

平成 2 7 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

No.	研究課題名	研究者名	ページ
25-2	太陽活動変化に対する極域電離圏・熱圏変動の研究	藤原均	6
25-3	光学およびECCオゾンゾンデを用いたオゾンおよび大気重力波の研究	村田功	8
25-5	多波長共鳴散乱ライダーにおけるレーザ波長モニター・制御手法の確立	川原琢也	10
25-6	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	門叶冬樹	12
26-5	磁気圏擾乱に伴う磁気異常帯の超高層大気現象に関する研究	池田慎	15
26-17	Substorm発生時におけるオーロラ・ULF波動現象の究明	櫻井亨	17
26-18	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	19
27-2	全天周オーロラの高空間分解能撮影とドーム映像化の研究	糸屋覚	22
27-5	Pc1帯電離圏MHD波動検出のための新しいSuperDARN観測手法の開発	堀智昭	24
27-10	SuperDARNによる磁力線共鳴現象観測からの磁気圏領域推定に向けて	河野英昭	26

(2) 気水圏

25-9	氷の高周波誘電特性の研究	上條敏生	29
25-10	リモートセンシング観測データを用いた極域の雲の動態解析	久慈誠	32
25-11	グローバル雪氷圏変動が日本の気象・気候に及ぼす影響	本田明治	35
25-12	南極海インド洋セクターにおける海氷・海洋の係留観測研究	深町康	37
26-19	南極ドームふじ氷床コア底面氷の物理化学解析	大野浩	40
27-17	高緯度積雪域からの昇華による大気への水蒸気供給に関する基礎的検討	杉浦幸之助	43

(3) 地圏

25-14	東南極セールロンダーネ山地における流体活動の年代決定と物質移動解析	河上哲生	46
25-15	太古代・原生代の海洋底堆積物の記録: 初期海洋の生物生産量とそこに残される古地磁気変動の解明	清川昌一	49
25-16	東南極ナピア岩体に産する造岩鉱物の微細組織観察および熱史への適用	三宅亮	51

25-17	東南極における変成作用と微小地塊・テレーンの多重衝突	馬場 壮太郎	54
25-18	南極産隕石と始生代縞状鉄鉱層の誘電率特性と岩石磁気特性	中村 教博	56
25-19	南極大陸周辺域の精密地形の特徴に関する研究	松本 剛	60
25-21	変成反応組織解析を用いたリュツォ・ホルム岩体の上昇速度の推定	池田 剛	62
26-31	高圧相に基づく天体破壊プロセスの実証	宮原 正明	65
26-35	アーマルコライトの相平衡実験と超高温変成岩類の温度圧力履歴の解析	川寄 智佑	67

(4) 生物圏

25-22	南極湖沼生態系からつなげる現象と理論	佐々木 顕	70
25-23	極域海域におけるバイオロジカルカーボンポンプの定量的解明:特に従属栄養生物の寄与に注目して	三瓶 真	72
25-24	好冷性微細藻類の脂質に関する研究	菓子野 康浩	74
25-25	極域に生息する植物寄生性糸状菌の多様性評価	東條 元昭	76
25-28	南極の紫外線が生物に及ぼす影響と好冷性微生物由来のセルロースなどに関する研究	高橋 哲也	78
25-29	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	80
27-33	南極環境中に潜む病原細菌のゲノム特性に関する研究	丸山 史人	82

(5) 極地工学

25-30	新ドームふじ基地建設のための内陸輸送力の基礎研究	香川 博之	85
25-33	MPPT法を導入した太陽光追尾システム	木村 茂雄	87
25-35	寒冷環境下における機能性繊維を用いた衣服内気候の研究	伊豆原 月絵	89
25-36	新内陸基地における緊急時対応策の研究	横山 宏太郎	91

II. 研究集会報告

研究集会

No.	研究課題名	ページ
1	新極域科学計算機システムを利用した新しいデータ解析とモデリング手法に関する研究集会	94
2	EISCAT研究集会	96
3	SuperDARNによる極域～中緯度超高層大気研究集会	97
4	近未来の宙空圏関連極域研究観測を考える研究集会	100
5	中間圏・熱圏・電離圏研究集会	102
7	太陽地球環境データ解析に基づく、超高層大気の空間・時間変動の解明	105
8	グランドミニマム研究会	108
9	「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」の推進	110
10	プラズマシート極域電離圏投影問題研究会	111
11	両極域における第四紀の気候・環境変動史	113
12	南極雪氷科学の展開による新たな古環境復元とメカニズム理解にむけて	115
13	南極海洋・海氷・氷床システムの相互作用と変動に関する研究集会	117
14	エアロゾル-雲相互作用について語る会	119
15	大気-雪氷-海洋間の物質循環と極域への物質輸送に関する研究小集会	120
16	東南極における氷床表面の放射特性と涵養量変動監視に関する研究	122
17	寒冷域における降雪観測や雪結晶の研究と教育の今後の展望	124
18	無人機の活用による極地観測の展開	125
19	南極エアロゾル研究会	128
20	永久凍土のモニタリングと変動に関する研究集会	130
21	南大洋・南極氷床変動の融合研究に向けて	132
22	可聴下波動伝播特性による極域の多圏融合物理現象解明に関する研究集会	134
23	極域でのレーザー測距観測の意義と技術課題の検討	136
24	2015年 南極医学・医療ワークショップ	140
25	南極沿岸・陸上生態系における微小動物多様性の探索	143

III. 平成27年度共同研究課題一覧

1. 平成27年度共同研究実施件数	145
2. 一般共同研究	146
3. 研究集会	151

1. 記号の説明

◎・・・・研究代表者

2. 表記例

(研究課題)	太陽活動変化に対する極域電離圏・熱圏変動の研究
(研究代表者)	◎藤原 均 成蹊大学 理工学部・教授
(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
(担当教員)	(国立極地研究所) 小川 泰信 片岡 龍峰
(研究期間)	平成25年度 ～ 平成27年度 (3か年)

I . 共同研究報告（終了）

一般共同研究

（1）宙 空 圏

共同研究報告書（終了）

太陽活動変化に対する極域電離圏・熱圏変動の研究

◎藤原 均 成蹊大学 理工学部・教授
野澤悟徳 名古屋大学 宇宙地球環境研究所・准教授
(国立極地研究所)
小川泰信 准教授 (担当教員)
片岡龍峰 准教授
平成 25 年～平成 27 年 (3 か年) (研究期間)

[研究成果]

極域熱圏・電離圏領域では、太陽風起源のエネルギー流入に伴い、様々な時空間変動が生じていることがこれまでの衛星・地上観測、数値シミュレーションから明らかになっている。また、下部・上部熱圏・電離圏領域において、下層大気起源と思われる(大気潮汐や重力波、成層圏突然昇温の影響などによる)変動が示されている。

本研究は、特に極域昼側電離圏・熱圏領域に着目し、太陽活動変化に対する応答過程、エネルギー流入やそれに伴う温度変動をオーロラ帯(トロムソ)から極冠域(ロングイヤビン)に展開されている装置(EISCAT, ESR, MF レーダー、ナトリウムライダー等)による観測、数値シミュレーションから明らかにすることを目的に実施された。例えば、EISCAT サイト(トロムソ)に設置されているナトリウムライダー観測から大気温度変動を、MF レーダーの観測から大気潮汐波など下層大気の影響をモニターする。これらの観測に加え、申請者らによって開発された大気圏・電離圏モデルによる数値シミュレーションから、極域熱圏・電離圏変動を引き起こす物理機構を定量的に理解する。

本研究課題の主な研究成果は以下のとおりである。

- ・ロングイヤビン、トロムソでのEISCATレーダー観測から、昼側電離圏において、より高緯度域において高温状態が常に形成されていることが示唆された。

- ・ロングイヤビン上空では準周期的なイオン温度や電子密度変動が頻繁に観測されるが、トロムソ上空では顕著ではない。カस्प近傍の電離圏では、地磁気活動静穏時においても高速イオン流や激しいジュール加熱が存在することが当グループのレーダー観測等により確かめられた。Kp～1-2程度のコンディションにおいても、ロングイヤビン北部では高温、高速イオン流の領域が常に現れる一方で、トロムソ上空では静穏な電離圏状態となっている。ロングイヤビン近傍は、カस्प、極冠域、オーロラオーバルを出入りする領域であり、ここでの電離圏・熱圏の普遍的な描像(昼側電離圏・熱圏の天気)がトロムソとの比較から明らかになりつつある。

- ・CMEに伴う昼側電離圏変動の観測に成功した。オーロラオーバルの伸展に伴うと思われるイオン加熱がロングイヤビン、トロムソにて観測された。GCMシミュレーションによりオーロラオーバルが収縮した際には効率的に加熱が生じ、拡大した際には効率的に熱圏風の加速が生じることが示唆された。

これらの結果の一部は国内外の学会(SGPESS や AOGS など)にて公表された。また、研究論文が出版、または投稿準備中となっている。

[主な研究発表]

- Nozawa, S., T. Kawahara, N. Saito, C. Hall, T. Tsuda, T. Kawabata, S. Wada, A. Brekke, T. Takahashi, H. Fujiwara, Y. Ogawa, and R. Fujii, Variations of the neutral temperature and sodium density between 80 and 107 km above Tromsø during the winter of 2010-2011 by a new solid state sodium LIDAR, *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2013JA019520, 2014.
- Fujiwara, H., Nozawa, S., Ogawa, Y., Kataoka, R., Miyoshi, Y., Jin, H., and Shi-nagawa, H.: Extreme ion heating in the dayside ionosphere in response to the arrival of a coronal mass ejection on 12 March 2012, *Annales Geophysicae*, 32, 831-839, doi:10.5194/angeo-32-831-2014, 2014..
- Takahashi, T., S. Nozawa, M. Tsutsumi, C. Hall, S. Suzuki, T. T. Tsuda, T. D. Kawahara, N. Saito, S. Oyama, S. Wada, T. Kawabata, H. Fujiwara, A. Brekke, A. Manson, C. Meek, and R. Fujii, A case study of gravity wave dissipation in the polar MLT region using sodium LIDAR and radar data, *Annales Geophysicae*, 32, 1195-1205, 2014.
- Oberheide, J., K. Shiokawa, G. Subramanian, W. E. Ward, H. Fujiwara, M. J. Kosch, J. J. Makela, and H. Takahashi, The geospace response to variable inputs from the lower atmosphere: a review of the progress made by Task Group 4 of CAWSES-II, *Progress in Earth and Planetary Science*, 2015.
- Takahashi, T., S. Nozawa, T. T. Tsuda, Y. Ogawa, N. Saito, T. D. Kawahara, C. Hall, H. Fujiwara, N. Matsuura, A. Brekke, M. Tsutsumi, S. Wada, T. Kawabata, S. Oyama, and R. Fujii, A case study on generation mechanisms of a sporadic sodium layer above Tromsø (69.6° N) during a night of high auroral activity, *Ann. Geophys.*, 33, 941-953, doi:10.5194/angeo-33-941-2015, 2015.
- Fujiwara, H., S. Nozawa, Y. Ogawa, R. Kataoka, Y. Miyoshi, H. Jin, H. Shinagawa, Investigation of variations of the polar thermosphere and ionosphere with EISCAT radar observations and GCM simulations, International CAWSES-II symposium, Nobemver18-22 2013, Nagoya, Japan.
- Nozawa, S., T. Kawahara, T. Tsuda, N. Saito, M. Tsutsumi, S. Wada, H. Fujiwara, T. Takahashi, T. Kawabata, S. Oyama, C. Hall, A. Brekke, and R. Fujii, Variations of neutral temperature and winds in the polar mesosphere and lower thermosphere above Tromsø, Nobemver18-22, 2013, Nagoya, Japan.
- Fujiwara, H., Y. Miyoshi, H. Jin, H. Shinagawa, S. Nozawa, Y. Ogawa, and R. Kataoka, Investigation of the polar thermosphere and ionosphere from GCM simulations and observations with radar and optical instruments, the Asia Oceania Geosciences Society 11th Annual Meeting (AOGS 2014), Sapporo/Japan, 28 July-1 August, 2014.
- Fujiwara, H., S. Nozawa, Y. Ogawa, R. Kataoka, Y. Miyoshi, H. Jin, H. Shinagawa, Some unsolved questions related to ion-neutral coupling in the polar upper atmosphere, Grand Challenge Brain Storming Session, in theory, numerical, experimental, technology and instrumentation, for advancing coordinated ground and sounding rocket missions, ISAS/JAXA, Sagamihara, Japan, January 13-14, 2015.
- Takahashi, T., S. Nozawa, T. Tsuda, S. Oyama, H. Fujiwara, M. Tsutsumi, T. Kawahara, N. Saito, S. Wada, T. Kawabata, N. Matsuura, C. Hall, Study on generation and sustaining mechanism for an SSL during a night of high auroral activity above Tromsø, 地球惑星科学関連学会連合大会, 5月, 横浜, 2014.
- Shinagawa, H., H. Jin, Y. Miyoshi, and H. Fujiwara ,T. Yokoyama, Estimation of Occurrence Probability of Plasma Bubbles Using GAIA, the Asia Oceania Geosciences Society 12th Annual Meeting (AOGS 2015), Singapore, August 2-7, 2015.
- Fujiwara, H., S. Nozawa, Y. Ogawa, R. Kataoka, Y. Miyoshi, H. Jin, H. Shinagawa, Investigation of Weather and Climate in the Polar Upper Atmosphere from Observations with the EISCAT Radar System and Simulations with a Whole Atmosphere GCM, the Asia Oceania Geosciences Society 12th Annual Meeting (AOGS 2015), Singapore, August 2-7, 2015.
- Nozawa, S., T. Tsuda, H. Fujiwara, Y. Ogawa, T. Kawahara, N. Saito, S. Wada, M. Tsutsumi, S. Suzuki, T. Kawabata, T. Takahashi, T. Hibino, S. Takita, S. Asato, C. Hall, and A. Brekke, Study of the Upper Mesosphere and the Lower Thermosphere by Using the Sodium LIDAR at the EISCAT Tromsø Site, Norway, the Asia Oceania Geosciences Society 12th Annual Meeting (AOGS 2015), Singapore, August 2-7, 2015.

共同研究報告書（終了）

光学および ECC オゾンゾンデを用いたオゾンおよび大気重力波の研究（研究課題）

◎村田 功 東北大学大学院環境科学研究科・准教授（研究代表者）

（国立極地研究所）

富川 喜弘 助教 堤 雅基 准教授

（担当教員）

平成25年～平成27年（3か年）

（研究期間）

【研究成果】

東北大学では、上部成層圏のオゾンを直接観測する光学オゾンゾンデを開発し、宇宙科学研究所によって開発された薄型高高度気球と組み合わせて三陸における夏季のオゾン高度分布観測を1994年から2007年まで行ってきた[1, 2, 3, 4]。この装置は上部成層圏オゾンを直接観測できる数少ない観測器であり、またオゾンや気温・風速の高度分布にみられる波状構造をもちいて大気重力波のパラメータも導出可能なように、2002年には観測器を改良しGPSを搭載し、ECC オゾンゾンデとの同時観測を始めた[5]。2010年からは大樹町に観測地が移っているが、その後、オゾン以外に二酸化窒素なども同時観測できるよう小型分光計を用いたスペクトル取得型の観測器を開発し、2013年5月に初観測を行った。本研究ではこの新型観測器による観測とその解析を行う予定であったが、解析をしてみると装置に改良すべき点が多くあることが分かった。そのため、この3年間は主に装置や解析手法の改良を検討することとなり、本研究では主に分光器の感度補正について検証を行った。

光学オゾンゾンデは、オゾンハートレー帯吸収によって太陽光の300 nm付近の紫外線の強度が高度に対して変化することを利用してオゾン濃度の鉛直分布を得る[3]。ECC オゾンゾンデのように外気を取り込む必要がないため、大気の薄くなる30 km以上での観測精度がよいことが特徴である。従来の装置ではオゾンによる吸収を受ける波長（300 nm）とオゾンの吸収を受けない波長（420 nm）の2波長の強度をフィルターによる分光で測定し、その比からオゾン量を求めていたが、新しく開発したスペクトル取得型では小型分光器を用いて約280-500 nmの範囲を連続測定している。これによりオゾン以外に二酸化窒素や OClO, BrO などの吸収帯のスペクトルも取得できる。

オゾンについては従来と同じく300 nmと420 nmとの強度比から求めるが、この際に分光器の波長感度特性を正確に求めておくことが重要になる。しかし、300 nmの紫外領域は感度較正用のデータを取るのが難しい。2013年の観測前にはXeランプ

を用いた測定はしていたが、Xeランプの輝度データがカタログ値しかなく、手持ちのXeランプがかなり古いので劣化している心配もあり正確な感度補正が出来ているのか不明であった。そこで、観測後ではあるが極地研所有の積分球標準光源システムを用いて同型の分光器の波長感度特性を測定した。積分球では330 nm以下の波長は測定できないのだが、長波長側でXeランプの結果と合っていればその精度検証になると考えたからである。図1にこの後述べるものも含めた4つの方法による分光器の波長感度特性測定結果を示すが、茶色で示したものが積分球による結果である。これを見ると420 nm以下の波長でばらつきが大きいことが分かる。これは、積分球の光源が赤外にピークを持つタングステンランプで、紫外域では強度が弱いためにS/Nが悪くなるためである。しかし、このばらつきを考慮しても紫色で示したXeランプの結果と短波長側では一致せず、Xeランプの結果の確認にはならなかった。

USB4000 (4H04749) Wavelength dependence of Sensitivity

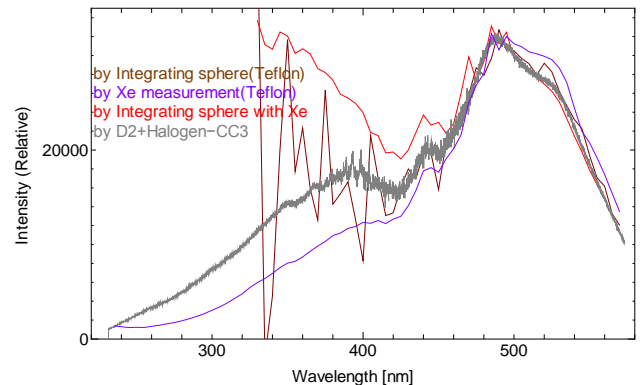


図1. 4つの方法による分光器の波長感度特性測定結果の比較

そこで、次に短波長側のS/Nをよくするために積分球にXeランプを照射して測定してみた。その結果が図1の赤色線であるが、今度は紫外側で感度が異常に大きくなった。Xeランプはタングステンランプの代わりに差し替えて配置することは出来ないため分光器と並べて出射口部分に配置したのだが、極地研の担当の方やメーカーに問い合わせ調べて

たところ、積分球とは言っても内面の光量は一樣になるわけではなく、積分球システムはその差を考慮して補正してあるため、標準光源以外の光源を置くと正しい値は出せないとのことであった。

幸い、この相談を分光器メーカーにしたおかげで較正用の D2+halogen ランプのデモ機をお借りすることが出来たので、これで測定した結果が図 1 の灰色線である。これがもっとも正確な波長感度特性と考えられるが、これを見ると積分球の結果は短波長側での S/N が悪いものの 370 nm くらいまでは系統的なずれはなさそうで、一方 Xe ランプの結果はやはりランプの劣化のせいかわ短波長側で低く出ていることが分かった。

図 2 に上記の結果から感度補正をして求めたオゾンの高度分布を示す。参考として観測日に近い札幌の気象庁の ECC オゾンゾンデ観測の結果も示した。光学オゾンゾンデは高度 20km 以下では紫外線強度が小さく S/N が悪くなるため 20km 以上で比較すると、両者はまずまず一致している。また、30km 以上では ECC オゾンゾンデでは高度方向の細かい構造が捉えられていないが、光学オゾンゾンデでは波状構造が 40km 以上まで捉えられている。これより、スペクトルデータからのオゾン高度分布導出は感度補正をきちんとすれば出来ることが検証された。

造が捉えられていないが、光学オゾンゾンデでは波状構造が 40km 以上まで捉えられている。これより、スペクトルデータからのオゾン高度分布導出は感度補正をきちんとすれば出来ることが検証された。

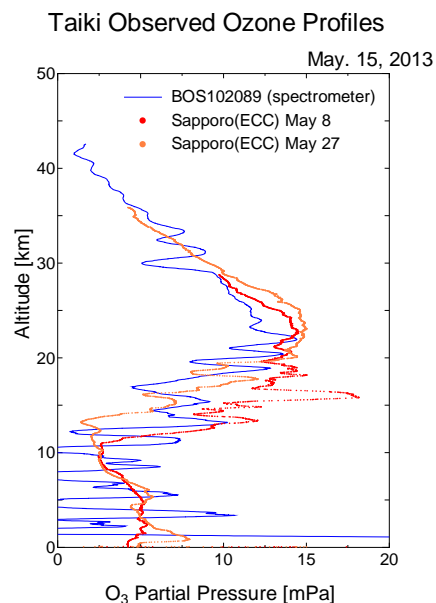


図 2. 観測されたオゾン高度分布

[参考文献]

- 1) 岡林昌宏、田口真、岡野章一、福西浩、高高度気球搭載光学センサーによる成層圏オゾンの観測、宇宙科学研究所報告特集、第 32 号、105-111、1995.
- 2) 岡林昌宏、村田功、福西浩、高高度気球搭載光学オゾンゾンデを用いた成層圏オゾン高度分布の観測、宇宙科学研究所報告特集、第 40 号、45-54、2000.
- 3) Okano, S., M. Okabayashi, and H. Gernandt, Observations of ozone profiles in the upper stratosphere using a UV sensor on board a light-weight high-altitude balloon, Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, 51,225-231, 1996.
- 4) Murata, I., K. Sato, S. Okano, and Y. Tomikawa, Measurements of stratospheric ozone with a balloon-borne optical ozone sensor, International Journal of Remort Sensing, 30, 3961-3966, 2009.
- 5) 村田功、佐藤薫、山上隆正、岡野章一、富川喜弘、GPS 搭載型光学オゾンゾンデの開発、宇宙航空研究開発機構研究開発報告, JAXA-RR-08-001, 57-62, 2009.

[研究発表]

- 村田 功、佐藤 薫、富川 喜弘、野口 克行、野本理裕、スペクトル取得型光学オゾンゾンデによる成層圏オゾン高度分布観測、平成 25 年度大気球シンポジウム集録、isas13-sbs-028、2013.
- 村田 功、野口 克行、多成分観測用スペクトル取得型光学オゾンゾンデの開発、平成 26 年度大気球シンポジウム集録、isas14-sbs-029、2014.
- 村田 功、野口 克行、二酸化窒素観測に向けたスペクトル取得型光学オゾンゾンデの改良、平成 27 年度大気球シンポジウム集録 ISAS15-SBS-022, 2015.
- 村田 功、佐藤 薫、富川 喜弘、野口 克行、堤 雅基、光学オゾンゾンデを用いた成層圏オゾン・大気重力波・二酸化窒素の観測、第 4 回極域科学シンポジウム、国立極地研究所、2013 年 11 月.
- Isao Murata, Katsuyuki Noguchi, Measurements of stratospheric ozone with spectrometer type balloon-borne optical ozone sensor, The 5th Symposium on Polar Science, Tokyo, Dec., 2014.
- Isao Murata, Wavelength dependence of sensitivity of the spectrometer for balloon-borne optical ozone sensor, The 6th Symposium on Polar Science, Tokyo, Nov., 2015.

共同研究報告書（終了）

多波長共鳴散乱ライダーにおけるレーザ波長モニター・制御手法の確立

◎川原琢也 信州大学工学部・准教授（研究代表者）
 阿保 真 首都大学東京システムデザイン学部・教授（共同研究者）
 （国立極地研究所）
 中村卓司 教授（担当教員）
 江尻 省 助教
 平成 25 年～平成 27 年（3 か年）（研究期間）

[研究成果]

国立極地研究所では、平成 28 年度に南極に持ち込む波長可変狭帯域共鳴散乱ライダーを開発している。これはインジェクションシーディングにより波長を狭帯域化したアレキサンドライトパルスレーザで、基本波の波長領域が 768-788nm、第二高調波の波長領域が 384-394nm となり、カリウム原子(770 nm)、鉄原子(386 nm)、カルシウムイオン(393 nm)、窒素イオン(390-391 nm)の原子とイオンを狙って、高度 80 km 以上の大気温度、原子やイオンの密度の高度分布などを測定する計画である。これまでシーダーレーザを用いたインジェクションシーディング法により、特定の金属原子共鳴線へのレーザ波長を同調する実験を行ってきた。平成 25 年度ではカリウム(K, 770.11nm)共鳴線同調にむけて、K 蒸気セルを用いたドップラーフリー飽和吸収分光法による絶対波長モニター実験を行い、吸収線を確認した。平成 26 年度はルビジウム(Rb, 780.23nm)の蒸気セルで飽和分光実験を行い、吸収線波長の同定、K セル吸収線波長計測結果と合わせて波長計の校正を行った。その結果、波長計の表示値は 125MHz 程度の周波数オフセットを持っていることが確認され、レーザ波長同調にはこれを考慮しなければならないことが判明した。また波長計での読み取り値の時間変化を計測したところ周波数でおおよそ 1MHz 程度であり、これは波長計の読み取り精度程度であった。このため、波長計の読み取り値のオフセットを考慮しつつ波長計の値を指標にしてライダー観測を行う必要があることが分かった。

上記波長校正の実験に加え、ライダー観測時の、望遠鏡視野内のレーザ位置確認手法のソフト開発を行った。これは ICCD カメラを用いて特定の高度（高度 15km 程度）でのレーザ断面の視野内位置を計測することで中間圏界面でのレーザ位置を保証するシステムである。このソフトは汎用生の高い LabView を用い、

画像取得からレーザ断面の重心位置の自動判別を行い、結果をリアルタイムで表示することで、望遠鏡の視野中心にレーザ位置を合わせることを容易にするソフトを製作した。以下は、波長チューニングとこの視野確認ソフトの動作実験の概要である。

観測は国立極地研究所（東京・立川）で行った。表 1 に実験システムの装置を示す。

表 1 観測実験に用いた送受信系

送信系	
-	フラッシュランプ励起アレキサンドライトレーザ
-	レーザ出力 0.5W
-	波長 386nm
-	繰り返し周波数 25Hz
-	
受信系	
-	望遠鏡 口径 82cm, 焦点距離 6400mm
-	ICCD カメラ(Andor DH734-18F)

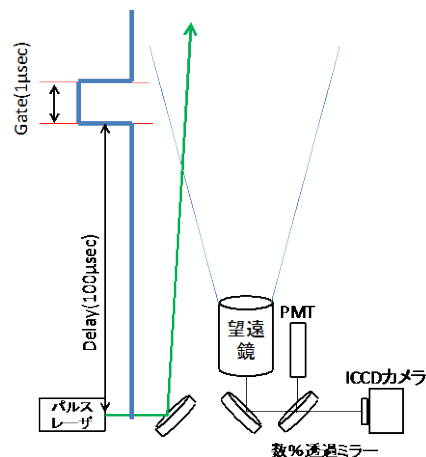


図 1 観測時のシステム図

図 1 に観測時の模式図を示す。パルスレーザーの射出時刻から 100μ 秒の遅延(15km 高度)と 1μ 秒の露光時間(高度幅 150m)の設定で画像撮影を行った。望遠鏡で受講した観測光の一部は ICCD で常にレーザーの位置を確認しつつ、光電子増倍管(PMT)により信号光を計測する。観測ではあらかじめ校正された波長計を用い、鉄原子の共鳴散乱波長に数十 fm の精度で波長をチューニングした。

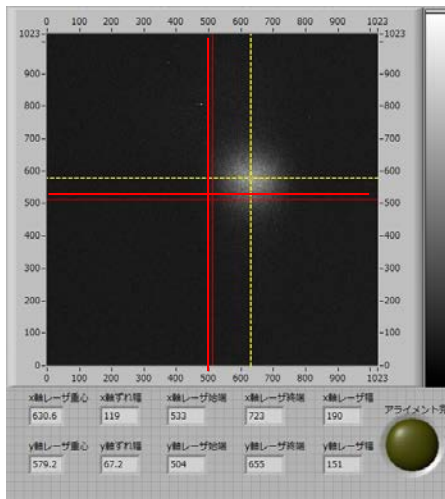


図 2 ICCD で得られたレーザー断面。黄色の破線は観測された重心位置を、赤の破線は設定すべきレーザーの位置を示す。

図 2 にはレーザー位置調整システムの画面を示す。レーザー断面の重心位置は写真撮像とともに自動計算され、黄色破線の交点で示される。一方、送信レーザーの打ち上げミラーと受信望遠鏡の幾何学的な位置関係から高度 15km でのレーザー断面位置が決まる。その位置を赤の破線で示す。打ち上げミラーを調整すると画面内で断面が移動することになるが、黄色と赤の交点の場所が、設定する位置精度で一致した時に右下の完了ランプが点灯する。このため、容易かつ再現性良くレーザーの方向調整が行える。

まとめ

南極に持ち込む波長可変レーザーで最も重要な波長校正システムに関して実験を行ってきた。絶対波長はドップラーフリー飽和吸収分光法により測定ができるが、波長計の読み値と大きな差があることが分かった。この波長オフセットを考慮して中間圏界面の金属原子・イオンの観測が可能になった。また、視野調整システムのソフトを開発し、観測実験により実際の運用で問題になる点を修正してソフトを完成させることができた。

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

◎門叶冬樹 山形大学理学部・教授

櫻井敬久 山形大学理学部・名誉教授, 乾恵美子 山形大学 RI 総合実験室・教務職員

増田公明 名古屋大学宇宙地球環境研究所・准教授

(国立極地研究所)

門倉 昭 教授, 佐藤夏雄 特任教授

B. Gunnlaugur アイスランド大学

平成 25 年度 ~ 平成 27 年度 (3 年)

[研究成果]

本研究は、宇宙線生成核種の大気中濃度の長期連続測定により、太陽 11 年周期変動の極小期前後における太陽活動と宇宙線生成核種の年変動および季節変動との関連を調べることを目的としている。2000 年より山形大学において宇宙線生成核種 Be-7 の日変動観測を継続しており、2003 年 9 月よりアイスランドにおいて同様な連続観測を始め 2015 年までに約 12 年間の測定結果を得た。

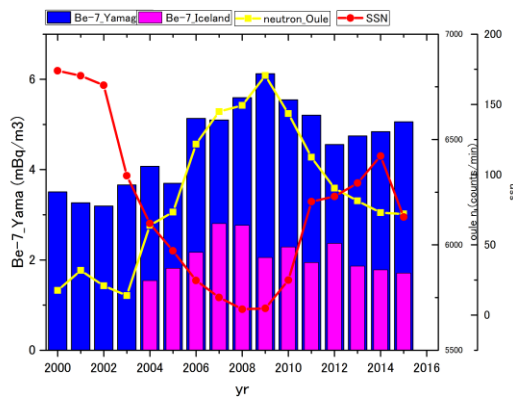


図 1 : アイスランドおよび山形の Be-7 濃度年変動

図 1 は、アイスランド (北緯 64.7°) と山形 (北緯 38.3°) の大気中 Be-7 濃度、太陽黒点数 (SSN) ¹⁾、Oulu (北緯 65°) での地上中性子強度 ²⁾ の年変動である。

1) 太陽活動は黒点数の推移が示すように、2008~2009 年に極小期を示し、その後 2011 年まで黒点数が早い立ち上がりで増加してい

る。2012 年から 2014 年まで緩やかに増加したが 2015 年に減少した。アイスランドと同緯度の極域の Oulu での宇宙線中性子強度変動は、2009 年にピークを持ちその後減少し 2012 年から緩やかに減少している。太陽黒点数の変化と中性子強度の変化は、2014 年まで位相は逆であるが、ほぼ同様な変化をしめしている。しかし、2015 年の黒点数は減少に鈍っているが中性子強度変化に大きな増加は見られない。太陽圏に進入して地球に到達する銀河宇宙線の強度は、太陽活動による太陽磁場の変動の影響を受けるため、太陽黒点数の変化より時間の遅れがあり、黒点数と中性子強度の変動の位相差があらわれている可能性がある。

2) 図 1 のアイスランドの地表 Be-7 濃度と山形の Be-7 濃度変動は、概略、太陽活動に伴

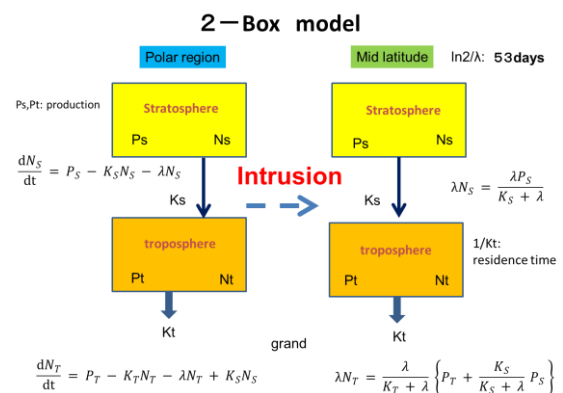


図 2 : 極域と中緯度の大気 Box モデル

う銀河宇宙線強度の変動と同様な年変化を示している。従って、極域と中緯度の Be-7 濃度変動は基本的には宇宙線強度変動によって生じていることになる。しかし、アイスランドの濃度は山形の約 45% 程度であり、大気中で宇宙線により生成された Be-7 が地球大気に拡散して簡単に一樣になるわけではないことが分かる。

宙線強度変動および地球各地点の各大気高度での Be-7 の生成率は計算できる。極域と中緯度の成層圏および対流圏を各大気 Box として、各 Box 内の Be-7 の平均滞在時間を仮定して観測された 2 地点の Be-7 濃度のプロファイルと比較して、最適な平均滞在時間を求めた。

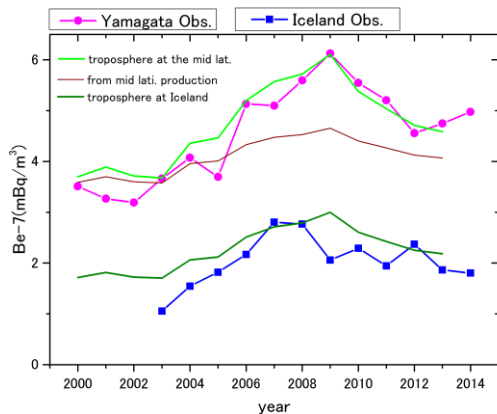


図 3 : アイスランドと山形の Be-7 濃度年変動と Box モデルから計算した濃度変化

計算結果は、成層圏の滞在時間が 1 年、中緯度および極域の対流圏の滞在時間が、各々 4 日と 6 日であり、極域から中緯度への流入は約 135 日であった。中緯度では地磁気による宇宙線カットオフエネルギーが高いため極域に比べて Be-7 の生成率が少なく、中緯度での生成のみでは濃度変化を説明できない。高緯度で生成された Be-7 を含む大気流入が必要となる。

3) 図 1 のアイスランドの Be-7 濃度の年変動の 2009 年からの 4 年間の変化は 1 年毎に減・増のパターンであり、その後 2013 年から 3 年間は徐々に減衰している。2008 年に対して 2015 年は約 40% 減少している。Oulu の

中性子強度へんどうは、2009 年に対して 2015 年は、約 10% 減であり Be-7 濃度変動は 4 倍も大きい。即ち、 Be-7 の生成の閾値が 10MeV 程度であることを考慮すると Be-7 生成に関する宇宙線エネルギーは中性子モニターの閾値より低エネルギーのスペクトル成分であると考えられる。

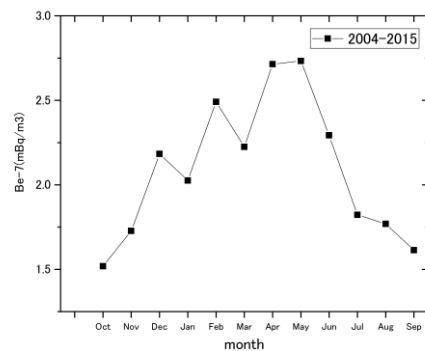


図 4 : 12 年間の平均 Be-7 濃度月変動

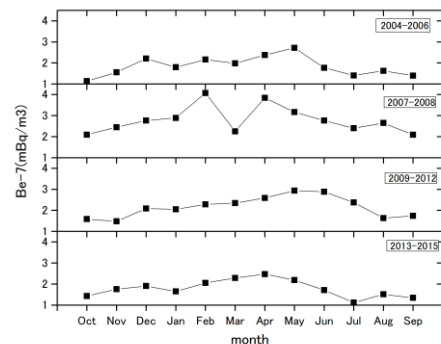


図 5 : 12 年間の Be-7 濃度月変動の推移

4) 図 4 はアイスランドの Be-7 濃度の季節変動であり 12 年間の平均を示している。4 月から 6 月の春季に極大 8 月から 10 月の夏から秋の期間が極小の一山構造であり、春に成層圏と対流圏の大気交換が活発であるためと考えられる。

図 5 はパネル上段から下段に向かって、太陽活動の下降期、極小期、急上昇期そして極大期の Be-7 濃度の月変動プロファイルである。春季のピーク月が移動しているが、太陽活動が大気運動に及ぼす影響は未知である。今後の重要な課題である。

[参考文献]

1) Solar Influences Data Analysis Center – SIDC, <http://sidc.oma.be/>

2) <http://neutronm.bartol.udel.edu/>

[研究発表]

・「2000年から14年間の宇宙線生成核種 Be^7 の観測」 櫻井敬久、紅林泰、菊地聡、門叶冬樹、郡司修一、乾恵美子、増田公明、松原豊、W. Taverae、大橋英雄、鈴木芙美枝、門倉昭、佐藤夏雄、G. Bjornsson, 宮原ひろ子、C. Mundia 日本物理学会年大会、東海大学 (2014)

共同研究報告書(終了) 平成 26 年 ～ 平成 27 年(2 年間)

磁気圏擾乱に伴う磁気異常帯の超高層大気現象に関する研究

池田 慎 武蔵大学人文学部・教授
巻田和男 拓殖大学・名誉教授
加藤泰男 名古屋大学・技術補佐員
大川隆志 地磁気観測所・主任研究官
西野正徳 元名古屋大学太陽地球環境研究所・准教授
国立極地研究所 門倉 昭 教授
田中良昌 特任准教授

[研究成果 1]

南米大陸の磁気異常帯に放射線帯起源の高エネルギー粒子が多量に降りこんでいる。我々はこれまで磁気異常帯で起きている現象を調べるため、南米域にリオメータネットワーク (SARINET) を構築し、データ解析を進めてきた。本報告書は最終年度のため研究年度期間に行った主

な研究活動とその結果について報告する。

磁気異常帯に入射する高エネルギー粒子に伴い引き起こされる宇宙雑音吸収 (CNA) を調べるために、これまで南米大陸の 10 数点にリオメータを設置し観測を行ってきた(図 1)。

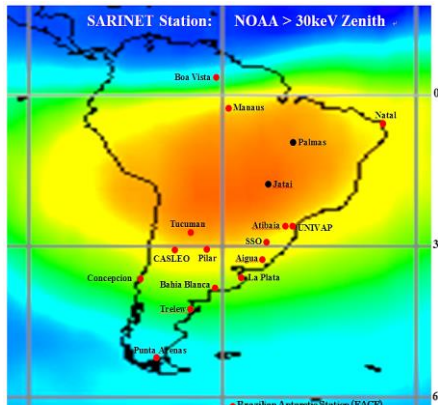


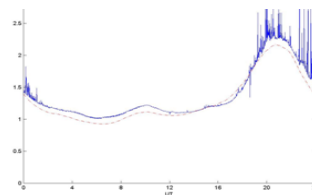
図 1
CASLEO と Manaus は
現在観測を中断している

今回、ブラジルとアルゼンチンの中間地帯のウルグアイに、新たにリオメータを設置することを計画し、2015 年 10 月現地を訪れて、リオメータの設置を行った。この観

測点は Aigua Observatory (Instituto de Ciencias Geológicas, Universidad de la República, Uruguay) と呼ばれ、モンテビデオ市内から 150km 程離れた山中にある(34.2° S, 54.4° W)。図 2 には観測所の建物と得られた観測データの 1 例を示している。



図 2 左は Aigua 観測所、右は観測されたリオメータデ



ータ(青線はデータ、赤線は QDC)

受信されたシグナルに人工ノイズ等の混入は少なく、観測環境としては良好と思われる。なお、この観測所には宿泊施設等も備わり、山中にあるため光学観測に適した [研究成果 2] ^{1), 2)}

「地上観測されたホイスラーモードサイブル信号透過領域とプラズマポーズの関係」

終了したサイブル実験ではあるが、1975年と1979年に行われたサイブル人工電波の観測結果の特徴を改めて検討し、報告する。1975年に南極サイブル基地から人工 VLF 信号を送信する壮大な実験が開始され、電離圏を通過、赤道面付近で増幅、ダクト伝搬してきたその人工 VLF 信号が、反対半球のカナダで受信された。コーラスと呼ばれる自然電波も含めたそれらの電波は、ホイスラーモード波として、プラズマ圏内・外でプラズマポーズ近くを地上まで伝搬する事が到来方向観測と多点観測から予想されていた。この論文で、これらの予想が確認された。プラズマポーズの位置は、D. L. CARPENTER and C. G. PARK (1973) の方法によって推定される。又、プラズマ圏内での高速電子の流れの存在も確認された。この論文で、サイブル信号の透過領域とプラズマポーズの [研究成果 3] ^{2), 3)}

「相対論的共鳴条件を使用したホイスラーモード弱相対論的線形増幅率」

終了したサイブル人工電波送信実験ではあるが、1975年と1979年に行われた観測の特徴を検討した武蔵大学人文学会雑誌第46巻第1号(2014) ¹⁾の結果を踏まえ、それらの結果をプラズマ圏内、放射線帯の相対論

場所でもある。また、Aigua 観測所はブラジル・サンタマリア観測所に近いため、将来ここで光学現象の比較観測等を行うことも可能であろう。

位置の関係を再検討し、 $L \sim 4.8$ にある HAARP 送信実験など、今後の電波送信実験の一助となることを望む。

参考文献：

- 1) 池田 慎、武蔵大学人文学会雑誌 (2014)、第46巻、第1号、540P
- 2) 池田 慎、SGEPSS (2014) 秋学会ポスターセッション：R008-P004、“プラズマ圏における弱相対論的プラズマに対する共鳴条件とホイスラーモード線形増幅率”
- 3) 池田 慎、武蔵大学人文学会雑誌 (2014)、第46巻、第2号、368P

的粒子に適用されるように、ホイスラーモード波の線形増幅率が導出された。今後、プラズマ圏の内側で行われる HAARP 送信実験や、放射線帯相対論的粒子の地上探査の一助となることを望む。

共同研究報告書（終了）

研究課題：Substorm 発生時におけるオーロラ・U L F 波動現象の究明

◎研究代表者：東海大学・名誉教授 櫻井 亨

(国立極地研究所)

共同研究者：国立極地研究所・教授 門倉 昭

共同研究者：国立極地研究所・特任准教授 田中 良昌

平成26年～平成27年（2年間）

[研究成果]

本研究は以下二つの観点からの研究で構成されている。一つは substorm における地上で観測される P i 型磁気波動とオーロラの開始及びその発達との関連及び同一 substorm 発生時の磁気圏内磁場及びプラズマ粒子変動等との関連について静止軌道衛星及び磁気圏近尾部での THEMIS 衛星の観測結果とを比較検討したものである。第2の点はオーロラ輝度変動に磁気波動の有する P i 2, P i 1 の周期変動があるか。もし存在するとすれば、相互の相関関係はどのようなものであるかを解明することである。

以下その結果を順を追って記す。

第1の観点については、地上の P i 2 型磁場変動がオーロラの爆発現象の開始前に既に始まっている事を確かめ、我々のこれまでの研究成果を再確認した事である。更に、オーロラの発達との関連では、オーロラの輝度の増加と共に P i 2 の振幅も大きくなり明瞭になる事、特に今回は P i 型磁気波動の D 成分の振動が明瞭であった事で、これは P i 2 に伴う沿磁力線電流の影響が大きいと解釈出来た。その後オーロラの高緯度への移動、poleward expansion に伴ってオーロラ輝度が一段と増加し、同時に P i 2 の振幅も更に大きくなった。これらの事はオーロラの輝度変動及びその活動が P i 2 型磁気波動の発達と極めて密接に関係している事を示唆しているものと解釈出来た。

静止軌道では2つの静止衛星、GOES 11 及び GOES 12 の異なる地方時での観測、即ち premidnight(地方時20時)及び midnight(00時

MLT)近傍での、substorm 及び P i 2 型磁気波動の同時観測データから、P i 2 振動に伴う磁場の水平成分の位相が両衛星観測で逆転していると言う事実を明らかにした。この事は両衛星の近傍を upward 及び downward の沿磁力線電流がそれぞれ流れていた事を示唆し、この電流が磁気圏及び地上の P i 2 磁気波動生成と密接に関係している事が推測出来た。

一方、複数の THEMIS 衛星は真夜中側磁気圏の近尾部、地心距離 = -10 Re から -13 Re の距離に位置しており、この領域で substorm の発達過程を観測していた。最も近尾部に位置していた THEMIS-A (THM-A) 衛星では、磁場の微小変動の開始と dipolarization とが其々地上で観測された P i 2 の開始、及び poleward expansion に対応して観測された。THM-E 衛星は THM-A より少し尾部側に位置していたが、磁場の変動及び dipolarization が THM-A で観測された時刻とほぼ同時に観測された。これらの事はこの substorm 及び P i 2 型磁気波動の磁気圏尾部での発生領域が THM-A, -E の位置近傍で始まったものと推測出来、磁気圏内での substorm の発生源の解明に役立った。これらの研究結果は今までの我々の研究結果と符合するものであり、地上でのオーロラ及び P i 2 磁気波動の開始、及びそれらの発達等と磁気圏近尾部における P i 波動の発生 dipolarization とが極めて密接に関係している事の確証が得られ、この結果は日本地球惑星科学連合 2014年、2015年大会及び2014年極域科学

シンポジウムで発表した。

次に、第2点目の課題については、南極昭和基地 (SYO) 及び磁気共役点 Iceland の Tjornes (TJO) で観測されたオーロラと Pi 型磁気波動のデータを基に、オーロラの輝度変動が Pi 型磁気波動によって変調されているか否かについて調べた。この疑問を明らかにする為に今回は両現象についての相互相関 (相関係数) 及び相関値ピークでの時間差について詳細に調べた。

先ず、オーロラ輝度の時間変動に Pi 1、Pi 2 の周期帯に対応する変動が認められるか否かを検討した。解析の結果オーロラ輝度変動に Pi 1、Pi 2 周期帯の変動が明瞭に確認され、これらの Pi 1、Pi 2 の周期帯の変動は磁気波動の Pi 1、Pi 2 の周期変動と極めて良い相関を示した。特に Pi 2 の開始後、substorm 開始、expansion onset 以前で Pi 2 との高い相関を示したが、短周期帯の Pi 1 では、expansion onset 以前、以後も相関値は低

く、irregular な変動を示すと言う、オーロラ輝度変動と磁気波動との相関は周期帯により異なると言う結果が得られた。特に expansion phase ではその傾向が顕著である事が判った。これらの事はオーロラ粒子の加速過程に起因すると言うより、電離層電気伝導度の局所の変動が短周期の変動に影響を与えている結果ではないかと推測された。しかし、この事は今後の検討課題となった。一方、相関値ピークの時間差 (time lag) については、磁気波動の H 及び D 成分の時間差で異なる結果となった事、及び共役点で大きく異なる結果となった事等を考えた結果、磁気波動の特性である偏波特性 (偏波度及び極性) に時間差が大きく左右される事を意味しているものと結論した。従って、時間差は偏波特性で解釈出来、オーロラ粒子の加速機構や、その伝搬機構等に直接関係するものではないと結論した。これらの結果は 2015 年極域科学シンポジウムで発表した。

[研究発表]

[2014 年]

日本地球惑星科学連合学会・Pi pulsations in the near-Earth magnetotail at substorm onset, 櫻井 亨、門倉 昭、田中良昌、佐藤夏雄

第5回極域科学シンポジウム・サブストーム開始時における Pi 型磁気波動の地上高緯度と磁気圏近尾部観測との比較、櫻井 亨、門倉 昭、田中良昌、佐藤夏雄

[2015 年]

日本地球惑星科学連合学会・Comparisons of Pi pulsations and substorm developments observed on the ground and in the near-earth magnetotail, 櫻井 亨、門倉 昭、田中良昌、佐藤夏雄

第6回極域科学シンポジウム・A cross-correlation analysis of Pi oscillations in auroral luminosity and magnetic field variations, 櫻井 亨、門倉 昭、田中良昌、佐藤夏雄

上記の研究は極地研の共同利用計算機、IUGONET システム及び研究費を使用させて頂いた。ここに謝意を表します。

(共同研究報告書 (終了))

ノルウェー・トロム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 (研究課題)

◎大山伸一郎 名古屋大学宇宙地球環境研究所・講師 (研究代表者)

津田卓雄 電気通信大学 情報理工学部・助教 (共同研究者)

(国立極地研究所)

江尻 省 助教 (担当教員)

堤 雅基 准教授

中村卓司 教授

小川泰信 准教授

平成26年～平成27年 (2か年) (研究期間)

[研究成果]

極域の中間圏界面付近 (高度 80-95 km) で観測される大気重力波は、局所的に発生し、数時間以内に消滅する過渡的現象であるが、消滅する際に自身の持っていた運動量を周辺大気に渡して背景風を加速し、中間圏から下部熱圏 (高度 70-100 km) で夏半球から赤道を越えて冬半球に向かう大気の子午面循環を生じさせる。その循環に伴い夏半球と冬半球の極域の中間圏にそれぞれ上昇流と下降流が発生し、断熱膨張・圧縮によって、夏期に冷却、冬期に加熱を起こすことで全球規模の大気構造に影響を与える。しかしこのプロセスは理論予測を基礎としており、観測的な定量的裏付けはまだ不足している。特に極域は子午面循環の起点・終点であり、重要な役割を果たすと理論的に予測されているが、観測情報が少ない。

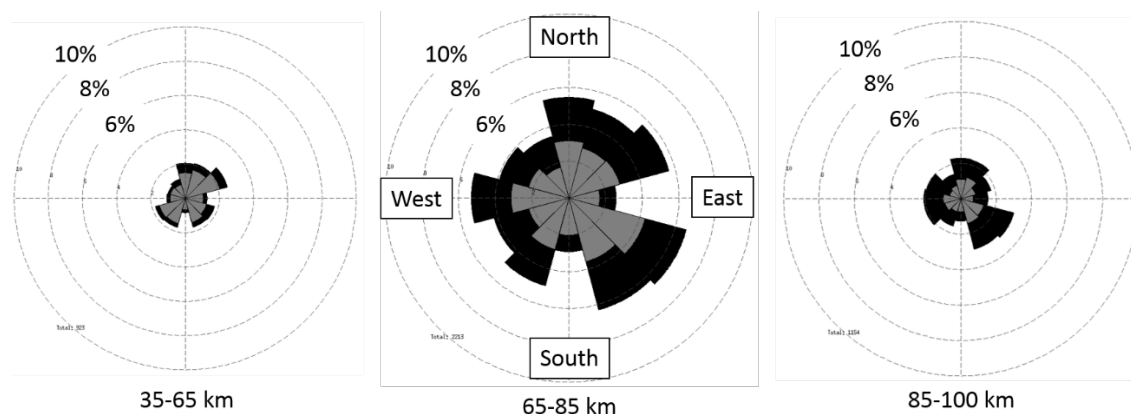
本研究では、ノルウェーの EISCAT トロムソ観測所に設置された冷却 CCD 全天カメラ画像 (OH バンド) を解析し、水平波長が 35-100 km の大気重力波の伝搬方向を統計的に決定した。重力波の同定には2次元 FFT法を用いて解析した (Suzuki et al., 2007)。この方法では波が持つ運動量を代表すると考えられている大気光強度の変動比 (I/I_0) を用いる。これにより運動量輸送の方向をより直接的に示すことができる。画像取得と同期間の MF レーダー風速 (高度 70-85km) の最高値が約 80 m/s であったので、波の位相速度のこの値に対する大小でイベントを分類した。また水平波長でも波を3つに分類 (35-65km, 65-85km, 85-100km) した。水平波長に依らず、北～北東、南西～西、および南東方向への伝搬が局在してい

た。しかし水平波長が長いほど南東方向への伝搬が支配的になる傾向があり、水平波長が短い場合には、方向による違いは長波長ほど顕著ではなかった。また短い水平波長の場合、波の多くが MF レーダー風速より位相速度が小さいが、長波長の場合には、逆にそれより大きい波が多い。これらの事から、短い水平波長の波は大気光高度付近あるいはその上層から伝搬してきたと推測される。一方、下層大気に波源を持つ波は上方伝搬途中の背景風速より位相速度が速い必要があるため、そのような波は長い水平波長を持つ波により多く含まれていることが分かった。

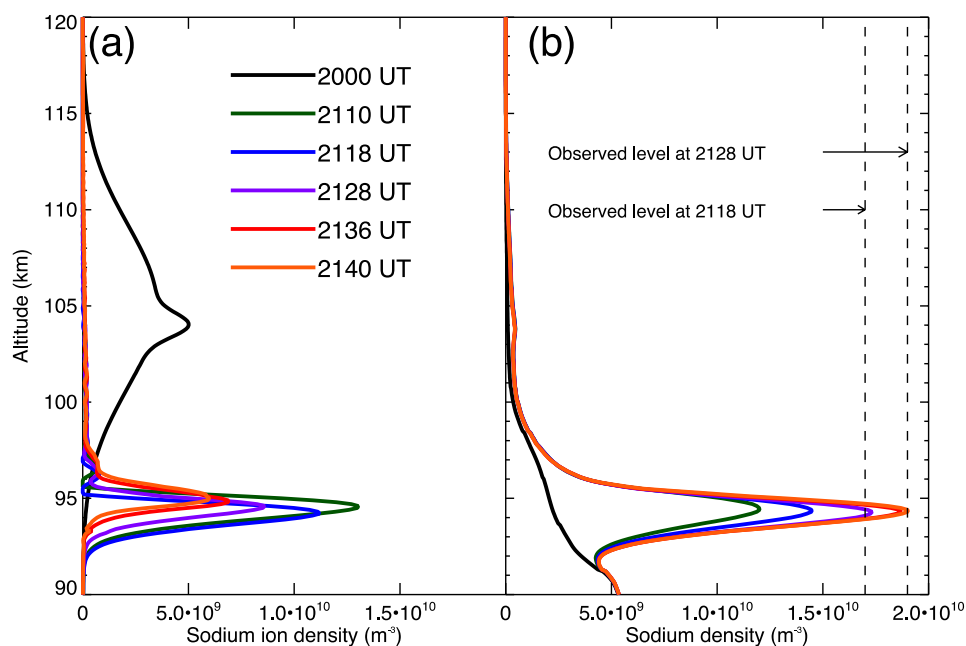
重力波などの大気運動は密度変動や大気温度変動として測定されることがある。上部中間圏から下部熱圏高度にはナトリウム層が存在することが知られており、中性ナトリウム原子との共鳴散乱原理を応用したライダー観測によって大気重力波に伴うナトリウム密度や大気温度の変動が測定されている。トロムソのナトリウムライダーを用いた Takahashi et al. (2015) では大気重力波とナトリウム密度の急増との関係を研究した。大気重力波に伴いナトリウムイオン層は下降し、上部中間圏 (高度 95km 付近) にナトリウムイオンを集積させる。低高度ほど再結合過程によるナトリウムイオンの再結合の効率が良く、その結果、急激に中性ナトリウム原子密度が増加する。この急激な密度増加は sporadic sodium layer (SSL) として観測的に知られているが、本研究によって観測とシミュレーションの両方で定量的

(裏面に続く)

に発生機構を把握することができた。



トロムソ上空高度 85km 付近の大気重力波の伝搬方向。左から水平波長が 35-65km、65-85km、85-100km の場合を示す。水平位相速度が 80 m/s 以上の場合を黒、それ以下の場合を灰色で示す。北～北東、南西～西、および南東方向へ伝搬する波が多いが、その傾向は水平波長によって異なる。



図(a)：初期状態（黒線）にあるナトリウムイオン密度の高度分布が大気波動と共に徐々に下降する場合の高度分布変化。高度 95km 付近まで下降したところで再結合による電荷の中性化が顕著になり、イオン密度は減少する。図(b)：図(a)に示すようにナトリウムイオン層が下降する場合に想定される電荷中性のナトリウム密度の高度分布変化。高度 95km での再結合の促進に合わせ、中性ナトリウム密度が急激に増加する様子が再現されている。

[参考文献]

Suzuki, S., K. Shiokawa, Y. Otsuka, T. Ogawa, M. Kubota, M. Tsutsumi, T. Nakamura, and D. C. Fritts, Gravity wave momentum flux in the upper mesosphere derived from OH airglow imaging measurements, *Earth Planets Space*, 59, 421-428, 2007.

[研究発表]

Takahashi, T., S. Nozawa, T. T. Tsuda, Y. Ogawa, N. Saito, T. Hidemori, T. D. Kawahara, C. Hall, H. Fujiwara, N. Matuura, A. Brekke, M. Tsutsumi, S. Wada, T. Kawabata, S. Oyama, and R. Fujii, A case study on generation mechanisms of a sporadic sodium layer above Tromsø (69.6 N) during a night of high auroral activity, *Ann. Geophys.*, 33, 941-953, 2015.

(別紙)

参 加 者 一 覧

<input checked="" type="checkbox"/> 研究プロジェクト		<input type="checkbox"/> 一般共同研究		<input type="checkbox"/> 研究集会		課題番号	
研究課題名		ウルウェー・トロム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					
氏名		所属	職	備考			
所内	江尻 省	宙空	助教				
	堤 雅基	宙空	准教授				
	中村卓司	宙空	教授				
	小川泰信	宙空	准教授				
小計	4 名						
所外	大山伸一郎	名古屋大学	講師				
	津田卓雄	電気通信大学	助教				
小計	2 名						
合計	6 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)

全天周オーロラの高空間分解能撮影とドーム映像化の研究

◎糸屋 覚 (公財) 日本科学技術振興財団・主任 (研究代表者)
宮原 ひろ子 武蔵野美術大学・講師 (共同研究者)

(国立極地研究所)
片岡 龍峰准教授 (担当教員)
平成 27 年 (1 か年) (研究期間)

[経緯]

昨年、高解像度カメラ 5 台を用いた高時間高分解能マルチカメラシステム「ハウル」を設計開発したが、カメラ位置精度や観測用アクリルドームの屈折率の差が、画像合成精度に大きく影響する事が明らかになった。また各カメラの合成手法が確立していなかった為、撮影画像の歪み除去が不完全となり、また撮影間隔が 30 秒であった為オーロラの動きが再現できず、ドーム映像としては未完成のものとなっていた。

[研究成果]

昨年の問題点を解決すべく、新たにマルチカメラシステム「MAKIBISHI」を設計開発した。ハウルが PC とニコン製制御ソフト「Nikon Multi Camera Control」を用いて 5 台同時にシャッターを制御していたのに対し、MAKIBISHI は自作の制御 BOX にて 5 台のカメラのシャッター制御を可能とした。(図 1)
また画像合成については、MAKIBISHI を設計する際にカメラの取付精度を向上させ、カメラを固定式とする事で着脱による位置ズレを防止した。



図 1: マルチカメラシステム「MAKIBISHI」&制御 BOX

更にカメラ用ヒーターの製作等、防寒対策をする事

で屋外での撮影を可能とした。屋外で撮影する事で、周囲 360 度、最大視野角で 260 度までが有効画像範囲 (図 2) となり、この際の地上風景を含む視野角 260 度を 1 万 2000 ピクセルで分解する撮影 (全天球撮影) が可能となった。(※空の 180 度部分の空間分解能は 8000 ピクセル相当)

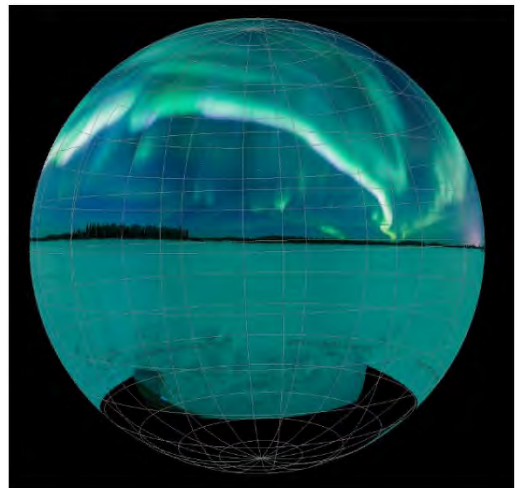


図 2: MAKIBISHI 撮影可能範囲

また、プラネタリウムドームでグリッドと呼ばれる格子状の線を投射 (図 3) し、それを基準として各カメラのキャリブレーションを実施。それを基に画像合成のテンプレートを事前に作成しておく事で、撮影場所や日時に限らず、精度の高い画像合成を実現することができた。(※ドーム映像としては使用しないが 260 度部分まで画像合成する場合は、上記キャリブレーションに加え、格子状の床で撮影するなど別途検討が必要である。)

(裏面に続く)

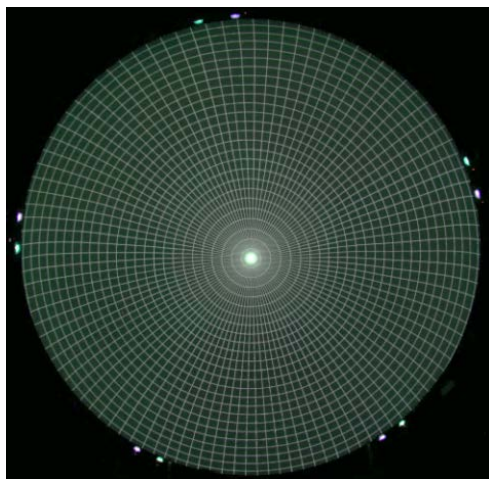


図 3 : ドームスクリーンへのグリッド投影

2015年3月11日から2週間、アラスカ/フェアバンクスにて「MAKIBISHI」を用いて撮影を行い、最

長連続7時間半のオーロラ撮影に成功した。3秒毎に撮影した事で、オーロラの動きを再現しドーム映像化するには十分な画像データを取得できた。今回撮影した画像には、オーロラと共に星々や月の地球照も撮影されており、これらも含め実写ドーム映像化を実現させた。

映像完成後にドームでの試写を実施したが、高解像度で撮影している事により実際に肉眼で見ているオーロラや星空に近く、実写でのプラネタリウム（星空解説）も十分可能であると感じた。目標であったオーロラのドーム映像化は達成したが、オーロラの微細な動きを再現するまでには至らなかった。今後は微速度撮影ではなく動画での高解像度撮影を実施し、より本物に近い映像を撮影、ドーム投影する事で、教育に役立てていきたい。

【謝辞】

本研究において、株式会社岡三証券グループよりカメラシステム設計開発に対する支援とドーム映像化にあたり上映テストの為、岡三デジタルドームシアター「神楽洞夢」を利用させていただきました。この場を借りて深く御礼申し上げます。

オーロラのドーム映像化にあたり、ご指導・ご助言を賜りましたアラスカ大学 赤祖父 俊一名誉教授、齋藤 徹様に深く感謝の意を表します。

Pc1 帯電離圏 MHD 波動検出のための新しい SuperDARN 観測手法の開発（研究課題）

◎堀 智昭 名古屋大学宇宙地球環境研究所・特任准教授（研究代表者）

（国立極地研究所）

行松 彰 准教授（担当教員）

平成 27 年～平成 27 年（1 か年）（研究期間）

【はじめに】

電磁イオンサイクロトロン波(EMIC 波)は、主として比較的地球に近い磁気圏領域(内部磁気圏)の赤道面付近で励起され、磁力線に沿って地球近傍まで伝搬してくることが知られている [Fraser et al., 1985]。それが地球電離圏のプラズマと相互作用することで MHD 波動にモード変換されたものが、電離圏 F 領域に捕捉され水平方向に伝搬するいわゆるダクト伝搬を起こすことが理論的に予測されている [Fujita and Tamao, 1988]。

このダクト伝搬する電離圏 MHD 波動は一部が電磁波モードとなり、地上にある誘導磁力計で 0.2-5 Hz 程度の周波数を持つ Pc 1 地磁気脈動として観測することができる。しかしながら地上 Pc 1 地磁気脈動の観測では伝搬のおおよその方向はわかるものの、大元である EMIC 波と電離圏プラズマとの相互作用のメカニズムについての情報を得ることは難しい。そのため現状では主に数値実験を用いた EMIC 波→MHD 波動へのモード変換やその伝搬特性の研究が先行しており、それを実際の観測によって検証することが求められている。このことを踏まえ、本研究では、SuperDARN レーダーによる Pc 1 帯電離圏 MHD 波動の観測およびデータ処理手法を確立し、磁気圏より到来する電磁イオンサイクロトロン(EMIC)波がモード変換の末にどのように電離圏内を伝搬するかについて、電離圏電場の観測に基づいてその性質を明らかにすることを目指す。

しかしながら、自己相関関数(ACF)を 3 秒積分して得られる通常の Doppler 速度データでは時間分解能が 1 桁足りないため、積分時間を短縮することで時間分解能を上げる必要がある。このため、本研究では、SuperDARN レーダーから通常出力される 3 秒積分データではなく、生データ(iqdat データ)から単一またはせいぜい数個のパルスシーケンス毎にドップラー速度を導出するための処理手法及びプログラムの開発を行う。またその手法を用いて導出された観測量の誤差について詳細に検討し、観測精度と時間分解能が両立するように処理手法を最適化する。さらに、開発した手法を実際の SuperDARN

観測データに適用することで、電離圏 MHD 波動による電場振動を検出できることを実証する。

【研究成果】

まず具体的な観測例に基づいて検討を行うため、イベントの選定を行った。SuperDARN 北海道-陸別第

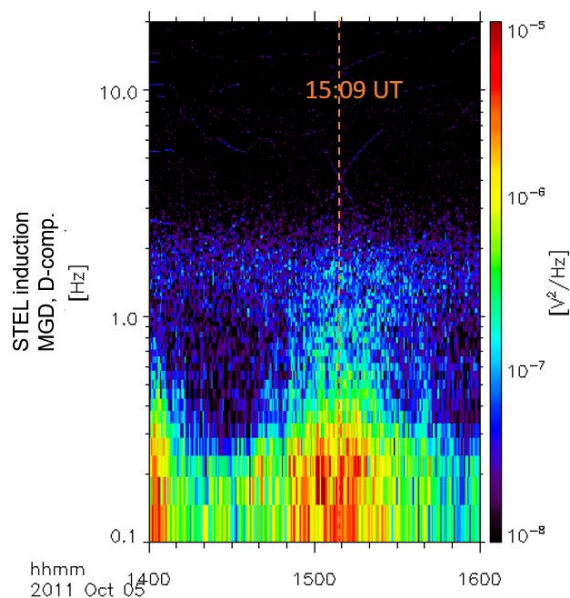


図 1 極東シベリア・マガダンの地上誘導磁力計で観測された Pc1 地磁気脈動の周波数スペクトルの時間変化

一短波レーダーの視野内で Pc1 帯の地磁気脈動を観測している Magadan (MGD) の誘導磁力計のデータを参照し、Magadan で Pc1 帯地磁気脈動が受かっている時に同時に付近でレーダーの観測(エコー)が得られている例を同定した。図 1 に、その 1 例での地磁気脈動の周波数スペクトルを示す。この図から、2011 年 10 月 5 日の 15:09 UT の前後で 0.1-0.3 Hz 帯の地磁気脈動の振幅が増大していることがわかる。この時に同時に北海道-陸別第一短波レーダーが捉えていた Doppler 速度を図 2 に示す。特に Magadan を向いている Beam03 に沿っても観測が

得られているのがわかる。

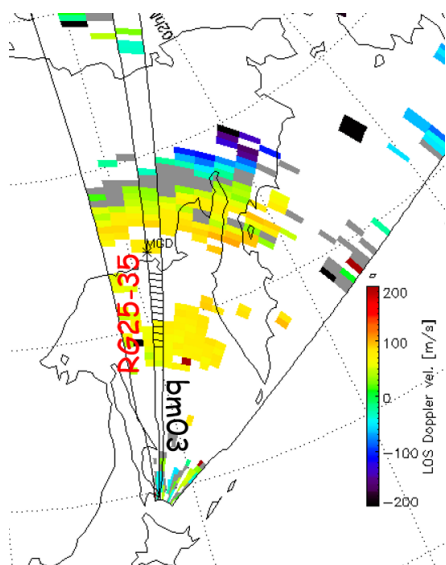


図 2 北海道・陸別第一短波レーダーが 15:09:00-15:10:00 UT に観測した Doppler 速度分布

この Beam03 の Range gate 25-35 から得られたエコーについて、raw 受信データである iqdat データを送信パルスシーケンス等を考慮することで各 range での受信時系列データ(tms データ)に焼き直し、そこから range 間干渉の影響を有意に受けていないと考えられる部分のみについて受信信号の位相を求めた。ここでの生時系列解析は Yukimatu and Tusumi [2002]の手法と同様のものである。図3の各 Range gate のパネル中の点が導出された位相である。この結果から、概ね Range gate 28-32 の範囲では位相が綺麗に回っており、従って単一パルスシーケンス(約 0.1 秒)毎でも Doppler 速度を決めることができそうであり、また 2-3 シーケンスの積分で速度値の精度を向上できることが期待される。

[参考文献]

- 1) Fraser, B. J. (1985), Observations of ion cyclotron waves near synchronous orbit and on the ground, Space Sci. Rev., 42(3-4), doi:10.1007/BF00214993.
- 2) Fujita, S., and T. Tamao (1988), Duct propagation of hydromagnetic waves in the upper ionosphere, 1, Electromagnetic field disturbances in high latitudes associated with localized incidence of a shear Alfvén wave, J. Geophys. Res., 93(A12), 14665, doi:10.1029/JA093iA12p14665.
- 3) Yukimatu, A. S., and M. Tsutsumi (2002), A new SuperDARN meteor wind measurement: Raw time series analysis method and its application to mesopause region dynamics, Geophys. Res. Lett., 29(20), 42-1-42-4, doi:10.1029/2002GL015210.

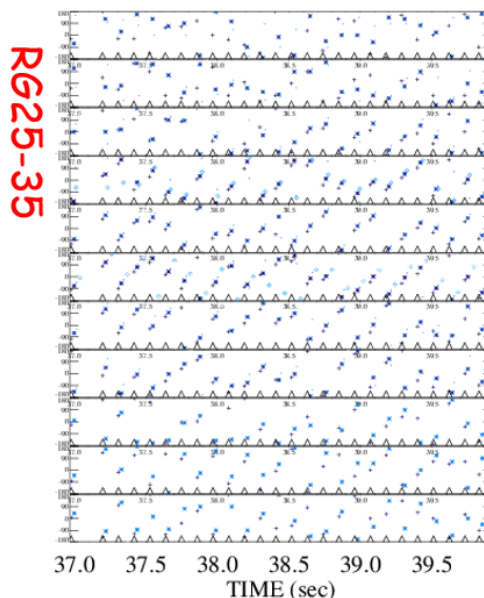


図 3 Beam03 (15:09:37-15:09:40 UT)の Range gate 25-35 の生時系列解析の結果

ここまでの検討から、条件が良ければ~0.3 秒毎の Doppler 速度時系列データが得られることがわかった。この場合の Nyquist 周波数は~1.67 Hz となるので、原理的には 0.1-0.3 Hz の Doppler 速度振動を十分分解できるはずであり、従って今回の手法を用いることで Pc1 地磁気脈動に伴う電離圏電場振動を捉えることが可能であることが示唆された。

今後の課題としては、このようなイベントをさらに増やして同様の解析を行い、実際に観測される地磁気脈動の周期及び位相と比較していくことである。また残された技術的課題としては、2-3 パルスシーケンス程度の位相値から精度良く Doppler 速度を導出(誤差評価も含む)するための周期解析手法を確立する必要がある。

共同研究報告書（終了）

SuperDARN による磁力線共鳴現象観測からの磁気圏領域推定に向けて（研究課題）

◎河野英昭 九州大学国際宇宙天気科学・教育センター・准教授（研究代表者）
才田聡子 北九州工業高等専門学校・准教授（共同研究者）
西谷 望 名古屋大学宇宙地球環境研究所・国際連携研究センター・准教授（共同研究者）
堀 智昭 統合データサイエンスセンター(ERG サイエンスセンター)・特任准教授（共同研究者）
(国立極地研究所)
行松 彰 准教授（担当教員）
田中良昌 特任准教授（担当教員）
平成 27 年～平成 28 年（1 か年）（研究期間）

[研究成果]

磁力線共鳴により励起される磁力線固有振動（ULF 波動現象の一つ）は、その周波数（磁力線共鳴周波数）が磁力線の長さ（磁力線沿いのプラズマ密度に依存する。特に、プラズマ圏境界面では密度が急変し、それに伴い磁力線共鳴周波数も急変する。磁力線固有振動は電離圏プラズマも振動させるので、SuperDARN radar によってその振動数の 2 次元分布を観測しプラズマ圏境界面の位置を時間の関数としてモニター出来る可能性がある。

本研究の目的は、その可能性を SuperDARN データの解析により検証し、更に、SuperDARN で得られた磁力線共鳴周波数分布から磁気圏密度分布を推定出来るか検証する事であり、それに向けてまず過去の研究の survey と review を行った。その結果、直接的に関連する論文として、タスマニア島の SuperDARN TIGER radar のデータを解析した Ponomarenko et al. [2003] 及び Ponomarenko et al. [2005] の 2 論文が見いだされた。

Ponomarenko et al. [2003] は、タスマニア島に設置された SuperDARN TIGER radar で観測されたデータから、ground/sea-scattered echoes 中に ULF 波動現象が高頻度で観測される事を初めて示した論文である。磁力線固有振動は磁力線に frozen-in した電離圏プラズマも振動させる。Ionospheric echoes であれば電離圏自体の動き

をモニター出来るので磁力線固有振動の影響が観測される事は自然に期待出来るが、ground/sea-scattered echoes の場合、その強度が変化するためには radar と地上/海上電波反射点との間の電波伝搬経路の長さが変化しなければならないので、Ponomarenko et al. [2003] の ULF 波動が磁力線固有振動で生じたとする、電離層が磁力線固有振動に伴い上下に振動していた、と考えなければならない。

磁力線固有振動は大別して toroidal mode と poloidal mode に分類される。toroidal mode では磁力線は東西方向に振動する。東西方向の電離層振動は電離層高度を変化させ難いので、ground/sea-scattered echoes 中では toroidal mode は見え難いと考えられる。

一方、poloidal mode では磁力線は地球近傍では南北方向に振動する。地上高緯度では磁力線は電離層に対しほぼ垂直であるため、磁力線の南北方向の振動も電離層を水平方向に振動させ、よって ground/sea-scattered echoes 中には見えにくいと考えられるが、地上中低緯度では、磁力線は子午面内で傾いており電離層との角度は 90 度以下となっているため、磁力線の南北方向の振動に伴い、磁力線に frozen-in した電離層プラズマの振動方向は鉛直成分も持ち、よって、電離層を上下振動させる事が可能と考えられる。

（裏面に続く）

Ponomarenko et al. [2005] は ground/sea-scattered echoes について更に解析を進め、上記の考えに矛盾しない結果を得た。すなわち、観測された ULF 波動が磁力線固有振動によるものであれば、磁力線固有振動数は磁力線の長さに強く依存するので低緯度ほど大きくなる(短い磁力線ほど速く振動する)傾向がある筈であり、Ponomarenko et al. [2005] はその実例を一例示した。

上記の研究は、高頻度で観測されると言われている ground/sea-scattered echoes を用いた磁気圏密度推定の可能性を支持するものである。

我々は、この可能性を更に追求する為、SuperDARN Hokkaido East radar のデータを解析している。解析には IUGONET プロジェクト、及び ERG サイエンスセンターで開発された UDAS (IDL ソフトウェア上で動作) の SuperDARN 解析ツールを使用している。

Hokkaido radars の PI であり本研究の共同研究者でもある西谷博士が発見していた ground/sea-scattered echo の具体例 1 例についての解析を行い、Ponomarenko et al. [2005] の

例と同様に磁力線固有振動周波数が低緯度ほど大きくなる兆候を見出した。また、Ponomarenko et al. [2005] の長時間 (~4 時間以上) 継続する例と異なり、本イベントは Sudden Commencement (SC) によって励起され、継続時間は比較的短時間 (~1 時間) であった。これらの性質を定量的に解析する為に作成した IDL 用スペクトル解析プログラム (SuperDARN データに FFT を適用し振幅と位相を計算) により本イベントの更に詳しい解析を行った。その結果、磁力線の振動を励起するメカニズムである磁力線共鳴によって出来る事が知られている特徴的な振幅・位相緯度依存性を本イベントデータ中に同定した。更に、ほぼ全地方時をカバーする地上中低緯度の 6 つの磁力計の同時観測データを解析し、global compressional mode waves が生じている可能性が高い事を示した。この global compressional mode waves と poloidal mode 磁力線固有振動が磁力線共鳴を起こしていると解釈可能である。この結果は現在学術誌に投稿中である。また、今後統計的解析研究を行っていきたい。

[参考文献]

- 1) Ponomarenko, P. V., F. W. Menk, and C. L. Waters, Visualization of ULF waves in SuperDARN data, *Geophys. Res. Lett.*, 30(18), 1926, doi:10.1029/2003GL017757, 2003.
- 2) Ponomarenko, P. V., F. W. Menk, C. L. Waters, and M. D. Sciffer, Pc3–4 ULF waves observed by the SuperDARN TIGER radar, *Annales Geophysicae*, 23, 1271–1280, 2005.

I . 共同研究報告（終了）

一般共同研究

（2）気 水 圏

氷の高周波誘電特性の研究

- ◎上條 敏生 首都大学東京 理工学研究科 電気電子工学専攻・助教（研究代表者）
 近 匡 成蹊大学 理工学部・教授（共同研究者）
 藤井 政俊 島根大学 医学部・准教授（共同研究者）
 内海 倫明 東海大学 工学部専攻・教授（共同研究者）
 千葉 雅美 首都大学東京 理工学研究科・客員研究員（共同研究者）
 矢吹 文昭 首都大学東京 理工学研究科・客員研究員（共同研究者）
 清水 裕 成蹊大学 理工学部 共通基礎物理・助手（共同研究者）
 （国立極地研究所）
 藤田 秀二 准教授（担当教員）
 平成 25 年～平成 27 年（3 か年）（研究期間）

[研究成果]

1. はじめに

代表者らは、超高エネルギーニュートリノの巨大検出媒質候補として、南極氷床・岩塩ドームを検討している¹⁾。ニュートリノ検出器の感度を上げるためには、媒質における電波減衰長が長いことが必要である。電波減衰長は複素誘電率の虚部に依存している。また、電波反射係数は複素誘電率の実部に依存している。したがって、検出器の設計には、氷の高周波誘電特性のデータが必須となる。代表者らは、マイクロ波帯において低損失な岩塩の複素誘電率測定を行ってきた²⁾が、UHF 帯での氷の複素誘電率測定例はあまり報告されていない³⁾。この原因は、UHF 帯における氷の誘電損失が非常に小さく、キャパシタンス法や S パラメータ法による測定法が適用できないこと、円筒空洞共振器法においては 1GHz 以下の周波数帯では共振器が大きくなり、必然的に大きな氷試料が必要であること、共振器法における挿入孔による測定誤差の増大などが考えられる。代表者らが UHF 帯において低損失材料の複素誘電率測定用に開発した円筒空洞共振器²⁾を用いて、氷の複素誘電率を測定した。測定は-30 度の低温環境実験室において実施した。測定用氷円柱試料としては、最初の二年間は、純水を用いて作製した多結晶試料の測定を行った。最終年度は、氷の複素誘電率の結晶軸方位依存性（異方性）を測定することを目標に設定した。大きな試料を作製するために、単結晶の引き上げ装置⁴⁾を作製した。c 軸方向に平行な方向に引き上げた試料と垂直な方向に引き上げた試料の二種類を作製し、これから測定試料を切り出した。異方性の測定はまだ開始したばかりなので、その一例を報告する。

2. 円筒 TM₀₁₀ 空洞共振器を用いる UHF 帯における複素誘電率測定法

図 1 に-30℃の低温環境実験室に設置した UHF 帯（500MHz、700MHz、1GHz）の円筒 TM₀₁₀ モード空

洞共振器の写真を示す。共振器の電界だけが存在する位置（中央）に円柱試料を挿入し、共振器の透過係数（S₂₁）の周波数特性をベクトルネットワークアナライザ（VNA）で測定する。複素比誘電率 $\hat{\epsilon} = \epsilon' - j\epsilon''$ の実部は試料挿入時と挿入しない場合の共振周波数の差から、虚部は共振器の Q の逆数の差から摂動公式により求められる。この共振器は誤差の要因となる試料挿入孔を封鎖しているため、厳密解による計算もできるため、高精度の測定が可能である²⁾。

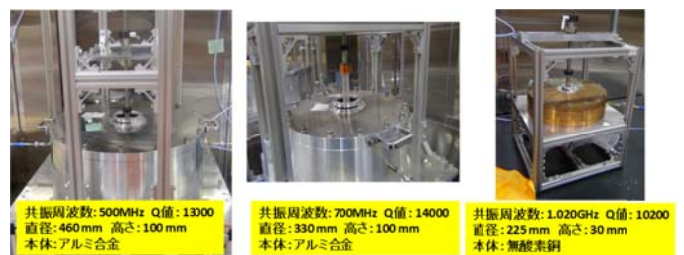


図 1. 共振器(左から順に 500MHz, 700MHz, 1GHz)

3. 大きな氷の単結晶の作製

試料の長さは共振器の高さと同じ寸法である。1GHz 用試料は直径 (D) が 5・8mm φ、長さ (L) が 30mm であるが、500MHz と 700MHz の共振器では、試料の D は 20mm φ 程度、L は 100mm と非常に長くなる。旋盤とマイクロームで加工してこの寸法を出すため、切り出す前の試料の長さは 150mm 程度が必要である。通常の作製法ではこのような大きな単結晶を作製することは困難なため、氷の単結晶引き上げ装置⁴⁾を作製した。図 2 に装置全体の写真を示す。アクリルパイプ（内径 54mm φ、長さ 500mm）の下部をテフロン栓で蓋をしてから純水を入れ、上部には結晶軸方向の分かった種結晶を配置してアルミ栓で蓋をし、これら全体を減速したモーターにより引き上げた。純水パイプはヒーターを巻いたアルミ管の中に入れ、水が凍らないように温度を設定した。引き上げ速度は気泡や多結晶が生じないようにゆっくり引き上げた。図 2

の左側のパイプは c 軸に平行な方向で引き上げた。また、右側のパイプは c 軸に垂直な方向に引き上げた。c 軸に垂直な方向では、刃状（じんじょう）転移と思われるものが観測され、これを失くすことが困難であり、今後の課題となる。なお、多結晶氷は通常のエアポンプを用いる透明氷の製氷法で大きな氷を作製した。

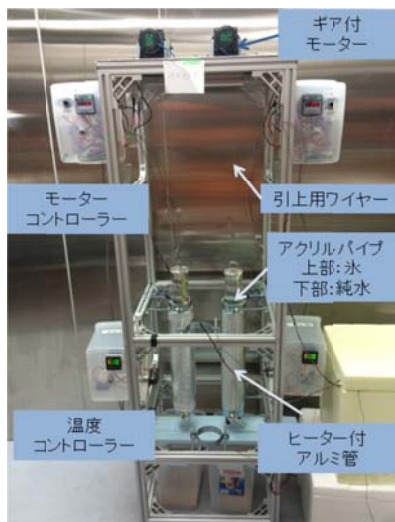


図 2. 単結晶引き上げ装置の写真

4.測定結果

多結晶氷の複素比誘電率実部の測定結果を図 3 に示す。図では、文献 3)の図上にプロットして比較している。周波数が高くなるにつれて ϵ' が小さくなることが確認された。複素比誘電率の虚部の測定結果は単結晶氷の推定値よりも若干大きな値であったが、周波数が高くなるにしたがって低損失となることが確認された⁵⁾。

[謝辞] 単結晶引き上げ装置の作製に当たりアドバイスをいただいた長岡科学技術大学の東教授・高田助教に深謝いたします。また、大きな単結晶のサンプルを提供していただいた長岡科学技術大学の上村教授に深謝いたします。

[参考文献]

- 1) Masami Chiba, Toshio Kamijo et al., "Measurement of Attenuation Length for Radio Wave in Natural Rock Salt and Performance of Detecting Ultra High-Energy Neutrinos", ARENA 2006, Journal of Physics: Conference Series, Volume 81, 012003 (2007) <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/81/1/012003/meta>
- 2) SND Study Group, 「振動共振器法による岩塩の複素誘電率測定 -V・UHF 帯における試料挿入孔封鎖型空洞共振器の開発-」, http://hiug.jp/wave/snd/snd_cavity.htm
- 3) S Fujita et al., "A summary of the complex dielectric permittivity of ice in the megahertz range and its applications for radar sounding of polar ice sheet", Physics of Ice Core Records, pp. 185-212 (2000)
- 4) Victor F. Petrenko and Robert W. Whitworth, "Physics of Ice", Oxford University Press, pp. 13-14 (1999)

[研究発表など]

- 5) 小串、井ノ原、近、清水、近重、上條、千葉、安田、矢野、矢吹、内海、藤井、藤田, 「南極氷床における超高エネルギーニュートリノ検出のための氷電波減衰長の測定」, 日本物理学会第 69 回年次大会, 27pTH-9 (2014-3)
- 6) 矢野浩之, 「超高エネルギーニュートリノ検出器のための電波反射測定とシミュレーション」, 首都大学東京 平成 25 年度修士論文 (2014-3) <http://heall.phys.se.tmu.ac.jp/thesis/doc/2013-Mthesis-yano.pdf>

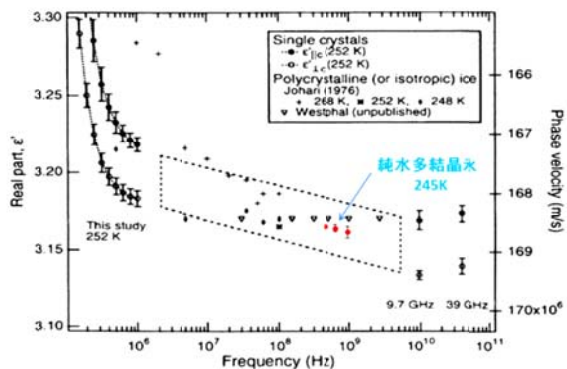


Figure 3: The real part of permittivity from several laboratory measurements versus frequency. Present data scatter implies a possibility that there is a small dispersion in the megahertz range.

図 3. 多結晶氷の複素誘電率 (実部)

図 4 に単結晶の複素比誘電率実部の測定結果例を示す。まだ確定値とはなっていないが、結晶軸の方向によって、誘電率の実部に異方性があるのが確認できる。

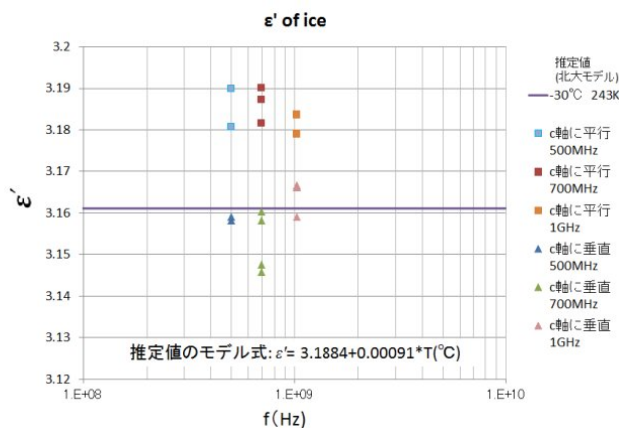


図 4. 単結晶氷の複素誘電率 (実部) の異方性

(別紙)

参 加 者 一 覧

<input type="checkbox"/> 研究プロジェクト <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 研究集会		課題番号	25 - 9
研究課題名	氷の高周波誘電特性の研究		
氏名	所属	職	備考
所内	藤田 秀二	気水圏	准教授
小計	1 名		
所外	上條 敏生	首都大学東京 理工学研究科	助教
	近 匡	成蹊大学 理工学部	教授
	藤井 政俊	島根大学 医学部	准教授
	内海 倫明	東海大学 工学部専攻	教授
	千葉 雅美	首都大学東京 理工学研究科	客員研究員
	清水 裕	成蹊大学 理工学部 共通基礎物理	助手
	矢吹 文昭	首都大学東京 理工学研究科	客員研究員
	矢野 浩之	首都大学東京 理工学研究科 物理学専攻	大学院生(修士)
	小串 勇太	成蹊大学 数理解析研究室	学部4年
	井ノ原 祐介	成蹊大学 数理解析研究室	学部4年
	赤川 和希	東海大学 工学部原子力工学科	学部4年
小計	11 名		
合計	12 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。

リモートセンシング観測データを用いた極域の雲の動態解析

◎久慈 誠 奈良女子大学研究院・准教授
内山 明博 気象庁 気象研究所・研究官
(国立極地研究所)
塩原 匡貴 准教授
平成 25 年～平成 27 年 (3 か年)

[研究成果]

はじめに

雲は地球の気候に対して、温室効果と冷却効果の相反する影響を及ぼす。従来、様々な測器を用いた地上観測や、衛星観測が行われて来たものの、雲は時空間変動が大きく、形状や分布も多種多様であるため、詳細な観測は必ずしも容易ではない。

また、IPCC 第 5 次評価報告書¹⁾によると、世界平均地上気温は、1880 年から 2012 年の期間に 0.85°C 上昇しており、特に 20 世紀半ば以降の北極域における大幅な温暖化が裏付けられている。その一方で、南極大陸については、観測の不確実性が大きいために、利用可能な気象観測点にわたる平均として観測された温暖化に人為起源強制力が寄与していたことについての確信度は低い。第 4 次評価報告書時点と比べて、今ではより多くの雲過程及びエアロゾル過程並びにそれらの相互作用が気候モデルに含まれているが、モデルにおけるこれらの過程の表現やその定量化については確信度が低いままである。

従って、南極域の雲を詳細に観測することで、地球の気候変動予測精度の向上が期待される。そこで本研究では、南極域における雲量の地上観測データの比較解析を行い、その精度を検証し、季節変化について調べた。

観測データと解析方法

2006 年 1 月から 2008 年 12 月の南極昭和基地 (69.00°S, 39.35°E, 40m a.s.l.) において、以下の三種類の測器によって観測されたデータを比較した。また、全観測データの月平均をとり、雲量の季節変化を調べた。尚、比較のため、各測器の雲量を 0～10 に規格化して解析を行った。

○全天カメラ (All-Sky Camera)

魚眼レンズを使用して、天空全体 (観測範囲 160°; 天頂角 80°) を撮影する。撮影画像全体に占める雲の割合を求め²⁾、これを雲量 (0～10) とした。撮影間隔は 1 時間である。

○Micro-pulse LIDAR (MPL)

ライダの後方散乱強度から導出された Cloud Base Height (CBH; 雲底高度) データ²⁾を使用した。雲が観測された頻度を雲量とみなす: (MPL の雲量) = (雲が観測された回数) / (全観測回数)。時間間隔は 1 分、高度分解能は 30m である。

○目視 (Eye observation)

Baseline Surface Radiation Network (BSRN; <http://www.bsrn.awi.de/en/home>) にアーカイブされている観測データを使用した。観測時刻は協定世界時 (UTC) の 0、3、6、9、12、15、18 および 21 時の 1 日 4 回である。元のデータは各時刻の雲量が、0～8 の 1 刻みで格納されている。

解析結果

観測された雲量の季節変化を図 1 に示す。この図より、三種類の測器による雲量が同様の季節変動を示していることが分かる: 雲量は 7 月から 11 月にかけて減少、11 月から 3 月にかけて増加、そして 3 月から 6 月にかけて再び減少する。また、雲量の統計値 (平均±標準偏差) は全天カメラが 6.7±4.1、MPL が 7.0±4.6、そして目視が 6.7±3.6 となった。

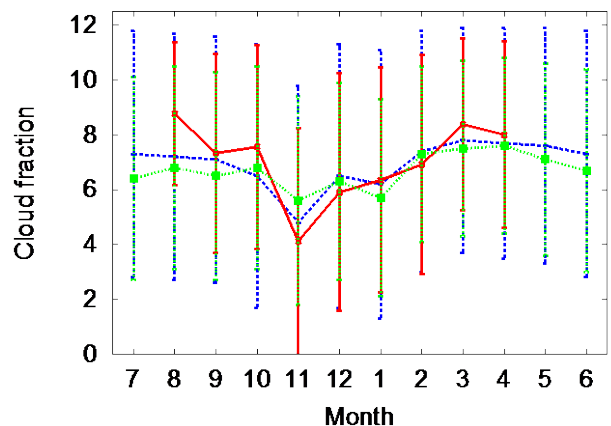


図 1 各測器で観測された雲量の季節変化。2005 年から 2008 年の 4 年間の月平均値。赤色は全天カメラ、青色は MPL、緑色は目視、そしてエラーバーは標準偏差を表している。³⁾

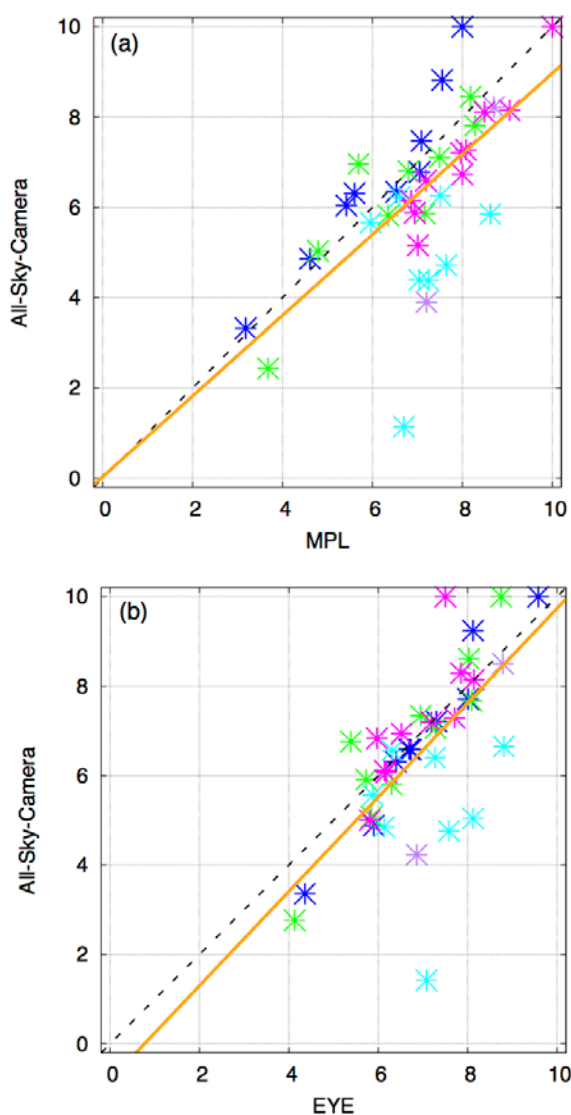


図2 月平均雲量の比較：全天カメラ (All-Sky-Camera) と MPL (a)、及び目視 (EYE; b)。実線は回帰直線、破線は1対1直線、そして星印は各月の平均雲量を表している。青：2006年、緑：2007年、水色：2008年、紫：2009年、ピンク：2010年。⁴⁾

[参考文献]

- 1) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Cambridge Univ. Press, New York.
- 2) M. Yabuki, M. Shiobara, K. Nishinaka, M. Kuji: Development of a cloud detection method from whole-sky color images, *Polar Science*, **8**, 315-326, 2014.
- 3) 宮川 真友、2016、2015年度修士論文、奈良女子大学大学院情報科学専攻。
- 4) 宮川 真友、2014、2013年度卒業論文、奈良女子大学理学部情報科学科。

[研究発表]

M. Kuji, M. Miyagawa, M. Yabuki, M. Shiobara ; Annual variation of the cloud fraction and base height at Ny-Ålesund with ground-based observations, Report from the Ny-Ålesund Seminar, ISBN: 978-82-7666-328-0, pp157, 2016.

M. Kuji, M. Miyagawa, K. Nishinaka, M. Yabuki, and M. Shiobara: Annual variation of the cloud fraction and base height at Ny-Ålesund with ground-based observations, submitted to *Polar Science*.

また、三種類の測器の雲量の相関解析を行った結果を図2に示す。図2aより全天カメラとMPLの月平均雲量には高い正の相関(相関係数0.83)があることがわかる。一方、図2bより全天カメラと目視には弱い正の相関(相関係数0.67)がある事がわかった。ここで、全天カメラとMPLの比較では、全天カメラの天頂方向の画素とMPLの雲観測頻度を雲量として比較したため、必ずしも同一の観測対象を比較していない可能性がある。一方で、全天カメラと目視との比較では、全天カメラが地平線付近(天頂角90°付近)の雲を捉え切れていない場合があることが、詳細な比較解析の結果から分かっている⁴⁾。

まとめと今後の展望

南極昭和基地において、全天カメラ、MPL、及び目視の三種類の方法で観測された雲量データの比較解析を行った。

その結果、各測器から得られた雲量は整合的であることが確認できた。また、春に雲量が少なく、夏に多いという季節変化が確認できた。そして、雲量の年平均値は6.7(全天カメラ及び目視)から7.6(MPL)程度となった。

また、MPLから導出された雲底高度は、地表から高度1km程度の出現頻度が大きいことがわかった⁴⁾。

今後の展望としては、地上放射観測や衛星観測等との比較を行う事が考えられる。

(別紙)

参 加 者 一 覧

<input type="checkbox"/> 研究プロジェクト		<input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究		<input type="checkbox"/> 研究集会		課題番号	25-10
研究課題名		リモートセンシング観測データを用いた極域の雲の動態解析					
氏名		所属	職	備考			
所内	塩原匡貴	気水圏	准教授	担当教員			
小計	1名						
所外	久慈 誠	奈良女子大学	准教授	研究代表者			
	内山 明博	気象研究所	研究官	共同研究者			
	竹岡 遼	奈良女子大学	大学院生	研究協力者			
	宮川 真友	奈良女子大学	大学院生	研究協力者			
	藤本 梨沙	奈良女子大学	大学院生	研究協力者			
小計	5名						
合計	6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）

グローバル雪氷圏変動が日本の気象・気候に及ぼす影響

- ◎本田明治 新潟大学理学部・准教授（研究代表者）
- 浮田甚郎 新潟大学理学部・教授（共同研究者）
- 岩本勉之 新潟大学理学部・特任研究員（共同研究者）
- 立花義裕 三重大学生物資源学部・教授（共同研究者）
- 小守信正 海洋研究開発機構・主任技術研究員（共同研究者）
- 堀 正岳 海洋研究開発機構・研究員（共同研究者）
- 山崎 哲 海洋研究開発機構・研究員（共同研究者）
- 川瀬宏明 気象庁気象研究所・研究官（共同研究者）
（国立極地研究所）
- 平沢尚彦 助教（担当教員）
- 平成25年度～平成27年度（3か年）

[研究成果]

近年の北極など北半球寒冷域では、夏季の北極海の海水の激減、ユーラシア大陸の永久凍土融解及び積雪域の減少など、温暖化に伴って雪氷圏は総じて減少傾向にある。このようなグローバルな雪氷圏変動に伴って、中高緯度の偏西風循環を中心とした大気循環場の変動も近年指摘されており、各地にしばしば異常気象をもたらしている。日本も例外ではなく、近年の寒冬・大雪傾向、夏季の冷夏または猛暑、増加傾向にある豪雨や突風現象、グローバルな雪氷圏変動の影響がしばしば示唆されている。

近年の冬季のユーラシアの低温傾向に着目すると、先行する夏季～秋季の北極海の海水の減少に伴い、続く秋～初冬にかけて露出した海面からの加熱による定常ロスビー波が励起され、ユーラシア上空の偏西風ジェット蛇行しやすくなる¹⁾²⁾。これによりシベリアー帯の寒気蓄積が進み、シベリア高気圧の発達と東方への拡大をもたらし、寒気移流によって極東を中心に広く低温偏差に覆われやすくなると考えられる（図1）。実際に2005/06年以降11冬中7冬でユーラシア大陸の中高緯度帯は低温傾向となっている。また日本でも全般に大雪傾向となってい

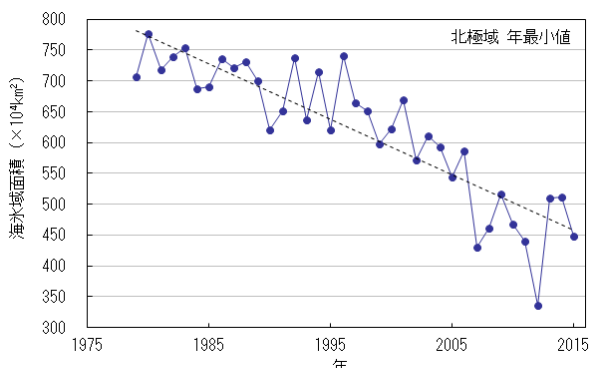


図1. 北極海の海水域面積の年最小値（気象庁 HP）。

る。本研究では観測・再解析データ、数値シミュレーション結果を用いて、特に近年の各冬の特徴を詳細に解析し、雪氷圏変動の日本への気象・気候への影響を調べた。将来の雪氷圏変動と局地気象現象の関係についてより正確な知識を得ることを目的とする。

北極海の海水域面積は少ない状況が続いており、2012年夏の海水域最小面積は1979-2000年平均の海水域面積のほぼ半分まで減少している（図1）。各冬をみると大気循環場のパターンや寒気の継続する期間は異なる。特に2011/12年、12/13年の両冬は冬季を通じて極東一帯に寒気が入りやすいパターンが持続しているが、日本では2011/12年冬は全国的に寒冬大雪で、2012/13年冬は北日本を中心に同様の傾向であった。極東への寒気の流入傾向が異なることしさを示しており、北極の海水域変動のみで説明できるものではない。

2013年夏の北極海の海水はここ数年では多い傾向であったが、続く13/14年冬季の北半球大気循環場の傾向はこれまでと異なり、北米に強い寒気が流れ込み記録的な寒冬となっている。一方、ユーラシ

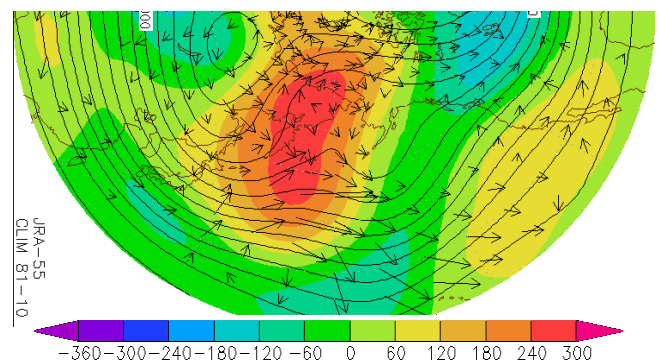


図2. 2014年2月平均の250hPa高度場（m: 実線）及び平年偏差（色）、波活動度フラックス（矢印）。

ア大陸では低温傾向は極東域まで拡大せず、日本は冬季平均で平年並みであったが、寒暖の差が大きい冬となっている。特に2月は極東で偏西風が大きく蛇行し(図2)、日本海側は顕著な少雪傾向であったが、関東甲信地方では2月8日頃と14日頃に南岸低気圧によって大雪となった。特に14-15日は甲府で112cmの降雪を記録するなど、地点によってはこれまでの記録の2倍以上の降雪量・積雪深となった。北日本ではユーラシア大陸からの寒気を伴った高気圧が発達しており、これに伴う cold air damming と呼ばれる現象が、南岸低気圧による降雪を強化した可能性がある³⁾。雪氷圏変動の日本を始め世界各地の気象・気候への影響を調べる上で、2014年2月の北半球の大気循環場は今後詳しく検証していく必要がある。

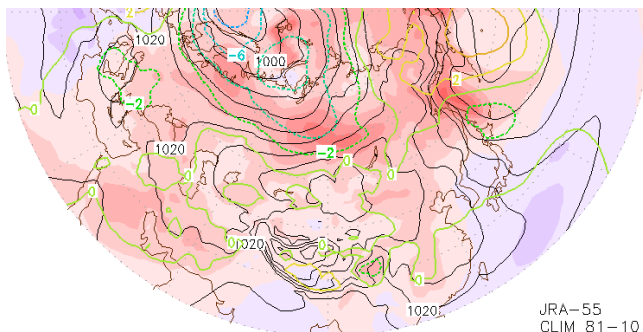


図3. 2014年12月～2015年2月平均の海面気圧(hPa: 実線)及び、平年偏差(色線)、地上気温偏差(色陰影)。

2014年夏の北極海も2013年夏と同様はここ数年では多い傾向であった。しかしながら2014年も北半球各地で異常気象が多く発生し、14/15年冬はユーラシア・北米ともにしばしば寒波に見舞われた。日本では12月を中心に寒波に見舞われ、2005年以来の低温大雪となっている。しかし、冬季平均では北米で低温、ユーラシアで高温となっており(図3)、北極海の海氷域偏差に対する明瞭な大気循環場応答はこの冬は明瞭には見られていない。2015年夏の北極海の海氷域は2007年以降では例年並みであった。続く15/16年冬は、比較的規模の大きいエルニーニョの発生もあったが、ユーラシア・北米ともに高温傾向となっている。

北極海の夏季の海氷域減少に伴う続く冬季のユーラシア大陸の低温傾向はここ2冬では明瞭に見られておらず、海氷域変動に伴う大気応答の特性が変化していることを示しているのかもしれない。今後も引き続き雪氷圏変動の実態とこれに伴う大気場を含めた気候システムの応答の事例を解析し、雪氷圏変動の日本への気象・気候への影響を調べ、更には世界各地で頻発する異常気象にかかわる北極雪氷圏変動の役割の解明を目指していく。

[参考文献]

- 1) 本田明治・楠昌司編, 2007: 2005/06年 日本の寒冬・豪雪. 気象研究ノート, **216**, 290pp.
- 2) Honda, M., J. Inoue and S. Yamane, 2009: Influence of low Arctic sea-ice minima on anomalously cold Eurasian winters. *Geophys. Res. Lett.*, **36**, L08707, doi:10.1029/2008GL037079.
- 3) 本田明治, 2016: 2014年2月14～16日の大気循環場の特徴, 気象研究ノート「南岸低気圧による大雪」(荒木健太郎・中井専人編), 印刷中.

[研究発表]

- 浮田甚郎, 本田明治, 2013: ENSO-NAOのリンクについて, 気象研究ノート「エルニーニョ・南方振動(ENSO)研究の現在(渡部雅浩・木本昌秀編)」, **228**, 151-165.
- Kawase, H., M. Hara, T. Yoshikane, N. N. Ishizaki, F. Uno, H. Hatsushika, and F. Kimura, 2013: Altitude dependence of future snow cover changes over the Central Japan evaluated by a regional climate model, *J. Geophys. Res.*, **118**, doi:10.1002/2013JD020429.
- Iwamoto, K., K. I. Ohshima, and T. Tamura, 2014: Improved mapping of sea ice production in the Arctic Ocean using AMSR-E thin ice thickness algorithm. *J. Geophys. Res.*, **119**, 3574-3594, doi:10.1002/2013JC009749.
- Yamazaki, A., M. Honda, and A. Kuwano-Yoshida, 2015: Heavy snowfall in Kanto and on the Pacific Ocean side of northern Japan associated with western Pacific blocking. *SOLA*, **11**, 59-64, doi:10.2151/sola.2015-013.
- Nakamura, T., K. Yamazaki, K. Iwamoto, M. Honda, J. Ukita, Y. Miyoshi, and Y. Ogawa, 2015: A negative phase shift of the winter AO/NAO due to the recent Arctic sea-ice reduction in late autumn. *J. Geophys. Res.*, **120**, 3209-3227, doi:10.1002/2014JD022848.
- Ando, Y., M. Ogi and Y. Tachibana, 2015: Abnormal winter weather in Japan during 2012 was controlled by large-scale atmospheric and small-scale oceanic phenomena. *Monthly Weather Review*, **2015**, **143**, 54-63, doi:10.1175/MWR-D-14-00032.1
- Komori, N., B. Taguchi, A. Kuwano-Yoshida, and M. Nonaka, 2016: Influence of the Gulf Stream on the hemispheric-scale coupled atmosphere-ocean-sea ice system. CLIVAR/JAMSTEC Workshop on the Kuroshio Current and Extension System: Theory, Observations, and Ocean Climate Modelling, JAMSTEC Yokohama Institute for Earth Sciences, Yokohama, Japan, 12 January 2016.

共同研究報告書（終了）

研究課題：南極海インド洋セクターにおける海氷・海洋の係留観測研究

◎深町 康 北海道大学低温科学研究所・准教授
大島 慶一郎 北海道大学低温科学研究所・教授
松村 義正 北海道大学低温科学研究所・助教
小野 数也 北海道大学低温科学研究所・技術専門職員
青木 茂 北海道大学低温科学研究所・准教授（平成 27 年度のみ）
（国立極地研究所）
牛尾 収輝 准教授
田村 岳史 助教
平成 25 年～平成 27 年（3 か年）

[研究成果]

南極海のインド洋セクターは、これまでに多くの観測が実施されているウェッデル海やロス海と較べると、まだ観測データの蓄積が十分とは言えない海域である。しかしながら、この海域はオーストラリアと昭和基地の間の「しらせ」の航行域であることから、日本南極地域観測隊による研究対象域としては最適であると言える。南極底層水の生成域としては、ウェッデル海、ロス海に加えて、インド洋セクターのアデリーランド沖が良く知られていたが、過去の船舶観測データや衛星観測データに基づく海氷生産量の見積り (Tamura et al., 2008) から、アメリカ棚氷の西方に位置するケープダンレーポリニヤにおける生産量が、ロス海ポリニヤに次いで南極海で 2 番目に多いことが明らかとなったことをきっかけとして、この海域における係留観測が 2008-09 年に実施され、実際にこの海域で南極底層水が生成されており、その量は南極海全体の 6-13%にあたることを明らかになっていた (Ohshima, Fukamachi and Williams et al., 2013)。

本共同研究の期間中にはこの係留観測を継続する形で、ケープダンレーポリニヤからの南極底層水の流出経路であるワイルド峡谷沿いに 52 次隊で設置したものの 54 次隊で回収ができなかった係留系の回収とケープダンレーポリニヤ内での新たな係留観測を実施した。55 次隊では短縮されたシフトタイムと厳しい海氷状況の制約から 54 次隊で設置した係留系 3 系のうち、2 系の回収を実施したが、そのう

ちの 1 系については冰山との衝突によって系が引きずられ、最上部に取り付けていた超音波氷厚計については脱落した状態で回収された。それ以外の測器については無事に回収ができ、良好なデータの取得に成功した。

続く 56 次隊では 55 次隊で回収作業が実施できなかったポリニヤ内の残る 1 系の係留系の回収を実施する予定であったが、「しらせ」の運航計画の変更によってケープダンレー沖での観測が全て中止となり、実施することができなかった。このシーズンについては、52 次隊でワイルド峡谷沿いに設置したものの回収に至っていなかった係留系の掃海作業による回収をオーストラリア南極局に依頼し、砕氷船「オーロラ・オーストラリス」に研究代表者が乗船して実施したので、その際にこの系については回収に成功し、良好なデータを取得することができた。しかしながら、当初の目的であった掃海作業による 52 次隊で設置した係留系の回収については果たすことができなかった。これらの残された係留系の回収については、将来的に日本南極観測隊に ROV（遠隔操作無人探査機）が導入された際には再度試みることを予定している。

上記の係留観測による成果に加えて、本共同研究の育成研究員である杉本風子を中心として日本南極地域観測隊の「しらせ」による海氷観測の成果として、リュツォ・ホルム湾での海氷厚の経年変動とその要因について Sugimoto et al. (2016) にまとめた。

[参考文献]

1. Tamura, T., K. I. Ohshima, and S. Nihashi (2008); Mapping of sea ice production for Antarctic coastal polynyas, *Geophysical Research Letters*, Vol. 35, L07606, doi:10.1029/2007GL032903.
2. Ohshima, K. I.*, Y. Fukamachi*, G. D. Williams*, S. Nihashi, F. Roquet, Y. Kitade, T. Tamura, D. Hirano, L. Herraiz-Borreguero, I. Field, M. Hindell, S. Aoki, and M. Wakatsuchi (2013): Antarctic

Bottom Water production by intense sea-ice formation in the Cape Darnley polynya, *Nature Geoscience*, Vol. 6, 235-240. (*These authors contributed equally to this work.)

[研究発表]

1. Kitade, Y., K. Shimada, T. Tamura, G. D. Williams, S. Aoki, Y. Fukamachi, F. Roquet, M. Hindell, S. Ushio, and K. I. Ohshima (2014): Antarctic Bottom Water production from the Vincennes Bay Polynya, East Antarctica, *Geophysical Research Letters*, 41, 3528-3534, doi:10.1002/2014GL059971.
2. Nakayama, Y., K. I. Ohshima, Y. Matsumura, Y. Fukamachi, and H. Hasumi (2014): A Numerical investigation of formation and variability of Antarctic Bottom Water off Cape Darnley, East Antarctica, *Journal of Physical Oceanography*, 44, 2921-2937.
3. Hirano, D., Y. Kitade, K. I. Ohshima, and Y. Fukamachi (2015): The role of turbulent mixing in the modified Shelf Water overflows that produce Cape Darnley Bottom Water, *Journal of Geophysical Research*, 120, 910-922, doi:10.1002/2014JC010059.
4. Sugimoto, F., T. Tamura, H. Shimoda, S. Uto, D. Simizu, K. Tateyama, S. Hoshino, T. Ozeki, Y. Fukamachi, S. Ushio, and K. I. Ohshima (2016): Interannual variability of sea-ice thickness in the pack-ice zone off Lützow-Holm Bay, East Antarctica, *Polar Science*, 10, 43-51.

(別紙)

参 加 者 一 覧

<input type="checkbox"/> 研究プロジェクト <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 研究集会		課題番号		25-12
研究課題名				
氏名	所属	職	備考	
所内	清水 大輔	南極観測センター	特任技術専門員	
小計	1 名			
所外	杉本 風子	北海道大学環境科学院	大学院生	共同研究育成研究員
	中田 和輝	北海道大学環境科学院	大学院生	共同研究育成研究員
	伊藤 優人	北海道大学環境科学院	大学院生	共同研究育成研究員
小計	3 名			
合計	3 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))

南極ドームふじ氷床コア底面氷の物理化学解析 (研究課題)

◎ 大野 浩 北見工業大学 社会環境工学科・助教 (研究代表者)

(国立極地研究所)

本山秀明 教授 (担当教員)

平成26年～平成27年 (2か年) (研究期間)

[研究成果]

南極ドームふじ氷床コアの最深部 (3033 m) において、イオン濃度が急激に低下する現象が認められており (本山他私信)、その原因を明らかにするために、顕微ラマン分光法等を用いて、ドームふじ底面氷 (3000～3035 m) に含まれる不純物の分布や化学状態を調べた。

底面氷内部の光学顕微鏡観察および含有物の顕微ラマン分光分析を行ったところ、イオン濃度の減少がはじまる深度 (約 3033 m) を境にして、水溶性不純物を主成分とする微粒子 (通称塩微粒子) の分布が顕著に変化することが明らかになった。

3033 m 以浅においては、大半の塩微粒子は空気ハイドレート表面に密集しており (図 1 a)、稀に氷結晶粒界への析出も認められた。氷床浅部で一般的に観察されるような、塩微粒子の氷結晶粒内への分散¹⁾は皆無であった。3033 m を過ぎたあたりで様相が急変し、空気ハイドレートの微細化とともに、塩微粒子がハイドレート表面から離脱し (図 1 b)、やがて氷結晶粒界に析出する様子が観察された (図 1 c, d)。

底面氷における塩微粒子の化学状態は氷床浅部のそれと似通っており¹⁻³⁾、硫酸塩を主成分とするものであった (図 2、3)。イオン濃度の深さ変化によらず、塩粒子の組成はほぼ一定であった。

底面氷深部 (3033 m) におけるイオン濃度低下の原因として、三つの可能性が考えられる：(1) 当該箇所は氷床底面の融け水 (地下水) が再凍結して出来たものである、(2) 気候変動イベントに対応している、(3) 氷床深部における物理化学的なプロセスによってイオン (水溶性不純物) の再分布が生じた結果。

底面氷の酸素・水素同位体比が天水線にほぼ一致することに加えて、底面氷が氷床浅部と同程度の空気ハイドレートを含有することから、(1) の可能性は除外される。また、水の安定同位体組成比やイオン濃度を統計解析した結果は、底面氷は全層にわたって同一の気候区分 (MIS17) で形成された氷河水であることを示唆しており、南極氷床の他の地点で回収された氷コアでは同様のイオン濃度プロファイルが認められないことから、(2) の気候変動イベント説についても否定される。

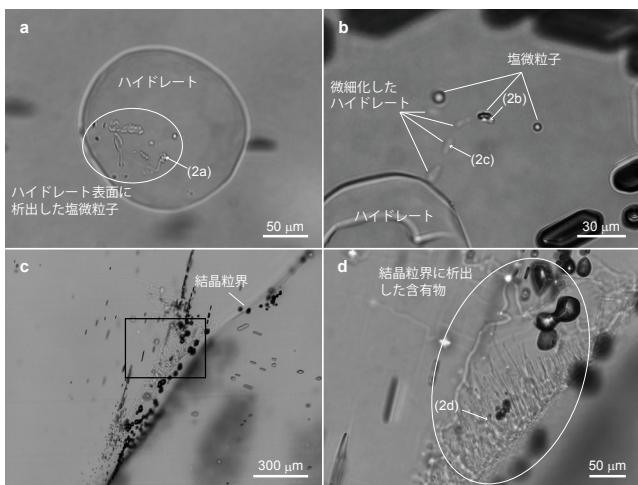


図 1 ドームふじ氷床コア底面氷内部の顕微鏡写真 (a) 3028 m ; (b) 3033 m ; (c, d) 3035 m。 (d) は (c) 黒棒部分の拡大。矢印は顕微ラマン分析を行った箇所 (図 2 参照)。

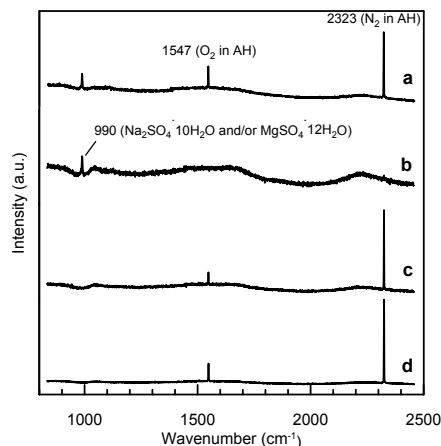


図 2 含有物の顕微ラマンスペクトル

(裏面に続く)

イオン濃度・水の安定同位体組成プロファイルや今回報告した含有物の顕微分析に加えて、氷のフェブリックや結晶性、氷体温度などの情報を総合的に照らし合わせた結果、我々は仮説(3)が正しいと考えている。一連のデータは、先ずハイドレート表面に保持されていた水溶性不純物(塩微粒子)が氷床最深部で卓越する氷やハイドレートの再結晶化

の過程で氷の結晶粒界に追いやられ、続いて氷結晶粒界に発達した部分融解のチャンネル(通称ベイン)を伝って、ブラインの濃度勾配や重力効果によるイオンの氷床下部への選択的な流出が生じたことを示唆している。

本研究で得られた成果を纏めた論文は国際誌に投稿され、現在査読を受けている。

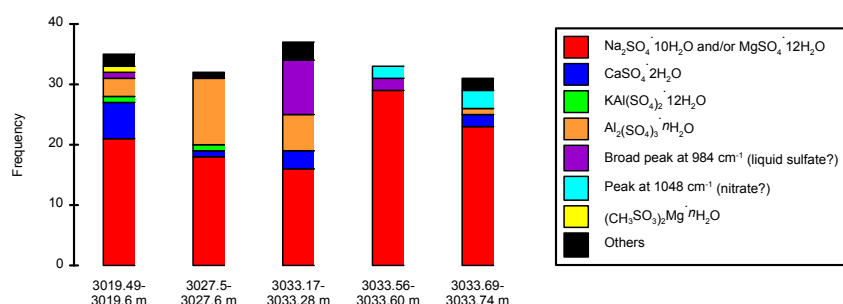


図3 底面氷中塩微粒子の組成頻度

[参考文献]

- 1) H. Ohno, M. Igarashi, and T. Hondoh ; Salt inclusions in polar ice core: Location and chemical form of water-soluble impurities, *Earth and Planetary Science Letters*, 232, 171-178, 2005.
- 2) H. Ohno, M. Igarashi, and T. Hondoh ; Characteristics of salt inclusions in polar ice from Dome Fuji, East Antarctica, *Geophysical Research Letters*, 33, doi:10.1029/2006GL025774, 2006.
- 3) H. Ohno, Y. Iizuka, S. Horikawa, T. Sakurai, T. Hondoh, and H. Motoyama ; Potassium alum and aluminum sulfate micro-inclusions in polar ice from Dome Fuji, East Antarctica, *Polar Science*, 8, 1, 1-9, 2014.

[研究発表]

H. Ohno, Y. Iizuka, A. Hori, A. Miyamoto, M. Hirabayashi, T. Miyake, T. Kuramoto, S. Fujita, T. Segawa, R. Uemura, T. Sakurai, T. Suzuki, and H. Motoyama; Physicochemical properties of bottom ice from Dome Fuji, inland East Antarctica, *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, submitted.

(別紙)

参 加 者 一 覧

<input type="checkbox"/> 研究プロジェクト <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 研究集会			課題番号	26-19
研究課題名				
氏名	所属	職	備考	
所内	平林幹啓	気水圏研究グループ	特任助手	
	藤田秀二	気水圏研究グループ	准教授	
	三宅隆之	気水圏研究グループ	(元)特任研究員	
	倉元隆之	気水圏研究グループ	(元)特任研究員	
	櫻井俊光	先進プロジェクト研究グループ	特任研究員	
小計	5 名			
所外	瀬川高弘	情報・システム研究機構	特任助教	
	堀彰	北見工業大学	准教授	
	飯塚芳徳	北海道大学	助教	
	宮本淳	北海道大学	特任准教授	
	植村立	琉球大学	准教授	
	鈴木利孝	山形大学	教授	
小計	6 名			
合計	11 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）

高緯度積雪域からの昇華による大気への水蒸気供給に関する基礎的検討（研究課題）

◎杉浦幸之助 富山大学研究推進機構極東地域研究センター・准教授（研究代表者）

（国立極地研究所）

平沢尚彦 助教

（担当教員）

山内 恭 特任教授

平成 27 年（1 年）

（研究期間）

[研究成果]

1. はじめに

高緯度積雪域からの昇華により変動する大気水蒸気は、どれくらいの温室効果をもたらすのかを最終的に解明するため、本研究課題では（研究期間 1 年）、高緯度積雪域からの昇華量を推定する手法について検討することを目的とする。

2. 昇華量の影響評価

一般に高緯度積雪域での水収支式は以下で与えられる。

$$P = E + R \pm \Delta S$$

ここで、 P は降水量、 E は昇華量、 R は流出量、 S は貯留量である。そこで、積雪域における昇華量 E が降水量 P に対してどの程度の割合をしめるのかについて、先行研究をもとに整理してみると以下のことが報告されている。米国・Wyoming では、吹雪の昇華蒸発量は冬季降水量の 33% (Tabler, 1975), Pomeroy et al. (1997)によるとカナダ・Inuvik では 20%, Liston and Strum (1998)の米国・Imnavait では 9~22%をしめている。また、Bintanja (1998)の南極・D-10 では、吹雪の昇華蒸発量は年降水量の 10~20%, King et al. (2001)の南極・Halley では 10%, Mann et al. (2000)の南極・Halley では冬季降水量の 4%をしめていることが報告されている。

3. 昇華量の広域分布

次に、高緯度積雪域における吹雪時の昇華量の推定に関連する先行研究 (Sugiura et al., 2008) をもとに、全球レベルでの広域特性を検討したところ、

- 北半球は積雪域が広いために南半球に比べ広域で昇華している

- しかし、年平均の昇華フラックスは北半球と南半球では同オーダーである
- 強風のために極域沿岸部での昇華が多い
- 北半球での季節進行が特徴的である

ということが見出されている。この先行研究で用いられている昇華量の推定手法は、以下の通りとなっている。

吹雪における雪粒子からの昇華量（摩擦速度または風速、吹雪発生頻度、雪面温度、積雪深の関数）を全球で $2.5\text{deg} \times 2.5\text{deg}$ ごとに算出する。用いたデータセットは、1987 年の ECMWF 再解析データ（気象要素は、風速、積雪深、温度。グリッドは $2.5\text{deg} \times 2.5\text{deg}$ ）と 1987 年の ISLSCP Initiative I データ（気象要素は海氷。グリッドは $1\text{deg} \times 1\text{deg}$ ）となっている。ただし、これらのデータセットはグリッドスケールが異なっているため、算出の際には重なり合うグリッドに関して面積の割合に応じた重み付けをしている。6 時間毎に 1 年間分計算し、これをもとに日平均、月平均、年平均値などが求められている。

4. 今後の課題

積雪域では風速が強くなると吹雪が発生し、一旦降り積もった雪粒子が舞い上がることになる。高緯度積雪域からの昇華が大気に対してどれくらい水蒸気を供給するのかに関して研究を進めるためには、積雪面からの昇華量と、吹雪が発生している場合の吹雪層からの昇華量との区別が必要となる。また、雪原での昇華量の算出のみならず、植生や海水がからむ複雑地表面で吹雪がどのように発生して発達するのかといった実態解明をふまえた昇華量を算出していくことが必要である。

（裏面に続く）

[参考文献]

- 1) Sugiura, K., T. Ohata (2008), Large-scale characteristics of the distribution of blowing-snow sublimation. *Annals of Glaciology*, Vol. 49, p11–p16.
- 2) Pomeroy, J.W., P. Marsh, D.M. Gray (1997), Application of a distributed blowing snow model to the Arctic. *Hydrological Processes*, Vol. 11, p1451–p1464.
- 3) Liston, G.E., M. Sturm (1998), A snow-transport model for complex terrain. *Journal of Glaciology*, Vol. 44, p498–p516.
- 4) Bintanja, R. (1998), The contribution of snowdrift sublimation to the surface mass balance of Antarctica. *Annals of Glaciology*, Vol. 27, p251–p259.
- 5) King, J.C., P.S. Anderson, G.W. Mann (2001), The seasonal cycle of sublimation at Halley, Antarctica. *Journal of Glaciology*, Vol. 47, p1–p8.
- 6) Mann, G.W., P.S. Anderson, S.D. Mobbs (2000), Profile measurements of blowing snow at Halley, Antarctica. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 105, p24491–p24508.

[研究発表]

大井聖也・杉浦幸之助, SPC を用いた 2004/2005 冬期の札幌における吹雪の時間変動特性. 雪氷研究大会 (2015・松本), P1-24, 2015年9月14日.

I . 共同研究報告（終了）

一般共同研究

（3）地 圏

東南極セール・ロンダーネ山地における流体活動の年代決定と物質移動解析

◎河上哲生 京都大学大学院理学研究科・准教授
土屋範芳 東北大学大学院環境科学研究科・教授
サティシュ・クマール 新潟大学大学院理学研究科・教授
石川正弘 横浜国立大学大学院環境情報研究院・教授
(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 25 年～平成 27 年 (3 か年)

[研究成果]

日本南極地域観測隊第 51 次隊夏隊で採取した岩石試料および極地研究所から借り受けた過去の隊次のセール・ロンダーネ山地の岩石試料を用い、マフィック変成岩中の角閃石の塩素濃度を測定し、高塩素濃度流体の活動地域を調べた。その結果、従来得ていた高塩素濃度流体活動を記録している泥質変成岩の分布 (Higashino et al., 2013) と整合的な結果を得た。従って、高塩素濃度流体活動は岩石種に依存しない現象であることが明らかとなった (Higashino et al., 2015)。

そのうちの 1 箇所である、ブラットニーパネ地域から発見されたザクロ石-角閃石脈の詳細な記載を行ったところ、片麻状構造が脈の内部にまで保存されていることから、脈は壁岩を原岩として形成されていることがわかった (Higashino et al., 2015)。脈からの距離に応じて、黒雲母や角閃石中の塩素濃度やカリウム濃度は拡散様のプロファイルを示しつつ減少し、脈から数 cm で一定値を示した。また、斜長石にはコアよりも Na に富むリム部が不連続なゾーニング境界を保持して形成されており、その幅は脈からの距離に応じて減少していた。これらのことからザクロ石-角閃石脈が塩水ないしは塩素を含むメルトの流入に伴って形成された可能性が高い (Higashino et al., 2015)。そこで、脈からの距離に応じて脈に平行な 1cm 幅の岩石スライスを作成し、それらの全岩化学組成を東北大学設置の XRF や ICPMS を用いて決定した。

脈及び壁岩ではジルコンがジルコニウムの主

要なホスト鉱物であり、ジルコン組織はジルコンの成長や溶解を示さないことなどから、脈形成過程において、ジルコニウムは不動元素として取り扱って良いことがわかった (Higashino et al., 2015)。そこでジルコニウムを不動元素として脈および壁岩における元素移動を調べたところ、壁岩には Li、Cu、Rb、Ba、Pb、U が添加されていた。これらの元素のうち Li、Rb、Ba、Pb、U はメルトより塩水によって動きやすい元素であり (Webster et al., 1989; Keppler & Wyllie, 1991; Borchert et al., 2009; 2010; Kawamoto et al., 2013)、ザクロ石-角閃石脈が塩水流入によって形成されたことを示す (東野ほか, 2015)。この塩水流入が起きた年代は、壁岩や脈に含まれるジルコンリムの年代から 620Ma より若いと考えられるが、脈形成時にジルコンが消長していないために、脈形成の年代は決定できなかった (東野ほか, 2015)。

セール・ロンダーネ山地西部パーレバンデに産する 3 種類の Al_2SiO_5 鉱物を含む岩石の温度・圧力・時間・流体活動履歴の解明を行った。その結果、パーレバンデは反時計回りの温度・圧力・時間履歴をもち、温度圧力履歴の観点からは、SW テレーンに属すると考えるのが適切であろう。変成作用の年代は、京都大学設置の LA-ICPMS による *in situ* ジルコン U-Pb 測定 (スポット径 5 μ m) により、ザクロ石に包有されるジルコンのリムの年代を決定したところ、約 580Ma であるとわかった (Kawakami et al., 2016)。

パーレバンデにおける塩素に富む流体流入は、

珪線石やザクロ石に包有される黒雲母が高い塩素濃度を有していることから、昇温変成期の珪線石斑状変晶やザクロ石が形成されるステージからはじまっており、変成ピーク直後の後退変成初

期に起きていた可能性が高い。この流体活動は約 580Ma に起きた可能性が高い (Kawakami et al., 2016)。

[引用文献]

1. Higashino, F., Kawakami, T., Satish-Kumar, M., Ishikawa, M., Maki, K., Tsuchiya, N., Grantham, G. & Hirata, T. 2013, Chlorine-rich fluid or melt activity during granulite facies metamorphism in the Late Proterozoic to Cambrian continental collision zone – an example from the Sør Rondane Mountains, East Antarctica. *Precambrian Research*, 234, 229-246.
2. Higashino, F., Kawakami, T., Tsuchiya, N., Satish-Kumar, M., Ishikawa, M., Grantham, G., Sakata, S., Hattori, K. & Hirata, T. 2015, Geochemical behavior of zirconium during Cl-rich fluid or melt infiltration under upper amphibolite facies metamorphism – A case study from Brattnipene, Sør Rondane Mountains, East Antarctica. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 110, 166-178.
3. 東野文子, 河上哲生, 土屋範芳, サティシュ・クマール, 石川正弘, ジェフリー・グランサム, 2015, 東南極セール・ロンダーネ山地ブラットニーパネで見られるザクロ石一角閃石脈の形成と物質移動. 日本地質学会第 122 年学術大会, 長野, 日本地質学会第 122 年学術大会講演要旨集. 2015.9.11-9.13.
4. Webster, J.D., Holloway, J.R. & Hervig, R.L. 1989, Partitioning of lithophile elements between H₂O and H₂O + CO₂ fluids and topaz rhyolite melt. *Economic Geology*, 84, 116-134.
5. Keppler, H. & Wyllie, P.J. 1990, Role of fluids in transport and fractionation of uranium and thorium in magmatic processes. *Nature*, 348, 531-533.
6. Borchert, M., Wilke, M., Schmidt, C. & Rickers, K., 2009, Partitioning and equilibration of Rb and Sr between silicate melts and aqueous fluids. *Chem. Geol.*, 259, 39-47.
7. Borchert, M., Wilke, M., Schmidt, C. & Rickers, K., 2010, Rb and Sr partitioning between haplogranitic melts and aqueous solutions. *Geochim Cosmochim Acta*, 74, 1057–1076.
8. Kawamoto, T., Mibe, K., Bureau, H., Reguer, S., Mocuta, C., Kubsky, S., Thiaudière, D., Ono, S. & Kogiso, T. 2014, Large-ion lithophile elements delivered by saline fluids to the sub-arc mantle. *Earth, Planets and Space*, 66, 61.
9. Kawakami, T., Higashino, F., Skrzypek, E., Grantham, G.H., Satish-Kumar, M., Tsuchiya, N., Ishikawa, M., Sakata, S. & Hirata, T. 2016, Pressure-temperature-time path and timing of Cl-bearing fluid infiltration to the upper-amphibolite to granulite facies metamorphic rocks at Perlebandet, Sør Rondane Mountains, East Antarctica. 変成岩などシンポジウム 2016, 岡山, 2016.3.12-14.

[研究発表]

1. Higashino, F., Kawakami, T., Tsuchiya, N., Satish-Kumar, M., Ishikawa, M., Grantham, G., Sakata, S., Hattori, K. & Hirata, T. 2015a, Geochemical behavior of zirconium during Cl-rich fluid or melt infiltration under upper amphibolite facies metamorphism - A case study from Brattnipene, Sør Rondane Mountains, East Antarctica. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 110, 166-178.
2. Higashino, F., Kawakami, T., Tsuchiya, N., Satish-Kumar, M., Ishikawa, M., Grantham, G.H., 2015, Mass transfer by brine infiltration under upper amphibolite facies conditions. *Goldschmidt 2015*, 1268. Prague, 16-21 August, 2015.
3. 河上哲生, 東野文子, ジェフリー・グランサム, 石川正弘, 土屋範芳, サティシュ・クマール, 坂田周平, エティエン・スクリペク, 平田岳史, 高塚紘太, 2014, 東南極セール・ロンダーネ山地パーレバンデにおける塩素に富む H₂O 流体活動のタイミング. 第 5 回極域科学シンポジウム, 2014.12.2. 国立極地研究所 (立川) .

(別紙)

参 加 者 一 覧

<input type="checkbox"/> 研究プロジェクト <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 研究集会		課題番号 25-14	
研究課題名		東南極セール・ロンダーネ山地における流体活動の年代決定と物質移動解析	
氏名	所属	職	備考
所内			
小計	名		
所外	東野 文子	京都大学大学院理学研究科	大学院生
	高塚 紘太	京都大学大学院理学研究科	大学院生
小計	2 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) 作成)

太古代・原生代の海洋底堆積物の記録: 初期海洋の生物生産量とそこに残される古地磁気変動の解明 (研究課題)

◎九州大学地球惑星科学・准教授 (研究代表者) 清川庄一
 九州大学地球惑星科学・D2 三木翼
 九州大学地球惑星科学・M2 吉丸慧
 九州大学地球惑星科学・M2 鈴木大志

(国立極地研究所)

外田 智千 准教授 (担当教員)

堀江 憲路 助教

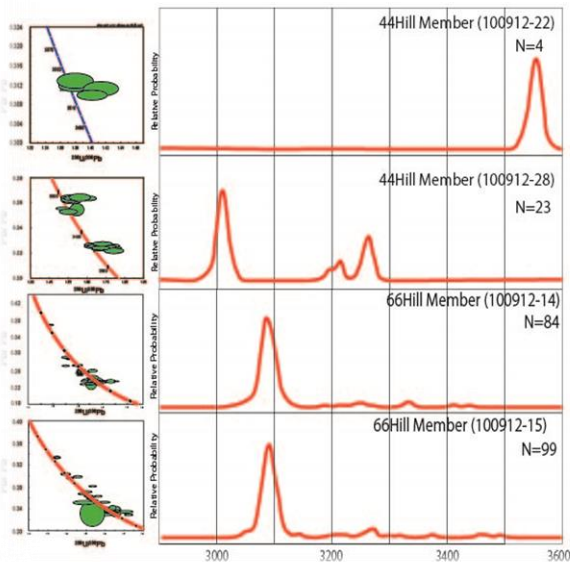
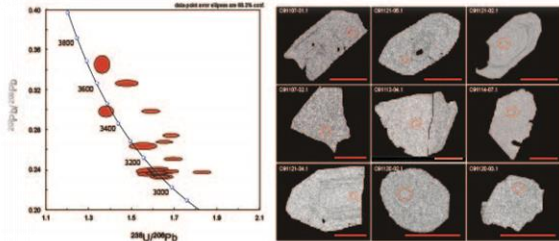
平成 25 年～平成 27 年 (3 か年) (研究期間)

[研究成果]

2013 年 DXCL オーストラリア 32 億年前の地層の年代測定を行った。31.1 億年の地層年代を出すことができ、DXCL 掘削による試料に精度の高い年代値を与えることができた。

図 1 DXCL 地域の柱状図と年代値

2014 年 1) 7 月 22 億年前カナダ・ヒューロニアン・ケープスミス, 2) 8 月 15 億年前の縞状鉄鉱層, 3) 20 億年前ガーナグリーンストーン帯, 4) エジプト 7 億年前のヌビアシールドの調査, を行って, 試料を取得した。それぞれの地域での年代測定用試料を作成している。



2015 年 1) 22 億年前の地質帯を掘り抜くガーナ掘削 (GHB プロジェクト) のために, 5 月の連合大会でまず国内ミーティング, 9 月に Gorge Tetteh 博士を招き, 地質学会で講演および掘削のための打ち合わせを行った。掘削のための業者の手配, コスト, 日時などを決めて 12 月の掘削に望んだ。

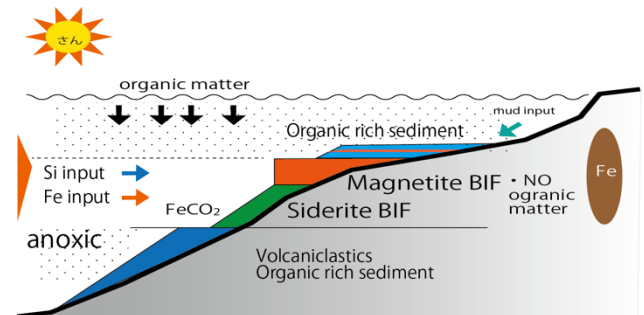
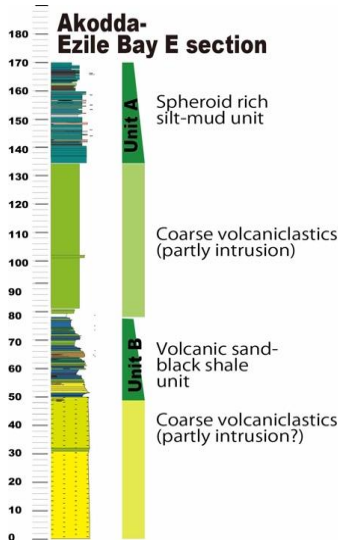


図 2 DXCL 掘削より復元した鉄鉱層の堆積場所。

この縞状鉄鉱層堆積年代が 31.2 億年ぐらいになった。その後, 数十 Ma に陸地化がおり大陸の一部としてこの地層群上には陸源性の堆積盆が形成されてくる。



2) 12 月掘削は, ガーナ西部のケープスリーポイント地域, Ezil bay 海岸で行われ, 当初の計画日時よりも 5 日ほど延長されたが, 無事 195m の掘削に成功した。

図 3 掘削地域の柱状図 厚い火山岩類上に細粒火山起源堆積物が上方細粒化する。

(裏面に続く)

図 4 ガーナベリミアン帯の貫入岩：ジルコンが含ま



れており、陥入年代が明らかになった。

$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age of 2265.6 ± 4.6 Ma (95% confidence)

ガーナのケープスリーポイント層群中のタービダイト黒色頁岩層中に貫入岩が見つかり、年代が約22.6億年と、この地域の最も古い年代が明らかになった。このことは緑色岩類の火山活動や堆積作用はそれ以前ということになり、大酸化事変直後の海洋状態を表していることが明らかになってきた。

3) エジプト 7億年前の鉄沈殿物層のについて3カ所の地質帯を調査し、その中で最も変成度の低い(緑色片岩層)のEL Dabbah地域のマッピングを行い、この堆積年代を調べている。特に、グリーンストーンを被覆する石英を多く含む陸源堆積層の堆積年代の推定として、年代測定を行った。これによると、10-6.5億年前のジルコンを含み、グリーンストーン帯の大陸化はパンアフリカ造山運動の際末期であると思われる。6億5000万年前のジルコンは新規花崗岩の年代と同じであり、その時期すでに花崗岩は侵食されて堆積盆を作っていたことがわかる。

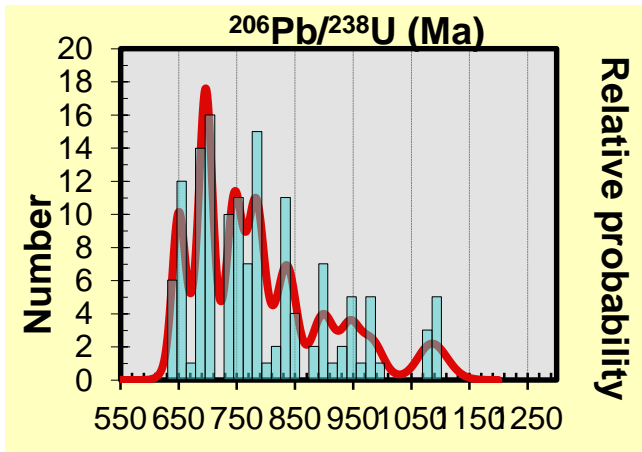


図5 エジプト El Dabbah の堆積岩中のジルコン年代

[参考文献]

1. 三木翼・清川昌一 2015. 総説「硫黄同位体を用いた太古代と古原生代の環境復元について」地球科学 69 巻3号 145-154.

[研究発表]

Kiyokawa S., Koge S., Ito T., Ikehara M., 2014. An ocean-floor carbonaceous sedimentary sequence in the 3.2-Ga Dixon Island Formation, coastal Pilbara terrane, Western Australia. *Precambrian Research*, 255, 124-143. <http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.09.014>

共同研究報告書（終了）

東南極ナピア岩体に産する造岩鉱物の微細組織観察および熱史への適用

◎三宅 亮 京都大学大学院理学研究科・准教授
 下林典正 京都大学大学院理学研究科・教授
 (国立極地研究所)
 本吉洋一 教授
 外田智千 准教授
 平成25年～平成27年（3か年）

[研究成果]

東南極ナピア岩体は超高温変成作用を受けており、そこに産出する造岩鉱物中には非常に特異な微細組織を持つことが知られている。

例えば、ナピア岩体 Riiser Larsen 山に産する珪長質片麻岩に含まれる長石は、ternary feldspar (以下、TF) 組成を持ち、oligoclase (An₂₉Ab₇₀Or₁; 以下 Olg) と orthoclase (An₂Ab₈Or₉₀; 以下 Or) とのラメラからなる複雑な離溶組織を持つことが知られている。その珪長質片麻岩のうち、岩石のほとんどが長石類で構成されている岩石 (specimen No. TH97012006; 以下 12006) 中には、Olg 粒子および多様な組織を呈する TF 粒子が不均質に分布するという非常に特徴的な組織を呈している。

さらに、三宅ら (2007) は、ナピア岩体の Mt. Riiser-Larsen で採取された garnet-sillimanite 片麻岩中の sillimanite について、透過型電子顕微鏡観察を行った。その結果、珪線石試料中のおよそ中心部からのみ反位相境界様の組織を確認した (図 1)。

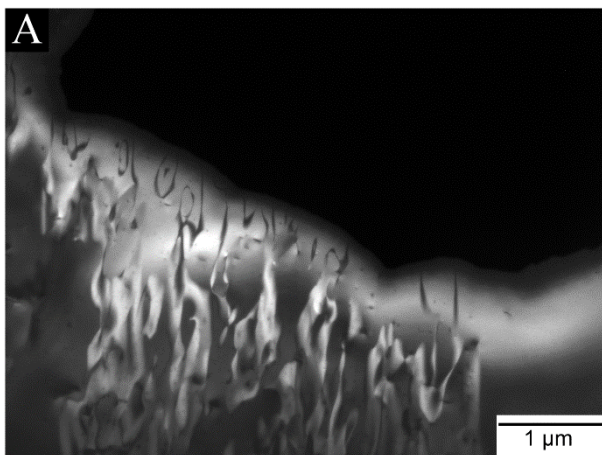


図 1 三宅ら (2007) にて報告した、南極ナピア岩体の Mt. Riiser-Larsen で採取された、garnet-sillimanite 片麻岩中の sillimanite 中の反位相境界

珪線石は、1700 °C 以上の高温では四面体サイトにある Al / Si が完全に無秩序化し高温相に相転移する可能性が示唆されている (例えば Carpenter, 1985)。この高温相から低温相へ相転移する際に、反位相境界ができると考えられている。しかし、常圧下では約 1350 度以上でムライト + SiO₂ 相に分解することもあり、Al / Si が完全に無秩序となる高温型 sillimanite は確認されていない。一方、低温では何も組織を持たない sillimanite の約 2 GPa、1300 から 1690 度での高温実験後の試料からは反位相境界に似た組織や不純物が報告されている (Holland & Carpenter, 1986)。

こうした組織を解釈するために、再現実験が重要となる。ternary feldspar については、ピストンシリンダーを用いた 3 成分系での長石の高温高压実験をおこなった。珪線石については、出発物質には南極 Lützow-Holm 岩体の Rundvågshetta 産珪線石を用い常圧で、様々な温度・時間 (箱型電気炉 950-1530 度, 1-1150h) で加熱実験をおこなった。さらにピストンシリンダーを用いてナピア岩体の最高温度・圧力付近 (ピストンシリンダー 0.5-2.5GPa, 1300-1500 度) での実験を行った。実験試料は全て急冷して回収し、室温にて粉末 X 線回折実験と微細組織観察を行った。粉末 X 線回折実験は放射光施設 PF-BL4B2 の高分解能粉末 X 線回折装置を用い、微細組織観察は電界放出形走査電子顕微鏡を用いた観察および集束イオンビーム装置と走査/透過型電子顕微鏡を用いた観察・分析を行った。

高温加熱実験の結果、1100, 1200 度で行った実験試料から、バルク組成にして oligoclase 近傍 (An₁₅Ab₆₅Or₂₀) の実験生成物において長石の化学組成の不連続によるものと考えられる異なる化学

組成のラメラからなる組織を確認した。この結果から長石系の高温下における C2/m ↔ C-1 転移は、1次の相転移であると考えられる。また、1200°C以下ではガラスは見いだされなかったものの、1250°C以上の実験においてはガラスが見いだされた。これらの結果より oligoclase-Or 系の高温下 (T > 1100°C)での相図を得た。こうして得た相図をナピア岩体に産する ternary feldspar に適応することにより、その特異な組織の成因を明らかにした。

珪線石については、放射光粉末 X 線回折実験にて、出発物質では珪線石のみのピークであった一方、高温で長時間加熱した試料からは、珪線石に加えムライトの明確なピークが出現した (図2)。こうした珪線石とムライトのピーク分離は、実験室の粉末 X 線回折実験では得られず、放射光 X 線回折実験の結果、新たにえられたものである。また、珪線石のピークの回折角の僅かなシフトもえることに成功した。このことから、珪線石中の Al / Si が無秩序化しているとかんがえられる。

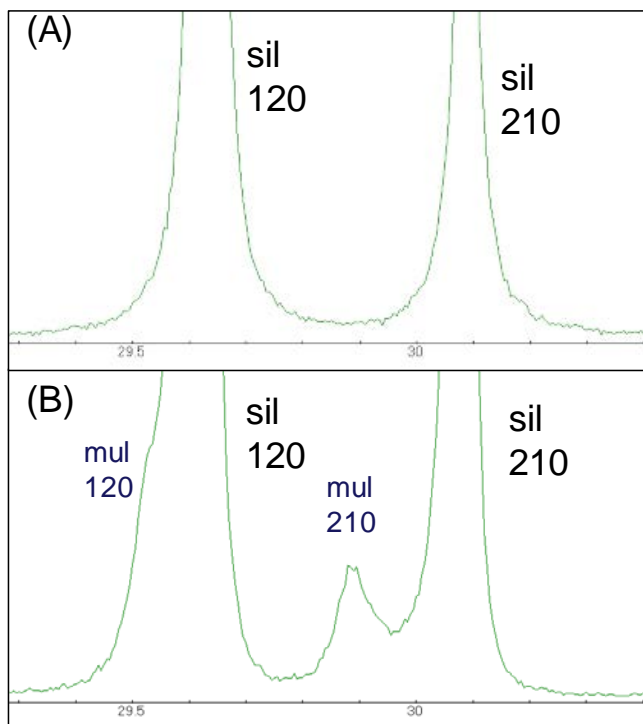


図2 珪線石の放射光粉末 X 線回折実験の結果。(A) 出発物質。(B) 常圧で 1330 度、24 時間加熱した試料

これらの試料を透過型電子顕微鏡観察したところ 1200 度以上の高温および長時間加熱した珪線石領域中に図3のような反位相境界様の微細組織が観察された。図3には、1450度、1150時間加熱した試料の結果を示している。得られた組織は、三宅ら (2007) が報告している組織と似ている。

放射光粉末 X 線回折実験と透過型電子顕微鏡の観察結果は、ナピア岩体の Mt. Riiser-Larsen で採取された garnet-sillimanite 片麻岩中の sillimanite は、おおよそ 1000 から 1200 度以上という高温で変成を受けたことを示唆している。

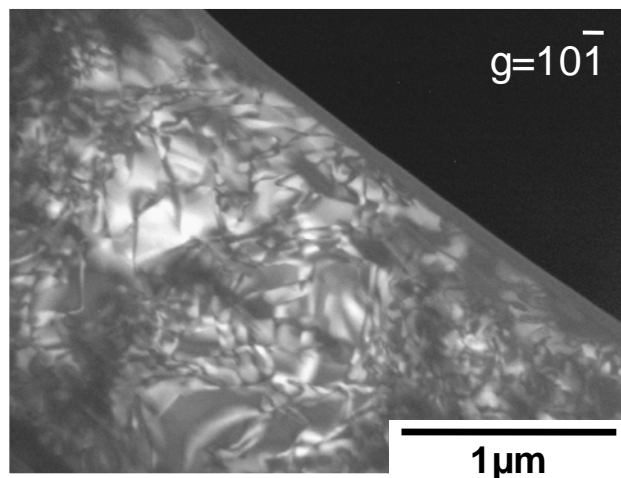


図3 1450度、1150時間加熱した珪線石の透過型電子顕微鏡像

研究協力者（共同研究者ではない参加者。大学院生等）

- ・ 兒玉優（大学院生）
- ・ 伊神洋平（大学院生）

共同研究報告書（終了）

東南極における変成作用と微小地塊・テレーンの多重衝突

◎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 25 年～平成 27 年（3 か年）（研究期間）

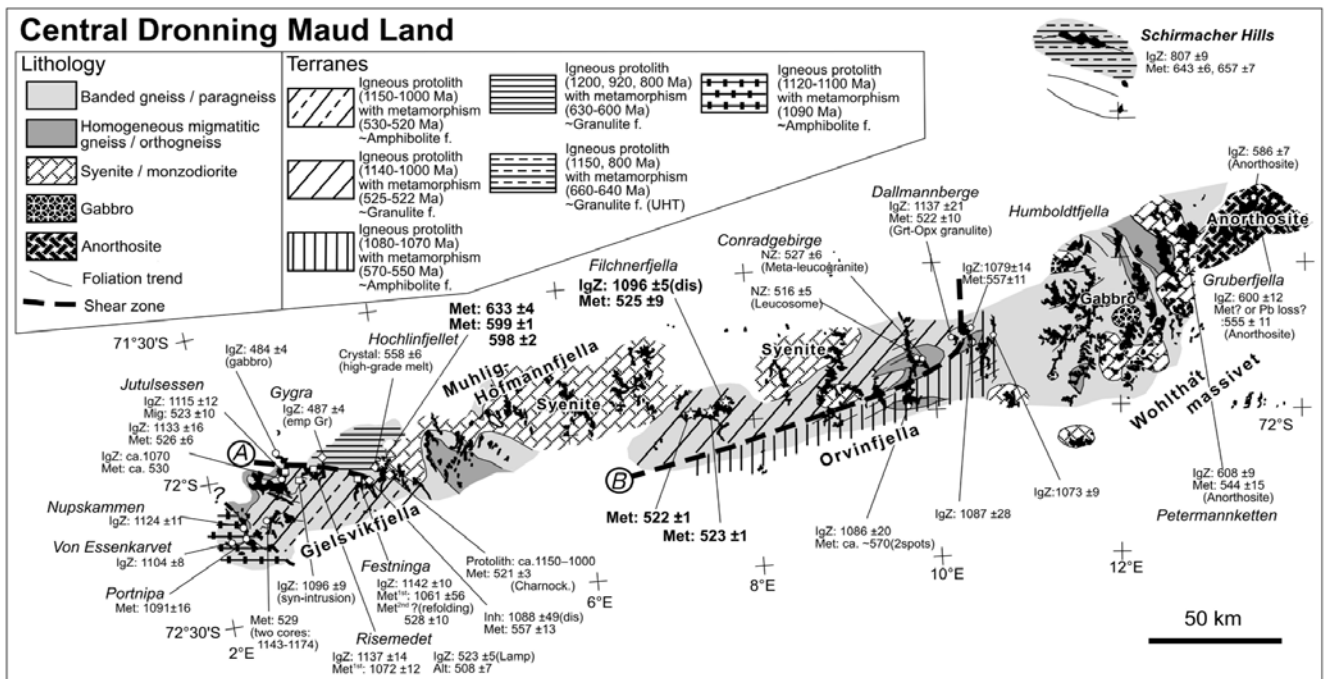
[研究成果]

東南極中央ドロンニングモードランドにおける微小地塊・テレーンの多重衝突について、変成岩類の変成年代に基づき、テレーン区分を行った (Baba et al., 2015). リュツォ・ホルム岩体については、極地研所有の岩石試料（約 70 試料）について薄片を作成しその特徴について理解を深め、鉱物化学組成分析を実施した。また、既存の塩基性片麻岩類の全岩化学組成データを再検討し、テレーン区分の可能性を検討した。

1. 中央ドロンニングモードランドにおける微小地塊・テレーン区分

平成 21～23 年度の国立極地研究所一般共同計画で得られた成果を踏まえ以下のようなテレーン区分図を公表した。2カ所の内陸山地および沿岸露岩から得られた変成年代は、約 600 Ma (Hochlinfjellet), 約 525 Ma (Filchnerfjella), 約 650 Ma (Schirmacher Hills)を示すこと、デトリタスジルコンの年代分布の相違に注目し、既存の U-Pb

年代値との比較を行った。年代値をコンパイルしたところ、主要な剪断帯を境としてテレーン区分が可能であることが明らかとなった（下図）。それらは、1) 1000-1150 Ma の火成岩類を原岩とし、520Ma 前後に角閃岩相～グラニュライト相変成作用を受けたテレーン、2) 1000-1150 Ma の火成岩を原岩とし、550-570Ma に角閃岩相変成作用を受けたテレーン、3)異なる三時期の火成活動に由来する碎屑物を原岩とし、600-630Ma に変成作用を被ったテレーン、4)主に 800Ma の火成活動に由来する原岩から構成され、660-640Ma に超高温変成作用を受けたテレーンである。原岩形成場を推定するために塩基性変成岩類の全岩化学組成についても検討を進めたが、沿岸地域 (Schirmacher Hills) と内陸山地 (Filchnerfjella) の相違については明らかになったものの、具体的な形成テクトニクス場については、考察中である。現在は鉱物組織との対応について検討を進めている。



2. 既存データに基づくリュツォ・ホルム岩体の特徴とテレーン区分

リュツォ・ホルム岩体東部地域，特に新南岩，竜宮岬，あけぼの岩，明るい岬から得られた岩石試料（約70試料）について薄片を作成し鏡下観察を実施した。特筆すべき事項として，あけぼの岩に見られるザクロ石は“雪だるま構造”を示すことが挙げられる。このような組織は衝突型造山帯であるヒマラヤ山脈の主中央衝上断層周辺に確認されている。また，鏡下観察から同地域の岩石は他地域よりも強い変

形を被ったことが示唆された。

Suda et al. (2008)による塩基性片麻岩の全岩化学組成を地域毎に見直した結果，あけぼの岩および日の出岬は西部露岩（ルンドボークヘッタ，スカルブスネス）とは異なることが再認識された。日の出岬やかすみ岩に露出する岩石のU-Pb年代測定結果は約10億年（Shiraishi et al., 2008; 角替ほか, 2015）を示すことを踏まえると，あけぼの岩周辺に構造境界が存在する可能性が高い。今後は約10億を示す露岩の西側境界の位置の推定が必要である。

[参考文献]

- Baba, S., Horie, K., Hokada, T., Owada, M., Adachi, T. and Shiraishi, K. (2015) Multiple collisions in the East Africa Antarctica Orogen: constraints from timing of metamorphism in the Filchnerfjella and Hochlinfjellet terranes in central Dronning Maud Land. *The Journal of Geology* 123, 55-78.
- Suda, Y., Kawano, Y., Yaxley, G., Korenaga, H. and Hiroi, Y. (2008) Magmatic evolution and tectonic setting of metabasite from Lützow-Holm Complex, East Antarctica. In Satish-Kumar et al. (eds.) *Geodynamic evolution of East Antarctica: a key to the East-West Gondwana connection*. *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.* 308, 211-233.
- Shiraishi, K., Dunkley, D.J., Hokada, H., Fanning, C.M., Kagami, H. and Hamamoto, T. (2008) Geochronological constraints on the Late Proterozoic to Cambrian crustal evolution of eastern Dronning Maud Land, East Antarctica: asynthesis of SHRIMP U-Pb age Nd monedl age data. In Satish-Kumar et al. (eds.) *Geodynamic evolution of East Antarctica: a key to the East-West Gondwana connection*. *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.* 308, 21-67.
- 角替敏昭・加藤睦実・Daniel J. Dunkley・宮本知治. (2015) 東南極リュツォ・ホルム岩体かすみ岩に産出する酸性~塩基性変成岩類の変成作用. 第6回極域科学シンポジウム講演要旨

[研究発表]

- Baba, S., Osanai, Y., Nakano, N., Owada, M., Hokada, T., Horie, K., Adachi, T. and Toyoshima, T. (2013) 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* 234, 210-228
- Baba, S., Horie, K., Hokada, T., Owada, M., Adachi, T. and Shiraishi, K. (2015) Multiple collisions in the East Africa Antarctica Orogen: constraints from timing of metamorphism in the Filchnerfjella and Hochlinfjellet terranes in central Dronning Maud Land. *The Journal of Geology* 123, 55-78.
- 馬場壮太郎・堀江憲路・外田智千・足立達朗・大和田正明. (2013) 東南極中央ドロンイングモードランドの変成年代とテレーン区分. 日本地質学会第120年会学術大会講演要旨
- Baba, S., Hokada, T., Horie, K., and Shiraishi, K. (2014) SHRIMP U-Pb dating of high to ultrahigh temperature metamorphic rocks: implications for zircon crystallization from anatectic melt. 2014 SHRIMP WORKSHOP abstract, in USB
- Baba, S., Horie, K., Hokada, T., Owada, M., Adachi, T. and Shiraishi, K. (2014) Timing of metamorphism of inland nunataks in central Dronning Maud Land: implication for amalgamation of different metamorphic terranes in East Africa Antarctica Orogen. SCAR Open Science Conference & COMNAP Symposium Success through International Cooperation abstracts, in USB
- 馬場壮太郎・小山内康人・中野伸彦・外田智千・足立達朗・豊島剛志. (2014) 東南極セール・ロンダーネ山地北部，ベストハウゲンに産するFe-Alに富むグラニュライトの変成組織. 日本地質学会第121年会学術大会講演要旨
- 馬場壮太郎・上里萌子・外田智千・足立達朗・小山内康人・中野伸彦・豊島剛志. (2015) 東南極セール・ロンダーネ山地北部，ブラットニーパネに産する苦鉄質グラニュライトの減圧変成組織. 日本地質学会第122年会学術大会講演要旨

共同研究報告書（終了）

南極産隕石と始生代縞状鉄鉱層の誘電率特性と岩石磁気特性（研究課題地圏）

◎中村 教博 東北大学大学院理学研究科地学専攻・准教授（研究代表者）

おだ ひろくに
小田 啓邦 産業技術総合研究所・主任研究員（共同研究者）

（国立極地研究所）

菅沼 悠介 助教（担当教員）

平成25年～平成27年（3ヵ年）（研究期間）

[研究成果]

南極産隕石、始生代縞状鉄鉱層と南極産変成岩（ヘモイルメナイト）の磁気ヒステレシス・残留磁化・誘電率・密度を極地研究所所有の熱磁気天秤・超伝導磁力計、東北大学所有の誘電率測定器を利用して測定し、これら岩石試料の特異な磁気特性と電磁波侵入深さを解明することを目的として、研究を実施し、これまでに1) 南アフリカ・ヴェデフォート隕石孔花崗岩の異常磁化の解明（NIPR 研究成果1）、2) 月面磁気異常域の誘電率特性とその地下構造の解明（NIPR 研究成果2）、3) 炭酸塩岩の古地磁気を利用した津波性巨礫の定置機構解明に関する研究（NIPR 研究成果3）、4) 炭素質コンドライト隕石（Tagish lake）中のフランボイダル磁鉄鉱の成因と小惑星の水の行方（NIPR 研究成果4）、5) 野島断層破碎帯の誘電率と残留磁気の研究を共同研究としておこなってきた。

（1）南アフリカ Vredefort 隕石孔周辺の強く磁化した花崗岩：

地球最大の隕石クレーターである Vredefort 隕石孔には、地表磁気探査によってリング状の地殻磁気異常が見出されている。この地殻磁気異常の原因として、基盤花崗岩の衝撃磁化・雷磁化と衝撃貫入岩（グラノファイヤー）の熱残留磁化があげられている。雷磁化は一番有力ではあるもののリング状に落雷することは難しい一方、グラノファイヤー岩脈はリング状に貫入しているものの幅数十メートルのため強く

磁化していない限り、地殻磁気異常として観測されない。そこで、南アフリカ・Vredefort 隕石孔の強く磁化した基盤花崗岩に関して、極地研究所の磁気力顕微鏡と SPring-8 の高輝度放射光による磁気円2色性磁区解析を実施した結果、磁鉄鉱が強く磁化している原因として、軟磁性の磁鉄鉱中に硬磁性の赤鉄鉱のラメラが発達することを解明した。添付の NIPR 研究成果1にて、報告済みである。

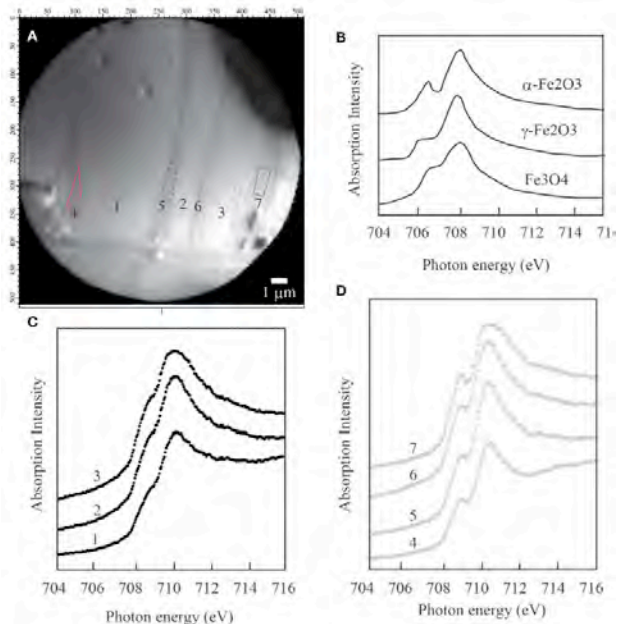


図1：SPring8の光電子顕微鏡による強く磁化した花崗岩中磁鉄鉱のX線吸収端分析結果

（2）月面磁気異常域の誘電率特性とその地下構造の解明：

月は現在巨視的な磁場を持たないにもかかわらず、多くの局所的な磁気異常領域が存在している。NASAのアポロ計画で持ち帰られた月面岩石試料を解析すると、40～37億年前に月の核が活発に対流し、月磁場が存在していたことが知られている。この磁場環境下で岩石が形成されると、岩石は磁化し、磁気異常域を形成する。これまでの月探査では表面に分布する岩石の地形学的・分光学的研究と磁場探査によって、磁気異常域の原因層が論じられていた。地球同様、月も幾重にも積み重なった岩石が堆積構造を示し、それらは下位ほど年代が古い。それゆえ、地下構造は月の歴史を紐解く重要な手がかりである。しかし、これまでだれも地下構造、特に磁気異常域の地下構造を調べた研究例はない。今回世界で初めて、月探査衛星かぐやに搭載された月レーダーサウンダーにより、月面磁気異常域の地下構造を解析した。その結果、1) 月面で最も強く磁化を帯びているライナーガンマの地下にはレーダーの減衰特性を考慮しても、なんの層構造も見受けられないことを発見した。これはレーダー分解能(100m)以下の薄い層が強く磁化しているか、あるいはレーダーの電磁波侵入深さよりも深いところに磁気異常を形成する原因層が存在するかのどちらかである。原因究明はできなかったものの、月面磁気異常に関する制約を加えることができた。この結果は、添付のNIPR研究成果2で公表済みである。

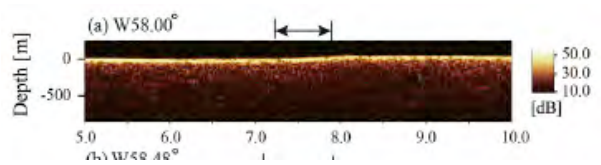
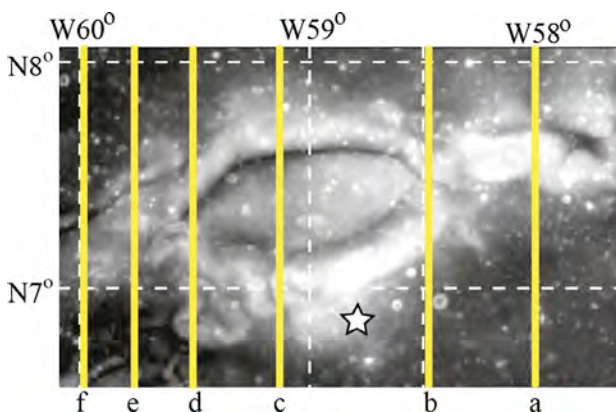


図2 月面で最も強い磁気異常帯であるライナーガンマとその地下構造

(3) 古地磁気を用いた津波巨礫の回転史：

石垣島東岸には1771年の明和津波によって運ばれたサンゴ礁起源の巨礫が分布する。一部700トンを超える巨礫が陸上に打ち上げられている。水理学シミュレーションではこのような巨礫を陸上に運搬することは困難であるため、その運搬起源が謎である。また、放射性炭素年代から過去数回の津波を経験していることが明らかであるが、個々の巨礫が複数回の津波によって運搬されたかどうかは不明である。石垣島の基盤岩は変成岩や枕状溶岩から構成されているため、磁性碎屑粒子がサンゴ礁に取り込まれ、当時の地磁気の方に磁化を獲得する。そのサンゴ礁が津波によって運搬されると、その時点からの年月に比例して、2次的な残留磁化を獲得する。この2次的な残留磁化を用いることで1つの津波石が幾度の津波をいつ経験したかを探ることができる。今回、石垣島において津波性巨礫がもつ微弱な古地磁気シグナルを極地研究所所有の超伝導型磁力計によって測定することで、海拔12mに定置している700トンを超える津波大石が3000年前と1000年前の過去2回の明和津波クラスの巨大津波によって運搬され、定置したことを示す結果を得た。この結果は、添付のNIPR研究成果3で報告済みである。

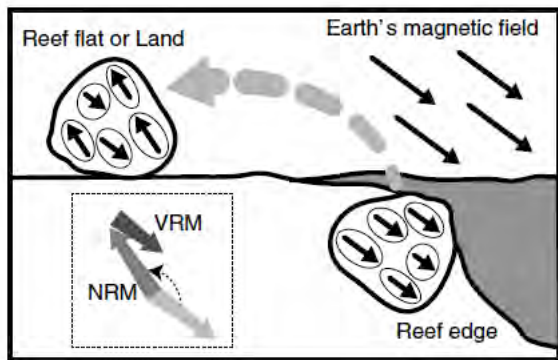


図3 地磁気を用いて津波等の波で陸上に打ち上げられた巨礫の定置機構を解明するための概念図

(4) 炭素質コンドライト隕石 (Tagish lake) 中の房状磁鉄鉱の成因と小惑星の水の行方 :

始原的な炭素質隕石中には、隕石になる前の母天体上での変成作用の歴史が記録されている。特に2000年冬にカナダの凍結した湖に落下したタギッシュレイク隕石は、地球上での汚染や変質が少ないことが知られている。この隕石には数マイクロメートルの房状磁鉄鉱ナノ粒子（コロイド結晶）が存在することは知られていたが、磁鉄鉱の持つ磁力によって互いに反発するはずの磁鉄鉱ナノ粒子が、なぜ3次的に房状に整列するのか不明だった。また多量の水がある環境ではナノ磁鉄鉱粒子が散乱してしまい、房状にならないため、房状のナノ粒子がどのように整列するのかを解明することは、母天体での水の振る舞いを知る手掛かりになる。そこで、この房状磁鉄鉱ナノ粒子を電子線ホログラフィー顕微鏡で観察した結果、磁鉄鉱の持つ磁力線が粒子内部で閉じている渦状（ポータックス）の磁区構造を示すことが判明した。さらに、異なる形と大きさを持った磁鉄鉱ナノ粒子から成るコロイド結晶がすぐ近くに分布していることから、多数の閉じた空間、すなわち水滴が必要であったといえる。したがって、母天体中で水蒸気が蒸発するにつれて水滴の体積減少と磁鉄鉱ナノ粒子の表面電荷による反発力が釣り合った結果として数マイクロメー

トルのコロイド結晶を形成したと結論付けることができた。そこで、小惑星内部でごくわずかな水が母天体の熱で蒸発し、消失してしまう直前にコロイド粒子を形成したとする仮説を、添付のNIPR研究成果4において提案した。

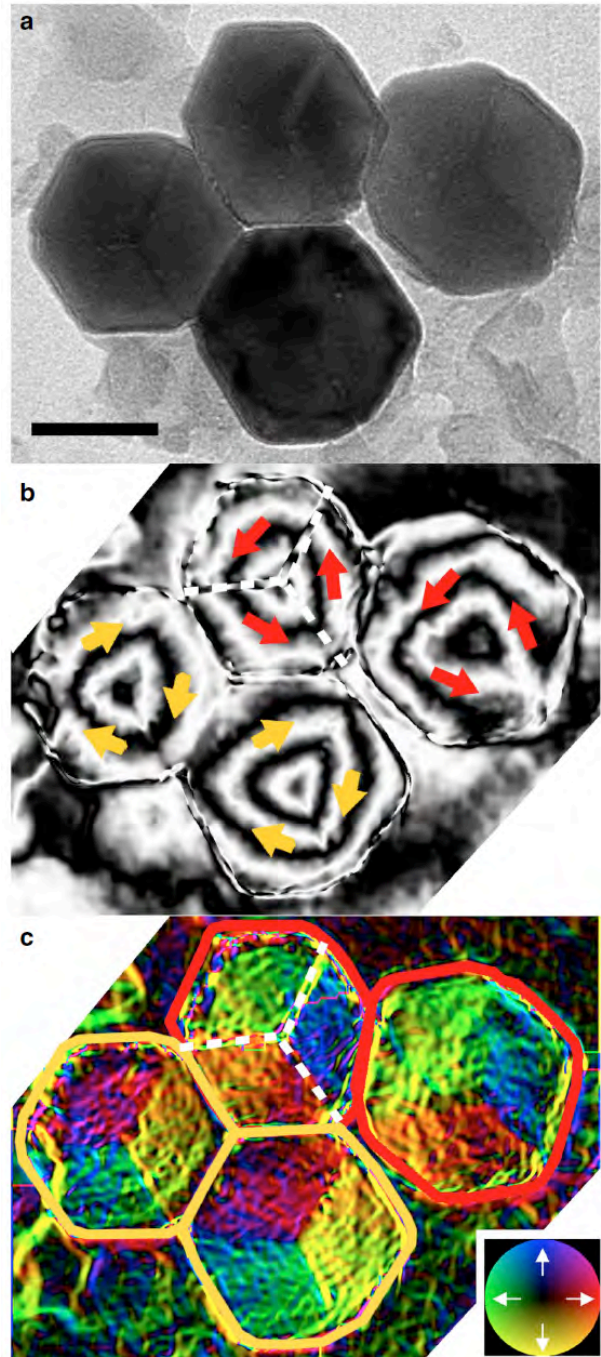


図4 Tagish lake 隕石中の房状磁鉄鉱の透過型電子顕微鏡像(a)と電子線ホログラフィー像(b,c)

(5)野島断層破碎帯の誘電率と残留磁気の研究：

野島断層破碎帯の誘電率異方性をインピーダンスアナライザーにより測定し、電磁波の交流抵抗が断層面に平行な方向に高いことを見出した。これは電磁波吸収物質である磁性鉱物が断層面に平行にミルフィーユ状に配列していることで、単位体積あたりの電磁波吸収が断層面に平行な方向に多くなるためである。これは仮に地下の破壊現象によって電磁波が発生しても、断層を伝わって地表面に電磁波が届かないことを意味している。また、野島断層岩中

にはケルビン・ヘルムホルツ型の褶曲が形成されており、この褶曲部分を走査型 MI 磁場顕微鏡と産総研所有の SQUID 磁場顕微鏡で観察した結果、褶曲部に磁鉄鉱が濃集しているために残留磁気を有していることが判明した。さらに、破碎部の試料を人工的に加熱することで、350°C付近から磁鉄鉱が形成されることを実験的に確かめることで、褶曲部分はその形成時に350°C以上の摩擦熱にさらされたことを実証した。この成果は現在論文準備中である。

[参考文献]

[研究発表]

1. Kubo, H., N. Nakamura, M. Kotsugi, T. Ohkochi, K. Terada and K. Fukuda (2015), Striped domains of coarse-grained magnetite observed by X-ray photoemission electron microscopy as a source of the high remanence of granites in the Vredefort dome, *Frontiers in Earth Science (Geomagnetism and Paleomagnetism)*, 3, Article 31(1-8) [doi.org/10.3389/feart.2015.00031].
2. Bando, Y., Kumamoto, A. and N. Nakamura, (2015), Constraint on subsurface structures beneath Reiner Gamma on the Moon using the Kaguya Lunar Radar Sounder, *Icarus*, 254, 144-149 [doi:10.1016/j.icarus.2015.03.020]
3. Sato, T., Nakamura, N., K. Goto, Y. Kumagai, H. Nagahama and K. Minoura, (2014), Paleomagnetism reveals emplacement age of tsunamigenic coral boulders in Ishigaki Island, Japan, *Geology*, 42, 603-606 [doi: 10.1130/G35366.1]
4. Funaki, M., S. Higashino, S. Sakanaka, N. Iwata, N. Nakamura, N. Hirasawa, N. Obara, and M. Kuwabara (2014), Small unmanned aerial vehicles for Antarctic research: Results of aeromagnetic surveys in the South Shetland Islands, Antarctica, *Polar Science*, v.2, p. 129-142
5. Kimura, Y., Sato, T., Nakamura, N., Nozawa, J., Nakamura, T., Tsukamoto, K., and Yamamoto, K. (2013), Vortex magnetic structure in framboidal magnetite reveals existence of water droplets in an ancient asteroid. *Nature Communications*, 4, 2649 [doi:10.1038/ncomms3649]

南極大陸周辺域の精密地形の特徴に関する研究

◎松本 剛 琉球大学理学部・教授 (研究代表者)

(国立極地研究所)

野木義史 教授 (担当教員)

平成 25 年度～平成 27 年度 (3 か年) (研究期間)

【研究成果】

船上 3 成分磁力計 (Shipboard Three Component Magnetometer: STCM) は地磁気を 3 成分のベクトル量で測定するので、全磁力測定よりも多くの情報を得る事が可能である。過去の研究では、中速拡大海嶺に分類される南東インド洋海嶺での STCM データの解析の結果、海底地形と拡大の安定性について関係がある事を示した。そこで本研究では他の中央海嶺でも同様の事が言えるのか、新たに東太平洋海嶺南部、Explorer 海嶺、大西洋中央海嶺南部で得られた STCM データの解析を行い、地磁気異常値から片側拡大速度と磁気境界走向 (MBS) を求めることで、海底地形と海底拡大の安定性に関係が見られるかの検証を行った。

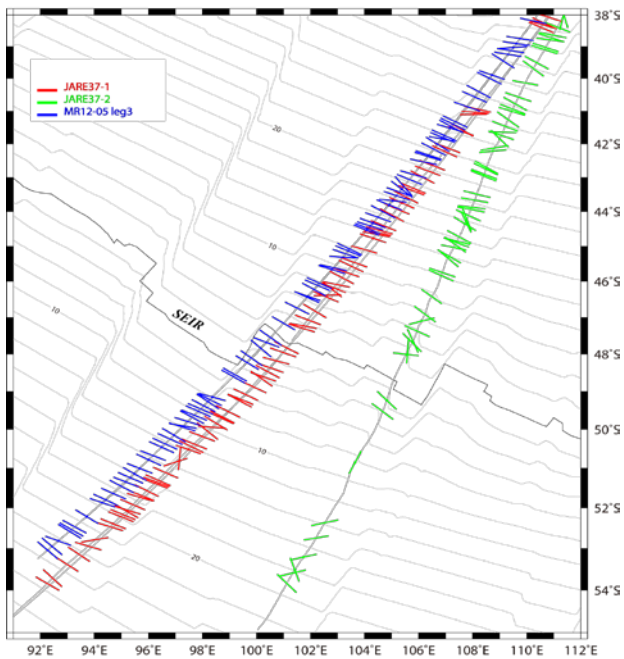


Figure 22. MBS VS age isochron by Müller et al., 2008 (contour line shows 2 Ma) in 100°E

図 1 : 南東インド洋海嶺での磁気境界走向 (MBS = Magnetic Boundary Strike)。「しらせ」「みらい」による。使用船舶が異なると、近接する測線上で異なる走向の値を示す。これは、拡大方向のばらつきというよりも、地磁気データの品質の違いにより、地磁気異常が正確に捉えられていないことも一因と考えられる。

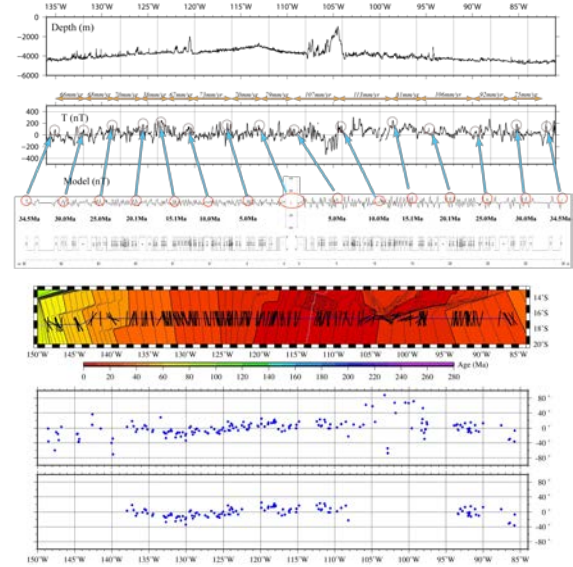


図 2 : 東太平洋海嶺 19° S に沿って東西に横切る測線。MBS のばらつきは海嶺の東側で大きく、Müller et al. (2008) の isochron に対しても平行ではない。一方、海嶺の西側では拡大速度はほぼ一定であり、MBS の値についても isochron に対してほぼ平行な走向を示している。拡大速度については海嶺の東西で非対称となっている。特に海嶺の東側で最速で 133mm/y とかなり速い拡大をしている。さらに、海嶺西側の拡大速度は 66-73m/y であまり変化は見られないのに対し、東太平洋海嶺東側では 79-113mm/y と、拡大速度が様々に変化している。

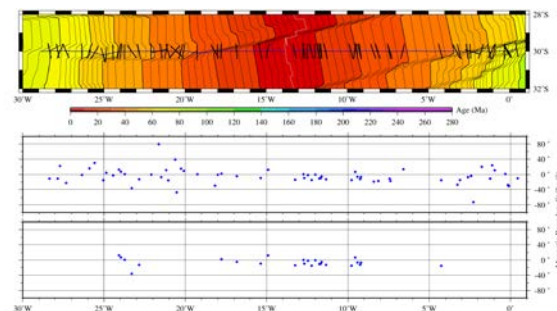
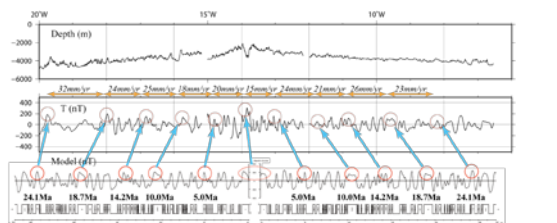


図3：大西洋中央海嶺の南緯30度に沿って東西に横切る測線。海嶺の西側ではMBSのばらつきが比較的大きいが、東側ではMBSが殆どばらついていない。また、拡大速度は概ね両側に対称に拡大している。しかし、拡大速度は均一ではなく、時代によって拡大速度に変化が見られるが、その場合でも両側にほぼ対称に拡大している。

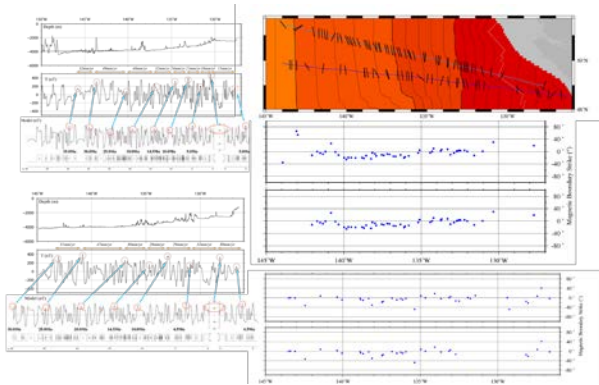


図4：北緯48度のSovanco fracture zoneからフアンデフカ海嶺の北端を通る南側の測線と、Explorer海嶺南端の高まりから谷地形に遷移している北緯49度でExplorer海嶺南側を横切る北側の測線の2本の測線。南北いずれの測線についても、海嶺の西側ではMBSの大きなばらつきは見られない。南側の航跡はisochronと平行に走っているためばらつきが大きくなっている。海嶺東側のデータが無いため、拡大の対称性については議論ができない。また南側より北側での拡大速度が遅く、南側に比べて北側の測線で求めた拡大速度に年によってばらつきが見られる結果となった。いずれの測線についても、20 Maから30 Maの期間は拡大速度が速くなっている。

結果として、海嶺軸に高まりがある東太平洋海嶺南部では、西側では拡大速度と磁気走向の値はほぼ一定の値であるのに対し、東側では拡大速度の変化と、磁気走向のばらつきが顕著に見られた。

【研究発表】

Matsumoto, T., Mori, A., Kise, S., and Abe, N., Tectonics and mechanism of a spreading ridge subduction at the Chile Triple Junction based on new marine geophysical data, *Geochem. J.*, 47, 2013.

松本剛, 佐藤幸隆, 野木義史, 地磁気三成分測定に基づく中央海嶺での海底拡大の安定性の検証, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, SCG67-P16.

中軸谷が発達している大西洋中央海嶺南部では両側に安定して拡大しており、磁気走向のばらつきは余り見られなかった。Explorer海嶺においては、拡大速度の変化は見られたが、磁気走向のばらつきは小さかった。よって、拡大速度や海底地形については、拡大の安定性との関係は見られず、マグマの安定した供給が拡大の安定性の主因と考えられる。しかし、プレート収束境界が近接すると、拡大の安定性に影響を及ぼしている。

以上により、海底拡大の安定性は、マグマの供給、近接するプレートの配置や相対運動、特にプレート収束境界での引っ張りのバランスによって成り立っているものと考えられる。

一方、上記海域に於いて、地形及び年代データをもとにDepth anomalyを求めた。MBSの標準偏差の値が小さくばらつきが小さかった東太平洋海嶺の西側、Explorer海嶺、大西洋中央海嶺そして南東インド洋海嶺、東経100度ではDepth anomalyが正の値を示しているのに対し、MBSの標準偏差が大きかった東太平洋海嶺の東側と南東インド洋海嶺の東経104度、110度でのDepth anomalyは負の値を示しており、この海域はマグマによる押し出しよりも冷えたプレートの重みによる拡大、つまりTectonic extensionが支配的であると考えられる。

以上の結果を踏まえると、MBSがisochronに一致しているほど、その海嶺はマグマ的な拡大をしていると考える事ができる。また、東太平洋海嶺において西側ではMBSがisochronに平行であったのに対し、東側ではばらつきが見られた。一部はBauer microplateの拡大に伴う磁気境界走向が見られるが、microplateのなごりを除いた領域でもMBSのばらつきが顕著である。

(共同研究報告書 (終了))

変成反応組織解析を用いたリュッツォ・ホルム岩体の上昇速度の推定

◎池田 剛 九州大学理学部・准教授 (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25年～平成27年(3か年) (研究期間)

[研究成果]

リュッツォ・ホルム岩体にはコロナ構造などの非平衡組織が普遍的にみられる。この組織形成の変成反応を特定することによって、組織形成を引き起こした温度や圧力の変化量を見積もることを目的とした。さらに反応鉱物に残された溶解組成累帯構造の幅から、組織形成にかかった時間を見積もり、これらを用いてリュッツォ・ホルム岩体の上昇速度(減圧速度)を推定することを目的とした。

主に研究対象とした試料は、リュッツォ・ホルム岩体スカーレンに産するざくろ石珪線石片麻岩、オングル島に産するざくろ石角閃石片麻岩、およびスリランカに産するアレステッドチャーノッカイトである。後者2試料を非平衡組織形成の物質移動と温度圧力変化の解析に用い、前者1試料を組織形成時間の推定に用いた。

いずれの成果も国内、国際の学会で口頭およびポスターで発表されてきたが、論文としての公表はまだで、現在準備中である。以下に個々の課題の成果を記述する。

1) 非平衡組織形成の物質移動と温度圧力変化

オングル島に産するざくろ石角閃石片麻岩にはざくろ石粒子の周囲に斜長石と黒雲母からなるコロナが発達する。組織観察から構成鉱物の自形性が強いこと、ざくろ石の界面が凹凸に富み、コロナ中に孤立した破片も産することがわかった。これは拡散が律速する一般的なコロナと大きく異なる微細組織である。さらにコロナ全体の全岩化学組成とざくろ石、周囲の角閃石の化学組成の比較から、コロナ形成時に外部からカリを含んだ H_2O 流体が供給されたことがわかった。

熱力学的解析によって、最高変成温度圧力条件(7.5kbar, 800°C)では、この岩石は部分融解していることがわかった。さらに融解メルトがコロナ構成鉱物(黒雲母と斜長石)として晶出する圧力は4kbar以下であることがわかった。この圧力でのソ

リダス温度は約760°Cと求められ、このことから、この岩石がほぼ等温で減圧したことが明らかになった。流体の供給による部分融解、それに引き続く減圧での晶出は、凹凸に富むざくろ石の界面や強い自形性を説明するのみならず、斜長石の組成累帯構造やモードの情報にも調和的である。さらに黒雲母が示す対数正規の粒径分布は、晶出過程で粒成長速度が粒径に比例していたことを示唆する。

リュッツォ・ホルム岩体のざくろ石角閃石片麻岩のざくろ石の周囲には通常、斜方輝石、スピネル、斜長石のシンプレクタイトからなるコロナが発達し、本研究が対象とした組織は特異である。この特異性は、減圧過程でのカリを含んだ H_2O 流体の供給が局所的であったことを意味する。

以上のような、開放系での非平衡組織形成は、メートル規模のアレステッドチャーノッカイト形成にも適用できることが明らかになった。チャーノッカイトの形成(斜方輝石の生成)は H_2O 分圧の低下、部分融解など周囲の条件の変化によって引き起こされると考えられている。この過程が等化学的に進行するかどうかを、鉱物の空間分布、モードを詳しく記載することで明らかにした。チャーノッカイトと周囲の片麻岩の全岩化学組成はわずかに異なり、同じ温度圧力でも前者では斜方輝石が安定であることを熱力学的に確認できた。さらにチャーノッカイトとの境界に近づくとつれ、片麻岩中の黒雲母のモードが連続的に減少することを発見した。このことは両岩石の全岩化学組成の差異が最初から存在していたのではなく、斜方輝石の生成反応の進行に伴い、黒雲母が溶解してチャーノッカイトに向かって成分が移動することを意味する。

この結果は、全岩化学組成を指定してシェードセクションで鉱物組合せの安定領域を求める”静的”理解の限界を示しており、岩石形成の過程で化学反応が物質移動を駆動し全岩化学組成が時間

(裏面に続く)

(2枚目)

と共に変化することを意味する。

2) 組織形成の継続時間と冷却速度

コロナ鉱物の生成やチャーノッカイト形成、つまり斜方輝石の生成といった化学反応に要する継続時間、冷却速度を推定する手法を提案し、リュツォ・ホルム岩体スカーレンに適用した。

提案した原理を簡単に記述する。ざくろ石のように固体拡散の遅い鉱物にはしばしば分解累帯構造が見られる。もともと均質であった粒子が分解に伴い、周囲の鉱物に不適合な元素が分解鉱物のリム部に濃集し、それが内部に固体拡散する。したがって、この不適合元素の濃度の高い部分の厚さは、分解による界面の移動速度と内部への拡散速度、およびこれらの継続時間によって決まる。このことを定式化することによって、不均質部の厚さという観測情報から、継続時間を求める手法を開発した。

リュツォ・ホルム岩体スカーレンのざくろ石珪線石片麻岩のざくろ石は、ほぼ均質な内部と Mn の濃集するリムからなる。さらに黒雲母と接する部分では局所的にさらに Mn 濃度が高くなっている。この組織は次のように解釈される。最高変成条件で均質化していたざくろ石が、初期の後退変成作用時に全体的に分解し Mn 濃集のリムを形成した。さらに後期に、部分的に分解して黒雲母を形成し、黒雲母に

不適合な Mn がその部分のリムに濃集した。この解釈に従うと、全体的な Mn 濃集リムの厚さから、初期分解の継続時間が、黒雲母に接する局所的な組成改変の厚さから後期の分解継続時間が求められる。

結果として、初期の継続時間が 1,400 万年、後期の継続時間が 90 万年となった。またこれらのリムの化学組成とマトリクスに産する黒雲母、ざくろ石と接する黒雲母との局所平衡を仮定することで、その平衡温度を見積った。その結果、最初のリムが 760°C、後期の局所平衡が 660°C となった。Fraser et al. (2000)が見積った最高変成条件 900°C が 517 Ma、後退変成条件 300°C が 500Ma という情報と合わせると、冷却速度が初期に 17°C/my、後期に 110°C/my と求められた。

この初期に徐冷、後に急冷という性質は、England, Thompson (1984) が示した大陸衝突型の変成帯の温度圧力時間履歴の特徴と一致する。ただし、England, Thompson (1984)の計算よりも 1 桁ほど冷却速度が大きい。このことはリュツォ・ホルム岩体が高温～超高温の変成帯であるにもかかわらず、非平衡な反応組織が残存していることの原因かも知れない。

[参考文献]

1)Fraser G, McDougall I, Ellis DJ, Williams IS (2000) ; Timing and rate of isothermal decompression in Pan-African granulites from Rundvagshetta, East Antarctica. *Journal of Metamorphic Geology*, Vol., 18, , p441 – p 454.

2)England PC, Thompson AB (1984) ; Pressure-temperature-time path of regional metamorphism I. Heat transfer during the evolution of regions of thickened continental crust. *Journal of Petrology*, Vol., 25, , p894 – p 928.

研究協力者

1) 山崎 由貴子 九州大学大学院生(平成26年度博士課程修了)

期間中, 博士論文のテーマとしてスリランカのチャーノッカイトの成因を研究

2) 島田 麻美 九州大学大学院生(平成26年度修士課程修了)

期間中, 修士論文のテーマとしてリュツォ・ホルム岩体のコロナの成因を研究

高圧相に基づく天体破壊プロセスの実証

◎宮原正明 広島大学理学研究科・准教授
大谷栄治 東北大学理学研究科・教授
小澤 信 東北大学理学研究科・助教
(国立極地研究所)
山口 亮 准教授
平成26年～平成27年(2か年)

[研究成果]

天体衝突・破壊プロセスは数値シミュレーションと衝撃実験を基に研究されているが、実際の破壊された小天体の破片である隕石を用いた検証作業は皆無である。天体の破壊や軌道進化をもたらす衝撃波の伝播は天体の内部構造(密度や構成物質等)の違いに依存する。岩石に衝撃波を加えると弾性限界を超えたところで面破壊が起きる。破壊面では摩擦により高温が発生し、破壊面内は衝撃波による高圧に加え高温が達成され岩石が熔融する。隕石内の高温・高圧を記録した破壊面は“衝撃熔融脈”と呼ばれる。鉱物が高温・高圧条件化におかれるとより高密度な“高圧相”に相転移する。“衝撃熔融脈”の内部とその周囲では様々な“高圧相”が生成している。“高圧相”の核生成と粒成長は温度・圧力条件に依存し、その種類、組み合わせや粒径から隕石に記録された衝撃圧力、温度、衝突速度、衝突物体の大きさなどを定量化することができる(Ohtani et al. 2004; Ozawa et al., 2009; Miyahara et al., 2010)。

小惑星帯の小天体に由来する最大の隕石グループは普通コンドライトである。普通コンドライトは鉄の含有量によりさらにH, L, LLタイプに分類される。普通コンドライトは母天体での熱変成度の違いにより岩石学タイプ3, 4, 5, 6(7)に細分されている。普通コンドライト母天体の標準的な内部構造モデル“オニオンシェルモデル”では、天体の最外殻が未変成のタイプ3、高温となる天体の中心領域は熱変成の進んだタイプ6(7)である。

天体の破壊は衝突時に発生する衝撃波の伝播により引き起こされる。衝撃波の強度の指標の1つとして“衝撃圧力”がある。衝撃波の伝播様式は天体の内部構造に依存し、その破壊プロセス(例えば、コア型破壊やコーン型破壊)が異なる。しかし、隕石を用いて天体内部の衝撃圧力分布を系統的に研究した例はない。本研究はH, L, LLタイプ普通コンドライトの衝撃熔融脈に存在する高圧相を圧力スケールとし、母天体内部の衝撃圧力分布から天体破壊プロセスを明らかにすることを目的としている。

本研究では、まず初めに極地研究所に保管されて

いる南極隕石(H3-H7, L3-L7, LL3-LL7に分類された普通コンドライト試料)を偏光顕微鏡で観察し、熔融組織を含むものを97個選び出した。他に、熔融組織を含む10個の非南極隕石も準備した。選び出した岩石薄片試料の全領域を極地研究所所有の電界放射走査型電子顕微鏡(FEG-SEM)で撮像し、熔融を起こしている部分を正確に把握した。その後、熔融を起こした部分をより高分解能でFEG-SEM観察し、オリビン、輝石や長石の相転移組織を記載した。高圧相の相同定はFEG-SEMで記載した相転移組織を元に、極地研究所設置のレーザーラマン分光装置で行った。

その結果、H, L, LLの岩石学タイプ3~7のいずれでも熔融組織が見出され、高圧相の出現パターンには特徴が見られた。以下に、H, L, LLでの高圧相の特徴をまとめる。

1) Hタイプ

H3とH4では明確な熔融組織が認められたが、高圧相は見いだせなかった。H5では一部の試料に長石の高圧相であるヒスイ輝石が見出された。H6でも一部の試料にヒスイ輝石が見出されたのみである。H7では高圧相は見いだせなかった。H3-7ではいずれも明確な熔融組織が存在し、強い衝撃に伴う熔融が起きたことが示唆されるが、高圧相は殆ど存在せず、長石のガラス化(マスクリナイト化)の程度も弱く、LやLLタイプ普通コンドライトとは明らかに異なる。おそらく、Hタイプ普通コンドライトの衝撃変成後の熱史がLやLLタイプの普通コンドライトとは異なると推測される。

2) Lタイプ

L3には高圧相は認められなかったが、殆どのL4とL5にはヒスイ輝石が同定された。L6は文献調査の結果、ワズレアイト、リングウッドイト、メジャライト、アキモトアイト、ガラス化したブリッジマナイト、ヒスイ輝石、リングンアイトの存在が報告されている。

3) LLタイプ

LL3で僅かにヒスイ輝石が認められた。多くのLL4とLL5ではヒスイ輝石が存在した。LL6では

L6 同様に様々な種類の高圧相が見出された(アキモトアイトとブリッジマナイトを除く)。LL7 では一部の試料にヒスイ輝石が認められた。

以上、南極及び非南極普通コンドライト隕石 100 個以上を調べ、H, L, LL タイプ普通コンドライトに含まれ高圧相を系統的に記載した。特に、これまで知られていなかったタイプ 3 の普通コンドライト

トに衝撃誘起溶融組織を見出したのは大きな成果であった。また、H とそれ以外 (L と LL) では存在する高圧相の種類が異なり、衝撃変成後の熱史が異なることを示唆していた。これは普通コンドライト母天体が破壊されるプロセス(壊れ方)が異なることに起因すると考えており、今後より詳細に破壊プロセスを検討する予定である。

[参考文献]

1. Ohtani E., Kimura Y., Kimura M., Takata T., Kondo T. and Kubo T. Formation of high-pressure minerals in shocked L6 chondrite Yamato 791384: constraints on shock conditions and parent body size. *Earth and Planetary Science Letters* 227, 505-515, 2004.
2. Miyahara M., Ohtani E., Kimura M., El Goresy A. Ozawa S., Nagase T., Nishijima M. and Hiraga K. Coherent and subsequent incoherent ringwoodite growth in olivine of shocked L6 chondrites. *Earth and Planetary Science Letters*, 295, 321-327, 2010.
3. Ozawa S., Ohtani E., Miyahara M., Suzuki A., Kimura M. and Ito Y. Transformation textures, mechanisms of formation of high-pressure minerals in shock melt veins of L6 chondrites, and pressure-temperature conditions of the shock events. *Meteoritics and Planetary Science*, 44, 1771-1786, 2009.

[研究発表]

1. Miyahara M., Ohtani E. and Yamaguchi A. Evidence for shock-induced metamorphism on CB parent-body. *Water dynamics 13 (March 15th-17th)*, Sendai, Japan, 2016.
2. Miyahara M., Yamaguchi A., Ohtani E. and Saitoh M. The systematic investigations of high-pressure polymorphs in shocked L type ordinary chondrites. *The 6th Symposium on Polar Science (November 16th – 17th)*, Tachikawa, Japan, 2015.
3. Miyahara, M., Ohtani, E., Yamaguchi A., Ozawa S., Sakai T. and Hirao N. Discovery of coesite and stishovite in eucrite. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.*, doi: 10.1073/pnas.1404247111, 2014.
4. Kimura M., Yamaguchi A., Miyahara M. and Pittarello L. Shock vein in an enstatite chondrite, Asuka 10164. *77th Annual Meteoritical Society Meeting*, 5100pdf, 2014.

共同研究報告書（終了）

アーマルコライトの相平衡実験と超高温変成岩類の温度圧力履歴の解析

◎川寄智佑 愛媛大学理学部・名誉教授
 (国立極地研究所)
 外田智千 准教授
 平成26年～平成27年(2か年)

[研究成果]

高温高压条件下で酸素分圧を制御してアーマルコライトを含む Fe-Ti 酸化鉱物の相関係を明らかにすることを試みた。本研究では、超高温変成作用に相当する温度圧力条件下で Fe に富むアーマルコライトの合成に成功した。

アーマルコライト $Fe_{0.5}Mg_{0.5}Ti_2O_5$ は、アポロ 11 号により月面静かの海で発見された Fe-Ti 鉱物であり、低圧・高温・低酸素分圧条件下で安定である (Anderson et al., 1970)。地球上で見出されるアーマルコライトは Fe に富んでいる。アーマルコライトの Fe 端成分 $FeTi_2O_5$ は 1 気圧では 1140 °C 以上の高温条件下で安定で、1140 °C 以下ではイルメナイトとルチルに分解する (Lindsley, 1991)。そして、アーマルコライトの安定化温度は圧力とともに上昇し、酸素分圧とともに低下する (Friel et al., 1977)。

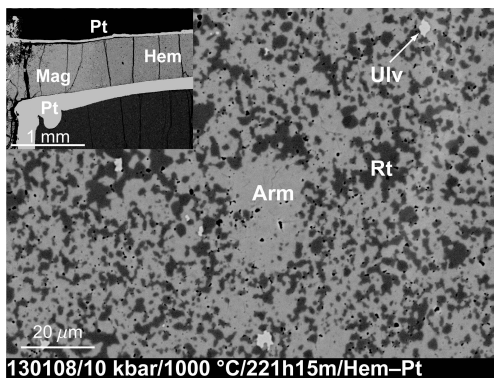


Figure 1. Back scattered electron image (BSEI) of amalcolite, rutile and ulvöspinel at 10 kbar and 1000 °C for 221 h 15 min (run no. 130108). The strating material of ilmenite and rutile was sintered under low oxygen fugacity ($\log f_{O_2} = -14$). The inner Pt capsule was wrapped by powdered hematite within the outer platinum foil capsule. Arm, amalcolite. Hem, hematite. Mag, magnetite. Pt, platinum. Rt, rutile. Ulv, ulvöspinel.

Miyake と Hokada (2013) はナピア岩体リーセルラルセン山の珪長質片麻岩から Fe に富むアーマルコライトを報告している。この珪長質片麻岩の変成条件は 8 kbar, 1060 °C 以上とされている (Hokada, 2001)。Kawasaki 他 (2013) はアーマルコライト仮像様組織をリュッツホルム岩体スカルピークスハルゼンのザクロ石珪線石片麻岩から見出した。これらは、アーマルコライトが超高温変成作用の新しい指標鉱物となり得ることを示唆している。

Figure 1 にヘマタイト-マグネタイトバッファーで 10 kbar, 1000 °C で合成に成功したアーマルコライトと Fe-Ti 鉱物を示した。Figure 2 はこの実験で得られたアーマルコライトのラマン分光分析の結果である。この実験では、総化学組成の Fe と Mg 比を $Fe^{total}/(Fe^{total} + Mg) = 0.2$ に固定して、大気圧下で酸素分圧を $\log f_{O_2} = -14$ にして 1050 °C で得られたルチルとイルメナイトを出発物質とした。

また、 $\log f_{O_2} = -10$ で調整した出発物質を用いて 8

kbar, 1100 °C (run no. 140708A) でアーマルコライト + ルチル + イルメナイトの合成にも成功した (Fig. 3)。この実験生成物の化学組成を Table 1 に与えた。Figure 4 に Fe_2O_3 ($Fe^{3+}TiO_5$)- $FeTiO_3$ ($Fe^{2+}Ti_2O_5$)- $MgTiO_3$ ($MgTi_2O_5$) 図 (左) および TiO_2 -($FeO + MgO$)- Fe_2O_3 図 (右) にプロットした。

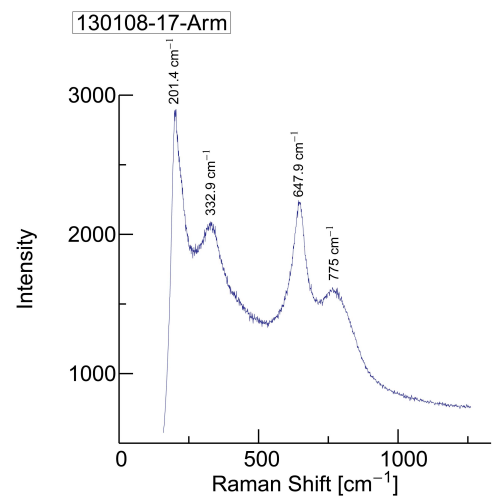


Figure 2. Raman spectroscopy of amalcolite obtained at 10 kbar and 1000 °C for 221 h 15 min (run no. 130108).

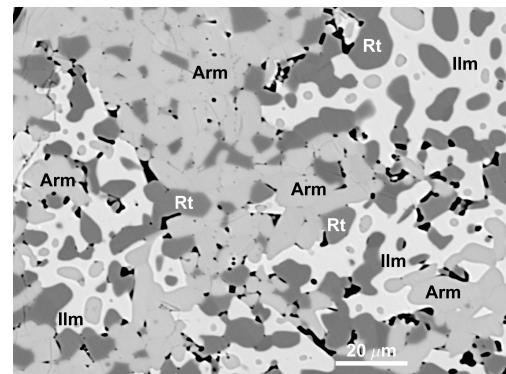
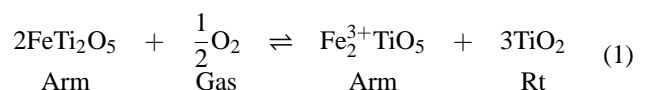


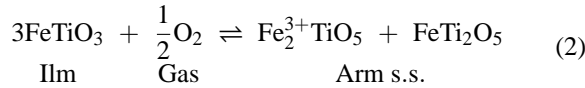
Figure 3. Back scattered electron image (BSEI) of amalcolite, rutile and ilmenite at 8 kbar and 1100 °C for 87 h within Pt capsule (run no. 140708A). Starting material was the pre-oxided mineral mixture of ilmenite and rutile at $\log f_{O_2} = -10$.

これらの結果が示すようにアーマルコライトは超高温変成作用の温度圧力条件下で少し酸化状態 ($\log f_{O_2} \approx -10 \sim -8$) であれば、安定に存在できることを物語っている。これは酸化反応：



によってイルメナイトがアーマルコライト-シュードブルツ

カイト固溶体へと変化



するためである。このことは、 $\text{Fe}^{\text{total}}/\text{Ti}$ 比からイルメナイトとアーマルコライトの同定を困難にしているの、ラマン分光分析によって相の同定を行った。Table 2 に実験結果をまとめた。

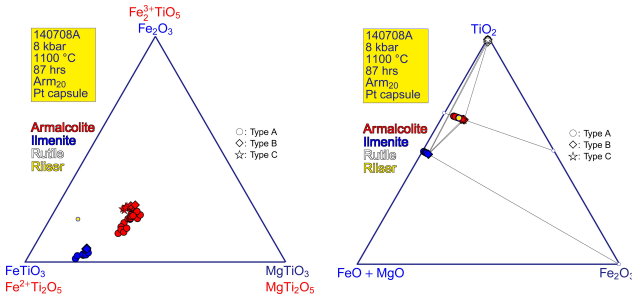


Figure 4. Chemical composition of coexisting armalcolite, rutile and ilmenite at 8 kbar and 1100 °C (run no. 140708A).

Table 1. Chemical composition of coexisting rutile, armalcolite and ilmenite at 8 kbar and 1100 °C (run no. 140708A).

	Rt		Arm		Ilm			
	Range	Average	Range	Average	Range	Average		
TiO ₂	97.10–100.22	98.37(116)	TiO ₂	62.36–66.72	64.33(119)	TiO ₂	52.23–54.35	53.22(62)
FeO	0.36–0.51	0.43(6)	FeO	14.17–18.13	16.17(119)	FeO	36.24–39.55	37.48(101)
Fe ₂ O ₃	0.95–1.23	1.08(9)	Fe ₂ O ₃	8.85–15.94	12.91(212)	Fe ₂ O ₃	1.63–5.41	3.95(123)
MgO	0–0.08	0.03(3)	MgO	5.17–6.02	5.53(24)	MgO	5.20–6.26	5.82(38)
Total		98.37	Total		98.94	Total		100.46
<i>Number of cations for N oxygens</i>								
N =		2		5			3	
Ti	0.988–0.991	0.989(1)	Ti	1.776–1.873	1.818(30)	Ti	0.951–0.985	0.964(11)
Fe ²⁺	0.004–0.006	0.005(1)	Fe ²⁺	0.452–0.577	0.508(38)	Fe ²⁺	0.734–0.797	0.755(22)
Fe ³⁺	0.009–0.012	0.011(1)	Fe ³⁺	0.254–0.449	0.365(59)	Fe ³⁺	0.030–0.099	0.072(22)
Mg	0–0.002	0.001(1)	Mg	0.293–0.340	0.310(13)	Mg	0.188–0.224	0.209(13)
Total		1.005	Total		3.000	Total		2.000
Fe ²⁺ Fe ³⁺ O ₄	0.004–0.006	0.005(1)	Fe ²⁺ Ti ₂ O ₅	0.452–0.577	0.508(38)	FeTiO ₃	0.734–0.797	0.755(22)
MgFe ²⁺ O ₄	0.000–0.002	0.001(1)	Fe ³⁺ TiO ₅	0.127–0.224	0.182(30)	Fe ³⁺ O ₃	0.015–0.049	0.036(11)
□Ti ₂ O ₄	0.005–0.006	0.006(1)	MgTi ₂ O ₅	0.293–0.340	0.310(13)	MgTiO ₃	0.188–0.224	0.209(13)
Ti ₂ O ₄	0.988–0.991	0.989(1)	Mg/(Mg+Fe)	0.339–0.429	0.379(25)	Mg/(Mg+Fe)	0.191–0.234	0.217(15)

Note: Fe²⁺–Fe³⁺ ratios calculated from $2\text{Ti}^{4+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+}\text{R}^{2+}$, where □: vacant; R²⁺: Fe²⁺, Mg²⁺.

[参考文献]

- Anderson, A.T., Bunch, T.E., Cameron, E.N., Haggerty, S.E., Boyd, F.R., Finger, L.W., James, O.B., Keil, K., Prinz, M., Ramdohr, P., El Goresy, A., 1970. Armalcolite: A new mineral from the Apollo 11 samples. *Proceedings of the Apollo 11 Lunar Science Conference*, 1, 55–63.
- Friel, J.J., Harker, R.I., Ulmer, G.C., 1977. Armalcolite stability as a function of pressure and oxygen fugacity. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 41, 403–410.
- Hokada, T., 2001. Feldspar thermometry in ultrahigh-temperature metamorphic rocks: Evidence of crustal metamorphism attaining ~ 1100 °C in the Archean Napier Complex, East Antarctica. *American Mineralogist*, 86, 932–938.
- Kawasaki, T., Adachi, T., Nakano, N., Osanai, Y., 2013. Possible armalcolite pseudomorphbearing garnet–sillimanite gneiss from Skallevikshalsen, Lutzow-Holm Complex, East Antarctica: Implications for ultrahigh-temperature metamorphism. in: Harley, S.L., Fitzsimons, I.C.W., Zhao, Y. (Eds.), *Antarctica and Supercontinent Evolution*. Geological Society London Special Publications, 383, pp. 135–167.
- Lindsley, D.H., 1991. Experimental studies of oxide minerals. In: Lindsley, D.H. (Ed.), *Oxide Minerals: Petrologic and magnetic significance*. Mineralogical Society of America, *Reviews in Mineralogy*, 25, 69–106.
- Miyake, A., Hokada, T., 2013. First find of ferropseudobrookite in quartz from Napier Complex, East Antarctica. *European Journal of Mineralogy*, 25, 33–38.

[研究発表]

- Kawasaki, T., Motoyoshi, Y., 2016. Ti-in-garnet geothermometer for ultrahightemperature granulites. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 111, in press.
- Kawasaki, T., Adachi, T., Nakano, N., Osanai, Y., 2015. Preliminary report of high-pressure and high-temperature synthesis of Fe³⁺- and Fe²⁺-rich armalcolite as a key mineral of ultrahigh-temperature metamorphism. *International Association of Gondwana Research Conference Series*, 21, 49–50.

Table 2 に示すように、アーマルコライトは、総化学組成が $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}_{\text{Total}})^{\text{bulk}} = 0.2$ 、酸素分圧が $\log P_{\text{O}_2} \approx -10$ であれば、6 kbar の圧力条件では 950 °C 以上で、8 kbar では 1080 ~ 1100 以上で安定である。このことは、アーマルコライトが超高温変成作用の指標鉱物たり得て、酸素分圧計として使える可能性を示唆している。

Table 2. Run details.

Run No.	P kbar	T °C	Duration	Starting material	Buffer	Cap-sule	Run product
150216	6	950	100h20m	IR	dry	Pt	Ilm+Arm+Rt
141110	6	1080	80h	RIT	dry	Pt	Arm+Rt
131125	7.5	900	93h45m	RIT	H ₂ O	Pt	Arm+Rt
140407	8	1060	98h	RIT	PtO ₂	Pt	Arm+Rt
140825A	8	1080	121h20m	RIT	H ₂ O	Pd	Ilm+Rt+melt
140825B	8	1080	121h20m	RIT	H ₂ O	Pt	Arm+Rt
140708A	8	1100	87h	RIT	dry	Pt	Ilm+Arm+Rt
150724	10	900	169h12m	AR	dry	Pt	Arm+Rt
121219	10	1000	144h	RIT	Mag	BN/Mag	Ulv+Ilm+Rt
130108	10	1000	221h15m	RIT	Hem	Pt/Hem/Pt	Ulv+Arm+Rt
131002B	10	1000	52h	RIT	PtO ₂	Pt	Arm+Rt
150420	12	950	128h	AR	dry	Pt	Arm+Rt

IR, Ilm+Rt. RIT, Rt+Ilm+Ti-Mag. AR, Arm+Rt.

I . 共同研究報告（終了）

一般共同研究

（4）生 物 圈

(共同研究報告書 (終了))

南極湖沼生態系からつなげる現象と理論 (研究課題)

◎佐々木 顕 総合研究大学院大学 先端科学研究科・教授 (研究代表者)

水野晃子 名古屋大学 宇宙地球環境研究所・研究員 (共同研究者)

吉山浩平 滋賀県立大学 環境科学部・助教

池田幸太 明治大学 先端数理科学研究科・講師

(国立極地研究所)

田邊優貴子 助教、工藤 栄 准教授

(担当教員)

平成 25 年～平成 27 年 (3 か年) (研究期間)

[研究成果]

これまでに蓄積してきた湖沼環境データと試料から、水中の光スペクトルの特性と湖底群集の形態の解析を行った。また、一部の湖沼でしかまとめられていなかった、湖底群集の光捕集・防御機能を持つ色素類(カロテノイド類、クロロフィル類)と紫外線防御物質(シトネミン、マイコスポリン様アミノ酸)を、採取した全湖沼について詳細に解析した。不足しているデータについて、国立極地研究所の低温室に冷凍保管されている試料から HPLC(高速液体クロマトグラフィー)によって分析を行った。同様に、現場での湖底群集の光合成パターンについて詳細に解析した。これらのデータに基づき、以下①～③の数理モデル化を進め、室内パラメータやモデルの妥当性を評価するために、南極調査を行い、現場データ(特に、湖底群集の形態・構成種の解析、水中の光強度および波長校正の経日変化と集合体の生理状態の変動との関係)を収集した。

直構造が形成されるプロセスのモデル化を進めた。また、湖底光合成生物群集の円錐型構造構築プロセスの数理モデル化、湖底生物マットの移動境界問題の数理モデル化に取り組んだ。

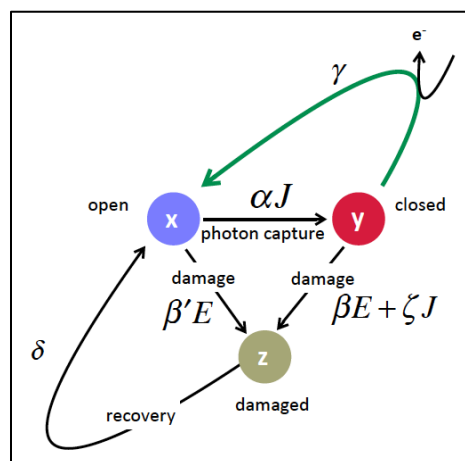


図 1. 光合成生物の光合成反応中心である光化学系の3状態モデルの概念図(x: アクティブ、y: 非アクティブ、z: ダメージ)

①「光化学系応答のモデル化」

光合成生物の光合成反応中心である光化学系を3状態モデル(アクティブ、非アクティブ、ダメージ)で記述した。光エネルギーの波長区分に応じた光捕集・光防御の最適戦略を求めることで、ある光スペクトルに対する光合成生物群集の応答メカニズムを理論的に説明した。この成果を国際誌に学術論文として投稿した(Sasaki & Mizuno, in revision)。

②「群集の鉛直・平面構造構築プロセスのモデル化」

物理化学過程と生物過程の複合要因による湖底堆積物内および堆積物表層-湖水境界面での栄養塩類の挙動を、実測データと数理モデルによって明らかにすることを目的として研究を行った。鉛直的な空間構造のもとで光合成生物の生産性を求め、群集の鉛

③「色素の鉛直パターン形成をモデル化」

光化学系応答のモデルに、鉛直的な空間構造および群集の動態を導入し、実際の湖底に入射する光スペクトルに対して実際の光合成生物が持つ色素の鉛直構造が形成されるプロセスをモデル化した。この成果は現在、学術論文としてまとめ、国際誌に投稿中である。

構築したモデル、現場データを統合することにより、光スペクトルという環境要因から、湖底に光合成生物集合体が形成されるプロセスを多角的に解析した。

(裏面に続く)

(2枚目)

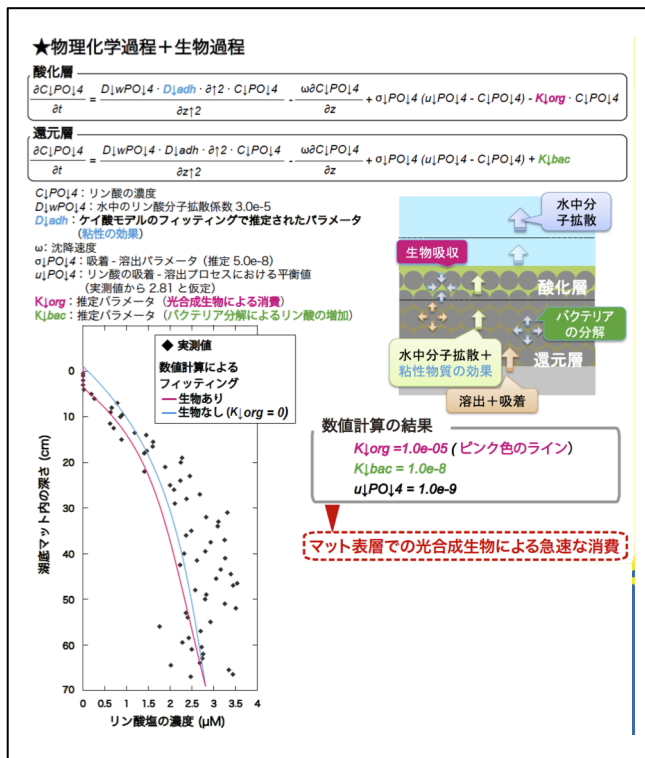


図 2. 物理化学過程と生物過程の複合要因による湖底堆積物内および堆積物表層-湖水境界面での栄養塩類の挙動モデル

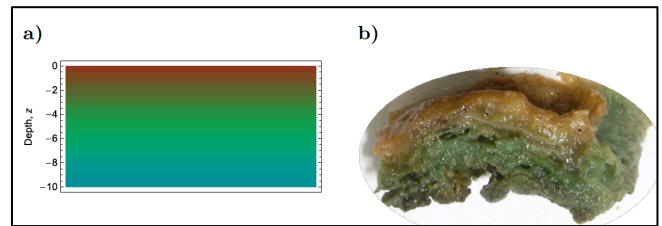


図 3. 南極の湖底光合成生物集合体の色素の鉛直パターン形成モデルによる RGB 化 (a)と実際の集合体の写真 (b)

これにより、色素の鉛直パターン形成の論理的メカニズムを明らかにした。また、本研究の取り組みは、各モデルの融合や本研究では取り扱わなかった諸現象への数理的アプローチにより生まれた研究の展開など、フィールド生態学、数理生物学、現象数理学という多様で幅広い分野が連携して実施する研究体制であった。そのため、本研究体制によって、生元素循環という観点から、生態系形成初期段階での生物の侵入と定着のダイナミクス、群集マットの鉛直構造形成についてのモデルに関する着想を得ることができ、さらなる将来の研究展開の可能性を議論し探索することができた。

[研究発表]

Kudoh S & Tanabe Y. Report on field research of the Spanish Antarctic Campaign 2014/15: a cooperative international research project with the 56th Japanese Antarctic Research Expedition. *Antarctic Record* **59(2)**:240-261, 2015 年

Kudoh S, Tanabe Y, Uchida M, Osono T, Imura S. Meteorological features observed in Yukidori Zawa, Langhovde and Kizahashi Hama, Skarvsnes on the Sôya Coast, East Antarctica, with comparison of those observed at Syowa Station. *Antarctic Record* **59(2)**:163-178, 2015 年

Kudoh S & Tanabe Y. Limnology and ecology of lakes along the Sôya Coast, East Antarctica. *Advances in Polar Science* **25**:75-91, 2014 年

1. 当該共同研究に関する研究発表について、可能な限りすべての学会誌名等を記入してください。(口頭発表については、原則として省略する。)
2. 参考文献、研究発表を行った学会誌名等を英文表記する場合は左右 2 列にする必要はありません。
3. 研究協力者（共同研究者ではない参加者。大学院生等）については、(別紙)参加者一覧に記載し、報告書に添付してください。

共同研究報告書（終了）

極域海域におけるバイオロジカルカーボンポンプの定量的解明：特に従属栄養生物の寄与に注目して

◎三瓶真 広島大学大学院生物圏科学研究科・特任講師 （研究代表者）

（国立極地研究所）

谷村篤 教授、高橋邦夫 助教 （担当教員）
平成 25 年～平成 27 年（3 か年） （研究期間）

[研究成果]

表層における生産や消費等の生物活動の指標として、また温室効果ガスである CO₂ の海表からの除去、および表層以深の生態系を支えるための有機物供給（つまり、バイオロジカルカーボンポンプ：植物プランクトンにより固定された有機炭素が鉛直輸送される働き）の観点から、粒状有機炭素沈降量（POC flux：バイオロジカルカーボンポンプの指標となるもの）の把握は、世界中の海域で行われてきた。この POC flux は基礎生産量、特に新生産量、に依存して変動する事が早期に発見されたので、主に基礎生産量との関連性に注目されてきた。一方、近年の研究により北極圏海域等において、POC flux が植物プランクトンによる基礎生産量やその種組成と共に表層付近（およそ 200-1000 m 以浅）における従属栄養生物によって強く支配される事が明らかになった（例えば Sampei et al. 2004, 2009）。しかし、従属栄養生物による POC flux を制御する働きに対する定量的理解は、極域をはじめ世界中の海域において極めて不足している。そこで本研究は、極域における粒状有機炭素（POC）鉛直フラックスとその変動を支配する機構に関して、その知見が著しく不足している、従属栄養生物の影響に関して POC フラックスの増加・減少の両作用の観点から解明する事を目的として研究を遂行した。

本研究では、カナダラバル大学の研究グループが主体となるカナダ北極圏ポーフォート海南東部海域、および日本の南極観測事業による南大洋インド洋区における海洋観測と係留系観測から得られた沈降粒子試料および海況観測データ等を合わせて解釈して行った。沈降粒子採集装置（セディメントトラップ）をポーフォート海南東部海域（70° N, 136° W）においては、100 m および 200 m の 2 層、南大洋インド洋区（60° S, 110° E）においては、500 m、1500 m および 3000 m の 3 層に周年に渡り係留を行い、沈降粒子試料を採集した。

その結果として、両海域において、POC 鉛直フラックスに明瞭な季節変動が確認された（図 1、2）。

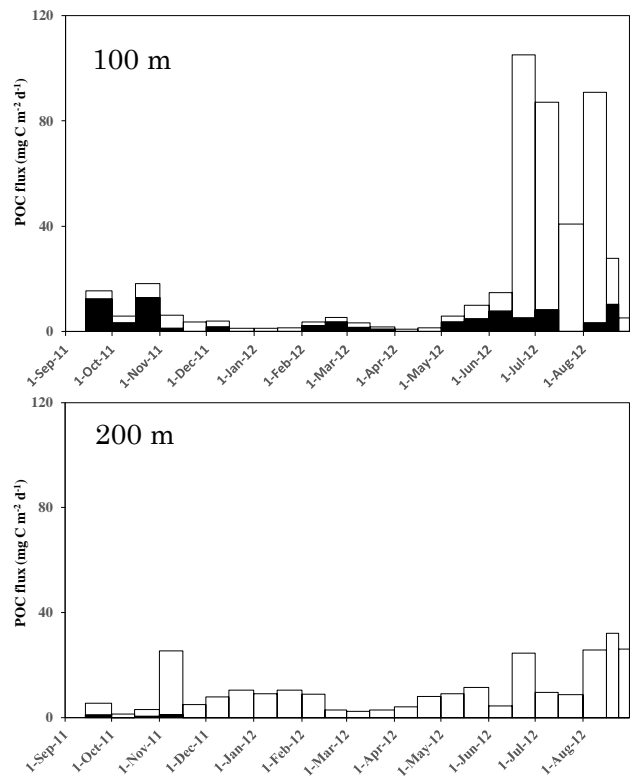


図 1. ポーフォート海南東部海域における POC 鉛直フラックスの時空間変動。黒色の棒はカイアシ類の遺骸粒子（PSC）を示し、白色の棒はその他の沈降粒子を示す。

ポーフォート海南東部海域において（図 1）、100 m においては、基礎生産が高くなる春から秋にかけて比較的高く冬には低くなっているが、200 m においては、基礎生産の起こらない冬にも高い値を示し、100 m のそれと比較しても高くなっていた。これは、Down welling によって生じた海底付近の強い流れ（< 80 cm s⁻¹）が海底堆積物を再懸濁させているためであると考えられる（Forest et al. 2015）。このように、海底付近では、基礎生産や従属栄養生物の消費と同様に流れの物理的作用により、POC フラックスが強く影響を受けていることが示唆された。（裏面に続く）

また、表層（100 m）では、これまでの研究（Sampei et al. 2009, 2012）で指摘されていたように、PSC が全体の POC フラックスに大きく寄与（約 2 割）していた。しかし、200 m では、その寄与度が著しく減少して約 1% となっており、そのほとんどが消費もしくは微細粒子化されていた。これは、100 m と 200 m の間で沈降速度の速い PSC が他の微細な沈降粒子と比較して、選択的に従属栄養生物により消費されていたことを示唆する。

一方、南大洋インド洋区では、係留観測機器（主に ADCP）の不調により、動物プランクトンの POC フラックスに対する寄与について明らかにすることはできなかったが、POC や無機物等を含んだ全ての沈降粒子フラックスが、500 m と比較して 1500 m および 3000 m において高い値を示していたことから、ポーフォート海南東部海域と同様に、中・深層の POC 鉛直フラックスには再懸濁粒子が影響を及ぼしていることを示唆していた。

以上の研究結果の一部は既に査読付き学術論文として公表されているが、それ以外の結果についても今後査読付き学術論文として公表できるように進めて行く予定である。

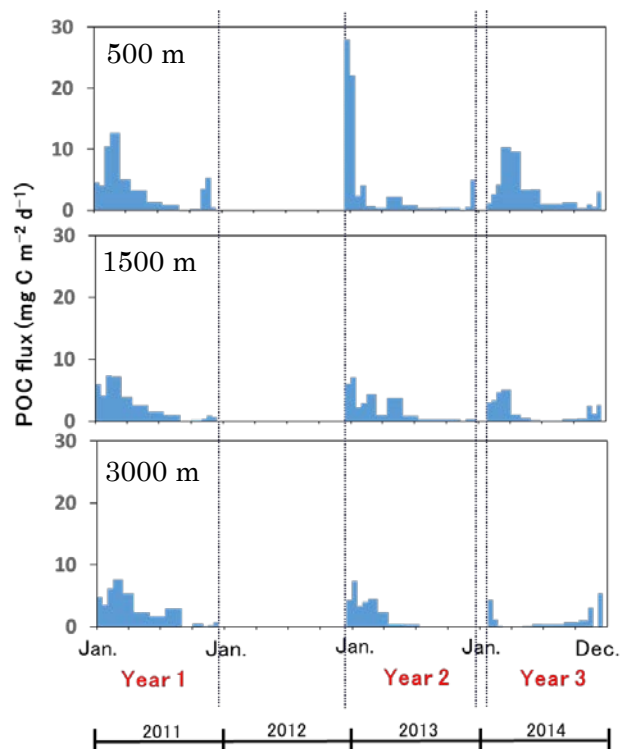


図2. インド洋区における POC 鉛直フラックスの時空間変動。ND は No data を示す。破線は係留系の回収もしくは再設置時期を示す。

[参考文献]

- 1) M. Sampei, H. Sasaki, H. Hattori, M. Fukuchi, B.T. Hargrave (2004); Fate of sinking particles, especially fecal pellets, within the epipelagic zone in the North Water (NOW) polynya of northern Baffin Bay, Marine Ecology Progress Series, Vol., 278, p17-p25.
- 2) M. Sampei, H. Sasaki, H. Hattori, A. Forest, L. Fortier (2009); Significant contribution of passively sinking copepods to the downward export flux in Arctic waters, Limnology and Oceanography, Vol., 54, p1894-p1900.
- 3) A. Forest, P.D. Osborne, L. Fortier, M. Sampei, M.G. Lowings (2015); Physical forcings and intense shelf-slope fluxes of particulate matter in the halocline waters of the Canadian Beaufort Sea during winter, Continental Shelf Research, Vol., 101, p1-p21.
- 4) M. Sampei, H. Sasaki, A. Forest, L. Fortier (2012); A substantial export flux of particulate organic carbon linked to sinking dead copepods during winter 2007-2008 in the Amundsen Gulf (southeastern Beaufort Sea, Arctic Ocean), Limnology and Oceanography, Vol. 57, p90-p96.

[研究発表]

A. Forest, P.D. Osborne, L. Fortier, M. Sampei, M.G. Lowings (2015); Physical forcings and intense shelf-slope fluxes of particulate matter in the halocline waters of the Canadian Beaufort Sea during winter, Continental Shelf Research, Vol., 101, p1-p21.

(共同研究報告書(終了))

好冷性微細藻類の脂質に関する研究 (研究課題)

菓子野康浩 兵庫県立大学大学院生命理学研究科・准教授 (研究代表者)

(国立極地研究所)

工藤栄 准教授

(担当教員)

平成25年～平成27年(3か年)

(研究期間)

[研究成果]

生育環境に応じ、生体膜の脂質組成が変わることが知られている。寒冷な環境で生育している微細藻類は、高温下で生育している種に比較して2重結合が多い脂肪酸組成にすることで、より柔軟な生体膜にしていると推定される。また、環境温度変化に応じて脂質組成の調節も行っていると考えられる。そこで、好冷性珪藻と常温性珪藻とを用い、温度を変えて培養し、その脂質組成の変化を比較検討することにより、好冷性微細藻類の環境変化への応答戦略を明らかにすることを旨とした。

さらに、極域微細藻類は細胞内に備蓄する油滴含量が比較的高いことが知られている。そこで、その含有脂質組成を分析し、環境要因との関連を詳細に検討することにより、どのような条件下でどのような脂質が蓄積されるかを明らかにし、細胞内に油滴を多量に貯蔵することの生理学的意義の解明をも旨とした。

南極の湖沼では、氷が溶け始める夏の初めから湖沼湖岸帯で、光合成生物群集ができる。湖沼湖岸帯は強光環境であり、さらに0℃付近の低温環境である。第55次南極観測隊夏隊の観測に合わせ、南極大陸・宗谷海岸にあるスカルプスネス孫池に観測ステーションを設置した(図1)。



図1 観測ステーションを設置した宗谷海岸にある孫池

湖沼湖岸帯で、マット状群落をつくる光合成生物群集を対象にして、その主要構成員である珪藻・緑藻・シアノバクテリアの光合成特性を解析した。その際、異なる4波長で同時に光化学系を励起することができる蛍光分光装置であるPhytoPAMを用い、同一群集に含まれる珪藻・緑藻・シアノバクテリアの光合成活性を同時に解析した。このために、湖岸帯に遮光テーブルを用いて弱光環境を作り(図2)、本来の強光環境での光合成生物群の光合成活性と比較し、光環境に応じた各種藻類の関わり合いを明らかにすることを目的に実験を行った。緑藻やシアノバクテリアが初夏から高い光合成活性を持つ一方で、珪藻は夏の半ばから光合成活性が高まる傾向があることがわかった。



図2 弱光環境を作るための遮光テーブルの設置。テーブル毎に遮光板の透過度が異なる。

そして、このようにして測定した藻類標品を採取し、冷凍保存して持ち帰った。このようにして持ち帰った冷蔵藻類標品から、株の単離を行う操作を繰り返すことにより、無菌化までは行かないものの、複数の株を得た。そして、それらの株を用いて実験室にて光や栄養塩等の条

(裏面に続く)

件を変えて培養し、環境条件の変化による脂質、油滴、光合成活性の変化の測定を行う条件設定を進めた。

一方、好冷性微細藻類と比較するため、常温性の微細藻類、とくに珪藻類の脂質合成および脂肪酸組成の分析を進めた。多くの微細藻類は、窒素欠乏条件になると油滴の蓄積が大きく促進されるということが報告されている。そこで、海洋性中心目珪藻 *Chaetoceros gracilis* と海洋性羽状目珪藻 *Phaeodactylum tricornutum* の増殖と油脂生産性を解析した。*P. tricornutum* と比較し、*C. gracilis* は対数増殖期の早い時期から油滴の蓄積を開始していた。そして、*C. gracilis* は窒素欠乏条件による油脂蓄積の誘導がかからない（必要ない）ことが判明し、微細藻類毎に油脂蓄積条件が異なることがうかがわれた。また、油滴の脂肪酸組成を分析すると、14:0、16:0、16:1が主要脂肪酸であった（図3）。

今後、好冷性株について温度や光環境に応じた脂質や油滴の脂肪酸組成変化の解析によって

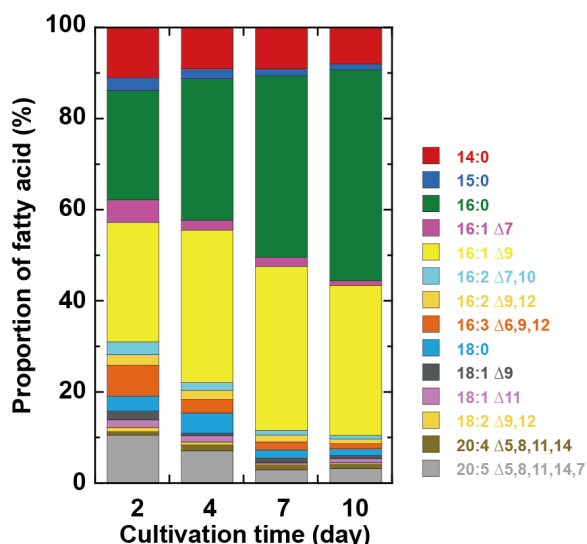


図3 増殖に伴う *C. gracilis* の脂肪酸組成の変化

光合成活性との関連づけを進め、低温環境下で油滴を貯蔵する生理学的意義や、極域の低温環境で生存するための戦略を解明する必要がある。

[参考文献]

- 1) Sakae Kudoh, Kunio T. Takahashi, Tomoko Ishihara, Megumu Tsujimoto, Ryosuke Nakai, Atsushi C. Suzuki, Yukiko Tanabe, Masaki Uchida, Satoshi Imura, Meteorological data from ice-free areas in Yukidori Zawa, Langhovde, Kizahashi Hama, Skarvsnes and Skallen in Sôya Coast, East Antarctica during 2014–2015, JARE Data Reports, No. 339 (Terrestrial Biology 11) (2015); 1-6
- 2) Sakae Kudoh, Kunio T. Takahashi, Tomoko Ishihara, Megumu Tsujimoto, Ryosuke Nakai, Atsushi C. Suzuki, Yukiko Tanabe, Masaki Uchida, Satoshi Imura, Limnological parameters in Sôya Coasts lakes between the 55th and 56th Japanese Antarctic Research Expeditions in 2014–2015 —Long-term monitoring study—, JARE Data Reports, No. 344 (Terrestrial Biology 14) (2015); 1-7

[研究発表]

- 1) 菓子野康浩、伊福健太郎、福澤秀哉「フィジオロミクスに基づく珪藻の分子育種」分子珪藻研究会スタートアップ会議（2013、神戸）
- 2) Ryoya Takeda, Yuko Fukunaga, Atsuo Miyazawa, Yasuhiro Kashino, Analysis of triglyceride production in a marine centric diatom, *Chaetoceros gracilis*, 1st International Picobiology Institute Symposium (2013, Hyogo)
- 3) 石原知子、工藤栄、井上(菓子野)名津子、福永優子、宮澤淳夫、菓子野康浩、「南極湖岸に共存する微細藻類群集の光合成特性の解析」第5回日本光合成学会年会公開シンポジウム、2014年5月、奈良
- 4) Tomoko Ishihara, Sakae Kudoh, Yuko Fukunaga, Atsuo Miyazawa, Yasuhiro Kashino, Photosynthesis of diatom, green algae and cyanobacteria under the high light in an Antarctic lake, Short Period Student Exchange Program with Dong-A University, August 2014, Busan, Korea
- 5) Tomoko Ishihara, Sakae Kudoh, Natsuko Inoue-Kashino, Yuko Fukunaga, Atsuo Miyazawa, Yasuhiro Kashino Photosynthesis of diatom, green algae and cyanobacteria under the high light in an Antarctic lake, 2nd International Picobiology Institute Symposium, Oct. 2014, Hyogo
- 6) Ryoya Takeda, Yuko Fukunaga, Atsuo Miyazawa and Yasuhiro Kashino, Analysis of triglyceride production in a marine centric diatom, *Chaetoceros gracilis*, 1st International Picobiology Institute Symposium, Oct. 2014, Hyogo
- 7) Tomoko Ishihara, Sakae Kudoh, Natsuko Inoue-Kashino, Yuko Fukunaga, Atsuo Miyazawa, Yasuhiro Kashino, Photosynthesis of diatom, green algae and cyanobacteria under the high light in the community developed in an Antarctic lake, The 5th Symposium on Polar Science, Dec. 2014, Tokyo
- 8) 石原知子、工藤栄、井上-菓子野名津子、福永優子、宮澤淳夫、菓子野康浩「Photosynthesis of diatom, green algae and cyanobacteria under the high light in an Antarctic lake (南極大陸湖沼における微細藻類 共生コミュニティの光合成特性の解析)」第56回日本植物生理学会年会、2015年3月、東京

(共同研究報告書 (終了))

極域に生息する植物寄生性糸状菌の多様性評価 (研究課題)

◎東條 元昭 大阪府立大学大学院 生命環境科学研究科・准教授 (研究代表者)

(国立極地研究所)

伊村 智 教授 (担当教員)

平成25年～平成27年(3か年) (研究期間)

[研究成果]

極地にはコケや顕花植物に寄生する糸状菌が生息し、それらの中には宿主植物の生育に影響を及ぼしたり、低温活性を持つ酵素などの有用物質を産生したりするものがある。申請者らはこれまでに極域に生息する植物寄生性糸状菌の同定や生態を調査して未知の植物寄生性糸状菌が生息していることを明らかにし、一部を新種として記載してきた(例: Tojo et al. 2012)。今回の研究では、極域に生息する植物寄生性糸状菌の多様性をさらに明らかにするため、未同定となっている極地の陸上植物寄生性糸状菌を同定し、近縁既知種と合わせてそれらの多様性情報を取りまとめ、寄生性の調査、代謝産物の特定、凍結耐性の性状評価、温帯近縁種と関係調査などを行った。得られた成果の概要は下記の通り。

<極域の植物寄生性糸状菌情報の収集>

極地の生物多様性研究が最も活発に行われているスバル諸島で発生する植物病原菌について、文献情報に著者らの新種記載 (Tojo et al. 2012) を含めて取りまとめた。その結果、同諸島で報告されている 578 種の菌類の内の少なくとも 176 種が植物体上で確認されていることがわかった。これらの植物体上で見られた菌類の内訳は子囊菌 100 種、不完全菌 45 種、担子菌 25 種、ツボカビ 3 種、卵菌 3 種であった。いずれも植物体上に生息していることとや、温帯域で派生する植物病原菌と近縁であることから、これらの多くが植物病原菌と考えられた (Tojo et al. 2013)。

<北極のキョクチャナギに発生する新種病原菌の記載>

キョクチャナギは北極海沿岸の露岩域に広く分布する多年生植物である。この植物に黒紋病を起こす病原菌を *Rhytisma polare* (公表後に *Rhytisma polaris polare* に改名) として新種記載した (Masumoto et al. 2014)。本種は、温帯から寒帯のヤナギ類に発生する *R. salicinum* と形態的に最も類似するが、子のう胞子の幅が広いことで区別された。またリボソーム DNA の ITS 領域や LSU 領域

の塩基配列に基づく系統解析によっても同属他種と明確に区別された。北極のキョクチャナギが分布する地域の無雪期間は通常 2 か月程度であり、この短期間に出芽、展葉、成熟する。興味深いことにキョクチャナギの葉に感染する *R. polare* はこのような宿主の短期間の生育に適応した生活環を示した。本菌の胞子飛散には降雨などによる水分供給が必要であり、乾燥した場所よりも湿潤な場所で生育するキョクチャナギで *R. polare* の発生が多くなる現象も観察された。このような本種独特の生態によって *R. polare* は北極での発生を可能にしていると考えられた。一方、*R. polare* の記載にともなって、本種と形態が類似する日本のヤナギ黒紋病菌を再同定した結果、新種であることが明らかになり、*R. filamentosum* として記載した (Masumoto et al. 2015)。

<極地に生息する植物病原菌の凍結耐性>

Pythium polare などの極域生息性の植物病原菌の凍結耐性をフリーザーを用いた実験で調べたところ、近縁の温帯性の植物病原菌よりも強い凍結耐性をもち、さらに宿主に感染すると凍結耐性がより高くなることなどが明らかになった (Hoshino et al. 2013; Murakami et al. 2015)。

<極地に生息する植物感染菌の抗菌物質産生>

北極のスバル諸島で分離されたコケ感染性の *Trichoderma polysporum* の培養産物から、麦類等の褐色雪腐病菌である *Pythium iwayamai* に対して強い抗菌性を示す物質を単離した (Kamo et al. 2016)。構造を決定したところ、新規化合物が含まれることがわかった。

<温帯域の近縁種の新種記載>

極域の植物感染菌と遺伝的・生態的に近縁の温帯域に生息する植物病原菌の新種記載を行い、国内では堺市からコケ感染性の *Pythium barbulae* を (Ueta and Tojo 2016)、イラン・タブリーズ市の積雪下から低温でペレニアルライグラスに感染する *P.*

kandovanense を (Bouket et al. 2015)、それぞれ記載した。このうち *P. barbulae* については DNA の解析と形態観察の結果、極域生息性の植物病原菌である *P. polare* や麦類等の褐色雪腐病菌である *Pythium iwayamai* に近縁で、これらと同様に 0°C でも菌糸を伸長させることができる低温性の *Pythium* 属菌であることがわかった。また、病原性試験から、本種はコケ類を含む様々な植物に感染することが明らかになり、このことから植物が低温ストレスを受けた場合に腐敗等の病害を起こすことが示唆された。

<一般向けの解説と国際発表>

本研究で明らかになった極域の植物寄生性糸状菌の多様性等の情報を、高校生や一般市民向けの解説文としてまとめた (東條 2014)。また、極域の主要な植物病原菌である *Pythium* 属などの卵菌の進化過程について一般向けに解説した (東條・大谷 2015)。さらに、釜山市で開催された韓国と日本の植物病理学会関係者を対象としたシンポジウムで、極域に生息する植物寄生性糸状菌の多様性やそれらに及ぼす気候変動の影響の可能性について招待講演を行った (Tojo 2014)。

[参考文献]

Tojo M, Van West P, Hoshino T, Kida K, Fujii H, Hakoda H, Kawaguchi Y, Mühlhauser HA, Van den Berg AH, Küpper FC, Herrero ML, Klemsdal SS, Tronsmo AM, and Kanda H (2012) *Pythium polare*, a new heterothallic Oomycete causing brown discoloration of *Sanionia uncinata* in the Arctic and Antarctic. *Fungal Biology* 116: 756-768.

[研究発表]

Tojo M, Masumoto S, Hoshino T (2013) Phytopathogenic fungi and fungal-like microbes in Svalbard. In: Imai R, Yoshida M, Matsumoto N (eds), *Plant and microbe adaptations to cold in a changing world*. Springer, New York, pp. 263-284.

Hoshino T, Xiao N, Yajima Y, Kida K, Tokura K, Murakami R, Tojo M, Matsumoto N (2013). Ecological strategies of snow molds to tolerate freezing stress. I In: Imai R, Yoshida M, Matsumoto N (eds), *Plant and microbe adaptations to cold in changing world*. Springer, New York, pp. 285-292.

Tojo M (2014) Phytopathogenic fungi in polar regions and their relationship with climate change. 3rd Korea-Japan Joint Symposium & The 2014 KSPP Fall Meeting on Plant Pathology p.38.

東條元昭 (2014) 極地の土壤伝染性植物病原菌. *土と微生物*, 68: 69-71.

Masumoto S, Tojo M, Uchida M, Imura S (2014) *Rhytisma polaris*: Morphological and molecular characterization of a new species from Spitsbergen Island, Norway. *Mycological Progress* 13:181-188.

Murakami R, Yajima Y, Kida K, Tokura K, Tojo M, Hoshino T (2015) Surviving freezing in plant tissues by oomycetous snow molds. *Cryobiology*, 70: 208 - 210.

東條元昭・大谷洋子 (2015) 疫病菌はどのようにして出現したのか. *植物防疫特別増刊号*, 17: 45-48.

Bouket AC, Arzanlou M, Tojo M, Babai-Ahari A (2015) *Pythium kandovanense* sp. nov., a fungus-like eukaryotic microorganism (Stramenopila, Pythiales) isolated from snow covered ryegrass leaves. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 65 (8): 2500-2506.

Masumoto S, Tojo M, Uchida M, Imura S (2015) Morphological and molecular characterization of *Rhytisma filamentosum* sp. nov. from Nagano Prefecture, Japan. *Mycological Progress* 14: 44 (online 6 pages)

Ueta S, Tojo M (2016) *Pythium barbulae* sp. nov. isolated from the moss, *Barbula unguiculata*: morphology, molecular phylogeny and pathogenicity. *Mycoscience* 57: 11-19.

Kamo M, Tojo M, Yamazaki Y, Itabashi T, Takeda H, Wakana D, Hosoe T. (2016) Isolation of growth inhibitors of the snow rot pathogen *Pythium iwayamai* from an arctic strain of *Trichoderma polysporum*. *Journal of Antibiotics* (in press)

(共同研究報告書(終了))

南極の紫外線が生物に及ぼす影響と好冷性微生物由来のセルロースなどに関する研究 (研究課題)

◎高橋哲也 島根大学教育学部・教授 (研究代表者)
麻生祐司 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科・准教授 (共同研究者)
(国立極地研究所)
伊村智 教授 (担当教員)
平成 25 年～平成 27 年 (3 年) (研究期間)

1. 緒言

紫外線は皮膚の真皮に作用して、シワやたるみの原因を作る。既に、我々はカラーゲンシートを用いた南極での曝露結果を報告した。但し、よりヒト皮膚に近い状態での曝露実験も行う必要がある。

そこで、本研究では牛の真皮組織を用い、南極にてオゾンホール発生時期である春季とオゾンホールの発生していない時期である秋季に屋外曝露を行った。また、太陽高度が最も高い夏季にも、同様の屋外曝露を行った。太陽光に曝露した牛の真皮組織を分析することによって、真夏の紫外線やオゾンホール発生時の短波長紫外線による皮膚組織に及ぼす影響について調べた。本共同研究報告書では、紙面の都合上、その一部を報告することとする。

2. 実験

2.1 試料

太陽光に曝露する牛の皮膚組織は、ホルスタイン種の成牛からその屠殺時に採取した。採取した皮膚組織から毛および表皮層を除去して真皮のみとし、曝露用のサンプルとして用いた (図1)。

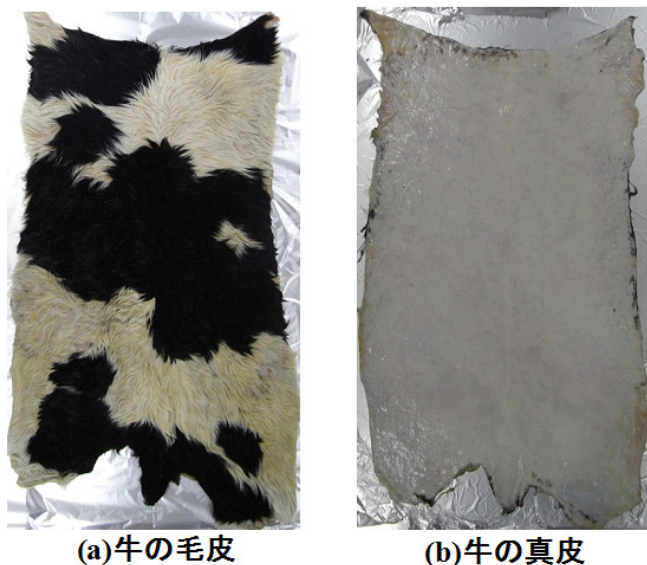


図1 南極曝露に用いた牛の皮膚組織

2.2 南極での屋外曝露

2.2.1 曝露方法

第 54 次日本南極地域観測隊によって、東オングル島・昭和基地内に曝露用架台を設置した。曝露サンプルである牛の真皮を垂直方向 (頭上) に向けて設置した。比較として、各々の曝露期間にアルミ箔で包んで遮光した牛皮組織も、曝露架台に同時に取り付けた。

2.2.2 曝露期間

オゾンホールの発生時期である春季の 2013 年 10 月 1 日～11 月 9 日の 40 日間 (以下、“春季曝露”と記す) に曝露期間を設定した。比較として、秋季の 2013 年 2 月 1 日～3 月 12 日の 40 日間 (以下、“秋季曝露”と記す) にも曝露期間を設定した。2013 年のミッドウィンターは 6 月 21 日である。つまり、太陽高度が全く同じになるように、春季と秋季の期間に曝露を実施した。さらに、夏季の 2012 年 12 月 24 日～2013 年 2 月 1 日の 40 日間 (以下、“夏季曝露”と記す) にも、曝露期間を設定した。

3. 結果と考察

3.1 南極曝露した真皮組織の融解吸熱挙動

南極曝露した牛皮組織に対して、DSC を用いて融解吸熱挙動を調べた。その際、遮光して屋外曝露した牛皮組織に対しても同様の測定を行った。図2にその結果を示す。その結果、遮光して屋外に曝露した牛皮組織に関して曝露季節による相違を比較すると、夏季の融解吸熱曲線のピーク温度は秋季や春季の場合に比べて 1℃程度高く現われていることがわかる。但し、その曲線の形状には大きな差は見られず、ピーク温度も比較的低いことがわかる。

一方、太陽光に曝露した牛皮組織の場合では、曝露した季節によって融解吸熱挙動には明らかな差が見られる。つまり、夏季に曝露した牛皮組織の場合には、そのピーク温度が 64.7℃と最も高く、次に春季に曝露した牛皮組織のピーク温度が 63.2℃と高く現われている。また、秋季に曝露した牛皮組織は、そのピーク温度が 61.7℃と最も低いこともわかった。夏季や春季に曝露した真皮は、融解吸熱曲線のピーク温度が秋季に曝露していたものや遮光したもの

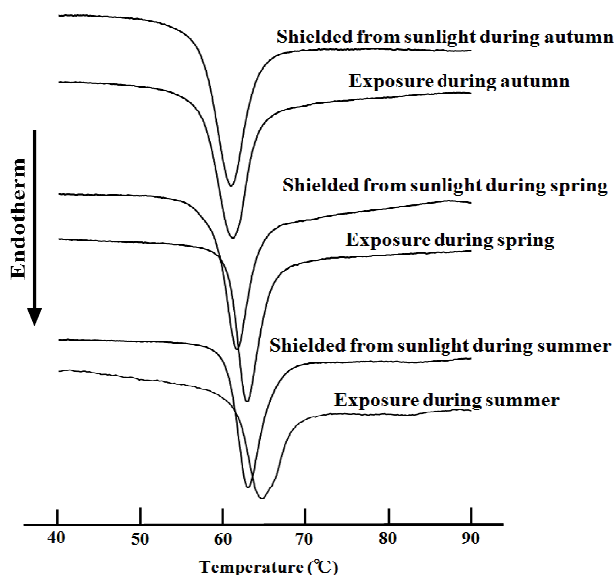


図2 南極で40日間の曝露を行った後の牛の真皮組織のDSC曲線

と比べて1.5~3.0°C程度高く現われていた。これらのことは、曝露期間中に浴びた紫外線によってコラーゲン分子鎖に架橋が生じたため、融解吸熱曲線のピーク温度に差が現われたものと考えられる。

3.2 南極曝露した真皮組織からのコラーゲン抽出量

屋外曝露後の牛皮組織より得られた抽出液に対して、コラーゲンの精製を行った。精製後のコラーゲン溶液に対して、マイクロビューレット法によって溶液中のコラーゲン量を測定し、遮光サンプルの可溶化量に対する曝露サンプルの可溶化量の比率を算出した。各々の曝露時期ごとに遮光した場合のコラーゲン量を100として、コラーゲン抽出量の相対値を算出した(図3)。その結果、曝露した真皮は、紫外線を遮光していたものに比べて20~40%程度しか抽出されなかった。また、曝露した季節による

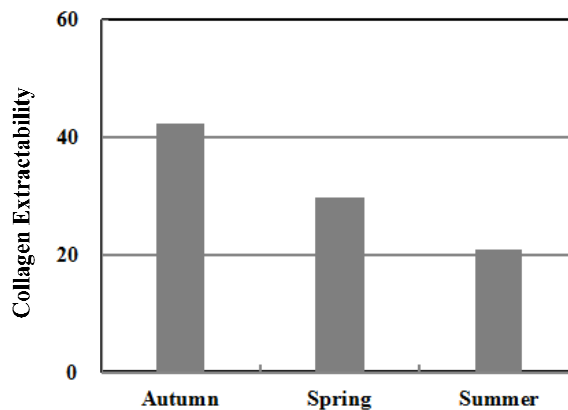


図3 南極で40日間の曝露を行った真皮組織からのコラーゲン抽出量の比較 (各曝露時期ごとに遮光の場合の値を100とした相対値)

相違についても調べたところ、秋季に曝露した牛皮組織のコラーゲン抽出量が最も高く、遮光の場合の値を100とした相対値が42.2であった。その次に、春季に曝露した牛皮組織のコラーゲン抽出量の相対値が高く、29.6であった。最もコラーゲン抽出量の相対値が低いものは、夏季に曝露した牛皮組織の場合であり、20.8であった。

これらのコラーゲン抽出量の相対値が小さいほど、曝露中の太陽光によってコラーゲン分子鎖が架橋されているものと考えられる。つまり、本研究の結果から、夏季に曝露した牛皮の真皮組織が最も架橋されていることがわかる。また、ほぼ同じ太陽光度である春季と秋季の曝露の結果を比べると、オゾンホール発生時である春季曝露の方が、秋季曝露に比べてコラーゲン分子鎖の架橋が進んでいることがわかった。

以上のように、牛の真皮を南極で曝露することによって、よりヒト皮膚に近い状態での紫外線の影響を調べることができた。

[研究発表]

- 1) Tetsuya Takahashi, Takayuki Ogura, Keisuke Tanaka, Shunji Hattori, Sakae Kudoh, and Satoshi Imura: Study on the exposure of bovine skin tissue to Ultraviolet light under the Antarctic ozone hole, *Photochemical & Photobiological Sciences* (投稿中)
- 2) Tetsuya Takahashi, Yoko Tsurunaga, Takayuki Ogura, Keisuke Tanaka, Shunji Hattori, and Katsumi Yoshino: Use of Collagen Sheets Simulating Various Skin Types and Age Groups to Evaluate Human Skin Damage Caused by Ultraviolet Light, *Journal of polymers and the Environment* (投稿中)
- 3) Saki Nagamoto, Tetsuya Takahashi, Shingo Yokota, and Tetsuo Kondo: Polysaccharide nanofibers secreted by the pink snow mold fungus in Antarctica depending on temperature stress, EPNOE 2013 International Polysaccharide Conference, Nice (France), 2013年10月
- 6) 高橋哲也, 小倉孝之, 田中啓友, 服部俊治, 伊村智, 工藤栄, 吉野勝美: 牛皮組織を用いた皮膚に対する紫外線ダメージに関する南極での曝露研究, 第6回極域科学シンポジウム, 東京, 2015年11月
- 7) 高橋哲也: 南極の自然とオゾンホールの人体への影響 —コラーゲン人工皮膚を用いた紫外線によるヒト皮膚に対するダメージ評価—, 第62回島根大学サイエンスカフェ, 松江 (招待講演90分), 2015年12月

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
巢山弘介 島根大学生物資源科学部・准教授
(国立極地研究所)
伊村 智 教授
平成 25 年～平成 27 年 (3 か年)

[研究成果]

はじめに

大谷と巢山は 41 次夏隊に参加し、昭和基地周辺の土壌藻類の種組成研究に新たに土壌微生物群集構造を加えた土壌環境のモニタリングを行うために 8 定点を定めた(大谷他 2000)。平成 13 年から平成 18 年の共同研究ではモニタリングが効率よく行えるように土壌藻類の生物指標種や人間の影響のある地点とその他の地点における微生物群集の特徴についても検討を加えた(大谷・巢山 2003, 2007)。平成 19 年から 21 年度及び平成 22 年から 24 年の共同研究では、同様のモニタリング研究を継続し実施した。この共同研究の 3 年については、まだ未解析の土壌試料を用いて、土壌藻類の種類組成と土壌環境、特に全炭素含有率の研究を行った。

材料および方法

1) 土壌藻類は、JARE47, 48 によってモニタリング地点 1-8 より採集された土壌試料を用いて、種組成の調査を行った。

土壌藻類の培養には BBM 寒天培地を用い、15°C、500~1500lux、12 時間、12 時間の明暗周期の条件で約 2 ヶ月培養を行なった。その後はアルミホイルで被い遮光した。寒天培地上に出現した土壌藻類を柄付き針で取り出し、その形態を微分干渉顕微鏡(オリンパス BX60)を用いて観察し、種の同定を行なった。

培養株の分離は土壌藻類のコロニーを種類ごとに柄付き針で採取し、寒天平板培地に数回クリーニング後、寒天斜面培地に保存した。

2) 土壌分析は、JARE41~49 によってモニタリング地点 1-8 より採取された土壌試料について、新たに導入した機器(SUMIGRAPH Model NC-22)を用いることで全炭素および全窒素含有率を従来よりも精度よく再測定した。

結果及び考察

1) 土壌藻類の種組成

JARE47 の出現種はこれまでの出現傾向と類似しており、藍藻は *Leptolyngbya* 属, cf. *Lyngbya* 属, *Phormidium* 属, *Nostoc* 属, *Nodularia* 属, 珪藻は *Luticola* 属, 黄緑藻は *Xanthonema* 属, *Botrydiopsis* 属, cf. *Gloeobotrys* 属, *Heterococcus* 属, 緑藻は *Bracteacoccus* 属, *Chlorella* 属, cf. *Chrorosarcinopsis* 属, *Desmococcus* 属, *Diplosphaera* 属, *Klebsormidium* 属, *Macrochloris* 属, cf. *Prasiococcus* 属, *Raphidonema* 属, *Schizochlamydeella* 属, *Trebouxia* 属が出現した。

JARE 48 の出現種もこれまでの出現傾向と類似しており、藍藻は *Leptolyngbya* 属, cf. *Lyngbya* 属, *Phormidium* 属, *Nostoc* 属, 珪藻は *Luticola* 属, *Navicula* 属, 黄緑藻は *Xanthonema* 属, *Botrydiopsis* 属, cf. *Gloeobotrys* 属, *Heterococcus* 属, 緑藻は *Bracteacoccus* 属, *Chlorella* 属, cf. *Chrorosarcinopsis* 属, *Desmococcus* 属, *Diplosphaera* 属, *Klebsormidium* 属, *Macrochloris* 属, cf. *Prasiococcus* 属, *Raphidonema* 属, *Schizochlamydeella* 属, *Trbeouxia* 属が出現した。

2) 培養株の保存

表1に示したように JARE47 と JARE48 の土壌試料より、藍藻 9 株、黄緑藻 16 株、緑藻 16 株の計 41 株を培養株として保存した。培養株の生活環を観察し、今後の分類学的研究に活用する。

表1 昭和基地土壌藻類モニタリング培養株
JARE47, JARE48

Strain No	分類群	種名
JARE47		
4775	藍藻	<i>Leptolyngbya battersii</i>
4752	藍藻	<i>Leptolyngbya tenuis</i>
4777	藍藻	<i>Leptolyngbya tenuis</i>
4732	藍藻	<i>Leptolyngbya</i> sp.
4744	藍藻	cf. <i>Lynbgya</i> sp.
4751	藍藻	<i>Nostoc muscorum</i>
4747	藍藻	<i>Nostoc</i> sp.
4736	藍藻	<i>Phormidium</i> cf. <i>uncinatum</i>
4734	黄緑藻	<i>Botrydiopsis</i> sp.
4737	黄緑藻	<i>Botrydiopsis</i> sp.
4754	黄緑藻	<i>Botrydiopsis</i> sp.
4771	黄緑藻	cf. <i>Gloeobotrys</i> sp.
4776	黄緑藻	cf. <i>Gloeobotrys</i> sp.
4733	黄緑藻	<i>Heterococcus</i> sp.
4711	黄緑藻	<i>Xanthonema</i> sp.
4713	黄緑藻	<i>Xanthonema</i> sp.
4746	黄緑藻	<i>Xanthonema</i> sp.
4742	緑藻	cf. <i>Bracteacoccus</i> sp.
4772	緑藻	<i>Chlorella luteoviridis</i>
4773	緑藻	<i>Chlorella luteoviridis</i>
4741	緑藻	<i>Chlorella</i> sp.
4774	緑藻	<i>Desmococcus</i> sp.
4778	緑藻	<i>Desmococcus</i> sp.
4712	緑藻	<i>Klebsormidium flaccidum</i>
4781	緑藻	cf. <i>Prasiococcus</i> sp.
4721	緑藻	<i>Raphidonema pyrenoidifera</i>
4735	緑藻	<i>Raphidonema pyrenoidifera</i>
4755	緑藻	<i>Trebouxia</i> sp.
JARE48		
4842	藍藻	cf. <i>Lynbgya</i> sp.
4832	黄緑藻	<i>Botrydiopsis</i> sp.
4833	黄緑藻	<i>Botrydiopsis</i> sp.
4844	黄緑藻	<i>Heterococcus</i> sp.
4872	黄緑藻	<i>Heterococcus</i> sp.
4811	黄緑藻	<i>Xanthonema</i> cf. <i>mucicola</i>
4831	黄緑藻	<i>Xanthonema</i> sp.
4852	黄緑藻	<i>Xanthonema</i> sp.
4851	緑藻	<i>Bracteacoccus</i> sp.
4843	緑藻	cf. <i>Chlorosarcinopsis</i> sp.
4853	緑藻	<i>Diplosphaera mucosa</i>
4841	緑藻	<i>Macrochloris multinucleata</i>
4847	緑藻	<i>Schizochlamydeella minutissima</i>

3) 土壌分析

本稿では全炭素含有率(表2)について述べる。観測隊がほぼ立入らない ST-5~7 では 0.02~0.09%の範囲であり、それが東オングル島やオングルカルベン島の土壌中の元来のレベルと思われた。また、新発電棟北東の汚水処理水放出地点近傍の ST-1 と夏宿の生活排水放出地点近傍の ST-4 でも概ねその範囲であり、土壌中の有機物量が増えるような汚染は生じなかったと考えられた。一方、管理棟東側の物資搬入階段直下である ST-2 では、2000~2 年は ST-5~7 より高いレベル(0.15~0.27%)だったが、2003 年以降は 0.02~0.07%まで低下したことから、過去には搬入時に物資が散乱して(2000 年には米粒を確認)土壌に有機物が供給されたが、2002 年以降、散乱防止策、清掃活動、微生物分解等の何らかの要因により元来のレベルに回復したと考えられた。また、気象棟小便ドラム付近の ST-3 ではいずれの年も ST-5~7 より高い 0.12~0.30%だったことから、過去に小便ドラムから漏出した汚水や放置されたゴミ(2000 年には木片や木毛等を確認)によって供給された有機物が留まっていることが示唆された。しかし、そのレベルはオングルカルベン島のアデリーペンギンルッカー近傍の ST-8 (0.18~1.27%)と概ね同等か低かったことから、野生生物の活動でも生じ得る範囲の有機物量と言えよう。

表2 昭和基地周辺で採取された土壌中の全炭素含有率(%)

年	隊									
	2000 41次	2001 42次	2002 43次	2003 44次	2004 45次	2005 46次	2006 47次	2007 48次	2008 49次	
ST-1	0.05	-	0.06	0.06	0.11	0.05	0.07	0.04	0.06	
ST-2	0.16	0.27	0.15	0.03	0.05	0.06	0.07	0.02	0.03	
ST-3	0.23	0.18	0.30	0.21	0.12	0.20	0.23	0.13	0.25	
ST-4	0.04	0.03	0.04	0.05	0.06	0.02	0.09	0.04	0.04	
ST-5	0.02	0.02	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03	0.02	0.04	
ST-6	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.09	0.04	0.06	0.05	
ST-7	0.03	0.03	0.04	0.04	-	0.02	0.05	0.03	0.03	
ST-8	0.29	0.30	0.18	0.38	-	0.22	1.27	0.58	0.24	

引用文献

- 大谷修司・巢山弘介・神田啓史 2000. 昭和基地周辺における土壌藻類および土壌微生物による環境モニタリング. 南極資料 44: 265-276.
- 大谷修司, 巢山弘介 2003. 南極基地周辺における土壌藻類を用いた土壌環境評価方法の確立平成 13~14 年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(2))研究成果報告書, 6+58 頁
- 大谷修司, 巢山弘介 2007. 昭和基地周辺における土壌藻類及び土壌微生物を用いた環境モニタリングの実施. 平成 18 年度共同研究報告書, 58-59 頁

(共同研究報告書 (終了))

南極環境中に潜む病原細菌のゲノム特性に関する研究 (研究課題)

◎丸山 史人 京都大学 医学研究科・准教授 (研究代表者)
 中川 一路 京都大学 医学研究科・教授 (共同研究者)
 中川 聡 京都大学 農学研究科・准教授
 (国立極地研究所)
 伊村 智 教授 (担当教員)
 平成27年～平成28年 (1か年) (研究期間)

[研究成果]

ヒトに病気を起こす細菌は、我々の身の回りだけではなく、様々な自然環境に適応して生息している。培養を行わず、直接遺伝子を検出した場合には、これまでに暴露されたと考えられない抗生物質に耐性を付与する遺伝子などの病原因子が多く、自然環境で検出されている。そして、これらの遺伝子は水平伝達を通じて、病原細菌種に新たな病原性を与える可能性がある。すなわち、臨床の場合から単離された病原菌のみならず、種々の環境に適応し、ニッチを獲得している近縁種のゲノム多様性やこれに影響を与える環境因子の解明が、将来のアウトブレイクに対応する手段、リスク評価となりうる。そのため、本研究では、これまでに知見がない極地の水、土壌、等より病原細菌 (特に、*Vibrio cholerae* とその近縁種) の単離と共生する真核微生物の単離を試みた。また、同時に次世代シーケンサーを用いた、細菌叢、真核微生物叢の解明を通じて、共生に重要な細菌種、真核生物種の同定により、局地適応機構の一端を明らかにすべく本研究計画に取り組んだ。

実際に、これまでヒトの影響が及んでおらず、その生態系 (深海) での生息に不要だと考えられる病原遺伝子が深海に生息するビブリオ属種から発見されており、いわゆる病原遺伝子がヒトとは異なる本来の生息場所でどのような機能を担っているかの解明は非常に興味深い (参考文献)。そこで、図1と表1に示した地点において、2014/12/30 から2015/1/24にかけて第56次生物隊の陸上生態系調査で得られた試料からビブリオ属細菌種の分離を実施した。

50-100ml 遠沈管、25% グリセロール保存、-20℃にて約半年後 (2015. 10. 26) に京都大学 大学院学 研究科 微生物感染症学分野にて、ビブリオ属種の培養、単離操作を実施した。

培養には、アルカリペプトン水で、37℃, 24 時間の培養を最初に実施した。その結果、表1の11

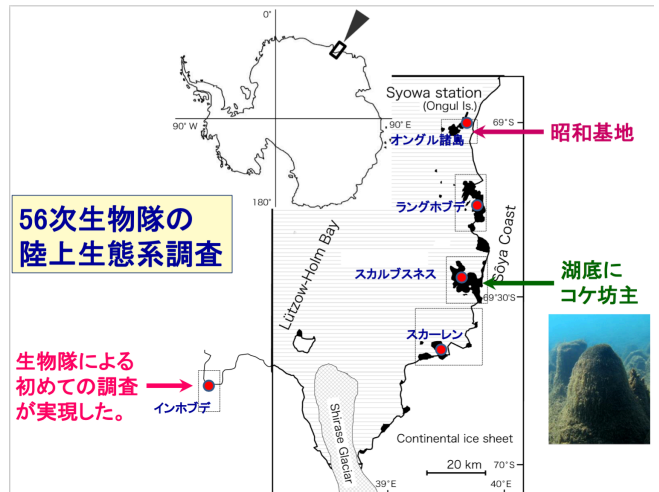


図 1 試料採取地点

南極産試料					
ID	GPS ID	緯度	経度	日付	コメント
ランゲホプテ					
20141230 ZAKURO	002	69° 10' 38.6"	039° 38' 19.0"	2014/12/30	ざくろ池 (塩湖) の湖水 Z1
スカルブスネス					
20150107 SKA2	010	69° 28' 12.0"	039° 37' 58.9"	2015/01/07	孫池奥の浜 (海水)
20150107 SKA3	ND	69° 28' 24.4"	039° 37' 27.7"	2015/01/07	孫池の湖水
20150108 SKA5	021	69° 29' 30.1"	039° 40' 41.9"	2015/01/08	すりばち池の湖水
20150109 SKA8	025	69° 28' 11.5"	039° 35' 49.5"	2015/01/09	きざはし浜 K1 (海水)
インホプテ					
20150111 IHV1	036	69° 51' 08.4"	037° 05' 56.6"	2015/01/11	黒色藻類マット上の溜まり水
スカルブスネス					
20150119 TOKKURI1	058	69° 27' 26.4"	039° 34' 53.9"	2015/01/19	徳利池の湖水
20150119 TOKKURI2	059	69° 27' 26.2"	039° 34' 52.6"	2015/01/19	徳利池の湖水
20150119 FUNAZOKO	060	69° 26' 48.8"	039° 33' 37.5"	2015/01/19	船底池の湖水
20150123 NAGA	ND	69° 29' 11.0"	039° 35' 55.2"	2015/01/23	長池の湖水
20150124 HOTOKE	ND	69° 28' 35.8"	039° 33' 41.1"	2015/01/24	仏池の湖水

表 1 試料の詳細

(裏面に続く)

(2枚目)

試料のうち 5 試料で増菌を確認することができた（上記の表の上から 1, 7-10 番目）。この増菌がみられた液体培地の一部を TCBS, X-VP, Marine Broth, LB と異なる培地に播種したところ（37℃、24 時間静置）、10 番目の試料でのみ LB 培地上にコロニー形成が見られた。また、アルカリペプトン水で、37℃、48 時間培養した液体培地の一部を TCBS, X-VP, Marine Broth, LB, Chromoagar Vibrio 培地に播種した所（37℃、24 時間静置）、先と同様に LB 培地のみからコロニーの形成が見られた。そして、固体培地を 37℃、24 時間静置ではなく、37℃、48 時間静置したところ、LB 培地に加えて、Marine Broth からコロニー形成が認められた。また、アルカリペプトン水で、37℃、48 時間培養した液体培地の 3 ul を TCBS, X-VP, Chromoagar Vibrio に塗り広げるのではなく、滴下し、37℃、24 時間静置培養も実施したが、いずれにおいてもコロニー形成は認められなかった。得られたコロニーはいずれもビブリオ属種の選択培地ではなく、一般的な海洋細菌種用または腸内細菌種用の一般富栄養培地由来であり、白色球状であった。

[参考文献]

1) Hasan NA, Grim CJ, Lipp EK, Rivera IN, Chun J, Haley BJ, Taviani E, Choi SY, Hoq M, Munk AC, Brettin TS, Bruce D, Challacombe JF, Detter JC, Han CS, Eisen JA, Huq A, Colwell RR. Deep-sea hydrothermal vent bacteria related to human pathogenic *Vibrio* species. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2015 112:E2813-9.

[研究発表]

該当なし。

1. 当該共同研究に関する研究発表について、可能な限りすべての学会誌名等を記入してください。（口頭発表については、原則として省略する。）
2. 参考文献、研究発表を行った学会誌名等を英文表記する場合は左右 2 列にする必要はありません。
3. 研究協力者（共同研究者ではない参加者。大学院生等）については、（別紙）参加者一覧に記載し、報告書に添付してください。

11 個の試料からコロニー形成が得られたのは 1 個のみであり、南極環境に生息する一般細菌は、温度、栄養条件ともに病原細菌種にとっては、極限環境なのかもしれない。しかし、別研究でタイ、ベトナム、日本、ブラジル、チリ、ケニア、ガーナの自然環境水からのビブリオ属種の単離において、どの地点においても単離に成功していること、また、その際には、試料を常温輸送し、凍結融解などを最小限にしている。これらの経験およびこれまでの別の研究者等の報告などを鑑みると、本細菌属の単離操作は、現地でその場で実施することが重要だと考えられた（保存期間の短かった別深海水試料からの単離には成功した）。そのため、次の試験においては、現地で培養操作を可能とする必要がある。しかしながら、一般富栄養培地から単離した細菌株については、16S rRNA 遺伝子配列の決定をし、極地と富栄養培地の両者に適応可能な柔軟性をもつ細菌種の同定、ゲノム配列の取得、比較ゲノム解析を予定している。

I . 共同研究報告（終了）

一般共同研究

（5）極 地 工 学

共同研究報告書（終了）

新ドームふじ基地建設のための内陸輸送力の基礎研究（研究課題）

◎香川博之 金沢大学理工研究域・講師（研究代表者）
 （国立極地研究所）
 金高義 助教（担当教員）
 平成25年～平成27年（3か年）（研究期間）

【研究成果】

まず、将来の物資輸送に使用される可能性がある2種類の大型橇（図1）に3軸加速度計および角速度計を取り付け、雪上車 SM100S で牽引することで、南極大陸沿岸に近い沿岸の拠点 S16 からドームふじ基地までの区間を走行し、振動計測（サンプリング1[ms]）を行った。橇の位置はGPSで記録した。また、途中に設置されている観測地点では、気温、雪温や雪密度などの雪面特性についても測定を行った。なお、測定は第54次南極地域観測隊により実施した。結果は振動の大きい国産ボギー式橇について示す。

地点毎の振動加速度は、ランダムな波形を示すが、その瞬時値は地点によらず平均値0の正規分布に従っていた。1G以上の大きな衝撃振動は、この正規分布に従わず稀に生じるため、別途考慮する必要があることもわかった。図2に示すように、振動加速度の標準偏差は、Z（上向き）方向がX（右向き）やY（前向き）方向より大きい。標準偏差が大きいということは、大きな振動加速度の可能性があることを示しているため、Z方向加速度を重点的に考慮する必要があるとわかった。最大振動加速度は、雪質や地形の違う区間によって違う傾向がある。サスツルギ帯がある200~650kmでは、大きい振動で4[G]を

超え、それ以外の区間では大きいピーク値でも1[G]以下であった。

1G以上の衝撃ピークの大きさについて調べると、位置母数 $\gamma=1$ の3母数ワイブル分布によく従っていた。ここで、ある走行区間において1G以上の衝撃振動の発生頻度は一定とすると、衝撃振動の発生回数がポアソン分布に従うため、最大衝撃加速度の発生確率を推定できる。衝撃振動が最も大きな地点の発生頻度126回/500sおよびワイブル母数(形状母数 $\alpha=0.97$,尺度母数 $\beta=0.51$)を全走行区間(8時間×30日間)に適用すると、特に大きなZ方向の推定結果は図3になる。これより、輸送時には10G程度まで考慮する必要があることがわかる。

連続振動による累積損傷評価を目的に、シミュレーション用輸送シナリオを作成するためにFFT解析を行った。各地点の振動のパワースペクトル(PS)を求め、瞬時値の分散(標準偏差(図2)の二乗) σ^2 で無次元化すると、総和が1となる。この無次元化量の周波数特性は地点によらずほぼ一致した。そこで解析した全地点の平均を取ったものを標準化PSとする。例として図4にZ方向加速度の標準化PSを示す。これに各地点の σ^2 をかけると各地点におけるPSになり、周波数成分 PS_k (kは離散化



(a)リーマン社製橇 (b)国産ボギー式橇

図1 振動測定に使用した大型橇

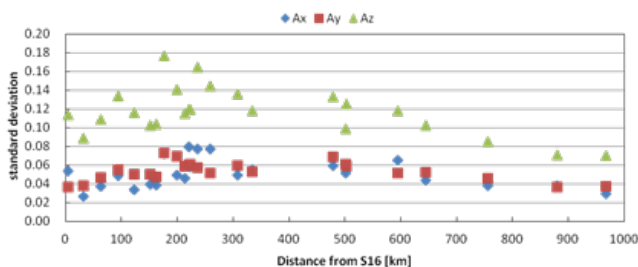


図2 振動加速度の標準偏差

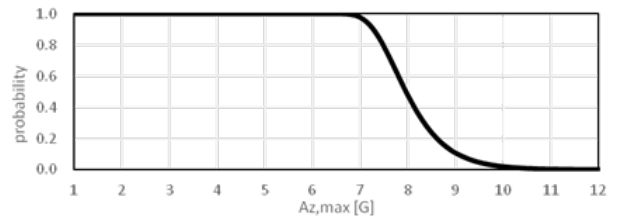


図3 最大衝撃加速度と発生確率

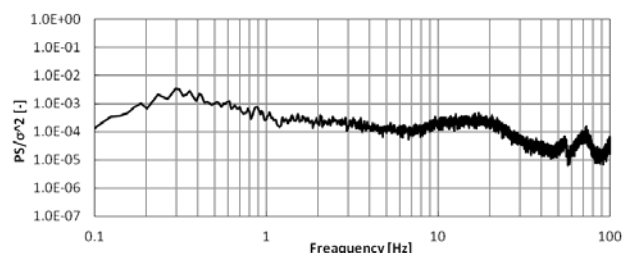


図4 Z方向振動の標準化PS

された周波数 f_k に対応) が求まることになる。したがって、以下の逆変換式により各地点における加速度振動の時系列波形 $F(t)$ を作成することができる。

$$F(t) = 2 \sum (\sqrt{PS_k} \cos(2\pi f_k t + \phi_k)) \quad (1)$$

ここで、 ϕ_k は位相であり、乱数 ($0 \sim 2\pi$) で与えればよい。各区間について波形生成したものをつなぎ合わせて輸送シナリオ作成すれば、振動による荷物の累積損傷を解析的あるいは実験的に検討することができる。

次に、前述の結果を参考にして防振機能を備えたパレット(防振パレット)を開発した。最大積載量 5[t] に耐え、物質は極低温だけではなく、輸送船で赤道を通過することなどから $\pm 80[^\circ\text{C}]$ と使用可能で、制御回路など故障の原因を排除し、現地でも簡単に修理が行えるように、簡単なばねだけによる単純な構造を採用した。また、最大衝撃振動 10[G] を 1[G] 以内に減衰できることを目標に設計した。製作した防振パレット (図 5) の寸法は $2\text{m} \times 2\text{m} \times 0.67\text{m}$ 、重量は 440kg となった。

防振パレットの性能を検証するため、橇に固定しその上に 2.5[t] の錘を 2 つ積載し、国内のスキー場で走行実験を行った。走行中の振動を測定するため、前述の実験と同様に加速度計と角速度計を使用した。また、雪上車と橇の結合部にロードセルを取り付け、牽引力の測定も行った。牽引ロープの影響について調べるため、ソフトカーロープとスチールワイヤーの 2 種類のロープを使用した。



図 5 防振パレット

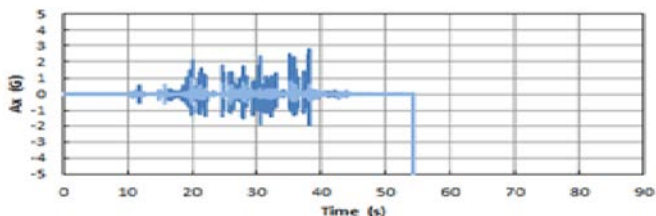


図 6 防振パレットの効果 (上下方向の振動)

[参考文献]

特になし

[研究発表]

現在のところ特になし

特に段差の大きい雪面を走行した振動波形を図 6 に示す。最も大きな値を示した上下方向について示しており、濃い線がパレットの下板 (防振前)、薄い線が上板 (防振後) の結果である。橇上では 3[G] 程度の振動が生じているが、防振パレットによって 1[G] 以下に減衰されていることがわかる。前後、左右方向の振動については防振装置がなくても 1[G] 以内になっていた。FFT 解析したものを図 7 に示す。これより防振パレットにより多くの周波数成分は減衰されているが、固有振動数となる 5[Hz] 程度にピークが新たに生じている。設計した防振装置では、この成分の振動を防ぐことは非常に難しいが、雪上走行中に生じる大きな衝撃はこれよりも高い周波数成分が支配的であるため、現在のところ共振による問題は発生していない。

2 種類の牽引ロープによる結果を図 8 に示す。剛性の小さいソフトカーロープ(a)の衝撃振動のピーク値はスチールワイヤー(b)よりも小さくなっていることがわかる。また、上下前後方向の衝撃振動についても同様の結果になったことから、雪上車に緩衝作用のある連結器を取り付けることで衝撃振動による損傷のリスクが解消されることがわかる。

ここでは省略するが、防振パレットのフレームはアルミニウム合金で製作しており、低温においても鉄鋼製のように強度低下しないことを確認した。

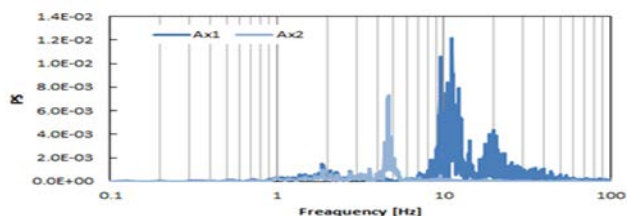
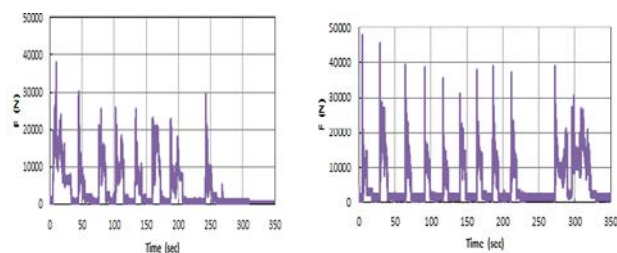


図 7 FFT 解析結果 (上下方向の振動)



(a)ソフトカーロープ (b)スチールワイヤー

図 8 牽引力の比較

MPPT 法を導入した太陽光追尾システム

- ◎ 木村 茂雄 神奈川工科大学工学部・教授
- 板子 一隆 神奈川工科大学工学部・教授
- 森 武昭 神奈川工科大学工学部・教授
- 山岸 陽一 神奈川工科大学工学部・准教授

(国立極地研究所) 菊池 雅行
平成25年～平成27年(3か年)

【研究成果】

1. 緒言

太陽光エネルギー利用はエネルギー確保自立の有効な手段であり、かつ環境負荷への低減も期待できる。近年その普及が国内外で急速に高まっているものの、素子自体や制御方式、あるいは素子表面の遮蔽時の発電効率を含めた各種問題を内在する。安定かつ効率の高いエネルギー確保が不可避である極域での研究・日常生活に資するべく太陽光発電の効率向上を目指した。

2. 研究成果

2-1. 改良型 MPPT 制御方式の開発

既に提案した太陽光発電のためのIV特性スキャン型 MPPT 制御法を改良した。従来型は、ある一定間隔で I-V 特性をスキャンして最大電力点を追従する方式であり独立型太陽光発電システムにおいて、パネルの部分影時や混成使用時に従来の山登り法(P&O法)と比較して、取得電力を増加させることができることが明らかとなっている。しかし、この方式では、Lの値を小さくするとI-V特性を検出するための時間が短くなり、Aのコンバータの分解能によっては検出精度に問題が生じる恐れがある。そこで、新たに検出時間制御付IV特性スキャン型 MPPT 制御法(改良型 MPPT 制御)を提案した。

2-2. 積雪などによる遮蔽への効果

極地を含め寒冷環境での太陽光利用での問題の一つに太陽電池パネル面上の部分的な影の影響がある。降雪や飛散する雪のパネル面上の積雪によってパネルを構成するアレイに照射される光が不均一になることが原因である(落ち葉、鳥の糞、電柱、樹木、建物、汚れも同様である)。このとき、従来のパワコンでは動作点が迷走し、出力の低下をきたす。新規開発の制御法ではこうした問題が改善され、発電量の増加をもたらすことが期待できる。

そこで、太陽光パネルの一部を人為的に遮蔽したモデルを作成し、従来の制御法と新規開発の制御法による発電電力の比較を行った。図1.に一部遮蔽モデルの概略を示す。

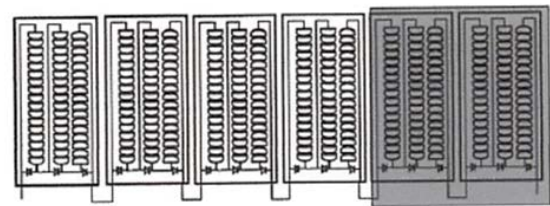


図1. 一部を遮蔽した太陽光パネル

図2.にパネルの一部を遮蔽(透過率80%のシートによる)した場合の発生電力の違いを示す。図から明らかなように部分影が発生した場合電圧-電力に大きく差異がみられる。このとき従来の制御方式の場合、必ずしも最大電力となる電圧を検出することができないこととなる。従来と開発した制御法による発生電力の差を表1.に示す。開発した制御法を用いた場合、従来のそれと比較して2倍以上の出力が期待されることがわかる。

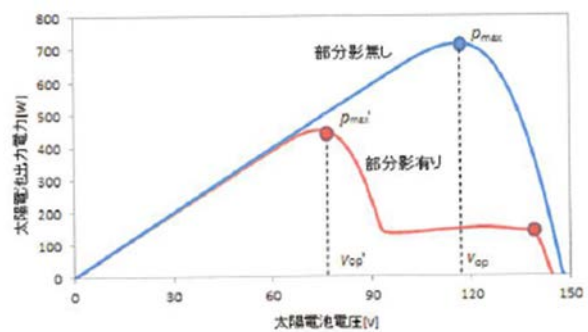


図2. 部分影による発生電力の比較

表1. 制御方式の違いによる発生電力の違い

PCS	Voltage at op. pnt. [V]	Power generation [W]
developed	75	440
commercial	140	200

2-3. Hotspot 検出のための動作解析

太陽電池モジュールの一部のセルに欠陥があり、この

部位が長時間に渡り太陽光が遮蔽された場合、発熱して高温となり (Hotspot) 結果セルの破壊を招くことがある。欠陥はモジュールの使用中に発生することがあり、ことに極域のような過酷な環境下での利用ではその発生の蓋然性が高い。さらに、部品交換等の容易でない場合は当該モジュールの利用を停止するなどが要求される。そこで、運用中にこの Hotspot を検出する手法の確立のため数値的による動作解析を行った。解析では結晶欠陥のある Hotspot-cell を抵抗と見なし、抵抗値を変数として定式化した。図3にシミュレーション結果と実測した結果を示す。Hotspot-cell の抵抗値を適当に選択した場合実際をよく表現できている。

3. 結言

これまでに多くに利用されてきた太陽光発電制御方式の問題点を解決するために新規の制御法を開発し、一部を遮蔽した太陽光パネルによって行い、その効果の高いことを示した。また、パネル利用にあたっての問題点である Hotspot 検出のための手法を考案し、妥当性を証した。

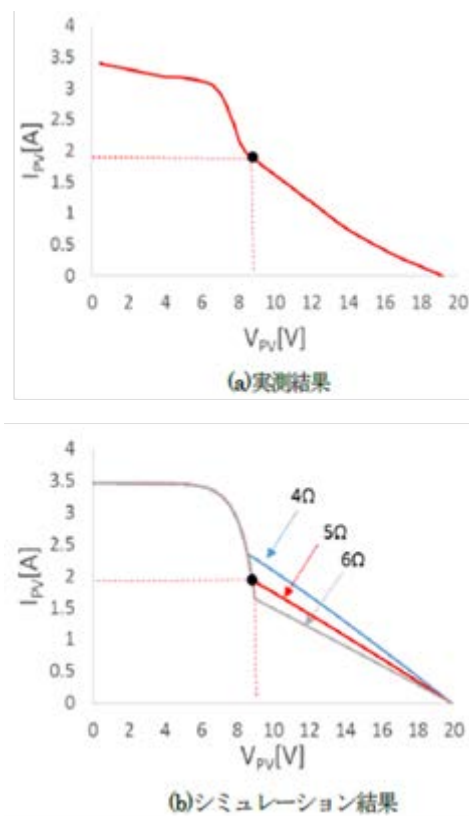


図3. Hotspot 検出法の妥当性の評価

研究成果の発表

1. K. Itako: Power Conditioning System with New WPT Control for a grid-Connected PV Power Generation System, Proceedings of PCIM2013 (8pages), 2013
2. K.Itako: High Efficiency PCS with Scan-Type WPT Control for a Grid-Connected PV Power Generation System, Journal of Energy and Power Engineering, Vol.8, No.1, pp.137-143, 2014
3. 板子,工藤: 単結晶太陽電池モジュールのホットスポットに関する検討, 電気設備学会, 誌, Vol.34, No.2, pp.140~146, 2014
4. C. Huang, K.Itako, T.Mori, and Q. Ge: MPPT Control Method Using Boost Type DC-DC Converter for PV Generation System with Mismatched Module, Proceedings of PEE2014 (6pages) 2014
5. C.Huang, K.Itako, T.Mori and Q.Ge: MPPT Control Method Using Buck Type DC-DC Converter for PV Generation System with Mismatched Modules, Proceedings of ICEE 2014, 4pages, 2014
6. C.Huang, K.Itako, T.Mori and Q.Ge: MPPT Control System for PV Generation System with Mismatched Modules, Journal of Energy and Power Engineering (USA), Vol.9,No.1,pp.83-90, 2015

(共同研究報告書 (終了))

寒冷環境下における機能性繊維を用いた衣服内気候の研究 (研究課題)

◎伊豆原 月絵 日本大学理工学部・教授 (研究代表者)
平山善吉 日本大学理工学部・名誉教授 (共同研究者)
前田昭夫 帝国繊維・機能繊維研究部・部長
(国立極地研究所)
菊池雅行 助教 (担当教員)
平成25年～平成27年 (3か年) (研究期間)

[研究成果]

本研究は、寒冷環境下における機能性繊維を用いたウェア (衣料) の着による衣服内気候試験を行い、その結果を極地観測に活かし、かつ様々な環境下に役立つ情報を社会に提供する目的で行った。

平成25年度は、女子大生4名の被験者に10度、25度、低温室(-30度)など、様々な環境下において、各種繊維素材のアンダーウェアを着装し、南極観測隊ユニホームを着装し、運動試験を行うことで、衣服内の温度、湿度の変化を計測し、着心地や機能性について検討した。

研究方法：衣服内温度・湿度計測機器を用いて、衣服内の環境変化を記録した。南極観測隊のユニホームは、素肌に直接着用するものではなく、アウターの上からユニホームを着装することから、本試験では、下着、靴下などは、同一の素材のものを着装し、下着とウェアとの関係も考慮した。下着については、この試験では、ヒートテックなどの機能性繊維が市販され、社会的にブームであったことから、ヒートテック(アクリル39%、ポリエステル33%、レーヨン20%、ポリウレタン8%)、レギンス(ナイロン90%、ポリウレタン10%)、冬用靴下木綿(木綿100%)、体育館シューズを着用した。また、ヒートテックに代わり、Tシャツ(木綿100%)での試験を行った。下着と靴下をあわせて、アンダーウェアと表記する。

測定機器は、株式会社ティアンドデイ RTR-53A(製造年:2009年)、RTR-50(製造年:2010年)を用いて試験を行った。気温:20.4℃~20.5℃、湿度36.7%の室内にて行った。

1. アンダーウェアの種類別に運動試験を行った結果、ヒートテックは、木綿のTシャツに比べ、運動を行うと温度が上昇し、湿度も上昇し運動をやめると温度、湿度が高くなり、上昇を続けることが明らかになった。このことから、アンダーウェアの繊維特性が、アウターに影響を与えないように、木綿のTシャツと木綿のスパッツ、木綿の靴下

を着用(図1)し、市販のスキーウェア(図2)と南極観測隊ユニホーム(図3)の着試験を行った。



図1 アンダーウェア



図3 南極観測隊ユニホーム

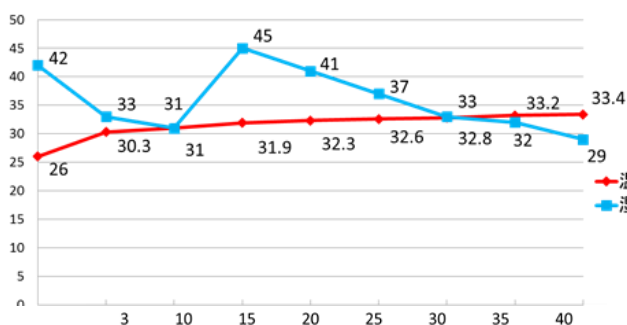
2. アンダーウェアを前述の木綿100%素材に統一し、条件を揃えて、南極観測隊ユニホームとスキーウェアの衣服内気候試験を行い比較した。

- ①運動前の温度と湿度を測る
- ②7分間踏み台昇降をする
- ③踏み台昇降終了後の温度と湿度を測る
- ④30分間座って静止する
- ⑤静止30分後まで、計測する。

その結果、スキーウェアを着装した場合は、直後に湿度が上がるのがわかる。スキーウェアを着装した際、冬のスキー場での防寒のために作られているため、着装するとすぐに温度が上昇するが、湿度が湿度もかなり高くなる。そして、時間の経過とともに衣服内温度は、26度から、着装して3分後には、30.3度まで上がる。さらに、昇降運動を7分間行くと、衣服内温度は31.9度になり、湿度は安静時の湿度31%であったものが、運動を行うと45%にまで上昇した。このように、保温性の高い防寒着は、着装した時に、すぐに暖かく感じさせるために、被験者の体温で発熱する素材も多く使われる。そのため、着用後すぐに、衣服内温度が上がり、衣服内の湿度も上がる。しかし、現在は、以前に比べて衣服内湿度なども考慮されて制作している製品が多くなっ

ている。この市販のスキーウェアでは、着装時の衣服内温度 26 度から 7 分間の運動をし、33,4 度まで 7,4 度上昇し、湿度は、運動をする前の衣服内湿度に近づくまで下がるには、約 30 分を要した。

表 1 スキーウェアの衣服内気候



次に、南極観測隊のユニホームの結果を述べる。先のスキーウェアと同一条件で行った試験結果は、南極観測隊ユニホームの着装時は、32,3 度、衣服内湿度は 27%、安静にしていた 3 分後には、衣服内温度は 1 度上昇したが、衣服内湿度は、変わらず 27%であった。次に 7 分間の昇降運動を行ったところ、運動直後は、衣服内温度が 33,3 度と変化せず、衣服内湿度は、24%に下がり、3%低くなった。運動後 5 分で、衣服内温度は、0,7 度上昇し、それに伴い衣服内湿度が一旦は上昇した。昇降運動の 5 分後には、衣服内温度は 34,3 度になり、衣服内湿度も 1 度上昇し、27%になった。この 27%は、着装し、3 分間の安静時の湿度であり、運動 5 分後には、運動する前の湿度に戻り、運動終了後 10 分後には、着装時の衣服内湿度よりも湿度がさらに低くなり、26%になった。衣服内湿度は、ユニホーム着装時の 27%よりも上昇することはなかった。

運動前の衣服内温度の 33,3 度が運動後の 10 分後には、34,3 度とわずか 1 度の上昇にとどまり、その衣服内温度は変わることなく、一定のまま、30 分を経過したことがわかる。また、衣服内湿度は、昇降運動後 1%上昇したのみで、10 分後には、衣服内湿度は安静時の 26%にもどり、そのまま 30 分間変わらずに一定の湿度を保持した。

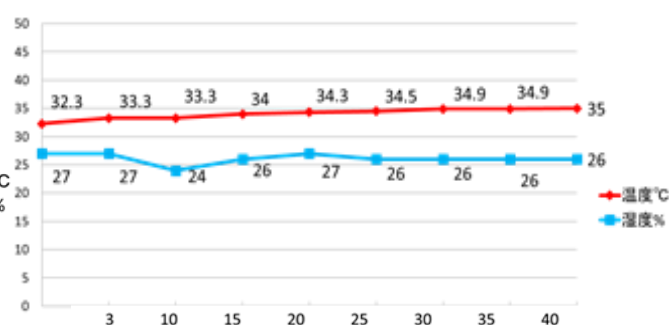
考察

試験結果から、以下のことがわかった。1) 市販されているスキーウェアでは、着装時の衣服内温度が 26 度と低く、南極観測隊ユニホームが 32,3 度であることから、南極観測隊のユニホームは着装してすぐに、衣服内の温度が上昇していることがわかる。2) しかし、スキーウェアは、着装時の衣服内湿度が 42%と高く、安静後は 33%に下がっていることから、スキーウェアを着装した瞬間に、暖かく感じ、発汗したことが考えられる。その後、安静 3 分で衣

服内湿度は 33%となっていた。

3) 南極観測隊ユニホームは、衣服内の気温がスキーウェアに比べて 6,3 度も高いにもかかわらず着装時と安静 3 分後の衣服内湿度が 27%と変わらない。

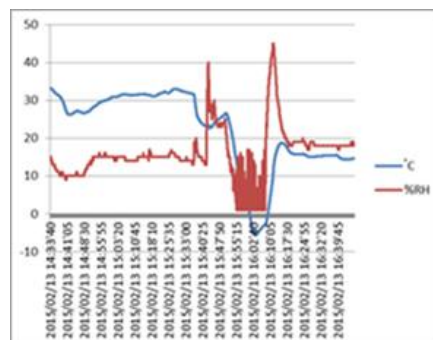
表 2 南極観測隊ユニホームの衣服内気候



スキーウェアの衣服内気候は、33%と高いのに比べ南極観測隊ユニホームの衣服内湿度が低い。4) 市販のスキーウェアは運動後に衣服内湿度が 45%に上昇し、運動前の衣服内湿度に近づくのは 30 分を要しているが、南極観測隊のユニホームは、運動をしたにもかかわらず、衣服内温度、湿度ともに一定を保っていた。

また、男子 4 名の被験者に、低温室 (-30 度) において、屈伸運動試験を行った。その結果、衣服内温度・湿度ともに作業後に上がった数値が平常値に下がるまでに要する時間は、観測隊ユニホームでは、3 分~5 分、スキーウェアでは 10 分以上要した。

表 3 南極観測隊ユニホームの衣服内気候



結論

以上のことから、機能繊維は、暖かく、運動および作業をしても衣服内温度が上がらないため、汗をかかず、安静時に、汗による冷えがおこりにくい。南極観測隊ユニホームは、保温性吸水拡散性の高い機能性繊維を用いて、運動や作業により生じた体内の蒸気を素早く中綿内部に吸収し、中綿の広い範囲に蒸気を拡散させ、衣服内部から外部に透湿させる機能を持たせてある。運動を行っても衣服内の温度、湿度は変わらないことを目的に設計されているが、本研究では、機能性繊維が有効であることが立証できたといえる。今後は、極地観測に活かし、かつ様々な環境下に役立てる情報を社会に提供したい。

共同研究報告書（終了）

新内陸基地における緊急時対応策の研究

◎農業・食品産業技術総合研究機構・フェロー 横山宏太郎（研究代表者）

（国立極地研究所）

極地工学研究グループ 助教 菊池 雅行（担当教員）

平成 25 年～平成 27 年（3 年）

[研究成果]

1. はじめに

計画検討が開始された新内陸基地は、ドームふじ基地よりさらに内陸に建設される可能性がある。その場合緊急時の対応はドームふじに比べてさらに困難になると考えられるので、検討の必要がある。その基礎として、第一期掘削計画におけるドームふじ越冬時の緊急退避方策の事後評価を行うとともに、新技術の導入可能性を調査することにした。

第一期掘削計画では、SM100S 型雪上車が運用可能な気温を基準に、日平均気温 -60°C 以上を行動可能日と考えた。米国プラトー基地の 1966～68 年のデータに基づいて推定すると、夏期 11 月～2 月は行動可能日が 100%で問題なく、10 月と 3 月は 60%でほぼ問題ない。問題は 4 月～9 月の冬期 6 ヶ月間であるが、その期間でも行動可能日の割合は 15%で、5 日間程度持続することはあり、冬期でもドームふじから昭和基地に向けての退避行動は可能としていた。

2. 行動可能日数の検討

ドームふじ第一期掘削計画実施時の気象データを用い、各月ごとに行動可能日の割合を求めた。データは 1995 年 2 月から 1998 年 1 月、約 3 年間である。その結果、4 月から 9 月の行動可能日の割合は、計画時は 15%と推定していたが、対象の期間では 27%で、推定よりも好条件であった。特に 4 月と 7 月に違いが大きかった（図 1）。

次に、行動可能日がどの程度継続するかを検討した。約 3 年の全期間にわたり、行動可能日、行動不能日がそれぞれ継続する日数をカウントした。計画時は 5 日間程度その条件が持続すると推定していたが、実際にはこの 6 ヶ月間で行動可能日が 5 日以上継続したのは 95 年に 3 回、96 年に 4 回、97 年に 3 回であり、きわめて稀であることがわかった（表 1）。なお最長は 95 年 7 月の 18 日であった。

行動可能日/不可能日の閾値を日平均気温 -55°C 、 -65°C とした場合についても検討したところ、 -55°C

とすると、冬期の行動可能日の割合は非常に小さくなり、退避行動はきわめて困難になると予想された。すなわち、雪上車の運用限界温度が -60°C であることは大変重要であるといえる。

以上の結果からは、退避行動は可能であるが、素早い行動開始が必要で、それができる状態を維持することが重要と考えられる。

一方、各隊の報告を点検するとともに、ドームふじ越冬経験者への聞き取り調査を行った。そこでは、厳冬期の退避行動は現実的には困難とする意見が多い。原因としては、行動開始に要する作業が非常に困難で時間がかかることがあげられていた。

厳冬期における雪上車の取り扱いが隊次によりまちまちな現状を見ると、その最善の方策をあらためて検討する必要がある。また一方で、退避せず現地に対応する方策も別途検討しておく必要がある。病気や怪我の場合に、遠隔医療支援が実施可能かどうかはその一つであろう。

表 1 -60°C 以上の気温が 5 日以上継続した回数（1995 年 2 月～98 年 1 月、約 3 年間）

月	回数	年
4月	2	95, 96
5月	0	
6月	1	97
7月	3	95, 96, 97
8月	2	95, 96
9月	2	96, 97
合計	10	

3. 緊急時対応技術としてのデジタル通信

3.1 日本国内と南極大陸内部のデジタル通信

2016 年 3 月現在、日本国内と南極大陸内陸部で直接交信可能な商用デジタル通信手段は、イリジウム

（裏面に続く）

衛星を利用した 128kbps のサービスのみとなっている。これまでのところイリジウム社からはこれを上回る通信速度の提供はアナウンスされていない。2015年にインマルサット社によって700kbpsの衛星デジタル通信サービスが開始されたが、南極大陸内陸はサービスエリア外となっている。したがって通信速度に関して今後数年は現状維持であると予想される。しかしこの通信速度であっても、時間をかけることで高精度の静止画像の転送は可能である。あらかじめ時間をかけて写真・地図を伝送した後、それを元に音声で討論を行うなどの運用が有効な使い方となるが、FAX と異なり汎用的な製品が存在しないため、非常時に備え必要な端末と操作手順を双方で整えておく必要がある。

3.2 雪上車間のデジタル通信

走行する雪上車間は車間距離が数十メートルであることから、無指向性アンテナによる無線 LAN データ通信が有効である。先頭車両のモニタ画像を後方車両に表示した障害登坂の事前通知、運転者同士の音声による情報交換、車両ステータスの共有など各種運転支援に有効利用できる。

4. まとめ

これまでのドームふじ越冬中に退避行動が必要となるような事態が発生しなかったのは幸運であった。しかし今後の内陸越冬のためには、より実効性のある緊急時対応策を検討しておく必要がある。

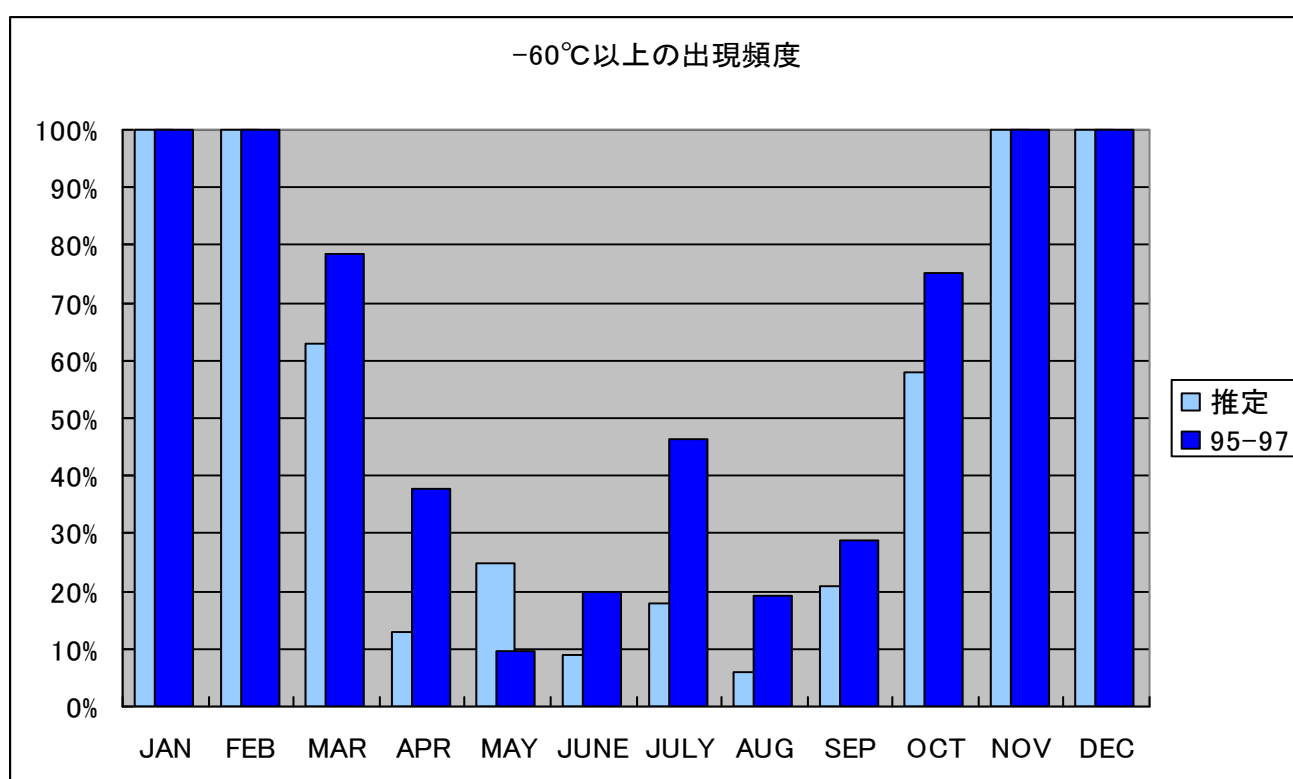


図1 ドームふじにおける各月ごとの日平均気温-60℃以上の出現頻度 (%)。「推定」はプラトー基地データからの推定 (文献1)、「95-97」は1995年2月から98年1月までの約3年間の集計。4月と7月では、両者の差異が大きい。

[参考文献]

1) 渡辺ほか編 (2002) ; 南極大陸の氷を掘る! (極地選書2), 国立極地研究所

[研究発表]

2015年度 設営シンポジウムにて発表

II. 研究集会報告

研究集会

集 会 等 実 施 報 告 書

				※係記入欄
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input type="checkbox"/> ワークショップ <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会 <input type="checkbox"/> 会合 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。				
集会名	新極域科学計算機システムおよび高速ネットワークを利用した新しいデータ収集・解析とモデリングに関する研究集会			
開催日時	2015年7月23日(木)		開催場所	国立極地研究所 3階セミナー室
概要	極域データセンターの主要な業務である計算機システム、昭和基地向け衛星通信回線ならびにデータベース、ネットワークの利用者を対象として、研究課題および技術的な面で情報交換を行った。現在の利用環境についての課題のほかに将来計画や研究テーマの方向性等報告があった。			
報告者 (担当者)	岡田雅樹			
所 内	氏名(所属)	氏名(所属)	備考	
	片岡龍峰(宙空)	宮岡宏(宙空)		
	照井(北極)	平沢尚彦(気水)		
	榎本浩之(北極)	岡田雅樹(宙空)		
	門倉昭(宙空)	矢吹裕伯(北極)		
	浅井博明	金尾政紀(地圏)		
	渡辺創			
	小計	11名		
所 外	氏名	所属	※注	備考
	梅野健	京都大学	大学院生 外国人	
	五十嵐喜良	京都大学	大学院生 外国人	
	田中高史	九州大学	大学院生 外国人	
	吉岡大樹	九州大学	大学院生 外国人	
	渋谷亮輔	東京大学	大学院生 外国人	
	雨宮新	東京大学	大学院生 外国人	
	藤田茂	気象大	大学院生 外国人	
	村田健	情報通信研究機構	大学院生 外国人	
	文岩基栄	KDDI	大学院生 外国人	
	加藤清治	三菱電機	大学院生 外国人	
	小沢和弘	三菱電機	大学院生 外国人	
	守屋卓	日立製作所	大学院生 外国人	
	棚橋俊夫	日立製作所	大学院生 外国人	
小柳智和	日立製作所	大学院生 外国人		

	氏名	所属	※注	備考
所 外	清水正明	日立製作所	大学院生 外国人	
	高橋克典	日立製作所	大学院生 外国人	
	橋本昌人	日立製作所	大学院生 外国人	日立製作所他4名
	小計	21 名		
合計 32 名			大学院生	3 名(内数)
			外国人	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。

研究集会実施報告書

※係記入欄

研究課題名 (集会名)	EISCAT研究集会			
開催日時	平成28年1月29日	開催場所	国立極地研究所	
概要	北極域超高層大気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/EISCAT_3D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、EISCAT_3Dに関する最新の情報交換・意見交換を行った。後半には、2015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と共に、特別実験に関連する幅広い議論を行った。			
	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	国際北極環境研究センター	教授	
	小川 泰信	国際北極環境研究センター	准教授	
	堤 雅基	宙空圏研究グループ	准教授	
	行松彰	宙空圏研究グループ	准教授	
	富川喜弘	宙空圏研究グループ	准教授	
	西村耕司	宙空圏研究グループ	特任准教授	
	神前丈	宙空圏研究グループ	特任研究員	
	佐藤由佳	宙空圏研究グループ	特任研究員	
	藤原康德	宙空圏研究グループ	大学院生	
	内田ヘルベルト陽仁	宙空圏研究グループ	大学院生	
小計	11名			
所 外	野澤悟徳	名大	准教授	
	三好由純	名大	准教授	
	大山伸一郎	名大	講師	
	細川敬祐	電通大	准教授	
	高橋透	電通大	研究員	
	坂井純	電通大	研究員	
	藤原均	成蹊大学	教授	
	早川基	宇宙研	教授	
	川原琢也	信州大	准教授	
	坂野井健	東北大	准教授	
	近藤裕菜	東北大	大学院生	
小計	11名			
合計	22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	
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input type="checkbox"/> ワークショップ <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会 <input type="checkbox"/> 会合 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。					
集会名		SuperDARNIによる極域～中緯度超高層大気研究集会			
開催日時		2015年9月14日～15日		開催場所	名古屋大学
概要		国際短波レーダー観測網プロジェクトである「SuperDARN」は、1995年の創設当時に極地研も加盟して以来20年の節目を迎えた。日本を含む加盟研究機関、レーダー数、観測研究方法、研究分野を大きく拡大しながら、多岐に亘る研究成果をあげてきた。特に近年では極域のみならず中緯度へも視野を拡大し、磁気嵐の全体像やサブオーロラ帯の現象、高～中緯度の領域間結合等の研究も発展している。これらの背景を受けて、これまで、極地研や名古屋大学で別々の科学目的で独立して研究集会を開催してきたが、今回は日本でSuperDARNに加盟する極地研、情報通信研究機構、名古屋大学の3機関が主催する共催の形式で初めて開催し、SuperDARN関係者が一堂に会し、極域並びにサブオーロラ帯や高中緯度間結合を含めた超高層大気に関する研究会を実施した。今回は調整の上、名古屋大学で開催とし、約20名の参加、及び、15件の発表を得た。現在進行中の様々な共同研究の進捗や成果について発表して情報交換を行うと共に、更なる極域超高層大気共同研究の発展に寄与することを目指し、今後日本のSuperDARN研究界が世界を牽引してゆくべき重要課題について掘り下げた議論を行った。今回は、特に、来年度に打上げが迫ってきた内部磁気圏観測衛星ERGとの連携を狙った研究テーマや、シミュレーション研究とSuperDARNとの連携による磁気嵐研究に関わる発表等で特に活発な議論が行われた。来年度以降も、共催の形で開催の希望も多く、その方向で検討している。また、今回研究集会終了後には、SuperDARNIにcore的に関わる関係者による会合も実施し、運用上の課題や解決方法、予算等について、今後の協力体制等について議論を更に深めた。			
報告者(担当者)		行松 彰			
所 内	氏名	所属		備考	
	行松 彰	研究・教育系			
	堤 雅基	研究・教育系			
	門脇 優香	研究・教育系			
	小計	3名			
所 外	氏名	所属		※注	備考
	西谷 望	名古屋大学		大学院生 外国人	
	長妻 努	通信情報研究機構		大学院生 外国人	
	小川忠彦	通信情報研究機構		大学院生 外国人	
	細川敬祐	電気通信大学		大学院生 外国人	
	堀 智昭	名古屋大学		大学院生 外国人	
	渡辺正和	九州大学		大学院生 外国人	
	河野英昭	九州大学		大学院生 外国人	
田中高史	九州大学		大学院生 外国人		

	氏名	所属	※注	備考
所 外	藤田茂	気象大学校	大学院生 外国人	
	菊池 崇	名古屋大学	大学院生 外国人	
	海老原祐輔	京都大学	大学院生 外国人	
	寺本万里子	宇宙航空研究開発気候・宇宙科学研究所	大学院生 外国人	
	Khan-Hyuk Kim	名古屋大学	大学院生 外国人	(韓国)
	大塚雄一	名古屋大学	大学院生 外国人	
	濱口佳之	名古屋大学	大学院生 外国人	
	飯田剛平	名古屋大学	大学院生 外国人	学部生4年
	横手心剛	名古屋大学	大学院生 外国人	学部生4年
	小計	17 名		
	合計	20 名	大学院生 2 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。

集 会 等 実 施 報 告 書

				※係記入欄
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input type="checkbox"/> ワークショップ <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会 <input type="checkbox"/> 会合 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。				
集会名	SuperDARNIによる極域～中緯度超高層大気研究集会(2)			
開催日時	2015年12月9日	開催場所	国立極地研究所	
概要	国際短波レーダー観測網プロジェクトである「SuperDARN」は、1995年の創設当時に極地研も加盟して以来20年の節目を迎えた。日本を含む加盟研究機関、レーダー数、観測研究方法、研究分野を大きく拡大しながら、多岐に亘る研究成果をあげてきた。特に近年では極域のみならず中緯度へも視野を拡大し、磁気嵐の全体像やサブオーロラ帯の現象、高～中緯度の領域間結合等の研究も発展している。これらの背景を受けて、9月14-15日には、日本でSuperDARNに加盟する極地研、情報通信研究機構、名古屋大学の3機関が主催する共催の形式で初めて研究集会を開催し、国内のSuperDARN関係者が一堂に会し、極域並びにサブオーロラ帯や高中緯度間結合を含めた超高層大気研究に関する研究会を実施した。9月の研究集会の後、様々な共同研究の立案やレーダー運用、解析手法、他のプロジェクトとの共同研究等について、深く関わる者が集まり、議論する場としての小規模な研究集会を12月9日に極地研にて開催した。特に、来年度に打上げが迫ってきた内部磁気圏観測衛星ERGとの連携の為の具体的な観測体制や国際組織対応等についての議論、極地研で今年度特に強力で整備を進めてきたデータベースや解析環境、SuperDARN Japanのホームページ等の整備状況の説明と今後の方針、データ利用者や共同研究の拡大、共同研究体制の発展等について、詳細な議論を行った。			
報告者(担当者)	行松 彰			
所 内	氏名	所属	備考	
	行松 彰	研究・教育系		
	門脇 優香	研究・教育系		
	小計	2 名		
所 外	氏名	所属	※注	備考
	西谷 望	名古屋大学	大学院生 外国人	
	長妻 努	通信情報研究機構	大学院生 外国人	
	細川敬祐	電気通信大学	大学院生 外国人	
	堀智昭	名古屋大学	大学院生 外国人	
	渡辺正和	九州大学	大学院生 外国人	TV会議遠隔参加
	河野英昭	九州大学	大学院生 外国人	TV会議遠隔参加
小計	6 名			
合計		8 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	
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input type="checkbox"/> ワークショップ <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会 <input type="checkbox"/> 会合 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。					
集会名	近未来の宙空圏関連極域研究観測を考える研究集会				
開催日時	2016年3月28日	開催場所	国立極地研究所 3階セミナー室		
概要	現在のⅧ期および次期Ⅸ期の南極研究観測計画にとらわれず、もう少し先を見た宙空圏関連の極域研究観測を議論した。サイエンス面から必要とされる今後の観測の方向性や、光および電波による新しい観測手法の可能性について議論し、また宙空圏とは直接には関連しない分野の観測手法の紹介もお願いして、多面的な情報交換を行った。				
報告者 (担当者)	堤 雅基				
所 内	氏名	所属	備考		
	堤 雅基	極地研・准教授			
	行松 彰	極地研・准教授			
	片岡龍峰	極地研・准教授			
	中村卓司	極地研・教授			
	西村耕司	極地研・特任准教授			
	田中良昌	極地研・特任准教授			
	江尻 省	極地研・助教			
	富川喜弘	極地研・准教授			
	西山尚典	極地研。助教			
	山岸久雄	極地研・特任教授			
	小計	10名			
所 外	氏名	所属	※注	備考	
	藤原 均	成蹊大・教授	大学院生 外国人		
	細川敬祐	電通大・准教授	大学院生 外国人		
	中井直正	筑波大学・教授	大学院生 外国人		
	川原琢也	信州大学・准教授	大学院生 外国人		
	津田卓雄	電通大・助教	大学院生 外国人		
	津野克彦	理研・テクニカルスタッフ 極地研特任講師	大学院生 外国人		
	村上武晴	理研・協力研究員	大学院生 外国人		
	佐藤光輝	北海道大学・准教授	大学院生 外国人		
坂野井健	東北大学・准教授	大学院生 外国人			

	氏名	所属	※注	備考
	三好勉信	九大・准教授	大学院生 外国人	
	小計	10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		
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会・ワークショップ <input type="checkbox"/> 打合せ・会合 <input type="checkbox"/> 談話会・講演会 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。							
集会名		中間圏・熱圏・電離圏(MTI)研究集会					
開催日時		2015年8月31日(月)～9月2日(水)		開催場所	情報通信研究機構		
概要		国立極地研究所、情報通信研究機構、名古屋大学太陽地球環境研究所、京都大学生存圏研究所の4機関共同で主催し、3日間の日程で開催、75名(うち学生は16名)が参加し、招待講演を含む51件(口頭26件、ポスター25件)の研究発表が行われた。前年度に引き続き、MTI Grand Challenge と題して「極域と中低緯度現象の相違点から理解するMTIの科学」「大気上下結合解明に向けたMTIの科学」の2つのトピックについて、MTI分野で解決すべき課題の洗い出しを12名の招待講演者を招いて行った。また、MTI大型研究紹介というセッションを設けて現在進行中・計画中の大型計画の情報交換を行うことで、研究者間の情報共有と協力を促し、新たな研究の発見につながる場を提供した。					
報告者(担当者)		富川喜弘					
所 内	氏名		所属		備考		
	富川喜弘		宙空圏				
	小川泰信		宙空圏				
	江尻省		宙空圏				
	堤雅基		宙空圏				
	西山尚典		宙空圏				
	小計		5名				
所 外	氏名		所属		大学院生 ※	外国人 ※	備考
	松田貴嗣		総研大		○		
	高麗正史		東大院理				
	Huixin Liu		九州大学			○	中国
	Prayitno Abadi		名大STE研		○	○	不明
	Septi Perwitasari		東北大学		○	○	マレーシア
	Watthanasangmechai Kornyanat		京大生存圏			○	タイ
	阿部 琢美		宇宙研				
	家森 俊彦		京都大学				
池田 孝文		京都大学		○			

	氏名	所属	大学院生 ※	外国人 ※	備考	
所	石井 守	情報通信研究機構				
	大塚 雄一	名大STE研				
	大山 伸一郎	名大STE研				
	小寺 邦彦	名大STE研				
	川崎 春夫	宇宙航空研究開発機構				
	北村 成寿	宇宙研				
	木下 武也	情報通信研究機構				
	久保田 実	情報通信研究機構				
	児玉 哲哉	宇宙航空研究開発機構				
	齊藤 昭則	京都大学				
	坂崎 貴俊	京大生存圏				
	坂野井 和代	駒澤大学				
	坂野井 健	東北大学				
	坂本 優美花	東海大学	○			
	佐藤 大仁	京都大学	○			
	塩川 和夫	名大STE研				
	品川 裕之	情報通信研究機構				
	陣 英克	情報通信研究機構				
	外	新堀 淳樹	京大生存圏			
		鈴木 臣	愛知大学			
鈴木 秀彦		明治大学				
鈴木 睦		宇宙研				
高橋 透		電気通信大学				
高橋 幸弘		北海道大学				
高星 和人		千葉大学	○			
長南 光倫		千葉大学				
中田 裕之		千葉大学				
西岡 未知		情報通信研究機構				
西谷 望		名大STE研				
野澤 悟徳		名大STE研				
平林 慎一郎		千葉大学	○			
藤原 均		成蹊大学				
星野 宏和		宇宙航空研究開発機構				

	氏名		所属	大学院生 ※	外国人 ※	備考	
	所	穂積 裕太		京都大学	○		
細川 敬祐		電気通信大学					
正村 駿		千葉大学	○				
丸山 隆		情報通信研究機構					
溝口 拓弥		名古屋大学	○				
八束 優		電気通信大学	○				
山田 貴宣		名古屋大学	○				
山本 衛		京大生存圏					
横山 竜宏		情報通信研究機構					
吉川 晃平		千葉大学	○				
吉田 和晃		電気通信大学	○				
渡部 重十		北海道情報大学					
渡邊 祐貴		電気通信大学	○				
三宅 互		東海大学					
三好 勉信		九州大学					
小川 忠彦		情報通信研究機構					
國武 学		情報通信研究機構					
笠井康子		情報通信研究機構					
外		津田 卓雄		電気通信大学			
		落合 啓		情報通信研究機構			
	斎藤 享		電子航法研究所(ENRI)				
	小山 孝一郎		九州大学				
	入交 芳久		情報通信研究機構				
	向井 将		情報通信研究機構				
	坂口 歌織		情報通信研究機構				
	村山 泰啓		情報通信研究機構				
	渡邊 堯		情報通信研究機構				
	Baron Philippe		情報通信研究機構		○	不明	
小計		70 名					
合計		75 名		大学院生	16 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、○を記入してください。それ以外は記入不要です。

○ 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「太陽地球環境データ解析に基づく超高層大気の空間・時間変動の解明」
 第290回生存圏シンポジウム/平成27年度名大STE研研究集会/
 平成27年度極地研研究集会

開催日時 2015年8月17日～19日 開催場所 国立極地研究所
 3階セミナー室

概要
 IUGONET(超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究)プロジェクト主催研究集会を、8月17～19日に極地研3階セミナー室に於いて開催した。今回は、第290回生存圏シンポジウム、平成27年度名大STE研研究集会、平成27年度極地研研究集会との共催で開催された。学部生、大学院生12名を含む、計59名が参加し、非常に盛況であった。
 8月17～18日には、前半に主に太陽・地球惑星科学分野のデータベースや解析ツール、並びに、オープンサイエンス、データ引用、データについての国際連携活動等、近年ホットな話題に関する講演が行われた。後半には、実際に多様なデータを利用した分野横断型研究についての講演が行われ、データ検索システムや統合解析ツール、画像判別アルゴリズム等の応用の重要性が確認された。
 8月19日には、IUGONETが開発している超高層大気データの解析ツール「SPEDAS/UDAS」の講習を行った。実際に、SPEDASのインストール、及び、GUIを使った簡単なデータのロード、プロット、解析を経験していただいた。講習会後に行われたアンケート集計結果でも講習セッションの評価は概ね良好であり、本講習会がSPEDASユーザの拡大と極地研、及び、IUGONETプロジェクト参加機関が所有するデータの流通に繋がったと考えている。なお、研究集会のプログラム及び講演資料は、次のウェブサイトに掲載している。http://www.iugonet.org/meetings/2015-08-17_19.html

報告者(担当者) 田中良昌

所	氏名	所属	備考
	田中 良昌	宙空圏研究グループ?	
	中村 卓司	宙空圏研究グループ	
	西山 尚典	宙空圏研究グループ	
	神前 丈	宙空圏研究グループ	
	門倉 昭	宙空圏研究グループ	
	小川 泰信	宙空圏研究グループ	
	堤 雅基	宙空圏研究グループ	
	宮岡 宏	宙空圏研究グループ	
	富川 喜弘	宙空圏研究グループ	
	佐藤 由佳	宙空圏研究グループ	
	源 泰拓	宙空圏研究グループ	
	佐藤 夏雄	宙空圏研究グループ	

内	山岸 久雄	宙空圏研究グループ		
	藤原 康德	総研大		
	矢吹 裕伯	北極観測センター		
	照井 健志	北極観測センター		
	南山 泰之	情報図書室		
	小計	17	名	
所	氏名	所属	※注	備考
	梅村 宜生	名古屋大学		
	塩川和夫	名大STE研		
	三好由純	名大STE研		
	西谷 望	名大STE研		
	藤井 良一	名古屋大学		
	竹生 大輝	名古屋大学大学院	大学院生	
	米津 佑亮	名古屋大学大学院	大学院生	
	徐 何秋岑	名大STE研	大学院生 外国人	
	櫻井 亨	東海大学		
	長町 信吾	気象庁地磁気観測所		
	村山 泰啓	情報通信研究機構		
	木下 武也	情報通信研究機構		
	國武 学	情報通信研究機構		
	石井 守	情報通信研究機構		
	長妻 努	情報通信研究機構		
	中溝 葵	情報通信研究機構		
	今井 弘二	ISAS/JAXA		
	篠原 育	ISAS/JAXA		
	小原 隆博	東北大学		
	八木 学	東北大学		
	福田陽子	東京大学大学院	大学院生	
	疋田 伶奈	東京大学大学院	大学院生	
	小山 幸伸	国立情報学研究所		
森田 諭	国立天文台			
渡邊 堯	WDS-IPO			
吉川 顕正	九州大学			
阿部 修司	九州大学			

	氏名	所属	※注	備考
外	今城 峻	九州大学	大学院生	
	田中 高史	九州大学 名誉教授		
	荒木 徹	前 京都大学		
	Ritschel, Bernd	京都大学	外国人	
	家森 俊彦	京都大学		
	能勢 正仁	京都大学大学院		
	新堀 淳樹	京都大学生存圏研究所		
	松本 直樹	京都大学理学研究科	大学院生	
	田代 信	埼玉大学		
	中島 悠貴	北海道大学	大学院生	
	益岡 葵	高知工業高等専門学校	専攻科1年	
	吉浪 遼	北九州工業高等専門学校	専攻科過程1年	
	井上 智寛	金沢大学理工学域電子情報学	学部4年	
	出島 工	金沢大学理工学域電子情報学	学部4年	
	大川 満二郎	Exelis VIS		
小計		42 名		
合計			大学院生	12 名(内数)
			外国人	2 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				
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input type="checkbox"/> ワークショップ <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会 <input type="checkbox"/> 会合 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。				
集会名	グランドミニマム研究会(第5階極端宇宙天気研究会)			
開催日時	2015/11/11-12	開催場所	名古屋大学	
概要	マウンダー極小期や弱い太陽活動の宇宙地球環境を主テーマとして、2日間にわたって研究発表と議論が行われた。			
報告者 (担当者)	片岡龍峰			
所 内	氏名	所属	備考	
	片岡龍峰	国立極地研究所		
	小計	1 名		
所 外	氏名	所属	※注	備考
	次ページのとおり		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	
			大学院生 外国人	
			大学院生 外国人	
小計	35 名			
合計 36 名		大学院生	10 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。

No	氏名	所属	職名/学年
1	塩田 大幸	名古屋大学宇宙地球環境研究所	特任助教
2	西谷 望	名古屋大学宇宙地球環境研究所	准教授
3	早川尚志	京都大学大学院文学研究科	M1
4	岡本文典	名古屋大学	研究員
5	片岡龍峰	国立極地研究所	准教授
6	岩木美延	九州大学大学院	修士2年
7	宮原ひろ子	武蔵野美術大学	准教授
8	伊集朝哉	名古屋大学宇宙地球環境研究所	研究員
9	松本倫明	法政大学人間環境学部	教授
10	三宅晶子	茨城工業高等専門学校	講師
11	亘 慎一	情報通信研究機構	研究マネジャー
12	田中高史	九州大学	名誉教授
13	阿部修司	九州大学国際宇宙天気科学・教育センター	学術研究員
14	河村 聡人	京都大学 花山天文台	博士課程3回
15	藤田茂	気象大学校	教授
16	菊池崇	名古屋大学宇宙地球環境研究所	名誉教授
17	海老原祐輔	京都大学生存圏研究所	准教授
18	栗田怜	名古屋大学 宇宙気球環境研究所	PD
19	鈴木 建	名古屋大学 大学院理学研究科	准教授
20	堀田英之	千葉大学	特任助教
21	政田洋平	愛知教育大学	助教
22	鷲見治一	アラバマ大学	研究員
23	山野内 雄哉	名古屋大学宇宙地球環境研究所	修士課程2年
24	桂華邦裕	名古屋大学宇宙地球環境研究所	特任助教
25	石田敏洋	名古屋大学宇宙地球環境研究所	修士課程1年
26	代田真輝	名古屋大学宇宙地球環境研究所	修士課程1年
27	宿谷大志	名古屋大学宇宙地球環境研究所	博士課程2年
28	柴山拓也	名古屋大学宇宙地球環境研究所	修士課程2年
29	草野完也	名古屋大学宇宙地球環境研究所	教授
30	今田晋亮	名古屋大学宇宙地球環境研究所	助教
31	藤木謙一	名古屋大学宇宙地球環境研究所	助教
32	辻隆志	名古屋大学宇宙地球環境研究所	講師
33	西野真木	名古屋大学宇宙地球環境研究所	研究員
34	柴崎清登	太陽物理研	所長
35	渡部ひろゆき	愛知教育大学	学部3年生
36	中野友美	愛知教育大学	学部3年生

研究集会実施報告書

		※係記入欄		
研究課題名 (集会名)	「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」の推進			
開催日時	平成 27 年 8 月20-21 日	開催場所	京都大学	
概要	マスタープラン2014及びロードマップ2014に選出された大型研究プロジェクト「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」の各サブプロジェクト間の有機的連携を深め、計画全体を推進するため、最近のプロジェクト進捗状況に関する情報交換や議論を行った。特に、現行のロードマップ及び次期マスタープラン2017策定に関するアンケート調査3件への対応や、今後の本プロジェクト推進に必要な事項(国際シンポジウム/セッション開催や、各種予算申請など)を議論した。			
	氏名	所属	職	備考
所 内	宮岡 宏	国立極地研究所	教授	
	小川泰信	国立極地研究所	准教授	
	中村 卓司	国立極地研究所	教授	TV会議システムでの参加
	小計	3 名		
所 外	山本 衛	京大	教授	
	津田敏隆	京大	教授	
	橋口浩之	京大	准教授	
	藤井良一	名大	教授	
	塩川和夫	名大	教授	
	野澤悟徳	名大	准教授	
	大塚雄一	名大	准教授	
	吉川顕正	九州大学	講師	TV会議システムでの参加
	小計	8 名		
	合計	11 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
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input type="checkbox"/> ワークショップ <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会 <input type="checkbox"/> 会合 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。				
集会名	電離圏プラズマシート投影問題研究会			
開催日時	2015/9/17-9/18	開催場所	国立極地研究所C301	
概要	オーロラ物理の極域観測を理解するには、シミュレーションを参照することが必要。またシミュレーションを研究するには、極域観測を知る必要がある。相互の交流を行い、互いが現状を良く知ることをめざして研究会を行った。、17日はMHDシミュレーション関連の解説と招待講演、18日は個々の研究発表を中心に議論した。			
報告者 (担当者)	片岡龍峰			
所 内	氏名	所属	備考	
	片岡龍峰	国立極地研究所		
	佐藤由佳	国立極地研究所		
	岡田雅樹	国立極地研究所		
	田中良昌	国立極地研究所		
	西山尚典	国立極地研究所		
小計		5名		
所 外	氏名	所属	※注	備考
	木村洋太	電気通信大学	大学院生	
	尾崎直紀	電気通信大学	大学院生	
	岩木美延	九州大学	大学院生	
	疋田伶奈	東京大学	大学院生	
	鈴木文晴	東京大学	大学院生	
	内田ヘルベルト陽仁	東海大学	大学院生	
	福田陽子	東京大学	大学院生	
	細川敬祐	電気通信大学		
	橋本久美子	吉備国際大学		
	菊池 崇	名大STE研		
	平島 洋	立教大学		
	坂 翁介	office geophysik		
久保田 康文	NICT			

所 外	氏名	所属	※注	備考
	田中 高史	九州大学		
	渡辺 正和	九州大学		
	海老原 祐輔	京都大学		
	鷺見 治一	アラバマ大学		
	藤田茂	気象大学校		
小計 18 名				
合計 23 名			大学院生	7 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。

	氏名	所属	※注	備考
外	大野 浩	北見工業大学	大学院生 外国人	
	笹 公和	筑波大学 研究基盤総合センター	大学院生 外国人	
	繁山 航	長岡技術科学大学大学院	大学院生 外国人	
	関 宰	北海道大学 低温科学研究所	大学院生 外国人	
	藤田 耕史	名古屋大学	大学院生 外国人	
	堀 彰	北見工業大学	大学院生 外国人	
	堀内 一穂	弘前大学	大学院生 外国人	
	三宅 芙沙	名古屋大学高等研究院 宇宙地球環境研究所	大学院生 外国人	
	前杵 英明	法政大学	大学院生 外国人	
	澤柿 教伸	法政大学	大学院生 外国人	
	松井 洋平	海洋研究開発機構	大学院生 外国人	
	望月 優子	理化学研究所 仁科加速器研究センター	大学院生 外国人	
		小計	16 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	
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input type="checkbox"/> ワークショップ <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会 <input type="checkbox"/> 会合 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。			
集会名	南極雪氷科学の展開による新たな古環境復元とメカニズムと解明に向けて		
開催日時	2015年9月24, 25日	開催場所	極地研3階セミナー室
概要	本集会は、極地研究所研究集会 兼 科研費研究集会として開催した。南極観測第IX期計画の重点サブテーマ3「地球システム変動の解明を目指す南極古環境復元」では、南極環境変動の復元を第四紀の様々な時間スケールにおいて進めるべく、次期深層アイスコア掘削に向けた諸活動や、沿岸及び内陸での氷床掘削、大陸棚の地形探査と堆積物採取等を実施する計画となっている。本研究集会では、サブテーマ3に中心に関わる研究者が集まり(所内14名、所外12名)、これまでの研究内容や、今後計画している諸活動や研究のアイデアを互いに紹介して相互の理解を深め、特に最初の2年間での計画を議論・確認した。代表的な発表としては、1日目には、趣旨説明に続き第VIII期の報告と第IX期の全体像およびサブテーマ3に関する総論があり、その後JARE54で実施された新掘削点候補エリアでのレーダー探査の結果、氷床流動とその数値計算、アイスコア研究センターの機能、古気候モデリングに関する発表と議論があった。2日目には、過去の掘削や内陸観測の経験と今後の設営および科学観測への提言に続き、研究の様々なアイデアの紹介があった。一般研究観測での内陸関連計画の紹介もあり、第IX期2年目(59次)でサブテーマ3として計画している内陸旅行への参加希望なども共有でき、今後の計画具体化に向けて大変有益な集会であった。		
報告者(担当者)	川村賢二		
所 内	氏名	所属	備考
	東久美子	気水圏	
	奥野淳一	地圏	
	川又基人	地圏	総研大生
	川村賢二	気水圏	
	櫻井俊光	気水圏	
	末吉哲雄	URA	
	菅沼悠介	地圏	
	須藤健司	気水圏	総研大生
	對島あかね	気水圏	
	永塚尚子	気水圏	
	平沢尚彦	気水圏	
	平林幹啓	気水圏	
	藤田秀二	気水圏	
本山秀明	気水圏		
山内恭	気水圏		

		小計 15 名				
所 外	氏名	所属	※注	備考		
		青木周司	東北大学	大学院生 外国人		
		阿部彩子	東京大学	大学院生 外国人		
		大野浩	北見工業大学	大学院生 外国人		
		亀田貴雄	北見工業大学	大学院生 外国人		
		齋藤冬樹	海洋研究開発機構	大学院生 外国人		
		杉山慎	北海道大学	大学院生 外国人		
		鈴木利孝	山形大学	大学院生 外国人		
		藤田耕史	名古屋大学	大学院生 外国人		
		堀彰	北見工業大学	大学院生 外国人		
		的場澄人	北海道大学	大学院生 外国人		
		望月優子	理化学研究所	大学院生 外国人		
		小計 11 名				
合計 26 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。

集 会 等 実 施 報 告 書

					※係記入欄	
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会・ワークショップ <input type="checkbox"/> 打合せ・会合 <input type="checkbox"/> 談話会・講演会 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。						
集会名		南極海洋-海氷-氷床システムの相互作用と変動に関する研究集会				
開催日時		2016年1月19日		開催場所		国立極地研究所 セミナー室
概要		南極氷床-海氷-海洋システムにおいて、西南極氷床の融解加速と海洋の役割が注目を集める一方、東南極サブシステム間における相互作用の地域的相違と十年規模から数百万年規模の時間変動の存在が明らかになりつつある。本課題は、東南極におけるサブシステム間相互作用特性の海盆間差異の解明と十年規模変動の実態把握を目指す。ウィルクスランド沖及び白瀬氷河周辺域を舞台とした氷床-海洋相互作用の素過程の詳細な把握を目指す。また、リュツォ・ホルム湾域にみられる定着氷や氷河氷舌の十年規模変動、および海洋経年変動の実態と関係性を明らかにする。各チームで進められているデータ・試料の解析結果を報告し、国内外の研究動向に関する情報交換や今後の共同研究の方向性についての検討・議論を行なう。				
報告者 (担当者)		田村岳史				
所 内	氏名	所属			備考	
	田村岳史	気水圏研究グループ				
	橋田元	気水圏研究グループ				
	清水大輔	南極観測センター				
	國分瓦彦	生物圏研究グループ				
	青山雄一	地圏研究グループ				
	奥野淳一	地圏研究グループ				
	柏瀬陽彦	北極観測センター			受入が北大の為、実際には出張	
	平野大輔	北極観測センター				
	牛尾収輝	気水圏研究グループ				
	末吉哲雄	研究戦略企画室				
	高橋晃周	生物圏研究グループ				
	野木義史	地圏研究グループ				
小計		12名				
所 外	氏名	所属		大学院生 ※	外国人 ※	備考
	青木茂	北海道大学 低温科学研究所				
	松村義正	北海道大学 低温科学研究所				
	深町康	北海道大学 低温科学研究所				
	野村大樹	北海道大学 水産学部				

	氏名	所属	大学院生	外国人	備考
			※	※	
所	中田和輝	北海道大学 低温科学研究所	○		
	大島慶一郎	北海道大学 低温科学研究所			
	小野数也	北海道大学 低温科学研究所			
	豊田威信	北海道大学 低温科学研究所			
	山之口勤	RESTEC			
	佐藤健	北海道大学 低温科学研究所			
外	二橋創平	苫小牧高専			
	中村和樹	日本大学			
	沢柿教伸	法政大学			
小計		13 名			
合計			25 名		
			大学院生	1 名(内数)	
			外国人	名(内数)	

※注 「大学院生」もしくは「外国人」に該当する場合のみ、○を記入してください。それ以外は記入不要です。

○ 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	
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input type="checkbox"/> ワークショップ <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会 <input type="checkbox"/> 会合 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。				
集会名	エアロゾル－雲相互作用について語らう会			
開催日時	2016年2月26日	開催場所	国立極地研究所	
概要	エアロゾル－雲相互作用(エアロゾルが雲の形成過程に与える効果など)は、エアロゾルが地球の気候に与える影響を考慮する上で非常に重要で、国際的には盛んに研究が行われている。しかし、日本国内にはそのような研究に取り組むためのノウハウを有する研究者がまだ少ない。そこで本研究集会では、エアロゾル－雲相互作用(エアロゾルが雲の形成過程に与える効果など)について、様々なアプローチ(現地観測、衛星観測、室内実験、数値実験など)で取り組んでいる研究者が集まり、これまでの各々の研究をわかりやすく解説し、質疑応答にも十分な時間を取って意見交換を行った。また、極域にて予定されている研究計画についての紹介も行った。今回は初顔合わせのメンバーが多く、極域での研究に携わったことがない参加者がほとんどであったため、今後、極域を含めた共同研究にも繋げていければと期待している。			
報告者(担当者)	當房豊			
内所	氏名	所属	備考	
	片岡龍峰	極地研		
	近藤豊	極地研		
	當房豊	極地研		
	小計	3名		
外	氏名	所属	※注	備考
	岩本洋子	東京理科大	大学院生 外国人	
	梶野瑞王	気象研	大学院生 外国人	
	佐藤陽祐	理研	大学院生 外国人	
	鈴木健太郎	東大・大気海洋研	大学院生 外国人	
	田尻拓也	気象研	大学院生 外国人	
	島伸一郎	兵庫県立大	大学院生 外国人	
	三隅良平	防災科研	大学院生 外国人	
	宮原ひろ子	武蔵野美大	大学院生 外国人	
	森樹大	東大	大学院生 外国人	
山下克也	防災科研・雪氷	大学院生 外国人		
小計	10名			
合計		13名	大学院生	1名(内数)
			外国人	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	
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input type="checkbox"/> ワークショップ <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会 <input type="checkbox"/> 会合 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。					
集会名	大気・雪氷・海洋間の物質循環と極域への物質輸送に関する研究小集会				
開催日時	平成27年9月28日、29日		開催場所	国立極地研究所セミナー室	
概要	極域における、大気・雪氷・海氷間の物質循環に関する知見、情報を交換することを目的に、参加者が行っている野外観測、数値解析、室内素過程実験、リモートセンシングの結果について議論した。				
報告者 (担当者)	的場澄人				
所 内	氏名	所属		備考	
	東久美子	気水圏研究グループ			
	本山秀明	気水圏研究グループ			
	榎本浩之	国際北極環境研究センター			
	平沢尚彦	気水圏研究グループ			
	平林幹啓	アイスコア研究センター			
	永塚尚子	国際北極環境研究センター			
	對馬あかね	先進プロジェクト研究グループ			
	櫻井俊光	先進プロジェクト研究グループ			
	當房豊	気水圏研究グループ			
小計		9 名			
所 外	氏名	所属		※注	備考
	的場澄人	北大低温研			
	原圭一郎	福岡大学			
	山内恭	元極地研			
	鈴木香寿恵	統数研			
	栗田直幸	名古屋大			
	青木輝夫	気象研			
	石野咲子	東京工大		大学院生	
	松田晶平	九州大		大学院生	
	藪下彰啓	九州大			
野呂和嗣	大阪府立大学		大学院生		
中澤文男	情報・システム研究機構				

	氏名	所属	※注		備考
所 外	大藪幾美	北大低温研			
	服部祥平	東京工大			
	小計 13 名				
合計 22 名			大学院生		3 名(内数)
			外国人		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		
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input type="checkbox"/> ワークショップ <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会 <input type="checkbox"/> 会合 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。				
集会名	東南極における氷床表面の放射特性と涵養量変動監視に関する研究集会			
開催日時	2015年9月29日～30日	開催場所	国立極地研究所 (C301, C401)	
概要	標記課題に向けて、現在の科学的課題を提示し、2018年度から始まる第9期南極観測における観測の年次計画を議論した。観測データとともに研究を進めるための、衛星データ・地上検証の内容、領域気象数値モデルや積雪・放射モデルの準備状況に関する報告や意見交換を行った。			
報告者 (担当者)	平沢尚彦(青木輝夫)			
所 内	氏名	所属	備考	
	平沢尚彦	気水圏		
	當房 豊	気水圏		
	東 久美子	気水圏		
	永塚尚子	気水圏		
	對馬あかね	気水圏		
	末吉哲雄	URA		
	本山秀明	気水圏		
	山内 恭	気水圏		
	榎本浩之	気水圏		
	猿谷 友孝	気水圏		
小計	10 名			
所 外	氏名	所属	※注	備考
	青木輝夫	気象研	大学院生 外国人	
	橋本明弘	気象研	大学院生 外国人	
	庭野匡思	気象研	大学院生 外国人	
	堀 雅裕	JAXA/EORC	大学院生 外国人	
	的場澄人	北海道大低温研	大学院生 外国人	
	原 圭一郎	福岡大	大学院生 外国人	
	栗田直幸	名古屋大	大学院生 外国人	
	杉浦幸之助	富山大	大学院生 外国人	
保科 優	環境研	大学院生 外国人		

	氏名	所属	※注	備考
所 外	佐藤 建	北海道大低温研	大学院生 外国人	
	鈴木香寿恵	統計数理研	大学院生 外国人	
	大藪幾美	北海道大低温研	大学院生 外国人	
	杉浦幸之助	富山大	大学院生 外国人	
	小計	13 名		
	合計	23 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	
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会・ワークショップ <input type="checkbox"/> 打合せ・会合 <input type="checkbox"/> 談話会・講演会 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。					
集会名	寒冷域における降雪観測や雪結晶の研究と教育の今後の展望				
開催日時	2015/12/25 13:00～18:00	開催場所	4階会議室(C401)		
概要	南極における氷晶の形成・成長から降雪(雪片の形成)までの一連の過程の理解を進める。これに関連した知見を発表し、南極の降雪機構を理解する上で必要な観測項目の提案や議論を行う。観測・モデル・実験において、現在、未解明の部分やほとんど手が付けられていない事柄とその理由などを議論した。				
報告者(担当者)	平沢 尚彦(代表者:島田互・富山大学)				
所 内	氏名	所属		備考	
	平沢 尚彦	気水圏			
	當房 豊	気水圏			
	小計	2 名			
所 外	氏名	所属	大学院生 ※	外国人 ※	備考
	小西啓之	大阪教育大学			
	野々村達也	大阪教育大学	○		
	島田 互	富山大学			
	山下 晃	元大阪教育大学			
	折笠成宏	気象研究所			
	三隅良平	防災科学研究所			
	橋本明弘	気象研究所			
	和田 誠	元極地研究所			
	飯島慈裕	海洋研究開発機構			
小計	9 名				
合計	12	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、○を記入してください。それ以外は記入不要です。
 ○ 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	
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会・ワークショップ <input type="checkbox"/> 打合せ・会合 <input type="checkbox"/> 談話会・講演会 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。					
集会名	無人機の活用による極地観測の展開(第1回)				
開催日時	2015/7/2 13:00~17:00	開催場所	5階会議室(C501)		
概要	第56次南極地域観測隊におけるUAV運用状況と課題について報告・検討を行った。また、58次の無人機を用いた気水圏観測計画、係留型無人機、融雪剤配布への活用について議論し、最近のドローン規制、南極におけるUAV運用のルール作りの動向きなどについて報告を行った。				
報告者(担当者)	平沢 尚彦(代表者:林政彦・福岡大学)				
所 内	氏名	所属		備考	
	片岡龍峰	宙空			
	山内 恭	気水圏			
	石沢賢二	極地工学			
	平沢 尚彦	気水圏			
	樋口和生	南極観測センター		J57越冬隊長	
	小計	5 名			
所 外	氏名	所属	大学院生 ※	外国人 ※	備考
	満武勝嗣	(株)ゼノクロス			
	角屋 守	X-TREME JAPAN			
	小原徳昭	Robotista			
	岡部和夫	スカイリモート			
	林 政彦	福岡大学			
	東野伸一郎	九州大学			
	内田ヘルベルト陽仁	東海大学	○		
小計	7 名				
合計	12	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、○を記入してください。それ以外は記入不要です。

○ 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	
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会・ワークショップ <input type="checkbox"/> 打合せ・会合 <input type="checkbox"/> 談話会・講演会 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。					
集会名	無人航空機の活用による極地観測の展開(第2回)				
開催日時	2016/1/29 13:00~17:00		開催場所	統数研セミナー室5	
概要	第Ⅸ期におけるUAVを用いた観測に関する提案を中心として、12件の話題提供を行った。58次については、具体的な観測計画の提案を行い、59,60次の観測計画に関わる提案も受けた。新しい提案として無人機利用した通信に関する提案もされるなど多彩な議論が行われた。南極の運用ルール検討状況、国内の航空法の改正等についても検討した。				
報告者 (担当者)	平沢 尚彦				
所 内	氏名	所属		備考	
	平沢 尚彦	気水圏			
	牛尾収輝	気水圏			
	山内 恭	気水圏			
	當房 豊	気水圏			
	内田ヘルベルト陽仁	宙空		大学院生口	
	青山 雄一	地圏			
	金尾 政紀	地圏			
	橋田 元	気水圏, 南極観測センター			
	勝田 豊	南極観測センター			
	石崎 教夫	南極観測センター			
小計	10名				
所 外	氏名	所属	大学院生 ※	外国人 ※	備考
	林 政彦	福岡大学			
	東野 伸一郎	九州大学			
	杉浦 幸之助	富山大学			
	高山 佳久	東海大			
	井上 真杉	NICT			
	三浦 龍	NICT			
	河野 敬	JAXA			
	原田 賢哉	JAXA			
小原 徳昭	Robotista				

所 外	氏名	所属	大学院生 ※	外国人 ※	備考
	岡部 和夫	スカイリモート			
	満武 勝嗣	(株)ゼノクロス			
	中田 浩毅	(株)KKTイノベート			
	齊藤 晃紀	(株)四門			
	本間 里一郎	(株)四門			
	角屋 守	X-TREME JAPAN			
	澤口 健一	平河ヒューテック			
	三宅 孝一	平河ヒューテック			
	鈴木 博樹	平河ヒューテック			
	熊谷 英明	NECネットエスアイ			
小計	19 名				
合計	29	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、○を記入してください。それ以外は記入不要です。

○ 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
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input type="checkbox"/> ワークショップ <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会 <input type="checkbox"/> 会合 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。				
集会名	南極大気エアロゾル研究会			
開催日時	2015年7月29-30日	開催場所	極地研	
概要	研究会初日には、まず、JARE55のエアロゾル越冬観測、JARE56夏時期に行ったエアロゾル観測、JARE56の越冬観測状況の報告が行われ、現状の確認と改善・対応点の議論を行った。引き続き、JARE57の夏・越冬期に実施予定の観測計画の紹介が行われ、今後の予定の確認、相互の観測体制の調整、議論を行なった。研究会2日目には、これまでに進められた解析・分析結果の紹介・討論が行われ、各観測データ間の比較や今後の解析方針の確認を行うことができた。さらに区期の観測計画に向けた話題提供がなされ、今後の観測計画の方針の確認・調整を取った。			
報告者(担当者)	原圭一郎・塩原匡貴			
所 内	氏名	所属	備考	
	山内 恭	気水圏		
	塩原匡貴	気水圏		
	平沢尚彦	気水圏		
	當房 豊	気水圏		
	富川喜弘	宙空		
	小計	5 名		
所 外	氏名	所属	※注	備考
	原圭一郎	福岡大	大学院生 外国人	
	武田真憲	東北大	大学院生 外国人	
	小林拓	山梨大	大学院生 外国人	
	宮川真友	奈良女子大	大学院生 外国人	
	藤本理沙	奈良女子大	大学院生 外国人	
	栗田直幸	名古屋大	大学院生 外国人	
	谷川朋範	JAXA/EORC	大学院生 外国人	
	竹中規訓	大阪府大	大学院生 外国人	
	鈴木香寿恵	統数研	大学院生 外国人	
	古賀聖治	産総研	大学院生 外国人	
	久慈誠	奈良女子大	大学院生 外国人	
	林政彦	福岡大	大学院生 外国人	

	氏名	所属	※注	備考
所	東野伸一郎	九州大	大学院生 外国人	
	山田恭平	東北大院	大学院生 外国人	
	中島英彰	内閣府	大学院生 外国人	
	野呂和嗣	大阪府大	大学院生 外国人	
	船田亮子	奈良女子大	大学院生 外国人	
	木津暢彦	気象庁	大学院生 外国人	
外	小塩哲郎	名古屋市科学館	大学院生 外国人	
	三戸洋介	気象庁	大学院生 外国人	
	藤原宏章	気象庁	大学院生 外国人	
	小計	21 名		
合計 26 名			大学院生 5 名(内数)	
			外国人 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	
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会・ワークショップ <input type="checkbox"/> 打合せ・会合 <input type="checkbox"/> 談話会・講演会 <input type="checkbox"/> その他 他					
いずれかを■にしてください。					
集会名	永久凍土のモニタリングと変動に関する研究集会				
開催日時	平成28年2月18－19日		開催場所	国立極地研究所	
概要	表記研究集会を2日間にわたって国立極地研究所を会場として開催した。初日の18日には6件、翌19日に5件、計11件の研究発表があった。本研究集会では、標準の発表時間を質疑応答込みで40分とすることで、十分な内容の発表と議論の時間を確保することをポリシーとしており、通常の学会発表等では行えない深い議論をすることが出来た。発表内容は永久凍土に関連する研究を広くカバーし、国内外における直近の永久凍土調査の速報的な結果を始めとして、古環境の復元、火星の永久凍土に関する考察など多岐に及んだ。また、アラスカとカナダからの招待研究者による最近の研究の紹介も行われ、それぞれ山岳永久凍土のモニタリング、カナダ北極域の凍土を含む水文学的研究についての最新の報告が行われた。さらに凍土に関わる国内外の研究プロジェクトの紹介と現状報告も行われ、合わせて最新の研究動向や今後の研究の方向性に関する議論を行った。日本の永久凍土の研究者の多くが一堂に会して、議論などに多くの時間を費やして、大変有意義な研究集会であった。				
報告者 (担当者)	原田 鉱一郎				
所 内	氏名	所属		備考	
	児玉 裕二	国際北極環境研究センター			
	末吉 哲雄	研究戦略企画室			
	矢吹 裕伯	国際北極環境研究センター			
	猿谷 友孝	気水圏研究グループ			
	中澤 文男	気水圏研究グループ			
	永塚 尚子	気水圏研究グループ			
	大畑 哲夫	国際北極環境研究センター			
	吉岡 美紀	国際北極環境研究センター			
	小計	8	名		
所 外	氏名	所属	大学院生 ※	外国人 ※	備考
	原田 鉱一郎	宮城大学			
	渡邊 達也	北見工業大学			
	野口 里奈	産業技術総合研究所			
	小松 哲也	原子力研究開発機構			
	金 高義	福島工業高等専門学校			
	飯島 慈裕	海洋研究開発機構			

	氏名		所属	大学院生 ※	外国人 ※	備考
	所	曾根 敏雄		北海道大学		
池田 敦		筑波大学				
松岡 憲知		筑波大学				
Li Anyuan		中国 寒区旱区研	○	○	中国	
石川 守		北海道大学				
赤川 敏		低温圏工学研究所				
Daqing Yang		Environment Canada		○	Canada	
Kenji Yoshikawa		University of Alaska Fairbanks		○	USA	
外	朴 昊澤		海洋研究開発機構			
小計		15	名			
合計		23	名	大学院生	1	名(内数)
				外国人	3	名(内数)

※注 「大学院生」もしくは「外国人」に該当する場合のみ、○を記入してください。それ以外は記入不要です。

○ 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。

所 外	氏名	所属	※注	備考
	茂木 正人	東京海洋大	大学院生 外国人	
	川合美千代	東京海洋大	大学院生 外国人	
	阿部彩子	東大大気海洋研	大学院生 外国人	
	池原 実	高知大コアセンター	大学院生 外国人	
	福田洋一	京都大	大学院生 外国人	
	関 宰	北大低温研	大学院生 外国人	
	岡 顕	東大大気海洋研	大学院生 外国人	
	小島 本葉	総研大	大学院生 外国人	
	白水 薫	総研大	大学院生 外国人	
	小計	12 名		
	合計	27 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。

集 会 等 実 施 報 告 書

				※係記入欄	
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input type="checkbox"/> ワークショップ <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会 <input type="checkbox"/> 会合 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。					
集会名	可聴下波動伝播特性による極域の多圏融合物理現象解明に関する研究集会				
開催日時	2016年3月29日～30日		開催場所	国立極地研究所 5F会議室(C501)	
概要	<p>極域で様々な励起源をもつ可聴下周波数帯域(数10Hz～0.001Hz)の波動伝播特性から、大気-海洋-雪氷-固体地球の多圏システムにおける物理的相互作用のメカニズム解明に関する研究成果の発表・意見交換を中心に行った。なお、科研費補助金(基盤A一般)の年次会合を兼ねて実施した。</p> <p>初日は交換科学者報告(韓国隊ジャンボゴ基地)、昭和基地の遠地地震検知率の統計解析、オングル島での地震アレイ観測初期成果、リュツォ・ホルム湾域で観測される氷震微動、名大の古本宗充教授による「極域の振動学」に関する特別講演があった。その他、国際極年成果による西南極の上部マントル地震波トモグラフィ、グリーンランド観測点のノイズ相関解析、氷河崩落の音波シグナル検知、等、最新の話題提供があった。</p> <p>二日目は57次夏隊観測報告、昭和基地インフラサウンドデータの長期トレンド、波浪によるインフラサウンド・脈動地震の励起モデリング、極域地震学研究における四半世紀の国際協力、等について成果紹介があった。また午後には、科研費研究の進め方、観測隊の準備予定、データ処理管理公開について意見交換を行った。</p>				
報告者(担当者)	金尾 政紀				
所 内	氏名	所属		備考	
	金尾政紀	地圏研究グループ			
	松村 充	地圏研究グループ			
		小計	2 名		
所	氏名	所属		※注	備考
	山本真行	高知工科大学		大学院生 外国人	
	豊国源知	東北大学		大学院生 外国人	
	松島 健	九州大学		大学院生 外国人	
	中元真美	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	
	坪井誠司	海洋研究開発機構		大学院生 外国人	

外	氏名	所属	備考		
	石原吉明	JAXA	大学院生	外国人	
	竹内由香里	森林総合研究所	大学院生	外国人	
	平松良浩	金沢大学	大学院生	外国人	
	趙 大鵬	東北大学	大学院生	外国人	
	田中佑弥	金沢大学	大学院生	外国人	
	松本なゆた	金沢大学	大学院生	外国人	
	古本宗充	名古屋大学	大学院生	外国人	
	岩田貴樹	常盤大学	大学院生	外国人	
	神沼克伊	元極地研究所	大学院生	外国人	
	大井拓磨	東邦マーカンタイル株式会社	大学院生	外国人	
	宮町宏樹	鹿児島大学	大学院生	外国人	
	村上寛史	防災科学技術研究所	大学院生	外国人	
小計		18 名			
合計		20 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。

集 会 等 実 施 報 告 書

				※係記入欄
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input type="checkbox"/> ワークショップ <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会 <input type="checkbox"/> 会合 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。				
集会名	極域でのレーザー測距観測の意義と技術課題の検討			
開催日時	平成27年9月3日	開催場所	3Fセミナー室	
概要	<p>社会活動にも影響を及ぼす地球環境変動の高精度長期監視や防災のため、衛星レーザー測距 (SLR)、超長基線電波干渉法 (VLBI)、全地球航法衛星システム (GNSS)、ドップラー電波灯台 (DORIS) などの複数の宇宙測地技術を、1つのシステムとして統合的に観測・解析を行い、地球基準座標系を構築しようという国際的な活動“GGOS”(Global Geodetic Observing System; 全球統合測地観測システム)は世界中に拡がり、徐々に活発になっている。日本でも、GGOSグループが発足し、また、2015年2月26日には、国連総会でも、「位置の基準を世界各国で連携して維持すること」が決議されている。これまで、南極昭和基地は、1990年代から、VLBI、GNSS、DORISと言った宇宙測地観測に加え、ランクAの国際重力基準点、超伝導重力計による重力連続観測、潮位連続観測 (1979年から)を継続しており、複数の測地・地球物理観測を統合的に実施している観測局として、国際的に高く評価されてきた。しかし、今後、前述のGGOSの中核局として認定されるためには、GGOSにおいて唯一の光領域による観測手段であり、衛星の軌道および観測局位置を精密決定する強力な手法であることから、GGOSでの格付けが高いSLR観測を実施しなくてはならない。</p> <p>SLR 観測は、これまで、極域で実施されたことはなく、技術的な検討課題が多いため、国内のSLR研究者・技術者を集め、極域でのSLR観測の科学的意義に加え、システムの耐環境性や、自動化(遠隔化)、可搬性に関する技術課題の検討、情報交換などを行った。</p>			
報告者 (担当者)	青山雄一			
所 内	氏名	所属	備考	
	中村 卓司	宙空研究グループ		
	江尻 省	宙空研究グループ		
	土井 浩一郎	地圏研究グループ		
	奥野 淳一	地圏研究グループ		
	青山 雄一	地圏研究グループ		
	小計	5 名		
所 外	氏名	所属	※注	備考
	福田洋一	京大・理	大学院生 外国人	
	大坪俊通	一橋大学	大学院生 外国人	
	秋山恭平	JAXA追跡ネットワーク技術センター	大学院生 外国人	
	山本圭香	JAXA	大学院生 外国人	
	横田裕輔	海上保安庁海洋情報部	大学院生 外国人	

	氏名	所属	※注	備考
所	長岡継	海上保安庁海洋情報部	大学院生 外国人	
	野田寛大	国立天文台	大学院生 外国人	
	松尾 功二	国土地理院	大学院生 外国人	
	松坂茂	国土地理院	大学院生 外国人	
	川畑 亮二	国土地理院	大学院生 外国人	
	宮原 伐折羅	国土地理院	大学院生 外国人	
	高島 和宏	かなめ測量株式会社	大学院生 外国人	
	関敬之	西村製作所	大学院生 外国人	
	西村光史	西村製作所	大学院生 外国人	
	高橋 康仁	三菱電機株式会社	大学院生 外国人	
	安藤 俊行	三菱電機株式会社	大学院生 外国人	
	高根澤 隆	三菱電機株式会社	大学院生 外国人	
	國森裕生	NICT	大学院生 外国人	
	久保岡俊宏	NICT	大学院生 外国人	
外	三浦雄二	株式会社 ユニバース	大学院生 外国人	
	洲崎保司	株式会社 ユニバース	大学院生 外国人	
	荒木眞太郎	株式会社エスアンドエー	大学院生 外国人	
	遠藤信雄	オーテックス株式会社	大学院生 外国人	
	大井浩二	オーテックス株式会社	大学院生 外国人	
	川原 章裕	NEC電波・誘導事業部	大学院生 外国人	
	加瀬 貞二	NEC電波・誘導事業部	大学院生 外国人	
	黛 克典	NEC電波・誘導事業部	大学院生 外国人	
	小原徳昭	Robotesta	大学院生 外国人	
	白水 薫	総合研究大学院大学	大学院生 外国人	
川又 基人	総合研究大学院大学	大学院生 外国人		
	小計	30 名		
	合計	35 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。

集 会 等 実 施 報 告 書

				※係記入欄
<input type="checkbox"/> シンポジウム <input type="checkbox"/> ワークショップ <input checked="" type="checkbox"/> 研究集会 <input type="checkbox"/> 会合 <input type="checkbox"/> その他 いずれかを■にしてください。				
集会名	極域でのレーザー測距観測の意義と技術課題の検討			
開催日時	平成28年3月10-11日	開催場所	3Fセミナー室	
概要	<p>社会活動にも影響を及ぼす地球環境変動の高精度長期監視や防災のため、衛星レーザー測距 (SLR)、超長基線電波干渉法 (VLBI)、全地球航法衛星システム (GNSS)、ドップラー電波灯台 (DORIS) などの複数の宇宙測地技術を、1つのシステムとして統合的に観測・解析を行い、地球基準座標系を構築しようという国際的な活動“GGOS”(Global Geodetic Observing System; 全球統合測地観測システム)は世界中に拡がり、徐々に活発になっている。日本でも、GGOSグループが発足し、また、2015年2月26日には、国連総会でも、「位置の基準を世界各国で連携して維持すること」が決議されている。これまで、南極昭和基地は、1990年代から、VLBI、GNSS、DORISと言った宇宙測地観測に加え、ランクAの国際重力基準点、超伝導重力計による重力連続観測、潮位連続観測 (1979年から)を継続しており、複数の測地・地球物理観測を統合的に実施している観測局として、国際的に高く評価されてきた。しかし、今後、前述のGGOSの中核局として認定されるためには、GGOSにおいて唯一の光領域による観測手段であり、衛星の軌道および観測局位置を精密決定する強力な手法であることから、GGOSでの格付けが高いSLR観測を実施しなくてはならない。</p> <p>SLR 観測は、これまで、極域で実施されたことはなく、技術的な検討課題が多いため、国内のSLR研究者・技術者を集め、国内のSLR運用および装置開発状況、ならびに極域でのSLR観測の科学的意義や自動化(遠隔化)、可搬性に関する技術課題の検討、情報交換などを行った。</p>			
報告者 (担当者)	青山雄一			
所 内	氏名	所属	備考	
	奥野 淳一	地圏研究グループ		
	吉岡 美紀	国際北極環境センター		
	青山 雄一	地圏研究グループ		
	藤原 康徳	総研大	大学院生	
小計		4 名		
所 外	氏名	所属	※注	備考
	大坪俊通	一橋大学	大学院生 外国人	
	木村 太一	一橋大学	大学院生 外国人	学部生
	服部 晃久	一橋大学	大学院生 外国人	学部生
	秋山恭平	JAXA	大学院生 外国人	

	氏名	所属	※注	備考
所	安達 高博	JAXA	大学院生 外国人	
	領木 萌子	JAXA	大学院生 外国人	
	嘉生 幸代	JAXA	大学院生 外国人	
	山本圭香	JAXA	大学院生 外国人	
	長岡継	海上保安庁海洋情報部	大学院生 外国人	
	横田裕輔	海上保安庁海洋情報部	大学院生 外国人	
	田代 俊治	海上保安庁海洋情報部	大学院生 外国人	
	蒲池 信弘	海上保安庁海洋情報部	大学院生 外国人	
	小池 未空時	海上保安庁海洋情報部	大学院生 外国人	
	松尾 功二	国土地理院	大学院生 外国人	
	松坂茂	国土地理院	大学院生 外国人	
	川畑 亮二	国土地理院	大学院生 外国人	
	宮原 伐折羅	国土地理院	大学院生 外国人	
	高島 和宏	かなめ測量株式会社	大学院生 外国人	
	國森裕生	NICT	大学院生 外国人	
	久保岡俊宏	NICT	大学院生 外国人	
	三浦雄二	株式会社 ユニバース	大学院生 外国人	
	洲崎保司	株式会社 ユニバース	大学院生 外国人	
	荒木眞太郎	株式会社エスアンドエー	大学院生 外国人	
	外	大井浩二	オーテックス株式会社	大学院生 外国人
泉 忠		(有)TTC (NICT)	大学院生 外国人	
宇佐美 敬之		(有)TTC (NICT)	大学院生 外国人	
水谷 恭三		浜松ホトニクス(株)	大学院生 外国人	
曾我 広志		NEC	大学院生 外国人	
市川 隆		東北大学	大学院生 外国人	
高島 和宏		かなめ測量株式会社	大学院生 外国人	
野田寛大		国立天文台	大学院生 外国人	
荒木 博志	国立天文台	大学院生 外国人		
小計		32 名		
合計 36 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。

2015 年南極医学医療ワークショップ プログラム

日時： 2015 年 7 月 11 日(土) 10 時～18 時

場所： 国立極地研究所 大会議室 (東京)

<http://www.nipr.ac.jp/index.html>

- 10:00 開会 挨拶 大野義一郎 (第 39 次隊医師/東葛病院・国立極地研究所)
- 10:05 01) 日本の南極地域観測における医学研究とその将来～第 IX 期 6 か年計画
渡邊研太郎 (国立極地研究所)
- 10:15 02) 南極・昭和基地の医療 —55 次越冬報告— 町田浩道 (第 55 次隊医師)
- 10:25 03) Medicine in Antarctica: The Indian Perspective
Prakash P. Kotwal (All India Institute of Medical Sciences)
- 10:55 04) 55 次越冬隊における心理状態の時期変化について 川部哲也 (大阪府立大学)
- 11:15 05) 寒冷環境における排尿調査 & 国際周極域医学会のトピックス
池田篤史 (日立総合病院泌尿器科)
- 11:35 06) 越冬隊員の平衡感覚の推移
長谷川達央 (第 54 次隊医師)
- 11:55 07) 日本の南極越冬隊における肯定的および否定的感情とストレス対処との関連について
鳴岩伸生 (京都光華女子大学)
- 12:15 ** 写真撮影 (大会議室)・昼食 (2 階 ロビー) **
- 13:15 08) 講演：生気象学の観点からの南極医学研究について
田中正敏 (福島県立医科大学名誉教授)
- 14:00 09) Live Communication with Indian Antarctic Station via Skype
Prakash P. Kotwal (All India Institute of Medical Sciences)
- 14:20 10) 南極越冬医療 NOW!! —アンケートから見えてくる南極医療—
町田浩道 (第 55 次隊医師)
- 14:40 11) 南極高所における生理反応と最近のトピックス
大谷眞二 (第 40 次隊医師)
- 15:00 ** コーヒーブレイク (2 階 ロビー) *
- 15:25 12) 衛星通信：極地環境への適応 ～心拍変動 (HRV) を用いた自律神経系の評価～
及川欧 (第 56 次隊医師)
- 15:45 13) 昭和基地における遠隔医療—南極における骨折に対する遠隔リハビリテーション
の有効性と限界について 大野義一郎 (第 39 次隊医師/東葛病院・国立極地研究所)
- 16:05 14) 閉鎖環境と生理的ストレス指標 嶋宮民安 (有人宇宙システム株式会社)
- 16:25 15) 環境要因が作業効率に与える影響 西山幸子 (第 57 次隊医師)
- 16:35 16) 医学研究計画案 森川博久 (第 57 次隊医師)
- 16:45 閉会 挨拶

17:00 – 18:00 ** 懇親会 (2 階 ロビー) **

南極医学医療ワークショップ2015 参加者リスト

氏名	所属等	関係等
青山 貴子	関西大心理学、登山医学会	JARE52
池田 篤史	日立総合病院	
大江 洋文	医療法人伸裕会 渡辺病院	JARE54
大谷 眞二	鳥取大学医学部附属病院	JARE40
大野 義一郎	東京勤労者医療会 東葛病院	JARE39
加藤 奈奈子	京都文教大学臨床心理学部	
川部 哲也	大阪府立大学人間社会学部	
Prakash Kotwal	All India Institute of Medical Sciences	
佐々木 麻子	立命館大学 衣笠学生サポートルーム	
篠原 正典	帝京科学大学	
嶋田 和人	JAXA	
嶋宮 民安	有人宇宙システム株式会社	
下枝 宣史	とちぎメディカルセンター下都賀総合病院 脳神経外科	JARE43
田中 正敏	福島県立医科大学 名誉教授	
田中 良樹	富士通株式会社	
当山 陽介	下総病院精神科、49次	JARE49
鳴岩 伸生	京都光華女子大学健康科学部	
錦戸 利文	富士通株式会社	
長谷川 達央	綾部市立病院	JARE54
長谷山 和也	富士通株式会社	
古見 知安	富士通株式会社	
町田 浩道	聖隷浜松病院	JARE55
村井 正	JAXA	JARE26
山村 侑平	JAXA	
Ileana	国立極地研究所	
門倉 昭	国立極地研究所	57次観測隊長
金尾 政紀	国立極地研究所	
白石 和行	国立極地研究所	
西山 幸子	国立極地研究所	JARE57
樋口 和生	国立極地研究所	57次越冬隊長
森川 博久	国立極地研究所	JARE57
渡邊 研太郎	国立極地研究所	

集 会 等 実 施 報 告 書

		※係記入欄			
<input checked="" type="checkbox"/> 研究集会・ワークショップ <input type="checkbox"/> 打合せ・会合 <input type="checkbox"/> その他 <small>いずれかを■にしてください。</small>					
集会名	南極沿岸生態系における微小動物多様性の探索				
開催日時	2015年11月30日・12月1日	開催場所	5階会議室, および3階セミナー室		
概要	昭和基地沿岸の海洋微小動物相の多様性解明に向けて、今後の課題や将来的な調査の実現性などを、国内の若手分類研究者を中心に議論を行った。また、56次隊で採取した沿岸試料や所内に保管されている液浸標本の観察を行い、微小動物の検出を試みた。				
報告者 (担当者)	伊村 智				
所 内	氏名	所属	備考		
	伊村 智	生物圏研究グループ			
	辻本 恵	生物圏研究グループ			
	渡邊 研太郎	生物圏研究グループ			
	高橋 邦夫	生物圏研究グループ			
	渡辺 憲一	生物圏研究グループ			
	櫻井 久恵	生物圏研究グループ			
	高村 友海	南極観測センター			
小計	7 名				
所 外	氏名	所属	大学院生 ※	外国人 ※	備考
	角井 敬知	北海道大学			
	上野 大輔	鹿児島大学			
	鈴木 忠	慶應大学			
	富岡 森理	北海道大学	○		
	自見 直人	広島大学・JAMSTEC	○		
	田中 隼人	広島大学			
	島田 大輔	慶應大学			
	山崎 博史	琉球大学			
	藤本 心太	京都大学	○		
	中井 亮佑	遺伝研			
	藤原 亮	東京大学	○		
須山 聡大	東京大学	○			
小計	12 名				
合計	19	名	大学院生	5 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、○を記入してください。それ以外は記入不要です。

○ 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。

Ⅲ. 平成 27 年度共同研究課題一覧

1. 平成27年度共同研究実施件数

区分	研究分野	平成27年度実施件数			平成27年度 終了件数	平成27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	20	11	31	10	21
	気水圏	13	8	21	6	15
	地圏	16	2	18	6	12
	生物圏	11	12	23	10	13
	極地工学	5	2	7	4	3
	計	60	35	100	36	64
研究集会		24			24	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	25-2	太陽活動変化に対する極域電離圏・熱圏変動の研究	藤原 均	成蹊大学理工学部・教授	H25-H27 3年
	25-3	光学およびECCオゾンゾンデを用いたオゾンおよび大気重力波の研究	村田 功	東北大学大学院環境科学研究科・准教授	H25-H27 3年
	25-5	多波長共鳴散乱ライダーにおけるレーザ波長モニター・制御手法の確立	川原 琢也	信州大学工学部・准教授	H25-H27 3年
	25-6	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	門叶 冬樹	山形大学理学部・教授	H25-H27 3年
	26-1	成層圏突然昇温による南極での中間圏・熱圏・電離圏変動	Huixin Liu	九州大学大学院理学研究院・准教授	H26-H28 3年
	26-2	大型レーダー流星ヘッドエコーによる太陽系ダストの観測	阿部 新助	日本大学理工学部・准教授	H26-H28 3年
	26-3	国際宇宙ステーションからの大気光・オーロラの可視・近赤外観測	坂野井 健	東北大学大学院理学研究科・准教授	H26-H28 3年
	26-4	パルセーティングオーロラに伴うVLF,降下電子特性に関する研究	田所 裕康	武蔵野大学工学部環境システム学科・講師	H26-H28 3年
	26-5	磁気圏擾乱に伴う磁気異常帯の超高層大気現象に関する研究	池田 慎	武蔵大学・教授	H26-H27 2年
	26-6	SuperDARNによる極域・中緯度電離圏熱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	H26-H28 3年
	26-7	数値シミュレーションによる磁気圏ダイナモ機構の解明とSuperDARNによる観測的実証	渡辺 正和	九州大学国際宇宙天気科学・教育センター・准教授	H26-H28 3年
	26-9	極域3次元電離圏結合系の再定式化	吉川 顕正	九州大学国際宇宙天気科学・教育センター・講師	H26-H28 3年
	26-10	脈動オーロラの準周期性と電子降下過程の研究	藤井 良一	名古屋大学理事・副総長、太陽地球環境研究所・教授	H26-H28 3年
	26-11	降下粒子によるオーロラ発光モデルの開発と粒子コードとの連携計算	加藤 雄人	東北大学・准教授	H26-H28 3年
	26-13	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・准教授	H26-H28 3年
	26-14	地上多点光学観測による電離圏・熱圏・中間圏ダイナミクスの研究付箋	塩川 和夫	名古屋大学太陽地球環境研究所・教授	H26-H28 3年
	26-15	GNSS受信機及びビーコン受信機を用いた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・准教授	H26-H28 3年
	26-16	極域-中緯度における地磁気静穏日変化と中性風の長期変動に関する研究	新堀 淳樹	京大大学生存圏研究所・特定研究員	H26-H28 3年
26-17	Substorm発生時におけるオーロラ・ULF波動現象の究明	櫻井 亨	東海大学・名誉教授	H26-H27 2年	
26-18	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・講師	H26-H27 2年	

分野	No.	研究課題名	研究代表者	所属・職	研究期間
宙空圏	27-1	衛星観測ならびに地上観測に基づく内部磁気圏プラズマダイナミクス及び電離圏－磁気圏結合の研究	熊本 篤志	東北大学大学院理学研究科・准教授	H27-H29 3年
	27-2	全天周オーロラの高空間分解能撮影とドーム映像化の研究	糸屋 覚	(公財)日本科学技術振興財団・主任	H27 1年
	27-3	レーダー・磁力計・オーロラTV観測によるSC, PC5の研究	菊池 崇	名古屋大学太陽地球環境研究所・名誉教授	H27-H29 3年
	27-4	レーダー・ライダーを用いた極域下部熱圏・中間圏大気ダイナミクスの解明	野澤 悟徳	名古屋大学太陽地球環境研究所・准教授	H27-H29 3年
	27-5	Pc 1帯電離圏MHD波動検出のための新しいSuperDARN観測手法の開発	堀 智昭	名古屋大学太陽地球環境研究所・特任准教授	H27 1年
	27-6	グランドミニマム期の太陽風・地球電磁気圏相互作用	塩田 大幸	名古屋大学太陽地球環境研究所・特任助教	H27-H28 2年
	27-7	グローバルMHDシミュレーションによる電離圏対流とプラズマシートシンニングの同時発達の検証	橋本 久美子	吉備国際大学地域創成農学部・教授	H27-H28 2年
	27-8	極域地上データに基づく磁気嵐時のULF波動特性の研究	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	H27-H29 3年
	27-9	極域サブストーム発生機構の研究	田中 高史	九州大学国際宇宙天気科学・教育センター・学術研究者・名誉教授	H27-H28 2年
	27-10	SuperDARNによる磁力線共鳴現象観測からの磁気圏領域推定に向けて	河野 英昭	九州大学国際宇宙天気科学・教育センター・准教授	H27 1年
	27-11	グローバルMHDシミュレーションによるオーロラ現象再現性の検証	才田 聡子	北九州工業高等専門学校・准教授	H27-H29 3年
気水圏	25-9	氷の高周波誘電特性の研究	上條 敏生	首都大学東京理工学研究科・助教	H25-H27 3年
	25-10	リモートセンシング観測データを用いた極域の雲の動態解析	久慈 誠	奈良女子大学自然科学系・准教授	H25-H27 3年
	25-11	グローバル雪氷圏変動が日本の気象・気候に及ぼす影響	本田 明治	新潟大学自然科学系・准教授	H25-H27 3年
	25-12	南極海インド洋セクターにおける海氷・海洋の係留観測研究	深町 康	北海道大学低温科学研究所・准教授	H25-H27 3年
	26-19	南極ドームふじ氷床コア底面氷の物理化学解析	大野 浩	北見工業大学助教	H26-H27 2年
	26-20	極地雪氷中の金属成分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	H26-H28 3年
	26-22	地中レーダー(GPR)の南極氷床、山岳氷河、多年性雪渓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主任学芸員	H26-H28 3年
	26-23	雪氷コアを用いたアジアダスト輸送の季節性と沈積フラックスの解明	長島 佳菜	海洋研究開発機構技術研究員	H26-H28 3年
	26-24	氷中の化学成分の詳細解析と氷結晶組織に関する研究	高田 守昌	長岡技術科学大学助教	H26-H28 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	26-25	氷衛星の流動や地球氷河・氷床のレオロジーに関する総合的研究	荒川 政彦	神戸大学大学院理学研究科・教授	H26-H28 3年
	26-26	降雪粒子連続自動接写装置の開発	小西 啓之	大阪教育大学教授	H26-H28 3年
	26-27	昭和基地上空のエアロゾル粒径分布のマルチタイムスケール解析	林 政彦	福岡大学理学部・教授	H26-H28 3年
	26-28	夏季南極大陸縁辺部におけるエアロゾルの空間分布	原 圭一郎	福岡大学理学部・助教	H26-H28 3年
	27-12	グリーンランド氷床の雪氷試料の化学・生物分析	的場 澄人	北海道大学低温科学研究所・助教	H27-H29 3年
	27-13	グリーンランド氷床に含まれる水溶性エアロゾルを用いた人為的気温変動の解読	飯塚 芳徳	北海道大学低温科学研究所・助教	H27-H29 3年
	27-14	次世代型液封深層掘削装置及び周辺機器の検討・開発	古崎 睦	旭川工業高等専門学校・教授	H27-H29 3年
	27-15	大気中酸素濃度変動に基づく炭素循環に関する研究	青木 周司	東北大学大学院理学研究科・教授	H27-H29 3年
	27-16	X線小角散乱を用いた雪氷中エアロゾルのナノ情報解析技術の構築	本間 智之	長岡技術科学大学機械系・准教授	H27-H29 3年
	27-17	高緯度積雪域からの昇華による大気への水蒸気供給に関する基礎的検討	杉浦 幸之助	富山大学・准教授	H27 1年
	27-18	雲粒子顕微鏡システムによる極域の雲の微物理特性	小林 拓	山梨大学大学院総合研究部・准教授	H27-H29 3年
	27-19	極域ガバナンスの研究－科学と法政策のインターフェイス	柴田 明穂	神戸大学大学院国際協力研究科・教授	H27-H29 3年
地圏	25-14	東南極セールロンダーネ山地における流体活動の年代決定と物質移動解析	河上 哲生	京都大学大学院理学研究科・准教授	H25-H27 3年
	25-15	太古代・原生代の海洋底堆積物の記録：初期海洋の生物生産量とそこに残される古地磁気変動の解明	清川 昌一	九州大学大学院理学研究院・准教授	H25-H27 3年
	25-16	東南極ナビア岩体に産する造岩鉱物の微細組織観察および熱史への適用	三宅 亮	京都大学大学院理学研究科・准教授	H25-H27 3年
	25-17	東南極における変成作用と微小地塊・テレーンの多重衝突	馬場 壮太郎	琉球大学教育学部・教授	H25-H27 3年
	25-18	南極産隕石と始生代縞状鉄鉱層の誘電率特性と岩石磁気特性	中村 教博	東北大学理学研究科地学専攻・准教授	H25-H27 3年
	25-19	南極大陸周辺域の精密地形の特徴に関する研究	松本 剛	琉球大学理学部・教授	H25-H27 3年
	25-21	変成反応組織解析を用いたリュツォ・ホルム岩体の上昇速度の推定	池田 剛	九州大学・准教授	H25-H27 3年
	26-29	誘導結合プラズマ質量分析法を用いた南極隕石分類法の確立	海老原 充	首都大学東京大学院理工学研究科・教授	H26-H28 3年

分野	No.	研究課題名	研究代表者	所属・職	研究期間
地圏	26-30	コンドライトの岩石学的タイプの再検討と熱変成作用	木村 眞	茨城大学理学部・教授	H26-H28 3年
	26-31	高压相に基づく天体破壊プロセスの実証	宮原 正明	広島大学理学研究科・准教授	H26-H27 2年
	26-32	氷河氷床ダイナミクスと地震活動—発生過程—検知率に関する研究	坪井 誠司	海洋研究開発機構地球情報研究センター・部長	H26-H28 3年
	26-33	極域の地球内部不均質構造に関する地震学的研究	趙 大鵬	東北大学大学院理学研究科・教授	H26-H28 3年
	26-34	グラニュライト中の珪長岩包有物に基づく大陸衝突型造山運動の研究	廣井 美邦	千葉大学理学研究科・教授	H26-H28 3年
	26-35	アーマルコライトの相平衡実験と超高温変成岩類の温度圧力履歴の解析	川寄 智佑	愛媛大学理学部・名誉教授	H26-H27 2年
	26-36	衛星および地上測地データを用いた氷床流動変動の研究	福田 洋一	京都大学大学院理学研究科・教授	H26-H28 3年
	26-37	合成開口レーダ(SAR)データの高度利用による南極域の観測手法の開発	大村 誠	高知県立大学文化学部・教授	H26-H28 3年
	27-20	LGM以降のグリーンランド氷床融解史に関する地形・地質学的研究	前杵 英明	法政大学文学部・教授	H27-H29 3年
	27-21	インフラサウンドによる極域表層環境変動の研究	山本 真行	高知工科大学システム工学群・教授	H27-H29 3年
生物圏	25-22	南極湖沼生態系からつなげる現象と理論	佐々木 顕	総合研究大学院大学先導科学研究科・教授	H25-H27 3年
	25-23	極域海域におけるバイオロジカルカーボンポンプの定量的解明:特に従属栄養生物の寄与に注目して	三瓶 真	広島大学大学院生物圏科学研究科・特任講師	H25-H27 3年
	25-24	好冷性微細藻類の脂質に関する研究	菓子野 康浩	兵庫県立大学准教授	H25-H27 3年
	25-25	極域に生息する植物寄生性糸状菌の多様性評価	東條 元昭	大阪府立大学大学院生命環境科学研究科・准教授	H25-H27 3年
	25-28	南極の紫外線が生物に及ぼす影響と好冷性微生物由来のセルロースなどに関する研究	高橋 哲也	島根大学教育学部・教授	H25-H27 3年
	25-29	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	H25-H27 3年
	26-38	季節海水中における微小生物群集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	H26-H28 3年
	26-39	南大洋に生息する植物プランクトン種からの揮発性有機化合物放出に関する研究	亀山 宗彦	北海道大学大学院地球環境科学研究院・助教	H26-H28 3年
	26-40	極域における生態系発達と菌類の分布様式に関する研究	大園 享司	京大大学生態学研究センター・准教授	H26-H28 3年
	26-42	極域生物に共存する微生物の生物地理に関する研究	長沼 毅	広島大学大学院生物圏科学研究科・准教授	H26-H28 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	26-43	南極湖沼に生息する動物相：環境変化に対する耐性	斎藤 裕美	東海大学生物理工学部・講師	H26-H28 3年
	27-22	キタゾウアザラシの摂餌回遊行動と海洋環境に関する研究	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・准教授	H27-H29 3年
	27-23	極域産グラム陽性菌における脂肪酸形成と多価不飽和脂肪酸合成酵素遺伝子の探索	吉田 磨仁	北海道大学大学院地球環境科学研究院・助手	H27-H28 2年
	27-24	多価不飽和脂肪酸合成酵素遺伝子のグラム陽性菌での発現と低温適応機能	折笠 善丈	帯広畜産大学食品科学研究部門・助教	H27-H28 2年
	27-25	南大洋の動物プランクトンを対象とした音響観測手法に関する研究	甘糟 和男	東京海洋大学海洋科学部・助教	H27-H29 3年
	27-26	南大洋の海水中に出現する微細藻類の生理学的研究	宮崎 奈穂	東京海洋大学海洋科学部・助教	H27-H29 3年
	27-27	南極露岸域、氷河上に生育する藻類の光合成特性の解明	小池 裕幸	中央大学理工学部・教授	H27-H29 3年
	27-28	オホーツク海沿岸能取湖における海水生成期の低次生産層の動態	西野 康人	東京農業大学生物産業学部・准教授	H27-H29 3年
	27-29	極域生態系における元素循環関連遺伝子群の網羅的検出手法の開発	押木 守	長岡工業高等専門学校・助教	H27-H29 3年
	27-30	極域における水環境中の窒素起源および窒素循環速度に関する研究	角皆 潤	名古屋大学大学院環境学研究科・教授	H27-H29 3年
	27-31	海鳥類の採餌行動と活動中のエネルギー消費の測定	新妻 靖章	名城大学農学部・教授	H27-H29 3年
	27-32	ジャイロ・GPSロガーを用いたアデリーペンギンの採餌行動解析	三田村 啓理	京都大学大学院情報学研究科・准教授	H27-H29 3年
	27-33	南極環境中に潜む病原細菌のゲノム特性に関する研究	丸山 史人	京都大学医学研究科・准教授	H27-H29 3年
極地工学	25-30	新ドームふじ基地建設のための内陸輸送力の基礎研究	香川 博之	金沢大学理工研究域機会工学系・講師	H25-H27 3年
	25-33	MPPT法を導入した太陽光追尾システム	木村 茂雄	神奈川工科大学工学部機械工学科・教授	H25-H27 3年
	25-35	寒冷環境下における機能性繊維を用いた衣服内気候の研究	伊豆原 月絵	日本大学・教授	H25-H27 3年
	25-36	新内陸基地における緊急時対応策の研究	横山 宏太郎	農業・食品産業技術総合研究機構・フェロー	H25-H27 3年
	26-44	高地天文台における雪氷災害の軽減対策の研究	酒向 重行	東京大学大学院理学系研究科天文学教育研究センター・助教	H26-H28 3年
	27-34	南極内陸輸送における振動軽減対策手法の開発	白川 龍生	北見工業大学工学部・准教授	H27-H29 3年
	27-35	過酷な環境下における事故防止のための実践知の抽出と把握	村越 真	静岡大学教育学部・教授	H27-H28 2年

3. 研究集会

No.	研究課題名	研究代表者	所属・職
1	新極域科学計算機システムを利用した新しいデータ解析とモデリング手法に関する研究集会	岡田 雅樹	国立極地研究所・准教授
2	EISCAT研究集会	宮岡 宏	国立極地研究所・准教授
3	SuperDARNによる極域～中緯度超高層大気研究集会	行松 彰	国立極地研究所・准教授
4	近未来の宙空圏関連極域研究観測を考える研究集会	堤 雅基	国立極地研究所・准教授
5	中間圏・熱圏・電離圏研究集会	富川 喜弘	国立極地研究所・助教
7	太陽地球環境データ解析に基づく、超高層大気の間空間・時間変動の解明	田中 良昌	国立極地研究所・特任助教
8	グランドミニマム研究会	塩田 大幸	名古屋大学 太陽地球環境研究所・特任助教
9	「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」の推進	山本 衛	京都大学・教授
10	プラズマシート極域電離圏投影問題研究会	田中 高史	九州大学 国際宇宙天気科学教育センター・学術研究者・名誉教授
11	両極域における第四紀の気候・環境変動史	東 久美子	国立極地研究所・准教授
12	南極雪氷科学の展開による新たな古環境復元とメカニズム理解にむけて	川村 賢二	国立極地研究所・准教授
13	南極海洋・海氷・氷床システムの相互作用と変動に関する研究集会	田村 岳史	国立極地研究所・助教
14	エアロゾル－雲相互作用について語らう会	當房 豊	国立極地研究所・特任助教
15	大気－雪氷－海洋間の物質循環と極域への物質輸送に関する研究小集会	的場 澄人	北海道大学 低温科学研究所・助教
16	東南極における氷床表面の放射特性と涵養量変動監視に関する研究	青木 輝夫	気象庁 気象研究所・研究室長
17	寒冷域における降雪観測や雪結晶の研究と教育の今後の展望	島田 亙	富山大学 大学院理工学研究部・准教授
18	無人機の活用による極地観測の展開	林 政彦	福岡大学・教授
19	南極エアロゾル研究会	原 圭一郎	福岡大学・助教
20	永久凍土のモニタリングと変動に関する研究集会	原田 鉦一郎	宮城大学 食産業学部・准教授

No.	研究課題名	研究代表者	所属・職
21	南大洋・南極氷床変動の融合研究に向けて	野木 義史	国立極地研究所・教授
22	可聴下波動伝播特性による極域の多圏融合物理現象解明に関する研究集会	金尾 政紀	国立極地研究所・准教授
23	極域でのレーザー測距観測の意義と技術課題の検討	青山 雄一	国立極地研究所・助教
24	2015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
25	南極沿岸・陸上生態系における微小動物多様性の探索	伊村 智	国立極地研究所・教授

本報告書は、平成27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。