AOT)、および光学特性を算出する測器に船舶用スカイラジオメータがあり、現在、最新型のPOM-01mk3(プリード(株); 以下mk3)が南極観測船しらせに搭載され観測を実施している。そこで本研究では日本南極地域観測隊の船上観測から得られたデータを解析し、海洋上におけるAOTおよび光学特性を明らかにする。

2. 観測および解析

第51次(2009-2010)および第52次(2010-2011)南極航海においてmk3により、船上観測を実施した。スカイラジオメータは、太陽直達光および周辺光の角度分布を自動測定する。測定は10分ごとに実施し、観測波長は380, 400, 500, 675, 870, 940, 1020nmで太陽と測定地点とのなす天頂角 θ を固定し、太陽周辺光を $\phi=0$ から各散乱角(2° - 90°)ごとに水平にスキャンする。基本的に晴天時の測定データを解析に使用した。測定データの解析にはNakajima et al. (1996)によって開発されたSKYRAD.PACK Ver.4.2を使用した。mk3は従来機とデータフォーマット等の変更点があり、プログラムを修正した。また、気塊の起源を推定するためNOAAのHYSPLITを用い5日間の後方流跡線解析を行った。

3. 結果および考察

航跡およびAOTの解析結果を図1に示す。破線は故障などによりデータが得られなかった区間である。第52次は、往路の赤道通過後に測器が故障した。

AOTは、第51次、第52次ともに日本近海および熱帯付近の海域において高い値を示し、西太平洋、シドニー近海では低い傾向がみられた。後方流跡線の結果から、図2のように、気塊の起源を(a)大陸起源、(b)西太平洋起源、(c)熱帯起源、(d)南大洋起源の4つに大きく分類した。図3に緯度ごとのオングストローム指数(以下、AE)を示す。

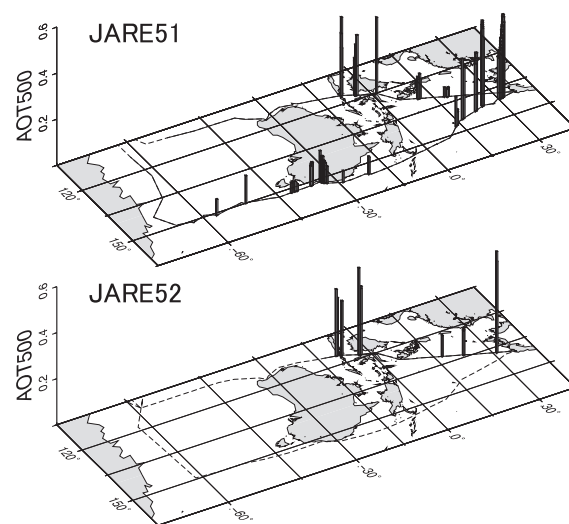


図1 AOTの解析結果

(a)大陸起源(北緯16.6°-北緯31.7°)

AOTが高く0.177-0.440の範囲であった。Aoki and Fujiyoshi(2003)が測定した日本各地の値と一致していた。AEは変動が大きく、粗大粒子と微小粒子、それぞれが卓越した気塊がみられた。このことから、海塩粒子の他に大陸からの微小な人為起源エアロゾルの輸送が示唆された。また、春には、黄砂などの大陸性の粗大粒子の輸送もあり、それらの影響も強く受けていることが考えられる。

(b)西太平洋起源(北緯10.6°-北緯22.8°)

AOTが0.034-0.131と低く、AEも低い値を示しており、粗大粒子の卓越が顕著であった。このことから、海塩由来の粗大粒子が卓越していることが示唆された。

(裏面に続く)

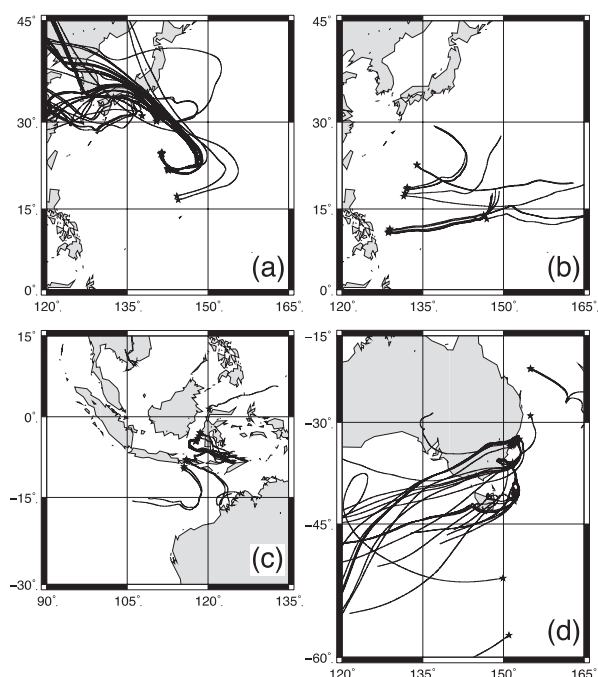


図2 各地点の後方流跡線解析結果

(c)熱帯起源(南緯 9.7°-北緯 1.4°)

AOT が(a)と同様に 0.142-0.379 と高かった。一方で AE は(a)よりも大きく変動していた。熱帯域は周囲の諸島からの影響や、東アジアやオーストラリアからの気塊の輸送が考えられる。流跡線も陸域と海洋起源を示していることから、熱帯域では、エアロゾルの時空間的分布が複雑で、非常に変動性の高い海域であると考えられる。

(d)南大洋起源(南緯 57.9°-南緯 20.9°)

AOT はシドニーに近づくと高くなっていたが、一般的に低く 0.026-0.135 の範囲であった。小林ら(2010)が測定した南大洋インド洋セクターでの AOT とよく一致していた。しかし、シドニー付近で、

[参考文献]

Aoki, K. and Fujiyoshi, Y. (2003) J. Meteorol. Soc. Jpn., 81,493-513.

気象庁, IPCC 第四次評価報告書, <http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/ipcc/ar4/index.html>

小林拓, 平澤享, 矢吹正教, 上田沙也子, 長田和雄, 塩原匡貴, 福地光男 (2010) 南極資料, 54, 465-473.

Nakajima, T., Tonna, G., Rao, R., Boi, P., Kaufman, Y. and Holben, B. (1996) Appl. Optics, 35, 2672-2686.

AE が上昇しており、微小粒子の卓越が示唆されたことから、気塊は海洋性の他、オーストラリアからの人為起源粒子を含み、それらが影響を与えていることが考えられる。

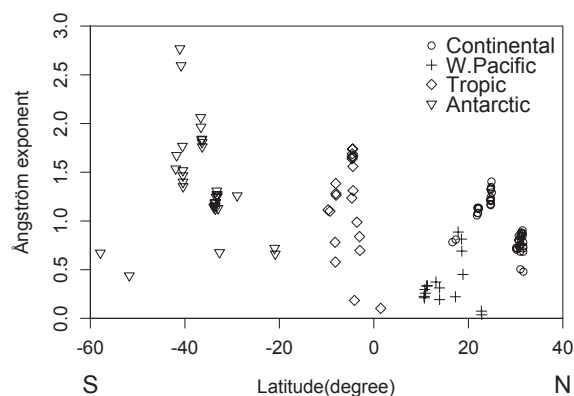


図3 緯度ごとの AE の算出結果

4. まとめ

AOT は主に陸域起源の気塊で高く、海域起源で低い値を示した。また、往路では第 51 次、第 52 次ともに同様の傾向が示された。西太平洋海域においては、同緯度でも往路と復路によって異なる気塊の起源を示し、季節によって大陸起源エアロゾルが飛来する海域が変化していた。一方で、AE は地域ごとに異なる傾向を示しており、海洋起源の気塊でも微小粒子の卓越がみられた。今後とも観測を継続し、これらの測定結果を衛星観測やエアロゾル輸送モデルの評価に用い、海洋性エアロゾルの気候影響を明らかにしていく予定である。

謝辞: 本観測は第 51 次および第 52 次日本南極地域観測隊にご協力頂いた。

共同研究報告書（終了）

80GHz 帯輝度温度衛星画像を用いた南極大陸地上気温分布算出の研究

◎畑中雅彦 室蘭工業大学工学部・教授
塩谷浩之 室蘭工業大学工学部・准教授
本田 泰 室蘭工業大学工学部・准教授
施 建明 室蘭工業大学工学部・准教授
佐藤之紀 室蘭工業大学工学部・技術職員
(国立極地研究所)
和田 誠 教授
平沢 尚彦 助教
平成21年～平成23年（3か年）

[研究成果]

SSM/I (DMSP 衛星) の 85GHz 輝度温度画像データを用いて、南極大陸全体の地上気温分布の算出を試みている。以前の研究では、SSM/I 画像を用いて標高 2500m 以上の領域で妥当な地上気温分布を得ていたが、これより標高の低い沿岸部では良好な結果が得られなかった 1)。

今回は、算出された地上気温値とその移動平均値の差画像を使って、異常昇温現象およびその広がり を推定し、地上気温観測データとの比較から算出法 2) の妥当性を検討した。対象とした期間は 1995 年から 1999 年までの 5 年間で、画像上で明確な「まとまり」を有する昇温領域が 4 日程度は連続して生じたケースを調べた。また、地上観測データとしては、DomeFuji, DomeC-II, AGO-A84 での地上温度観測値を利用して、算出された昇温域の広がり が妥当性のチェックを行った。

これらの検討のために、DMSP 衛星の全ての周波数における輝度温度画像と地上気温データを、観測日、観測位置などをもとに比較するリレーショナルデータベースシステムを構築した 3)。本データベースは画像を構成するセルを基本要素とし、セルの位置及び観測日を指定することにより、求めるデータにアクセスする形態とした。このため、輝度温度データの登録に先立ち、AWS や観測旅行中の観測点位置（緯度、経度）のセル位置へのマッピング、温度単位の統一（K、ケルビン）、観測地上気温の日平均値の算出を行った。

この基準で見いだした昇温域（図 1 参照）は以下に示す 8 例であった。

- (1) 1995. 6. 23～6. 27 の期間、オーストラリア沖にて出現、南極大陸東部を覆う規模
- (2) 1995. 7. 7 ～7. 13 の期間、インド洋にて出現、南極大陸東部を覆う規模

- (3) 1995. 7. 27～7. 30 の期間、インド洋にて出現、南極大陸東部を覆う規模
- (4) 1996. 6. 15～6. 20 の期間で、南米沖にて出現、南極大陸中央部を覆う規模
- (5) 1996. 7. 16～7. 24 の期間、大西洋にて出現、南極大陸中央部を覆う規模
- (6) 1998. 6. 4～6. 7 の期間、アフリカ沖にて出現、南極大陸北部を覆う規模
- (7) 1998. 7. 28～7. 31 の期間、アフリカ沖にて出現、南極大陸頭部を覆う規模
- (8) 1999. 6. 24～6. 30 の期間、アフリカ沖にて出現、南極大陸北部を覆う規模

輝度温度画像が日単位で与えられているので、観測気温データも日平均値化し、日平均値と日平均値の移動平均値の差で昇温現象を考える指標とした。昇温を判定する温度差値の時系列は、観測値と良く相似な特性を示したが、昇温終了のイベントがずれたり、判然としない例があった。温度差値そのものは一致せず、5 度程度の違いは頻繁に現れる結果であった。昇温域の移動と今回対象とした観測点での昇温開始のイベントは全例で良好な一致を示し、昇温域の広がりとその移動については矛盾の無い結果となった。

このことから、大規模な異常昇温現象の開始の検出およびその進展については、大陸中心部だけでなく周辺部も含めて、85GHz 輝度温度画像からの地上気温推定値を用いて評価できると思われる。しかし、昇温域の移動に伴って生ずる昇温現象の終了を把握することはできなかった。特に、昇温域が分離していく様な状況では、確定的なサインも得られにくいとの判断であった。

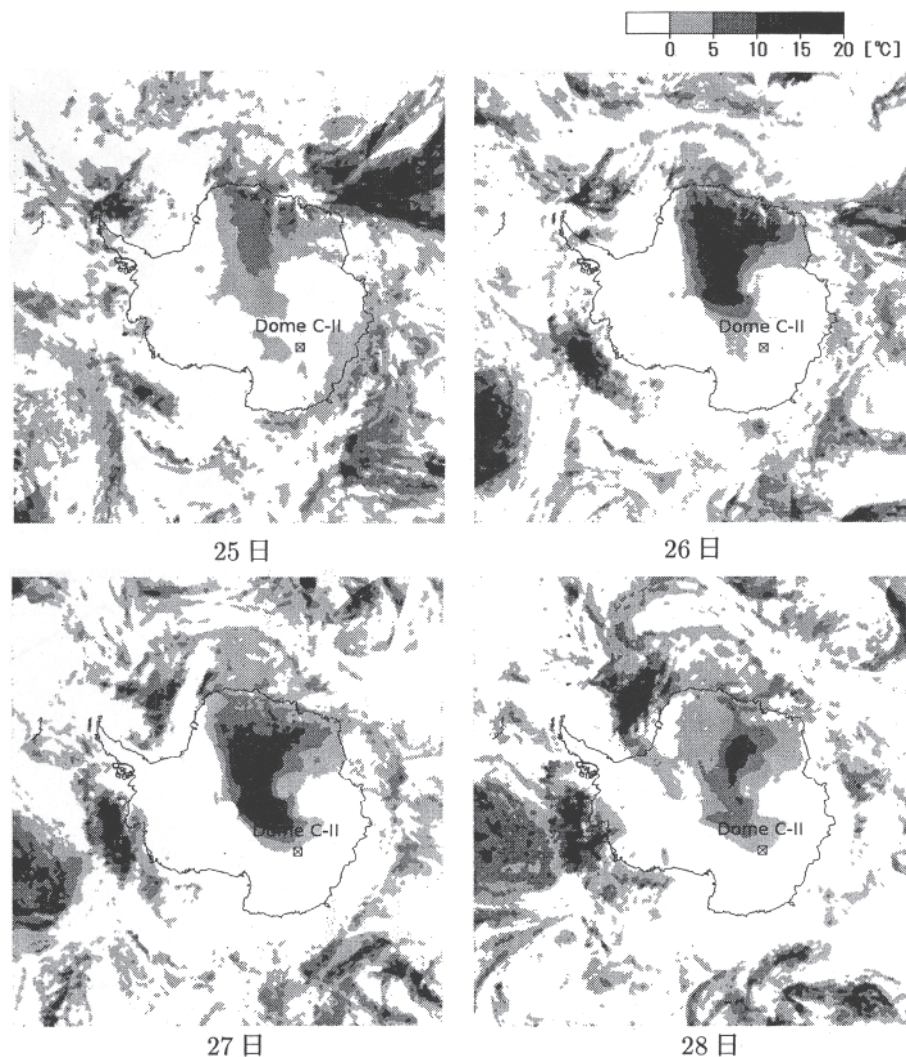


図1 1999年6月25日～28日における算出された昇温域（地上気温差画像）

[参考文献]

- 1) 志賀, 畑中, 佐々木, 和田, 平沢; 85GHz 帯輝度温度画像を用いた南極大陸の気温分布の推定, Vol. J87-B, No. 5, pp. 706-714 (2004)
- 2) 山田, 一ノ瀬, 畑中, 平沢, 和田; SSM/I 輝度温度データを用いた南極大陸における昇温現象の検証, 平成 18 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, p. 172 (2006)
- 3) 森, 畑中, 佐藤, 平沢, 和田; 南極気象衛星画像解析のためのデータベースシステムの構築, 第 32 回極域気水圏シンポジウム, pp. 31-32 (2009)

[研究発表]

- 森雅樹, 畑中雅彦, 佐藤之紀, 平沢尚彦, 和田誠; 南極気象衛星画像解析のためのデータベースシステムの構築, 第 32 回極域気水圏シンポジウム, pp. 31-32 (2009)
- 畑中雅彦, 山田寛一, 平沢尚彦, 和田 誠; 85GHz 輝度温度に基づいた 1997 年 6 月の昇温現象の検出, 平成 21 年電気学会全国大会講演論文集第 3 分冊, p. 98 (2009)
- 猪熊裕史, 森雅樹, 山本泰之, 畑中雅彦; 正規化と参照完全性に基づく分散データベース用参照結合の実装, 開発技報, No. 51, pp. 1-6 (2010)

南極域大気浮遊粒子状物質の季節及び高度別挙動に関する研究

◎浅野 比 山口東京理科大学工学部・助教 (研究代表者)

竹永 満 山口東京理科大学工学部・教授 (共同研究者)

駒谷 慎太郎 堀場製作所 科学システム製品開発部・マネージャ (共同研究者)

青山 朋樹 堀場製作所 科学システム製品開発部・X線計測チーム (共同研究者)

(国立極地研究所)

和田 誠 教授

山内 恭 教授

平沢 尚彦 助教

平成 21～23 年 (3 か年) (研究機関)

[研究成果]

大気中の粒子状物質は日射や気候等に影響を与えるため、それらの粒径、成分組成、化学状態などは大気環境を理解する上で非常に重要な情報を有している。また、極域での粒子状物質の観測は地球規模の大気循環を把握するためには必要不可欠である。本研究では、ヘリウムマイクロ波誘導プラズマ発光分光分析計 (He-MIP-AES) および蛍光 X 線分析計 (XRF) を昭和基地に持ち込み、大気中粒子状物質の評価を行った。

粒子状物質は 2008 年 2 月から 2009 年 1 月まで昭和基地の清浄大気観測室にて 24 時間採取した。

He-MIP-AES : メンブレンフィルター (1 inchφ、孔径 0.2 μm) 上にポンプ (流量 4 L/min) で試料を捕集し、前処理をすることなくそのまま He-MIP-AES (堀場製作所製 : パーティクルアナライザ、DP-1000) に供した。測定対象元素は C、Na、Mg、Al、Si、S、Cl、Br、Ca、Fe、Cu、Zn および V を選択した。

XRF : PTFE フィルター (集塵径 3 mmφ、孔径 0.5 μm) 上にポンプ (流量 8 L/min) で試料を捕集し、そのまま XRF (堀場製作所製 : 蛍光 X 線分析顕微鏡、XGT-5000WR) に供した。照射径 1.2 mmφ のバルク分析および 100 $\mu\text{m}\phi$ のマッピング分析を行った。

He-MIP-AES : ここでは一例として Fig. 1a)、b)、c) に平均風速 (上部)、Na および Mg のカウント数 (中部)、Ca および Cl のカウント数 (下部) の経時変化をそれぞれ示す。なお、日付は 2008 年 1 月 1 日を 1 として通し番号を付けた。海塩起源である Na、Ca、Mg は他の減租と比較してカウント数が多く、粒子の大部分を占めていた。また Na、Mg、Ca は 8～10 月 (214～305) に増加しており、ともに同様の傾向を示した。海塩起

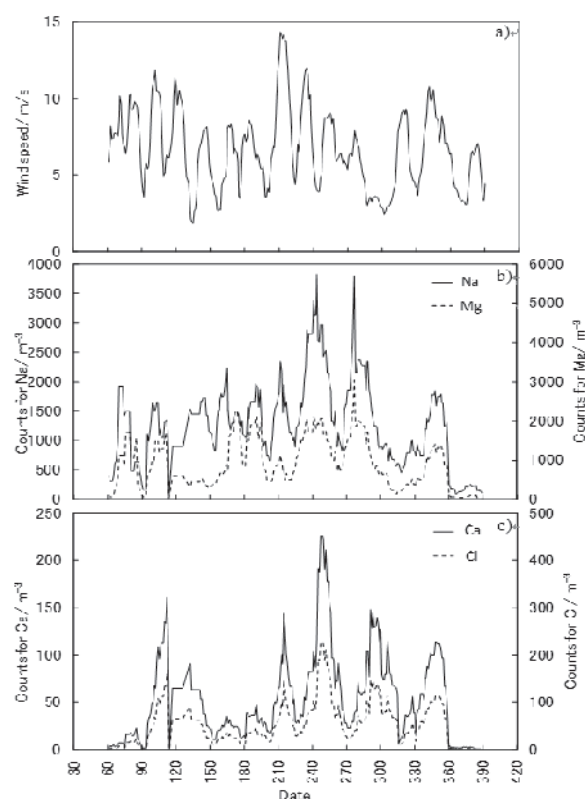


Fig. 1. Seasonal variation of wind speed and counts for Na, Ca, Mg and Cl.

源の粒子が冬から春にかけて増加するのは、概ね平均風速が強いとき、降雪時と一致することから、ブリザードによる大気擾乱、強風による海氷および雪氷上の海塩成分の飛散の影響によるものと考えられる。一方、詳細については不明であるが、同じ海塩起源と考えられる Cl は、8 月 (214~244) に増加する傾向は Na や Ca と同様であるが、5、6 月 (122~182) に減少する結果となった。本手法における Cl の感度は Na に比して約 2000 分の 1 と非常に小さいため、Cl のカウント数は Na のカウント数と同程度検出されていない。

XRF: Fig. 2 に一例として分析結果より得られた硫黄濃度の年間変動を示す。図中の実線は 5 区間の移動平均を示している。硫黄酸化物は夏季に増加し、冬季に減少するという傾向を示している。硫黄の粒子状物質は生物の活動が活発になる夏期に海洋プランクトンなどから硫化ジメチル (DMS) が放出され増加すると考えられる。He-MIP-AES による分析の結果、大気中のエアロゾルは Na、Mg、Ca の元素を含む粒子数が多く、海塩起源の粒子を多く含んでいることが明らかとなった。また、Si、Fe などが検出されていることから土壌起源粒子が含まれていることが明らかとなった。平均風速が強く、降雪があるときは、土壌成分の巻き上げや、雪氷からの海塩 [参考文献]

1) 浅野 比ら (2010) : ヘリウムマイクロ波誘導プラズマ発光分析法 (He-MIP-AES) による昭和基地大気中エアロゾルの特性化. 南極資料, **54**, 819-834.

2) 青山朋樹ら (2010) : XRF による昭和基地大気中粒子状物質の特性化. 南極資料, **54**, 835-844. [研究発表]

1) 青山朋樹ら : XRF を用いた昭和基地大気中の粒子状物質の評価第, 32 回極域気水圏シンポジウム, p. 33, 2009 年 11 月, 立川, 国立極地研究所.

2) 浅野 比ら : He-MIP-AES を用いた昭和基地大気中の粒子状物質の評価, 32 回極域気水圏シンポジウム, p. 35, 2009 年 11 月, 立川, 国立極地研究所.

3) 浅野 比ら : He-MIP-AES を用いた昭和基地大気中の粒子状物質分析, 第 33 回極域気水圏シンポジウム, MP011, 2010 年 11 月, 立川, 国立極地研究所.

4) 浅野 比, 竹永 満 : He-MIP-AES, XRF による昭和基地大気中の粒子状物質分析, 第 1 回山岳大気シンポジウム, 2011 年 6 月, 東京, 東京理科大学.

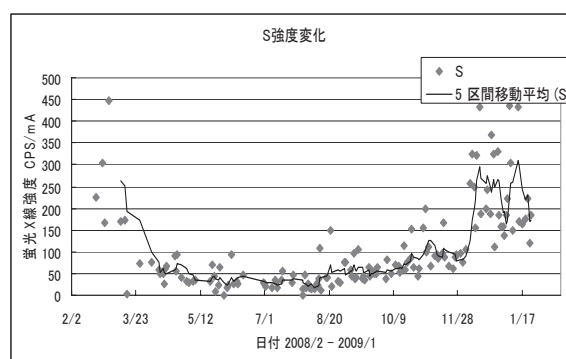


Fig.2. Seasonal variation for S.

成分の飛散等により粒子数が増加する傾向にあった。具体的な化合物の同定には至らなかったが、同期分布の結果から、同元素を含む化合物であっても複数の組成を持つ化合物の存在が示唆された。

XRF を用い分析を行った結果、降雪があり風速が大きい日では、Si、S、Ca、Fe が斑点のようにフィルターに付着していた。一方、風速が小さく降雪のない日では斑点のようなものはみられず、S、Cl が一様に付着していた。昭和基地周辺の代表的な粒子状物質は Si、S、Cl、K、Ca を含んでいた。風雪によって Cl、Ca、Na、Mg、K は増加し、Cl、K、Ca は風雪時に増加する一方で、夏季に減少するという傾向があった。S は冬季に減少し、夏季に増加するという従来の研究結果を裏付けるものであった。

共同研究報告書（終了）

両極異変が全球気候変動へ及ぼす遠隔作用についての観測的研究

◎立花義裕 三重大学大学院生物資源学研究科・教授（研究代表者）
山崎孝治 北海道大学大学院地球環境科学研究院・教授（以下、共同研究者）
青木輝夫 気象庁気象研究所・室長
菊地 隆 独立行政法人海洋研究開発機構・サブリーダー（チームリーダー）
猪上 淳 独立行政法人海洋研究開発機構・研究員（主任研究員）
飯島慈裕 独立行政法人海洋研究開発機構・研究員主任研究員）
本田明治 独立行政法人海洋研究開発機構・主任研究員（新潟大学自然科学系・準教授）
高谷康太郎 独立行政法人海洋研究開発機構・研究員
小木雅世 独立行政法人海洋研究開発機構・ポストドクトラル研究員（同研究員）

※括弧内は期間中の職の異動。

（国立極地研究所）

平沢尚彦 助教

（担当教員）

平成21年～平成23年（3か年）

（研究期間）

〔研究成果〕

1. 概要

本研究では、近年の両極周辺の大異変が誘因する世界各地の気候への遠隔的影響について、現地観測を含めた観測的研究を中心として、解明することを目的とした。本研究では単一の現象を扱うのではなく、両極の様々な現象を対象とする。両極域及び周辺での大気観測、積雪観測、シベリアでの土壤水分観測などから得られる大気-海氷-海洋-陸面の相互作用によって生じる極域のローカルな熱力学的異常に関して、これまで蓄積されてきた観測データや、今後予定されている観測データを統合的に用いて、水・熱及び力学的収支の量的評価を実施した。さらに、それを基に大気の波動による遠隔的影響を調べ、海氷・凍土・積雪・成層圏オゾンなど寒冷圏変動に伴う世界各地の異常気象の実態及び寒冷圏変動の全球気候システムへの影響を議論した。これにより、寒冷圏変動に重要な領域での観測及びモデル改良の研究を促した。

広く議論を展開することを目的として、研究期間中に3回の研究会を開催した。そこで主に議論されたことを以下に箇条書きで示す：

（1）北極域の現象

「AMSR-Eを用いた北極海における薄氷厚分布と熱フラックスの見積り」、「北極海の9月の海氷面積変動に対する冬と夏の風の役割」、「モデル実験結果による北極海の海氷変動」、「秋季における北極の海氷回復と大気循環の関係」、「観測船「みらい」でのラジオゾンデ、超音波風速計観測による北極海のポーラーロー急発達、及び大気境界層・海表面乱

流フラックスの構造」について議論を行った。

（2）南極域の現象

「大気大循環モデルを用いた南極周辺の海氷が大気循環に与える影響」、「南半球環状モードとPSAパターンの変動性の変化とその要因」、「南極域の日変化」について議論を行った。

（3）日本の天候と北極変動との関係

「2009年、2010年、2011年の冬の北極と日本の天候のレビュー」、「バレンツ海の海氷の多寡は近年の日本の寒さと関係するのか?」、「冬の北極振動がもたらす日本の猛暑への影響-2010年猛暑を例として-」について議論を行った。

（4）モデル、及び極域周辺現象

「積雪不純物が気候に与える効果を見積もるためのモデル開発」、「大気海洋結合モデルCFESの中の雪氷圏に現れる気候値と年々変動」、「実験的氷海変動予測システムESPreSSOの構築」、「狭域多点同時観測による鈴鹿おろしの準断面解析」、「全球洋上における蒸発がサヘルの長期的な降水量変動に及ぼす影響」、「「初夏のチベット西部上空の高気圧変動のアジアモンスーン循環への影響」、「ラジオゾンデ連続放球による海洋上の革新的な気象観測によって明らかとなったメソ高気圧」について議論を行った。

（5）オホーツク海の流水の実地見分を行った。

2. 大気大循環モデルを用いた南極周辺の海水が大気循環に与える影響

海水が大気へ与える影響について、南極周辺の海水分布に着目し、大気大循環モデル AGCM (CCSR/NIES Atmospheric Global Climate Model 5.6) を用いて解析を行った。El Niño-Southern Oscillation (ENSO) は南極上空に PSA (Pacific South American) テレコネクションパターンをまねき、PSA パターンが太平洋セクターと大西洋セクターに Antarctic Dipole と呼ばれる海水の偏差場に逆位相関係を作り出すメカニズムは Udagawa et. al. (2009) で示された。また、この逆位相パターンは約 4 年の周期を持っている。これも ENSO の平均的周期と同等である。EOF 解析によると、このような南極周辺の Antarctic Dipole が南極周辺の海水で最も dominant な海水変動パターンであること

から、海水が大気循環の及ぼす影響もこの海水分布パターンの影響を受けた大気循環場が形成されることが示唆される。そこで本研究ではこの海水分布に基づき、例えば太平洋セクターの海水面積が気候値より極端に少い海水面積の境界条件を AGCM の海水の境界条件に与えることにより、特徴的な海水分布による大気への影響を解析した。その結果、AGCM では 8 月から 10 月の 3 ヶ月平均場で PSA パターンに似た分布を示し、PSA パターンを伴う大気場の振動場を強化、増幅する働きがあることが示唆された。

[研究発表]

Otomi, Y., Y. Tachibana, and T. Nakamura, A possible cause of the AO polarity reversal from winter to summer in 2010 and its relation to hemispheric extreme summer weather, *Climate Dynamics*, 38, DOI 10.1007/s00382-012-1386-0, 2012

Y. Udagawa, Y. Tachibana, and K. Yamazaki (2009), Modulation in interannual sea ice patterns in the Southern Ocean in association with large - scale atmospheric mode shift, *J. Geophys. Res.*, 114, D21103, doi:10.1029/2009JD011807.

Tachibana, Y., T. Nakamura, H. Komiya and M. Takahashi, Abrupt evolution of the summer Northern Hemisphere annular mode and its association with blocking, *Journal of Geophysical Research*, 115, 2010,

Hori, E. M, J. Inoue, T. Kikuchi, M. Honda, and Y. Tachibana, Recurrence of Intraseasonal Cold Air Outbreak during the 2009/2010 Winter in Japan and its Ties to the Atmospheric Condition over the Barents-Kara Sea, *SOLA*, 7, 25-28, 2011

Inoue, J., M. E. Hori, Y. Tachibana, and T. Kikuchi, A polar low embedded in a blocking high over the Pacific Arctic, *Geophysical Research Letters*, 37, L14808, 2010

緒方香都、立花義裕、宇田川佑介、大島和裕、吉田康平、大気大循環モデルを用いた南極周辺の海水が大気循環に与える影響、極域気水圏シンポジウム、東京・立川、2012、

平沢尚彦・他：2011 年秋季極域・寒冷域研究連絡会の報告「北極温暖化の理解に向けて」、*“天気”*，2012，59，63-66、2011、

平沢尚彦・他：2012 年春季極域・寒冷域研究連絡会の報告「厳冬をもたらす大気循環－2011/2012 の冬季をふりかえる－」、*“天気”*，59，63-66，2012、

平沢尚彦・他：2010 年秋季極域・寒冷域研究連絡会の報告「雪を考える－降雪と積雪のフィールドワーク－」、*天気*，58，665-668，2011。

◎福岡 孝昭 立正大学地球環境科学部・教授
島村 匡 北里大学医療衛生学部・教授
田澤 雄二 立正大学地球環境科学部・研究員
三浦亜由美 立正大学大学院地球環境科学研究科・
院生
(国立極地研究所)
東 久美子 准教授
平成21年～平成23年(3年間)

[研究成果]

1. はじめに

本研究の最終目標は、氷床コア中の火山灰微粒子の給源火山を求め、その噴火年代から氷床コアの年代を明確にするとともに、火山起源エアロゾルの量から過去の世界の大規模噴火の性質と規模、気候変動との関係を明らかにする。さらに宇宙塵等の宇宙起源物質を特定し、降下量の時間変化を明らかにすることである。

ここでは、過去3年間の成果の一部として、ドーム Fuji の深層コア掘削時に生じた切削氷からの宇宙塵回収の結果と宇宙塵の降下量を求めた結果を中心に報告する。

2. ドーム Fuji コア切削氷からの宇宙塵回収

地球外粒子である宇宙塵の起源は、主に彗星や小惑星と考えられている。その宇宙塵の地球への降下量は年間 $10^4 \sim 10^6$ トンと言われている (Barker and Anders, 1968)。これだけ大量に降下している宇宙塵が過去にどのような時間変化をしていたかを求めることは太陽系の進化を知る上では重要なテーマであり、過去に彗星や小惑星の接近があった時期を知ることができる。ドーム Fuji では、地形上積もった雪が垂直に堆積している。そのため、氷床コアの長さから年代を追うことが可能である。ここでは、最終目的を達成するための第1段階として宇宙塵を氷床から回収することを目的とした。ドーム Fuji コアそのものは降下量を求めるうえで有用な試料であるが、多くの古環境情報を保持しているため、全てを

用いることはできない。そこで掘削時に同じ深度からかき出される削りカスの塊である切削氷を用いた。ここでは降下量の時間変化を見るため、深さ 1700m (12 万年に相当)、177m (5,000 年)、0m (現在、ドーム Fuji 基地周辺の積雪) を用いた。

切削氷等は国立極地研究所冷凍室 (-20°C) で保管されていた。これを粗く砕き、急激な氷の密度変化で宇宙塵が壊れないように、立正大学のサンプル保管室 (室温 3°C) でゆっくり自然融解させた。融解水を孔径 $8.0 \mu\text{m}$ のポリカーボネートフィルターで吸引ろ過した。フィルター上の微粒子を実体顕微鏡下で $30 \mu\text{m}$ (ハンドピックできる大きさの限界) 以上の大きさの粒子をハンドピックにより宇宙塵を探したが、発見できなかった。

この原因は① $30 \mu\text{m}$ 以上の宇宙塵粒子が雪氷の圧縮により微細粒化した、②もともとが微細粒であった、③宇宙塵粒子は存在しなかった、の3つの原因が考えられる。

3. 切削氷中 Ir 濃度から求めた宇宙塵の降下量

上記の①または②と考え、微小な宇宙塵が付着していると考えられるフィルターをフィルターごと INAA (機器中性子放射化分析) で化学分析した。宇宙起源物質に特徴的な元素である Ir と Au が検出されれば、極微小な宇宙塵が存在することになる。しかし Au は不純物として氷床コア掘削ドリルのワイヤーに使われている亜鉛メッキに含まれているので、切削氷については宇宙塵の有無の確認には利用できない。そこで、Ir の存在で宇宙塵が存在すると考えた。

本研究の結果、いずれの深度の切削氷あるいは積雪からも Ir が検出された。すなわち、宇宙塵が存在することが明らかになった。さらにその Ir 濃度から地球全表面積に降下した量を算出した。結果(表1)は $(0.3 \sim 8.6) \times 10^3 \text{t (トン) /yr}$ でこれまでの Greenland コア、Yamato 山脈の氷床氷からピックアップした宇宙塵量から算出した降下量等とも矛盾しない結果が得られた (表1 参照)。

4. 切削氷中火山灰粒子の回収

切削氷から火山灰粒子（火山ガラス）の回収も試みたが、地球起源のごみが多量に存在しているため、回収は不可能であった。

5. おわりに

本研究では切削氷からは視認できる大きさの宇宙塵粒子は確認できなかったが、ろ過に使用したフィ

ルターのまま Ir を分析した結果、超微小粒として宇宙塵が存在することが確認された。この Ir 濃度から現在、5,000 年前、12 万年前の年間降下量が算出され、それらの結果はこれまでの報告と一致した。

ドーム Fuji コアは 3,000m 深（72 万年）まであるので、今後今回より深い切削氷を利用して降下量を求め、その経年変化を議論したい。

表 1 地球表面への宇宙塵の降下量 (Miura et al. 2012)

Locality	Age ^{*7} (kyr ago)	Method of measurement	Sampling cross section ^{*8} (cm ²)	Sample weight (kg)	Size ^{*9} (μm)	Accretion rate (×10 ³ tyr ⁻¹)
DF0m snow ^{*1}	present	Ir	2000	100	>2.0	1.3 ± 0.10
DF177m ice shards ^{*1}	5	Ir	110	20	>0.2	8.6 ± 0.18
DF1700m ice shards ^{*1}	120	Ir	110	40	~8.0>0.2	0.32 ± 0.09
Greenland GISP2 ice core ^{*2}	6–11	Ir	3.8	1.4	~20>0.45	0.22 ± 0.11
Vostok ice core ^{*3}	3.8, 75, 97	³ He	4	1	~20>0.45	0.21 ± 0.08
Greenland GISP2 ice core ^{*3}	0.42–0.45	³ He	100	1	~20>0.45	0.17 ± 0.08
Yamato Mts., blue ice ^{*4}	10–70	separation ²⁰ Ne	10000	1110	40–238	5.3 ± 3.1
South Pole water well ^{*5}	0.5–1	separation	217000	—	50–700	1.6 ± 0.3
Greenland ice ^{*6}	0–2	separation	—	>1000	>50	4.1

*1: This work, *2: Karner et al., *3: Brook et al., *4: Yada et al., *5: Taylor et al., *6: Maurette et al.,

*7: Estimated age of accretion of MMs, *8: Estimated cross section where MMs accreted,

*9: Size range correspond to pore size of filters.

[参考文献]

Baker and Anders (1968) : Accretion rate of cosmic matter from iridium and osmium contents of deep-sea sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* **32**, 627-645.

Brook, Kurz, Curtice and Cowburn (2000): *Geophys. Res. Lett.* **27**, 3145-3148.

Karner, Levine, Muller, Asaro, Ram and Stolz (2003): *Geochim. Cosmochim. Acta* **67**, 751-763.

Taylor, Baggaley and Steel (1996): *Nature* **380**, 323-325.

Yada, Nakamura, Takaoka, Noguchi, Terada, Yano, Nakazawa and Kojima (2004): *Earth Planet Space* **56**, 67-79.

[研究発表]

Miura, Saito, Tazawa, Fukuoka, Noguchi and Motoyama (2012): Micrometeorites in Antarctic ice detected by Ir: estimation of 120k year old accretion rate. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* **291**, 213-216.

三浦亜由美、斉藤裕子、田澤雄二、福岡孝昭 (2011) : 南極ドーム Fuji 切削氷中から得た 12 万年前の宇宙塵の降下量、2011 年度地球化学会年会. 2011 年 9 月.

共同研究報告書（終了）

NEEMコアの物性に関する研究

◎東 信彦 長岡技術科学大学工学部・教授
堀 彰 北見工業大学工学部・准教授
高田 守昌 長岡技術科学大学工学部・助教
(国立極地研究所)
東久美子 准教授
藤田秀二 准教授
平成 22 年～平成 23 年（2 か年）

[研究成果]

1. NEEMコアの結晶組織と結晶主軸方位分布

NEEM基地において深層コア掘削を行い、岩盤までの全層コア（2542m）を採取した。現地で結晶粒径および結晶主軸方位分布の測定を行った結果次のことが明らかとなった。

- 1) 結晶主軸方位分布はランダム型から深さと共に大円ガードルの中に鉛直方向の集中が見られるタイプに変化していく（1500m深までの Holocene 層）。
- 2) 1500m以深の Wisconsin 層では鉛直方向にC軸が集中する単極大型が概して発達している。
- 3) Eemian 層（2200-2450m）ではC軸集中の強い単極大型と弱い単極大型が交互に発達している。酸素同位体比の小さい場合にC軸の集中度が強いように見える。C軸集中度の弱い単極大型は一方向に伸びる傾向がある。
- 4) Eemian 前の氷期（2450m以深）では鉛直軸を中心としてI型に伸張したC軸方位分布となる。
- 5) 約 2480mの深さで酸素同位体比が大きくなる亜間氷期が見られるが、ここでは結晶粒径は大きくなり、C軸分布はダイヤモンド型

や3極大型となっている。結晶粒界が入り組んでおり再結晶が起きていると考えられる。

2. NEEMコアのX線回折測定

NEEMコアの深部コア（深さ 2350m）の結晶物性について、特に格子定数や転位密度を調べる目的でX線回折測定を行い次の結果を得た。

・試料：NEEM 4275

・格子定数測定

実験室氷（単結晶）との比較を行った。薄片試料に対して、(0002)、(10-10)、(11-20)、(11-22)の格子面間隔の測定を行い、その結果に対して”CellCalc”というソフトウェアで格子定数 a 、 c を計算した。

Röttger(1994)の粉末測定（測定温度-18℃）の結果と非常に良い一致を示した。

a 軸、 c 軸ともに NEEM コアの氷は格子定数が実験室氷よりも大きいという結果を得た。

・逆格子マップ

NEEM # 4275 と実験室氷（単結晶）の(10-10)反射の逆格子マップ測定の結果から、縦軸方向の広がりと同じだが、横軸方向（ ω 方向）はコア氷の方が広い。この広がり格子面間隔の分布によるものではなく、転位に

よるものと考えられる。格子面間隔に対応する $2\theta/\omega$ の値は NEEM コアの氷の方が小さいので格子面間隔は逆に大きくなっており、前述の格子定数の結果と一致している。両試料ともアクリル板に貼り付けているので、相対的な比較は可能と考えられる。

・ロッキングカーブ測定

NEEM コア試料氷 (No.11) はロッキングカーブの幅が実験室氷に比べて 10 倍以上広い。主たる亜結晶粒でも半値幅は 10 倍近く、粒内に大量の転位が含まれていることがわかる。

今後は NEEM コアの転位密度の測定と力学的性質についての研究を進める。

【研究発表】

東久美子, 青木周司, 東信彦, 飯塚芳徳, 植竹淳, 川村賢二, 神田啓史, 倉元隆之, 小端拓郎, 笹公和, 佐藤基之, 瀬川高弘, 高村近子, 中澤高清, 平林幹啓, 藤井理行, 藤田秀二, 堀彰, 堀内一穂, 三宅隆之, 宮本淳, 本山秀明, Dorte Dahl-Jensen, J. P. Steffensen, Sigfus J. Johnsen, グリーンランド深層氷床コア掘削計画 (NEEM 計画) による過去十数万年の気候・変動環境の研究, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, 幕張メッセ国際会議場、千葉, 2011

東久美子, 青木周司, 東信彦, 飯塚芳徳, 植竹淳, 川村賢二, 神田啓史, 倉元隆之, 小端拓郎, 笹公和, 佐藤基之, 瀬川高弘, 高村近子, 中澤高清, 平林幹啓, 藤井理行, 藤田秀二, 堀彰, 堀内一穂, 三宅隆之, 宮本淳, 本山秀明, グリーンランド NEEM における観測報告, 極域科学シンポジウム, 2011

I . 共同研究報告（終了）

一般共同研究

（3）地 圏

(共同研究報告書(終了))

極域海洋堆積物および南極等の岩石を対象とする古環境と地磁気変動の研究

◎酒井英男 富山大学大学院理工学研究部・教授 (研究代表者)

(国立極地研究所)

船木 實 准教授

(担当教員)

平成21年～平成23年(3か年)

(研究期間)

(研究成果)

1. はじめに

堆積物の磁性の調査は年代決定と共に古環境の研究としても利用できる。本研究では、南極海で掘削されたボーリングコアについて、磁性と微化石の調査を行った。

研究には、石油公団・白嶺丸 TH94 航海にてウィルクスランド沖 200-240km 地点(水深 3000-3500m)から採掘された GC1501, 1504, 1507 の 3 本のコアを使用した(図 1)。各コアは長さ 400-600cm で、シルト質の粘土と硬質のシルトから構成される。GC1501 と 1504 のコアは従来の研究を継続し、より詳細な磁性実験を行った。微化石の分析は、GC1501 コアについて、IRD(Ice rafted debris)も併せて調査した。

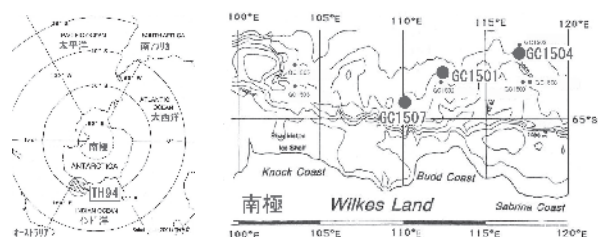


図 1. コアの掘削地点.

2. 研究試料

磁性の研究では変動を連続的に調べる為に、7cc のプラスチック製容器で試料を採取し 3 本のコアから約 600 個の試料を得た。それらの 2/3 の試料について、超伝導磁力計と付属機器を用いて磁化測定及び交流消磁実験を行った。微化石分析では、GC1501 の磁性研究用の各試料を使用し、4φ の篩で洗い出し後、実体顕微鏡で微化石を拾い出して分析した。

3. 地磁気逆転イベント

交流消磁実験では、殆どの試料は安定な磁化を

示した。そして、安定磁化を持つ試料の磁化方向(特に伏角)の検討から、ブルネ/松山境界(78 万年前)と 99-107 万年前の松山逆磁極期のハラミロ正磁極イベントの地磁気変動との対応が得られた。図 2 には、GC1507 の伏角、偏角と磁化強度の変動を示している。

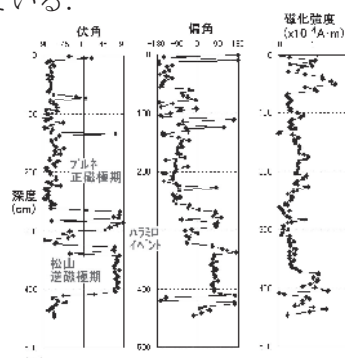


図 2. GC1507 の測定結果と地磁気イベント

4. 磁性鉱物と堆積環境

4. 1. 熱消磁実験

幾つかの試料について耐熱ボンドで整形後、残留磁化と人工的な等温残留磁化(IRM)の熱消磁実験を行った。図 3 には GC1507 の正・逆磁極期の試料について、残留磁化の熱消磁実験を行った結果を示している。

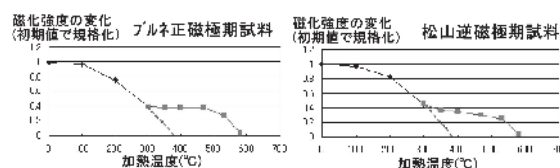


図 3. 残留磁化の熱消磁の結果例

熱消磁実験から二つのブロッキング温度(300-400℃と 580℃)が認められ、試料には 2 種類の磁性鉱物が含まれていると判明した。同様な結果は GC1501, GC1504 のコアでも得られており、ウィルクスランド沖の深海底堆積物の特徴と考えられる。この理由は解明できていないが、580℃のブロッキ

ング温度の磁化は、マグネタイトが担う堆積時残留磁化の可能性が考えられ、300-400℃のブロッキング温度の磁性鉱物としてはマグヘマイトかピロタイトが候補として考えられ、磁化は化学残留磁化の可能性が高い。

低温部の磁化を担う磁性鉱物は、マグネタイトが海水に長時間接触し低温酸化で形成されたとも考えられるが、コアを通して二種類の磁性鉱物があることは、マグネタイトの変質で二次鉱物ができているなら、その環境は 100 万年前から続いているか、或いは、変質の原因の出来事がごく最近に同海域で起きたことを示している。

コア堆積物の二次鉱物とそれが担う残留磁化の存在は、南極海の海洋底の特異な環境を示している可能性があり、多面的な研究が必要である。

4. 2. 帯磁率の変動

図 4 に 3 本のコアの帯磁率の変動を対比したが、同様な変動が認められた。

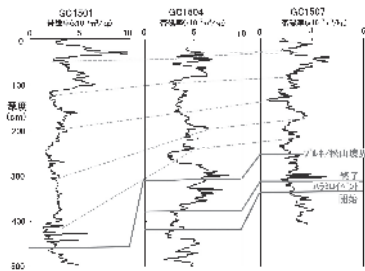


図 4. 帯磁率の深さ変動

代表的な GC1501 の帯磁率変動を掘削点から約 1300km 離れたドーム C のアイスコアの δD 変動と対比した。図 5 に結果を示している。

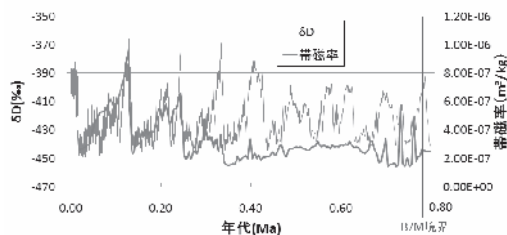


図 5. 帯磁率変動と δD の変動との対比

<研究発表>

Katsuki K, B. Khim, T. Itaki, N. Harada, H. Sakai et al. (2009): Climate-ocean-land linkage of Holocene on the Southern Bering Continental Shelf, The Holocene 19(5), 745-754.

Kashiwaya, K., Ochiai, S., Sumino, G., Sakai, H., et al. (2010): Climato-hydrological fluctuations printed in long lacustrine records in Lake Hövsgöl, Mongolia, Quaternary International, 219, 178-187.

宮川尚士, 酒井英男, 横山美穂, 松岡東香, 船木實 (2009): 南極ウィルクスランド沖海底堆積物の複数コアでの地磁気・気候変動の研究, 第 29 回極域地学シンポジウム.

斉藤貴之, 松岡東香, 藤井由加里, 遠藤邦彦, 横山美穂, 酒井英男 (2010): 南極ウィルクスランド沖海底コア中の放散中化石に基づく古環境復元, 日本第四紀学会 2010 年大会.

コアの最上部から、帯磁率の明確な 3 回の周期的な変動は、 δD の 0.3 (0.4) Ma までの変動と対応している。帯磁率と δD との変動に正の相関があり、0.4 Ma 以降に、氷期-間氷期周期に対応する帯磁率変動が明確になることは、この時代に堆積環境の変化があった為かも知れない。

5. GC1501 の微化石と IRD の分析

有孔虫・放散虫・IRD の増減の分析結果を、図 6 にまとめている。

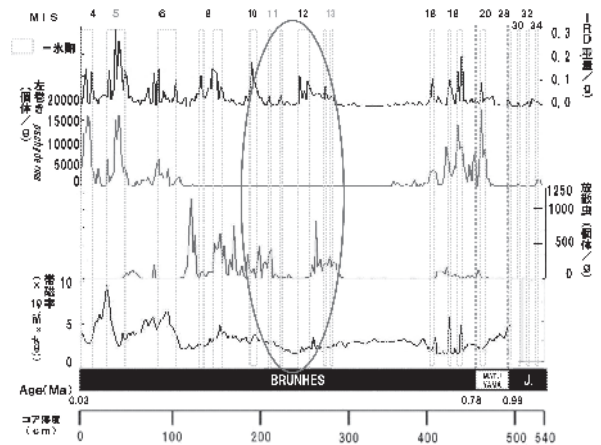


図 6. 微化石と IRD の変動(横山他)

有孔虫 *N. Pachyderma* の左巻き個体数と IRD は、増加の箇所が寒冷期に相当し、また、これらと逆相関を示す底生有孔虫・放散虫の増加の箇所は、寒冷傾向がやや弱まった時期と推測される。以上の特徴を基に、GC1501 について海洋酸素同位体ステージを検討した結果、図 6 上の番号の様に MIS4~31 とほぼ対応が付けられた。

図 6 の丸で囲んだ領域(時代)に、IRD と放散虫が増える。この頃に、図 5 の帯磁率の変化も起きており、先述の堆積環境の変化が IRD や微化石の産出に影響した可能性がある。0.4 Ma 頃の変動については、西南極氷床の崩壊との関係も考えられるので、より詳細な調査が必要である。

グリーンランド氷床コアと海底堆積物コアの D/O サイクル対比に基づく日本の主要テフラの高精度編年に関する研究

◎池原 研 産業技術総合研究所地質情報研究部門・副研究部門長 (研究代表者)
鈴木 毅彦 首都大学東京都市環境学部・教授 (共同研究者)
青木 かおり 立正大学地球環境科学部・博士研究員 (共同研究者)
(国立極地研究所)

東 久美子 准教授 (担当教員)
川村 賢二 准教授 (担当教員)
三浦 英樹 助教 (担当教員)
菅沼 悠介 助教 (担当教員)
平成 21 年～平成 23 年 (3 年) (研究期間)

[研究成果]

本研究では海底堆積物コア中の D/O サイクル様記録をもとに、日本周辺海底堆積物中に挟在する主要テフラを数百年以内の誤差で高精度編年することを目的とする。海底堆積物コアの標準層序として利用されている酸素同位体比の変動曲線である LR04 スタックの 135,000 年前以降は主に大西洋で確立された年代モデルを当てはめたものであり、これに基づくテフラの年代推定には大西洋-太平洋間の海洋レザバーの違いなど現在不確定の要素が存在し、酸素同位体ステージ上の位置では数百年の精度での編年ができない恐れがある。これに対して大気循環を介在する変動である D/O サイクルは汎世界的にほぼ同時に気候や海洋環境を変化させたと考えられるので、D/O サイクル様の変動の中でのテフラの挟在位置を明らかにすることで、より高精度なテフラ層序の確立が期待できる。このため、日本周辺海域で報告されている D/O サイクル様の変動のとりまとめと主要テフラの酸素同位体比曲線及び D/O サイクル様変動の中での層序的位置づけの確認作業を行った。また、正確な海域でのテフラ年代層序の確立のため、同一テフラの海域と陸域での放射性炭素年代値の比較からテフラ降下時の海洋レザバー年代の検討を進めた。

北西太平洋海域における D/O サイクル様の変動はベーリング海、オホーツク海、日本海、東シ

ナ海などで認められている。このうち、日本列島からの主要テフラの存在が期待され、その検証が容易なのは日本海とオホーツク海である。日本海では堆積物の明暗パターン¹⁾、オホーツク海ではアルケノン不飽和度により復元された表層水温変動²⁾に D/O サイクル様の変動が認められる。後期第四紀の日本周辺海域でもっとも広範囲での分布が期待されるのは九州中央部阿蘇山から噴出した Aso-4 テフラである。このテフラはオホーツク海、日本海をはじめ、北西太平洋のシャツキー海台付近でも認められている。Aso-4 テフラは、日本海の暗色層層序では IS21-22 間の IS22 に近い付近に、オホーツク海の古水温パターンでは IS22 の最上部に位置する。日本海、オホーツク海間の挟在位置の微妙な違いは、両者双方の IS 期間の認定の不確かさに基づくところが大い。このような不確かさの削減には両海域でのよりたくさんのコアにおける Aso-4 テフラの挟在位置の確認が必要である。両海域に共通する広域テフラは Aso-4 テフラのみであるが、オホーツク海のコアでは屈斜路カルデラ起源の Kc-Sr テフラが IS5 に、Kc-2/3 が IS22 に、Kc-Hb が酸素同位体ステージ 5e-5d に、支笏カルデラ起源の Spfa-1 が IS8-9 に位置すること、日本海のコアでは鬱陵島起源の U-Ym が IS9-10 に、白頭山起源の B-J テフラが IS14 に位置することが確認された。

一方、日本周辺海域の海洋レザバー年代も氷期／間氷期の表層及び深層水循環の変化に対応して時空間変化してきたこともわかってきた。特に海水準変動に対応して表層水環境を変えてきた縁海や極前線の南北移動に対応して表層水環境が変わった東海沖海域では海洋レザバーの変化も大きい。例えば、氷期－融氷期の東海沖では現在の黒潮域の100–200年ではなく、親潮域の1000年に近い数字が得られており³⁾、この見積もりだけで数百年の年代誤差を発生させる可能性が示唆されている。したがってこのような海域では、現在の海洋レザバー値を用いた海洋試料の暦年への較正は危険であることが確認された。

以上のテフラの高精度編年はまだ確立されたものではないが、本共同研究を通じてその確立の可

能性が高いものであることが確認された。テフラは海域のみならず陸域にも同時に降下するので、日本列島周辺の陸上の環境変動（例えば、山岳氷河の消長や花粉分析に基づく植生変化）や地形発達の特定期の特定やそれと汎世界的な気候／海洋環境変動との対比にも重要な意味を持つ。このため、本研究の結果を早急に取りまとめて公表することを予定している。日本周辺海域を含む北西太平洋の縁海ではD/Oサイクル様の海洋変動の存在が知られているので、今回の研究を軸にして、最新の氷床コアの年代モデル（例えば、GICC05年代スケール⁴⁾）に基づいた、そして肉眼で認識できないマイクロテフラの認定も含めて研究することで、さらに確度を増した検討を進めることが必要である。

[参考文献]

- 1) Tada, R., Irino, T. and Koizumi, I., 1999; Land-ocean linkages over orbital and millennial timescales recorded in Late Quaternary sediments of Japan Sea, *Paleoceanography*, vol. 14, p.236-p.247.
- 2) Harada, N., Ahagon, N., Sakamoto, T., Uchida, M., Ikehara, M. and Shibata, Y., 2006; Rapid fluctuation of alkenone temperature in the southwestern Okhotsk Sea during the past 120 ky. *Global and Planetary Change*, vol. 53, p.29-p.46.
- 3) Ikehara, K., Danhara, T., Yamashita, T., Tanahashi, M., Morita, S. and Ohkushi, K., 2011; Paleooceanographic control on a large marine reservoir effect offshore of Tokai, south of Japan, NW Pacific, during the last glacial maximum-deglaciation, *Quaternary International*, vol. 246, p.213-p.221.
- 4) Abbott, P.M., Davies, S.M., Steffensen, J.P., Pearce, N.J.G., Bigler, M., Johnsen, S.J., Seierstad, I.K., Svensson, A. and Wastegaard, S., 2011; A detailed framework of Marine Isotope Stages 4 and 5 volcanic events recorded in two Greenland ice-cores, *Quaternary Science Reviews*, vol. 36, p.59-p.77.

融氷河堆積物の OSL 年代測定による第四紀氷床変動史の復原 (研究課題)

◎前杵英明 広島大学大学院教育学研究科・教授 (研究代表者)

高田将志 奈良女子大学文学部・教授 (共同研究者)

(国立極地研究所)

三浦英樹 助教 (担当教員)

平成 21 年～平成 23 年 (3 か年) (研究期間)

[研究成果]

本研究は、東南極リュツォ・ホルム沿岸に分布する年代未詳の氷河起源、融氷河起源、風成、海成の未固結堆積物について OSL 年代測定を試み、東南極氷床変動に関する新たな知見を得ることを目標としている。そのためにまず、図 1 に試料採取地点位置図を示す。試料の前処理方法や年代測定プロトコルの検討など、適宜、年代測定手法の見直しなども行い、現時点での暫定的な年代値を求めた。

OSL 年代測定の対象とした試料は、水洗、ふるい分け、磁気分離、重液分離、塩酸・フッ酸処理など、石英粗粒子法のルミネッセンス年代測定で行われる一般的な試料処理の方法にしたがって、75-250 μ m 程度の石英粒子を抽出した。また、細粒画分を抽出可能な一部の試料については、塩酸処理後の細粒物をアセトン中に懸濁させ、沈降法によって OSL 測定用のステンレスディスク上に 2-10 μ m の微粒

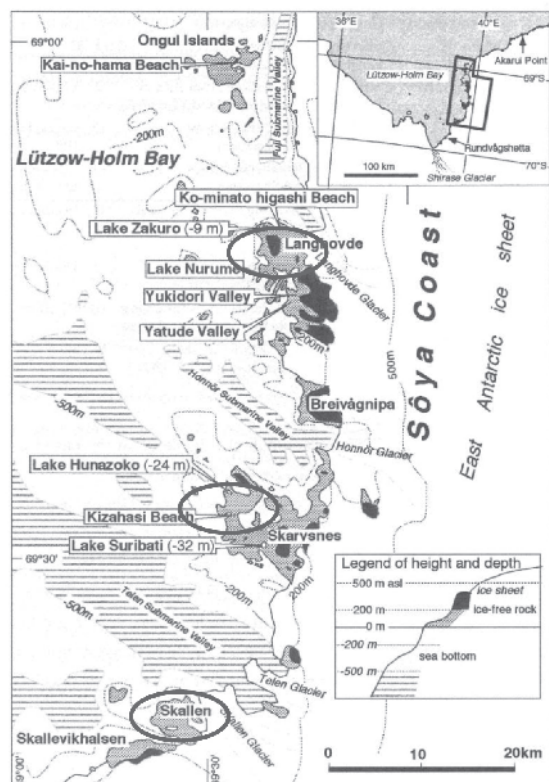
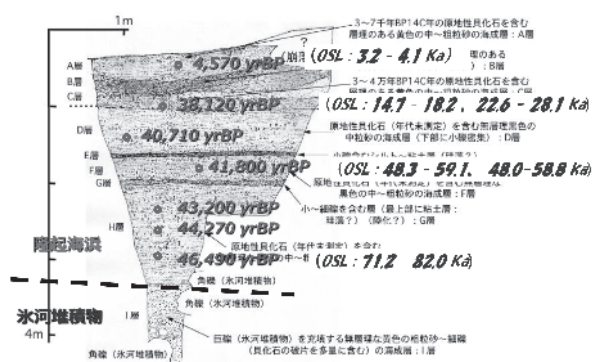


図 1 研究対象試料の採取位置概要

ラングホブデ北部のトレンチ断面スケッチ

図 2 ^{14}C 年代値とOSL年代値の比較

子を沈積させた。前者の試料は coarse quartz grain、後者の試料は塩酸に不溶の鉱物粒子を含む poly-mineral fine grain の試料である。

石英粗粒子を抽出・測定した場合、対象試料の多くは、いわゆる dim grain と呼ばれるルミネッセンス感度の低い石英粒子であった。今回の石英粗粒子の OSL 年代は、dim grain の存在が精度・確度の高い年代推定の妨げになっていることが明らかになってきた。したがって可能な試料については、石英粗粒子とともに poly-mineral fine grain の試料についても OSL 測定を試みた。Table 1 に本研究で測定対象とした試料の概要と、年間線量、等価線量、最終的な OSL 年代値を示した。また図 2、3 には各々の OSL 年代値と既知の ^{14}C 年代値との関係や、層序、氷床変遷史との関係などについて示した。

図 2、3 を見ると、一部の OSL 年代値と ^{14}C 年代値の間にズレがあるものの、両者は概ね整合的な関係性を有しているように見える。またティルを対象とした poly-mineral fine grain や石英単粒子の見かけの OSL 年代値からは、更新世末～完新世に氷床が後退して地表面が露出し、露光した堆積物が再度氷床によって運搬されたことが示唆される。

以上の様に、OSL 年代測定は、 ^{14}C 年代測定を補完して、南極露岩地域に分布する第四系の年代決定に

Table 1. OSL ages

No.	Sample name	Sample code	Materials	Mineral & diameter ^a	Preheat Plateau (°C)	Equivalent dose ^b (Gy)	Annual dose (Gy/ka)	OSL age (ka)	Min. annual dose (Gy/ka)	Oldest OSL age (ka)
1	Kom-Zak-A	031221-1-A	Marine sand	Qz CG	240-280	7.1 ± 2.7	2.18 ± 0.13	3.2 ± 1.3	1.74 ± 0.10	4.1 ± 1.6
2	Kom-Zak-C	031221-1-C	Marine sand	Qz CG	200-240	35.9 ± 13.1	2.44 ± 0.12	14.7 ± 5.4	1.97 ± 0.09	18.2 ± 6.7
	ditto	ditto	ditto	Poly FG	240-260	57.3 ± 5.1	2.54 ± 0.12	22.6 ± 2.3	2.04 ± 0.10	28.1 ± 2.8
3	Kom-Zak-F	031221-1-F	Marine sand	Qz CG	200-240	105.2 ± 23.1	2.18 ± 0.11	48.3 ± 10.9	1.78 ± 0.09	59.1 ± 13.3
	ditto	ditto	ditto	Poly FG	200-260	110.5 ± 17.9	2.30 ± 0.12	48.0 ± 8.2	1.88 ± 0.10	58.8 ± 10.5
4	Kom-Zak-H	031221-1-H	Marine sand	Qz CG	240-260	168.8 ± 31.1	2.37 ± 0.12	71.2 ± 13.6	2.06 ± 0.10	82.0 ± 15.6
5	Orsen	040114-1	Till	Poly FG	240-260	178.1 ± 15.9	3.76 ± 0.14	47.3 ± 4.6	3.01 ± 0.11	59.2 ± 5.7
6	Kizahashi Beach	040124-1	Marine sand	Qz SG	200-280	4.3 ± 2.0	2.13 ± 0.12	2.0 ± 0.9	1.83 ± 0.10	2.3 ± 1.1
7	Cape Magoke	040130-10	Till	Poly FG	200-240	12.8 ± 1.6	4.02 ± 0.10	3.2 ± 0.4	3.19 ± 0.08	4.0 ± 0.5
8	Cape Magoke	040131-1	Till	Poly FG			3.63 ± 0.10		-	
9	Cape Magoke	040131-3	Marine sand	Qz SG	250-310	4.1 ± 3.5	3.90 ± 0.12	1.0 ± 0.9	2.96 ± 0.09	1.4 ± 1.2

^a Qz : Quartz, Poly : Poly-minerals, CG : coarse grain method, FG : fine grain method, SG : single grain method,

^b Measured by the SAR protocol of Wintle and Murray (2006).

有効な役割を果たす見通しが得られた。その適用にあたっては、石英粗粒子だけではなく、微粒子や poly-mineral 試料も積極的に利用した測定が有効になると思われる。poly-mineral の試料については、厳密には、長石の fading 補正を加味した年代推定が必要で、この点が今度の課題である。また、測定誤差の低減に向け、放射線照射量の高精度評価や、等価線量評価の高精度化についても今後の検討が必要である。

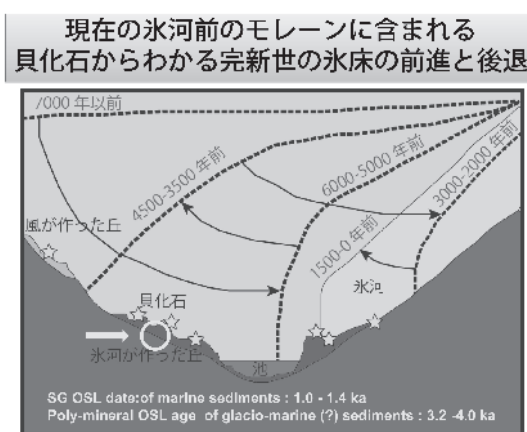


図3 まごけ岬における氷床変動と年代値との関係

[研究発表]

- 高田将志 (2009) : 南極氷床の変動史-とくに最終氷期以降の東南極氷床に着目して-東南極、リュツォ・ホルム湾における完新世の古環境変遷. 奈良女子大学共生科学研究センターNews Letter, vol.7, no.2, 2-3.
- Takakda M., Shimada, A., Toyoda, S. and Takemura, K. (2009) : Characteristics of ESR signals from quartz grains in and around Lake Biwa: Preliminary study on estimating provenance of sediment. Second Asia Pacific Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating (2009年11月12日発表、アーメダバード (インド))
- 高田将志、島田愛子、豊田新、竹村恵二、相馬秀廣 (2010) : 起源の異なる石英粒子のTL・ESR信号特性—土砂供給源の推定に向けた予察的研究—. 日本地理学会春季学術大会 (2010年3月発表、法政大学)
- 高田将志 (2010) : 起源の異なる石英の110℃熱ルミネッセンス信号特性—堆積物の供給起源推定に向けて—. 奈良女子大学地理学・地域環境学研究報告Ⅶ, 2010年, 105-112頁.
- 高田将志・三浦英樹・前李英明・岩崎正吾 (2010) : 東南極エンダービーランドに分布する第四系のESR/ルミネッセンス信号特性と年代学・堆積学的背景. 国立極地研究所第30回極域地学シンポジウム (2010年12月2日発表、国立極地研究所)
- 高田将志 (2011) : 起源の異なる石英にみられる110℃熱ルミネッセンス信号の感度変化—堆積物の供給源推定に向けて—. 第27回ESR応用計測研究会・2010年度ルミネッセンス年代測定研究会 (2011年3月3日発表、JAMSTEC)
- Banerjee, D., Toyoda, S., Takada, M. and Shimada, A. (2011) : Component resolved optically stimulated luminescence investigations and age determination for a quartz sample from marine terrace sediments in Fukui region, central Japan. Advances in ESR Applications, 27, 7-10.
- 高田将志・三浦英樹・前李英明 (2011) : 東南極エンダービーランドに分布する第四系のOSL年代. 国立極地研究所第31回極域地学シンポジウム (2011年11月16日発表、国立極地研究所)
- 高田将志・三浦英樹・前李英明 (2011) : 東南極エンダービーランドに分布する第四系のOSL・ESR年代測定. 第28回ESR応用計測研究会 (2011年12月3日発表、別府)

東南極セール・ロンダーネ山地の変動テクトニクス の 解明

◎ 小山内康人 九州大学大学院・比較社会文化研究院・教授

川寄 智佑 愛媛大学・理学部・教授

土屋 範芳 東北大学大学院・環境科学研究科・教授

志村 俊昭 新潟大学・理学部・准教授

石川 正弘 横浜国立大学・教育人間科学部・准教授

河上 哲生 京都大学大学院・理学研究科・助教

中野 伸彦 九州大学大学院・比較社会文化研究院・助教

足立 達朗 九州大学大学院・比較社会文化研究院・学術研究員（研究協力者）

（国立極地研究所）

白石 和行 教授，本吉 洋一 教授，外田 智千 准教授

平成 21 年～平成 23 年（3 か年）

【研究成果】

東南極ドロンイングモードランド東部地域のセール・ロンダーネ山地に分布する変成岩類・火成岩類を研究対象とし、JARE-26 以降に採取された膨大な量の広域変成岩類および JARE-49~51 による新たな採取試料について、現代的な視点に基づく新たな研究手法によりそれらの形成過程と広域テクトニクスを精密に解析することを目的とした。また、上記地域と密接に関連するリュッツォホルム岩体、中央ドロンイングモードランドおよび環インド洋地域に分布するゴンドワナ超大陸由来の地質体についても、詳細な解析を行った。

極地研究所の SHRIMP II および九州大学の LA-ICP-MS および FE-EPMA を駆使した地質年代学的研究の進展とともに、セール・ロンダーネ山地および関連地域の代表的な変成岩類・火成岩類について精力的な年代測定が実施され、電子顕微鏡スケールでの反応過程解析とあわせて、各地域・岩体の変成履歴および熱史が精密に解析された。また、各岩体のテクトニクスについて検討が進められた。特にセール・ロンダーネ山地に関しては、広域空中磁気異常の解析結果とあわせて検討した。これらの解析からゴンドワナ超大陸形成過程におけるドロンイングモードランド東部地域の位置付け・テクトニクスが明らかになり、約 10 億年前のロディニア超大陸形成から約 5 億年前のゴンドワナ超大陸形成に至る一連の大陸形成史お

よび造山プロセスを明らかにするうえで一定の制約条件を与えることに成功した。

主要な本研究テーマであるセール・ロンダーネ山地のテクトニクスに関しては、下記のようにまとめられる。

1) セール・ロンダーネ山地の地質は、NE-terrane と SW-terrane に区分され、両者の境界は大規模な地殻衝突境界として認識され、Main Tectonic Boundary (MTB) と呼ぶことにする。NE-terrane は角閃岩相のユニット A とグラニュライト層のユニット B に区分され、SW-terrane はグラニュライト層のユニット C および角閃岩相～緑色片岩相のユニット D (D') から構成される。変成作用の履歴は両 terrane で異なり、NE-terrane は時計回り、SW-terrane は反時計回りの P-T-t path をしめす。

2) NE-および SW-terrane では、少なくとも 3 回の変成作用時相が識別できる。両 terrane のピーク変成作用 (M1N および M1S) は 640-600Ma に起こった。ピーク変成作用以前の変成作用は、M0N(750-700Ma) および M0S(1190-950Ma) と認識され、緑色片岩相の後退変成作用時期 (M3N, M3S) は、580-520Ma が確認された。

3) 広域空中磁気異常は地表地質の構造区分と良く対応し、MTB 周辺の高磁気異常は上昇した地殻下部物質（超苦鉄質岩・キュムレート）を反映したものである。低磁気異常部は、地下のトータル

岩分布域に相当することが想定される。

【研究発表】

- Osanai, Y., Nogi, Y., Baba, S., Nakano, N., Adachi, T., Hokada, T., Toyoshima, T., Owada, M. and Satish-Kumar, M., 2012. Geological evolution of the Sør Rondane Mountains, East Antarctica: Collision tectonics proposed from metamorphic processes and magnetic anomalies. *Precambrian Research*, (in review).
- Owada, M., Kamei, A., Horie, K., Shimura, T., Yuhara, M., Tsukada, K., Osanai, Y. and Baba, S., 2012. Magmatic history and evolution of continental lithosphere of the Sør Rondane Mountains, eastern Dronning Maud Land, East Antarctica. *Precambrian Research*, (in review).
- Nakano, N., Osanai, Y., Kamei, A., Satish-Kumar, M., Adachi, T., Hokada, T., Baba, S. and Toyoshima, T., 2012. Multiple thermal events recorded in metamorphosed carbonate and associated rocks from the southern Austkampane region in the Sør Rondane Mountains, East Antarctica: A protracted Neoproterozoic history at the Gondwana suture zone. *Precambrian Research*, (in review).
- Baba, S., Osanai, Y., Nakano, N., Hokada, T., Horie, K., Adachi, T. and Toyoshima, T., 2012. Counterclockwise P-T path and isobaric cooling of metapelites in Brattnipene, Sør Rondane Mountains, East Antarctica: implications for a tectonothermal event at the proto-Gondwana margin. *Precambrian Research*, (in review).
- Adachi, T., Osanai, Y., Hokada, T., Nakano, N., Baba, S. and Toyoshima, T., 2012. Timing of metamorphism in the central Sør Rondane Mountains, eastern Dronning Maud Land, East Antarctica: constraints from SHRIMP zircon dating and EPMA monazite dating. *Precambrian Research*, (in review).
- Kamei, A., Horie, K., Owada, M., Yuhara, M., Nakano, N., Osanai, Y., Adachi, T., Hara, Y., Terao, M., Teuchi, S., Shimura, T., Tsukada, K., Hokada, T., Iwata, C., Shiraishi, K., Ishizuka, H. and Takahashi, Y., 2012. Late Proterozoic juvenile arc meta-tonalite and adakitic intrusions in the Sør Rondane Mountains, Eastern Dronning Maud Land, Antarctica. *Precambrian Research*, (in review).
- Hokada, T., Horie, K., Adachi, T., Osanai, Y., Nakano, N., Baba, S. and Toyoshima, T., 2012. Unraveling metamorphic and fluid records in Neoproterozoic crossing orogens: U-Th-Pb and REE constraints from Sør Rondane Mountains, East Antarctica. *Precambrian Research*, (in review).
- Adachi, T., Hokada, T., Osanai, Y., Nakano, N., Baba, S. and Toyoshima, T., 2012. Contrasting metamorphic records and their implications for tectonic process in the central Sør Rondane Mountains, eastern Dronning Maud Land, East Antarctica. *Geological Society of London, Special Publication*, (in review).
- Adachi, T., Osanai, Y., Nakano, N. and Owada, M., 2012. LA-ICP-MS U-Pb zircon and FE-EPMA U-Th-Pb monazite datings on pelitic granulites from the Mt. Ukidake area, Sefuri Mountains, northern Kyushu. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 118, 39-52.
- Nakano, N., Osanai, Y., Baba, S., Adachi, T., Hokada, T., and Toyoshima, T., 2011. Inferred ultrahigh-temperature metamorphism of amphibolitized olivine granulite from the Sør Rondane Mountains, East Antarctica. *Polar Science*, 5, 345-359.
- Kawasaki, T., Nakano, N. and Osanai, Y., 2011. Osumilite and a spinel+quartz association in garnet-sillimanite gneiss from Rundvagshetta, Lützow-Holm Complex, East Antarctica. *Gondwan Research*, 19, 430-445.
- 小山内康人, 2011. 小島秀康著 南極で隕石をさがす書評, 岩石鉱物科学, 40, 174a.
- Kawasaki, T., Nakano, N. and Osanai, Y., 2011. Osumilite and a spinel+quartz association in garnet-sillimanite gneiss from Rundvagshetta, Lützow-Holm Complex, East Antarctica. *Gondwan Research*, 19, 430-445.
- Adachi, T., Hokada, T., Osanai, Y., Toyoshima, T., Baba, S. and Nakano, N., 2010. Titanium behavior in quartz during retrograde hydration: Occurrence of rutile exsolution and implications for metamorphic processes in the Sør Rondane Mountains, East Antarctica. *Polar Science*, 3, 222-234.
- Satish-Kumar, M., Hermann, J., Miyamoto, T. and Osanai, Y., 2010. Fingerprinting a multistage metamorphic fluid-rock history: Evidence from grain scale Sr, O and C isotopic and trace element variations in high-grade marbles from East Antarctica. *Lithos*, 114, 217-228.
- Sajeev, K., Williams, I.S. and Osanai, Y., 2010. SHRIMP U-Pb dating of prograde and retrograde UHT

metamorphism as exemplified by Sri Lankan granulites. *Geology*, 38, 971-974.

Sajeev, K., Osanai, Y., Kon, Y. and Itaya, T., 2009. Stability of pargasite during ultrahigh- temperature metamorphism: A consequence of titanium and REE partitioning? *American Mineralogist*, 94, 535-545.

共同研究報告書（終了）

東南極中央ドロンニングモードランドの変成作用と原岩形成場

◎馬場壮太郎 琉球大学教育学部・教授 （研究代表者）

（国立極地研究所）

外田智千 准教授

（担当教員）

平成 21 年～平成 23 年（3 か年）

（研究期間）

【研究成果】

中央ドロンニングモードランド(CDML)の内陸山地と沿岸地域に産する変成岩類の変成年代と原岩形成場を明らかにし、その相違に基づきテクトニクスの詳細を解明することを目的として研究を進めてきた。ドイツ・ノルウェー・日本外国共同観測（2001～2002 年実施）で採取した内陸山地の変成岩類（Hochlinfjellet, Filchnerfjella）について SHRIMP を用いた変成年代決定を行うとともに、沿岸地域（Schirmacher Hills 地域）に分布する塩基性変成岩類（JARE-49 にて採取）を対象として EPMA, XRF を用いて変成岩の鉱物化学組成および全岩化学組成分析を行った。本共同研究により得られた結果を以下にまとめる。

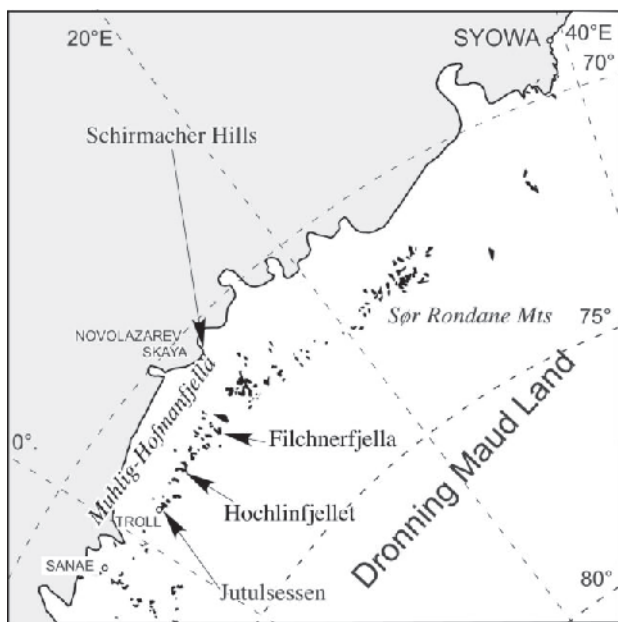


図 1 ドロンニングモードランドの位置図

1. SHRIMP を用いたジルコン U-Pb 年代測定

CDML 内陸山地に分布する変成岩類について SHRIMP を用いた U-Pb 年代測定を行ったところ、Filchnerfjella の 3 試料（泥質片麻岩 2 試料，含斜方輝石珪長質片麻岩 1 試料）の測定結果は 1088–1130Ma と 522–525Ma の 2 時期に集中した。一方、Hochlinfjellet の泥質片麻岩 2 試料の年代値は 598–599Ma に集中し、1100Ma 前後

の年代値は得られなかった。このうち 1 試料には約 630 Ma に明瞭な集中が認められた。いずれの地域でも若い年代値はジルコン粒子のリムから得られたものであり、変成ピーク前後の年代と解釈される（馬場ほか，2010a）。Schirmacher Hills 地域から得られた変成年代を含めると CDML には 650Ma (Baba et al., 2010c), 600Ma, 525Ma に変成作用が存在することになる。初期の変成作用は等圧冷却過程を示すが、その後の 600 Ma と 525Ma は等温（加温）減圧過程を記録しているため、異なる変成作用の存在を示唆する。減圧過程に関連する変成年代は二度の地質体の上昇イベントを反映している可能性が高い。おそらく東西 Gondwana 衝突は島弧もしくは小大陸の多重衝突を伴っていたと考えられる。

2. CDML に産する塩基性変成岩の全岩化学組成

JARE-49 にて採取した沿岸地域（Schirmacher Hills 地域）に分布する塩基性変成岩類の全岩化学組成分析を行った。平成 18～20 年度の共同研究で実施した CDML 内陸山地の塩基性変成岩類（Jutulssessen, Hochlinfjellet, Filchnerfjella：松下ほか，2007）とその組成を比較したところ、Jutulssessen 地域（プレート内玄武岩）に類似し、Filchnerfjella 地域（島弧）のそれとは異なっていた。また、東ドロンニングモードランド(EDML)のセール・ロンダーネ山地に分布する塩基性片麻岩類(Osanai et al., 1992)と沿岸地域について比較を行ったが異なる傾向を示していた（馬場ほか，2009, 2010b）。加えて、CDML の 4 地域の試料については ICP-MS による希土類元素分析を行った。Schirmacher Hills と Filchnerfjella では希土類元素にも相違が認められ、後者は calc-alkaline basalt に類似していることが明確になった（図 2）。原岩形成場の詳細について、これらのデータに基づき詳細な検討を進める予定である。

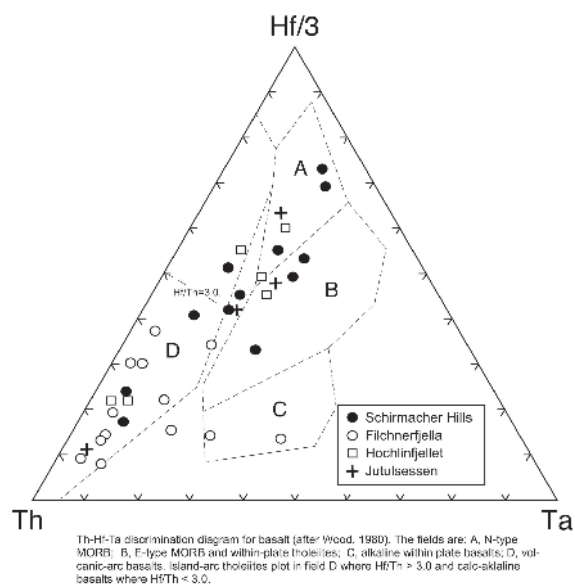


図 2 Th-Hf-Ta ダイアグラム

3. 内陸山地と沿岸地域における変成岩の鉱物化学組成の相違

CDML 内陸山地地域と沿岸地域に産する含ザクロ石塩基性片麻岩類に観察される変成鉱物組織の相違をとりまとめたところ、前者に分布する変成岩類には減圧過程を示唆するのに対して、後者にはそのような変成組織が認められず、等圧冷却で特徴づけられることが示された (Baba et al., 2008). 今回の共同研究では、ザクロ石、斜方輝石、単斜輝石の鉱物化学組成分析を系統的に行い、組成変化の相違についても検討を行った。ザクロ石の Ca 成分や輝石の Al^{VI}/Al^{IV} に相違が確認された (馬場ほか, 2010b).

これらのデータを踏まえ、EDML を含む東南極の広域テクトニクスを議論することが必要である。

[参考文献]

- Baba, S., Owada, M. and Shiraishi, K. (2008) Contrasting metamorphic P-T path between Schirmacher Hills and Mühlig-Hoffmanfjella, Central Dronning Maud Land, East Antarctica. In: Satish-Kumar, M. et al., (eds) Geodynamic Evolution of East Antarctica: a Key to the East–West Gondwana Connection. Geological Society of London Special Publications vol.308, 401-417.
- 馬場壮太郎, 足立達郎, 中野伸彦, 外田智千, 豊島剛志, 小山内康人 (2009) 東南極シルマッヘル地域に産する塩基性片麻岩類の全岩化学組成. 第 29 回極域地学シンポジウム (プログラム・講演要旨)
- 馬場壮太郎, 堀江憲司, 外田智千, 足立達郎, 大和田正明 (2010a) 東南極ドロンピングモードランド内陸山地に産する片麻岩類の SHRIMP ジルコン年代測定. 第 30 回極域地学シンポジウム (プログラム・講演要旨)
- 馬場壮太郎, 大和田正明, 外田智千, 足立達郎, 中野伸彦, 豊島剛志, 小山内康人 (2011) 東南極ドロンピングモードランドに認められる等圧冷却後退変成作用. 第 31 回極域地学シンポジウム (プログラム・講演要旨)
- 松下遥, 馬場壮太郎, 大和田正明, 新城竜一, 白石和行 (2007) 東南極中央ドロンピングモードランドに産する塩基性片麻岩類の全岩化学組成. 第 27 回極域地学シンポジウム (プログラム・講演要旨).
- Osanai, Y., Shiraishi, K., Takahashi, Y., Ishizuka, H., Tainosho, Y., Tsuchiya, N., Sakiyama, T. and Kodama, S. (1992) Geochemical characteristics of metamorphic rocks from the central Sør Rondane Mountains, East Antarctica. In: Yoshida, Y. et al., (eds) Recent Progress in Antarctic Earth Science, TERRAPUB, Tokyo, 17-27.

[研究発表]

- Baba, S., Hokada, T., Kaiden, H., Daniel J. Dunkley, D.J., Owada, M., and Shiraishi, K. (2010b) SHRIMP Zircon U-Pb Dating of Sapphirine-Bearing Granulite and Biotite-Hornblende Gneiss in the Schirmacher Hills, East Antarctica. The Journal of Geology, 118, 621-639.
- 馬場壮太郎, 大和田正明, 外田智千, 足立達郎, 中野伸彦, 豊島剛志, 小山内康人 (2010c) 東南極中央ドロンピングモードランドに産する塩基性片麻岩類の鉱物組み合わせと全岩化学組成. 日本地質学会第 117 年学術大会, 同講演要旨, p. 250
- Baba, S., Dunkley, D.J., Hokada, T., Horie, K., Suzuki, K., Shiraishi, K. (2012) New SHRIMP U-Pb zircon ages and CHIME monazite ages from South Harris granulites, Lewisian Complex, NW Scotland: implications for two stages of zircon formation during Palaeoproterozoic UHT metamorphism. Precambrian Research, 200–203, 104-128

インフラサウンド計測に基づく極地大気-海洋-固体圏相互作用の研究

◎山本真行 高知工科大学・システム工学群・准教授

石原吉明 国立天文台・RISE 月探査プロジェクト研究員

長尾大道 統計数理研究所・特任准教授

村山貴彦 日本気象協会・技師

(国立極地研究所)

金尾政紀 准教授

澁谷和雄 教授

山岸久雄 教授

平成 21 年～平成 23 年（3 か年）

[研究成果]

インフラサウンドは可聴周波数領域下の低周波音波であり、微気圧波、低周波振動などと呼ばれ、地球大気を通した新たなリモートセンシング分野として近年その観測が進んでいる分野である。

本共同研究では、IPY 期間中に南極昭和基地にインフラサウンドセンサを設置し、同帯域の継続観測を開始するところから着手、本共同研究にてその継続観測期間を着実に増やし、長期間のデータ解析により昭和基地におけるインフラサウンド計測の特性を評価するところまで進展した。以下、3 か年の研究概要を報告する。

インフラサウンド計測は、長周期地震動の計測との相関が期待され、当初より国立極地研究所の地圏グループとの密接な連携の下、本研究に着手した。具体的な観測活動は、JARE 49 夏隊参加の戸田茂隊員（愛知教育大学）他に依頼し Chaparral physics 社製 Model-2 インフラサウンドセンサ 1 台を昭和基地の地震計室近傍の岩盤に設置、地震計用の収録計の空きチャンネルを活用した継続観測を実施している。センサ設置後の 2008 年 4 月以降、昭和基地における継続観測ならびに衛星回線を通した継続的データ

アーカイブを実施してきた。機器設置後の観測は、機器故障等も発生せず順調であり、極地におけるインフラサウンドの継続観測データとして同帯域のモニタリングという意味でも重要な役割を果たしつつある。

極地におけるインフラサウンド観測の目的の 1 つは地震計観測により指摘されている氷河起因の氷震のモニタリングにあり、種々の観測機器が包括的に配置された昭和基地の特性を生かした大気－海洋－固体圏相互作用の観測的研究、さらにはインフラサウンドから大気重力波に至る低周波領域の波動による上下結合を介した宙空観測との相関事象研究にも目的を有す。

本共同研究により得られた成果としては、地震計観測との比較により海洋起因の波動（SFM および DFM）の継続的な検出、ならびに 20 Hz より高周波側において複雑な周波数変動を呈する特徴的な波動を新たに検出した（図 1）。

SFM ならびに DFM は、南極大陸周辺の大陸棚ならびに深度が比較的一定した海洋底領域における海洋波動が大気とのカップリングを介して微気圧波として継続的に検出されたものと考えられ、長周期地震計における両波動の観測報告（Kanao et al., 2011）と合わせ、極地大気・

海洋-固体圏が密接な相互作用を及ぼしあっていることの証拠であり、今後の3領域間の相互作用に関する研究進展が期待される。

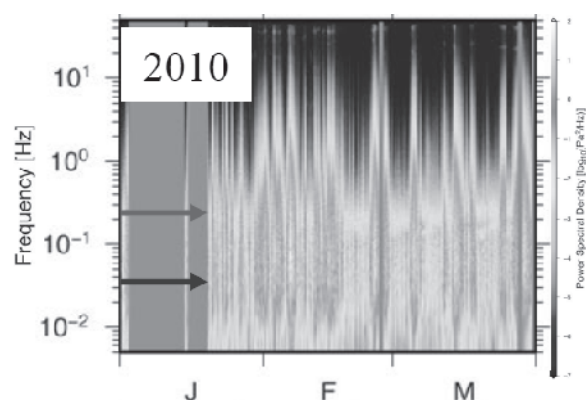


図1. 昭和基地にて観測されたインフラサウンドスペクトル（2010年1～3月、赤矢印:DFM, 青矢印:SFM）

本共同研究の大きな成果として、周波数 20 Hz 以上の帯域で予期せぬ特徴的波動が検出されたことが挙げられる。通常、インフラサウンド観測点では周波数 20 Hz 以上の成分はカットオフを設けて観測しない傾向があるが、我々は 2008 年のセンサ設置時に地震計データロガーの空きチャンネルを活用した関係上、そのサンプリング周波数を 100 Hz に設定したため、50 Hz までの帯域でパワースペクトルを参照できる環境が整ったことが本は動の発見に至った経緯である。この波動は、11 月～3 月の昭和基地における夏季に相当する時期のみに発生しており、2～3 月の時期に顕著であることが判明しており、氷の融解等による氷河の移動などに伴う重低音をキ

ャッチしている可能性を指摘しておきたい。

一方で、観測されたこれらの波動現象には気象条件との強い相関や季節変動が見られる成分もあり、特にブリザード等の南極域特有の激しい気象変動期間には他の成分の波動検出が困難であることも判明した。

これら研究の今後の進展は、平成 24 年度以降にも継続実施を提案している昭和基地におけるインフラサウンド観測の継続性に懸かっており、20～50 Hz の特徴的波動の波源検出には、現状のセンサ 1 台からセンサ 3 台を三角形に配置するアレイ観測への進展、さらに沿岸域を活用したリモート観測点（センサ 1 台）の追加が不可欠である。光学的手段等による長期間の氷河観測との連携により氷震との関連を探りたい。

これら多地点アレイ観測手段の検証やソフトウェアの開発を目的に、研究代表者を中心とするチームでは国内ならびに豪州において観測を実施してきており、桜島および霧島新燃岳の噴火活動ならびに観測ロケット打上げの轟音を活用したインフラサウンド波源探索の観測（小松, 2012）、はやぶさ地球帰還による衝撃波の多地点アレイ観測（Yamamoto et al., 2011）などによる成果を蓄積しているところである。近い将来の昭和基地周辺での多地点アレイ観測の実現により、新たな知見が得られると期待される。

[研究発表]

Kanao, M., et al. (2011), Interaction on Seismic Waves between Atmosphere - Ocean - Cryosphere and Geosphere in Polar Region, *In: Seismic Waves - Research and Analysis* -, InTech. Publisher, ISBN 978-953-307-944-8, in press.

Yamamoto, M.-Y., Ishihara, Y., et al. (2011), Detection of Acoustic/Infrasonic/Seismic Waves Generated by Hypersonic Re-Entry of the HAYABUSA Capsule and Fragmented Parts of the Spacecraft, *Publ. Astron. Soc. Japan.*, 63, 971-978.

小松孝康(2012), インフラサウンド多地点アレイ観測システムの構築と音波源位置の推定, 平成 23 年度 高知工科大学大学院工学研究科 特別研究報告. (指導教員: 山本真行)

(別紙)

参 加 者 一 覧

☐ 研究プロジェクト ☒ 一般共同研究 ☐ 研究集会		課題番号	21-30
研究課題名		インフラサウンド計測に基づく極地大気-海洋-固体圏相互作用の研究	
	氏名	所属	職
所内	金尾 政紀	地圏	准教授
	澁谷 和雄	地圏	教授
	山岸 久雄	宙空圏	教授
小計	3 名		
所外	山本 真行	高知工科大学	准教授
	石原 吉明	国立天文台	研究員
	長尾 大道	統計数理研究所	特任准教授
	村山 貴彦	日本気象協会	技師
	小松 孝康	高知工科大学	大学院生
小計	5 名		
合計	8 名		

※研究プロジェクト・一般共同研究・研究集会、いずれかを■にしてください。

※外国人研究者の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

※大学院生も含めてください。その場合、「職」の欄に「大学院生」と記入してください。

※行が不足する場合、適宜追加してください。

東南極大陸地殻の構造形成・動的応答に関する地震学的研究

- ◎ 宮町 宏樹 鹿児島大学大学院理工学研究科・教授
松島 健 九州大学大学院理学研究院・准教授
戸田 茂 愛知教育大学教育学部・准教授
筒井 智樹 秋田大学工学資源学部・准教授
戸田 茂 愛知教育大学教育学部・准教授
渡邊 篤志 東京大学地震研究所火山研究センター・技術職員
宮澤 理稔 京都大学防災研究所・准教授

(国立極地研究所)

金尾政紀 准教授 澁谷和雄 教授

平成21年 - 平成23年 (3年間)

[研究 成果]

本研究では「東南極リソスフェアの構造と進化研究計画 (SEAL)」で実施した、みずほ高原の大陸氷床上での屈折法及び広角反射法による地震探査のデータ、並びに東南極の周辺地域での地震学的関連データ・および地球物理諸データを用いて、大陸地殻構造とその形成過程に関する地震学的研究を行った。みずほ高原探査の垂直反射断面の詳細解析結果をもとに地殻内部の速度境界との対応を行い、他の地球物理データと合わせて地殻構造史を考察した。最終的な論文は、Kanao et al., Tectonophysics, 2011)としてまとめている。

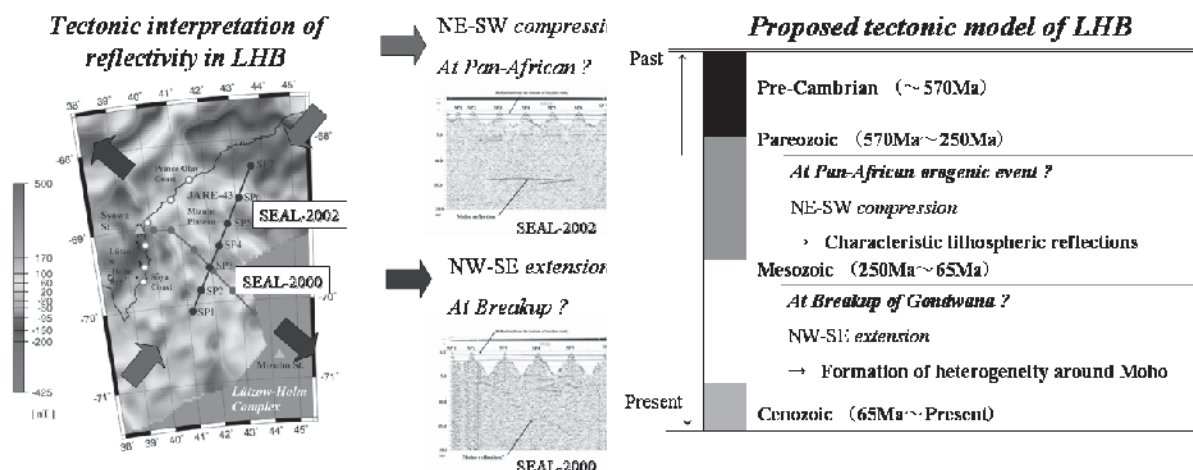
また探査測線上で実施した、重力・GPS・アイスレーダー観測についても、最終報告として鋭意準備中である。今後も測線上の重力異常、基盤地形、さらには地殻内の密度構造を推定し、最終的に地震学的速度構造とコンパイルする。さらに遠地の大地震や局所的な氷河地震に伴い励起される様々な震動現象を検知して、地球表層部のダイナミックな応答を評価するための、光学式センサの開発にも貢献した (山本ら、2009)。

また国際極年で実施した AGAP/GAMSEIS プロジェクトによる東南極大陸ドーム域を中心とした広域

地殻構造を、広帯域地震波形によるレシーバ関数解析 (Hansen et al., E.P.S.L., 2010) や表面波解析 (Heeszel et al., 2011) より求めた。また、ドームルート重力値よりの構造と結合した広域な内陸モデル (Kanao, et al., ISAES, 2011) を発表している。これらの研究により、東南極のリソスフェア構造やガンブルツェフ山脈の隆起、ゴンドワナ形成やマントル進化過程、氷床下の基盤地形、内陸地質解明への貢献がなされたと言える。

第51次隊で実施した東オングル島での浅層反射法地震探査についても、波形データの初期結果を発表した (金尾ら、2010)。今後は地殻内の片麻岩類の層状構造によるインピーダンスを計算し、観測波形から推定される値と比較検討する。

さらに極域での野外観測機器については、国際極年での AGAP 計画により内陸ドーム域での通年観測の実績が得られたが、今後さらに継続して極域での低温環境で使用する。極域での収録システム、衛星・LAN によるテレメトリー等のデータ伝送技術についても、低温対応のデータロガーの極地研低温室での実験結果を発表し (松島、2011)、現在も鋭意開発を継続している。



図：SEAL-DSSによる地殻～上部マンツルの反射断面、及び推定されたリュツォ・ホルム岩体のテクトニクス（左）と、地球史における位置づけを年代表に記載（右）

[研究 発表]

1. 山本真行、鈴木敏史、山田龍樹、石原吉明、金尾政紀、戸田 茂、松島 健、阿部琢美、ロケット打上げによる波動の解析と光学式センサの開発、日本地球惑星科学連合 2009 年大会、プログラム E117-P003、5 月 16-21 日、幕張メッセ国際会議場、2009
2. Kanao, M., Fujiwara, A., Miyamachi, H., Toda, S., Tomura, M., Ito, K., Ikawa, T., Reflection imaging of the crust and the lithospheric mantle in the Lützow-Holm Complex, Eastern Dronning Maud Land, Antarctica, derived from the SEAL Transects, Tectonophysics, Vol. 508, pp. 73-84, doi:10.1016/j.tecto.2010.08.005, 2011
3. Samantha E. Hansen, Andrew A. Nyblade, David S. Heeszel, Douglas A. Wiens, Patrick Shore and Masaki Kanao, Crustal Structure of the Gamburtsev Mountains, East Antarctica, from S-wave Receiver Functions and Rayleigh Wave Phase Velocities, Earth Planet. Sci. Lett., Vol. 300, pp. 395-401, doi:10.1016/j.epsl.2010.10.022, 2010
4. David S. Heeszel, Douglas A. Wiens, Andrew Nyblade, Masaki Kanao, Meijian An, Y. Zhao, Velocity structure and lithospheric age of the Gamburtsev Subglacial Mountains, 第 2 回極域科学シンポジウム、プログラム・講演要旨 G-4、11 月 14 日-18 日、国立極地研究所、2011
5. 金尾政紀、竹本哲也、藤原 明、伊藤 潔、井川 猛、東南極リュツォ・ホルム岩体、東オングル島での浅層反射法地震探査、第 30 回極域地学シンポジウム、プログラム・講演要旨 PG26、12 月 2 日-12 月 3 日、国立極地研究所、2010
6. Kanao, M., Wiens, D. A., Hansen, S. E. and A. Watanabe, Crustal structure of the Lützow - Holm Bay to Dome - F, and the GSM in East Antarctica derived from seismic and gravity surveys, 11th Inter. Symp. Ant. Earth Sci., PS18.5, July 10-16, Edinburgh, UK, 2011
7. 松島 健、「遠隔地（離島・極地を含む）での地震火山観測技術、「青い地球と白い大陸の地震学」、- 南極域の固体地球振動特性と不均質構造・ダイナミクスの解明 -、【観測報告と研究成果、将来計画に関する検討会（3）】、2 月 24 日、国立極地研究所、2011.

コンドライトに含まれるアルカリに富む岩片の起源

◎岡野 修 岡山大学大学院自然科学研究科・助教 (研究代表者)

(国立極地研究所)

三澤 啓司

准教授

(担当教員)

平成21年～平成23年(3か年)

(研究期間)

[研究成果]

富士フィルムによって開発されたイメージングプレート(以下IP)は、高感度で測定可能な放射線のエネルギー範囲が広く、繰り返し使用できることから、X線フィルムに代わる測定器として利用されてきた。IPに荷電粒子が当たると、そのエネルギーの一部あるいは全部がIPに保存される。この特徴を生かして、Hareyama et al. (2000) は、花崗岩をIPに接触させて、カリ長石とウラン、トリウムに富むジルコンやアラナイトを同定した。しかしこの研究は、IP利用の可能性を示すに留まっていた。なぜなら、鉱物の同定を主目的とすれば、X線マイクロアナライザー(EPMA)などの分析手法がより優れていたからである。

惑星物質(角礫岩コンドライト隕石)中に含まれるアルカリ元素に富む岩片の形成過程については、いくつかのモデルが提唱されていた(Wlotzka et al., 1983)。これらの岩片は、サイズが数mm、重量が数mg以下であり、実体顕微鏡による色や形の観察では識別できない。EPMAを用いればアルカリ元素含有量を求められるが、角礫岩から分離した岩片そのままでは、分析できない(研磨して炭素蒸着が必要)。そこで、 ^{40}K (そして ^{87}Rb)の壊変に伴う微弱放射能を捉えることができるIPを用いることにより、試料を破壊することなく、また汚染することなく、カリウムおよびルビジウムに富む岩片試料を選別し、さらに定量分析が可能となるのではないかという考えに至った。

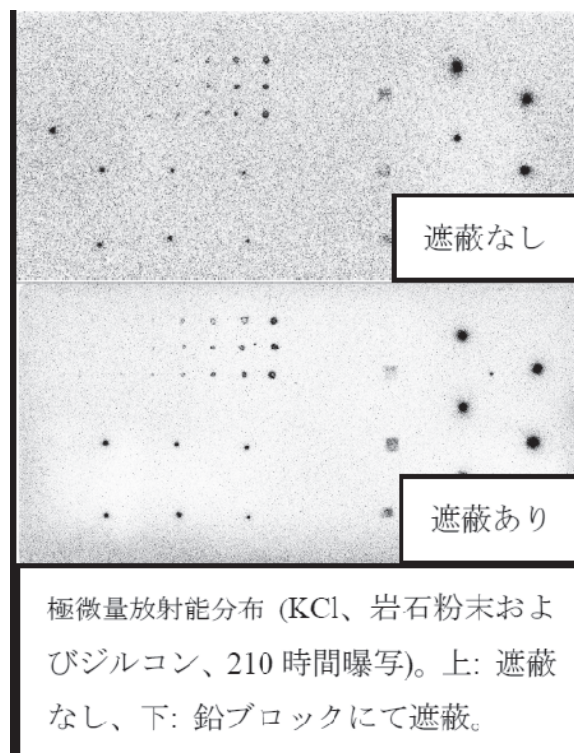
^{87}Rb - ^{87}Sr 同位体年代学および微量元素分析では、分離した岩片試料を化学処理するため、汚染がないよう細心の注意を払う必要がある。隕石中からアルカリに富む試料を非破壊、汚染なしで容易に分離できれば、さらなる研究の展開が期待できる。本研究では、IPを用いて、角礫岩隕石試料中からアルカリ元素(カリウム、ルビジウム)に富む岩片を、効率的に、汚染することなく分離するために、遮蔽、曝写時間の検討を行い、手法を確立した。さらに、角礫岩隕石中のアルカリに富む岩片の岩石鉱物学、元素存在度の特徴を明らかにした。

背景放射線からの遮蔽: IPを用いて微弱放射能を検出する場合、1週間から1か月にわたる曝写が必要となる。このような長時間の曝写においては、背景放射線による潜像の蓄積が問題となり、十分な遮蔽が不可欠である。遮蔽のない環境では、着目した放射線の潜像が背景放射線の潜像に埋もれ

てしまう(下図)。そこで背景放射線量の高い素材を排し、背景放射線量の低いアクリル板を新たに加工し、IPホルダーとして試料とIPを固定した。試料を包むポリエチレンフィルムは、塩酸を用いて洗浄し、汚染を抑えた。IPへの曝写は、東大宇宙線研究所微弱放射能測定施設(地下25 m)に設置されたゲルマニウム半導体検出器の鉛遮蔽箱を利用し、背景放射線の影響を最小限に抑えた。

・極微量放射性元素によるIPへの曝写実験: 既知量の試薬(KCl, RbCl溶液)をポリエチレンフィルム上で乾固し、さらにポリエチレンフィルムで包み、IPと接触させ ^{40}K から ^{40}Ca への β^- 壊変、 ^{87}Rb から ^{87}Sr への β^- 壊変に伴う放射線によって潜像を得た。IPでの潜像強度を読み取り、カリウムおよびルビジウム量から検量線を求め、これに基づいてカリウムおよびルビジウム含有量の定量を試みた。

曝写時間の設定: 曝写時間が長くなることから、潜像の減衰(30日間で~80%)も考慮した。210時間の曝写によってカリウム=25 μg が検出出来た。曝写時間と潜像の減衰の関係を、カリウム=0.5-1 μg について詳細に検討した。



曝写結果: 岩片試料をホルダーに入れ、宇宙線研究所の鉛遮蔽箱内で50日間曝写を行った結果、Y-74442暗灰色岩片27試料のうち、8試料について十分な感光を確認できた。薄片試料については、スライドガラス(ソーダガラス)からの背景放射が強く、試料からの感光をとらえることは出来なかった。RbCl標準試料による感光は認められなかった。

LLコンドライト中のアルカリ岩片: Bhola, Krähenberg, Y-74442に含まれるアルカリ元素に富む岩片の岩石鉱物学研究から、これらの岩片の組織は類似していることがわかった。また、岩片の主

要元素化学組成は隕石間で良く一致し、カリウムに富んでいること、およびナトリウムの損失を除いてそれぞれのホストの化学組成と一致した。このことから、Bhola, Krähenberg, Y-74442に含まれるアルカリ元素に富む岩片の起源物質は、同一もしくは同様の過程により形成されたことが示唆された。

Y-74442に含まれるアルカリ元素に富む岩片について同位体分析を行い、 ^{87}Rb - ^{87}Sr 年代~44億年を得た。

[参考文献]

- 1) Hareyama M. *et al.* (2000) Two-dimensional measurement of natural radioactivity of granitic rocks by photostimulated luminescence technique. *Geochem. J.* **34**, 1-9.
- 2) Wlotzka F. *et al.* (1983) Alkali differentiation in LL-chondrites. *Geochim. Cosmochim. Acta* **47**, 743-757.

[研究発表]

- 1) 横山 立憲、三澤 啓司、岡野 修 (2011) LLコンドライト中に含まれるアルカリ元素に富む岩片 2011年度日本地球化学会年会、北海道大学、札幌、2011年9月14-16日
- 2) Okano O., Yokoyama T., Minowa H., Mori K., Saito K., Kusuno H., Fukuoka T., Misawa K. (2011) Identification of K-rich fragments in chondritic breccias using Imaging Plate (IP): an application to the planetary materials. *Antarctic Meteorites XXXIV*, 66-67.
- 3) Yokoyama T., Misawa K., Okano O. (2011) Alkali-rich fragments in LL-chondritic breccias. *Antarctic Meteorites XXXIV*, 93-94.

I . 共同研究報告（終了）

一般共同研究

（4）生 物 圏

(共同研究報告書 (終了))

三次元空間における海洋生物の行動および環境計測に関する研究 (研究課題)

◎三谷曜子 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・助教 (研究代表者)

宮下和士 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・教授 (共同研究者)

(国立極地研究所)

高橋晃周 准教授 (担当教員)

渡辺佑基 助教

平成 21 年～平成 23 年 (3 か年) (研究期間)

[研究成果]

1. はじめに

水中における潜水動物の行動研究は、時系列深度記録計 (Time Depth Recorder: TDR) によって進められてきた (Kooyman 1968; Kooyman et al. 1976). その後、遊泳速度を記録することによって、潜水動物の移動距離 (Le Boeuf et al. 1992; Otani et al. 2000) や餌を捕食するときの遊泳速度を知ること (Wilson et al. 2002) が可能となったほか、加速度データロガーによって、潜水動物の行動が詳細にわかるようになった (Williams et al. 2000; Yoda et al. 2001; Sato et al. 2002). しかしながら、海という三次元の空間において、どのように鉛直的に、そして水平的に移動しているのかを明らかにするためには、潜水行動を動物の泳いだ軌跡として三次元で可視化することが必要である。本研究では、生物の行動を三次元で再構築し、時々刻々と変化する生息環境と併せて解析することにより、生息環境が生物の行動にどのような影響を与えるのかを明らかにすることを目的とした。

2. キタオットセイの採餌行動モニタリング

日本近海へと来遊するキタオットセイは、ロシアの島嶼で夏に繁殖し、冬になると摂餌のために南下する。本種は、毛皮目的で乱獲された歴史があり、捕獲が禁止されてきたが、近年、個体数が回復し、日本海側へ来遊した個体が漁業被害を起こすとして問題になっている。本研究では、本種の詳細な採餌行動をモニタリングする手法を確立するため、まず、加速度データロガーを飼育下のキタオットセイに装着し、遊泳・捕食の様子をビデオカメラによって撮影することにより、加速度データと行動との照合を行った (岩田ら 2009)。

次に、地磁気および加速度を計測できる 3D デー

タロガーを用い、GPS データロガーを同時に装着して繁殖地周辺におけるキタオットセイ成熟メスの三次元行動モニタリングを行った。加速度データから、キタオットセイが前ヒレを羽ばたかせて泳ぐ「ストローク」、および、羽ばたかずに進む「グライド」に分けたほか、水の中に潜って餌を食べたり、移動したりする Diving と、海面で滞在する Surfacing に分け、Surfacing についてはさらに、ぐるぐると旋回しながら進む「スピン」、海面を飛びながら泳ぐ「ポーポイジング」、そして海面で片方のヒレを挙げ、もう片方のヒレで水をかきながら休息する「レスト」のように行動のカテゴリ分けを行った。これにより、採餌や移動にかかるエネルギーコストを見積もることができるようになり、今後、エネルギー収支をモデル化して、海洋資源環境との相互作用を明らかにすることができると期待できる。

3. 魚類の行動モニタリング

水中での行動を三次元で解析する手法として、3D データロガーは有用であるが、サイズの小さな魚類に装着することは難しい。そこで、魚類の水平的な移動を追跡するための手法として用いられている電波・音波テレメトリー手法と、バイオリギング手法を用いて、イトウの行動特性や周辺環境の利用様式を明らかにした。河川に生息するイトウでは、上流・中流に生息する個体と、下流・河口域に生息する個体において、異なる行動様式を取ることが明らかとなった (本多ら 2009; Honda et al. 2010)。

また、北海道知床半島に回帰してくるサケを対象に深度と周辺温度を計測できるデータロガーを装着し、個体が選択する深度と水温について明らかにした (岳ら 2009)。これまでのところ、12~18℃を選択する個体が多く、適水温の水塊の位置によって

その年の漁獲量が変化することが示唆された。今後は、さらに水平方向の移動を明らかにすることにより、周辺環境が個体の行動にどのような影響を与えるかについて、明らかにすることができると期待される。

[参考文献]

- Kooyman, G. L. (1968) An analysis of some behavioral and physiological characteristics related to diving in the Weddell seal. *Antarct. Res. Ser.* 11: 227-261.
- Kooyman, G. L., Gentry, R. L., and Urquhart, D. L. (1976) Northern fur seal diving behavior: a new approach to its study. *Science* 193: 411-412.
- Le Boeuf, B. J., Naito, Y., Asaga, T., Crocker, D., and Costa, D. P. (1992) Swim speed in a female northern elephant seal: metabolic and foraging implications. *Can. J. Zool.* 70: 786-795.
- Otani, S., Naito, Y., Kato, A., and Kawamura, A. (2000) Diving behavior and swimming speed of a free-ranging harbor porpoise, *Phocoena phocoena*. *Mar. Mamm. Sci.* 16: 811-814.
- Sato, K., Naito, Y., Kato, A., Niizuma, Y., Watanuki, Y., Charrassin, J. B., Bost, C. -A., Handrich, Y., and Le Maho, Y. (2002) Buoyancy and maximal diving depth in penguins: do they control inhaling air volume? *J. Exp. Biol.* 205: 1189-1197.
- Williams, T. M., Davis, R. W., Fuiman, L. A., Francis, J., Le Boeuf, B. J., Horning, M., Calambokidis, J., and Croll, D. A. (2000) Sink or swim: strategies for cost-efficient diving by marine mammals. *Science* 288: 133-136.
- Wilson, R. P., Ropert-Coudert, Y., and Kato, A. (2002) Rush and grab strategies in foraging marine endotherms: the case for haste in penguins. *Anim. Behav.* 63: 85-95.
- Yoda, K., Naito, Y., Sato, K., Takahashi, A., Nishikawa, J., Ropert-Coudert, Y., Kurita, M., and Le Maho, Y. (2001) A new technique for monitoring the behaviour of free-ranging Adélie penguins. *J. Exp. Biol.* 204: 685-690.

[研究発表]

- 1) Yuuki Y. Watanabe, Katsufumi Sato, Yutaka Watanuki, Akinori Takahashi, Yoko Mitani, Masao Amano, Kagari Aoki, Tomoko Narazaki, Takashi Iwata, Shingo Minamikawa, Nobuyuki Miyazaki. Scaling of swim speed in breath-hold divers. *J. Anim. Ecol.* **80** (1): 57-68 (2011)
- 2) Yoko Mitani, Russel D. Andrews, Katsufumi Sato, Akiko Kato, Ysuhiko Naito and Daniel P. Costa. Three-dimensional resting behaviour of northern elephant seals: drifting like a falling leaf. *Biol. Lett.* **6**: 163-166 (2010)
- 3) Yasuhiko Naito, Yoko Mitani. Diving and foraging behavior of toothed whales: Do toothed whales compete for prey in the deep sea?, *Proceeding of an International Symposium, Into the Unknown, Researching Mysterious Deep-sea Animals 2007, Okinawa, Japan.*, 43-52 (2010)
- 4) Kentaro Honda, Haruka Kagiwada, Naoki Tojo, Kazushi Miyashita. Riverine environmental characteristics and seasonal habitat use by adult Sakhalin taimen, *Hucho perryi*, in the Bekanbeushi River system, Japan. *Journal of Fish Biology* **77**: 1526-1541 (2010)
- 5) 岩田高志, 三谷曜子, 米崎史郎, 香山薫・高橋晃周. 加速度データロガーを用いた飼育下キタオットセイの遊泳行動モニタリング. *日水誌* **75** (6): 989-994 (2009)
- 6) 本多健太郎・野田裕二・津田裕一・宮下和士. バイオテレメトリー手法を用いた別寒辺牛川水系におけるイトウ (*Hucho perryi*) 成魚の移動生態の解明. *日本生態学会誌*, **29**: 239-247 (2009)
- 7) 岳雪蓮, 水越麻仁, 本多健太郎, 野別貴博, 三谷曜子, 宮下和士. バイオロギングによるカラフトマス, シロザケの移動生態調査. *平成20年度知床世界自然遺産地域生態系調査報告*, 104-113 (2009)

(共同研究報告書 (終了))

GPS データロガーを用いたオオミズナギドリの飛翔行動の解析

◎名古屋大学大学院環境学研究科・准教授 依田憲
 北海道大学大学院水産科学研究院・准教授 綿貫豊
 長岡技術科学大学・助教 山本麻希
 (国立極地研究所)
 高橋晃周准教授、渡辺佑基助教
 平成 21 年～平成 23 年 (3 か年)

[研究成果]

海洋生態系の高次捕食者である海鳥は、様々な時空間スケールでダイナミックに変動する海洋環境に対応していると考えられる。特に、機動力の高い海鳥類は、餌分布や風環境の局所的な変化に敏感に対応して移動している可能性が高いため、測位精度の高い機器を用いて移動追跡を行う必要がある。そ

位は、2 分もしくは 1 分間隔で行った。装着から一週間経過後、回収作業を行った。雄は高音で鳴くことを利用し、鳴き声で雌雄判別を行った。また、回収時に頭長や翼面積などの体部位を計測した。

胃内容物のサンプル採集は 5 日に 1 回行った。胃洗浄法を用いて、保定したオオミズナギドリの嘴にゴム製チューブを差し込み、水を胃に流しこんで吐き戻させた。採集したサンプルは 99% のイソプロパノールで保存し、DNA 分析を行った。なお、DNA 分析には 2007, 2008 年に得られたサンプルを用いた。

その結果、粟島のオオミズナギドリは積算距離で最大 2932 km 移動し、北海道東部沿岸域で採餌することが明らかとなった (図 1)。さらに、採餌トリッ

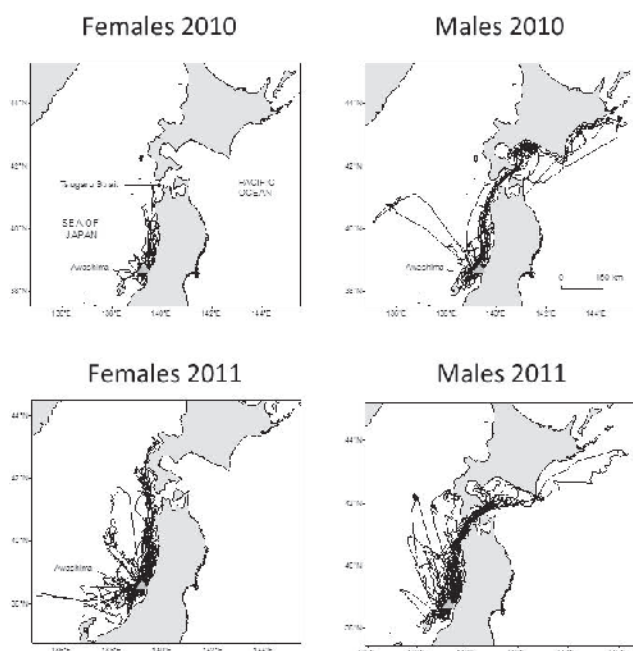


図 1 2010, 2011 年の新潟県粟島のオオミズナギドリの GPS 移動経路

こで本研究では、日本海側で繁殖するオオミズナギドリ (*Calonectris leucomelas*) の採餌経路と食性を調べることによって、移動および食性の基本的な特性を記載し、経路決定メカニズムを明らかにすることを目的とした。

2009, 2010, 2011 年の 8-10 月に、新潟県粟島 (38°27'N, 139°14'E) で育雛を行うオオミズナギドリの親鳥に GPS データロガー (テクノスマート、イタリア) を装着した。GPS データロガーによる測

	F-10 (n=20)	M-10 (n=31)	F-11 (n=82)	M-11 (n=68)
FTD (days)	1.1 [0.5-3.5]	2.2 [0.5-10]	1.7 [0.5-5.6]	2.0 [0.5-8.8]
MFD (km)	82 [14-317]	190 [16-769]	103 [8-530]	158 [14-846]
TD (km)	291 [101-1065]	584 [74-2904]	373 [38-1816]	546 [70-2932]

表 1 採餌トリップ長 (FTD)、最大採餌距離 (MFD)、積算移動距離 (TD)。2010, 2011 年の雄 (M) と雌 (F)

	Wing loading (N/m ²)	Aspect ratio
Females (n=27)	42.9 ± 2.7	10.3 ± 0.5
Males (n=32)	48.8 ± 4.5	10.5 ± 0.5

t-test: wing loading P < 0.001; aspect ratio P = 0.14

表 2. オオミズナギドリの翼面荷重とアスペクト比

ブ長、最大到達距離、積算移動距離には雌雄差があり（表 1）、雌が津軽海峡を抜けることは一度も無かった。また、50-70%の雄が津軽海峡を抜けていたが、トリップ比にすると、2 割程度であった。津軽海峡に入る際、雄は弱風を選択していた。雌雄で翼のアスペクト比に差はなかったが、翼面荷重は雄のほうが有意に大きかった（表 2）。

また、2007 年、2008 年に採集したサンプル 76 瓶から 100 個の肉片を取り出して DNA 解析を行った結果、オオミズナギドリ 43 個体分（2007 年は 3

粟島のオオミズナギドリが採餌していた餌種

餌生物	学名	
魚類		
カタクチイワシ	<i>Engraulis japonica</i>	46.8
ホソトビウオ	<i>Cypselurus hiraui</i>	1.9
サンマ	<i>Cololabis saira</i>	9.5
マルソウダ	<i>Auxis rochei</i>	9.5
ゲンゲ亜目	<i>Lycodes toyamensis</i>	3.8
メバル属	<i>Sebastes inermis</i>	1.9
カサゴ目	<i>Scorpaeniformes</i>	7.6
マイワシ	<i>Sardinops melanostictus</i>	7.6
マアジ	<i>Trachurus japonicus</i>	9.5
タラ目	<i>Gadiformes</i>	1.9
サンプル数		43

表 3. 粟島のオオミズナギドリの食性

個体、2008 年は 40 個体）の胃内容物を判別することができた。餌種には 10 種類の魚種（カタクチイワシ *Engraulis japonica*、マルソウダ *Auxis rochei*、マイワシ *Sardinops melanostictus*、ゲンゲ亜目 *Lycodes toyamensis*、マアジ *Trachurus japonicus*、カサゴ目 *Scorpaeniformes*、サンマ *Cololabis saira*、メバル属 *Sebastes inermis*、タラ目 *Gadiformes*、ホソトビウオ *Cypselurus hiraui*）が出現し、カタクチイワシの出現が 46.8 % と最も高かった（表 3）。なお、DNA 抽出を行う際のための肉片のサンプリングの際に、目視判定によりイカ（種は不明）も確認された。

本研究の結果、新潟県粟島のオオミズナギドリの基礎的な採餌生態が明らかとなった。多くの雄が津軽海峡を抜けて生産性の高い北海道東部沿岸域で採餌を行っていたが、雌は 2011 年のように長距離移動することがあっても、津軽海峡を抜けることは一度もなかった。

こうした移動行動の性差は、翼面荷重の違いによって生じたかもしれない。高翼面荷重は、揚力確保

のために対気速度を上げる必要があるものの、強風時に強い（Shaffer et al. 2001; Suryan et al. 2008）。一方、低翼面荷重は、低速でも十分な揚力を確保できるが、風に弱い。日本海、津軽海峡、太平洋の順に平均風力は高くなるため（図 2）、雌にとっては津軽海峡や太平洋を飛翔するコストが、北海道東部沿岸部で得られる利益を上回るのかもしれない。

こうした明確な行動性差は、太平洋側にある同緯度帯繁殖地で繁殖するオオミズナギドリでは見られない（Yoda K, unpub. data.）。今後は地域間比較を行うことによって、行動性差が生じるメカニズムを明らかにすることができよう。

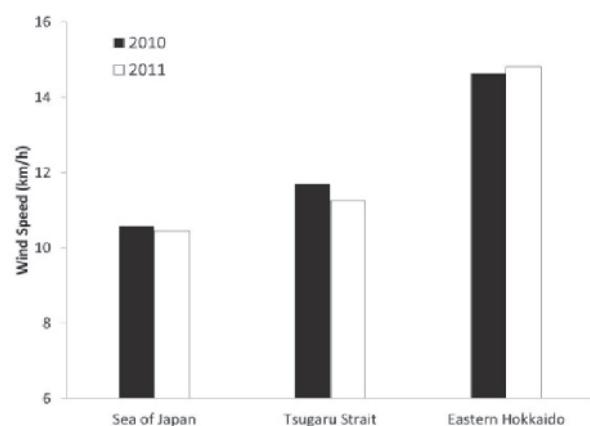


図 2. 調査期間中の日本海、津軽海峡、北海道東部沿岸域の風力。データは気象庁より得た

[引用文献]

Shaffer SA, Weimerskirch H, Costa DP (2001) Functional significance of sexual dimorphism in Wandering Albatross *Diomedea exulans*. *Func. Ecol.* 15:203-210.
 Suryan RM, Anderson DJ, Shaffer SA, Roby DD, et al. (2008) Wind, waves and wing loadings: morphological specialization may limit range expansion of endangered albatross. *Plos One* 3(12):e4016. doi:10.1371/journal.pone.0004016.

[研究発表]

Zavalaga CB, Abe T, Yoda K, Yamamoto M, Watanuki Y. Wing morphology and wind barriers: sex-specific differences of foraging ranges of Streaked shearwaters from Awashima, Japan. 第七回日本バイオリギング研究会シンポジウム. 2011 年 11 月 12 日. 名古屋大学

共同研究報告書（終了）

西南極地域における大型捕食動物の行動生態に関する研究

◎渡辺伸一 福山大学大学生命工学部・講師
坂本健太郎 北海道大学大学院獣医学研究科・講師
(国立極地研究所)
高橋晃周 准教授
渡辺佑基 助教
平成 21 年～平成 23 年（3 か年）

[研究成果]

1. はじめに

本研究では、西南極の生態系変化を高次捕食者の採餌行動から解明することを目的とした。調査は、サウスジョージア諸島バード島のペンギン類・アホウドリ・オットセイ、サウスオークニー諸島シグニー島のペンギン類にデータロガーを装着して得られたバイオリギングデータをもとに行った。

データ解析では、画像データロガーから得られたデータから、餌や他の捕食者の分布と海氷などの海洋環境とどのような関係があるのかを調べ、さらにそれが捕食者の行動にどのように表れるかを分析した。

2. マユグロアホウドリの採餌行動

サウスジョージア諸島バード島のマユグロアホウドリに装着したカメラデータロガーから、アホウドリの採餌行動について分析した。その結果、アホウドリがシャチのような高次捕食者が捕食した餌生物の食べ残しを利用することで、効率よく採餌を行っていることが明らかになった（図 1）。

アホウドリは採餌のために、シャチを探索し、その食べ残しを得ることがわかったが、このような広域を探索する行動が、エネルギー収支の観点から妥

当であるか不明であった。そこで、サウスジョージア諸島バード島のアホウドリに装着した心電図及び加速度ロガーから、マユグロアホウドリの採餌トリップ中のエネルギー消費について分析した。その結果、マユグロアホウドリは飛翔中の 97%の時間を滑空しており、滑空中のエネルギー代謝速度は水上休息中とほぼ同じであることが明らかとなった。これは、アホウドリがエネルギー収支の面からも最適な採餌行動を選択していることを示唆している。

また、大型捕食動物の行動生態を調べるためには、カメラロガーが有用であるが、得られた静止画像の解析に多大な労力が必要であることが問題となっていた。そこで、カメラロガーから得られた静止画像を自動で解析するコンピュータプログラムを開発した。

3. 海氷の分布とペンギン類の採餌行動の関係

サウスオークニー諸島シグニー島のペンギン類に装着したカメラロガーのデータを分析し、海氷の分布とペンギン類の採餌行動の関係について解析した。その結果、海氷の分布が餌であるオキアミの分布に影響を与え、さらにペンギンの採餌行動に影響を及ぼすことが明らかになった。

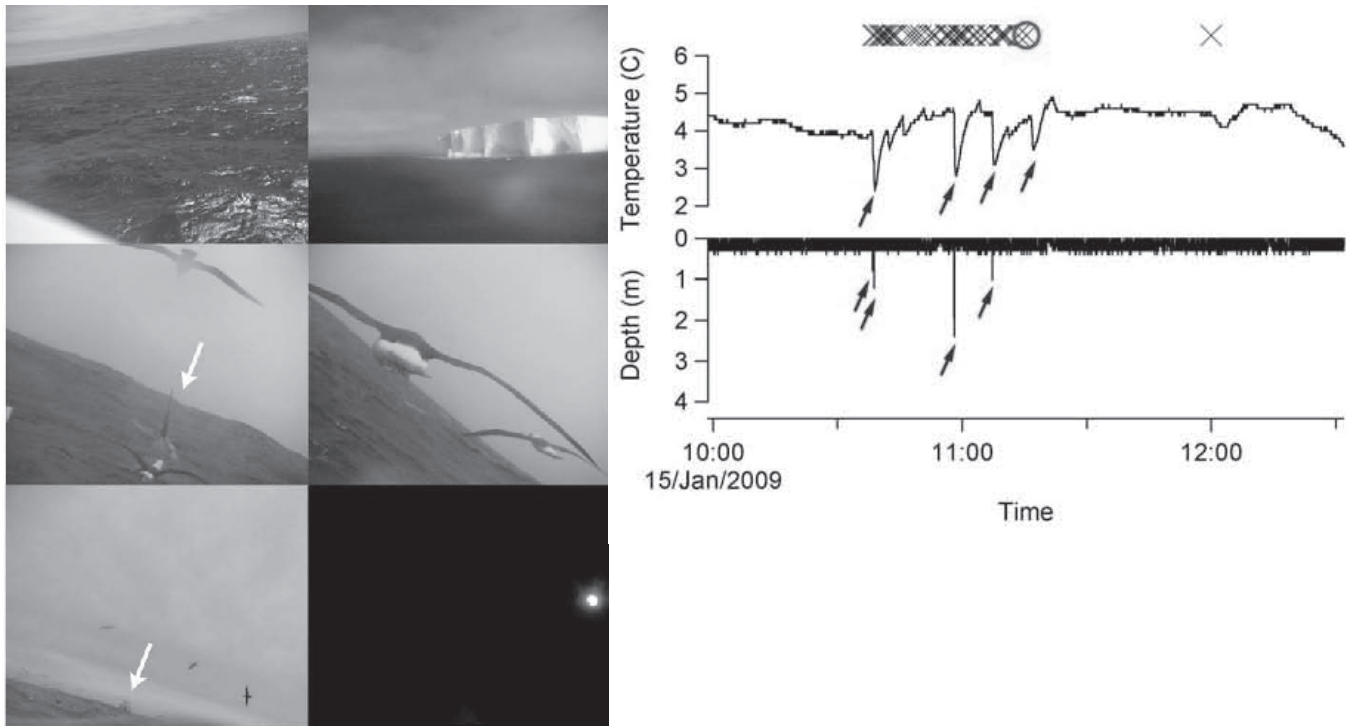


図1. カメラロガーで記録したマユグロアホウドリの採餌行動

【研究発表】

- Crossin, G. T., Trathan, P.N., Phillips, R. A., Gorman, K.B., Dawson, A., Sakamoto, K.Q. and Williams, T.D. 2012. Corticosterone predicts foraging behaviour and parental care in macaroni penguins. *Am. Nat.*, (in press)
- Fuse Y.K., Sakamoto, K.Q., Sato, K. and Habara, Y. 2012. Cardiorespiratory pattern of rest-associated apnea in a Weddell seal: A case study at an ice hole in Antarctica. *Polar Biol.*, (in press)
- Iwata, T., Sakamoto, K.Q., Takahashi, A., Edwards, E.W.J., Staniland, I.J., Trathan, P.N. and Naito, Y. 2012. Using a mandible accelerometer to study fine-scale foraging behavior of free-ranging Antarctic fur seals. *Mar. Mammal Sci.*, (in press)
- Kikuchi, M., Sakamoto, K.Q. and Sato, K. 2010. Acquisition of gliding skills by Weddell seal (*Leptonychotes weddellii*) pups during lactation. *Polar Biol.*, 33: 1429-1435.
- Kokubun, N., Takahashi, A., Mori, Y., Watanabe, Y., Shin, H-C. 2010. Comparison of diving behaviour and foraging habitat use between chinstrap and gentoo penguins breeding in the South Shetland Islands, Antarctica. *Marine Biology*, 157,811-825.
- Sakamoto, K.Q., Takahashi, A., Iwata, T. and Trathan, P.N. 2009. From the eye of the albatrosses: a bird-borne camera shows an association between albatrosses and a killer whale in the Southern ocean. *PLoS ONE*, 4: e7322.
- 坂本健太郎・渡辺伸一. 2012. 【特集】生物が記録する科学ーバイオリギングサイエンス：加速度計でわかる動物の動き. 自然と科学の情報誌[ミルシル] 5: 14-16.

共同研究報告書（終了）

動物装着型小型記録計の回収システムの開発

◎京相 雅樹 東京都市大学工学部・講師 (代表研究者)
 内藤 靖彦 国立極地研究所・名誉教授 (共同研究者)
 (国立極地研究所)
 高橋 晃周 准教授 (担当教員)
 渡辺 佑基 助教 (担当教員)
 平成21年～平成23年（3か年） (研究期間)

[研究成果]

1. はじめに

技術の進歩によりマイクロデータロガー（MDL）
 ①は帰巢性動物以外の動物（魚類、陸生哺乳類・鳥類）への利用が求められているが、回収の問題がネックとなっている。この問題の解決には極めて小型の回収システムの開発が必須とされている。本研究は、
 1）コマンド切り離し用送受信機^②、2）超小型切り離し装置^{③,④}、3）超小型アルゴス送信機、の開発を行い上記の問題解決を目的とする。

2. コマンド切り離し用送受信機の開発

この装置は陸上において、ロガー回収時に捕獲あるいは接近することが困難な動物を対象とする。受信機を含む切り離しデバイスとロガーを切り離しバンドで対象となる動物に固定する。回収の際には動物が回収に適当な場所にいるのときに切り離し指令を送信機より送ってロガーを回収する。

コマンドの送信可能範囲の目標を 500m と定め、使用に関して免許の取得が不要な範囲で FM 電波と 400MHz 帯特定省電力の電波による装置の開発と評価を行った。また通信方式には雑音による誤動作の防止とコマンド検出能力向上のため、スペクトル拡散通信方式を採用した。装置の概略を Fig.1 に示す。送信される拡散符号は、位相の揃った 2 つの符号を乗算したときのみ大きな振幅が得られるという特徴があり、これを利用して遠距離の切り離しを実現する。各通信装置の仕様を Table 1 に示す。

まず、正常に通信が行われるかの評価を行い、次に妨害波として正弦波および方形波を入力したときに誤動作を生じないかについて検証した。その結果、FM 装置では約 50m の距離にて正常な通信が確認でき、また妨害波混入時にも誤動作を生じないことを確認した。ASK 装置では、製作した回路の出力が設計値の 10dBm に達しなかったため、長距離の伝送に課題が残る結果となった。

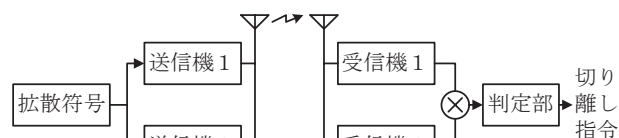


Fig.1 コマンド切り離し装置の構成

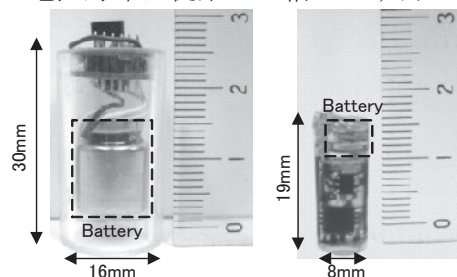
Table 1 製作した通信装置の仕様

項目	FM 装置	ASK 装置
搬送波周波数 [MHz]	81.4	440
送信出力 [dBm]	0	0
電源電圧 [V]	9	3
拡散符号速度 [cps]	1600	1600

3. 超小型切り離し装置の開発

この装置はウナギなどの小型水棲動物の生態調査を目的に開発した。利用方法としては、生態情報を計測したい期間経過した後、切り離し装置が作動して浮体と回収用電波発信機を付けたロガーが水面に浮上し、これを回収するというものである。ウナギなどにおいては回遊期間が数ヶ月と長く、また行動の妨げにならないものが求められることから、低消費電力、小型の回路の開発を行った。

小型化のため最大電流供給量の少ない小型電池の搭載が必須となることから、切り離し時に必要な電力を、コンデンサに蓄えた電荷を放電することにより得るという工夫をした。これにより Fig.2 に示すように従来型より体積 1/6 という小型化に成功した。また電池寿命は従来の 8 倍の 8 ヶ月となった。



(a) これまでの装置 (b) 開発した装置

Fig.2 開発した装置とこれまでの装置の比較

次に、完成したデバイスのテストを行った。まず、タイマイとニホンウナギ各2個体を用いた動物装着実験を行い、いずれも正常に切り離しが行われることを確認した。Fig.3 はニホンウナギへの装着状況である。次に温度変化による切り離しまでの時間の誤差を計測した。その結果、0~20℃の温度変化に対し、誤差1.2%以内となり、十分な性能が得られた。さらに1000mの耐圧をクリアするための耐圧試験を行った。試験は船上から切り離し装置を500m、1000mの水深に下ろした状態で各5個ずつ作動させ、すべての装置が作動することを確認した。最後にニホンウナギを対象に、かごに入れたウナギを水深200mまで降下させた状態で動作させる実験を行い、正常動作を確認したことから、本システムの現実性を確認することができたと言える。

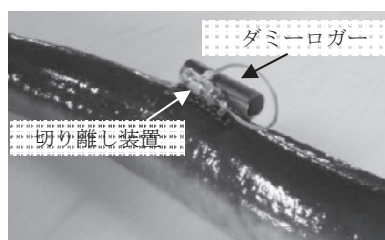


Fig.3 切り離し装置のニホンウナギへの装着状況

4. 超小型アルゴス送信機の開発

海上でのロガー探索を容易とするため、アルゴス衛星を用いた回収手法を提案し、超小型アルゴス送信基板を開発した。海上に浮上した送信機からは衛星経由で大局的な位置情報が届けられ、これを用い

て船による探索と回収を行うというコンセプトである。

Fig.4 は開発した送信機の基板である。完成した基板はバッテリーとともにケースに収め、アンテナを取り付けて通信実験を行った。実験はFig.5に示すように海上で実施し、電波を衛星経由および船上から確認できるかどうかを検証した。このとき、アンテナの水面からの高さは約10m、波高0.5mであった。その結果、衛星からの受信データを確認することができ、また15.5km離れた船上から電波を確認することができたことから、次の段階としてこの基板を実用に耐えるケースに収めて実用実験を行い、有用性を検証してゆく予定である。

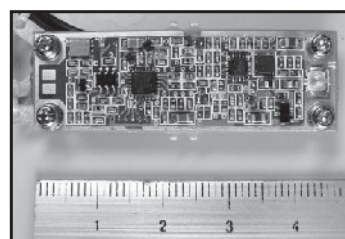


Fig.4 開発したアルゴス送信機基板

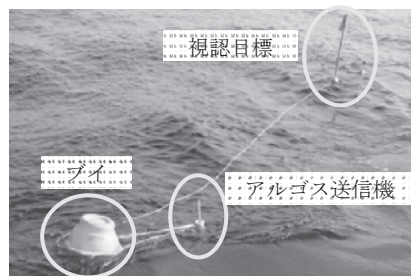


Fig.5 海上におけるアルゴス通信実験

[参考文献]

- 1) 内藤靖彦, マイクロデータロガーの現状, 月刊 海洋, Vol.29, No.3, p.137, 1997.
- 2) 長谷川剛史, 松尾浩隆, 京相雅樹, 石島正之, 海洋動物用データロガー切り離し装置の開発, 生体医工学, 第46巻, 特別号, PS3-4-20, p.891-892, 2008.
- 3) 京相 雅樹, 松尾 浩隆, 長谷川 剛史, 石島 正之, 内藤 靖彦, 水棲動物用データロガー切り離し装置の開発, 日本バイオロギング研究会第4回シンポジウム, 2008.
- 4) H. Matsuo, Y. Naito, M. Kyoso, Development of a Small Device to Detach Logger for Marine Animal, The Third International Biologging Science Symposium, 2008.

[研究発表]

- 1) 金谷 道昭, 京相 雅樹, 菊池 雅行, 眞鍋 諒太郎, 塚本 勝巳, 内藤 靖彦, データロガー回収用小型人工衛星ポップアップタグの開発, 第32回極域生物シンポジウム, 2010.
- 2) H. Matsuo, M. Kanadani, Y. Naito, R. Manabe, J. Aoyama, K. Tsukamoto, M. Ishijima, M. Kyoso, Development of a Micro-device to Detach Logger for Studies on Marine Biology: Improvements and Tests, Trans. of the Jap. Soc. for Med. and Biol. Eng., Vol.48, Suppl.1, PS2-9-5, 2010.
- 3) H. Matsuo, T. Hasegawa, Y. Naito and M. Kyoso, Development of a Small Device to Detach Logger for Marine Animal, 36th Pacific Seabird Group Annual Meeting, 2009.
- 4) T. Hasegawa, H. Matsuo, Y. Naito and M. Kyoso, Development of Device to Detach Logger for Wild Animals with Wireless Communication, 36th Pacific Seabird Group Annual Meeting, 2009.

(別紙)

参 加 者 一 覧

☐ 研究プロジェクト ☒ 一般共同研究 ☐ 研究集会		課題番号	21-37
研究課題名		動物装着型小型記録計の回収システムの開発	
氏名		所属	職
所内			備考
小計	0 名		
所外	塚本 勝巳	東京大学	教授
	眞鍋 諒太郎	東京大学	大学院生
	松尾 浩隆	東京都市大学	大学院生
	長谷川 剛	東京都市大学	大学院生
	金谷 道昭	東京都市大学	大学院生
小計	5 名		
合計	5 名		

※研究プロジェクト・一般共同研究・研究集会、いずれかを■にしてください。

※外国人研究者の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

※大学院生も含めてください。その場合、「職」の欄に「大学院生」と記入してください。

※行が不足する場合、適宜追加してください。

共同研究報告書

東南極陸上生態系における菌類の種多様性と環境適応能（研究課題）

◎(独)産業技術総合研究所バイオリファイナリー研究センター生物変換チーム・星野 保 研究チーム長
(研究代表者)

(国立極地研究所)

内田 雅己 准教授 (担当教員)

平成 21 年～平成 23 年 (36 か年) (研究期間)

[研究成果]

JARE48 夏隊参加時に昭和基地周辺陸上生態系にて採取した各種試料より、菌類の分離を試み、種レベルでの多様性を検討した。直接培養法による分離菌株 305 株は、全て子囊菌および担子菌であった。子囊菌は 8 属からなり、*Acremonium*, *Anatrctomyces*, *Embellasia*, *Phialocephala*, *Phoma*, *Thelebous* 属菌は昭和基地週へ露岩域にて初めて分離された。担子菌は 6 属からなり、*Caulerpa*, *Diozegia*, *Leucosporidium*, *Mrakia* 属菌は昭和基地週へ露岩域にて初めて分離された¹⁻²⁾。

積雪下において越冬性植物上で増殖し、その植物に対して病原性を示す一群の糸状菌（卵菌、子囊菌、担子菌）を雪腐病菌と呼んでいる。担子菌の菌糸体は、凍結に対する耐性が高く、その大多数は凍結によって死滅することはない。しかし、担子菌雪腐病菌の菌糸体は、増殖可能な温度域でも凍結した培地上では増殖が抑制される。同一の培養温度、栄養素の下、培地が凍結すると *Typhula ishikariensis* イシカリガマノホタケでは増殖速度が約半分となる。このため、担子菌雪腐病菌では細胞外に凍結を阻害する不凍タンパク質と呼ばれる機能タンパク質を大量に分泌し、外界が凍りにくく、菌糸が成長し易い環境に変化させる戦略を明らかにした。

また、イシカリガマノホタケ不凍タンパク質の立体構造を明らかにした。本タンパク質は、これまでに知られていた他の不凍タンパク質の立体構造とは全く異なっており、「らせん階段」のような独特の分子骨格をもっていることが明らかとなった。このタンパク質表面の一部には、氷と強く結合できるように平面性の高い領域が形成されていることが判った。さらに、この領域にある複数のミゾの中にいくつかの水分子が不規則に並んで埋もれていた。この領域が氷の表面に接すると、ミゾの中の水分子はそ

のまま氷の一部となり、不凍タンパク質と氷を強く結びつける「錨（いかり）」のような役割を果たすと考えられる。

Sclerotinia borealis 雪腐大粒菌核病菌は、最も低温環境に適応した菌類である。本菌は、不凍タンパクを生産せず、-1℃で培養すると凍結した基質の方が凍結していないものよりも増殖が速い。生物の増殖に未凍結水は必須であり、本菌においても同様と思われる。多種類の雪腐病菌を浸透圧ストレス下に培養を行うと、本菌のみ通常の培地よりも浸透圧ストレス環境下の方が菌糸体の増殖が早かった。雪腐大粒菌核病菌は宿主中のわずかな未凍結水とそれに含まれる濃縮された溶質を菌糸増殖のための水分および養分として利用していると考えられる。他の雪腐病菌特に同属の雪腐菌核病菌、マメ科牧草菌核病菌に同様の性質が認められないことから、雪腐大粒菌核病菌の浸透圧耐性は、本菌のみの特殊化した性質の可能性はある。

子囊菌雪腐病菌では不凍活性がみられないが、子のう菌を含む多様な南極産菌類から不凍活性の探索を行い、南極土壌より分離した未同定卵菌、未同定コウマクキン類（旧分類体系ではツボカビに含まれる）、子のう菌 *Antarctinomycetes psychrotrophicus* と *Penicillium camemberti* が不凍活性を示すことを明らかにした。精製した *A. psychrotrophicus* の細胞外不凍タンパク質は、多くの糖鎖を持ち、その生化学的性質およびアミノ酸組成はイシカリガマノホタケの不凍タンパク質とは異なっていた。さらに、*A. psychrotrophicus* のトランスクリプトーム解析により候補遺伝子が決定し、イシカリガマノホタケの不凍タンパク質と同じ遺伝子ファミリーに属するものの、アミノ酸配列の相同性の低いことが明らかになった。この結果から、*A. psychrotrophicus* の不凍タンパク質遺伝子は、

(裏面に続く)

(2枚目)

イシカリガマノホタケの不凍タンパク質遺伝子と同じ先祖タンパク質から分岐し、独自に進化した可能性がある。菌類内で最大の種数をもつ子嚢菌は、担子菌と比較してより多様な機構で凍結環境に適応していると考えられる。

卵菌は、菌糸隔壁をもたないことから凍結により

容易に死滅する。*Pythium iwayamai*の遊走子嚢も凍結により奇形となり、にのみ凍結障害を回避する機能をもつとされる。南極圏で分離した*Pythium*属菌の凍結耐性を比較し、南極点に近づくにしたがい遊走子能や卵胞子のみならず菌糸体も凍結耐性をもつ菌株がいることを明らかにした。

[参考文献]

- 1) Bridge P, Spooner B, Roberts P List of non-lichennized fungi from the Anatarctic region (Version 2.3.3; January 2010). http://www.antarctica.ac.uk/bas_research/data/access/fungi/index.html
- 2) Onofri S, Zucconi L, Tosi S Continental Antarctic Fungi. IHW-Verlag, Munchen, 2007.
- 3) 高松進 1989 福井農試特報 9:1-135.

[研究発表]

T. Hoshino, N. Xiao, O.B. Tkachenko: Cold adaptation in phytopathogenic fungi causing snow mold. *Mycoscience*, 50, 26-38 (2009).

津田 栄, 星野 保, 肖 楠, 工藤 栄: 南極産子嚢菌類の産生する新規不凍タンパク質. 特願 2009-089269.

N. Xiao, K. Suzuki, Y. Nishimiya, H. Kondo, A. Miura, S. Tsuda, T. Hoshino: Comparison of functional properties of two fungal antifreeze proteins from *Antarctomyces psychrotrophicus* and *Typhula ishikariensis*. *FEBS Journal*, Vol. 277, No. 2, p394-p403 (2010).

T. Hoshino, F. Terami, O.B. Tkachenko, M. Tojo, N. Matsumoto: Mycelial growth of the snow mold fungus, *Sclerotinia borealis* improved at low water potentials: an adaption to frozen environment. *Mycoscience*, Vol. 51, No. 2, p98-p103 (2010).

N. Xiao, S. Inaba, M. Tojo, Y. Degawa, S. Fujiu, Y. Hanada, S. Kudoh, T. Hoshino: Antifreeze activities of various fungi and Stramenopila isolated from Antarctica. *North American Fungi*, Vol. 5, No. 5, p215-p220 (2010).

星野 保, 横田祐司, 辻 雅晴, 湯本 勲, 工藤 栄: 乳脂肪分解性を有する南極産担子菌酵母及びその利用方法. 特願 2011-167225.

E. Verleyen, D.A. Hodgson, J. Gibson, S. Imura, E. Kaup, S. Kudoh, A. de Wever, T. Hoshino, A. McMinn, D. Obbels, D. Roberts, S. Roberts, K. Sabbe, C. Souffreau, I. Tavernier, W. van Nieuwenhuyze, E. van Ranst, N. Vindevogel, W. Vyverman: Chemical limnology in coastal East Antarctic lakes: monitoring future climate change in centres of endemism and biodiversity. *Antarctic Science*, Vol. 24, No. 1, p23-p33 (2012).

星野 保, 肖 楠, 村上 諒: 寒さと生きる菌類. 生物科学, 63, 222-229 (2012).

H. Kondo, Y. Hanada, H. Sugimoto, T. Hoshino, C.P. Garnham, P.L. Davies, S. Tsuda: Ice-binding site of snow mold fungus antifreeze protein deviates from structural regularity and high conservation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* in press.

周極域の森林生態系に生育する蘚苔・地衣類の分布と現存量

◎松浦陽次郎 (独) 森林総合研究所 国際連携推進拠点 国際森林情報推進室 室長 (研究代表者)
梶本卓也 // 植物生態研究領域 物質生産研究室 室長 (共同研究者)
森下智陽 // 四国支所 主任研究員 (共同研究者)

(国立極地研究所)

神田 啓 教授 (担当教員) (平成 21～22 年度)
内田雅己 助教 (担当教員)

平成 21 年～平成 23 年 (3 か年) (研究期間)

[研究成果]

1. はじめに

周極域森林生態系は、北米大陸と北欧地域に主に常緑針葉樹林が優占するのに対して、北東ユーラシアには落葉針葉樹であるカラマツの優占する森林が広がっている。これらの地域に対照的な環境条件の一つが、永久凍土の有無である。北米大陸東部と北欧地域の森林地帯には凍土は分布しないが、アラスカ内陸部とカナダ北西部には、点状分布地帯と不連続分布地帯が一部森林地帯と重なっている。一方、北東ユーラシアでは永久凍土の連続分布地帯にカラマツ林が成立している。このように周極域でも地域間には大きな特徴の違いがあり、林床の灌木や草本類と蘚苔地衣類の分布についても、周極域の共通出現種と環境条件を比較的良好に反映する種などが見られる。

本研究では、北方林生態系の林床に生育する蘚苔地衣類の現存量と分布特性を明らかにし、合わせて永久凍土面との関係を比較した。

2. 調査対象地域と方法

調査対象地域は、永久凍土の連続分布域に成立したカラマツ林生態系 (中央シベリア: 64N-100E)、永久凍土の不連続分布域に成立したトウヒ林生態系 (アラスカ内陸部: 65N-147W)、永久凍土の点状分布域に成立したマツ林 (カナダ北西準州: 60N-112W) の3地域である。

林床を構成する木本・草本・蘚苔地衣類についてはブロックサンプルを採取して現存量の推定を行い、分解程度による層位区分と仮比重測定、炭素蓄積量推定のための分析等を行った。

3. 結果と考察

①林床の現存量

中央シベリアのカラマツ林生態系では、林床に蓄積した有機物は現存量ベースで1ヘクタール当たり 18～37Mg (メガグラム=ton) であった。そ

のうち、約 30%が倒木などの粗大有機物で、蘚苔地衣類の褐色化した未分解部分は 50～60%を占め、残りは地上部の樹木起源の落葉などであった。

森林火災から十年経過した地域では、林床の有機物の現存量は 10Mg に達しておらず、火災後およそ 100 年経過した林床の 2～3 割にとどまっていた。

アラスカ内陸部のトウヒ林では、ヘクタール当たり 20～45Mg の堆積腐植蓄積量がみられた。粗大有機物蓄積量は約 20%で、70～80%が蘚苔地衣類の未分解部分であった。アラスカ内陸部のトウヒ林では、ミズゴケのマウンドが形成された林床タイプも各所で出現していた。

カナダ北西準州のマツ林生態系は、比較した森林の中では最も南に位置し、かつ土壌の乾燥程度が最も著しい地域であるため、林床の堆積腐植層の現存量は最も少ない値の範囲になっていた。腐植層の層厚が 10～20 センチと他の二地域の林床と比較すると半分以下の層厚で、ヘクタール当たりの堆積腐植現存量は 14～18Mg にとどまっていた。

②特徴的な種の分布

3地域を比較する際に特徴的な分布を示した種として苔類の *Ptilidium ciliare* を挙げることができる。周極域から極域のツンドラに分布するといわれているこの種は、年平均気温がマイナス 9℃の中央シベリアでは林床に普遍的に出現していたが、年平均気温がマイナス 4℃のアラスカ内陸部では、局所的に出現するのみとなり、年平均気温がマイナス 3℃のカナダ北西部の森林には出現しなかった。寒さの厳しさが低減するに従って、林床における出現頻度は低下した。

3地域に共通して林床に最も普遍的に出現したのは、*Pleurozium schreberi* と *Hylocomium splendens* の2種であった。中央シベリアとアラ

スカ内陸部の森林では、火災後 100 年程度を経過した成熟林の林床には前述の 2 種の蘚類の他に、*Ptilium crista-castrensis* が群落の構成種になっていた。

③永久凍土面と林床の蘚苔地衣類

周極域に成立する北方林では、大規模森林火災によって一斉に森林が更新する。永久凍土の上に分布する場合には、火災後の林床の堆積有機物が焼失することによって鉱質土層に太陽の熱が到達しやすくなるため、火災後には凍土面の沈下が発生する。

同時に、林床の蘚苔地衣類が焼失を免れれば、その場所の凍土面沈下は大きく生じることはない。林床に蓄積する蘚苔地衣類の未分解腐植層と、生きた緑色の部分は、凍土層の深さ（言い換えると生育期間中に融解する凍土層）＝活動層厚を決める重要な生物的要因である。

アラスカ内陸部と東シベリア及び中央シベリアを含む北東ユーラシアで、トウヒ林とカラマツ林の地上部現存量に蓄積した有機炭素量と活動層の厚さとの関係を調べたところ、活動層が浅ければ地上部現存量は少なく、活動層が深ければ地上部現存量が大きくなる傾向が認められた。

凍土地帯に成立する森林では、蘚苔地衣類層からなる、20～30 センチの堆積腐植層が森林の構造を左右し、地下部の発達にも大きな影響を与える。森林火災後に凍土面が沈下するため、森林の更新初期の 20 年間程度の間は、活動層も厚いために根系は比較的深くまで広がるが、林床の蘚苔地衣類が回復すると凍土面が再上昇する。そのため、凍土中に凍結した古い根系が見られるなど、林床の状態と凍土面の位置が森林構造、特に現存量蓄積に影響している。

[研究発表]

- 1) **Matsuura Y**, Hirobe M (2010) Soil carbon and nitrogen storage in Siberian permafrost region.
In: A Osawa et al. (eds.) Permafrost Ecosystems: Siberian Larch Forests. Ecological Studies 209, Springer, Berlin, pp 149-163.
- 2) **Morishita T**, Masyagina OV, Koike T, **Matsuura Y** (2010) Soil respiration in larch forests.
In: A Osawa et al. (eds.) Permafrost Ecosystems: Siberian Larch Forests. Ecological Studies 209, Springer, Berlin, pp 165-182.
- 3) **Kajimoto T**, Osawa A, Usoltsev VA, and Abaimov AP (2010) Biomass and productivity of Siberian larch forest ecosystems. In: A Osawa et al. (eds.) Permafrost Ecosystems: Siberian Larch Forests. Ecological Studies 209, Springer, Berlin, pp 99-122.
- 4) Osawa A, **Matsuura Y**, **Kajimoto T** (2010) Characteristics of permafrost forests in Siberia and potential responses to warming climate. In: A Osawa et al. (eds.) Permafrost Ecosystems: Siberian Larch Forests. Ecological Studies 209, Springer, Berlin, pp 459-482.
- 5) Noguchi K, Dannoura M, Jomura M, Awazuhara-Noguchi M, **Matsuura Y**. High belowground allocation in an upland black spruce (*Picea mariana*) stand in interior Alaska. Polar Science (in press).

(共同研究報告書 (終了))

南極産大型藻類標本のデータベース化と分子系統解析 (研究課題)

◎ 嶋田 智 お茶の水女子大学・准教授 (研究代表者)
(国立極地研究所)
渡邊研太郎 教授 (担当教員)
平成 21 年～平成 23 年 (3 年) (研究期間)

[研究成果]

現在、南極産大型藻類のデータベースは無い。そこで本研究では、所蔵乾燥標本を有効利用し、約 200 種類ほど存在するとされる南極産大型藻類や南極生態系の理解・研究発展のため、南極産大型藻類データベースを構築する。また、最近ヨーロッパの海藻研究グループが 18 世紀半ばにリンネによって採集されたアオサ属のタイプ種 (*Ulva lactuca*) の乾燥標本から DNA を抽出し分子系統解析に成功した。この最新技術を用いて所蔵乾燥標本から DNA を抽出し、南極産大型藻類の系統・進化・分類に関する各種調査(種の分子同定、系統解析、未記載種の発見、生物地理学的解析)を行いたいと考えた。

現在まで、国立極地研究所に所蔵されている南極産大型藻類の乾燥標本をすべて確認した。その結果、緑藻カテゴリー (P07): 44 シート、褐藻カテゴリー (P09): 64 シート、紅藻カテゴリー (P08): 125 シート、未分類カテゴリー (P99): 57 シートの合計 290 シートが保管されていることが判明した。ただし、たとえば緑藻カテゴリーに褐藻 *Fucus* 属藻類が混在しているなどの混乱が確認できた。また、単に [Chlorophyta] とだけ同定されているものの多く、さらにほとんどの標本が *Enteromorpha* sp. と種までしか同定されていなかった。大型藻類のうち、緑藻海藻類だけにしぼると、31 シート存在する(表 1)。これらの標本を元にデータベースを構築した。

構築したデータベースは、現在はお茶の水女子大学・理学部生物学科の HP を管理しているサーバーに置いてあるが、今後は、国立極地研に移設したと考えている。

(<http://bios.cc.ocha.ac.jp/Shimada/member/SP/newpage1.html>)

これら 31 シートから、緑藻アオサ属藻類と思われる P07-218, P07-238, P07-256, P07-255 を選択し、それぞれのシートから 1 個体を選び、DNA を抽出した。抽出は海藻類の DNA 抽出に良く用いられる QIAGEN の DNeasy Plant Mini Kit を用いた。抽出 DNA を鋳型として、PCR 反応を行った。Takara ex taq を用い、プライマーは、緑藻アオサ属藻類の分子系統解析で用いられている核コード ITS 領域を増幅する 5.8S Start-26S-R を使用した。しかし、増幅は見られなかった。そこで、クルードサンプルでも PCR で増幅が見込まれる Takara Mighty Amp を試した。しかし、これでも増幅は見られなかった。アオサ属藻類の場合、採集後にホルマリンで固定されたものだけでなく、淡水で洗浄される時間が長いと、PCR で増幅が見られないことがあり、その影響があるかもしれない。今後は、細かくプライマーをセットして、分断された DNA でも PCR で増幅できるような系を確立する必要がある。

(裏面に続く)

(2 枚目)

表 1. 国立極地研に所蔵されている緑色海藻類リスト

P07-218	Enteromorpha sp.	King Edward Cove	1973/1/20
P07-219	Enteromorpha sp.	King Edward Cove	1973/2/4
P07-220	Enteromorpha sp.	King Edward Cove	1973/2/5
P07-221	Enteromorpha sp.	King Edward Cove	1973/1/20
P07-222	Monostroma sp.	King George Is. Ptter Cove	1979/1/30
P07-223	Monostroma sp.	Almirante-Born Station Area	1975/12/3
P07-224	Monostroma sp.	Almirante-Born Station Area	1975/12/3
P07-225	Monostroma sp.	Almirante-Born Station Area	1975/12/3
P07-226	Monostroma sp.	Almirante-Born Station Area	1975/12/3
P07-227	Monostroma sp.	Punta Arenas, Chile	1979/1/2
P07-228	Monostroma sp.	King Edward Cove	1973/2/5
P07-229	Monostroma sp.	King Edward Cove	1973/1/20
P07-230	Prasiola	King George Is. Ptter Cove	1979/2/11
P07-231	Prasiola crispa	Ongulkalven	1970/12/1
P07-232	Rhizoclonium	King Edward Cove	1973/1/29
P07-233	Marine Algae	King Edward Cove	1973/2/16
P07-234	Marine Algae	King Edward Cove	1973/2/2
P07-236	Spongomorphy arcta	King Edward Cove	1973/2/2
P07-238	Ulva sp.	Almirante-Born Station Area	1975/12/3
P07-245	Chlorophyta	Skallen, Syowa Station Area	1968/1/31
P07-246	Chlorophyta	Skallen, Syowa Station Area	1968/1/31
P07-247	Chlorophyta	Skallen, Syowa Station Area	1968/1/31
P07-248	Monostroma sp.	Lamghovde, Mizukuguri Cove	1968/2/2
P07-251	Ulva sp.	Casey Station Area, Windmill Is. Newcomb Bay	1980/12/10
P07-252	Monostroma sp.	Casey Station Area, Windmill Is. Newcomb Bay	1980/12/10
P07-253	Monostroma sp.	Casey Station Area, Windmill Is. Newcomb Bay	1980/12/10
P07-254	Monostroma sp.	Casey Station Area, Windmill Is. Newcomb Bay	1980/12/10
P07-255	Algae	King George Is. South coast of Fildes Pen.	1988/12/18
P07-256	Algae	Enderby Land, Amundsen Bay, Mt, Riiser-Larsen Area	1988/2/19
P07-257	Algae	Enderby Land, Amundsen Bay, Mt, Riiser-Larsen Area	1988/2/19
P07-258	Algae	Enderby Land, Amundsen Bay, Mt, Riiser-Larsen Area	1988/2/19

[参考文献]

なし

[研究発表]

なし

(共同研究報告書 (終了))

極域における微小生態系研究のための微小環境測定装置および軽量型無菌掘削機の開発

◎小川麻里 安田女子大学 文学部・講師 (研究代表者)
鈴木 忠 慶應義塾大学 医学部・准教授 (共同研究者)
三田 肇 福岡工業大学 工学部・教授 (共同研究者)
吉村義隆 玉川大学 農学部・教授 (共同研究者)

(国立極地研究所)

伊村 智 教授 (担当教員)

平成21年度～平成23年度 (3か年) (研究期間)

[研究成果]

はじめに

第49次日本南極地域観測隊夏隊における観測で、昭和基地周辺の南極湖沼水中に生息する藻類やコケ類などによって構成される微小生物集合体の内部環境について、市販の測定器を用いた測定を行った。南極スカーレン大池の浮遊性の藻類集合体 (南極マリモ) および仏池 (B-4 池) の湖底固着性のコケ類集合体 (コケ坊主) それぞれについて、水中における、水素イオン指数 (pH)、酸化還元電位 (ORP) を測定したところ、一定の傾向があることはわかった (ref.1, 2)。しかしながら、南極という極限環境下での市販の測定器の取り扱いが困難で、正確に測定することが難しかった。また、南極氷床表面の無菌掘削も行ったが、その際用いた現有のアイスオーガーは、少人数で扱うには非常に重く、また、強度不足で使用中に破損した。

そこで、極限環境フィールドにおいても、少人数で簡便に操作でき、運搬しやすい軽量化した微小環境測定装置および無菌掘削機を開発した。

今後、コケ類や藻類、バクテリアなどの微小生物が集合化することで作る微小生態系の内部環境を現地でリアルタイムに調査し、また、有機物や微小生物を無菌的に採集できるようになることで、極限環境下での生態系のあり様について、新たな知見が期待される。

微小環境測定装置

コケ類や藻類、ラン藻類などの微小生物が集合化して形成する微小生態系内部の pH、ORP、温度を同時に測定できる装置の開発を試みた。測定装置のセンサー部分 (長さ 21cm 直径 5mm) には4か所の測定ポイントがあり、それぞれのポイントで、pH、ORP、温度を同時に測定することができる。また水深 50m の防水機能がある (表 1 a-c)。

a

size	289×140×80mm φ 5.0 ×210mm (sensor)		
weight	3.5kg (neutral buoyancy)		
waterproof	IP68 (50m)		
memory	2GB SD card		
battery	AA battery ×4 (NiMH battery ×4)		
attachments	clinometers, water-pressure gauge		

b

pH	ISFET (ABS)	5.000V 0.100mA	0.00 ~14.00 ±0.01
ORP	platinum electrode		-999.9 ~ +999.9mV ±0.1mV
Temperature	Platinum temperature sensing element electrical register	1kΩ	-199.9 ~ +199.9℃ ±0.1℃ (0 ~ +85℃)
Reference electrode	Ag/AgCl electrode	0 ~ 5V	

c

measurement type	measurement interval
continuous	1set of date/1sec
intermittent	1set of date/6sec, 1set of date/1min 1set of date/5min, 1set of date/30min

表 1 微小環境測定装置の仕様。

a. 本体仕様、b., c. 測定性能、精度

阿寒湖水中のマリモを測定の対象としたプロトタイプの試用後センサー形状等の改良を行い、本機の試作を始めたが、2011年の東日本大震災の影響で、部品の製作およびプログラミングの予定が大幅に遅れている。これまでに設計及び本体部分の組み立てが完了しており、完成後は陸上および水中の微小生態系の環境を測定するテスト行っただけで、極地仕様に改良する計画である (図 1)。

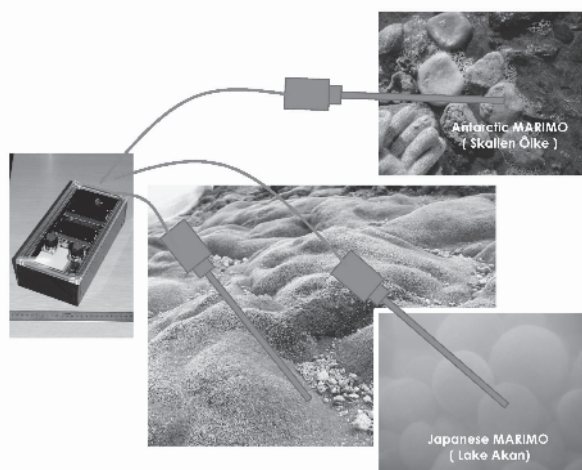


図1 微小環境測定装置本体と今後の測定計画

軽量型無菌掘削機

国立極地研究所で現有するアイスオーガーの改良を行った。

本体部分について、強度に配慮しながら部品の余分な部分を削りだし、重量を11kgから6kgに減量。また、長さも1316mmから720mmに短縮した。その結果、掘削の際に使用者の体重を効果的にかけることができるようになり、少人数で安全に掘削することが理論上可能となった。

また、動力として市販の充電式ハンマードリルを新たに購入して接続することで、短時間での強力な掘削を行える改良を行った。

さらに、本体部分の部品の着脱を工夫し、分解や再組み立てを簡便に行えるようにしたことで、極限環境におけるフィールドワークでも、少人数の人力による輸送を可能とした。

その他、最少人数一名でも安全に掘削が行えるように、支持装置を付加できる形に改良を加えた。

試料を回収に際しては、従来型ではストッパーが

ないため、インナーチューブからの試料の抜け落ちが度々起こり、試料の無菌的な取扱いが難しかった。本研究ではインナーチューブからの抜け落ちを防ぐためのストッパーを付加したことで、アイスコアを無菌的に回収できるようになった（図2）。

国立極地研究所低温室において氷塊の試験掘削を行い、氷点下の環境においても、少人数（最少で一名）で安全に連続したアイスコアを掘削し、無菌的に回収できる事を確認した（図3）。

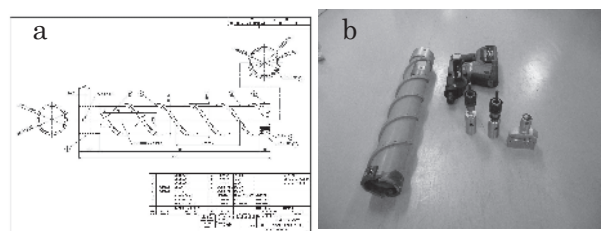


図2 アイスオーガー

a. 設計図、b. 本体部分（各部品にまで分解したところ）

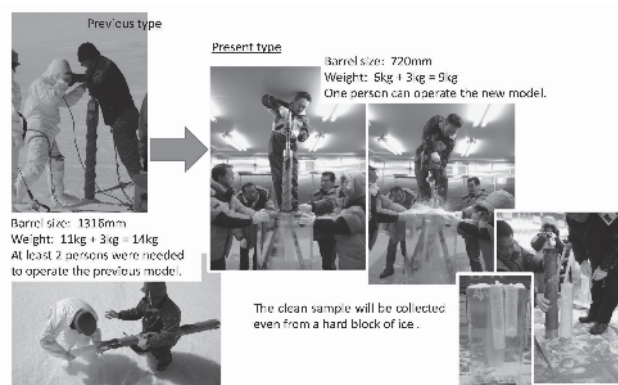


図3 無菌掘削機（アイスオーガー）の改良前後の比較。

改良前の掘削機の使用状況（左）と、改良後の掘削機を用いた低温室内における試験掘削の様子（右）。同一人物が操作することで操作性を比較した。

[参考文献]

- 1) Hashida, C. et al., Evolution and adaptation of living in the extreme environments. 2. Bacteria and microorganisms. XXVI Symposium on Polar Biology, 2008.
- 2) Ogawa, M. et al., Antarctic MARIMO as ecosystem. - Structure, microorganisms and organic matter in a mass of algae -. Xth SCAR International Biology Symposium, 2009.

[研究発表]

- 1) Ogawa, M. et al., Development of the equipment for measuring the microenvironment and a model of lightweight germfree excavator, to study the micro-ecosystems in the polar area. The Second Symposium on Polar Science, 2011.

(別紙)

参 加 者 一 覧

☐ 研究プロジェクト ☒ 一般共同研究 ☐ 研究集会		課題番号	生物圏21-44
研究課題名		極域における微小生態系研究のための微小環境測定装置 および軽量型無菌掘削機の開発	
	氏名	所属	職
所内	石崎教夫	会計課	
小計	1 名		
所外	宮川厚夫	静岡大学	研究員
小計	1 名		
合計	2 名		

※研究プロジェクト・一般共同研究・研究集会、いずれかを■にしてください。

※外国人研究者の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

※大学院生も含めてください。その場合、「職」の欄に「大学院生」と記入してください。

※行が不足する場合、適宜追加してください。

共同研究報告書（終了）

南極土壌および湖沼水からの好冷菌の分離と分離株の生理学・生化学・形態学・遺伝学的解析

◎黒沢 則夫 創価大学工学部・教授
 山本 修一 創価大学工学部・教授
 （国立極地研究所）
 伊村 智 教授
 平成 22 年～平成 23 年（2 か年）

[研究成果]

これまでに数多くの細菌が南極から分離されているが、真に低温適応した好冷菌と呼べる細菌の報告は 20 程度であり、それらの低温適応メカニズムについても不明な点が数多く残されている。本研究では、南極土壌および湖沼水から出来るだけ多くの微生物を単離し、0°C 付近あるいは 0°C 以下でも増殖出来る新種の微生物について、生育温度、生育 pH、形態、脂肪酸組成、DNA の塩基組成、各種酵素活性などを調べるとともに、16S rDNA の塩基配列に基づく進化系統解析を行うことを目的とした。

1. 微生物の単離と 16S rRNA 遺伝子の塩基配列に基づく同定

南極土壌を分離源として、無機塩類に Yeast extract を加えた平板培地を用いて 4°C で分離培養を行い、得られたコロニーを純粋培養した結果、合計 116 株の微生物が単離された。これらの分離株を、16S rRNA 遺伝子の塩基配列に基づき分類した結果を表 1 に示す。91 の分離株中、*Aurantimonas* sp. SA4125 株、*Frigoribacterium* sp. SA4127 株は、再近縁種との相関性がいずれも 97%未満であり、新種の細菌である事が示唆されたため、形態や生育条件、化学分類学的性質について詳しく調べるとともに、脂肪酸組成の生育温度依存性についても検討した。なお、湖沼水を用いた実験は純粋培養までを行い、同定と解析には至っていない。

2. *Aurantimonas* sp. SA4125 株の性質

Aurantimonas sp. SA4125 株は、黄色のコロニーを形成し、偏性好気性で運動性を有するグラム陽性桿菌であった。生育温度範囲は 3 株中最も広く -10~28°C で、至適生育温度は 25°C、生育 pH 範囲は 6~8、至適生育 pH は 7 であった。DNA の G+C 含量は 60.0 mol%、至適生育温度における主要脂肪酸は C_{19:1} (54%)、C_{17:0} (20%)、C_{17:1}

(13%)で、カタラーゼ、オキシダーゼ、アミラーゼ、エステラーゼ(C4)、ロイシンアリルアミダーゼ、バリンアリルアミダーゼ活性を示した。最も近縁な種は *Aurantimonas altamirensis* で、16S rDNA の塩基配列の相関性は 96.3%であった。

3. *Frigoribacterium* sp. SA4127 株の性質

Frigoribacterium sp. SA4127 株は、橙色のコロニーを形成し、偏性好気性で運動性を有するグラム陰性桿菌であった。生育温度範囲は -10~15°C、至適生育温度は 10°C で、3 株中最も低温適応していると推定された。生育 pH 範囲は 6~8、至適生育 pH は 8 であった。DNA の G+C 含量は 65.9 mol%、至適生育温度における主要脂肪酸は anteiso-C_{16:0} (42%)、iso-C_{17:0} (26%)、anteiso-C_{18:0} (22%)で、カタラーゼ、オキシダーゼ、アミラーゼ、エステラーゼ(C4)、エステラーゼ/リパーゼ(C8)、ロイシンアリルアミダーゼ、バリンアリルアミダーゼ、ナフトール-AS-BI-ホスホハイドロラーゼ活性を示した。最も近縁な種は *Frigoribacterium faeni* で、16S rDNA の塩基配列の相関性は 96.5%であった。

表 1. 分離株の同定結果

Class	Genus	The number of strains
Actinobacteria	<i>Arthrobacter</i>	19
	<i>Frigoribacterium</i>	26
	<i>Mycetocola</i>	1
	<i>Salinibacterium</i>	14
	<i>Rhodococcus</i>	1
α-Proteobacteria	<i>Aurantimonas</i>	3
	<i>Brevundimonas</i>	11
	<i>Devosia</i>	10
	<i>Mycoplana</i>	2
	<i>Rhizobium</i>	1
	<i>Mesorhizobium</i>	1
Sphingobacteria	<i>Spirosoma</i>	1
Bacilli	<i>Staphylococcus</i>	1
		Total 91

表 2. 新種と推定された分離株の性質

Properties	<i>Frigoribacterium</i> sp. SA4127	<i>Aurantimonas</i> sp. SA4125
colony color	orange	yellow
cell shape	rod	rod
motility	+	+
aerobic/anaerobic	aerobic	aerobic
catalase	+	+
oxidase	-	+
glucose fermentation	-	+
growth temp. range (°C)	-10 ~ 15	-10 ~ 25
optimum growth temp. (°C)	10	25
growth pH range	6~8	6~8
optimum growth pH	7	7
G+C content (mol%)	65.9	60.0
major fatty acids (%)	anteiso-C16:0	C19:1 (54)
(at optimum growth temp.)	iso-C17:0 (26) anteiso-C18:0	C17:0 (20) C17:1 (13)

4. 脂肪酸組成の生育温度依存性

Aurantimonas sp. SA4125 株と *Frigoribacterium* sp. SA4127 株について、脂肪酸組成の生育温度依存性を Fig. 1 に示した。SA4125 株は、生育温度が 25°C から 15°C に低下するのにともなって、飽和脂肪酸を減少させ不飽和脂肪酸を増加させていた。しかしながら、より低い生育温度域ではこの傾向は見られず、-10°C においては分岐脂肪酸（および図には示していないが短

鎖飽和脂肪酸）の割合を増加させていた。このように、*Aurantimonas* sp. SA4125 株は、生育温度の変化にともなって非常に柔軟に脂肪酸組成を変化させる事で、幅広い温度域で細胞膜の流動性を維持しているものと推定された。一方、*Frigoribacterium* sp. SA4127 株は、15°C から -10°C の範囲で脂肪酸組成の変化は見られず、分岐脂肪酸の割合は常に 90%を超えていた。この結果は、SA4127 株が *Aurantimonas* sp. SA4125 株よりも低温適応している事（室温付近では生育できない事）のひとつの根拠となっているのではないかと考えられた。

5. まとめ

南極土壌から分離され新種と推定された細菌 2 株について、記載のために必要な形態学・生理学・化学分類学・進化系統学的解析を行った。また、好冷・耐冷菌における脂肪酸組成の生育温度依存性は、これまで考えられていたほど単純ではなく、低温適応のための多様な戦略が存在する事が示唆された。生物の低温適応には、脂肪酸組成のみならず低温適応酵素や不凍タンパク質なども関与しているはずであり、本研究で用いた 2 菌株は、それら生体分子の研究材料としても有用であると考えられる。

[研究発表]

- Kurosawa N, Sato S, Kawarabayasi Y, Imura S, Naganuma T. Archaeal and bacterial community structures in the anoxic sediment of Antarctic meromictic lake Nurume-Ike. *Polar Science*. 2010 Aug;4(2):421-429.
- Kurosawa N, Kawarabayasi Y, Imura S, Naganuma T. Procaryotic community structures in the anoxic sediment of Antarctic meromictic lake Nurume-Ike. *The 13th International Symposium on Microbial Ecology (ISME 13)*. Aug. 2010. Seattle (USA). Abstracts: PS.05.018.
- Tsuboi Y, Imura S, Naganuma T, Kurosawa N. Characterization of bacterial strains isolated from Antarctic soil. *The 13th International Symposium on Microbial Ecology (ISME 13)*. Aug. 2010. Seattle (USA). Abstracts: PS.05.038.
- Tsuboi Y, Imura S, Naganuma T, Yamamoto S, Kurosawa N. Characterization of novel bacterial strains isolated from Antarctic soil. *The 32nd Symposium on Polar Biology*. Dec. 2010. Tokyo. Abstract CD-ROM: PB26.
- Kurosawa N, Tsuboi Y, Sonoda K, Yamamoto S, Imura S. Isolation and Characterization of Cold Adapted Bacterial Strains Isolated from Antarctic Soil. *International Postgraduate Conference on Biotechnology 2011*. Dec. 2011, Kuala Terengganu, (Malaysia). Abstracts: p.6 (invited speech)
- Kurosawa N, Tsuboi Y, Sonoda K, Yamamoto S, Imura S. Effects of Growth Temperature on Fatty Acid Composition of Psychrotolerant Bacteria. *The 33rd Symposium on Polar Biology*. Nov. 2011. Tokyo. Abstracts: Session I-4.

Ⅱ．研究集会報告

研究集会

集 会 等 実 施 報 告 書

				※係記入欄	
☐ シンポジウム ☐ ワークショップ ☒ 研究集会 ☐ 会合 ☐ その他 いずれかを■にしてください。					
集会名		地球科学分野データベースと情報科学の融合			
開催日時		平成23年9月3日～9月6日		開催場所	京都大学百周年時計台記念館
概要		添付の研究集会報告書(別紙)に記載。			
報告者 (担当者)		能勢正仁(極地研担当教員:門倉昭)			
所 内	氏名	所属		備考	
	門倉昭	極地研究所			
	金尾政紀	極地研究所			
	中村卓司	極地研究所			
	榎本浩之	極地研究所			
	岡田雅樹	極地研究所			
	小計	5 名			
所 外	氏名	所属	※注	備考	
	岩田 修一	東京大学大学院新領域創成科学研究科	大学院生 外国人		
	岩立 篤	名古屋大学太陽地球環境研究所	大学院生 外国人		
	堀 智昭	名古屋大学太陽地球環境研究所	大学院生 外国人		
	上野 悟	京都大学理学研究科附属天文台	大学院生 外国人		
	家森俊彦	京都大学理学研究科	大学院生 外国人		
	能勢正仁	京都大学理学研究科	大学院生 外国人		
	渡邊 堯	名古屋大学太陽地球環境研究所	大学院生 外国人		
	J. B. Minster	University of California, San Diego	大学院生 外国人	アメリカ合衆国	
小計	150 名				
合計 155 名 (参加者リストを添付)			大学院生 10 名 (内数)		
			外国人 70 名 (内数)		

※注 「大学院生」もしくは「外国人」に該当する場合のみ、どちらかを選んでください。それ以外は選択不要です。

○ 所属は略称でも可です。(例:北海道大学低温科学研究所 → 北大低温研)

○ 外国人の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

○ 行が不足する場合、適宜追加してください。

平成 23 年度情報・システム研究機構国立極地研究所
研究集会報告書（別紙）

研究課題名： 地球科学分野データベースと情報科学の融合

開催日： 平成 23 年 9 月 3 日～9 月 6 日

開催場所： 京都大学百周年時計台記念館

出席者： 22ヶ国以上の国から約155名（うち国内参加者は86名）

開催の目的：

設立から50年を経過したWorld Data Center (WDC) 組織を大幅に改組・拡充することを目指して、2年前にWorld Data System (WDS) が発足した。国立極地研究所が運営する「WDC for Aurora」を含め、国内外の既存のデータセンターもWDSとしての新たな方向性を模索・検討することが求められている。このような状況を踏まえて、広範な分野のデータセンター関係者や研究者の意見を集約し、WDSの活動方針を確定すること、多様なデータによって創成される主に地球科学分野の研究の方向を把握すること等を目的として、情報科学の成果をWDSの活動および研究に生かす講演を中心とした研究集会を開催する。

経過：

当該研究集会は、京都大学で開催された『第1回 ICSU 世界データシステム会議ー世界のデータが切り開くグローバルな科学』国際研究集会との共催で行われた。参加者は、幅広い分野のデータセンター代表者、自然科学から社会科学および情報技術分野のデータに関わる研究者や技術者、およびデータ出版関係者などから構成され、その数は22ヶ国以上の国から約155名（うち国内参加者は86名）であった。

この会議は、2011年東北地方太平洋沖地震と、それに伴う津波および福島第一原子力発電所事故からわずか6ヶ月後に開催された。この特殊な事情に鑑み、ICSUが関与する災害リスク統合研究計画(IRDR)および京都大学防災研究所の協力で、災害データに関するセッションが設けられた。さらには、台風12号の影響により、9月3日の一般講演会の予定を取りやめ、急遽スケジュールを変更することを余儀なくされた。（受け付けでのレジストレーションや、参加者（主にWDS-SC関係者）による会議は夜まで時計台の会場で行われていた。）23件の招待講演、36件の一般講演、70件以上のポスター発表と5件のブース展示により、誕生しつつある世界データシステム(WDS)のコミュニティが学術的に協力し、その場で建設的な意見とアイデアを交換する場を提供することができた。オープンフォーラムにおいては、WDS科学委員会に対し、今後における世界データシステムの具体化に資する、重要な意見の

フィードバックがあった。更に、この会議は、WDS関係者とCODATA(科学技術データ委員会)およびIODE(国際海洋データ・情報交換システム)が対話を始める機会ともなった。

成 果 :

会議で得られた共通認識として、以下の文章がまとめられた。(元の文章の和訳)

国際科学会議(ICSU)世界データシステム(WDS)は、学術の普遍性の原理を高く掲げ、ICSUの目的と任務を支える。WDSは長期に亘り品質の保証されたデータとそのサービスを国際的学術社会および関係者に提供することに努める。WDSはまた、分野をまたがる広範な学術データと情報を統合し、地球システムの持続性の研究計画(ESSI)を含むICSUの諸事業に寄与すべきである。

科学者は、データの利用者であるだけでなく、データの提供者でもある。データの公開と自由な利用を掲げるWDSの方針は、国際的学術社会、ひいては、全世界に恩恵をもたらす。データの出版と引用という概念は、データの提供者が適切に認知されると共に、データの提供を促進するために、WDSが受入れかつ広める必要がある。

2011年3月に日本で発生した一連の災害や、最近のニュージーランドやその他の災害は、迅速かつ正確なデータの収集と処理、品質のチェックと提供の重要性を明らかにした。現在、ICSUの諸事業、すなわち、WDS, CODATA および IRDR の間で進みつつある協力は、災害の予測、解明および軽減に役立つデータの自由な利用を保証する、相互に乗り入れ可能なデータシステムを構築する上で、必要不可欠なことである。

	Last / Family Name	First / Given Name	Middle Name	Affiliation (Company / University)	Affiliation (Department)	Country
1	Aalbersberg	IJsbrand Jan (I.J.)		Elsevier	S&T Journals	Netherlands
2	Abe	Shuji		Kyushu University	Space Environment Research Center	Japan
3	Abe	Fumio		Nagoya university	STEL	Japan
4	Abe	Satoshi		Geospatial Information Authority of Japan		Japan
5	Ahern	Timothy	Keith	IRIS	Data Services	United
6	Almogren	Saad		King Saud University		Saudi
7	Arai	Kohei		Saga University	Information Science	Japan
8	Araki	Tohru		Kyoto Univ.	Dept. of Geophysics	Japan
9	Ashino	Toshihiro		Toyo University	Regional Development	Japan
10	Barriot	Jean-Pierre		Geodesy Observatory of Tahiti	University of French Polynesia	French Polynesia
11	Batjes	Niels	H.	ISRIC - World Soil Information	Applied Research Department	Netherlands
12	Behrend	Dirk		NVI, Inc./NASA GSFC	Planetary Geodynamics Lab	United States
13	Brase	Jan		DataCite	TIB	Germany
14	Chen	Robert	Steven	CIESIN, Columbia University	Secretary-General, CODATA	USA
15	Clark	David		WDS Scientific Committee	NOAA/NGDC	United
16	Dawson	Ewan	Beattie	British Geological Survey	Geomagnetism	United
17	Deneudt	Klaas		Flanders Marine Institute - VLIZ	Wandelaarkaa 7	Belgium
18	Diamond	Howard	J.	NOAA	National Climatic Data Center	United States
19	Diepenbroek	Michael		MARUM - University	PANGAEA	Germany
20	Doiphode	Mahendra	G.	Indian Institute of Geomagnetism	WDC for Geomagnetism, Mumbai	India
21	Enomoto	Hiroyuki		National Institute of Polar Research		Japan
22	Fox	Peter		Tetherless World Constellation, Rensselaer Polytechnic Institute	110 8th St.	USA
23	Genova	Francoise		UMR 7550, U. Strasbourg/CNRS	CDS	France
24	Giaretta	David	Leslie	APA	2 High Street	UK
25	Gonzales	Eloy		National Institute of Information and Communications Technology	Universal Communications Research Institute. Information Services Platform	Japan
26	Guo	Huadong		Chinese Academy of Sciences	the Center for Earth Observation and Digital Earth (CEODE)	China
27	Hanafusa	Yasunori		Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	Data Research Center for Marine-Earth Sciences	Japan
28	Hanaoka	Yoichiro		National Astronomical Observatory of Japan	Solar Observatory	Japan
29	Hara	Shoichiro		Kyoto University	Center for Integrated Area Studies	Japan
30	Hashiguchi	Hiroyuki		Kyoto University	RISH	Japan

	Last / Family Name	First / Given Name	Middle Name	Affiliation (Company / University)	Affiliation (Department)	Country
31	Hashiguchi	Noriko	O.	Kyoto University	Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH)	Japan
32	Hayashi	Hiroo		Kyoto University	Research Institute for Sustainable Humanosphere	Japan
33	Hayashida	Sachiko		Nara Women's University	Faculty of Science	Japan
34	Higa	Tetsuya		Kyoto University	DPRI	Japan
35	Hirose	Akimichi		NICT	ISDS Research Laboratory	Japan
36	Hori	Tomoaki		Nagoya university	STE Laboratory	Japan
37	Horta	Luiz	M.	National Institute for Space Research	LBA	Brazil
38	Hugo	Wim		South African National Research Foundation	SAEON	South Africa
39	Ishii	Takako	T	Kyoto-U.	Kwasan and Hida Observatories	Japan
40	Iwata	Shuichi		The University of Tokyo	Frontier Science	Japan
41	Iwatate	Atsushi		Nagoya university	STE Laboratory	Japan
42	Iyemori	Toshihiko		Kyoto University	Graduate School of Science	Japan
43	Ji	Fengying		National Marine Data & Information Service	93# Liuwei Road	China
44	Jordan	Miles		Australian Antarctic Data Centre	203 Channel Hwy Kingston Tasmania	Australia
45	Kadokura	Akira		National Institute of Polar Research	Space and Upper Atmospheric Science group	Japan
46	Kanao	Masaki		National Institute of Polar Research	Polar Data Center	Japan
47	Katsuta	Tomoko		Nagoya university	STE Laboratory	Japan
48	Kidawara	Yutaka		National Institute of Information and Communications Technology		Japan
49	Kihn	Eric	Arnold	National Oceanic and Atmospheric Administration	National Geophysical Data Center	United States
50	Kitai	Reizaburo		Kyoto University	School of Science	Japan
51	Kitamoto	Asanobu		National Institute of Informatics	Digital Content and Media Sciences Research Division	Japan
52	Klein	Ruediger		ALLEA (European Federation of National Academies of Sciences and	Executive Director	Netherlands
53	Koike	Toshio		The University of Tokyo	Department of Civil Engineering	Japan
54	Koyama	Yukunobu		Kyoto University	Graduate School of Science	Japan
55	Kristomo	Yohanes	Panji	Institute of Technology Bandung	Faculty of Mining and Petroleum Engineering	Indonesia
56	Kubota	Yasubumi		NICT	Electromagnetic Research Institute	Japan
57	Kunisawa	Takashi		Science University of Tokyo	Dept. of Appl. Biol. Sci.	Japan
58	Kunitake	Manabu		National Institute of Information and Communications Technology (NICT)	Space Weather and Environment Informatics Laboratory	Japan

	Last / Family Name	First / Given Name	Middle Name	Affiliation (Company / University)	Affiliation (Department)	Country
59	Laughton	Paul	Arthur	University of Johannesburg	Department of Information and Knowledge Management	South Africa
60	Lehnert	Kerstin	A	Columbia University	Lamont-Doherty Earth Observatory	United States
61	Levitus	Sydney		DOC/NOAA/NESDIS	National Oceanographic Data Ctr	United States
62	Li	Sha		South china sea institute of oceanology,cas	Information services center	China
63	Liao	Shunbao		Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of	State key lab of Resources and Environment Information System	China
64	Liu	Chuang		Director of Executive Committee of LIN Chuang GeoMuseum, Geographical Society of China, Professor of IGSNRR/CAS	N.11A, Datun Road, Chaoyang District, Beijing	China
65	Luo	Wanming		Computer Network Information Center,Chinese Acedemy of Sciences	General Group for Advancing e-Sciences Applicaions	China
66	Luo	Ze		Chinese Academy of Sciences	Computer Network Information Center	China
67	Machida	Shinobu		Kyoto University	Department of Geophysics	Japan
68	Makino	Masahiko		AIST	Geological Survey of Japan	Japan
69	Maruyama	Takashi		NICT	Integrated Science Data System Research Laboratory	Japan
70	Mashiko	Norimichi		Japan Meteorological Agency	Kakioka Magnetic Observatory	Japan
71	Masuda	Kooiti		JST		Japan
72	Matsumura	Mitsuru		Kyoto University	Graduate School of Science	Japan
73	Matsuoka	Masashi		AIST	GSJ	Japan
74	Menvielle	Michel		UVSQ & CNRS/IPSL	LATMOS	France
75	Michida	Yutaka		The University of Tokyo	Atmosphere and Ocean Research Institute	Japan
76	Middleton	Stuart		University of Southampton	IT Innovation	United
77	Minster	Jean Bernard	H.	University of California San Diego	Scripps Institution of Oceanography	United States
78	Miyahara	Hideo		NICT		Japan
79	Mokrane	Mustapha		ICSU	Science and Information technology	France
80	Mori	Nobuhito		Kyoto University	Disaster Prevention Research Institute	Japan
81	Murata	Ken	T.	NICT	AER	Japan
82	Murayama	Yasuhiro		NICT	World Data System-International Program Office/Integrated Science Data System Research Laboratory	Japan
83	Murphy	Fiona	Louise	Wiley-Blackwell	John Wiley & Sons Ltd, The Atrium	United Kingdom

	Last / Family Name	First / Given Name	Middle Name	Affiliation (Company / University)	Affiliation (Department)	Country
84	Mwitondi	Kassim	Said	SHEFFIELD HALLAM UNIVERSITY	COMPUTING	United Kingdom
85	Nadai	Akitsugu		National Institute of Information and Communications	Integrated Science Data System Research Laboratory	Japan
86	Nair	Nisha		Indian Institute of Geomagnetism	Indian Institute of Geomagnetism	India
87	Nakajima	Hideaki		National Institute for Environmental Studies	Center for Global Environmental Research	Japan
88	Nakamura	Satoko		Kyoto University	Graduate School of Science	Japan
89	Nakamura	Takuji		National Institute of Polar Research		Japan
90	Narukull	Venkateswara Rao		Kyoto University	Research Institute for Sustainable Humanosphere	Japan
91	Neilan	Ruth		APL	Central Bureau of the International GNSS Service	United States
92	Nishitani	Nozomu		Nagoya University	STE Laboratory	Japan
93	Nisilevich	Michael		Russian Academy of	Geophysical Center of RAS	Russian
94	Nose	Masahito		Kyoto University	Faculty of Science	Japan
95	Nussbaumer	Samuel		World Glacier Monitoring Service	University of Zurich	Switzerland
96	Odagi	Yoko		Kyoto University	Graduate School of Science	Japan
97	Ogino	Tatsuki		Nagoya University	Solar-Terrestrial Environment Laboratory	Japan
98	Ohishi	Masatoshi		National Astronomical Observatory of Japan	Astronomy Data Center	Japan
99	Okada	Masaki		National Institute of Polar Research		Japan
100	Opoku	John	Kennedy	J K O & Brothers Enterprise	Marketing/ Import & Export	Senegal
101	Oshiman	Naoto		Kyoto University	Disaster Prevention Research Institute	Japan
102	Otake	Mihoko		The University of Tokyo		Japan
103	Parsons	Mark	A.	National Snow and Ice Data Center, University of Colorado	UCB449	USA
104	Peng	Fenglin		Inst. of Geology and Geophysics, CAS	Center for Geophysics(Beijing), ICSU-WDS	China
105	Pissierssens	Peter		UNESCO/IOC	IOC project Office for IODE	Belgium
106	Reay	Sarah		British Geological Survey	Geomagnetism	United
107	Reed	Greg		Australian Ocean Data Centre Joint Facility	AODCJF	Australia
108	Rickards	Lesley		National Oceanography Centre (NOC)	PSMSL	United Kingdom
109	Rovins	Jane	E.	IRDR IPO	IRDR IPO	China
110	Saito	Akinori		Kyoto University	Dept. Geophysics	Japan
111	Sakurai	Takashi		National Astronomical Observatory of Japan	Solar Observatory	Japan

	Last / Family Name	First / Given Name	Middle Name	Affiliation (Company / University)	Affiliation (Department)	Country
112	Selematsela	Daisy	Selloane	National Research Foundation	Research Innovation and Advancement	South Africa
113	Seta	Akihiro		Japan Coast Guard	Japan Oceanographic Data Center	Japan
114	Shao	Kwang-Tsao		Academia Sinica	Biodiversity REsearch Center	Taiwan
115	Shen	Hong	Zhi	Computer Network Information Center, Chinese Academy of Sciences	Scientific Data Center	China
116	Shibasaki	Kiyoto		National Astronomical Observatory of Japan	Nobeyama Solar Radio Observatory	Japan
117	Shimazu	Hironori		NICT		Japan
118	Shinbori	Atsushi		Kyoto University	RISH	Japan
119	Shinohara	Iku		Japan Aerospace Exploration Agency	Institute of Space and Astronautical Science	Japan
120	Shrestha	Ramesh	Babu	CECED Nepal	Head Office	Nepal
121	Soloviev	Anatoly		Geophysical Center of Russian Academy of Sciences	Laboratory of Mathematical Analysis of Geomagnetic Data	Russian Fed
122	Supakulopas	Radchagrit		Chulalongkorn University	Department of Geology	Thailand
123	Suzuki	Toru		Japan Hydrographic Association	Marine Information Research Center	Japan
124	TAKAHASHI	Kosuke		Japan Meteorological Agency	Kakioka Magnetic Observatory	Japan
125	Takanami	Tetsuo		The University of Tokyo	Earthquake Research Institute	Japan
126	Takara	Kaoru		Kyoto University	DPRI	Japan
127	Takeda	Masahiko		Kyoto University	Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism Graduate School of Science	Japan
128	Takeuchi	Noriko		Kyoto University	Graduate School of Science	Japan
129	Thieman	James	Richard	NASA/Goddard Space Flight Center	Code 690.1	USA
130	Tikhotskiy	Sergey	A.	Shmidt Institute of the Physics of the Earth RAS	Direction	Russian Fed
131	Toh	Hiroaki		Kyoto University	WDC for Geomagnetism, Kyoto	Japan
132	Tong	Jizhou		Center for Space Science and Applied Research, Chinese Academy	Data and Network Technology Laboratory	China
133	Tsuda	Toshitaka		Kyoto University	RISH	Japan
134	Uematsu	Mitsuo		University of Tokyo	Atmosphere and Ocean Research Institute	Japan
135	UeNo	Satoru		Japan/Kyoto Univ.	Kwasan and Hida Obs.	Japan
136	Uhlir	Paul	F.	National Academy of Sciences	Board on Research Data & Information	United States
137	Umeda	Takayuki		Nagoya University	Solar-Terrestrial Environment Laboratory	Japan
138	Wang	Kehe		IPS Radio and Space	Bureau of Meteorology	Australia

	Last / Family Name	First / Given Name	Middle Name	Affiliation (Company / University)	Affiliation (Department)	Country
139	Wang	Juanle		Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of	State Key Lab of Resources and Environment Information System	China
140	WATANABE	Takashi		Nagoya University	Solar-Terrestrial Environment Laboratory	Japan
141	Watanabe	Hideobu		NICT(National Institute of Information and Communications Technology)	Applied Electromagnetic Research Institute Space Weather and Environment Informatics Laboratory	Japan
142	Watari	Shinichi		National Institute of Information and Communications	Space Weather and Environment Informatics Laboratory	Japan
143	Woolfrey	Heidi	Lynn - preferred	University of Cape Town	DataFirst	South Africa
144	Xiang	Wenxi		National Marine Data and Information Service		China
145	Yabuki	Hironori		Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	Research Institute for Global Change	Japan
146	Yamagiwa	Juichi		Kyoto University	Graduate School of Science	Japan
147	Yamamoto	Atsuko		Nagoya University	STE Laboratory	Japan
148	Yan	Baoping		Chinese Academy of Sciences	Computer Network Information Center	China
149	Yang	Yaping		Institute of Geographic Sciences and Natural	State Key Lab of Resources and Environment	China
150	Yefremov	Kostiantyn		National Technical University of Ukraine «Kyiv	World Data Center for Geoinformatics and	Ukraine
151	Yoneda	Mizuki		Tohoku University		Japan
152	Yoshikawa	Kiyoshi		Kyoto University		Japan
153	Yoshimura	Ryokei		Kyoto University		Japan
154	Zettsu	Koji		National Institute of Information and Communications Technology		Japan
155	Zou	Ziming		Center for Space Science and Applied Research	Data and Network Technology Laboratory	China

集 会 等 实 施 報 告 書

						※係記入欄		
☐ シンポジウム ☐ ワークショップ ■研究集会 ☐ 会合 ☐ その他 いずれかを■にしてください。								
集會名		南北極域共役点観測研究の現状と将来						
開催日時		2012年2月16日～17日			開催場所		国立極地研究所 大会議室	
概要		極地研の宙空圏研究グループが実施してきている南極域・北極域における電離圏・磁気圏関連の観測研究を中心としたこれまでの成果、現状、将来計画に関する研究会を開催した。もう1つの申請課題「SuperDARNによる極域超高層大気研究会～現状総括と将来の重点課題～」との同時開催という形で実施し、全体の集會名は「極域観測研究の過去・現在・未来～共役点観測とSuperDARNネットワーク観測を中心に」とした。今年度で退職される佐藤夏雄極地研教授の退職記念も兼ねた研究会で、海外より14名、国内72名、合計86名の出席者があり、口頭39件、ポスター19件、合計58件の講演があった。2日間を通して英語での講演とした。これまでの極域研究の歴史的な話から最新の観測成果まで幅広い内容で、1日目には佐藤教授の特別講演もあり、充実した内容の意義深い研究会となった。						
報告者 (担当者)		門倉 昭						
所内	氏名	所属				備考		
	佐藤夏雄	副所長・宙空圏研究グループ						
	中村卓司	宙空圏研究グループ						
	宮岡 宏	宙空圏研究グループ						
	門倉 昭	宙空圏研究グループ						
	行松 彰	宙空圏研究グループ						
	岡田雅樹	宙空圏研究グループ						
	小川泰信	宙空圏研究グループ						
	江尻 省	宙空圏研究グループ						
	田中良昌	宙空圏研究グループ						
	元場哲郎	宙空圏研究グループ						
	鈴木秀彦	宙空圏研究グループ						
	Adrian Grocott	宙空圏研究グループ						
	越田友則	宙空圏研究グループ						
	小計		13 名					
所	氏名	所属			※注		備考	
	海老原祐輔	京都大学			大学院生 外国人			
	他、詳細は別紙				大学院生 外国人			
					大学院生 外国人			

外			大学院生 外国人	
			大学院生 外国人	
			大学院生 外国人	
			大学院生 外国人	
			大学院生 外国人	
	小計 73 名			
合計 86 名			大学院生	5 名(内数)
			外国人	16 名(内数)

※注 「大学院生」もしくは「外国人」に該当する場合のみ、どちらかを選んでください。それ以外は選択不要です。

○ 所属は略称でも可です。(例:北海道大学低温科学研究所 → 北大低温研)

○ 外国人の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

○ 行が不足する場合、適宜追加してください。

集 会 等 实 施 報 告 書

						※係記入欄	
☐ シンポジウム ☐ ワークショップ ■研究集会 ☐ 会合 ☐ その他 いずれかを■にしてください。							
集会名		SuperDARNIによる極域超高層大気研究集会 ～現状総括と将来の重点課題～					
開催日時		2012年2月16日～17日			開催場所		国立極地研究所 大会議室
概要		極地研の宙空圏研究グループが実施してきているSuperDARNIによる極域超高層大気研究を中心としたこれまでの成果、現状、将来計画に関する研究集会を開催した。もう1つの申請課題「南北極域共役点観測研究の現状と将来」との同時開催という形で実施し、全体の集会名は「極域観測研究の過去・現在・未来～共役点観測とSuperDARNネットワーク観測を中心に」とした。今年度で退職される佐藤夏雄極地研教授の退職記念も兼ねた研究集会で、海外より14名、国内72名、合計86名の出席者があり、口頭39件、ポスター19件、合計58件の講演があった。2日間を通して英語での講演とした。これまでの極域研究の歴史的な話から最新の観測成果まで幅広い内容で、1日目には佐藤教授の特別講演もあり、充実した内容の意義深い研究集会となった。					
報告者 (担当者)		行松 彰					
所内	氏名	所属				備考	
	佐藤夏雄	副所長・宙空圏研究グループ					
	中村卓司	宙空圏研究グループ					
	宮岡 宏	宙空圏研究グループ					
	門倉 昭	宙空圏研究グループ					
	行松 彰	宙空圏研究グループ					
	岡田雅樹	宙空圏研究グループ					
	小川泰信	宙空圏研究グループ					
	江尻 省	宙空圏研究グループ					
	田中良昌	宙空圏研究グループ					
	元場哲郎	宙空圏研究グループ					
	鈴木秀彦	宙空圏研究グループ					
	Adrian Grocott	宙空圏研究グループ					
	越田友則	宙空圏研究グループ					
	小計		13 名				
所外	氏名	所属			※注		備考
	Mark Lester	英国Leicester大学			大学院生 (外国人)		
	Steve Milan	英国Leicester大学			大学院生 (外国人)		
	P.T. Jayachandran	カナダNew Brunswick大学			大学院生 (外国人)		

外	他、詳細は別紙		大学院生 外国人	
			大学院生 外国人	
			大学院生 外国人	
			大学院生 外国人	
			大学院生 外国人	
	小計	73 名		
合計 86 名			大学院生	5 名(内数)
			外国人	16 名(内数)

※注 「大学院生」もしくは「外国人」に該当する場合のみ、どちらかを選んでください。それ以外は選択不要です。

○ 所属は略称でも可です。(例: 北海道大学低温科学研究所 → 北大低温研)

○ 外国人の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

○ 行が不足する場合、適宜追加してください。

集 会 等 実 施 報 告 書

				※係記入欄	
☐ シンポジウム ☐ ワークショップ ☒ 研究集会 ☐ 会合 ☐ その他 いずれかを■にしてください。					
集会名		極域電磁圏構造の非線形発展: 観測と理論的アプローチの協働を目指して			
開催日時		平成 23 年 12 月 14, 15 日		開催場所	国立極地研究所
概要		以下に述べる2つのトピックについて、議論中心の研究集会を行った。1つ目の「オーロラ近傍中規模構造の非線形発展」については、電気伝導度の局所的構造に伴う電磁圏領域での電流クロージャーを議論した。2つ目の「オーロラ微細構造の複雑性の形成過程」については、サブストームオンセット前のビーズ構造について、その生成機構を議論した。			
報告者 (担当者)		細川敬祐(電気通信大学)			
所 内	氏名	所属		備考	
	小川泰信	国立極地研究所			
	門倉昭	国立極地研究所			
	田中良昌	国立極地研究所			
	元場哲郎	国立極地研究所			
	小計	4 名			
所 外	氏名	所属		※注	備考
	細川敬祐	電通大		大学院生 外国人	
	吉川顕正	九州大学		大学院生 外国人	
	平木康隆	核融合研		大学院生 外国人	
	坂口歌織	情報通信研究機構		大学院生 外国人	
	大山伸一郎	名古屋大学		大学院生 外国人	
	能勢正仁	京都大学		大学院生 外国人	
	海老原祐輔	京都大学		大学院生 外国人	
	片岡龍峰	東工大		大学院生 外国人	
家田章正	名古屋大学		大学院生 外国人		
	小計	9 名			
合計 13 名				大学院生	0 名(内数)
				外国人	0 名(内数)

※注 「大学院生」もしくは「外国人」に該当する場合のみ、どちらかを選んでください。それ以外は選択不要です。

○ 所属は略称でも可です。(例: 北海道大学低温科学研究所 → 北大低温研)

○ 外国人の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

○ 行が不足する場合、適宜追加してください。

集 会 等 実 施 報 告 書

				※係記入欄		
☐ シンポジウム ☐ ワークショップ ☒ 研究集会 ☐ 会合 ☐ その他 いずれかを■にしてください。						
集会名		非一様で有限な磁気圏システムでの物理過程に関する研究会 －玉尾共鳴結合理論50年－				
開催日時		平成23年9月12日～15日		開催場所	九州大学西新プラザ	
概要		玉尾孜東大名誉教授が50年前に発表した結合振動理論を讃えると同時に、有限で非一様な磁気圏システムにおけるグローバルな現象に関するレビューと最新の研究成果を、その分野の第一人者を国内外から呼んで国際研究ワークショップを開催した。				
報告者 (担当者)		気象大学校 准教授 藤田 茂				
所 内	氏名		所属		備考	
	Sato	Natsuo	宙空			
	Tanaka	Yoshimasa	宙空			
	小計		2 名			
所	氏名		所属		※注	備考
	Waters	Colin	University of Newcastle		外国人	オーストラリア
	Samson	John	University of Alberta		外国人	カナダ
	Mann	Ian	University of Alberta		外国人	カナダ
	Glassmeier Karl-Heinz		IGeP, Technical University of Braunschweig		外国人	ドイツ
	Obana	Yuki	Department of Engineering Science, Osaka Electro-Communication University			
	Nakamura	Tadas	Fukui Prefectural University			
	Nakata	Hiroyuki	Graduate School of Engineering, Chiba University			
	Tanaka	Yasuyuki	ISAS/JAXA			
	Nishida	Atsuhiko	Japan Academy			
	Hashimoto	Kumiko	Kibi International University			
	Nose	Masahito	Kyoto University			
	Machida	Shinobu	Kyoto University			

Araki	Tohru	Kyoto University		
Kawano	Hideaki	Kyushu University		
Watanabe	Masakazu	Kyushu University		
Yoshikawa	Akimasa	Kyushu University		
Tohru	Hada	Kyushu University		
Tanaka	Takashi	Kyushu University		
Uozumi	Teiji	Kyushu University		
Yumoto	Kiyohumi	Kyushu University		
Tokunaga	Terumasa	Meiji Institute for Advanced Study of Mathematical Sciences		
Fujita	Shigeru	Meteorological College		
Kokubun	Susumu	Nagoya University/University of Tokyo		
Hiraki	Yasutaka	National Institute for Fusion Science		
Watanabe	Tomo-Hiko	National Institute for Fusion Science		
Sakaguchi	Kaori	National Institute of Information and Communications Technology		
Teramoto	Mariko	Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University		
Kikuchi	Takashi	Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University		
Miyashita	Yukinaga	Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University		
Ogino	Tatsuki	Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University		
Nakamizo	Aoi	Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University		
Higuchi	Tomoyuki	The Institute of Statistical Mathematics		
Saita	Satoko	The Institute of Statistical Mathematics		
Saito	Takao	Tohoku University		
Sakanoi	Takeshi	Tohoku University		
Sakurai	Tohru	Tokai University		
Hoshino	Masahiro	University of Tokyo		
Miura	Akira	University of Tokyo		
Kim	Khan-Hyuk	Kyung Hee University	外国人	韓国
Lee	Dong-Hun	Kyung Hee University	外国人	韓国
Pandey	Vinay Shankar	Kyung Hee University	外国人	韓国
Klimushkin	Dmitri.Yu.	Institute of Solar-Terrestrial Physics	外国人	ロシア
Leonovich	Anatoly	Institute of solar-terrestrial physics of Russian Academy of Science, Irkutsk, Russia	外国人	ロシア
Pilipenko	Viacheslav	Space Research Institute	外国人	ロシア
Lee	Chien-Chih	General Education Center, Ching-Yun University	外国人	台湾

外	Cheng C. Z. (Frank)	Plasma and Space Science Center, National Cheng Kung University	外国人	台湾
	Parnowski Aleksei	Space Research Institute NASU & NSAU	外国人	ウクライナ
	Joseph Kan	Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks	外国人	米国
	Ohtani Shinichi	Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory	外国人	米国
	Chi Peter	UCLA and NASA Goddard Space Flight Center	外国人	米国
	Takahashi Kazue	Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory	外国人	米国
	Kim Eun-Hwa	Princeton Plasma Physics Laboratory, Princeton University, USA	外国人	米国
	Lin Naiguo	University of California at Berkeley	外国人	米国
	Lysak Robert	University of Minnesota	外国人	米国
	Song Yan	University of Minnesota	外国人	米国
	Shoji Masafumi	Kyoto University	大学院生	
	Matsuyama Kiyotoshi	Kyushu University	大学院生	
	Imajo Shun	Kyushu University	大学院生	
	Eto Naho	Kyushu University	大学院生	
	Shishime Akiko	Kyushu University	大学院生	
	Nomura Reiko	Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University	大学院生	
	Park Jong-Sun	Kyung Hee University	大学院生 外国人	韓国
	Jun Chae-Woo	Kyung Hee University	大学院生 外国人	韓国
	Lee Jae Hyung	Kyung Hee University	大学院生 外国人	韓国
	Seough Jungjoon	Kyung Hee University	大学院生 外国人	韓国
	Kwon Hyuck-jin	Kyung Hee University	大学院生 外国人	韓国
	Kim Kyung-Im	Kyung Hee University	大学院生 外国人	韓国
	小計	67 名		
	合計 69 名		大学院生	12 名(内数)
			外国人	27 名(内数)

※注 「大学院生」もしくは「外国人」に該当する場合のみ、どちらかを選んでください。それ以外は選択不要です。

○ 所属は略称でも可です。(例: 北海道大学低温科学研究所 → 北大低温研)

○ 外国人の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

○ 行が不足する場合、適宜追加してください。

研究集会報告書

研究課題名： 非一様で有限な磁気圏システムでの物理過程に関する研究会
—玉尾共鳴結合理論 50 年—

開催日： 平成 23 年 9 月 12 日～15 日

開催場所： 九州大学西新プラザ（申請時は東京大学であったが東日本大震災の影響で、貴所の許可を受け開催場所を変更した。）

出席者： （別紙）「参加者一覧」のとおり

開催の目的：（400 字程度）

ULF 波動研究の歴史は長いが、現在でも、磁気圏診断や粒子加速輸送解明を目的とした研究が盛んに進められている。さらに Cluster や THEMIS による多点衛星観測は磁気圏 ULF 波動に関する新しい発見をもたらしてきている。このような ULF 波動を理論的に研究する際、磁気圏のような非一様場中での MHD 振動結合共鳴理論は重要な基本理論である。この結合共鳴振動を世界で最初に理論的に研究したのは故玉尾孜東大名誉教授であるが、玉尾教授は東北大学の紀要に研究成果を発表したため、この研究はほとんど世に知られなかった。そのため、約 10 年後に国外の研究者によって行われた同種の研究の方が世界的に認知され、玉尾教授の業績は正しく評価されているとはいえない。そこで、結合振動理論 50 周年に当たる 2011 年に、玉尾教授の先駆性を顕彰すると同時に、今後の磁気圏 ULF 波動研究を展望するため、ULF 波動研究が盛んに行われている欧米の研究者を集め、九州大学西新プラザにおいて平成 23 年 9 月 12 日～15 日に国際研究集会を開催した。

経過：（400 字程度）

本研究会は、玉尾教授が嚆矢となった共鳴結合振動だけでなく、磁気圏システムに特有な非一様性と、グローバルな現象を取り扱うために必然的に考えなくてはならない有界性の二つをキーワードとするその他の研究テーマで、玉尾教授が深くかかわったものも議論の対象に含めた。そしてこれらのテーマに関して、世界的に著名な研究者を招いて、これまでの研究の進展や今後への問題点を講演してもらう形を取った。議論のテーマは、1. 地球および他の惑星での磁気圏 ULF 波動の理論・シミュレーション・観測、2. 地球および他の惑星での低周波波動とプラズマ粒子の相互作用、3. 波動から対流までの磁気圏電離圏結合問題、4. 磁気圏におけるバルーニング/交換不安定の MHD 不安定現象の 4 つである。さらに、質疑応答時間や休憩時間を十分に取ってディスカッションを中心にするワークショップになるように工夫した。国内外の第一人者的研究者が集まったこともあり、各発表に対して質疑応答が途切れず、ディスカッション中心のワークショップとして所期の目的は達成できたのではないかと自負している。

本研究会の準備をしている最中の 2010 年 12 月 10 日に玉尾教授がお亡くなりになったため、本研究会の中で、参加者全員が参加し玉尾教授を偲ぶための集まりを持ったことを記しておく。

成 果 : (800字程度)

東日本大震災や玉尾先生のご逝去などにも関わらず、本集会参加者は国内42名、国外27名の合計69名である。発表件数は国内33件、国外29件の計62件であった。

会議の成果に関して紹介する。

「地球および他の惑星での磁気圏ULF波動の理論・シミュレーション・観測」セッションでは水星や木星などの惑星磁気圏環境でのMHD波動について観測結果を示し、それを結合振動の理論で解釈する発表が複数あり、熱心な議論が行なわれた。この分野は惑星探査において今後大きな発展をする可能性がある。また、惑星によって周期帯は異なるとはいえ、波長が磁気圏の大きさに匹敵するものであるため、この波動を理解することにより惑星磁気圏の構造やダイナミックスの理解に重要な情報を与えることが期待される。我が国ではこのような理論研究はまだ十分とは言えない。是非若い研究者の挑戦を期待したいと思う。また結合振動理論に非線形性を取り入れた研究も紹介された。

「地球および他の惑星での低周波波動とプラズマ粒子の相互作用」では、地球磁気圏で観測されるPc5帯のジャイアントパルセーションに伴って明瞭な粒子フラックスの変動が観測されたことが報告された。波動粒子相互作用の理論は1960年代からほぼ確立されているが、実際に観測で確認されることはまれなことである。

「波動から対流までの磁気圏電離圏結合問題」に関しては、最新の計算機シミュレーションを駆使した、磁気圏電離圏複合系の研究と、その枠内でのサブストームの話があり、国外からの参加者に強い印象を与えた。また、電離圏でのアルベン波入射・反射過程を理論的に組み立て、磁気圏で観測されている波動を入射波と反射波に分けるテクニックの話が紹介された。

「磁気圏におけるバレーニング/交換不安定のMHD不安定現象」では、バレーニング不安定と交換型不安定の違いについて理論的に明確な発表があり、国外からの参加者に感銘を与えた。

現在、本研究会にて発表された論文を中心に、Earth Planets Spaceに特集号を組み、公表することを準備中である。

研 究 集 会 報 告 書

※係記入欄

研究課題名 (集会名)		地上多点観測データの総合解析による超高層大気研究会		
開催日時		2012年 2月 24日(金) 9:30～17:30	開催場所	名古屋大学高等総合研究館 1階カンファレンスホール
概要		2月22、23日に行われた研究集会「地球科学メタ情報データベースの現状とその活用」に引き続き、2月24日に名古屋大学高等総合研究館1階カンファレンスホールに於いて、極地研研究集会「地上多点観測データの総合解析による超高層大気研究会」を開催した。これは、過去に大学間連携プロジェクトで開催したIUGONETデータ解析講習会の続編であり、IUGONETで開発を進めているデータ解析ソフトウェア(UDAS)を利用し、様々な地上観測データ(地磁気、EISCATレーダー、SuperDARNレーダー、MULレーダー等のデータ)を描画、解析する実践的な研究会である。参加者には各自ノートPCを持参していただき、実際にソフトウェアを利用してデータを解析をしていただいた。講習会には、大学院生や研究員、シニアの先生方を含む計28名が参加した。IUGONETで開発したソフトウェアや極地研が所有する超高層大気データを研究者に広く知ってもらえたため、今後の極地研データのユーザーの増加、共同研究の推進に繋がると期待している。 なお、研究集会の講演資料は、本研究集会のウェブサイト (http://www.iugonet.org/meetings/2012-02-22.html)より閲覧ができる。		
	氏名	所属	職	備考
所内	小川 泰信	宙空圏研究グループ	講師	
	田中 良昌	宙空圏研究グループ	特任助教	
	小計	2 名		
所外	林 寛生	京大・生存研	特定准教授	
	新堀 淳樹	京大・生存研	特定研究員	
	小山 幸伸	京大・理	特定研究員	
	浜口 良太	京大・情報学	大学院生	
	北井 礼三郎	京大・附属天文台	准教授	
	上野 悟	京大・附属天文台	助教	
	金田 直樹	京大・附属天文台	技術補佐員	
	田所 裕康	東北大・理	研究員	
	米田 瑞生	東北大・理	研究員	
	高橋 直子	東北大・理	学部生	
	福田 陽子	東大・理	大学院生	
	堀 智昭	名大・STE研	特任助教	
	中溝 葵	名大・STE研	研究員	
	下山 学	名大・STE研	特任助教	
	瀬川 朋紀	名大・STE研	技術専門職員	
	寺本 万里子	名大・STE研	研究員	
	宮下 幸長	名大・STE研	研究員	

	梅村 宜生	名大・STE研	技術職員	
	阿部 修司	九大・SERC	特任助教	
	笠原 慧	宇宙研	助教	
	藤原 均	成蹊大学 理工学部	教授	
	荒木 徹	中国極地研究所	京大名誉教授	
	櫻井 亨	東海大	名誉教授	
	高橋 冬樹	気象庁地磁気観測所	一般職員	
	高橋 幸祐	気象庁地磁気観測所	技術職員	
	増子 徳道	気象庁地磁気観測所	一般職員	
	小計	26 名		
	合計	28 名		

※外国人研究者の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

※大学院生も含めてください。その場合、「職」の欄に「大学院生」と記入してください。

※行が不足する場合、適宜追加してください。

集 会 等 実 施 報 告 書

				※係記入欄	
☐ シンポジウム ☐ ワークショップ ☒ 研究集会 ☐ 会合 ☐ その他 いずれかを■にしてください。					
集会名	極域科学計算機システムを活用したデータベース構築と大規模シミュレーション技術に関する研究会				
開催日時	平成23年9月16日 13:30から17:00		開催場所	総合研究棟3階セミナー室	
概要	平成22年2月に新極域科学計算機システムが導入され、極地研共同研究者向けの共同利用に供されている。本システムは、大規模計算を行う主計算システムのほかに、3次元可視化システムおよびファイルサーバーから構成され、大規模データベースの構築が可能であるが、高度利用のためには利用者ソフトウェアのチューニングが必要である。計算機システムの利用者は、現在、所内研究者を含め100名あまりの利用者がおり、システムを効率的に運用するための講習会および利用者間の情報交換の場を設けることによって、より高度な利用と効率的な運用を促進する。				
報告者 (担当者)	国立極地研究所 極域データセンター 准教授 岡田雅樹				
所 内	氏名	所属			備考
	岡田雅樹	国立極地研究所・准教授			
	門倉昭	国立極地研究所・准教授			
	平沢尚彦	国立極地研究所・助教			
	宮岡宏	国立極地研究所・准教授			
	小川泰信	国立極地研究所・講師			
	富川喜弘	国立極地研究所・助教			
	田中良昌	国立極地研究所・特任助教			
	行松彰	国立極地研究所・准教授			
	小計		8 名		
所 外	氏名	所属		※注	備考
	合田徳夫	日立製作所		大学院生 外国人	
	門川英男	日立製作所		大学院生 外国人	
	守屋卓	日立製作所		大学院生 外国人	
	石田大樹	日立製作所		大学院生 外国人	
	山本和憲	情報通信研究機構		大学院生 外国人	
	北内英章	情報通信研究機構		大学院生 外国人	
	石井誠四郎	情報通信研究機構		大学院生 外国人	
	村田健史	情報通信研究機構		大学院生 外国人	
	菅野龍太郎	核融合科学研究所		大学院生 外国人	
	向井理人	電気通信大学		大学院生 外国人	
	三好勉信	九州大学		大学院生 外国人	
	藤原均	成蹊大学		大学院生 外国人	
小計		12 名			
合計 20 名				大学院生	0 名(内数)
				外国人	0 名(内数)

※注 「大学院生」もしくは「外国人」に該当する場合のみ、どちらかを選んでください。それ以外は選択不要です。
 ○ 所属は略称でも可です。(例: 北海道大学低温科学研究所 → 北大低温研)
 ○ 外国人の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。
 ○ 行が不足する場合、適宜追加してください。

集 会 等 実 施 報 告 書

				※係記入欄	
☐ シンポジウム ☐ ワークショップ ☒ 研究集会 ☐ 会合 ☐ その他 いずれかを■にしてください。					
集会名	「第2回」極域科学計算機システムを活用したデータベース構築と大規模シミュレーション技術に関する研究会				
開催日時	平成23年12月6日13:30から17:00		開催場所	総合研究棟3階セミナー室	
概要	平成22年2月に新極域科学計算機システムが導入され、極地研共同研究者向けの共同利用に供されている。本システムは、大規模計算を行う主計算システムのほかに、3次元可視化システムおよびファイルサーバーから構成され、大規模データベースの構築が可能であるが、高度利用のためには利用者ソフトウェアのチューニングが必要である。第2回研究会として前回に加えてさらに高度に大規模シミュレーションを行う利用者を中心として研究会を開催した。核融合研究所のメンバーを中心にプラズマシミュレーションの分野から6名の研究者が参加し、物理乱数を利用したシミュレーションの最新状況について統計数理研究所のメンバーを加え有意義な会となった。				
報告者 (担当者)	国立極地研究所 極域データセンター 准教授 岡田雅樹				
所内	氏名	所属		備考	
	岡田雅樹	国立極地研究所			
	小計	1 名			
所外	氏名	所属		※注	備考
	菅野龍太郎	核融合科学研究所		大学院生 外国人	
	大谷寛明	核融合科学研究所		大学院生 外国人	
	沼波政倫	核融合科学研究所		大学院生 外国人	
	佐竹真介	核融合科学研究所		大学院生 外国人	
	松岡清吉	核融合科学研究所		大学院生 外国人	
	門川英男	日立製作所		大学院生 外国人	
	新井千恵	日立製作所		大学院生 外国人	
	樋口清隆	日立製作所		大学院生 外国人	
	杉田徹男	日立製作所		大学院生 外国人	
	高丸尚教	中部大学		大学院生 外国人	
	田村義保	統計数理研究所		大学院生 外国人	
	本郷研太	統計数理研究所		大学院生 外国人	
小計	12 名				
合計 13 名			大学院生	0 名(内数)	
			外国人	0 名(内数)	

※注 「大学院生」もしくは「外国人」に該当する場合のみ、どちらかを選んでください。それ以外は選択不要です。

○ 所属は略称でも可です。(例:北海道大学低温科学研究所 → 北大低温研)

○ 外国人の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

○ 行が不足する場合、適宜追加してください。

集 会 等 実 施 報 告 書

				※係記入欄	
☐ シンポジウム ☐ ワークショップ ☒ 研究集会 ☐ 会合 ☐ その他					
いずれかを■にしてください。					
集会名	南極昭和基地大型大気レーダー計画(PANSY)研究集会				
開催日時	2011/8/26		開催場所	東京大学理学部1号館 710号室	
概要	南極昭和基地大型大気レーダー(PANSY)は第52次夏隊により昭和基地での建設が行われ、2011年3月には初期観測に成功した。同レーダーを用いたサイエンスの方向性について議論するため、本研究集会を開催した。研究集会では、対流圏から電離圏までの各高度領域におけるPANSYレーダーを用いた研究の可能性、PANSYレーダーの高機能によって実現される新たな観測技術、気候モデルとの連携による気候変動予測改善への取り組み等、多数の研究課題について活発な議論が展開された。				
報告者 (担当者)	富川喜弘				
所 内	氏名	所属	備考		
	山岸久雄	宙空圏			
	山内恭	気水圏			
	中村卓司	宙空圏			
	宮岡宏	宙空圏			
	平沢尚彦	気水圏			
	富川喜弘	宙空圏			
	西村耕司	宙空圏			
	小計	7名			
所	氏名	所属	※注	備考	
	佐藤薫	東京大学	大学院生 外国人		
	佐藤亨	京都大学	大学院生 外国人		
	加藤進	京都大学	大学院生 外国人		
	深尾昌一郎	福井工大	大学院生 外国人		
	品川裕之	情報通信研究機構	大学院生 外国人		
	藤原均	成蹊大	大学院生 外国人		
	岩上直幹	東京大学	大学院生 外国人		
	齋藤享	電子航法研	大学院生 外国人		
	秋吉英治	国立環境研究所	大学院生 外国人		
	中島英彰	国立環境研究所	大学院生 外国人		
	杉本憲彦	慶應大学	大学院生 外国人		
	齊藤昭則	京都大学	大学院生 外国人		
	渡邊真吾	海洋研究開発機構	大学院生 外国人		

外	山下陽介	国立環境研究所	大学院生	外国人	
	足立アホ口	気象研究所	大学院生	外国人	
	上野義和	気象大学校	大学院生	外国人	
	藤田建	気象庁	大学院生	外国人	
	齋島宏治	気象庁	大学院生	外国人	
	梶原佑介	気象庁	大学院生	外国人	
	木下武也	東京大学	大学院生	外国人	
	高麗正史	東京大学	大学院生	外国人	
	木元芳和	東京大学	大学院生	外国人	
	野本理祐	東京大学	大学院生	外国人	
	安田勇輝	東京大学	大学院生	外国人	
	橋本大志	京都大学	大学院生	外国人	
	村上宗雄	三菱電機	大学院生	外国人	
	伊藤礼	三菱電機	大学院生	外国人	
	津田龍司	三菱電機	大学院生	外国人	
	松田知也	三菱電機	大学院生	外国人	
	小林裕之	西菱電機	大学院生	外国人	
	舩田光昭	西菱電機	大学院生	外国人	
	山本崇	西菱電機	大学院生	外国人	
	小計	32名			
合計			大学院生	6名(内数)	
			外国人	0名(内数)	

※注 「大学院生」もしくは「外国人」に該当する場合のみ、どちらかを選んでください。それ以外は選択不要です。

○ 所属は略称でも可です。(例:北海道大学低温科学研究所 → 北大低温研)

○ 外国人の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

○ 行が不足する場合、適宜追加してください。

研 究 集 会 報 告 書

			※係記入欄		
研究課題名 (集会名)	EISCAT研究集会				
開催日時	2012年 3月 23日(金) 10:00～18:00	開催場所	国立極地研究所 3階セミナー室		
概要	北極域電磁気圏研究の中心的な役割を担う欧州非干渉散乱(EISCATレーダー)の全国共同利用の推進と、EISCATレーダーを軸とする北極域の超高層大気観測研究の戦略を議論することを目的として、国内研究集会を開催した。 まず前半に、2011年度のEISCAT特別実験の実施状況や初期観測結果に関する報告や、2012年度のEISCAT特別実験に関する情報交換・意見交換を行った。後半には、将来計画であるEISCAT_3Dに関する最新の情報交換及び議論を実施した。特に、これまでの研究集会時のEISCAT_3Dに関する議論で課題として挙げられていた(1)送受信コアサイトの設置候補地、(2)飛翔体観測との連携、(3)コミュニティに広くinduce/supportする手段、について研究集会参加者との幅広い議論を今回行うことができた。 また、この研究集会開催日の前日(3月22日)に、名大STE研主催のEISCAT研究集会を成蹊大学(吉祥寺)で連続開催した。その研究集会では、北極域の超高層大気観測研究の成果発表や、現在進行中の北極域又は超高層大気研究における関連プロジェクト/事業の情報共有を行った。				
	氏名	所属	職	備考	
所内	中村 卓司	宙空圏研究グループ	教授		
	宮岡 宏	宙空圏研究グループ	准教授		
	小川 泰信	宙空圏研究グループ	講師		
	富川 喜弘	宙空圏研究グループ	助教		
	田中 良昌	宙空圏研究グループ	特任助教		
	小計	5 名			
所外	藤原均	成蹊大学	教授		
	野澤悟徳	名大・STE研	准教授		
	大山伸一郎	名大・STE研	助教		
	津田 卓雄	名大・STE研	研究員		
	高橋 透	名大・STE研	M2		
	塩地恵	名大・STE研	M1		
	川原琢也	信州大	准教授		
	前田佐和子	京都女子大	名誉教授		
	阿部琢美	ISAS	准教授		
	松田貴嗣	東北大	学部4年		
	石田哲朗			来年度から総研大大学院生	
	小計	11 名			
	合計	16 名			

※外国人研究者の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

※大学院生も含めてください。その場合、「職」の欄に「大学院生」と記入してください。

※行が不足する場合、適宜追加してください。

研究集会実施報告書

			※係記入欄	
研究課題名 (集会名)	氷床コアからさぐる第四紀の地球気候変動史			
開催日時	2012年3月	開催場所	国立極地研究所セミナー室	
概要	本研究集会は、ドームふじ氷床コア解析や内陸雪氷調査、沿岸域での地形地質調査などによる環境変動研究の成果報告と討論の場として企画した。最新の解析結果や明らかになりつつある成果を集めて議論したとともに、今後の研究の方向性について議論を深めた。今後の論文出版に向けた具体的な情報交換も行った。			
	氏名	所属	職	備考
所内	本山秀明	国立極地研究所	教授	
	東久美子	国立極地研究所	准教授	
	藤田秀二	国立極地研究所	准教授	
	川村賢二	国立極地研究所	准教授	
	三浦英樹	国立極地研究所	助教	
	菅沼悠介	国立極地研究所	助教	
	奥野淳一	国立極地研究所	特任研究員	
	小端拓郎	国立極地研究所	特任研究員	
	大岩根尚	国立極地研究所	特任研究員	
	平林幹啓	国立極地研究所	特任研究員	
	小計	10 名		
所外				
	亀田貴雄	北見工業大学	教授	
	鈴木啓助	信州大学	教授	
	藤田耕史	名古屋大学	准教授	
	堀内一穂	弘前大学	助教	
	植村立	琉球大学	助教	
	鈴木香寿恵	統計数理研究所	プロジェクト研究員	
	櫻井俊光	レーザー技術総合研究所		
小計	7 名			
合計	17 名			

※外国人研究者の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

※大学院生も含めてください。その場合、「職」の欄に「大学院生」と記入してください。

※行が不足する場合、適宜追加してください。

研究課題名： 大気・雪氷間の物質循環と南極への物質輸送に関する研究小集会

合同研究小集会

「日ス・トラバースに関する研究小集会」と「大気・雪氷間の物質循環と南極への物質輸送に関する研究小集会」

日時：2010年11月8日 13:00 - 17日

於：極地研究所 3階 セミナー室

参加者(敬称略・五十音順)

榎本浩之(極地研)、金尾政紀(極地研)、金 高義(極地研)、古賀聖治(産総研)、杉山 慎(北大・低温研)、鈴木香寿恵(極地研)、竹中規訓(大阪府立大)、中澤文男(極地研)、保科 優(名古屋大院)、原圭一郎(福岡大)、平沢尚彦(極地研)、福井幸太郎(立山カルデラ博物館)、藤田秀二(極地研)、本山秀明(極地研)、平林幹啓(極研)、藤田秀二(極研)、安成哲平(USRA/GESTAR) (計:17名)

開催の目的:

これまでに南極大陸氷床の表面積雪の観測・アイスコア解析、沿岸域や内陸部でのエアロゾル観測や気象観測が実施されてきた。それぞれの観測について個別に議論がされることが多く、物質交換・循環の観点から大気圏と雪氷圏間の物質移動・交換の議論は、これまでにほとんど行われていなかった。最近の観測から、雪氷面からのエアロゾル・ガス成分の再放出(雪氷圏からみれば、物質の損失となる)の可能性も示唆されており、大気・雪氷間の物質循環の議論が必要とされている。大気雪氷間の物質交換について、これまでの観測データや室内実験結果を比較し、今後の共同研究の方向を検討するため、本研究会を開催した。

経 過:

研究会は下記のプログラムで開催された。

日時：2010年11月8日 13:00 - 9日

於：極地研究所 3階 セミナー室

11月8日

◇日ス・トラバース 物理計測関係

13:00-15:00

◆日ス・トラバース 雪氷環境、氷下環境、流動

ドロンニングモードランド JASE ルートの積雪質量収支最新報告：特に堆積イベント分析、時系列変化、空間分布 藤田秀二・極地研

ドームふじ4mピットの物理層位構造の解析結果最新報告 藤田秀二・極地研

氷床表面積雪密度と気象要素との関係 杉山 慎・北大低温研

マイクロ波による雪氷面変化の観測 榎本浩之・極地研

データへのコメント 福井幸太郎・立山カルデラ砂防博物館

◇日ス・トラバース 化学・物質関係

JASE トラバースピットの水安定同位体比と積雪堆積環境 保科 優・名古屋大

DNA 分析による氷河中のマツ属花粉の詳細分類

中澤文男・極地研

◆大気・雪氷間の物質循環

◇大気・雪氷間の物質循環 その1

南極表面積雪の微量無機成分の分析

平林幹啓・極地研

11月9日

10:00-

◇大気・雪氷間の物質循環 その2

JASE 期間中のエアロゾル組成（続報）

原圭一郎・福岡大

南極氷床内陸の堆積環境と気候・環境指標成分の変動

本山秀明・極地研

雪による有機物質の吸着除去

竹中規訓・大阪府立大

南極対流圏中の海塩粒子：変質と組成分別

原圭一郎・福岡大

13:00-

1990-2009 年における南極氷床への大気輸送起源の空間分布と観測された降雪量の関係

鈴木香寿恵・統数研

海水、硫化ジメチル、新粒子生成

古賀聖治・産総研

南極氷床縁辺域における夏季の大気・物質循環：日独航空機観測による昭和基地周辺の緯度高度断面

平沢尚彦・極地研

昭和基地周辺で観測された大陸縁辺部から海水縁海域のエアロゾル空間分布

原圭一郎・福岡大

まとめ

成 果:

旅費の効率的な運用及び横断的な議論のため、藤田代表の「日ス・トラバースに関する研究小集会」と合同で研究小集会を開催した。大半の参加予定者が、両研究小集会関係者として重複していたため、参加者にとっても、多くの話題を効率的に発表・討論することができた。また、合同開催で研究小集会を行ったため、予算の面でも効率よく旅費を賄うことが可能となった。研究会初日は、「日ス・トラバースに関する研究小集会」関連の発表を中心にし、2 日目に「大気・雪氷間の物質循環と南極への物質輸送に関する研究小集会」の発表が中心になるようにプログラムの調整を行った。

日ス・トラバース関連の話題は、最新の内陸部での観測・研究結果が中心となっていたため、大気積雪間の物質交換、大気・雪氷界面付近で起きている諸過程を議論するためには、同時開催は非常に有効だった。日ス・トラバース関連では、トラバースルート上の涵容量分布、積雪化学成分、堆積環境の推定、南極内陸部のエアロゾル組成などについて報告がなされた。2 日目では、南極大気の輸送経路とその季節変化、積雪・降水中の化学成分濃度の変化、雪内で進行する化学反応の室内実験的研究などについて、話題提供がなされた。提供された話題は、最新の観測から得られた新しい知見、解析が進められ得られてきた知見、室内実験から得られた知見で構成されており、今後の解析や観測計画を検討する上で非常に役に立つ内容だった。本研究会を継続することで、南極域の物質循環過程や降水の堆積環境の理解を深化させられると期待される。次年度以降も同様の研究会を開催していく予定である。

研究課題名:

南極大気エアロゾル研究会 : VIII 期観測と解析状況

日時: 2010 年 7 月 26 日 13:00~18:00~27 日 09:30~12:30

場所: 極地研究所(立川) 総合研究棟総研大講義室 (4 階 C 4 0 1)

参加者(敬称略・五十音順)

7 月 21 日 池田忠作(JARE53 越冬)、長田和雄(名大院・環境学)、木津暢彦(気象庁)、古賀聖治(産総研)、佐賀勝己(JARE53 夏)、塩原匡貴(極地研)、鈴木香寿恵(極地研)、須藤健悟(名大院・環境学)、齋島宏治(気象庁・JARE53)、林 政彦(福岡大)、原圭一郎(福岡大)、平沢尚彦(極地研)、藤田進(気象庁・JARE53)、増永拓也(JARE51 越冬)、山内 恭(極地研): 計 15 名

7 月 22 日 池田忠作(JARE53 越冬)、長田和雄(名大院・環境学)、木津暢彦(気象庁)、古賀聖治(産総研)、小林拓(山梨大)、佐賀勝己(JARE53 夏)、塩原匡貴(極地研)、鈴木香寿恵(極地研)、林 政彦(福岡大)、原圭一郎(福岡大)、平沢尚彦(極地研)、山内 恭(極地研): 計 12 名

開催の目的:

各担当者により、過去のエアロゾル越冬・夏季観測から得られたデータ・サンプルの解析・分析が精力的に進められている。今後の成果発表を進めていくにあたり、解析結果の相互比較を行うことが重要となる。現在、明らかとなってきた知見を共有することは、今後の観測計画を練る上で必要不可欠でもある。また、JARE51 でも越冬エアロゾル観測が継続されており(主にモニタリング観測)、観測環境・状況の確認・共有も行わなければならない。本研究小集会では、観測結果の相互比較を行うこと、現状のエアロゾル観測の状況・問題点を把握すること、将来計画を議論することを目的として、研究会を開催した。

経 過:

研究会は下記のプログラムで開催された。

7 月 26 日 :

13:00	今回の研究会内容紹介	原
13:05-	観測報告 :	
	JARE51 越冬報告	増永
	第 52 次夏隊しらせ船上エアロゾル観測の概要	村山(海洋大)(代理で塩原)
	越冬状況 :	
	JARE52 越冬観測状況報告	木名瀬(代理で原)
	モニタリング現況報告(KC01E と TD100 比較)	林 (福岡大)
	観測計画 :	
	JARE53 しらせ船上エアロゾル観測(リモセン)	塩原(極地研)

JARE53 しらせ船上エアロゾル観測 (in-situ) 古賀 (産総研)
「しらせ」第一観測室でのエアロゾル観測 古賀 (産総研)
新型エアロゾルゾンデと気球分離 UAV 実験 (AH2) 進捗状況

林 (福岡大)

越冬観測：南極ヘイズ観測

原 (福岡大)

最近の経過報告：

南極昭和基地への黒色炭素の長距離輸送と起源の推定

須藤 (名古屋大)

昭和基地周辺で観測された大陸縁辺部から海氷縁海域のエアロゾル空間分布

原 (福岡大)

7月27日：

09：30-

VIII 期後半観測計画

VIII 期計画の現状と今後の方針・予定

塩原 (極地研)

VIII 期後期計画提案について

林 (福岡大)

しらせ船上観測

塩原 (極地研)

エアロゾル夏観測

原 (福岡大)

南極域の夏季の地表面-大気間の水・物質循環ードームふじ〜

沿岸域・海洋上の広域断面観測ー

平沢 (極地研)

最近の話題

最近の北極気候変動研究の動き

山内 (極地研)

成 果：

研究会初日には、JARE51 のエアロゾル越冬観測状況の報告、JARE52 夏時期に行ったエアロゾル観測(主にしらせ船上観測)に参加した各担当者から観測報告と初期解析結果の紹介がなされた。さらに、現在、越冬観測中の隊員からの観測状況・改善点の提案紹介、観測維持の保守事項・改善点についても議論が行われた。さらに、観測システムの改良点、現地での観測保守作業と、それらの国内支援体制に関連する課題も確認することができた。JARE53 の観測計画とその準備状況も報告が行われ、状況の確認・相互の調整を行うことができ、JARE53 出発までの訓練・機材準備の予定も調整することができた。また、解析が進んだ結果やモデルによる輸送過程と起源推定についても紹介が行われ、各観測から得られたデータ間の比較・検討を行うことができた。

研究会2日目は、第VIII期後半のエアロゾル観測計画を中心に、各担当者から話題提供がなされ、具体的な計画内容について、計画・方針を調整・議論することができた。さらに、最近の北極観測計画の紹介も行われた。

研 究 集 会 報 告 書

			※係記入欄	
研究課題名 (集会名)		北極域における過去の気候・環境変動		
開催日時		2012年 1月19日(木)～1月20日(金)	開催場所	国立極地研究所 セミナー室(C301)
概要		近年、北極域における気候・環境の激変が大きな社会問題になっている。北極域の気候・環境変動のメカニズムを解明し、気候モデル・氷床モデルの予測精度を高めるためには、過去に生じた気候・環境変動を研究することが必要である。北極域における古気候・古環境研究に関する情報交換を行い、今後、重点的に取り組むべき課題について議論を行うために、標記で研究集会を開催した。アイスコア、海底コア、地形地質観測、古気候モデルなど、北極域の古気候・古環境研究に関する様々な分野の研究成果に関するレビュー、最新の研究成果、今後の研究展望等に関する研究発表が行われた。また、古気候・古環境研究と、現在から未来の気候変動の研究の接点についての発表も行われた。総合討論では、日本の研究コミュニティとして、異分野間の連携が重要であること、データアーカイブの作成を実施していくべきであることなどが議論された。所内外の研究者から、今後も同様の研究集会を開催して欲しいとの要望が高かったため、24年度の国立極地研究所の研究集会に申請を行うことになった。		
	氏名	所属	職	備考
所内	榎本 浩之	気水圏研究グループ	教授	
	川村 賢二	気水圏研究グループ	准教授	
	金 高義	極地工学研究グループ	助教	
	小端 拓郎	気水圏研究グループ	特任研究員	
	三浦 英樹	地圏研究グループ	助教	
	川本 温子	北極観測センター	特任技術専門員	
	倉持 章子	広報室	特任専門員	
	奥野 淳一	地圏研究グループ	特任研究員	
	山内 恭	気水圏研究グループ	教授	
	東 久美子	気水圏研究グループ	准教授	
	小計		10 名	
所外	阿部 彩子	東京大学大気海洋研究所	准教授	
	牛田 一成	京都府立大学	教授	
	小野寺 丈尚太郎	海洋研究開発機構	日本学術振興会 特別研究員	
	亀田 貴雄	北見工業大学	教授	
	坂本 竜彦	海洋研究開発機構	研究員	
	Richard Jordan	山形大学	教授	
	菅原 敏	宮城教育大学	准教授	
	鈴木 香寿恵	統計数理研究所	特任研究員	
	鈴木 啓助	信州大学	教授	
	瀬川 高弘	新領域融合研究センター	融合プロジェクト 研究員	

高原 光	京都府立大学	教授	
竹内 望	千葉大学	准教授	
永塚 尚子	千葉大学	博士後期課程 2年	
前杵 英明	広島大学	教授	
山本 正伸	北海道大学環境科学院	准教授	
吉森 正和	東京大学大気海洋研究所	特任助教	
中澤 文男	新領域融合研究センター	融合プロジェクト 研究員	
曹 纓	統計数理研究所	助教	
富永 裕之			
井内 美郎	早稲田大学人間科学学術院	教授	
阿部 学	国立環境研究所	特別研究員	
井上 源喜	大妻女子大学	教授	
小計	22 名		
合計	32 名		

※外国人研究者の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

※大学院生も含めてください。その場合、「職」の欄に「大学院生」と記入してください。

※行が不足する場合、適宜追加してください。

集 会 等 実 施 報 告 書

			※係記入欄	
☐ シンポジウム ☐ ワークショップ ☒ 研究集会 ☐ 会合 ☐ その他 いずれかを■にしてください。				
集会名	南大洋の海洋・海水変動に関する研究集会			
開催日時	平成23年12月7日(水) 13:30～17:50	開催場所	極地研 セミナー室(C301)	
概要	平成24年9～11月の間、Sea Ice Physics and Ecosystems Experiment (SIPEX)計画に関する現地観測が実施される。この計画は、2003年および2007年の実施に続くもので、砕氷船による冬季航海観測を中心とした豪州主導の国際共同研究である。日本からも現地観測に参加することを決めており、本集会では日本チームとして取組む観測や共同研究の具体化、そのための調整・検討事項を含む今後の準備について議論した。冒頭に、過去の観測の様子、主な研究成果および本計画の概要が説明され、研究テーマ・現地観測の提案者から、船上・氷上・ヘリコプターをプラットフォームとした研究の目的、観測手法、取得データ、期待される成果、さらには海外チームとの連携など、計6件の話題提供を行なった。 各話題における質疑応答と共に、総合討論では今後の観測計画をさらに具体化するために、現地観測参加(乗船)候補者の検討、豪州側への詳細確認事項の整理、日本国内観測訓練予定、観測物資輸送、国内共同研究の進め方その他、研究予算確保など日本チームとしての取組みについて意見・情報交換した。この来年のSIPEX観測と現行の日本南極地域観測事業による研究観測との連携も図りつつ、今後の南大洋の海水・海洋物理・生物地球化学分野の研究を一層発展させるために、国内外の研究者／コミュニティ間の情報共有を継続し、準備・調整を進めることとした。参加は所外5名、所内8名の計13名であった。			
報告者 (担当者)	牛尾収輝			
所 内	氏名	所属	備考	
	牛尾 収輝	気水圏		
	田村 岳史	気水圏		
	橋田 元	気水圏		
	榎本 浩之	気水圏		
	小達 恒夫	生物圏		
	福地 光男	生物圏		
	高村 友海	生物圏		
	小島 本葉	生物圏	総研大極域科学専攻大学院生	
	小計	8 名		
所	氏名	所属	※注	備考
	豊田 威信	北大低温研		
	大島 慶一郎	北大低温研		
	青木 茂	北大低温研		
	中田 和輝	北大地球環境院(低温研)	大学院生	

外	舘山 一孝	北見工大		
	小計 5 名			
合計 13 名			大学院生	2 名(内数)
			外国人	0 名(内数)

※注 「大学院生」もしくは「外国人」に該当する場合のみ、どちらかを選んでください。それ以外は選択不要です。

○ 所属は略称でも可です。(例: 北海道大学低温科学研究所 → 北大低温研)

○ 外国人の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

○ 行が不足する場合、適宜追加してください。

平成 23 年度 国立極地研究所 研究集会報告書

研究課題名： 寒冷域における降雪と雪結晶の研究と教育の今後の展望

開催日： 平成 24 年 2 月 28 日

開催場所： 国立極地研究所 5 階 小会議室

出席者： (別紙)「参加者一覧」のとおり

開催の目的：

南極のような低温域での降雪機構を考えるうえで、また低温域での雪結晶の成長機構を考えるうえで、南極での観測や研究の対象・方法の検討を行う。さまざまな専門分野から独自の研究結果の報告を行い、その解釈を検討することを目的としている。また、このような研究成果を教育にどのように活かしていくかや、南極北極科学館に設置できる雪結晶や氷晶の成長実験装置の検討も行う。

経過：

下記のプログラムで開催した。学会などよりも時間を取った話題提供を各自行い(約 30 分)、参加メンバーで、今後面白そうな研究や、教育面へどの様に生かしていくかを探った。

● 2012/2/28 (火) 14:30 開始 21:00 終了 5F (C501) 小会議室

「氷晶の自動観察装置の製作と氷晶発生成長実験」

井上達也・小西啓之(大阪教育大)

「北海道陸別のダイヤモンドダスト観測」

小西啓之(大阪教育大) 平沢尚彦(極地研)

「北海道陸別町における降雪量の観測」

平沢尚彦(極地研)・小西啓之(大阪教育大)

「ESEM を用いた微小雲粒・微小氷晶生成実験」

林 政彦(福岡大)

「過冷却雲中で行われた人工雪実験の比較」

Part 1 羊歯・樹枝・広幅・星・扇と分類される雪結晶の立体像

Part 2 代表的雪結晶の成長はどのように始まるか

Part 3 雪結晶成長機構に関する考察

山下 晃(大阪教育大学)

「低温箱を用いた鉍物粒子の氷晶核能力の測定」

島田 亙・大岩敬典・加藤孝春(富山大)

「人工氷晶雲における光散乱強度の測定」

島田 亙・中西真純(富山大)

「総合討議」

極域の降雪・雪結晶の研究の方向性と、教育への応用について

成 果：

北極・南極といった極域では、中緯度域に比べて降雪量が非常に少ない。この微量な降雪量をどのように観測すればよいか、またそれらの雪結晶をどのように観察すればよいか、さらにこれらの結晶が放射収支にどのような影響を与えるかは、極域における水収支・放射収支・熱収支などと密接に関係しており、重要な研究テーマである。今回の研究集会では、連続的に降雪粒子の形状を観測するシステムや、極微量な降雪をどのように定量的に測定するかといった解析結果が報告された。また、人工氷晶雲が、どのような光学的特性を持つかについても実験結果が報告された。

また、極域では成層圏雲など氷晶でできた雲が主となるが、これらの氷晶の雲がどのような氷晶核によって形成されるのか、その氷晶核からどのように氷晶が成長するのかも、上記の雪結晶への成長過程として重要な研究テーマである。今回の研究集会では、氷晶核から氷晶が成長するようすを測定した結果や、氷晶核を過冷却雲に撒布した場合、どのような形状の氷晶が成長するか・どの程度多結晶になるかを測定した結果が報告された。

このほかにも、過冷却雲中での人工雪の結晶成長の特徴を、その立体的な形態や雲粒付着の影響などを解析した結果が報告された。

これらの報告に基づいて、極域における降雪や雪結晶の重要性が再認識されると共に、研究の方向性が議論された。また、今後の研究・教育にどう活かしていくかについても議論され、今後とも継続して研究・議論していくことが確認された。

(別紙)

参 加 者 一 覧

☐ 研究プロジェクト ☐ 一般共同研究 ☒ 研究集会		課題番号	15
研究課題名		寒冷域における降雪と雪結晶の研究と教育の今後の展望	
	氏名	所属	職
所内	平沢尚彦	気水圏研究グループ	助教
小計	1 名		
所外	島田 亙	富山大学大学院理工学研究部(理学)	准教授
	山下 晃	大阪教育大学	名誉教授
	高橋忠司	川口短期大学	教授
	和田 誠	国立極地研究所	元教授
	林 政彦	福岡大学理学部	教授
	小西啓之	大阪教育大学	教授
	井上達也	大阪教育大学	学部4年生
小計	7 名		
合計	8 名		

※研究プロジェクト・一般共同研究・研究集会、いずれかを■にしてください。

※外国人研究者の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

※大学院生も含めてください。その場合、「職」の欄に「大学院生」と記入してください。

※行が不足する場合、適宜追加してください。

研 究 集 会 報 告 書

			※係記入欄	
研究課題名 (集会名)	東南極地域の氷床内陸部広域トラバース探査の成果とりまとめに関する研究集会			
開催日時	2011/11/8-9	開催場所	国立極地研究所	
概要	日本・スウェーデン合同の内陸氷床トラバース観測の現地観測が完了し、氷床内陸部の環境についての観測終了後のデータ分析やサンプル処理は、数年をかけて実施の途上にある。IPY期間の成果とりまとめを要する国際的な動きと連動し、これまでの研究成果を持ち寄り、氷床内陸部の諸現象の概要や細部を議論する研究会合として実施した。昨年度までに実施した研究集会続く議論とし、現地観測に参加した研究者と支援をした研究者が議論をする機会とした。「大気・雪氷間の物質循環と南極への物質輸送に関する研究小集会」と合同でこない、関連研究の情報交換と議論の充実をはかった。なお、主要な研究成果のひとつを、この研究集会の翌週11月16日に報道発表した。			
	氏名	所属	職	備考
所内	藤田秀二	気水圏	准教授	
	榎本浩之	気水圏	教授	
	平沢尚彦	気水圏	助教	
	本山秀明	気水圏	教授	
	中澤文男	気水圏	特任研究員	
	平林幹啓	気水圏	特任研究員	
	小計	6 名		
所外	原圭一郎	福岡大学	助教	
	鈴木香寿恵	統計数理研究所	特任研究員	
	杉山慎	北海道大学低温科学研究所	講師	
	福井幸太郎	立山カルデラ砂防博物館	学芸員	
	保科優	名古屋大学	大学院生	
	竹中規訓	大坂府立大	准教授	
	古賀聖治	産総研	主任研究員	
	小計	7 名		
合計		13 名		

※外国人研究者の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

※大学院生も含めてください。その場合、「職」の欄に「大学院生」と記入してください。

※行が不足する場合、適宜追加してください。

(研究集会報告書)

研究課題名： 極域と中緯度域で観察される雪結晶の分類に関する検討

開催日： 平成 23 年 6 月 16 日～17 日

開催場所： 国立極地研究所

出席者：樋口敬二（名古屋大学名誉教授）、菊地勝弘（北海道大学名誉教授）、山下 晃（大阪教育大学名誉教授）、権田武彦（愛知学院大学元教授）、高橋修平（北見工業大学教授）、小西啓之（大阪教育大学教授）、平沢尚彦（国立極地研究所助教）、神田健三（中谷宇吉郎雪の科学館長）、亀田貴雄（北見工業大学教授）

開催の目的：

雪結晶の分類は Magono and Lee (1966)が現在でも世界的に広く使われている。しかしながら、この分類では 1960 年代後半以降に南極域や北極域で観察されてきた低温型雪結晶（骸晶状結晶，御幣状結晶，矛先状結晶，鷗状結晶）が含まれていないなどの問題点がある。今回開催を計画した研究集会では，Magono and Lee (1966)による雪結晶分類の改訂を目的として，これまでに両極域で観察されてきた低温型雪結晶の分類とともに，中緯度域で観察される雪結晶の再検討も併せて行い，「新しい雪結晶分類表」を作成するための議論を行う。

経過：

会議の議題

1. 「新しい雪結晶の分類表」についてのこれまでの検討状況の詳細(亀田)
2. 雪結晶の名称についての個別の検討
 - 1) 針，鞘，骸晶角柱の定義
 - 2) 束状について
 - 3) Magono and Lee (1966)で針状角柱から細長角柱に変えた経緯
 - 4) 「集合」と「放射」の使い分け
 - 5) 放射柱状結晶（C5）を新たにつくることについて
 - 6) 巻き込み骸晶角柱（C3c）の表記について
 - 7) 鷗状結晶を小分類でさらに分類する理由について
 - 8) 雲粒付きの雪結晶の表記方法について
3. 今後の学会発表および論文発表予定
4. 雪結晶の成長機構について（山下氏が実施している研究の紹介）

成 果：

主要な成果は、ここでの議論を通して「新しい雪結晶の分類」を確定させたことである。この分類は従来の中緯度での観察に基づく分類、例えば、Magono and Lee (1966)による「気象学分類」と比較すると、主として極域で観察される低温型雪結晶を加えたことに特徴がある。また、この新しい分類は「中緯度から極域に至る地球上の多くの地点で観察される雪結晶を網羅した」という意味で、「グローバル分類」と命名した。

なお、「新しい雪結晶の分類」は従来の気象学分類と同様に、大分類、中分類、小分類と階層構造になっており、大分類 8 種、中分類 39 種、小分類 121 種となった。気象学分類と比較すると、大分類数は増減ないが、中分類で+8 種、小分類で+40 種の増に相当する。

また、雪氷学会で予定している雪氷辞典の改訂時に「新しい雪結晶の分類」を掲載すること、などの話題も検討した。

参考文献

Magono, C. and Lee, C. W., 1966: Meteorological classification of natural snow crystals. *Journal of Faculty of Science, Hokkaido University, Series VII*, **4**, 321-335.

論文発表

菊地勝弘, 亀田貴雄, 樋口敬二, 山下 晃, 雪結晶の新しい分類表を作る会メンバー：中緯度と極域での観測に基づいた新しい雪結晶分類の提案 ―グローバル分類―, 雪氷, **74**(3), (印刷中) .

学会発表

菊地勝弘, 亀田貴雄, 樋口敬二, 山下 晃, 雪結晶の新しい分類表を作る会メンバー (2011a) : 中緯度と極域での観測に基づいた新しい雪結晶分類 (グローバル分類) の提案 (2), 雪氷研究大会 (2011・長岡) 講演要旨集, 日本雪氷学会および日本雪工学学会, p. 100.

菊地勝弘, 亀田貴雄, 樋口敬二, 山下 晃, 雪結晶の新しい分類表を作る会メンバー (2011b) : 中緯度と極域での観測に基づいた新しい雪結晶分類 (グローバル分類) の提案 (2), 2011 年度秋季大会講演予稿集, 日本気象学会, p. 233.

菊地勝弘, 亀田貴雄, 樋口敬二, 山下 晃, 雪結晶の新しい分類表を作る会メンバー (2011c) : 中緯度と極域での観測に基づいた新しい雪結晶分類 (グローバル分類) の提案 (2), 平成 23 年度札幌管区気象研究会および日本気象学会北海道支部研究発表会, 平成 23 年 12 月 13, 14 日, プログラム番号 : 21、p. 123~124.

集 会 等 実 施 報 告 書

		※係記入欄		
☐ シンポジウム ☐ ワークショップ ☒ 研究集会 ☐ 会合 ☐ その他 いずれかを■にしてください。				
集会名	極域における固体地球の振動特性・不均質構造・ダイナミクス解明に関する研究集会			
開催日時	2012年(平成24年)3月14日(水)13:00 ～ 3月15日(木)12:30	開催場所	国立極地研究所 2F 大会議室	
概要	極域では、氷床・海氷・海洋・大気の変動や擾乱に関連した特徴的な固体地球振動が観測されており、既存のグローバル観測網では十分に検知できないこれらの波動現象の発生機構と活動分布の解明は、現在進行中の地球表層部における環境変動、とりわけ地球温暖化に伴う固体地球と周辺環境との物理相互作用の理解のために重要である。本集会では、氷河地震活動をはじめ地球表層の長期変動としての温暖化に伴う様々な変動現象の解明を視野に入れ、固体地球と大気・氷床・海洋、さらには電離圏との物理相互作用による様々な振動現象について最新の成果の情報交換を行った。また、国際極年以降のJAREや北極での具体的な計画について意見交換を行い、地震計やインフラサウンド観測・海中音波観測等を複合的に結合した学際的研究を検討した。さらに、昭和基地周辺の地球物理学的モニタリング観測の方向性とその観測環境向上、新規観測機器の開発等、について具体的な意見交換も行った。2日目は、学際的・融合的な研究を中心に、統数研との連携も視野に入れ、データ同化や地震統計学に関する活発な発表と討論が行われた。			
報告者 (担当者)	申請者: 古本 宗充(名古屋大学大学院環境学研究科・教授) 報告者: 金尾 政紀(国立極地研究所・准教授)			
所	氏名	所属	備考	
	金尾政紀	地圏研究グループ		
	渋谷和雄	地圏研究グループ		
	姫野哲人	情報・システム研究機構	新領域融合研究センター	
	キム・テヒ	地圏研究グループ		
	小計	4 名		
内 所	氏名	所属	※注	備考
	趙 大鵬	東北大学	大学院生 外国人	
	田中俊行	東濃研究所	大学院生 外国人	
	村上寛史	防災科学研究所	大学院生 外国人	
	古本宗充	名古屋大学	大学院生 外国人	
	中西 崇	ワオ・コーポレーション	大学院生 外国人	
	名和一成	産業総合研究所	大学院生 外国人	
	神沼克伊	元極地研	大学院生 外国人	
	松島 健	九州大学	大学院生 外国人	
	戸田 茂	愛知教育大学	大学院生 外国人	

外	山本真行	高知工科大学	大学院生	外国人	
	坪井誠司	JAMSTEC	大学院生	外国人	
	東野陽子	JAMSTEC	大学院生	外国人	
	田中 聡	JAMSTEC	大学院生	外国人	
	豊国源知	東北大学	大学院生	外国人	
	高波鐵夫	東大地震研	大学院生	外国人	
	長尾大道	統計数理研究所	大学院生	外国人	
	岩田貴樹	統計数理研究所	大学院生	外国人	
	小林励司	鹿児島大学	大学院生	外国人	
	石原吉明	国立天文台	大学院生	外国人	
	平松良浩	金沢大学	大学院生	外国人	
	清水宏信	金沢大学	大学院生	外国人	
	村山貴彦	日本気象協会	大学院生	外国人	
	川井優幸	東邦マーカントイル株式会社	大学院生	外国人	
	安達繁樹	白山工業株式会社	大学院生	外国人	
	吉田 信	白山工業株式会社	大学院生	外国人	
	渡辺康二	シモレックス株式会社	大学院生	外国人	
小計		26 名			
合計		30 名	大学院生	1 名(内数)	
			外国人	0 名(内数)	

※注 「大学院生」もしくは「外国人」に該当する場合のみ、どちらかを選んでください。それ以外は選択不要です。

○ 所属は略称でも可です。(例: 北海道大学低温科学研究所 → 北大低温研)

○ 外国人の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

○ 行が不足する場合、適宜追加してください。

集 会 等 実 施 報 告 書

				※係記入欄	
☐ シンポジウム ☒ ワークショップ ☐ 研究集会 ☐ 会合 ☐ その他 いずれかを■にしてください。					
集会名		南極医学医療ワークショップ 2011			
開催日時		平成23年7月30日		開催場所	国立極地研究所
概要		添付資料参照			
報告者 (担当者)		渡邊研太郎(小林 香)			
所内	氏名	所属		備考	
	伊村 智	国立極地研究所			
	大野 義一郎	国立極地研究所		客員教授・東京勤労者医療会 東葛病院	
	渡邊 研太郎	国立極地研究所			
	土井 浩一郎	国立極地研究所			
	桑原 悠一	国立極地研究所		53次医療	
	橋本 信子	国立極地研究所		53次医療	
	小計	6 名			
所外	氏名	所属		※注	備考
	青池 望	東邦大学微生物感染症学講座		大学院生 外国人	
	青木 麻実	協和発酵バイオ(株)		大学院生 外国人	
	池田 篤史	筑波大学付属病院		大学院生 外国人	
	石原 京子	大阪警察病院臨床検査センター		大学院生 外国人	
	猪熊 茂子	日本赤十字社医療センター		大学院生 外国人	
	宇戸 啓一	東京小児総合医療センター		大学院生 外国人	
	太田 敏子			大学院生 外国人	
	岡田 豊	つばさクリニック		大学院生 外国人	
	長内 洋介	産経新聞		大学院生 外国人	
	川部 哲也	大阪府立大学人間社会学部		大学院生 外国人	
	桐浴 隆嘉	キリンホールディングス		大学院生 外国人	
	川端 博子	埼玉大学		大学院生 外国人	
	佐々木 麻子	京都大学大学院教育学研究科		大学院生 外国人	
	澤 友歌	東邦大学医学部微生物学教室		大学院生 外国人	
嶋田 和人	JAXA		大学院生 外国人		

下枝 宜史	下都賀総合病院 脳神経外科	大学院生 外国人	
鈴木 毅	山形大学	大学院生 外国人	
陳 琮湜	理化学研究所 辨野特別研究室	大学院生 (外国人)	日本
竹井 香絵	東葛病院	大学院生 外国人	
武岡 元	JAX	大学院生 外国人	
田辺 敏子		大学院生 外国人	
土屋 英俊	JAXA	大学院生 外国人	
寺田 昌弘	JAXA	大学院生 外国人	
当山 陽介	下総病院 精神科	大学院生 外国人	
鳴岩 伸生	京都光華女子大学人間科学部	大学院生 外国人	
藤田 建	気象庁	大学院生 外国人	
堀内 正久	鹿大大学院医歯学総合研究科	大学院生 外国人	
馬嶋 秀行	鹿児島大学	大学院生 外国人	
水野 康	東北福祉大学	大学院生 外国人	
宮田 敬博	池田診療所	大学院生 外国人	
向井 千秋	JAXA宇宙医学生物学研究室	大学院生 外国人	
森川 健太郎	多摩総合医療センター	大学院生 外国人	
森田 憲輝	北海道教育大岩見沢校	大学院生 外国人	
山内 潤一郎	首都大学東京	大学院生 外国人	
山岸 久雄	極地研	大学院生 外国人	
山田 深	JAXA	大学院生 外国人	
山本 直宗	東京女子医大東医療センター	大学院生 外国人	
山本 雅文	JAXA	大学院生 外国人	
吉田 二教	(財)神奈川県予防医学協会	大学院生 外国人	
吉田 政樹	スリープウェル株式会社	大学院生 外国人	
吉住 あゆみ	東邦大学医学部微生物感染症	大学院生 外国人	
渡辺 尚彦	東京女子医大	大学院生 外国人	
ZHU Qinyao	南昌大学第一附属病院	大学院生 (外国人)	中国
KEE Min-goo	Korea University	大学院生 (外国人)	韓国
CHO Kyung Hune	Ministry of Health and Welfare	大学院生 (外国人)	韓国
KOTWAL Prakash P.	All India Institute of Medical Science	大学院生 (外国人)	インド
小計	46 名		
合計	52 名	大学院生	0 名(内数)
		外国人	5 名(内数)

※注 「大学院生」もしくは「外国人」に該当する場合のみ、どちらかを選んでください。それ以外は選択不要です。

○ 所属は略称でも可です。(例: 北海道大学低温科学研究所 → 北大低温研)

○ 外国人の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

○ 行が不足する場合、適宜追加してください。

南極医学・医療ワークショップ2011 報告

渡邊研太郎

7月30日に標記ワークショップを開催し、インド、韓国、中国の南極観測に関わる医師4名を含め、合計52名の参加があった。本ワークショップは観測隊での医学研究の成果や今後の研究の方向に関する意見を集約するとともに、当年出発する観測隊での医学研究の実施計画策定にも資することを目指して毎年この時期に開催している。別添のプログラムにある内容が報告され、昼食時、ワークショップ後の懇親会を通して様々な情報交換が行われた。第50・51次隊で実施したJAXAとの共同研究のセッションでは、生物学的リズム研究、皮膚の細菌相解析等につき中間報告があった。第49次隊で実施した睡眠に関する調査結果から、極夜期には約半数の隊員が不眠を訴え、作業に影響があると答えており、安全管理面からも対策が必要であることを示唆した。第53次隊の夏隊員に協力してもらったオルニチンに関する研究では有意な効果が認められ、更に甲状腺ホルモンの低下抑制効果を認めた旨報告があった。来年も7月下旬に開催を予定している。



ワークショップでの発表の様子



キングジョージ島で2009年から開催している
Antarctic Medical Congressの報告をする韓国人医師

南極医学・医療ワークショップ 2011 プログラム

2011 年 7 月 30 日 午前 10 時開会 国立極地研究所

開会挨拶

大野義一郎 東葛病院/国立極地研究所

51 次の越冬医療医学報告 (20 分)

岡田 豊 51 次、つばさクリニック

中国の南極越冬の医学医療報告 (20 分)

Zhu, Qinyao First Affiliated Hospital of Nanchang University

越冬隊員の心理学研究 (20 分)

川部哲也 大阪府立大学

越冬における精神症状・心理の特徴 (20 分)

当山陽介 49 次、下総病院

越冬中の重大事故のデータベース解析 (15 分)

吉田二教 51 次、(財)神奈川県予防医学協会

関連報告：中国における重症事故例報告 (5 分)

Zhu, Qinyao the First Affiliated Hospital of Nanchang University

韓国の越冬医学医療報告 (20 分)

Lee, Min-Goo Korea University

寒冷に対する生理反応：先行研究の報告と 53 次での研究計画 (20 分)

山内潤一郎 首都大学、川田茂雄 東京大学、森田憲輝 北海道教育大学

関連発言：冷刺激に対する反応—四肢末梢と内臓— (5 分)

猪熊茂子 日赤医療センター

Effect of extreme cold environment on the balance of IL12/IL10

in sepsis (10 分) Lee, Min-Goo Korea University

JAXA (宇宙航空研究開発機構) セッション

極地研-JAXA 共同研究の概要 -宇宙環境との相違点- (10 分)

武岡 元 JAXA

生物学的リズム研究 (1) 活動量 (12 分)

水野 康 東北福祉大学

生物学的リズム研究 (2) 簡易脳波計による睡眠解析 (12 分)

吉田政樹 (株)スリープウェル

生物学的リズム研究 (3) 心拍変動解析 (12 分)

山本直宗 東京女子医大

毛髪分析による医学生物学的影响に関する研究 (12 分)

馬嶋秀行 鹿児島大学

南極地域観測隊における微生物叢解析 (皮膚清浄技術) (12 分)

山田 深 JAXA

JAXA との共同研究の成果と今後の課題 (10 分)

渡邊研太郎 国立極地研究所

JAXA セッション質疑応答

遠隔医療の実際 (20 分)

兼定博彦、青山貴子 52 次医療

インドの越冬医学医療研究 (20 分)

Prakash P Kotwal All India Institute of Medical Sciences

南極夏季行動中のオルニチン変動 (20 分)

堀内正久 鹿児島大学

53 次隊の研究計画案 (15 分)

橋本信子、桑原悠一 53 次医療

閉会挨拶

渡邊研太郎 国立極地研究所

研 究 集 会 報 告 書

				※係記入欄	
研究課題名 (集会名)	極限環境における微小生態系の総合的研究				
開催日時	平成23年11月28日(金) 12:00~17:30	開催場所	国立極地研究所 定温実験室E および D312Bセミナー室4		
概要	藻類等微小生物の集合体が形成する微小生態系としての日本産阿寒湖マリモおよび、南極スカーレン大池の南極マリモの内部環境は、形状や周辺環境に与える影響などの点に共通性が示唆された。今後は長期暗闇等環境ストレスへの応答・耐性について、色素等を中心に研究することを確認した。開発した軽量型無菌掘削機による氷塊の試験掘削を実施し、低温下でも少人数で安定に掘削が行えることを確認した。				
	氏名	所属	職	備考	
所内	伊村智	生物	教授		
	石崎教夫	会計課	職員	12:00-13:00のみ参加	
	小計 2 名				
所外	井上源喜	大妻女子大学	教授		
	遠藤慎一			サイエンスライター	
	大谷修司	島根大学	教授		
	小川麻里	安田女子大学	講師		
	大林由美子	横浜国立大学	助教		
	倉持卓司	海洋生態学研究センター	研究員		
	小林憲正	横浜国立大学	教授		
	齊藤威	IAS総合研究所	代表取締役		
	高橋淳一	NTT	研究員		
	鶴山真美	福岡工業大学	大学院生		
	中本早紀	横浜国立大学	大学院生		
	町田恭祐	横浜国立大学	大学院生		
	三田肇	福岡工業大学	教授		
	宮川厚夫	静岡大学	研究員		
	若菜勇	釧路市教育委員会	学芸員		
	小計 15 名				
	合計 17 名				

※外国人研究者の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

※大学院生も含めてください。その場合、「職」の欄に「大学院生」と記入してください。

※行が不足する場合、適宜追加してください。

集 会 等 実 施 報 告 書

			※係記入欄	
☐ シンポジウム ☐ ワークショップ ☒ 研究集会 ☐ 会合 ☐ その他 いずれかを■にしてください。				
集会名	国立極地研究所共同利用研究集会 「北極海における環境変動・海洋現象のスケーリングに注目して」			
開催日時	2012年2月7日		開催場所	国立極地研究所
概要	本研究集会は、現在劇的な変動が起こっている北極海を対象とした研究の方向性を考えることを目的とした。今回は、過去の分野横断型・ボトムアップ型研究の例を学びつつ、北極海研究の現状を認識し、将来的な共同研究のアイデア等、世代を超えた自由な議論を行った。			
報告者 (担当者)	飯田高大・田村岳史			
所 内	氏名	所属	備考	
	飯田高大	極地研		
	田村岳史	極地研		
	高橋晃周	極地研		
	牛尾収輝	極地研		
	福地光男	極地研		
	岡本拓也	極地研		
	小計	6 名		
所 外	氏名	所属	※注	備考
	溝端浩平	東京海洋大	大学院生 外国人	
	川口悠介	JAMSTEC	大学院生 外国人	
	渡邊英嗣	JAMSTEC	大学院生 外国人	
		他 約30名	大学院生 外国人	
			大学院生 外国人	
			大学院生 外国人	
			大学院生 外国人	
			大学院生 外国人	
小計	約30 名			
合計 約36 名		大学院生	5 名(内数)	
		外国人	1 名(内数)	

※注 「大学院生」もしくは「外国人」に該当する場合のみ、どちらかを選んでください。それ以外は選択不要です。

○ 所属は略称でも可です。(例: 北海道大学低温科学研究所 → 北大低温研)

○ 外国人の場合、備考欄に所属先の国名を記入してください。

○ 行が不足する場合、適宜追加してください。

参加者名簿

楊燕輝	東大大気海洋研
鈴木祥弘	神奈川大
橋本裕貴	神奈川大
猪上淳	JAMSTEC
川崎高雄	東大大気海洋研
山本彬友	JAMSTEC
木村詞明	東大新領域
田村岳史	極地研
柴田啓貴	北見工大
川合美千代	東京海洋大
福地光男	極地研
一瀬明良	創価大
西山恒夫	東海大札幌
西野茂人	JAMSTEC
小島本葉	総研大
野津雅人	JAMSTEC
飯田高大	極地研
川口悠介	JAMSTEC
高橋晃周	極地研
牛尾収輝	極地研
富田裕之	JAMSTEC
小室芳樹	JAMSTEC
嶋田萌由	鶴見精機
小野純	愛媛大
中野渡拓也	北大低温研
柏瀬陽彦	北大院環境
阿部泰人	北大低温研
田口哲	創価大
西岡純	北大低温研
松野孝平	北大院水産
家永裕之	
馬場賢治	酪農学園大
岡本拓也	極地研
KIM TAE HEE	極地研
高村友海	極地研

研究集会報告書

研究課題名： 環境変動に対する極域生物の生態的応答プロセスの研究

開催日： 平成24年3月8日

開催場所： 国立極地研究所 5F 会議室

出席者：

鹿兒島浩（遺伝研）、國枝武和（東大）、齋藤裕美（東海大）、安藤和紀（東海大）、鈴木 忠（慶応大）、伊村 智、工藤 栄、辻本 恵、神田啓史（極地研）

開催の目的：

南極陸上生態系の生物多様性を明らかにする上で、これまで微小動物相についての研究が不足している。国際的にもこの生物群への関心が高まる中、昭和基地周辺地域の微小動物相研究体制を再構築することを目的に、関連研究者を集めて最新の研究成果に関する情報交換を行った。

経過：

伊村からの趣旨説明の後、以下のプログラムで議論を行った。

工藤 栄：「ぬるめ池のソコミジンコ」

齋藤裕美：「南極ぬるめ池の線虫類とソコミジンコの密度と環境要因について」

鹿兒島浩：「南極線虫の 18S リボゾーム遺伝子配列による分子系統分類」

鈴木 忠：「緩歩動物の進化を理解するための極域調査に向ける期待」

國枝武和：「クマムシの乾燥・放射線耐性について」

伊村 智：「コケボウズ生態系の構造と生物相」

辻本 恵：「今後の研究計画概要」

成果：

南極の陸上および陸水環境に生息する微小動物の主要 3 生物群についての研究者を集め、研究の現況と今後の展開を議論した。それぞれに研究者不足という課題を抱えているが、この集會を機に生物群の枠を超えた協力体制の基盤が確立できたことは大きな成果である。今後、ダニやワムシ等にもネットワークを広げ、微小動物相の全容解明に向けた体制作りが期待される。

Ⅲ. 平成 23 年度共同研究課題一覧

1. 平成23年度共同研究実施件数

区分	研究分野	平成23年度実施件数			平成23年度 終了件数	平成23年度 継続件数
		継続	新規	計		
		件数	件数	件数		
一般共同研究	宙空圏	17	16	33	12	21
	気水圏	14	9	23	10	13
	地圏	11	9	20	8	12
	生物圏	17	13	30	9	21
	極地工学	3	1	4	0	4
	計	62	48	110	39	71
研究集会		22			22	0

2. 一般共同研究

分野	No.	研究課題名	研究代表者	所属・職	研究期間	
宙空圏	21-1	北欧におけるレーダーおよび光学観測機器を用いた下部熱圏・中間圏の観測研究	野澤 悟 徳	名古屋大学太陽地球環境研究所・准教授	H21 - H23	3年
	21-2	極域ULF波動と中高エネルギー粒子変動の比較研究	北村 健太郎	徳山工業高等専門学校機械電気工学科・准教授	H21 - H23	3年
	21-3	短波レーダー電場観測による極域から低緯度・赤道域への電磁場侵入の研究	篠原 学	鹿児島工業高等専門学校・教授	H21 - H23	3年
	21-4	地球磁場減少による超高層大気環境への影響	巻田 和男	拓殖大学工学部・教授	H21 - H23	3年
	21-5	地球磁気圏内及び近傍における波動モード同定と波動-粒子相互作用に関する研究	芳原 容英	電気通信大学電子工学科・教授	H21 - H23	3年
	21-6	オーロラX線の発生機構と高エネルギー粒子加速の研究	中川 道夫	大阪産業大学工学部・客員教授	H21 - H23	3年
	21-7	宇宙天気とその境界領域の研究	三澤 浩昭	東北大学大学院理学研究科・准教授	H21 - H23	3年
	21-8	地上磁場観測網データを用いた磁気圏プラズマ密度推定	河野 英昭	九州大学宙空環境研究センター・准教授	H21 - H23	3年
	21-9	オーロラ粒子加速と磁気圏サブストームonset	森岡 昭	東北大学・名誉教授	H21 - H23	3年
	21-10	雷放電と上層大気圏/電離圏との電磁結合に関する研究	早川 正士	電気通信大学電気通信学部・教授	H21 - H23	3年
	21-11	光学・レーダー・地磁気・GPS-TECデータを用いた極域電磁圏ダイナミクス	細川 敬祐	電気通信大学電気通信学部・助教	H21 - H23	3年
	21-12	衛星観測と地上観測の対比による宇宙嵐時の内部磁気圏プラズマダイナミクス及び電離圏-磁気圏結合の解明	小野 高幸	東北大学大学院理学研究科・教授	H21 - H23	3年
	22-1	全球的な宇宙電磁場環境変動データの解析研究	湯元 清文	九州大学宇宙環境研究センター・センター長	H22 - H24	3年
	22-2	極域熱圏・電離圏のモデリング研究	藤原 均	成蹊大学理工学部共通基礎・教授	H22 - H24	3年
	22-3	サブストーム解明へ向けた磁気圏電離圏現象の整理およびMHDシュミレータの改良	中溝 葵	名古屋大学太陽地球環境研究所・研究員	H22 - H24	3年
	22-4	昭和基地設置多波長共鳴散乱ライダーの特性評価	川原 琢也	信州大学工学部・准教授	H22 - H24	3年
	22-5	LF標準電波を用いた放射線帯電子降下現象の実証的研究	土屋 史紀	東北大学・助教	H22 - H24	3年
	23-1	高感度光学観測ネットワークによる電離圏・熱圏・中間圏ダイナミクスの研究	塩川 和夫	名古屋大学太陽地球環境研究所・教授	H23 - H25	3年
	23-2	プラズマ輸送シミュレーションへの物理乱数の応用	菅野 龍太郎	自然科学研究機構核融合研究所・准教授	H23 - H25	3年
	23-3	北極での高エネルギー電子降下によるガンマ線バーストの定点観測	谷 森 達	京都大学大学院理学研究科・教授	H23 - H25	3年
	23-4	アイスランドにおける宇宙線生成核種強度の時間変動と太陽活動の関係についての研究	櫻井 敬久	山形大学理学部・教授	H23 - H24	2年
	23-5	地磁気とSuperDARNデータによる磁力線共鳴振動同時観測手法の開発研究	尾花 由紀	大阪電気通信大学工学部基礎理工学科・講師	H23 - H25	3年

分野	No.	研究課題名	研究代表者	所属・職	研究期間	
宙空圏	23-6	GPSトモグラフィーの開発と地圏―大気圏―電離圏結合に関連する研究	服 部 克 巳	千葉大学大学院理学研究科・教授	H23 - H25	3年
	23-7	パルセーティングオーロラに伴うVLF, 降下電子の観測的研究	加 藤 雄 人	東北大学大学院理学研究科・助教	H23 - H25	3年
	23-8	衛星プラズマ電磁環境に関する粒子シュミレーション研究	臼 井 英 之	神戸大学大学院システム情報学工学研究科・教授	H23 - H25	3年
	23-9	SuperDARN観測と数値実験による極域電離圏対流システムの解明	渡 辺 正 和	九州大学宙空環境研究センター・准教授	H23 - H25	3年
	23-10	ノルウェー・トロンソの光学観測装置を中心とした中間圏大気重力波の研究	大 山 伸 一 郎	名古屋大学太陽地球環境研究所・助教	H23 - H25	3年
	23-11	SuperDARNによる極域・中緯度電離圏ダイナミクスの比較研究	西 谷 望	名古屋大学太陽地球環境研究所・准教授	H23 - H25	3年
	23-12	大気電場観測データを用いたグローバルサーキットの研究	鴨 川 仁	東京学芸大学教育学部・助教	H23 - H25	3年
	23-13	シンチレーション及び全電子数観測による極域電離圏擾乱の研究	大 塚 雄 一	名古屋大学太陽地球環境研究所・助教	H23 - H25	3年
	23-14	グローバルな電離圏擾乱ダイナモの発達過程に関する研究	林 寛 生	京都大学生存圏研究所・特定准教授	H23 - H25	3年
	23-15	EISCAT/SuperDARNレーダーを用いたCowlingチャンネル検出手法の検討	吉 川 顕 正	九州大学大学院理学研究院・助教	H23 - H25	3年
	23-16	オーロラサブストームにともなうカレントウェッジと昼側領域1型および2型沿磁力線電流の発達の関係	橋 本 久 美 子	吉備国際大学・国際環境経営学部環境経営学科・教授	H23 - H24	2年
気水圏	21-13	南極氷床コア金属解析によるエアロゾル気候変動の研究	鈴 木 利 孝	山形大学理学部・教授	H21 - H23	3年
	21-14	北太平洋域の気候変動復元のための山岳アイスコアの化学解析	的 場 澄 人	北海道大学低温科学研究所・助教	H21 - H23	3年
	21-16	北極圏スパーラルバルにおける極成層圏雲とオゾン破壊に関する研究	中 島 英 彰	(独)国立環境研究所・主席研究員	H21 - H23	3年
	21-17	大気中酸素濃度の高精度観測による地球表層での二酸化炭素循環の研究	中 澤 高 清	東北大学大学院理学研究科・教授	H21 - H23	3年
	21-18	船舶用スカイラジオメータ観測手法の改良に関する基礎研究	小 林 拓	山梨大学大学院医学工学総合研究部・准教授	H21 - H23	3年
	21-20	80GHz帯輝度温度衛星画像を用いた南極大陸地上気温分布算出の研究	畑 中 雅 彦	室蘭工業大学工学部・教授	H21 - H23	3年
	21-21	南極域大気浮遊粒子状物質の季節及び高度別挙動に関する研究	浅 野 比	山口東京理科大学・助教	H21 - H23	3年
	21-22	両極異変が全球気候変動へ及ぼす遠隔作用についての観測的研究	立 花 義 裕	三重大学大学院生物資源学研究科・教授	H21 - H23	3年
	21-23	南極雪氷中の火山・宇宙起源物質の研究(IV)	福 岡 孝 昭	立正大学地球環境科学部・教授	H21 - H23	3年
	22-6	衛星および現場観測データによる南極リュツォ・ホルム湾の海水変動解析	舘 山 一 孝	北見工業大学・助教	H22 - H24	3年
	22-7	南極海インド洋セクターにおける係留観測研究	深 町 康	北海道大学低温科学研究所・助教	H22 - H24	3年

分野	No.	研究課題名	研究代表者	所属・職	研究期間	
気水圏	22-8	しらせによる海洋航走モニタリング研究	青 木 茂	北海道大学低温科学研究所・准教授	H22 - H24	3年
	22-9	NEEMコアの物性に関する研究	東 信 彦	長岡技術科学大学・教授	H22 - H23	2年
	22-10	北半球寒冷域の急激な雪氷圏変動	本 田 明 治	新潟大学自然科学系・准教授	H22 - H24	3年
	23-17	南極氷コアに含まれる硫酸イオンの安定同位体計測に関する研究	植 村 立	琉球大学理学部・助教	H23 - H25	3年
	23-18	地中レーダー(GPR)の積雪や氷河氷への適用に関する研究	福 井 幸 太 郎	立山カルデラ砂防博物館・学芸員	H23 - H25	3年
	23-19	地球観測衛星から推定されたエアロゾルのしらせ船上観測との比較検証	久 慈 誠	奈良女子大学理学部・講師	H23 - H24	2年
	23-20	多波長ライダーによる混合相雲の検出・解析手法の開発	津 田 敏 隆	京都大学生存圏研究所・教授	H23 - H24	2年
	23-21	スカイラジオメーター観測に基づく極域のエアロゾルの光学的特性	青 木 一 真	富山大学大学院理工学研究部・准教授	H23 - H25	3年
	23-22	南極の沿岸から内陸の積雪堆積環境の解明	亀 田 貴 雄	北見工業大学工学部・准教授	H23 - H25	3年
	23-23	飛翔体搭載小型エアロゾルゾンデによる極域自由対流圏・成層圏エアロゾル観測の展開	林 政 彦	福岡大学理学部・教授	H23 - H25	3年
	23-24	タイムラプスビデオを用いた白瀬氷河流動観測	齊 藤 隆 志	京都大学防災研究所・助教	H23 - H25	3年
	23-25	ダイヤモンドダストによる降雪の降水量実測の試み	小 西 啓 之	大阪教育大学・准教授	H23 - H25	3年
地圏	21-24	極域海洋堆積物および南極等の岩石を対象とする古環境と地磁気変動の研究	酒 井 英 男	富山大学大学院理工学研究部・教授	H21 - H23	3年
	21-25	グリーンランド氷床コアと海底堆積物コアのD/Oサイクル対比に基づく日本の主要テフラの高精度編年に関する研究	池 原 研	(独)産業総合技術研究所地質情報研究部門・副部門長	H21 - H23	3年
	21-26	融氷河堆積物のOSL年代測定による第四紀氷床変動史の復原	前 奎 英 明	広島大学大学院教育研究科・教授	H21 - H23	3年
	21-28	東南極・セールロンダーネ山地の変動テクトニクスの解明	小 山 内 康 人	九州大学大学院比較社会文化研究院・教授	H21 - H23	3年
	21-29	東南極中央ドロンニングモードランドの変成作用と原岩形成場	馬 場 壮 太 郎	琉球大学教育学部・教授	H21 - H23	3年
	21-30	インフラサウンド計測に基づく極地大気-海洋-個体圏相互作用の研究	山 本 真 行	高知工科大学工学部・准教授	H21 - H23	3年
	21-31	東南極大陸地殻の構造形成・動的応答に関する地震学的研究	宮 町 宏 樹	鹿児島大学理学部・教授	H21 - H23	3年
	21-32	コンドライトに含まれるアルカリに富む岩片の起源	岡 野 修	岡山大学大学院自然科学研究科・助教	H21 - H23	3年
	22-11	ケイ酸塩鉱物中磁性包有物を有する南極産隕石と地球岩石の磁気・年代に関する研究	中 村 教 博	東北大学理学研究科・准教授	H22 - H24	3年
	22-13	造岩鉱物の微細組織からみた東南極ナビア、リュツォ・ホルム岩体の熱史	三 宅 亮	京都大学大学院理学研究科・准教授	H22 - H24	3年

分野	No.	研究課題名	研究代表者	所属・職	研究期間	
地圏	22-14	「しらせ」海底地形及び地球物理データの標準化及び南極プレートインド洋区の精密構造に関する研究	松 本 剛	琉球大学理学部・教授	H22 - H24	3年
	23-26	コンドライトの分類と角礫化作用に関する研究	木 村 眞	茨城大学理学部・教授	H23 - H25	3年
	23-27	地震学的データを用いた極域の地球内部不均質構造に関する研究	趙 大 鵬	東北大学大学院理学研究科・教授	H23 - H25	3年
	23-28	極域での固体地球振動と地震波動の伝播特性に関する研究	平 松 良 浩	金沢大学理工研究域自然システム学系・准教授	H23 - H25	3年
	23-29	南極域における氷河地震の活動度と発生過程に関する研究	坪 井 誠 司	(独)海洋研究開発機構地球情報研究センター・部長	H23 - H25	3年
	23-30	グラニュライト中のナノ花崗岩包有物による大陸衝突型造山帯の研究	廣 井 美 邦	千葉大学大学院理学研究科・教授	H23 - H25	3年
	23-31	泥質変成岩を利用した東南極セールロンダーネ山地における流体活動のタイミング決定	河 上 哲 生	京都大学大学院理学研究科・助教	H23 - H24	2年
	23-32	合成開口レーダ(SAR)による南極域の地表変動観測手法の改善	大 村 誠	高知県立大学生生活科学部・教授	H23 - H25	3年
	23-33	地上および衛星重力データによる昭和基地周辺の重力場精密決定	福 田 洋 一	京都大学大学院理学研究科・教授	H23 - H25	3年
	23-34	昭和基地地電流データの解析	坂 中 伸 也	秋田大学大学院工学資源研究科・助教	H23 - H24	2年
生物圏	21-34	三次元空間における海洋生物の行動および環境計測に関する研究	三 谷 曜 子	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・助教	H21 - H23	3年
	21-35	GPSデータロガーを用いたオオミズナギドリ の飛行行動の解析	依 田 憲	名古屋大学大学院環境学研究科・准教授	H21 - H23	3年
	21-36	西南極地域における大型捕食動物の行動生態に関する研究	渡 辺 伸 一	福山大学生命工学部・講師	H21 - H23	3年
	21-37	動物装着型小型記録計の回収システムの開発	京 相 雅 樹	東京都市大学工学部・講師	H21 - H23	3年
	21-38	東南極陸上生態系における菌類の種多様性と環境適応能	星 野 保	(独)産業技術総合研究所ゲムノファクトリー研究部門・研究グループ長	H21 - H23	3年
	21-40	周極域森林生態系に生育する蘚苔・地衣類の分布と現存量	松 浦 陽 次 郎	(独)森林総合研究所国際連携推進拠点 国際森林情報推進室・室長	H21 - H23	3年
	21-42	南極産大型藻類標本のデータベース化と分子系統解析	寫 田 智	お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科・准教授	H21 - H23	3年
	21-44	極域における微小生態系研究のための微小環境測定装置および計量型無菌掘削の開発	小 川 麻 里	安田女子大学文学部・講師	H21 - H23	3年
	22-15	細菌の低温適応と細胞の疎水度	奥 山 英 登 志	北海道大学大学院地球環境科学研究科・准教授	H22 - H24	3年
	22-16	南極における生物に及ぼす紫外線の影響評価と好冷性微生物を用いた機能性食品に関する研究	高 橋 哲 也	島根大学教育学部・教授	H22 - H24	3年

分野	No.	研究課題名	研究代表者	所属・職	研究期間	
生物圏	22-17	オホーツク海沿岸域における海水生成が低次生産層におよぼす影響	西 野 康 人	東京農業大学生物産業学部・准教授	H22 - H24	3年
	22-18	極域より分離した微生物と人工的に改変した微生物酵素の低温適応機構	田 口 精 一	北海道大学大学院工学研究科・教授	H22 - H24	3年
	22-19	昭和基地周辺における土壌藻類および土壌微生物を用いた環境モニタリングに関する研究	大 谷 修 司	島根大学教育学部・教授	H22 - H24	3年
	22-20	南極土壌および湖沼水からの好冷菌の分離と分離株の生理学・生化学・形態学・遺伝学的解析	黒 沢 則 夫	創価大学工学部環境共生工学科・教授	H22 - H23	2年
	22-21	極地の植物に寄生する糸状菌の同定と遺伝子資源としての評価	東 條 元 昭	大阪府立大学・准教授	H22 - H24	3年
	22-22	雪上藻類の光合成に関する研究	菓子野 康 浩	兵庫県立大学・准教授	H22 - H24	3年
	22-23	海洋と南極湖沼における硫黄循環と窒素循環に対する嫌気呼吸の役割の解明	松 崎 雅 広	広島大学大学院理学研究科・助教	H22 - H24	3年
	23-35	極域における菌類の生物多様性と生態系機能に関する研究	大 園 享 司	京大大学生態学研究センター・准教授	H23 - H25	3年
	23-36	極域における環境変動と生物相の変遷に関する研究	井 上 源 喜	大妻女子大学社会情報学部・教授	H23 - H25	3年
	23-37	極域微生物の汎存性と固有性に関する研究	長 沼 毅	広島大学大学院生物圏科学研究科・准教授	H23 - H25	3年
	23-38	南極海の深層生態系：多様性と生活史戦略	谷 村 篤	三重大学大学院生物資源学研究科・教授	H23 - H25	3年
	23-39	南極材料を用いた薬剤耐性菌および薬剤耐性遺伝子の検索	田 村 豊	酪農学園大学獣医学部食品衛生学ユニット・教授	H23 - H24	2年
	23-40	陸上動物を対象とした遠隔操作によるバイオリギング研究	森 貴 久	帝京科学大学・准教授	H23 - H24	2年
	23-41	海水中の微小生物環の環境応答に関する生態学的研究	田 口 哲	創価大学工学部・教授	H23 - H25	3年
	23-42	南極露岩域湖沼における生態系発達史と多様性維持機構の解明	山 室 真 澄	東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻・教授	H23 - H25	3年
	23-43	南極湖沼に生息する動物相の分析およびその多様性機構について	斎 藤 裕 美	東海大学生物理工学部・講師	H23 - H25	3年
	23-44	南極海に生息する魚類の繁殖及び摂餌生態に関する研究	岩 見 哲 夫	東京家政学院大学・教授	H23 - H25	3年
	23-45	寒冷海域の海洋酸性化が有殻翼足類に与える影響	佐 々 木 洋	石巻専修大学理工学部・教授	H23 - H25	3年
	23-46	寒冷環境下における身体機能への生理的影響	山 内 潤 一 郎	首都大学東京・准教授	H23 - H25	3年
	23-47	南氷洋産ヒモムシ由来生理活性物質の探索研究	稲 垣 昌 宣	安田女子大学薬学部・講師	H23 - H25	3年

分野	No.	研究課題名	研究代表者	所属・職	研究期間	
極地工学	22-24	昭和基地におけるエネルギー利用効率向上に関する研究	木 村 茂 雄	神奈川工科大学工学部・教授	H22 - H24	3年
	22-25	極寒地・南極大陸における高機能繊維素材の開発	奥 野 温 子	武庫川女子大学・教授	H22 - H24	3年
	22-26	共同開発した新規南極ウェアの評価と検討	伊 豆 原 月 絵	大阪樟蔭女子大学・教授	H22 - H24	3年
	23-48	極寒環境下での電力供給システムの開発	小 原 伸 哉	北見工業大学工学部・教授	H23 - H25	3年

3. 研究集会

No.	研究課題名	研究代表者	所属・職
1	地球科学分野データベースと情報科学の融合	能勢 正仁	京都大学大学院理学研究科・助教
2	南北極域共役点観測研究の現状と将来	門倉 昭	国立極地研究所・准教授
3	SuperDARNによる極域超高層大気研究集会 ～現状総括と将来の重点課題～	行松 彰	国立極地研究所・准教授
4	極域電磁圏構造の非線形発展:観測と理論的アプローチの協働を目指して	細川 敬祐	電気通信大学・助教
5	非一様で有限な磁気圏システムでの物理過程に関する研究会ー玉尾共鳴結合理論50年ー	藤田 茂	気象大学校・准教授
6	地上多点観測データの総合解析による超高層大気研究会	田中 良昌	国立極地研究所・特任助教
7	極域科学計算機システムを活用したデータベース構築と大規模シミュレーション技術に関する研究会	岡田 雅樹	国立極地研究所・准教授
8	南極昭和基地大型大気レーダー計画(PANSY)研究集会	堤 雅基	国立極地研究所・准教授
9	EISCAT研究集会	宮岡 宏	国立極地研究所・准教授
10	氷床コアからさぐる第四紀の地球気候変動史	本山 秀明	国立極地研究所・教授
11	大気・雪氷間の物質循環と南極域への物質輸送に関する研究小集会	原 圭一郎	福岡大学理学部・助教
12	南極大気エアロゾル研究会:Ⅷ期観測と解析状況	原 圭一郎	福岡大学理学部・助教
13	北極域における過去の気候・環境変動	東 久美子	国立極地研究所・准教授
14	南大洋の海洋・海水変動に関する研究集会	牛尾 収輝	国立極地研究所・准教授
15	寒冷域における降雪と雪結晶の研究と教育の今後の展望	島田 亙	富山大学理学部・准教授
16	東南極地域の氷床内陸部広域トラバース探査の成果とりまとめに関する研究集会	藤田 秀二	国立極地研究所・准教授
17	極域と中緯度域で観察される雪結晶の分類に関する検討	亀田 貴雄	北見工業大学・准教授
18	極域における固体地球の振動特性・不均質構造・ダイナミクス解明に関する研究集会	古本 宗充	名古屋大学大学院環境学研究科・教授
19	2011年南極医学医療ワークショップ	渡邊 研太郎	国立極地研究所・教授
20	極限環境における微小生態系の総合的研究	小川 麻里	安田女子大学文学部・講師
21	北極海における海洋環境変動に関する研究集会	飯田 高大	国立極地研究所・助教
22	環境変動に対する極域生物の生態的応答プロセスの研究	伊村 智	国立極地研究所・准教授

本報告書は、平成２３年度で終了した共同研究の各研究代表者から提出された報告をとりまとめたものである。