

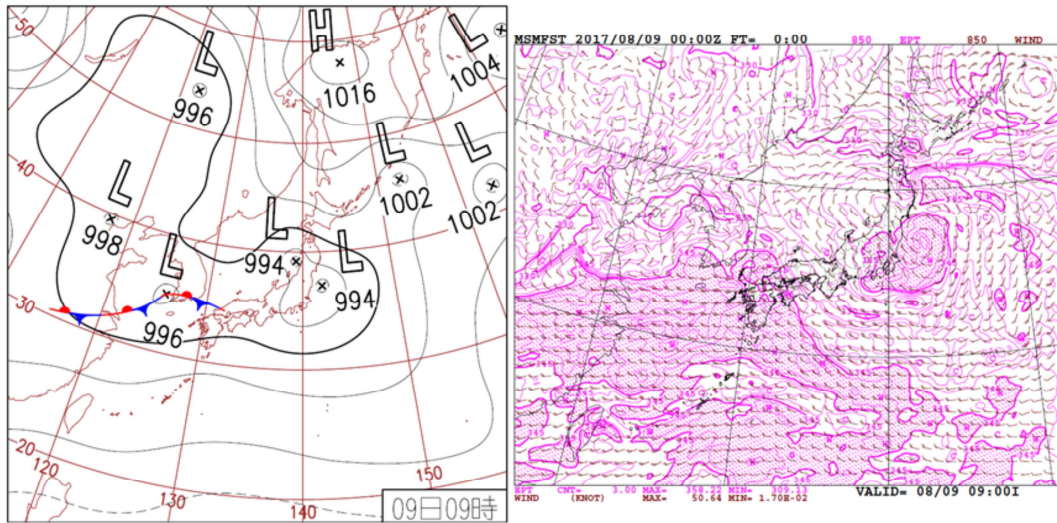
# ひまわり8号による積乱雲の監視事例

## ①（2017年8月8日～9日）

元資料 : 平成29年（2017年）研修テキスト第3章  
作成日 : 令和2年（2020年）3月24日

## 積乱雲の監視事例①(2017年8月8日～9日)

[中国大陸東岸から東シナ海を経て九州地方に接近する積乱雲]



**2017年8月9日9時の地上天気図(左)と同時刻初期値のMSMB850hPa風と相当温位(右)**  
 (右) 図中のハッチは345K以上の領域

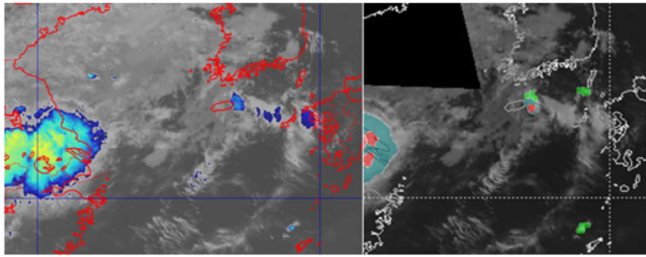
日本付近はオホーツク海に中心を持つ高気圧と日本の南の高気圧との間の気圧の谷の中にある。  
 9日朝には黄海で低気圧が発生し、前線を伴って東進中。黄海の低気圧やそこから伸びる前線に向かって下層の暖湿気が流入(福岡の9日9時の高層観測では、850hPa相当温位345.6Kを観測)。  
 前線周辺の華中から九州地方にかけては、大気の状態が不安定。

日本付近はオホーツク海に中心を持つ高気圧と日本の南の高気圧との間の気圧の谷の中にある。  
 9日朝には黄海で低気圧が発生し、前線を伴って東進中。黄海の低気圧やそこから伸びる前線に向かって下層の暖湿気が流入しており(福岡の9日9時の高層観測では、850hPa相当温位345.6Kを観測)、前線周辺の華中から九州地方にかけては、大気の状態が不安定となっていた。

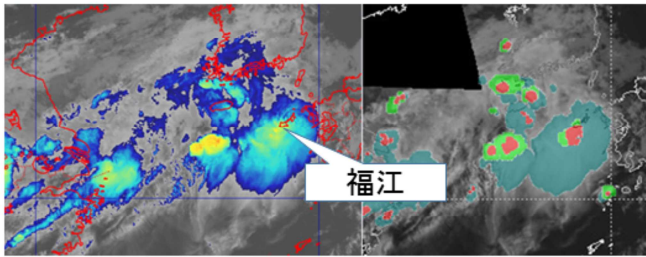
# 積乱雲の監視事例(2017年8月8日～9日)

[中国大陸東岸から東シナ海を経て九州地方に接近する積乱雲]

## ・1度目の積乱雲接近:8月8日9時から20時頃



雲頂強調画像と積乱雲情報プロダクトを並べた図 8日9時

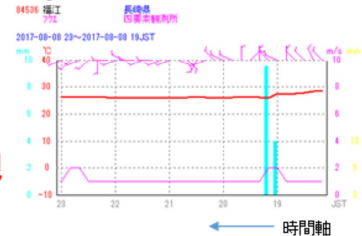


雲頂強調画像と積乱雲情報プロダクトを並べた図 8日19時

**雲頂強調画像を用いれば、レーダーやアメダスで雨域を監視できる前から監視を強化して対応することができる。**

既に8日9時の時点で華中方面に活発な積乱雲域が発生している。雲頂強調画像ではこの様子が検知できているが、レーダー合成画像はまだ範囲外で、その様子はわからない。同一の雲が移動しているように見えるが、実際には雲域が進む前方(東側)で新たに積乱雲が発生し全体に東～東北東に移動している。

12時50分頃にチェジュ島付近で積乱雲が発生・発達し、30分後の13時20分にはレーダー合成画像の範囲に入ってきた(図略)。五島列島の福江のアメダスで降水が観測されたのは8日19時頃になってからであった。

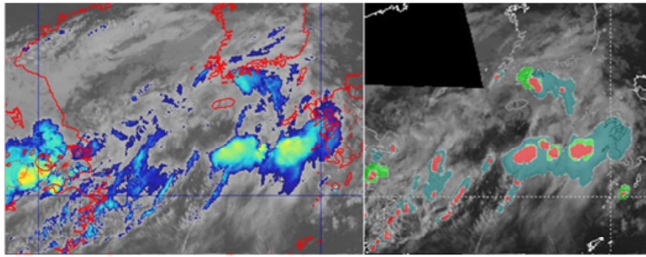


### 1度目の積乱雲接近:8月8日9時から20時頃

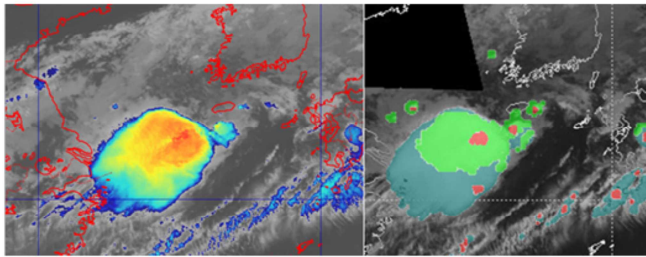
8日9時の時点で華中方面に活発な積乱雲域が発生している。雲頂強調画像ではこの様子が検知できているが、レーダー合成画像はまだ範囲外で、その様子はわからない。同一の雲が移動しているように見えるが、実際には雲域が進む前方(東側)で新たに積乱雲が発生し全体に東～東北東に移動している。12時50分頃にチェジュ島付近で積乱雲が発生・発達し、30分後の13時20分にはレーダー合成画像の範囲に入ってきた(図略)。五島列島の福江のアメダスで降水が観測されたのは8日19時頃になってからであった。このように、雲頂強調画像を用いれば、レーダーやアメダスで雨域を監視できる前から監視を強化して対応することができる。

## 積乱雲の監視事例(2017年8月8日～9日) [中国大陸東岸から東シナ海を経て九州地方に接近する積乱雲]

### ・2度目の積乱雲接近:8月8日21時と9日3時



雲頂強調画像と積乱雲情報プロダクトを並べた図 8日21時



雲頂強調画像と積乱雲情報プロダクトを並べた図 9日3時

8日21時に華中方面において活発化している積乱雲域は、9日0時～3時頃にかけて直径が300～400kmの円形に近い雲域へと急速に発達した。

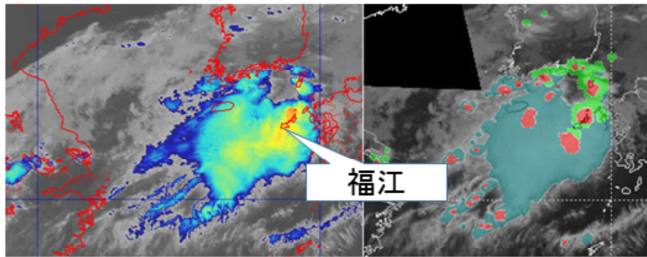
3時頃から東端がレーダー合成画像の範囲に入ってきた。

### 2度目の積乱雲接近:8月8日21時と9日3時

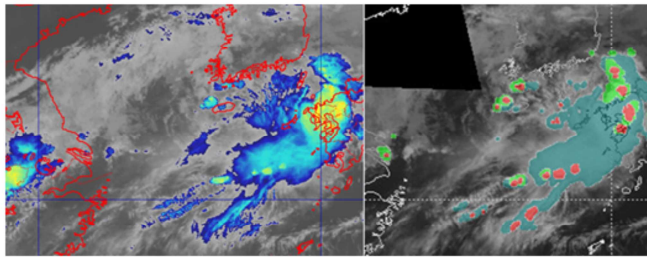
8日21時に華中方面において活発化している積乱雲域は、9日0時～3時頃にかけて直径が300～400kmの円形に近い雲域へと急速に発達した。3時頃から東端がレーダー合成画像の範囲に入ってきた。

積乱雲の監視事例(2017年8月8日～9日)  
 [中国大陸東岸から東シナ海を経て九州地方に接近する積乱雲]

・2度目の積乱雲接近: 8月9日7時と9日9時



雲頂強調画像と積乱雲情報プロダクトを並べた図 9日7時

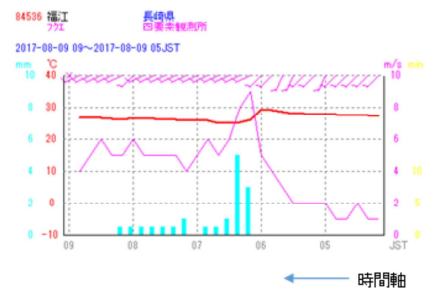


雲頂強調画像と積乱雲情報プロダクトを並べた図 9日9時

3時以降、雲頂の輝度温度はやや上昇して雲頂高度の低下を示している。雲域は一部に発達した積乱雲を伴って九州北部に接近してきている。

福江では6時～8時頃にかけて2時間あまりの間で14ミリの降水を観測した。

この積乱雲を含む雲域は、その後もあまり縮小せずに東に進み九州地方にかかってきた。



2度目の積乱雲接近: 8月9日7時と9日9時

3時以降は雲頂の輝度温度はやや上昇して雲頂高度の低下を示しているが、雲域は発達した積乱雲を伴って九州北部に接近してきている。福江では6時～8時頃にかけて2時間あまりの間で14ミリの降水を観測した。

この積乱雲を含む雲域は、その後もあまり縮小せずに東に進み九州地方にかかってきた。

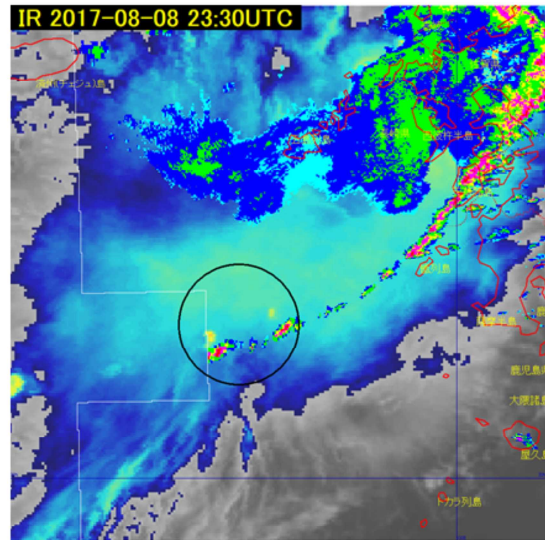
## 積乱雲の監視事例(2017年8月8日～9日) [中国大陸東岸から東シナ海を経て九州地方に接近する積乱雲]

### • 視差

積乱雲を含む雲域がレーダーの観測範囲に入った後も、雲頂強調画像や積乱雲情報プロダクトを使って監視を続けることはできる。

その際には「視差」により、衛星から得られる情報とレーダーの観測との間に数kmの位置ずれがあることを考慮した監視が必要である。

複数の府県にまたがる大きな領域では視差を考慮する必要性は低いが、活発な雲域に注目する時はおよそその視差を加味した形で画像を確認すると良い。

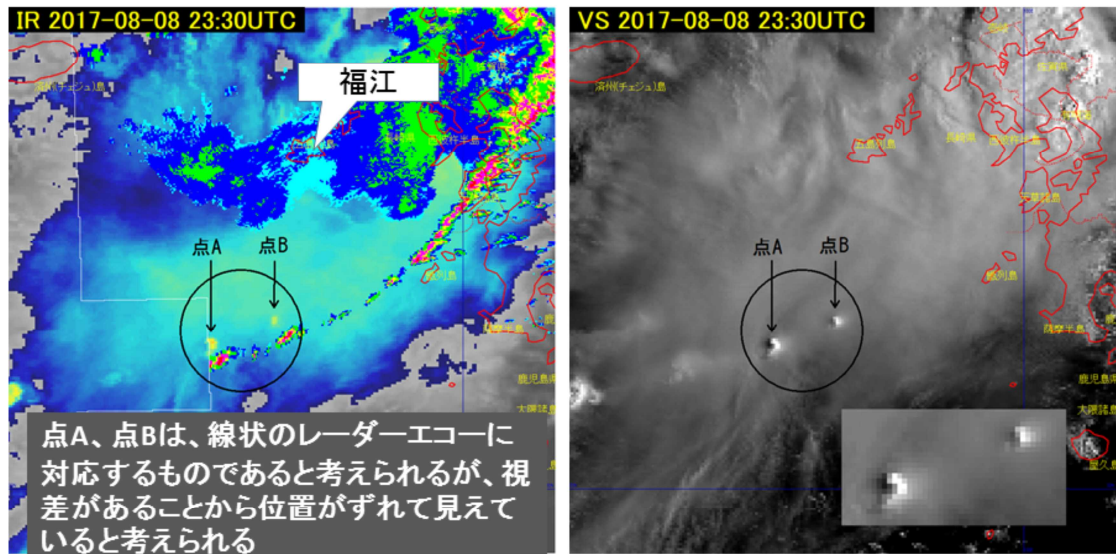


積乱雲を含む雲域がレーダーの観測範囲に入った後も、雲頂強調画像や積乱雲情報プロダクトを使って監視を続けることはできる。その際には「視差」により、衛星から得られる情報とレーダーの観測との間に数kmの位置ずれがあることを考慮した監視が必要である。複数の府県にまたがる大きな領域では視差を考慮する必要性は低いが、活発な雲域に注目する時はおよそその視差を加味した形で画像を確認すると良い。

# 積乱雲の監視事例(2017年8月8日~9日)

[中国大陸東岸から東シナ海を経て九州地方に接近する積乱雲]

## ・視差



左図は雲頂強調画像にレーダーエコーを重ねたものである。九州地方から東シナ海にかけて線状にエコーが見られる。衛星画像では、右図のように可視画像で見てもレーダーエコーで見られるような線状の雲域を確認することはできないが、黒い円で示した中に白く輝く2つの突出した雲域が点のように見える(点A、点B)。この部分は拡大すると太陽光が東から当たっていて、発達した積乱雲であると判断できる。この場所は雲頂強調画像では黄色から橙色に表示されている。

点A、点Bは、線状のレーダーエコーに対応するものと考えられるが、視差があることから位置がずれて見えていると考えられる。

積乱雲の監視事例(2017年8月8日~9日)  
 [中国大陸東岸から東シナ海を経て九州地方に接近する積乱雲]

・視差

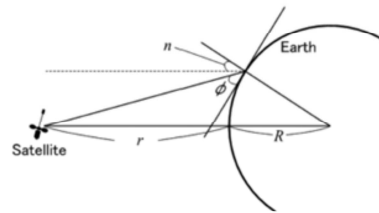
- ・ 齊藤他(2013)の式を使用して視差の大きさを計算してみる。

(注:この式は幾何学的関係から求めた近似式である)

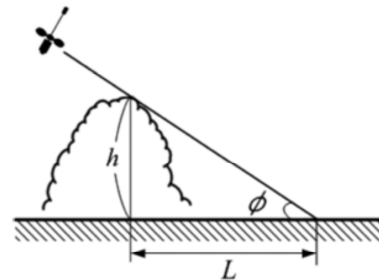
$$L = \frac{(r+R) \sin n}{(r+R) \cos n - R} h$$

L: 視差 r: 地球表面から衛星までの距離  
 R: 地球半径 n: 衛星直下点を0度とした時の角度  
 h: 雲の高さ

- ・ ひまわり8号の地球表面への投影位置は 北緯0度、東経140.7度  
 r=35700km、R=6400kmである。



第A2図 衛星とスキャン位置に関する幾何学的な関係を示す概念図。



第A3図 積乱雲の雲頂hとそれに伴う間延び距離Lを表す概念図。

視差の概念図  
 齊藤他(2013)より

視差については、「ひまわり8号による瀬s機乱雲の監視(夜間)」において説明した。以降のスライドでは、今回の積乱雲の雲頂の視差について計算する。計算には、齊藤他(2013)の式を用いる。

(注:この式は幾何学的関係から求めた近似式である)

$$L = \left( \frac{(r+R) \sin n}{(r+R) \cos n - R} \right) \times h$$

L: 視差 r: 地球表面から衛星までの距離  
 R: 地球半径 n: 衛星直下点を0度とした時の角度  
 h: 雲の高さ

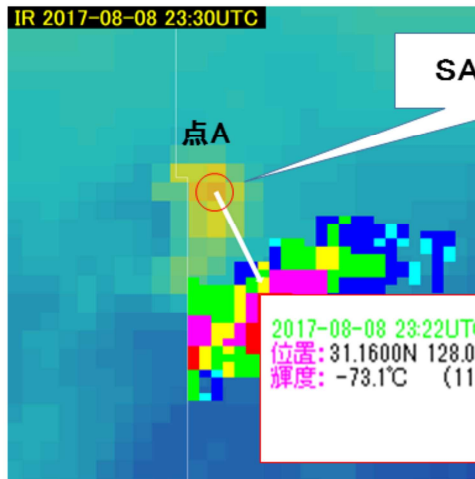
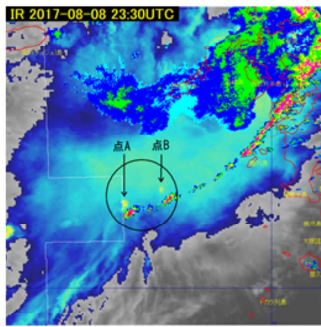
ひまわり8号の地球表面への投影位置は北緯0度、東経140.7度、r=35700km、R=6400kmである。

参考文献

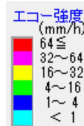
齊藤洋一, 小林文明, 桂啓仁, 高村民雄, 鷹野敏明, 操野年之, 2013: 衛星(MESAT-1R)ラピッドスキャンデータでみた孤立積乱雲の一生, 天気, 60, 247-260.



## 積乱雲の監視事例(2017年8月8日~9日) [中国大陸東岸から東シナ海を経て九州地方に接近する積乱雲]



・視差



2017-08-08 23:22UTC  
位置: 31.1600N 128.0200E  
輝度: -73.1°C (113hPa) (53100ft)

雲頂強調画像とレーダーエコーを重ねた図(左)とSATAIDで測定した輝度温度情報(右)

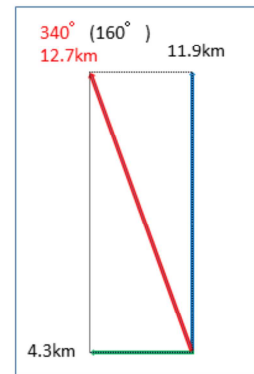
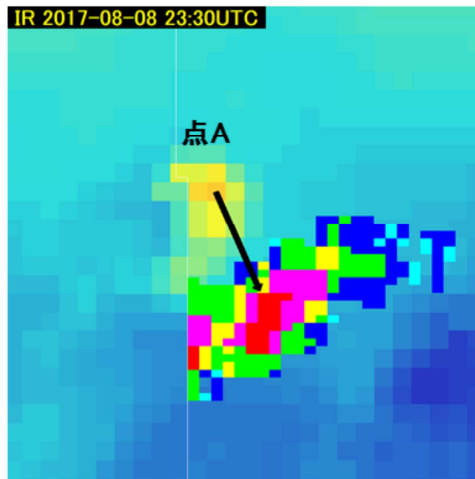
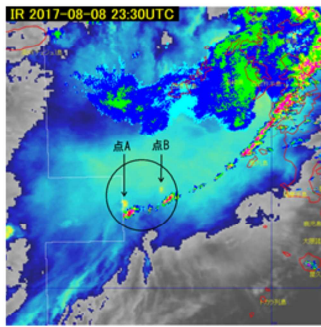
- 東シナ海の2つの雲域のうち点Aの雲域について、SATAID (Satellite Animation and Interactive Diagnosis) を使って位置と雲頂高度を計算すると、北緯31.16度、東経128.02度、雲の高さは53,100ft (16.185km) である。

注: 雲の高さを推定するにはGPVデータを読み込んでおく必要がある。

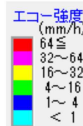
東シナ海の2つの雲域のうち点Aの雲域について、SATAID (Satellite Animation and Interactive Diagnosis) を使って位置と雲頂高度を計算すると、北緯31.16度、東経128.02度、雲の高さは53,100ft (16.185km) である。

# 積乱雲の監視事例(2017年8月8日~9日)

## [中国大陸東岸から東シナ海を経て九州地方に接近する積乱雲]



### ・視差



雲頂強調画像とレーダーエコーを重ねた図(左)とSATAIDで測定した輝度温度情報(右)

- ・ 視差について、東西・南北の成分に分けて考える。衛星直下点と東シナ海の雲域では、東西方向には12.68度、また南北方向には31.16度の角度差がある。従って視差の大きさは東西方向に約4.3km、南北方向に約11.9kmあることになる。ベクトル合成すると340度(北北西)約12.7kmの位置になる。
- ・ 図に示した黒い矢印が視差の大きさとなり、点Aと線状エコーが同じものであることが確かめられた。視差補正をしてもエコー強度の強い部分と衛星画像の輝度温度が最も低い地点は完全に一致しないが、輝度温度から求めた雲頂高度の誤差や雲画像の観測時間とレーダー観測時間とのずれ、近似式や代入した衛星の位置などの誤差などによるものである。

**\* 同じ場所に対する視差は雲の高さによる違いだけで大きさが決まる。**

視差について、東西・南北の成分に分けて考える。衛星直下点と東シナ海の雲域では、東西方向には12.68度、また南北方向には31.16度の角度差がある。従って視差の大きさは東西方向に約4.3km、南北方向に約11.9kmあることになる。ベクトル合成すると340度(北北西)約12.7kmの位置になる。上図中央に示した黒い矢印が視差の大きさとなり、点Aと線状エコーが同じものであることが確かめられた。視差補正をしてもエコー強度の強い部分と衛星画像の輝度温度が最も低い地点は完全に一致しないが、輝度温度から求めた雲頂高度の誤差や雲画像の観測時間とレーダー観測時間とのずれ、近似式や代入した衛星の位置などの誤差などによるものである。同じ場所に対する視差は雲の高さによる違いだけで大きさが決まる。事例調査にあたって、具体的な地点でのおおよその視差を推定する場合には、研修テキスト第3.3.2図、第3.3.3図を参照ください。