

(別紙様式6)

平成 29 年度 北極域研究共同推進拠点 共同研究等報告書

申請区分: 萌芽的異分野連携共同研究 共同推進研究
 産学官連携フィージビリティ・スタディ
 共同研究集会 産学官連携課題設定集会
研究課題名: グリーンランド北東部 NEGIS 氷河近傍の超微粒子の探索
研究期間: 平成 29 年度～平成 29 年度

共同研究員	氏名	所属・職名
研究代表者	本間 智之	長岡技術科学大学・准教授
研究分担者(拠点外)	東 信彦	長岡技術科学大学・学長
	高田 守昌	長岡技術科学大学・助教
	Ilka Weikusat	Alfred-Wegener-Institute Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung・Junior Professor
	Sergio H. Faria	BC3 - Basque Centre for Climate Change・Ikerbasque Research Professor
研究分担者(拠点内)	東 久美子	国立極地研究所・教授

【研究の内容】

氷床の変形機構は、一般的に岩盤近傍で生じる底面すべりと、氷の塑性変形により流動が生じ、氷床末端の氷河から海水に流れ出すことで海水面の上昇が起きると考えられている¹⁾。氷床氷には鉱物・塩・生体起源の不純物が含有されることがわかっており、近年では工業生産の副産物なども大気に混入して氷床に含まれることが明らかになっている²⁾。近年、NEEM コア中に見られる微粒子が cloudy band 内で確認され、掘削孔の測定から、cloudy band が存在する深度帯では流動速度が速いことがわかってきた。しかし、光学顕微鏡等の分析機器で観察可能な微粒子直径は 500nm 以上であり、それよりも小さいナノ領域の『超微粒子』がどのように氷床流動に影響を及ぼすかは明らかでない。そこで本研究では超微粒子の観察が可能な透過型電子顕微鏡(TEM)を用いて、超微粒子の直接観察を試みた。

サンプルはグリーンランド北東部 NEGIS 氷河近傍で表面積雪を採取し、日本に持ち帰った。図 1

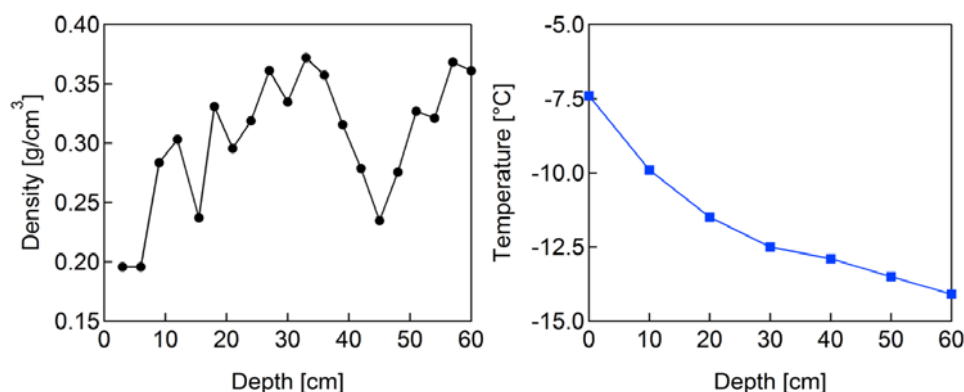


図 1 EGRIP サイトで採取した積雪(採取日: 2017 年 8 月 6、7 日)の密度と表層の温度分布

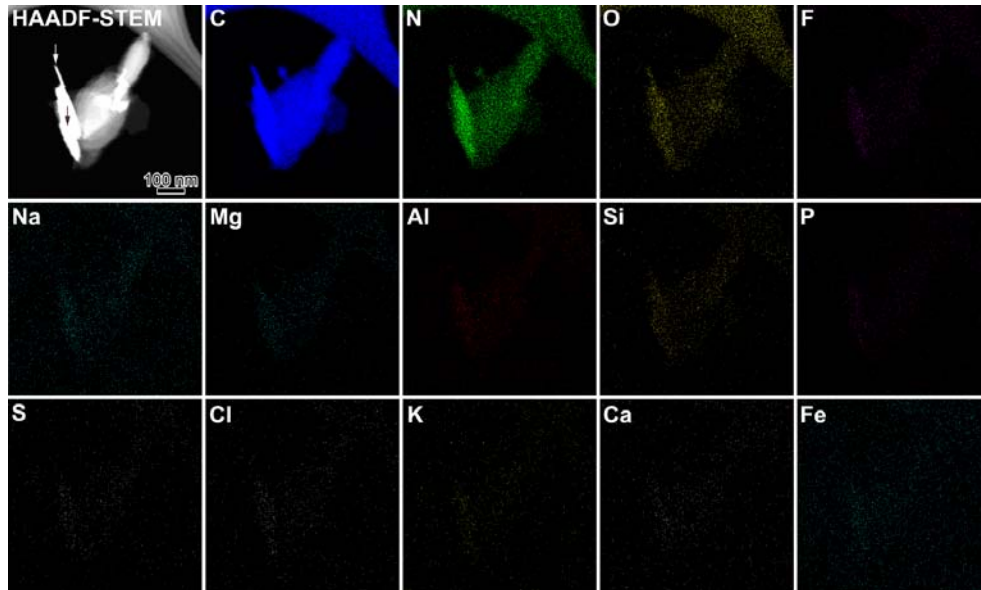


図 2 深さ 30-33cm の積雪サンプルに含まれる超微粒子の HAADF-STEM 像および各元素の EDX マップ

に採取した積雪サンプルの深さに対する密度、温度の分布を示す。図 1 の密度変化のグラフから、深さ 60cm までの密度分布を見ると季節変動が確認できる。グリーンランドでは、冬から春に不純物の含有量が多くなると予想されることから³⁾、春と予想される深さ 30-33cm の積雪サンプルを昇華させ、残留した超微粒子を TEM 用グリッド上に堆積させ観察を行った。

図 2 にグリッド上に堆積していた超微粒子からの、広角度散乱暗視野-走査透過電子顕微鏡 (HAADF-STEM) 像およびエネルギー分散型 X 線 (EDX) 分光を用いて得た元素マップを示す。超微粒子内に C や N、O から主として構成される超微粒子が確認できる。超微粒子の大きさは円近似で直径約 200nm で、一部、HAADF-STEM 像で白いコントラストが現れる粒子 (黒矢印) は、今回特定はできなかったが、何らかの重たい元素も含有されることを示唆している。また、白矢印部にはナノスケールの針状の物質も見られる。HAADF-STEM 像で灰色の領域から高分解能電子顕微鏡

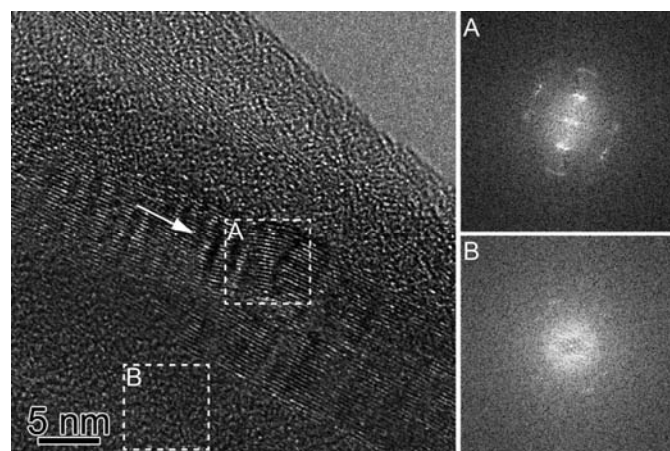


図 3 図 2 の HAADF-STEM 像の灰色の領域から得られた HRTEM 像。領域 A および B から取得した FFT 図形も示す。

(HRTEM)像を観察したところ、その構造は主としてアモルファス構造であり(図3(B))、カーボンナノチューブで見られるような構造(白矢印)および高速フーリエ変換(FFT)図形(図3(A))も一部見られ、超微粒子は何らかの炭化物として構成されることがわかる。

ブラックカーボン(BC)が燃料の燃焼時に副産物として生成され、それが氷床に降り積もることが明らかにされている²⁾。大気中をBCが拡散する際、その凝集体にHNO₃が付着して周りが覆われる。CはBCから、NはHNO₃を起源とした組成情報と仮定すると、BCの大気輸送がEGRIPサイトにも達すると結論できる。また、このようなBCの大気輸送が大陸間で生じることを仮定すると、北米やユーラシア大陸からの超微粒子の輸送(2500km程度)が可能であることを示唆しており、古気候における大気輸送の知見にも有意義な結果が得られた。

参考文献

- 1) 東信彦, トライボロジスト, 50 (2005) 725-730.
- 2) 近藤豊, 天気, 60 (2013) 1009-1027.
- 3) A. Svensson, P. Baadsager, A. Persson, C.S. Hvidberg, M.L. Sigsgaard-Andersen, Ann. Glac., 37 (2003) 119-122.

【研究論文や著書等】

特になし。

【研究発表】

- 1) T. Saruya, K. Nakajima, M. Takata, T. Homma, N. Azuma, K. Goto-Azuma, Effect of solid particles on polycrystalline ice and its relations with rapid deformation of ice-age ice, Fifth International Symposium on Arctic Research, 2018年1月15日, 一ツ橋ホール, 東京.
- 2) T. Homma, N. Shinbo, K. Nakajima, T. Saito, M. Takata, N. Azuma, W. Shigeyama, K. Goto-Azuma, Application of small angle X-ray scattering to fine particles dispersed in crept artificial ice samples, 第8回極域科学シンポジウム, 2017年12月5日, 国立極地研究所, 立川.
- 3) W. Shigeyama, N. Nagatsuka, T. Homma, M. Takata, K. Goto-Azuma, I. Waikusat, M.R. Mrury, E.J.N. Kuiper, G.M. Pennock, R.V. Mateiu, N. Azuma, D.D. Jensen, Microstructural analysis of the NEEM ice core, Greenland by using electron backscatter diffraction (EBSD), 第8回極域科学シンポジウム, 2017年12月5日, 国立極地研究所, 立川.
- 4) T. Homma, K. Nakajima, T. Saruya, M. Takada, N. Azuma, K. Goto-Azuma, Effect of Impurities on deformation behaviour of fine grained artificial ice modeled on the EGRIP ice core, NEGIS Workshop, 2017, 10月17日, The Royal Danish Academy of Sciences and Letters, コペンハーゲン.
- 5) 猿谷友孝、中島甲葵、高田守昌、本間智之、東信彦、東久美子、氷期氷の速い変形と固体微粒子の関連性について、雪氷研究大会(2017・十日町), 2017年9月25日, クロステン十日町, 十日町.
- 6) 中島甲葵、猿谷友孝、高田守昌、本間智之、東信彦、東久美子、人工多結晶氷のクリープ変形に伴う微細組織の変化、雪氷研究大会(2017・十日町), 2017年9月25日, クロステン十日町, 十日町.

【特許等】

特になし。

【アウトリーチ、取材、その他】

特になし。