

## 第2期ドームふじ深層掘削週間報告(最終シーズン)2005-2006

第一週(11月17日(木)から11月26日(土))

(概要)

第47次ドーム航空隊は10月30日に日本を出発し航空路にて11月8日に南極氷床内陸航空拠点(ARP2)に到着した。待ち受けていた46次ドームふじ航空支援旅行隊とともに雪上車にてドームふじ基地へ向かい、基地立ち上げを行っていた46次ドームふじ先発旅行隊と11月17日に合流した。47次ドーム航空隊7名と46次旅行隊7名で合計14名の大所帯となった。

掘削準備を46次越冬隊と共同で進めていたが、昭和基地時間で11月23日14:00(日本時間20:00)に掘削孔から長さ15cmの氷コアが採取された。これが2年次の最終深度1850.35mに続く、3年次の最初の氷コアとなった。次の掘削では最長となる長さ3.84mの氷コアを採取し、昨年と同じく順調に掘削できることを確認した。しばらく2交代での掘削訓練を行い、その後3交代24時間掘削を行う予定である。コアの現場処理も立ち上がり、試行もかねて順調な解析が実施できる体制を作っている。

### 1.天気概況(11月20日～26日)

天気としては、21日から22日の前半までと26日の後半からは上層雲が広がり、薄曇りとなったが、その他は概ね晴れまたは快晴で経過した。21日と26日は、風が5～7m/s程度まで強まり、低い地ふぶきを観測し、視程も3km程度まで悪化した時間帯があったが、その他の日は、風は概ね4m/s以下で経過した。また、22、24～26日には細氷を観測した。25日は一時的に強く降り、視程が1.5km程度まで悪化した時間帯もあった。

観測結果:平均気圧601.1hPa、最高気圧607.3hPa(26日)、最低気圧597.5hPa(22日)、平均気温-43.0℃、最高気温-35.8℃(26日)、最低気温-50.7℃(25日)、平均風速3.7m/s、最大風速7.3m/s(26日)、最大瞬間風速8.9m/s(26日)

※気温については、22日より観測開始。

※風については、21日より観測開始。

### 2.深層掘削

(概要)

掘削深:1895.92m、掘削回数:13回、週掘削長:45.57m、平均コア長:3.33m

11月17日にドームふじ基地へ到着してから様々な掘削準備を続け、11月23日に今シーズン最初の氷コアを採取した。それ以降掘削訓練を重ねながら、昨年同様3.6-3.8m長の氷コア掘削を続けている。来週から3交代24時間掘削を実施する。火山灰層(1851.372-1851.375m、3mm厚、薄茶色)を発見した。

{一日の区切りを午前8時から翌午前8時までとする}

<11月17日(木)>

16:05ドームふじ基地着。47次ドームふじ航空隊7名と46次ドームふじ旅行隊7名の生活が始まる。

<11月18日(金)>

航空隊は休養日とした。昨年、基地到着直後から皆元気だったので、軽作業とはいえ作業を実施してしまい、若者が2-3日体調を崩したことがあったので、その反省から特に初めて航空路で入った3名は完全休養とした。全体打合せ。基地内外ツアー。掘削用3号発電機をアイドル状態の1100rpmから1500rpmにアップして掘削場の暖気を始める。

<11月19日(土)>

総員作業ののち掘削準備作業(15:00-17:00)を行った。06:50の見回りでコントロール室が昨日-45℃であったのが電気ヒーター1個つけたため-18℃に上昇していた。温風ヒーターを1個増設した。掘削場は-38℃だった。ドリル作業室はドア全開のため-24℃だったので、10cmほど開けることとした。チップ処理用

昇降リフターは稼動OK。総員作業後、3時過ぎからブチル注入口、南軽注入口、チップ捨てそろばん周辺の除雪を行う。ドリル作業室の整理、不用品搬出も実施した。17:00の作業終了時で掘削場-35℃、ドリル作業室-13℃、コントロール室0℃であった。21:40ドリル作業室-9℃、掘削場-30℃、コントロール室+2℃。

#### <11月20日(日)>

掘削準備作業(09:00-17:00)を行った。順不同で列記すると、・地上物資の掘削場への搬入、・マスト、コアバレル洗浄台増し締め、・リフター雪洞天井落し、・そろばん除雪継続、・ドリルコンピュータ・中継コンピュータ準備、・ドリル作業室整理、・ピット蓋の調査(奥平隊員)、・コア樋2.2mを1.55mに切断など。18:35ドリル作業室+6℃、掘削場-31℃、コントロール室+6℃。

#### <11月21日(月)>

掘削準備作業(08:30-19:00)を継続した。順不同で列記すると、・物品整理、除雪、・脱水機整備、・ブチルライン整備、2台ともに送りのカムロックから漏れ大のためOリング交換、・ピットふた修理(奥平隊員)、・ウインチケーブルから損失するブチル回収対策、・シャフト組み立て調整:1号機は新旧でスーパーバンガールのハメ具合異なる、・掘削場西側除雪(SM103、高木隊員)、ドリルコンピュータ、中継コンピュータ立ち上げ、モーター回転テストなど。19:30コントロール室+15℃、掘削場-29℃、作業室+4℃。

#### <11月22日(火)>

掘削準備作業(08:30-19:00)を継続した。順不同で列記すると、・ウインチインバーター、エンコーダー暖めて立ち上げる、・ドリル電源を三相全波整流電源に交換、・1号シャフト改造して新規製作1号穴あきスーパーバンガー取り付け、・ドリルコンピュータ調整(通信ラインはいいがデータが来ないので、抵抗調整85KΩ,60KΩ)、・耐压室へモーター減速機組み込み、ドリルコンピュータも組み込む、・ドリル作業室で上記通信、モーター回転テスト後締め付け、2組完成(耐压室#1にはドリルコンピュータ#1、#2には#2)、・コアバレル1号機にキャッチャ、カッター取り付け、・除雪(SM103高木隊員+人力、掘削場西側)、チップ用カラドラムそり2台、ブチルそり2台設置、掘削場内乾燥室製作(奥平隊員氏)など。マスト上に#2の耐压室をセットし、夜間運転とする。

#### <11月23日(水)>

掘削深1854.34m、掘削回数2回、日掘削長3.99m、平均コア長2.00m。

掘削準備としては、奥平隊員と協力して、リフターそろばん設置完了。掘削再開となるが、その流れを列記すると、・一晩の通信はOK、・耐压室#2とアンチトルク組み付け、リーフスプリング組み付け、・マストを倒してアンチトルク調整。135.5mm径の治具にフィット後1/2強くする、・ドリルとの通信系不調、スリップリング内部に氷びっしり。除去して乾燥させる、・ジャケット組み付け。1号機のシャフト、コアバレル組み付け(ワンタッチジョイントに入りづらい方向あり)、マスト調整

12:00頃1号機コアバレルをセットしてドリルをdown。接地圧に変化無し→浮遊チップの詰まりなし。加速度センサー値にばらつきなし→ドリルはまっすぐ下りる。傾斜計は1-2度以内。1811mで接地圧99.9%のため1810mまで上げてドリルを4600rpmで下ろす。チップを取り込みながら進んでいき、2Aで少々進む。思いがけず切削してしまった。コアカット良好。これが最初のRunとなる(DF2-#0489)。14:40地上でfirst ice core 15cm長(1850.35-1850.50)採取。このあとでチップ回収する予定であったが、ドリル昇降に関して、チップの浮遊や詰まりの感じがなかったので、昨シーズン末の状況と同じく掘削孔内はきれいとの判断とした。午後、信号系不調(スリップリング不調)でアンチトルク部を交換。昨シーズン同様にエンコーダによるウインチケーブル繰り出し長が短めに出ていたのでロータリーエンコーダを交換した。方向転換シーブの一周は1400mm。18:30、耐压室#1、ドリルコンピュータ#1に交換してコアバレル、シャフトは同じく1号機で、2回目のRun。一度下ろすが接地圧0のため地上で調整。92%以上がバネが伸びた状態である。19:05再度下ろす。20:23、1840.5mで接地圧上昇。ケーブル長(エンコーダ)OK。3.0-3.5Aで順調な掘削。地上へ。3.84mの最長コアであった。火山灰層(1851.372-1851.375m、3mm厚、薄茶色)。22:30作業終了、掘削場は-25℃

#### <11月24日(木)>

掘削深1865.56m、掘削回数3回、日掘削長11.22m、平均コア長3.74m。

掘削訓練初日。2チームで実施。0830-13:30(本山、新堀、斎藤)と13:30-18:30(21:30)(田中、吉本、渡辺、古崎)。掘削場-28℃。3Run行う。シーズン最初はいろいろなトラブルがでる。従来より肉薄なためかと思うが、カッター刃先に欠けあり。ブースターが下方移動する。2回目のRun上昇時にウインチ暴走…オーバーヒートらしい、インバーターを冷却、2回目の地上引き上げ後ピン孔調整でドリルモーター負荷大のため3回目の地上でのドリルモーター回転テストで回転せず→耐圧室#2に交換。3回目のRunは電流値が高く、カッターの欠け大が予測された。

#### <11月25日(金)>

掘削深1884.46m、掘削回数5回、日掘削長18.90m、平均コア長3.78。

掘削訓練2日目。08:30-13:30(本山、新堀、斎藤、古崎)、13:30-16:30(田中、吉本、渡辺)、16:30-20:00(本山、新堀、斎藤)、20:00-24:00(田中、吉本、渡辺)。1回目のRunは2号機シャフト、2号機-1コアバレル(カッターの振れなし)、40度カッターとする。コア径が92-93mmで表面が荒い。2回目も同じ仕様だが、コア径がおおよそ94mmと適度な掘削が出来た。3回目から1号機コアバレルに40度カッターをつける。やはり1回目は表面が荒く1-2mm細いが2回目以降は94mm径で表面もきれい。チップに関しては最下段が流れ去り、2段目3段目がびっしり収納。但し、昨年同様にブースターのチップによる押し下げが生じている。他への負担を及ぼさないため、適度な締め付けとしている。昨日動作不能になった耐圧室#1のモーター、減速機であるが、取り出して単独では動作する。切削中の電流値が高いので、新たに組み込む減速機を1/100とする。カッターをすくい角35度30枚、40度30枚持ち込んでいるが、刃厚が薄いためか刃先の欠けが頻繁に生じてしまい砥いで再利用するにはそぐわない。そのためカッター不足が予想されるので、昨年、一昨年の刃厚の厚いカッターを砥ぎなおして使用できるよう準備を進める。衣類乾燥室完成(奥平隊員)

#### <11月26日(土)>

掘削深1895.92m、掘削回数3回、日掘削長11.46m、平均コア長3.82m。

掘削訓練3日目。08:30-13:30(本山、新堀、斎藤、古崎)、13:30-16:30(田中、吉本、渡辺)。1回目のRunは順調であるが、地上で取り出すと2段目、3段目のブースターともに押し下げられており、チップ充填時の力は予想以上に大きい。ドリルを下降させる時にウインチスピードが大きいとウインチケーブルが弛んでしまいスタックやケーブルキックの原因になるので接地圧で制御しながら下ろしていくが、これを自動制御していた。このため設定した接地圧(92%)を超えると50cm/分のスピードで下りていたドリルが急停止して、すぐに再度繰り出される。このためドリルが暴れたためか、200-300mで壁が傷ついて、接地圧を通常より下げないと下ろせなくなった。シフト終了後、組み込んだ耐圧室#1の通信テストはOKであった。液封液を地上から9ドラム分、掘削場へ注入した。なお、ドリル引き上げ時にウインチケーブルに付いてあがってくる液封液の損失が大きかったようであるが、掘削ピットのマスト側ふたに毛布を載せてケーブルをしごくような工夫をしたら、大幅に回収できるようになった。

### 3.コア現場処理

#### (概要)

11月17日に47次夏隊および46次ピックアップ隊がドームふじに到着して以降、ドームふじにおいてコア現場処理の初期立ち上げに必要な作業を実施した。基地設備の基本的な立ち上げは、46次越冬隊ドーム先発隊が、47次夏隊および46次ピックアップ隊のドームふじ到着前にほぼ完了させていた。到着翌日の18日に、休養日課を一日とったのち、初期作業として、コア貯蔵の状況と現場処理場の冬明けの現状確認、現場処理室温度の昇温作業と、-20℃での安定化開始を開始した。また、今期に新規に設置をするコア最終貯蔵庫の位置選定作業をしたのち、作成作業に着手した。基地内の現場処理関係物品の確認と整理をした。各機器の初期動作確認と解凍作業を実施したほか、作業手順や環境の確認作業を実施した。特に、氷床コ

ア一時貯蔵庫からコア現場処理室までのコア運搬方法の改善検討を実施した。現場処理を個々の作業内容を確認しながら開始し、五十嵐、藤田の2名の人員と補助者とで、一日あたり、24日(木)には9m、25日(金)には22.5m、26日(土)には30m分の現場処理を実施した。現場処理ラインの各作業部位には作業台帳を配備したほか、作業環境の安全性、合理性、快適性等総合確認をすすめている。試運転の結果、特に深刻な不具合を起こした機器はなく、今期の現場処理作業の立ち上げは順調に経過した。翌週からは、定常的な現場処理作業を実施できる段階まで到達できた。一日あたり定常的に30m前後かそれ以上の現場処理を実施できる手応えを得た。コア最終貯蔵庫の作成については、46次越冬隊建築担当の奥平隊員らの支援を得て進行中である。なお、繰り返しとなるので本報告にはすべてを記載をしないが、現場処理としてはかねて検討をされてきた「ドームふじ基地での氷床深層掘削コア現場処理計画」に沿った一連の処理(運搬や切断)・品質記録や計測・国内輸送準備の作業やその作業環境構築作業としてすすめている。

現場処理進捗のサマリーと今後の見通し(11月26日現在)

(1)今期に現場処理を実施したコア

深度1259.5-1321.0 (計61.5M長)

(2)第特期コアとの重複深度として今後処理を要するコア

深度485.5-980.5M (計495M長ブリットルコア)

深度1321.0-2400M (計1079M長)

小計1574M長

(3)第監期コアで新規に得られる深度として今後処理を要するコア

深度2400-3030M(計639M長) ただし、最深部数字は仮。

◎日々の作業経過の詳細

<11月17日(木)>

深層掘削に同じ。

<11月18日(金)>

深層掘削に同じ。

<11月19日(土)>

現場処理場は-20℃での作業環境でなければ人員と各機器の作業環境として適さない。現場処理場の昇温のため、先発でドームふじに到着をしていた46次五十嵐誠隊員が11月15日以降電気ヒーターで約2.4kWの暖房をした。これにより19日までに現場処理場の温度が-52℃が-40℃となっていた。19日に電気暖房を約2kW追加し温度上昇を監視した。ただ、結果的には、電気暖房のみでは現場処理場の初期の温度上昇は非常に限定され、-35℃程度が上限であった。

<11月20日(日)>

現場処理場の昇温のため、上記の電気暖房群に加え灯油ジェットヒーターを運転し、現場処理場全体に急速に暖房する試みをした。換気のため現場処理場北側ドア全開でこれを実施した状況もあり、灯油ジェットヒーター暖房後の温度の上限が-30℃程度にとどまった。このため、現場処理場はまだ現場処理機器試運転にとって非常に低温と判断し現場処理機器試運転はこの日の段階では実施しなかった。現場処理場全体の解凍に重点をおいた。灯油ジェットヒーターは夜間は停止した結果、翌朝には温度は再度-35~-40℃の範囲に低下した。安全のため灯油ジェットヒーターは夜間は停止しないことを原則とした。夜間は電気暖房のみである。この段階で、1号発電機(発電棟の発電機)から約3kW、3号発電機(掘削場の発電機)から約2kWの電力を得て暖気を継続した。同日、現場処理関連物資の点検作業を実施した。

<11月21日(月)>

現場処理場の昇温のため、前日から灯油ジェットヒーターを運転してきたが、その際に、換気目的で設定した現場処理場北側ドアの開きを20cm~30cm程度に絞り込んで暖房性能の向上をはかった。その結果、夕刻までに処理場温度が-25℃程度まで上昇をした。同日、現場処理関連物資の点検作業を継続して実施した。

<11月22日(火)>

現場処理場の昇温のため、灯油ジェットヒーター運転と電気暖房を朝から継続した。この日の夕刻までに現場処理場温度が-15℃~-20℃付近まで上昇。夜まで暖房を継続したのち、昇温のための急速暖房の目的は達成できたと判断をし、灯油ジェットヒーター運転を終了。電気暖房のみを実施した場合の現場処理場温度の平衡状態をみることにした。この日の段階で、ごく一部を除き依然機器の試運転はせず、機器の解凍に重点をおいた。現場処理関連物資の点検作業を継続して実施した。現場処理場のなかの各種電気機器の配線のうち、低温で硬化傾向の強いケーブルを、袋内ケーブルに交換した。水平バンドソー用ロボットモジュール用の制御PCの設定と、水平バンドソー1号機の試運転を開始した。

<11月23日(水)>

現場処理場の-20℃前後での温度維持のため電気暖房機のみで現場処理場の暖房を継続した。結果として安定温度は約-23℃前後となった。適切な温度に達したと判断し、現場処理機器の試運転をすすめた。現場処理開始の準備として、コア28本を一時貯蔵庫から現場処理場内の温度緩和棚へ運搬した。基地内での移動距離は、地下雪洞を経由して数十メートルである。昨シーズンに使用をした、一回の運搬で2トラフが載る台車を利用し、この作業をした結果、この運搬作業のみに一時間半を要し、現場処理作業の効率化をはかる点においてこの運搬作業の効率化がカギの一つであることを認識した。この点の改善策として、46次隊建築担当の奥平隊員に台車の改修を依頼した。改修内容としては、トラフ6本の一括運搬仕様、キャスターの交換、それに握り手の設置とした。

各種調整・整理作業として、以下を実施した。コア処理場通路の清掃・整頓作業、温度緩和棚周辺の整頓、第一コア一時貯蔵庫(旧ブチル庫)雪洞天井に発達した霜の除去、第三コア一時貯蔵庫(旧現場処理場)雪洞部天井に発達した霜の除去、同場照明装置の改修、低温で硬化する配線群の撤去と袋内ケーブルへの交換。

現場処理機器の安定動作には、各機器に設置をしているロボットモジュールの安定動作が不可欠であるため、各ロボットモジュールモーター部をシリコンラバーヒーターで暖める作業をこの日から開始した。この暖房はロボットモジュールの円滑動作のため今後常時継続をすることとした。

各種現場処理機器の状態確認や試運転の詳細は以下のとおり。

・水平バンドソー

水平バンドソーの試運転の結果、バンドソー右側プーリー中心軸の潤滑が悪く、運転によって容易に脱落が発生することが判明した。対処策として、プーリー中心軸の低温グリスを交換し、それに、夜間はプーリー部を電気毛布がけで暖房することとした。また、昼休み等のまとまった非運転時間には、低速回転で連続運転をし、装置が冷える状況を防ぐこととした。対策は功を奏し、このプーリー脱落問題を回避できるようになり、水平バンドソーの動作は安定した。

・大型マイクローム

大型マイクロームのスライドレールを180cm長の継ぎ目なし仕様のもの(47次隊持ち込み)と交換をした。従来は、2つのレールをつないでいたことによりコアの切断面に段差が現れる不都合があった。新規レールの設置によりこの問題は解決した。

・光学層位計測装置(ラインスキャナ)

ソフトウェアとハードウェアの調整を実施した。この装置に組み込んだロボットモジュールの試運転を実施した。

・電気層位計測装置(ACECM, ECM)

この装置系は多数の電子機器を連動させて構成しているため、まず配線の整理・確認作業を実施した。この装置に組み込んだロボットモジュールや制御PCの温度が低すぎてこの日は動作試験にいたらなかった。

ACECMとECMの電極配置を昨シーズンとは変更し、国内極地研仕様機と同一にした。これらの電極位置差152mmとし、ロボットモジュールの往路運転にてACECM、復路運転にてECMを計測する仕様にした。ACECM電極間距離15mm、ECM電極間距離7.5mmであることを確認した。

・長期に低温下作業環境で作業をすることになる。その快適性を維持するために、BGMを聴けるスピーカー環境の整備をした。

#### <11月24日(木)>

24日以降、現場処理場の温度は電気暖房のみで-20℃前後に推移し安定してきた。現場処理に用いる各機器の動作状況を確認しながら、試験的にコア処理を開始した。各種の検討や確認をしながらの作業であったが、結果的にはコア処理を6トラフ分9メートル達成した。現場処理深度は1259.5m~1268.5m。作業担当者は五十嵐、藤田。

##### ・水平バンドソー

正常動作を確認したほか、コアの切断位置と切断結果の本体の厚さを確認した。

##### ・光学層位計測装置(ラインスキャナ)

各種収録条件の確認作業と試験計測を実施した。各種条件(視野範囲、焦点範囲、ホワイトバランス、感度調整)を様々に変更し、検討をすすめた。検討後、今期は昨シーズンと条件を完全に同一にしてこの計測をすすめることとした。

##### ・電気層位計測装置(ECM)

実測定により正常動作を確認した。測定時間を短縮し、計測時の操作ミスの発生確率を低減するため、収録系のソフトの改善をすすめた。

・国内輸送のための切断の段取りや梱包方法の確認をした。特に、「環境変動復元小委員会」で検討事項となっていた、輸送時のコア専用段ボール箱の使用の可否について、実際に梱包試験を実施して検討した。これは、JARE用中型段ボールに50cmコアを雪と共に直接梱包することや、コア段ボールを使用しないことの利点が同委員会で複数提起されてきたためである。実際のコアを用いて、JARE用中型段ボールに50cmコア9本が雪詰めで適切に収納できるかどうか、且つ、提起されてきた利点が実際に有効であるかどうかの試験を実施した。検討の結果、この作業の段取りが合理的であることを確認したうえで、今後のコアについてはコア段ボールへの収納なしに中型段ボールへの直接梱包を基本とすることとした。

#### <11月25日(金)>

コア処理15トラフ分22.5メートルを実施した。現場処理深度は1268.5m~1291.0m。作業担当者は五十嵐(終日)、藤田(終日)、渡邊(午前)。

コア運搬用台車の改良を46次隊建築担当の奥平隊員が実施し、キャスターを交換したほか、トラフ4基の基地内一括移動可能仕様になった。トラフ6基の一括運搬への改良も問題ないことを確認した。46次隊建築担当奥平隊員がコア最終貯蔵庫設置準備のための測量を実施した。測量状況の確認後、ただちに作成を開始した。同日、第一コア一時貯蔵庫(旧ブチル庫)雪洞天井に発達した霜の除去を実施した。

各現場処理機器については以下のとおり。

##### ・水平バンドソー

切断の効率化をはかるため、水平切断の設定速度を従来の2mm/秒→3mm/秒に試験的に変更した。この結果、1.5m長のコアの切断所用時間を13分から9分に短縮し、且つ、切削性能に支障のないことを確認した。操作ミスや誤動作の発生確率を低減するために、制御ソフトの修正を実施した。

##### ・電気層位計測装置(ECM)

この計測が、コア処理ラインのなかではもっとも効率が悪く、1トラフあたりの処理時間に24-25分程度を要している。この計測の高速化をはかるためのソフトウェアの修正を実施した。ロボットモジュール移動の高速化をし、1.5mコアの計測にかかる所用時間を21分にすることを目的とし、調整をすすめた。装置周辺の配線整備と安全区画の整備をした。

・大型マイクローム機周辺の整理をし、コアバッファの空間として利用できるようにした。

<11月26日(土)>

コア処理20トラフ分30メートルを実施した。現場処理深度は1291.0m~1321.0m。作業担当者は五十嵐(終日)、藤田(終日)、渡邊(午前)。

46次隊の奥平隊員にお願いしていたコア運搬用台車の改良が完了し、トラフ6基の基地内の一括移動が可能になった。さらには、この台車は一人でも無理なく操作できることを確認し、一時貯蔵庫から現場処理場へのコア移動の効率が劇的に改善した。46次隊の奥平隊員がコア最終貯蔵庫(トレンチ)の作成を継続した。現場処理の各作業部位に作業台帳の整備を実施した。水平バンドソー2号機の通信エラーと停止頻度が高い状況が発生した(半日で4-5回)。原因同定はできていないが、仮対策として、制御PCの変更を実施し、様子をみることにした。電気層位計測装置(ECM)計測ソフトのユーザーインターフェースの改善を実施し、計測時に操作ミスを起こしにくいものに改善をはかった。