

南極での雪氷研究

— 知られざるマイナス70°Cの雪と氷の世界 —

亀田貴雄 (北見工業大学社会環境工学科教授)

1. 日本からドームふじへ
2. ドームふじでの観測および研究成果
- (3. ドームふじ基地で生活および特色ある自然)

連絡先:

〒090-8507 北海道北見市公園町165

北見工業大学社会環境工学科

TEL: 0157-26-9506, FAX: 0157-25-8772

E-mail: kameda@mail.kitami-it.ac.jp

自己紹介

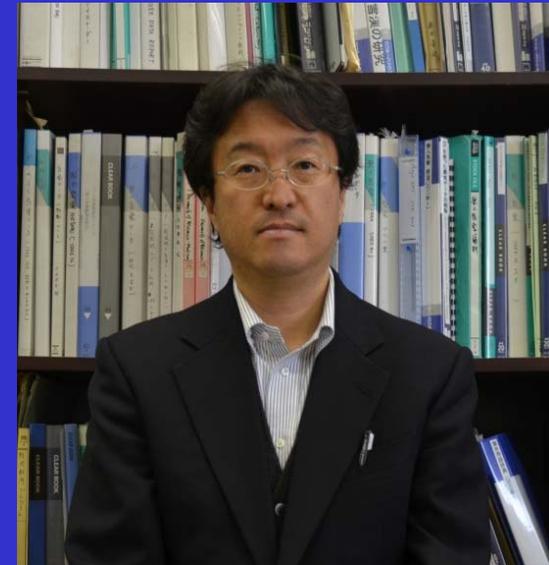
亀田貴雄(かめだたかお)

○1963年(昭和38年)5月7日、群馬県桐生市で生まれる(52歳)

○北見工業大学社会環境工学科教授, 理学博士

担当講義(学部): 物理学(力学, 電磁気学), 雪氷学,
地球工学概論

(大学院): 雪氷学特論



○専門: 雪氷学, 地球物理学

南極氷床の雪氷学的研究, 南極や氷河で採取された雪氷コア中の物理解析, 雪結晶の研究,
身近な雪と氷の現象の解明(斑点ぬれ雪など)

○趣味: 夏山登山, 風景写真撮影, 出張先でぶらっと歩くこと, 尺八を吹くこと

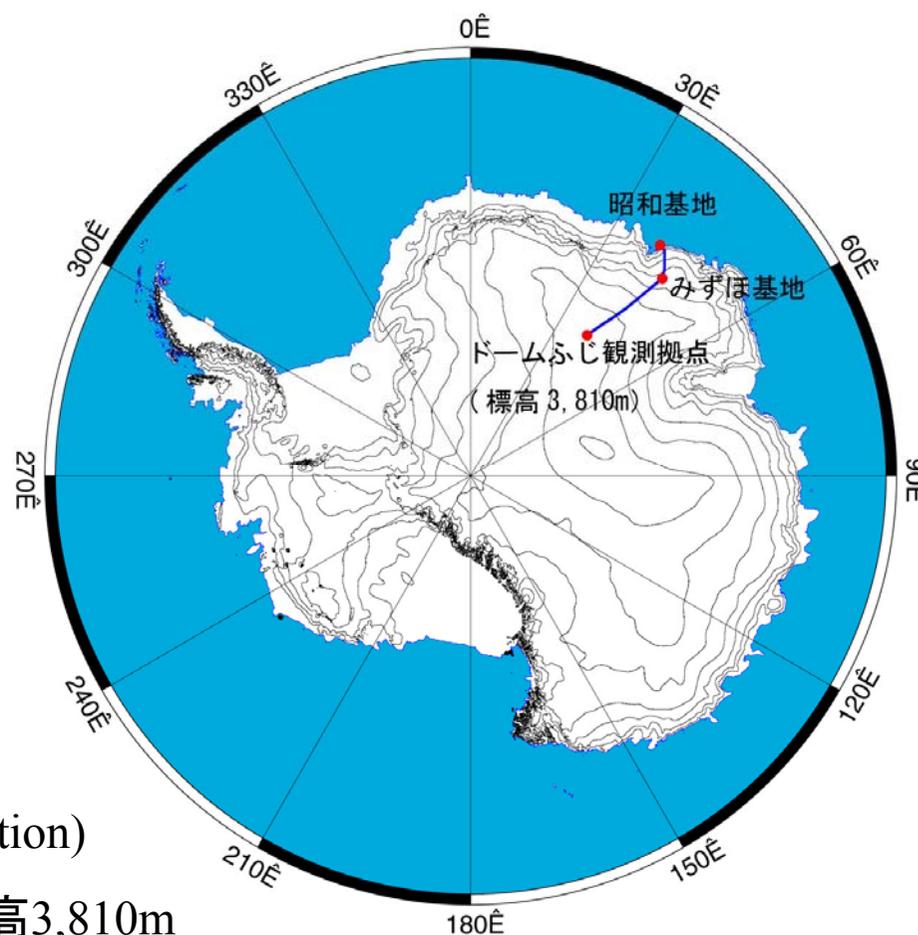
○調査歴: 南極(36次隊95-96年, 44次隊2003-04年), グリーンランド氷床(89, 92年),
スバルバード(87, 93, 98年)、カムチャッカ(98年), ロシア・アルタイ(01, 02年)の氷河,
ロシア・オイミヤコン(04, 07年), 大雪山系の雪壁雪溪(毎年)

地球の底に位置する南極



ニュージーランド
オーストラリア

南極の内陸に位置する ドームふじ



ドームふじ基地 (Dome Fuji Station)

南緯79度19分、東経39度42分、標高3,810m

日本から南極へ

南極へは、南極観測船(砕氷艦)しらせで行った。



大型ヘリコプターを2機搭載



参考:南極観測船の変遷

宗谷(1956~1962年運用)

ふじ(1965~1983年運用)

しらせ(1982~2008年運用)

しらせ(2代目)(2009年~現在運用)

南極氷床の輸送拠点S16へのヘリ輸送





S16でのしらせからのヘリ輸送
およびソリへの物資積み込み

総量：85トン、210m³





1,000km先のドームふじ目指して出発！（2002年12月30日）

撮影：NHK

内陸旅行隊(2003年1月2日)



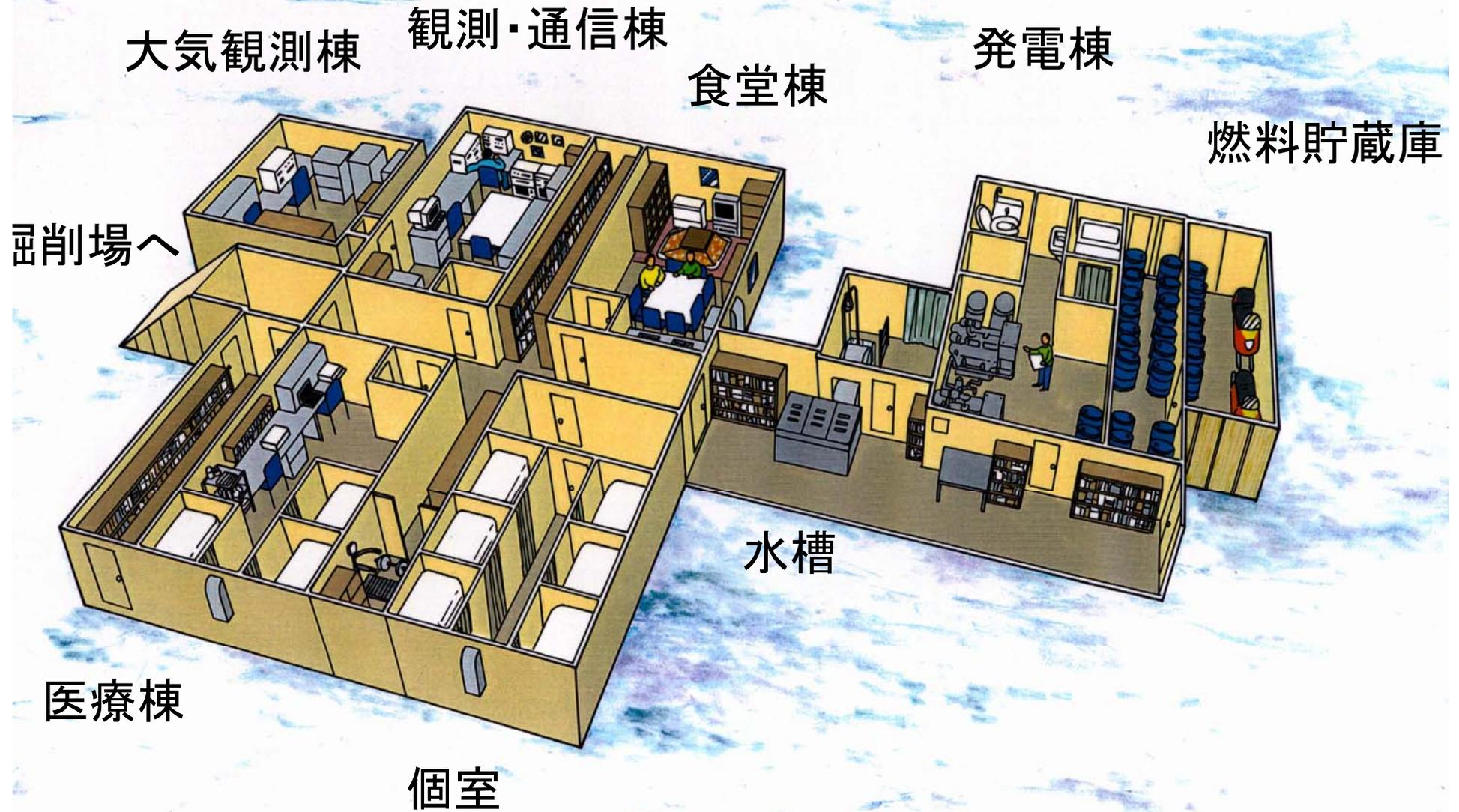
サスツルギ(堆積した雪が削剥されて形成)

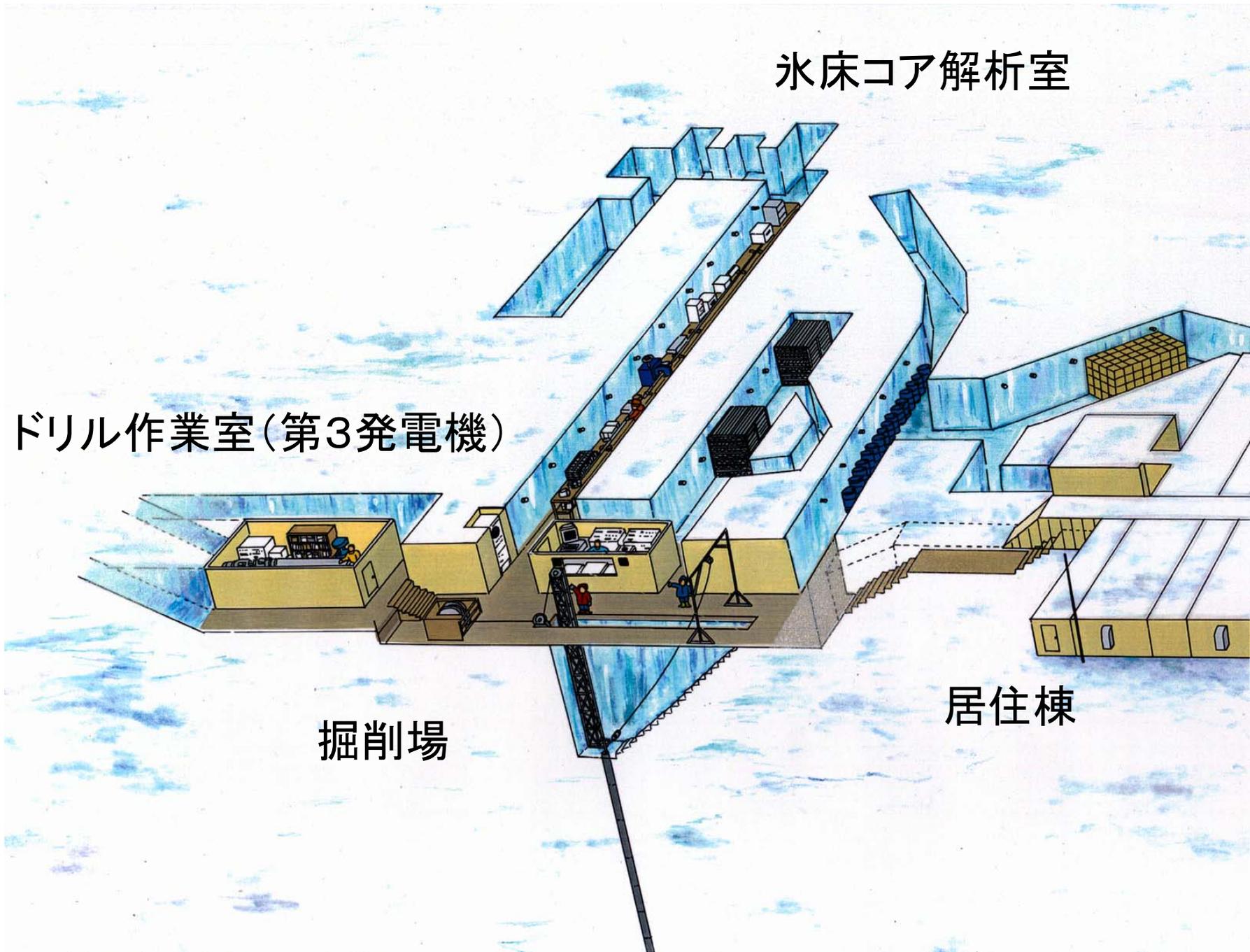


ドームふじ観測拠点居住区の全景 (建物はすべて雪面下に埋まっている)



ドームふじ基地の居住棟と発電棟の概要





氷床コア解析室

ドリル作業室(第3発電機)

掘削場

居住棟

ドームふじでの越冬観測メンバー(8名)

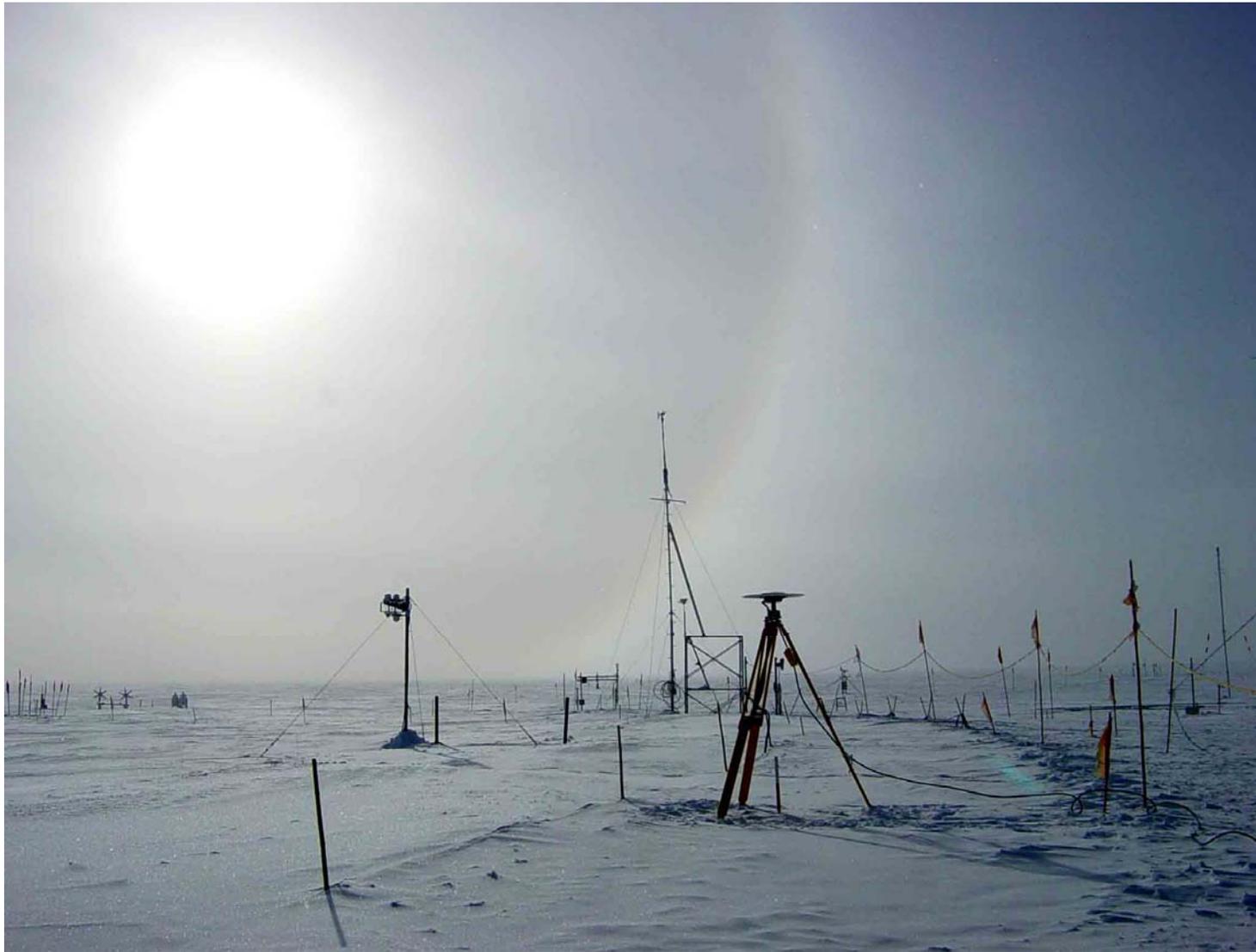
観測系4名(雪氷2、気象1、宙空1)

設営系4名(機械2、医療1、調理1)



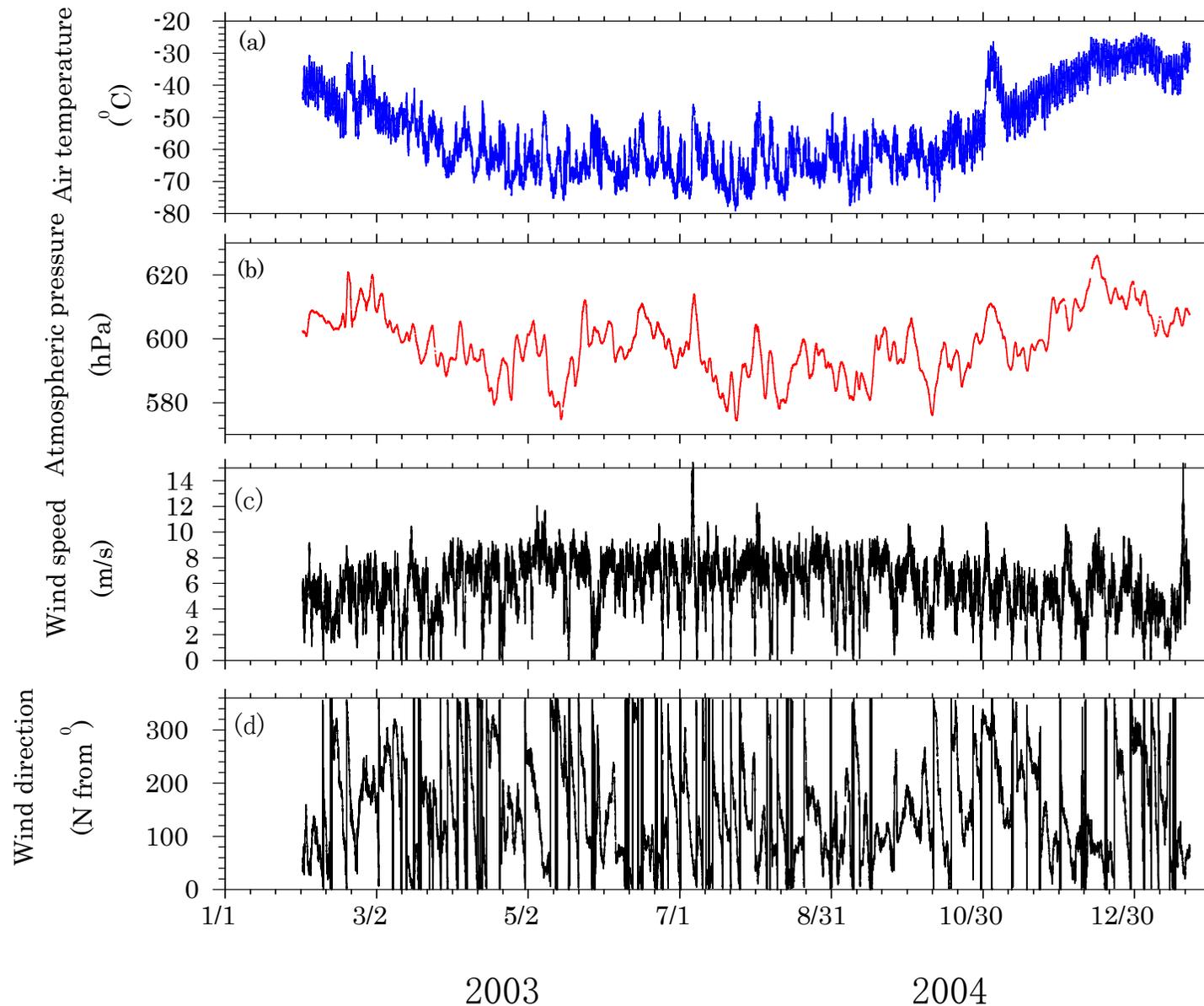
ドームふじ観測拠点の観測エリア全景(基地の東側)

(手前にGPS受信機、奥に気象用10mタワー、左に日射計)

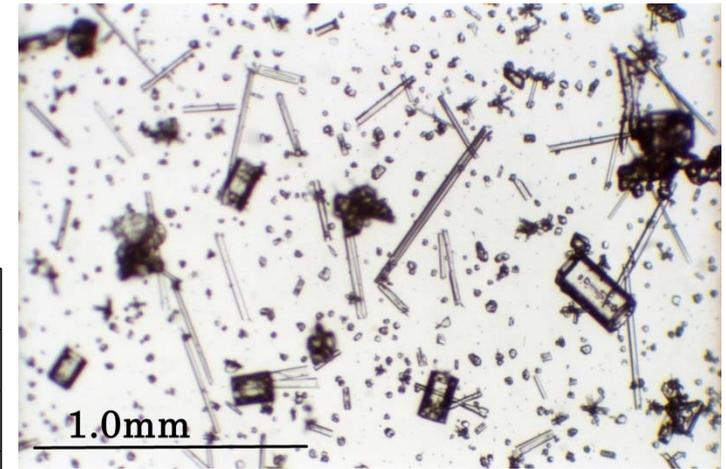
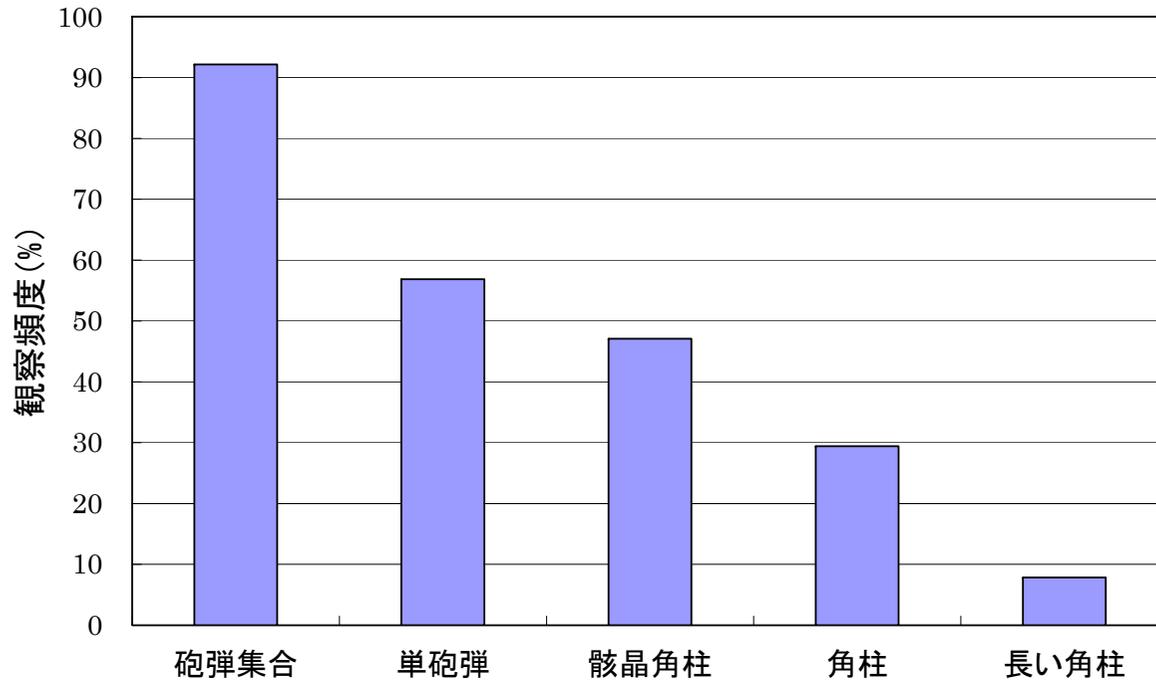


ドームふじでの気象観測の結果(気温、気圧、風速、風向)

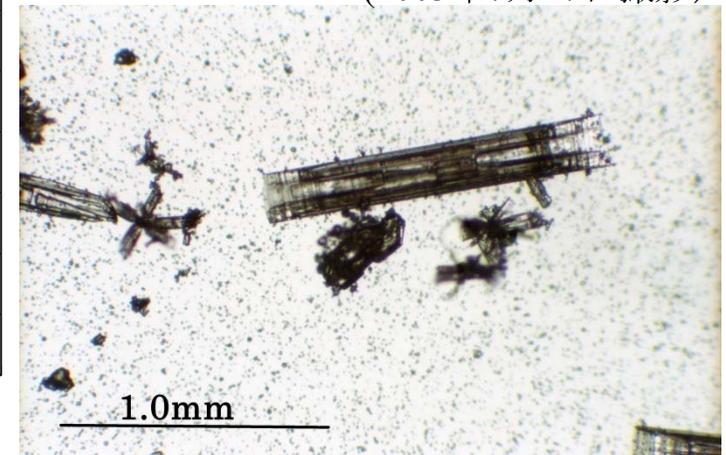
(気象庁による観測結果)



通年の観察日数の頻度(%)



(2003年7月27日撮影)



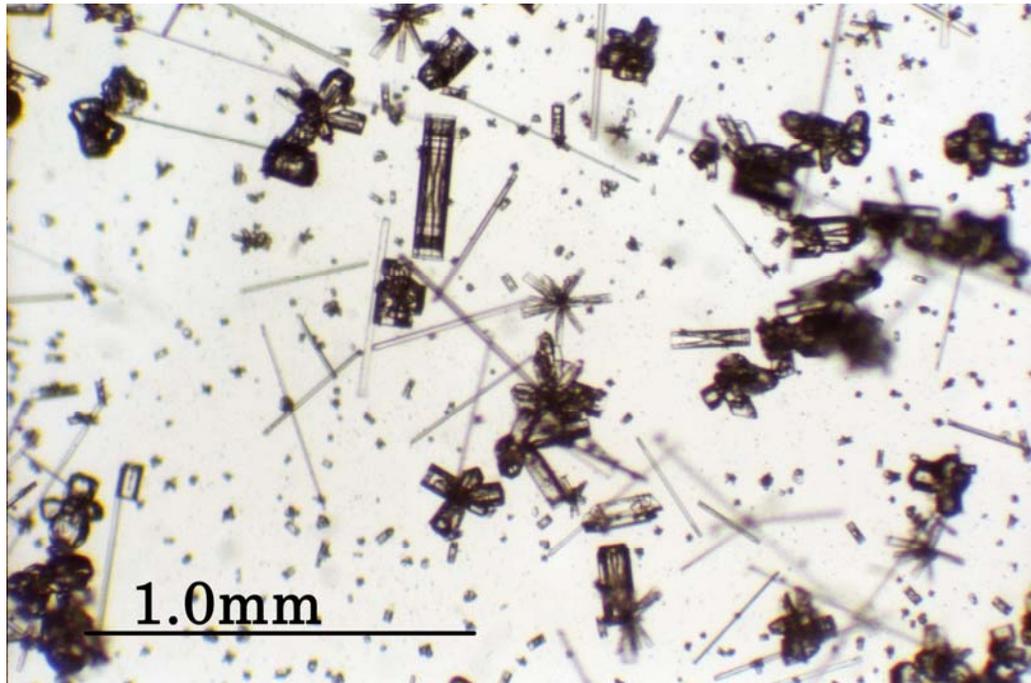
(2003年4月6日撮影)



(2003年9月6日撮)



(2003年9月6日撮影)



27 July 2003

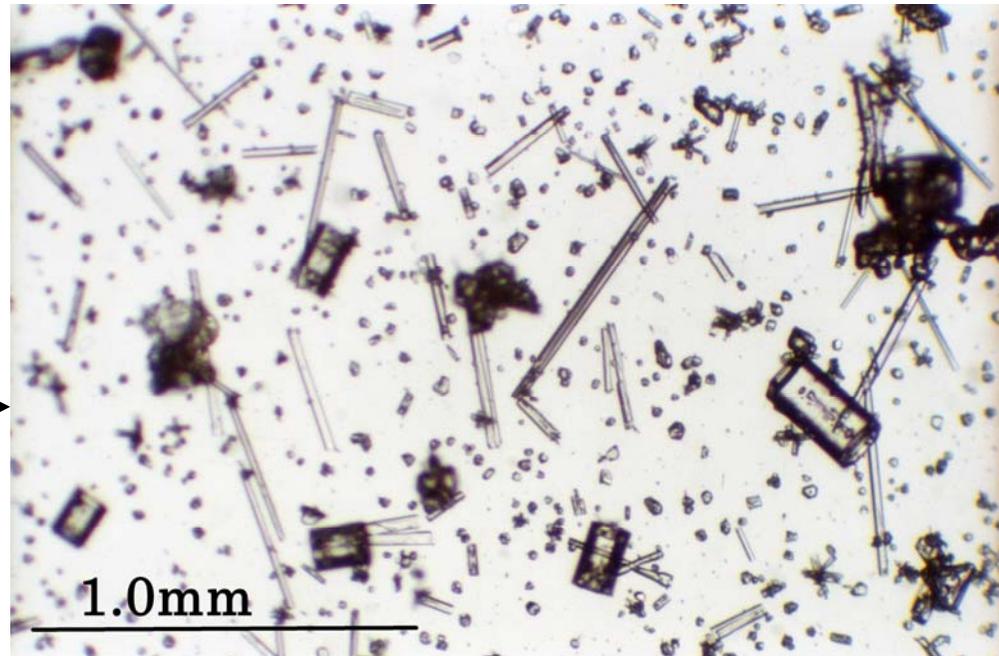
長さc: 0.34 ~ 0.70mm
直径a: 0.02 ~ 0.03mm
c/a = 13 ~ 25 (n=7)
気温: -62.4 ~ -55.3°C

針状結晶 (“Long Prism”¹⁾)

¹⁾ Shimizu (1963)

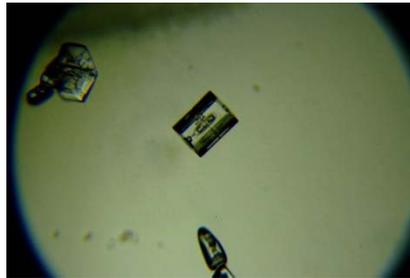
越冬中に3回観測。

← 長さc: 0.19 ~ 0.49mm
直径a: 0.01 ~ 0.025mm
c/a = 14 ~ 37 (n=6)
気温: -74.0 ~ -62.6°C

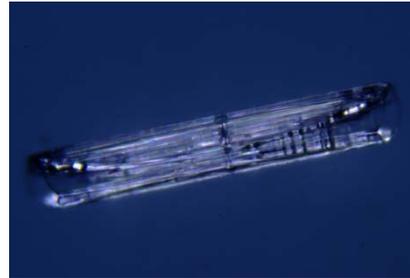


3 August 2003

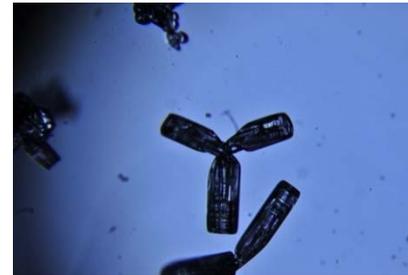
南極昭和基地で観察された雪結晶(2009年撮影)



無垢角柱



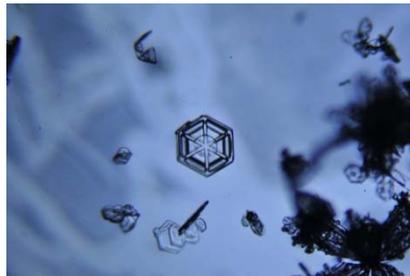
骸晶角柱



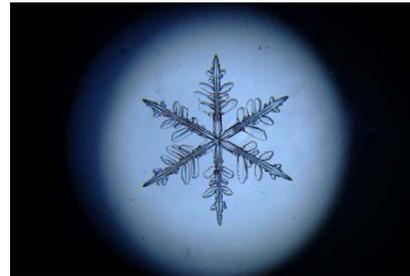
砲弾集合



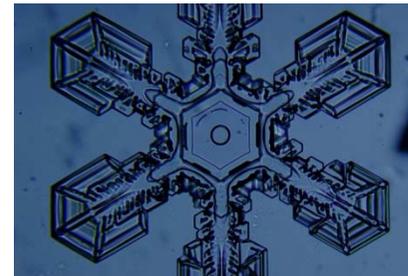
鼓(角板付角柱)



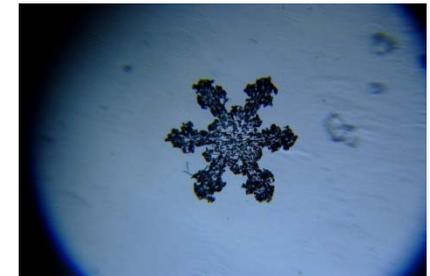
角板



樹枝状六花



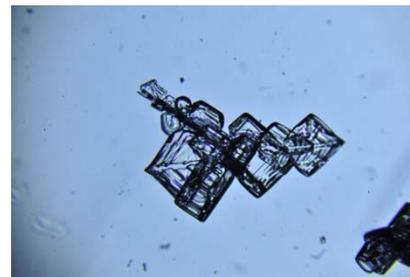
角板付六花



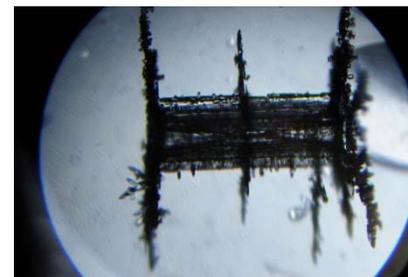
雲粒付六花



放射状交差角板



御幣



多重鼓

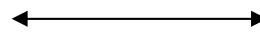
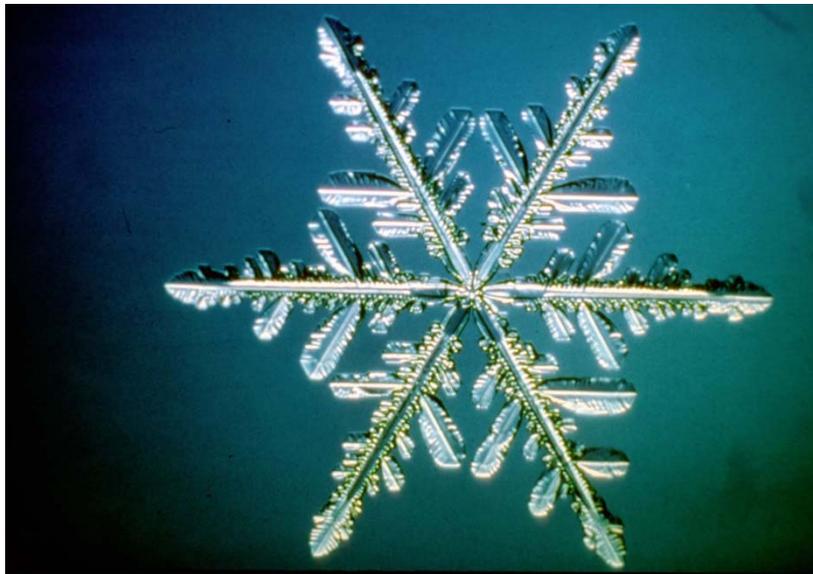


角柱・砲弾・交差角板
の不規則結晶

写真提供: 武田康男氏(千葉県立東葛飾高校教諭, 第50次南極地域観測隊員)

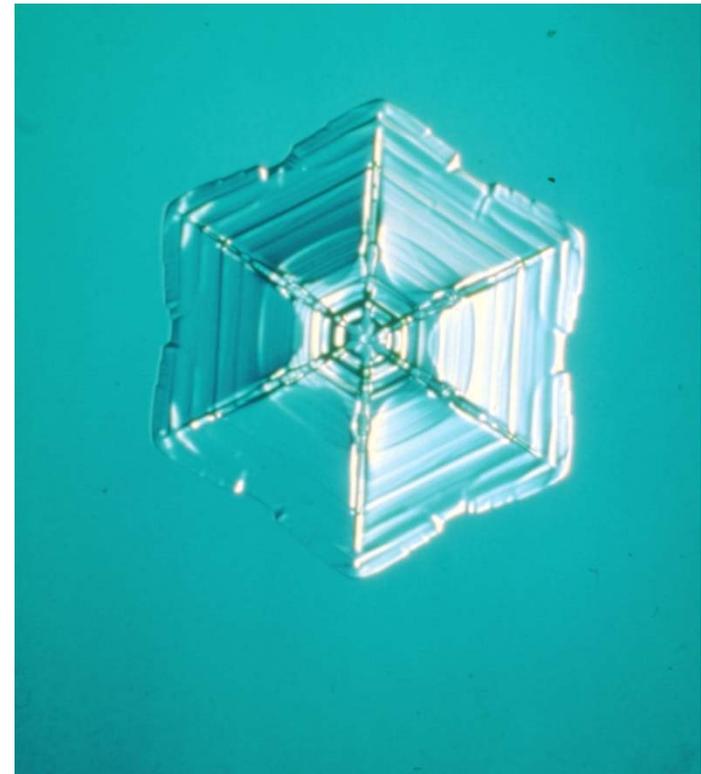
日本国内で観察される雪結晶

樹枝状結晶(正規六花)



0.5mm

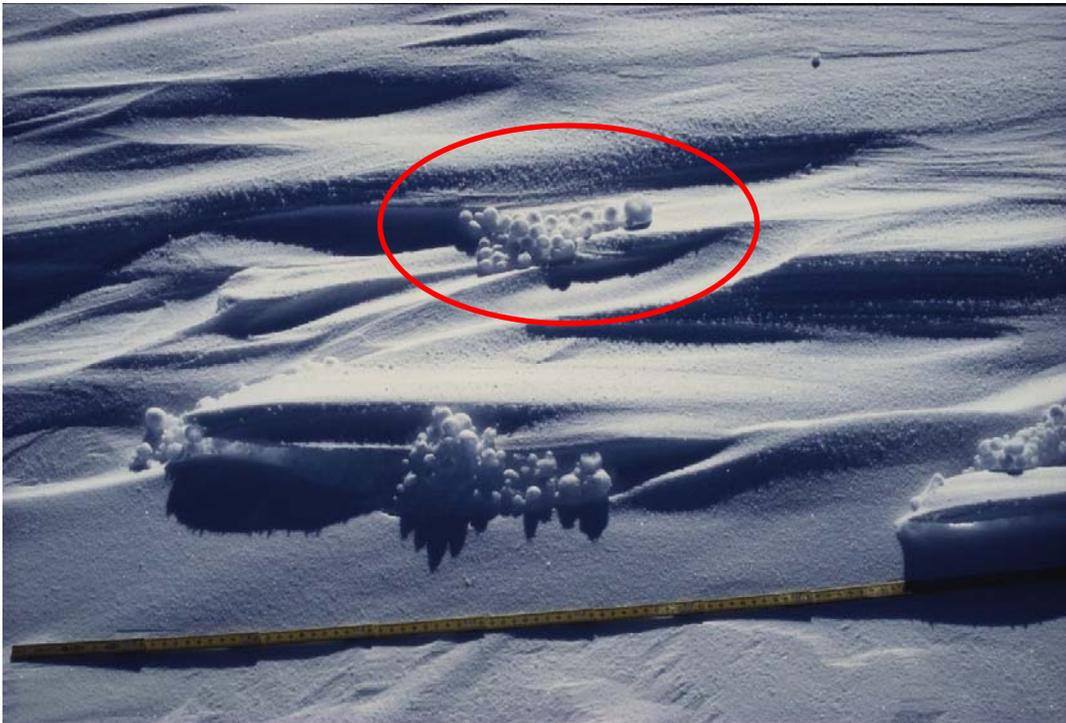
角板結晶



撮影:古川義純博士(北大低温研)

雪まりも (yukimarimo)

雪面にできた霜が風でまкруられて移動し、球形化したもの。1995年にドームふじ基地にて発見され、命名される (Kameda *et al.*, 1999)。

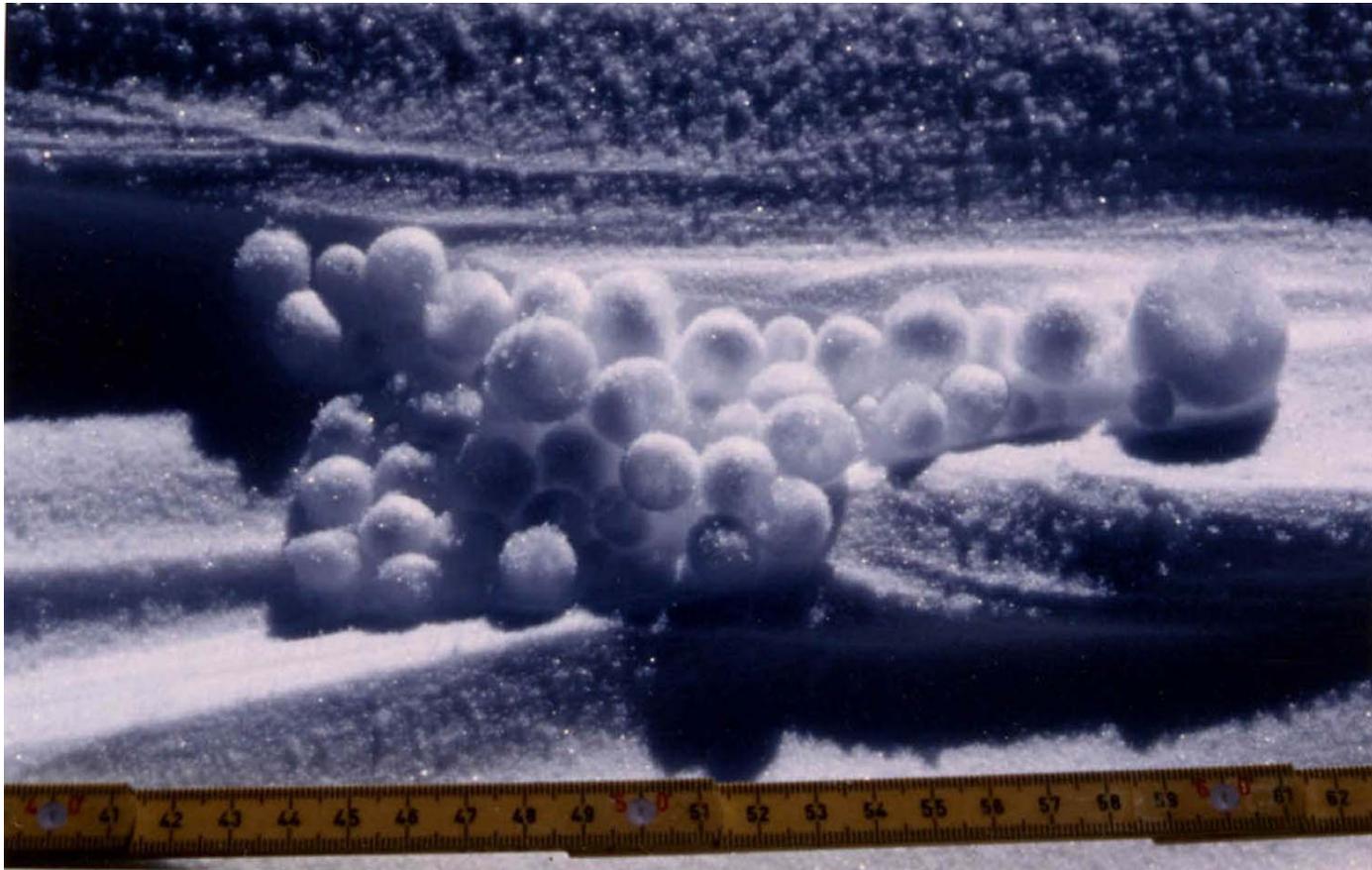


1995年10月撮影



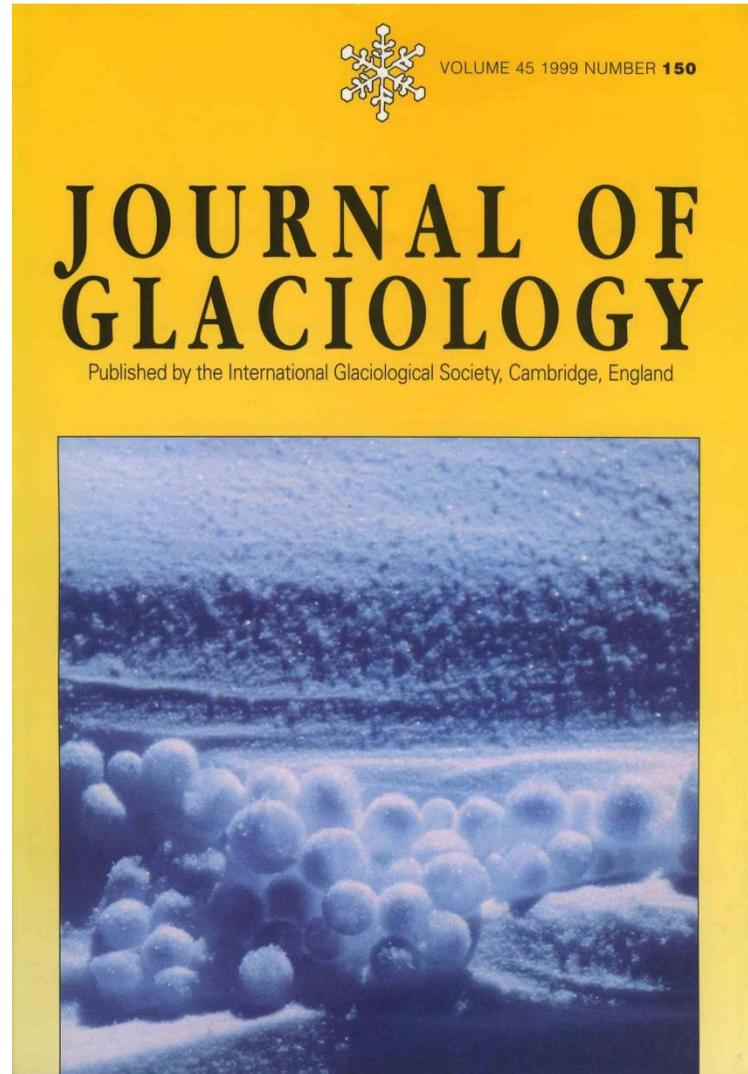
2003年9月撮影

雪まりものクローズアップ(1995年撮影)



Kameda *et al.* (1999) in *Journal of Glaciology*

雪まりもが表紙に載った国際雪氷学会誌 (Journal of Glaciology)

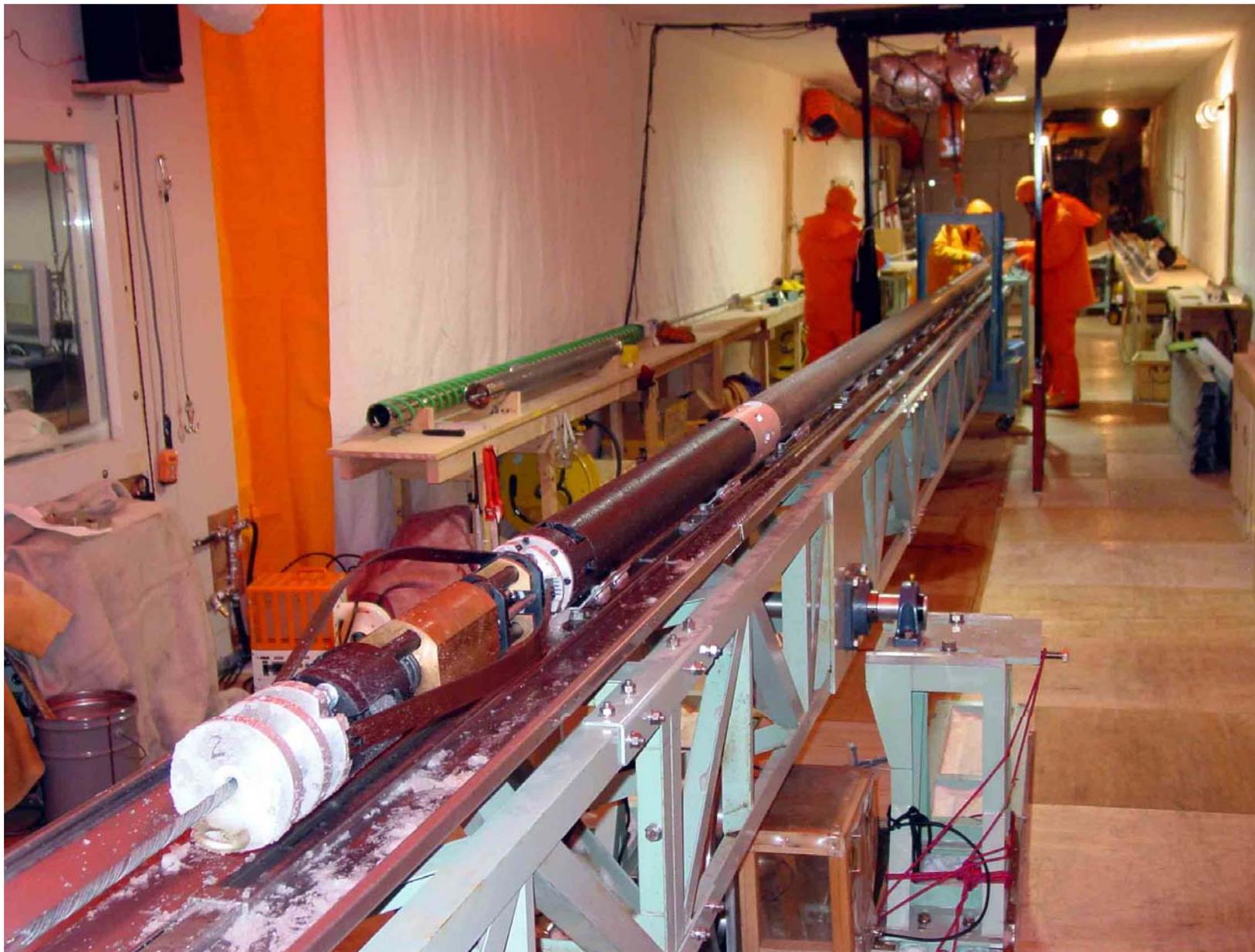


ひもに成長した綿毛状の霜(雪まりもの原料)



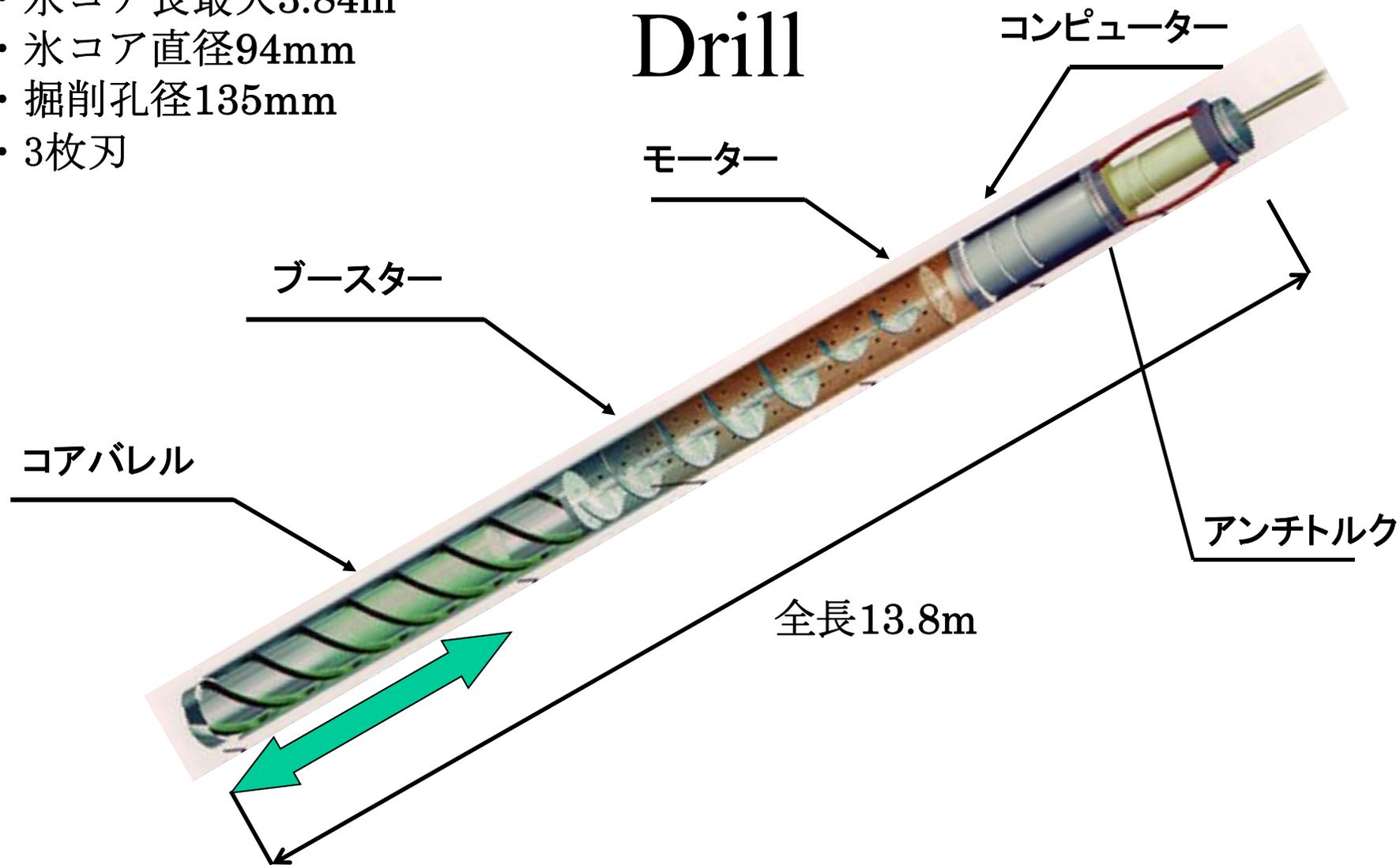
(2003年8月13日ドームふじにて撮影)

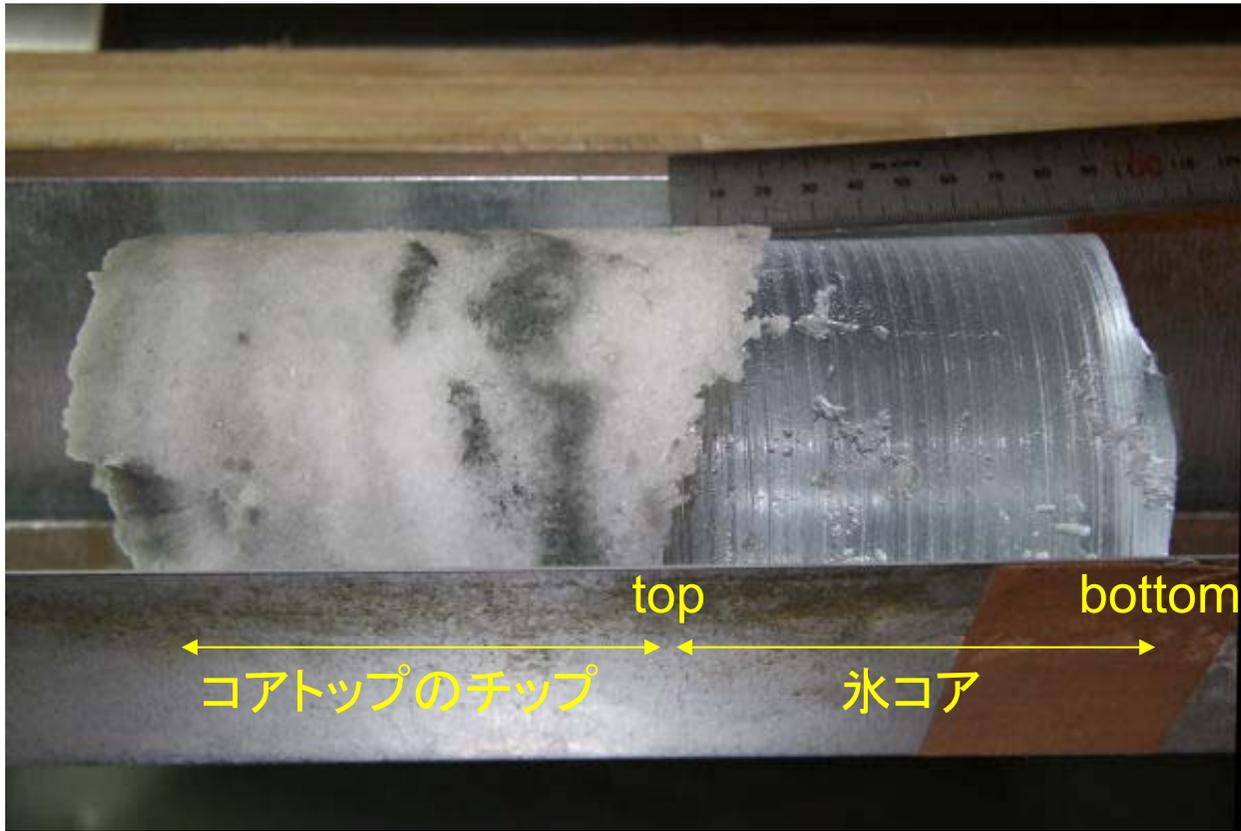
深層掘削ドリル(全長13.8m)



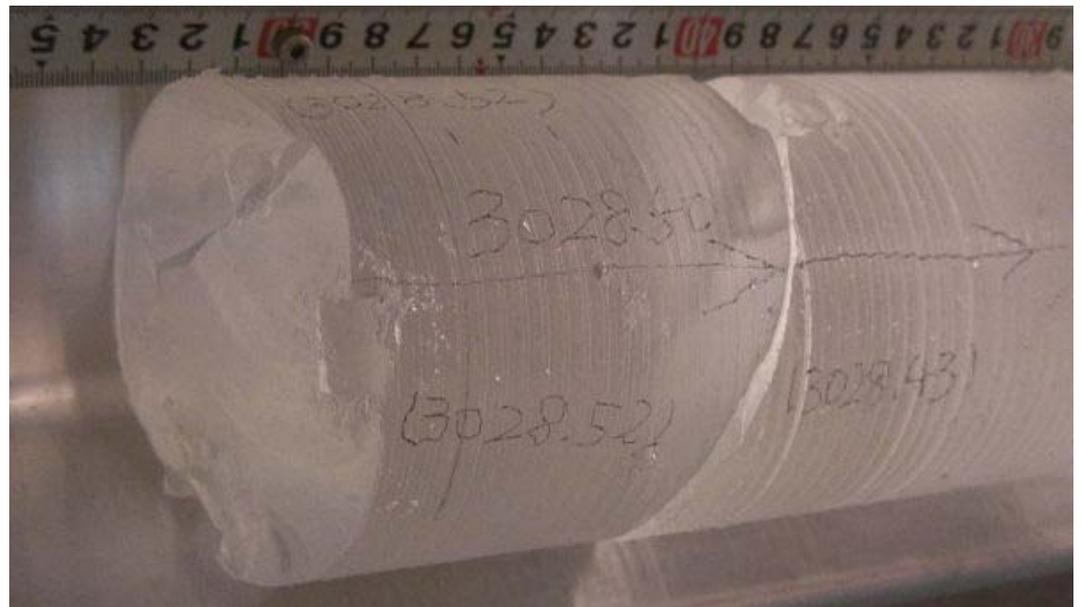
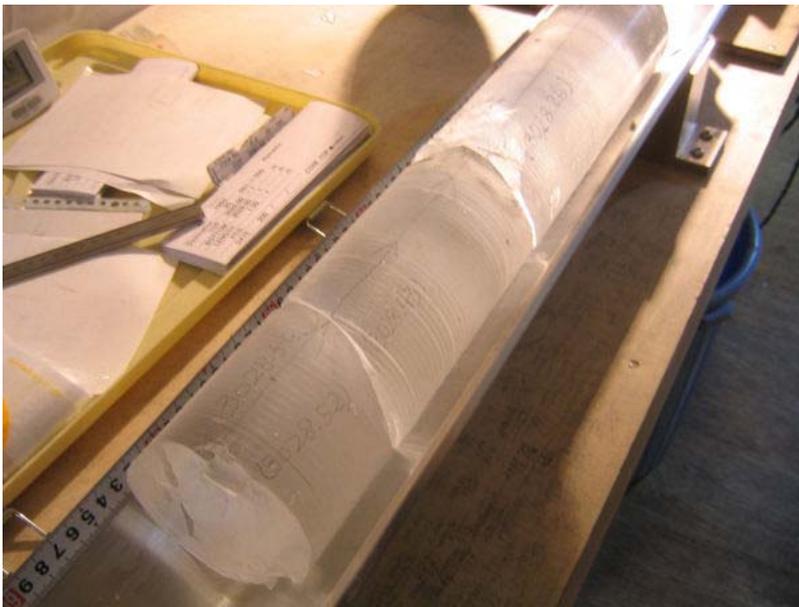
液封型深層掘削ドリル((株)地球工学研究所製)

- ドリル全長13.8m
- 氷コア長最大3.84m
- 氷コア直径94mm
- 掘削孔径135mm
- 3枚刃





最終コア
3028.52m



コア一時貯蔵庫(最大1100m長コアをバッファー)



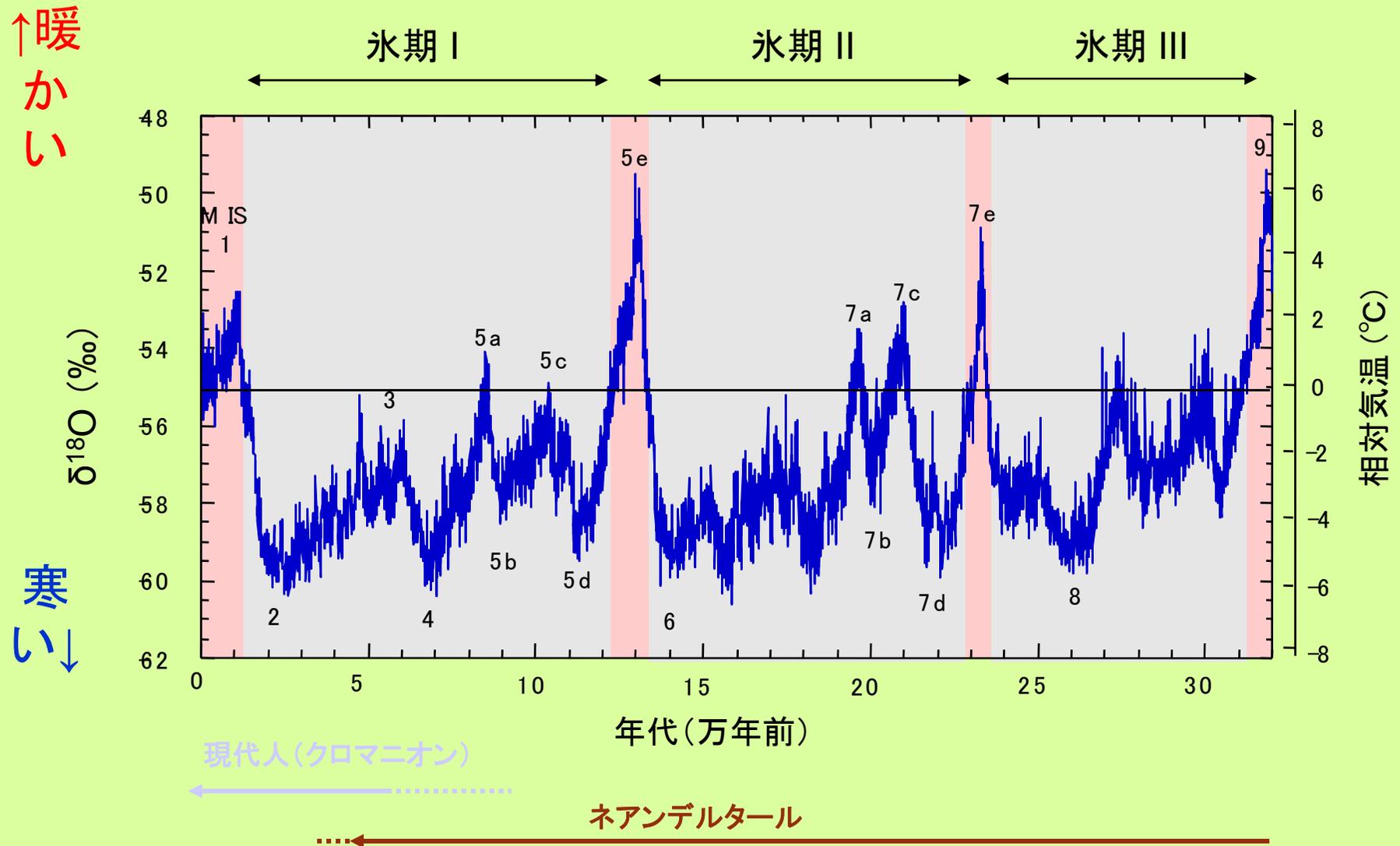
光学層位計測（目視観察、傾斜計測、ラインスキャン、写真）



氷床コア（直径94mm） 2007年1月に3035.22mの氷床底近くまで掘削終了。このコア氷を用いた解析により，過去70万年間の気候・環境情報の復元についての研究が実施されている。



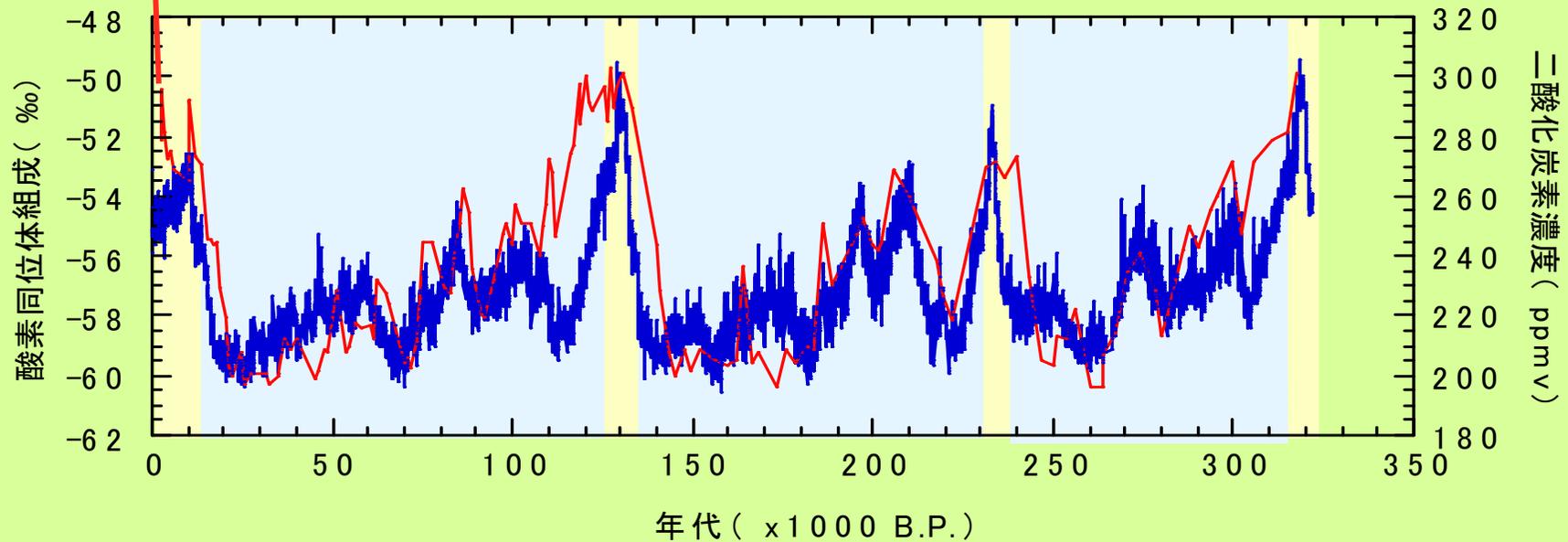
ドームふじ深層コアの解析結果(酸素同位体比)



Watanabe *et al.*(2003)

400.03ppm (2013年5月9日)

過去32万年の気温、CO₂変化



* 地球は、完新世の温暖ピークを過ぎ氷期に向かいつつある。

* CO₂は、過去32万年で経験のない高濃度になっている。



地球は温暖化、寒冷化どちらに向かうのか？

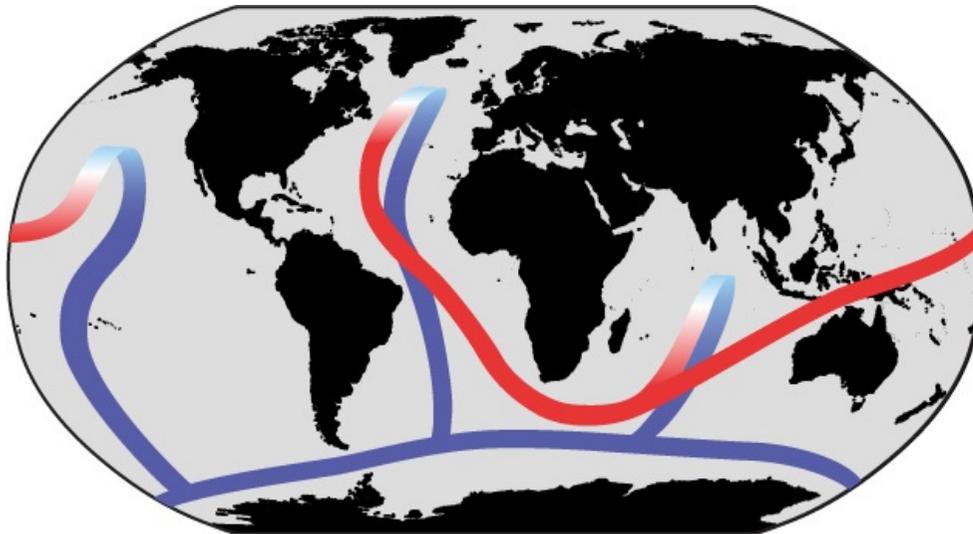
氷期の原因

1. 地球軌道の変化(ミランコビッチサイクル)

2. 海流の変化(深層海流の循環/停止)

3. 火山爆発(大気中の塵の増減)

4. 太陽活動の変化による地球の雲量の変化



ブロッカーのコンベヤーベルト
(1周2000年の海水の循環)

海水循環の出発点: グリーンランド沖



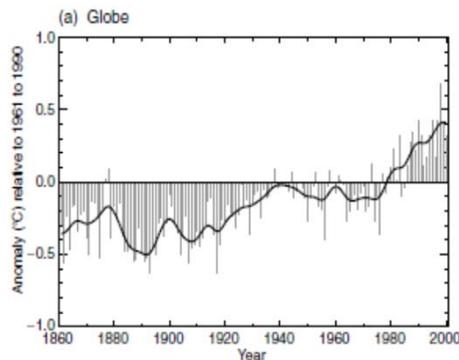
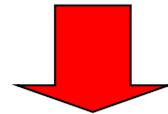
グリーンランド沖で大量の氷山が流入すると、海水に塩分濃度が低下するので、海水密度も低下し、熱塩循環が止まると、氷期になる可能性がある。



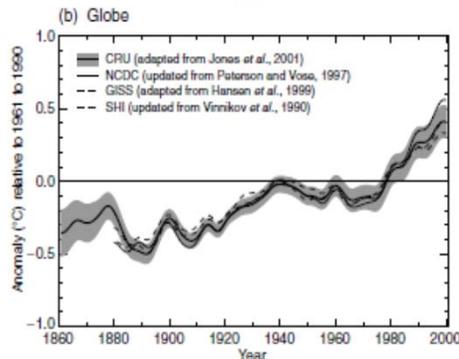
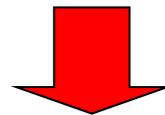
氷床の融解が起こる温暖化から急激な寒冷期(氷期)が始まる! ?

地球の気候変化で我々が恐れるべきものは？

最近では1900年以降の地球温暖化が話題になるが、二酸化炭素濃度の上昇が地球温暖化の100%の原因であると確定してわけではない（「地球温暖化」の中には地球の自然な気温上昇も含まれている可能性が高い）。



真に恐れるべきものは農業生産に大打撃を与える寒冷化（氷期の到来）である。



現在の二酸化炭素濃度は過去80万年間で最高なので、地球の気候を不安定させる可能性があり、早急に二酸化炭素濃度を低くする対策が必要である。ただし、それは温暖化対策ではなく、原油や石炭など化石燃料を長く使うためである。

まとめ

- 1995年～96年および2003～04年に南極ドームふじ基地（最低気温 -79.7°C ）で越冬観測し，雪氷観測と深層掘削作業に従事した。
- 今回はこの時に体験した -70°C 台での雪氷現象（国内とは形状が異なる雪結晶，雪まりもなどの観察）を紹介し，合わせてドームふじ基地で得られた深層掘削コアの解析結果を紹介した。
- 時期の予測は難しいが，地球の気候が持っているリズムから推定すると，今後は地球寒冷化が推定できる。地球温暖化対策とともに，地球寒冷化対策も重要であることを説明した。

南極観測隊員(越冬35名、夏隊30名)になるためには？

1. 南極での研究を実施する研究者

分野: 超高層物理、気象、雪氷、海洋、固体地球物理、地質、地形、生物、隕石など

(北見工業大学社会環境工学科雪氷研究室を卒業して博士号を取得すると、雪氷の研究者になれるので、南極観測に参加することも可能になる)

2. 定常観測実施官庁の職員

気象庁、海上保安庁(水路部)、国土地理院など

3. 南極観測基地の施設の保守・整備を担当するメーカー社員や大学・高専の施設課職員

44次隊では、ヤンマーディーゼル、いすゞ自動車、NECテレネットワーク、飛島建設、関電工等の職員が参加。

4. 特殊技能者

医者(毎年2~3名)、調理師(毎年2~3名)、大工(0~1名)

5. その他

大学院生(南極での研究を実施している)、小・中学校の先生、報道関係者