

国際衛星雲気候計画 (ISCCP*) の進展**

久保田 効***

ISCCP については気象衛星センター技術報告に門脇 (1984) が紹介したばかりであるが、これはその後の進展を付加したダイジェスト版である。

1. ISCCP で作成する雲気候資料

世界気候研究プログラム (WCRP****) の最初の計画である ISCCP のデータ取得はすでに 1983 年 7 月 1 日から実施が開始されており、5 年間つまり 1988 年 6 月 30 日まで続く予定である。気象衛星による雲の観測データで全球をカバーし、長期間にわたって、ほぼ均一な領域平均の形で、また衛星によらない校正した値で集取・処理・保管・配布しようというこの計画は気候学の歴史からみても画期的なものとみられる。作成される雲気候資料の細目は第 1 表の通りである。

ISCCP の全球観測システムは第 1 図に示すように 5 つの静止気象衛星によって中・低緯度を、極軌道気象衛星によって高緯度をカバーすることになっている。インド洋域はソ連の静止気象衛星 GOMS (70° E の赤道上) またはインドの INSAT によって観測されることになっているが GOMS はまだ打ち上げられていない。INSAT 1B は 1983 年 8 月 30 日に Space Shuttle によって放出され、74° E の赤道上に静止し、10 月 15 日から運用が開始されている (付 1 表参照) が、まだ ISCCP には参加していない。そこでこの域は極軌道気象衛星 NOAA-7 の観測によって代替されている。静止気象衛星の場合は 3 時間毎にデータを収集し雲パラメータの日変化もまた検出できるようになっているが、極軌道気象衛星は同じ位置を 1 日 2 回しか通過せずこのような日変

第 1 表 国際衛星雲気候計画で作成される雲気候資料の細目。

項目 (単位)	精度 (30日平均に要求されるもの)
雲量 (%)	
全雲量*	±3
絹雲雲量*	±5
中層雲量	±5
下層雲量*	±5
深い対流雲	±5
雲頂高度 (km)	
絹雲*	±1
中層雲	±1
下層雲	±0.5
深い対流雲	±1
雲頂温度 (K)*	±1
(上記の各雲形について求める.)	
雲の光学的厚さ	
雲の大きさの分布	
平均放射量 (可視帯ならびに赤外窓領域)*	

* 優先度大

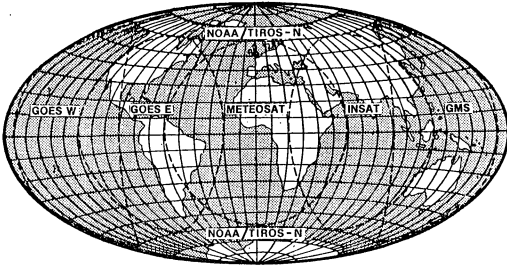
化を検出できない。インド洋域はモンスーンの最も顕著な域だけに日変化が検出できないことは問題であり、INSAT 1B が 1 刻も早く ISCCP へ参加することが望まれる。

* International Satellite Cloud Climatology Project.

** Progress of the International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP).

*** Isao Kubota, 気象衛星センター.

**** World Climate Research Programme.



第1図 ISCCP のためのデータ処理域 (Schiffer, 1984より).

GMS も、その不具合により1984年6月2日 (GMT) より北半球のみ、6月30日 (GMT) より GMS 2 による4回/日の観測となった。しかし GMS 3 が1984年8月2日 (GMT) に成功裏に打ち上げられ9月27日 (GMT) から運用が開始された。

GOES-WEST (135°W の赤道) も7月29日 (GMT) にエンコーダ・ランプが切れて観測不能となった。

このように静止気象衛星による観測が一時的に途絶えた場合も極軌道気象衛星がその域をカバーすることになる。

2. ISCCP の運営組織と目的

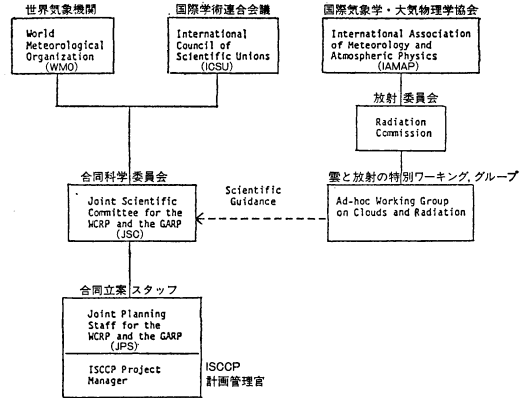
世界気候プログラム (WCP) の1つの柱である世界気候研究プログラム (WCRP) は国際学術連合会議 (ICSU) と世界気象機関 (WMO) の合同科学委員会 (JSC) によって推進されている (第2図)。JSC の下には合同立案スタッフ (JPS) があり、その中の ISCCP 計画管理官として NASA の Schiffer 博士が活躍している。合同科学委員会は ISCCP の推進にあたって、国際気象学・大気物理学協会 (IAMAP) の放射委員会の下に組織された雲と放射の特別ワーキング・グループから科学的なガイダンスを受けている。

ISCCP の目的は次の3項から成るが、現業面と研究面との二つの側面を持つ。

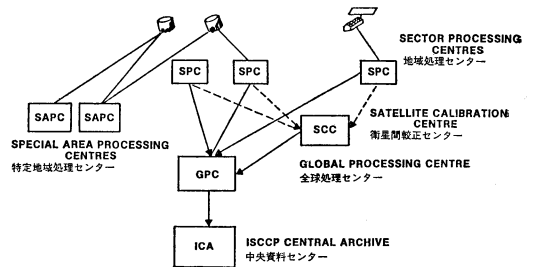
i. 全球について較正した、一様な低分解能の可視・赤外放射量を収集すること。この放射量は大気の放射特性の基礎情報を含んでおり、これから雲のパラメータが抽出される。—現業面—

ii. a. 放射量から雲の物理特性を推定するための技術を開発・育成すること。—現業面—

b. こうして得られた実験式 (アルゴリズム) を、雲パラメータの導出や検証に適用して気候モデルにおける雲パラメータ化の改良に役立てること。—研究面—



第2図 ISCCP の運営組織ダイアグラム (片山, 1982より).



第3図 ISCCP のデータの流れと処理組織。

iii. ISCCP データを利用する研究を促進すること、そうすることによって地球放射収支 (大気の上底と下底での) の理解を深め、例えば降水量のような雲以外の重要な気候パラメータの推定を企てる。—研究面—

3. ISCCP のデータ収集処理組織

データ収集処理は第3図に示すように、地域処理センター (SPC)、特定地域処理センター (SAPC)、衛星間較正センター (SCC)、全球処理センター (GPC) および中央資料センター (ICA) によって行われる。

i. 地域処理センター (SPC)

各静止気象衛星および極軌道気象衛星のそれぞれに対して地域処理センターがあり、地域のデータ処理 (極軌道気象衛星の場合全球) を行う。つまり、

a. 6~12 km (公称 10 km, 極軌道気象衛星は 4 km) の分解能のサンプリング・データ (B1) を作成し、中央資料センターへ送付する。

b. 24~31 km (公称 30 km, 極軌道気象衛星は 24 km) の分解能のサンプリング・データ (B2) を作成

し、全球処理センターへ送付する。ただし、B1とB2のサンプリング法については付録Ⅱ参照のこと。

c. 2000 km×2000 km 範囲の生データ (AC, 極軌道気象衛星の場合 ACGAC) を作成し、衛星間校正センターへ送付する。

ii. 特定地域処理センター (SAPC)

現在、ウィスコンシン大学や南アフリカ気象局がこれに当たっている。デジタル・データを容易に受信できる GOES や METEOSAT 域では SAPC がありうるが、現在の GMS や INSAT 域は難しい*。

- a. 特定地域高分解能データ・セットの収集
- b. 地域研究の支援

iii. 衛星間校正センター (SCC)

各静止気象衛星から送られて来る可視、赤外 (AC) と NOAA の AVHRR 1, 4 (ACGAC) とを同時刻・同地点で比較して直線回帰係数 (BC) を求め (付録Ⅰ参照)、全球処理センターへ送付する。

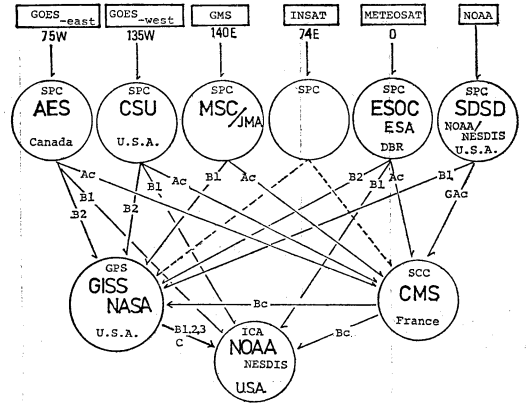
iv. 全球処理センター (GPC)

ここでは、全球的なデータ処理を行い、最終的な雲パラメータを作成する；

- a. B2 および BC から全球的に校正された公称 30 km 分解能のサンプリング・データ (B3) を作成し、中央資料センターへ送付する。
- b. 地表と大気の状態の観測資料 (Correlative Data, CD) 収集。標準面積 0.8° (93 km)~2.5° (278 km), 時間間隔 3時間~1週間の地上気温・気圧, 気温と水蒸気の大気中鉛直分布, オゾン全量, アルベド, 山の高さ, 海陸分布, 海水, 雪面積。
- c. 雲パラメータの作成。

* 付1表に示すように GOES, METEOSAT はストレッチド VISSR 方式を採っているが、その他の静止気象衛星はまだ採っていない。GMS は100回/分の自転をしながら、回転鏡が地球を含む約 19.6° の角度幅を走査中に64ビット×7150の観測データを送信して来る。そのデータ信号速度は14メガビット/秒と大きく、信号を取得するのに18m直径の大きなアンテナが必要である。一方、この 19.6° の角度幅で観測したデータを観測していない残りの335°の角度を走査中に引き延して送信する方法がストレッチド VISSR 方式で、その信号速度は約 0.75メガビット/秒と縮まり、その信号取得は直径 4 m の安価なアンテナで可能である。

GMS の VISSR データは赤外の場合 8ビット、可視の場合 6ビットで表示されるが、アナログ FAX である HR-FAX, LR-FAX は共に 6ビット (64レベル) 以下であり、分解能は可視は 1.25 km から HR-FAX は 2.5 km に、LR-FAX は 5 km に落してある。



第4図 ISCCP のデータ処理機関。INSAT は昭和58年秋に運用開始したと報じられたが、SPC は未定。図中の機関名は AES: Atmospheric Environment Center(Canadian Climatic Centre), CSU: Colorado State University, ESOC: European Space Operation Centre, SDS: Satellite Data Service Division, CMS: Centre Météorologie Spaciale, GISS: Goddard Institute for Space Studies. (門脇, 1984より)。

適切なアルゴリズムを選び (付録Ⅲ参照), B3データと CD から緯経度2.5°毎, 3時間毎の雲資料 (C1) とこれを1日の3時間毎に月平均した雲気候資料 (C2) を作成し、中央資料センターに送付する。

v. 中央資料センター (ICA)

各地域処理センターから送られて来た B1, 全球処理センターから送られて来た B3, CD および雲資料 C1, C2 を保管し、注文に応じてコピー配送する。

各センターの担当機関を第4図に示す。この図には各機関相互のデータの流れも示されている。ここで注意して載きたいのは、GMS の地域処理センターである気象衛星センターはB1データを GPC に送り、GPC で B2を作成し、そこから B1を ICA に送付することになっていることである。

4. ISCCP におけるデータの流れと量

ISCCP で取り扱われるデータは分解能を落さない可視・赤外の生データ (Aステージ), サンプリング・可視・赤外データ (Bステージ), 雲パラメータ (Cステージ), 相関データ (CD) および衛星間校正係数 (BC) から成る。

第2表 ISCCP で取り扱っているデータとその作成, 処理, 配送, 保管コピーサービス

ステージ	名称	内 容	作成センター	磁気テープ本数 6250 BPI, 2400 ft	配送	配達期限 (観測月 未から 届くま での期 間 週間)	保管と コピー 配送
A (生の可視・ 赤外データ)	A	分解能を落さない全域データ	SPC	約250本/ (月, 衛星)			
	AC	衛星間較正を行うための 2000 km×2000 km 域特定 時刻, 4日/月分データ	SPC	1本/(月, 衛星)*	SPC→SCC	2	
	GAC	4 km 間隔 NOAA-7, AVARR, 5 channels 全球 データ	SPC (NESDIS)	6本/(月, 全球)**			
	ACGAC	衛星間較正を行うための 1, 4 channels, 4日/月分 データ	SPC (NESDIS)	4本/(月, 全球)*	SPC→SCC (NESDIS)	2	
較正係数	BC	NOAA-7 对各静止衛星較 正係数	SCC	1本/(月, 全球)*	SPC→GPC	8	ICA
B (サンプリ ング・可視・ 赤外データ)	B1	6~12 km 間隔にサンプリ ングしたデータ	SPC	4本/(月, 衛星)	SPC→GPC (NESDIS)	2 (6***)	
	B1GAC	GAC と同じ	SPC (NESDIS)	6本/(月, 全球)**	SPC→ICA (NESDIS)	2	
	B2	24~31 km 間隔にサンプリ ングしたデータ	SPC***	1本/(月, 衛星)	SPC***→ GPC	2	
	B3	衛星間較正を行い全球につ いて集めた B2 データ	GPC	5本/(月, 全球)	GPC→ICA	12	ICA
相関データ	CD	全球表面, 大気状態データ	GPC NESDIS	1本/(月, 全球)	GPC→ICA NESDIS→ GPC	12 2	ICA
C (雲パラメー タ)	C1	3時間間隔 2.5° 緯・経度間 隔雲パラメータ	GPC	2本/(月, 全球)	GPC→ICA	18	ICA
	C2	1日の3時間間隔で月平均 した C1	GPC	1本/(年, 全球)	GPC→ICA	18	ICA

* 1600 BPI, 1200 ft に収められている。

** 2 インチ・ビデオ・テープ (Terabit Memory, TBM) に収められている。この1本を 1600 BPI, 2400 ft MT に換算すると約80本となる。

*** GMS の SPC は B2 を作成せず, B1 を作成して GPC に送り, GPC で B2 を作成して B1 を ICA に配送している。

データの種類, 内容, 容量, 作成・配送・保管とコピー配送のセンター, および配達期限を第2表に示した。コピー配送の申し込みや問い合わせは以下の ICA 住所であり,

NOAA/NESDIS/NCDC

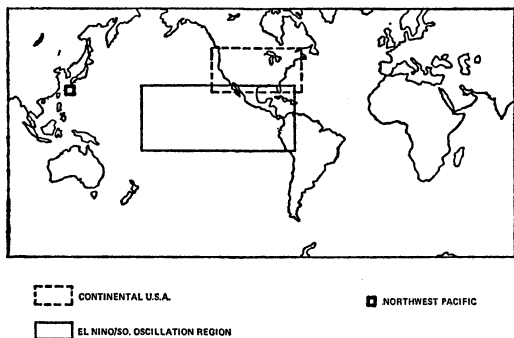
Satellite Data Services Division, World Weather
Building, Room 100 Washington, D.C. 20233

(301) 763-8111 Commercial or FTS 763-8111

価格は次の通りである。

1. Direct One-for-One Tape Copy (CCT to CCT)

Description	unit Price
7-track, 200, 566 or 800 bpi	\$ 99.00 (per output tape)
9-track, 800 or 1600 bpi	\$ 99.00 (per output tape)
9-track, 6250 bpi	\$ 154.00 (per output tape)



第5図 地域実験域 (Schiffer, 1984より).

2. Selective Extraction (CCT to CCT)

Description	unit Price
9-track, 800 or 1600 bpi	\$ 20.00 per input tape
	plus \$ 99.000 per output tape
9-track, 6250 bpi	\$ 20.00 per input tape
	plus \$ 154.00 per output tape

支払は送り状が届いた後30日以内に済ませなければならぬし、この価格も2カ月毎に更新される。

5. 地域実験計画

研究的な側面として、現在アメリカ合衆国と日本による2つの地域実験計画が提案されている(第5図参照)。

その概要は次の通りである。

i. FIRE (First ISCCP Regional Experiment)

a. 領域: アメリカ合衆国域およびエルニーニョ/南方振動域。

b. 目的: 気候モデルにおける雲と放射のパラメタリゼーションの改良を計る。

ISCCP データ計画を検証する。

雲の放射特性の観測と理論の比較。

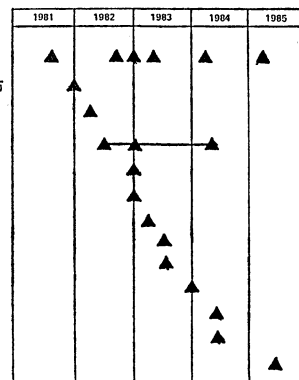
c. 参加者: アメリカ合衆国の大学, NASA, NOAA, NSF (National Scientific Fund), DOE (Department of Energy), DOD (Department of Defence)

d. スケジュール: 1984-1988.

ii. 北西太平洋域における雲の分布と放射特性。

a. 領域: 北西太平洋の沖縄近海。

b. 内容: 雲分布とバルク放射特性の解析的研究。飛行機, 観測船, ラジオゾンデ, 係留気球, レーダーを用



第6図 実施スケジュール (WCP, Data Management Plan, 1984より).

いた実験的観測システム。

c. 参加者: 日本の6大学, 気象研究所, 国立防災科学技術センター

d. スケジュール: 1986-1989.

6. ISCCP 実施スケジュールとまとめ

ISCCP を推進する主なスケジュールは第6図に従って来た。今年は国際計画調整会議と第1回科学評価が計画されている。

ISCCP の現状をまとめると次のようになる。

a. ISCCP 実施は1983年7月1日から開始されている。

b. データ処理手順は規定化されテストされた。

c. 第1回目の現業用雲アルゴリズムは試験的研究によって選択された。

d. 放射データ・セットは一部出来上っており、それから求められる雲パラメータは6月には使える予定。

e. 日本とアメリカ合衆国による地域実験計画が進んでいる。

しかし次の問題点がある。

a. INSAT データの欠如はインド洋域の日変化の観測を出来なくしている。

b. 雲アルゴリズムはまだ充分満足のいくものではない。

謝辞

この稿をまとめるにあたって、気候変動研究集会の世話の方々には検討の場の提供を受け、SPC である気象衛星センターの ISCCP を担当している同僚から原

稿を読んで有益なコメントを載いた。衷心より感謝する。

文献

- WCP-6 The International Satellite Cloud Climatology Project, Geneva, Jan. 1981: (out of print.)
- WCP-18 Extended Cloud and Radiation by C. M.R. Platt, Australia, A report compiled for the International Radiation Commission and presented at IAMAP, Hamburg, August, 1981.
- WCP-20 The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP)-Preliminary Implementation Plan, April, 1982.
- WCP-28 Report of the Planning Meeting on International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP), Geneva, 9-12 August, 1982.
- WCP-34 Cloud/radiation interaction, scientific papers presented at JSC-III, Dublin, March, 1982.
- WCP-35 The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP) Preliminary implementation plan, Revision 1, Nov. 1982.
- WCP-42 Report of the first session of the international working group on data management for the International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP), New York city, 13-17, Dec. 1982.
- WCP-52 Report of the second session of the international working group on data management for the International Cloud Climatology Project (ISCCP), New York city, 25-27, May, 1983.
- WCP-73 The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP), Cloud analysis algorithm intercomparison, March, 1984.
- WCP-82 Report of the third session of the international working group on data management for the International Cloud Climatology Project (ISCCP), Tokyo, 6-8, March, 1984.
- WCP The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP). Data management plan, March, 1984, Draft.
- 片山 昭, 1982: わが国の気候変動研究計画 (WCRP) 3. データ管理, 天気, 29, 217-222.
- Schiffer, R.A. and W.B. Rossow, 1983: The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP), The first project of the World Climate Research Programme, Bull. Ame. Met. Soci., 64, 779-784.
- 門脇俊一郎, 1984: 国際衛星雲気候計画 (ISCCP) について, その経緯と現状, 気象衛星センター技術報告, 9, 61-70.
- Schiffer, R.A., 1984: Report to JSC V on the International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP), 杭州, オーバヘッド原図.
- National oceanic and atmospheric administration, Environmental Data and Information Service, National Climatic Data Center, Satellite Data Service Division (SDSD), 1984: International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP), ISCCP central archive catalog of data and products.

付録 I 衛星間較正法

地球をカバーする5つの静止気象衛星と1つの極軌道気象衛星は付1表に示すように、可視・赤外の波長、分解能が必ずしも一致していない。幸いにも極軌道気象衛星 NOAA-7 は全球をカバーしている。SCCにおいて、この1チャンネル (0.58~0.68 μm) と静止気象衛星の可視、4チャンネル (10.3~11.3 μm) と静止気象衛星の赤外とを、AC データから同時刻・同地点で比較して、回帰直線係数 BC を求める。METEOSAT について、1983年7月11日に求めた例を付1, 2図に示す。

付録 II Bデータ・サンプリング法

静止気象衛星によって若干異なるが、GMS の場合は付3図のようなサンプリング法によってAからB1 デー

タを作る。赤外の場合、2ライン毎に6ピクセルから1ピクセルを抽出する。可視の場合、赤外の抽出された1ピクセルに対して、6ピクセル×4ラインを平均したものが可視のデータとなる。

付録 III C作成アルゴリズム

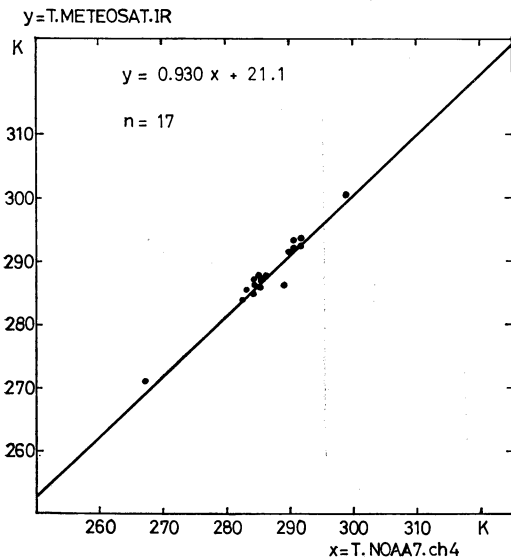
B3 からC1 データを見積るためのアルゴリズムは、1979年、2月5~19日の GOES-EAST のデータに基づき、種々のしきい値法や統計ヒストグラム法を比較して、暫定的に選択決定された。付4図はこの比較調査に用いられた3領域である。付5図はこの3領域、5日間について、各アルゴリズムによる値を縦軸に、領域平均値を横軸に採った例である。

付1表 国際衛星雲気候計画に参加する現業気象衛星の要目。ただし INSAT は多目的衛星、またそのデータの入手について交渉中のもよう (門脇, 1984年より)。

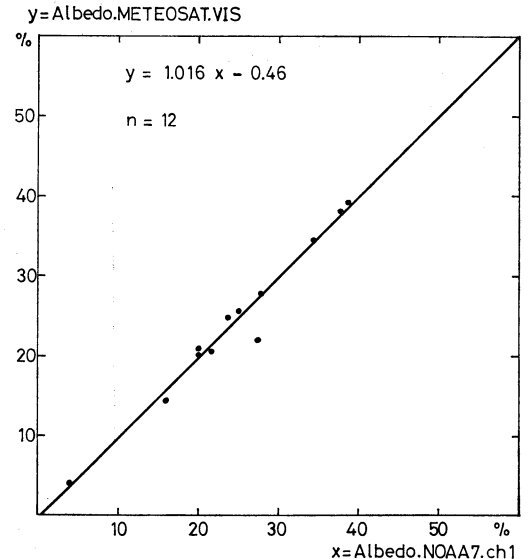
	衛星名 (国)	位置	放射計測定波長 (直下点の地表分解能km)			定時観測	雲画像データ配信方式
			可視	赤外 (大気窓)	その他		
静止衛星	ひまわり (日本)	140°E	0.55~0.75 μm (1.25 km)	10.5~12.5 μm (5.0 km)	なし	3時間毎	アナログファクシミリ (高, 低分解能)
	GOES-WEST (米国)	135°W	0.55~0.75 μm (0.9 km)	10.5~12.5 μm (8.0 km)	VAS (可視1, 赤外12チャンネル)	30分毎	Stretched VISSR 方式 (地上処理) による生のデジタルデータ配信及びアナログファクシミリ
	GOES-EAST (米国)	75°W	上に同じ				上に同じ
	METEOSAT (欧州)	0°	0.4~1.1 μm (2.5 km)	10.5~12.5 μm (5.0 km)	5.7~7.1 μm (WV) (5.0 km)	30分毎	Stretched VISSR 方式 (衛星上処理) による生のデジタルデータ配信アナログファクシミリ
	INSAT (インド)	74°E	0.55~0.75 μm (2.8 km)	10.5~12.5 μm (11.7 km)	なし	3時間毎	衛星中継によるデータ配信は行われない
軌道衛星	NOAA-7 (米国)	午後軌道	0.58~0.68 μm 0.725~1.10 μm	3.55~3.93 μm 10.3~11.3 μm 11.5~12.5 μm (1.0 km)	TOVS (可視1, 赤外20, マイクロ波4チャンネル)	2回/日 (同一地点上空通過)	APT (低分解能画像) HRPT (高分解能画像, TOVS) DSB (TOVS)

July 11, 1983 METEOSAT 15.12 GMT
NOAA7 orbit 10562/3
15.14 GMT
at 0N,1.18W

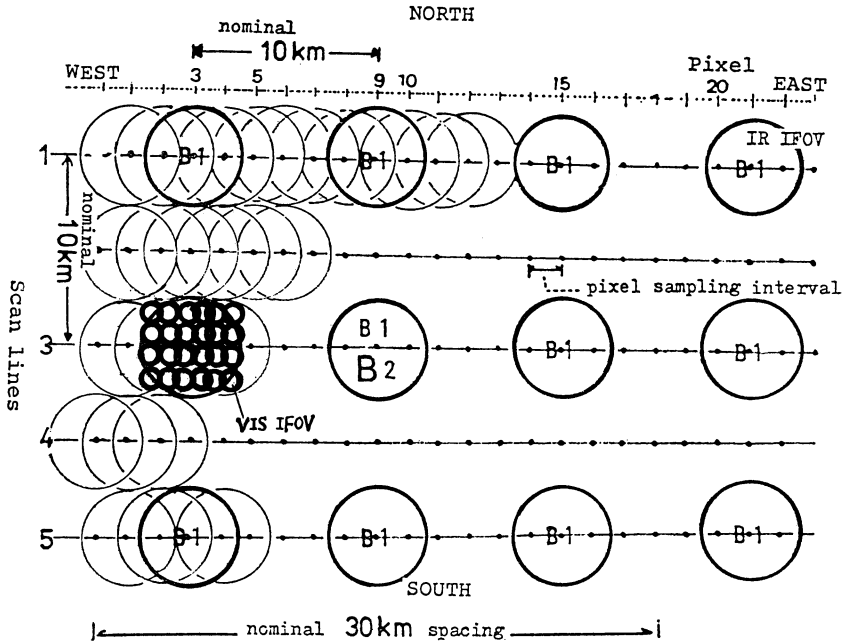
July 11, 1983 METEOSAT 15.12 GMT
NOAA7 orbit 10562/3
15.14 GMT
at 0N,1.18W



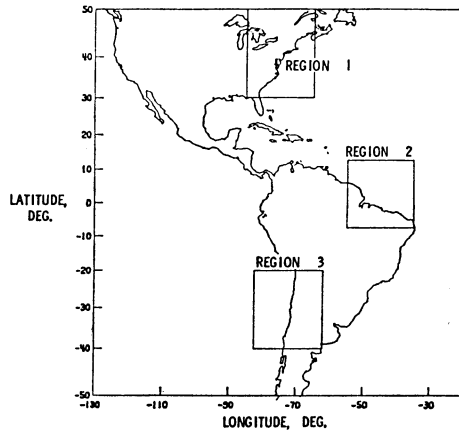
付1図 SCC における赤外 BC のデータ作成例。METEOSAT と NOAA-7 (チャンネル4) との回帰式。n は比較した例数。



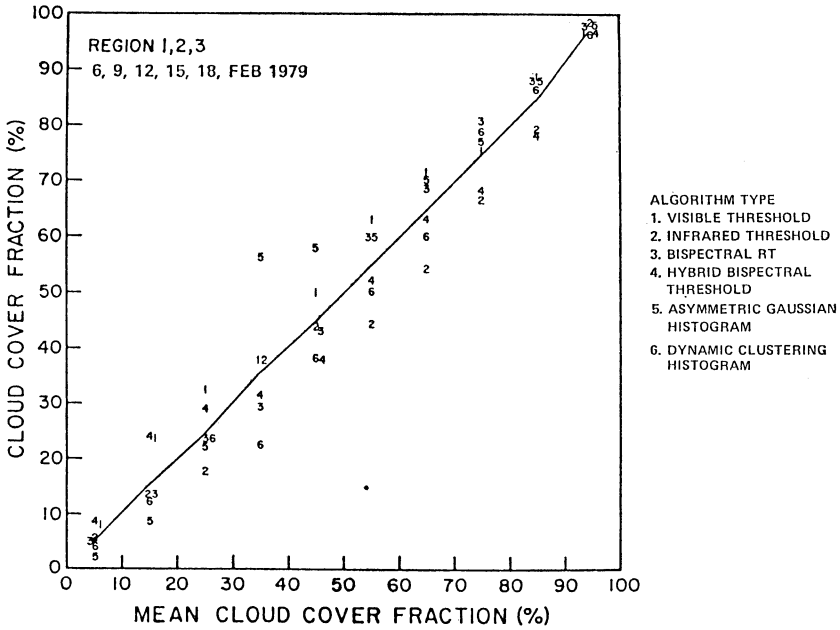
付2図 SCC における可視の BC データ作成例。METEOSAT と NOAA-7 (チャンネル1) との回帰式。n は比較した例数。



付 3 図 B1, B2データ作成方法 ひまわりの場合の模図。円は赤外の 瞬時視野 (IFOV) を表すとする。可視の瞬時視野は図の VIS IFOV と記入した小円に相当する。ひまわりでは、走査線 (Scanline) 間隔は瞬時視野に等しいが、走査線に沿う方向 (Pixel) では、互いに 1/3 ずつ重なり合う間隔でサンプリングされる。そこで公称間隔 10 km の B1 データは走査線 1 本おきに画素 (Pixel) 6 個に 1 個ずつ取出す。B1 と記された太線の円が B1 データ。B2 は B1 を走査線、画素方向ともにさらに 3 個に 1 個の割で取り出したもの。赤外の B1 データに相当する解像度の可視 B1 は、赤外 B1 の中心位置の周りの 4 走査線 × 6 画素 = 24 画素の平均値として得る (門脇, 1984 より)。



付 4 図 雲パラメータを算出するため、暫定的なアルゴリズムを決定するため研究された GOES-EAST の 3 地域。



付5図 この3地域において各アルゴリズムによって見積られた雲量（縦軸）とそれらの平均雲量（横軸）との関係。6種のアルゴリズムのうち1～4はしきい値法，5～6は統計ヒストグラム法。期間は1979年2月6，9，12，15，18日。

第10回レーザ・レーダ（ライダー）シンポジウムのお知らせ

日時：昭和60年5月16日(木)・17日(金)
場所：旅館 八木 (福井県芦原町)
主催：レーザ・レーダ研究会
内容：レーザ・レーダ(ライダー)，各種のレーザ・センサ及びレーザの基礎技術と光センシング，計測応用

発表申し込み締切り：昭和60年3月10日
参加申し込み締切り：昭和60年4月20日
申し込み・問い合わせ先：
〒910 福井市文京 3-9-1
福井大学工学部 小林喬郎
Tel. 0776-23-0500 (内線 705, 709, 700)

月例会「長期予報・大気大循環」特別講演のお知らせ

日時：昭和60年2月22日(金) 13:30~17:00
会場：気象庁8階 東管会議室
特別講演の題目(仮題)

1. 長期予報の第4期 (関根勇八)
2. 長期予報元年に至るまで (朝倉 正)

一般講演申し込み締切日：昭和60年2月15日(金)
申し込み先：気象庁長期予報課 河原
Tel. (03) 212-8341 内線 331
申し込みの際，400字以内の講演要旨を提出して下さい。