

気候変動特論I「大気中の放射過程」(2003年後期、第1回-7回) 藤原正智

気候システムの形成と変動を理解するための基礎として、前半では気候を支配している過程のひとつである放射過程の基本的な考え方を学ぶ。(後半(渡部教官)では大気・海洋・陸面の相互作用およびそれに関わる気候変動現象をとりあげる。)

第1回(10/7) イントロダクション

- ・地球の放射平衡温度と大気の温室効果
- ・短波放射スペクトルと長波放射スペクトルの概要
- ・地球大気のエネルギー収支
- ・[補足] 太陽放射、地表面の反射特性

第2回(10/14) 放射に関する基本的な物理学

- ・放射の定義
- ・放射の散乱・吸収の概念
- ・黒体放射に関する基本法則(プランクの法則、キルヒホッフの法則)

第3回(10/21) 分子による吸収・射出過程および微粒子による散乱過程

- ・主要な放射活性分子と吸収帯
- ・線スペクトルの形成理論および吸収線の広がりに関する理論
- ・長波放射スペクトルの解釈再び
- ・レイリー散乱とミー散乱

第4回(10/28) 放射伝達の考え方

- ・放射伝達方程式の導入
- ・特別な場合 I 紫外領域
- ・特別な場合 II 赤外領域
- ・平行平面大気の放射伝達

第5回(11/4) 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
- ・地球大気の特異性—オゾンによる成層圏・中間圏の形成

第6回(11/11) 現実大気の放射加熱率

- ・放射加熱率の導出
- ・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(11/18) 大気放射学の観点からの「地球温暖化問題」

- ・放射強制力
- ・水蒸気と雲によるフィードバック

番外 大気のリモートセンシング技術

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.

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 (1980).

Goody, R. M., and Y. L. Yung, Atmospheric radiation, Theoretical basis, Second Edition, Oxford Univ. Press, 519 pp., 1989 (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まとまっている。)

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議論あり。)

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。リモセンの章あり (重要!))

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いてある。雲による放射収支への影響についても記されている。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いてある。)

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

(3. Atmospheric radiative transfer and climate : 二層モデル, Manabe の放射・対流平衡, 雲の影響などの議論あり。)

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いてある。放射についてはモデリング法が書いてあるわけではない。)

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いてあるようである。)

[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.

(気候変動に関する様々な角度からの最新の知見がまとまっている。例えば、7. Physical Climate Processes and Feedbacks など。いわゆる IPCC 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。)

[追加]

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。)