

流体地球物理学講座

～気象学・大気力学分野～

Overview from Aobayama

目次

1. 流体地球物理学講座について
 - スタッフおよび学生数
 - 卒業後の進路
 - 主な研究課題および過去の学位論文
2. 気象学とは
3. 気象はなんで変化するの？ どうやって研究するの？
4. 大気力学分野
 - 概要紹介
 - 大気循環の解析
 - 台風
 - やませ
5. 気象学分野
 - 概要紹介
 - 現在の研究課題 と 具体的な研究題目
 - 対象サイト
6. 流体地球物理学講座の 3-4 年生での生活

1. 流体地球物理学講座について

(URL : <http://wind.gp.tohoku.ac.jp/>)



流体地球物理学講座では、気象学および大気力学の2つの分野が相互に協力し研究を行っています。大気力学分野では、全球・メソスケールのモデル、再解析データを使用し、それぞれのスケールで起こる現象の理解・再現を対象としています。気象学分野の研究は、地表面に近い大気・陸面水文過程に焦点を当てた、観測データの解析・モデリングが中心です。

また、両分野はセミナー等を共同で開き、大気現象の総合的な理解を目指しています。

■ スタッフ

【大気力学分野】

特任教授 岩崎 俊樹
准教授 余 偉明 (休職中)
准教授 伊藤 純至

【気象学分野】

教授 山崎 剛

【秘書(両分野共通)】

長谷部 彩恵子

■ 現在の学生数

D3 1名 D2 1名 D1 0名 M2 2名 M1 2名 B4 3名



■ 過去 5 年間にける卒業後の進路

博士	就職	4 名	ネパール水文気象局、名古屋大学（学振特別研究員）バンドン工科大学
修士	進学	2 名	東北大学大学院
	就職	13 名	気象庁、岩手県、みずほ情報総研、クエスト、JR 東日本、日本郵政、日本ヒューレット・パッカー
4 年	進学	10 名	東北大学大学院、東京大学大学院

■ 主な研究課題

[大気力学分野]

- ・ 非静力学数値モデルを用いた研究
- ・ 局地循環や乱流のシミュレーション、局地予報システムの開発

[気象学分野]

- ・ 植生圏、雪氷圏、乾燥域等における地表面と大気間の水・エネルギー・物質交換過程とそのモデル化
- ・ 複雑地形における水の流出過程
- ・ 力学的ダウンスケーリングによる近未来予測

■ 最近の学位論文

《修士論文》

- ・ 大戸，2017，陸面過程モデルを用いた森林内の気温に関する研究
- ・ 池田，2018，気象庁全球週間アンサンブル予報システムを用いた東北地方におけるダウンスケーリング予報実験
- ・ 小宮山，2018，陸域生態系モデルにおける水文プロセスの高度化：多層土壌による炭素動態の評価
- ・ 齋藤，2018，高解像度アンサンブルデータを用いた積雪水資源の将来予測
- ・ 根本，2018，陸面過程モデルを用いたシベリア域における凍土・積雪の将来予測
- ・ 村松，2018，数値モデルを用いた雨氷発生時の大気場に関する研究
- ・ 山口，2018，寒気質量解析手法による 2016 年 1 月の東アジア域での記録的寒波についての研究
- ・ Atalifo, 2018, Seasonal Variability and Influence of ENSO on Tropical Cyclone Activity in the Southwest Pacific
- ・ 伊藤，2019，平成 27 年 9 月関東・東北豪雨における東北地方への水蒸気輸送に関する研究
- ・ 鈴木，2019，関東平野に発生する沿岸前線にみられる系統的な数値予報誤差の解析
- ・ 曾我，2019，日本域高解像度領域再解析の夏季における再現性に関する研究

《博士論文》

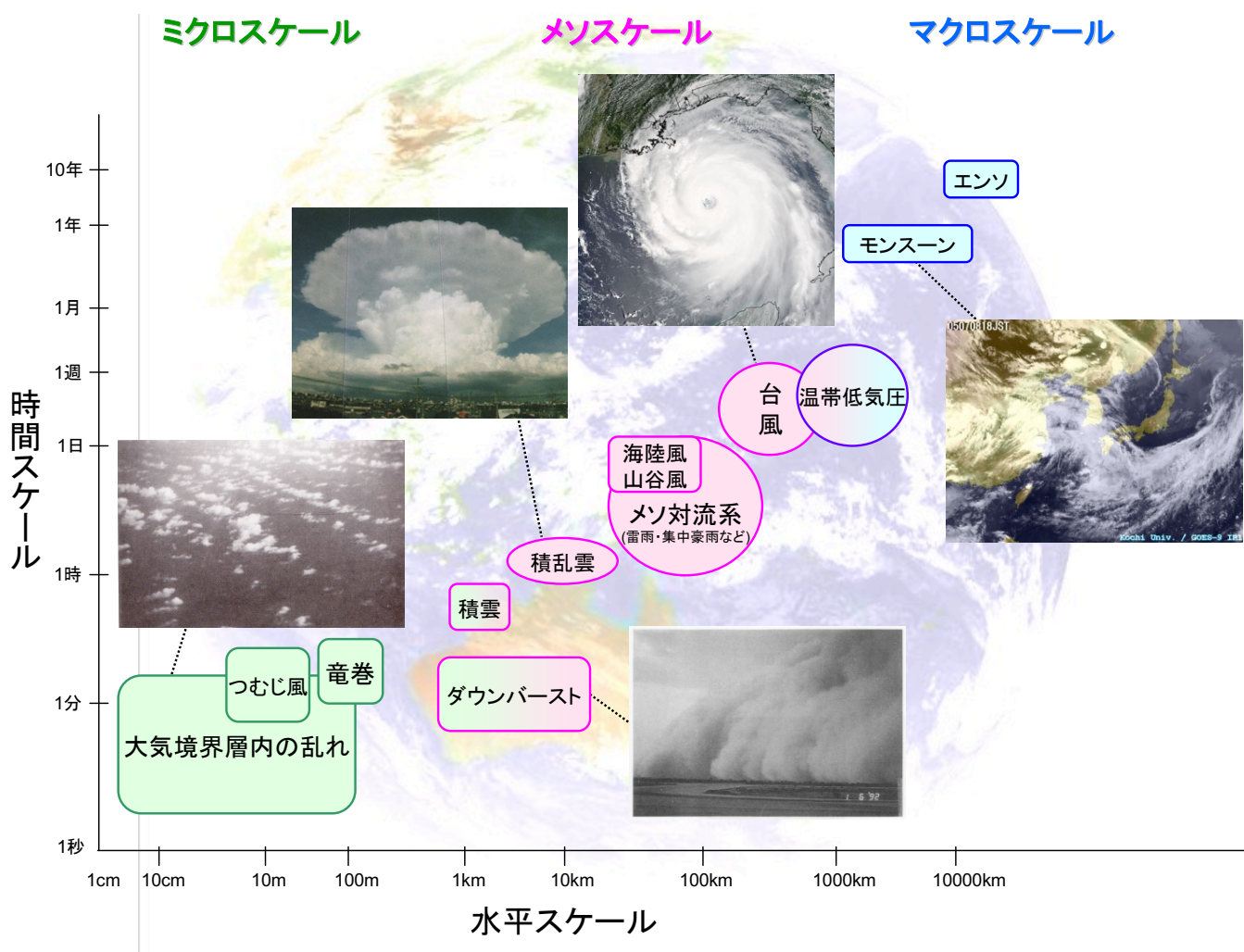
- ・ Kadel, 2017, Reproducibility of Monsoon Precipitation over the Central Himalaya in Numerical Models
- ・ 菅野，2017, Climatology and variability of polar cold air mass based on isentropic coordinates
- ・ Abdillah, 2018, Exploring the Remote Linkage of Tropical Variability to Polar Cold Air Mass and Cold Air Outbreak
- ・ Melnikova, 2019, The impact of anthropogenic activities on global terrestrial carbon fluxes

2. 気象学とは？

「気象学(meteorology)」とは、大気中に起こる現象を扱う自然科学の一分野で、気象とその仕組みを研究する学問のことを言います。気象学はとても奥が深い学問であり、基礎研究と応用研究が重なり合っている部分が多く、多種多様な研究がなされています。

「気象」とは、大気の状態および雨や風、雷などの大気の諸現象のことを言いますが、広い意味においては、小さな旋風から偏西風のような大気大循環までを含みます。単に「気象」といっても一言では表せない程様々な現象があります。気象要素には、気圧、気温、風、降水量、湿度、雲、日射量などがあります。

これらの大気現象を水平スケールや時間スケールで分類すると、図1のようになります。マクロスケールの現象は約 1000km 以上の水平スケールを持ち、普段の天気図に現れる高気圧や低気圧の運動もこれに属します。メソスケールの現象は約 2km から 1000km の水平スケールを持ち、個々の積乱雲や降雨、局地風、台風などが属します。ミクロスケールの現象は、水平スケールが約 2km 以下の運動であり、竜巻や大気境界層の乱れがこれに属します。



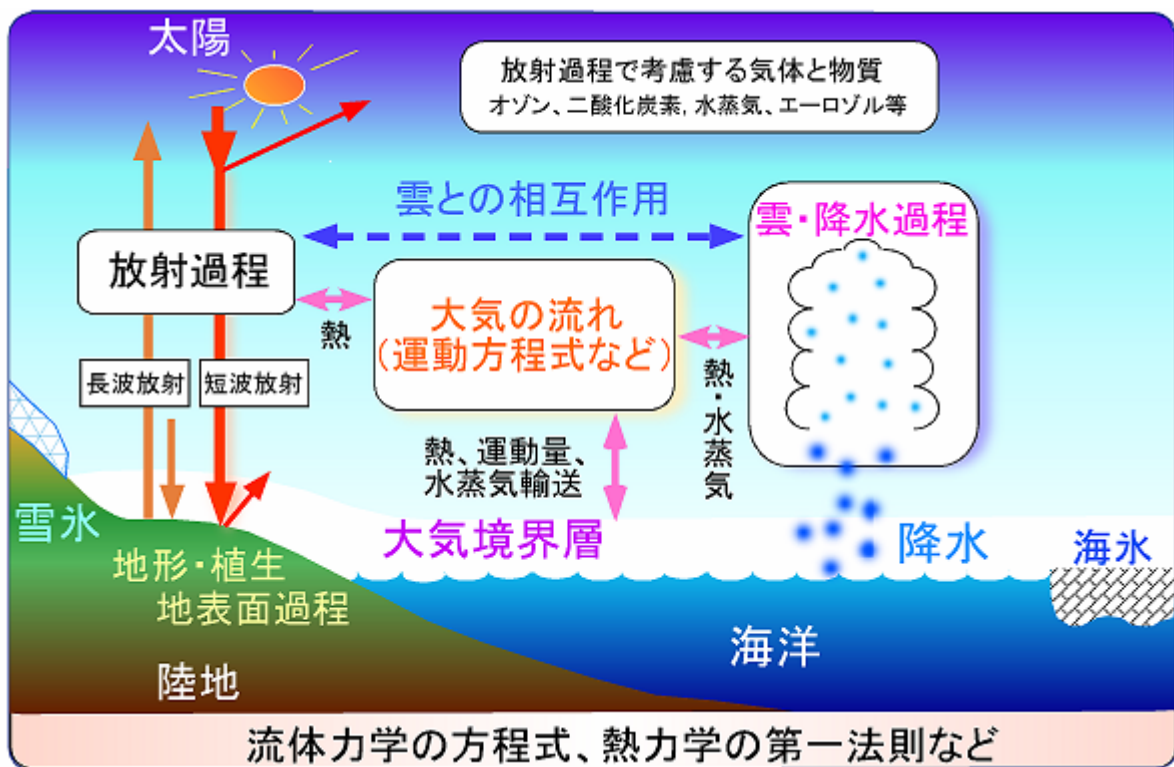
【図1】大気の運動の時間・空間スケール（『一般気象学』の中の図を変更）

（縦軸：現象の代表的な時間スケール 横軸：代表的な水平スケール）

3. 気象はなんで変化するの？ どうやって研究するの？

地球上に起こるあらゆる気象現象は、太陽から受ける熱とその放出に伴う過程です（図2参照）。太陽活動によって供給される熱や光は、緯度や地面の状態、季節や時間などによって異なるため、大気の乱れ（擾乱）が生じます。大雨や突風などの身近な気象現象は、すべて擾乱です。気象現象の発生・経過・消滅は、物理学における力学法則（運動方程式、熱力学方程式など）に従っています。気象学は大気の力学を基に気象現象の仕組みを解明していく学問です。

図2に示したように、気象現象は様々な要因が係わっていますので、非常に複雑です。そのような複雑な物理の原則を手で解くことは、現実的には不可能です。そこで本講座では大気の諸現象を調べるために、主に数値モデルを用います。数値モデルとは、大気の運動を物理法則に基づいて数値的に解くための道具（具体的にはプログラム）のことを言います。また、数値モデルは自分の興味に合わせて好きなように大気場（風、気温、湿度、日射など）を作ることができ、いろいろな仮説の検証にも使うことが出来ます。普段の研究は、大型計算機や研究室のサーバーを利用して行うシミュレーションやデータ解析が中心です。



【図2】気象の概念図(気象庁ホームページより)

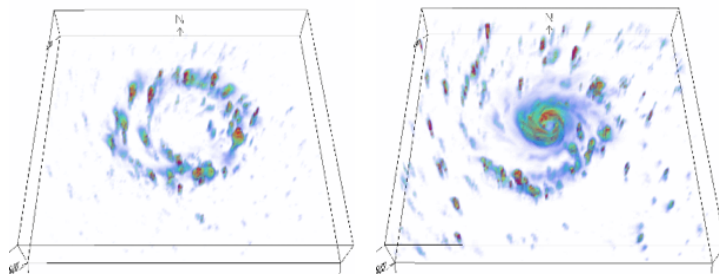
☆☆ ここからは、私たちの研究室で取り組んでいる研究テーマについて紹介していきます！ ☆☆

4. 大気力学分野

この分野では、全球スケールからメソスケール、微細スケールにおける様々な気象の背後にある物理的なメカニズムの理解と、それを通じた予測技術の発展を目指しています。特にメソスケールは、台風、前線、線状降水帯、降雪など、日本において頻発する気象災害をもたらす現象が含まれ、その予測技術の向上は社会的な要請が高い研究課題です。

■ 台風

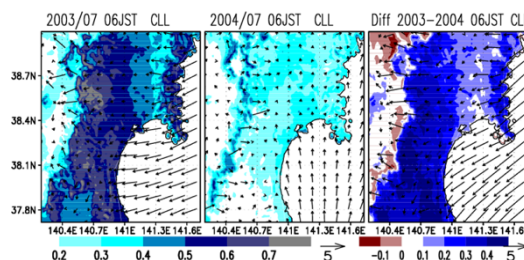
台風は小さい積雲が集まって形成（積雲の組織化）されています。この「台風」の空間スケールは1000kmであり、形成から消滅までは1週間ほどありますが、「個々の積雲」の空間スケールは数 km、そして形成から消滅までは数時間です。台風の形成や発達過程のメカニズムの全ては解明できていません。そこで、数値モデルを用いて高解像度の風、気温、雲などの時空間データを再現し、台風の形成や発達過程のメカニズムの解析を行っています。図 5 に台風の数値実験を示します。時間の経過と共に雲が中心付近に集まり、そして台風の眼やスパイラルバンドが形成される様子がわかります。



【図 5】 数値実験で再現された台風の雲の3次元分布。暖色系ほど雲の濃い部分を示す。表示領域は400km四方。(図左)は計算開始から12時間後、(図右)は60時間後を示す。

■ ヤマセ

ヤマセとは東北地方の梅雨から初夏にかけて起きる、下層雲を伴った湿潤・冷涼な北東風のことです。ヤマセは農作物の収穫量に影響を及ぼすため、この気象現象を調べることは大切です。しかし、下層雲を形成する個々の雲の水平スケールは数百 m 程度と小さいため、その形成や変質過程を調べるには観測による調査と高解像度のモデルによるシミュレーションを用いた解析が必要となります。図 6 に1km 格子を用いた再現実験によって得られた下層雲量を示します。東北地方でヤマセが顕著であった2003年、暑夏であった2004年7月の朝6時の1ヶ月平均値、および、それらの差を示します。2003年は特に、宮城県南東部で雲量が多い様子が再現されました。



【図 6】 (左) 東北沖のヤマセ、(右) 2003、2004 年 7 月の再現実験で得られた下層雲量。朝 6 時における 1 ヶ月平均値を示す。それぞれ左から 2003 年の再現結果、2004 年の再現結果、2003 年と 2004 年の差。雲量は 0-1 の値。0 で雲無し、1 で全面雲で覆われていることを表す。

5. 気象学分野

■ 概要紹介

気象学分野では陸面過程や大気境界層を主な研究対象としています。大気境界層とは、地表面からおよそ1-2kmの高度の範囲を指します。この身近な領域での現象や地表面の状態変化は、直接私たちの生活に影響する可能性があります。地表面状態（植生や雪など）は大気状態の影響を受けて変化する一方、地表面は大気と水・熱・炭素の相互作用により、気候形成に重要な役割を果たします。また、局所的な気象には、各地域の山岳や盆地などの地形が強く影響します。したがって、陸面過程や大気境界層をより深く理解することは大切です。

■ 現在の研究課題 と 具体的な研究題目

気象学、雪氷学、水文学、森林生態学、農業気象学の研究者と共同で研究し、以下の課題に取り組んでいます。

① 地表面と大気間の水・エネルギー・物質交換過程の理解とそのモデル化（図7）

- ・ 陸面モデルによる北方林での水・熱フラックスのシミュレーション
- ・ 陸面モデルを用いた葉の濡れ具合（イモチ病）の評価

② 土地被覆・土地利用の変化が気候に及ぼす影響

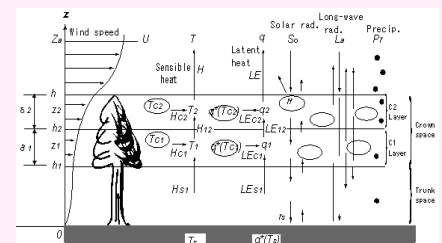
- ・ 東シベリアにおける大気陸面相互作用に基づく水環境場の解析
- ・ 陸域生物圏モデルを用いた炭素収支の評価（図8）

③ 局地循環、複雑地形における水の流出過程

- ・ 日本やネパールの水資源の将来予測

④ 力学的ダウンスケーリングによる近未来予測

- ・ 気候や積雪、葉面湿潤度、極端現象などの将来予測

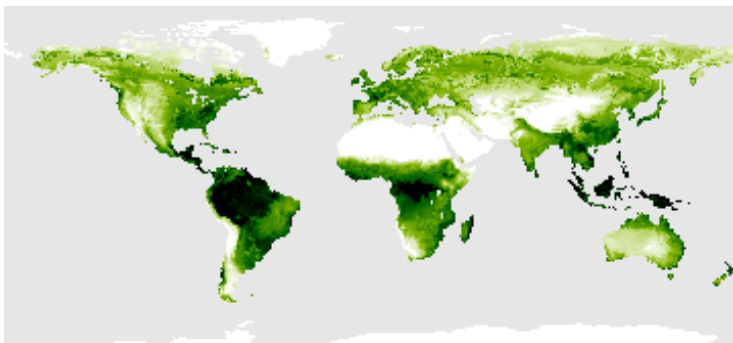


【図7】陸面過程モデル 2LM の概念図

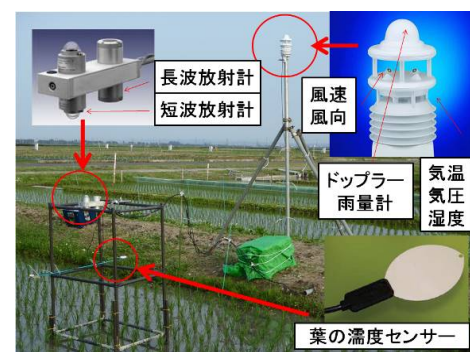
(Yamazaki, et al., 2004)

■ 対象サイト

シベリア、アフリカ、ボリビア、宮城県などの多様な環境について他研究機関と共同研究を行い、データを解析しています。たとえば、宮城県の大崎市では、冷害時に水稻に壊滅的な被害を与えるイモチ病の発生を予測するために、各地の気象と稲葉の濡れ具合を観測しています（図9）。



【図8】陸域生物圏モデル BEAMS によって推定された植生の炭素吸収量（1982-2000 年平均値）。アマゾンや東南アジアなどの赤道付近で高く、高緯度や乾燥地域で低いことがわかつす。



【図9】古川の農業試験場での気象観測

6. 流体地球物理学講座の3-4年生での生活

1 月

～3年生～

- ・ 研究室配属決定
各自に机と PC を用意します。

2 月

- ・ 輪読スタート（2月下旬から7月上旬くらいまで）
隔週で流体地球に関する基礎的な力学を Holton の名著で勉強します。
書籍：James R. Holton (2012)

4 月

～4年生～

- ・ 前期の授業開始
週1回のペース（毎週木曜日の13:30～）で
講座のセミナーを行います（図10）。
- ・ 花見会 <はじめまして、よろしくお願いします>
- ・ 地物野球

7 月

- ・ オープンキャンパス

8 月

- ・ 大学院入試
- ・ 祝宴会！ <院試お疲れ様でした>

10 月

- ・ 後期の授業開始
週1回のペース（毎週木曜日の13:30～）で
講座のセミナーを行います
- ・ 4年生の第1回雑誌会
興味ある分野の論文を読んで学び、発表します。
- ・ 芋煮会！（図11） <晴れるといいね>
- ・ 地物野球

1 月

- ・ 4年生の第2回雑誌会
- ・ これまで学習、研究してきたことの成果を発表します。



【図10】セミナー



【図11】芋煮会

■ 学生からのコメント

気象の研究や就職活動についてなど、疑問や不安に感じていることをご相談下さい。