地球惑星科学II

第4回

2026年10月29日

今日のテーマ

- 雲はどのようにできるか

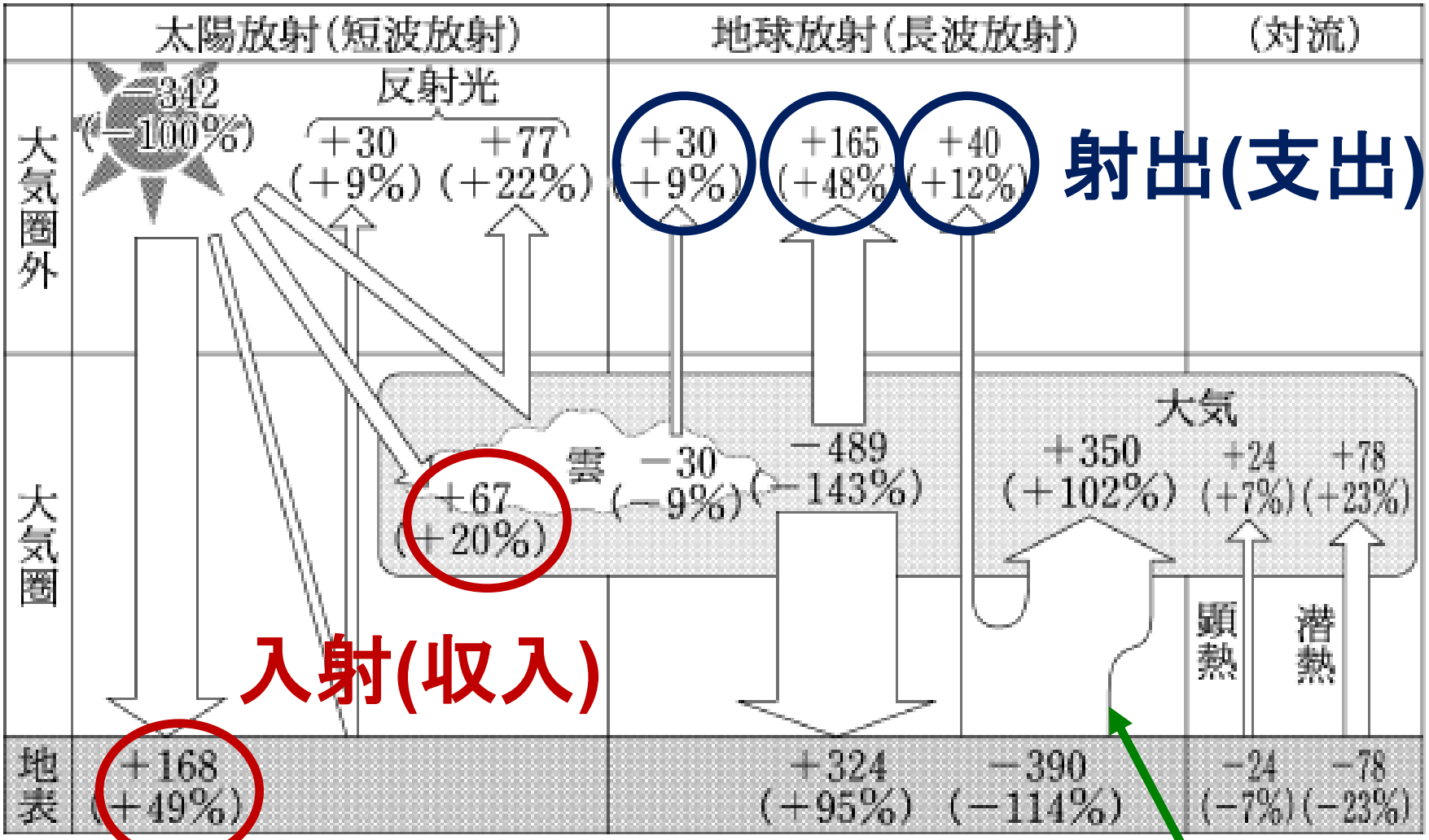
- 参照：地球惑星科学入門 21章



地学図表P.78

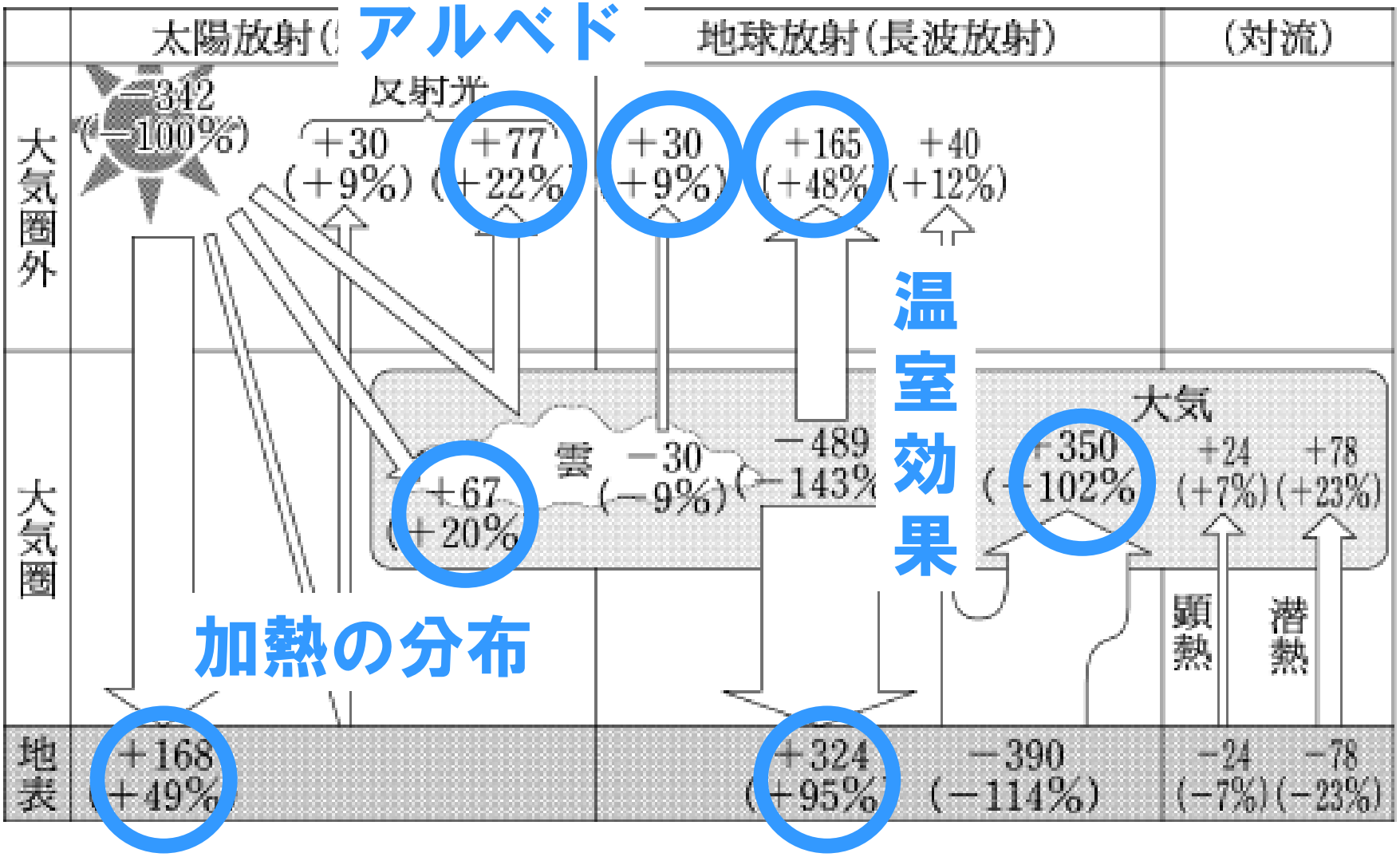
雲の重要性

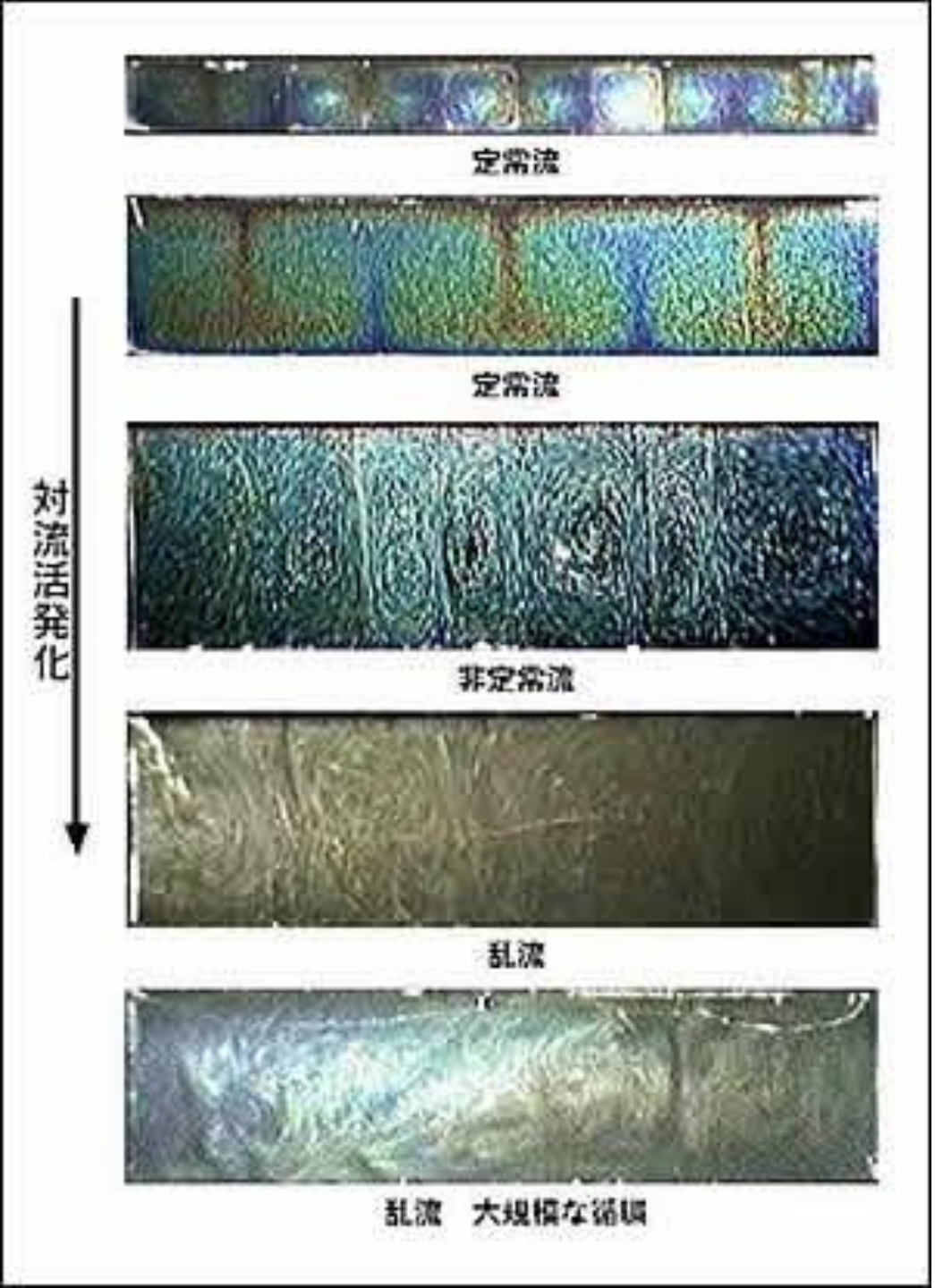
地球惑星科学入門P.224



雲の重要性

地球惑星科学入門P.224





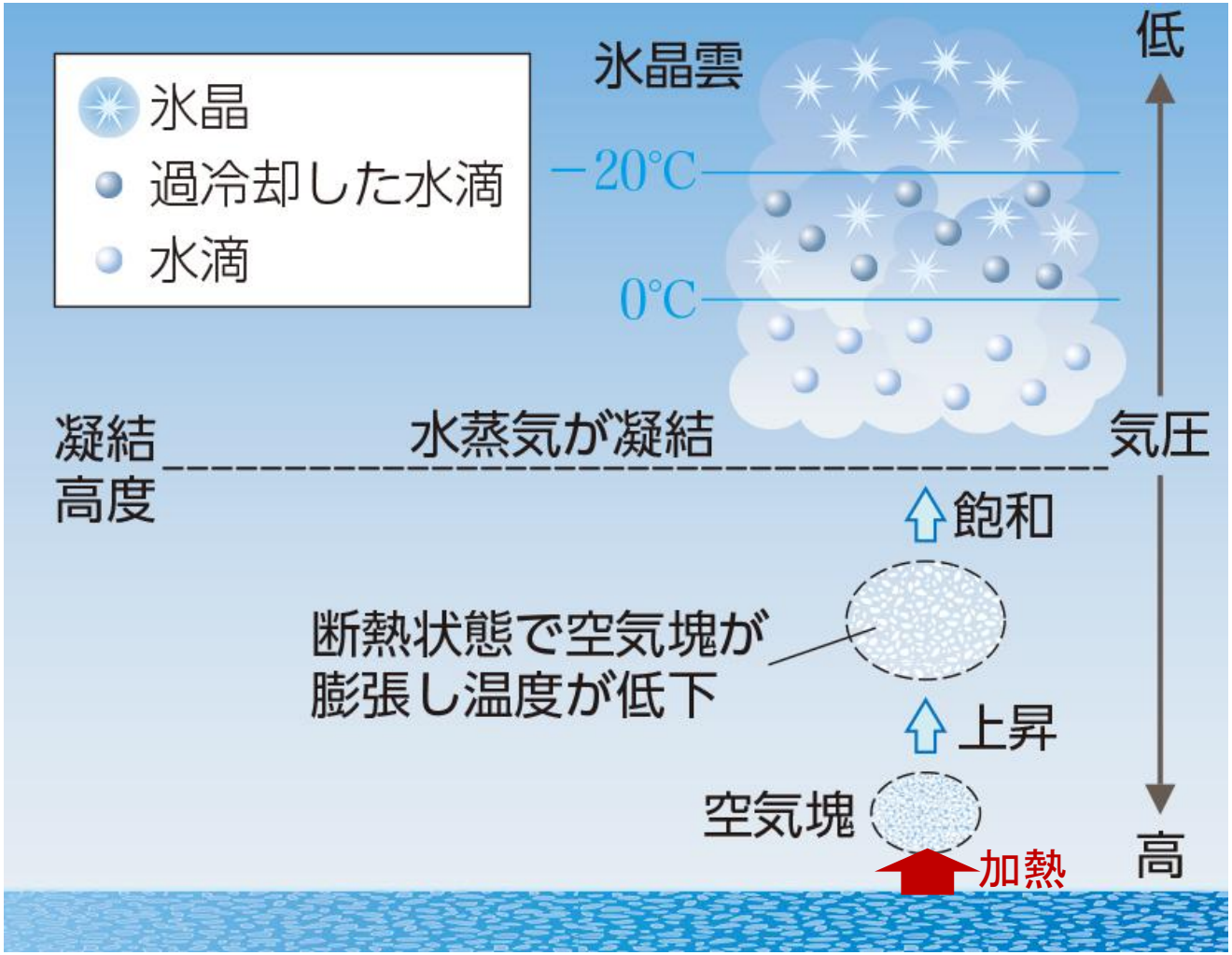
熱対流

- 加熱量の場所による違いで生じる流れ
- 例
  - 雲(湿潤対流)
  - ハドレー循環
  - 味噌汁
  - マントル

http://www.eps.s.u-tokyo.ac.jp/jp/gakubu/geoph/solid/mantle.htm
より転載

上を冷やし、下を温めた容器内シリコン油による熱対流
可視化：感温液晶入りカプセル
青は高温、赤は低温

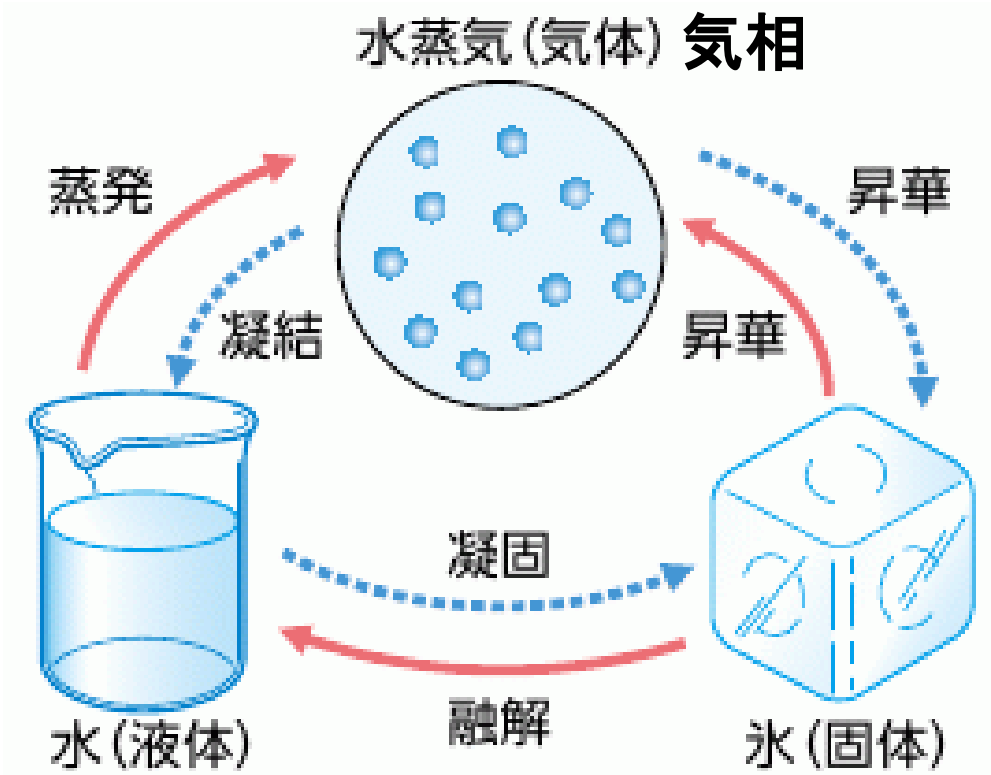
雲対流の発生



地学図表P.76

雲対流では水の相変化が起こる

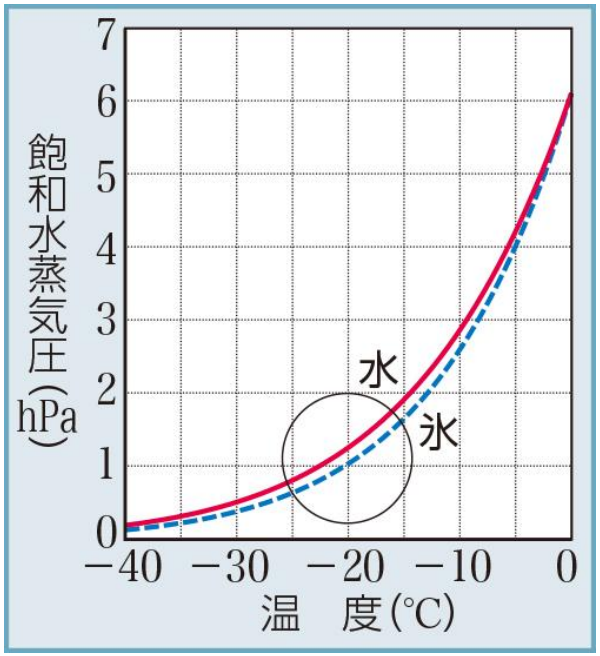
水の三態



地学図表P.76

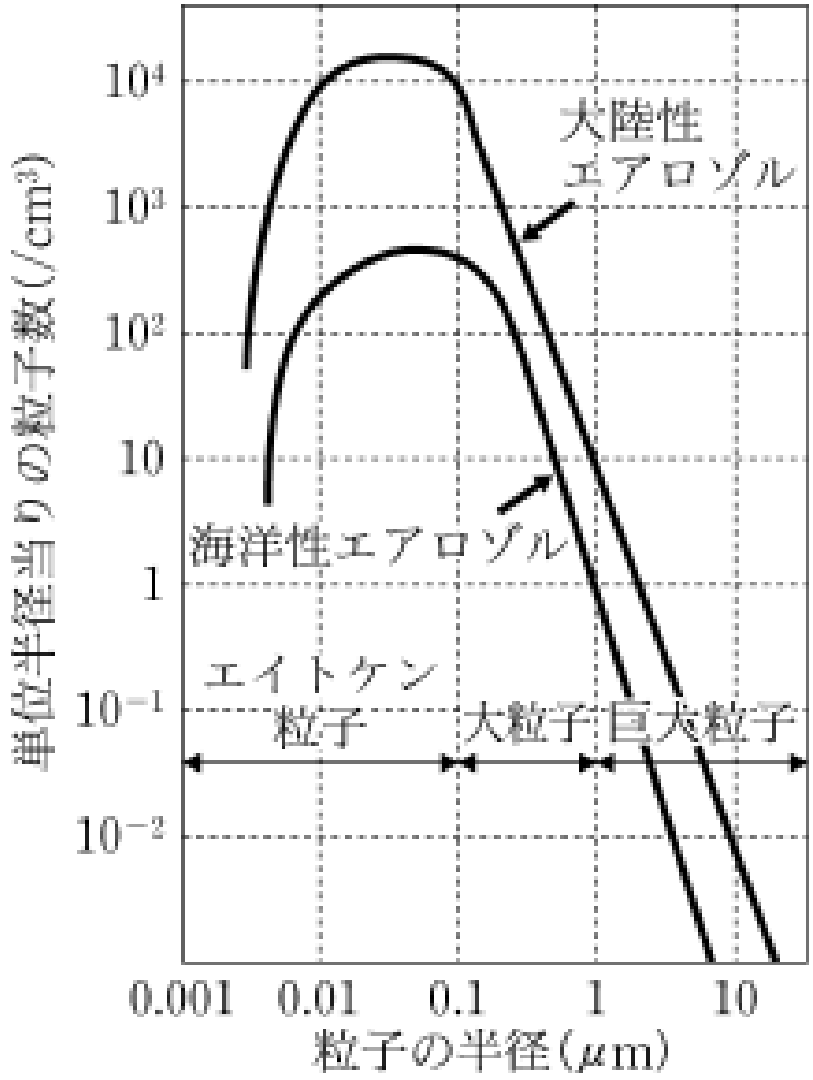
水の三態で現れる各状態を
気相・液相・固相とも呼ぶ。
異なる相への変化を相変化という

飽和蒸気圧曲線

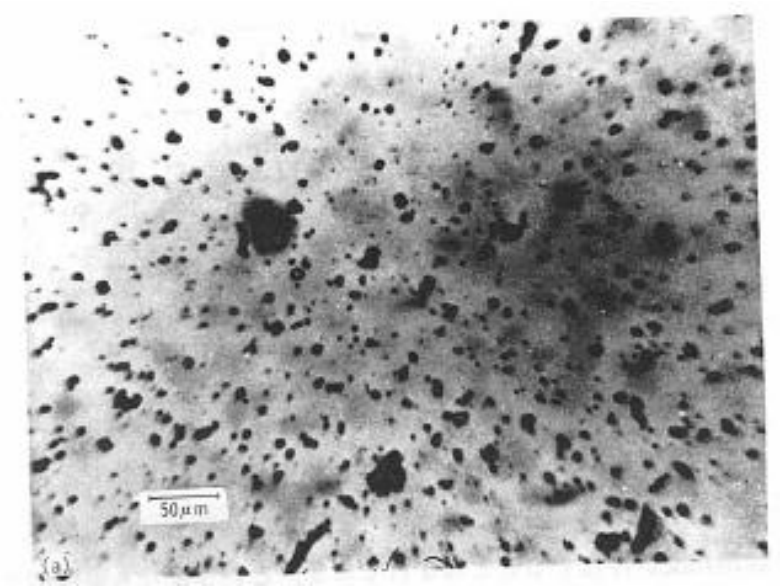


地学図表P.77

雲の生成：凝結核への凝結



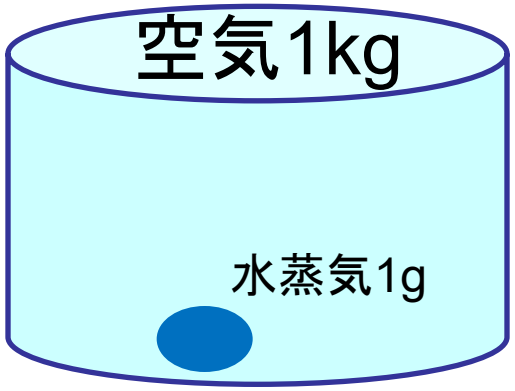
地球惑星科学入門p254



小倉、一般気象学

今日の計算問題：凝結熱（潜熱）の大きさ

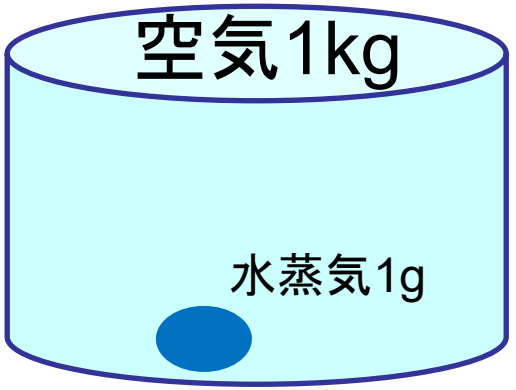
- 以下の状況を考える
  - 1kg の空気の中に 1g の水蒸気が入っている
  - 水蒸気が全部凝結する



- 空気の温度は何度上がるか？
  - 空気の比熱を 10^3 J/K/kg とする
    - 比熱：1kg の物質を温度1K上げるのに要するエネルギー
  - 水蒸気の凝結熱を 2.5×10^6J/kg とする
    - 凝結熱：1kgの物質が凝結の際に出すエネルギー

計算問題の回答例

- 設定
  - 空気の質量：1kg
  - 水蒸気の質量：1g =10^{-3} kg
  - 空気の比熱： 10^3 J/K/kg
    - 比熱：1kg の物質を温度1K上げるのに要する熱量
  - 水蒸気の凝結熱： 2.5×10^6J/kg
    - 凝結熱：1kgの物質が凝結の際に出す熱量

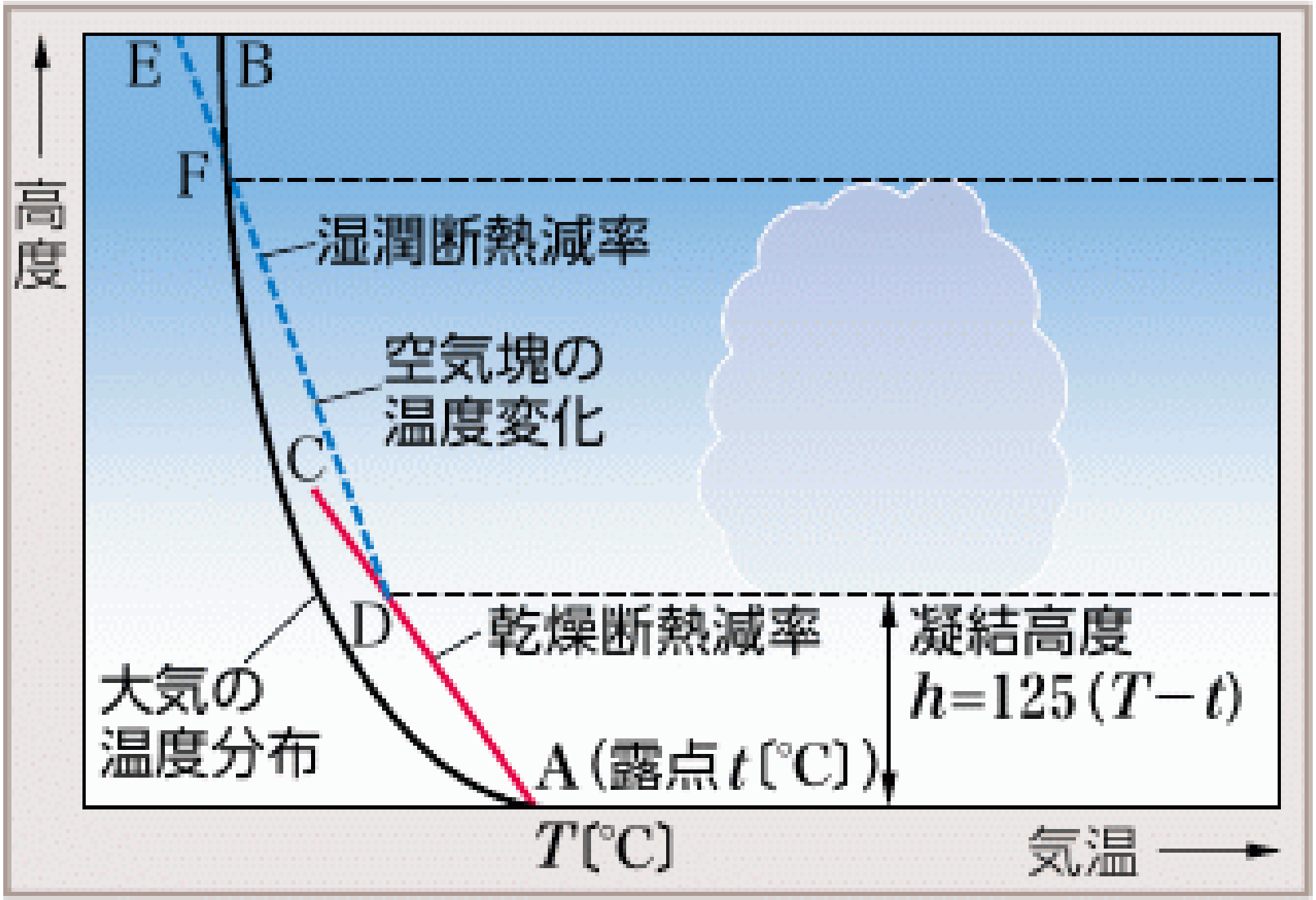


$$(\text{温度変化量}) = \frac{(\text{出る熱})}{(\text{空気の比熱})\times(\text{空気の質量})} = \frac{(\text{水蒸気質量})\times(\text{凝結熱})}{(\text{空気の比熱})\times(\text{空気の質量})}$$

$$= \frac{(10^{-3}\ \mathrm{kg})\times(2.5\times10^{6}\ \mathrm{J/kg})}{(1000\ \mathrm{J/(K\,kg)})\times(1\ \mathrm{kg})}$$

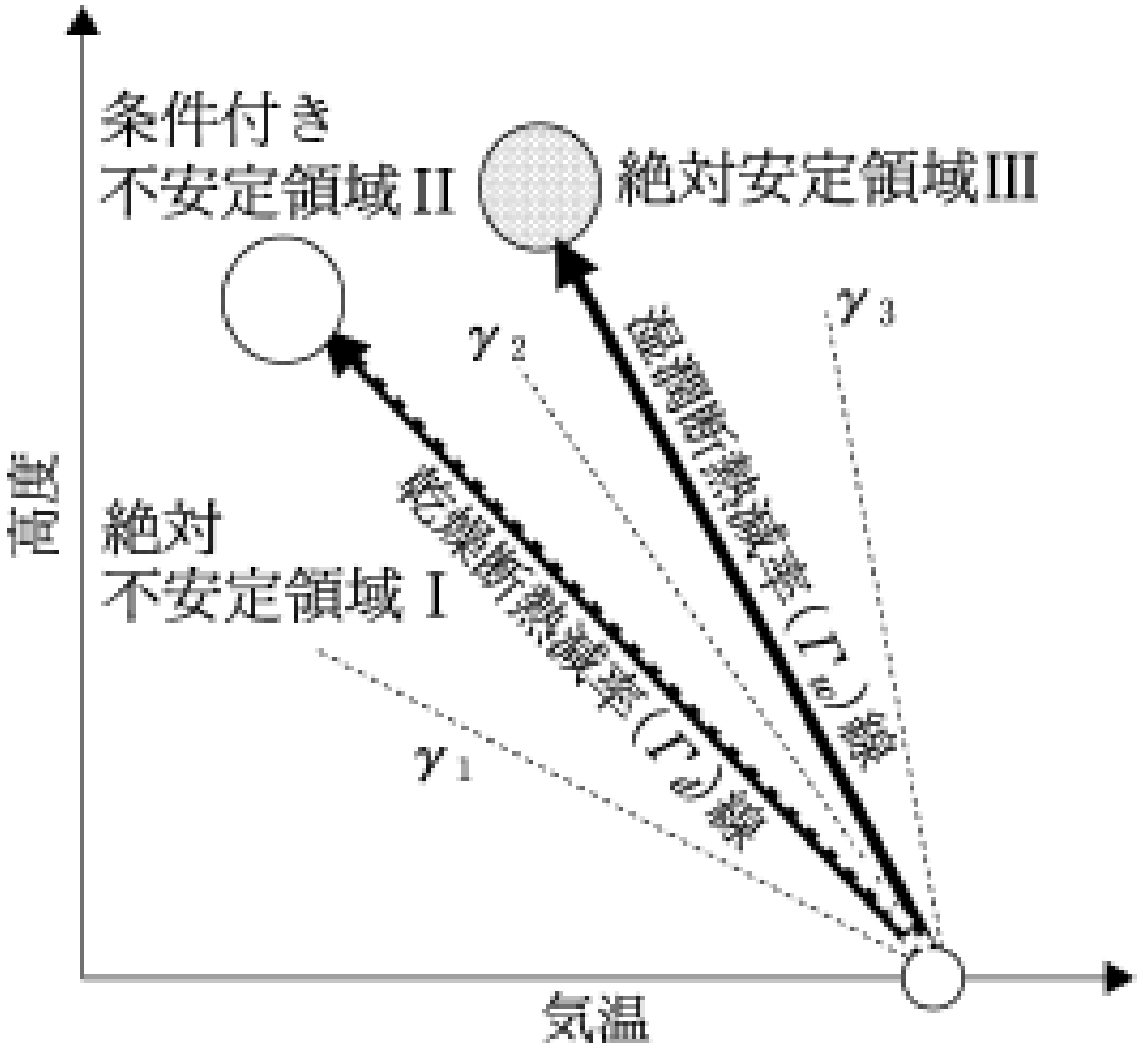
$$= 2.5\mathrm{K} \sim 3\mathrm{K}$$

大気の温度分布



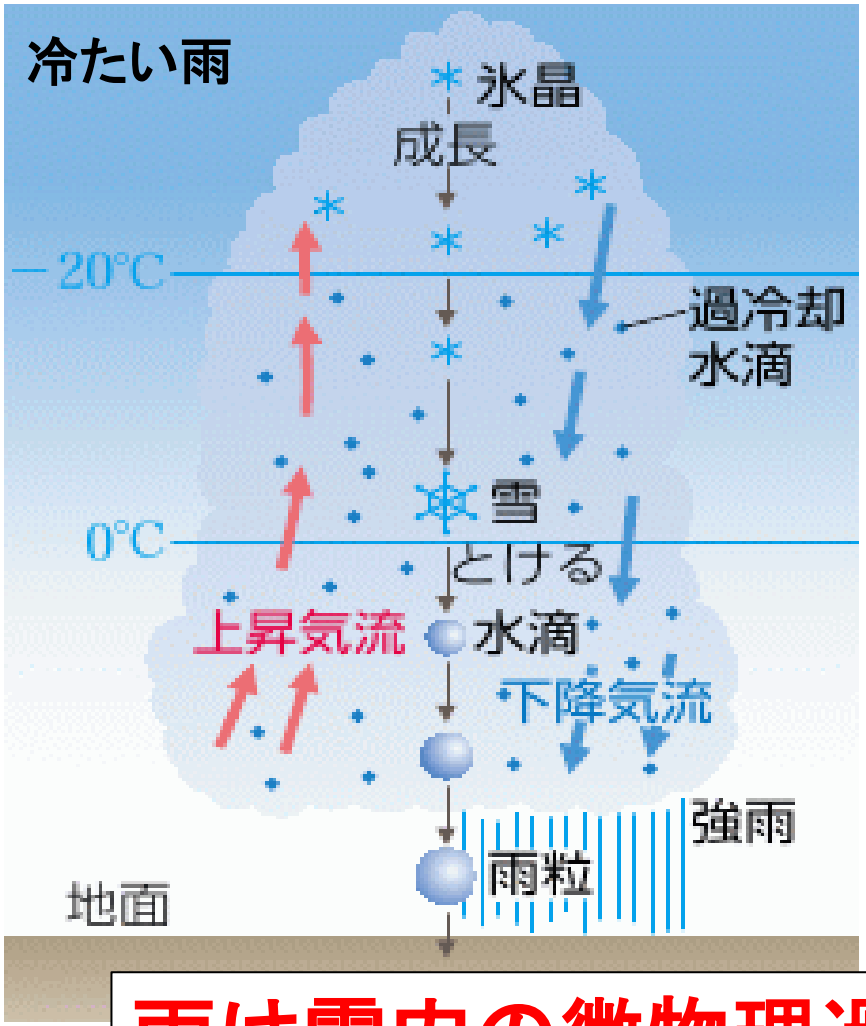
地学図表P.77

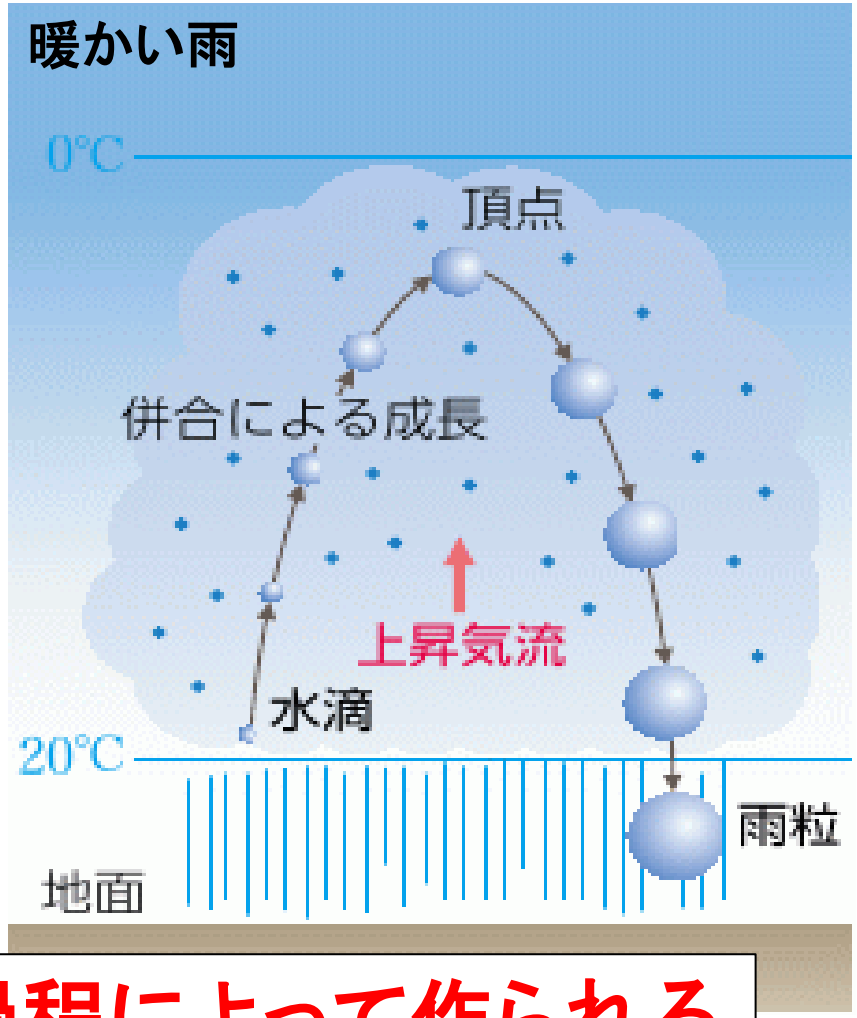
大気の安定度



地球惑星科学入門p253

雨のでき方

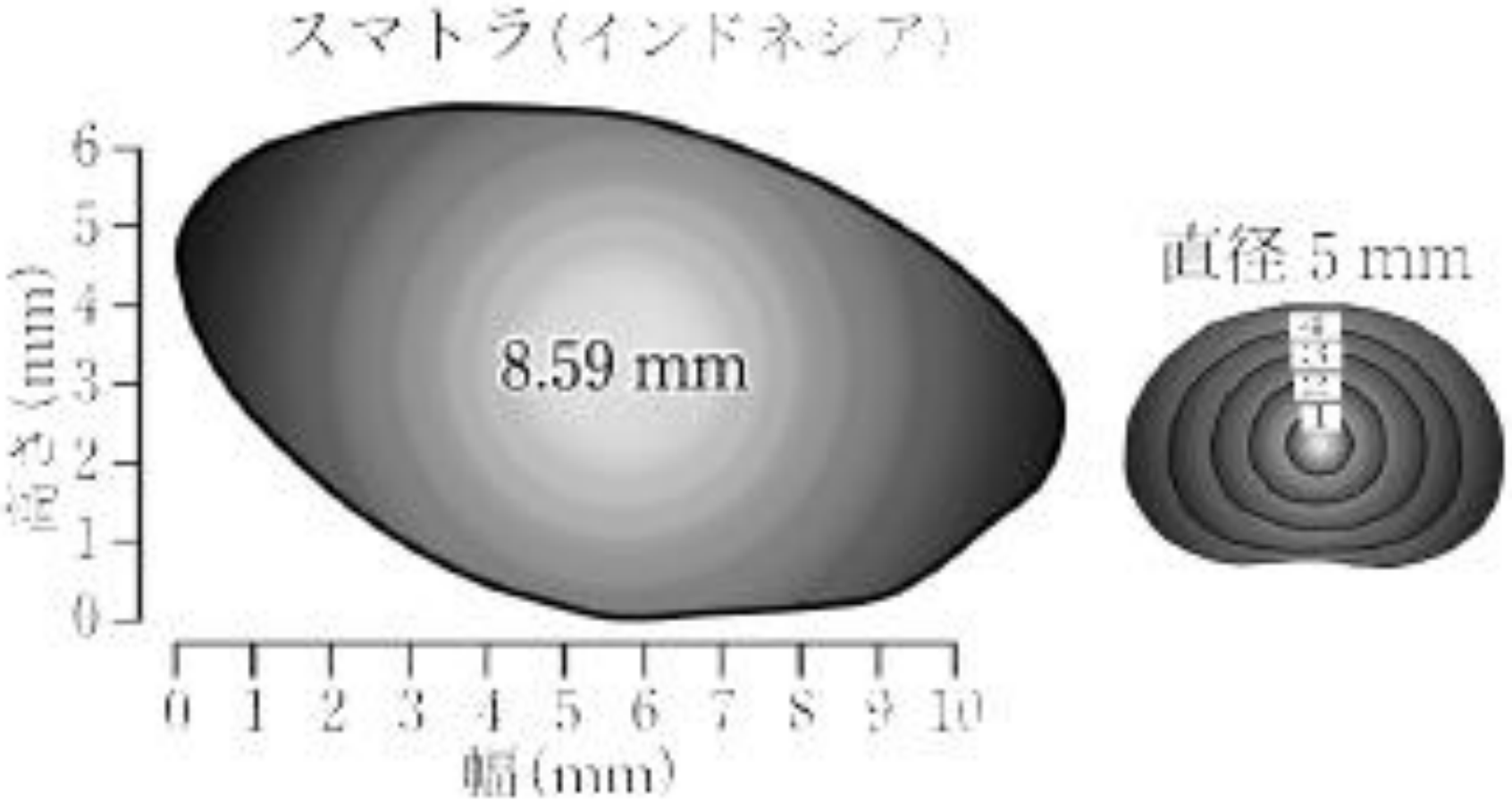




雨は雲内の微物理過程によって作られる

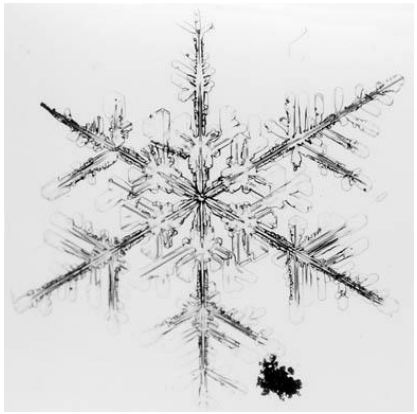
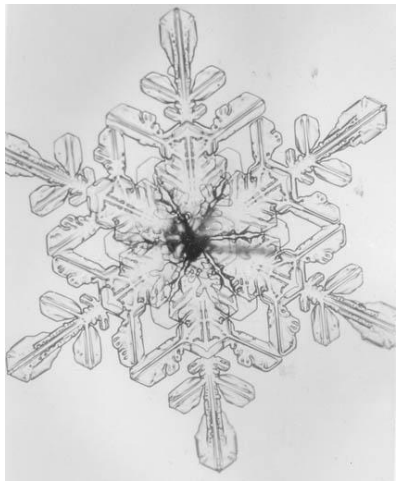
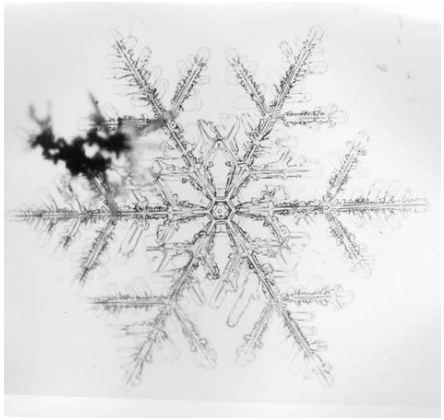
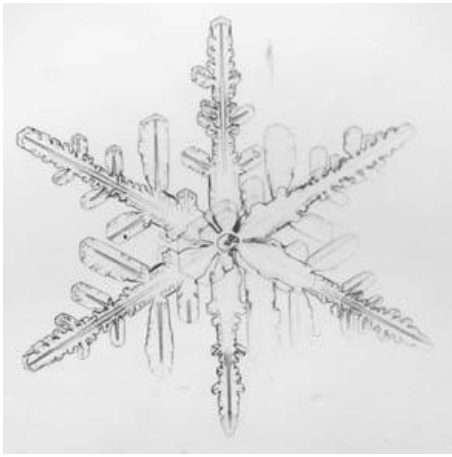
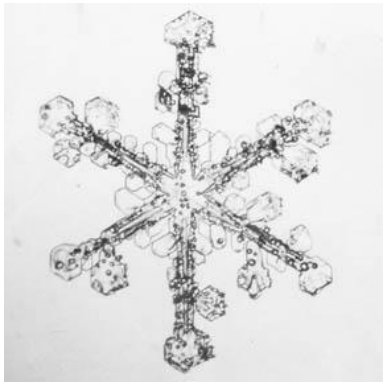
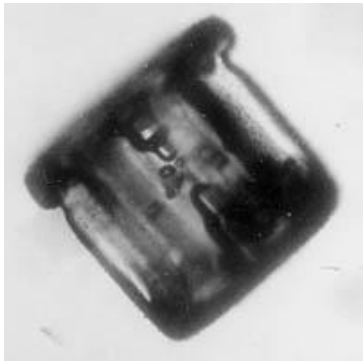
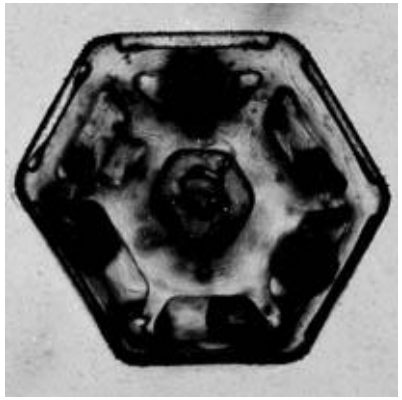
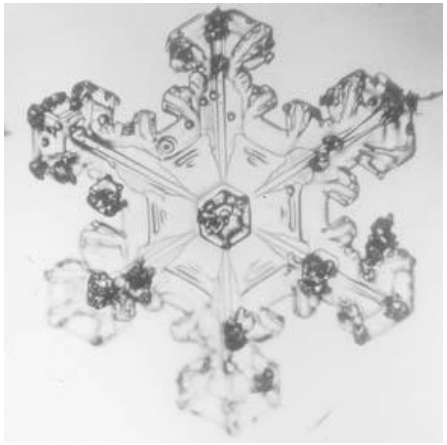
地学図表P.77

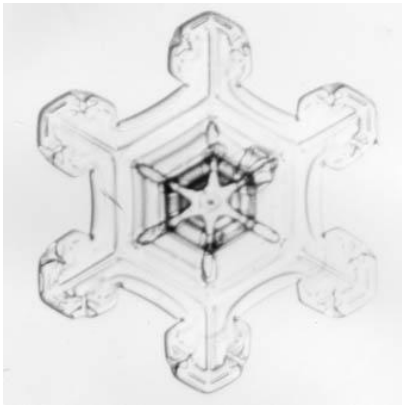
雨粒



地球惑星科学入門p228

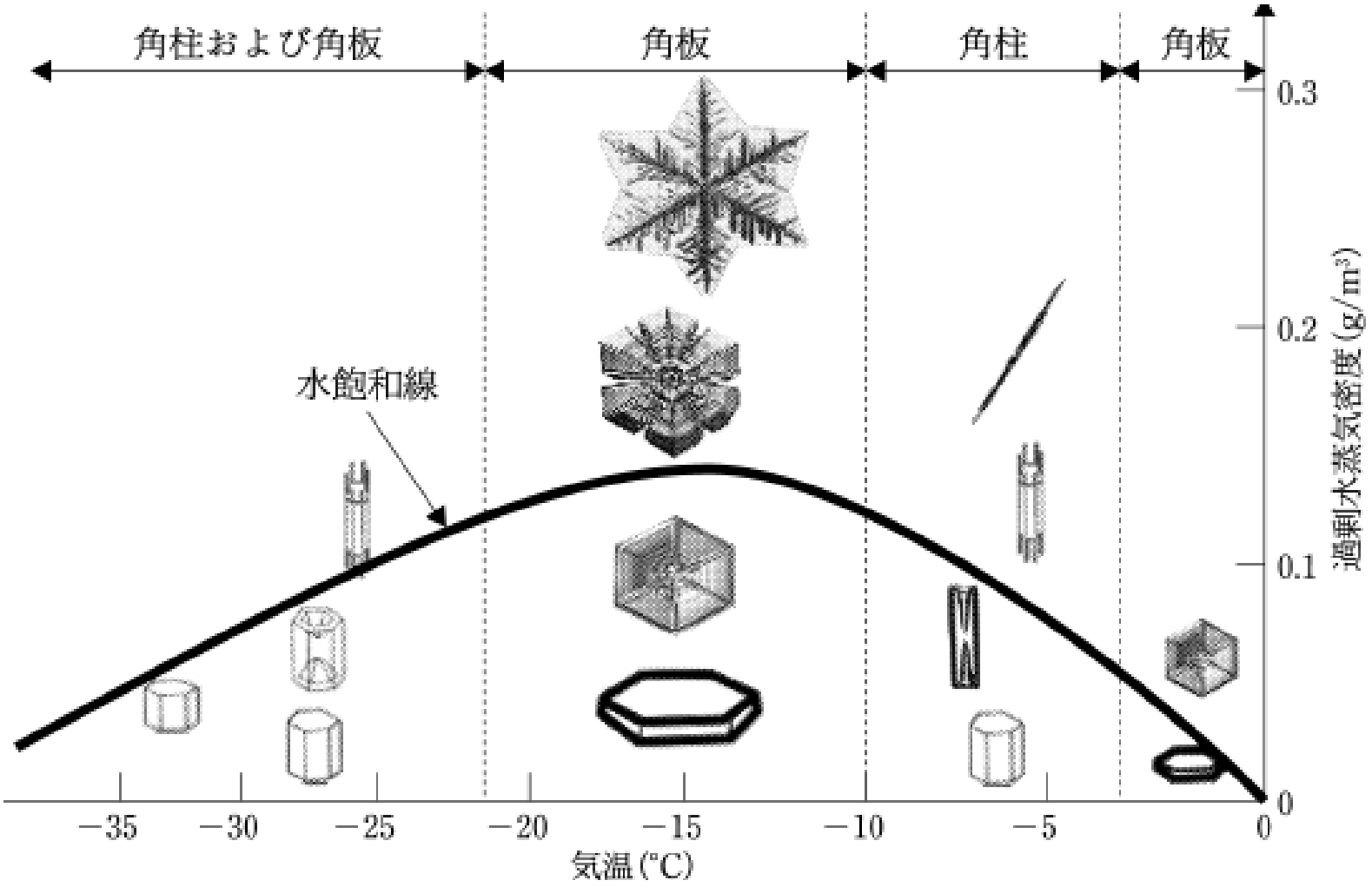
雪の結晶



http://yukipro.sap.hokkyodai.ac.jp/snowwatch/gallery/gallery.htmlより転載

雪の結晶



地球惑星科学入門p228

雲の種類



地学図表P.78

雲の形

地学図表P.78

巻雲



高積雲



積雲



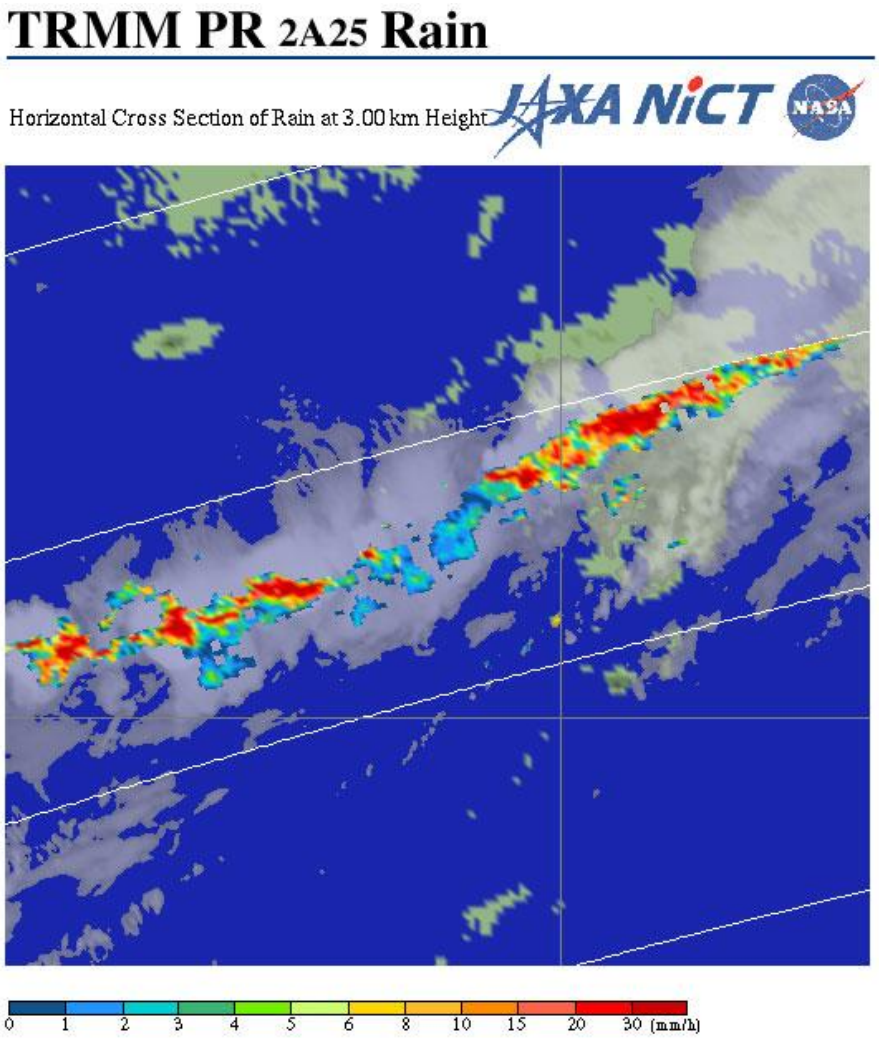
積乱雲



流れのパターンにより多様な雲の形ができる

特殊な雲

線状降水帯



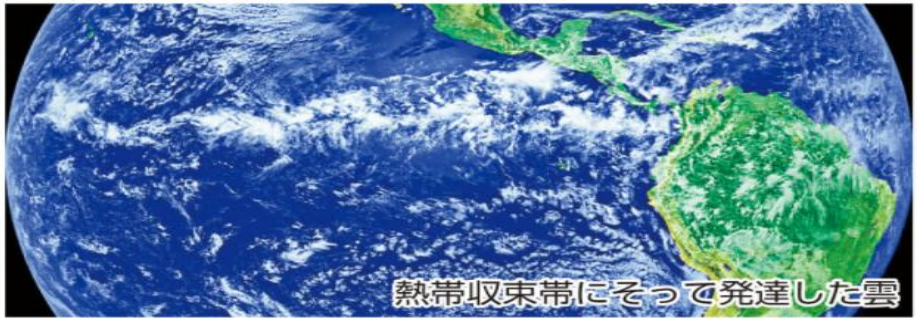
http://www.eorc.jaxa.jp/imgdata/topics/2006/img/tp060705_03.jpg

竜巻



http://farm1.static.flickr.com/185/452392668_7ba9ebcfd4.jpg

クラウドクラスター



地学図表P.85

今日のミニレポート

- あなたが見た（あるいは、感じた、利用した）対流現象の紹介をしてください
  - いつ、どこで見たかも覚えている範囲で構わないので説明してください
  - こんな現象を見たことあるぞ、という自慢をしてくれると嬉しいです