

台風先駆対流雲群についての事例解析

Case Study on Pre-Typhoon Active Convective Clouds (PTACC)

原田知幸*

Tomoyuki Harada

Abstract

Active convective clouds, or Cb (cumulonimbus) clouds, were often observed at several hundred Km northeast of a typhoon. In case of T8705 (Typhoon THELMA in 1987) that was moving northward to the westery zone, several Cb clouds came into existence as much as 1000 Km away from T8705 and formed into the spiral cloud band as moving north-northeastward. We named this band-shaped cloud area consisting of Cb clouds PTACC (Pre-Typhoon Active Convective Clouds).

The characteristics of PTACC are as follows;

(1) Position of each Cb cloud with respect to the pressure center of T8705 was almost unchanged in spite of their large distance. The strong correlation was observed between the typhoon and PTACC.

(2) Each Cb cloud moved north-northeastward with the typhoon and PTACC extended in the direction of the fringe winds of the typhoon.

(3) The east-west convectively unstable zone was located to the northeast of the typhoon. The convective activity of PTACC was maintained for more than half a day in this unstable zone.

PTACC differs from active convective clouds as mentioned in the past reports, such as pre-hurricane squall line which appeared north or east of a typhoon, and so on, because of the developing form of PTACC and the distance between PTACC and the pressure center of the typhoon. The cause or mechanism of this PTACC has not been sufficiently clarified yet.

1. はじめに

衛星画像ではしばしば台風循環外周部に発生する活発な対流雲域が観測されるが、本稿では1987年7月の台風5号に伴って発生したCb群の事例解析の結果を報告する。このCb群は台風の北東象限の海上で発生・発達し、台風中心から1000km以上も離れていたにもかかわらず、台風と密接な関係を持っていた。以下では、

このCb群を台風先駆対流雲群(Pre-Typhoon Active Convective Clouds: PTACC)と呼ぶことにする。

2. 衛星画像の特徴

(1) PTACC発達の経過

事例解析の期間中の総観場の特徴をみるために、Fig. 1に1987年7月13日12UTCの地上天気図を示す。梅雨前線は北上して東北地方北部から日本海南部の山

*気象衛星センター解析課
Meteorological Satellite Center

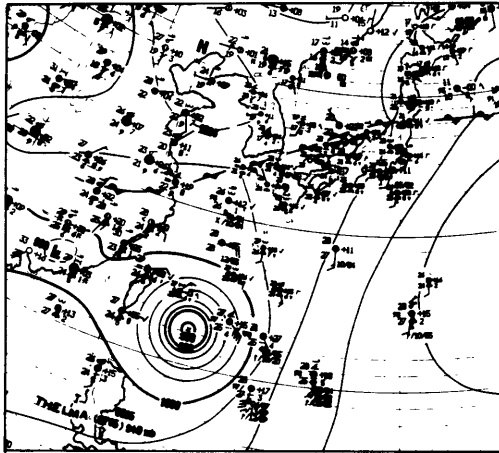


Fig. 1 Surface weather chart at 1200 UTC 13 July 1987

陰沖に停滞しており、東北地方北部を除く本州、四国、九州はほぼ太平洋高気圧の勢力下にある。また、東シナ海では中心気圧940mbの発達した台風5号が北上中であった。

Photo 1～Photo10に1987年7月13日06UTC～同14日12UTCの3時間毎の赤外画像を示す(13日15UTCは欠測)。13日06UTC(Photo 1)では梅雨前線帯雲バンドの南の関東以西には晴天積雲が散在する程度で、Cbなどの活発な対流雲は見られない。南大東島の南東海上(25N、135E付近)にはCbで構成される活発な雲域があるが、この雲域の北側に事例の対象となるCbが発生した。このCbを白矢印で示し、以後は記号C₁で表す。Photo 2の宮崎県沖の白矢印で示すCbは、1時間前の13日08UTCに種子島の東海上で発生したもので、以後は記号C₂で表す。C₁は活発化して雲域が拡大している。Photo 3で鹿児島島の南西海上の白矢印で示す付近は、雲頂高度が次第に高くなり、活発化の様相を示している。1時間後の13日13UTCにCbが発生した。このCbはPhoto 4の白矢印で示すCbに対応するもので、以後は記号C₃で表す。

台風5号の北東象限で発生したC₁、C₂、C₃はNNE進し、13日21UTC(Photo 5)にはそれぞれ八丈島、四国、五島列島に達した。特にC₁は、その西側でCbが活発化して紀伊半島沖まで雲域が伸びている。また、C₁、C₂、C₃は東西方向に並んで一連の雲バンドを形成しつつあり、済州島の南では別のCbが発生しはじめている。一方、梅雨前線帯の雲バンドは停滞してお

り、C₁、C₂、C₃との間の北陸地方から山陰地方にかけては雲の少ない状況が続いている。

14日03UTC(Photo 7)ではC₁、C₂、C₃はほぼ帯状に形成された雲域となった。済州島からその西海上ではCbが発生、活発化して東側のC₁、C₂、C₃で構成される雲バンドに連なってきたため、雲バンドの形状が次第に台風5号の循環に巻き込むようなスパイラル状になってきた。その後、このCbバンドはNE進しながらさらに明瞭となったが(Photo 8、Photo 9)、14日12UTCには梅雨前線帯の雲バンドと併合した。

このようにして、台風の北東象限の海上で発生した孤立CbはNNE進しながら次第に活発な雲バンドへと成長していったが、この活発な雲バンドを構成するCbの集合体を台風先駆対流雲群(Pre-Typhoon Active Convective Clouds: PTACC)と定義する。

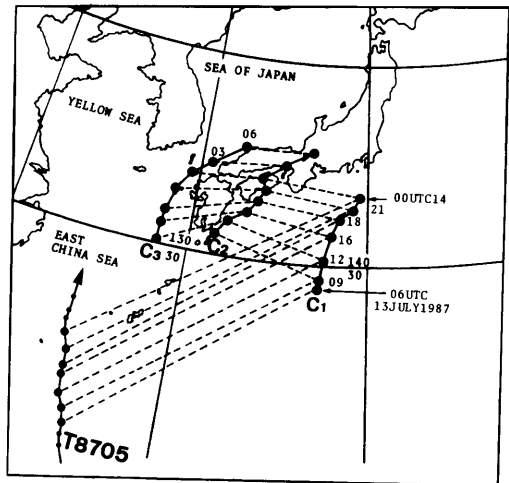


Fig. 2 Tracks of cumulonimbus C₁, C₂, C₃ and Typhoon THELMA (T8705). Dashed line indicates the simultaneous locations of C₁, C₂, C₃ and pressure center of the typhoon.

(2) PTACCの移動

Fig. 2にC₁、C₂、C₃と台風の移動との関連を示す。C₁～C₃の位置は、衛星画像でみたそれぞれのCbの形状の中央付近の位置を示したものである。図中の

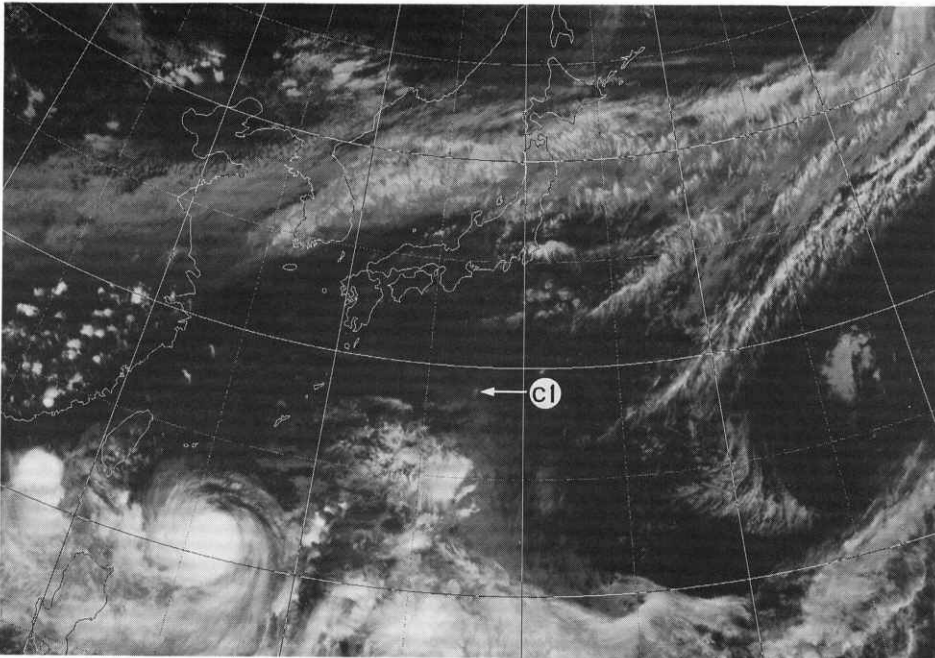


Photo 1 GMS-III infrared image for 0600 UTC 13 July 1987.

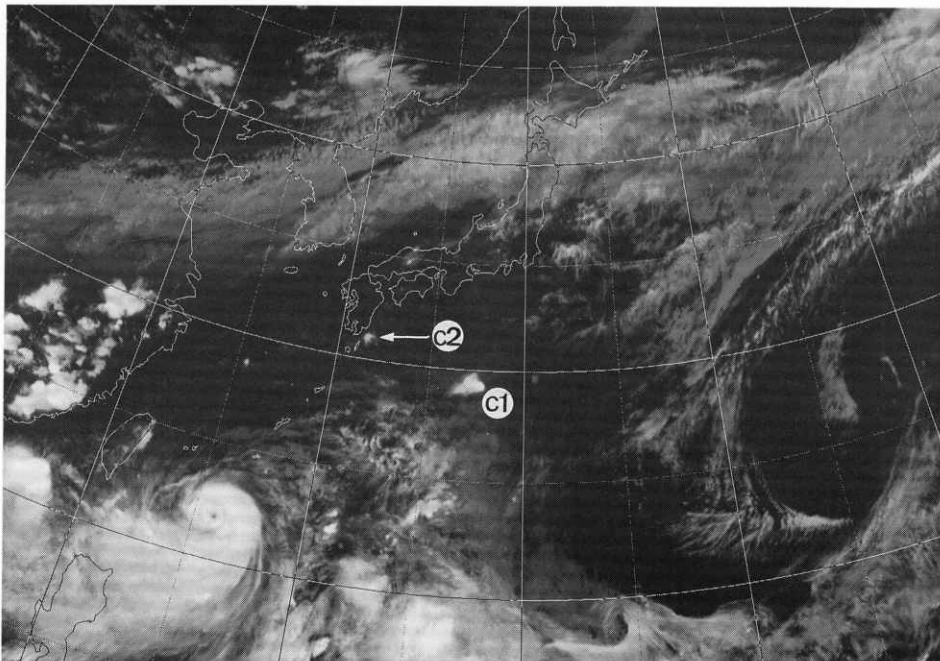


Photo 2 As in Photo 1, except for 0900 UTC 13 July 1987.

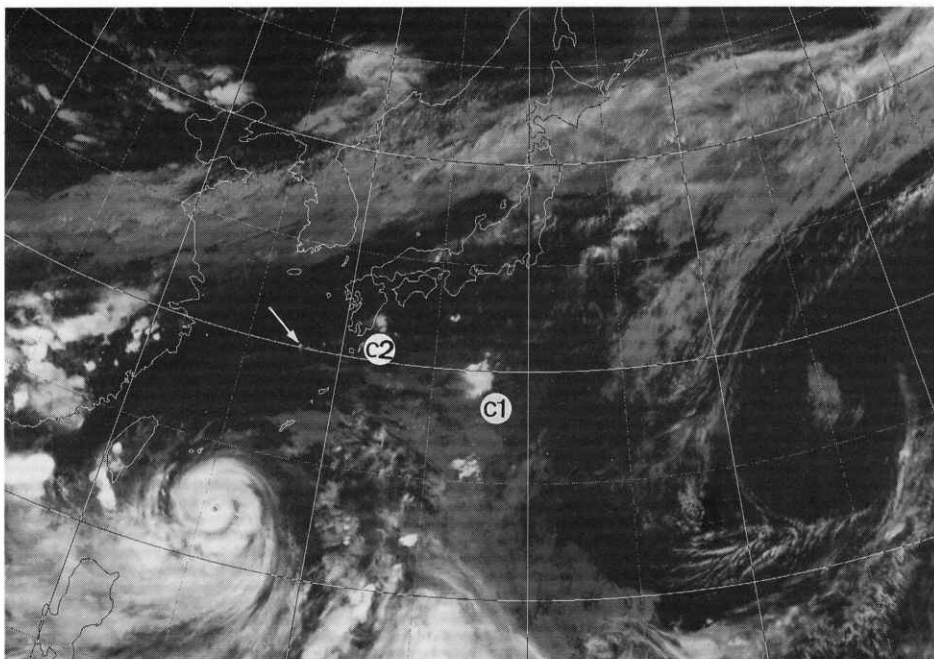


Photo 3 As in Photo 1, except for 1200 UTC 13 July 1987.

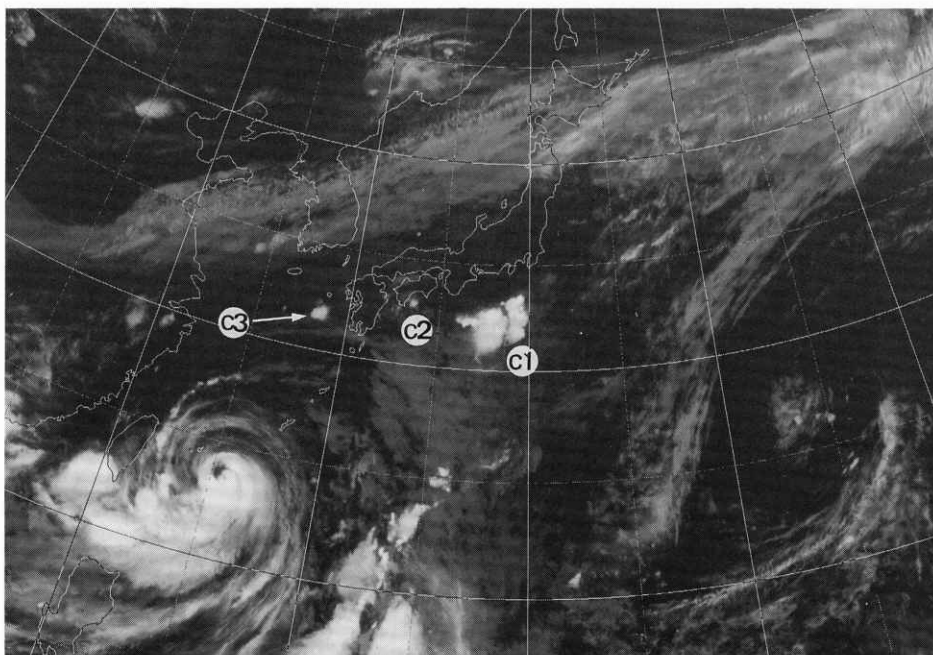


Photo 4 As in Photo 1, except for 1800 UTC 13 July 1987.

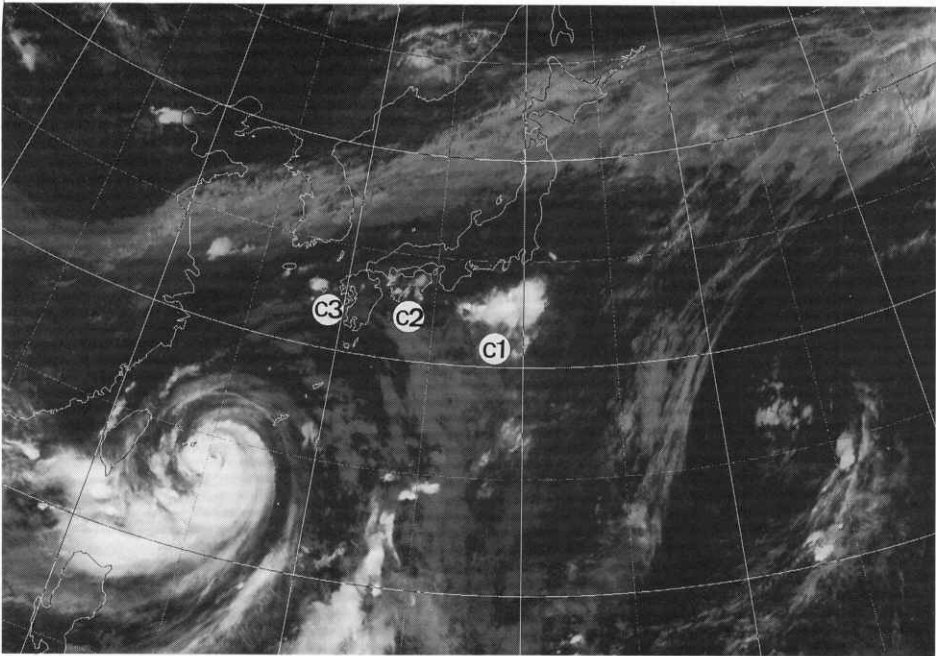


Photo 5 As in Photo 1, except for 2100 UTC 13 July 1987.

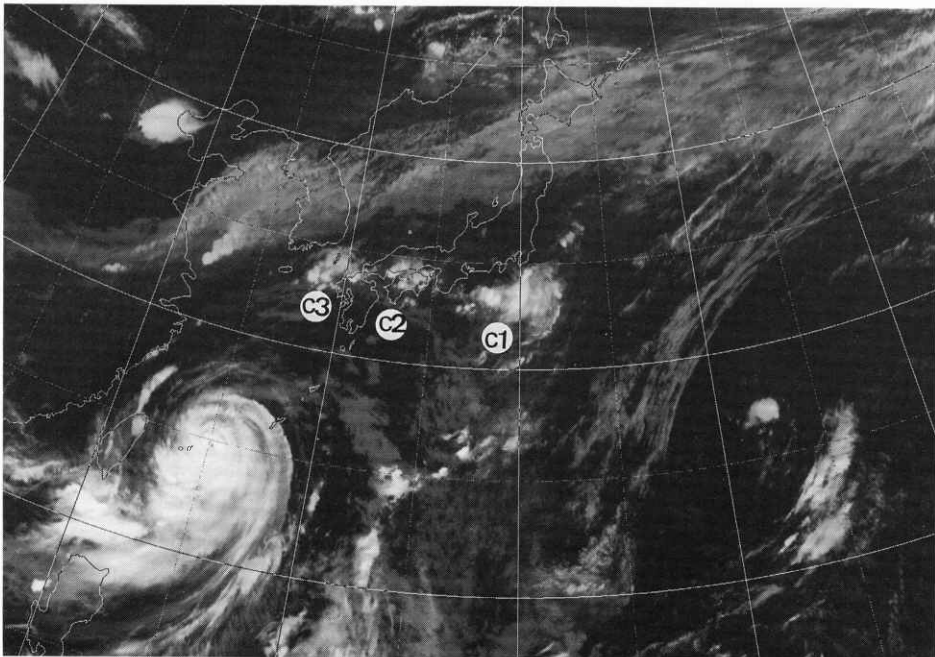


Photo 6 As in Photo 1, except for 0000 UTC 14 July 1987.

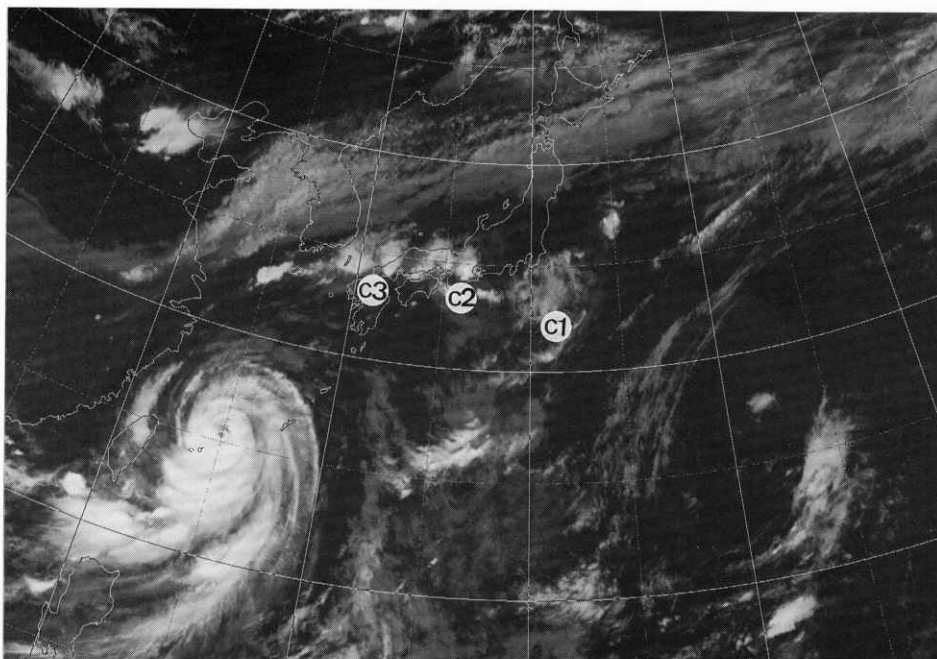


Photo 7 As in Photo 1, except for 0300 UTC 14 July 1987.

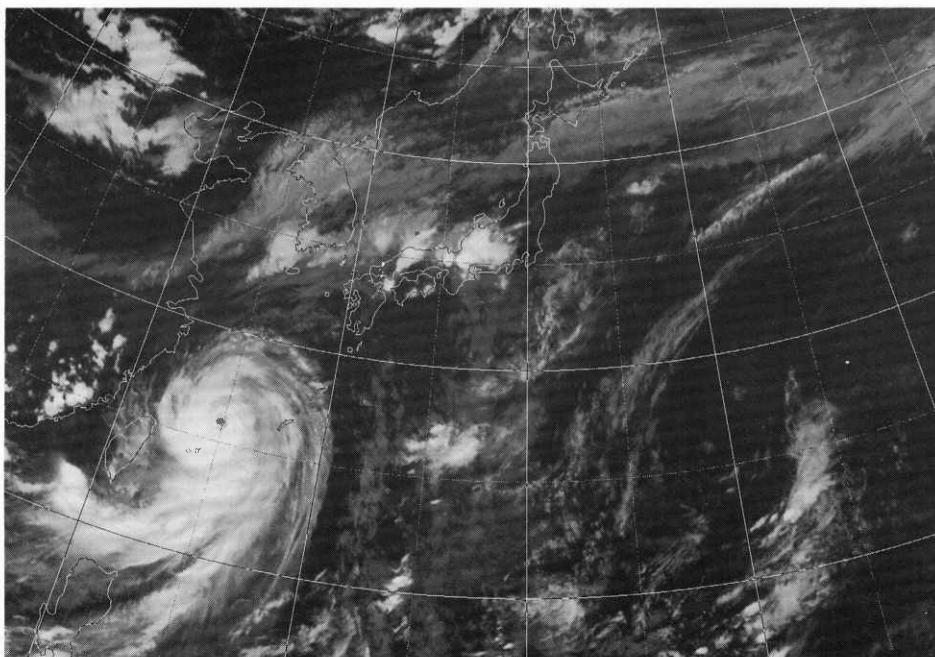


Photo 8 As in Photo 1, except for 0600 UTC 14 July 1987.

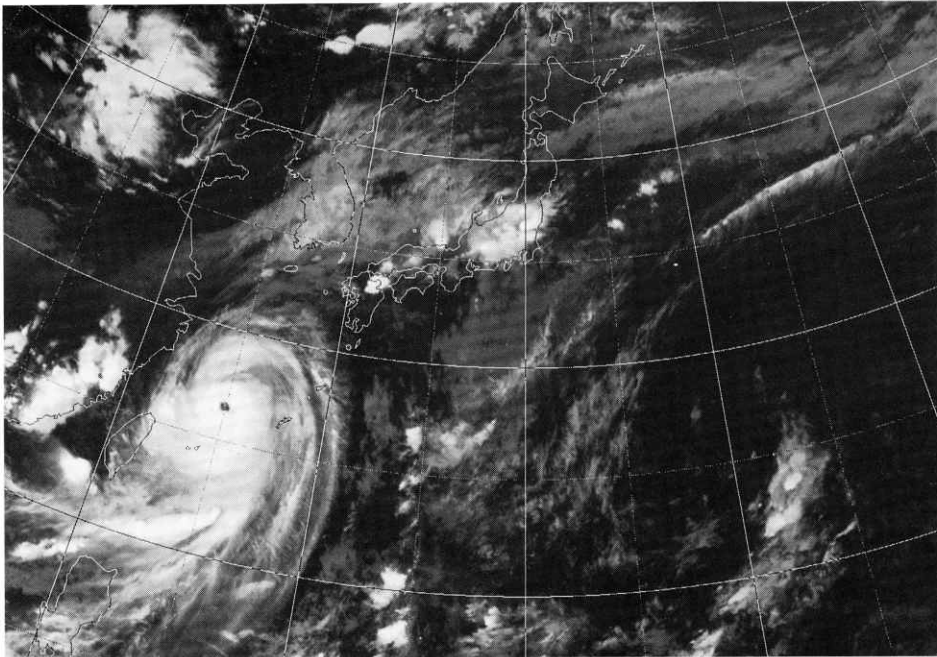


Photo 9 As in Photo 1, except for 0900 UTC 14 July 1987.

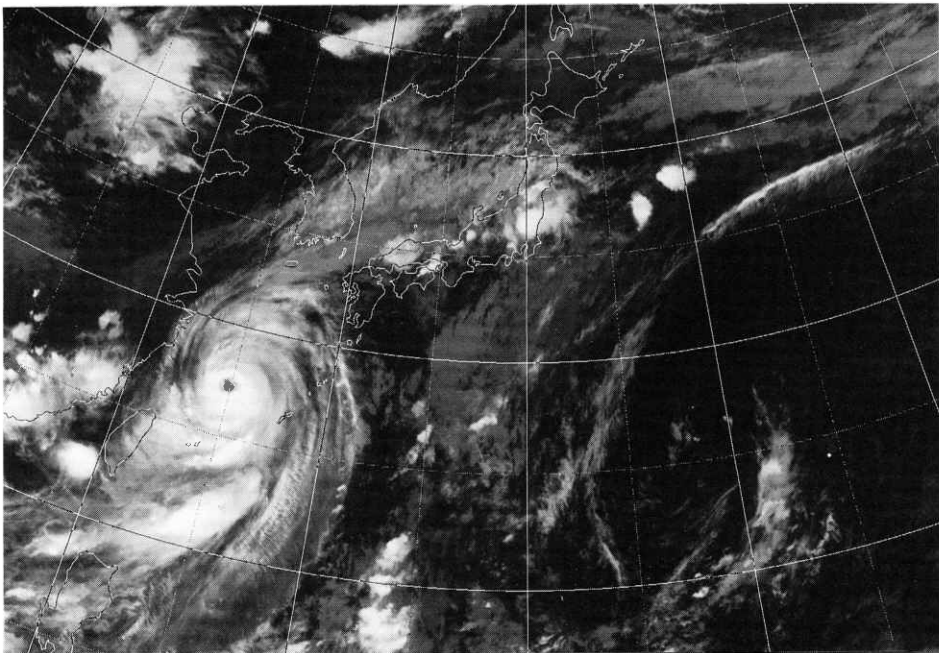


Photo 10 As in Photo 1, except for 1200 UTC 14 July 1987.

破線は、同一時刻における $C_1 \sim C_3$ と台風との位置関係を示すために、台風を中心位置、 C_1 、 C_2 、 C_3 の位置をそれぞれ結んだものである。

移動の特徴としては次の事項があげられる。

a) C_1 、 C_2 、 C_3 は12時間以上も持続しながら NNE 進して PTACC となったが、その間、 C_1 、 C_2 、 C_3 はほぼ東西方向の同一線上にあり、相互の距離も $C_1 \sim C_2$ 間 が480km \sim 580km、 $C_2 \sim C_3$ 間 が360km \sim 470km とほぼ一定で、相対位置関係に大きな変化はなかった。

b) C_1 は台風中心から北東方向に約1300km、 C_2 は約1000km、 C_3 は北北東方向に約800km離れた海上で発生した。衛星画像からわかるように、台風5号の主雲域は半径300km程度のほぼ円形であり、 C_1 、 C_2 、 C_3 は台風の主雲域からはるかに離れた場所に発生した。

台風5号が15KT前後でN進しているときに $C_1 \sim C_3$ は15 \sim 20KTでNNE進しているが、北進成分でみると台風5号の移動速度にほぼ等しい。また、台風の中心位置と C_1 、 C_2 、 C_3 との距離は、発生後12時間以上経過した14日00UTCでは、発生時における距離よりも100km程度大きくはなかったが、ほぼ一定とみなせる。 $C_1 \sim C_3$ および PTACC と台風5号との密接な関係がうかがえる。

c) PTACC を構成する個々の Cb は、例えば C_1 のように NNE 進したが、雲バンドとしてみると、台風の北上に伴って雲域が西側に、すなわち台風循環周辺の下層の風向にそって風下側に伸びていった。

3. 高層観測の特徴

Fig. 3 に八丈島における相当温位、風向・風速、湿潤域 ($T-T_d < 3^\circ\text{C}$: 点彩域) および対流不安定域 (斜線を付した矩形) の時間変化を示す。図中の記号 C_1 は、 C_1 が八丈島近傍を通過したおおよその時刻を示す。850mb でみると13日12UTC に相当温位のピークがあり、湿潤域の厚さも増加している。また、13日から14日にかけては600mb まで対流不安定になっている。 C_1 が通過した後は湿潤域の厚さが薄くなって対流不安定の程度も減少している。 C_3 が近くを通った鹿児島でも同様の特徴がみられた (図は省略)。

Fig. 4 に140E にそった空間断面図を示す。図中の記号 C_1 は図の時刻における C_1 のおおよその位置を、記号 F は地上天気図の梅雨前線の位置を表している。

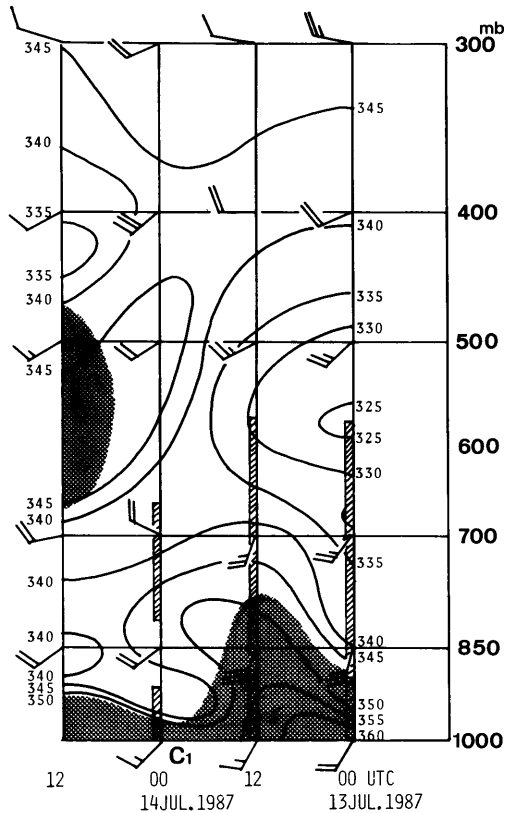


Fig. 3 Time-height cross section chart at Hachijo-jima. Solid lines mean equivalent potential temperature (K). Regions of $T-T_d < 3^\circ\text{C}$ are shaded and convectively unstable ranges are rectangularly hatched. Full barb is 10 knots and half barb is 5 knots. Symbol C_1 shows the location of cumulonimbus C_1 .

また、600mb 付近まで達している対流不安定域のその南北方向のおおよその広がりを斜格子を付した矩形で示した。他の表現内容は Fig. 3 と同じである。対流不安定域は南北に300 \sim 500kmの幅をもっており、13日から14日にかけて10KT位で北上した。345K以上の850mbの高相当温位域も対流不安定域と同位相で北上している。Fig. 3 でも示されているように、 C_1 は対流不安定域のやや南寄りに位置していた。 C_3 の近傍の130Eにそった空間断面図でも同様の特徴がみられた (図は省略)。

Fig. 5 に850mbの相当温位 (破線)、流線 (実線)、

風向・風速およびC₁、C₂、C₃の位置を示す。13日12 UTCに日本の南海上において東西方向に軸をもつ高相当温位域は、NNE進んで14日00UTCには本州、四

国、九州に達した。風の場を見てみると、13日12UTCでは台風5号の影響を受けて日本の南海上では南～南東の風が卓越していたが、14日00UTCにかけて風の

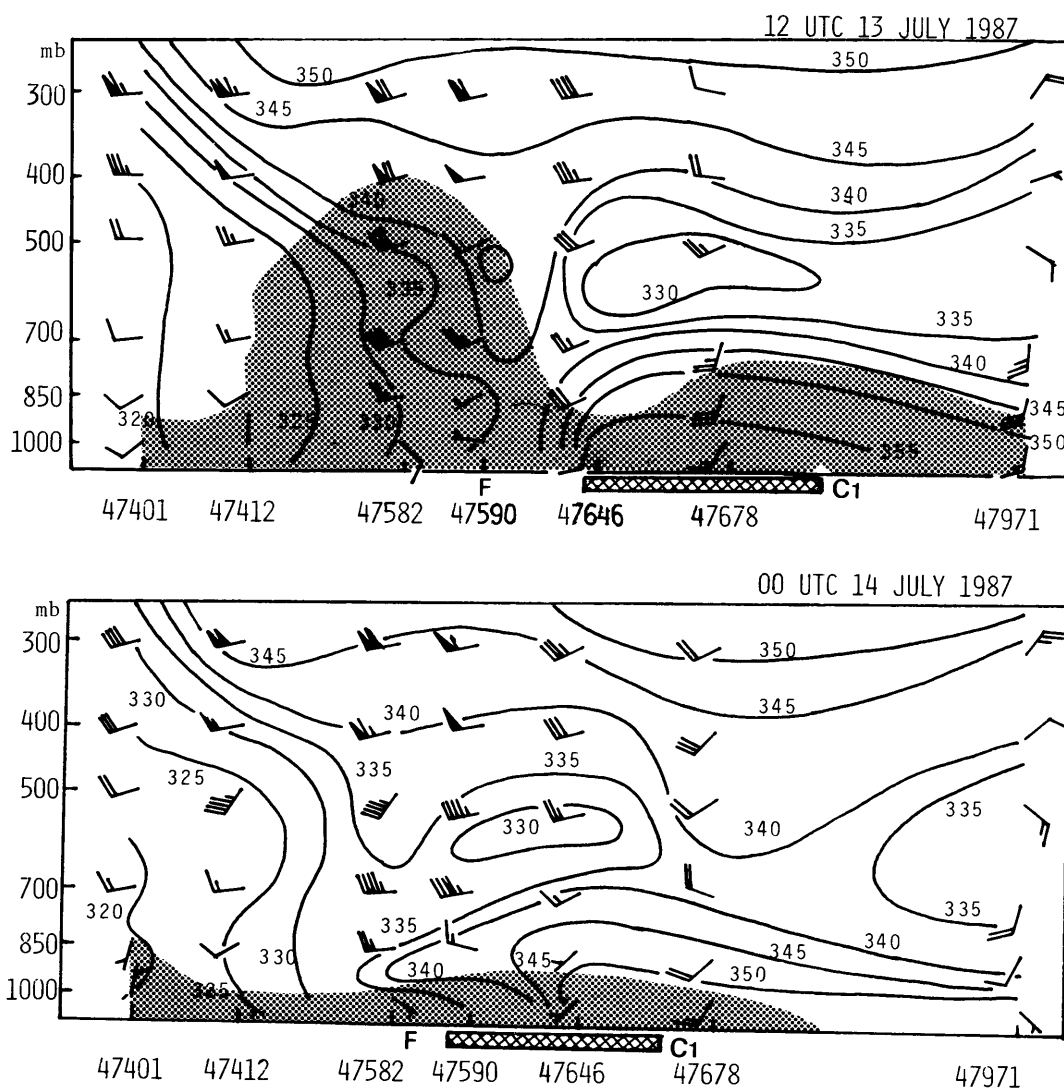


Fig. 4 Position-height cross section charts along 140E for 1200 UTC 13 and 0000 UTC 14 July 1987. Symbol F shows Baiu front. Cross hatched rectangle indicates convectively unstable region. Station names and numbers are Wakkanai (47401), Sapporo (47412), Akita (47582), Sendai (47590), Tateno (47646), Hachijo-jima (47678), Chichi-jima (47971), respectively. Black triangle flag is 50 knots. Other symbols are same as in Fig.3.

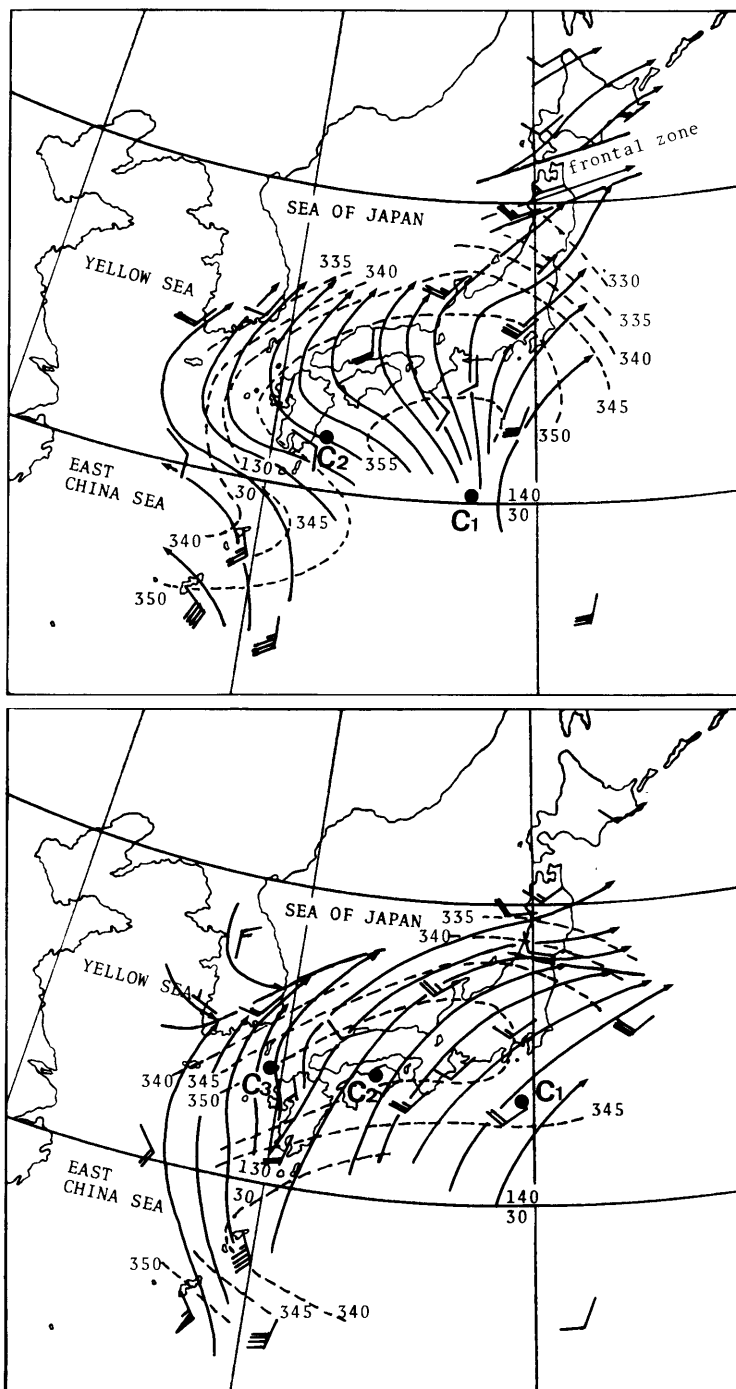


Fig. 5 850mb flow (streamlines) and 850mb equivalent potential temperature (K) analysis for 1200 UTC 13 (upper) and 0000 UTC 14 (lower) July 1987. Symbols C₁, C₂, and C₃ show the locations of cumulonimbus C₁, C₂, and C₃.

場は南西流に変わっていった。C₁、C₂、C₃およびPTACCが存在する日本の南岸は合流収束場となっているような特徴はみられない。この期間の700mb、500mbでの風場が一定して南西流であったこと(図は省略)も合わせて考えると、C₁、C₂、C₃およびPTACCは梅雨前線南側の南西流の風場のなかで移

動していったと考えられる。

4. 予想天気図におけるPTACCの表現

Fig. 6に13日12UTCと14日00UTCに対応する数値予報のVFMモデル(Very Fine Mesh model)の12時間予想天気図と予想時刻のC₁、C₂、C₃の位置を

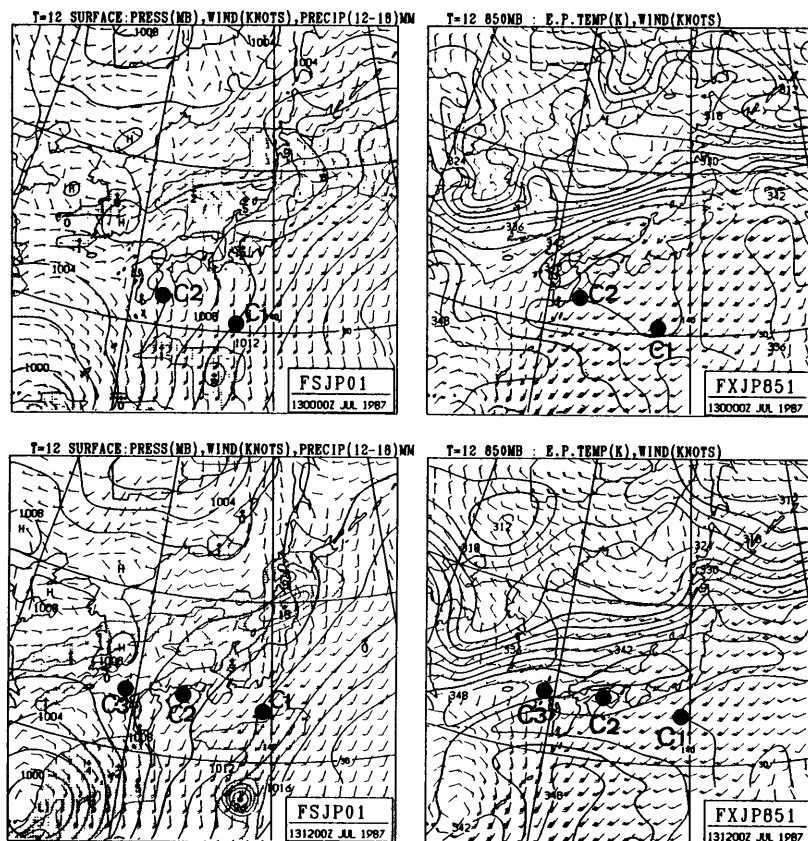


Fig. 6 12 hours forecast chart by VFM (Very Fine Mesh) model.
Symbols C₁, C₂, and C₃ show the locations of cumulonimbus C₁, C₂, and C₃.

示す。梅雨前線南側の東北地方南部から九州にかけて日本列島に沿った形で342K以上の高相当温位域が予想されており、活発な対流雲発生の場合としてのポテンシャルは高かった。しかし、降水予想でみたC₁、C₂、C₃との対応は悪く、事例のような規模の現象は予想天気図に表現されにくいと言える。

5. 考察

(1) 台風が偏西風帯に接近してきたとき、台風の東～北東側で下層収束・上層発散のメカニズムで活発な雲バンドが形成される場合があるが(黒田、1983)、この事例では下層での明瞭な合流収束はなく、成因をこの点には求めにくい。PTACCは南海上でのCb発生時点からみれば12時間以上にわたって対流活動が維持されており、孤立したCb(寿命数10分～数時間)の発生とは別のメカニズムによると思

われる。

- (2) 台風の北東象限には500～600kmの幅を持つ東西方向に伸びた対流不安定域があり、10KT くらいでN～NNE進した。PTACCはこの対流不安定域内で対流活動が維持され、不安定域の移動に伴ってPTACCもNNE進したと思われる。PTACCが高相当温位域のやや南寄りに常に位置していたことは対流不安定域との関連を示している。
- (3) C_1 、 C_2 、 C_3 の発生およびPTACCへの発達と台風5号の移動との間には密接な関係がみられる。台風5号の中心から1000km以上も離れた場所での現象であるにもかかわらず、 C_1 、 C_2 、 C_3 と台風との相対位置関係がほぼ不変であったこと、PTACCが台風循環周辺の下層風の流れに沿ったスパイラルの形状をしていることから台風の影響による一連の雲域として解釈できる。
- (4) 斎藤他(1973)、岡林他(1976)、門脇(1976)は、台風主循環の周辺部あるいは中心から数100km離れた位置に発生する活発な雲域として、外側降雨帯・先駆降雨帯・プレハリケーンズコールラインなどについて述べている。今回示したPTACCとの類似点は、台風が偏西風帯に接近してきた時に中心の進行前面又は右前面で活発な対流雲が発生したこと、対流雲の発生位置が中心から数100kmも離れた台風主循環の外側であったこと、対流雲の移動が台風中心位置の移動とほぼ同じで相対位置関係がほとんど変わらなかったなどがあげられる。

しかし、一方では次のような相違点があげられる。

- a) 外側降雨帯等の出現位置(台風の中心から概ね300～600km位)よりも更に外側に位置していた。
- b) 台風の北東象限での外側降雨帯の雲域は、数個のほとんど直線、又は中心に対して円弧状をなす帯状の対流雲域として現れ、雲域の走行が中心の移動を近似するとあるが、PTACCを構成する個々のCbはNNE進しながらも雲バンドの走行は東西方向であった。
- c) C_1 、 C_2 、 C_3 は互いに数100kmも離れてそれぞれ独立に発生したが、その後、NNE進しながら弧状の雲バンドとなってPTACCとして解析できるようになった。

このように、 C_1 、 C_2 、 C_3 の発生の状態、PTACCの発達過程をみてみると従来報告されているような台風の進行前面にみられる緩やかな曲率を持つ帯状の対流雲域の発生・発達過程とは異なるように思え

る。今回の事例で示したPTACCは従来の外側降雨帯・先駆降雨帯・プレハリケーンズコールラインなどは、類似点はあるものの、別の構造をもった現象であると考えられる。

6. まとめ

台風5号の北東海上で発達したPTACCの特徴として次の点があげられる。

- (1) 個々のCbと台風の中心との相対位置関係は、1000km以上も離れていたにもかかわらずほとんど変化がなく、個々のCbおよびPTACCは台風と同位相で移動していった。
- (2) PTACCを構成している個々のCbはNNE進したが、PTACCは台風循環周辺部の下層風に沿うようにスパイラル状になり、次第に風下側に雲域が伸びていった。
- (3) 台風の北東象限には幅数100kmの東西方向に伸びた対流不安定域があり、この不安定域内でPTACCは半日以上にわたって維持されていた。

PTACCの発達過程や発現位置から、PTACCは従来レーダーエコーとの対比で報告されている外側降雨帯等とは異なる現象と考えられる。PTACCの発生機構などについては不明な点も多く、今後の調査に期待したい。

7. 謝辞

本稿をまとめるにあたり、気象衛星センター解析課の竹村行雄調査官、麻生正調査官、鈴木和史調査官から適切な助言を頂きました。記して厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 岡林俊雄、黒崎明夫、1976：気象衛星の利用、天気予報指針(実用編)、133-138
- 門脇俊一郎、1976：熱帯低気圧の発生と台風観測、気象研究ノート第129号(台風特集)、123-189
- 黒田雄紀、南条政弘、1983：熱帯収束帯から太平洋高気圧の縁辺に沿って伸び出す対流雲バンド、気象衛星ひまわりによる雲画像の解析とその利用、気象衛星センター、175-183
- 斎藤直輔、門脇俊一郎、1973：台風、天気予報指針(基礎編)、136-146