

メモ

備忘としてプログラムのファイルに書き込んでいます。

青文字は比較的断片の情報

赤文字はより重要そうな記録メモ

藤田、大藪様、東様による記載です。

### IPICS Oldest ice workshop, Monday June 18th, Davos

This one-day meeting of about 50 international experts aims to build on the work done in the workshop that followed the 2016 IPICS OSC in Hobart. It also serves as a meeting to internationalise the European beyond EPICA-Oldest Ice project. Specifically the aims are:

1. Ensuring knowledge and coordination between the different national/regional oldest ice projects, within a shared IPICS framework

2. Developments in ideas and best practice for survey to identify old ice, dating old ice, approaches to analysis and to disturbed or diffused ice, etc

(this meeting will not be concerned to any significant degree with logistic coordination, as this requires a different set of people at another venue)

Setting the scene. Chaired by IPICS chairs

08.30 Introduction and welcome. (**IPICS co-chairs (Hubertus Fischer and Tas van Ommen)**)

08.35 Climate of the last 1.5 Ma and the mid-Pleistocene Transition – a quick overview (**Eric Wolff**)

At 1.5Ma, interglacial occurs every obliquity cycle (Tzedakis et al. 2017). In later part , at least one obliquity cycles skipped. (Elderfield et al., 2012)

Snyder et al., 2012

<sup>11</sup>B -> pH -> CO<sub>2</sub>

Hypotheses listed in Head and Gbbard (Gbbard?)

Causes

/CO<sub>2</sub> reduced over MPT

/Regolith (sediment) was progressively removed from Laurentide

08.50 Conditions for finding oldest ice (update) (**Hubertus Fischer**)

掘削地点の条件や候補について、過去のグリーンランドコア及び南極コアの例も引きながらまとめた。

Sharing plans Chair:

09.00 European plans for oldest ice, including geophysics at Little Dome C (**Carlo Barbante, Catherine Ritz, Robert Mulvaney**)

カルロが紹介。欧州側は掘削準備のファンディング申請で困難にあっている。審査する側を **convince** できていない。

[テキストを入力してください]

2020~2025 の Horizon Europe に載せていく。はじまりは 2019 年中盤。

WP を 1~7 迄紹介。 60M ユーロのプロジェクト、すなわち、800 億円程度！  
輸送するもの Fuel 100m<sup>3</sup>、カーゴ 80ton  
フィールドでの作業者 5000 人日

1 シーズンあたりの活動について

- ・ 14 人 (2~3 人が EPICA の研究者)
- ・ 活動期間：11 月 20 日~1 月 20 日 (60 日)

時系列プラン

② 2019 - 2020 物品調達

②2020 -2021：LDC にキャンプをつくる。(掘削開始、パイロット孔 120m まで、ケーシング)

③ 2021-2022：180-200 meters/week で掘削を開始する(大藪メモでは 2020-2021 シーズンで掘削開始)。目標深度 1500-1600m。デンマークのサポートのもと、ドイツの掘削機を使用する。

④2022-2023：2500m 深までの掘削 (コアは空輸)

⑤2023-2024：ベッドロックへの到達+replicate コアの掘削

⑥2024-2025：掘削孔ロギング

掘削要領

LDC：研究者 2 名体制

- ・ コアの方角を常に同定する。
- ・ 1m カット
- ・ チップ回収

LDC では最低限の現場処理を行い、Concordia で主要な現場処理を実施。

現場処理要領

- ・ DEP、カット、ソーダスト回収、ECM、ラインスキャン、ダスト
- ・ 700kyr 以浅コア、半分を持ち帰る。保存温度-20℃
- ・ 700kyr 以深コア、全部を持ち帰る。-50℃に保存 (場所は CPH, AWI)

2018/19 シーズン

アラバマレーダで現地を探索 (USA、デンマーク、AWI)

Rapid アクセスドリルとして、LDC で RADIX を用いる。

Concordia では Subglacior を使用する。

サイトサーベイの結果としては、ICECAP (テキサス大)、DELOLES レーダ (BAS)、それに、ApRES のデータが示された。

LDC の近傍には湖もある。

366kyr layer の分布が示された。

[テキストを入力してください]

ApRES のデータでは、氷床の半分よりも深い側のデータに誤差が大きく、歪みや流動速度が決まらないようにみえた。

BAS の Rapid Access Drill (RAID) で 461m まで掘削し、チップを回収した。LGM に達する見込み。

### 09.30 Australian plans for oldest ice (Tas van Ommen)

豪州は 2016 年頃に公開された将来計画ストラテジーに沿って動いている。  
ストラテジー

2016 - 2017 基本方針を提示

2017 - 2018 トラバース、mobile inland station、ドリルインフラの整備

2020 - 2021 トラバース、内陸移動基地の設置

2025 - 2026 すべて完了

LDC リトルドーム C

2020 - 2021 トラバースと基地の確立

2021 - 2025 掘削

滑走路を整備する

今後 20 年も使える基地の建設？

1 シーズンあたりの人数：12-16 人

トラバース能力を確立する必要。

ドリルとしてはデンマーク型のドリルを使用。ヨーロッパの技術を導入。

共同研究はウェルカム

トラバースと掘削で予算は 45M

### 09.45 Japanese plans/ideas for oldest ice (Shuji Fujita)

藤田がプレゼン

年次計画や枠組みやサイトサーベイの経過を示した。掘削時やコア研究時の国際連携は Open discussion として述べた。

### 10.00 Chinese progress at Dome A (Li Yuansheng)

掘削は約 800m まで到達。

裸氷（ブルーアイス）の研究もおこなっている。

DA での現場処理として、ECM, DEP や CFA を示していた。

現状では砕氷船のスケジュールの制約で DA の滞在日数が少ない（10~20 日）が、これを増やしたい。

モデルによると DA の底部の年代は 100 万年未満。

[テキストを入力してください]

### 10.15 Russian plans/ideas for oldest ice (**Vladimir Lipenkov**)

ボストークコアのハイドレートの結晶成長から氷の年代を推定する手法を紹介。  
日本の内田さんのデータを示していた。

Dome B 付近に 1Ma より古い氷がありそう。Vostok で新しく掘削を行う (5G-5) :  
今までの掘削孔から分岐させる。

### 10.30 Coffee

### 10.50 Korean plans for oldest ice (**Soon do Hur**)

韓国の基地や内陸活動を紹介  
ジャンボゴ基地から内陸へのルート工作中  
2024 - 2026 頃に oldest ice をやりたいとしている。

### 11.05 US plans/ideas for oldest ice core (**Mary Albert**)

I D P O の活動を紹介  
Jeff の RAID や Taylor Valley の青氷のことを紹介、  
[www.icedrill.org](http://www.icedrill.org) にすべて書いているとのこと。

### 11.20 Blue ice studies (**John Higgins**, to include Ar dating)

#### Snopshots of Earth's climate from 1 M y old ice core

ガス中の  $^{40}\text{Ar}$ ,  $^{38}\text{Ar}$ ,  $^{36}\text{Ar}$  をプリンストンで解析。

$^{40}\text{Ar}$  geochronometer としていた。  
土曜に関連したプレゼンの予定あり。Y. Yan 2442

### 11.40 Discussion about these plans and international cooperation

ドロテからの提案  
ひとたびコアを掘ったら、特に特定のラボでしかできないような解析項目については、そこにコア解析を託するような国際体制をとるべき  
Jeff 等も賛成。  
Olaf : Pre-site survey とモデリングの情報交換必要。Site selection の情報もシェアすべき。  
Dorthe : 1~2 年のうちにワークショップ開催を提案。

### Rapid access drills, progress and potential

[テキストを入力してください]

12.00 5 minute talks on different systems (**Joel Savarino** or colleagues (France), **Jakob Schwander** or colleagues (Switzerland), **Robert Mulvaney** (UK), **Jeff Severinghaus** (US))

Subglacier update,

- ・シリコンオイルの中でチップの状況がとても良い
- ・今までケーシングに問題があり、密封するのが一番大変だった。
- ・2018/19に Concordia でテストする。これがうまくいったら 2019/20に LDC で使う。

RADIX drill (Stocker)

- ・プロペラ式ドリル
- ・ logger housing only 1.5 cm diameter
- ・ power supply within the logger
- ・ thermal sensor
- ・ firn drilling and casing installation

RAID (Rapid Access Isotope Drill)の紹介

- ・セットアップは2~3人で数時間。7日で600m掘削できる（液封液不要）
- ・78 mm φ、全部で700 kg
- ・岩盤も掘削できる。実験室でのテストは成功。

アメリカの RAID : Jeff が説明

- ・今まで3孔掘り、最高131mまで掘削した。2018/19、19/20に更にテストする。

12.40 Lunch

Geophysics Chair:

13.40 10 minute talks on new radar data and ideas to help identify areas with old ice (**Duncan Young, Prasad Gogineni, Olaf Eisen**) followed by discussion

Duncan Young

LDC 近傍の深部の氷は、ドームふじと似た特徴

Specularity content at LDC

Ground water content on heat flow

acc. rate variation

Basal temperature

オラフ

integrity / stratigraphy of lowest 10%が依然よくわからない状況を、ドームふじ近傍とドームC近傍を例にして紹介。

北東グリーンランドの folding の事例を紹介。

Prasad

[テキストを入力してください]

底部 10%の内部層検出のための地上レーダーを作成し、2019/20 に南極で使う。LDC、及び EDC と LDC を結ぶ線で観測実施。時間があれば、LDC 以外の候補地も行う。

Eric のコメント：底の層が見えなくても層が乱れているとは限らない。酸の拡散によって層構造が見えない可能性もある。

#### Dating and disturbance Chair:

##### 14.40 Dating old ice (**Amaelle Landais and Raimund Muscheler**)

年代決定法の事例ややり方を列挙して紹介

- ・ガス中の $\delta^{40}\text{Ar}$  法
- ・hydrate growth 法 (内田さんが出版したデータもしばしば紹介された)
- ・ $^{81}\text{Kr}$  法
- ・ $^{10}\text{Be}/^{36}\text{Cl}/^{26}\text{Al}$  dating
- ・オービタルチューニング ( $\text{O}_2/\text{N}_2$ 、TAC、 $\delta^{18}\text{O}$  atm 法や事例)  
→ $\text{O}_2/\text{N}_2$  法は EDC には向かない。
- ・カルサイトの $\delta^{18}\text{O}$  はインソレーションを記憶している。これを AICC 年代と比較して、年代の整合性を示していた。論文は Extier et al. 2018 . カルサイトそのものはウランウム dating
- ・Ice deformation model + integration of dating constrains
- ・海底コアの海水温 (Mg/Ca) と南極の気温のマッチング
- ・海底コア Fe と、アイスコアダストの比較 一致が良好に見えた
- ・アイスコアの  $^{10}\text{Be}$  vs 海底コアの magnetic field のマッチング

##### 15.00 Progress and potential for $^{81}\text{Kr}$ dating of ice (**Wei Jiang, USTC Hefei**)

###### $^{81}\text{Kr}$ noble gas radio nuclei

この人物は Ed のところに過去に居た方もよう。

氷としては 10-20kg 使用することになる。(最少量 6kg で Vostok コアを測定したが、誤差 5%以内の精度を出すには 10-20kg の氷試料が必要)

##### 15.10 How to date old ice (discussion)

ドロテの見解、LDC がベストサイト

##### 15.30 Tea

##### 15.50 Problems of flow disturbance, diffusion and resolution (**Dorthe Dahl-Jensen, Bernhard Bereiter**)

40k サイクルの時代は、数m厚の氷のなかにある。

信号の劣化についてシミュレーション

参考 Tison et al. 2014

・ハイドレートは、成長していくほか、粒界移動に影響されない。すなわち、ガスの信号の層位は残る。

[テキストを入力してください]

- ・ダスト、ケミカル、同位体は diffuse する。
- そうであるなら、層位信号として残るのはガスのみということにもなりかねない。

Bereiter

O2/N2 の 20ka 周期のシグナルは、100 万年を超えたら消えるかも  
CO2 は 100 万年を超えても見えるのでは

議論

- ・氷床の底面近傍の研究は結局裸氷のコア研究をすることと似た様相ではないか？  
(Jeff)
- ・そうしたところを認識した上でサイエンスのターゲットとしてとらえるのはどうか？

End by 16.30

藤田所感

Oldest Ice にかかる年次計画的様相は各パーティーが似たような様相にある。欧州は計画承認に苦勞しているように見えたが、ひとたび動き出せば 600 億円レベルの巨額な投資のもとに迅速に動くであろう。豪州は技術的要素を固めながらすすむように見えた。日本は掘削機の製作を現地探査は動いているが、燃料や物資の輸送の困難は暗雲（藤田のプレゼンでは言及をしなかった）。

アラバマ大のレーダが各地で活躍をはじめている。ドロテが Prasad に感謝を述べた。

大藪所感

ヨーロッパチームは多くの人が Oldest ice に一気に取りかかっているすごく勢いがあると思った。TC に Oldest ice の候補地を決めるためのモデルの結果や観測の結果がいくつも出ている。昨年グルノーブルで oldest ice の候補地の話を聞いた時は、氷厚とどの層が何年前か、という見積もりが紹介されていたが、今年の 9 月からの間はかなり進展した印象をもった。Beyond EPICA は、基盤付近は層が乱れている可能性を考慮し、基盤から 60m より上に求める解像度かつ年代の氷がある場所を選択。

(以下は阿部さんと、C.Ritz との会話から)

- ・ EPICA の基準は、解像度が最低限 20ka/m (1cm あたり 200 年の解像度)。目標の解像度を決めて、それを基準にどこなら OK か、と考えることが重要。闇雲に、底面が凍っていて氷厚が薄ければ良いという訳ではない。解像度が悪すぎて目的の気候シグナルが得られなければ意味がない。

- ・ 氷年代の推定のモデルに関して・・・

[テキストを入力してください]

→レーダー探索の結果から、年代のわかる層を数えられるだけ数えることが大事（なるべく深い層が辿れるとよい）

#### 東所感

・欧州は動きが非常に速く、昨年秋から大きく進歩している。掘削地点の選定は1次元モデル（Fred）、レーダーのデータ、3次元モデル（Ritz 他）などを組み合わせて行っており、信頼性が高いとの印象を受けた。また、底部付近の分解能やシグナルの拡散についての議論も進んでおり、日本も参考にすべき。

・オーストラリアは欧州が掘削地点選定のために使った情報を効率的に使って掘削地点を選定するので、予想外に動きが速い。欧州の設営に協力しているとはいうものの「漁夫の利」という印象。基地や掘削機作成などインフラ整備の予算も確保されている模様。

[テキストを入力してください]