



リモートセンシング工学 (第2回:大気鉛直構造)

小槻 峻司

(shunji.kotsuki@chiba-u.jp)

千葉大学・環境リモートセンシング研究センター
准教授

2020年度 千葉大学・工学部・情報工学コース 小槻担当②

各回の予定（小槻担当）

- 第1回：ガイダンス & 天気予報とリモセン
- 第2回：大気の鉛直構造
- 第3回：大気の熱力学と降水過程
- 第4回：大気の放射
- 第5回：大気の運動
- 第6回：メソスケールの気象
- 第7回：気候の変動
- 第8回：数値天気予報の仕組みとデータ同化

Today's Goal

**A typical scenery in summer.
What can you "see"?**



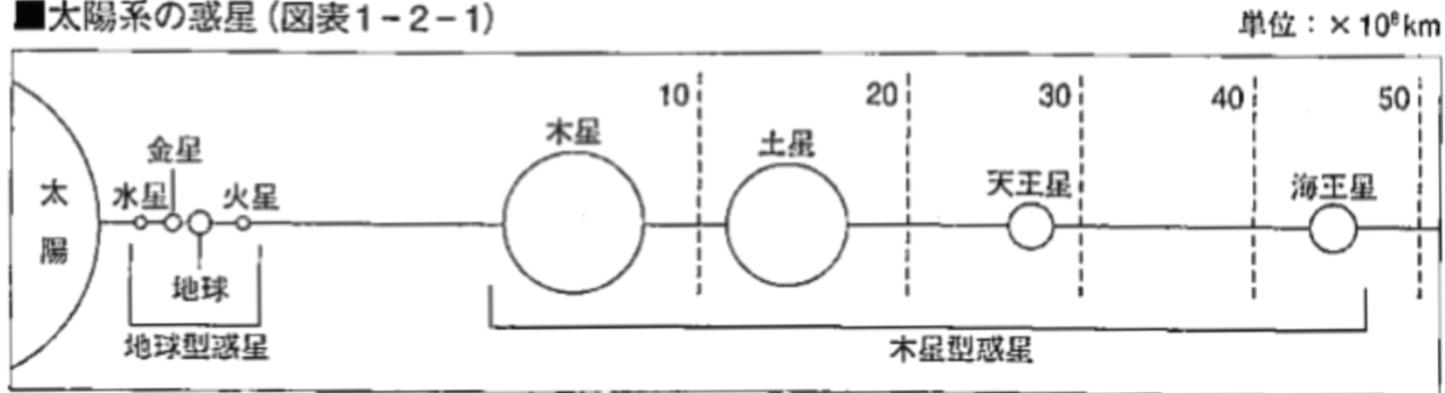
4 pm. Sep. 9, 2020 @ Chiba University

1章：太陽系の中の地球

太陽系の中の地球

太陽系の惑星

■太陽系の惑星 (図表1-2-1)



■地球型惑星と木星型惑星の特徴 (図表1-2-2)

	種別	赤道半径	密度	表面温度	表面気圧	大気組成 (主成分)
地球型	水星	2440km	5.43g/cm ³	560K ± 20	ほぼ0	なし
	金星	6052km	5.24g/cm ³	720K ± 20	90気圧	二酸化炭素、窒素
	地球	6378km	5.52g/cm ³	280K ± 20	1気圧	窒素、酸素
	火星	3397km	3.93g/cm ³	180K ± 30	1/130気圧	二酸化炭素、窒素
木星型	木星	71492km	1.33g/cm ³	—	—	水素、ヘリウム
	土星	60268km	0.69g/cm ³	—	—	水素、ヘリウム
	天王星	25559km	1.27g/cm ³	—	—	水素、ヘリウム、メタン
	海王星	24764km	1.64g/cm ³	—	—	水素、ヘリウム、メタン

(注) 木星型惑星の表面気圧は、岩石表面がないので表せません。

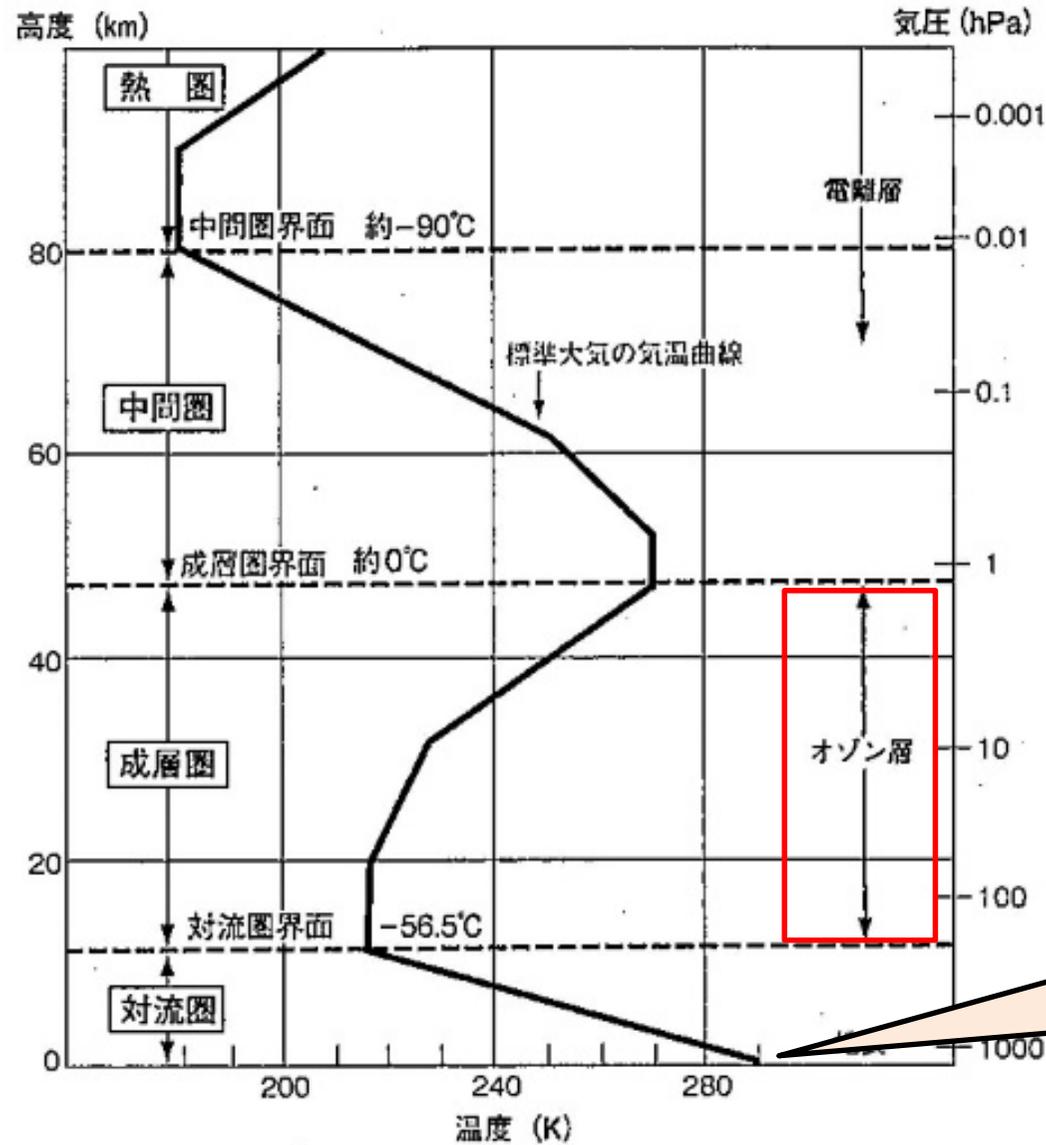
地球大気の形成

- **地球の誕生**
 - 約46億年前
- **地球大気の起源**
 - 火山によるガスが主成分（85%が水蒸気）
- **海洋の出現**
 - 約38億年前
 - 最初・海洋は酸性 → 鋳物イオンと中和
 - 二酸化炭素が溶け込んだ
 - 金星・火星と異なる1つ目の点： 二酸化炭素が薄い
- **酸素の生成**
 - 約20億年前
 - 海洋植物による光合成 → 酸素(O_2) → オゾン(O_3)
 - 金星・火星と異なる2つ目の点： 酸素濃度が濃い

2章：大気鉛直構造

大気の鉛直構造

■温度の鉛直分布と大気層の区分 (図表1-3-2)



飛行機の運航高度

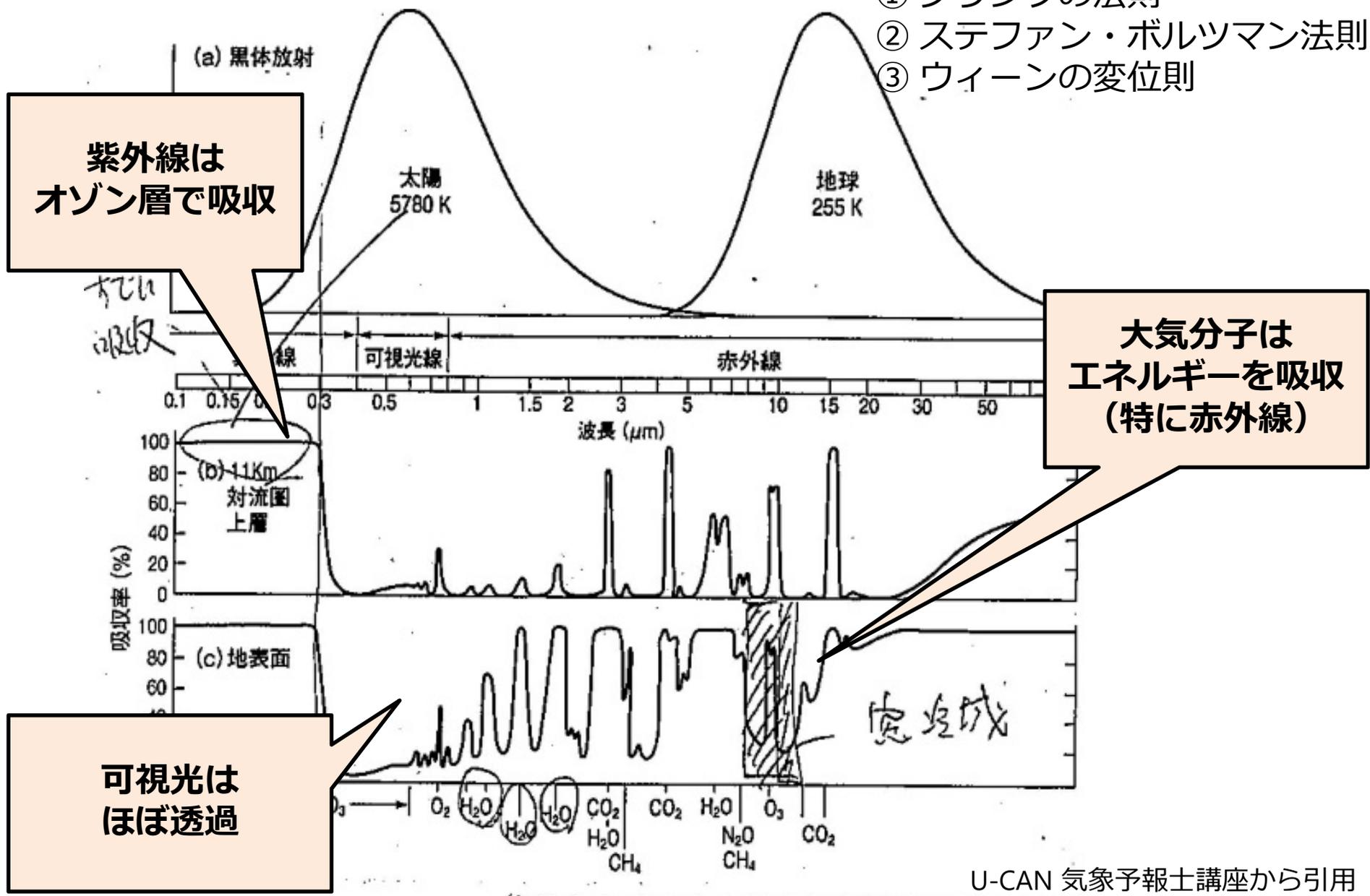
対流圏界面

image from wikipedia

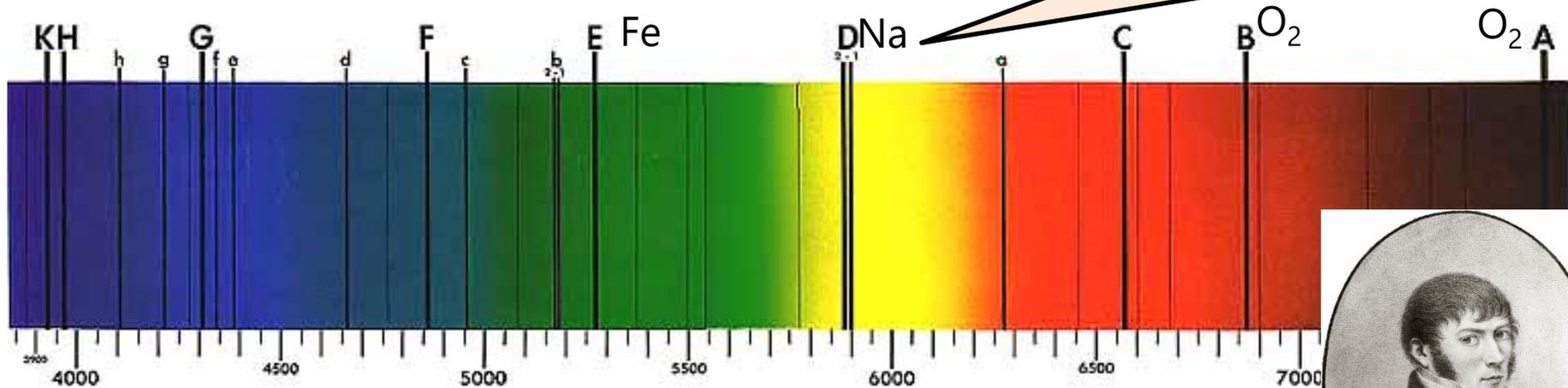
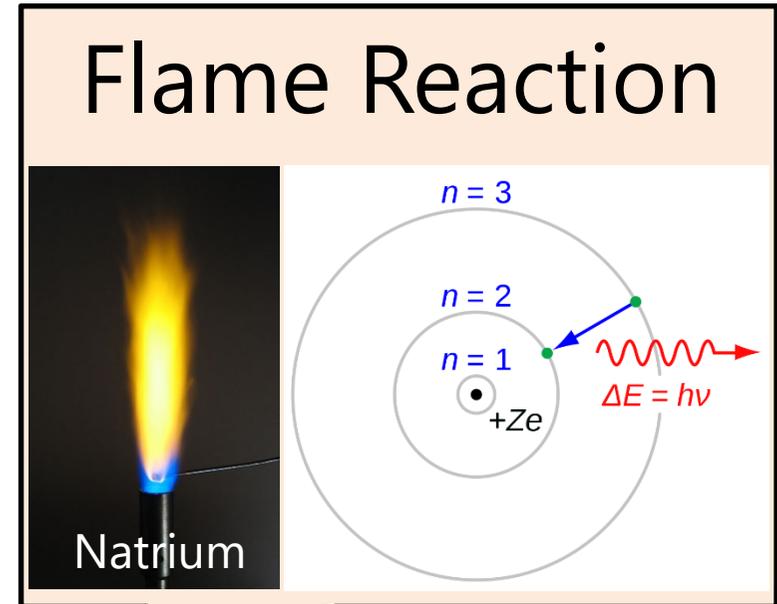
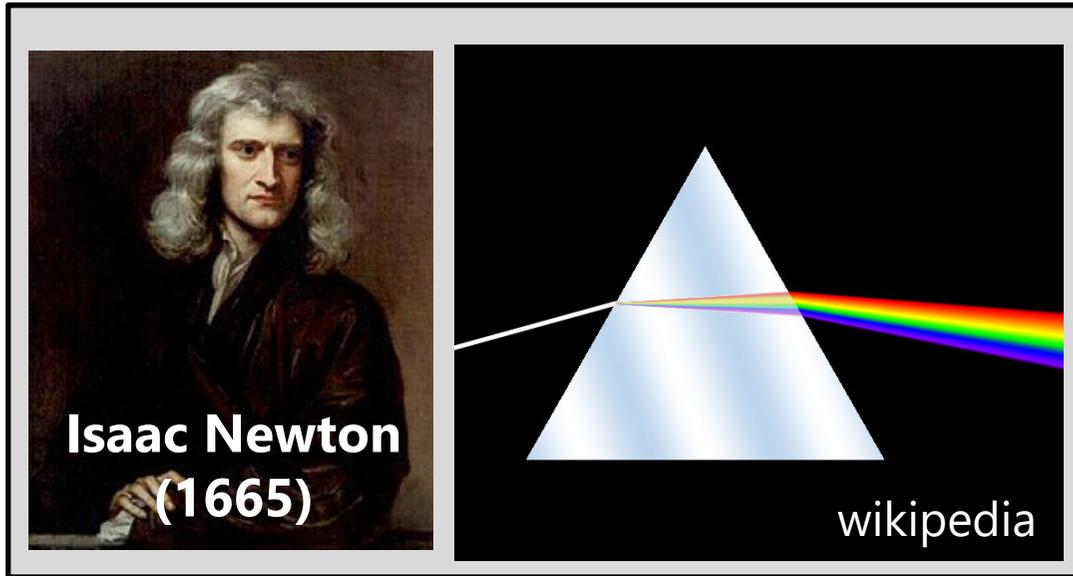
太陽放射が
対流のエネルギー源
(下層の温度が高い)

物体の放射特性 と 大気の吸収

- ① プランクの法則
- ② ステファン・ボルツマン法則
- ③ ウィーンの変位則



Observation of Visible Lights



→ Can estimate (1) stars' molecules, and (2) distance from the earth.

van Fraunhofer (1813)



今回の結びつけ

• 紫外線とオゾン

- 生物にとって、紫外線は天敵（DNAを破壊）
- 地球は“海洋”で植物が誕生し、 O_2 & O_3 を形成
- オゾン層があるから、、、
 - 生物は陸地に進出できた。
 - 地球大気には比較的安定な成層圏が存在する
- オゾンの生成には太陽光が必要
 - フロンガスにより、オゾンホールが問題化した。

• 太陽と可視光

- “太陽系の太陽(6,000K)”の放射が、可視光域だった
 - 別の恒星系では、生物の可視光域は異なるかもしれない
- 可視光領域は、分子による吸収率が低い
 - だから、目が見える生物が地球では発達した
- 可視光域にも波長帯は短いが、吸収帯がある
 - 「或る分子は、特定の波長帯を吸収する」ことを知ろう。
 - 炎色反応との結びつけ（大気中の気体に限る）

Today's Goal

**A typical scenery in summer.
What can you "see"?**



4 pm. Sep. 9, 2020 @ Chiba University

Today's Goal

手前の雲の高度は
圏界面まで達していない

ここが対流圏界面
(約10kmくらい)

房総半島沿いの対流群。
おそらく、昼間の好天気で
海→陸に風が吹き、収束帯となった。

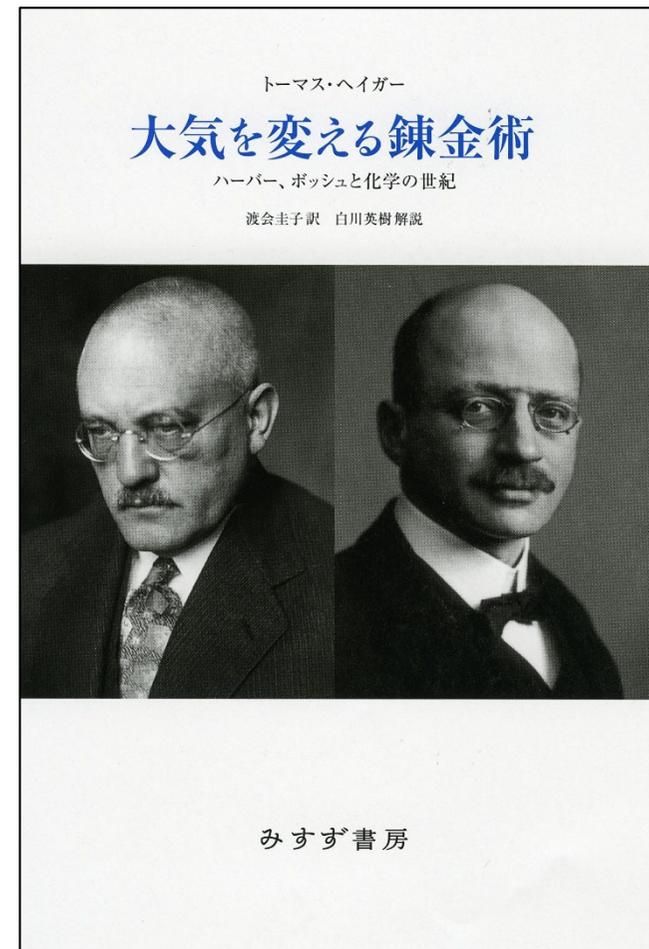
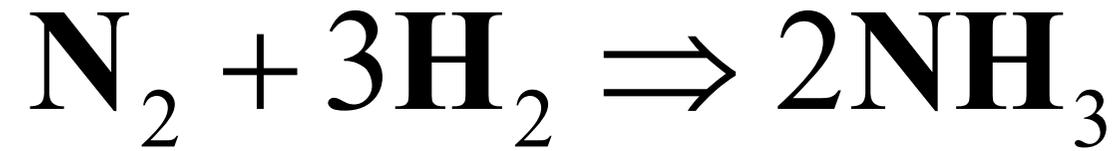
Bōsō Peninsula

4 pm. Sep. 9, 2020 @ Chiba University

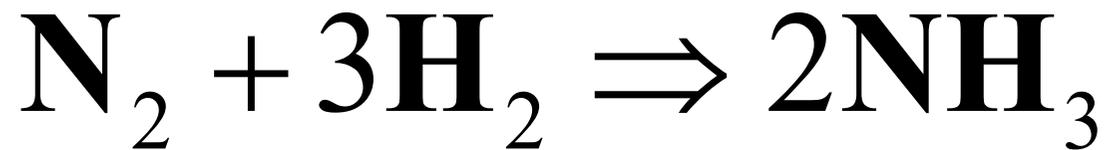


**今日の雑談：
ハーバーボツシユ法**

これなんですか？



ハーバーボッシュ法の裏側の世界



ハーバー・ボッシュ法



高校化学

窒素三重結合

輪作・マメ科

ハーバー・ボッシュ法

高温・高圧反応

ハーバーの悲劇

ユダヤ人・ナチス

世界人口の急増
(無ければ2/3)

大気を変える錬金術

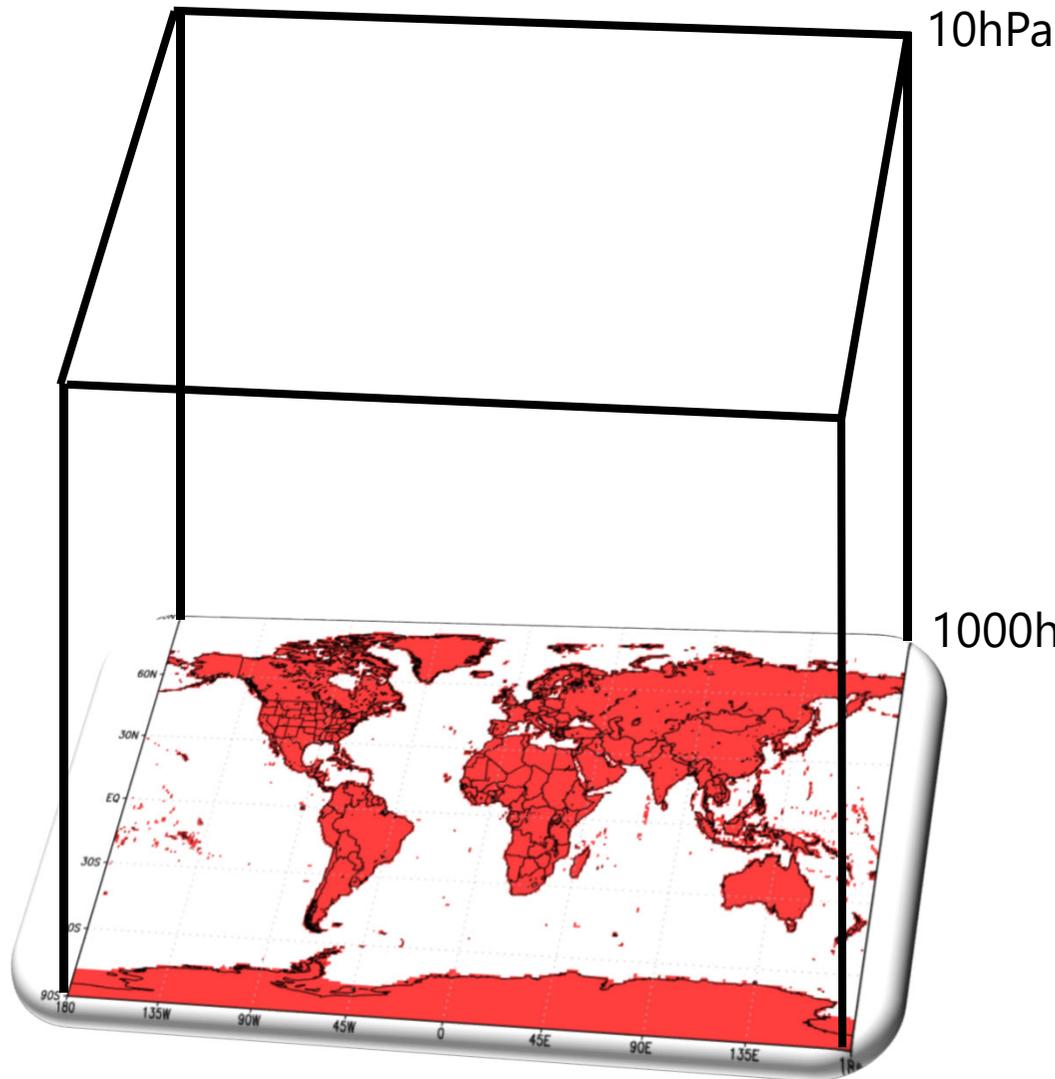
アンモニア → 硝酸

肥料 緑の革命

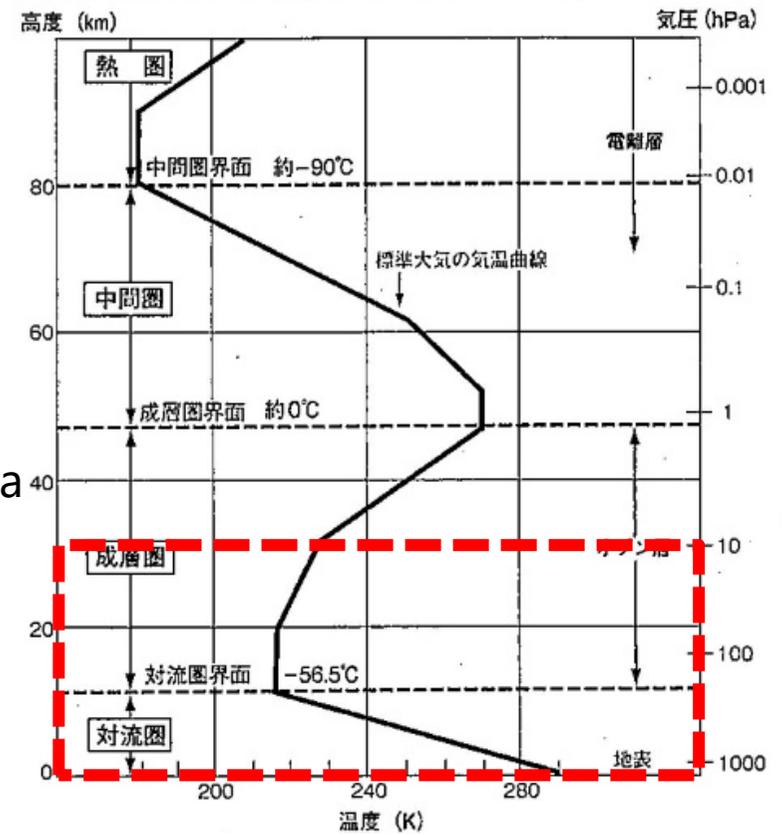
爆薬・毒ガス

今回の演習

Atmospheric Reanalysis Data (3D)

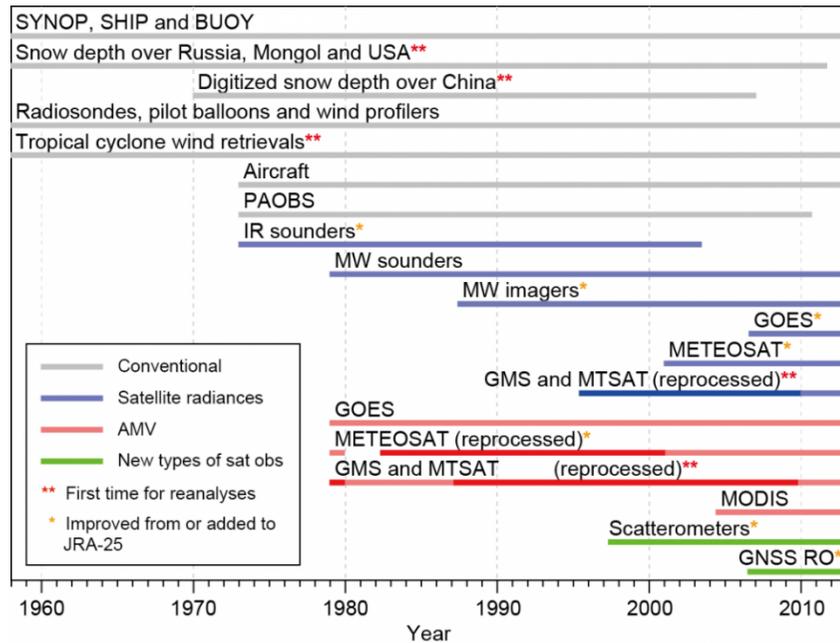


■ 温度の鉛直分布と大気層の区分 (図表1-3-2)

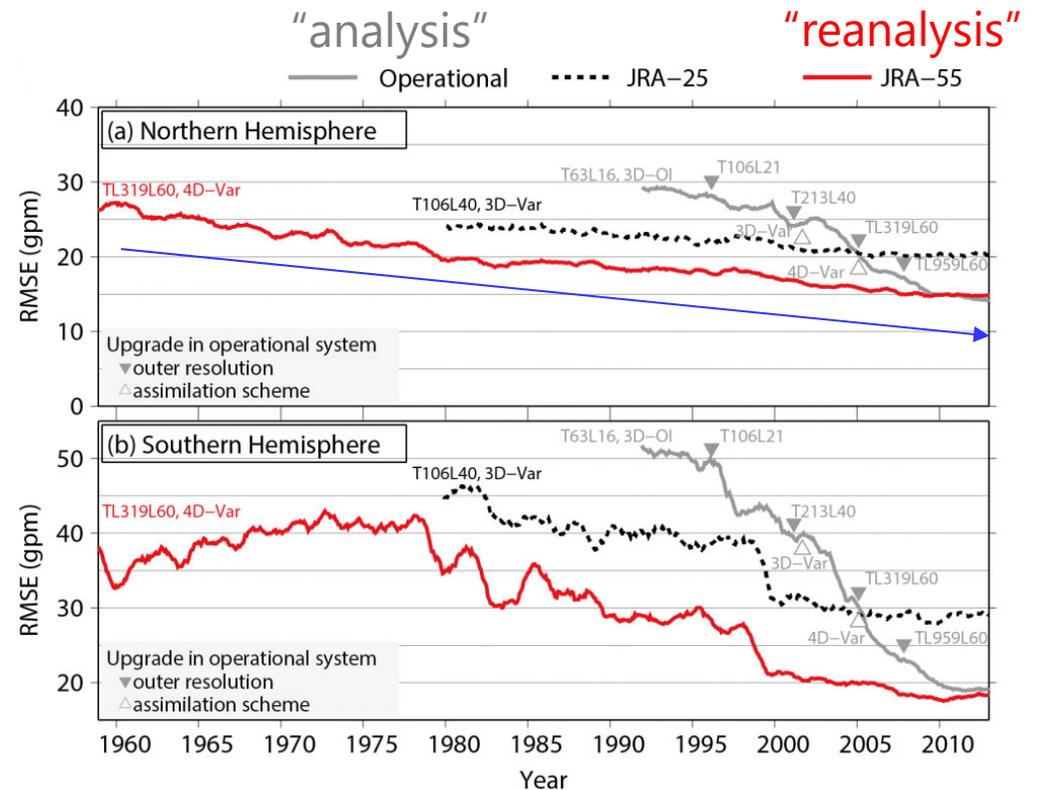


What is "reanalysis" data?

Assimilated observations in NWP

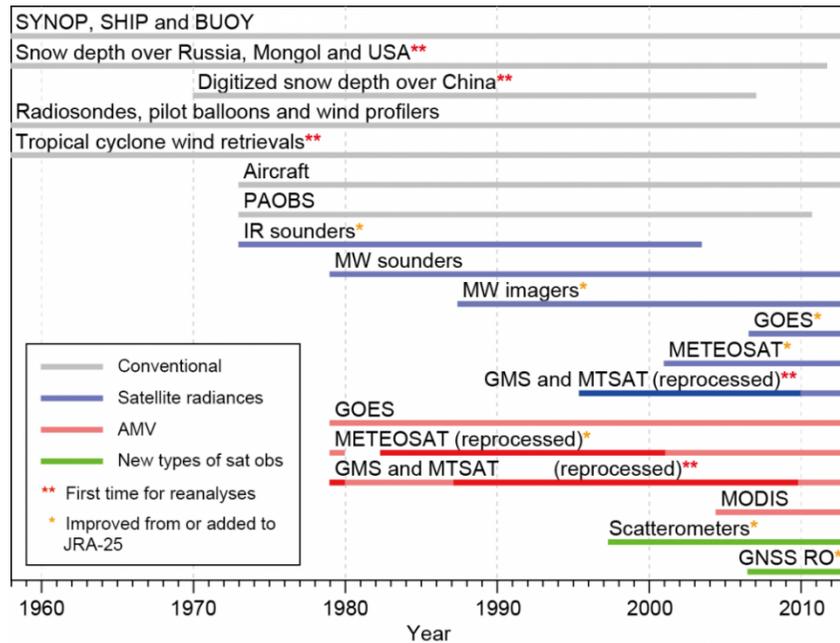


a case of JMA's reanalysis a.k.a. JRA55



What is "reanalysis" data?

Assimilated observations in NWP



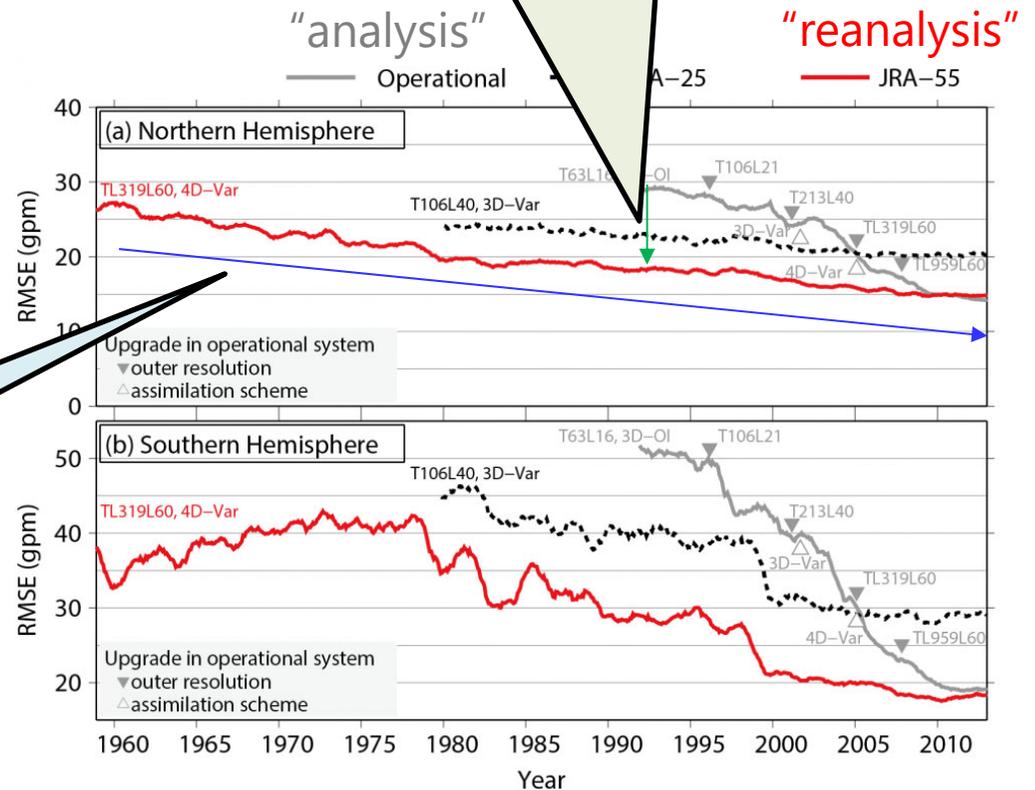
a case of JMA's reanalysis a.k.a. JRA55



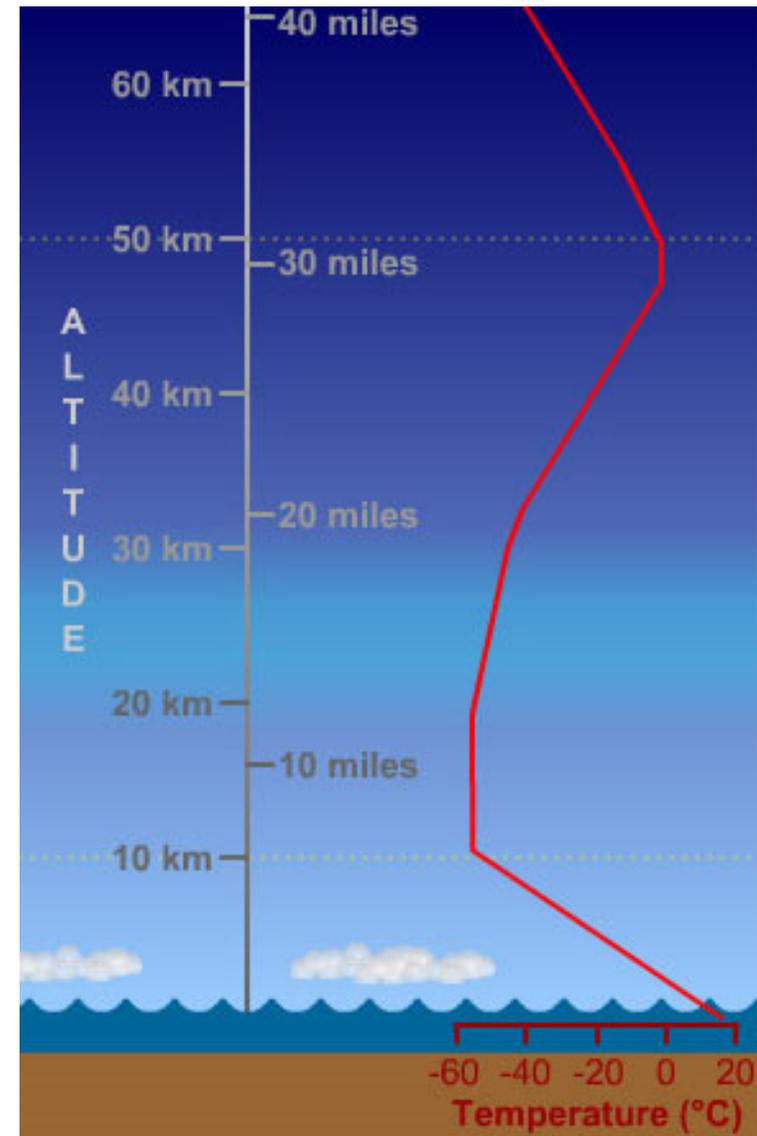
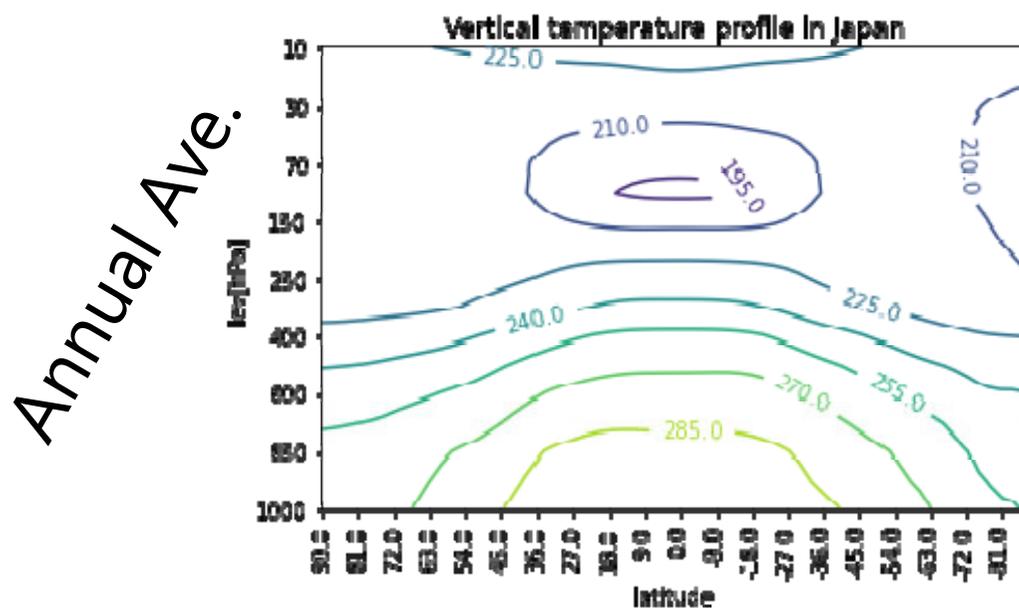
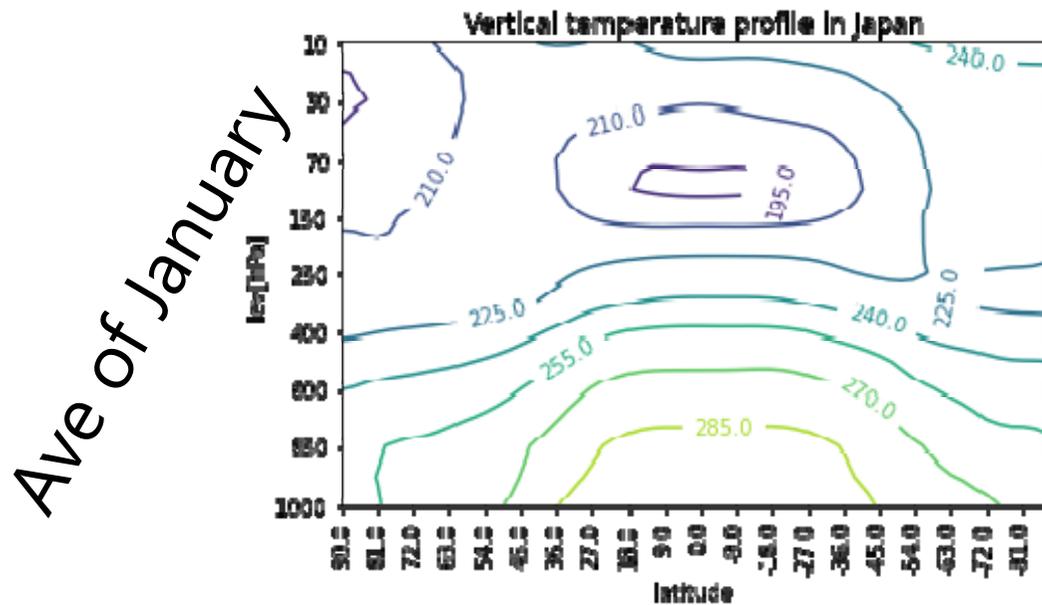
improvement due to advanced data assimilation

Error of NWP, lower means better

improvement due to increase in observation

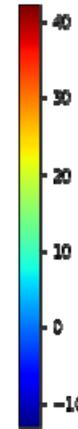
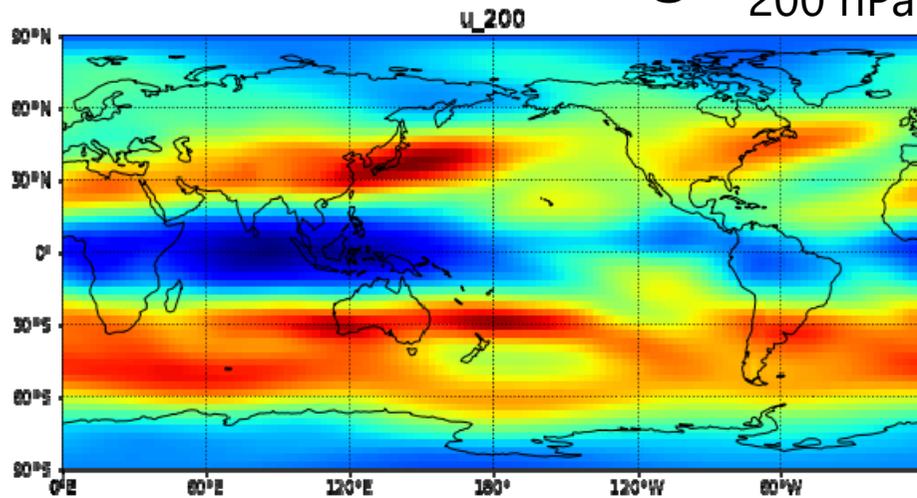


Example of Results (1) : Cross Section

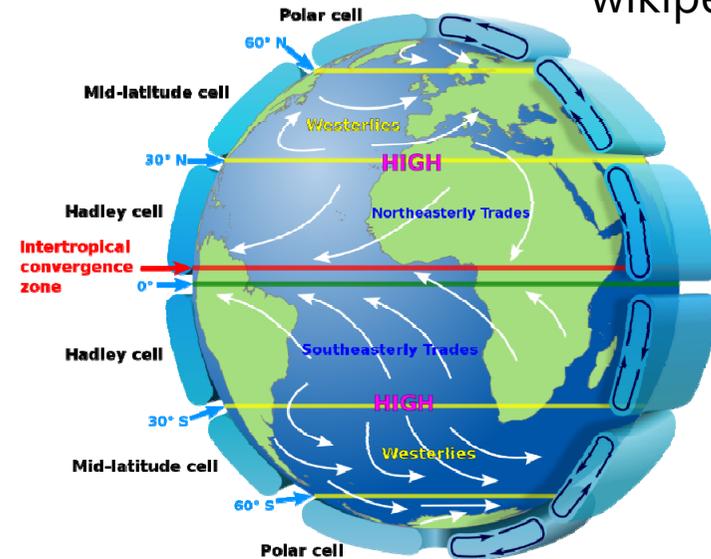


Example of Results (2) : Meridional Winds

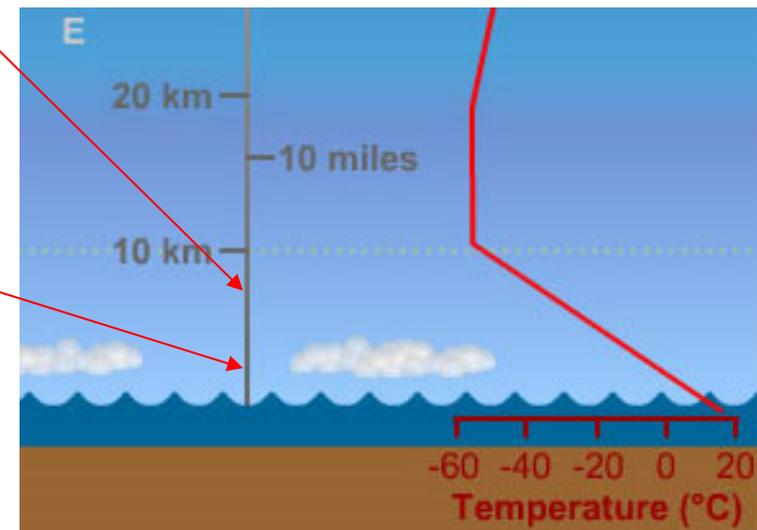
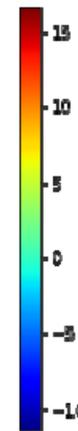
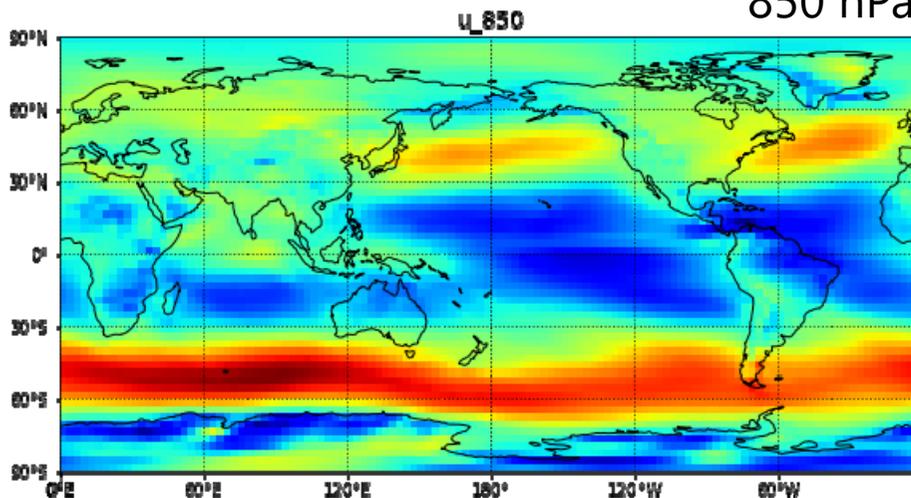
Annual Average 200 hPa



wikipedia



850 hPa



講義は以上です。
プログラミング演習に取り組み、
ソースコードを提出してください。

次回までに、教科書の
3章：大気の熱力学
4章：降水過程
を読んできて下さい