

GMS-5 S-VISSR 可視画像に見られる縞状ノイズと その補正について

門 崎 学*・菊 地 時 夫**

要 旨

GMS-5搭載 VISSR により観測されたデータは地球の気象情報を客観的に捉える資料として重要である。ところが、その可視画像データには観測対象の輝度によって縞状のノイズが生じるという現象がある。そこで、S-VISSR 可視画像データに対する補正処理法を考案し、その処理の実用性を検証した。解析の結果、走査線に平行する縞状のノイズが確認され、それは観測対象の輝度が小さい場合に顕著であった。カウント値の分布について検討を行った結果、4個ある検出器についてそれぞれいくつかの決まったカウント値が検出されておらず、これが縞状ノイズの原因であることがわかった。この現象を軽減するために、全範囲のデータに対し補正が必要な画素を検出し、その周囲の画素をもとに各検出器によって参照範囲を変えた平均を行い、求めた適正値を代入するアルゴリズムを考案した。補正の結果、検出器によるばらつきを抑制し、補正の必要がない値は変えずに処理できた。

1. はじめに

日本の静止気象衛星は、1977年に最初のGMSが打ち上げられて以来、現在のGMS-5にいたるまで、20数年間にわたって気象解析に利用されている。また、衛星の更新のたびに搭載される観測機器も発達し、精度も上がってきている。現在、宇宙からの地球観測は一般的で、なくてはならない気象解析方法であり、特にGMSに関しては土屋 清(1990)に記されているようにアジア、オセアニア地域の気象の監視、研究には必要不可欠の衛星であるといえる。

2001年1月現在、後継機(JMA 1998)の打ち上げ失敗によって、新たな後継機が運用を開始するまでGMS-5の運用が継続されており、GMS-5に搭載されているセンサ、およびその画像の再検証が望まれている。実際、GMS-5が地球に送信するS-VISSR可視画像データには、走査線に平行した縞状のノイズが確認される(例:菊地, 1996)。また、朝夕の海水分布解析や早朝の可視画像データを必要とする霧の検出(山

本・菊地, 1998)では、もともと観測対象の輝度が小さく、実際の分布を把握することが難しい上に、この縞状のノイズのために、さらに分布が不明瞭になるという問題が生じる。

しかし、この縞状ノイズに関して検討したという報告はほとんどない。そこで本研究では、主にS-VISSR可視画像データの上述した現象を、オリジナルデータの解析により原因を明確にして、その補正アルゴリズムの開発を試みた。

2. GMS-5の概要と本研究に用いたデータ

GMSシリーズの静止気象衛星については小平(1980)や和達(1990)、原田益水(1990)などに詳しい解説があり、GMS-5に関しては気象衛星センター(1997)の報告があるが、ここでは本研究に関連した事項について概要を述べる。

GMS-5はスピン安定方式の静止軌道衛星で、地球観測用受動形センサとして可視赤外回転走査放射計(VISSR)を備えており、走査鏡を通して可視1チャンネル、赤外3チャンネルの各バンドで同時に観測を行っている。センサは本体とともに毎分100回自転し、1回転のうち走査鏡が地球の方向を向く約20度弱の間、地球を西から東へ走査するとともに、1走査ごと

* 総合研究大学院大学数物科学研究科極域科学専攻。

** 高知大学理学部数理情報科学科。

—2000年7月26日受領—

—2001年3月5日受理—



第1図 1996年10月30日7時(JST)のS-VISSR可視画像。日本・石巻湾付近。東西に方向の走査線に平行した横縞状のノイズが確認できる。

に0.008度ずつ北から南へ走査の角度を変えていく。これにより約25分で地球が収まった1枚の画像が得られる仕組みである。

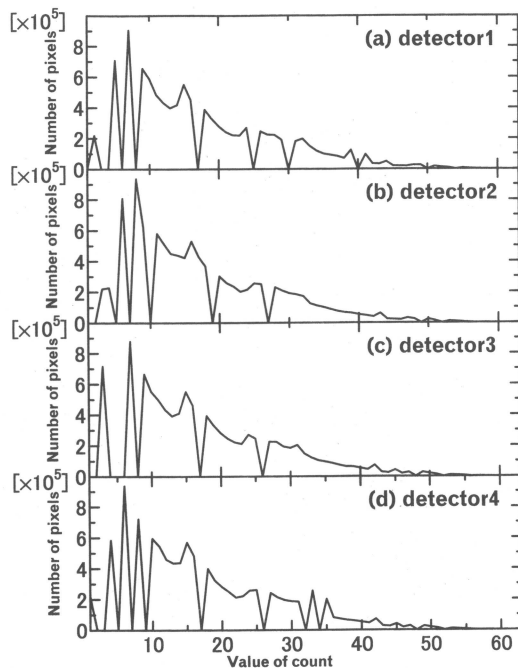
VISSRの可視センサは、可視光を中心とした波長域0.55~0.90 μm の観測センサである。センサの出力電圧をA/D変換した結果出力されるデータはカウント値と呼ばれ、可視画像データの場合は0~63までの64階調で表す。可視センサは、地球の南北に平行して並ぶ4つの検出器で構成されており、衛星が1回自転する間に同時に上下(南北)4ラインを走査する。したがって、4ラインを約2,500回走査するので1枚の画像は、約10,000ラインで構成される。空間分解能は、衛星直下に対して1.25 km \times 1.25 kmである。

観測されたデータは気象衛星センターで受信され、衛星の軌道・姿勢情報や較正表などのDocumentationとともに、S-VISSRフォーマットで地上局へ配信される。本研究においては、東京大学生産技術研究所(1995-2000)で受信されたS-VISSRデータ(Dundee Satellite Systems, 1995)を使用した。

3. 画像解析

3.1 検出器とカウント値

まず最初に生産技術研究所にアーカイブされたデータの中から、GMS-5の位置では可視光で観測できない日本で夜間のものを除いてランダムに57個の可視画像

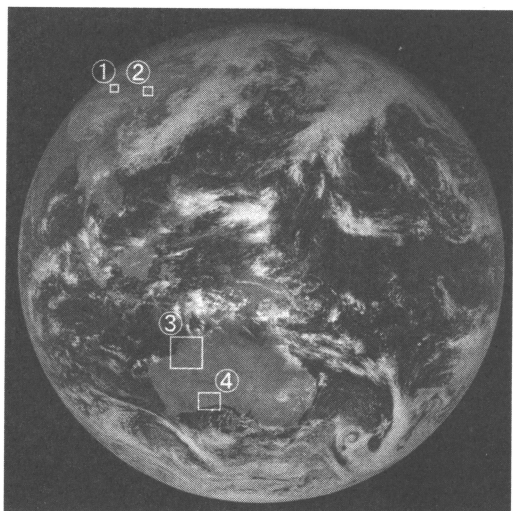


第2図 (a)~(d) 第1図の可視全球画像の全ピクセルを検出器1~4ごとにそれぞれカウント値別に累計した出現数。カウント値0はバックグラウンドに写り込む宇宙空間を示し、膨大な数となるため省いた。検出素子ごとに出現しないカウント値がある。

データを選び出し、目視によって走査線に平行した縞状のノイズの有無を調査した。その結果、異なる日時・条件のすべての可視画像で縞状のノイズを確認できたことから、1995年の打ち上げ当初から定常的にこの現象が存在することがわかった。また、観測対象の輝度が高い昼間の部分ではほとんどノイズを確認できず、輝度の低い朝夕や高緯度の部分では特に顕著であることがわかった。

第1図は1996年10月30日7時(JST)の仙台沖石巻湾付近の可視画像で、東西に走るノイズを確認できる。

検出器と画像に現れているカウント値との関係を具体的に表すため、4つの検出器ごとに、同時刻の可視全球画像の全データのカウント値別出現数を累計し、その分布を第2図に示した。但し、カウント値0は、主として地球のバックグラウンドに写り込む宇宙空間の値を示し、膨大な数になるため除いてある。このグラフから、可視画像データには、検出器ごとに出現しないカウント値が存在することがわかる。以後、議論

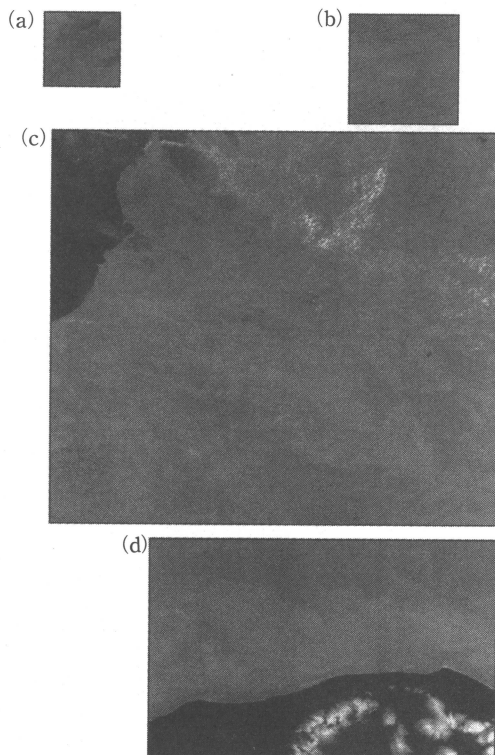


第3図 1999年11月11日13時(JST)の可視全体画像. 四角形で囲んだ地域はそれぞれ① Taklimakan 砂漠, ② Badain Jaran 砂漠, ③ Great Sandy 砂漠と本研究で選考した④ Nullarbor 平原を示す.

のため「データの出現しないカウント値」を欠損カウント値と呼ぶ. その欠損カウント値の隣に, 出現数が増加して多くなるピークがいくつか見られる. このシーンが代表するように, 朝や夕方など太陽入射角が小さくて輝度の低い領域で縞状ノイズが顕著に現れることは, カウント値が1~10の小さい部分に欠損カウント値が集中し, それに伴った出現数のピークが多いことで説明される.

このグラフにより, 本来現れるべきカウント値が忠実にカウントされず, その付近の値に変移していると推測できる. この現象は, 第2図に示したデータだけではなく, すべてのS-VISSR可視画像データについて同じ検出器では同じ欠損カウント値を持っていることがわかった. 尚, 赤外画像データに関しては, 同じような現象は検出されなかった.

この可視画像データの現象は, 特性の異なる検出器からの出力を同一のキャリブレーションテーブルで処理できるようにしているため生じている(気象庁気象衛星センター, 1999: personal communication). 4つの検出器ごとに異なったキャリブレーションテーブルを使用すると, このようなことは起こらないが, 逆に観測データのマッピングの際にどの検出器からのデータであるかを考慮しなければならなくなる. つまり, S-VISSRの可視画像データの仕様であると解釈



第4図 第3図で示した各地域の拡大画像. それぞれ(a) Taklimakan 砂漠と(b) Badain Jaran 砂漠は均一な領域が小さい. (c) Great Sandy 砂漠は不均一. (d) Nullarbor 平原はアルベドが大きく, 均一な地域が広がる. 乾燥しており雲の有無がはっきりしている.

すべきものかもしれない. しかし, 他の極軌道衛星では得られない1時間ごとの観測を有効に活用するためには, その補正処理の可能性を追及することは有意義である.

3.2 可視センサ検証対象地域の選考

欠損カウント値とその近傍のカウント値との関係を明確にするために, 本研究では可視センサの検証可能な地域を選考するにあたって次の2つの条件を考慮した. I: アルベドがある程度高い値を持つこと. 海洋や湖は一般的にアルベドが小さく, 太陽光入射角に伴う輝度レベルの変化とそれに伴うカウント値の変化を見ることは難しいため使用しない. II: アルベドが広い範囲にわたって均一であること. 山岳地帯など地形が複雑な地域はカウント値が均一とならず, また, 局所的な雲の発生が考えられるために, 観測対象地域の変化とセンサの影響の両者を区別できないので使用

第1表 (a)は第5図で切り出した領域の同日10時(JST)の検出器とカウント値の分布を表にしたもの。検出器1において、24と26に値が分かれている。(b)は各検出器ごとの欠損カウント値(●)と本研究で作成したアルゴリズムで補正対象になるカウント値(○), 補正対象外カウント値(□)。(c)は(a)のカウント値を補正した後の値。検出器1におけるカウント値25が現れ、欠損カウントはない。

| Value of count | (a) Before correction | | | | | | (b) Arrange | | | | | | (c) After correction | | | | | |
|----------------|-----------------------|----|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----------------------|----|----|----|----|----|
| | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| detector1 | 0 | 33 | 0 | 31 | 0 | 0 | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | □ | 0 | 12 | 46 | 6 | 0 | 0 |
| detector2 | 0 | 3 | 59 | 2 | 0 | 0 | □ | □ | ○ | ○ | ● | ○ | 0 | 13 | 50 | 1 | 0 | 0 |
| detector3 | 0 | 20 | 42 | 0 | 2 | 0 | □ | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | 0 | 14 | 47 | 3 | 0 | 0 |
| detector4 | 0 | 30 | 33 | 0 | 1 | 0 | □ | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | 0 | 18 | 44 | 2 | 0 | 0 |

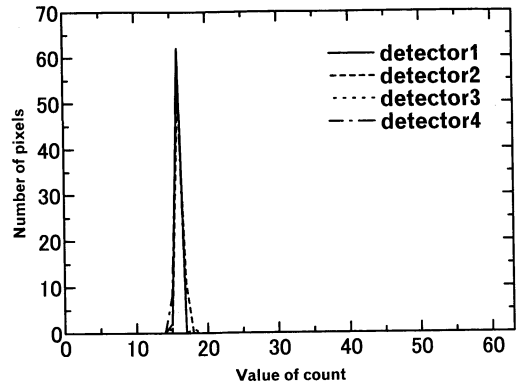
しない。

これらの条件に当てはまる対象として、砂漠が衛星搭載センサの補正に用いられることが多い。過去にGMSセンサの永年劣化に関する補正(Kizu and Kawamura, 1993)で用いられた砂漠を第3図の可視全体画像に示す。画像は例として1999年11月11日13時(JST)のデータを使用する。中華人民共和国のTaklimakan砂漠(①), Badain Jaran砂漠(②), そしてオーストラリアのGreat Sandy砂漠(③)を拡大したものをそれぞれ第4図(a)~(c)に示す。

これらの領域を検証した結果、以下の理由から本研究での解析には向かないことがわかった。

Taklimakan砂漠とBadain Jaran砂漠については、均一な領域が狭いため衛星の姿勢補正を行った後の使用は可能と考えられるが、本研究ではこれらの補正を行う前のデータを使用しており、さらに検証には4つの検出器(走査)が1セット以上ある走査範囲が必要で、その範囲は大きいほど統計的な議論が可能となる。したがって、このように狭い領域を検証の対象とすることは望ましくない。Great Sandy砂漠については、砂漠の規模は大きい可視画像で確認すると、カウント値のレベルで最大5もの差があるオブジェクトが多数散在し、均一とは言い難いものであった。したがって、空間分解能の低いセンサなどの検証への使用は考えられるが、可視センサの検証には適さない。

一方、第3図④に示したオーストラリア南西部のNullarbor平原は、砂漠と同様に比較的アルベドが大きく、太陽光入射角が最大ときには、カウント値が約30まで大きくなる。Nullarbor平原を拡大したものを第4図(d)に示す。Nullarbor平原の中でも均一な領域は南緯31度、東経130度付近を中心に南北300 km、東西600 kmほど広がっており、この広さは衛星姿勢の補正をしなくとも可視検出器のテストに十分耐えうる。また、近距離に海岸線が確認できるので、



第5図 1999年1月15日8時(JST)の可視全体画像の左上からそれぞれ縦7101(line)番目、横(pixel)3720番目から16×16画素を切り出した計256画素の領域における検出器とカウント値のヒストグラム。4つの検出器に大きな差はみられなく、Nullarbor平原のアルベドの均一性が高いことを示す。

手動による位置補正も比較的容易である。Nullarbor平原はステップ気候に属し、砂漠のように年間を通してほぼ毎日、地表が観測できる訳ではないが、乾燥地帯で比較的雲の有無がはっきりしているため、地表確認が容易である。以上を考慮し、Nullarbor平原を可視センサの検証対象地域として選定した。

3.3 カウント値変移

Nullarbor平原の一部、約20 km四方を検出器の検証に使用し、このエリアでどのようなカウント値分布を示すかを検証する。第5図は1999年1月15日8時(JST)における平原の中央付近16×16画素のカウント値別出現数を検出器ごとにヒストグラムで表し、分布を求めたものである。この図から4つの検出器でカウント値出現数の分布が重なっており、Nullarbor平原のアルベドの均一性が高いことがわかる。

| | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 検出器 3 | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 検出器 4 | ... | 25 | 25 | 25 | 25 | ... |
| 検出器 1 | ... | 24 | 26 | 26 | 24 | ... |
| 検出器 2 | ... | 25 | 25 | 25 | 25 | ... |
| 検出器 3 | ... | 25 | 25 | 25 | 25 | ... |
| 検出器 4 | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

第6図 可視全体画像の左上からそれぞれ縦7108番目、横3728番目から4×4画素のエリア。他の検出器のカウント値が25なのに対し、検出器1の値は、24と26に変移。

第1表(a)に同領域10時(JST)の検出器ごとのカウント値を示す。この分布より、カウント値は検出器2, 3, 4で、25付近に集中しているのに対し、検出器1については、24と26に分散している。また、検出器4のカウント値は、25だけでなく24にも分布していることがわかる。

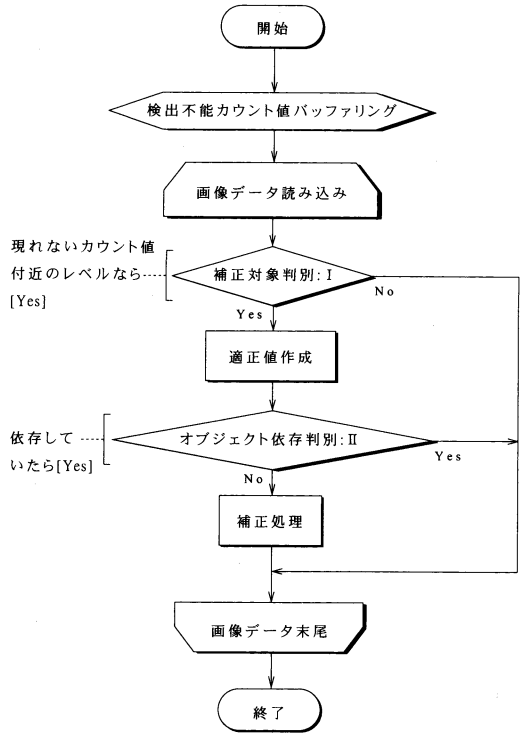
これらの空間的な分布を得るために、第1表で使った画像データの一部、約5km四方の画素データを数値にして模式的に表したものを第6図に示す。検出器2, 3, 4のカウント値がすべて25であるのに対し、検出器1においてはカウント値が24と26という値で、25というカウント値が出力されていない。これが縞状ノイズの主たる原因になると考えられる。

このように欠損カウント値があるのは、以下の理由による。検出器からの出力は衛星上でA/D変換されるが、ダイナミックレンジ(最大値と最小値の差)に相当するデジタル値は約55階調である。ところが、S-VISSR可視画像では、僅かな感度差のある4つの検出素子についてユーザが同一のキャリブレーションテーブルを使用できるように、感度差を調整する形で、上記の55階調を64階調に引き伸ばしている。このため、各検出器ごとに異なるレベルで約10個の欠損カウント値が現れることになる。したがって、この現象はS-VISSR可視画像データ特有のものであるといえる。

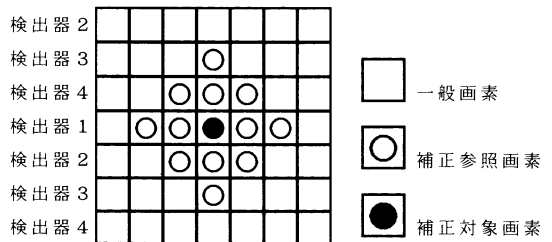
4. 補正アルゴリズム

それぞれの欠損カウント値を無くし、各検出器の特性の差を最小にするために、S-VISSR可視画像データの補正アルゴリズムを考案した。第7図にアルゴリズムのフローチャートを示す。

このアルゴリズムの特徴は、補正が必要な画素を限定し、欠損カウント値に無関係の領域でオリジナルのカウント値に不必要な変化を与えないということであ



第7図 補正処理アルゴリズム。二重の補正対象画素限定を行う。



第8図 補正の際に参照する画素。補正対象を含め周囲13画素を平均化して適正値を算出する。

る。

補正対象画素の限定方法として、以下の2つの条件を設定した。

条件I：欠損カウント値付近のレベルである。

条件II：その画素と周囲のカウント値が比較的近い値を示している。

これらの条件に合致する場合に限り、補正処理を実行するものとした。条件Iでは、図2に代表されるグラフより、欠損カウント値の±2レベルより大きく変移することは考えにくく、補正は必要ではないという

仮定のもとで設けた。この条件に当てはまる場合、第8図に示す補正対象の画素を含めて周囲13画素の平均値から適正值(補正候補値)を算出する。欠損カウント値が集中しても処理を可能にするために、すべての検出器におけるカウント値を参照しており、また補正対象の画素に近い検出器(走査)の値を重視するためにこのような形にした。

ここでさらに条件IIによる選別に掛ける。条件IIは、そのカウント値と周囲の画素のカウント値の平均の差が大きい場合、その画素は観測対象にある何らかのオブジェクトを反映していると考え、補正対象から外すために設けており、適正值と補正対象画素の補正前の値との差が3未満の場合に限り、条件IIが成立したと判断し、補正を施す。補正後のデータに関しては、S-VISSR フォーマットを保ち、幾何補正などの処理をオリジナルデータと同様に扱えるようにした。

以上の処理を数式で表すと(1)、(2)式のようなになる。

$$C'_{ij} = \begin{cases} C_b & \text{if } |C_{ij}-D_k| \leq 2 \\ & \text{and } |C_{ij}-C_b| < 3 \\ C_{ij} & \text{else} \end{cases} \quad (1)$$

但し、補正值 C_b は

$$C_b = \frac{1}{13} \left(C_{ij-2} + \sum_{k=1}^1 C_{i+k,j-1} + \sum_{k=2}^2 C_{i+k,j} + \sum_{k=1}^1 C_{i+k,j+1} + C_{ij+2} \right) \quad (2)$$

で計算する。ここで、 i, j は VISSR 画像上のピクセル・ライン座標、 $C_{i,j}$ はオリジナルのピクセル値、 $C'_{i,j}$ は補正処理後のピクセル値である。また、欠損カウント値である D_k は画像全体を最初にスキャンすることで検出し(1)式における最初の条件は検出された欠損カウント値のどれかを表す。

5. 補正効果の検証

5.1 欠損カウント値の修正

第1表(a)で確認された欠損カウント値が、この補正によりどの程度、修正されるかを検証する。第1表(b)にカウント値23~28における各検出器ごとの欠損カウント値(●)と本研究で作成したアルゴリズムで補正対象になるカウント値(○)、補正対象外カウント

| | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 検出器 3 | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 検出器 4 | ... | 25 | 25 | 25 | 25 | ... |
| 検出器 1 | ... | 25 | 25 | 25 | 25 | ... |
| 検出器 2 | ... | 25 | 25 | 25 | 25 | ... |
| 検出器 3 | ... | 25 | 25 | 25 | 25 | ... |
| 検出器 4 | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

第9図 第6図のカウント値を補正した後の値。検出器1におけるカウント値が25となり、分散はみられない。

値(□)を示す。また、処理後のカウント値別出現数の分布を第1表(c)に示す。処理により欠損カウント値がなくなり、検出器ごとのばらつきが解消されて、ほぼ均一の値を示すようになった。これは観測対象とした Nullarbor 平原の均一な地表状態が反映された結果であると考えられる。

第9図には第6図で示した模式図の補正後の値を示す。この図より、縞状ノイズの原因となっていた検出器1のカウント値24と26が、補正後には他の検出器と同様に25という値になり、ノイズが解消されていることがわかる。

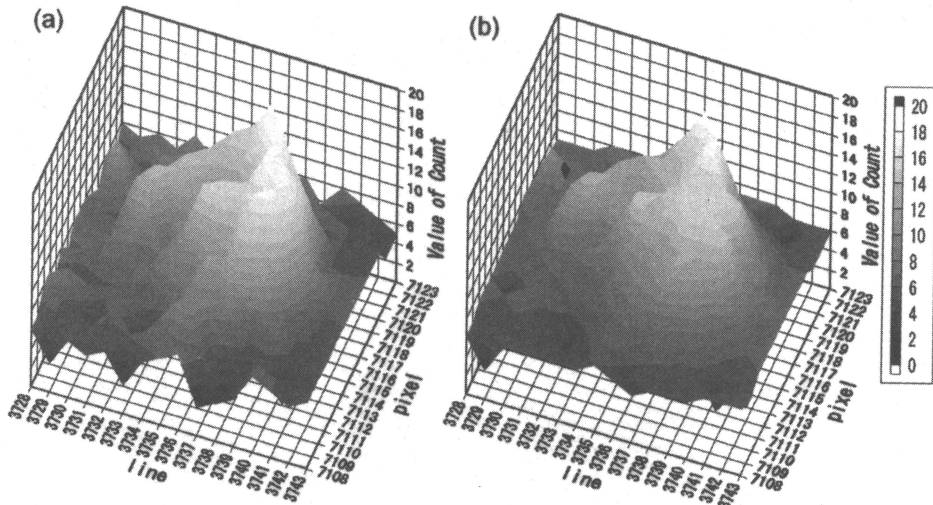
5.2 オブジェクトの反映

補正処理を施した際に、補正前の画像で確認できた観測対象のオブジェクトが、損壊や変形されないかを検証する必要がある。この検証に使用したのは、1999年2月7日8時(JST)のデータで、第10図の(a)と(b)にそれぞれ補正前後の画像データの一部を示す。切り出した領域は、可視全体画像の左上からそれぞれ縦(line)2181番目、横(pixel)4574番目を左上角とする16×16画素の領域である。おおよそ北緯28度、東経141度の小笠原諸島父島付近の約20km四方となる。おそらく、このテクスチャが独立して存在しているため、光学的厚さが大きい類に属する積雲または積乱雲と考えられる。

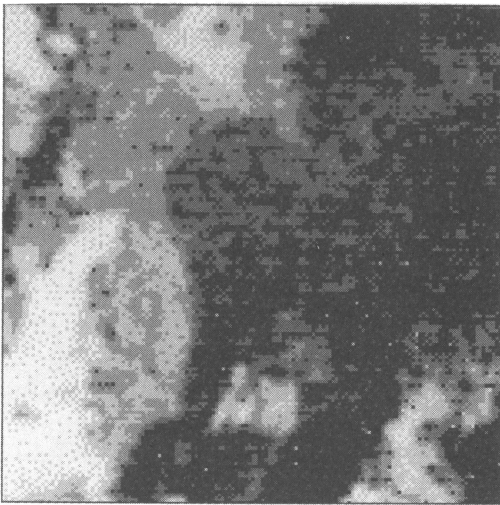
補正前後の比較から、観測対象オブジェクトの破損もしくは変形を最小にとどめながら、補正処理ができたことがわかる。尚、処理で補正されたカウント値は、処理前後を比較して最大3の差が生じている。また、補正対象となった画素は全体256画素のうち146画素で、全体の約57.0%が補正された。

5.3 ノイズ削減効果

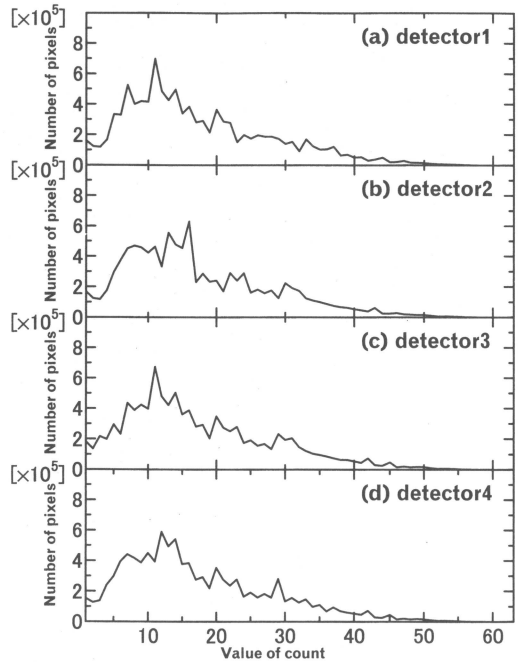
ノイズが、明確に現れていた第1図と比較のために補正後の可視画像を第11図に示す。この画像より、縞状のノイズは確認できなくなり、第1図では不明瞭で



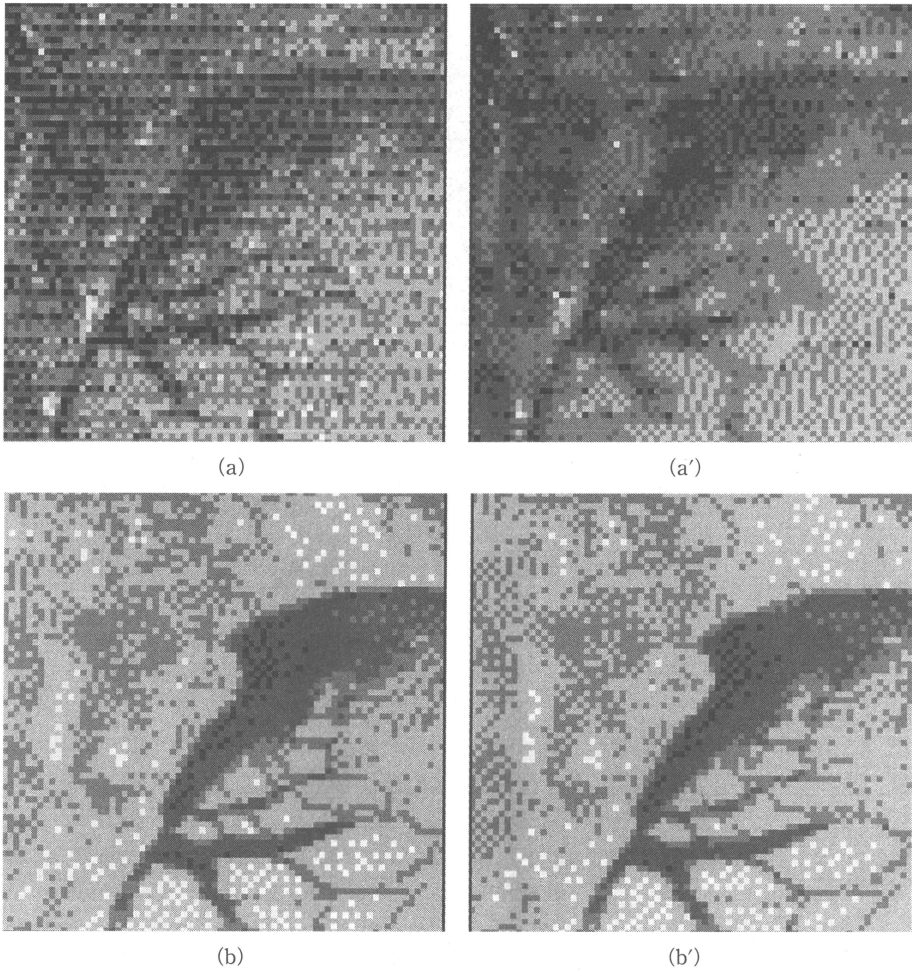
第10図 (a)と(b)はそれぞれ1999年2月7日8時(JST)の補正前後の画像。位置は可視全体画像の左上から縦(line)2181番目、横(pixel)4574番目より16×16画素、厚みのある雲で「J」の字型に広がっている。(b)から、雲のオブジェクトは変わらずに補正前の形状を保っていることが確認できる。



第11図 第1図を補正した後の画像。仙台湾の海岸地形が明確に現れている。また、松島湾も確認でき、雲は形を変えずに反映されている。



第12図 第2図を補正し、その分布をグラフ化したもの。極端なピークが減り、検出器ごとにカウント値が現れないということが解消されている。



第13図 (a)は1999年2月24日7時(JST), (b)は同日12時(JST)のサハリン南東の海岸付近。(a')と(b')はそれぞれの補正後の画像。(a)では海水の割れ目と検出器による縞状ノイズかわからないが,(a')では解消されている。また、オリジナル画像が明瞭な(b)は,(b')でもほとんど変化しない。

あった仙台湾付近の海岸線が認識できることがわかる。

5.4 カウント値分布で見た補正効果

第2図に示したデータについての検出器別の分布が、補正によってどのように変化するかを見るため、補正後のカウント値の分布を第12図(a)～(d)に示した。検出器ごとに比較すると、欠損カウント値が無くなっていることがわかる。また、特に観測対象の輝度が小さい場合に多く見られた極端なピークが解消され、検出器によるばらつきが小さくなっている。

5.5 海水観測を例にした実用性の検証

考案したアルゴリズムの実用性を検証する目的で、

可視画像よりオホーツク海域の海水分布を調査する。輝度の大小異なる2種類の画像を比較し、処理前後の画像で海水の分布状況の確認性がどのように変化するかを調査する。

調査に使用したデータは、1999年2月24日7時と12時のS-VISSR可視画像データから、サハリン南東の海岸付近のオホーツク海域75画素四方を切り出したものである。第13図にそれぞれ上述した領域の処理前後の画像を示す。尚、(a)は7時、(b)は12時の補正前画像、(')はそれぞれの補正後画像である。切り出した画像には左上方向に陸域、右から下にかけて斜めに開水面が存在し、右下方向に海水、開水面が混在した領

域が広がっている。

12時の処理前後両方で海水の分布がよく確認できる。(a)は、観測対象地域が朝方のために輝度が小さく、縞状ノイズが顕著に現れており、海水の割れ目なのか縞状ノイズかが不明瞭である。本研究で考案したアルゴリズムの適用により縞状ノイズを抑え、海水の割れ目と海岸線、開水面の認識が可能となった。また、(b)のように太陽光入射角が大きく、輝度が大きい明瞭な画像の場合は、処理による変化をほとんど与えないことがわかった。

6. まとめ

本研究では、GMS-5のS-VISSR可視画像データに縞状のノイズとして現れる、検出器によるカウント値の欠損変移とその発生条件を明らかにし、観測対象の輝度が小さい場合、特に顕著になることを示した。

このカウント値変位は特定の検出器とカウント値の間にのみ確認できることから、補正対象の候補となるピクセルの選定とその周囲のカウント値を用いて修正する補正アルゴリズムを考案した。

補正の結果、カウント値変位を抑えるとともに、検出器によるカウント値のばらつきを抑制し、ノイズを取り除くことができた。

本研究による方法では、S-VISSRのオリジナルデータに対して処理を行い、フォーマットに変化を与えないので、処理後のデータに対する緯度経度等のマッピングは既存の処理方法を使用できる。しかし、一方で実際にデータを使用するときにはしばしば行われる正距円筒図法へ変換など地図(緯度経度)座標へマッピングした後では、検出器(走査)の情報が失われてしまい、適用は難しい。

計算機の処理能力と外部記憶装置の容量が飛躍的に向上している現在、オリジナルデータのアーカイブ(記録保存)とアクセシビリティ(入手可能性)向上の重

要性が高まっているように思われる。

謝辞

論文作成にあたり、助言をいただきました国立極地研究所山内 恭教授、平沢尚彦助手に厚く感謝申し上げます。さらに、問い合わせに対して御協力くださった気象衛星センター三河哲也氏、栗原茂久氏、高田左知男氏に心より感謝申し上げます。S-VISSRデータの受信に関しては、GMS受信システムとデータベースの運用に携わっている東京大学生産技術研究所の根本利弘氏に御礼申し上げます。

尚、本研究は著者(門崎 学)が高知大学大学院理学研究科・修士課程において研究した成果の一部をまとめたものである。

参考文献

- Dundee Satellite Systems, 1995 : GMS Software v3.0 User Manual, DSS.
- Japan Meteorological Agency, 1998 : MTSAT HiRID Technical Information.
- Shoichi Kizu, Hiroshi Kawamura, 1993 : Degradation of the VISSR Visible Sensor on GMS-3 during June 1987-December 1988, J. Atmos. Oceanic Technol., (10), 509-517.
- 菊地時夫, 1996 : 1996/10/30 関東平野の霧,
http://weather.is.kochi-u.ac.jp/events/961030_Fog_Kanto/
- 気象衛星センター, 1997 : 気象衛星センター技術報告特別号(1996)GMS-5システムの更新, 5.1 Calibration, 51-60.
- 小平信彦, 1980 : 気象, 朝倉書店, 141pp. 土屋 清, 1990 : リモートセンシング概論, 朝倉書店, 328pp.
- 原田益水, 1990 : 衛星のすべて, 電波新聞社, 241pp.
- 山本 哲, 菊地時夫, 1998 : インターネットによる霧情報収集の試み, 天気, 45, 361-368.
- 和達清夫, 1976 : リモートセンシング, 朝倉書店, 280pp.

Striped Noises Found in the Visible S-VISSR Image Observed by GMS-5 and their Correction

Gaku Kadosaki* and Tokio Kikuchi**

* (Corresponding author) Department of Polar Science, School of Mathematical and Physical Science, The Graduate University for Advanced Studies 1-9-10, Kaga, Itabashi, Tokyo 173-8515, Japan.

** Department of Mathematics and Information Science, Kochi University

(Received 26 July 2000 ; Accepted 5 March 2001)

月例会「長期予報と大気大循環」のご案内と講演募集のお知らせ

毎年テーマを絞って開催している標記月例会を今年度は「北極振動 (AO)」をメインテーマとして開催いたします。講演を希望される方は下記の要領でご応募下さい。なお、1講演あたりの講演時間は30分程度を予定しています。また、講演をしていただいた方には原則として講演内容を「グロースベッター」に執筆していただきますのであらかじめご了承願います。「グロースベッター」は、この月例会を主催する LF グループの長期予報研究会誌です。

場 所：気象庁大会議室 (旧第 1 会議室：5 階)
メインテーマ：北極振動 (AO)
申込方法：講演者氏名、所属、講演題目、講演要旨 (400 字以内) を添えて申し込んで下さい。

申込・問い合わせ先：
〒100-8122 東京都千代田区大手町1-3-4
気象庁気候情報課内 LF グループ事務局
TEL・FAX：03-3211-8406 (自動切換え)
E-mail：lfd_clim@hq.kishou.go.jp

申込締切：2001年 8 月31日

記

日 時：2001年11月26日 (月) 13時30分～17時