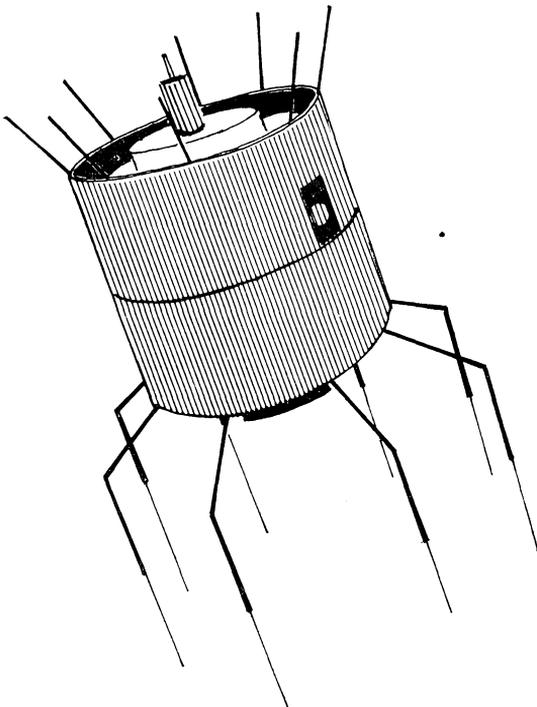


## II. 静止衛星の現状と利用\*

渡 辺 和 夫\*\*

## 1. まえがき

これまでのタイロスやエッサ衛星では、テレビ型のカメラを積み、1000km程度の高さから、その直下点での解像度3—4kmをもって地表の雲を観測して来た。しかし、地上36,000kmの静止高度に置いた衛星から従来の方式で観測すると、地表の全円を画面一杯に観測記録しても直下点での解像度は20—30kmと低くなってしまふ。従って、静止高度から雲のタイプを判断するのに望ましい解像度を得るには、全く新しい方式を開発しなければならなかった。また静止衛星1個で全地球の35%を占める地域をサービス区域とすることができるので、気象通信衛星としての役割に関心が持たれている。



第1図 ATSB

## 2. Spin Scan Cloud Camera (SSCC)

ESSA衛星より26倍も遠い所から、解像度を落さないで地表の写真をとるには、大型の望遠鏡を積込む必要がある。たとえ天文台にある望遠鏡を積める大きな衛星が出来たとしても、小地域だけを撮った写真の位置づけが非常に難かしいので、その利用価値は極めて疑問である。かつて初期のタイロス衛星に広角レンズと望遠レンズカメラを積んで広い地域と狭い地域を同時に観測したが、多くの場合に望遠カメラで撮った写真の位置づけがうまくゆかず、あまり利用価値も高くないので、望遠カメラの使用をすぐ中止した経験がある。

そこで新しく採用した方式は、TV方式のように衛星内にすぐ雲の像を結ばせることなく、タイロス2・3・4・7号で実施した赤外放射観測のように、衛星の姿勢を一定に保たせるために衛星に与えている自転(スピン)を利用して、地表面を走査してゆくものであり、像やパターンは地上局で組立てなければならない。この方式では走査線上のスポットでの放射量を測定して行くのであるから、望遠鏡とその結像面に置かれたピンホールの組合せでサンプルするスポットの面積を小さくし、他方で走査線密度を相応に増してやることによって解像度を思いのままに増すことが可能となる。もちろん衛星内で像を結ばせないのであるから、像の構成には同期と補正の作業が複雑となり、大がかりな地上施設を必要とする。しかしその反面では、観測された地表面のどの部分でも希望のままに、解像度の限界まで拡大して利用することができるかと、レンズの宿命である歪やレンズ周辺での光量不足を気にする必要もない。ただ欠点は、一連の走査(ATSB I・3号で2000本)にかなりの時間(24~26分)が必要なので、衛星の章動が大きいと走査線が入り乱れてしまい、綺麗な画像を組立てることが出来なくなる。ATSB 1号が打上げられる前にはこの点が一番心配されたが、結果はあまり大きな影響を与えないで済むことができ、かえって2000本の走査線データを地上で復元する際の規準になる同期に色々の問題があり、時としては地球を完全な円に復元出来ず、凸凹な円になったり、歪んだ楕円になったり像が流れてしまうことの解

\* Present Status of Geosynchronous Satellite

\*\* K. Watanabe 気象研究所  
—1969年3月25日受理—

決に追われた。

### 3. Image Dissector Camera System (IDCS)

IDCS はレンズで撮った像を photocathode 面に結ばせ、そこから光量に応じて出る電子を偏向コイルで順次 18ミクロンの穴に導き、とり出された微弱信号電流を約 100 万倍に増巾する機能を持っている。これは TV カメラと異ってシャッターのような機械部分を不用とし、きわめて大きい階調幅を持ち、信号雑音比は大きく、さらに入ってくる光量に比例した出力電流を得られる等多くの利点を持っているので将来は TV カメラにとって代る可能性が大きい。

ATS 3号にはこの IDCS も積んでいるが、その写真の解像度はやはり直下点で約 10km と劣り、しかもサイズや形のコントロールが充分でなく、今後の改良を要する。従って SSCC の方が主として研究用には使われているが、現業用には IDCS でも間に合うようである。

### 4. 雲の動きから風の間

かつてレーダー・エコーの動きから、風の間を推定する試みがなされたように、24分毎に観測した写真から雲の移動を測り、風の間を求める試みがシカゴ大学を中心に行なわれている。レーダーの場合にはかなり大きく成長した雨滴が存在する部分の動きを追うことになるので、風の間と良い対応を求めるには積雲型の小エコーしか使うことができず、その発見は強い集斂の場に限定されているので、求め得る風の間も地域的に限られてしまう。しかし、飛行機で洋上を飛ばせば経験されるように、雲の全く無い海域はきわめて少く、必ず幾つかの積雲の群が

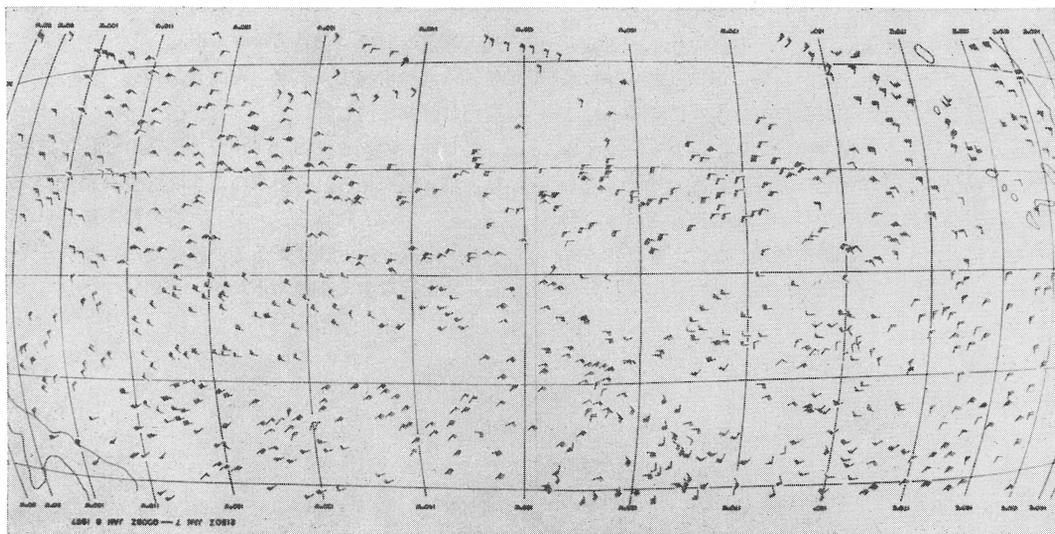


第2図 前線に伴う雲の帯以外にも小さな雲がくまなく発生している (ATS 3号より見た大西洋上の部分拡大写真)

点在しているので、これを解像度の高い雲の写真を使って追えば、かなりまんべんなく大きいサンプル密度で風の間を得ることが出来る (第2, 3図)。

雲の移動を求めるのにはトレーシング用紙を使う方法と動画技術を使う方法を併用することが望ましく、そのそれぞれに長所がある。トレーシングの方法は特別な施設を必要としないがかなりの熟練を要し、動画法は動画を作る作業を必要とするが、一度動画を作ってしまったら誰でも短時間に多量の読取りをすることが出来る。変化の早い雲、伝播の早い雲、そして薄い上層雲等の追跡は動画法でないとむずかしい。我々の視覚は動かない獲物の発見はしにくいですが、動く獲物に対しては大変鋭く反能する識別能力を持っているのである。

磁気テープに書かれた二つの異なった時刻の記録か



第3図 雲の動きから広い洋上での風の間を知ることが出来る。(井沢)

ら、計算機で部分的な相関をとってゆくことにより風の場を求めようとする試みもあったが成功しなかった。また ESSA ではレーダー・エコーの等雨量線表示のように、衛星から送られた映像信号をレベルスライスしてしまい、レベルが上がる毎に交互に白黒の信号を与えることによって雲の白さのコンター表示を行っていた。このコンターの数で雲のタイプを判断し、コンターの混み具合で雲の移動方向を推定するのである。

1968年4月には ATS 3号を使ったトルネード特別観測が行なわれた。衛星をあらかじめシカゴ南方に移し、トルネードの発生しそうな日を選び、その一日中通信実験はすべて中止させて、地球全円の北半球部分だけを15分間隔で観測することにより、アメリカ中部に進んで来た低気圧周辺、暖域、寒冷前線等に伴う雲の変化、発達をつぶさに記録した。またこの際に初めて藤田の要求で原画の縦横4倍拡大写真が作られ、メソ規模現象の研究に非常に役立つことが立証された。これはデジタル化された型でテープに収められている映像信号の同一ビットを4回繰返して送り、また同じ走査線を4回繰返し読出す方法を採用し、このようにして記録したフィルムから6切大に引伸すと画質を落すことなく、衛星から送られて来た信号の持つ解像度一杯に雲を写し出す。数kmの大きさの雲もそこでは一つの白点として認めることができ、研究を目的とした観測方法としてこの時の方式がハリケーン特別観測その他にも使われるようになった。

### 5. カラー写真

緑・赤・青のフィルターを使って地表を観測し、地上局で三つのこの信号を使ってカラー写真に仕上げる試みが ATS 3号でなされた。しかし1967年11月18・19日の2日間特別観測をしただけで赤チャンネルに故障が起り、白黒として使うやむなきにいたった。カラーにすると、海は青緑色に、陸は褐色に写り、白黒の場合よりも海岸線の判定が容易である。しかし海の深さや植生の判別等のためには、予期した程の効果がなく、写真処理に手間と金がかかる割に役立たず、ただ見た目に美しいと

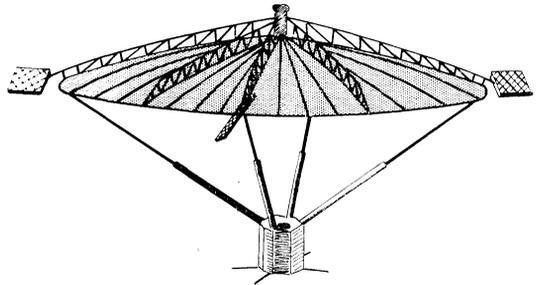
いうことで終わってしまったようである。ウィスコンシン大学では、日出没線附近でのカラー比から雲の高さを求めようとしていたが、うまくゆかぬようである。

### 6. 赤外写真

ATS 4号では先の1号や3号と同じタイプの望遠鏡を使い、光量センサーの代りに赤外センサーを置いて赤外放射観測を計画した。可視領域に比べて赤外領域での放射エネルギーが弱いので、望遠鏡の後につけたピンホールを大きくする必要があり、解像度は15~20kmと落ちるであろう。しかし、その代りに、昼夜を通して観測出来るとか雲の高さをある程度知ることが出来るという利点は大きい。あいにく ATS 4号は打上げに失敗してしまい、次の同型衛星は1972年まで待たなければならぬようだ。

### 7. 気象通信衛星として

静止衛星のサービス地域が非常に広い事を利用して、世界気象中枢で作られた天気図類や、気象衛星が観測し



第4図 ATS F & G

た雲写真を、ほぼ毎日ルーチ的に ATS 1号・3号を使った衛星中継で、各サービス地域内の APT 局向けに送画し好評を博している。

新しい次のタイプの ATS では姿勢の3軸制御を採用し、第4図に見られる雨傘のような折畳み式アンテナ(直径約10m)を持ち、ニンバス等の移動衛星からのデータ中継や、気球やパイ等の移動局からのデータ収集実験を行なうようである。