

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 10 日現在

機関番号：10103

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2012

課題番号：21560433

研究課題名（和文） 衛星輝度温度画像を用いた極域の気象情報抽出に関する研究

研究課題名（英文） An evaluation method of meteorological data in polar region from brightness temperature image data observed by DMSP satellite

研究代表者

畑中 雅彦 (HATANAKA MASAHIKO)

室蘭工業大学・工学研究科・教授

研究者番号：20238009

研究成果の概要（和文）：85GHz 輝度温度画像データから得られる南極域の地上気温分布を用いて、冬季異常昇温現象イベント warming-sign を検出した。求めた warming-sign は、観測値と良好に対応するだけでなく、warming-sign の移動情報は南極域の大気塊の運動を反映していることが本研究により示された。

研究成果の概要（英文）：Using my evaluated antarctic surface air temperature distribution maps from DMSP satellite 85GHz brightness temperature image data, I detect some wintertime abrupt warming events ("warming-sign"s) on Antarctica. These warming-signs are compatible with the observed data. In this research, I show that the movement characteristic of warming-sign is contained the information of atmospheric circulation in antarctic region.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 21 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
平成 22 年度	900,000	270,000	1,170,000
平成 23 年度	400,000	120,000	520,000
平成 24 年度	400,000	120,000	520,000
年度			
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・計測工学

キーワード：気象衛星画像処理、南極気象

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化等の解明において南極域全体の気象変動の研究が注目されているが、その厳しい気象条件から南極大陸全域における気象観測の定常的な実施は困難を極めており、衛星リモートセンシングデータから多様な気象データを抽出することが望まれている。

我々は気象衛星 DMSP に搭載されている受動型マイクロ波放射計 SSM/I (Special Sensor Microwave Imager) の輝度温度画像デ

ータ[1]から南極大陸全体の地上気温分布を評価する研究を行ってきた。SSM/I は、空間分解能は低いと云などの影響が少なく昼夜にわたっての観測が可能で、均質なデータを安定して取得できる利点があり、85GHz 帯の輝度温度が氷床表面温度に特に強く依存していることを利用して、南極大陸全体の地上気温分布を算出する手法を明らかにしてきた。本手法で得られた地上気温は、恒常的な気象観測が容易ではない南極大陸の半分以上の面積を占める標高

2, 400m 以上の内陸部において、地上観測データと良好な対応が得られている[2]。気象衛星画像データから南極大陸内部の地上気温を算出する試みは、世界的に見ても類がなく、私ども独自の研究成果である。

2. 研究の目的

本研究課題では、算出された南極大陸の地上気温分布を利用して、南極域における大気の挙動などの新しいタイプの気象学上の知見を抽出するセンシング情報処理法の検討を目指している。具体的には、南極大陸内部で出現する冬季の異常昇温現象に着目する。冬季の異常昇温現象とは、南極大陸内部の気候を安定に保っている低気圧群からなる極渦に、大きな擾乱を伴う暖かい湿った周囲の海洋からの大気（高気圧）の侵入があると、高気圧の移動に依存して太陽がのぼらない極夜の地上気温が突然大きく上昇する現象である[3]。この現象を、衛星輝度温度画像から算出された地上気温分布上の昇温域を抽出し追跡することにより、間接的に、上空大気の運動として検出しようとするものである。このような観点から、本研究では、南極域全体にわたって昇温域を検出し追跡する情報処理手法の開発と処理結果が（気圧配置などの）南極域の気象学的な知見と正しく対応するかの検討を行う。

3. 研究の方法

(1) 1992年から現在に至る DMSP 衛星の 19, 22, 37, 85GHz 帯の垂直および水平偏波の輝度温度全画像データ、南極大陸上に点在する地上観測点で観測された地上気象データ（観測旅行中の観測データも含む）、気象庁等が定常的に作成している全球客観解析データから得られる気圧配置（等気圧高度場）や気温分布・大局的な大気の流れ図などを、統一的に格納できる並列分散リレーショナルデータベースを構築し、これらのデータを一貫した手続きで操作できるシステムを研究・開発する。

(2) 上記データベースを用いて、85GHz の輝度温度画像データから冬季間の南極全域にわたる地上気温分布を文献 [2] の手法により求めて、前日の気温との差異に注目して、全ての冬季異常昇温域を検出する。得られた昇温域の検証は、地上観測点で観測された地上気温データとの比較・検討によって行う。

(3) 検出された昇温域が南極域全体の気象現象と正しく対応するかを判定するために、全球客観解析データ (Global Analysis data) から得られた気圧配置（等気圧高度場）

や気温分布・大局的な大気の流れ図などと対比・検討する。

4. 研究成果

(1) 衛星輝度温度画像解析のための気象観測データのデータベースへ登録を行うとともに、並列分散リレーショナルデータベースシステムの高機能化と処理高速化の改良研究を行った。システムは9台のデータベースシステムと通常のデータベース用コマンド (SQL 文) を並列分散データベース用 SQL 文に自動変換し各データベースからの不完全な結果を再集約する自作のミドルウェアサーバ (QueryBroker) からなる二層構造として実現した。

(2) 85GHz の輝度温度画像データの解析では、1995年から2000年までの6年間に於いて南極大陸で生じた大規模な冬季異常昇温現象イベント warming-sign (画像上で明確なまとまりを有する昇温領域が4日間以上連続して生じたケース) が9件抽出された。抽出された冬季異常昇温現象イベント例 (後述 (h) の warming-sign) を図1に示す。

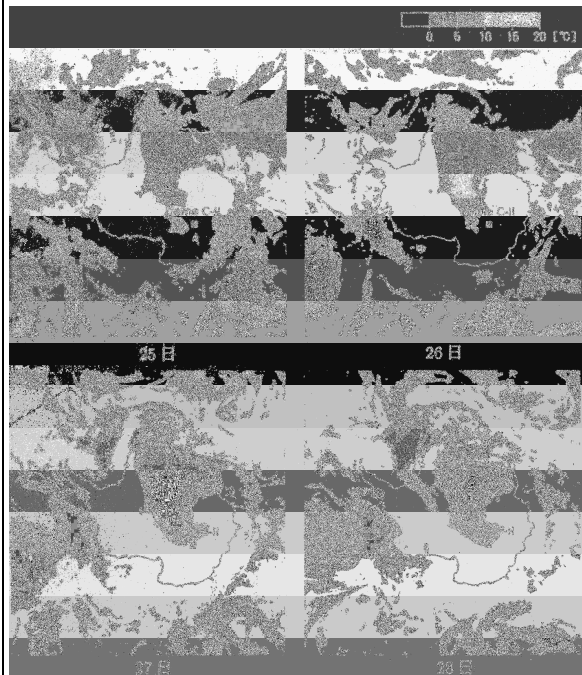


図1 1999年6月25日～28日における算出された昇温域（前日との地上気温の差を表した画像で、グレー色が濃いほど前日より気温が高くなるように表現している）

いずれのイベントも、昇温領域が海洋域から大陸内部に侵入し、大陸内で消失して

いる。内訳を以下の(a)から(i)に示すが、一冬に3回異常昇温現象イベントを検出した年が1年、2回異常昇温現象イベントを検出した年が2年、1回が2年、大規模異常昇温現象が冬期間一度も見られなかった年が1年であった。

- (a) 1995. 6. 23～6. 27 の期間で、オーストラリア沖に出現し南極大陸東部を覆う規模。
- (b) 1995. 7. 7～7. 13 の期間で、インド洋に出現し南極大陸東部を覆う規模。
- (c) 1995. 7. 27～7. 30 の期間で、インド洋に出現し南極大陸東部を覆う規模。
- (d) 1996. 6. 15～6. 20 の期間で、南米沖に出現し南極大陸中央部を覆う規模。
- (e) 1996. 7. 16～7. 24 の期間で、大西洋に出現し南極大陸中央部を覆う規模。
- (f) 1998. 6. 4～6. 7 の期間で、アフリカ沖に出現し南極大陸北部を覆う規模。
- (g) 1998. 7. 28～7. 31 の期間で、アフリカ沖に出現し南極大陸東部を覆う規模。
- (h) 1999. 6. 24～6. 30 の期間で、アフリカ沖に出現し昭和基地側の南極大陸部を覆う規模。
- (i) 2000. 6. 1～6. 6 の期間で、太平洋に出現しロス海側の南極大陸部を覆う規模。

地上気温観測データとの比較・検討では、例えば warming-sign (e) の場合は DomeFuji, DomeC-II, AGO-A84 での観測値、(i) の場合は Noel, Brianna, Lettau, MarblePoint, DomeC-II での観測値、など利用可能な近隣の観測基地でのデータを全て用いた。

温度差値そのものは両者で一致せず、5度程度の違いは頻繁に現れる結果であった。昇温域 warming-sign の移動と観測点での昇温開始のタイミングは全例で良好な一致を示し、昇温域の広がりとその移動についても矛盾の無い結果となった。しかし、昇温終了のタイミングがずれる例があった。このことから、大規模な異常昇温現象の開始の検出およびその空間的・時間的進展については、大陸周辺も含めて、85GHz 輝度温度画像からの地上気温推定値を用いて十分評価できると思われる。

(3) 得られた9件の異常昇温イベント warming-sign に対して、その空間的な広がりの変化および時間的な変化の追跡を試みた。特に、昇温域の面積重心の移動推移と気圧配置(500 hPa 高度場)から得られる大気循環場は、良く一致する結果となった。

また、昇温域の面積重心の移動推移と昇温域付近の気象観測点における地上での風速・風向の日平均値との相関を比較すると、対象となった昇温域付近の気象観測拠点数が少ないので不明な点も多いが、ある程度

相関が得られることが判明した。例として、異常昇温イベント warming-sign (i) に関する昇温域の面積重心の移動方向と SipleDome 観測点および Lettau 観測点における風向との対比を図2に示す。

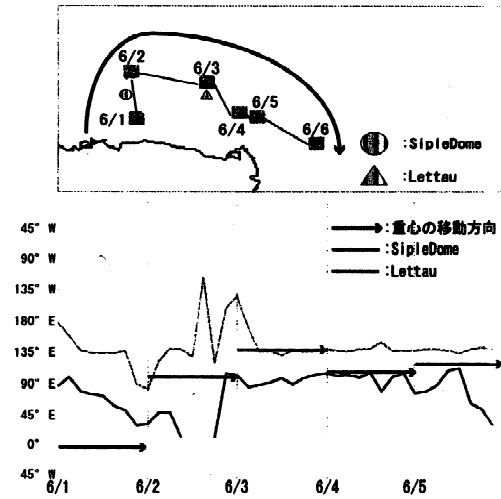


図2 2000年6月1日～5日における異常昇温イベント warming-sign (i) に関する昇温域重心の移動方向と SipleDome 観測点、Lettau 観測点における風向との比較(観測点からの距離および風向日平均を考慮すると相関がある事がわかる)

この昇温域の面積重心の移動推移方向と大気塊の移動方向の相関性を別の視点から検討するために、昇温域内からランダムに20地点を空気塊の起源要素として選択し、国立極地研究所粒跡線モデル(NITRAM) [4]によりこの要素の追跡を行った。この要素の追跡結果の平均値が示す方向と昇温域の面積重心の移動推移方向大気塊の移動方向はおおむね一致する結果であった。この検討からも、昇温域の移動方向と大気塊の移動の関連性が示唆される結果となった。

【参考文献】

- [1] J. Maslanik, J. Stroeve: DMSM SSM/I daily polar grided brightness temperatures, National ce Data Center, University of Colorado. CD-ROM
- [2] 志賀太生, 畑中雅彦, 佐々木順一, 他: 85GHz 帯輝度温度画像を用いた南極大陸の気温分布の推定、電子情報通信学会論文誌, vol. J87-B, no. 5, pp. 706-714 (2004)
- [3] N. Hirasawa, H. Nakamura, T. Yamanouchi: Abrupt changes in meteorological conditions observed at an inland Antarctic station in association with

- wintertime blocking, Geophysical Research Letters, vol. 27, no. 13, pp. 1911-1914 (2000)
- [4] 富川喜弘, 和田誠, 佐藤薫, 他: 国立極地研究所粒跡線モデル (NITRAM) および気象データ表示システムの紹介、第 30 回極域気水圏シンポジウム, No. PII. 11, p. 72 (2007)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 猪熊裕史、森雅樹、山本泰之、畑中雅彦: 正規化と参照完全性に基づく分散データベース用参照結合の実装、開発技報、査読有、No. 51、pp. 1-6 (2010)

[学会発表] (計 5 件)

- ① 猪熊裕史, 菅井裕太郎, 畑中雅彦: 簡易型分散データベース処理システム用表結合処理のクエリ変換について、平成 22 年度開発技術研究会研究発表会, pp. 28-29 (2010 年 12 月 3 日) 室蘭市
- ② 菅井裕太郎, 猪熊裕史, 畑中雅彦: 簡易型分散データベース処理システムにおける表結合処理の改善-インデックス利用による高速化-, 平成 22 年度開発技術研究会研究発表会, pp. 30-31 (2010 年 12 月 3 日) 室蘭市
- ③ 猪熊裕史, 陰山悟史, 畑中雅彦: 簡易型分散データベース処理システムにおける表結合の実装、平成 22 年電気・情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集、No. 169, p. 1 (2010 年 10 月 24 日) 札幌市
- ④ 森雅樹, 畑中雅彦, 佐藤之紀, 平沢尚彦, 和田誠: 南極気象衛星画像解析のためのデータベースシステムの構築、第 32 回極域気水圏シンポジウム, pp. 31-32 (2009 年 11 月 17 日) 立川市

[その他]

- ① 畑中雅彦、本田泰、塩谷浩之、施建明、佐藤之紀、和田誠、平沢尚彦: 85GHz 輝度温度画像を用いた冬期異常昇温現象の年変動に関する研究、平成 20 年度共同研究報告 (国立極地研究所), pp. 30-31 (2009)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

畑中 雅彦 (HATANAKA MASAHIKO)
室蘭工業大学・工学研究科・教授
研究者番号: 20238009

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者
()

研究者番号: