

# 風計算国際比較の概要

## Summary of the International Comparison of Satellite Winds

浜田 忠昭\*  
Tadaaki Hamada\*

### Abstract

The Eighth Coordination Meeting on Geostationary Meteorological Satellites (CGMS-VIII) agreed on the need for international comparison of satellite winds in order to assess the homogeneity and accuracy of the products. The comparisons have been carried out six times by three operating agencies (NESS, ESA and JMSC), since the first comparison period, July 1978.

This article presents the forms of comparisons and the results of them. As reviewed at CGMS X, the principal source of differences among all wind sets is the assignment of vector height. So JMSC reassigned the satellite wind level on the basis of some investigations and reproduced the comparison results. Consequently, the differences between GMS satellite winds and conventional ones have been so much reduced that they are less than the differences between GOES satellite winds and conventional ones.

### はじめに

静止気象衛星の画像から算出される衛星風は1日2～3回各衛星運用国\*\* (OA; Operating Agency) から国際気象通報式により放送されている。FGGE\*\*\* 期間 (1978年12月1日—1979年11月30日) のデータは、スウェーデンの Level II-b Space-based and Special Observing Data Center に送られ品質管理が行なわれた後、他の気象報データと共に2つの世界データセンター、WDC-A (アメリカ合衆国アッシュビル) と WDC-B (ソ連モスクワ) に保存され広く研究者に利用されることになっている (新田, 1977, 1979)。この衛星風は、ラジオゾンデ風データのほとんど存在しない海洋上、砂ばくなどの地域でも風のデータが得られることから、数値予報の入力データとしてあるいはその他研究目的のデータとして期待されている。しかし一方では今までと全く異なる方法で算出される風のデータであるため、既存のラジオゾンデデータと混ぜて使用できるかどうかということ、また各国の処理システムが異っているために精度等について均質であるかどうかなどの問題がある。これらのこ

\* 気象衛星センターシステム管理課, Meteorological Satellite Center.

とを考慮して、風計算国際比較が始った。第1節でその経過、第2節では比較の方法など、第3節ではこれまでの各国の比較結果の概要を示す。

### 1. 風計算国際比較の経過

1981年1月/2月期には、6回目の国際比較が行なわれた。それまでに何回か比較の方法が変更されてきている。本節ではその経過および国際比較結果に対する静止気象衛星調整会議 (CGMS)\*\*\*\* での簡単な検討結果について述べる。

その大部分は、1980年4月 ESA によりまとめられた “Consolidated Report of C.G.M.S. Activities” に

\*\* 静止気象衛星は、アメリカが2個、ESA、ソ連および日本が各1個、計5個打上げる事になっていたが、ソ連は未だ打上げていない。FGGE 期間のみは、ソ連の衛星の位置に米国の予備衛星を移動し GOES-Indian Ocean として運用した。ESA の衛星は1979年11月に故障し現在機能は停止している。次の衛星は1981年10月打上げの予定である。

\*\*\* FGGE: First GARP Global Experiment  
GARP: Global Atmospheric Research Program  
\*\*\*\* CGMS: the Coordination on Geostationary Meteorological Satellite

よるものである。

まず、国際比較の必要性が、1977年3月フランスのパリで開かれた第8回静止気象衛星調整会議(CGMS-VIII)において合意された。衛星風の均質性と精度の評価を行なうのがその目的とされた。そこで提案され採択された比較の形式は次の2つである。

1) 隣りどおしの衛星の共通視野領域における衛星風間の比較。

2) 既存の風のデータ(ラジオゾンデ、航空機によるデータなど、以下単にラジオゾンデ風という)と衛星風の比較。

このうち1)については、各衛星運用国(OA)は風のデータをMTに格納してNESS\*(米国)に送付し、そこで共通視野領域でデータ相互間の比較が行なわれる。2)については各OAはそれぞれ自分で比較を行ない、その結果をNESSに送付する。NESSは1)2)の比較結果をすべて編集した報告書を作成し各OAその他の機関に配布する。

1979年3月東京で開催されたCGMS-IXでは次の2つの問題点が提起された。

1) まず互に比較する衛星風とラジオゾンデ風間の距離の問題である。CGMS-IXとCGMS-Xの間で、米国とESAはCGMS-VIIIで決めた距離(緯経度値で決められているのでco-location boxと呼ばれている、詳細は次節参照)をそのまま維持する。日本は、210 km半径(同様に言うとco-location circleということになるか)で比較していたのを、310 kmに変更することを要求され同意した。

2) 第2の問題はラジオゾンデ風の大きな誤差を持ったものをふるい分けることである。

CGMS-IXに先立ってNESSより提案された30 m/s以上の差を持つ比較を削除して、たまたま大きな誤差を持っている比較を統計の対象外とすること(gross error checkと言われる)はCGMS-IXを経てスイスのジュネーブで1980年3月開催されたCGMS-Xで採用された。実際には、1979年1月/2月の比較の時から従来の方法(大きな差のものについても削除しない)の比較結果(SET Aと呼ばれている)と同時に、30 m/sの差よりも大きいものを削除した後の比較(SET Bと呼ばれている)も各OAから報告されている。

CGMS-IXでは、それまでになされた国際比較結果についてのレビューが行なわれた。3つのOAで算出されている風のデータの大部分は、互換性がある(compati-

ble)とされた。風の算出の独特な性質故に、それぞれのOAが異ったデータ処理方法で衛星風を算出しているということを考慮して、比較の統計値を解釈しなければならない。次の様なものが風ベクトルの差であると結論づけられた。

1) すべての衛星風データセット間の差の主原因は、高さの設定にある。

2) 次に重要なものは、一方は低解像度の赤外の画像を使い、他方は高解像度の可視の画像を使っており、その両者を比較したということに由来している。中層のベクトルについての比較は、これによる影響を受けている。

CGMS-Xでは、次のような修正を行なった上、国際比較を継続することで合意した。

1) いつもエラーを持っているラジオゾンデデータを区別するためにそれらの解析を行ない、悪い観測点のデータを国際比較に使用しないようにすること。

2) 比較するベクトル相互間の距離を緯経度値で限定する“colocation box”方式をやめて、新たに楕円の領域内で比較するようにする。楕円の長軸の方向は衛星風の風向に一致させ、長軸の長さは風速に比例するようにとる。短軸の長さを短かくすれば、シャーラインの両側にある風どおしの比較を行なう場合の数を少なくすることができ、時間的・空間的変動である統計的差をとり除くことができる。

米国がその後新たな楕円領域の大きさの案を作成、それを各OAが受入れ1980年7月の比較から実施されている。

## 2. 風計算国際比較の実施方法

国際比較の行なわれる範囲は、各OAの観測領域と隣りの衛星間の共通領域である(第1図)。前節で述べた様に共通領域における衛星風どおしの比較がType 1 Reportsで、衛星風とラジオゾンデ風との比較がType 2 Reportsである。

### 2.1. Type 1 Reports

#### 2.1.1. 比較期間

年2回第1表の様に行なわれる。

#### 2.1.2. データの交換とそのスケジュール

各OAはそれぞれの観測領域内の衛星風を1本の磁気テープ(MT)に格納する。

#### 1) 形式

「FGGE 期間におけるレベル II データセットの国際

\* NESS; National Earth Satellite Service, NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

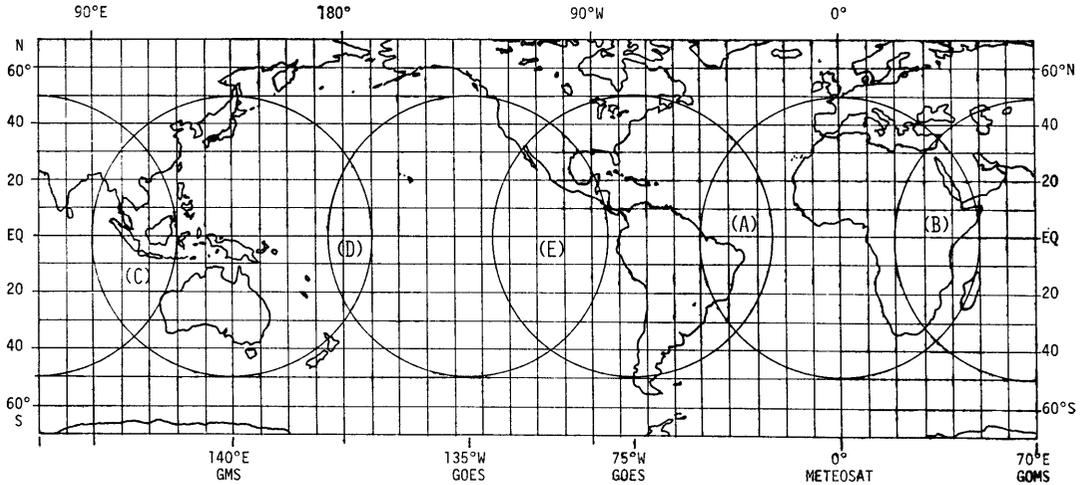


Fig. 1 Common fields of view of neighboring geostationary satellites. Each circle shows a 50° great circle arc (gca) from a spacecraft sub-satellite point (ssp), and the areas shown as (A), (B), (C), (D) and (E) are the common fields.

Table 1 Comparison periods for Type 1 Reports (Satellite-to-satellite) of International Comparison of Satellite Winds.

	Period	Comment
1st	July 10-July 24, 1978	Pre-FGGE Test Comparison
2nd	Jan. 15-Feb 13, 1979	Full Comparison Periods for FGGE during the Intensive Observation Periods
3rd	May 10-June 8, 1979	
4th or later	Jan. 15-Jan. 30	Semi-annual Comparison Periods, beginning in 1980.
	July 15-July 30	

交換のためのフォーマット\*」で決められた形式で格納する。

2) データ交換スケジュール

上記の形式のMTを比較期間の終了後7日以内に報告書作成担当のOA (the reporting OA, 現在まで NESS が担当) に航空便で送付する。

3) 報告書作成スケジュール

\* "Formats for the international exchange of Level II Data Sets during the F.G.G.E." これは次のWMOの報告のAnnex Iである。  
W.M.O. Publication No. 469, 1977  
World Weather Watch International Global Data Processing Plan to support the First Global GARP Experiment.

報告書作成担当OAは、すべての他のOAからMTを受取って2カ月以内に Type 1 Reports を作成して、そのコピーを配布する。

2.1.3. 比較データの選定

次の条件を満足する衛星風どおしを比較する。

観測時刻：3時間以内のもの。

衛星風間の距離：異なる衛星から算出された2つの風ベクトル間の緯度差、経度差がそれぞれ 2°, 2° (25°N ~ 25°S) または 2°, 3° (25°N, 25°S より極側) 以内のもの。1個の衛星風に対して2個以上の対応する衛星風があるとき、そのすべてを比較のペアとする。

高度：次の3つの範囲に分けて、同一範囲に含まれるものどおしの比較を行なう。

- ① 地表面—700 mb
- ② 699 mb—400 mb
- ③ 400 mb 以下

たとえば JMSC の 650 mb の風は NESS の 450 mb の風と比較の対象となるが NESS の 750 mb の風とは比較の対象とならない。

2.1.4. 統計値の計算と統計表の作成

1) 差と平均値の計算

次の差について統計をとる。

$$\Delta V = |V_i - V_j| : \text{ベクトル差の大きさ (m/s)}$$

$$\Delta s = s_i - s_j : \text{風速差 (m/s)}$$

- $\Delta d = d_i - d_j$ : 風向差 (度)
- $\Delta u = u_i - u_j$ :  $u$ 成分差 (m/s) 西風が正
- $\Delta v = v_i - v_j$ :  $v$ 成分差 (m/s) 南風が正

ただし添字  $i, j$  は各衛星を表わす。なお風向差は度単位で計算し、その他の計算は 0.1 m/s 単位で差を算出した後 1 m/s 単位にまるめる。 $\Delta V$  以外は符号も含めて計算する。

2)  $50^\circ$  の大円内にあるすべての比較のペアについて、その高度によって次の3つに分類する。

- P1: 地表面—700 mb
- P2: 699 mb—400 mb
- P3: 400 mb 未満

統計表は、これらの高度別に3種類を作成する。30ペア未満の比較数のときは、最終レポートとしては採用しない。

### 3) 統計表の作成

Appendix 1 に例として示す様な度数 100 分比分布表を作成する。表は数字と英文字で分類される。第1図の中のA, B, C, DおよびEの英文字がこの共通視野域の分類である。

それぞれの度数 100 分比は 1% 単位にまるめる。したがって、各クラスの数値を合計したとき 100% とならないことがある。

Table 1 は差に正の値しかないので、積算度数 (CUM) とクラス別度数 (DIV) はひとつの表であるが、その他は別の表となる。テーブルの番号と統計パラメータは、

- 1 ; ベクトル差の大きさ
- 2, 3 ; 風速の差
- 4, 5 ; 風向の差
- 6, 7 ;  $u$ -成分の差
- 8, 9 ;  $v$ -成分の差

である。それぞれの表番号のあとにどの共通視野域を表わすかの英文字が付く。

テーブル作成時のクラス分けは、表 1, 3, 7, 9 については Appendix 1 に示した Table 1D の例、表 2, 6, 8 については同じく Table 2D の例の様に 2 m/s 毎に区切る。表 4 については  $-10^\circ \sim 10^\circ$  のクラスを中心として  $20^\circ$  毎に区切り  $90^\circ$  以上 ( $-90^\circ$  以下) のものをひとつのクラスとする。表 5 については  $0^\circ \sim 10^\circ$  を第1のクラスとし、あとは  $20^\circ$  毎、 $90^\circ$  以上はひとつのクラスとする。

それぞれの表には次の情報を記載する。

- ① 表作成のために使用された比較データ数。Nとする。

- ② 符号も含めた差の平均値 (ALG. MEAN)。

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta x_i$$

ただし  $\Delta x_i$  は  $i$  番目のペアの差。

- ③ 差の絶対値の平均値 (ABS. MEAN)。

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\Delta x_i|$$

- ④ 差の RMS (Root Mean Square)。

$$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta x_i^2}$$

いずれの場合も 0.1 m/s または 1 度単位にまるめる。

## 2.2. Type 2 Reports

Type 2 Reports は、衛星風と近くのいわゆる“ground truth”と比較するもので、各OAが行ない報告書作成担当OAに送付する。

### 2.2.1. 比較期間

年2回、第2表に示す様に行なわれる。

比較期間は各OAの都合で多少変更しても良いが、充分な比較データ数を集めることと、報告書送付期限に間に合うようにしなければならない。

### 2.2.2. スケジュール

各OAは、夏期間の比較については9月1日、冬期間の比較については3月15日までに Type 2 Reports を

**Table 2.** Comparison periods for Type 2 Reports (Satellite-to-rawin) of International Comparison of Satellite Winds.

	Period	Comment
1st	July 1–July 31, 1978	Pre-FGGE Test Comparison
2nd	Jan. 15–Feb. 13, 1979	Full Comparison Periods for FGGE during the Intensive Observation Periods
3rd	May 10–June 8, 1979	
4th or later	Jan. 15–Feb. 13	Semi-annual Comparison Periods, beginning in 1980
	July 1–July 31	

作成して報告書作成担当OA（現在まで NESS が担当している）に航空便で発送しなければならない。Type 2 Reports が遅れるとき、あるいは作成されないときにも期限までにその旨を通知する。報告書作成担当OAは、同時期の Type 1 Reports と共にそのコピーを各OAおよび関係機関に配布する。

**2.2.3. Ground truth データの選定**

各OAが正確であるとするすべての衛星以外の観測データは ground truth となり得る。現実には ground truth データのほとんど大部分がラジオゾンデ風であるので、以下“ラジオゾンデ風”という言葉で代用する。ラジオゾンデ風と衛星風が次の条件を満たす時、それらのデータが比較のために使用される。

観測時刻：両者の観測時刻が3時間以内で一致していること。

両ベクトル間の距離：本稿の第1節でも述べた様に、何回かこの距離の限界値の変更があった。第3表にこの限界値を示す。

高度：一般的に言って、衛星風の高さとラジオゾンデ風の高さがおよそ 500 m 以内にあるとき比較を行なう。

ラジオゾンデ風の鉛直方向の補間を行なうが、衛星風はしばしば顕著な鉛直シャーのある領域で算出されるので、補間は特異点間においてのみ行なう。指定面間の補間を行なわない。これらのことを考慮して現実には高度について次の様な制限下で比較する。

① 指定面のラジオゾンデ風は、衛星風が地表面から 700 mb の間にあるときは、両者間の高度差が ±50 mb 以内であれば比較のために使用する。衛星風が 700 mb より高い場合は、両者間の高度差が ±35 mb 以内であれば比較のために使用する。

② 特異点データがある時にはラジオゾンデ風の補間を行ない比較に使用する。

Type 1 Reports に比べて高さの基準値が厳しいのは次のような理由である。Type 1 Reports では、比較する両方の風が衛星風であり同じ雲システムの雲を追跡している場合が多い。しかし高度の設定はそれぞれのOAが異なる方法を採用している。したがって、衛星風どおしの比較の場合は高さの違いが大きくても合理的な比較結果が得られる。

一方、ラジオゾンデ風は衛星風とは全く異なるトレーサーにより測定されている。それぞれのOAは正しい高

**Table 3.** Type 2 Reports of International Comparison of Satellite Winds.

(a) The size of co-location area and the threshold value for editing.

Period		Co-location area		Rejection threshold* for Editing
		NESS/USA, ESA	JMSC/JAPAN	
1st	July 1-July 31, 1978	Box with 2° latitude and 2° longitude (25°N-25°S) or Box with 2° latitude and 3° longitude (poleward 25°)	Circle with 220km radius	None    30m/s
2nd	Jan. 15-Feb 13, 1979		Circle with 310km radius	
3rd	May 10-June 8, 1979			
4th	Jan. 15-Feb. 13, 1980			
5th	July 1-July 31, 1980	Elliptical Area with the lengths of axes shown in Table 3 (b)		
6th	Jan. 15-Feb. 13, 1981			
later	Semi-annual			

\* For deletion of the deviations exceeding the threshold value of the magnitude of vector difference.

(b) The size of elliptical co-location area.

	Satellite Wind Speed	Major axis	Minor axis
High-level and mid-level winds	Less than 10m/s	225km	175km
	10-25m/s	250	140
	Larger than 25m/s	300	100
Low-level winds	Any speed	225	175

° The major axis must be oriented along the satellite wind direction.

さを設定していると仮定し、比較する衛星風とラジオゾンデ風の高さの差の限界を小さな値として、偏差の統計を行なうこととした。

2.2.4. 統計値の計算と統計表の作成

1) 差と平均値の計算

2.1.4 節で述べた Type 1 Reports の場合と同様に次の差について統計値を計算する。

$$\Delta V = |V_i - V_t| : \text{ベクトル差の大きさ (m/s)}$$

$$\Delta s = s_t - s_i : \text{風速差 (m/s)}$$

$$\Delta d = d_i - d_t : \text{風向差 (度)}$$

$$\Delta u = u_t - u_i : u \text{成分差 (m/s) 西風が正}$$

$$\Delta v = v_t - v_i : v \text{成分差 (m/s) 南風が正}$$

ただし添字  $i, t$  はそれぞれ衛星風、ラジオゾンデ風を表す。なお風向差は度単位で計算し、その他の計算は 0.1 m/s 単位で差を算出した後 1 m/s 単位にまるめる。

2) 50° の大円内にあるすべての比較のペアについて、その高度によって次の3つに分類する。

P1: 地表面—700 mb

P2: 699 mb—400 mb

P3: 400 mb 未満

すべての表について、P1, P2, P3 の3種類作成する。30ペア未満の比較数のときは、最終レポートとしては採用しない。

3) 統計表の作成

Appendix 2 に例として示す様な度数 100 分比分布表を作成する。表の種類、クラス分け、情報の種類などは 2.1.4 節で述べた Type 1 Reports と同様である。

3. 各国の国際比較の結果

今までに 6 回の国際比較が行なわれてきた。それらの期間は、第 1 表、第 2 表に従っており、Type 2 Reports の場合は第 3 表に 6 回目までの実際の期日が示されている。

3.1. Type 1 Reports (共通視野域における衛星風間の比較) の結果

GDPS 形式の MT データから NESS が行なった衛星間の共通視野域での比較数の一覧表を第 4 表に示す。第 4 回の 1980 年 1 月分からは、METEOSAT が故障しているため、ESA との比較は得られていない。GOES-IO は FGGE 期間のみ運用されたので、1979 年の 2 回の比較データのみが得られている。GOES-IO と GMS 間の Type 1 Reports はこの年の 2 回とも NESS から送られて来ていないがその理由は不明である。\* を付した比較は例数が 30 例未満であったため、テーブルが削除されたものである。

各比較の統計値を第 5 表に示す。今回は、まだ充分な比較検討を行っていないので、単に表を示すにとどめる。

Table 4. Availability of Type 1 Reports for International Comparison of Satellite Winds.

SATELLITE →		METEOSAT			GOES-IO			GMS			GOES-W			GOES-E			METEOSAT		
WIND LEVEL		L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
PERIOD																			
JULY	1978	×	×	×	×	×	×	71	*	*	750	*	68	200	*	35			
JAN/FEB	1979	157	552	7848	—	—	—	259	*	172	37	*	124	1235	*	752			
MAY/JUNE	1979	718	394	1981	—	—	—	356	*	172	892	*	110	2711	*	705			
JAN	1980	×	×	×	×	×	×	*	*	*	1015	*	64	×	×	×			
JULY	1980	×	×	×	×	×	×	111	*	47	966	*	87	×	×	×			
JAN	1981	×	×	×	×	×	×	258	*	37	947	*	78	×	×	×			

1) The number of data used for Type 1 Reports for the International Comparison are tabulated.

The comparisons for the Type 1 Reports have been carried out by NESS.

2) Symbols ;

'L' Low-level winds (SFC-700mb)

'M' Mid-level winds (700-400mb)

'H' High-level winds (Less than 400mb)

'—' Tables were not available in the reports provided by NESS.

'\*' Tables were rejected because of less number of pairs of compared vectors than 30.

'x' The data from METEOSAT or GOES-IO were not available.

**Table 5** Comparison results of Type 1 Reports for International Comparison of Satellite Winds provided by NESS.

(a) METEOSAT MINUS GOES-IO

LOW-LEVEL WIND

PERIOD	N	DIFFERENCE										
		Vector		Direction			u-comp.			v-comp.		
		Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS
Jan. 15-Feb. 13, 1979	157	5.6	7.8	-21.2	41.5	64.7	1.0	4.0	6.2	0.9	3.0	4.7
May 10-June 5, 1979	718	4.0	4.9	-5.3	20.0	30.0	-0.7	2.6	3.5	-0.6	2.4	3.5

(b) GMS MINUS GOES-W

LOW-LEVEL WIND

PERIOD	N	DIFFERENCE										
		Vector		Direction			u-comp.			v-comp.		
		Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS
July 10-18, 1978	71	4.6	5.1	-22.4	24.4	29.8	-1.4	2.8	3.6	-2.8	3.2	3.7
Jan. 15-Feb. 13, 1979	259	4.3	4.8	-7.4	18.6	25.4	-1.1	2.8	3.5	-1.7	2.7	3.4
May 10-June 8, 1979	356	4.5	5.6	-11.7	23.4	36.8	0.4	3.1	4.3	-1.5	2.5	3.5
Jan./Feb. 1980	—	LESS THAN 30 COMPARISONS AVAILABLE										
July 1-15, 1980	111	4.1	4.9	-6.0	23.1	34.9	-0.3	2.8	3.9	-0.6	2.4	3.0
Jan. 15-31, 1981	258	4.0	4.5	-9.0	18.6	26.0	0.6	2.8	3.5	-1.3	2.2	2.9

(c) GOES-E MINUS GOES-W

LOW-LEVEL WIND

PERIOD	N	DIFFERENCE										
		Vector		Direction			u-comp.			v-comp.		
		Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS
July 3-28, 1978	750	3.7	4.4	3.6	16.7	25.7	-0.6	2.5	3.2	0.8	2.1	3.0
Jan. 15-Feb. 13, 1979	37	4.1	4.6	4.2	21.5	25.8	-1.8	3.1	3.8	0.6	2.0	2.6
May 10-June 8, 1979	892	3.5	4.1	-6.4	18.3	26.1	-0.8	2.4	3.0	-0.5	2.1	2.7
Jan. 15-31, 1980	1015	3.8	4.4	2.7	17.8	24.7	-1.1	2.6	3.4	1.1	2.2	2.8
July 15-30, 1980	966	3.8	4.4	-2.8	17.8	25.2	-0.8	2.5	3.2	-0.1	2.2	3.0
Jan 15-31, 1980	947	3.4	3.9	-2.5	18.5	26.5	-0.6	2.4	3.0	-0.1	2.0	2.6

(d) METEOSAT MINUS GOES-E

LOW-LEVEL WIND

PERIOD	N	DIFFERENCE										
		Vector		Direction			u-comp.			v-comp.		
		Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS
July 11-23, 1978	200	4.4	5.1	-7.8	27.4	35.7	-0.6	2.8	3.9	-0.5	2.8	3.4
Jan. 15-Feb. 15, 1979	1235	4.1	5.0	-5.8	18.9	28.9	-0.8	2.8	3.6	-0.5	2.5	3.4
May 10-June 8, 1979	2711	3.8	4.5	-4.5	20.5	29.3	-0.9	2.8	3.7	-0.6	2.1	2.7

**Table 5** (Continued)

(e) METEOSAT MINUS GOES-IO

MID-LEVEL WIND

PERIOD	N	DIFFERENCE										
		Vector		Direction			u-comp.			v-comp.		
		Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS
Jan. 15-Feb. 13, 1979	552	4.7	7.3	0.5	23.7	36.1	- 0.1	3.1	5.7	0.2	2.9	4.6
May 10-June 5, 1979	394	5.1	7.2	0.0	23.1	35.1	- 1.4	3.4	5.0	0.3	3.3	5.1

(f) METEOSAT MINUS GOES-IO

HIGH-LEVEL WIND

PERIOD	N	DIFFERENCE										
		Vector		Direction			u-comp.			v-comp.		
		Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS
Jan. 15-Feb. 13, 1979	7848	5.7	8.0	- 5.7	23.0	35.8	- 0.6	3.7	6.1	0.5	3.5	5.2
May 10-June 5, 1979	1981	6.6	8.3	- 3.0	21.8	34.9	- 1.9	4.6	6.4	- 0.3	3.8	5.3

(g) GMS MINUS GOES-W

HIGH-LEVEL WIND

PERIOD	N	DIFFERENCE										
		Vector		Direction			u-comp.			v-comp.		
		Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS
Jan. 15-Feb. 13, 1979	172	7.5	9.0	4.1	13.7	20.5	- 1.1	5.6	7.5	- 1.5	3.9	5.1
May 10-June 8 1979	172	7.9	9.4	- 0.7	11.9	20.0	- 2.9	5.5	7.5	- 1.9	4.3	5.6
Jan. 1980	-	LESS THAN 30 COMPARISONS AVAILABLE										
July 1-15, 1980	47	10.1	11.1	5.3	27.9	34.5	- 1.5	7.7	8.8	2.3	5.3	6.8
Jan. 15-31, 1981	37	8.6	10.5	1.8	23.4	32.8	0.0	6.2	8.4	1.1	4.8	6.5

(h) GOES-E MINUS GOES-W

HIGH-LEVEL WIND

PERIOD	N	DIFFERENCE										
		Vector		Direction			u-comp.			v-comp.		
		Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS
July 3-28, 1978	68	5.1	5.9	- 3.0	10.4	13.2	- 0.1	3.6	4.3	- 1.7	2.8	3.8
Jan. 15-Feb. 13 1979	124	6.3	7.5	- 2.3	7.2	9.4	1.4	4.3	5.5	1.1	3.9	5.0
May, 10-June 8, 1979	110	6.8	8.0	- 0.8	9.3	12.6	1.5	4.5	5.8	0.2	4.2	5.4
Jan. 15-31, 1980	64	6.5	7.8	2.3	8.0	10.0	2.3	4.8	6.6	0.4	3.2	4.0
July 15-30, 1980	87	5.9	7.3	- 1.4	11.5	14.2	- 0.5	3.7	5.3	- 0.9	3.3	5.1
Jan. 15-31, 1981	78	6.7	7.8	3.7	8.3	10.7	2.4	4.9	6.1	- 0.1	3.8	4.9

Table 5 (Continued)

(i) METEOSAT MINUS GOES-E

HIGH-LEVEL WIND

PERIOD	N	DIFFERENCE										
		Vector		Direction			u-comp.			v-comp.		
		Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS	Alg. mean	Abs. mean	RMS
July 11-23, 1978	35	6.1	7.3	0.5	7.1	10.4	2.7	4.6	5.9	2.7	3.9	4.5
Jan. 15-Feb. 15, 1979	752	9.3	10.5	1.0	14.3	21.6	- 2.5	5.5	7.0	- 1.5	6.3	8.0
May 10-June 8, 1979	705	10.0	12.0	- 1.2	10.2	14.2	- 6.6	8.0	10.1	- 1.4	4.9	6.5

Table 6 Availability of Type 2 Reports for International Comparison of Satellite Winds.

SATELLITE	METEOSAT			GOES-IO			GMS			GOES-E/W		
WIND LEVEL	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
PERIOD												
JULY 1978	13 8.8	38 13.9	104 16.0	×	×	×	60 8.0	76 9.4	281 18.6	844 9.5	*	371 15.6
JAN/FEB 1979	105 8.5	505 12.0	1448 19.8	-	-	-	310 8.5	105 11.1	493 32.5	757 9.3	59 16.2	338 27.8
MAY/JUNE 1979	237 8.5	382 10.2	552 14.5	-	-	-	441 6.8	192 8.9	1379 27.3	644 7.7	31 13.0	461 23.9
JAN/FEB 1980	×	×	×	×	×	×	433 9.1	189 12.7	520 26.5	542 8.3	*	276 26.2
JULY 1980	×	×	×	×	×	×	113 6.6	105 8.6	607 20.4	373 8.7	*	223 16.9
JAN/FEB 1981	×	×	×	×	×	×	202 7.6	130 9.5	186 26.5	768 8.6	39 24.8	311 29.2

1) Upper line in each row ; Number of pairs of compared vectors.

Lower line in each row ; Mean satellite wind speed.

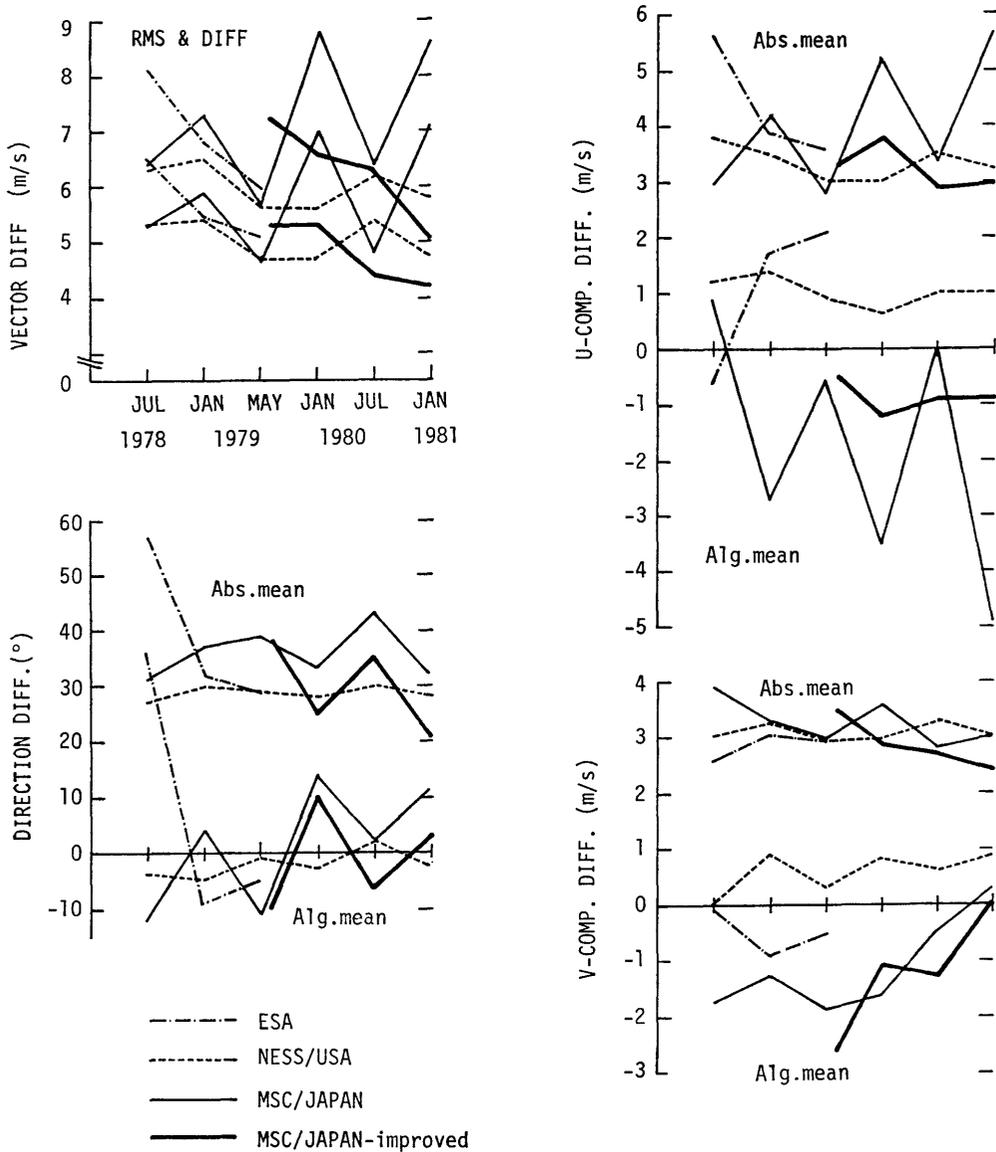
2) Symbols are the same as those in Table 4.

### 3.2. Type 2 Reports (ラジオゾンデ風との比較) の結果

各OAから報告された Type 2 Reports は、NESS が作成する Type 1 Reports と共に編集され、各 OA や関係機関に配布される。今までの Type 2 Reports の比較数一覧表を第6表に示す。第4回以後 Meteosat が故障のためデータがない。GOES-IO については、風の算出を行なっている SSEC がラジオゾンデ風との比較の報告を行なっていないものと思われる。NESS では、中層の風は算出しない方針であるので、ほとんど比較データがないが、いくつかの比較結果があるのは何故か不明である。

下層衛星風 (高度が 700 mb より低い) についての比

較結果をグラフで表わすと、第2図のようになる。この比較結果を見ると、NESS, ESA の場合は比較的変動が少なく安定した結果が得られているのに反し、日本の場合は変動が大きく、特に冬期間の比較結果が良くない。筆者の別の調査結果 (未発表) などから見て、下層衛星風は冬期間には 850 mb のラジオゾンデ風とよく一致していること、夏期間にも同じ高度の風と見なすことができることから、仮に日本の下層衛星風が 850 mb の風を表わしていると仮定して比較した結果を図の中に太い実線で記入しておいた。その場合、下層衛星風として雲頂高度が夏期 650 mb、冬期 600 mb より低いものを採用した。冬期の差が 2 m/s 程度も改善されていることから、現在の日本の衛星風に付加されている高度に問題が



COMPARISON OF SATELLITE WINDS WITH CONVENTIONAL WINDS  
 - LOW-LEVEL WINDS -

**Fig. 2** The results of Type 2 Reports provided by each operating agency for low-level (surface-700mb) winds. Both the root-mean-square and the mean of the magnitude of vector difference are shown in the upper left figure. The arithmetic means and absolute means are shown in other figures. The thick lines are the result of the Type 2 Reports reproduced by MSC/JAPAN, after a fixed height (850mb) has been reassigned to each satellite wind derived from the target cloud height lower than 650mb (in July) or 600mb (in January). It is shown that the reassignments improve the comparison results very much in winter season. The level, 850mb, is determined on the basis of the comparison results performed by Hamada (1981). The improved comparison for Japanese satellite winds is carried out in July instead of May in 1979. The improved Type 2 Reports have not been distributed to NESS and other agencies.

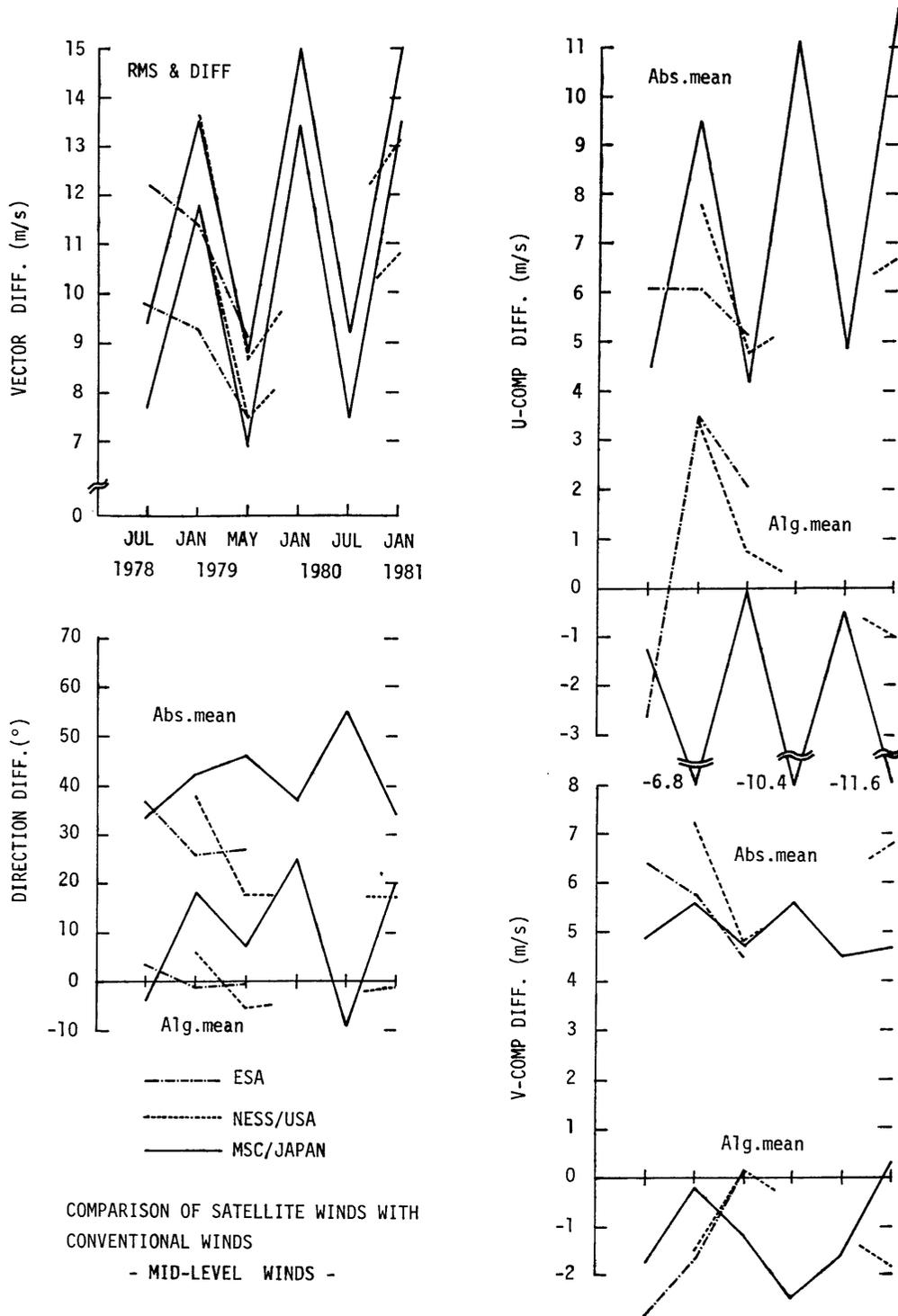
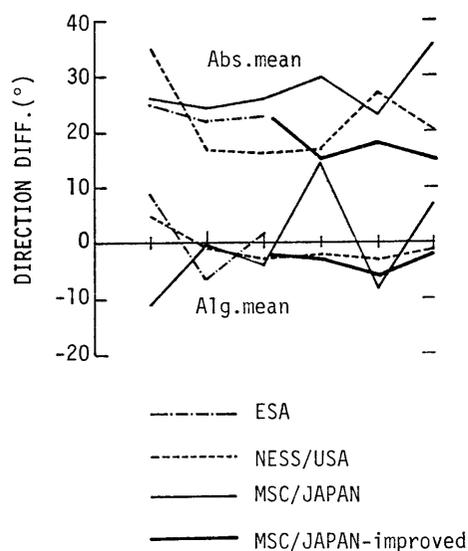
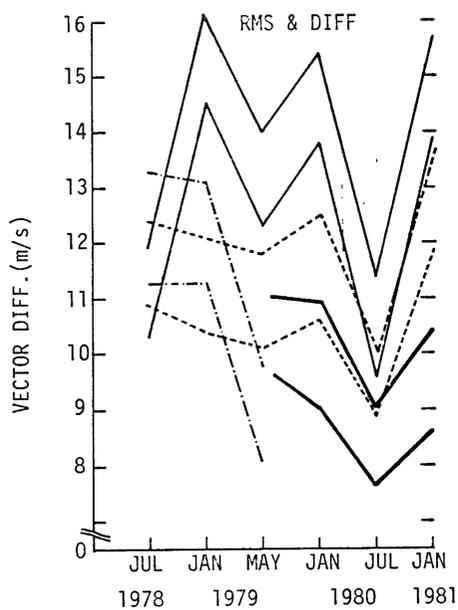
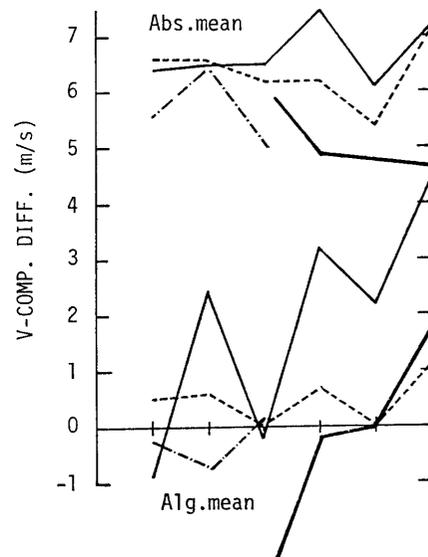
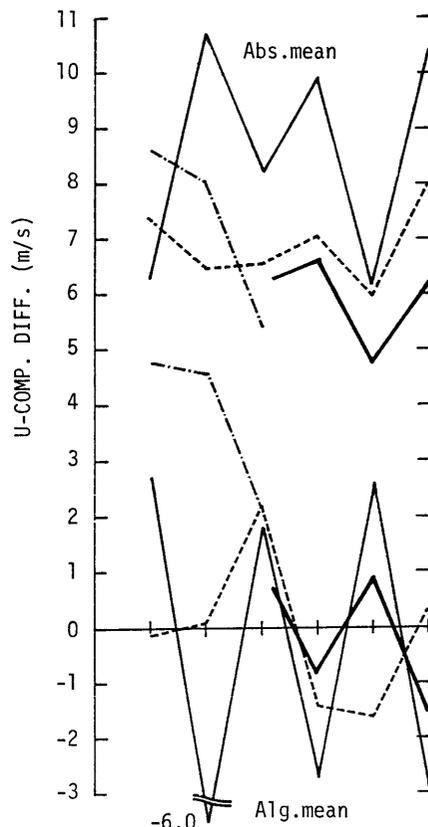


Fig. 3 Same as Fig. 2, but for mid-level winds. The reported levels assigned to the satellite winds are between 700 and 400mb.



----- ESA  
 ..... NESS/USA  
 -.-.-.- MSC/JAPAN  
 \_\_\_\_\_ MSC/JAPAN-improved

COMPARISON OF SATELLITE WINDS  
 WITH CONVENTIONAL WINDS  
 - HIGH-LEVEL WINDS -



**Fig. 4** Same as Fig. 2, but for high-level winds. The reported levels assigned to the satellite winds are less than 400mb. In this case, the height reassignments are carried out as follows.

July comparison : A 200mb level is assigned to the satellite winds in the middle and low latitudes (EQ-35°N). A 250mb level is assigned to the satellite winds in poleward area (35°-50°N).

Jan./Feb. comparison : A 200mb level is assigned to the satellite winds in the low latitudes (EQ-25°N). A 400mb level is assigned to the satellite winds in poleward area (25°-50°N).

Those levels are determined on the basis of the comparison results carried out by Obana (1981) and Hamada (1981).

あるということがわかる。

次に、同様に中層の衛星風（高度が 700 mb から 400 mb）についてのラジオゾンデ風との比較結果を示す（第3図）。中層の衛星風は、ESAを除いては、少数算出されているのみである。日本の場合、先に下層風で吟味したように、一部下層風と見なせるものを含んでいる。それらは、雲頂高度を風の高度としてラジオゾンデ風と比較したことによるものであって、中層の比較結果とみなすことはできない。

最後に上層の衛星風（高度が 400 mb より高い）についての比較結果を示す（第4図）。この結果も、下層の場合と同様、日本の比較結果の変動が大きく、特に冬期間におけるラジオゾンデ風との差が大きい。上層の場合は、NESSも冬期間の差はかなり大きくなっている。日本の場合はトロポポーズ高度の気候値が高度として設定されており、その高度は実際の風の高度と比較して高すぎると一般に言われている。また筆者の別の調査（未発表）でも、統計的に見て、衛星風の高度は夏期間には北緯 35° 以北では 250 mb、以南では 200 mb、冬期間には北緯 25° 以北では 400 mb、以南では 200 mb のラジオゾンデ風と最も良く一致している。そこで日本の上層の衛星風に上に述べた様な一定の高度をそれぞれの領域で与えて、国際比較を行なった結果を参考のため図中に太線で示しておく。著しい改善が見られる。

Type 2 Report の結果、利用者からの様々のコメント、種々の調査結果などから判断して、日本の衛星風の精度を劣化させている最大の原因は高度の設定方法にあるという認識に立って、早急に改善することを前提として、現在気象衛星センターでは、「衛星風の高度の推定と出力に関するワーキンググループ」を発足させ、技術的側面・現業的側面から検討を加えている。近い内に何

らかの改善の方向が示されるであろう。

おわりに

米国で、ATS 時代に始った衛星風計算は、1978年 FGGE に向けて日本、ESA が相ついで現業体制に入ったことにより地球をとりまく低・中緯度地域でルーチ的にデータを送り出すことができるようになった。利用側は、まだ補助的資料としてしか見ていないという傾向はあるが、各国の衛星風間の品質の相違、ラジオゾンデ風との差などが明らかになれば、その重要性は増してくるであろう。CGMS-X では、国際比較の継続の必要性を確認した。各国の算出システムの標準化は、提案されているが、それぞれの事情もからんで当面まとまりそうな情勢ではない。国際比較の結果が、各国のシステムに対して算出されるベクトルが均質になる様な方向に力を与えることが期待される。我々日本のシステムの高度設定方法の見直しは、そのひとつとすることができよう。

References

新田 尚, 1977: FGGE 観測体系と研究計画の現状, 天気, 24, 751-768.  
 新田 尚, 1979: 最近の気象資料, II. 特別観測資料・国際協力事業の資料, 天気, 26, 463-466.  
 Hamada, T., 1981: Unpublished.  
 Obana, R., 1981: The accuracy of the cloud motion wind vector obtained by the filmloop method—Sequel—(in Japanese), Journal of Meteorological Research, 33, 63-67.

Appendix 1. Type 1 Reports の表の例

Type 1 Reports の表の例を3つ以下に示す。これらは NESS により作成された1981年1月, 2月のレポートによる現実のデータである。

TABLE 1. D. VECTOR MAGN. GMS-GOES W. JAN 15-31/1981.

		SFC-700 MB		699-400 MB		LESS 400 MB	
		IND	CUM	IND	CUM	IND	CUM
0	1	9	9	0	0	5	5
2	3	36	45	0	0	11	16
4	5	33	78	0	0	14	30
6	7	18	96	0	0	19	49
8	9	3	99	0	0	19	68
10	11	1	100	0	0	5	73
12	13	0	0	0	0	16	89
14	15	0	0	0	0	5	95
16	17	0	0	0	0	3	97
18	19	0	0	0	0	0	97
20	21	0	0	0	0	0	97
22	23	0	0	0	0	0	97
24	25	0	0	0	0	0	97
GTR	25	0	0	0	0	3	100
NUMBER		258		0		37	
ABS. MEAN		4.0		0.0		8.6	
RMS		4.5		0.0		10.5	

TABLE 2.D. SPEED DIFF. GMS-GOES W. JAN 15-31/1981.

		SFC-700MB IND	699-400MB IND	LESS 400MB IND
21	20	0	0	0
19	18	0	0	0
17	16	0	0	0
15	14	0	0	0
13	12	0	0	0
11	10	0	0	0
9	8	0	0	5
7	6	3	0	5
5	4	7	0	5
3	2	20	0	16
1	-1	33	0	19
-2	-3	21	0	11
-4	-5	11	0	16
-6	-7	5	0	5
-8	-9	0	0	5
-10	-11	0	0	8
-12	-13	0	0	3
-14	-15	0	0	0
-16	-17	0	0	0
-18	-19	0	0	0
-20	-21	0	0	0
LESS	-21	0	0	0
NUMBER		258	0	37
ALG. MEAN		- 0.3	0.0	- 1.6
ABS. MEAN		2.6	0.0	4.5
RMS		3.2	0.0	5.6

TABLE 3.D. SPEED DIFF. GMS-GOES W. JAN 15-31/1981.

		SFC-700 MB CUM	699-400 MB CUM	LESS 400 MB CUM
0	1	33	0	19
2	3	74	0	46
4	5	92	0	68
6	7	99	0	78
8	9	100	0	89
10	11	0	0	97
12	13	0	0	100
14	15	0	0	0
16	17	0	0	0
18	19	0	0	0
20	21	0	0	0
22	23	0	0	0
24	25	0	0	0
GTR	25	0	0	0
NUMBER		258	0	37
ABS. MEAN		2.6	0.0	4.5
RMS		3.2	0.0	5.6

Appendix 2. Type 2 Reports の表の例

Type 2 Reports の表の例を以下に3つ示す。これは気象衛星センター作成の1981年7月のレポートによ

る現実のデータである。なお、紙面の割付けの都合上

Table 2 と 3 の順序が逆になっています。

TABLE 1 VECTOR MAGN. GMS JULY 1 - 31 /1981  
\* SET B (30M/S EDIT) \*

(M/S)		SFC - 700 MB INDIV. CUM. (%)		699 - 400 MB INDIV. CUM. (%)		LESS 400 MB INDIV. CUM. (%)	
0	1	22	22	7	7	2	2
2	3	39	61	29	36	9	11
4	5	20	80	24	60	14	25
6	7	7	88	11	71	15	40
8	9	2	90	12	83	14	54
10	11	3	93	4	88	9	63
12	13	2	95	4	92	11	74
14	15	2	97	3	96	7	81
16	17	1	99	0	96	5	87
18	19	0	99	2	98	5	92
20	21	1	99	2	100	3	94
22	23	0	99	0		2	96
24	25	1	100	0		1	98
GTR	25	0		0		2	100
NUMBER		137		90		598	
ALG. MEAN		4.1		6.0		10.1	
ABS. MEAN		4.1		6.0		10.1	
RMS		5.8		7.5		11.8	
MEAN SPEED		6.6		7.6		17.8	

TABLE 3 SPEED GMS JULY 1 - 31 /1981  
\* SET B (30M/S EDIT) \*

(M/S)		SFC - 700 MB CUM. (%)		699 - 400 MB CUM. (%)		LESS 400 MB CUM. (%)	
0	1	52		31		16	
2	3	82		69		40	
4	5	91		87		58	
6	7	95		94		70	
8	9	96		97		81	
10	11	99		98		88	
12	13	99		99		92	
14	15	99		100		95	
16	17	99				97	
18	19	100				98	
20	21					99	
GTR	21					100	
NUMBER		137		90		598	
ALG. MEAN		0.8		0.7		0.6	
ABS. MEAN		2.4		3.1		5.8	
RMS		3.7		4.0		7.6	
MEAN SPEED		6.6		7.6		17.8	

