

## NOAA 衛星用座標変換の変更

吉崎 徳人 \*

### Partial Improved of the Navigation for NOAA satellite Data

YOSHIZAKI Yoshito\*

#### Abstract

The coordinate transefomation system of the NOAA satellite data being used in MSC was built by Kigawa (1993). This is the system which consists of the orbit prediction using method of general perturbation and the automatic landmark extraction using AVHRR image. All the navigation of AVHRR and TOVS data is decided with this system. It is reported that a problem to change (latitude, longitude) of the earh surface into (line, pixel) of AVHRR and TOVS was modified in this system.

#### 要 旨

気象衛星センターで使用している NOAA 衛星データの座標変換計算システムは木川 (1993) によって構築された。これは、一般摂動法による軌道予測と AVHRR ランドマークマッチングから成るシステムである。AVHRR データおよび TOVS データのナビゲーションはすべてこのシステムで決定される。本システムにおける地表面上の (緯度、経度) を測器の (ライン、ピクセル) へ変換する際の問題を修正したので報告する。

#### 1. はじめに

地表面上の (緯度、経度) を測器の (ライン、ピクセル) へ変換する際、一義的に算出するのは難しいため逐次計算を行うのが通例である。変更前の手法では、算出された (ライン、ピクセル) は、後述する理由のため AVHRR で数十ラインの誤差を生じており、縮尺の小さな AVHRR 画像では視認できる大きさとなっていた。今回、逐次計算の手法を変更し、この誤差を解消することができた。

なお、測器の (ライン、ピクセル) から地表面上の (緯度、経度) への変換には何ら問題は無いので、画像作成以外のプロダクトには影響は無い。

#### 2. 変更前の手法

1 ライン目以降の衛星の位置、速度は軌道予測およ

び AVHRR ランドマークマッチングにより計算済みである。

図 1 において、地表上のライン-ライン間を衛星から見た角度を  $\theta_1$  とすれば、地表面上の  $E_1$  と  $E$  の間のライン数差  $\Delta L$  は (1) 式。

$$\Delta L = \theta / \theta_1 \quad (1)$$

$$L = L_0 + \Delta L \quad (2)$$

( $L_0$  の初期値は 1)

(2) 式から得られたライン  $L$  が衛星直下点に対応する衛星の位置を次の初期推定位置  $S_1$  として、 $\theta$  が  $\theta_1/10$  (AVHRR では  $\theta_1/5$ ) 未満になるか逐次数が 10 になるまで計算を行い、 $L$  を出力とする。

(1) 変更前の手法の問題点その 1 (図 2 参照)

$\theta$  自体も一義的に算出するのは難しいため、 $\theta$  の代

\* 気象衛星センターデータ処理部システム管理課  
(2002 年 7 月 24 日受領、2002 年 10 月 11 日受理)

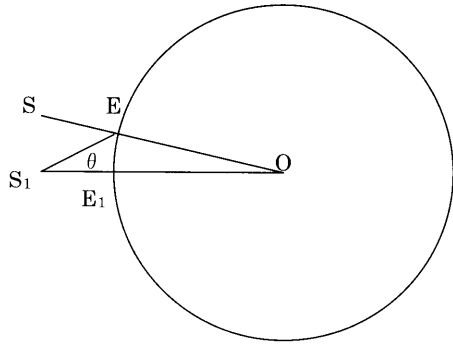


図1 変更前の手法

- O : 地心
- S<sub>1</sub> : 衛星の初期推定位置
- E<sub>1</sub> : 衛星の初期推定位置 S<sub>1</sub> に対応する衛星直下点
- S : 衛星の位置
- E : 衛星の位置 S に対応する衛星直下点
- θ : S<sub>1</sub>E<sub>1</sub> と S<sub>1</sub>E のなす角

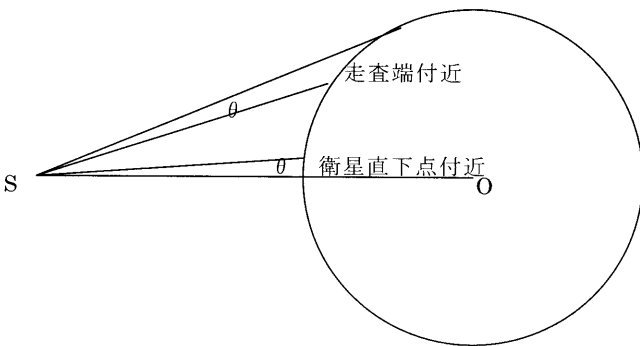


図3 変更前の手法の問題点その2

- O : 地心
- S : 衛星の位置

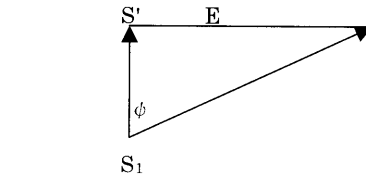


図2 変更前の手法の問題点その1

- S<sub>1</sub> : 衛星の初期推定位置 (図1の S<sub>1</sub> と同じ)
- E : 衛星の初期推定位置 S に対応する衛星直下点 (図1の E と同じ)
- S' : S<sub>1</sub> における衛星の速度ベクトルの延長線上で、S<sub>1</sub>S' と S'E が直交する点
- ψ : S<sub>1</sub>S' と S<sub>1</sub>E のなす角

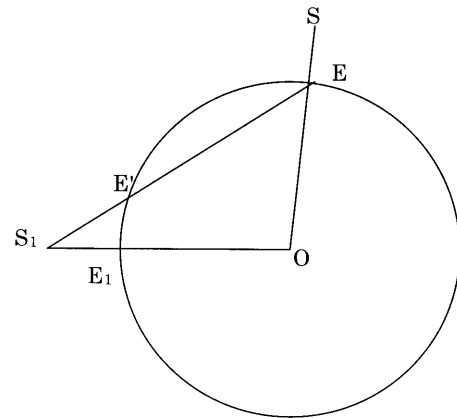


図4 変更前の手法の問題点その3

- O : 地心
- S<sub>1</sub> : 衛星の初期推定位置
- E<sub>1</sub> : 衛星の初期推定位置 S<sub>1</sub> に対応する衛星直下点
- S : 衛星の位置
- E : 衛星の位置 S に対応する衛星直下点

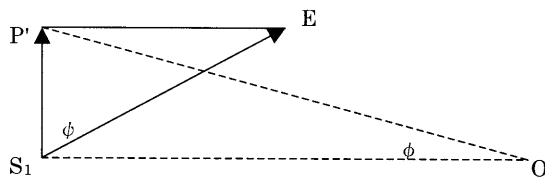


図5 変更後の手法

- O : 地心
- S<sub>1</sub> : 衛星の初期推定位置
- E : 衛星の位置 S に対応する衛星直下点
- P' : S<sub>1</sub> における衛星の速度ベクトルの延長線上で、S<sub>1</sub>P' と P'E が直交する点
- ψ : S<sub>1</sub> における衛星の速度ベクトルと S<sub>1</sub>E とのなす角
- φ : S<sub>1</sub>P' が見込む地球中心角 = tan<sup>-1</sup>(S<sub>1</sub>P'/S<sub>1</sub>O), S<sub>1</sub>P' = S<sub>1</sub>E cos ψ

用として( $\pi/2 - \psi$ )を用いて逐次計算を行う。このため、走査端の場合、( $\pi/2 - \psi$ )は $\theta$ に比べ小さくなりすぎ、逐次計算回数が増加する。

#### (2) 変更前の手法の問題点その 2 (図 3 参照)

衛星直下点付近では $\theta$ の変化量は $L$ の変化量にほぼ比例するが、走査端付近では $\theta$ がわずかに変化すると、対応するライン数が急激に変化する。(1)式で計算される $\Delta L$ より実際のライン数差の方が大きい。)これも逐次計算回数増加の要因となる。

#### (3) 変更前の手法の問題点その 3 (図 4 参照)

NOAA 衛星のように高度(830 ~ 870km)の低い衛星では、衛星の初期推定位置が衛星直下点 E から見て地平線下にある場合がある。このとき、次の初期推定位置として計算されるのは、E' を衛星直下点とする衛星の位置である。これは初期推定値として S から離れすぎており、逐次計算回数増加の要因となる。(図 4 のような場合では、E' を衛星直下点とする衛星の初期推定位置も E から見て地平線下である。)

### 3. 変更後の手法 (図 5 参照)

衛星の位置 S と衛星の初期推定位置  $S_1$  に対応するライン数差を、地球中心角で推定する。

1 ラインあたりの地球中心角変化量を  $\phi_1$  とすればライン数差は (3) 式。

$$\Delta L = \phi / \phi_1 \quad (3)$$

(2) 式による逐次計算を行い、 $\phi$  が  $\phi_1/10$  (AVHRR でも  $\phi_1/10$ ) 未満になるか逐次数が 10 になるまで計算を行い、 $L$  を出力とする。

### 4. 変更前と変更後の比較

#### (1) 使用した HRPT データ

受信開始時刻 : 20020711170249  
 受信終了時刻 : 20020711171625  
 衛星名 : NOAA-16  
 軌道番号 : 9285  
 軌道区分 : 南下

#### (2) 方法

変更前の手法および変更後の手法それぞれについて、以下のような AVHRR データの 9 点 (初期ピクセル番号、初期ライン番号) に対する (経度、緯度) を算出し、その (経度、緯度) から (算出ピクセル番号、算出ライン番号) を算出した。

(3)(2) による結果を表 1 ~ 表 3 に示す。

(4) 変更前の手法および変更後の手法による AVHRR 画像を図 6 に示す。

### 5. おわりに

以上のように逐次計算手法の変更による改善は明らかで、平成 14 年 1 月 31 日から稼動している。

### 参考文献

KIGAWA Seiichiro, 1991 : A Mapping Method for VISSR Data, METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER TECHNICAL NOTE, 23, 15-35.

木川誠一郎、1993 : NOAA 衛星の画像位置合せの精度向上、気象衛星センター技術報告、27、1-6.

表1 ピクセル番号算出例の比較

初期ライン 番号 ↓	変更前の手法による算出ピクセル番号			変更後の手法による算出ピクセル番号		
	初期ピクセル 番号=1	初期ピクセル 番号=1024	初期ピクセル 番号=2048	初期ピクセル 番号=1	初期ピクセル 番号=1024	初期ピクセル 番号=2048
1	1.0000000	1023.9995	2047.9998	0.99966675	1023.9988	2047.9998
2450	0.69628906	1023.9998	2047.7405	0.99942517	1023.9929	2047.9995
4900	-0.46948242	1023.9990	2045.0503	0.99962038	1023.9949	2047.9980

表2 ライン番号算出例の比較

初期ライン 番号 ↓	変更前の手法による算出ライン番号			変更後の手法による算出ライン番号		
	初期ピクセル 番号=1	初期ピクセル 番号=1024	初期ピクセル 番号=2048	初期ピクセル 番号=1	初期ピクセル 番号=1024	初期ピクセル 番号=2048
1	1.3264303	1.9588947	1.3586617	0.99634498	0.99634498	0.99634498
2450	2436.6860	2450.2864	2440.2427	2449.9939	2449.9897	2449.9978
4900	4789.4063	4900.7852	4826.4648	4899.9961	4899.9922	4899.9844

表3 逐次計算回数の比較

初期ライン 番号 ↓	変更前の手法による逐次計算回数			変更後の手法による逐次計算回数		
	初期ピクセル 番号=1	初期ピクセル 番号=1024	初期ピクセル 番号=2048	初期ピクセル 番号=1	初期ピクセル 番号=1024	初期ピクセル 番号=2048
1	4	3	4	3	3	3
2450	10	6	10	7	6	7
4900	10	9	10	8	7	7

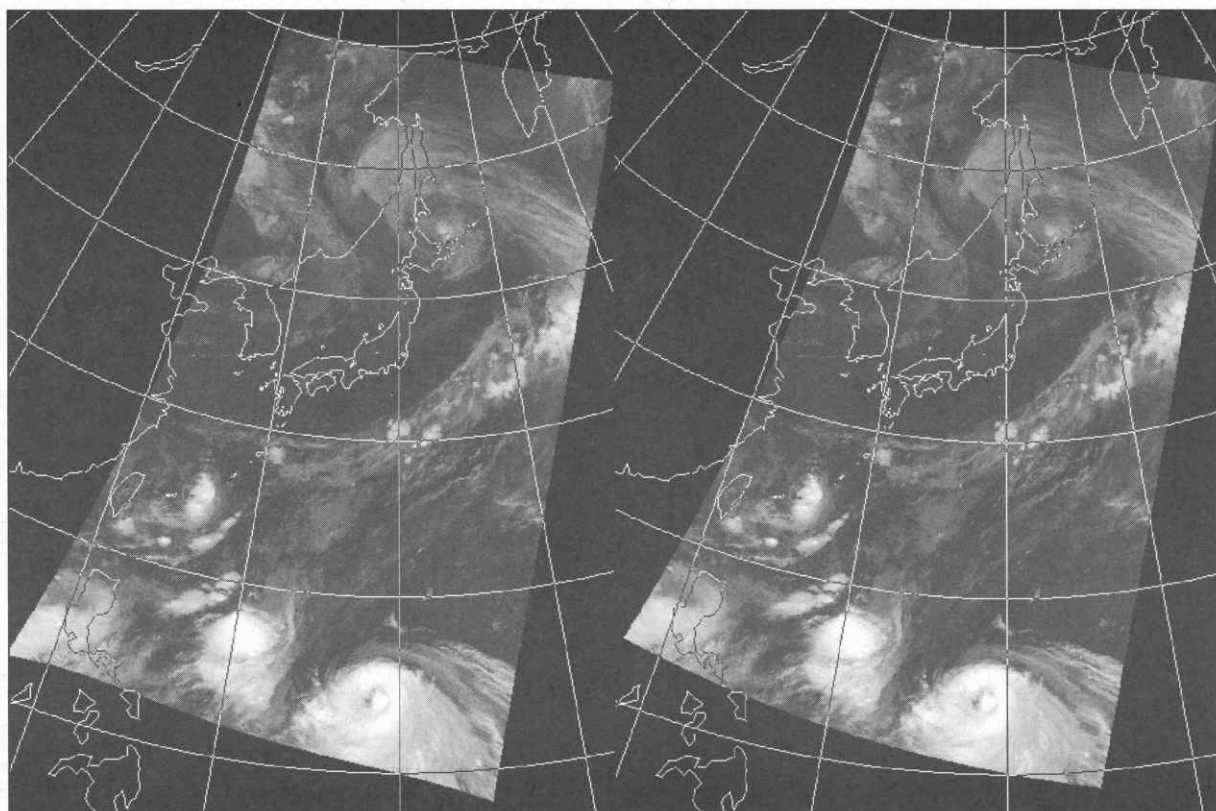


図 6 NOAA-16 の AVHRR ch.4 画像 (2002 年 7 月 11 日)

左が変更前、右が変更後の手法による画像。

南下軌道のため、北西端画素がライン = 1、ピクセル = 1 に対応。

南端ラインの形状の差がわかる。