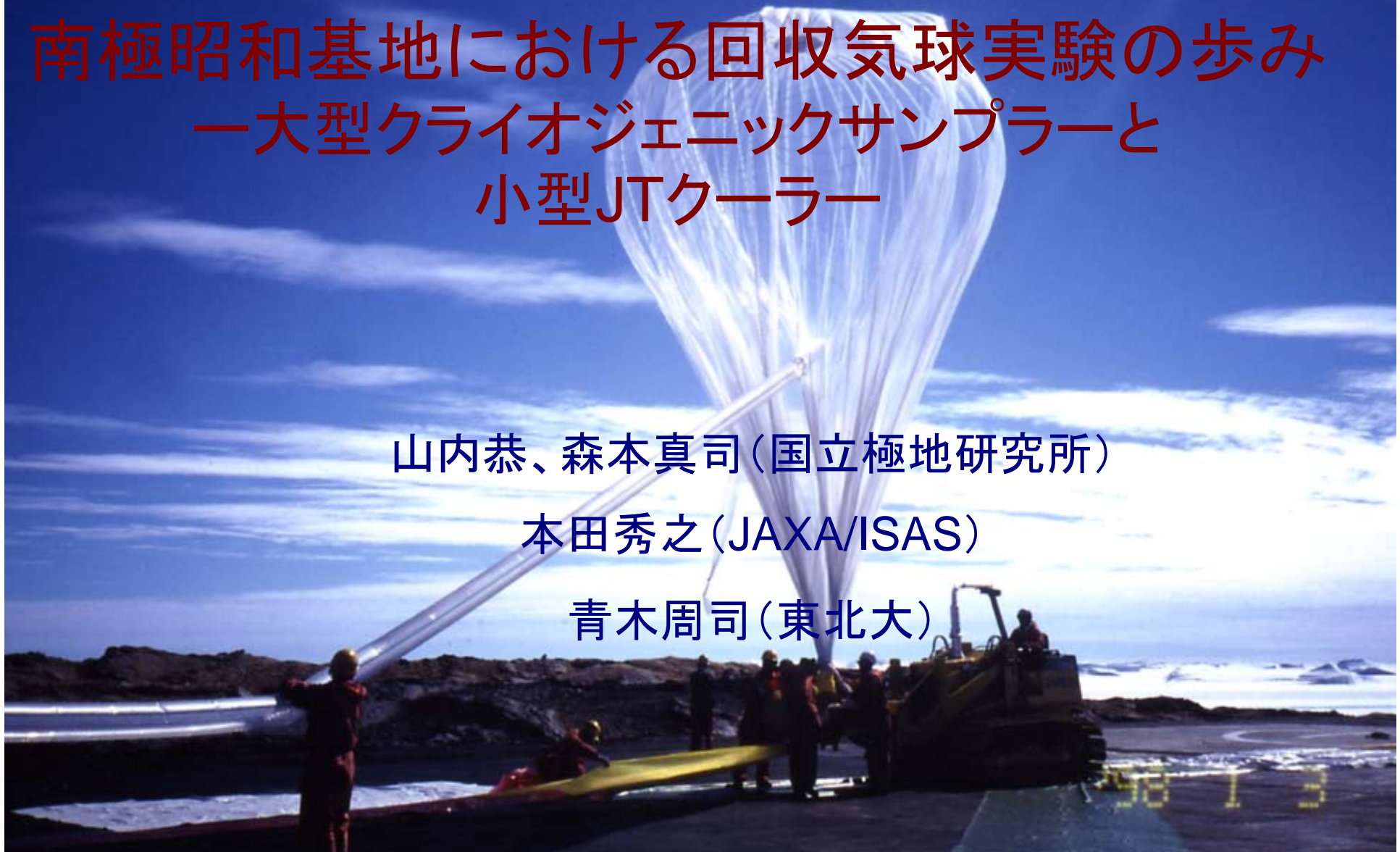


南極昭和基地における回収気球実験の歩み ー大型クライオジェニックサンプラーと 小型JTクーラー

山内恭、森本真司(国立極地研究所)

本田秀之(JAXA/ISAS)

青木周司(東北大)



昭和基地における回収気球実験の系譜

1985年～: 三陸大気球観測所にてクライオジェニックサンプラーによる観測(年1回)宇宙研・東北大学

1995年(36次): ラジオゾンデのヘリコプターによる回収実験(2機)

1996年(37次): グラブサンプラーによる回収実験(3機、ゴム気球; 32, 20, 14 km)

1997年(38次): グラブサンプラーによる回収実験(3機、ゴム気球; 20, 20, 10 km)

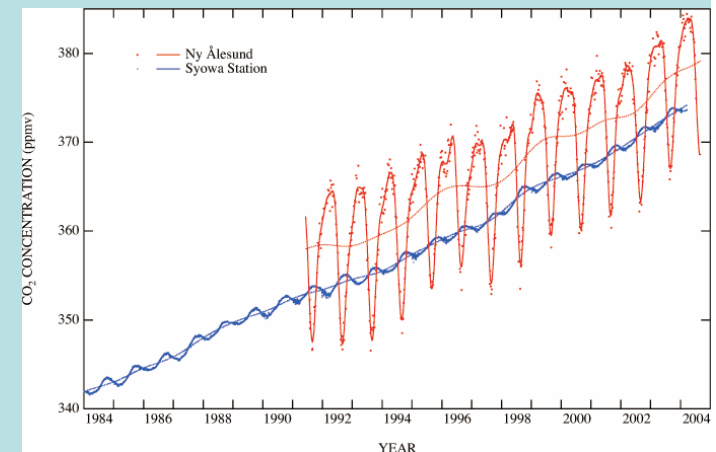
1998年(39次): クライオジェニックサンプラーによる回収気球本実験(B30; 10～30 km、11点; 液体ヘリウム製造100 Lおよび持込170 L)、開水面に落下のためしらせにて回収

2004年(45次): クライオジェニックサンプラーによる回収気球大2回本実験(2機、B30; 10～30 km、11点; 液体ヘリウム製造230 L持込360 L)、1号機パラシュート開傘不完全、衝撃; 1機はスリング不可で氷上解体揚収、1機はスリング輸送

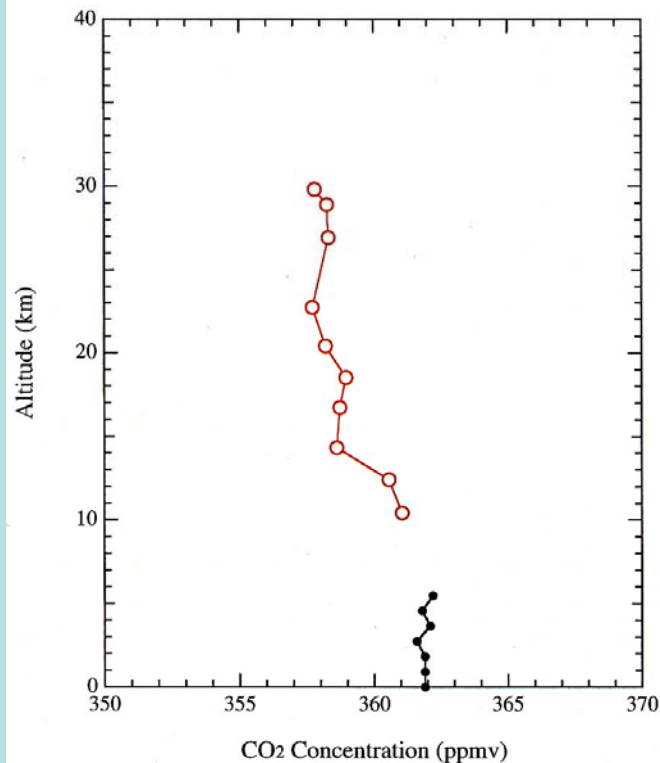
新しい小型回収気球用としてJTクーラ式のサンプラーを開発

2007年: 三陸にて予備実験

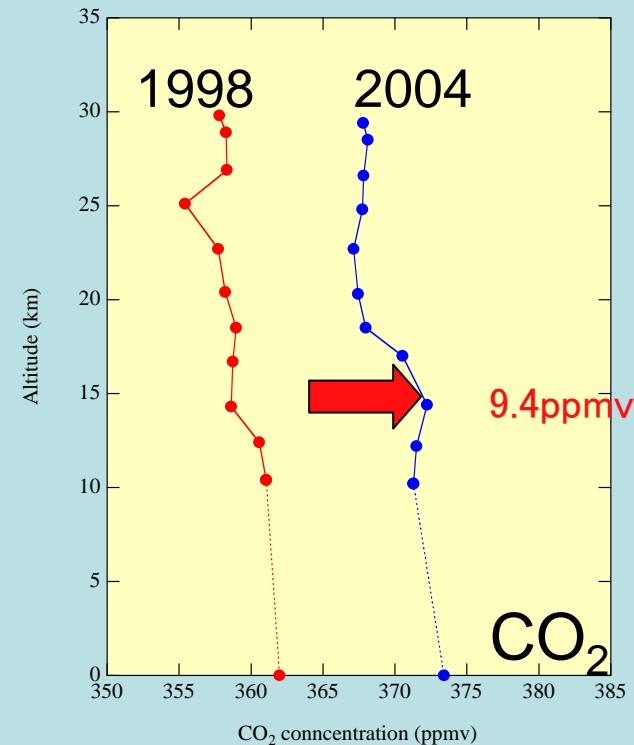
2008年(49次): JTクーラによる小型回収気球実験(4機)



昭和基地での成層圏大気採取実験



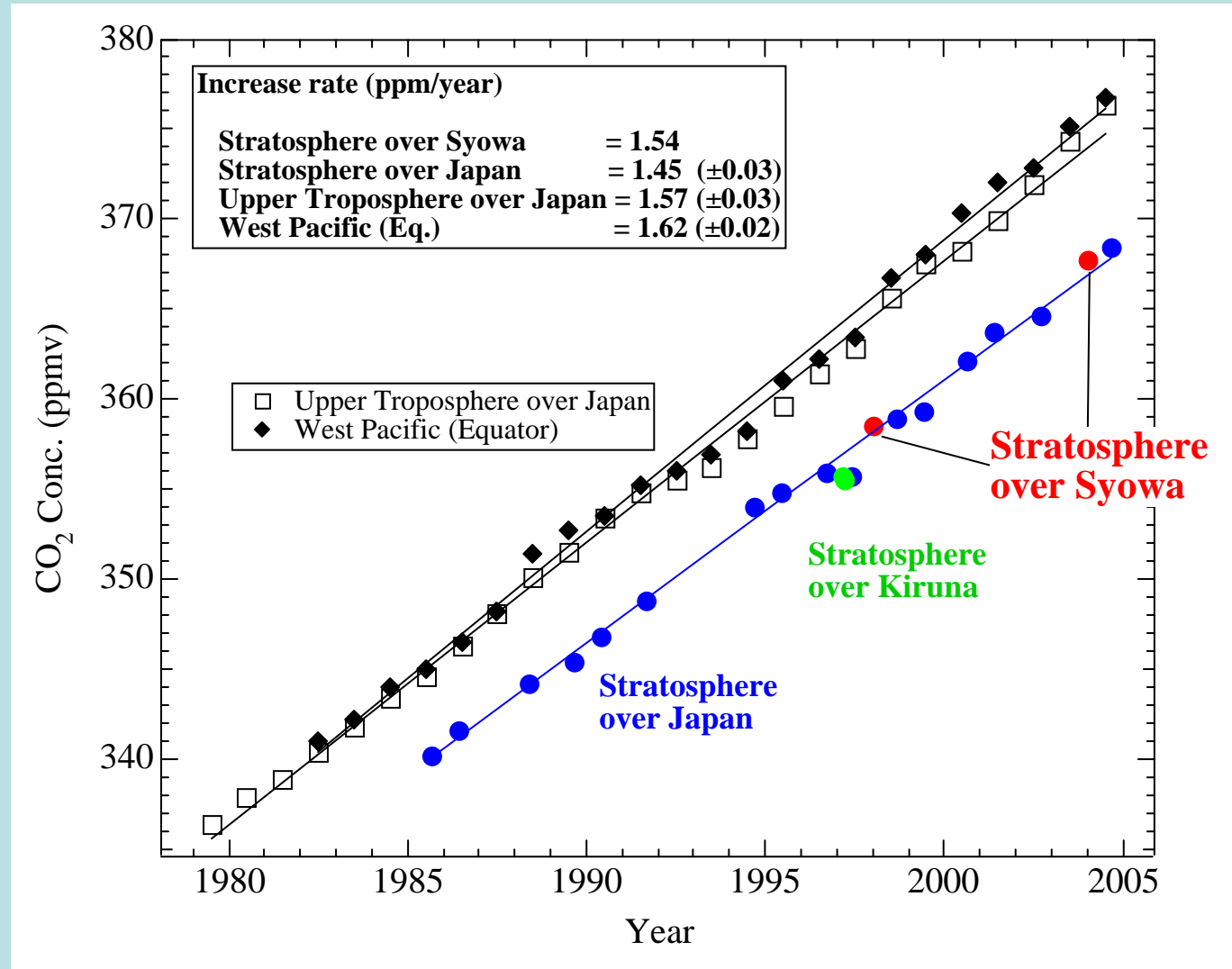
1998年(39次)での観測、黒は航空機による



1998年と2004年に観測されたCO₂濃度鉛直分布

- ・1998年、2003-2004年に合計3回、大気球を用いた成層圏大気採取実験を実施
- ・採取された大気試料を、東北大・東大・東工大・環境研・名古屋大で分析
- ・温室効果気体・オゾン破壊関連気体の鉛直分布と経年変化が明らかになった (Aoki et al., 2003; Honda et al., 2000; Ishidoya et al., 2006; Nakazawa et al., 2002; Toyoda et al., 2004 ・・・)

成層圏大気中二酸化炭素濃度



昭和基地および日本上空で観測された成層圏二酸化炭素濃度の経年変化 (20~25kmの平均値) Aoki et al. (2003, Tellus)

昭和基地での成層圏大気採取実験

39・45次実験で使用したサンプラー



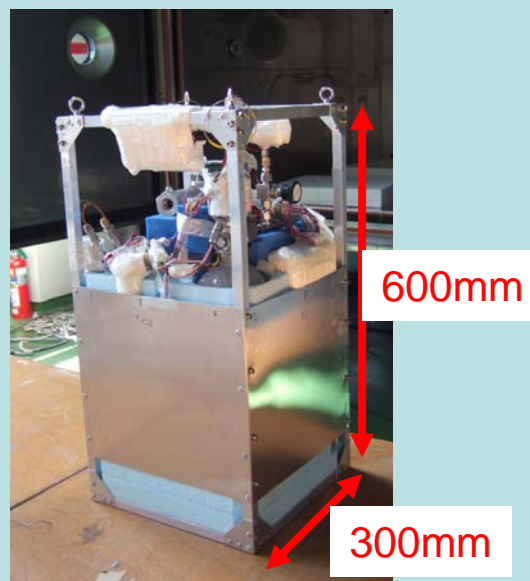
液体ヘリウムを充填して放球し、成層圏大気を固化採取

地上からのコマンド送信で採取動作

サンプル数: 11

重量: 350kg(バラスト含む)

49次実験用に開発したサンプラー



ネオンガスボンベ(2L)・液体窒素と共に放球し、上空で液体ネオン製造・成層圏大気を固化採取

GPSデータにより大気採取は自律動作

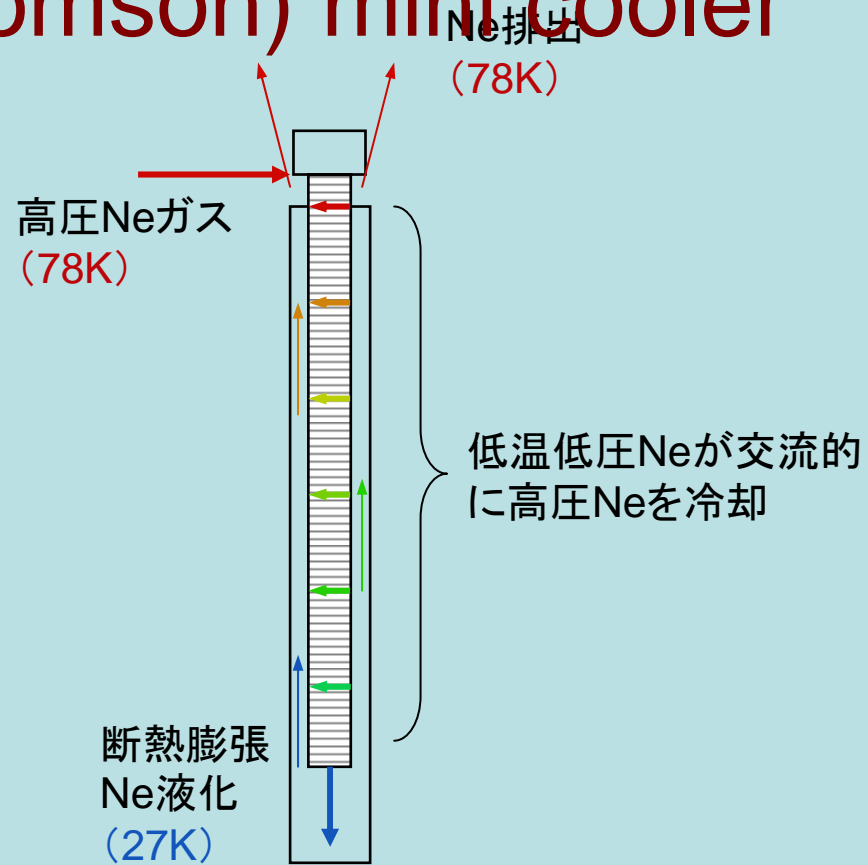
サンプル数: 1

重量: 約22kg

Cryogenic whole air sampler using a JT (Joule-Thomson) mini cooler

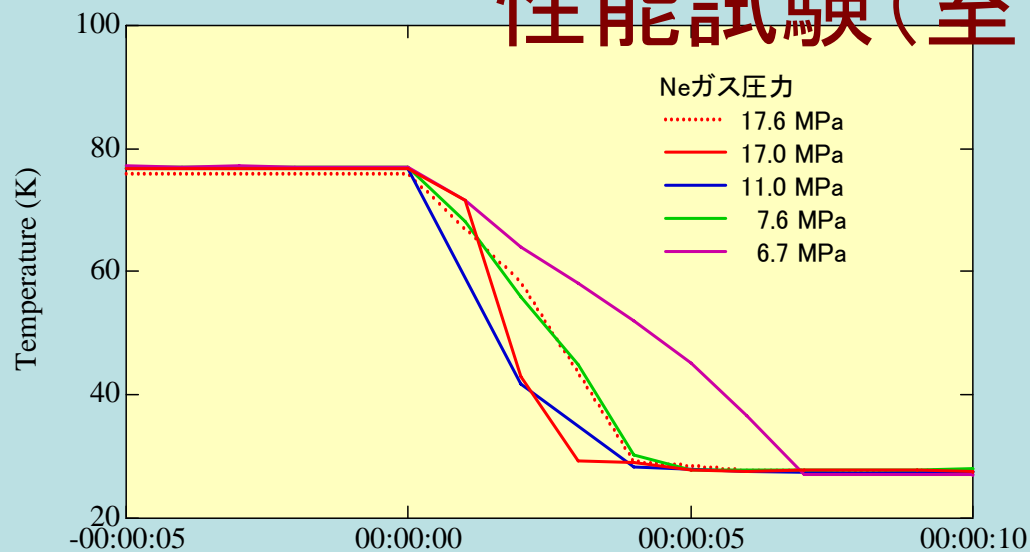


JTミニクーラー本体
(日本酸素製)

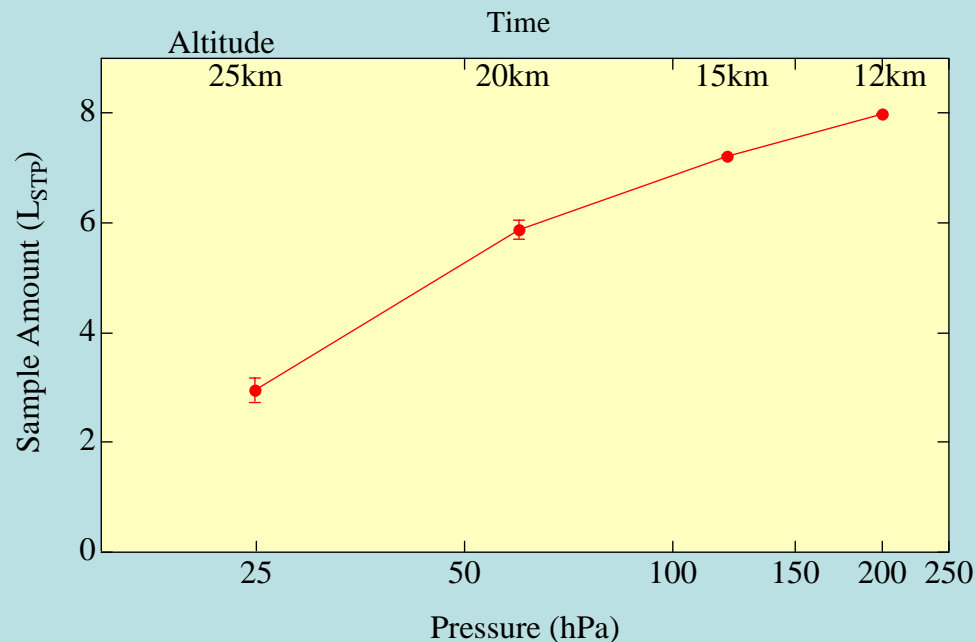


JTミニクーラーによる寒冷発生機構

49次用小型クライオサンプラーの 性能試験(室内実験)



小型サンプラーに導入した
ネオンガスの温度変化

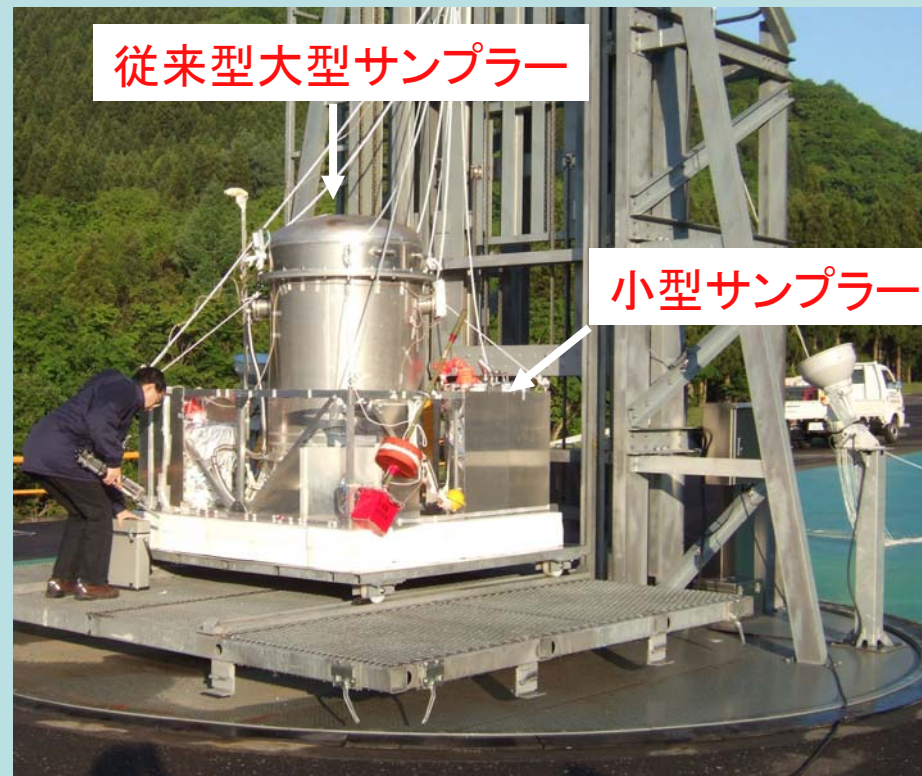


小型サンプラーが4分間に
採取できる試料量(標準状
態)と導入した試料大気圧
力の関係

49次用小型クライオサンプラーの 性能試験(三陸予備実験:2007/6/4)



従来型大型クライオサンプラーと共に
小型サンプラー(水密仕様に改造)を放
球
高度20kmで大気採取

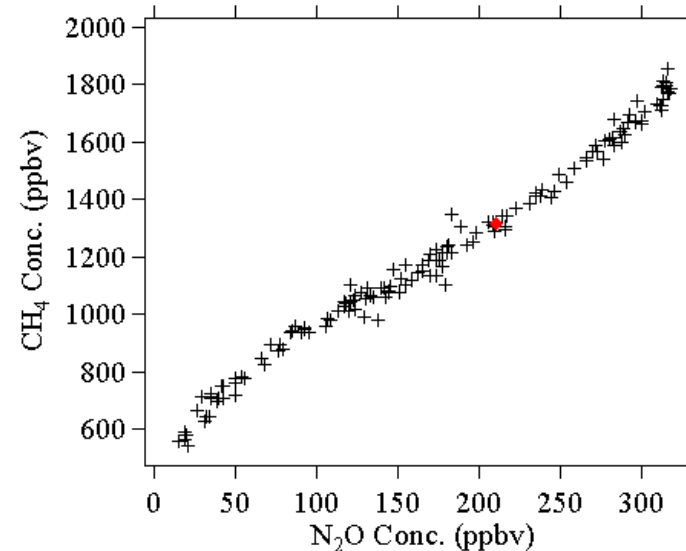
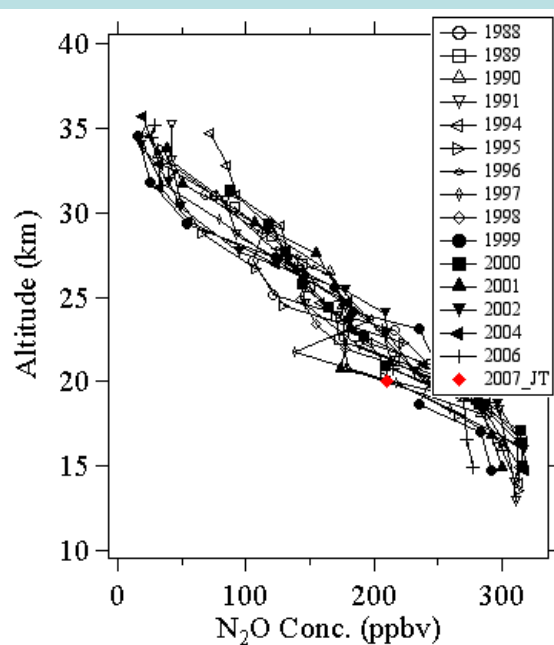
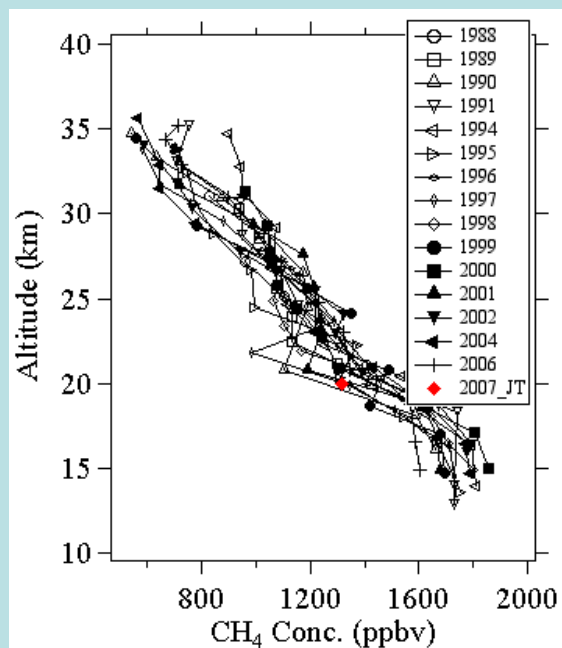


従来型大型サンプラー

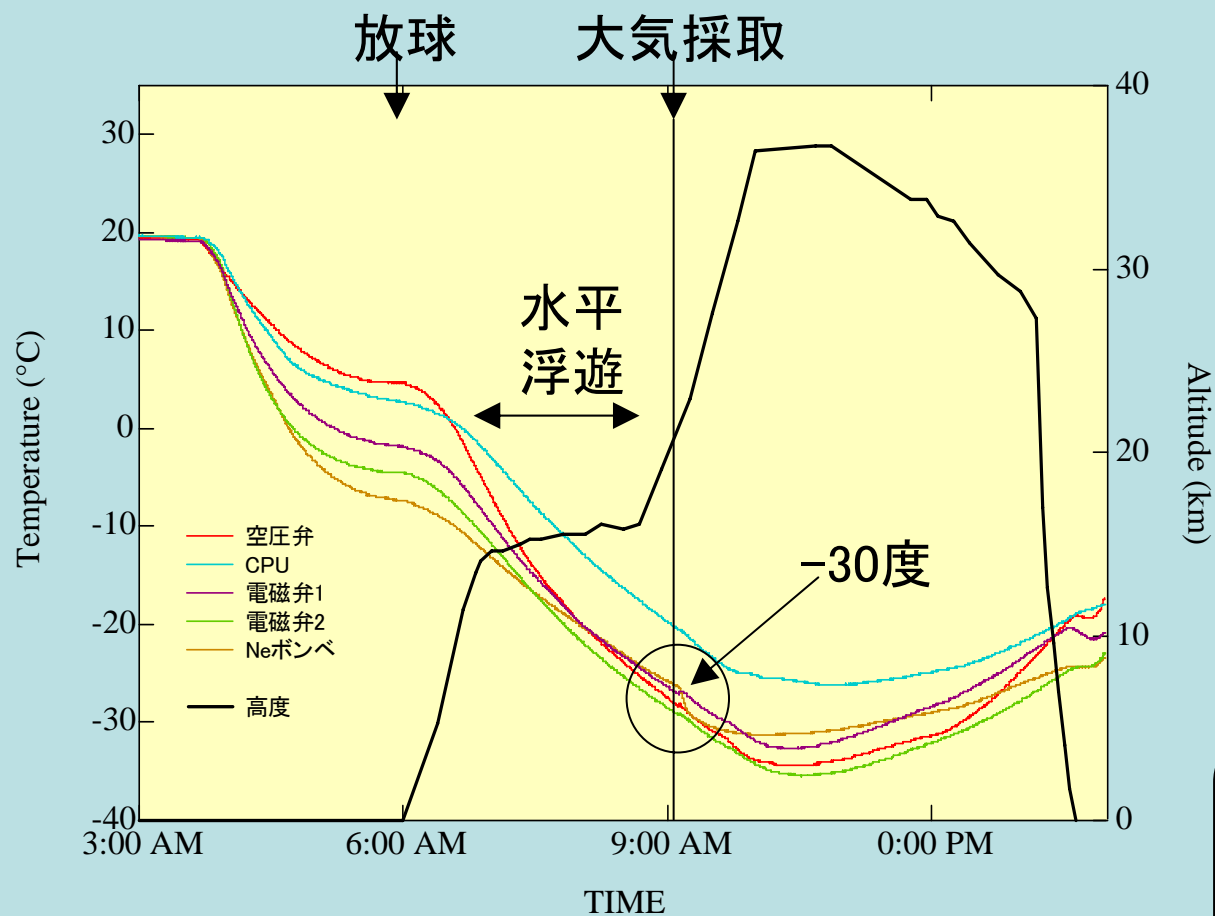
小型サンプラー

三陸予備実験結果

- 1) あらかじめ設定した高度20kmで、一連の大気採取シーケンスが正常に起動
- 2) 採取大気試料量は約 $0.4L_{STP}$
試料容器内圧は508hPa(現場気圧の約10倍) = クライオサンプラーとして機能
- 3) 採取大気試料の温室効果気体と大気主成分(酸素、窒素)濃度・同位体比は、日本上空成層圏の値として妥当



小型クライオサンプラー各部分の温度変化と飛行高度



- ・電磁弁が想定以上に冷えて加圧用窒素ガスがリーク
- ・(水密型のため)リークした窒素ガスにより気圧スイッチOFF

大気採取の途中に:
空気取り入れ口バルブ閉
Neガス出口バルブ閉

南極用サンプラー:
・開放型のため気圧SWはOFFにならない
・電磁弁をMINCOヒーターで保温

49次昭和基地実験実施計画

・小型サンプラーを合計4機持ち込み
(1機あたり1試料—15, 18, 22, 25kmで
大気採取)

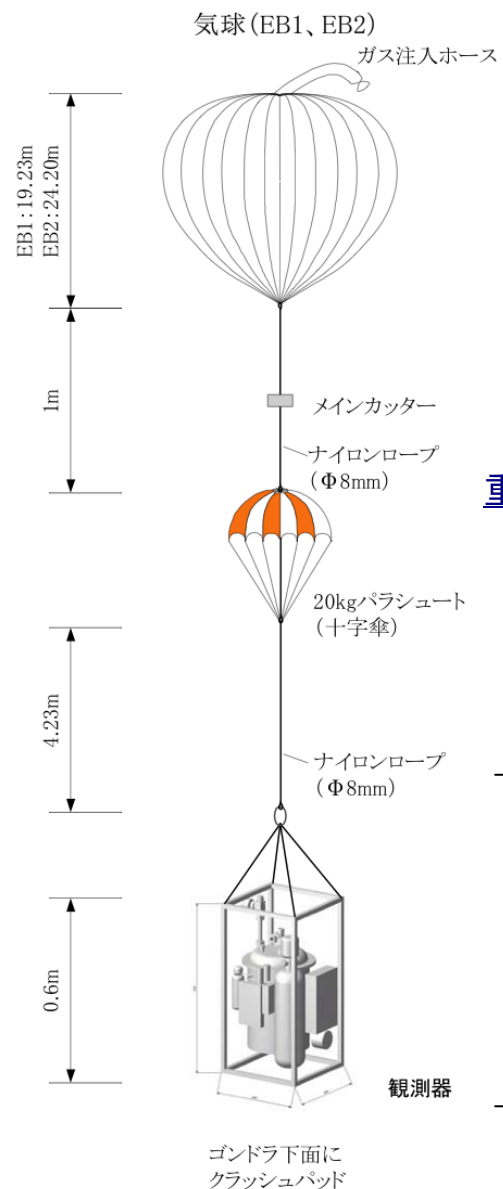
・サンプラーを1機ずつ、1日2機放球 (計
2日間: 14人日x2)

・しらせ・ヘリで回収 (計2フライト)

回収後の大気試料を国内に持ち帰り、

CO₂, CH₄, N₂O, CO, H₂, SF₆濃度
O₂/N₂比, O₂, N₂同位体比
CO₂, CH₄, N₂O同位体比

を分析



重量表

EB1 (1,000m ³) 気球	
気球	17.5kg
サンプラー	21.9
荷姿	1.7
自由浮力	8.7
総浮力	49.9kg

EB2 (2,000m ³) 気球	
気球	26.1kg
サンプラー	21.9
荷姿	1.7
自由浮力	10.0
総浮力	59.9kg

気球・測器の諸元

	2007/12/30放球		2008/1/4放球	
	Sampler A	Sampler B	Sampler C	Sampler D
Sampling alt.	15 km	25 km	25 km (22 km)	18 km
Balloon	EB1-7	EB2-1	EB2-2	EB1-8
Payload	25.2 kg	24.3 kg	24.3 kg	25.2 kg
Total weight (incl. balloon)	42.9 kg	50.3 kg	51.3 kg	41.7 kg
Total Lift	51.9 kg	60.4 kg	61.6 kg	50.5 kg
# of He cylinder	11	13	13	11



気球観測地上設備

観測棟屋上 データ受信アンテナ



観測棟内 データ受信・追尾システム



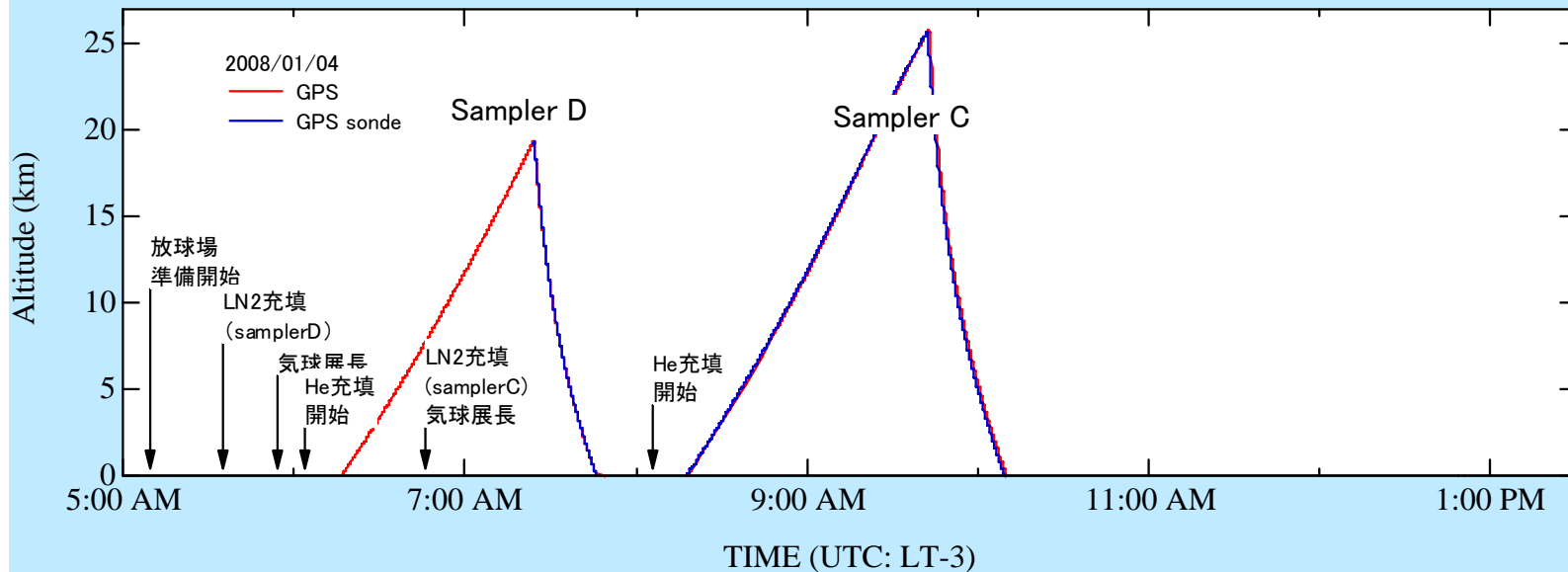
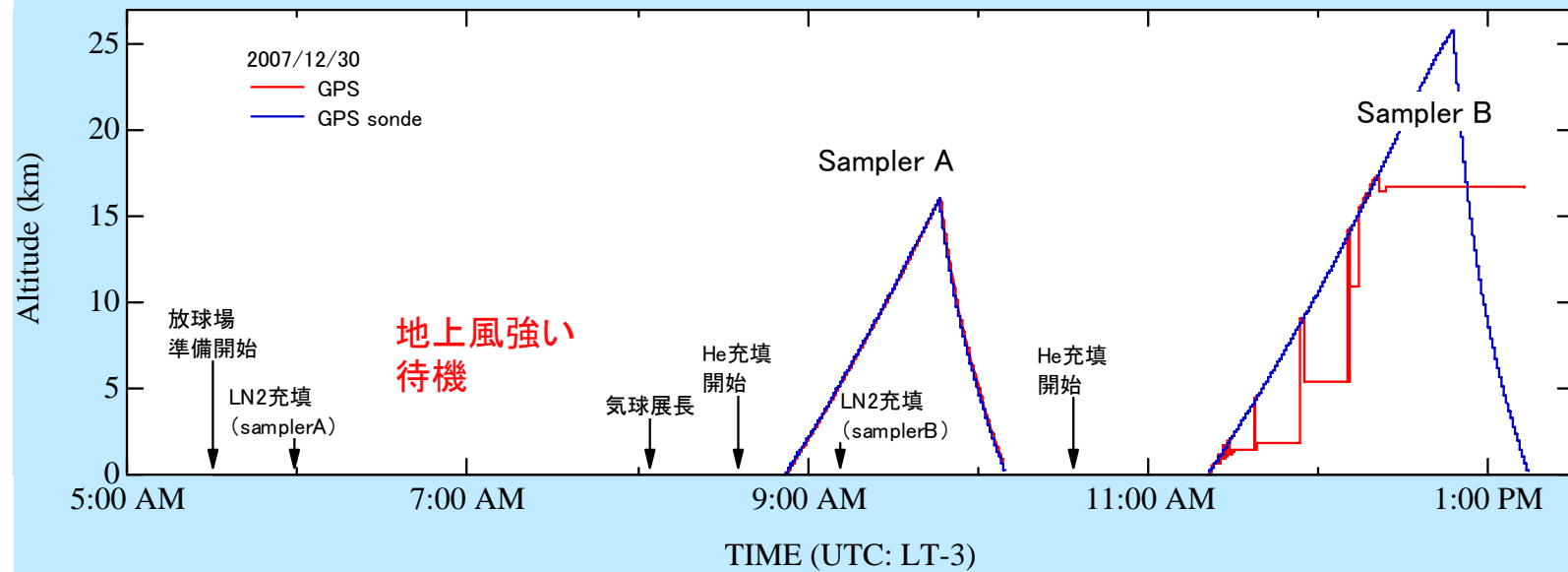
気球飛揚方位および距離

QuickTime[®] C²
èLíÉvÉçÉOÉâÉÄ
ç™ç±çÃÉsÉNÉ`ÉÉç¾å©çÈçžç½ç...çÕïKónç-çÅB



大陸斜面方向

気球飛揚時間高度



Heガス充填



気球放球風景

気球立て上げ



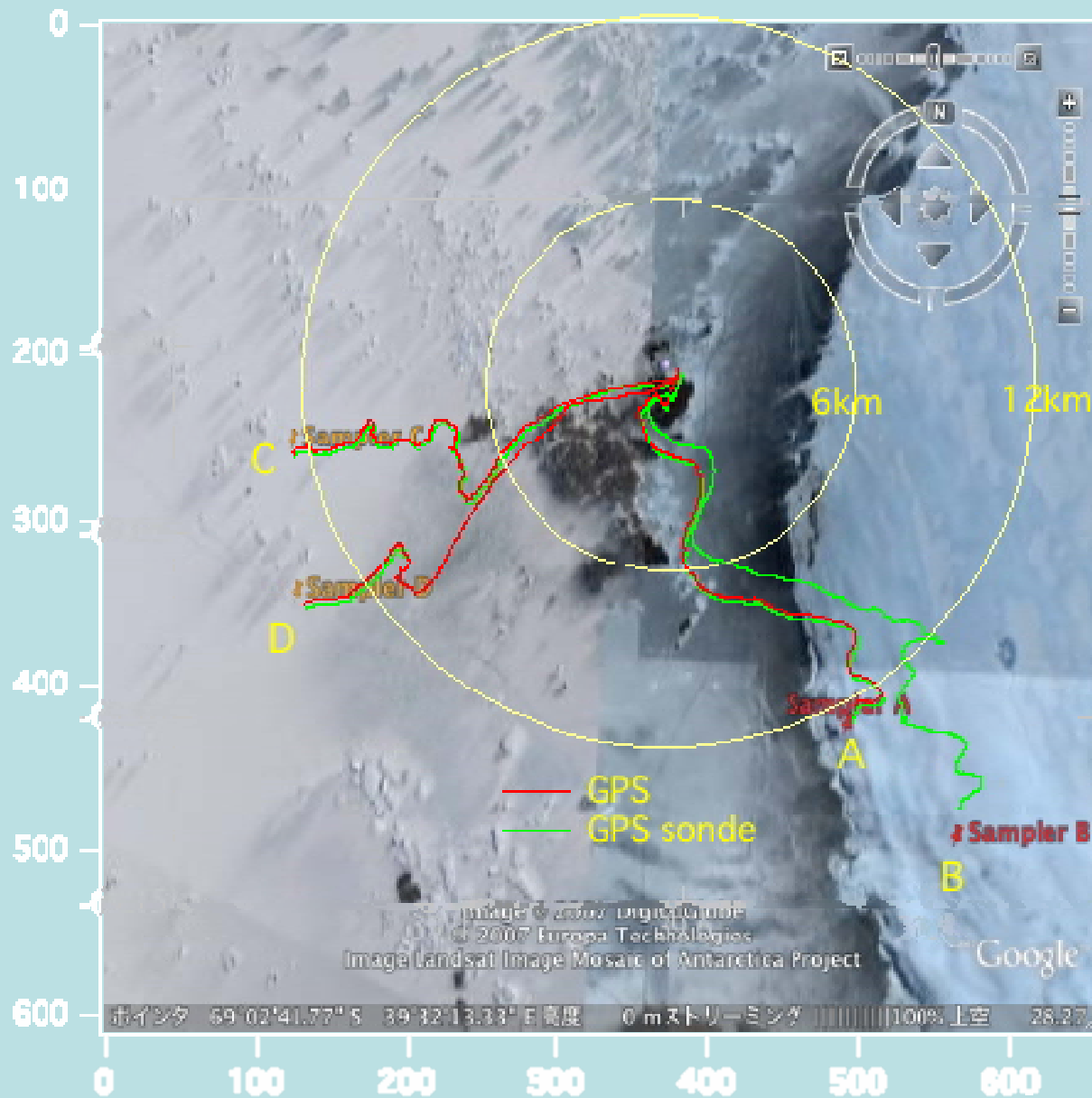
放球



放球作業: 8名
写真・記録: 2名

データ受信
(観測棟・気象棟): 計3名

落下地点としらせ・ヘリによるサンプラー回収



2007/12/30

大陸斜面のクレバス帯に降下したため、人員の降下断念、ヘリ機上からフックでサンプラーを引っ掛け、回収

2008/1/4

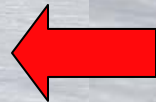
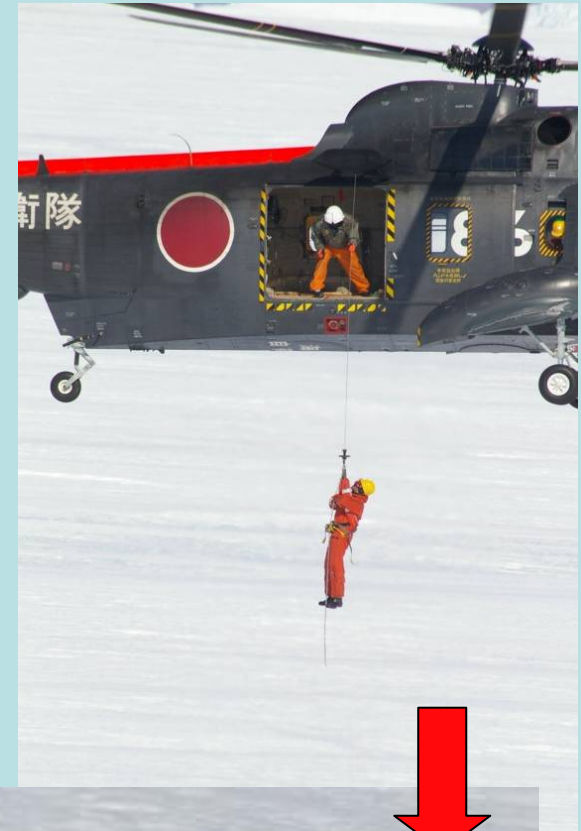
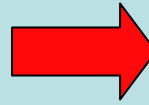
安定した海氷上に降下、観測隊2名がホイストで海氷上に降下し、回収作業

計4機のサンプラー全て回収に成功(うち1機は破損)



落下地点の様子
クレバス上

ヘリによる回収風景



まとめ

南極初の成層圏大気採取に成功

南極成層圏大気中温室効果気体(二酸化炭素)濃度変化を導出

大型クライオは夏期限定、大規模(人員、機器、回収オペレーション)



季節変化—通年観測が可能な—小型気球観測を目指す

新しいJTクーラによるサンプラーを開発、実用化に至る



(課題) 夏期以外での回収の方策? 大陸氷床上に雪上車で?