

東南極の気候変動の検出と解明に向けた大気・氷床・海洋の長期的観測

平沢尚彦¹、青木輝夫²、林政彦³、藤田耕史⁴、飯塚芳徳⁵、栗田直幸⁴、本山秀明¹、山内恭¹

¹ 極地研、² 岡山大学、³ 福岡大学、⁴ 名古屋大学、⁵ 北海道大学

Long-term field experiment for detection and study of climatological change in East Antarctica

Naohiko Hirasawa², Teruo Aoki², Masahiko Hayashi³, Koji Fujita⁴, Yoshinori Iizuka⁵, Naoyuki Kurita⁴, Hideaki Motoyama¹,
and Takashi Yamanouchi¹

¹NIPR, ²Okayama University, ³Fukuoka University, ⁴Nagoya University, ⁵Hokkaido University

This presentation will make a review on the Antarctic climatic change during the last decades and discuss important observation to understand the mechanism of the present situation of Antarctica and the future trajectory.

The observation indicates robust warming of West Antarctica since the middle of the last century as one of the most rapid warming area among the world. In East Antarctica, on the other hand, we have not detected clear temporal tendency in the surface air temperature. The mechanism of the suppression of surface warming of East Antarctica has not been understood yet.

Mass balance of the Antarctic ice-sheet also is one the most important issue because it is the largest source to push the sea level upward. While West Antarctica continues to loss the mass, Droning Maud Land, the western part of East Antarctica, recently, got much accumulation, resulting in increasing the mass of the area. The accumulation may be caused by activity of synoptic-scale disturbances. But the mechanism is still studied and we do not know the future trajectory of the mass balance of Antarctica.

To understand the air temperature change and the surface mass balance in East Antarctica, we need to enhance the observations on the ice-sheet and to keep them for more than ten years, favorably. Thus, we are planning a long-term field experiment for detection and study of climatological change in East Antarctica.

1. はじめに

本発表は、人類が地球全体の観測を始めて以来の数 10 年間における南極域の気候の変化に関する知見を振り返り、現在の変化のメカニズムを知るための観測・研究の提案を行う。南極氷床の質量収支は海水準変動に最も大きな影響を与える可能性を持っているため、その将来の変化を予測によって知ることは人類の目標でもある。本研究の成果となる現在の変化のメカニズムの理解は、南極氷床の質量収支の将来を考察する上で有意義な知見であるとともに、将来予測をするための気候モデルにそのメカニズムを組みこむことで、予測精度の向上に貢献する。

2. IGY 以降の南極域の気候変化の特徴

地球温暖化が進行する中、西南極の温暖化は地球の平均より速いペースで温暖化している。このことは polar amplification として理解される。しかし、東南極では、この 50 年間に温暖化や寒冷化の時期がめまぐるしく入れ替わり、一定の傾向は現れていない。ただし、最近 10 年間には昭和基地周辺の温暖化が見出されるようになってきたかに見える。これまでの東南極の温暖化抑制や最近の温暖化傾向はオゾンホール の 1980 年来の長期的発達とフロンガス規制を反映した最近のオゾンホール回復が関係している可能性があるという議論がある (平沢、2016)。

南極氷床の質量収支では、西南極の消耗が明瞭で、東南極では著しい変化は観測されていなかった。ところが、これについても最近 10 年間で東南極の西半分にあたる Droning Maud Land (昭和基地やドームふじ基地はこの領域にある) において、これまでの観測で捕らえられたことのない著しい涵養が観測された。その結果としてこの地域の低標高域での涵養が著しいことが、衛星による重力観測で示唆されている。一方、この時期の高標高域における涵養量は絶対量としては目立たないが、通常の涵養量に対する比率として見ると、低標高域から高標高域まで同程度であることは興味深い (Motoyama et al., 2015)。

3. 本研究の概要

この観測・研究は、これらの最近起こっているいくつかの著しい現象を含めて、今後 10 年以上に亘る Droning Maud Land の気候の変化を検出し、そのメカニズムの理解から将来の変化傾向を知るための重要な気候プロセスを示す。このために、気象だけでなく、雪氷及び海洋の観測と研究を併合して行う。

東南極のこれまでの温暖化の抑制や今後の変化傾向を知るために最も必要なことは氷床の内陸域における現場観測において他にない。この計画では、高層気象ゾンデ観測 (ゾンデ観測) と無人気象雪氷観測 (AWS) 網の展開を基盤とする。例えば、ゾンデ観測は、米国の南極点基地 (図 1 の SP) において IGY 以来の長きに渡って実施さ

れ、2005 年からはフランス・イタリアが運営するドーム C 基地（同 DC）において実施されるようになった。ロシアは DC の南西方にあるボストーク基地で長く観測を行っていたが現在は行われていない。結果として、南極氷床上の対流圏・成層圏の 50 年以上の変化を示すデータは SP からの一つしかない。今後の変化は、DC が加わって 2 つとなる。しかし、Droning Maud Land における最近の顕著な涵養など、南極氷床の地域的な変化を含めて捕らえるためにはゾンデ観測網は足りない。少なくとも Droning Maud Land の内陸に必要である。その第一候補はドームふじ基地（図 1 の DF）である。尚、西南極の内陸にはかつてバード基地があったが、最近、米国ではこの地域での活動を強化しつつあり、現在の体制に DF とバード基地が加われば、南極氷床上の対流圏・成層圏の大気構造の観測は格段に向上するはずである。これらの観測の結果は、当然ながら、ERA や NCEP、JRA などでは知られる気候再解析データの品質も必ず向上させる。これまで、南極域のデータの信頼度はそれほど高くなかったが、その改善に貢献する。DF を再び通年の観測基地にしたい。

これまでのドーム計画などにより、Droning Maud Land の内陸域の観測について、日本の国際的な期待は大きい（ICPM, International Committee on Polar Meteorology, 推奨レター, 2015 など）。内陸通年基地だけでなく、AWS 網の展開によって（図 2）、面的な現場観測を実現したい。この計画で構築する AWS 網では、通常の気象要素に加えて、放射 4 成分、積雪深、雪温の計測を実施する。観測データは衛星回線を通じて研究者のもとに届き、いくつかのデータ補正を施した後、国際的に公開する計画である。

先の最近の Droning Maud Land の氷床涵養の増加で述べたように、氷床の頂上部から末端部まで注意深く分析する必要がある。AWS 拠点は、氷床末端部（S17）、カタバ風帯（Mizuho）、カタバ風帯上部（MD246）、カタバ風発生域（Relay Station）、氷床頂上部（Dome Fuji、図 1 の DF と同じ）である。これらは氷床上に現れる典型的な気候区を代表する。これらの地点では、夏季や冬季に 1 ヶ月程度のキャンペーン期間を設けてゾンデ、係留気球、無人飛行機（UAV）を用いた観測を実施する。また、氷床表面状態やピット観測によって氷床の表層の経年変化を捕らえる。地域ごとの集中的な観測を定期的に組み合わせることによって、南極内陸域の対流圏・成層圏の大気構造の変化や氷床質量収支の変化、及びそれらのメカニズムの解明を目指す。他に、定期的に南極域の航海を実施する「しらせ」での船上観測によって、海洋表層と大気との相互作用を考慮する。

References

- 平沢尚彦, 気象研究ノート, 2016, 印刷中.
 Motoyama et al., JARE Data Report, 2015.
 Turner et al., Science, 311, 1914-1917, 2006.

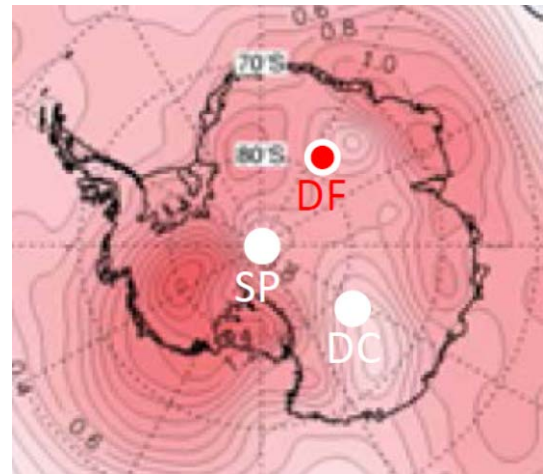


図 1 南極氷床内陸域の通年の高層気象ゾンデの観測基地である南極点基地（SP）とドーム C 基地（DC）、及び将来の観測を目指すドームふじ基地（DF）の配置。Turner et al. (2006) の南極域対流圏温暖化トレンドの図に加筆。

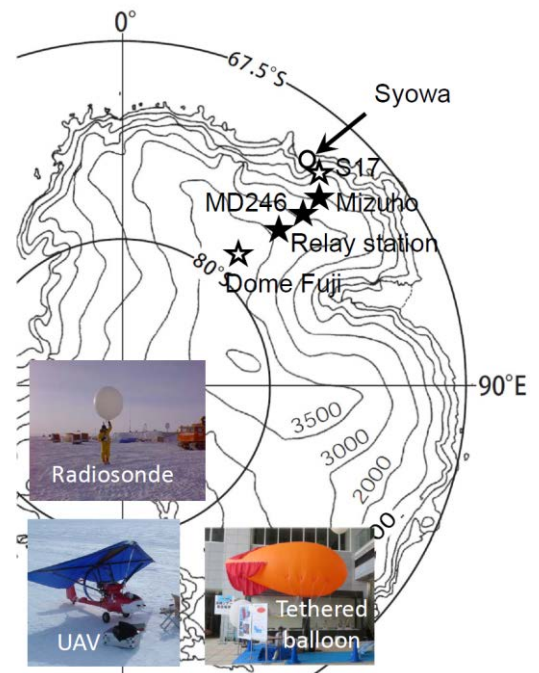


図 2 Droning Maud Land の昭和基地ードームふじ基地トラバースルートに設置する AWS 網（☆は予算化済、★は予算獲得を目指す）。各 AWS 拠点でキャンペーン観測として計画している、ゾンデ観測、係留気球観測、無人飛行機（UAV）観測の様子を示す。