

雲と宇宙の世界 ～ 成層圏・中間圏の大気～

西澤誠也

惑星科学研究センター

- 注意

- 本資料の内容は、分かりやすさを優先するため、多少正確でない記述や説明があります

- 
- 熱圏・宇宙 (約100km～)

中層大気

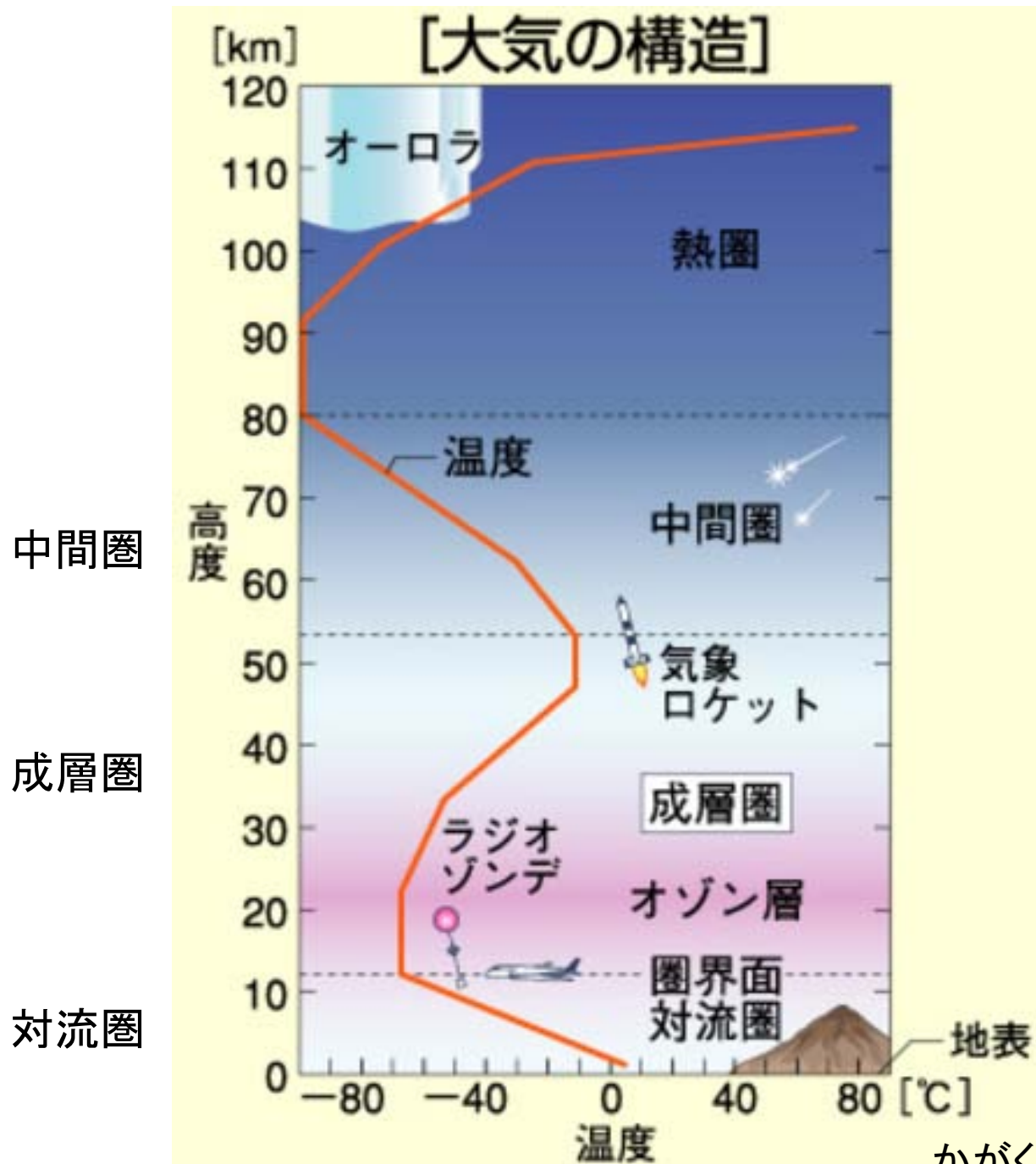
- 対流圏(～約10km)



NASAのHPより



谷川享行氏撮影



中層大気の現象

- 季節
- 成層圏突然昇温 (SSW)
- 赤道準2年周期振動 (QBO)
- オゾン層・オゾンホール
- 成層圏寒冷化

中層大気の現象

- 季節
- 成層圏突然昇温 (SSW)
- 赤道準2年周期振動 (QBO)
- オゾン層・オゾンホール
- 成層圏寒冷化

季節

気温(°C)

1月

7月

高度

100

80

60

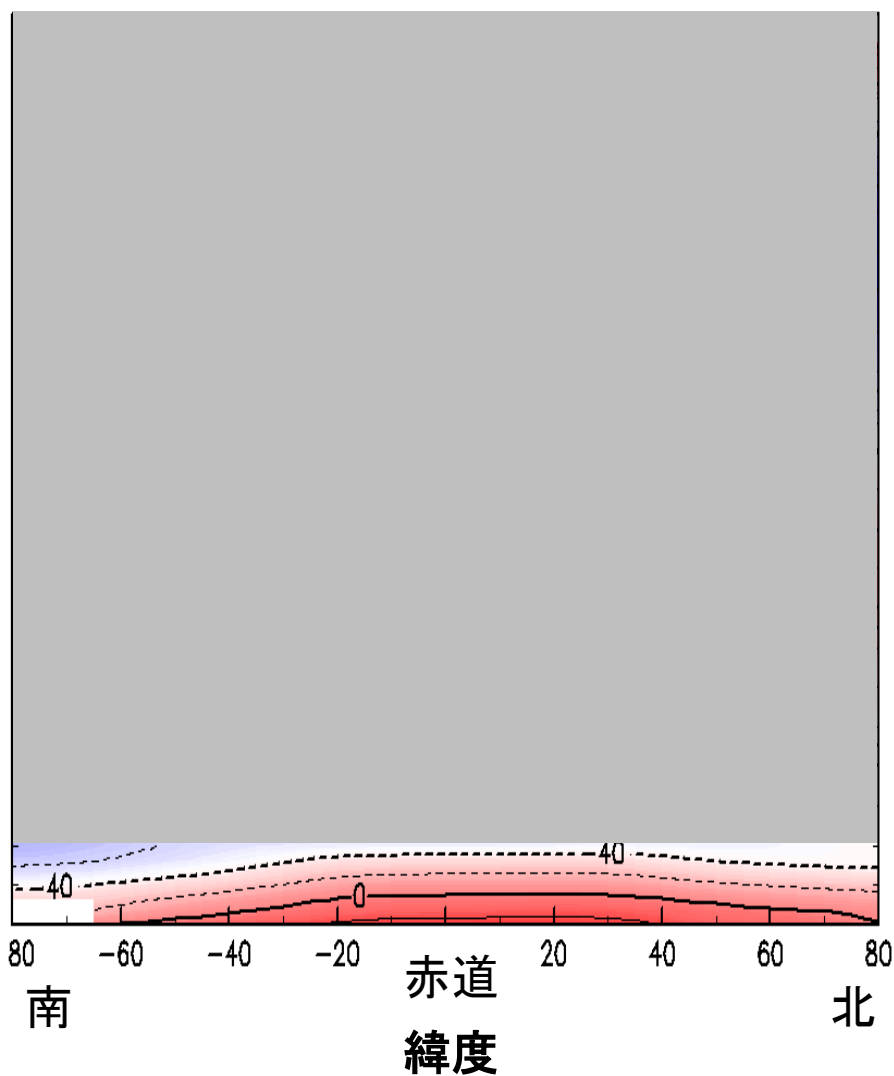
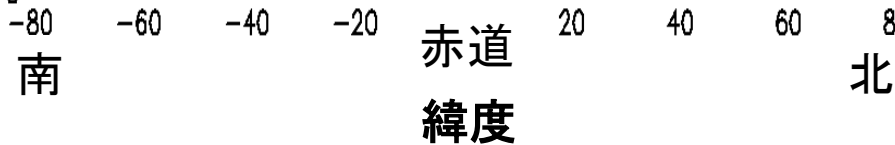
40

20

0

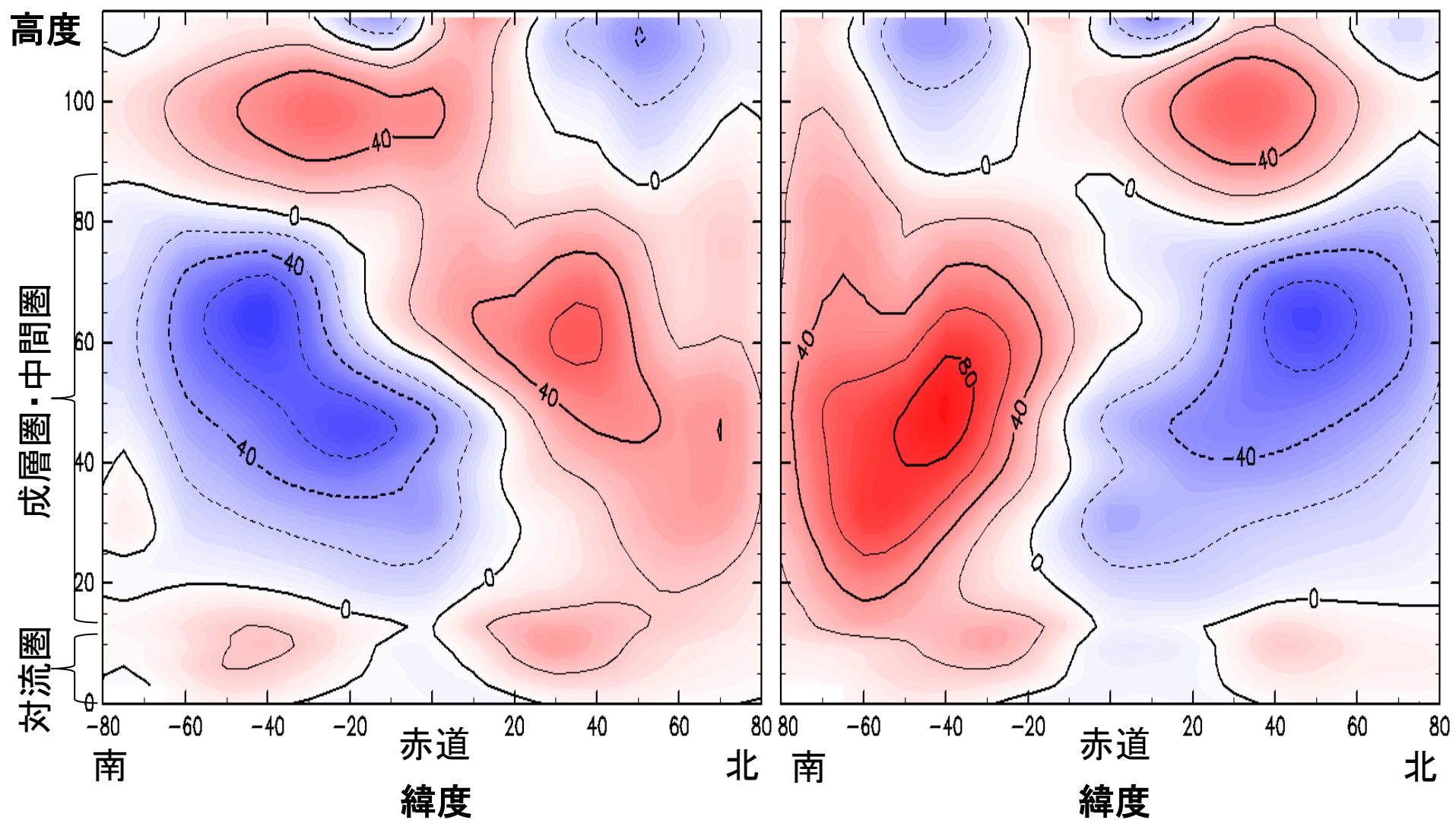
成層圏・中間圏

対流圏



東西風速(m/s) 1月

7月

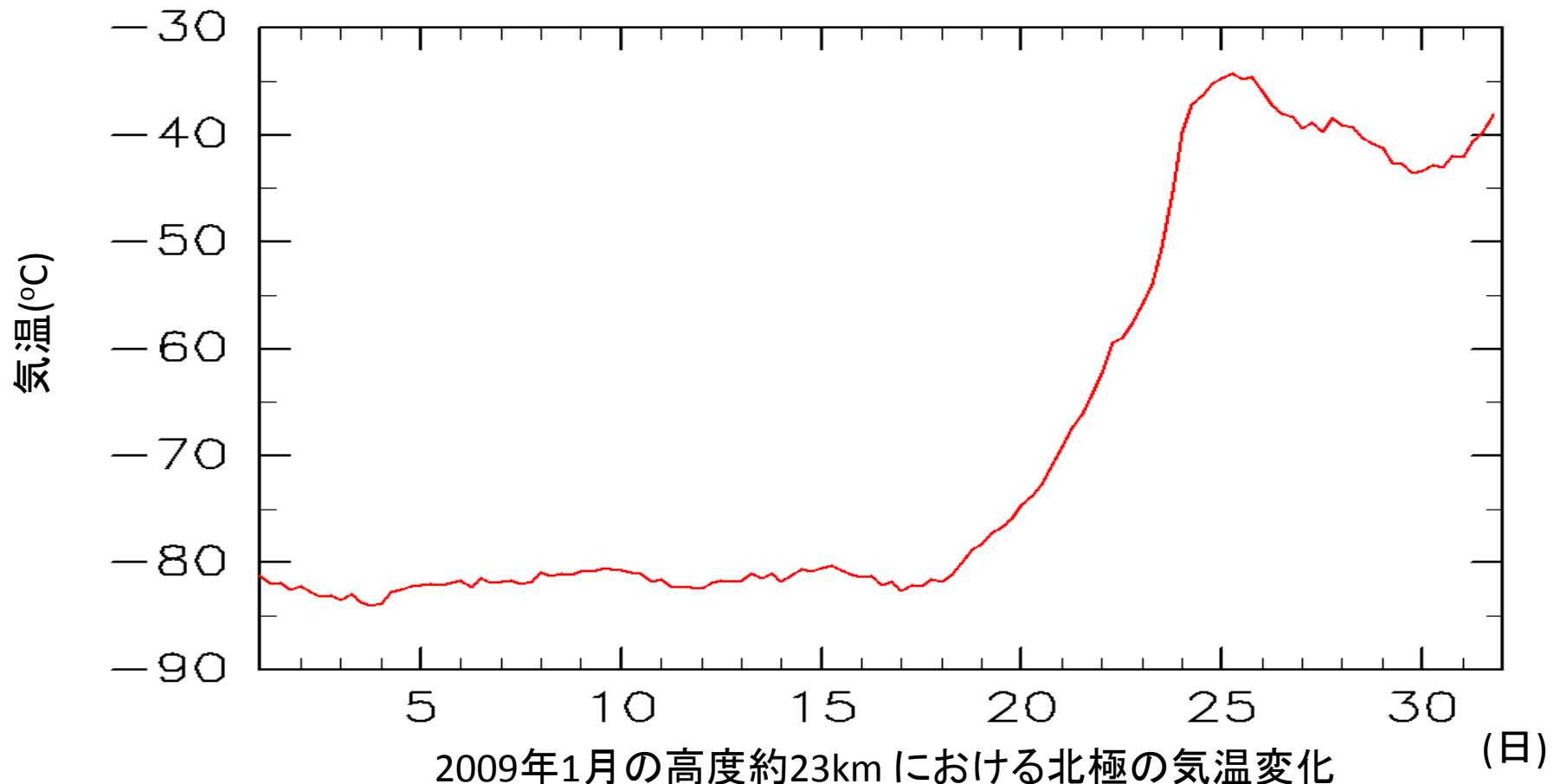


中層大気の現象

- 季節
- 成層圏突然昇温 (SSW)
- 赤道準2年周期振動 (QBO)
- オゾン層・オゾンホール
- 成層圏寒冷化

成層圏突然昇温

- 数日の間に数十度温度が上昇する現象



気温(°C)

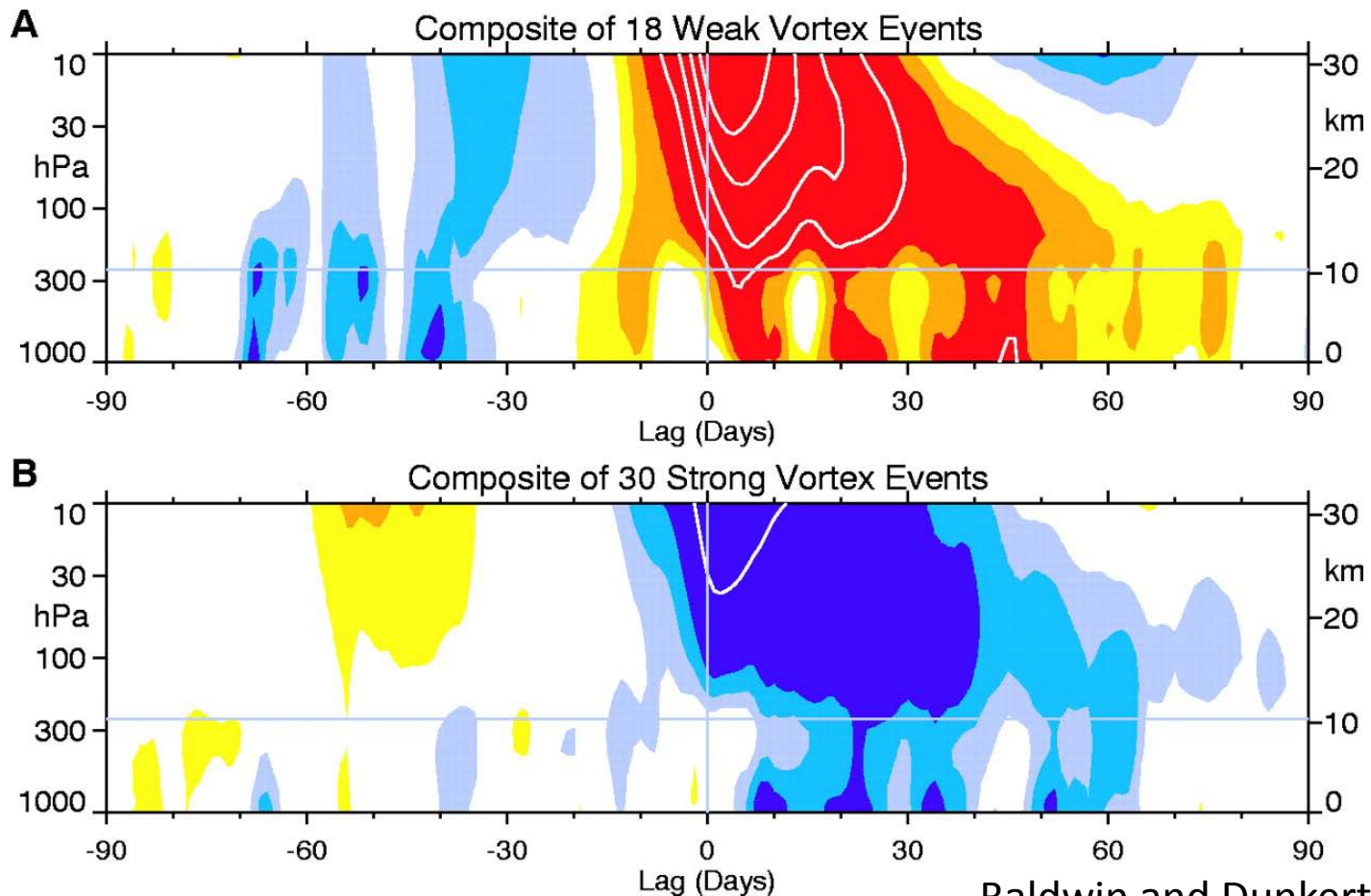
東西風速(m/s)



2009年1月の高度約23km における気温と東西風速

- 対流圏で、ジェット気流が大規模山岳の影響を受け蛇行する
- その影響（ロスビー波）が上向きに伝播し成層圏にまで伝わる
 - 西風を弱める（時には東風にまでなる）
 - 極域での下降流を強める -> 断熱圧縮

- 突然昇温の影響が下方に伝播する
 - 対流圏の天気予報精度の向上に寄与する可能性
 - 予報限界は、普通はたかだか1週間
 - 一ヶ月以上後にも影響がみられる



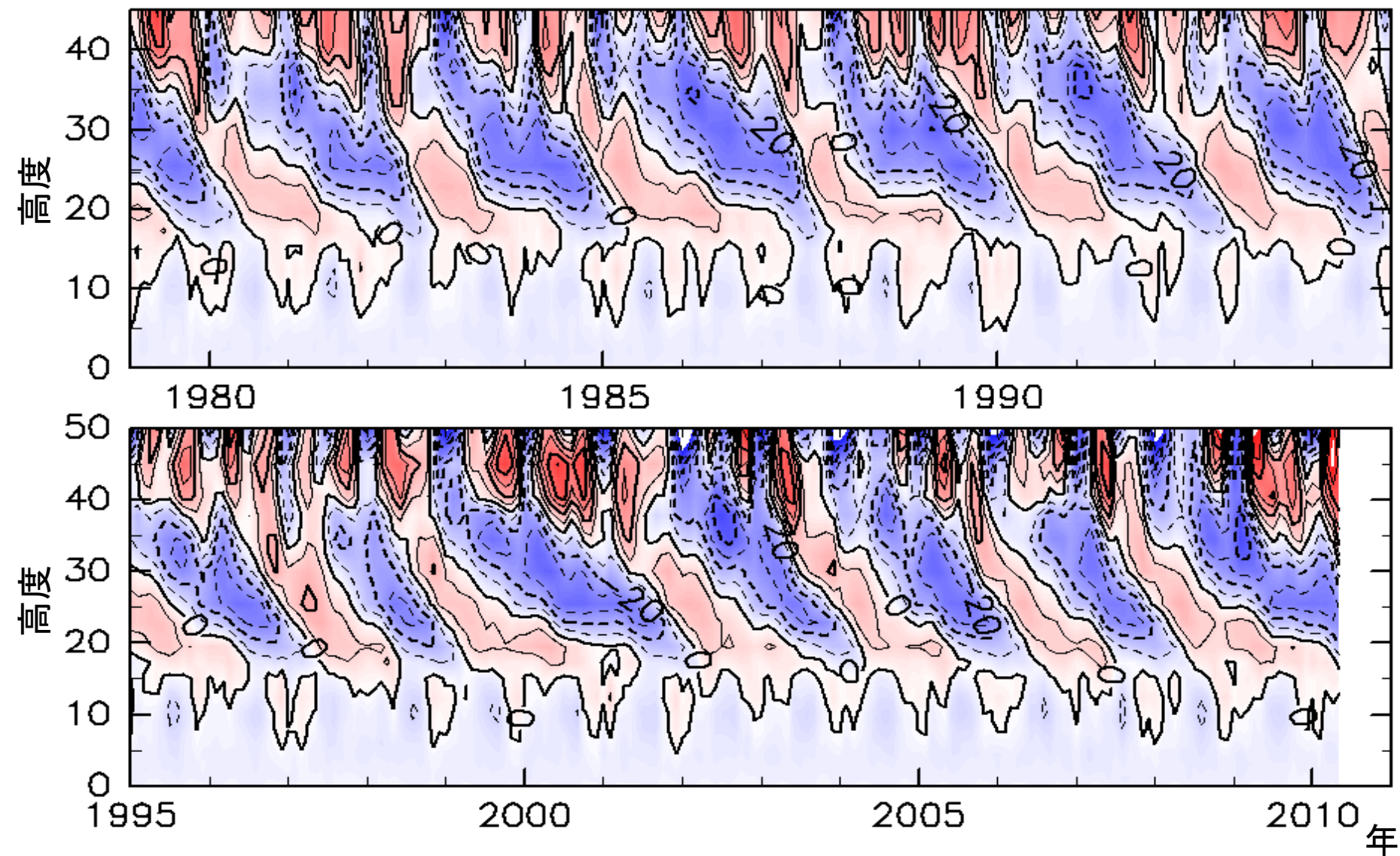
Baldwin and Dunkerton (2001)

中層大気の現象

- 季節
- 成層圏突然昇温 (SSW)
- 赤道準2年周期振動 (QBO)
- オゾン層・オゾンホール
- 成層圏寒冷化

赤道準2年周期振動

- 対流圏の赤道は貿易風 (東風)
- 成層圏では
 - 1883年、クラカタア火山(インドネシア)が噴火し、その噴煙は成層圏まで達し、そこで西に流された
 - クラカタア **東風** (対流圏の貿易風と同じ向き)
 - 1908年、ビクトリア湖(アフリカ)でベルソンが気球観測を行ったところ、西風であった
 - ベルソン **西風**

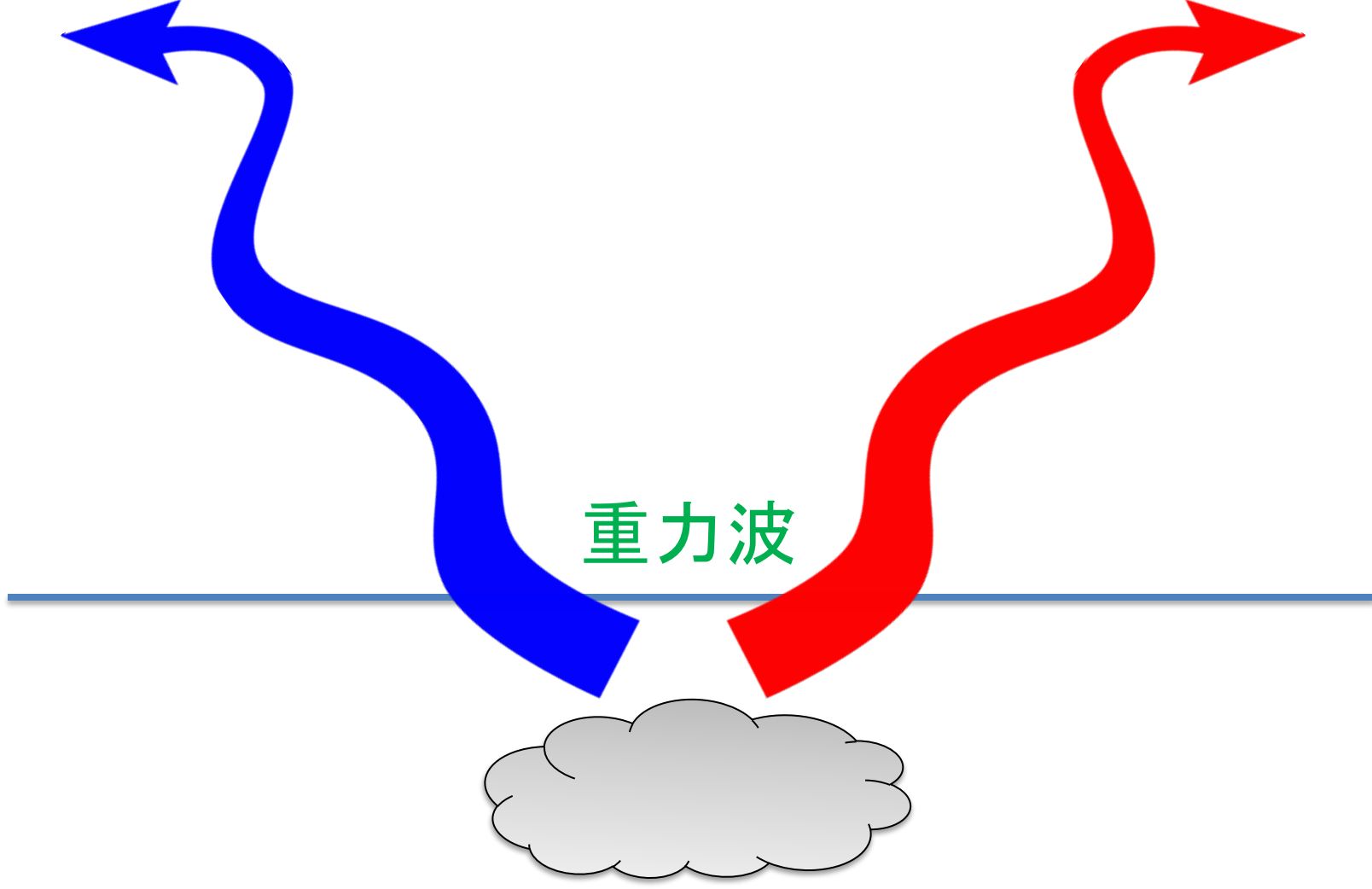


— およそ26ヶ月周期で西風・東風が入れ替わっている

- 風の変化は上から先に変わる
 - 上に原因があると考えられていた
- 26ヶ月ってなに？
 - 自然界では、ゾウの懐妊期間くらいしか見つからなかった
- 実は下に原因が
 - 対流圏からやってくる波（重力波）
 - 周期はたまたま

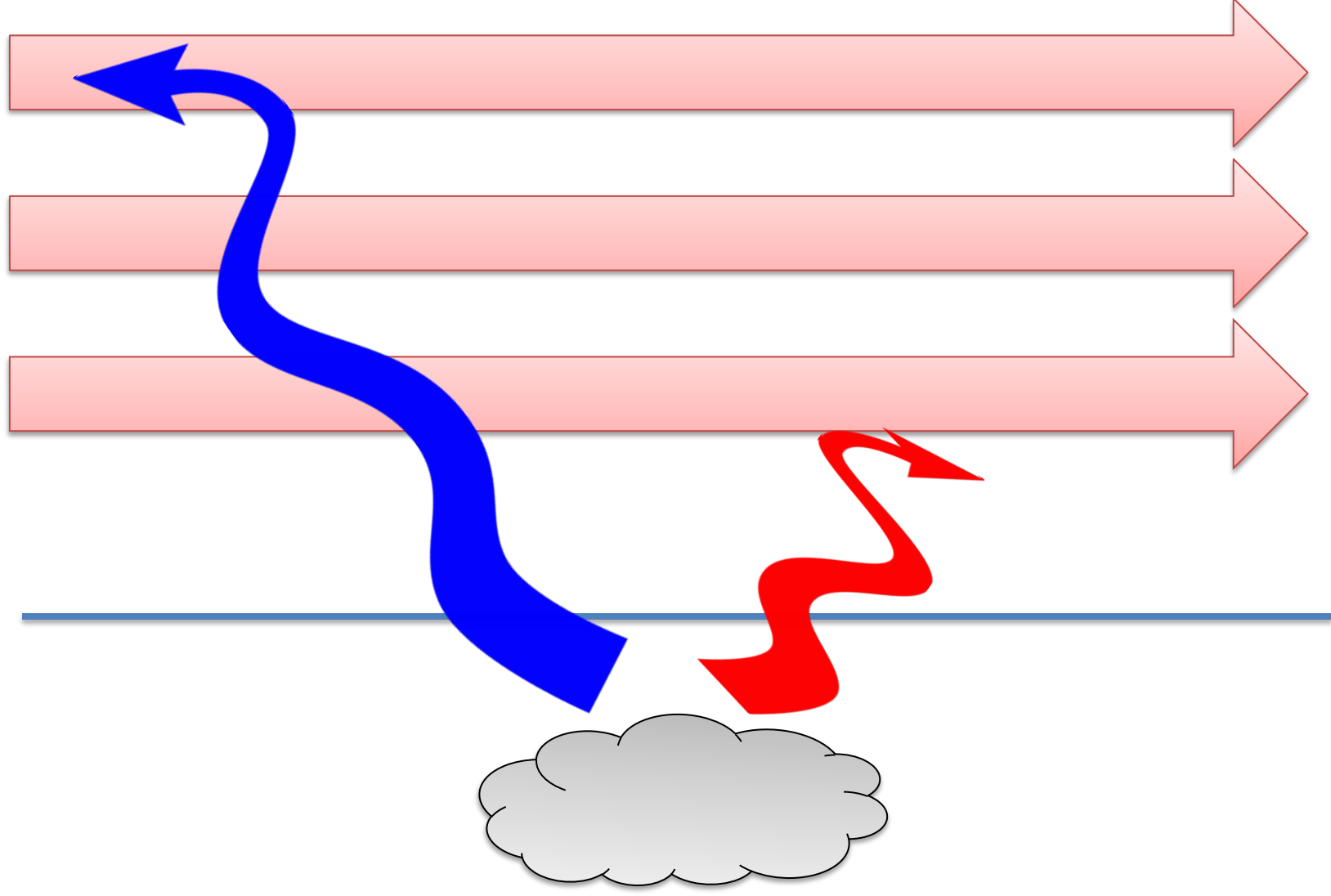
成層圈

對流圈



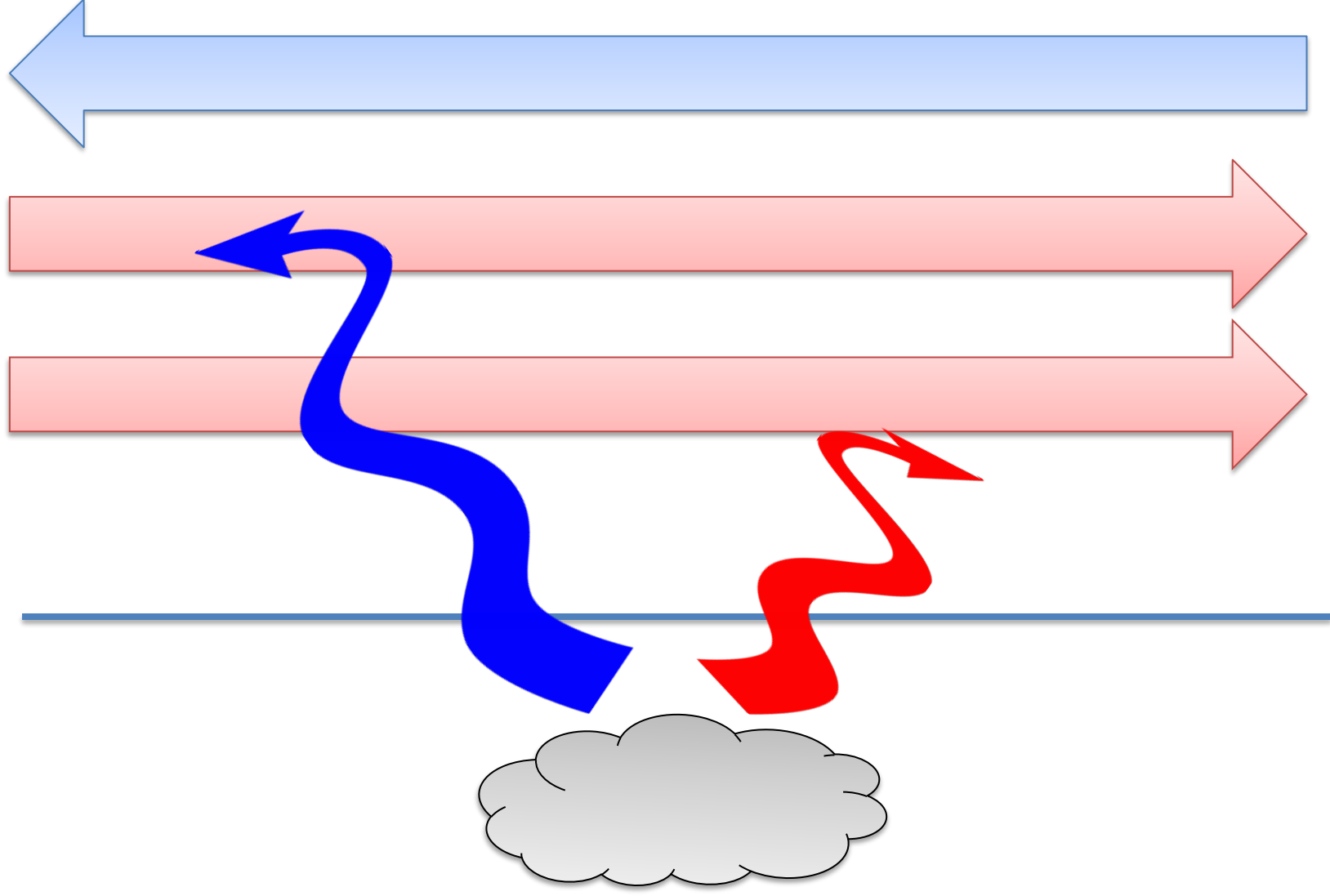
对流圈

成層圈



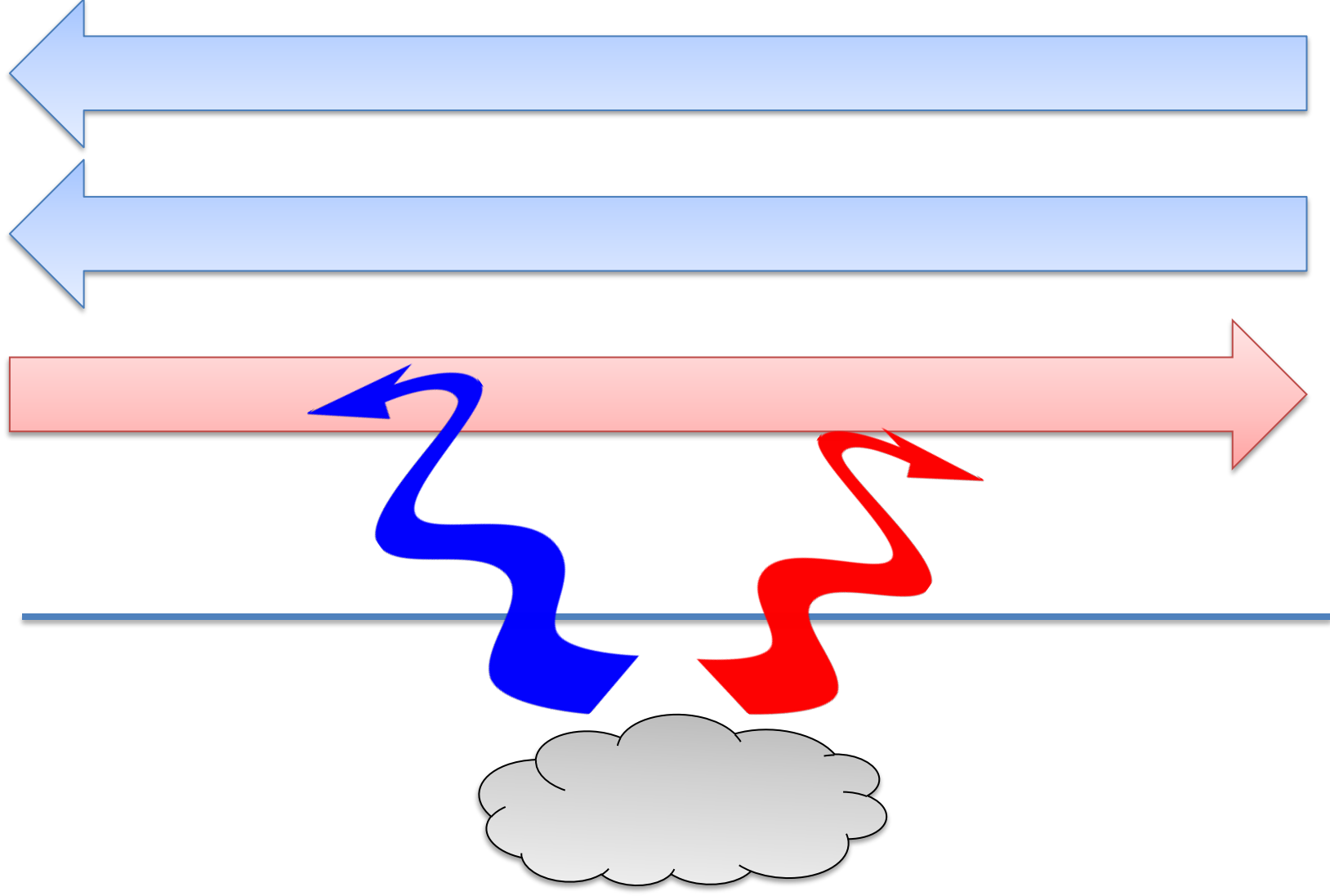
对流圈

成层圈



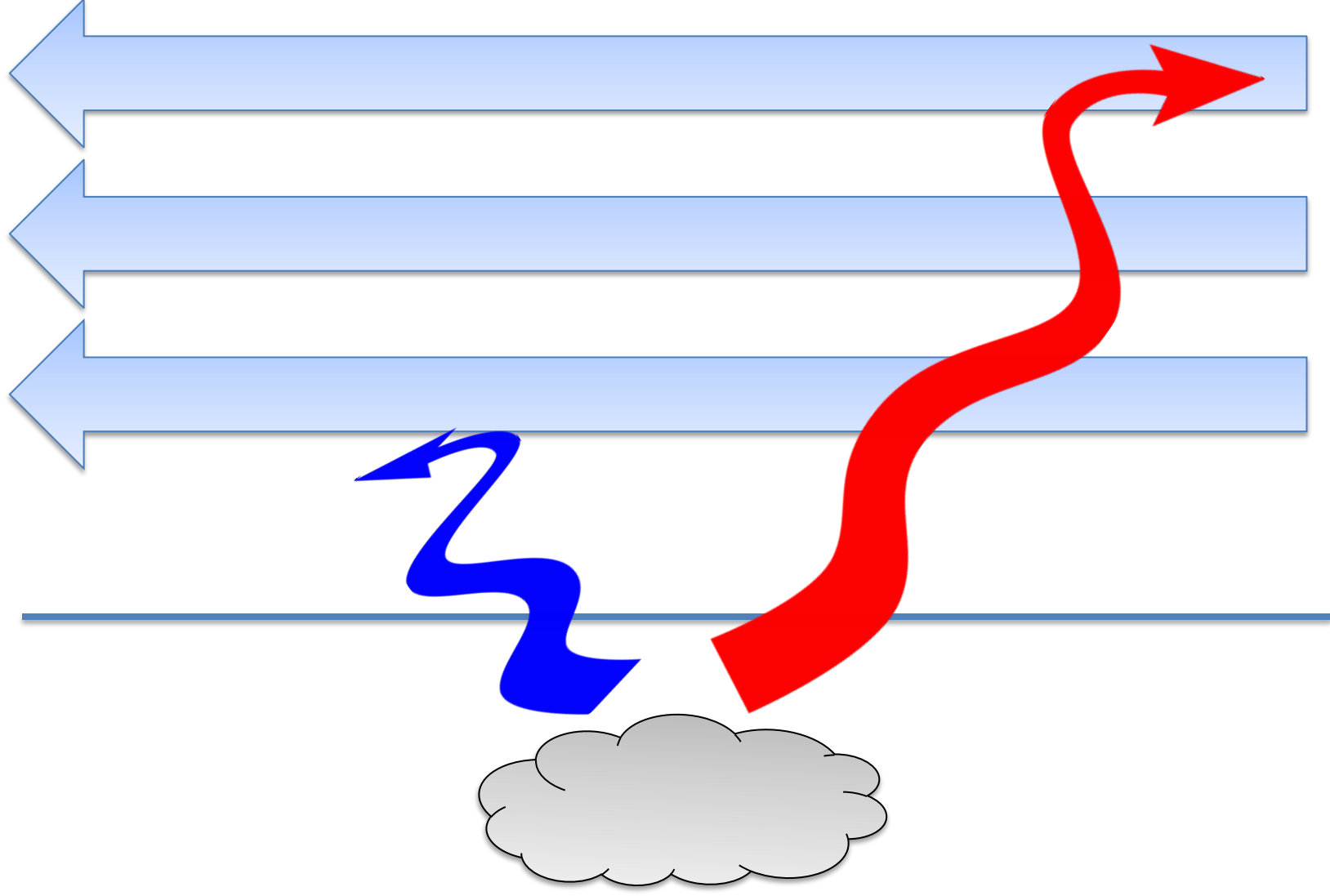
成層圈

對流圈



对流圈

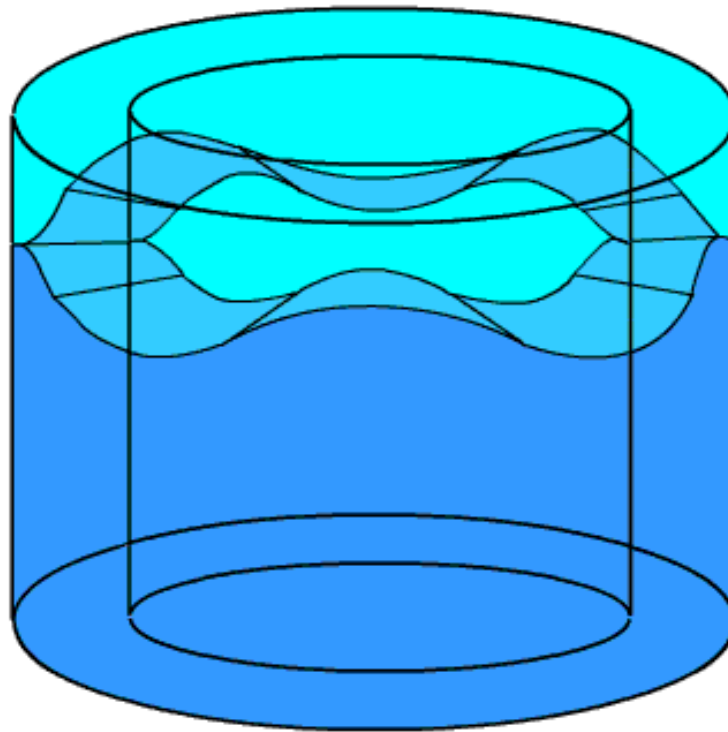
成层圈



- 室内実験

- 京都大学総合人間学部（酒井敏ほか）

- http://www.gfd-dennou.org/library/gfd_exp/

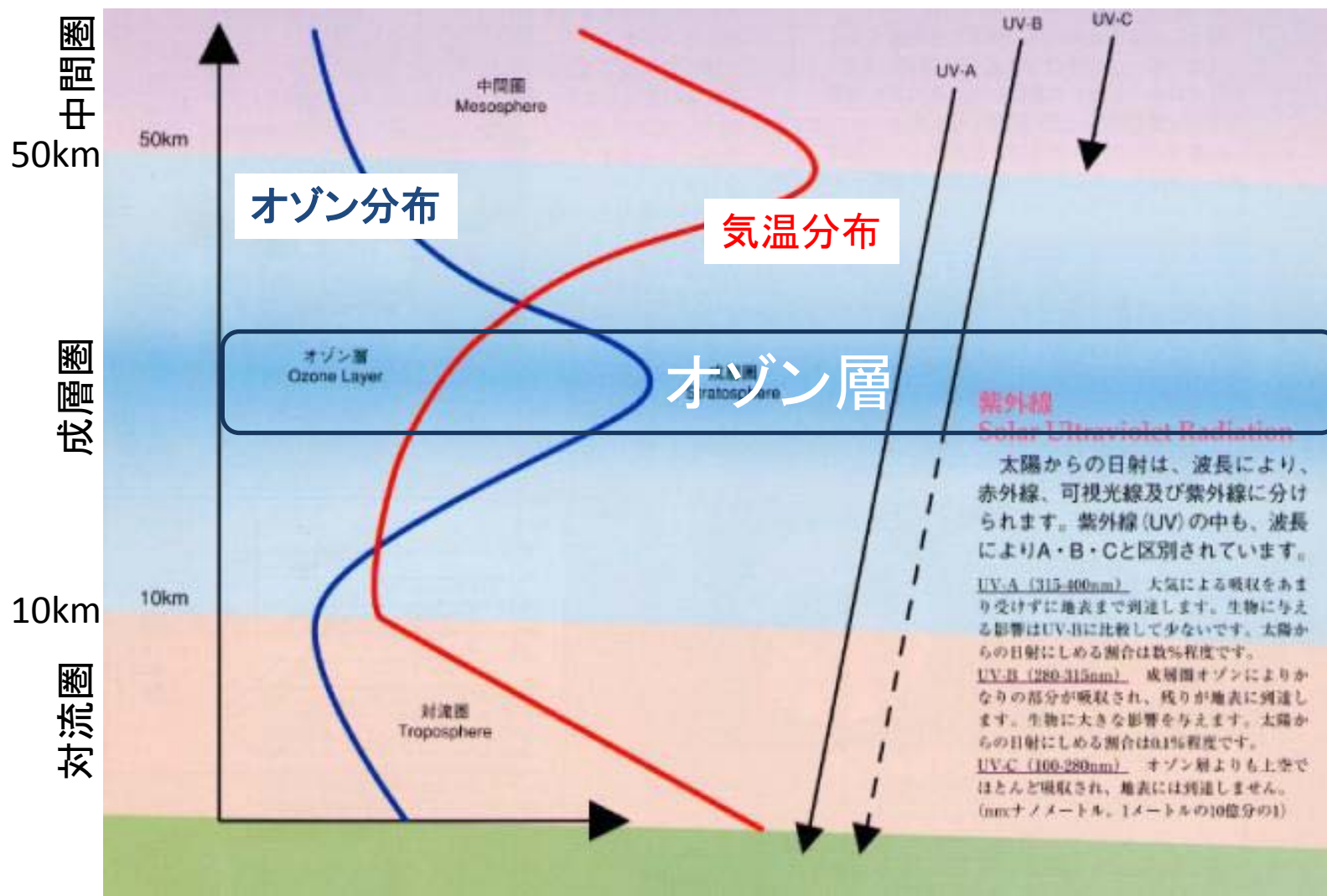




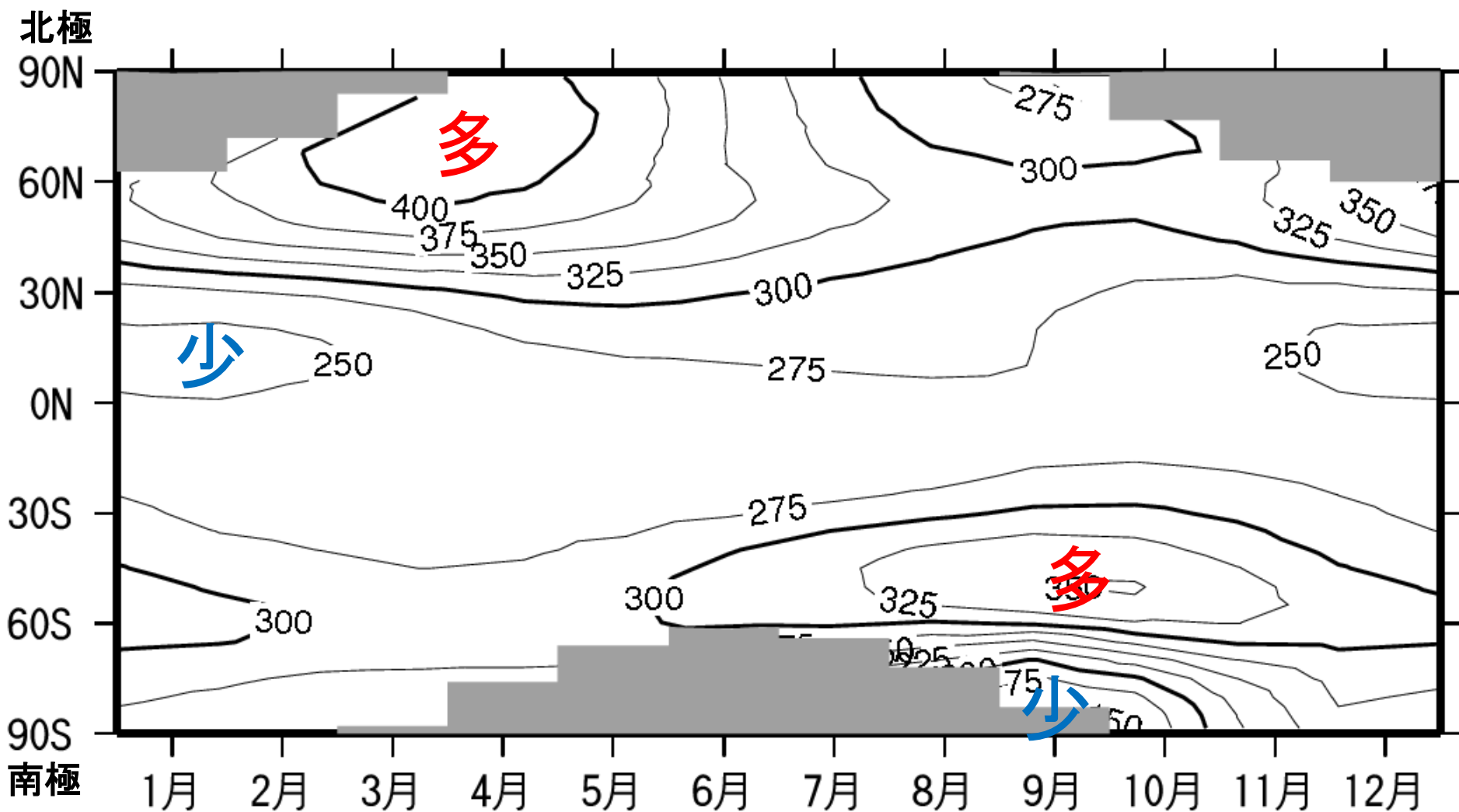
中層大気の現象

- 季節
- 成層圏突然昇温 (SSW)
- 赤道準2年周期振動 (QBO)
- オゾン層・オゾンホール
- 成層圏寒冷化

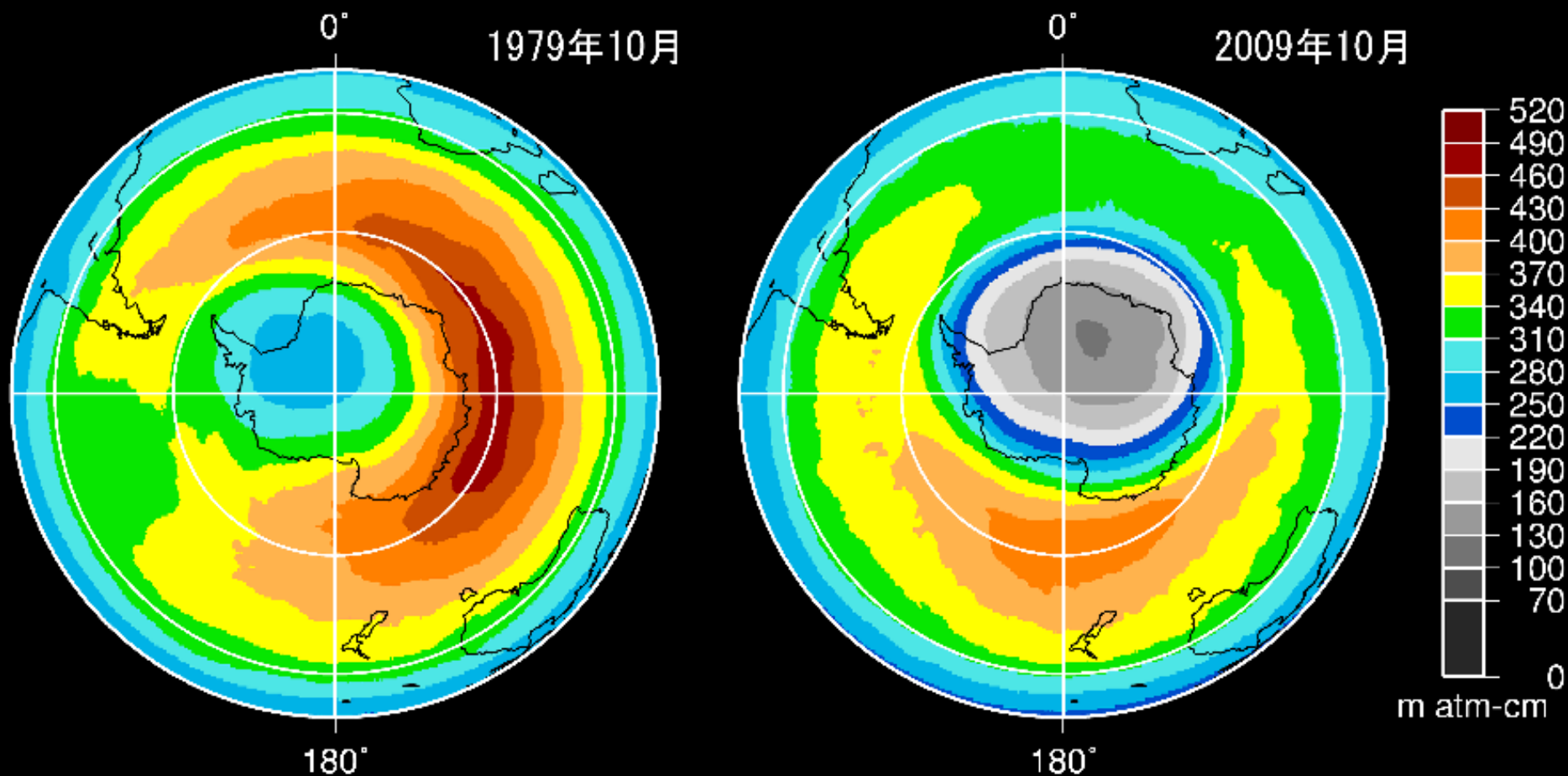
オゾン層・オゾンホール



・ オゾン全量の季節変化 (1997~2006年の平均値)

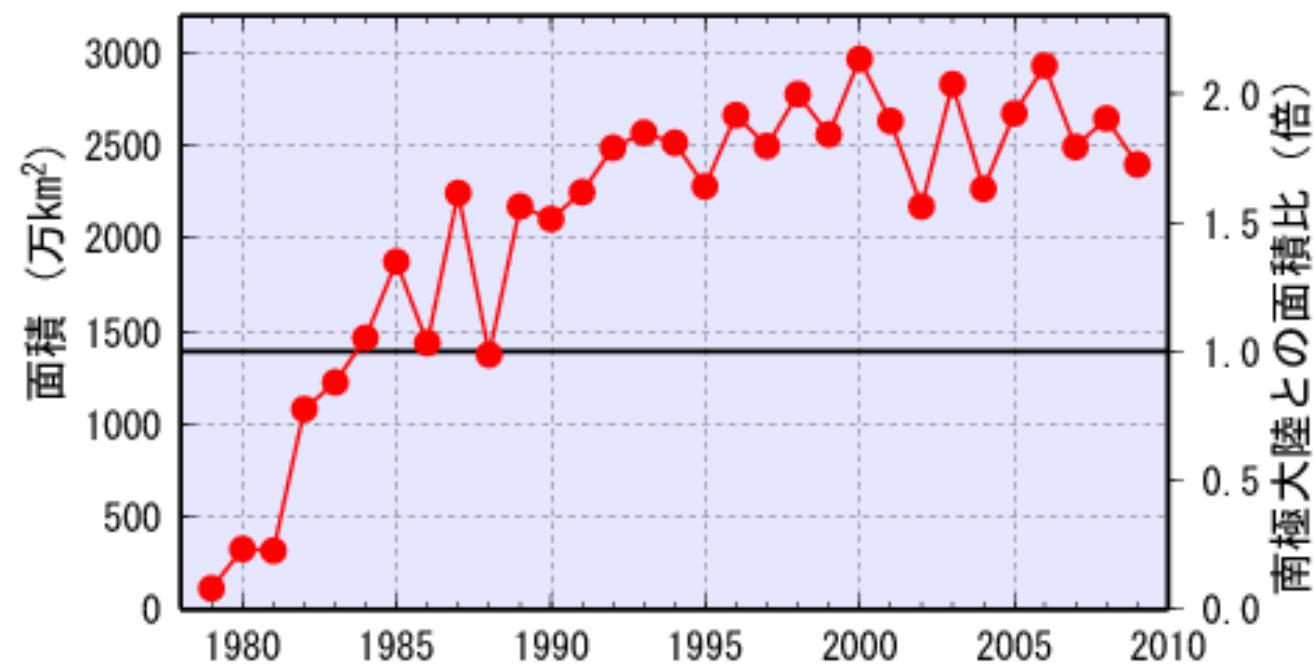
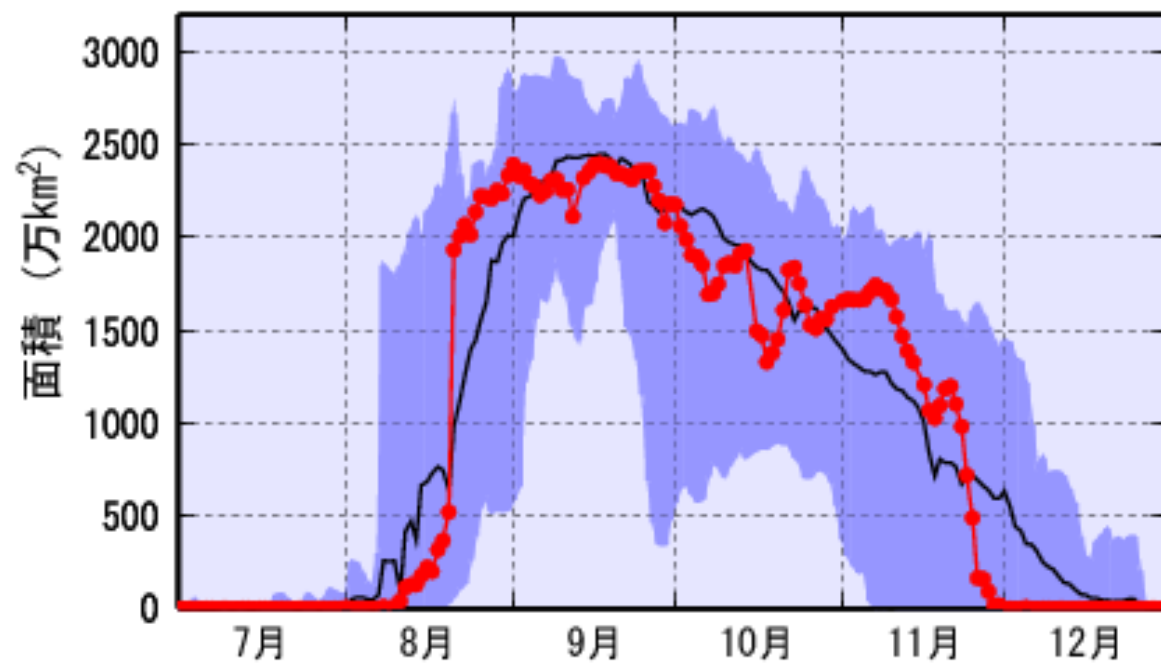


• 南半球での春先のオゾン全量



米国航空宇宙局 (NASA) の衛星観測データを基に作成 気象庁

気象庁のHPより



気象庁のHPより

- どうして春先？

- オゾンは塩素原子と光化学反応して破壊される

1. 冬の間、塩素が活性な状態で極渦中に閉じ込められて貯め込まれる
2. 春先、太陽光が当たると、上記の分子が光乖離し、塩素原子を放出する
3. 光化学反応により、一気にオゾン破壊が進む

- どうして南極？

- 北極に比べ、南極の成層圏は冷たい

- (原因)大規模山岳が少なく、突然昇温が起こりにくい
 - 極域成層圏雲 (PSC) が生成される

不活性な塩素が極域成層圏雲
の表面で活性な物質に変化する

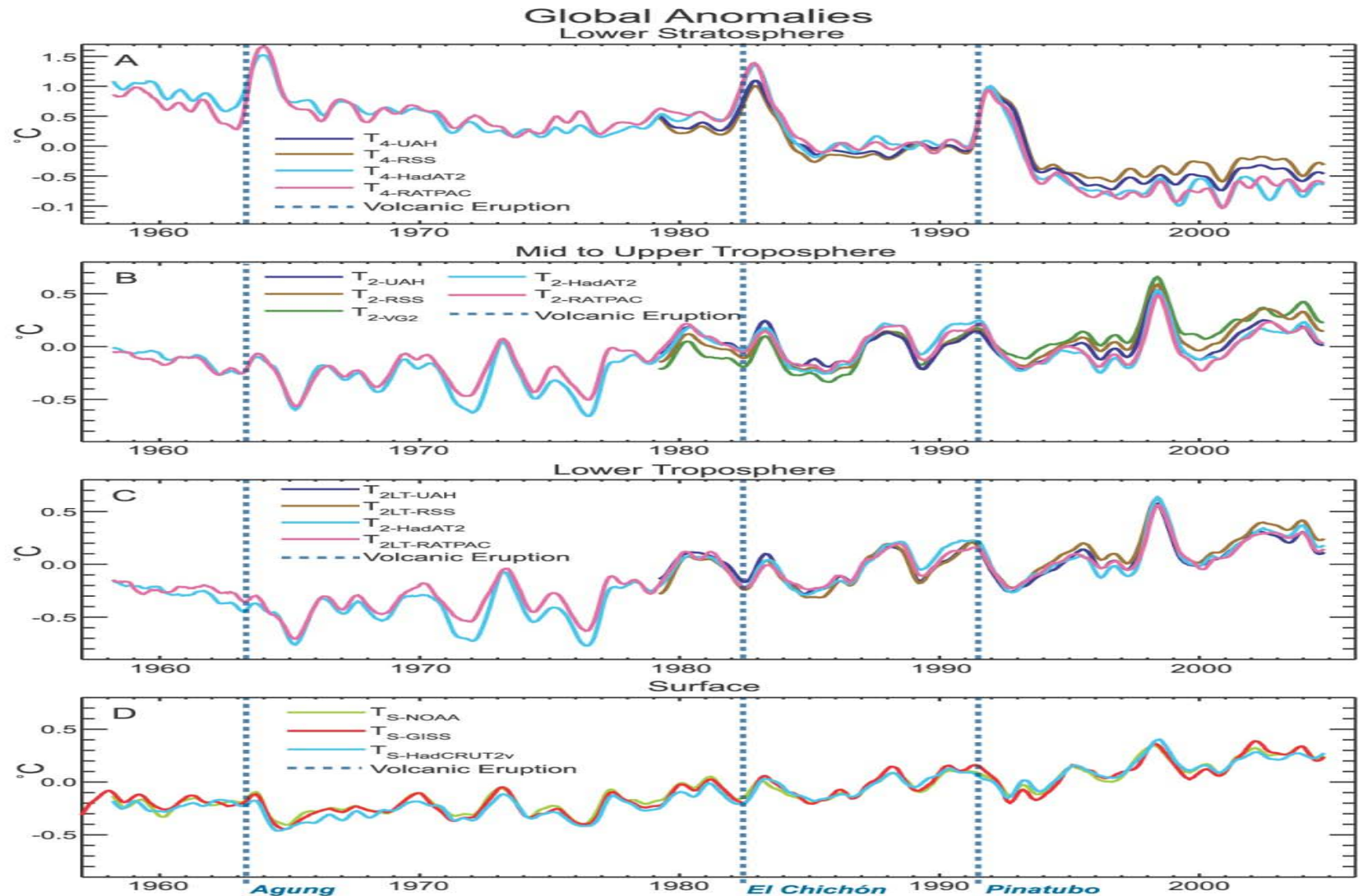
極域成層圏雲 (P S C)



中層大気の現象

- 季節
- 成層圏突然昇温 (SSW)
- 赤道準2年周期振動 (QBO)
- オゾン層・オゾンホール
- 成層圏寒冷化

成層圏寒冷化



近年成層圏は寒冷化している

1. オゾン量が減っている
2. 温室効果ガスが増えている
 - 温室効果気体
 - － 二酸化炭素、水蒸気、メタン など
 - － 対流圏を温暖化させる効果を持つ

- 黒体放射

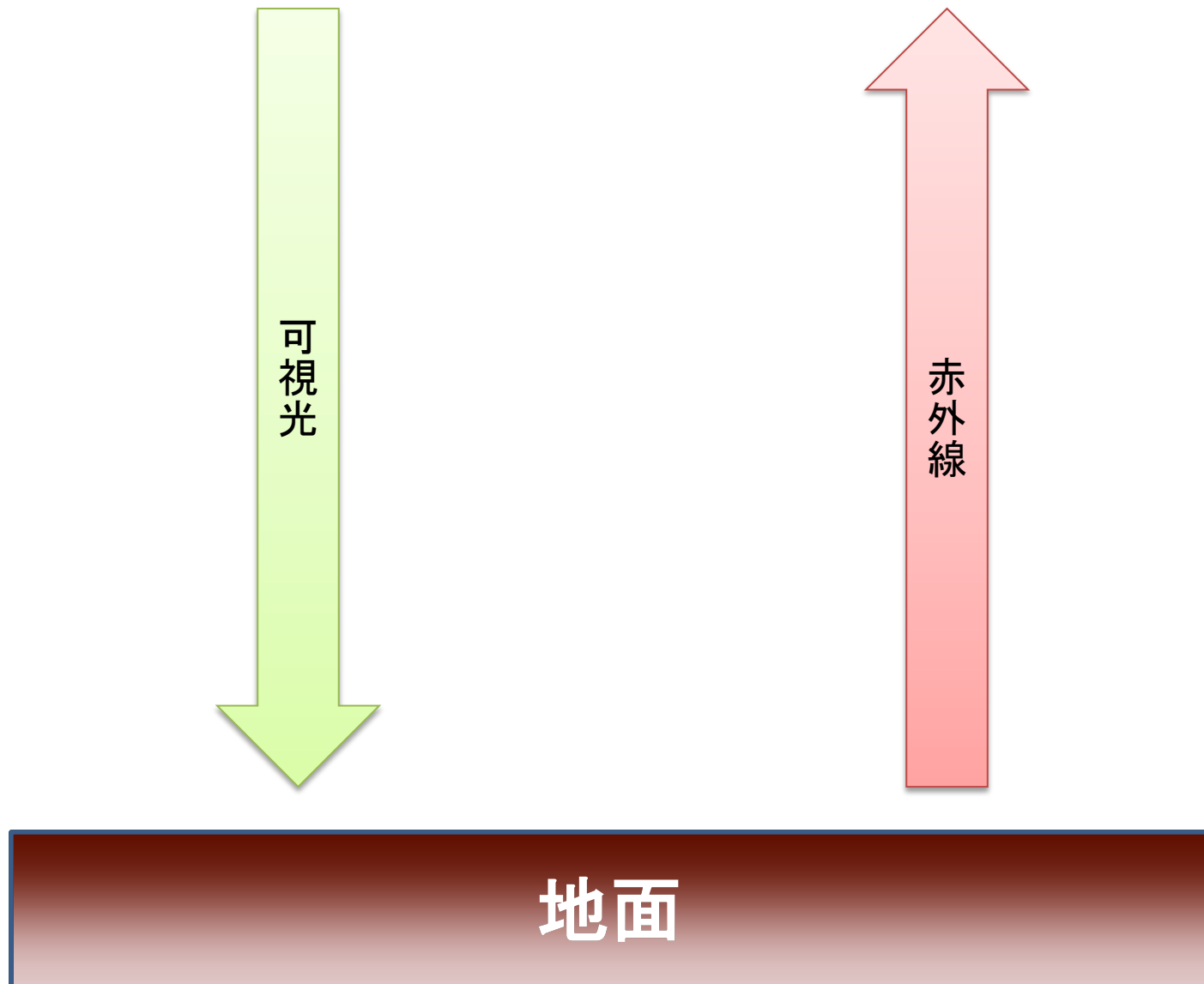
E : 放射の全エネルギー

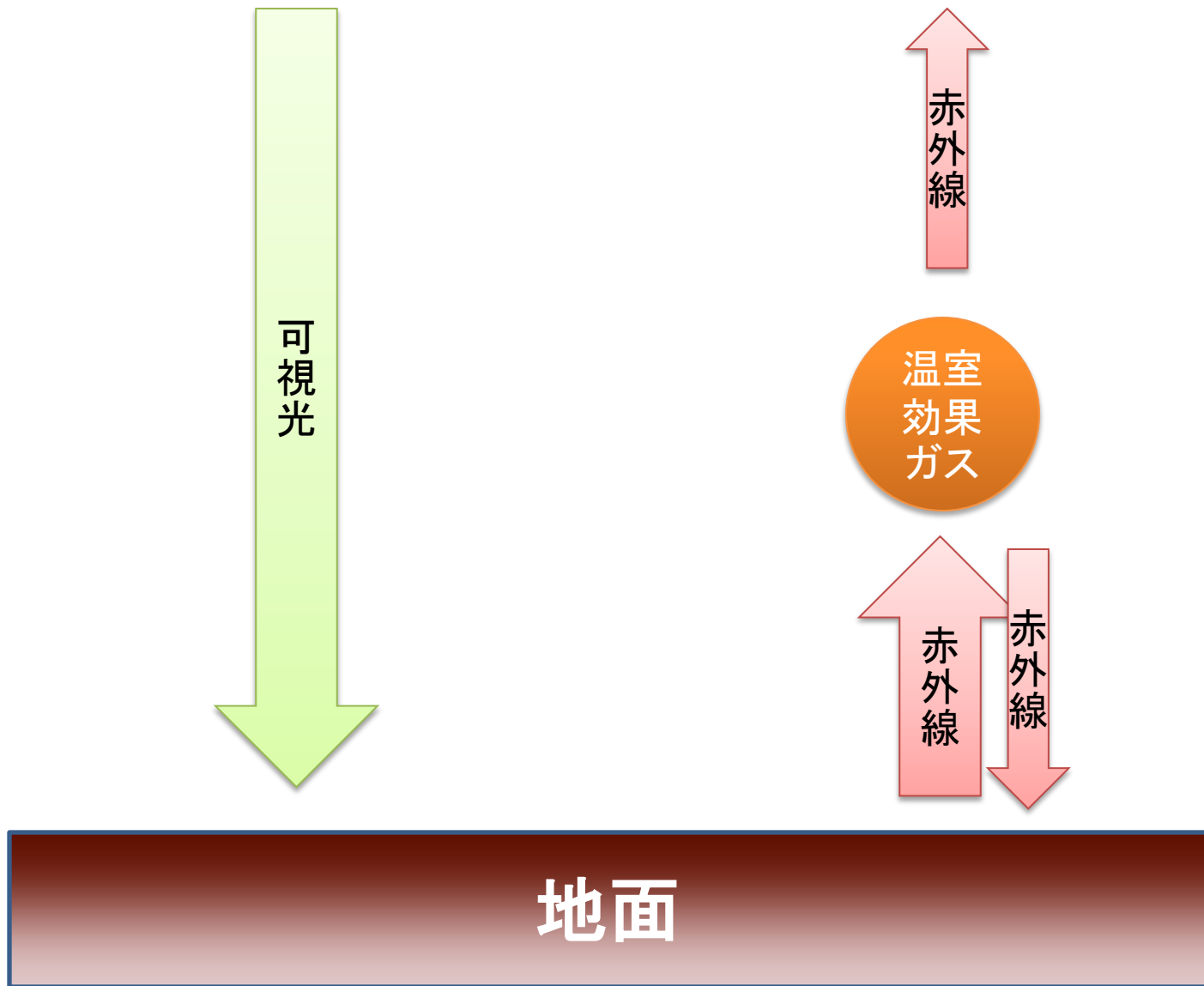
σ : ステファン・ボルツマン係数

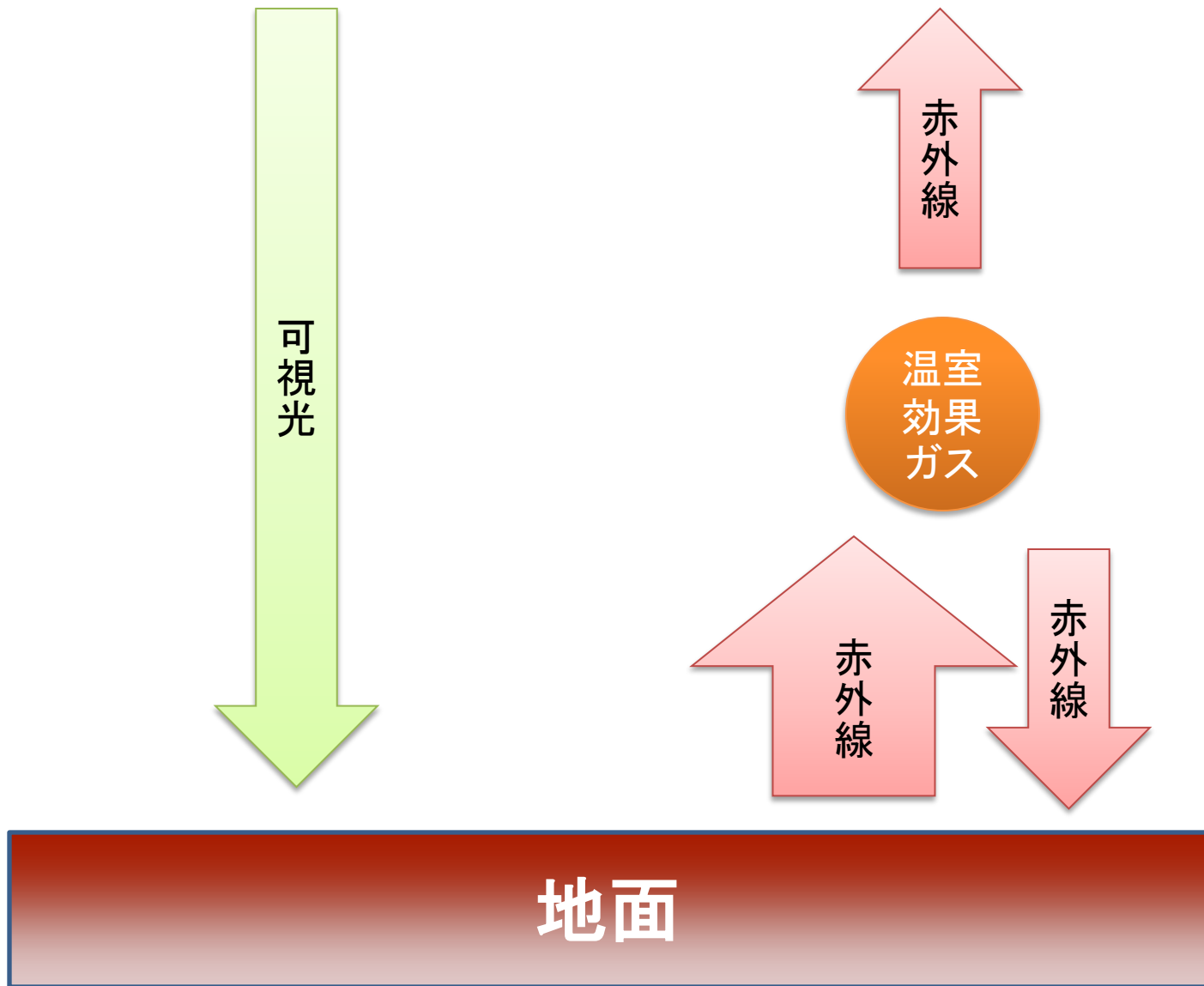
T : 温度

— つまり、温度が高いほど、多くの電磁波を放射する

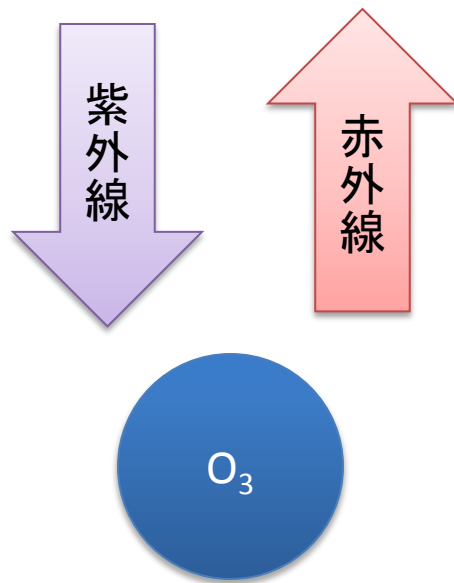
- 対流圏

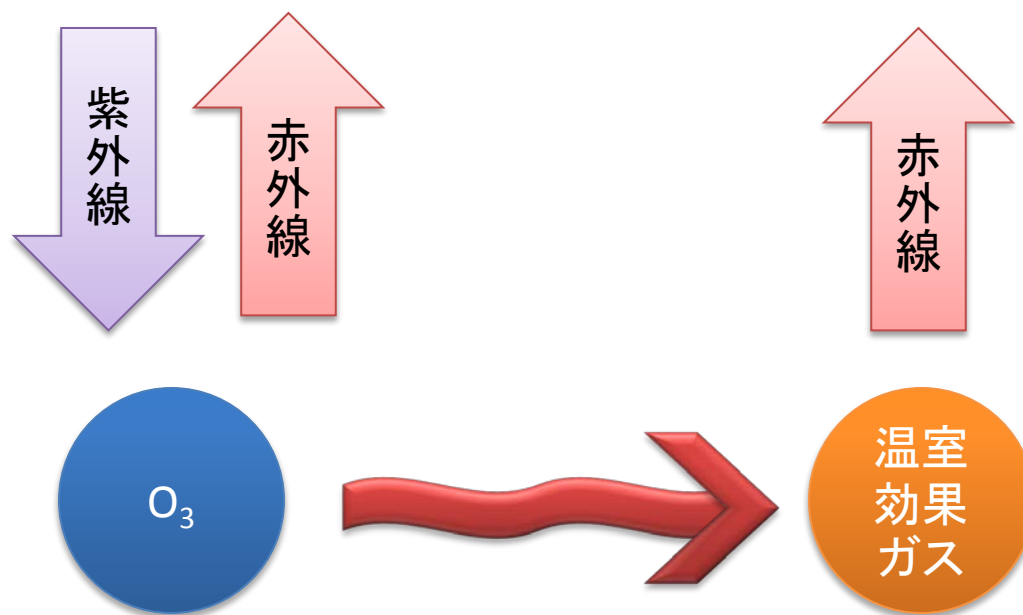


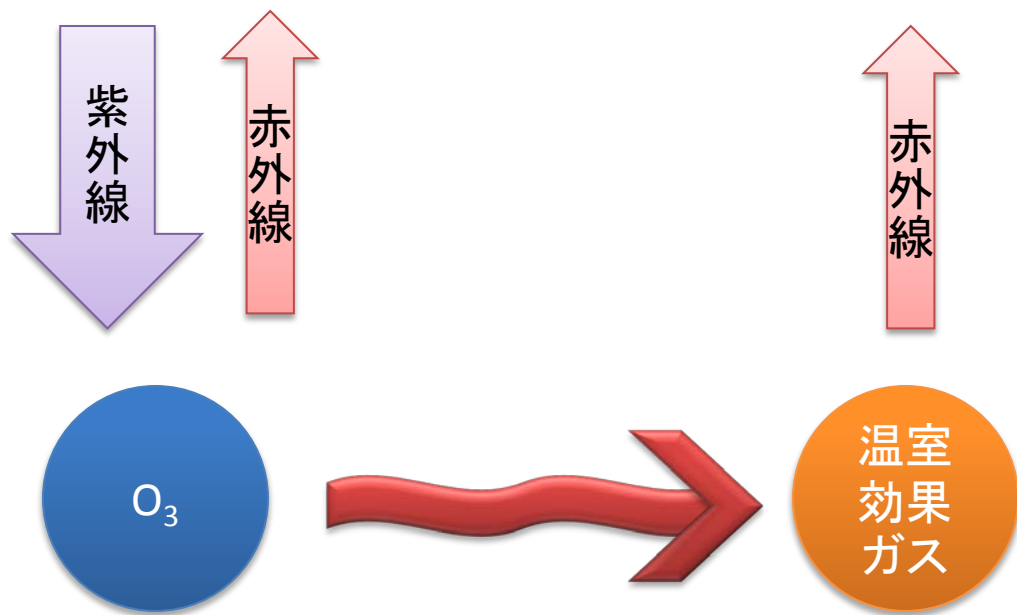




- 成層圈







中層大気の現象

- 季節
- 成層圏突然昇温 (SSW)
- 赤道準2年周期振動 (QBO)
- オゾン層・オゾンホール
- 成層圏寒冷化

- 対流圏とはまったく異なる、劇的な変動が起きている
- 我々の生活とは無関係ではなく、対流圏と成層圏・中間圏の大気現象はお互い影響し合っている

ご静聴ありがとうございました

質問・議論・雑談など
お気軽にどうぞ