

# 人工衛星NOAAのDCS端末受信装置の型究開発

倉本茂樹・上野義三・藤原信夫

企 画 課 ・ 海洋調査課

## Study on Local User's Terminal of DCS (NOAA Satellite)

Shigeki Kuramoto : Planning Division

Yoshizo Ueno

: Ocean Surveys Division

Nobuo Hujiwara

### 1. はじめに

データ収集システム (Data Collection System : DCS) は、地球表面の地象、海象、気象等の諸現象を直接観測し、そのデータを人工衛星を介して収集するシステムのことであり、近年、その有用性が注目されている。海上保安庁は、DCSの1つであるARGOSシステム (西田, 1978) を利用した漂流ブイによる海流調査を実施しており、その有効利用を図っている。ARGOSシステムは人工衛星NOAAのDCSを利用しており、漂流ブイ等の各DCP (Data Collection Platform) によって観測されたデータ等は、人工衛星に送信され、一つの系統としては衛星内に一旦記憶され、衛星が特定の地上局との通信領域に達した時、高速で伝送され、集中的に処理された後、利用者に配信されるもの (ARGOSシステム) と、もう一つの系統として、衛星からリアルタイムで端末受信局 (Local User's Terminal : LUT) に伝送され直接利用者に伝達されるものがある。前者の系統では、DCPからのデータを取得するのに最低2時間30分を要するが、後者の系統では、衛星の視野内にあるDCPからのデータはリアルタイムに取得することが可能である。

海上保安庁は、更にDCSの有効利用を図る目的で昭和57年度から3か年計画で「DCSの端末受信に関する研究」を開始しており、57年度は、人工衛星NOAAのDCS端末受信装置を開発し、評価試験を実施した。



写真1 端末受信装置の外観

## 2. DCS 端末受信装置の概要

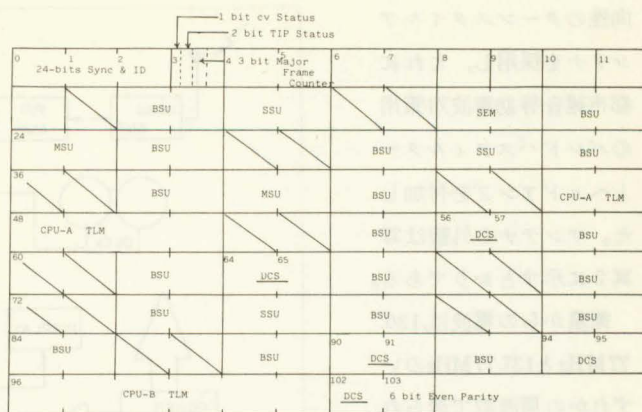
開発された端末受信装置は、人工衛星NOAAのダウンリンク信号を受信するものである。ダウンリンク信号の内容についてはNOAAの説明書(1975)に詳細に解説されている。周波数は136.77MHzと137.77 MHzであり、衛星あるいは時刻によっていずれか一方の周波数が選択される。送信出力は1ワットである。信号の変調方式は2相のPSK方式であり、送信レートは8320(bit/sec)で送られてくる。信号は、メジャーフレームとマイナーフレームに分けてコード化され、メジャーフレームは32秒間継続し、この中に0.1秒の長さのマイナーフレームが320含まれている。時刻は、通日がメジャーフレームの先頭に入っており、マイナーフレームには記録されていない。

マイナーフレームは第1図に示すように構成されている。マイナーフレームは831bitで構成され、これが1語8bitとして104語で成立っている。このダウンリンク信号には、DCS信号9語のほか、HRS/2 (High Resolution Infrared Radiometer Sounding), SSU(Stratospheric Sounding Unit), MSU (Microwave Sounding Unit), SEM (Space Environment System)などの信号が含まれている。端末受信装置はダウンリンク信号の

中からDCS信号のみ取り出す必要があり、それぞれの信号を区切るための同期回路が重要である。

端末受信装置の外観は、写真1に示すとおりであり、第1表にその諸元を示す。第2図は受信装置のブロックダイアグラムで、大別すると、アンテナ部、デコーダ部、記録部より構成されている。

アンテナ部としては、利得の大きい指向性のアンテナを使用した衛星の自動追尾型が望ましいが、57年度の開発目的がダウンリンク信号の中からDCS信号を識別することにあつたため、小型軽量固定型である無指



NOTE: Number in top left-hand corner corresponds to the minor frame word number. Crossed blocks indicate non-assigned words.

第1図 人工衛星NOAAのダウンリンク信号のマイナーフレームの構成

第1表 端末受信装置の諸元

<b>受信機</b>		<b>消費電力</b> 30W以下	
構造	造 ラックマウント型	電源	DC±12V+8V, ±5V ±10%
受信周波数	137.77MHz及び136.77MHz	重量	8 kg
チャンネル切替	自動選択方式。固定可能	寸法	430(W)×149(H)×450(D)mm
受信出力	-14dBm (MAX)	<b>電源</b>	
消費電力	10W以下	構造	造 ラックマウント型
電源電圧	DC±12V+5V ±10%	入力電圧	100V±10V AC50/60Hz
重量	7 kg	出力電圧	+12V, +8V, +5V, -5V, -12V
寸法	430(W)×99(H)×450(D)mm	重量	17kg
<b>デコーダ</b>		寸法	430(W)×149(H)×450(D)mm
構造	造 ラックマウント型	<b>ヘッドアンプ</b>	
入力周波数	10.7MHz	周波数	5~500MHz
復調方式	同期搬送波再生方式による位相検出	雑音指数	1.4dB
信号速度	8320bits/sec	利得	30dB
復調信号	Biφ-LOW	入力電圧	12V 20mA
スケルチ信号	ロック時位相比较器より検出	重量	7 kg
インターフェース	EIA-STANDARD RS-232C	寸法	400(W)×130(H)×180(D)mm
フォーマット	TIROS-N, NOAAのTIPに適合	構造	造 防水筐体(屋外設置)
表示機能	マイナーフレームカウンター 9 Bitsサブカウンタ 日付カウンター	<b>テープデッキ</b>	
<b>ターンスタイルアンテナ</b>		トラック形式	2トラック 2チャンネル
周波数	136~138MHz	リール	26, 17形
インピーダンス	50Ω	テープ速度	38, 19cm/S
定在波比	1.5max.	ワウフラッタ	0.02% (38cm/S)
利得	6 dBi	総合周波数特性	30~30KHz (38cm/S)
極性	右円偏波	電源	100V, AC50/60Hz 88W
半値幅	±60°	寸法	472(W)×486(H)×262(D)mm
耐風速	60m/sec	重量	22kg
寸法	1670φ×1475mm		
重量	45kg		



向性のターンスタイルアンテナを採用し、これに都市雑音等妨害波対策用のバンドパスフィルターとヘッドアンプを付加した。アンテナの外観は写真2に示すとおりである。

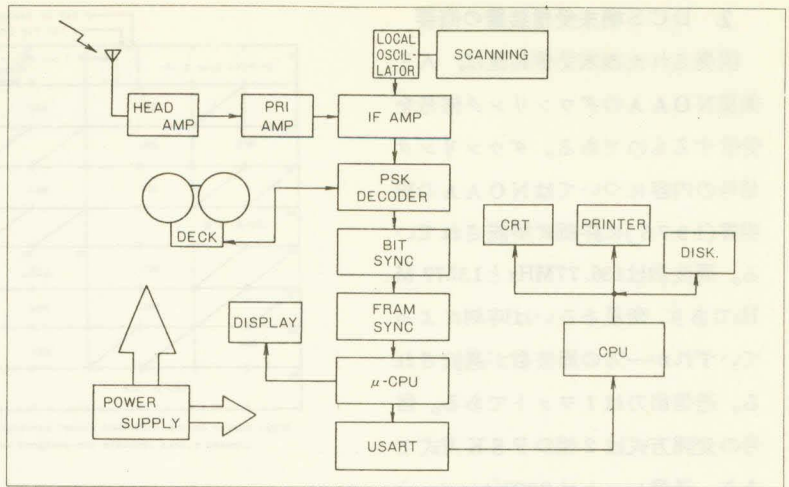
衛星からの電波は、136.77MHzと137.77MHzのいずれかの周波数で送られてくるが、これを自動的に選択して受信している。

これらの電波は、局発信

号によって10.7MHzの中間周波数に変換され、更にPLL回路を通して8320 (bit/sec)の2相信号の復元がなされる。そのあと波形成型、ビット同期、フレーム同期がとられ復調される。マイナーフレーム中の8bit 9語のDCS信号は、3語ごとにまとめられ、その最初の4bitに衛星のDCSのPU.No. (Processor Unit Number) が付けられている。一連の受信データには、同じPU.No. が付加されているので、これによって受信データが分類、整理される。DCSデータの識別とPU.No.の編集をマイクロプロセッサユニット部で処理し、DCSデータは更にマイクロコンピュータ(PC8800)に送られ、処理、印字される。

なお、この受信装置には、バックアップ用として高速テープレコーダーが付加されており、一時的にデータを格納した後、必要に応じてマイクロコンピュータに送って処理する場合と、受信装置から直接マイクロコンピュータにデータを送って処理する場合の二通りのオペレーションが可能となっている。いずれの場合も、データは、マイクロコンピュータのRS-232C入力端子から取り込まれる。この際には、演算速度を高めるためにアセンブラによるソフトウェアが使用され、データを一旦RAMに格納し、データ入力終了後、RAMからフロッピーディスクに転送される。フロッピーディスクにデータが転送されてからは、ベーシックによるソフトウェアが使用され、DCPのID番号によってデータを選択し、DCPのデータが出力される。

第2表は、DCPデー



第2図 端末受信装置のブロックダイアグラム

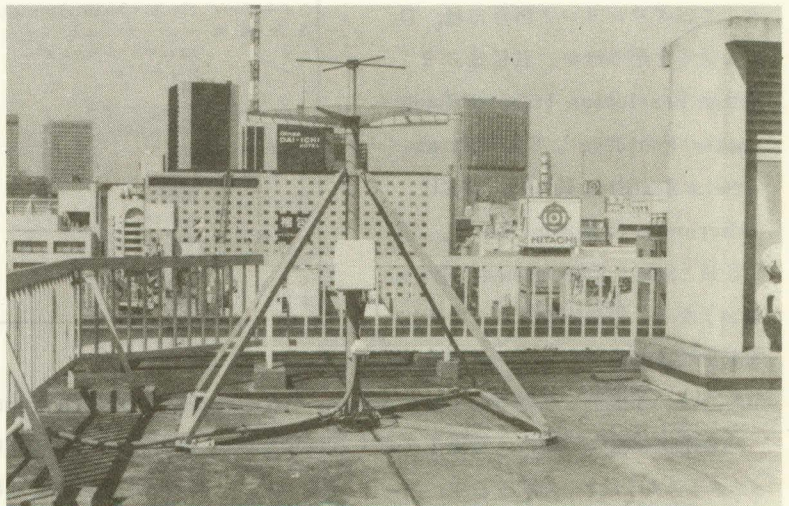


写真2 端末受信装置のアンテナの外観

タの出力例である。DCPのID番号、信号の着信日時(日付は通日)、DCPからの電波を衛星が受信した際の電界強度とその際にカウントしたDCP送信機の搬送波周波数及びDCPのセンサーデータが出力される。その下に出力されている英数字は、ダウンリンク信号のうちの時刻信号とDCS信号を3語毎にまとめた形式で出力したものである。

第2表 端末受信装置のDCP受信出力例

アルゴス受信データ ページ 4 - 2  
1983年 2月 22日 18時 25分 (No: 4) LUT004.DAT 海上保安庁 水路部

ID番号	着信日時(UT)	着信電界強度	ドップラー周波数	
* 9 026D(009+2D)	53日 9時31分 9.473秒 1983.2.22 18-31(J.S.T)	-115.9 dBm	401,656,861.313 Hz Δf = +6,861.313 Hz	
GROUP 1 (S 1- 4)	0DH - 13	46H - 70	D9H - 217	0FH - 15
GROUP 2 (S 5- 8)	C9H - 201	C1H - 193	E3H - 227	07H - 7
GROUP 3 (S 9-12)	C3H - 195	AFH - 175	37H - 55	30H - 48
06 00 26 00 FE 02 72 00 EF 3D 60 BC 3A C1 54 35 00 26 30 7C 3A 3F 37 30 3A 62 38 3D 00 46 3D 90 FC 39 C1 E3				

ID番号	着信日時(UT)	着信電界強度	ドップラー周波数	
* 2035 1FCFE(7F3+3E)	53日 9時31分 14.270秒 1983.2.22 18-31(J.S.T)	-117.2 dBm	401,657,662.328 Hz Δf = +7,662.328 Hz	
GROUP 1 (S 1- 4)	DEH - 222 W.T 26.7°C	00H - 0 NO SENSOR	C4H - 196 Batt 23.0 V	00H - 0 Tension 0 %
GROUP 2 (S 5- 8)	03H - 3	59H - 89 NO SENSOR	6CH - 108 NO SENSOR	D6H - 214 NO SENSOR

06 00 56 01 DA 07 BE 11 EF  
3D 60 B2 3A C2 46 33 1F CF 3E DE 00 3C 40 00 33 59 6C  
3D 60 7F 3A C3 C8

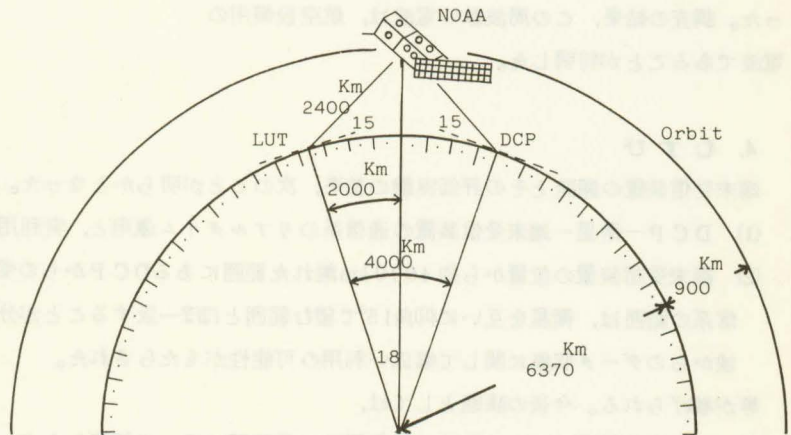
3. 評価試験結果

端末受信装置の受信範

囲は、端末受信装置、衛星、DCPの位置関係によって決まる。最も理想的な場合は、第3図に示すように、端末受信装置及びDCPから衛星を望む仰角を15°とした場合、半径約4000kmとなる。

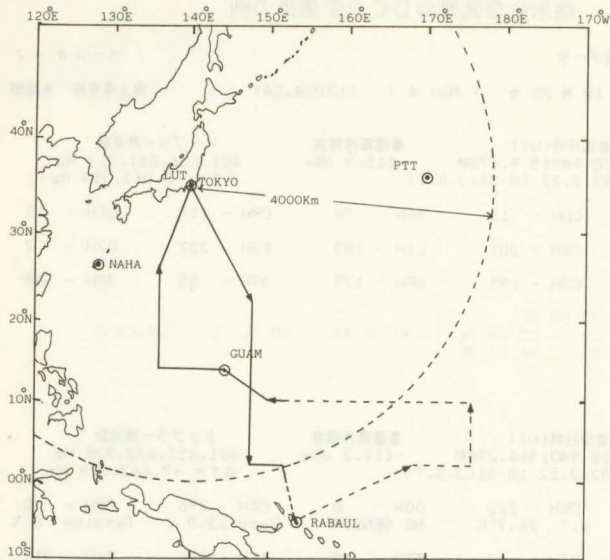
第4図は、実際に評価実験によって確められた受信可能範囲である。まず沖縄に固定式のDCPを昭和57年11月15日から30日まで設置し、東京での受信試験を試みた結果、トラブルなく受信できた。更に、移動式のDCPに対する受信試験を行うため、58年1月13日から3月7日まで、遠洋航海を行った航路標識測定船「つしま」(1800トン)にDCPを搭載して受信試験を行ったが、第4図中に実線で示した航跡上で受信可能であった。また、海流調査のため放流した漂流ブイからの信号も、58年1月15日現在、北緯38°、東経170°にあったものも受信可能であった。これらの結果から、理論上、最大半径4000kmとされた受信可能範囲を実証することができた。

端末受信装置による受信頻度であるが、衛星の1軌道に対する受信回数を沖縄における固定DCPの受信試験のものについて調べた。第5図はその結果である。図の縦軸は日付、横軸は時刻である。縦軸はARGOSシステムを通じて得た受信状況であり、棒の長さは1軌道における受信回数である。このうち、端末受信



第3図 端末受信装置の理論的受信範囲





第4図 端末受信装置の受信試験結果

装置で受信可能であった回数を太く表わしてある。端末受信装置による受信回数は衛星の軌道によるもので、ARGOSシステムによる受信回数と同数となるのは無理としても、全体的にかなり少ない。これはアンテナが無指向の固定アンテナであること、都市雑音によるS/N比の悪さが原因と考えられ、指向性アンテナによる衛星自動追尾方式を採用することによって受信回数の増大を図ることが可能と考えられる。

なお、評価試験に際し、衛星から137.77 MHzのダウンリンク信号を受信中、137.35 MHzの障害電波が間欠的に1週間程度持続して、全く受信が不可能となる時期があった。調査の結果、この周波数の電波は、航空設備用の電波であることが判明した。

#### 4. むすび

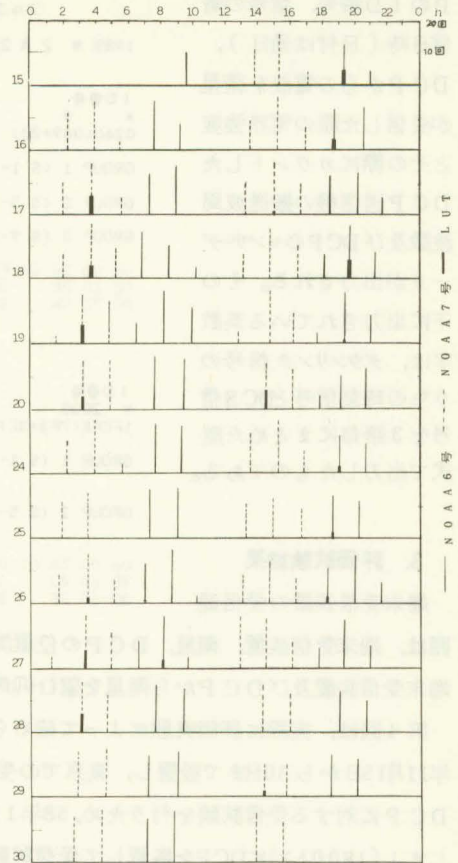
端末受信装置の開発とその評価実験の結果、次のことが明らかとなった。成果としては、

- (1) DCP—衛星—端末受信装置の通信系のリアルタイム運用と、実利用の可能性が確められた。
- (2) 端末受信装置の位置から約4000 km離れた範囲にあるDCPからの受信が可能であったことから、通信系の範囲は、衛星を互いに仰角15°で望む範囲とほぼ一致することが分かり、我が国周辺の海域及び陸域からのデータ収集に関して幅広い利用の可能性がもたらされた。

等が挙げられる。今後の課題としては、

- (1) 端末受信装置による受信時に障害電波が長時間に亘って持続したが、これに対する対策を必要とする。
- (2) 現在使用中のアンテナは、無指向性の固定式ターンスタイルであり、単にDCPからのデータ伝送という目的からは同様なアンテナで十分であるが、漂流ブイのようにDCPの位置を求める必要があるも

受信回数/—衛星軌道



第5図 軌道に対する受信回数

のに対しては衛星の同一軌道上から5回以上の受信回数が必要であり、更に端末受信装置の利用範囲を広げようとするならば、指向性アンテナによる衛星自動追尾方式を採用して、受信回数を増大させる必要がある。西田の論文にも述べられているように、衛星自動追尾方式を採用して、受信回数を増大させる必要がある。昭和58年度以降、これらに対する検討を進める方針である。

参考文献

西田英男, 1978: 衛星によるドリフティングブイの追跡と海流観測, 海洋科学, 10, No.7, 593-603  
 ページ  
 NOAA, 1975: Specification of Tiros N Spacecraft VHF Beacon



図1 西太平洋の漂流ブイの追跡

この図は、シコツ丸と黒潮丸の漂流ブイの追跡を示している。シコツ丸の漂流ブイは、1978年10月に北緯50度、東経170度付近で漂流し、西太平洋を漂流していった。黒潮丸の漂流ブイは、1978年10月に北緯40度、東経170度付近で漂流し、西太平洋を漂流していった。この図は、衛星による漂流ブイの追跡と海流観測の結果を示している。