

# グリーンランド北西氷床(SIGMA-D)アイスコアを用いた過去 157 年間の気候復元

門田萌<sup>1,2</sup>、的場澄人<sup>1</sup>、本山秀明<sup>3</sup>、藤田耕史<sup>4</sup>、山崎哲秀<sup>5</sup>、大沼友貴彦<sup>6</sup>、箕輪昌紘<sup>1,2</sup>、小室悠紀<sup>7</sup>、青木輝夫<sup>8</sup>

<sup>1</sup>北海道大学低温科学研究所, <sup>2</sup>北海道大学大学院環境科学院,

<sup>3</sup>国立極地研究所, <sup>4</sup>名古屋大学大学院環境学研究科, <sup>5</sup>アバンナット, <sup>6</sup>千葉大学大学院理学研究科, <sup>7</sup>山形大学大学院理工学研究科, <sup>8</sup>気象研究所

## Reconstruction of climate during the past 157 years by analyzing an ice core obtained from Northwestern Greenland Ice Sheet (SIGMA-D)

Moe Kadota<sup>1,2</sup>, Sumito Matoba<sup>1</sup>, Hideaki Motoyama<sup>3</sup>, Koji Fujita<sup>4</sup>, Tetsuhide Yamasaki<sup>5</sup>, Yukihiko Onuma<sup>6</sup>, Masahiro Minowa<sup>1,2</sup>, Yuki Komuro<sup>7</sup>, and Teruo Aoki<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University,

<sup>2</sup>Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University,

<sup>3</sup>National Institute of Polar Research, <sup>4</sup>Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University,

<sup>5</sup>Avangnaq, <sup>6</sup>Graduate School of Science, Chiba University,

<sup>7</sup>Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University, <sup>8</sup>Meteorological Research Institute

We drilled an 222.72-m deep ice core on the Northwestern Greenland Ice Sheet (SIGMA-D site; (N77°38', W59°07', 2100m a.s.l.) on May7 to 20 in 2014 to reconstruct the compositions of light-absorbing snow impurities (dust and black carbon) and annual accumulation rate for several hundred years. We estimated age of ice cores with annual layer counting of water isotope ratios and Na<sup>+</sup> and a reference horizon of tritium in 1963, and that 73.67m ice core covered the period 1856-2014. The average of annual accumulation from 1856 to 2014 was 0.23 m w.eq. The annual accumulation rate showed slightly decreasing trend. Decade average of annual accumulation rate in 1871-80, 1921-30, 21-40, 61-70, and 91-2000 were relative high.

### 1. はじめに

北極圏における近年の急激な雪氷の融解を多くの気候モデルが再現できていない原因の一つは黒色炭素等光吸収性エアロゾルによる積雪汚染と雪氷微生物による雪氷面アルベド低下だといわれている。本 SIGMA-D プロジェクトでは、産業革命前後から現在までの雪氷面アルベド変化の実体を明らかにするため、グリーンランド北西氷床(N77° 38', W59°07', 2100m a.s.l.)でのアイスコア掘削を実施した。

本研究の目的は、掘削されたアイスコアのうち 0~73.67m の水素安定同位体比( $\delta D$ )と化学成分(Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)プロファイルから過去の気候を復元することである。

### 2. アイスコアの処理・分析方法・年代決定

#### 2.1 アイスコアの処理方法

氷床上に作成したトレンチにてアイスコアの密度を測定した後、アイスコアを縦方向に切断し、半割を使って層位の記載、近赤外写真の撮影を行った。残りの半割を 5-10cm 長毎に切断し、試料の周りに付着した汚染をセラミックナイフで除去したのちにワールパック内で融解し PP 瓶に詰めて、化学分析用の試料を調製した。

#### 2.2 分析方法

水同位体比は水同位体分析計(PICARRO 社製、L-2130i)、化学成分濃度はイオンクロマトグラフィー(Thermo Scientific 社製、ICS-2100)、トリチウム濃度は液体シンチレーションカウンター(アロカ株式会社製、LSC-LB3)を使って測定した。

#### 2.3 年代決定

$\delta D$  は冬に極小値、Na<sup>+</sup>は冬に極大値を示した。 $\delta D$  と Na<sup>+</sup>季節変動を用いて年層をカウントし年代を推定した(図 1)。また、トリチウムのピークを 1963 年の示準層として年代を推定した。73.67 長で 1856~2013 年まで遡ることができた。

### 3. 結果

推定した年層から算出した年間涵養量の時間変化を図 2 に示す。全期間での平均年間涵養量は 0.23mw.eq.であった。各 10 年平均値では、1871~1880 年(0.28mw.eq.)、1921~1940 年(0.25mw.eq.)、1991~2000 年(0.26mw.wq.)は涵養量が多く、1971~1990 年(0.21mw.eq.)、2001~2010 年(0.21mw.eq.)は少なかった。涵養量は若干ではあるが年々減少していた。推定した年代から算出した  $\delta D$ 、Na<sup>+</sup>、nss-Ca<sup>2+</sup>と涵養量の各 10 年平均値を表したグラフを図 3 に示す。表 1 でのオレンジ色は涵養量が多かった期間で水色は少なかった期間である。涵養量が多いときには  $\delta D$ 、Na<sup>+</sup>の値が高くなることが多く、涵養量が少ないときには双方が低い値をとることが多かった。nss-Ca<sup>2+</sup>は涵養量と比較し

たがそれほど変化が見られなかった。Na<sup>+</sup>は海塩由来であり、低気圧と関係していることが知られており、海水温が上昇すると低気圧が活発となり Na<sup>+</sup>の値が高くなる。低気圧活動が活発なときは雲が多く発生し降雪が多くなる。また、気温が高いときには降雪が多くなるので、 $\delta D$  と Na<sup>+</sup>が同じ動きをすることは説明がつく。

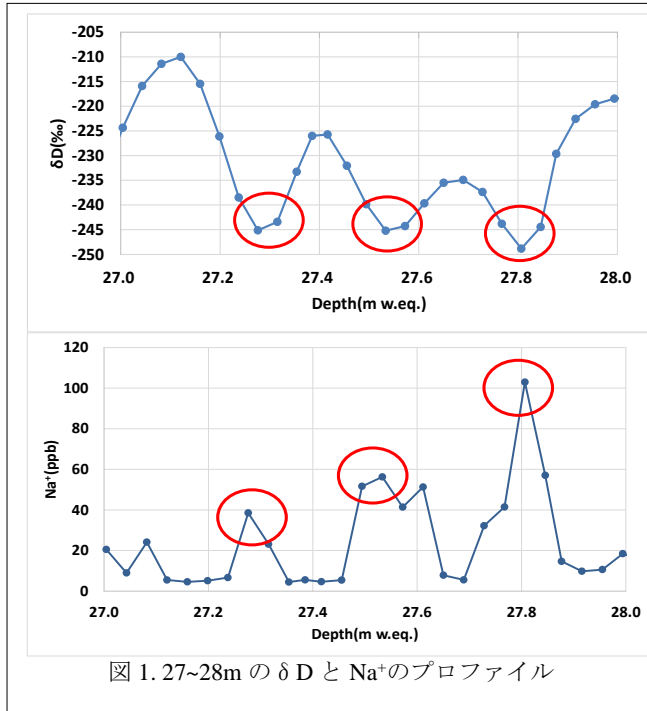


図 1. 27~28m の  $\delta D$  と Na<sup>+</sup>のプロファイル

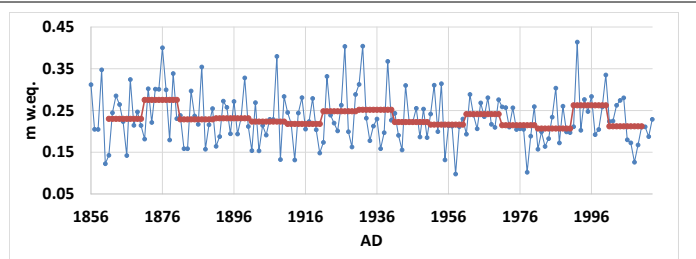


図 2. アイスコアから復元した 1856~2013 年の年間涵養量 (赤線は 10 年平均値)

	Accumulation (m w.eq.)	nss-Ca <sup>2+</sup> (ppb)	Na <sup>+</sup> (ppb)	$\delta D$ (‰)
1861~1870	0.23			-247.63
1871~1880	0.28	8.50	26.95	-244.55
1881~1890	0.23	7.95	18.04	-240.53
1891~1900	0.23	8.75	22.42	-236.85
1901~1910	0.22	8.27	19.69	-239.29
1911~1920	0.22	6.80	26.64	-244.85
1921~1930	0.25	7.72	18.58	-237.59
1931~1940	0.25	8.42	31.19	-239.67
1941~1950	0.22	8.19	28.69	-241.46
1951~1960	0.22	9.34	18.75	-244.06
1961~1970	0.24	11.51	27.48	-243.62
1971~1980	0.21	9.11	19.13	-241.02
1981~1990	0.21	10.89	19.74	-247.31
1991~2000	0.26	12.00	22.25	-243.00
2001~2010	0.21	13.71	17.04	-243.11

表 1. アイスコアから復元した 1861~2010 年の 10 年平均の涵養量と  $\delta D$ , nss-Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>の関係

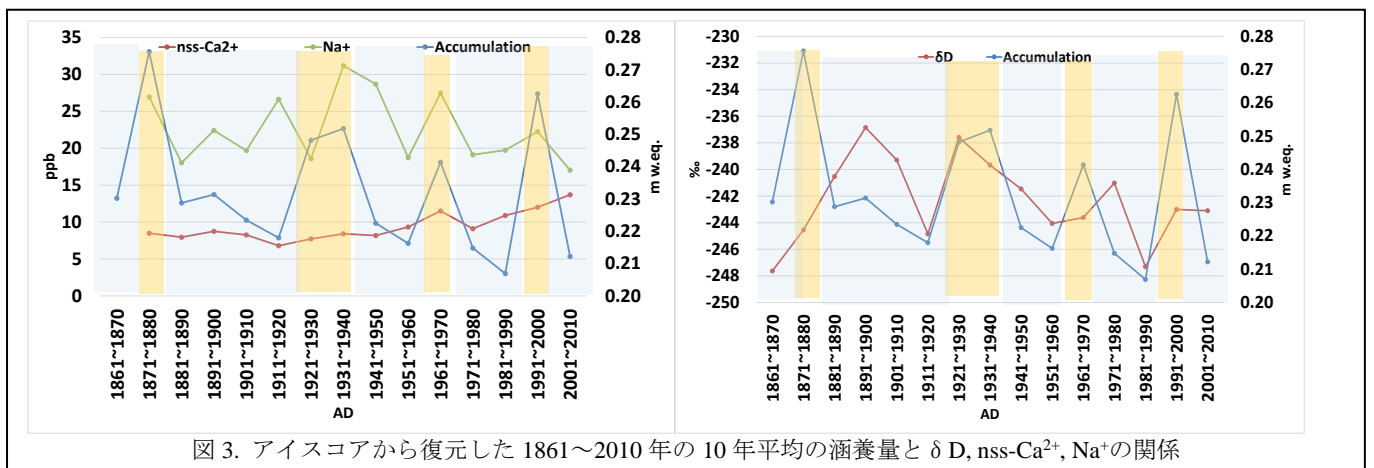


図 3. アイスコアから復元した 1861~2010 年の 10 年平均の涵養量と  $\delta D$ , nss-Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>の関係