

地球環境科学研究科 気候変動特論 I/理学部 特殊講義 III (木曜 3 限 地球環境 C104 号室)
「大気中の放射過程」(2004 年後期前半 第 1 回-7 回) 藤原正智

気候システムの形成, 維持, 変動を理解するための基礎として, 前半では, 大気中の放射過程に関する 基本的な考え方 を学ぶ。(後半では, 渡部雅浩氏により, 大気・海洋・陸面の相互作用およびそれに関わる気候変動現象が議論される.)

第 1 回 (10/14) イントロダクション

- ・放射過程の位置づけ - 地球表層のエネルギー収支・リモートセンシング
- ・地球の有効放射平衡温度
- ・大気の温室効果 - 一層モデル

第 2 回 (10/21) 放射に関する基本的な物理学

- ・短波(太陽)放射、長波(地球)放射スペクトルの概要(前回の続き)
- ・放射の定義
- ・放射の散乱および吸収・射出の概念
- ・黒体放射に関する基本法則

第 3 回 (10/28) 分子・微粒子による吸収・射出過程および散乱過程

- ・主要な放射活性分子と吸収帯
- ・線スペクトルの形成理論
- ・吸収線の広がりに関する理論
- ・レイリー散乱とミー散乱

第 4 回 (11/4) 放射伝達の考え方

- ・放射伝達方程式の導入
- ・例 1 太陽紫外光の放射伝達
- ・例 2 赤外光の放射伝達
- ・平行平面大気の放射伝達

第 5 回 (11/11) 地球大気の温度構造の決定 - 放射平衡と放射・対流平衡

- ・放射平衡の考え方による温度分布
- ・放射・対流平衡と対流圏の形成

第 6 回 (11/18) 現実大気の放射加熱率

- ・オゾンによる成層圏・中間圏の形成(前回の続き)
- ・放射加熱率と大気の運動方程式系
- ・現実大気の放射加熱率分布
- ・短波放射域 - "Chapman layer"
- ・長波放射域 - "cooling to space" の近似

第 7 回 (11/25) 「地球温暖化」

- ・大気放射学による考察
- ・放射強制力
- ・各種フィードバック

参考図書等

[大気放射学の教科書]

会田勝, 大気と放射過程 –大気の熱源と放射収支を探る–, 気象学のプロムナード 8, 東京堂出版, 280 pp., 1982. (残念ながら絶版。図書室等にはあり。)

柴田清孝, 光の気象学, 応用気象学シリーズ 1, 朝倉書店, 182 pp., 1999.

Liou, K. N., An introduction to atmospheric radiation, Second Edition, Academic Press, 583 pp., 2002 (1st: 1980). (本当に腰を据えて勉強するならこの本を。)

Goody, R. M., and Y. L. Yung, Atmospheric radiation, Theoretical basis, Second Edition, Oxford Univ. Press, 519 pp., 1989 (1st: 1961).

(なお、放射の物理学や分子分光学については、現代物理学や量子力学の教科書も参照のこと。)

[その他の教科書 (放射に関する章があるもの)]

安田延壽, 基礎大気科学, 朝倉書店, 204 pp., 1994.

(4. 放射過程, 1. 惑星と地球の大気: ポイントが簡潔かつ分かりやすくまとまっている。温室効果の説明がよい。)

日本気象学会編, 新教養の気象学, 朝倉書店, 144 pp., 1998.

(2. 放射と気温, 1. 地球と惑星の大気 (安田延壽): 上記安田 (1994) と合わせるとよいだろう。)

ジェイコブ, D. J. (近藤豊訳), 大気化学入門, 東京大学出版会, 278 pp., 2002.

(7. 温室効果, 8. エアロゾル: 放射とそれに関連する最近の重要な話題が分かりやすく簡潔にまとめられている。)

松野太郎, 島崎達夫, 大気科学講座 3. 成層圏と中間圏の大気, 東京大学出版会, 279 pp., 1981.

(3. 温度構造と放射平衡: 放射平衡、放射・対流平衡に関する考察がよい。概念的な議論とより現実大気に即した議論 (放射加熱の各項の考察等) の両方が記されている。対流圏と成層圏の成因についての詳しい議論あり。)

田中浩, 大気科学とその周辺, 現代図書, 641 pp., 2004

(第1-3章に、放射過程の物理学がよくまとめられている。第二部 (第15章以降) も大変興味深い。例えば、第16章は「地球温暖化 (気候変化)」である。)

Andrews, D. G., An introduction to atmospheric physics, Cambridge Univ. Press, 229 pp., 2000.

(3. Atmospheric Radiation, 7. Atmospheric remote sensing: 大気放射過程に関する基本的な物理学が簡潔によく整理されている。Local Thermodynamic Equilibrium (LTE)、分子分光学、cooling to space に関する記述もある。リモートセンシングの章もある。)

Salby, M. L., Fundamentals of atmospheric physics, Academic Press, 627 pp., 1996.

(8. Atmospheric Radiation, 9. Aerosol and Clouds: 放射の専門書ではない割には、実際の計算法や cooling to space も含めて結構詳しく書かれている。雲による放射収支への影響などについても記載あり。放射の教科書と Andrews (2000) 等との中間的な存在。)

Andrews, D. G., J. R. Holton, C. B. Leovy, Middle atmosphere dynamics, Academic Press, 489 pp., 1987.

(2. Radiative processes and remote sounding : 放射伝達、分子分光学含めて結構詳しく書かれている。)

Hartmann, D. L., Global physical climatology, Academic Press, 411 pp., 1994.

(気候変動に関わる各種物理過程を勉強するなら本書を。例えば : Chapter 3 : 温室効果の二層モデル, Manabe の放射・対流平衡, 雲の影響などの議論あり。Chapter 9 : 各種気候フィードバックに関する議論がまとめられている。)

Jacobson, M. Z., Fundamentals of atmospheric modeling, Cambridge Univ. Press, 656 pp., 1999.

(10. Radiative energy transfer : 散乱過程について比較的詳しく書かれている。放射についてはモデリング法が書かれているわけではない。)

Seinfeld, J. H., and S. N. Pandis, Atmospheric chemistry and physics, from air pollution to climate change, Wiley-Interscience, 1326 pp., 1998.

(21. Atmospheric chemistry and climate, 22. Radiative effects of atmospheric aerosols: Visibility and climate : 前者は”気候変動”の概論といった雰囲気。後者には、気候変動におけるエアロゾルの役割に関する最近の話題が詳しく書かれている。)

[その他の参考図書]

Intergovernmental Panel on Climate Change, (edited by J. T. Houghton et al.), Climate Change 2001: The scientific basis, Cambridge Univ. Press, 881 pp., 2001.

(いわゆる IPCC レポート。気候変動に関する様々な角度からの最新の知見がまとめられている。例えば、7. Physical Climate Processes and Feedbacks など。例の有名な図は、Figure 3: Many external factors force climate change.)

秋元肇他編, 対流圏大気の化学と地球環境, 学会出版センター, 223 pp., 2002.

(1. 温室効果気体 : 放射強制力、エアロゾルの影響、各温室効果気体の収支・変動・トピックスについてよくまとめられている。)

トーマス・E・グレーデル, ポール・J・クルツツェン, (松野太郎監修, 塩谷雅人他訳), 気候変動 : 21 世紀の地球とその後, 日経サイエンス, 267 pp., 1997.

(物理系の院生が、化学の観点からの気候変動問題を学ぶための良い副読本。)

J. W. Chamberlain, and D. M. Hunten, Theory of Planetary Atmospheres – An Introduction to Their Physics and Chemistry –, Second Edition, Academic Press, 481 pp., 1987.

(惑星大気を比較しながら学べる良書。放射についても詳しい記述あり。)

松田佳久, 惑星気象学, 東京大学出版会, 204 pp., 2000.

(各惑星の大気と気象がよくまとめられている。後半は、惑星大気力学の幾つかの問題について詳しく論じられている。)

竹内延夫編, 地球大気分光リモートセンシング, 学会出版センター, 206 pp., 2001.

(人工衛星等からの大気成分 (気体、微粒子、雲粒子)、気温、地表面状態等の遠隔測定は、放射学を基礎としている。本書では、放射学の基礎に加えて代表的な大気センサーの紹介にも多くのページが割かれており、入門書として大変良い。)