



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



クリッキング補間を用いて推定した南極大陸の気温分布図(2)

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2007-06-12 キーワード (Ja): キーワード (En): air temperature, interpolation, remote sensing, geostatistics 作成者: 佐々木, 順一, 畑中, 雅彦, 板倉, 賢一, 和田, 誠, 平沢, 尚彦 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/156

クリッキング補間を用いて推定した南極大陸の気温分布図(2)

その他（別言語等）のタイトル	Air temperature distribution in Antarctica estimated by the krigging interpolation(2)
著者	佐々木 順一, 畑中 雅彦, 板倉 賢一, 和田 誠, 平沢 尚彦
雑誌名	室蘭工業大学紀要
巻	49
ページ	81-85
発行年	1999-11-30
URL	http://hdl.handle.net/10258/156

クリッキング補間を用いて推定した南極大陸の気温分布図(Ⅱ)

佐々木順一*¹, 畑中 雅彦*¹, 板倉 賢一*¹, 和田 誠*², 平沢 尚彦*²

Air temperature distribution in Antarctica estimated by the krigging interpolation(Ⅱ)

Junichi SASAKI, Masahiko HATANAKA, Kenichi ITAKURA, Makoto WADA and Naohiko HIRASAWA

(原稿受付日 平成11年5月10日 論文受理日 平成11年8月31日)

Abstract

An atmospheric temperature map in the Antarctica is obtained by using krigging interpolation method based on Geostatistics. To create this temperature map, observed temperature data and location data at 209 stations in Antarctica are used. We have obtained those maps in every month until now. In this paper, we investigate the variation rate of temperature (both interpolated temperature and distributed one) and correlation coefficient between temperature and height above the sea level.

Key words: Air temperature, Interpolation, Remote Sensing, Geostatistics

1. はじめに

リモートセンシング衛星の1つである DMSP (Defense Meteorological Satellite Program) によって極域の輝度温度⁽¹⁾の観測が行われており、観測された輝度温度データは NSIDC (National Snow and Ice Data Center) によって処理され、極域の輝度温度画像データとして配布されている⁽²⁾。

我々のこれまでの研究で、南極ボストーク基地(S78°E107°)における輝度温度 T_B (85[GHz]帯) の変化と気温 T_a の変化は、図 1-1 に示した T_B と T_a の時系列変化でわかるように同様の推移パターンを示し、両者の比を近似的放射率 $e' = T_B / T_a$ と定義して求めると図 1-2 のように非常に強い相関があることが判明している⁽³⁾。この近似的放射率の季節変動は小さいため、

日単位で得られる輝度温度画像から南極大陸内部の気温分布を日単位で推定することができる可能性がある。ただし、南極大陸全体における近似的放射率を得るためには、先に気温分布の推定を南極大陸全体において行い、気温分布図を作成することが必要である。

一方、地上において各種気象観測を行っている南極観測基地や無人気象観測点(以降、単に観測点と記述)は、南極大陸の内陸部に行くほど測定環境は劣悪になるため、特に沿岸部に偏在している。南極全体の気温分布を知るためには、偏在している観測点の気温データおよび位置データから、補間処理により気温分布を推定しなければならない。「クリッキング補間を用いて作成した南極大陸の気温分布図(I)」⁽⁴⁾では、補間方法としてクリッキング(krigging)法⁽⁵⁾を用い、1月から12月までの12ヶ月分の月間気温分布図を作成した。クリッキング法とは、地球統計学⁽⁶⁾(Geostatistics)を用いた補間方法であり、全てのサンプル点のデータ

*1 情報工学科

*2 国立極地研究所

を用い, その空間的分布法則を求め, 各サンプル値の重み付き平均によって任意の点における値を算定する加重平均法の1つである. 詳しい説明は参考文献(5)に譲る.

本稿では, 前述の「クリッキング補間を用いて作成した南極大陸の気温分布図(I)」⁽⁴⁾において作成した推定気温分布図に対するさらなる考察・検討として, 推定気温と標高との関係に着目して論述する.

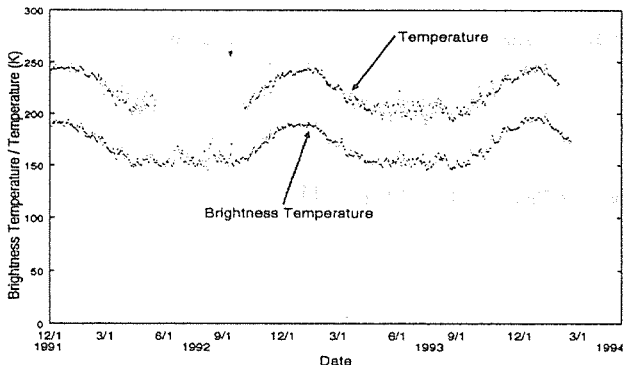


図1-1 気温と85GHz(垂直)の輝度温度(ポストーク)⁽³⁾

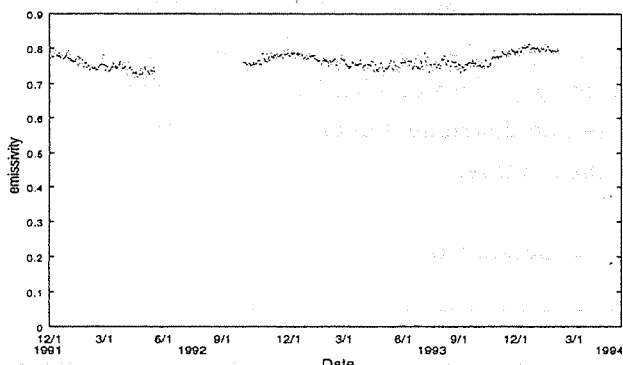


図1-2 85GHz(垂直)から得られた近似的放射率⁽³⁾

2. 気温変化率について

国際民間航空機関(ICAO)が採択している標準大気モデルによれば, 標高が1[km]高くなるときに变化する気温を気温変化率(単位は[K/km])とすると, 地上(海拔0[m])の気温は285[K], 高度11[km]までの気温変化率は6.5[K/km]と定義されている⁽⁶⁾. しかし, これは地球規模の気温モデルであり, 特に気温の低い南極ではそのまま用いることができない. また, 南極においては, 等高線と等気温分布線は非常に酷似することが知られている⁽⁷⁾. すなわち, 南極における標高と気温分布には強い相関があるということであり, 一般に標高が高いほど気温は低くなるため, それらの相関は負の相関となる.

以上のことから, 今回は, 標高と観測気温及び推定

気温間の相関を調べ, それらの相関係数及び気温変化率を求め, 両者を比較・検討する.

3. 気温変化率推定に用いたデータについて

観測データとしては, Antarctic Project Home Page (<http://uwamrc.ssec.wisc.edu/>)などで公開されている観測データを用いた. 本研究では, 1990年から1997年までの観測データを用いたが, 観測データの中には, ごく短期間のみ観測を行っている観測点や, 測定機器の故障などである期間のデータが欠落している観測点なども含まれている. そこで, 今回は, ごく短期間でも観測気温データが存在する観測点を利用可能なサンプル点として用いることにした.

前処理として, 利用可能なサンプル点ごとに各月間の平均気温を算出する. このとき, 月によって, 気温データが存在しないサンプル点があるが, そのサンプル点についてはその月の気温分布図作成に使用しないことにする. 算出された平均気温をサンプル値とし, 前処理を施したデータからクリッキング法によって補間処理を行い, 各月間の気温分布を推定した. 作成された推定気温分布図は「クリッキング補間を用いて作成した南極大陸の気温分布図(I)」⁽⁴⁾に1月から12月の推定気温分布図を示してあるが, 本稿では紙面の都合上, その代表として1月と7月の推定気温分布図を再録する(図2, 3). 各月間の南極域の気温分布図は, 320×320ピクセルのサイズの画像であり, 1ピクセルあたり約27[km]四方の精度を持つ. 図3-1, 3-2において, 左側の図が画素値0(黒)を183.0[K], 画素値255(白)を310.5[K]として1階調あたり0.5[K]刻みで表現した256階調グレイスケールで表現した推定気温分布図であり, 推定に用いることができた観測点の位置をプロットしてある. また, 右側の図は5[K]きざみの等温線で表現した推定気温分布図であり, 図上に記述してある数字の単位は[K]である.

また, 気温変化率を求めるためには標高のデータが必要となるが, このデータに関しては, Antarctic Project Home Page で公開されている標高データを気温分布画像とフィットするように大きさを変換し用いた(図4). 図4において左側の図は, 標高0[m]以下を輝度値0(黒), 標高4000[m]以上を輝度値255で表現した256階調のグレイスケール画像であり, 1階調あたり約15.7[m]の重みを持つ. 左側の図のみでは印刷の都合で濃淡が表現されない恐れがあるため, 標高200[m]きざみの等高線で表現した標高データを右側に示した.

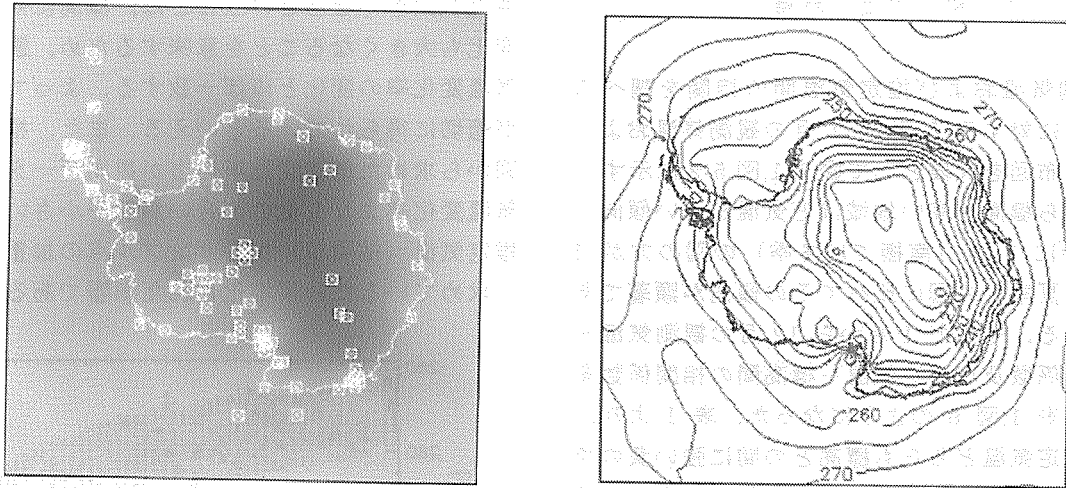


図2 1月の推定気温分布図

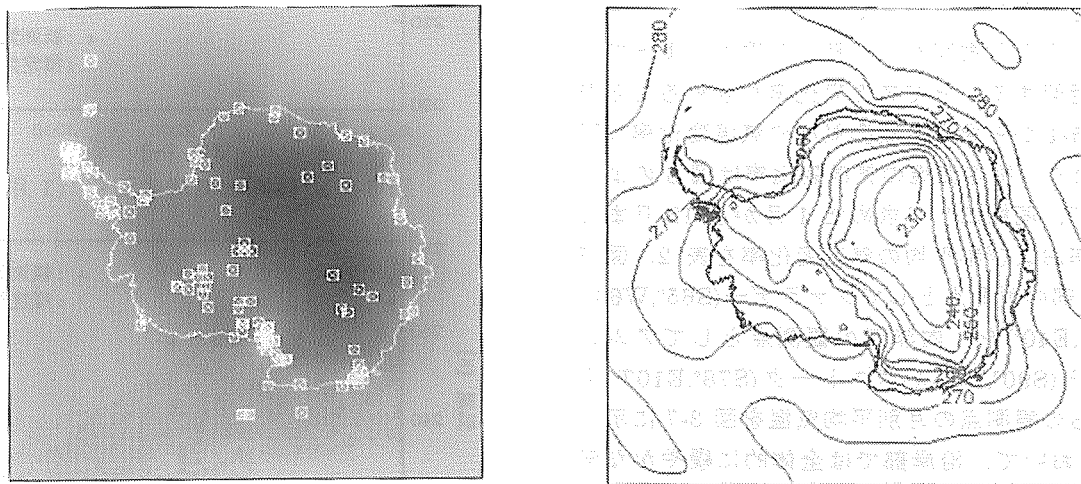


図3 7月の推定気温分布図

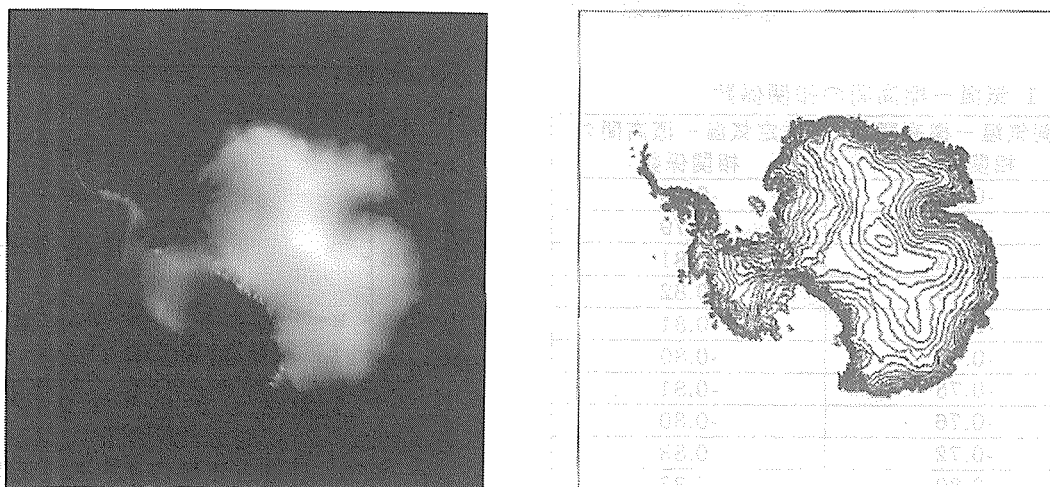


図4 標高データ

4. 結果および考察

標高と観測気温および推定気温間の相関を調べるために、標高に対する1月と7月の観測気温および推定気温の分布図を代表として図5-1, 図5-2に示す。これらの図から標高が高い地域ほど気温が低い傾向が確認でき、特に7月(南極では冬季)の図の方が1月(南極では夏季)の図に比べてその傾向が顕著であることがわかる。そこで1月から12月の観測気温-標高間の相関係数及び推定気温-標高間の相関係数を調べてみると表1, 図6のようになった。表1より、観測気温と推定気温どちらも標高との間に強い負の相関性を示し、12ヶ月全体としての変動はわずかな値である。この結果から、南極全体において気温と標高の相関係数は-0.8程度であり、季節変化にほとんど影響されないということが出来る。

図5-1のような分布図から、最小二乗法によって1次式で直線近似することで気温変化率を求めることができる。図5-1から求めた観測気温の気温変化率は図7のようになり、推定気温の気温変化率は図8のようになる。以下、同様にして求めた1月から12月までの気温変化率および年平均の気温変化率を表2, 図8に示す。沿岸部の観測点としてファラデー(S65°, W64°)と昭和(S69°, E40°)を、内陸部の観測点としてアムンゼンスコット(S90°, E0°)とポストーク(S78°, E107°)を選び、それらの観測点の月別平均気温を図3-7に示した。図9において、沿岸部では全体的に緩やかな気温変化をしているのに対し、内陸部では夏から冬への季節変化の時期(1月から3月)および、冬から夏への季節変化の時期(10月から12月)の気温の変化が特に大きく、冬の間(3月から9月)は横這いの気温変化となっていることがわかる。内陸部と沿岸部の気

温差が大きくなるということは、標高に対する気温の変化も大きくなることを意味するため、図10に示す気温変化率の変化とほぼ一致する。よって、推定気温が適切に得られているといえる。また、推定気温分布図から求めた気温変化率の方が観測データから求めた気温変化率より変化の割合が若干小さいが、これは推定気温(補間値)が各サンプル点の加重平均によって求めているため平均化された影響であると考えられる。

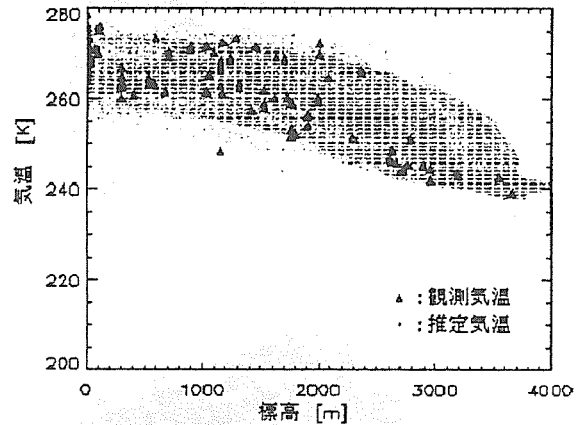


図5-1 標高と気温の関係(1月)

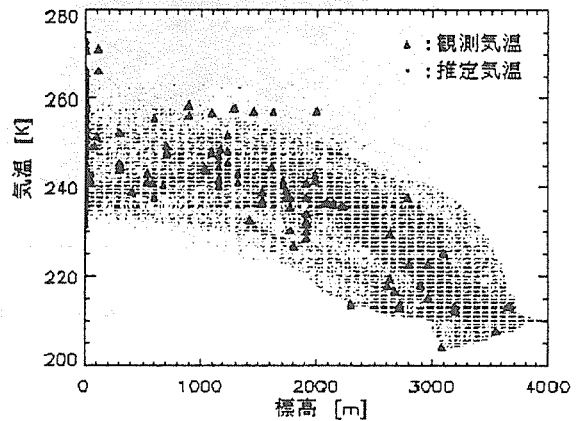


図5-2 標高と気温の関係(7月)

表1 気温-標高間の相関係数

	観測気温-標高間の相関係数	推定気温-標高間の相関係数
1月	-0.82	-0.80
2月	-0.79	-0.79
3月	-0.74	-0.81
4月	-0.79	-0.82
5月	-0.75	-0.81
6月	-0.78	-0.80
7月	-0.75	-0.81
8月	-0.76	-0.80
9月	-0.72	-0.83
10月	-0.80	-0.83
11月	-0.77	-0.83
12月	-0.79	-0.83
年平均	-0.77	-0.81

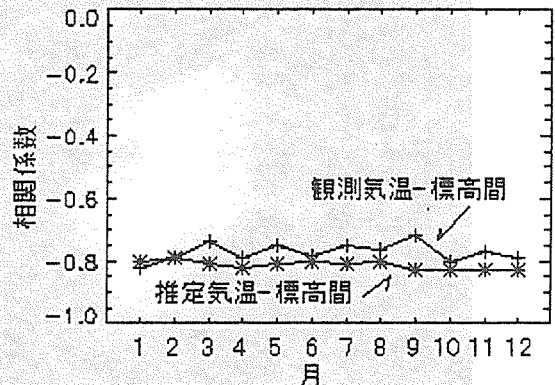


図6 標高と気温の月別相関係数

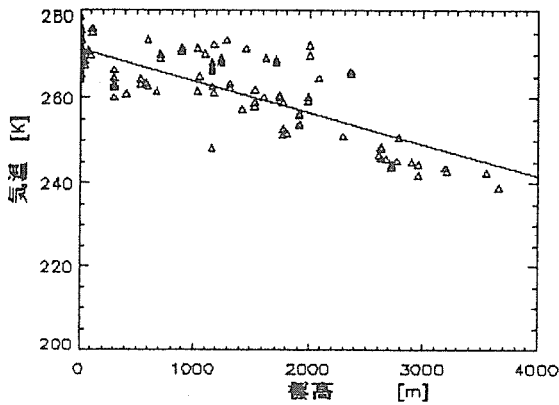


図7 1月の観測気温の気温変化率

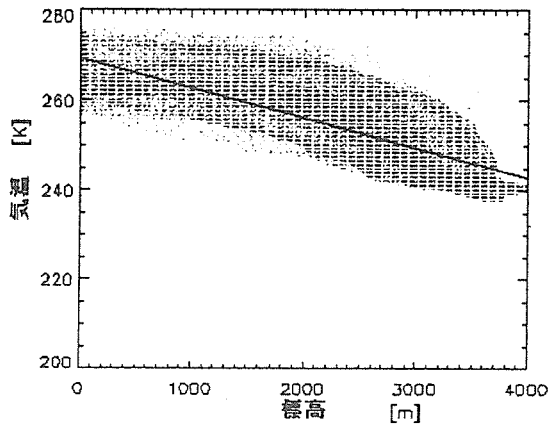


図8 1月の推定気温の気温変化率

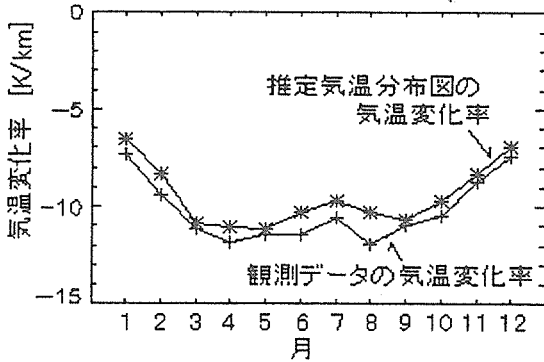


図9 気温変化率の月別グラフ

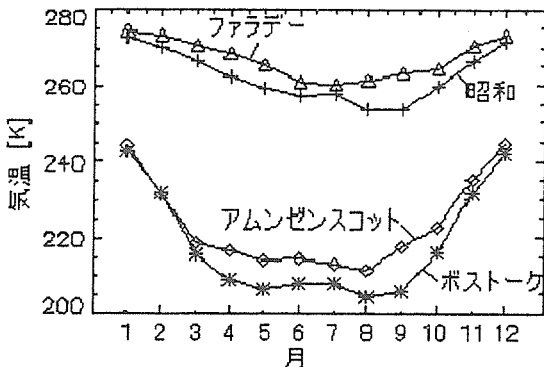


図10 沿岸部と内陸部の月別平均気温

表2 気温変化率

	観測データの 気温変化率[K/km]	推定気温分布図の 気温変化率[K/m]
1月	-7.4	-6.6
2月	-9.4	-8.3
3月	-11.2	-10.9
4月	-11.8	-11.1
5月	-11.4	-11.2
6月	-11.4	-10.3
7月	-10.6	-9.7
8月	-11.9	-10.3
9月	-11.0	-10.7
10月	-10.5	-9.7
11月	-8.7	-8.3
12月	-7.5	-7.0
年平均	-10.2	-9.5

5. まとめ

以上のように、クリッキング法を利用し、南極観測基地で観測されている位置データと気温データから補間値を求めることで推定した12ヶ月分の月間気温分布図と標高の関係について述べた。推定気温と観測気温は年間を通じて同様の相関係数および気温変化率の推移をしたことから、適切な推定ができていている考える。適切な推定が得られたことから、今後の課題としては、1節で述べた近似的放射率の検討等を行い検討する。その際、輝度温度画像と気温分布図が画像単位で比較できるように大きさと位置を調整し、月平均ごとの近似的放射率を求める必要がある。

参考文献

- (1) 古濱洋治他：「人工衛星によるマイクロ波リモートセンシング」, pp.29-32, 電子情報通信学会論文誌 Vol.69-1 (1986)
- (2) 志賀太生他：「南極域における輝度温度画像データの解析」, p.13, 開発技報 第40号 (1998)
- (3) 志賀太生他：「南極域における輝度温度画像データの解析」, pp.13-20, 開発技報 第40号 (1998)
- (4) 佐々木順一他：「クリッキング補間を用いて作成した南極大陸の気温分布図(I)」, 開発技報 第41号 (1999)に掲載予定
- (5) Michael Edward Hohn：「Geostatistics and Petroleum Geology」, pp.101-137, Van Nostrand Reinhold (1988)
- (6) 国立天文台編：「理科年表」, pp.388-389, 丸善株式会社 (1986)
- (7) 国立極地研究所編：「南極の科学 3 気象」, pp.281-283, 古今書院 (1988)