

南極氷床での広域観測を目的とした吹雪自動計測システムの開発 Development of an Automatic Blowing snow Station

石丸民之永^{*1}, 西村浩一^{*2}, 小林俊一^{*1}, 根本征樹^{*3}, 小杉健二^{*3}, 佐藤 威^{*3}, 羽賀秀樹^{*1}

^{*1} 新潟電機(株) ^{*2} 名古屋大学大学院環境学研究科 ^{*3} 防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター 新庄支所

1. 目的

SPC (Snow Particle Counter) は、南極大陸内陸部のみずほ基地において2000年9月から11月の約3ヶ月間にわたり吹雪量を高い精度で観測することに成功した。しかし本機器による年間を通しての吹雪の自動計測は、当地の - 50 以下に達する気温と、安定した電源の確保という点で困難を伴う。

国際的に見ても、南極内陸部において吹雪量の長期間にわたる自動計測に成功した例は皆無である。こうした背景のもと、南極内陸部の低温下においても作動可能で低コストの吹雪計測システムを試作し、現地での通年テスト(2009-2010年)に向けて低温風洞を用いて動作試験を行った結果を報告する。

2. 試作機(SPN-S1)の概要

機器の構成のうち、氷床表面からの突き出し部分は低温を考慮して光ファイバーを用い、電気制御、データ処理、記録部はいずれも氷床に埋め込むこととした。電源には、風力発電 + 低温仕様電池システムを導入する。地上での仮設状況を図-1に示す

試作機(SPN-S1)のセンサー部とデータ処理部の外観を図-2、システムのブロック図を図-3、センサー部の概念とタイムチャートを図-4に示す。

図-4に示した光膜部分を通過する吹雪粒子のフラックスの大小に対応して、センサー受光部の光量に変化する。

本システムでは、粒子が光膜内を通過する際に発生する波高値の異なるパルス状信号を1秒間にわたって積分し、CFメモリに書き込む。システムの開発に際しては、データのモニタリングには無線LANを、また時間較正はGPS信号を使うなど、データ処理部にも改良を加えた。

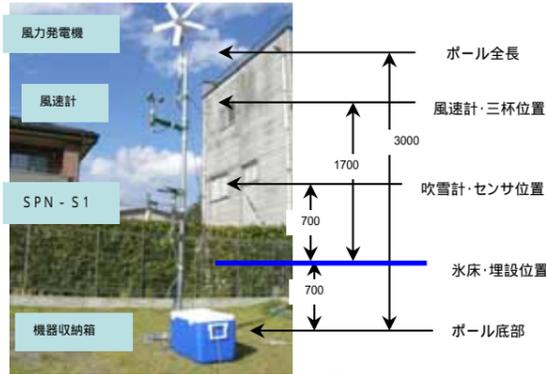


図-1



図-2

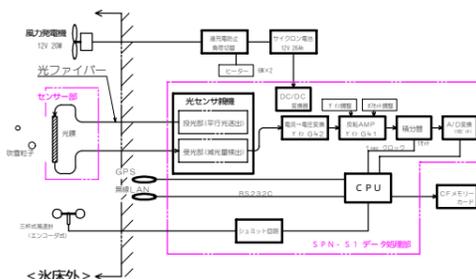


図-3

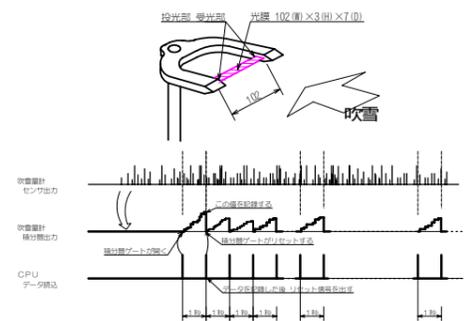


図-4

3. 動作試験

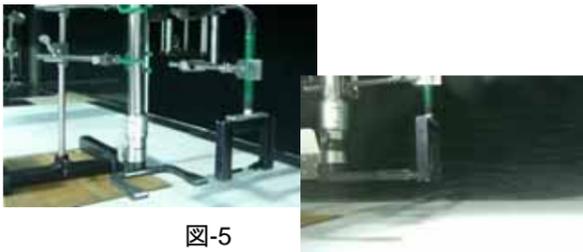


図-5

試験は、防災科学技術研究所雪氷防災研究センター新庄支所の実験棟風洞を使用した。風洞内の積雪面から高さ7.5cmの位置に試作機(SPN-S1)センサーと基準用SPCを並べて設置し、風速、吹雪量を変化させて出力の比較を行った(図-5)。目視観測に基づいて、あらかじめ設定する吹雪量(積分値)の最大値の検討を行ったほか、新たな検定器を開発し、その出力と吹雪量との相関に関するデータも取得した。

吹雪発生時における入力信号モニター波形の例を図-6に示す。

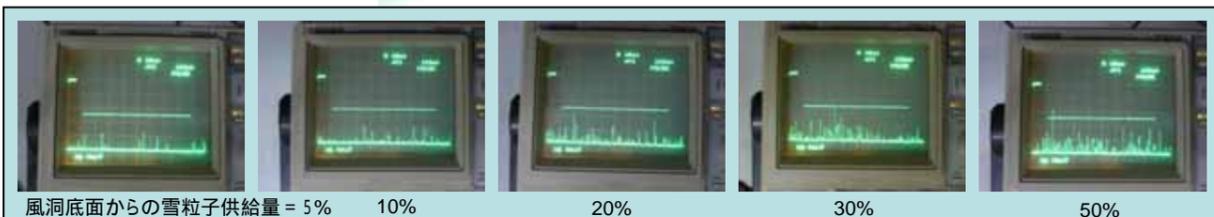


図-6

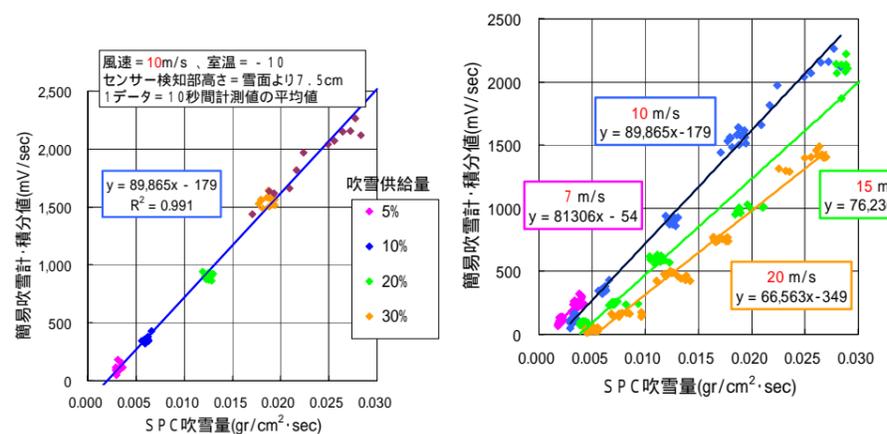
パルス信号は吹雪粒子が感知域の光膜を通過したことを表しており、粒径に応じて波高が変化する。このときの風速は20m/sで、風洞底面からの雪粒子の供給量の増大とともに吹雪フラックスが増えている様子が判る。横軸は時間(10ms/div)、縦軸(0.5V/div)

4. 結果

試作機(SPN-S1)と基準用SPC(SPC-S7)の出力を比較した結果を図-7(吹雪フラックスを変化)と図-8(風速を変化)に示す。

実験データに基づいて、簡易型吹雪量計(SPN-S1)の出力: x (V) と風速の値: v (m/s) から、吹雪の質量フラックス: y ($\text{g}/\text{cm}^2\cdot\text{s}$) を算出する関係式を以下のように定めた。

$$y = (3.20 \times 10^{-4} v + 7.70 \times 10^{-3}) x + 3.33 \times 10^{-4} v - 1.26 \times 10^{-3}$$



吹雪フラックス量*を変化させた場合

*風洞風上からの雪粒子の供給量を変化

図-7

風速を変化させた場合

図-8

5. まとめ

2009-2010年の冬季には、南極昭和基地の近傍で計測試験を実施するほか、国内においても野外計測を行う計画である。