

予想曇天域の衛星雲画像的表現*

—— 8 層北半球モデルを使用して ——

三浦 信男・大野 久雄**

要 旨

24 時間予想曇天域 (predicted overcast area) の衛星雲画像的 (satellite imagery-like) 表現方法を開発した。即ち、気象庁 8 層北半球モデル予報値による “predicted overcast area” を、中・高緯度では上層雲、下層雲、対流雲、熱帯では雲クラスターとして表現した (Ohno・Miura, 1983)。次に、これらの雲域に乱数を使用した 5 つの階調 (dot density) を与え、ドットブリタを用い、濃淡をつけて表現した。又、表示図法としてポーラーステレオ投影法及び正積方位法 (GMS-viewed) を用いた。

1. まえがき

先に Ohno・Miura (1983) は、気象庁 8 層北半球モデル (JMA 8L-NHM) 予報値から 24 時間予想曇天域 (predicted overcast area) を、中・高緯度では上層雲 (high-cloud)、下層雲 (low-cloud)、対流雲 (convective-cloud) として、熱帯では雲クラスター (cloud-cluster) として表現するスキームを開発した。ここでは、ドットブリタ (Appendix-1) を使用して各雲域に濃淡をつけて表し、“predicted overcast area” を衛星雲画像的 (satellite imagery oriented) に表現する方法を報告する。

2. “predicted overcast area” 表現方法

第 1 表に “predicted overcast area” をドットブリタに出力するまでの手順を示す。以下第 1 表に従って説明する。

Step 1. 表示図法に対する緯度、経度の計算

“predicted overcast area” を表示する図法として、ポーラーステレオ図法 (第 1 図) と正積方位図法 (GMS-

viewd, 第 3 図) を用いる。前者は定期的に出版されている極軌道衛星 (NOAA シリーズ)***による画像、後者は GMS による円形画像との比較を容易にするためである。両図法とも図上に 301×301 格子点を設け、各格子点について緯度、経度を計算する。

(a) ポーラーステレオ図法

第 2 図にポーラーステレオ投影法 (60°N 基準面) を示す。まず、第 1 図の格子点 (I, J) の経度 θ (第 2 図) を次のようにして求める。(I^*, J^*) を 140°E , 90°N の格子点、 R を地球の半径とすると

$$Z: R \cos \theta = \left(R + R \sin \frac{\pi}{3} \right) : (R + R \sin \theta)$$

なる関係より

$$\therefore \theta = \sin^{-1} \left\{ \frac{\left(1 + \sin \frac{\pi}{3} \right)^2 R^2 - Z^2}{\left(1 + \sin \frac{\pi}{3} \right)^2 R^2 + Z^2} \right\}$$

で与えられる。ただし

$$Z = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$X = D(I - I^*)$$

$$Z = D(J - J^*)$$

$$D = \frac{R^*}{I^* - 1}$$

$$R^* = \left(1 + \sin \frac{\pi}{3} \right) R$$

である。

140°E からの経度の偏角を γ とすると

* A new display technique (satellite imagery oriented) for the chart of predicted overcast area.

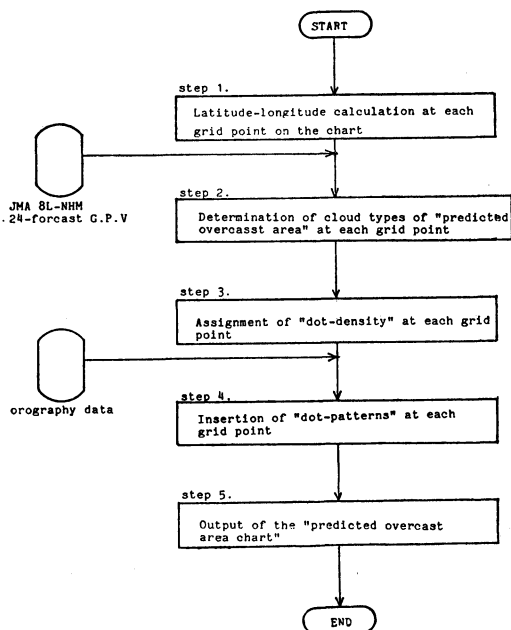
** Nobuo Miura and Hisao Ohno, 気象庁電子計算室。

——1983年3月14日受領——

——1983年4月18日受理——

*** Environmental satellite imagery, NOAA Environmental Data and Information Service.

第1表 “predicted overcast area” をドットプリンタ出力するまでの手順.



$$\gamma = \tan^{-1} \left\{ \frac{I - I^*}{J - J^*} \right\}$$

で与えられる.

(b) 正積方位図法 (GMS-viewed)

第4図に正積方位図の投影法を示す. 第3図の格子点 (I, J) の緯度, 経度を求めるために, まず第4図の角度 α を計算する.

(I^*, J^*) を GMS のおよその衛星直下点である 140°E , 0°N の格子点, H を GMS の高度とすると

$$(R+H) : \{H + R(1 - \cos \alpha)\} = Z : R \sin \alpha$$

なる関係から

$$\alpha = \cos^{-1} \left\{ \frac{(R+H)Z^2}{RZ^2 + R(R+H)^2} + \frac{(R+H)\sqrt{R^2Z^2 + R^2(R+H)^2 - (R+H)^2Z^2}}{RZ^2 + R(R+H)^2} \right\}$$

より与えられる. ここで

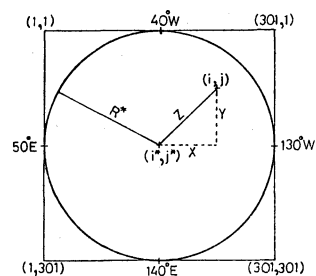
$$X = D(I - I^*)$$

$$Y = D(J - J^*)$$

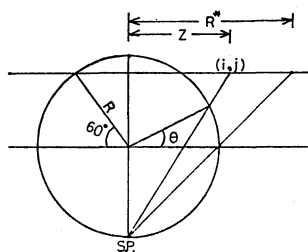
$$Z = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$D = \frac{R^*}{I^* - 1}$$

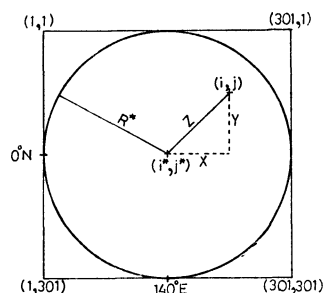
$$R^* = (R+H) \tan \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{R}{R+H} \right) \right\}$$



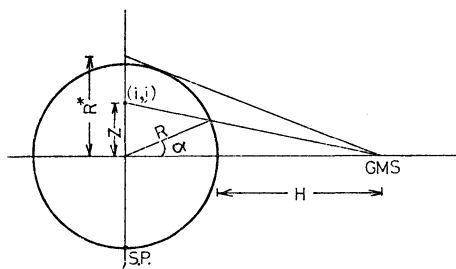
第1図 ポーラステレオ図上での格子点配置図. 図の中心は 90°N , 140°E .



第2図 ポーラステレオ図の投影法 (60°N 基準面). 第1図と第2図の記号は同一である.



第3図 正積方位図 (GMS-viewed) での格子点配置図, 図の中心は 0°N , 140°E .



第4図 正積方位図での投影法.

第3図と第4図の記号は同一である.

第2表 上層雲, 下層雲, 対流雲, 雲クラスターによる“predicted overcast area”を決定するスキーム.

overcast areas	extratropics		tropics
	mid and high latitudes	subtropics	
	$T 85 \leq 280 \text{ K}$	$280 \text{ K} \leq T 85 \leq 291 \text{ K}$	
high cloud	$RH 400 \geq 54\%$ or $RH 450 \geq 60\%$	$RH 400 \geq 54\%$ or $RH 450 \geq 60\%$	
low cloud	$RH 700 \geq 76\%$ or $RH 800 \geq 81\%$	$RH 600 \geq 76\%$ or $RH 800 \geq 81\%$	
convective cloud	$RH 400 \geq 54\%$ or $RH 450 \geq 60\%$ and $RH 700 \geq 76\%$ or $RH 800 \geq 81\%$ or $RH 700 \geq 93\%$	$RH 400 \geq 54\%$ or $RH 450 \geq 60\%$ and $RH 600 \geq 76\%$ or $RH 800 \geq 81\%$ or $RH 600 \geq 93\%$	
cloud-cluster in tropics			$VOR 85 \geq 0.1 \times VOR 85 \text{ max}$ and $DIV 20 \geq 0.1 \times DIV 20 \text{ max}$

である. 140°E からの経度の偏角 γ は, この α を用いて

$$\tan \gamma = \frac{R \sin \alpha \cdot \frac{X}{Z}}{\sqrt{R^2 - \left(R \sin \alpha \cdot \frac{Y}{Z}\right)^2 - \left(R \sin \alpha \cdot \frac{X}{Z}\right)^2}}$$

$$\therefore \gamma = \tan^{-1} \left\{ \frac{X}{Z} \tan \alpha \right\}$$

より求められる. 同様に緯度 θ は

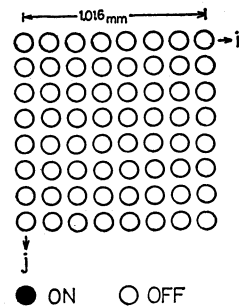
$$\tan \theta = \frac{R \sin \frac{Y}{Z}}{\sqrt{(R \cos \alpha)^2 + \left(R \sin \alpha \cdot \frac{X}{Z}\right)^2}}$$

$$\therefore \theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{Y \sin \alpha}{\sqrt{Z^2 \cos^2 \alpha + X^2 \sin^2 \alpha}} \right\}$$

として与えられる.

step 2. “predicted overcast area” の雲域分類

JMA 8L-NHM 予報値から第2表のスキームに従っ



第5図 1格子あたりの dot の配置図.

第3表 各雲域に割りあててる格子あたりのドットパターン.

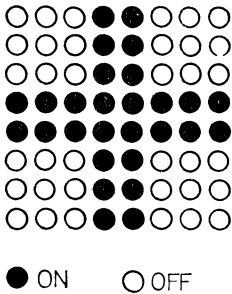
cloud type	dot density
Cloud-cluster	0/64 (white)
Convective-cloud	2/64
High-cloud	4/64 (gray)
Low-cloud	16/64
else	64/64 (black)

て、北半球領域について、中・高緯度では上層雲、下層雲、対流雲、熱帯では雲クラスターによる “predicted overcast area” を、第1図、第3図の格子点について定める。

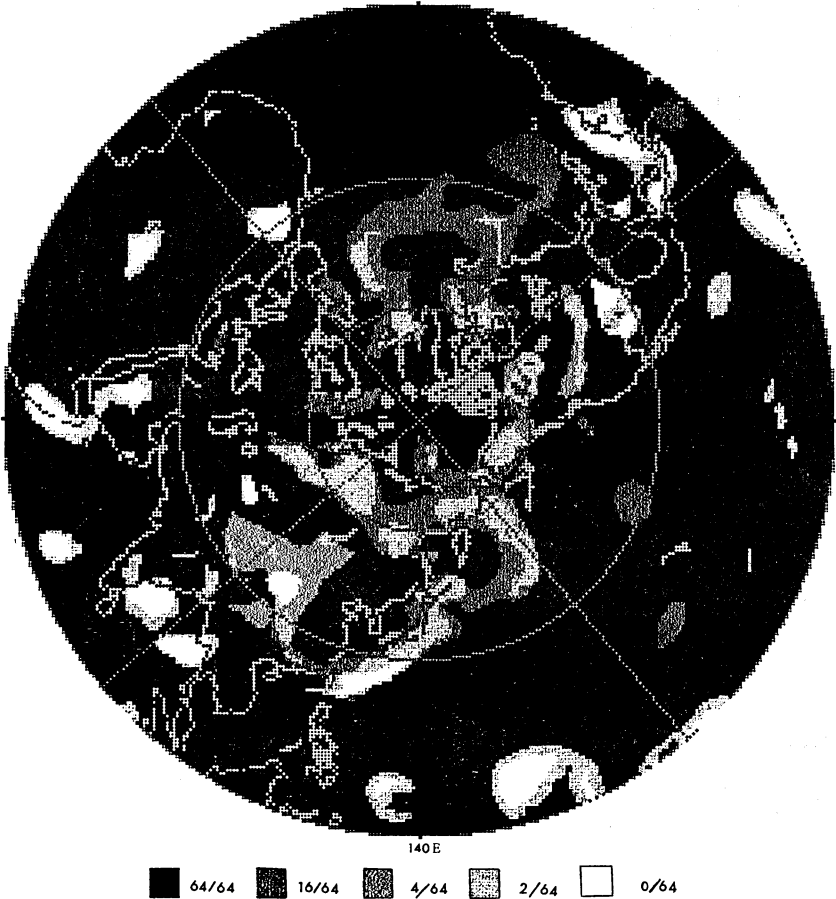
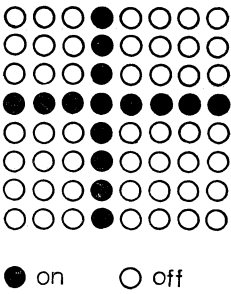
Step 3. 各雲域に対する階調の割りあて

第1図、第3図の格子点 (I, J) における予想雲に、

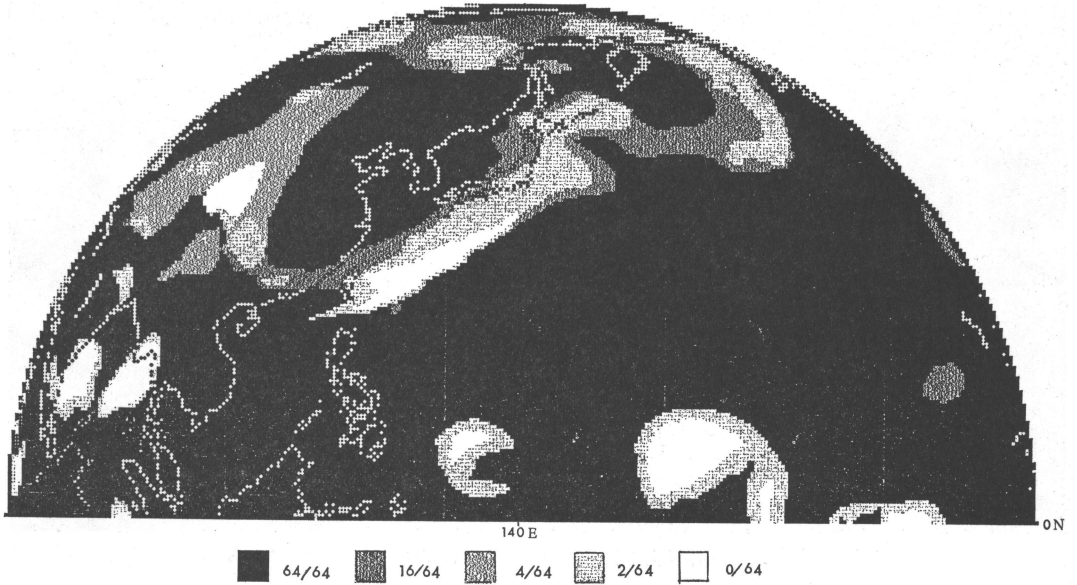
第6図
地形を表現する1
格子あたりのドッ
トパターン.



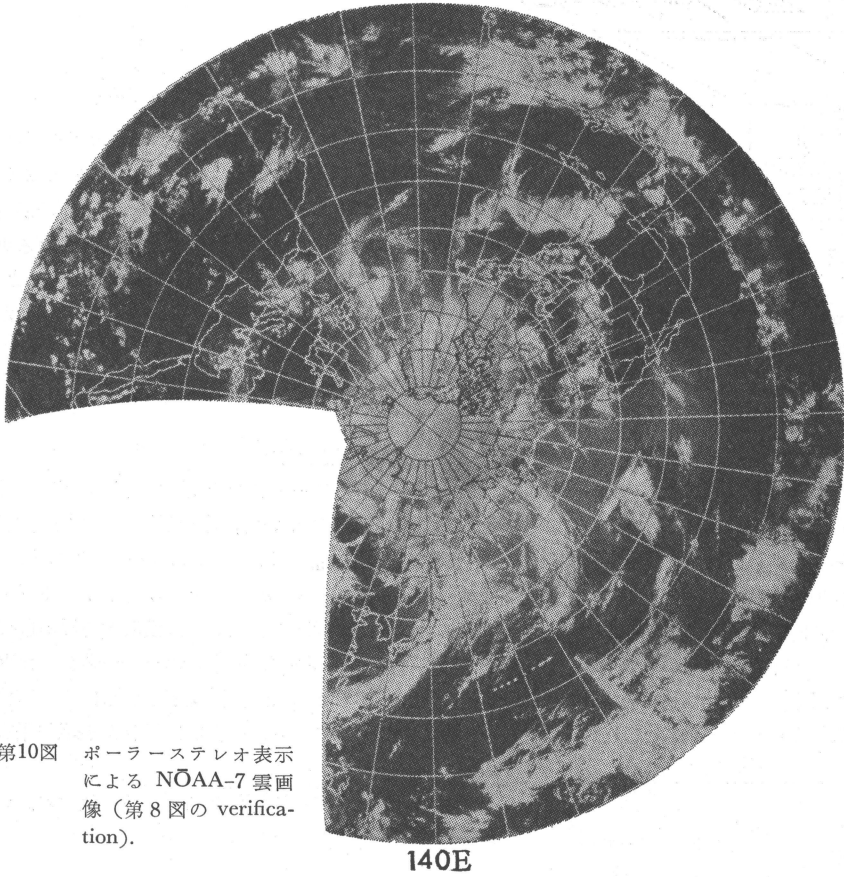
第7図
緯度、経度を表現
する1格子あたり
のドットパターン.



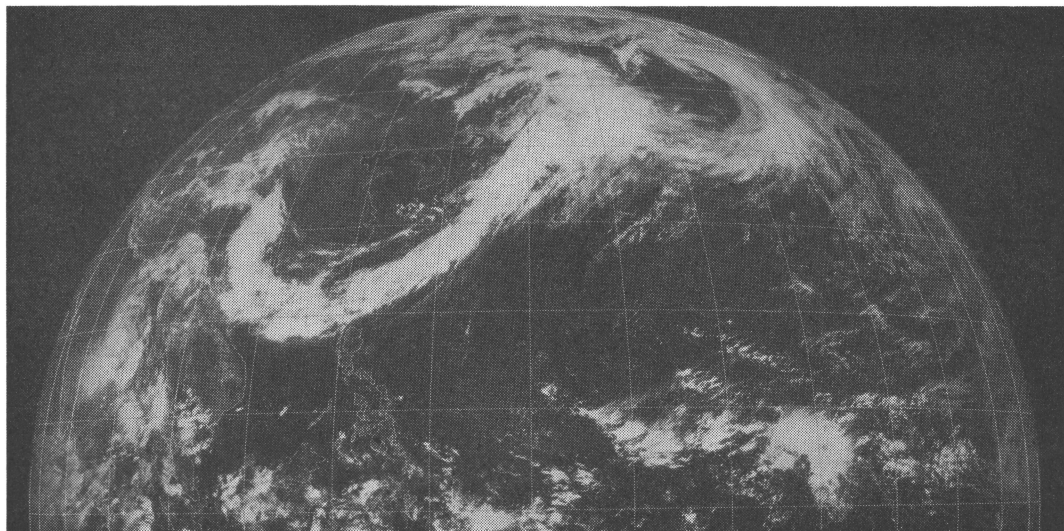
第8図 ポーラーステレオ図上に表示された、1982年6月2日00Zを初期値とする24時間予想 “overcast area” 図.



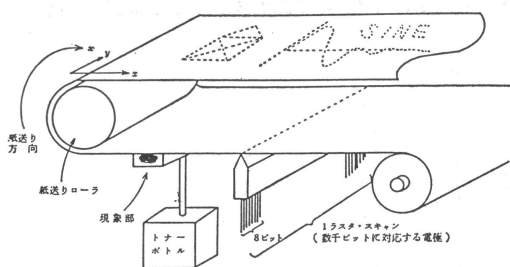
第9図 正積方位図 (GMS-view) 上に表示した24時間予想 “overcast area” 図, 1982年6月2日 00Z 初期値.



第10図 ポーラーステレオ表示
による NOAA-7 雲画
像 (第8図の verifica-
tion).



第11図 GMS 雲画像 (第9図の verification, 1982年6月3日03Z, VIS).



第12図 ドットプリンタの概略図.

1格子 (1.016 mm) を“8×8” dots (第5図) として第3表に示した階調 (dot density) を与える. このとき, 第5図において, 第3表に従って“on”にする dot の座標 (I, J) を一義的に定めてしまうと濃淡に周期性が現れる. そこで濃淡が一様となるように, “on”にする dot の座標を乱数を使用して定めた (Appendix-2).

Step 4. 地形, 緯・経線の挿入

地形, 緯・経線のドットパターンを第6図, 第7図に示す. ここでは地形データを読みとり, 緯・経線とともにそれぞれのドットパターンを, step 3 で得られた結果に重ね合わせる. ただし, “overcast area” 以外 (else) については, 第6図, 第7図の dot の “on” と “off” を反転させ, 地形, 緯・経線を明確にした.

Step 5. “predicted overcast area” のドットプリンタ出力

Step 1～4 を経て作成された “predicted overcast

area chart” をドットプリンタに出力する.

3. 結果

第8図にポーラステレオ図法による24時間予想 “overcast area” を, 第9図に正積方位図法 (GMS-viewd) による24時間予想 “overcast area” を示す. 第10図, 第11図は検証のための NOAA-7 と GMS による雲画像である. 中・高緯度の “overcast area” が特によく表現されているであろう. この様な濃淡による表現方法では, 乱数を使用して dot を配置することによってはじめて, 一様な “dot density” が実現される. なお, 1格子が “8×8” dot の場合, 乱数による dot の配置は Appendix-2 に示した簡単な方法で十分である.

4. 結論

ポーラステレオ図法, 及び正積方位図法 (GMS-viewd) を用いて, 中・高緯度では上層雲, 下層雲, 対流雲, 熱帯では雲クラスターによる24時間予想曇天域 (predicted overcast area) を, ドットプリンタを使用し濃淡をつけて表現した. 濃淡をつける際に乱数を使用したこと, 及び, 従来のポーラステレオ図法に加えて, GMS 雲画像的に表現するために正積方位図法を採用したことにより, 視覚的に優れた表示結果を得ることができた.

又, 表示分解能が高く, 作画速度の速いドットプリンタを使用したこの手法は, 短時間に鮮明な図が得られる

こと、及び衛星画像との比較が容易であることから、今後、種々の応用が考えられるであろう。

謝 辞

有益な御教示をいただいた 吉田泰治 電子計算室長、平木 哲 技術専門官に感謝いたします。

文 献

Ohno, H. and N. Miura, 1983: Empirical prediction of overcast area in the northern hemisphere using a NWP (8 L-NHM) output, J. Met. Soc., Japan, 61, No. 1, 156-162.

Appendix-1

ドットブリanta

第12図にドットブリantaの概略を示す。本論文で用いたドットブリantaは Versatec electrostatic plotter で直線、曲線、文字等をすべて dot の “on”/“off” (黒/白) で表示する。本機種の場合、1 インチ (25.4mm) あた

り 200 個の dot を出力する。

Appendix-2

乱数による dot の配置

第5図において、第3表で割りあてた “dot density” が一様となるよう “on” にする dot の座標 (I, J) を定める。

即ち、乱数発生サブルーチン

SUBROUTINE RANDOM (IX)

DATA IX/3142511/

IX=IX* 48828123

IF (IX. LT. 0) IX=(IX+2147483647)+1

RETURN

END

を呼び、IX の上位1桁を8で割った余りに1を加えた値を I 、同様の方法で J を求め、第2表に示した所定の “dot density” になるまで繰り返す。

第30回風に関するシンポジウム講演募集

標記シンポジウムを次の通り開催しますので奮ってご応募下さい。

開催日 1983年12月9日 (金)

会 場 東京大学工学部境界領域研究施設本館講堂
(目黒区駒場 4-6-1, TEL. 03-485-3111)

共催学会 地震学会, 土木学会, 日本海洋学会, 日本農業気象学会, 日本気象学会, 日本建築学会, 日本地理学会, 日本林学会, 日本航空宇宙学会, 日本風工学会, 日本流体力学会 (幹事学

会)

講演申込方法 題目, 講演者氏名 (連名の場合は講演者に○印), 勤務先 (電話), 100 字程度の要旨を添付。

講演申込先 (各学会)

講演申込締切日 1983年8月末日必着

講演申込時間 1 講演15分程度

その他 前刷集を作りますので、申込者に原稿用紙をお送りします。

第4回流れの有限要素法解析シンポジウムのお知らせ

開催期日 昭和58年8月30日 (火), 31日 (水)

会 場 中央大学理工学部春日校舎 (東京都文京区)

発表概要 35件発表予定

問い合わせ先 財団法人 日本科学技術連盟・第2事業部内

有限要素法による流れ解析国際シンポジウム係

TEL. 03-352-2231 (代) 内 522