

南極用降雪採取装置の開発

○工藤哲也^{A)}、岡田宏太^{A)}、小林和宏^{B)}

A) 装置開発技術支援室 研究機器開発技術グループ

B) 装置開発技術支援室

概要

南極の内陸域では、地表に成層圏起源のトリチウム濃度が高い雪が降雪していることが分かっている。南極では日本よりも環境の季節変化が大きいため、その降雪のトリチウム濃度も大きな季節変化をもつと予想される。どの時期にどの濃度で降雪しているのかを明らかにするため、南極内陸のドームふじ周辺にて、月ごとに雪を1年間採取する装置の製作依頼があった。本装置の製作、並びに現地での設置について報告する。

1 装置の要求条件

現在ドームふじ基地は夏季の短期期間に人が滞在するだけであるため、本装置は「最低気温が -80°C にも達する極寒環境の下、設置・稼働後1年間メンテナンスフリーで稼働し続ける」ことが求められる。

気温は一般的な市販品の耐寒温度を下回り、更に電力量は限られる(特に約4か月にも及ぶ極夜期間においては輸送したバッテリーのみ)ため、構成要素それぞれを低温対策するだけでなく併せて稼働機構を省電力化する必要がある。

2 製作した装置とはたらき

図1が製作した採取装置の写真である。図2に示すように大きく4部になっており、それぞれに分解してドームふじまで輸送し現地で再組立する。月ごとだけでなく風力による変化も分けて採取するために弱風時



図1. 装置全体

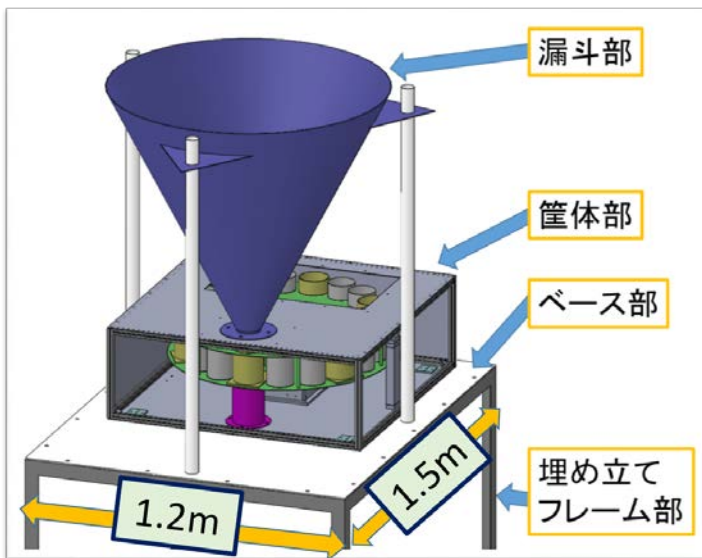


図2. 装置の構成4部

採取機と強風機採取機の二機体制をとり、それぞれ筐体部に設置されたターンテーブルに採取瓶と排雪口が並んでいる (図3)。月の変化・風力量の変化を感知してテーブルを回転させ、該当降雪を採取したり非採取風力時には排雪口より排雪されたりする。

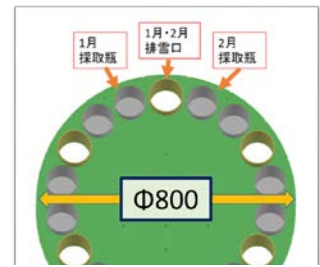


図3. ターンテーブルの配置

3 課題点への対策と試験

3.1 稼働部の低温環境・省電力対策

極寒環境の下1年間メンテナンスフリーで稼働し続けるよう、農学部にあるディープフリーザーをお借りして、分別採取の肝となるターンテーブル稼働に関する箇所での低温試験と改造・対策を行った。それぞれ別個に対策し試験した後、組み上げた状態で統合試験を行った。

- ・ バッテリーの容量確認試験
：低温領域での必要容量分と電圧回復時間の確認
- ・ モーターとベアリング改造
：使用されているグリースを低温用のものに置換塗布
- ・ モータードライバー改造
：低温での破損可能性が高いプラスチックのスイッチを除去
- ・ ベアリングホルダの嵌め合補正
：ベアリング破損原因に頻出する、膨張係数の差を補正した嵌め合い
- ・ ウォームギアの使用
：待機保持電力を要さないテーブル軸への大きくトルク伝達する
- ・ ウォームホイールの材質選定
：低温脆化せず着氷しにくい材質として超高分子ポリエチレンの使用



図4. 置換したグリース



図5. 稼働部の統合冷凍試験の様子

3.2 その他対策事項・事由

極寒環境におけるターンテーブル稼働以外に関する環境要素として、次のような対策をした。

- ・ ベアリング&ホルダーのカバー取付：雪の侵入、霜付着防止
- ・ 片シールドベアリング使用：雪の侵入・霜防止のための閉鎖面と、グリース置換のための開放面両立
- ・ 筐体部・漏斗部材料として塩ビ板の使用：霜付着の予防（低温脆化等の用途試験済み）
- ・ 回転位置制御：リミットスイッチによる物理接触式
- ・ 本番機ウォームギア規格 CG1-120R1（ギア比 1：120）：高トルク出力

また、弱風時と強風時との二機体制となったのは、必要瓶径によるターンテーブルサイズと輸送制限サイズの兼ね合いによるものである。

4 南極での組立設置と実験の開始

ドームふじまでの長距離輸送の後、回路配線、フレーム部等の埋め立て、筐体部の一旦開封と再組立、風速計とソーラーパネルの設置まで終えてから最終確認試験を行い、一年間の実験を開始する手順である。完成し実験を開始する状態が図6である。



図6. 設置完了、実験開始状態

5 まとめ・所感

極寒用の降雪採取装置を、試験とともに設計製作した。

写真にあるように、現地での組立終了・実験開始の連絡を頂戴している。本業務を通して、厳しい環境で問題なく動く装置を作り上げるまでの流れの一例を学ぶことができた。私個人にとっても学んだことは多く、知見だけでなく選べる手段手法が増加したということもまた一つの大きな成果であると感じている。

ご依頼いただきました先生や関係者、ご協力くださいました内外の皆様に向けてこの場をお借りしまして厚く御礼申し上げます。誠にありがとうございました。