

## ARGOS DCP 位置決定アルゴリズム

### A Location Algorithm of ARGOS Data Collection Platform

竹内 義明\*  
Yoshiaki Takeuchi

#### Meteorological Satellite Center

##### Abstract

A location algorithm for ARGOS Data Collection Platform (DCP) is developed. DCP messages extracted from HRPT data include several sets of signal-reception time and dopplar shifted frequency. Least-squares method is applied to these data to locate the DCP.

Since two numerical solutions for one DCP location are usually obtained, we must determine which a true position is by comparing with the previously obtained DCP location. Results are validated with ancillary parameters such as iteration times, distance between an obtained pair positions, residual of received frequency in least-squares computation, the number of messages, etc.

In case of fixed platforms, we show that the position derived from only well checked data has the RMS accuracy of 3 km. Derived positions and velocities of floating buoys give valuable information of ocean current in the data sparse region

#### 1. まえがき

気象衛星センターでは NOAA 衛星から HRPT (High Resolution Picture Transmission) データを直接受信し、TOVS (TIROS Operational Vertical Sounder) 処理や海水 FAX 等に利用している。今回の報告では HRPT データに含まれている ARGOS データを抽出・編集し、データ収集局 (DCP, Data Collection Platform) の位置を算出する処理システムの作成と処理結果について述べる。

#### 2. ARGOS システムの概要

DCP 位置算出処理システムの説明に入る前に ARGOS システムの概要を紹介しておく。ARGOS システムは1978年10月以来、NOAA 衛星を用いて運用されている非統制ランダム接続方式のデータ収集システム (DCS, Data Collection System) である。

このシステムは水文、地震、火山、ヨットレースの運営・救難、動物生態調査等に広く使用されている。とくに気象関係では、1979年に行われた FGGE (First

GARP Global Experiment) において、漂流ブイ、気球、冰山等に設置された DCP で得られた種々の気象・海象データを収集するために大きな役割を果たした。

極軌道衛星を利用している ARGOS システムは、GMS 等の静止衛星を利用した DCS に比べ、衛星が DCP の上空にある時しかデータ収集ができない欠点はあるが、1つの衛星で極域を含む全球データを収集できる利点のほか、DCP の位置を測定する測位機能を持っている。

衛星で時々刻々受信している DCP 電波の周波数は、衛星と DCP の相対速度に応じて変化する (ドップラーシフト)。この受信周波数を衛星で記録し、そのデータをもとに地上の処理システムで DCP の位置を算出するのが ARGOS システムによる測位の原理である。測位精度は、地上や船上でドップラーシフトの計測を行う NNSS (Navy Navigation Satellite System) に及ばない (約3~5 km) が、DCP 側に特別な装置を必要とせず、比較的小型、軽量、安価な DCP が使えるという点で優れている。ARGOS システム用の DCP の諸元を表1に示す。

\* 気象衛星センターシステム管理課

脚注\* DCP から同一周波数帯で間欠的に発射される電波を、衛星が他の DCP からの電波と区別しながら受信する方式

送信周波数	401.65 MHz
安定性 (全期間)	± 2 KHz
(100ms)	10 <sup>-9</sup> (位置決定用)
(20min)	10 <sup>-8</sup> (データ収集のみ)
(2hr)	0.2 Hz/min
送信電力 規格値	34.8 dBm (3W)
安定性	0.5 dB
アンテナ	垂直直線偏波
メッセージ長	360-920 ms
メッセージ周期	40-60sec (位置決定用)
	60-200sec (データ収集のみ)
データセンサ	4~32個の8ビットセンサ
プラットフォーム数	459個 (同一衛星視野内)
	4000個 (全球)

Table 1 ARGOS DCP characteristics from Schwab (1978).

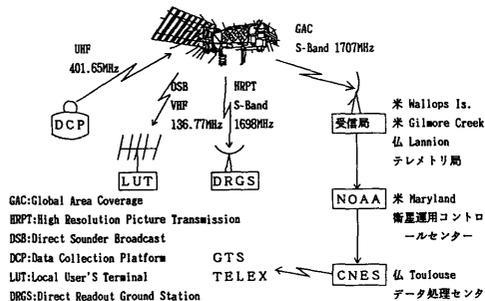


Fig.1 DCP data flow for ARGOS system.

図1に ARGOS システムにおける DCP データの流れを示す。DCP の識別符号および DCP に搭載された各種センサの測定データは401.65MHzの UHF 電波で NOAA 衛星に送られ、衛星上の4個の処理装置で処理した後、レコーダーに記録される。このとき、ドップラーシフトを含む受信周波数や受信時刻も同時に符号化、記録される。このデータはワロップ、ギルモアクリーク、ランニオンにある受信局を通して CNES (Centre National D'Etudes Spatiales) のデータ処理センタへ送られ、センサレベル値の物理量への変換、DCP 位置の算出、電文コードへの変換が行われる。結果は GTS 回線や TELEX を用いて利用者へ送られる。

DCP がデータを送信してから、利用者が結果を入手するまでに約3時間程度を要する。これとは別に DCP から受信した電波を即時に HRPT データ、あるいは DSB (Direct Sounder Broadcast) データとして放送しているの、これを受信、解読することによってもデータを得ることができる。今回報告するのは、この直接放送されている HRPT データを用いて DCP の位置を算出する処理システムである。

### 3. ARGOS DCP 位置算出処理システム

ARGOS DCP 位置算出処理の流れを図2に示す。処理の手順は、1) ARGOS データ抽出・編集、2) DCP 位置算出、3) DCP 位置データ累積、4) DCP 位置の最終決定および品質管理、5) 結果出力の順である。このうち、1) から3) の処理は1軌道分の HRPT データ毎に行うが、4)、5) の処理は位置データを必要とする時に随時行う。

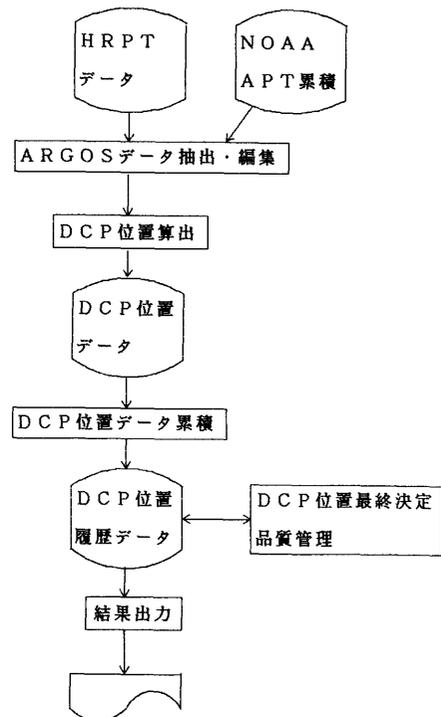
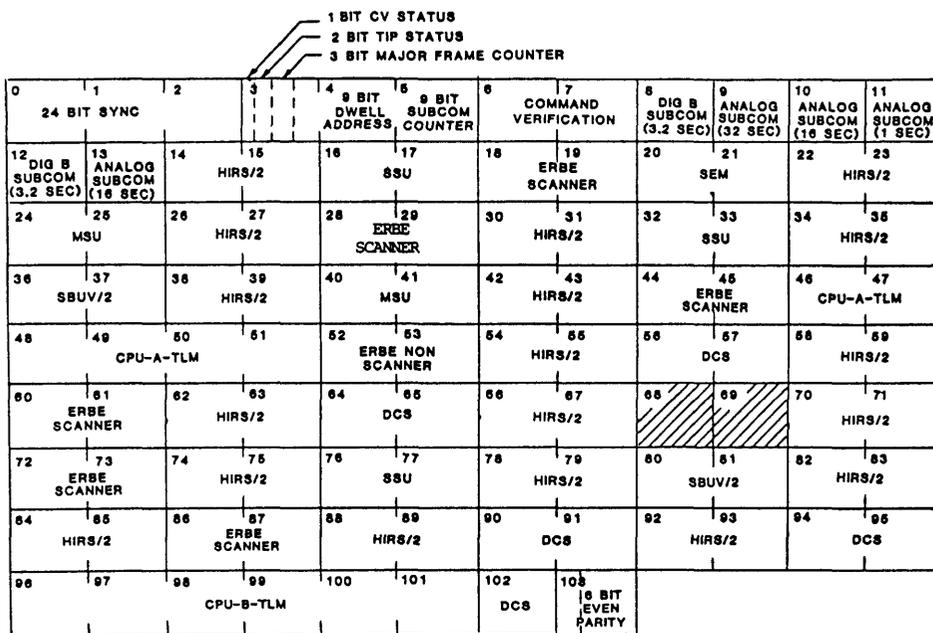


Fig.2 General flow of ARGOS DCP location system.



NOTES:  
NUMBER IN UPPER LEFT HAND CORNER INDICATES MINOR FRAME WORD NUMBER.  
TIME CODE DATA SHALL APPEAR DURING MINOR FRAME "0" WORD LOCATIONS 8 THRU 12  
////// WORD LOCATIONS ARE SPARE AND CONTAIN CODE 01010101

Table 2 TIP minor frame format from Schwalb (1982).

アドレス	0	3	4	15	16	23
ワード 0	処理装置番号		ヘッダ "D60"			受信レベル (NN)
	0	3	4			23
ワード 1	処理装置番号		DCS時刻 (DD)			
	0	3	4			23
ワード 2	処理装置番号		DCP 識別符号			
	0	3	4	7	8	15 16 23
ワード 3	処理装置番号		識別符号	センサ 1		センサ 2
	0	3	4	11	12	19 20 23
ワード 4	処理装置番号		センサ 3		センサ 4	0 0 0 0
	0	3	4	15	16	22 23
ワード 5	処理装置番号		受信周波数 (D1)		受信周波数 (D2)	PC

PC : パリティチェック

Table 3 Relation between the number of platform sensors and the number of 24-bit words in a message from NOAA (1975).

3. 1 ARGOS データ抽出・編集

ARGOS データは TOVS データ等と共に HRPT 中の TIP (TIROS Information Processor) と呼ばれる部分に格納されている。1つの TIP マイナーフレームは104ワード (ワード0~ワード103) の8ビットデータで構成されており、ワード56, 57, 64, 65, 90, 91, 94, 95, 102が ARGOS データである (表2)。

一方、1つの DCP メッセージは数個の24ビットワードで構成されている。例として4個のセンサを持つ DCP メッセージのフォーマットを表3に示す。TIP 内のワード群 (56, 57, 64), (65, 90, 91), (94, 95, 102) が、それぞれ DCP メッセージの1つのワードに相当する。

DCP メッセージの各ワードの冒頭4ビットには処理装置番号がつけられているので、これを見て、処理装置毎にデータを編集し、1つの DCP メッセージを構成する。1つの DCP メッセージが何個の24ビットワードで構成されるかは DCP が持っているセンサの数によって異なる (表4)。

DCP メッセージには処理装置番号、ヘッダ (" D 60"), 受信レベルカウント (NN), 時刻カウント (DD), DCP の識別番号, センサデータ, 受信周波数カウント (D1, D2) が含まれている。受信レベル (N), DCS 時刻 (TdcS), 受信周波数 (f) はそれぞれ、

$$N(\text{dBm}) = NN \times 0.128 - 140$$

$$TdcS(\text{msec}) = DD \times 19.82 \quad (1)$$

$$f(\text{Hz}) = \frac{F_{\text{ous}}}{2} \times \left[ 169 + \frac{4096 + D1}{282560 + D2} \right]$$

$$F_{\text{ous}} = 4752663.5\text{Hz}$$

で求められる。

個々のメッセージを DCP の識別符号毎に編集すると、データ受信時刻と受信周波数のデータ群ができる。このとき、HRPT データの各フレームについているタイムコードを用いて、DCP 時刻から HRPT 時刻への変換も同時に行う。1つの軌道についてプロットしたものが図3である。図の横軸は HRPT 時刻、縦軸は受信周波数の下5桁である。図でわかる通り周波数はドップラシフトに特有な変化をしており、周波数の高いのは DCP に衛星が近づいていることを、周波数の低いのは DCP から衛星が遠ざかっていることを示している。さらに、401.65MHz 付近で周波数変化率の大きいものは衛星の軌道に近い DCP であることを、周波数変化率の小さいものは衛星の軌道から遠い DCP

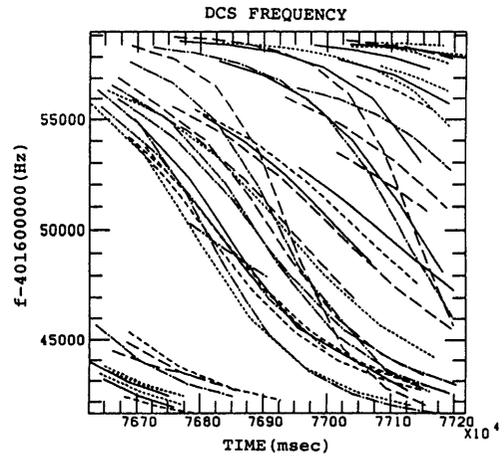


Fig. 3 Frequency change of DCP data at 2117-2126UT, 29 OCT 1989 for NOAA-10 orbit 16184.

であることを示している。ARGOS データの抽出にあたってはこの周波数が単調減少していることと、周波数変化の曲率の符号変化がせいぜい1回 (負から正) であることをチェックしてデータのビットエラー等を検出、除去している。

3. 2 DCP の位置算出

衛星が受ける DCP 電波の受信周波数 f は次式で表される。

$$f = F + (v/c) F \cos \theta \quad (2)$$

ここで、v : 衛星速度, c : 光速, F : DCP の受信周波数,  $\theta$  : 衛星速度ベクトルと衛星から DCP に向かう方向ベクトルのなす角度。(2)式の第2項がドップラ

センサ数	4	8	12	16	20	24	28	32
ワード数	6	8	9	11	13	14	16	17

Table 4 Structure of message relating to a 4-sensor platform from NOAA(1975).

シフトを表している。DCP の位置情報は  $\theta$  の中に含まれている。

例えば、前節で述べた周波数の変化率と DCP-衛星軌道間距離の関係は次のように説明できる。簡単のため、F と v の時間変化を無視すると、衛星が DCP に最も近づく時 ( $\theta = \pi/2$ ), 受信周波数 f の変化率は最大になり、

$$\left. \frac{df}{dt} \right|_{\theta=\pi/2} = -\frac{vF}{c} \frac{d\theta}{dt} \Big|_{\theta=\pi/2} = -\frac{v^2F}{cL} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} |\Delta \psi| &< 0.001 \text{deg} \quad \text{かつ,} \\ |\Delta \lambda| &< 0.001 \text{deg} \quad \text{かつ,} \\ |\Delta F| &< 0.1 \text{Hz} \end{aligned} \quad (6)$$

で表される。ここで、LはDCPと衛星軌道の距離である。従って、DCPが衛星軌道から離れているほど受信周波数の最大変化率は小さくなる。この原理を使ってDCP位置を概算できるが、図3からもわかるとおり、必ずしもすべてのDCPに対して周波数変化率の最大値が得られるわけではないので、この方法は実用的ではない。

そこで、本処理システムでは、DCPの位置決定を前節で得られた受信時刻と受信周波数のデータ群を用いて逐次修正法で行う。これは基本的にはNishida(1982)や三垣(1981)の手法と同じであり、それに一部改良を加えたものである。これらのアルゴリズムでは、一連のDCPデータの受信中に発信周波数の時間変化はないと仮定している。

まず、DCPの位置と発信周波数の初期推定値の設定を行う。これは、対象とするDCPのメッセージの受信中に衛星から見通せる領域について、緯経度2度毎にfを計算し、実測にもっともよく合う位置を採用する。発信周波数の初期推定値には401650000Hz(固定値)を用いる。

次に、(2)式を微分した次式を使ってDCPの位置と周波数を修正する。

$$\Delta f = \frac{df}{d\psi} \Delta \psi + \frac{df}{d\lambda} \Delta \lambda + \frac{df}{dF} \Delta F \quad (4)$$

ここでΔf：受信周波数－推定周波数、Δψ：DCPの緯度の修正量、Δλ：DCPの経度の修正量、ΔF：DCPの発信周波数の修正量。(4)式の左辺と右辺の微分量は時刻と受信周波数のデータ対、および推定した(ψ, λ, F)から計算できる。

$$\left. \frac{df}{d\psi} = \frac{vF}{c} \frac{d\cos\theta}{d\psi} \right|_{\theta=\pi/2} \quad (5a)$$

$$\frac{df}{d\lambda} = \frac{vF}{c} \frac{d\cos\theta}{d\lambda} \quad (5b)$$

$$\frac{df}{dF} = 1 + \frac{v}{c} \cos\theta \quad (5c)$$

従って、3対以上の時刻と受信周波数のデータがあれば、修正量Δψ, Δλ, ΔFを最小自乗法で決定することができる。こうして新しく得られた(ψ, λ, F)を再び推定値とおき、収束するまで繰り返し修正を続ける。現在用いている収束条件は、

である。なお、fの計算に必要な衛星の位置と速度は、GTS回線を経由して得られるAPT情報中の軌道6要素と軌道傾斜角、近地点引数、昇交点引数の摂動を用いた軌道計算から求める。また、Nishida(1982)の方法では(5a), (5b)式の右辺を解析的に解いて計算しているが、本システムでは緯度、経度の増分を0.0001degと置いた差分を用いて計算する。

こうして得られる解は、通常、衛星軌道面をはさんでほぼ対称な位置に2点存在し、どちらに収束するか

DCPID : 04AE9C SLOWLY MOVING DCP

DATE	TIME	LAT	Lon	SPEED	DIR	TIME	QC
891101	215426	37.600	171.036	*****	***	****	2
891102	213159	37.907	171.069	0.401	6	0.98	2
891103	210914	38.203	171.240	0.424	30	0.98	2
891103	224950	38.223	171.243	0.000	7	0.07	1
891104	222707	38.341	171.274	0.168	14	1.05	2
891105	220458	38.335	171.066	0.210	268	0.98	2
891106	214226	38.317	170.969	0.093	260	0.98	2
891107	211935	38.396	170.787	0.212	293	0.98	2
891107	225958	38.401	170.736	0.366	276	0.07	2
891108	205705	38.555	170.666	0.226	336	0.91	2
891108	223741	38.565	170.673	0.000	36	0.07	2
891109	221500	38.866	170.392	0.485	317	0.98	2
891110	215225	39.170	170.386	0.396	359	0.98	2
891111	212957	39.370	170.318	0.268	341	0.98	2
891111	231005	39.304	170.244	1.511	228	0.07	1
891112	210714	39.648	170.402	0.370	17	0.98	2
891112	224746	39.626	170.433	0.365	125	0.07	2
891113	222502	39.556	170.202	0.247	253	0.98	2

DCPID : 06CE54 FIXED DCP

DATE	TIME	LAT	Lon	SPEED	DIR	TIME	QC
891101	215426	40.024	116.987	*****	***	****	1
891101	233432	40.032	116.353	*****	***	****	2
891102	231208	40.040	116.347	0.000	322	0.98	2
891103	224950	40.061	117.576	*****	***	****	99
891104	222707	40.048	116.590	0.120	88	1.97	1
891105	622	40.021	116.450	0.048	101	2.04	1
891105	220458	40.040	116.340	0.000	265	2.95	2
891105	234416	40.035	116.360	0.000	103	0.07	2
891106	232219	40.046	116.349	0.000	316	0.98	2
891107	225958	40.043	116.346	0.000	229	0.98	2
891108	223741	40.042	116.340	0.000	263	0.98	2
891109	1643	40.092	116.052	4.193	280	0.07	1
891109	221500	40.060	116.568	0.227	85	0.98	1
891109	235429	40.039	116.373	0.000	96	1.05	2
891110	215225	40.043	117.084	0.765	90	0.92	1
891110	233229	40.041	116.352	0.000	276	0.98	2
891111	231005	40.034	116.344	0.000	228	0.98	2
891112	224746	42.194	121.678	*****	***	****	99
891113	222502	40.033	116.332	0.000	268	1.97	2
891114	415	40.016	116.412	1.170	103	0.07	1

QC=1,2 MEAN: 40.040 116.443  
RMS : 0.016 0.242  
QC=2 MEAN: 40.038 116.349  
RMS : 0.004 0.011

Table 5 DCP location list for 1-14 NOV 1989.

は初めに与える推定位置に依存する。そこで、最初に求めた点の衛星軌道面に対する鏡像点を再び初期推定値とし、逐次修正法により、DCPの2点目の位置候補を求める。ただし、データによっては鏡像点を初期推定値としても、最初に求めた点に収束してしまう場合がある。

### 3. 3 DCP 位置データ累積

前節で算出されたDCPの2点の位置候補および算出の際に得られる付属情報はDCP位置履歴ファイルに累積される。付属情報には、衛星名、軌道番号、受信時刻の他、位置決定に使用したデータ数、周波数変化の検査結果、平均の受信間隔、最大受信周波数、最小受信周波数、位置候補と軌道直下点の軌道との距離、2点の位置候補間の距離、最小自乗法の残差および収束に要した回数等が含まれている。現在、DCP位置履歴ファイルには最大297個のDCPの位置データが最大99軌道分累積できるようになっている。

### 3. 4 DCP 位置の最終決定および品質管理

DCP位置履歴ファイルにはDCPの位置候補が2点格納されており、どちらが真の位置かを判定する必要がある。詳細に調べると、地球の自転の効果のため、衛星軌道の左側と右側ではドップラーシフトの変化に差が生ずる。そのため、算出に伴って得られる最小自乗法の残差は、鏡像点の方が真の位置に比べて大きくなる。ただし、これは周波数変動等の誤差要因を含まない場合であって、必ずしも万能ではない。そこで、本処理システムでは別の方式を用いる。一般に、真の位置は算出に用いた軌道によってほとんど変わらないが、鏡像点の位置は軌道によって大きく変動する。この性質に着目し、前後の時刻のDCPの算出位置との距離の比較を行い、近い方を真の位置とみなす。実際の処理では、次のような関数Dを、2つの位置候補に対してそれぞれ評価し、関数値の大きい方を真の位置とする。

$$D = \sum_i \frac{1}{|T - T_i|} \exp \left\{ - \left| \vec{P} - \vec{P}_i \right|^2 \right\} \quad (7)$$

ここで、T：評価したいDCPデータの観測時刻、 $T_i$ ：異なる軌道（通常は過去の軌道）のDCPデータの観測時刻、 $\vec{P}$ ：評価したいDCPデータの候補位置ベクトル、 $\vec{P}_i$ ：観測時刻 $T_i$ のDCPデータの位置ベクトル。総和は既に決定された位置データおよび未判定の位置データ全てに対して行う。(7)式の分母に観測時刻の差

が入っているのは、移動するDCPの場合、あまり時間の離れた位置データは役に立たないからである。

さらに、算出された結果に対して品質管理を行う。この品質管理は前節で述べた付属情報を用いて自動的に処理される。DCPの位置の算出精度は、DCP周波数の安定性、衛星軌道とDCPの位置関係、データの個数、メッセージ周期、衛星の軌道計算の精度等の因子に依存している。そこで、本処理システムではいくつかの条件を用いて、データの品質を次の3種類に分ける。

1) まず、次のいずれかの条件を満たすものを無効データとし、どの条件にも当てはまらないものを有効データとする。

- ① 収束に要した修正回数が100回以上。
- ② 収束時の $\Delta f$ の平均値が100Hzを越える場合。
- ③ 位置候補が1点しか求まらなかった場合。
- ④ 算出された発信周波数が401.648MHz以下。
- ⑤ 算出された発信周波数が401.652MHz以上。

2) 次に、有効データの中でも、特に以下の条件全てを満たすデータを良質データとし、それ以外を不良データとする。

- ① 時刻と周波数のデータが4対以上。
- ② 収束時の $\Delta f$ の平均値が10Hz未満。
- ③ 2点の位置候補間の距離が4度以上50度以下。
- ④ 最大受信周波数が401.643MHz以上。
- ⑤ 最小受信周波数が401.657MHz以下。

本システムでは良質データとみなされた時系列からDCPの速度の計算も同時に行う。

### 3. 5 結果出力

品質管理を施したDCP位置の最終結果は一覧表、あるいは経路図の形式で出力することができる。一覧表の例を表5に示す。時刻はUT、移動速度はm/sec、移動方向は北を0°に時計回りに取ってある。速度を計算した時間間隔の単位は日である。QC=1は不良データ、QC=2は良質データ、QC=99は無効データである。固定DCPについては平均位置、RMS誤差も出力してある。識別符号04AE9Cは比較的ゆっくり動くDCPであるが、1 m/sec以下の動きをよく表現している。また、固定DCPである06CE54の結果をみると品質管理をかけることによって算出精度が向上していることがよくわかる。



FB027Bなどは黒潮の流れや渦に対応しており、漂流ブイだと考えられる。一方、海上でもF12451や03A446など、ほとんど動かないDCPもあり、係留ブイ、あるいは定点観測船ではないかと思われる。また、経路図の範囲内にはないが、1日に5°近く移動するDCPや、港から港へ移動するDCPもあって、船舶に積まれたDCPだと考えられる。陸上には固定DCPがいくつか見られる。

データカバレッジはHRPTデータの受信可能（衛星仰角5度以上）な領域（MSCを中心に約2600kmの領域）よりもやや広く、0°N-60°N, 100°E-165°Wのデータが取得可能である。

データ量の目安として、軌道毎の受信データ数、有効データ数、良質データ数を表6に示す。1日当たりの算出数は74(全受信データ)、69(有効データ)、46(良

質データ)で、全受信データの約6割が速度の算出に利用できる。同じ日の異なる軌道で同一のDCPのデータを取得することがあるので、1日にデータが得られるDCPの個数は50~60個程度である。2週間に94個の異なるDCPのデータを受信できた。今回の調査ではNOAA-10の昼軌道のみデータしか使用していないが、夜軌道のデータも使えば、約2倍のデータ量が得られ、半日毎の位置を算出できる。さらに、NOAA-11のデータも同時に受信、処理すれば、6時間毎の位置算出が可能になる。

算出精度は固定DCPを用いて評価できる。経路図から固定DCPと判断した14個のDCPの2週間分の位置データから、次の式を用いて算出位置の標準偏差sを計算した。

位置算出数（全体：QC = 1、2、99）

	11/2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	計
D 1	54	41	39	44	49	49	42	24	46	48	42	37	35	550
D 2	28	34	44	17	21	31	36	44	23	27	34	42	18	399
D 3								15						15
計	82	75	83	61	70	80	78	83	69	75	76	79	53	964

位置算出数（有効データ：QC = 1、2）

	11/2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	計
D 1	50	39	37	42	42	40	39	23	41	47	39	36	30	505
D 2	27	34	42	16	21	26	33	39	22	27	34	36	17	374
D 3								14						14
計	77	73	79	58	63	66	72	76	63	74	73	72	47	893

位置算出数（良質データ：QC = 2）

	11/2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	計
D 1	28	28	26	25	21	25	24	17	23	27	29	24	17	314
D 2	22	26	28	9	14	21	26	30	13	20	27	28	9	271
D 3								8						8
計	50	54	54	34	35	46	50	55	36	47	56	52	26	593

Table 6 Statistics of the amount of processed data. D1, D2, D3, denote three orbits of NOAA-10 a day.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_j^M \sum_i^{N_j} |\vec{P}_{ij} - \vec{P}_j|^2}{\sum_j^M N_j}} \quad (8)$$

ここで、 $\vec{P}_{ij}$ : j番目のDCPの第i軌道の位置ベクトル、 $\vec{P}_j$ : j番目のDCPの全期間の平均位置ベクトル、 $N_j$ : j番目のDCPのデータがある軌道数、 $M$ : 評価に用いたDCP数。

14個のDCPから算出位置の標準偏差を評価した結果、有効データ全体では $0.123^\circ$ (データ数180)、良質データ全体では $0.027^\circ$ (データ数135)と品質管理をかけることにより3km程度の精度が得られた。従って、良質と判定された位置データを用いた日平均速度の計算は約 $0.07\text{m/sec}$ の精度があると考えて良いだろう。実際の位置精度はこれに軌道計算の系統的誤差が加わるためにもう少し大きくなると考えられる。なお、DCPの周波数安定性、軌道計算の誤差と測位精度については三垣(1981)が詳細な調査をしているので参考にされたい。

## 5. まとめ

比較的簡単なシステムでARGOS DCPの位置を算出することができた。漂流ブイを含むDCPの位置および移動速度の情報は、現在船舶の偏流データを用いて算出されている海流情報の空白域を埋めることができるであろう。今回、NOAA-10のデータを用いて評価された3kmの位置精度はオペレーショナルな利用にも十分耐えうることを示している。

今後、ARGOSデータのセンサ部を解読できれば海面温度や気圧、風速、風向等貴重な直接観測データが得られ、TOVSデータのチェック等にも利用可能になるであろう。また、周波数が安定している固定DCPのデータを用いて、衛星の軌道計算の精度を向上させることも可能と考えられる。DCPのデータはランドマーク等を必要としないため、曇天域でも補正ができるという利点があり、有効性が大きい。

## 謝辞

まとめに関する貴重な助言に対し、システム管理課の佐々木秀行調査官、気象庁海洋気象部海洋課木村吉宏主任技術専門官、解析課木場博之調査官、麻生正先任技術専門官に感謝の意を表す。

## 参考文献

- Collecte Localisation Satellites, 1987: ARGOS NEWSLETTER No.32.
- 科学技術庁資源調査会編, 1985: リモートセンシングの現状と動向, 173pp.
- 三垣充彦, 1981: 周回衛星を用いた搜索救難システムにおける測位計算法 電子航法研究所報告, 34, 37-60.
- Nishida, H., 1982: A Location Algorithm for DCS Drifting Buoy. Report of Hydrographic Researches, 20, 109-116.
- NOAA, 1975: Specifications of TIROS-N Spacecraft VHF Beacon. G.S.F.C. S-480-5 June 27, 1975, NOAA Information.
- Schwalb, A., 1978: The TIROS-N/NOAA A-G Satellite Series. NOAA-TM-NESS 95. 75pp.
- Schwalb, A., 1982: Modified Version of the TIROS N/NOAA A-G Satellite Series (NOAA E-J)-Advanced TIROS N (ATN). NOAA-TM-NESS 116, 23pp.