

空間的に大きな現象も意識を！

- I この30~40年の天気予報の思い出
- II ちょっとは意識したい大規模現象
- III 今後への期待

I この30~40年の天気予報の思い出

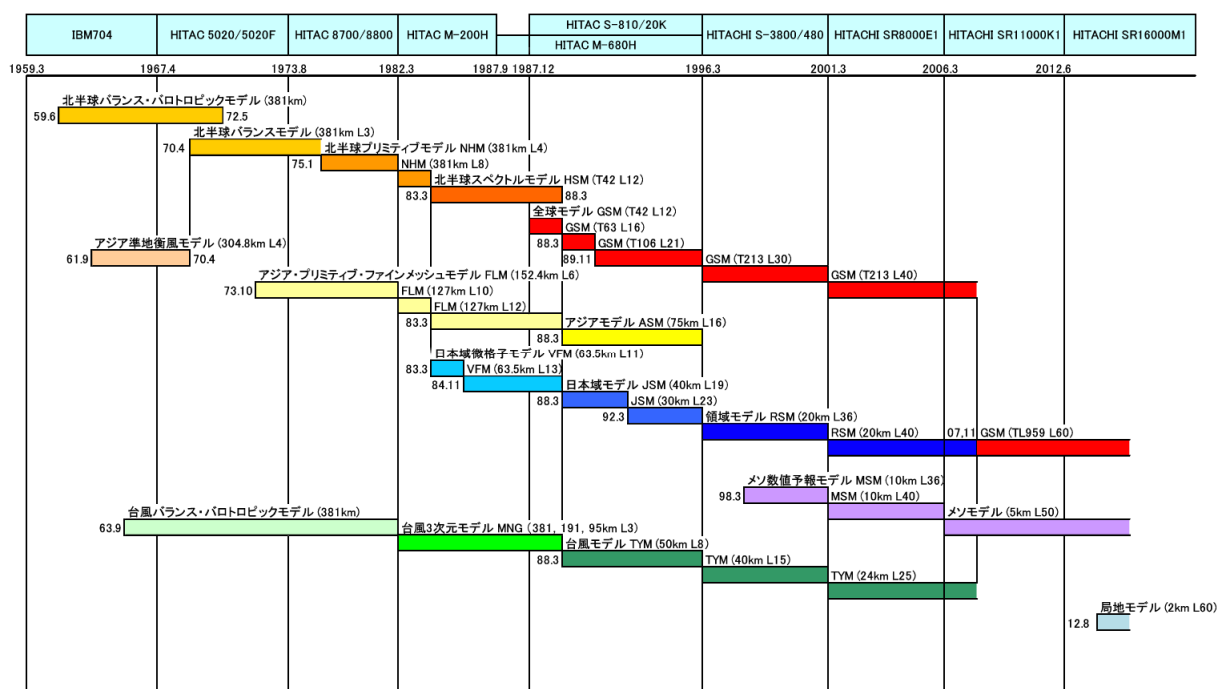
1-1 これからはメソだ！

1970年代末~80年代初頭、これからはメソに力を、といわれた。

1973年に HITAC8700/8800 が導入され（三代目電子計算機）、計算機の性能も（導入時に比べ）向上し、また、数値モデルの改善も進んだ。

とはいっても、格子間隔約 380 km、鉛直 4 層の北半球プリミティブモデルが実行できるようになったにすぎない。アジアファインメッシュモデル (FLM) でも、約 150 km 6 層であった。

現在のモデルと比較するのがかわいそうな位貧弱なモデルで、予測（再現）できる現象も限られるが、それでも、数値予報が現業での利用に堪えるようになってきた。モデルで予測（再現）できる総観規模現象はモデルに任せ（人間が考えるよりモデル結果のほうが確か）、モデルでは表現できない、メソ現象に注力すべき、ということが主張された。



第 1.2.1. 図 計算機と数値予報モデルの変遷 (室井, 2012)

## 1-2 数値予報の課題

数値予報が導入されたとはいえ、数値予報モデルにはまだまだ多くの課題があった。たとえば、

サブグリッドスケールの現象とパラメタリゼーション

静力学平衡はどのぐらいの現象まで仮定できるか\*1

観測値の偏在と解析値，初期値

地表面，海面，海氷など境界層

熱帯など中緯度以外の扱い

などなど。

さらには、

格子系モデルからスペクトルモデルへ

と、基本的なフレームにも変化があった。

## 1-3 予報現場では

当時、予報官は、予想天気図に手作業でうず中心の動きや、24時間の変化等を書き込むことで、大気の流れ、総観規模じょう乱の変動を“体得”していた。そのような作業をすることで、どのように変動するのか理解し、予報を行っていた。

“これからはメソ”との言葉のもと、このような作業は不必要とされた。

ここに落とし穴があった。予報現場における、大気の流れ、総観規模じょう乱の変動についての理解についての技術（技能）が衰退した。

1990年代に入り、現場における総観規模、メソ $\alpha$ スケール現象への理解の欠如、すべてはメソの問題、というような風潮となっていた。

このようなことから、地上天気図は見るものの、高層天気図類をあまり見なくなった。

ある気象研究会で、地上天気図は似ているが、降水の時間の長短が大きく異なる、“違いの要因はメソ”、との“研究”発表があった。実態は、地上の低気圧に対応する500hPaの谷の位置が数100km異なっており、低気圧のほぼ真上に谷のある例では降水時間が短く、500hPaの谷がずっと西にある例では降水時間が長かった、ということで、“メソ”を持ち出す話ではなかった。

その後、予報技術検討会の課題に、知見の整理（文献調査）のようなことが行われた（やらざるをえなかった）。この取り組みは現場からは結構評判がよかったと記憶する。

---

\*1 1970年代、総観規模スケールの現象と、中規模（メソ）スケール現象の間に、水平スケール1000~2000km程度の現象が指摘されていた。今日で言うところのメソ $\alpha$ スケールの現象で、*mid*eam, *inter*mideam, 中間規模じょう乱などいろいろな呼び方があった。当時、すでに、静力学平衡の仮定が成り立つのか、ということが議論になっていた（たとえば、気象庁（1974））。

## II ちょっと意識したい大規模現象

さすがに、こんなことはなくなったが、FAX天気図（予想図）の領域が狭く、総観規模やメソ $\alpha$ の現象を捉えにくい、理解しにくくなっている。

他方、数値予報モデルは、解像度をはじめ、格段によくなっており、（解像度の粗い）GSMといえども、細かな現象まで見事に予想されるようになった。そのほか、MSMやさまざまな資料が用意され、大きな現象を意識せずとも、“予報”の発表には支障なくなっている。むしろ、資料が数多く、それらすべてに目を通すのが大変、というのが実態かもしれない。

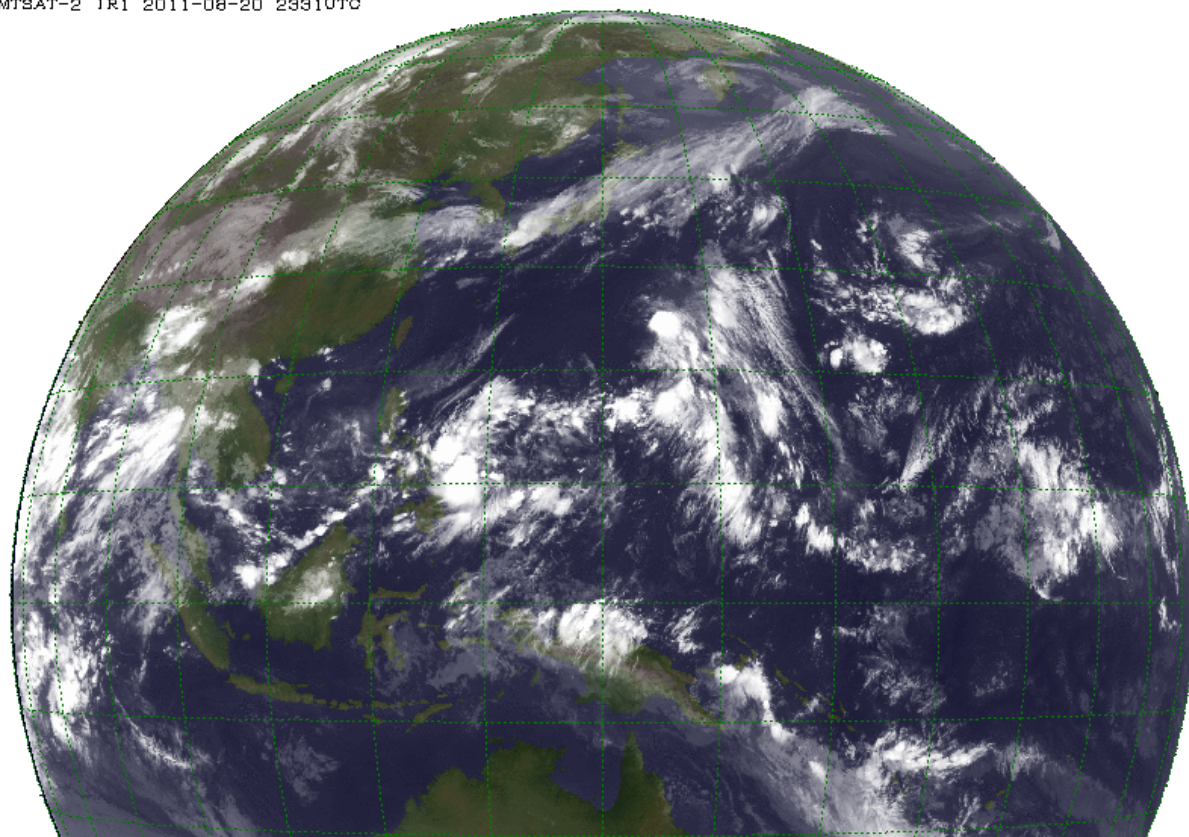
しかし、我々がすべきことは、予報資料がどうしてそのような値となっているのかを理解せぬまま、ガイダンスどおり予報を発表することではなく、どんな現象が起き、その結果、我々にとってどのようなことが現れるのか、ということ（予報資料から）理解し、情報を提供することである。

### 2-1 さまざまな大気現象

まずは復習、さまざまな大気現象について。

第 2.1.1 図は 2011 年 8 月 21 日 00UTC の気象衛星赤外面像である。

MTSAT-2 IR1 2011-08-20 2331UTC



第 2.1.1 図 2011 年 8 月 21 日 00UTC の気象衛星赤外面像

さまざまな雲が写っている（正しくは、雲頂の温度（放射量）が示されている）。白いところは温度が低く、雲頂高度が高い、黒いほど温度が高い。

日本列島の南には熱帯じょう乱（TD）がある、熱帯域は雲が波打って連なっている。オーストラリアの北東方向には雲が帯状に広がっている。などといったことを見てとれる。

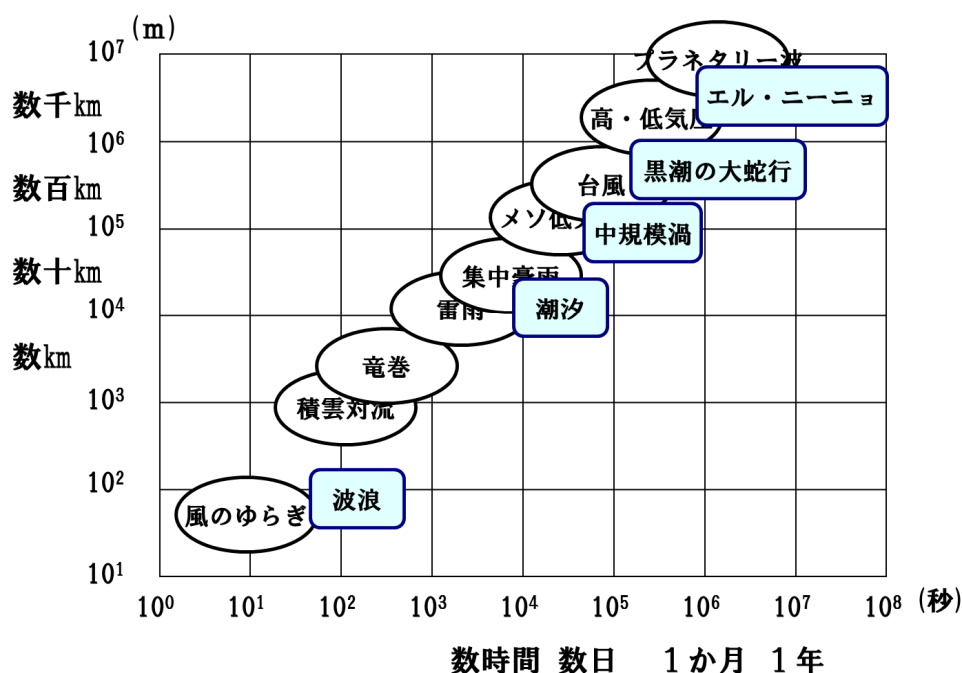
中高緯度を見ると、ベーリング海から中国大陸にかけ、雲域が帯状に連なり、日本付近では九州から四国付近で（周りより）白く、温度が低い、雲頂高度が高くなっている。

このようなさまざまな現象について、時間スケールと空間スケールを軸にあらわしたのが第 2.1.2 図である。

小さな現象としては、マイクロバースト、竜巻、ダウンバースト、熱雷、積乱雲などがあり、これらの現象は水平スケール 10 km 程度で、寿命も 10 分のオーダーである。積乱雲の塊、スーパーセルや、局地的な豪雨といった現象はもう少し大きくなるが、それでも水平規模は数 10~100 km、時間的にも数時間である。もう少し大きな現象となると、たとえば、台風があり、これは水平スケール 2~300 km で、寿命は数日といったところである。

さらに大きくなると、中間規模擾乱、今日ではメソ $\alpha$ と呼ばれているおよそ 1000km 程度の低気圧があり、さらにそれより大きな現象として、4~5000 km のいわゆる総観規模スケールの高気圧・低気圧がある。そしてブロッキング、大気の蛇行などプラネタリー波、地球規模の波動がある。

## 大気・海洋現象の時間・空間スケール



第 2.1.2 図 大気現象のスケール

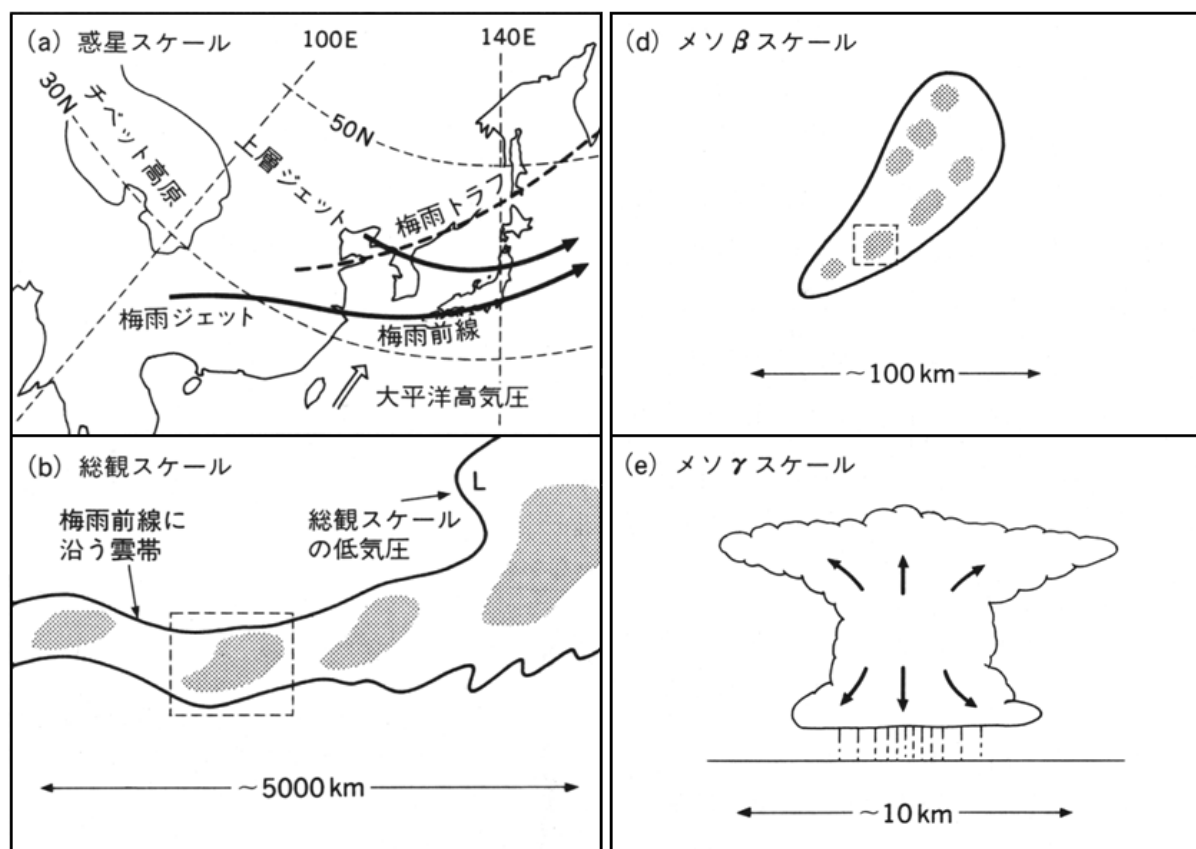
小倉 (1975) , Storch *et al.* (1999) , 古川ほか (2004) を参考に作成

このように、大気現象は、現象の空間スケールが小さいと寿命が短く、短時間で変動し、空間スケールが大きくなるにつれ寿命が長く、長時間の変動となる、という特徴をもっている。また、現象のスケールが小さな現象は振幅が大きく、大きな現象は振幅が小さい。

勿論、実際の大気現象は、ここに示したような現象が単独で存在しているということでは理解できないことがほとんどであり、いろいろなスケールの現象が重なり合っていると見るほうが妥当である。これを“多重スケール構造、(をもつ)”という (Ninomiya *et al.*, 1992, 小倉, 1994)。これらの現象は、その規模により特有の振る舞いをする一方、互いに影響しあっている (第 2.1.3 図)。

地方気象台の予報現場に求められるのは、雨が降るかどうか、警報や注意報となるような雨となるかどうかといった、メソβスケールやメソγスケールの現象である。これらの現象にも大きなスケールの現象が影響している。目先はともかく、前々日には、広い範囲の天気図を見つめ、大きな大気の流れを意識しておくといよい。

なお、末尾に、多重スケール構造の具体例として、先の衛星画像と同時刻の、地上天気図、日本付近の衛星画像、レーダーエコーを示した。



第 2.1.3 図 多重スケール構造の模式図

(小倉 (1994) , ただし、メソαスケールを省略してある)

## 2-2 ジェット気流

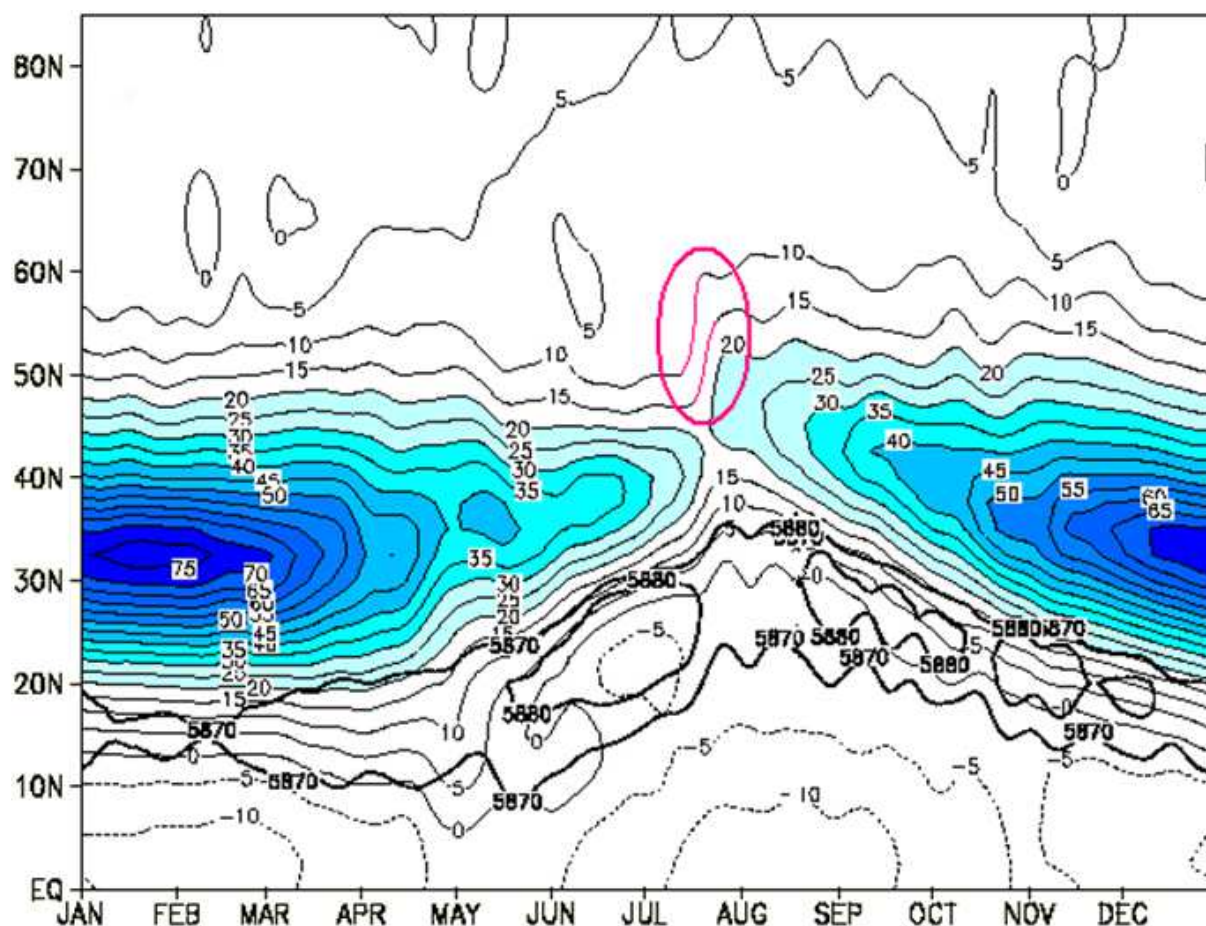
ジェット気流と天候の話をちょっとだけしたい。天気ではなく天候である。

第 2.2.1 図は、東経 140° に沿った、200hPa 東西風平年値の時間緯度断面図である。

あまりなじみのない図であると思うが、x 軸方向が時間（1 月から 12 月）、y 軸方向が緯度で、陰影域が東風の強い領域、すなわち、東経 140° 面におけるジェット軸になる。

注目してほしいのは 7 月半ばの 40~60° N である。強風域が極端な右上がりとなっている。ここが梅雨明けに相当する。春と夏の境目、などという文句がきそうだが、ヒマラヤの南を通過していた亜熱帯高気圧にジェットが北へ押し上げられ、ヒマラヤの北を通るようになる、夏である。

では、この時期のジェットが日本の天候にどのように関わっているか、簡単に見てみよう。



第 2.2.1 図 東経 140° に沿った、200hPa 東西風平年値の時間緯度断面図

第 2.2.2 図は 7 月の月平均 200hPa 東西風と東日本の月平均気温、東日本太平洋側の月間日照時間の相関を示したものである。

ともに、日本列島付近に有意な負の相関域がある。つまり、日本列島付近で西風が強いと気温は低く、日照時間は少ない、弱いと気温は高く、日照時間も多い。

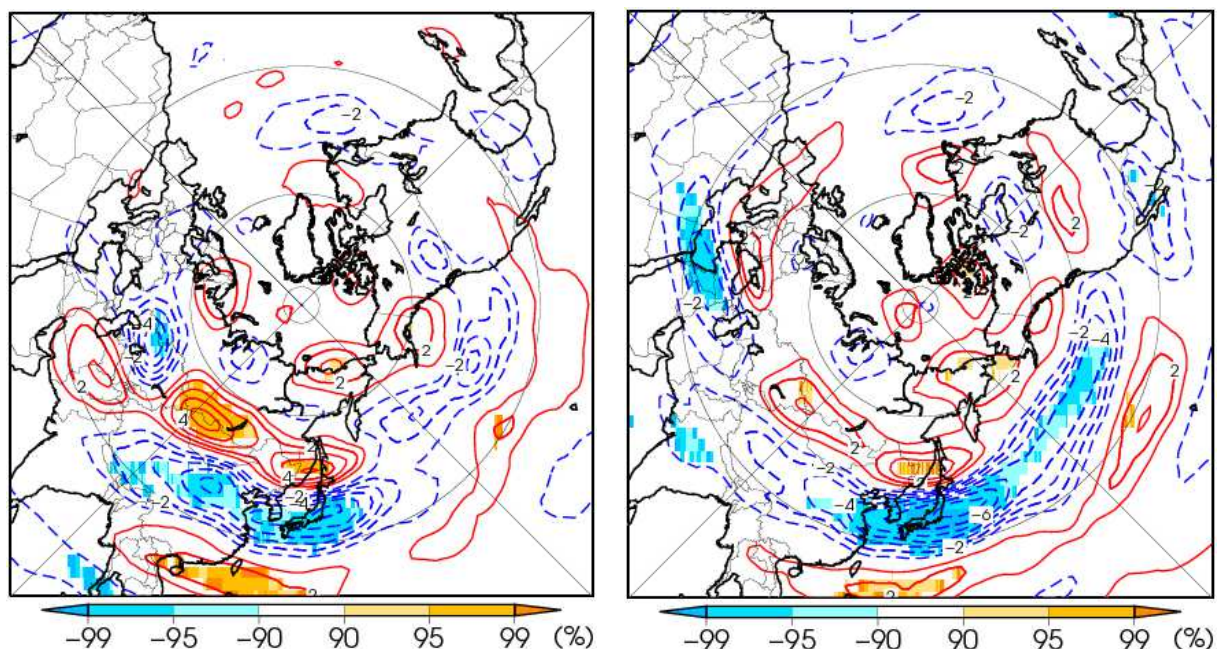
このことは月平均のジェット周辺の流れを考えれば容易に理解できる。ジェットの北では低気圧性循環・低圧部、南では高気圧性循環・亜熱帯高気圧となる。月平均の中緯度であるから、順圧構造（バロトロピック）で、下層でも同様になる。

西風が弱いのは、ジェットが例年より北上したことに相当する。亜熱帯高気圧、地上では太平洋高気圧の影響が例年より大きく、晴れて気温も高くなる。逆に、西風が強いことは、ジェットの北上が遅れていることに相当し、前線や低気圧の影響を受けやすく、くもりや雨の日が多く、気温も上がらない。

もう少し、身近な時間スケールで考えよう。日々の時間スケールでは、気圧の谷により大きく南北に変動しており、ジェットも南北に変動して見える。

しかし、南北の変動は、一様流 + うず と見ることができ、長周期の変動が隠れている。数日から 10 日程度平均すると見ることができる。

予報作業において、予報対象期間が近づくとつれ、降水量予想が少なくなることが時折ある。



第 2.2.2 図 7 月の月平均 200hPa 東西風と東日本の月平均気温（左），  
東日本太平洋側の月間日照時間（右）の相関

数値予報モデルでは、気圧の谷、低気圧が近づいてくると、ある程度まとまった量の降水を計算（予想）する。たとえば、超長波では東谷であっても、谷の接近にともない、低気圧を発達させたり、降水量をしっかりと計算する。このようなケースでは、予報期間が近づくとつれ、低気圧の発達はや弱くなり、降水量の予想も少なくなることがある。

地方気象台の予報現場に求められるのは、雨が降るかどうかが、警報や注意報となるような雨となるかどうかといった、メソβスケールやメソγスケールの現象である。これらの現象にも大きなスケールの現象が影響している。前々日などでは、広い範囲の天気図を見つめ、大きな大気の流れを意識し、いたずらに心配したりするようなことがないようにしたい。

個人的には、週間予報支援図（FXXN519）の5日平均図が好きで、よく見ている。前日との比較や、左右ふたつの図の比較などにより、パターンの継続（＝短波の振幅が小さく、超長波の影響が大きい）ことを見ることができる。

ただし、大規模場と降水量の関係は明確ではない。季節によっても変わる。東谷で安心しないように！

### 2-3 熱帯の対流活動と季節内振動

総観スケール～メソαスケールの低気圧とジェットは互いに影響し合っているが、そのほかにジェットを変動させるものとして熱帯の対流活動について触れておきたい。

全球の気象衛星画像を見ると、ほとんどの場合、熱帯域には雲が多い。熱帯域は、日射量が大きく、また、海洋の表層水温が高く、大気へ水分が補給されやすい。このため、積雲、積乱雲が発生しやすい。

小さな積雲が集まって一塊のようになっていることもある。これをクラウドクラスタと呼ぶ。クラウドクラスタの中から、熱帯じょう乱、台風等が発生することもある。

対流活動が活発（＝クラウドクラスタが密で高度も高い）であると、どのようなことが起きるか、考えてみよう。

熱帯域で対流活動が活発であると、上昇気流により下層の空気が持ち上げられる。持ち上げられた空気は圏界面に達し、そこで東西南北方向に発散する。北半球中緯度への影響で考えるなら、対流活動の北側に（圏界面で）発散した大気は広がり、上空の大気が増えることで気圧が高められる。

また、下層大気中に含まれる水分は、上昇過程で凝結する。対流活動が活発であることは、多くの水蒸気が凝結しておりことであり、凝結熱を大量に大気中に発することになる。この熱エネルギーが中緯度・中層へ伝播、気圧や気温の上昇につながる。

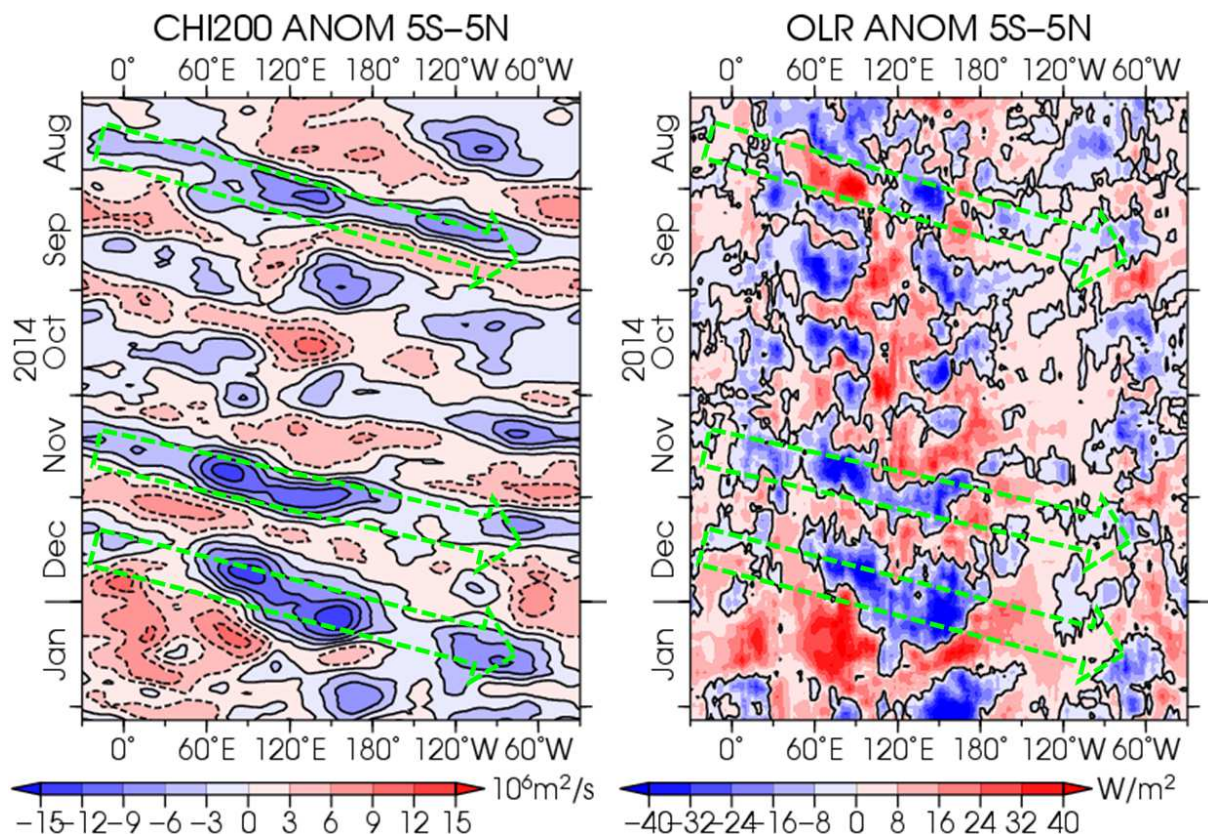
このことを模式的にあらわしたのが第2.3.1図である（この図の出典を失念した。転載等しないこと。）。

上層発散や熱エネルギーにより対流活動の北側に高気圧性循環が形成され、ジェットが北に偏ることで、傾圧帯や低気圧の経路が北に偏る。対流活動が不活発であると、高気圧の勢力がよわく、逆に南に偏る。

熱帯の対流活動の中緯度の循環への影響には、対流活動により上空に形成される高気圧の影響と、凝結熱のエネルギーの伝播があるが、この模式図では、対流活動により上空に形成される高気圧の影響と、凝結熱のエネルギーの伝播を混在させているように思う。

熱帯の対流活動の変動については、赤道季節内振動がよく知られている。これは、対流活動の活発な領域が、30~60日かけて地球を一周するように東進する現象のことで、Madden & Julian (1971, 72) が赤道域での海面気圧の変動の解析から見出した\*2。二人の名前をとって、マッデン・ジュリアン振動(MJO: Madden Julian Oscillation)とも呼ばれる。

第2.3.1図は2014年8月から2015年1月の5°S~5°Nで平均した200hPa速度ポテンシャル平年差の時間経度断面図(左)、OLR(外向き長波長放射量)の平年差の時間経度断面図(右)である。



5°S~5°Nで平均した200hPa速度ポテンシャル平年差(左)、  
OLR(外向き長波長放射量)の平年差(右)の時間経度断面図  
(2014年8月~2015年1月)

速度ポテンシャルは発散を見るために用いられる関数である。2次元の流れは、回転（非発散）成分と発散（非回転）成分に分けることができる。このうち発散成分は速度ポテンシャルの微分表現で表せることから、速度ポテンシャルにより発散を見ることができる。また、OLR（外向き長波長放射量）は、気象衛星の赤外観測から推定した地表から宇宙に向かって放射される長波長放射量で、熱帯域の対流活動の指標として使われている。

左図（200hPa 速度ポテンシャル平年差）、右図（OLR 平年差）とも青系色域が発散域、対流活動活発域にあたり、時間経過（上から下）にともなって、西から東（左から右）へ移っていく様子がいくつか見ることができる。しかし、強さや速さは必ずしも一定でないことや、東進が明瞭な時期と、はっきりしない時期があること、また、発散域と対流活発域が必ずしも一致しないことなど、その変動は単純ではなく、まだよくわからない点も多い。

さて、エルニーニョ現象が起こるとどうなるか。1997年春から1998年春にかけてのエルニーニョ現象時の赤道季節内振動はどうなっていたか。

海面水温が、西部太平洋赤道域では平年より低く、東部太平洋赤道域では平年より（かなり）高い状態が続いていたことから、対流活動は東部太平洋赤道域では（平年に比べ）活発な状態が、西部太平洋赤道域では不活発な状態が続いていた。このため、季節内振動が全く見られなかった。

海面水温の分布が平年から大きく隔たったことで、例年と異なるところで対流活動が活発で、しかも、その状況が続いている。このため、対流が活発（凝結熱を発する）ところが固定され、中緯度にも同じような影響が継続し、極端な天候が現れるやすくなる。エルニーニョ現象が注目される所以である。

なお、赤道季節内振動は週間予報やさらに長い予報において重要である。露木（1989, 1990）は長期間の数値予報における赤道季節内振動の重要性に加え、15日数値予報実験において、赤道季節内振動が予想できている時には中緯度に波列状の偏差パターンが現れ、低緯度からの伝播が見られることから、熱帯から中緯度への強制を通じ、北半球の予報のスキルが上がることを示した。

また、ECMWFが2004年の夏の終わりから1か月予報を開始したが、Vitart（2003）は、赤道季節内振動の予測について、位相についてはおよそ20日位まで予測スキルがあるものの、200hPaの速度ポテンシャルは積分開始数日後には振幅はかなり弱くなってしまい、と赤道季節内振動の予測が重要な課題であることを述べている。

---

\*2 Madden & Julian（1971, 72）は、赤道域の海面気圧の変動を解析し、インド洋から太平洋にかけて40～50日の顕著な周期の変動の存在すること、また赤道に沿って東進することを示した。対流活動については述べていない（当時はまだ気象衛星はなかった）。

## 2-4 ブロッキング

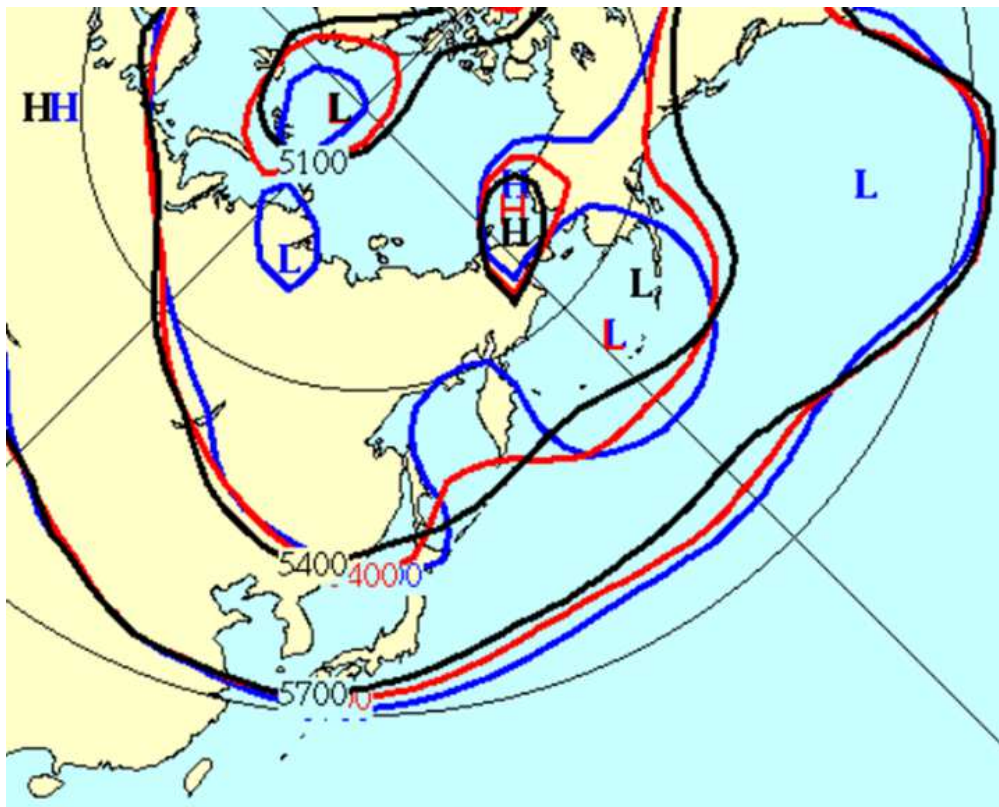
ブロッキングは、本来西風の強い中緯度のある場所で持続的に流れが蛇行し、西風が弱まり、移動性の高・低気圧の経路が阻まれる（ブロックされる）現象である。

ブロッキングは、

- ・ 突然起こる
- ・ 頻繁に起こる
- ・ 起こりやすい場所は特定されている
- ・ 1週間以上続く

といった特徴をもっている。

第 2.4.1 図に「突然」起こることを示した。ちょっと古いが、2000 年 4 月に見られた例で、500hPa 面の 5100, 5400, 5700m の等高度線のみを描いてある。日本の北の 5400m の等高度線に注目すると、4 月 6~10 日の 5 日平均（黒い線）では、南西から北東方向へ直線に近く描かれているが、2 日後の 4 月 8~12 日（青い線）では北側に向かって膨らみ、「Ω」型の等高度線が現れている。5 日平均のうち 3 日は共通しているにもかかわらず、大きく異なり、急激にブロッキングが起きたことがわかる。



第 2.4.1 図 ブロッキングは突然起こる

(2000 年 4 月 黒：6~10 日 赤：7~11 日 青：8~12 日)

比較的長く続くことなど、予測できれば予報の上でも、社会への影響の軽減など期待できるが、十分に解明されておらず、現状、予測は難しい。

週間予報支援図（アンサンブル）（FZCX50）では、クラスタ平均した 500hPa の 5100m, 5400m, 5700m の等高度線が描かれているが、FT=192, 168 では、各クラスタの予想がかなり異なっていることが多く、FT=72 になるとだいたい揃ってくるが、時には FT=72 でも揃ってこないこともある。

発生同様、解消の予測も難しい。数値予報モデルは、実況より、ブロッキングを解消させるのが早い（ブロッキングを維持できない）傾向があるように思う（きちんと検証したわけではない）。

このような、現象、数値予報の特徴をふまえ、予報作業では、

○ブロッキングが起これそうなとき

- ・数値予報資料の初期値替り
- ・最新のものを用いる
- ・悪い天候の予測を頭の片隅に

○ブロッキングが起こったら

- ・数日間は同じような場
- ・小さなスケールの変動に注目
- ・いつ解消するか（持続するか）に留意

といったことを意識するのがよい と思う・・・（語尾に力が入らない）

### Ⅲ 今後への期待

#### 3-1 予報は解析力！

さまざまなスケールの現象が重なり合っている。予報作業では、まず、これら現象の全体像を捉えること、を意識してほしい。

多くの実況の気象資料がある。たとえば、地上天気図、850hPa、700hPa、500hPa、300hPaなどの数多くの天気図がある。そのほか、気象衛星画像、それも、可視画像、赤外画像、水蒸気画像とある。また、レーダー画像があり、アメダスがあり、さらに、エマグラムやウインドプロファイラなど高層の資料等いろいろある。

これら資料は、大気の状態の一断面を示すに過ぎない。大気の状態、現象の一つの切り口を見ているのに過ぎない。高層天気図にしても、限られた気圧面、それも、我々の都合で決めた気圧面しか見ていない。現象は我々の都合に合わせてはくれない。当たり前だが、ひとつの資料ですべてが網羅できるわけではない。

得られた資料（情報）から現象の全体像を構築する、これが解析である。現象の全体像を捉えられることで、言い換えれば、どのような現象が、天気図でどのように表現されているのか、を理解することで、予想資料から現象の将来を見通すことができる。

すなわち、予測・予報技術は解析力に他ならない。

#### 3-2 誤差と仲良く

気象予報に予報誤差は避けられない。数値予報モデルも精緻になり、データ同化技術など、予報技術は進歩している。それでも、観測分布の不均一、観測誤差があり、誤差からは逃れられない。

誤差を「ゼロ」に近づける努力も重要だが、誤差と仲良くすることを考えてほしい。誤差から逃れられないということは、最終的な商品（情報＝必ずしも気象要素である必要はない）はともかく、そこに至る過程は確率的であることを意識してほしい。

このような思考ができるようになるために、予報資料に対する定量的評価技術の習得をしてほしい。確率予報ではポピュラーな評価指標であるブライア（スキル）スコアをはじめとして、評価指標を学んでほしい。これらは、技術開発、たとえば、警報・注意報の改善、予報支援ツールの作成の際にも、不可欠である。

また、評価手法を明確にすることで、情報の性能を伝えることができ、情報の受け手の利活用につながる。

#### 3-3 防災に向けて

最後に、防災に向けて触れておきたい。

第3.3.1図はIPCC（2013）の自然災害リスクの模式図である。気候変動に関わらず、災害リスクのコアの部分は自然災害に全般に当てはまるものである。

自然災害（リスク）は、自然現象のみで決まるわけではなく、社会の状況（危険度），災害の危険性への備え（対策状況）により変わってくる。たとえば、耕作地か，舗装された市街地かにより，同じような降水量の雨が降っても，影響の仕方は異なる。同じ市街地でも，排水溝の整備状況により異なってくる。

また，対策をとること（大規模な工事等）で，（気候の変動に影響を及ぼし）新たなリスクが生ずることを示唆している。

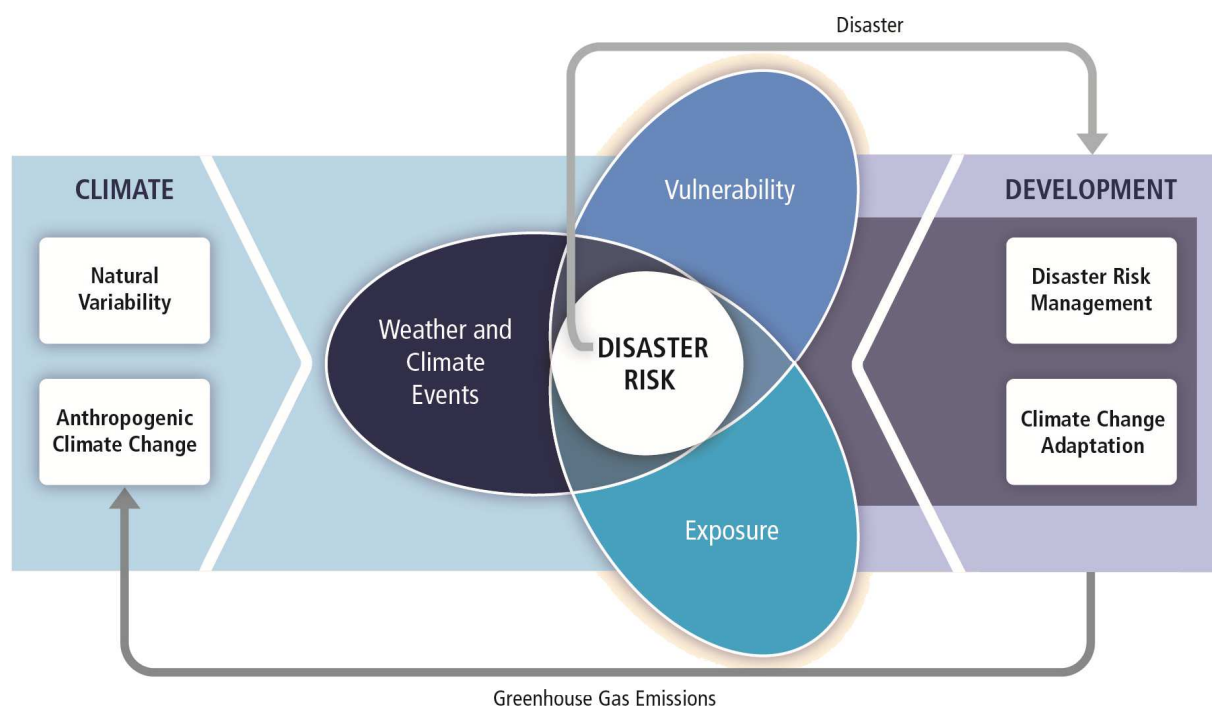
つねづね，気象台はじめ，さまざまな防災関係機関，自治体，地域やひとりひとりが，それぞれの役割を果たすことで防災・減災は達成される，ということを訴えてきた。その思いは今も変わらない。

では，我々の果たすべき役割とは何か。

いうまでもなく，適宜的確な情報（使える情報）の提供である。今日，「防災」を強く打ち出せるのは，これまでの地道な技術開発があり，情報の価値（精度）が高まったことによるものである。このことをしっかりとふまえ，すなわち，我々の持つ技術について，しっかりと学び，どんなことを基盤に，どのような情報を提供しているのか，そのことを理解したうえで，防災を語ってほしい。

この点は利活用に向けても共通するもので，商品（情報）の性能・仕様（特徴・精度）を示さなければ買（使）ってもらえない。

統計的検証技術が心もとない。統計的検証技術は，改善に向けての技術開発にも必須であり，是非身につけてほしい。



第 3. 3. 1 図 自然災害リスクの模式図（IPCC，2013）

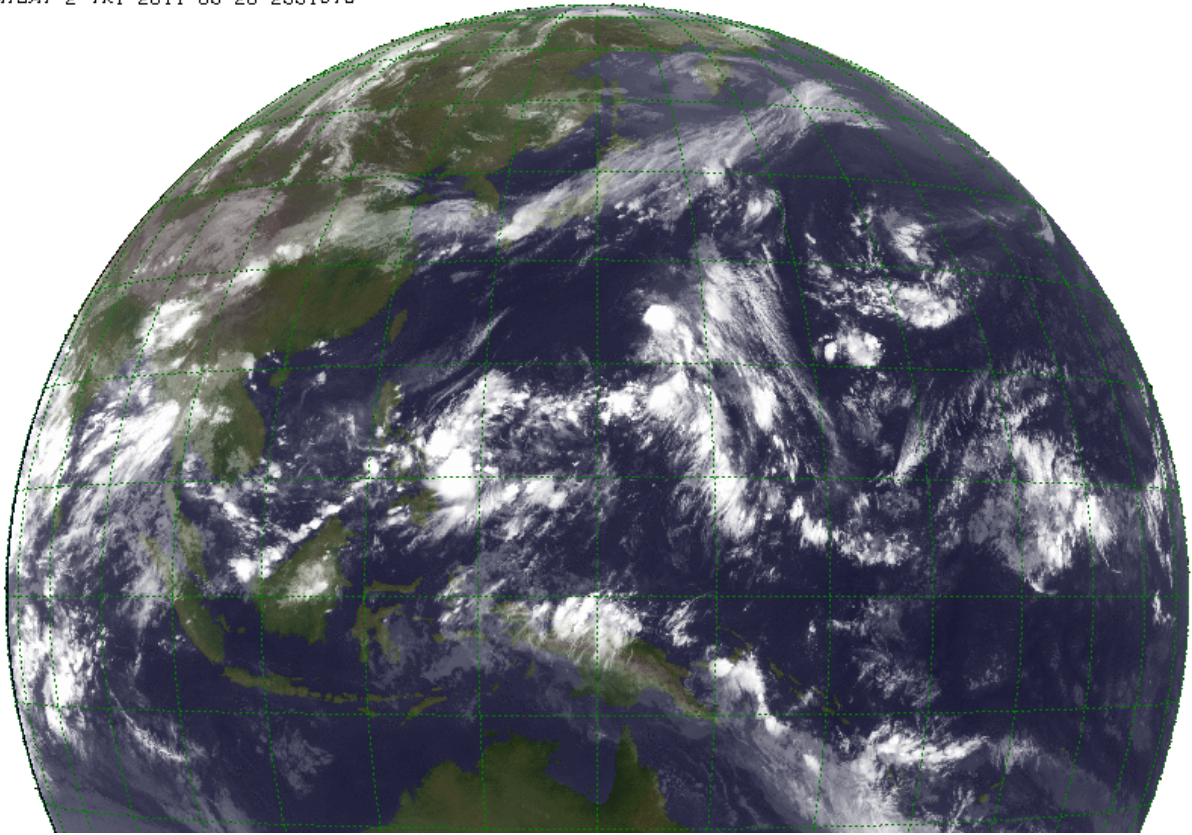
## 参考文献

- 室井ちあし, 2012 : 数値予報の基礎知識 概要, 平成 24 年度数値予報研修テキスト.
- Ninomiya, K., T. Akiyama, 1992 : Multi-Scale Features of Baiu, the Summer Monsoon Over Japan and the East Asia, *J. Meteor. Soc. Japan*, 70, 467-495.
- 小倉義光, 1975 : 展望—大気と海洋の相互作用, 海洋気象 (小倉義光, 浅井富雄 (編)), 1-6, 東京大学出版会.
- 小倉義光, 1994 : 対流細胞の増殖と組織化, 科学, 94, 765-773.
- Storch, H. V., F. W. Zwiers, 1999 : Statistical Analysis in Climate Research, Cambridge Univ. Press, 494pp.
- 露木 義, 1989 : 15 日予報の検証, 数値予報果報告・別冊第 35 号, 112-138.
- Tsuyuki, T., 1990 : Prediction of the 30-60 Day Oscillation with the JMA Global Model and Its Impact on Extended-range Forecasts, *J. Meteor. Soc. Japan*, 68, 183-201.
- 気象庁, 1974 : 梅雨末期集中豪雨研究報告, 気象庁技術報告第 86 号.
- IPCC, 2013 : Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation.
- Vitart, F., 2003 : Monthly Forecasting System, *Technical Memorandum*, 424, ECMWF.
- Madden, R. A. and Julian, P. R., 1972 : Description of Global-Scale Circulation Cells in the Tropics with a 40-50 Day Period, *J. Atmos. Sci.*, 29, 1109-1123.
- Madden, R. A. and Julian, P. R., 1971 : Detection of a 40-50 Day Oscillation in the Zonal Wind in the Tropical Pacific, *J. Atmos. Sci.*, 28, 702-708.

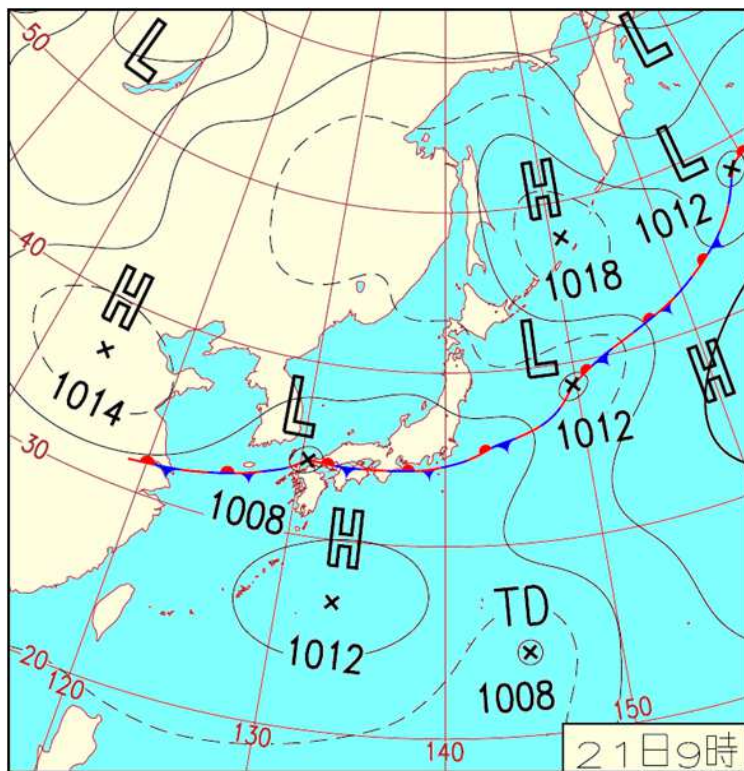
付) 多重スケール構造を気象衛星, 天気図, レーダーエコーで見る

2011年8月21日09時(日本標準時)

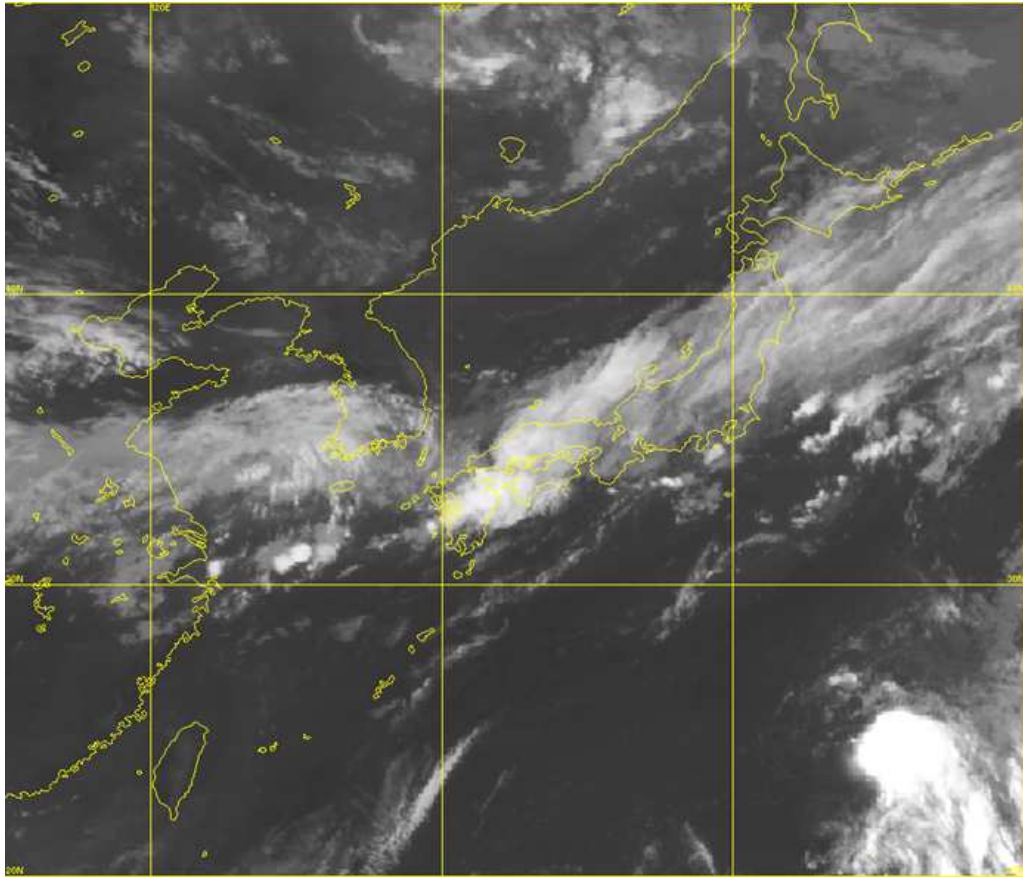
MTSAT-2 IR1 2011-08-20 2331UTC



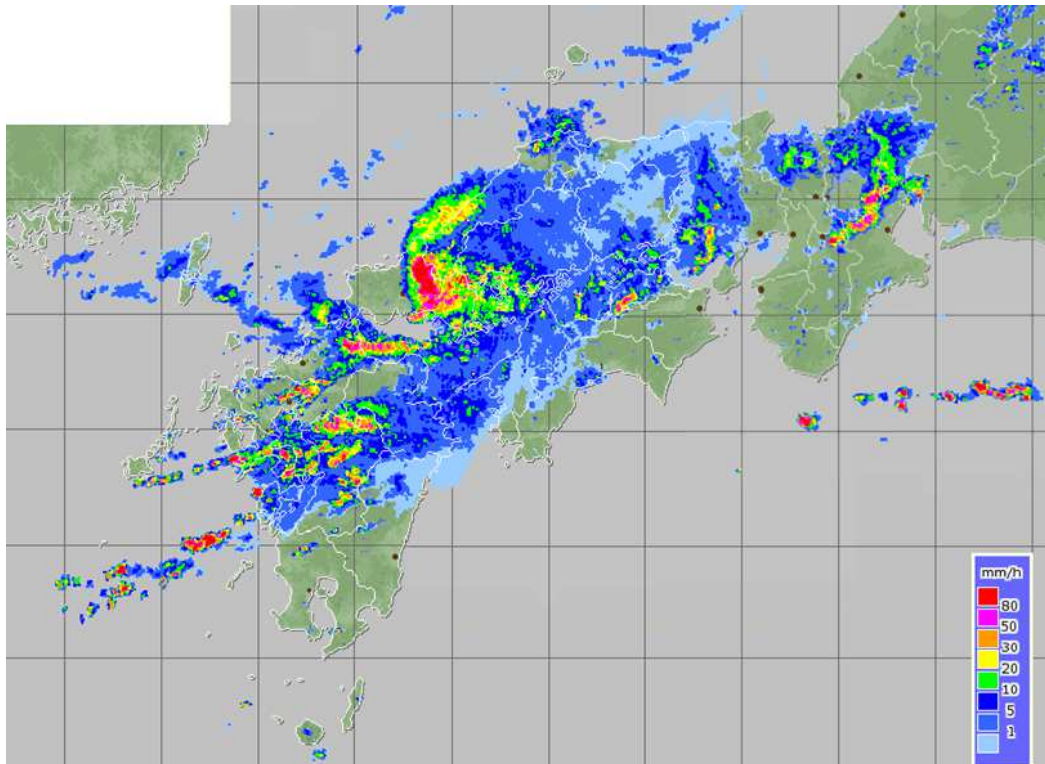
気象衛星画像(赤外)



地上天気図



気象衛星画像（赤外）



レーダーエコー