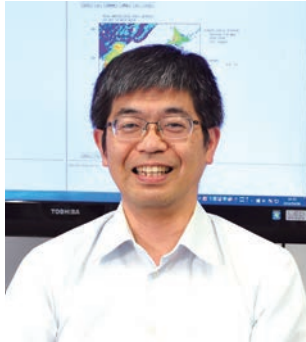




坪木 和久 教授



篠田 太郎 准教授

台風、集中豪雨、豪雪、竜巻などの降水を伴う現象をマルチパラメータ（MP）レーダや雲解像数値モデル（CReSS）を用いて研究しています。

気象条件によって現れては消える雲は、私たちの目を楽しませてくれるとともに、恵みの雨をもたらしてくれることもあります。一方で、場合によっては激しい雨や突風によって、私たちの生活や生命の危機をもたらすこともあります。雲や雨などの現象は、大気中における流体力学や熱力学により支配されています。私たちの研究室では、物理学を基本として雲や雨という現象を理解することを目指しています。

そのために、主に降水現象を理解するための気象レーダ（マルチパラメータレーダ、偏波ドップラーレーダとも呼ばれます）と雲解像数値モデルを道具として研究を行っています。レーダや数値モデルを用いて雲の中の風（気流）や温度、水蒸気の量などの空間分布や時間変化を調べることで、雲の中の力学場や熱力学場（雲力学過程：cloud dynamics）と、雲・降水粒子の形状や大きさ、粒子数の時空間変化（雲物理学過程：cloud microphysics）の理解を目指します。

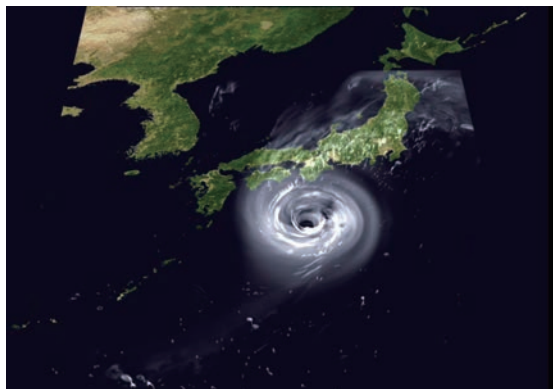
研究を行うためには物理学と物理数学の基礎と計算機を使いこなす能力が必要となります。そして、何よりも雲や雨という現象に対する興味（好奇心）があり、自分の頭で物事を考えられる学生さんの来訪を心待ちにしています。雲や雨に興味のある方は、是非とも研究室に来てください。

台風の内部構造や発達過程に関する研究

一つ一つの積乱雲の内部構造から台風全体の構造を表現できる高解像度の雲解像モデル CReSS を用いて、台風の内部の風や温度の場、雲・降水粒子の分布を再現し、急激に台風が発達する原因や発達が抑えられる理由の考察を行っています。

また、台風は海上で海面からの顕熱・潜熱フラックスを得ることで発達しますが、台風も海洋に影響を与えます（台風海洋相互作用）。雲解像モデル CReSS に海洋学研究室の相本准教授が開発した 3 次元海洋モデル NHOES を結合した CReSS-NHOES を用いて、台風海洋相互作用が台風の強度や進路に与える影響についての研究も行っています。

CReSS や CReSS-NHOES を用いて、社会的に影響が大きな台風や過去に大きな災害をもたらした台風（伊勢湾台風など）の再現実験も行っています。そして、将来気候（地球温暖化が進行していると想定される条件下）における台風の強度についても想定実験を行っています。想定実験で計算される強風や大雨の顕著な値は、大学間連携プロジェクトにおいて、被害軽減策の立案に役立てられています。



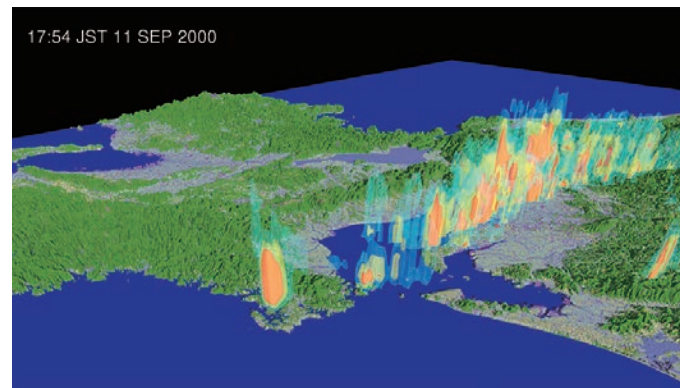
将来気候時に日本に接近する台風のシミュレーション結果例

豪雨・豪雪・竜巻・突風などの激しい気象現象に関する研究

豪雨・豪雪・竜巻・突風などの激しい気象現象は、積乱雲を含む降水システムによってもたらされます。

降水システムの内部構造（風や降水粒子の 3 次元分布）を観測するために、2 台の X バンドマルチパラメータレーダを運用しています。これまでに、名古屋市周辺（雷雲や雪雲、降水システムの観測）だけでなく、沖縄県（梅雨前線帯の降水システムの観測）、石川県や北海道（冬季の降雪雲の観測）、パラオ共和国（台風の発生に影響する熱帯域の降水システムの観測）などでレーダ観測を実施しています。マルチパラメータレーダにより取得されるパラメータを組み合わせて、降水システム内部の雨・雪・霰などの様々な種類の降水粒子の 3 次元分布を推定する手法も、当研究室で開発・改良を行っています。降水粒子の分布とドップラーレーダより取得される 3 次元風速場を用いて、降水システム内部の雲力学過程と雲物理学過程を組み合わせた解析を行っています。

また、雲解像モデル CReSS を用いてレーダでは観測できない水蒸気場や温度場、降水システム周辺の風の場を解析し、積乱雲の発達過程や降水システムの持続過程、竜巻の渦の生成過程などについても解析を行っています。



中部電力三国山レーダにより取得された東海豪雨発生時（2000 年 9 月 11 日 17 時 54 分）のレーダ反射強度の 3 次元分布。水色→黄色→橙色と変化するほど強い雨が存在することを示す。地上の赤い点は東海市の位置を示す。

雷の理解

雷は積乱雲の中で氷粒子（霰粒子と氷晶粒子）同士の衝突により電荷が生成され、雲内のある領域に蓄積された電荷が中和されることで発生します。雷を理解するためには、氷粒子の分布の再現、氷粒子同士の衝突による電荷分離過程の再現、そして電荷中和過程（発雷過程・放電過程）の再現が必要となります。当研究室では、雲解像モデル CReSS に電荷分離過程と電荷中和過程を組み込むことで、雷モデルの開発を行うとともに、電荷の蓄積過程と発雷過程の理解を進めています。

2010 年 7 月 15 日に岐阜県可児市周辺での大雨発生時の種類の降水粒子と雷の放電経路の 3 次元分布。白は雲水、青は雨、水色は雲氷、黄色が雪、桃色が霰の分布を示す。赤、青、黄色の太実線が雷の放電路を示す。

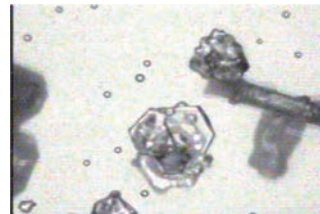
エアロゾル－雲－降水相互作用の理解

エアロゾル－雲－降水相互作用の理解は降水システムにおける雲微物理過程の理解だけでなく、地球全体の気候システムにおける雲の役割を理解する上でも重要です。

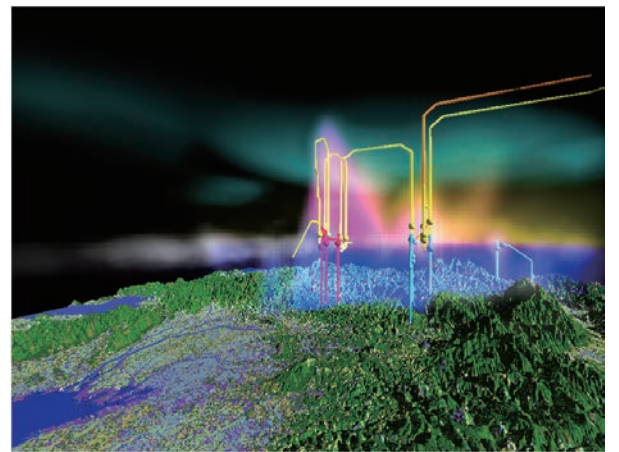
当研究室では、顕微鏡カメラを搭載した雲粒子ゾンデ（HYVIS）を気球に取り付けて放球し、上空の雲粒子の直接観測を行うことで、雲粒子の特徴（形、大きさ、数）の鉛直分布を観測しています。これまでに、マルチパラメータレーダ観測と同期して、沖縄県、北海道、パラオ共和国などで観測を実施しています。実際の粒子の特徴を観測することで、レーダ観測の結果や数値モデル CReSS の雲微物理過程の妥当性を評価することを目的としています。

また、最近導入された Ka バンド雲レーダは、降水粒子よりも小さな雲粒子の 3 次元分布を観測することができます。HYVIS や Ka バンド雲レーダを用いて、雲の 3 次元分布や雲内の粒子の分布の推定を行っています。

今後は、雲の発生につながる大気中の塵（エアロゾル）の分布や塵が雲の核となって雲粒に成長する過程の理解も目指していきます。エアロゾルによる雲粒の生成が起こる場所と生成される雲粒の大きさを理解することは、大雨の発生過程や台風の進路と強度の予測に大きな影響を及ぼすことが最近の研究で示唆されています。今後、CReSS にエアロゾル過程の導入やエアロゾルの発生源である陸面過程の精緻化を行っていくことで、エアロゾルから雲粒の生成過程、そして降水によるエアロゾルの除去過程などを調べていきます。また、エアロゾル－雲－降水相互作用の理解には、航空機を用いた観測も積極的に利用していきます。



（上）2013 年 6 月 15 日にパラオ共和国で放球された雲粒子ゾンデ HYVIS により取得された雲粒子と固体降水粒子の画像
（右）名古屋大学に設置されている Ka バンド雲レーダ



写真の説明：左より (1) 研究室メンバー、(2) パラオ共和国でのレーダ観測、(3) 台風観測に使用する航空機、(4) 沖縄での雲粒子を対象とした気球観測の様子、(5) 沖縄での集中観測時の様子（雨が降っていない場合）、(6) 雲レーダを用いた雪雲観測

Webページ：<http://www.rain.hyarc.nagoya-u.ac.jp/>
連絡先：tsuboki@nagoya-u.jp（坪木）
shinoda@rain.isee.nagoya-u.ac.jp（篠田）

