



リモートセンシング工学 (第4回: 大気の放射)

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

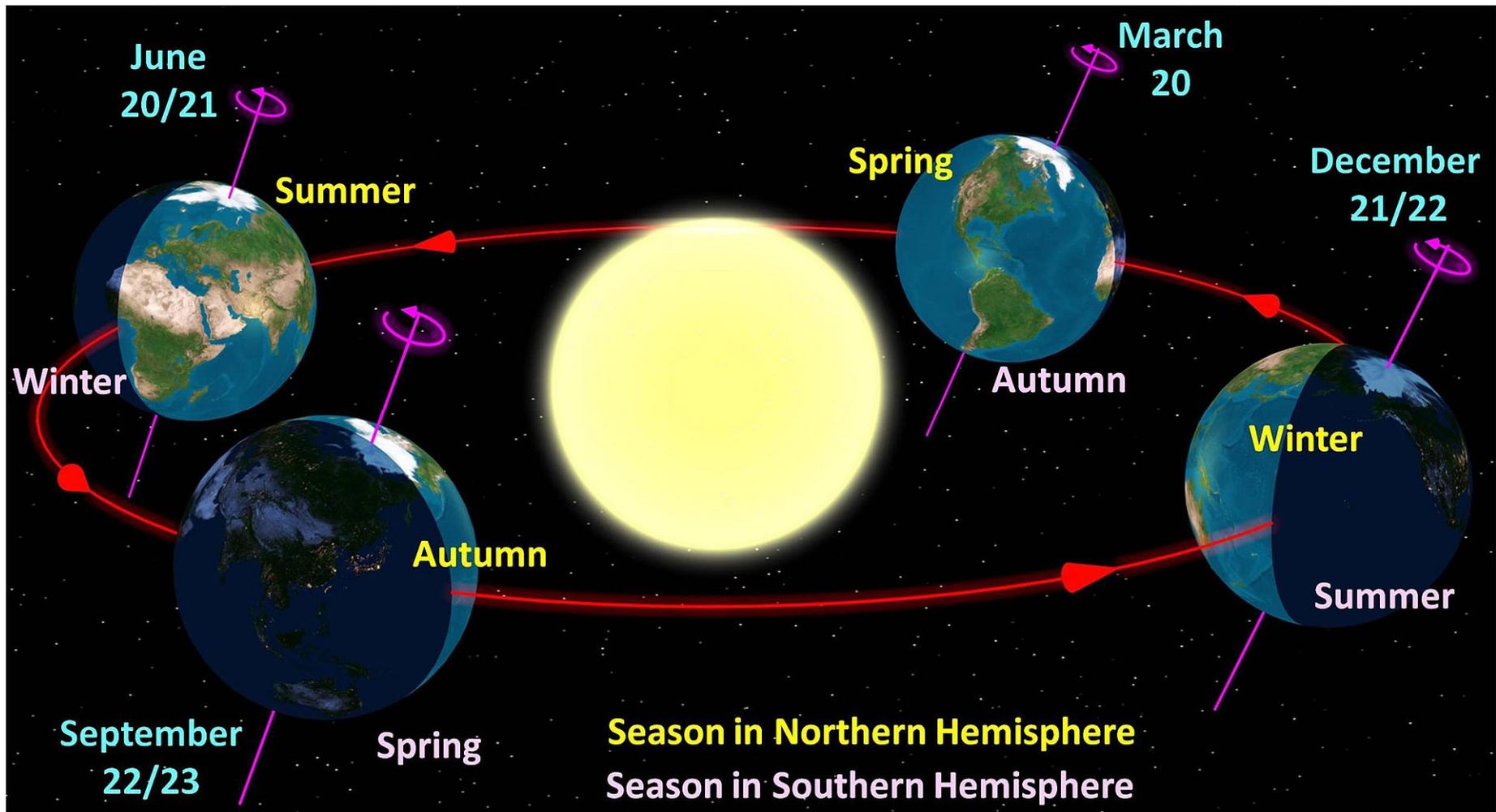
2020年度 千葉大学・工学部・情報工学コース 小槻担当④

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

5章：大気における放射

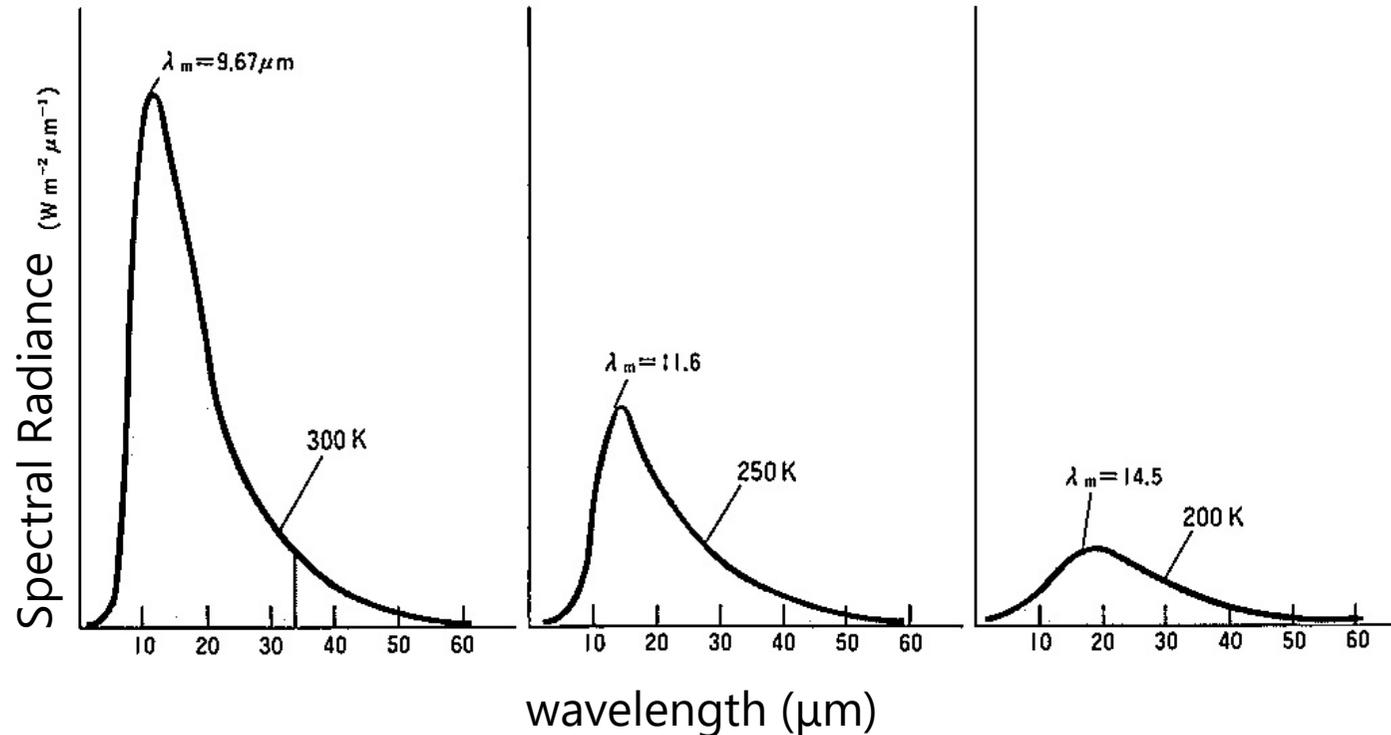
Why is the summer warm & the winter cold?



Three Radiation Laws

(1) Plank's law

adopted from Y. Ogura (1984)



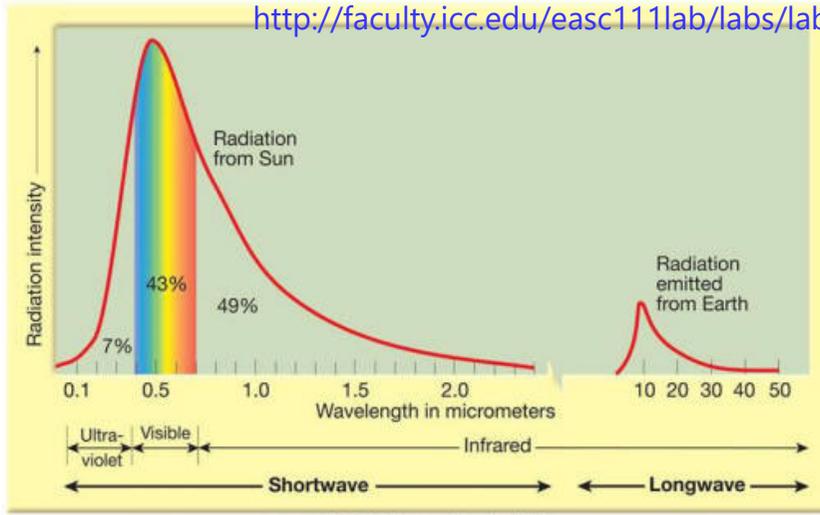
(2) Stefan–Boltzmann law

$$I = \sigma T^4$$

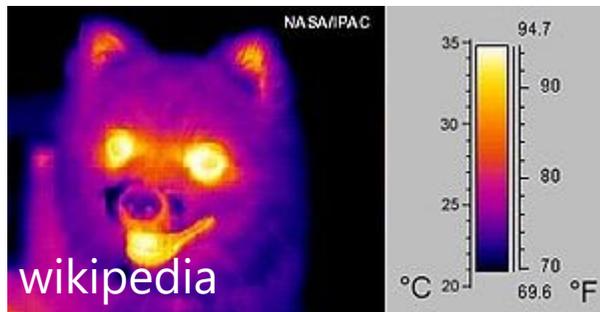
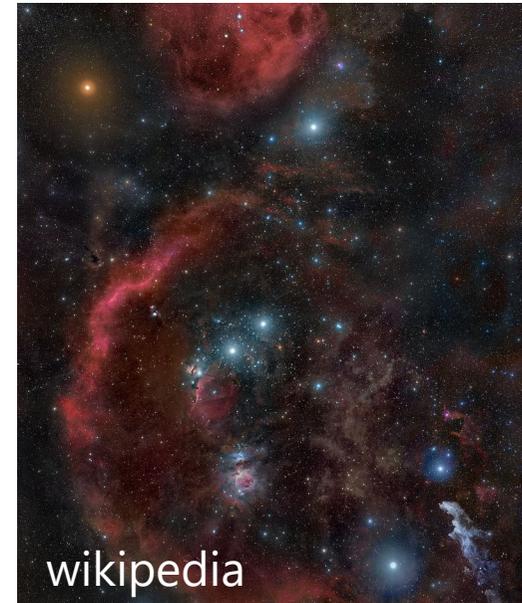
(3) Wien's displacement law $\lambda_m = 2897 / T$

If you understand radiation, then we can understand

http://faculty.icc.edu/easc111lab/labs/labi/prelab_i.html

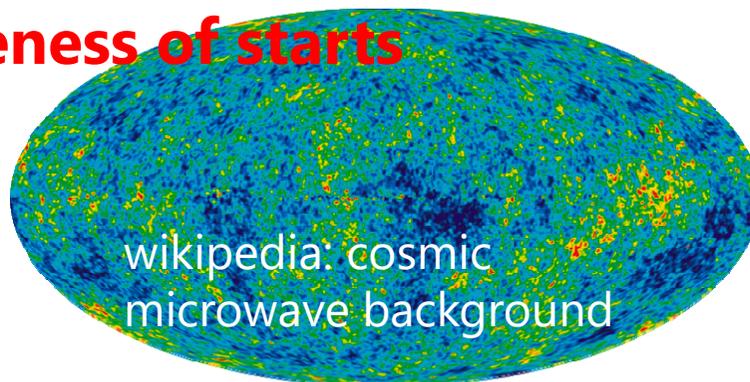


red Betelgeuse & white Sirius

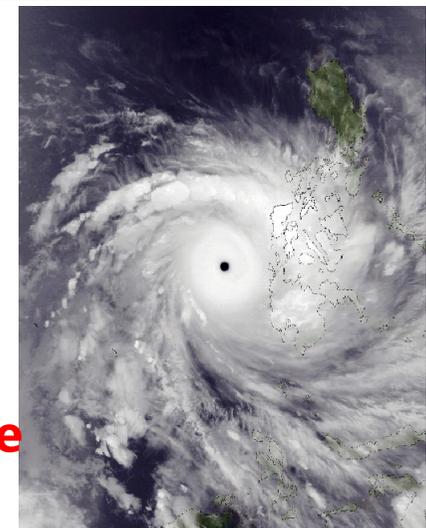


the way to measure body temperature

sparseness of stars

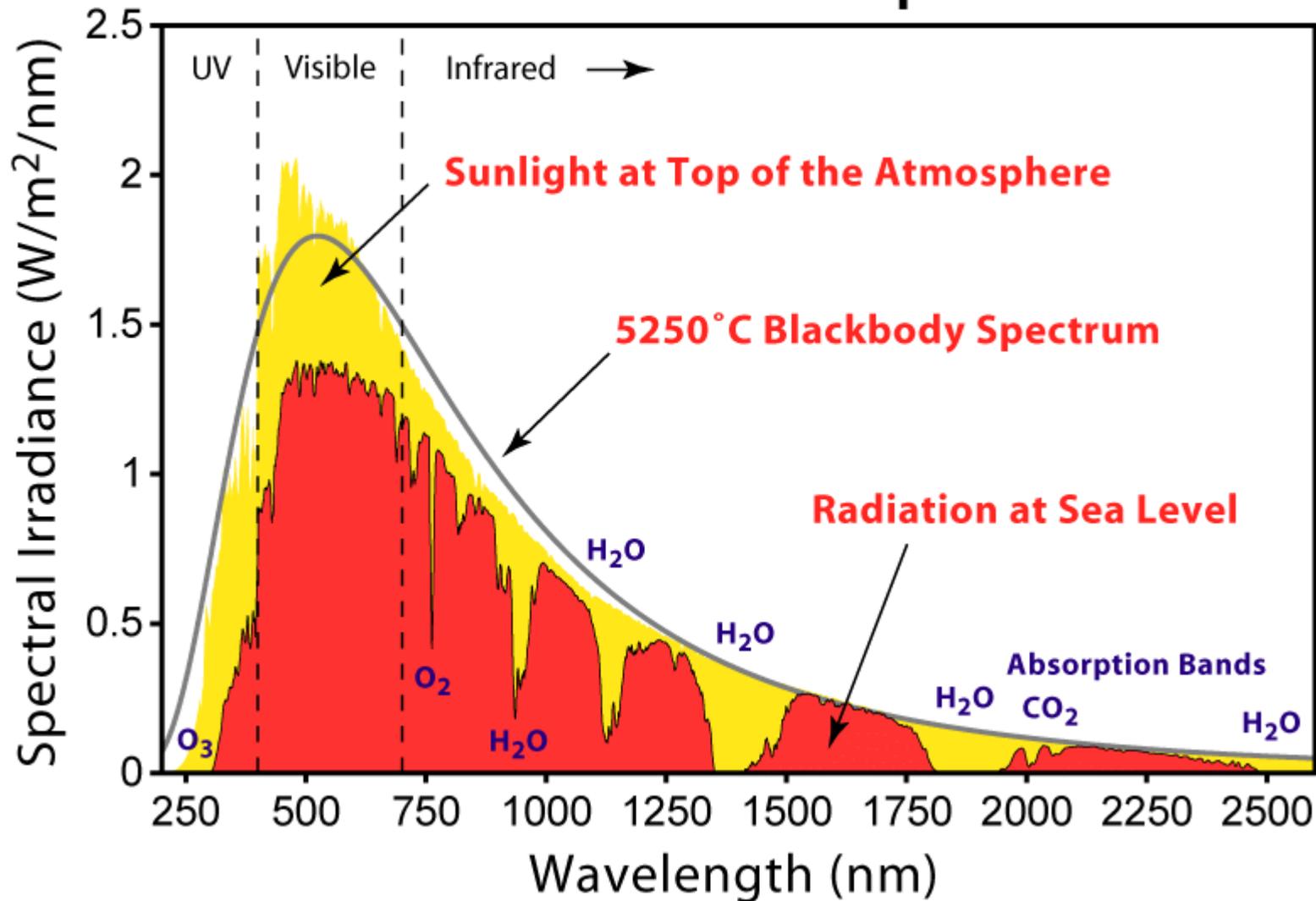


the way to measure TCs by satellites



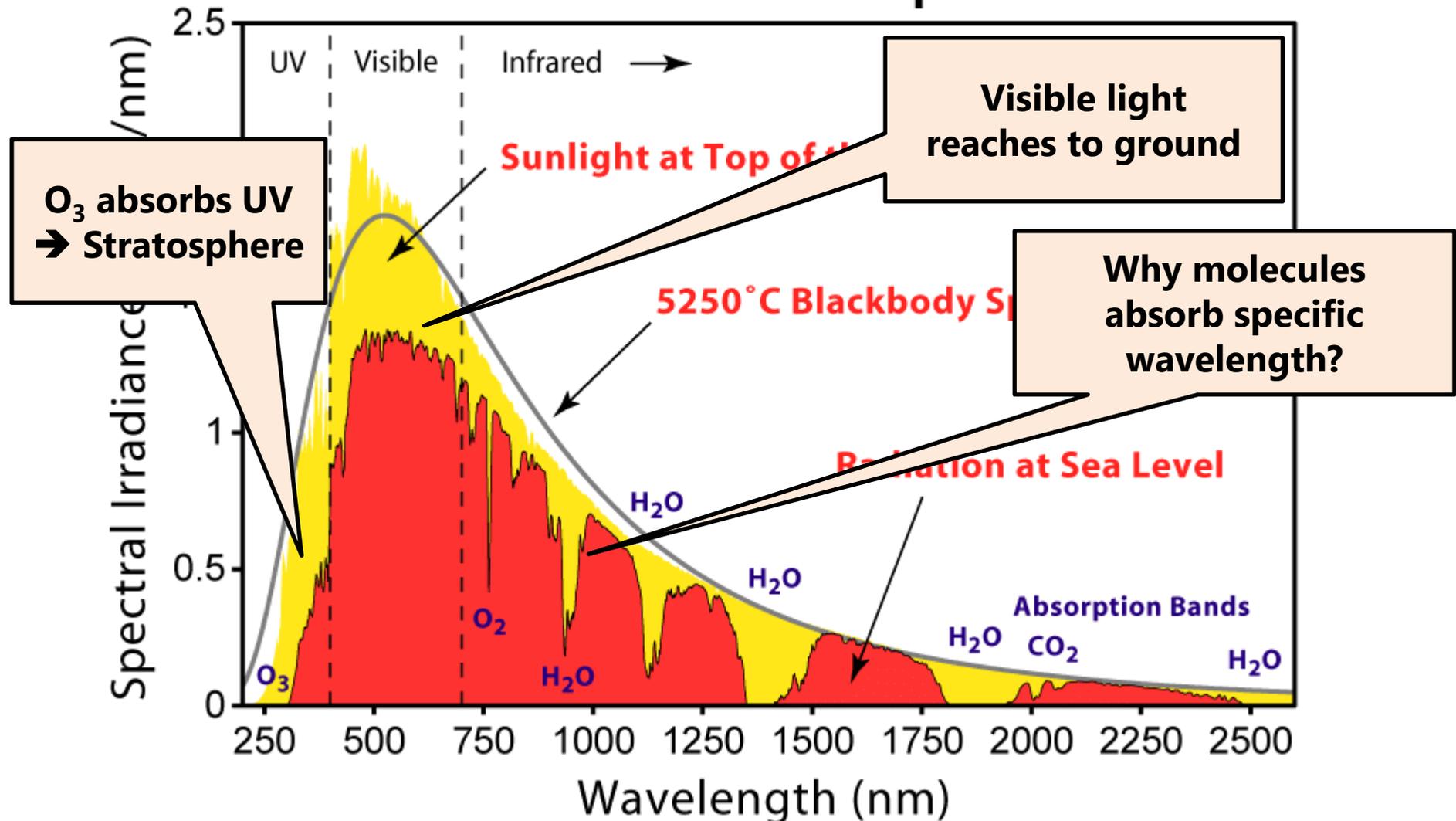
Solar Radiation Spectrum

Solar Radiation Spectrum

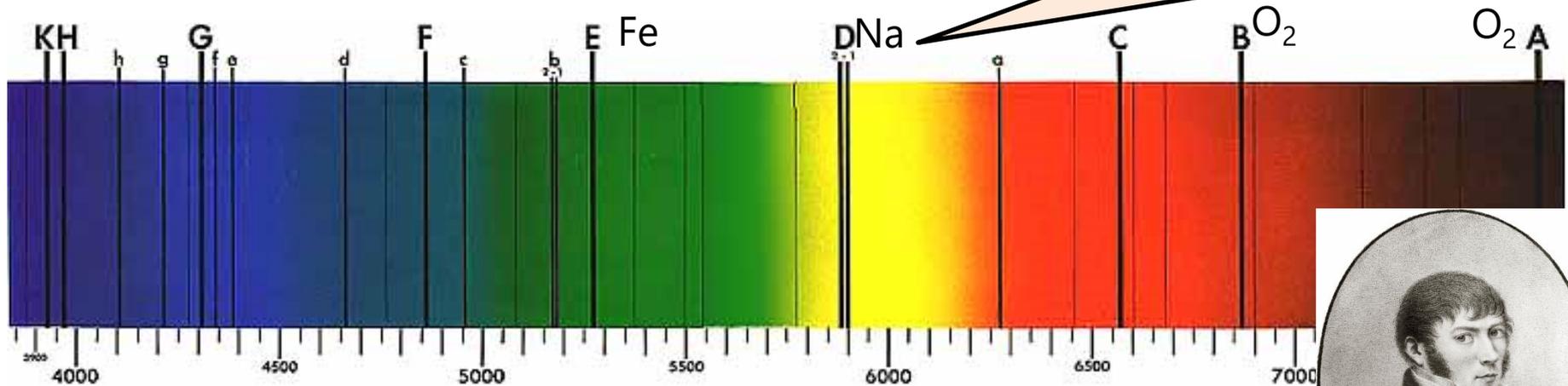
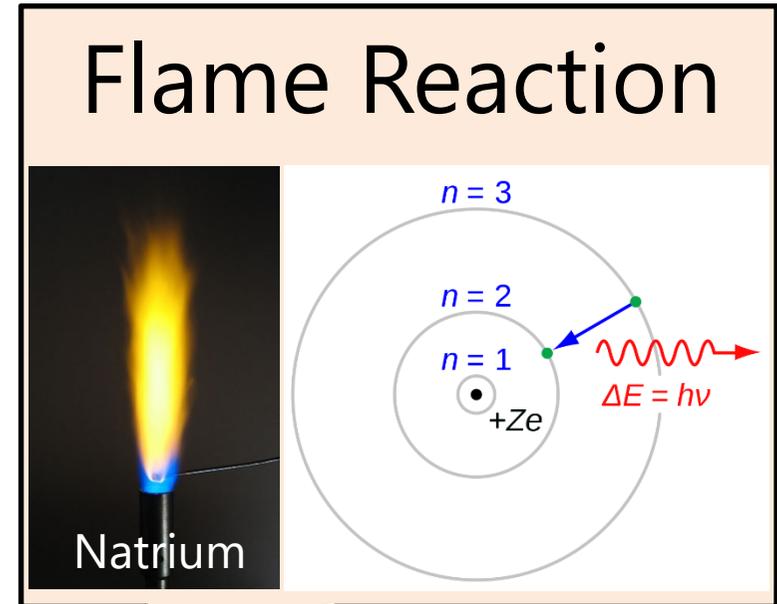
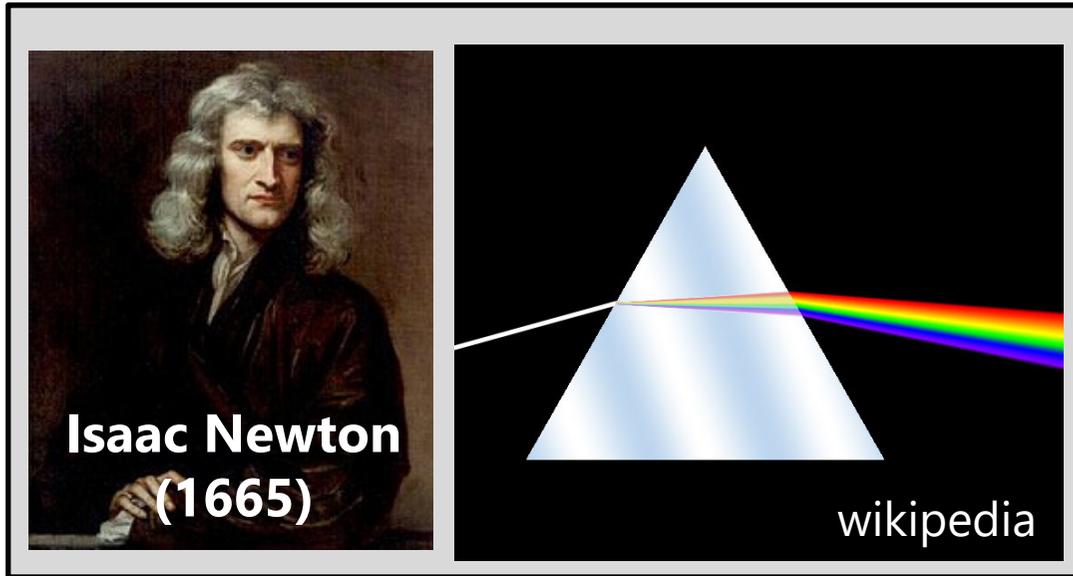


Solar Radiation Spectrum

Solar Radiation Spectrum



Observation of Visible Lights

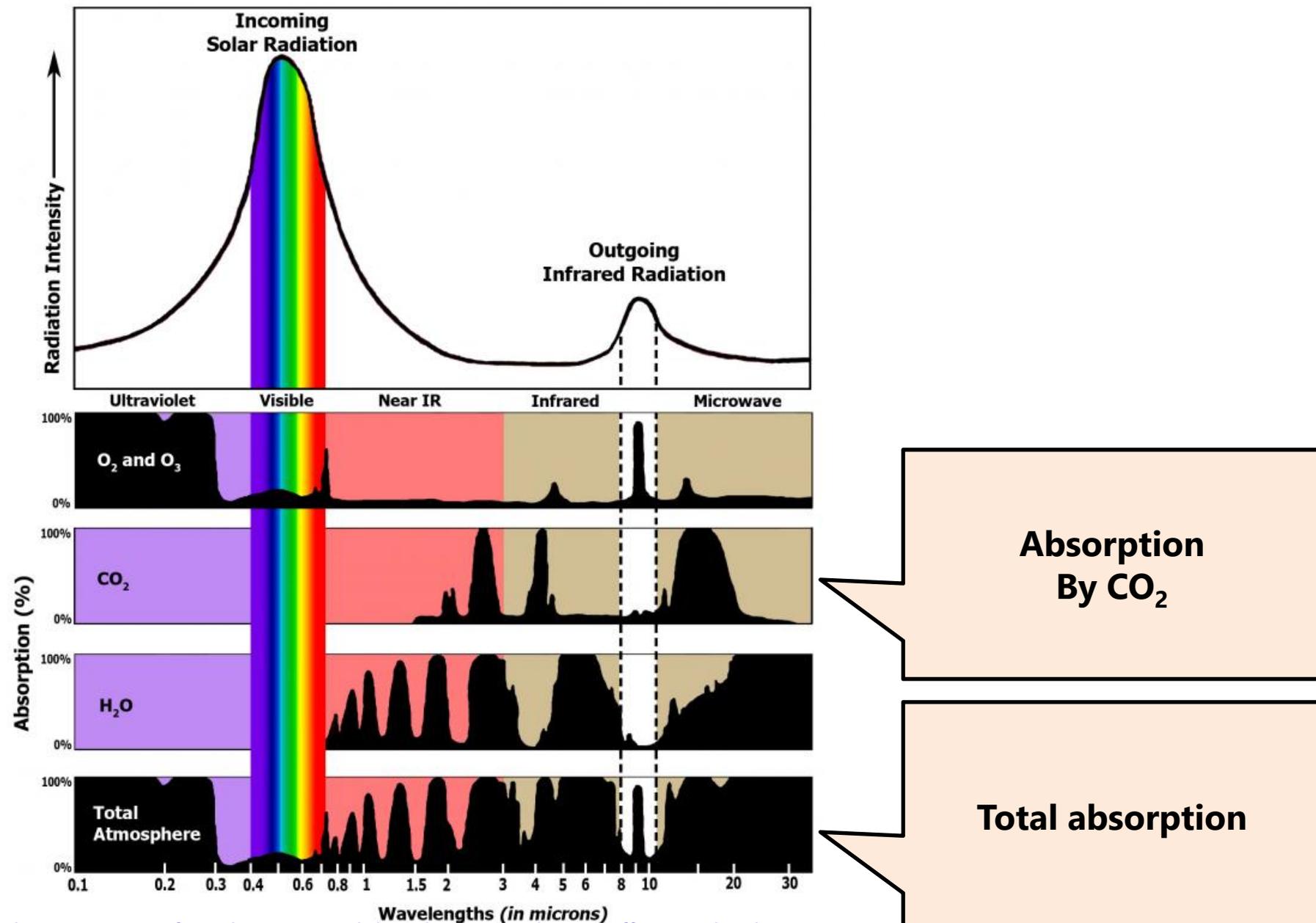


→ Can estimate (1) stars' molecules, and (2) distance from the earth.

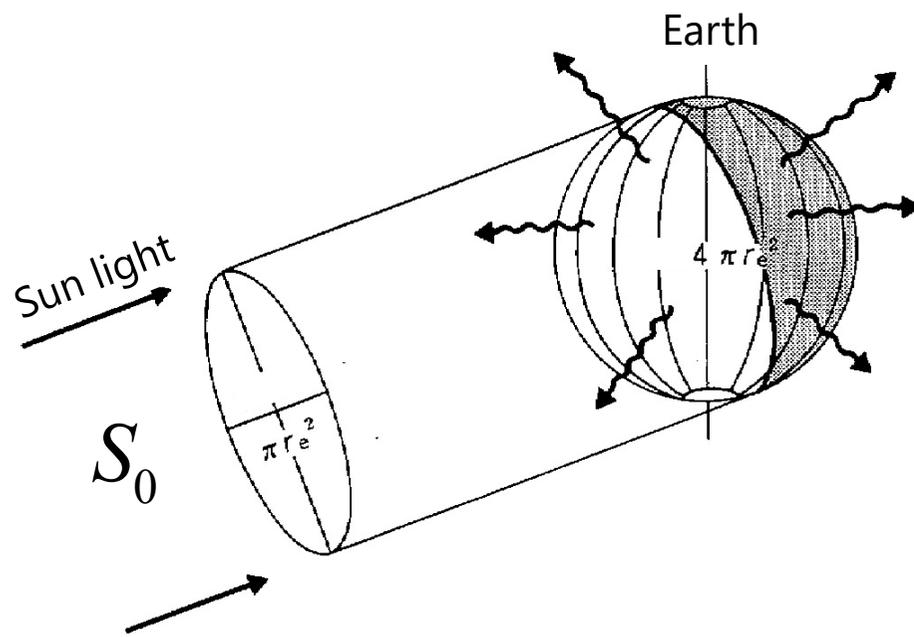
van Fraunhofer (1813)



Solar and Earth Radiation Spectrums



The Earth Energy Balance **w/o Atmosphere**



$$S_0 (1 - A) \pi r_e^2 = 4\pi r_e^2 I$$

$$A = 0.3$$

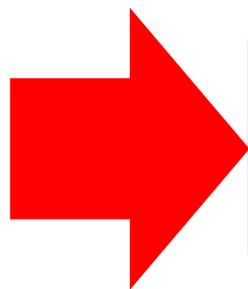
$$I = \sigma T^4$$

$$S_0 = 1.37 \times 10^3 \text{ (} W / m^2 \text{)}$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ (} W / m^2 / K^4 \text{)}$$

A: Albedo

r_e : the Earth's radius (m)



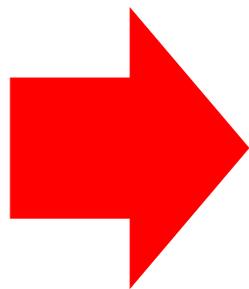
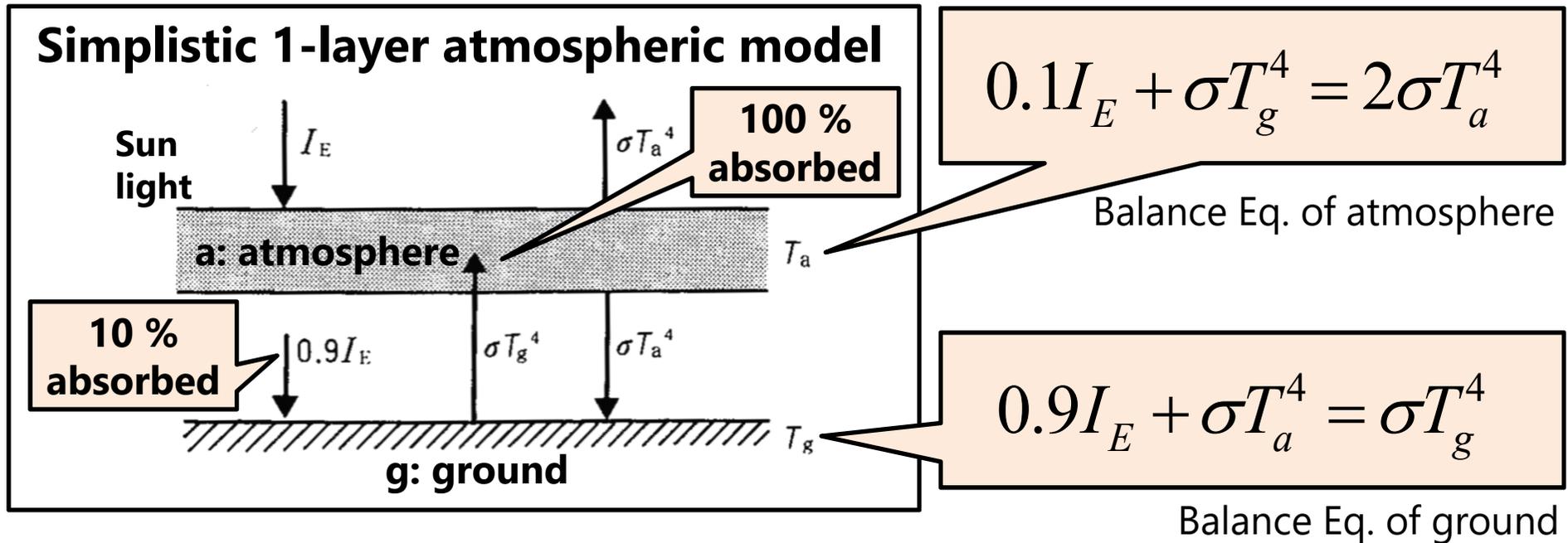
$$I \approx 240 \text{ (} W / m^2 \text{)}$$

$$T \approx 255 \text{ (} K \text{)}$$

much lower than the real Earth (288K)

adopted from Y. Ogura (1984)

The Earth Energy Balance w/ Atmosphere



$$T_a \approx 255(K)$$

$$T_g \approx 299(K)$$

close to the real Earth (288K)

adopted from Y. Ogura (1984)

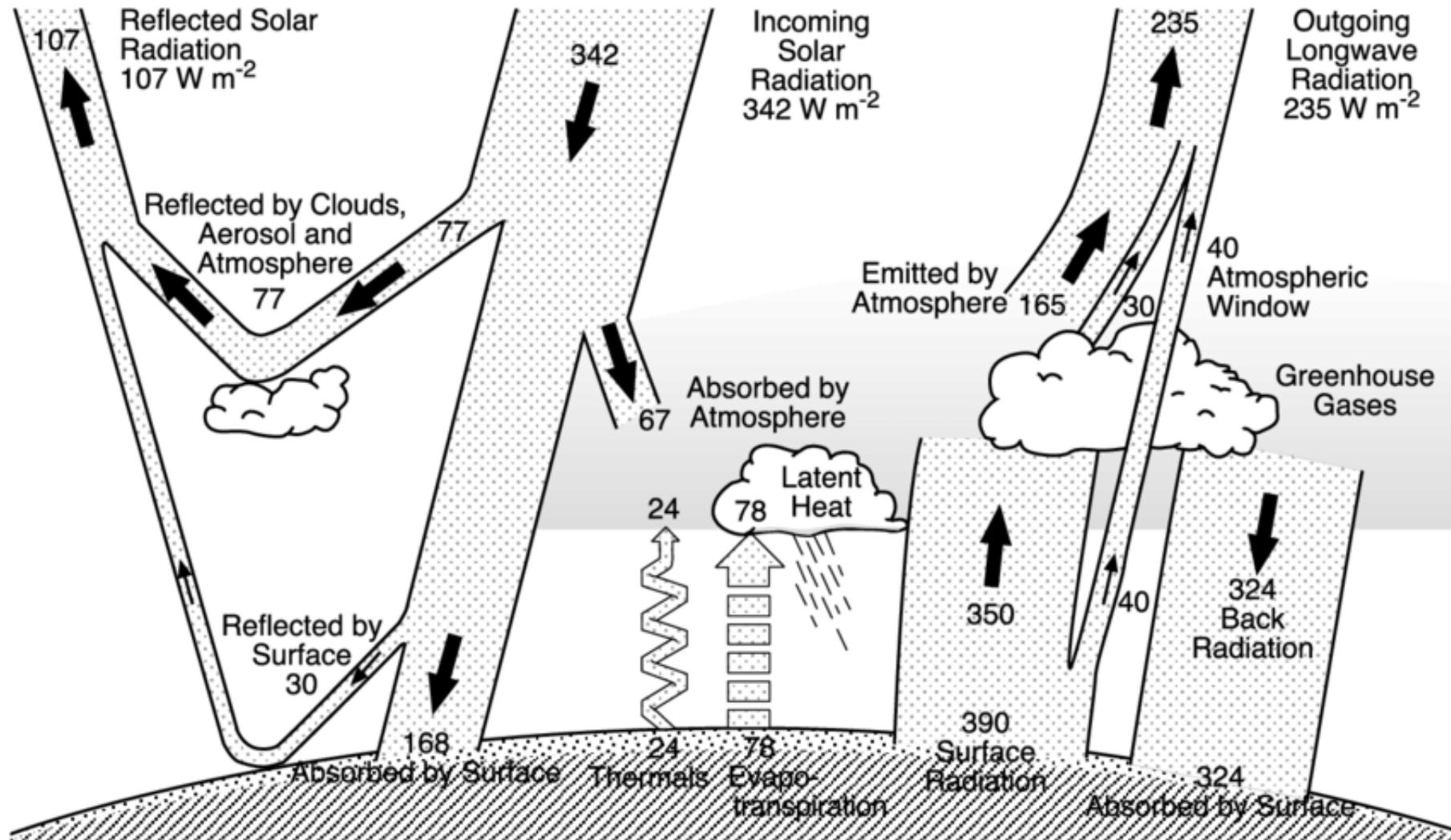
Energy Balances of Planets

	distance from the Sun (AU)	Incoming radiation (W/m ²)	Albedo	Radiation Temp. (K)	Real Surface Temp. (K)	Surface Pressure (1013hPa)
Venus	0.72	2.60×10^3	0.78	224	735	90
Earth	1.00	1.37×10^3	0.30	255	288	1
Mars	1.52	0.58×10^3	0.16	216	230	0.006
Jupitar	5.20	0.05×10^3	0.73	88	130	2

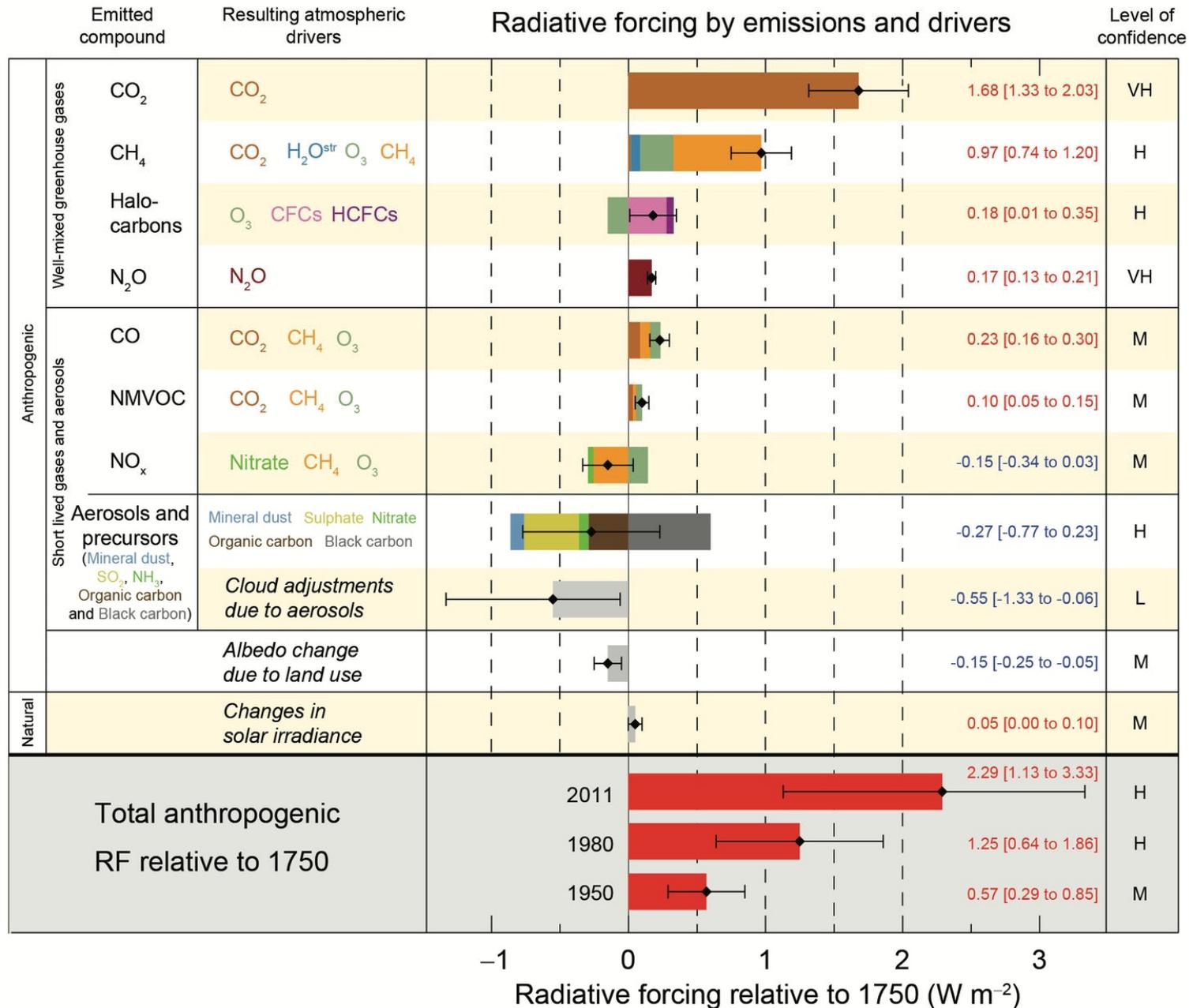
w/o atmosphere

w/ atmosphere

Energy Balances of the Earth



IPCC's 5th Report (2013)



今日の雑談： 生物と無生物の間

過去のパンデミック

- **パンデミック**
 - 炭疽、天然痘、エボラ、インフルエンザ、SARS (いっぱい)
 - 人間以外を宿主とするウィルスが変位
 - ヒト→ヒト 感染が可能になる時、危ない
 - 人が抗体を持たないから
- **インフルエンザ**
 - B型： ヒトだけが宿主
 - A型： ヒトに感染するものは少なく、残りは水鳥
- **過去のインフルエンザ・パンデミック**
 - 1918年スペイン風邪 (A型H1N1)
 - 世界中で5億人感染、死者5000万人
 - 1958年アジア風邪 (A型H2N2)
 - 死者100万人以上
 - 1968年香港風邪 (A型H3N2)
 - 死者50万人
 - 毎年発生するインフルエンザは、スペイン風邪・香港風邪の末裔
- **なんでウィルスは変異しやすいの？**
 - (基本的に) 一本鎖RNAだから、損傷しやすい=突然変異しやすい
 - DNAは二本鎖であり、二本鎖の特性を使ってDNA修復が可能



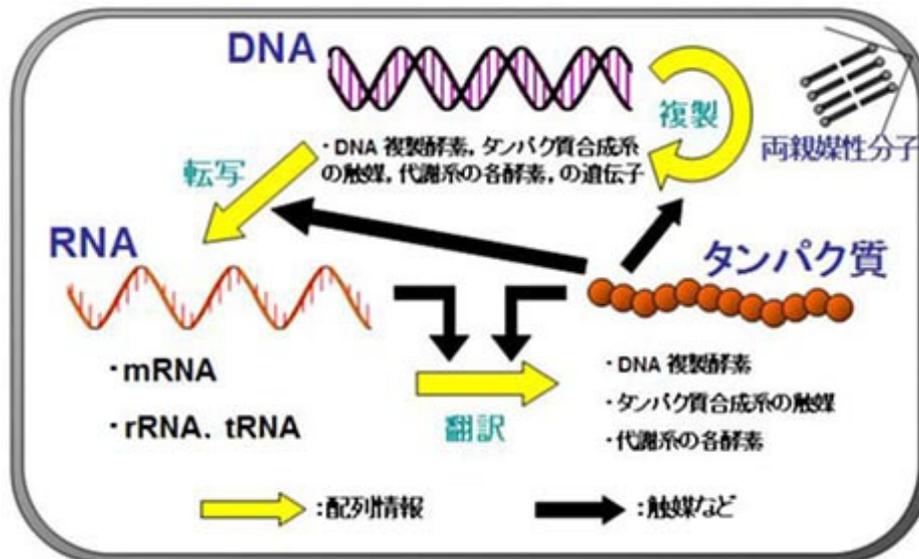
生物と無生物の間

• 生命とは何か？

– 定義： DNAによる自己複製

- 情報量： 大腸菌4.6MB, ヒト3.6GB, 小麦117.0GB
- ただ、複製のタイミングをずらして、場合の数は爆発
- 「全ての細胞は、崩壊と再構築を繰り返す。個体は、感覚としては実体として存在するように見えるが、分子の流れのみに着目すると、たまたまそこだけが密度が高い淀みにすぎないのだ。生命とは、その動的平衡状態の効果にすぎない」

– では、ウイルス（RNA）は生命？



<http://www2.tba.t-com.ne.jp/nakada/takashi/origlife/>

読書してみたい人 / 本を探している人向け



自然科学・数学

- 暗号解読 (サイモン・シン) [総合A; 面白さA, 読易さA, 知の感動A, 心の感動C] 絶対に面白い**
 - 天才、サイモン・シンによる「暗号」への一冊。ユリウス・カエサル時代から今に至る、暗号開発と解読の絶え間ない競演を描く。旧ナチスのエニグマの解読プロセスは、まさに感動。また、現代でも用いられているRSA暗号についても理解できる。理系学生になら、文句なしにお薦めできる1冊。
- 脳はなぜ「心」を作ったのか (前野隆司) [総合A; 面白さA, 読易さA, 知の感動A, 心の感動C] 絶対に面白い**
 - 人工知能の研究者が考えた、「こころ」についての考察。機械論的な脳のモデル化など、人によってはそれなりにショッキングかもしれない。もしかしたら、人間はただの反応機械で、私たちに自由意志などないのかもしれない。しかし、小人モデルによる脳機能の説明は、相当に自分の脳への理解を助ける。理系学生になら、文句なしにお薦めできる1冊。【読書録】
- ビッグバン宇宙論 (サイモン・シン) [総合A; 面白さA, 読易さA, 知の感動A, 心の感動C] 絶対に面白い**
 - 2015年のBook of The Year。天才、サイモン・シンのおススメシリーズ。こちらも、面白くもない理系学生がいいたら見てみたいレベル。人間が、宇宙についてどのように理解してきたか、歴史の流れの中で見ていく感じ。つまり、人の宇宙への理解を、この1冊で振り返ることが出来る。サイモン・シンの他作品は、「フェルマーの最終定理」も素晴らしい。ちなみに、「代替医療診断」は僕はあまり面白くも思えなかった。
- 動的平衡 (福岡伸一) [総合A; 面白さA, 読易さA, 知の感動A, 心の感動C] 絶対に面白い**
 - 2012年のBook of The Year。メインテーマは、「合成と分解との動的な平衡状態の効果こそが生命」。すべての細胞は、崩壊と再構築を繰り返す。個体は、感覚としては外界と隔てられた実体として存在するように見えるが、分子の流れのみに着目すると、たまたまそこだけが密度が高い淀みにすぎないのだ。生命とは、その動的平衡状態の効果にすぎない。生命観を変えさせてくれるかも知れない一冊。福岡さんの本では、「生物と無生物の間」も面白い。【読書録】
- 大気を変える錬金術 [総合A; 面白さA, 読易さA, 知の感動A, 心の感動B] 絶対に面白い**
 - 高校化学で習う、ハーバー・ボッシュ法 ($N_2 + 3H_2 \Rightarrow 2NH_3$) の裏側にある世界を描く。ユダヤ系ドイツ人のハーバーが、第一次世界大戦中、祖国への愛国心から毒ガス生成の鍵となるハーバー・ボッシュ法の反応経路を生み出す。しかし、歴史の皮肉が、それほどまでに国を愛したハーバーは、第二次世界大戦に向かうナチスドイツに裏切られる。また、この反応経路は肥料生成の鍵としても重要であり、第二次世界大戦後の緑の革命・

<http://kotsuki-shunji.com/blog/books-my-recommendations/>



今回の演習

Radiation Balance

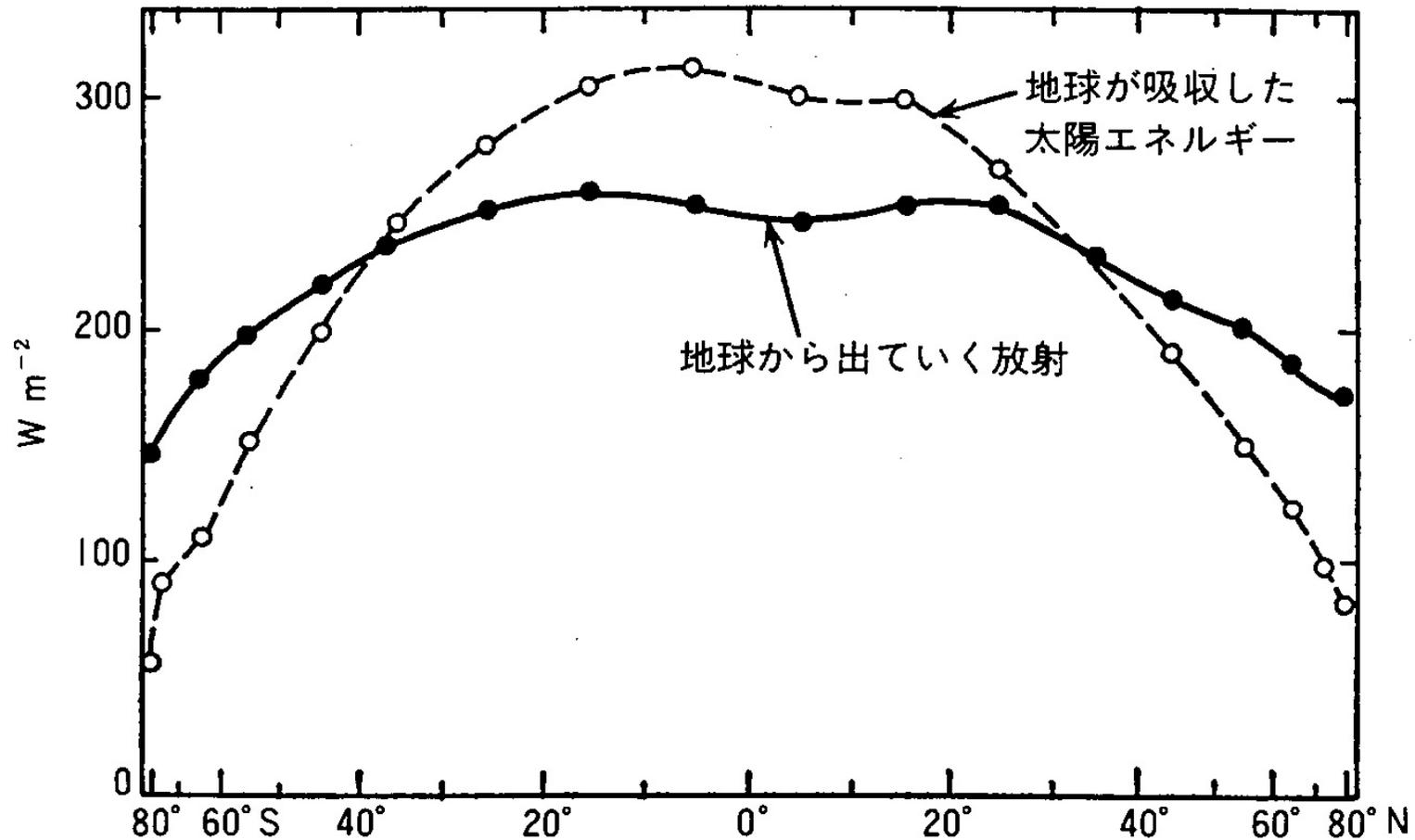
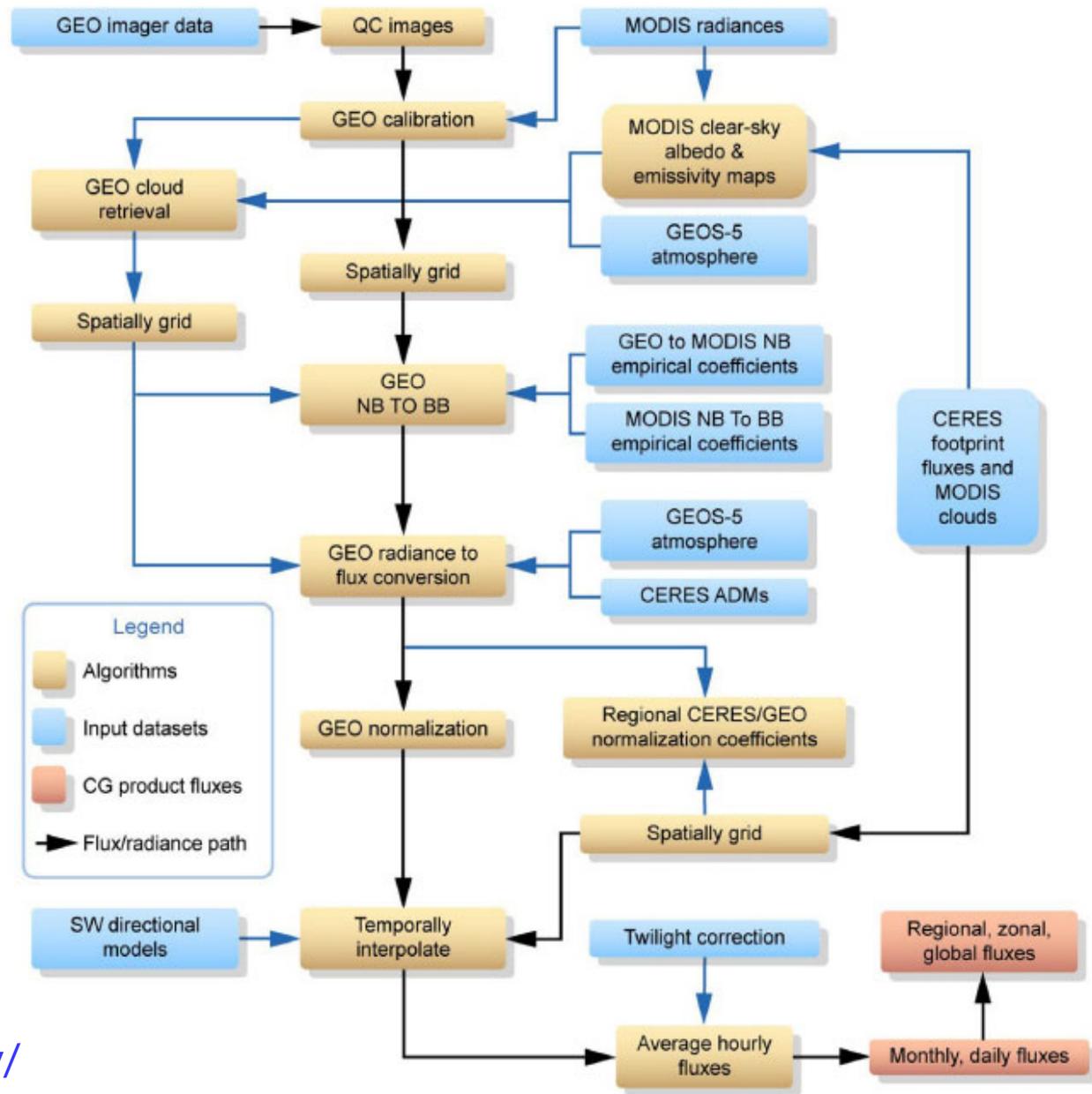


図7.1 地球が吸収する太陽放射量と地球から出ていく放射量の緯度分布
(T. H. Vonder Haar and V. E. Suomi, 1969: *Science*, 163, 667–668.)

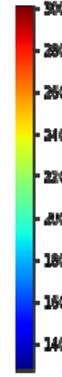
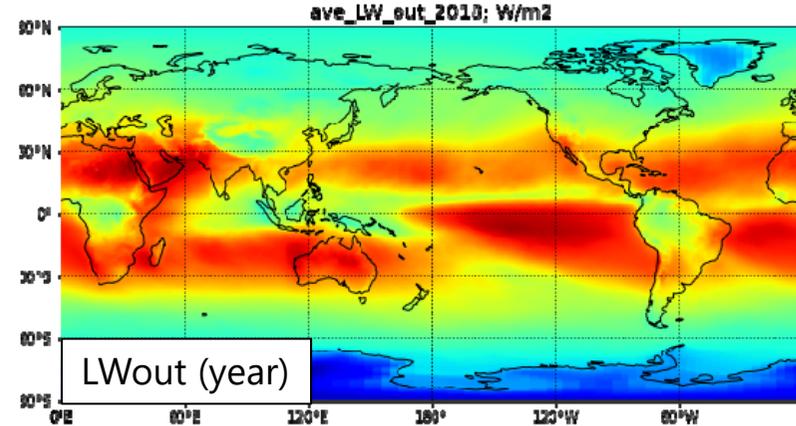
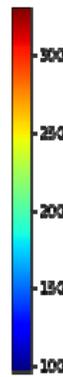
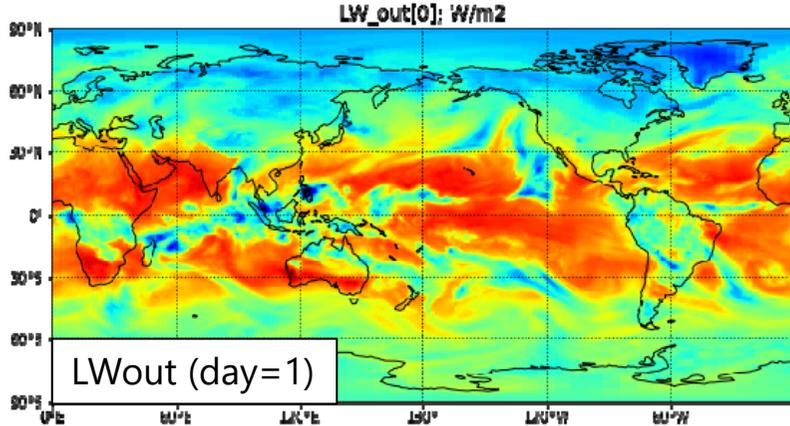
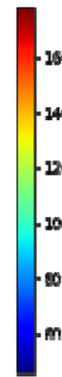
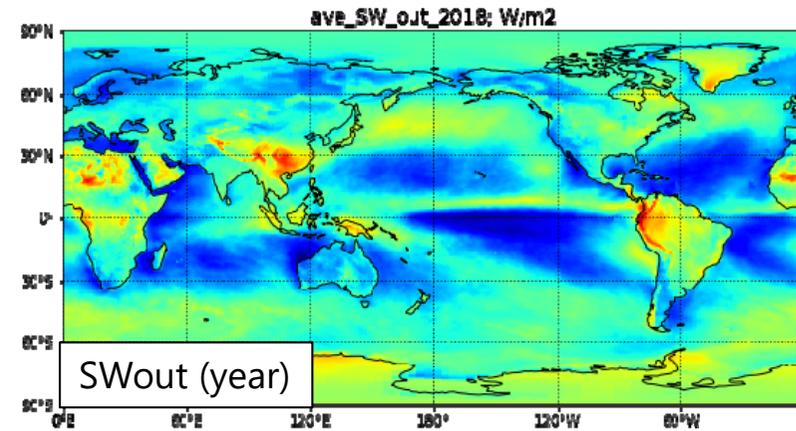
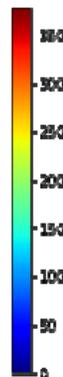
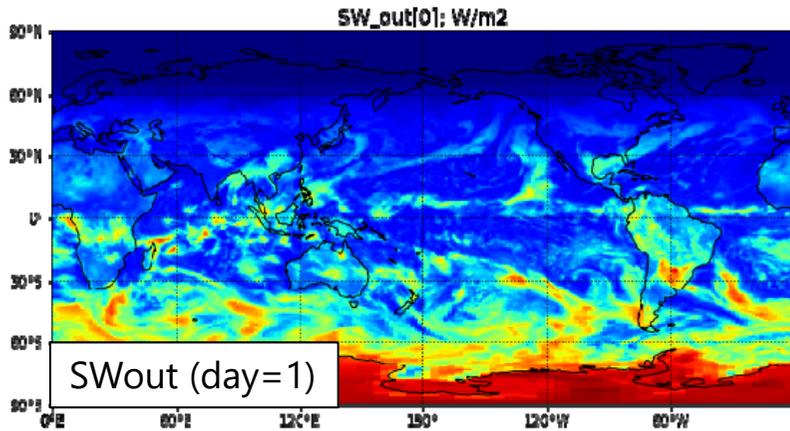
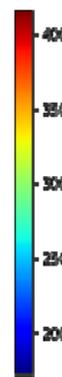
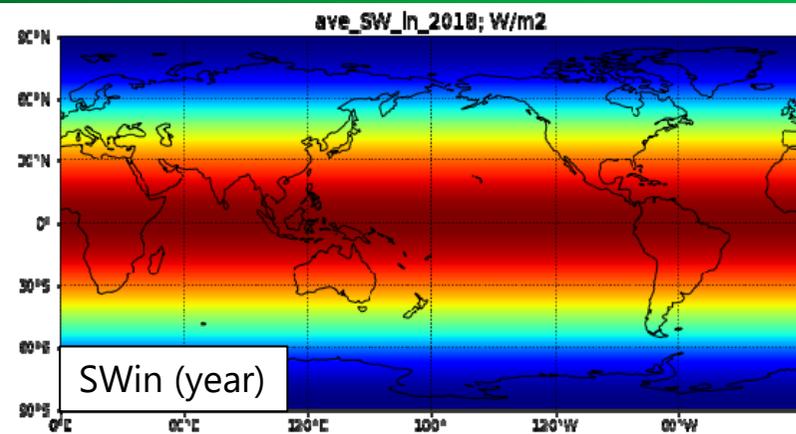
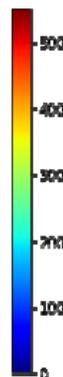
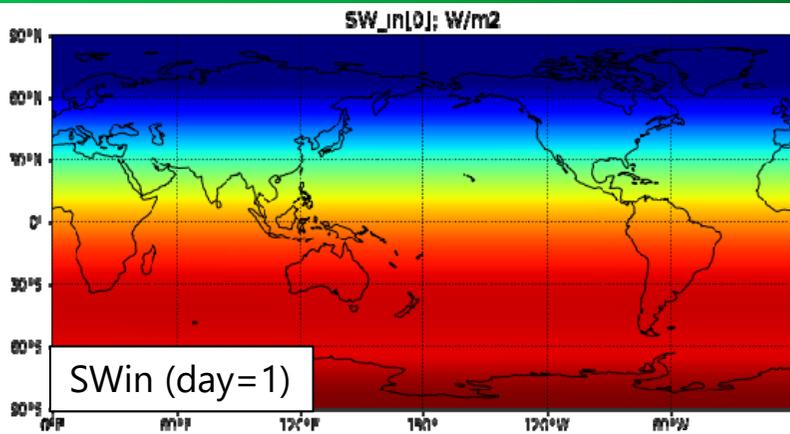
CERES

What is CERES?

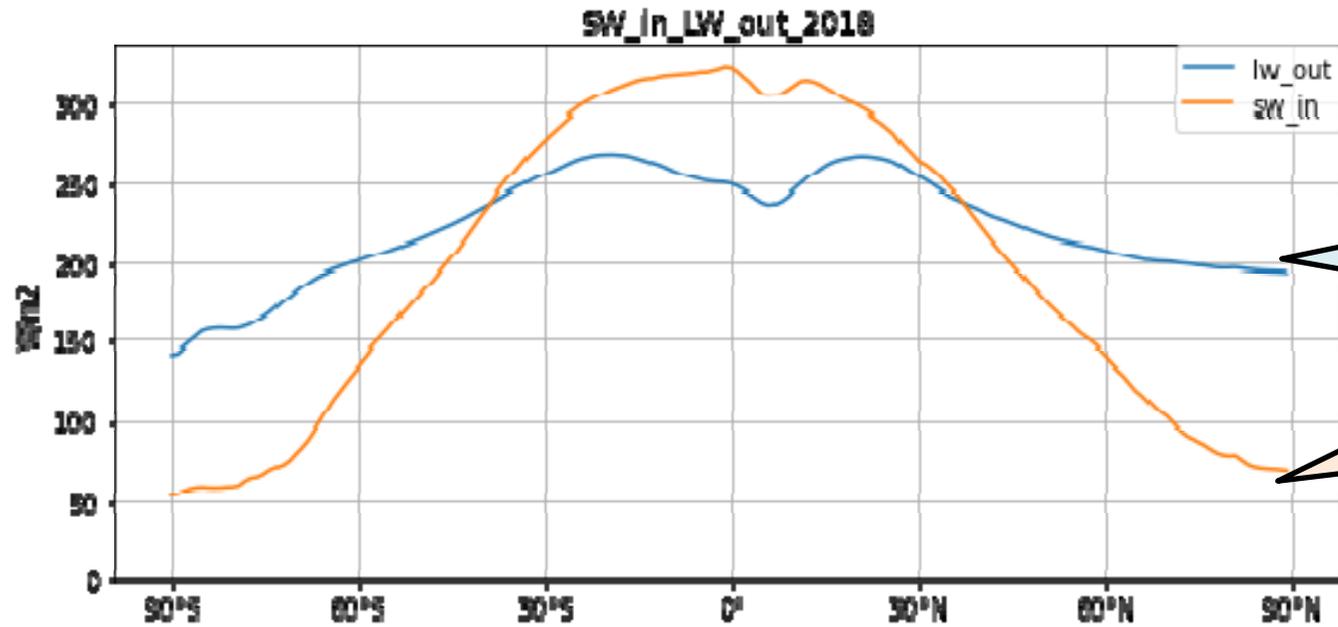


<https://ceres.larc.nasa.gov/>

What you will see (1)

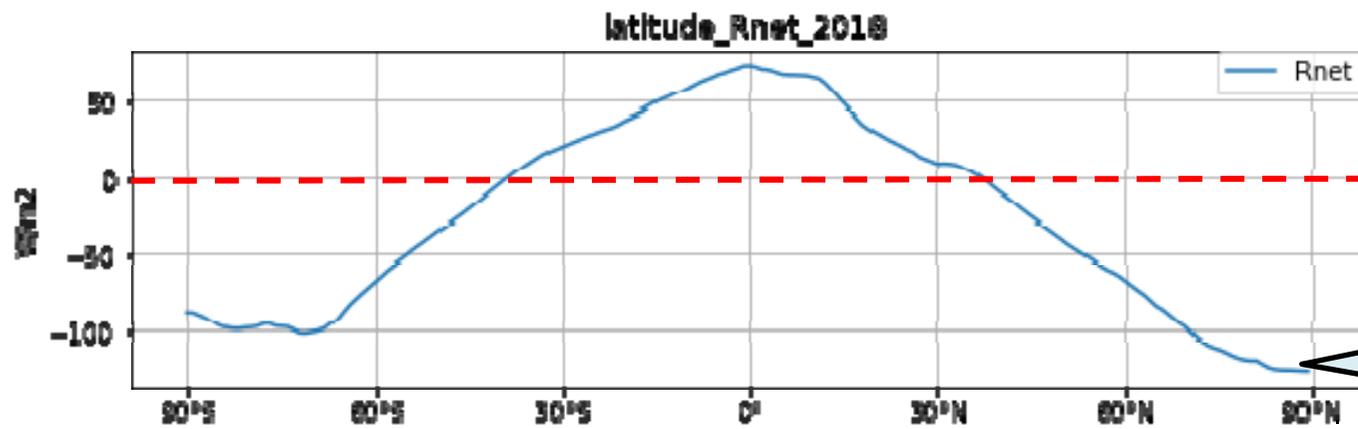


What you will see (2)



LW=LWout

**SW=
SWin - SWout
(net)**



Rnet=SW-LW

**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
6章：大気の運動
7章：大規模な大気の運動
を読んできて下さい**