

V. 地球環境研究部門

V-1. 地球環境分野

1. メンバー

教授	田中博（センター勤務）、植田宏昭（学内共同研究員） 木村富士男（学外共同研究員 JAMSTEC）、鬼頭昭雄（学内共同研究員）
准教授	日下博幸（センター勤務）
助教	若月泰孝（学内共同研究員）
研究員	秋本祐子、池田亮作、岡田牧（センター勤務）
大学院生	24 名、学類生 6 名（田中・日下）

2. 概要

地球環境学部門における主な活動としては、文科省グリーン北極事業の北極温暖化研究プロジェクトに参加し、北極振動と北極温暖化増幅の関係を分析した。2000 年以降に北極温暖化増幅が強化され、同時に負の北極振動が顕在化した。その結果、北極圏が温暖化する一方で、シベリアを中心とする中緯度が寒冷化している。IPCC で報告されている気候モデルは、北極温暖化と平行して地球温暖化が進行すると予測しているが、実際には 1998 年以降は予測に反して既に 15 年も温暖化が停滞するハイエイタスが生じている。気候モデルは温暖化で正の北極振動が現れると予測しているが、実際には負の北極振動が顕在化している。この矛盾がハイエイタスの原因のひとつと考えられることから、大気場の主要な自然変動としての北極振動の観点からハイエイタスの原因を究明している。また、線形傾圧モデル(LBM)を用いて北極振動の特異固有解理論を発展させ、北極振動指数(AOI)の正負に伴う傾圧不安定解の構造変化を解析した。

地球環境部門におけるもう一つの主な活動として、都市気象研究と将来の地域気候予測研究がある。都市気象研究については、文部科学省の気候変動適応推進プログラム(RECCA)に参加し、次世代の都市気象モデルを開発している。また、本センターと多治見市の連携協定に基づき、多治見の熱環境の緩和策に資する観測研究を行っている。地域気候の将来予測研究については、環境省の環境研究総合推進費(S-8)の課題代表を務め、地域気候の将来予測を GUI ベースで実行できるアプリケーションの開発を行っている。以下に、それぞれの研究成果の概要を記す。文科省の RECCA プロジェクトでは、前年度開発した建物間放射モデルと樹木モデルを結合させ、建物と樹木が混在する都市街区内における放射・熱環境をシミュレートできるモデルを開発した。夜間の都市熱環境に対する植生の効果を評価するための人工気象室(ポリエチレンチャンバー)を開発した。多治見市との共同プロジェクトでは、多治見駅付近の熱環境を詳細に調査するとともに、人が感じる温度(体感温度)や人体生理測定(皮膚温など)を行い、ドライミスト、ウエットミスト、街路樹、高反射性舗装道路の効果を評価した。環境省の S8 プロジェクトでは、これまで開発してきた「温暖化ダウンスケーラ」をインドネシア

気候・気象・地球物理庁（BMKG）に導入した。このソフトウェアの導入により、今後、途上国が独力で地域の温暖化予測ができるようになると期待される。

3. 研究成果

【1】 北極振動と北極温暖化増幅との関係 （田中）

文科省グリーン北極事業の北極温暖化研究プロジェクトに参加し、北極振動と北極温暖化の関係を分析した。2000 年以降に北極温暖化増幅が強化され、同時に負の北極振動が顕在化した。その結果、北極圏が温暖化する一方で、シベリアを中心とする中緯度が寒冷化している。IPCC 報告にある気候モデルは、北極温暖化と平行して地球温暖化が進行すると予測しているが、実際には 1998 年以降は予測に反して既に 15 年も温暖化が停滞している。これはハイエイタスと呼ばれ、温暖化予測の重要な矛盾点として最近注目されている。気候モデルは温暖化で正の北極振動が現れると予測しているが、実際には負の北極振動が顕在化し、これが原因となって中緯度の広域で寒冷化が起きている。この矛盾がハイエイタスの原因のひとつと考えられることから、大気場の主要なカオス的自然変動としての北極振動の観点からハイエイタスの原因を究明している。

図 1 は、IPCC 報告による地球温暖化予測に含まれる数十年の準周期変動の影響を考察したものである（赤祖父 2007）。1940 年台の高温、1970 年台の寒冷化、2000 年までの急上昇が、数十年スケールの自然変動によるものであるとすると、1970 年から 2000 年までの急上昇には人為的な温暖化と同程度の自然変動が含まれる。もし、気候モデルが 1970 年から 2000 年までの急上昇を、人為的温室効果ガスの増加のみでチューニングしたとすると、将来の温暖化予測は過大評価となり、実際には温暖化は 100 年で 1°C 程度となる可能性がある、という一つの仮説である。1998 年以降、既に 15 年も温暖化が停滞していることから、最近のハイエイタス問題は、この仮説を支持する結果となっている。観測事実としてのハイエイタスの原因には真実が存在するはずなので、その原因解明が急務である。本研究では、北極振動の負傾向と中緯度の寒冷化傾向が、ハイエイタスにどのように関係しているのかを研究した（田中 2013）。

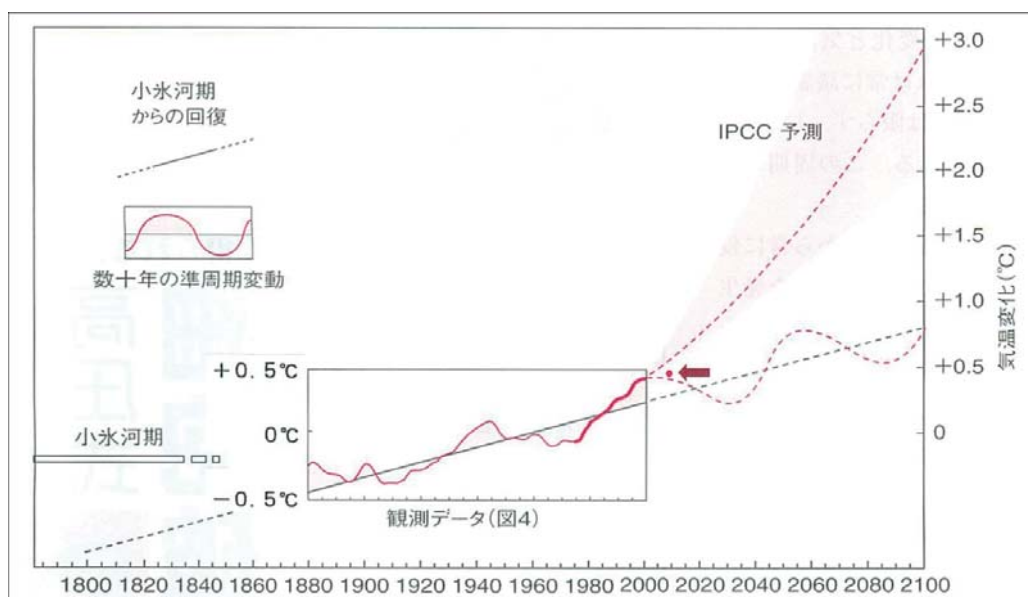


図1 1800年から2100年までの気温変化における数十年の準周期変動の影響評価（赤祖父 2007）

【2】 線形傾圧モデル(LBM)を用いた北極振動の特異固有解理論（田中）

地球大気は非線形流体力学におけるハミルトニアンシステムであり、全エネルギーを保存すると同時に剛体力学にはない渦位という量を保存する。静止大気を基本場とする全球大気のノーマルモードは、大気潮汐理論により Hough 関数としてその解析解が知られている。Hough 関数は、それ自身が線形ハミルトニアンシステムの中立解である。

基本場が鉛直子午面で変化する帯状平均気候値の場合、基本場からエネルギーを受け取り増幅する傾圧不安定が発生し、それが中緯度の温帯低気圧を発達させる。本研究では、静止大気における3D ノーマルモードを正規直交基底とした3D スペクトルモデルを構築し、東西方向にも変化する3次元的な気候値を基本場とした線形方程式の固有値問題を解くことで、傾圧傾圧不安定理論の一般化を行った。

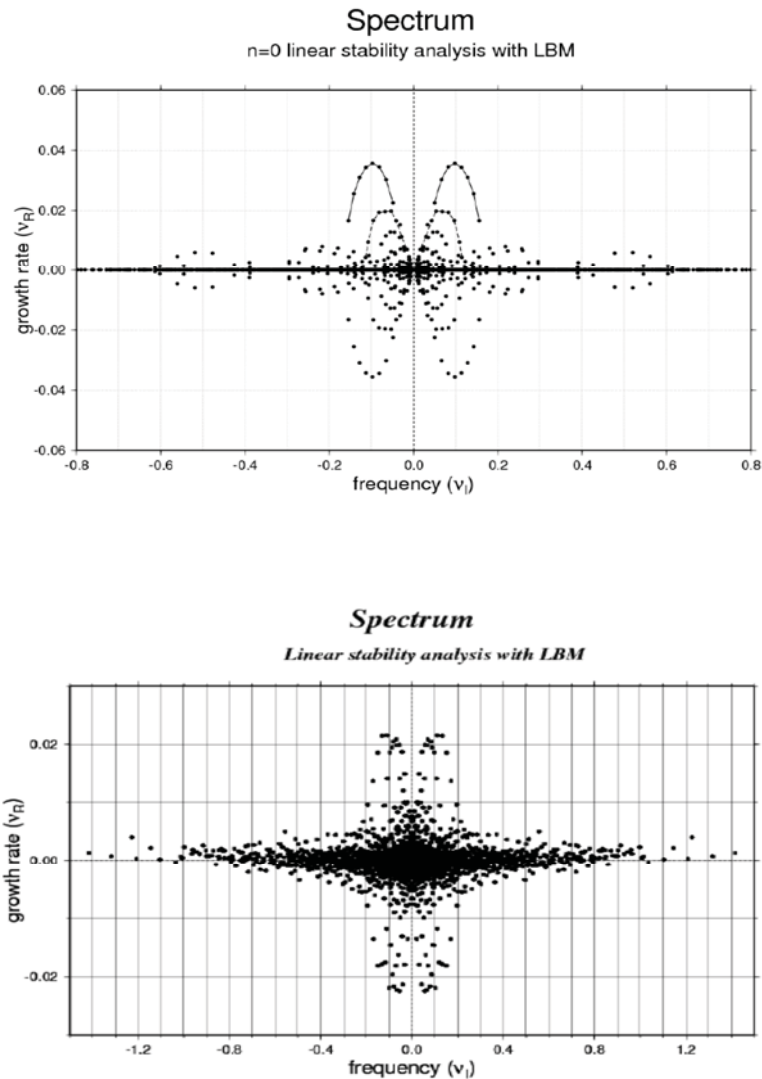


図2 帯状平均基本場(上)と3次元一般基本場(下)における不安定ノーマルモードのスペクトル

はじめに、帯状平均基本場における傾圧不安定波は、東西波数 6 付近に最大増幅率を持つ Charney モードが解となる。東西波数で分割された解の構造が東進し、ライフサイクルが完結する。この不安定解のスペクトルを固有値の実部(増幅率)と虚部(振動数)で表すと、図2a の分布となる。座標軸により振動数が線対称となるほかに増幅率も線対称となる。最大不安定 monopole-Charney モードの他に、dipole-Charney モード、tripole-Charney モードなど高次の不安定解が得られる。それに対し、基本場が東西方向にも変化する一般の場合の固有値のスペクトルは、振動数の線対称は保存するものの、増幅率の線対称性が破れる(図2b)。最大増幅率の傾圧不安定波は、Charney モードの変形であり、その構造を表現するためにはすべての東西波数が必要になる。地球を東西に一回りする間に、地域性をもった構造変化を示しながらライフサイクルが完結する。また、振動数が0の定在解も現れて、その中で最も不安定な定在解に北極振動の固有解が含まれていることを

明らかにした(Tanaka and Seki 2013)。図2は中立解として振動数軸上に乗る Hough 関数を、2次元基本場と3次元基本場に拡張した場合の不安定ノーマルモードの一般解を表す。これは、3次元ノーマルモード(Hough 関数)を任意の3次元基本場に拡張したノーマルモードの一般解である。

【3】 AOI 方程式を用いた北極振動の解析的研究 (田中)

3次元ノーマルモード関数を基底とするスペクトル型プリミティブ方程式を応用して北極振動指数(Arctic Oscillation Index: AOI)の変動を力学的に表現したAOI方程式を導出し、近年の北極振動(AO)の成因解明に向けた解析を行った。

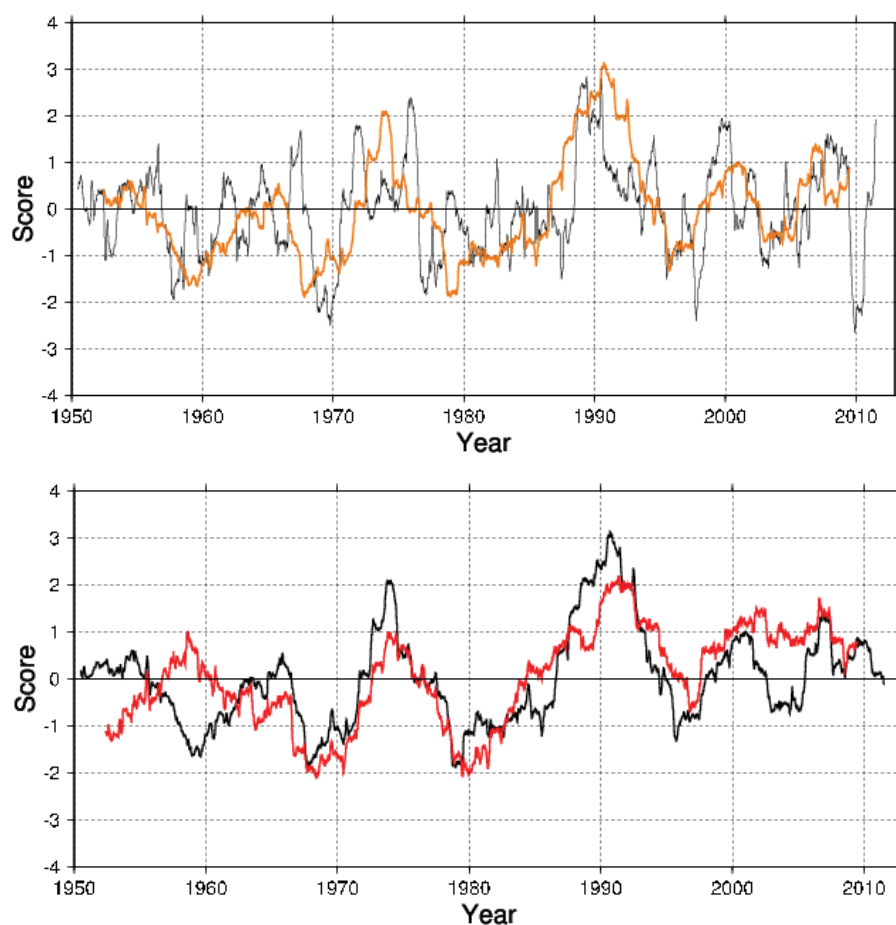


図3 AOI 時系列(上)とAOI 方程式の線形項の時系列(5年移動平均)

全球大気を3次元ノーマルモードに展開し、大気の順圧成分に対しその展開係数の時系列のEOF-1を求めると、北極振動がEOF-1として得られる。北極振動は最も大振幅な長周期変動だからである。そのEOF-1の構造と元の展開係数の時系列の内積がEOF解析の時系列となり、これがAOIである。したがって、AOIの時系列を時間微分して、展開係数の時間変化項にプリミティブ方程式各項を代入することで、AOIの時間変化を力学的に分析するAOI方程式が導かれる。図3aはAOIの365日移動平均の時系列とその5年移動平均である。1989年のプラス 3σ のイベントや2010年のマイナス 3σ のイベントが見られる。図3bはAOIの5年移動平均と、AOI方程式の線形項の5年移動平均のグラフである。

本研究の結果、10年スケールのAOIはAOI方程式の線形項と同位相の関係にあり、線形項はAOを増幅させる正のフィードバックの関係にあることが解った。この事は、AOが線形項の固有解であることと整合的である。一方、AOI方程式の非線形項及び外力項はAOIと負のフィードバックの関係にあり、正または負に大きく振れたAOIを減衰させる働きをしていることが解った。このことは、10年スケールのAOIの変動が、主として大気の内力学により生じていることを意味している。以上の結果は北極振動が特異固有解の共鳴により励起される事と整合的である。

【4】 都市気候の将来予測

1. 環境省のS8プロジェクトで開発した「温暖化ダウンスケーラ」をインドネシア気候・気象・地球物理庁(BMKG)に導入した。このソフトウェアの導入により、今後、途上国が独力で地域の温暖化予測ができるようになることを期待される。

2. 前年度開発した建物間放射モデルと樹木モデルを結合させ、建物と樹木が混在する都市街区内における放射・熱環境をシミュレートできるモデルを開発した。このモデルにより、都市街区内の熱環境の緩和策を従来以上に定量的に精緻に評価できるようになった。また、大規模計算のために、PGI CUDA Fortranを利用してGPU化を進め、CPU実行によるプロファイリングの結果から実行時間比で約40%の関数をGPUに対応させた。

3. 夜間の都市熱環境に対する植生の効果を評価するための人工気象室(ポリエチレンチャンバー)を開発した。さらには、この実験装置を用いて、葉の多い植生ほど夜間の都市熱環境をより効率的に冷却させることがわかった。このことは、熱帯夜の減少に対して葉の多い樹木による都市内緑地が効果的であることを示唆している。

(1) 温暖化影響評価研究者のためのダウンスケーリング (日下)

環境省の環境研究総合推進費(S-8)の一課題として、気候予測の非専門家が独力で各地域の温暖化予測を実行可能にするためのウェブアプリケーション、「温暖化影響評価研究者のためのダウンスケーラシステム(ダウンスケーラ)」の開発を行っている。平成25年度は、平成24年度までに開発したダウンスケーラをベースに、影響評価研究者(ユーザー)の意見を取り入れる形で改良を行った。具体的には、前年度のアドバイザリー会合などで出された意見や、テストユーザーからの要望をまとめ、改良箇所に反映させた。また、アジアの途上国での利用に向けて、海外版(ベータ版)を開発した。さらには、この海外版をインドネシアの気象庁(インドネシア気候・気象・地球物理庁, BMKG)に導入し、BMKGの技術系職員を対象に利用講習会を開催した。

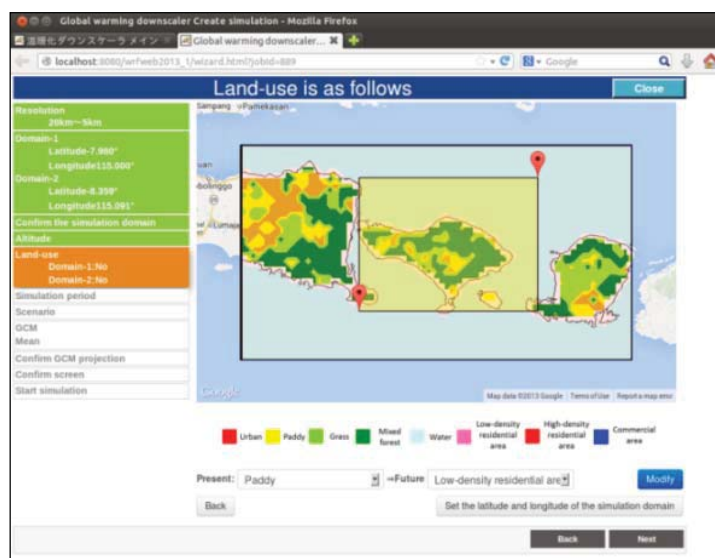


図 4 海外版ダウンスケーラ（ベータ版）



図 5 インドネシア気候・気象・地球物理庁（BMKG）への導入とその講習会の様子

（2）建物解像並列 LES モデルの共同開発（日下）

都市気象の詳細な研究では、モデルの空間解像度を数メートル以下とする必要があるため、本研究では、都市の詳細な熱環境を解析可能な Large Eddy Simulation (LES) モデルの開発を行っている。平成 25 年度は、都市街区内の街路樹や公園の樹木等の熱的・力学的効果を表現できる樹木モデルを LES に組み込んだ。この街路樹モデルは、街路樹による影や街路樹間や街路樹・建物間の放射の多重反射を考慮することができる。また、樹木からの蒸散効果も考慮することが可能である。このモデルを LES に組み込み、流体計算と連成させ、岐阜県多治見市の住宅街を対象に計算を行った。図 6 (a)は 2013 年 8 月 15 日に行った気温観測の結果、図 6 (b)は LES によるシミュレーション結果である。シミュレ

ーション結果から、公園と住宅地で比較すると、樹木が多い公園で気温が低く観測ともよく整合している。また、住宅街では場所により気温のばらつきが大きいことが分かる。このように、現実街区を対象とした、より現実的な計算が可能となった。

また、多治見市と共同で、多治見駅周辺の熱環境観測と人体生理測定を実施した。これらの結果を用いて、暑熱環境マップ（人はどの場所で暑く感じるか？）の作成を行った。さらには、このマップを多治見市が取り組んでいる熱環境緩和策実地地点（ドライミスト、ウエットミスト、街路樹、後半社塗料道路）と比較することで、暑熱環境緩和策の効果を評価した。

この他に、計算の高速化のため、並列化に加え PGI CUDA Fortran を利用して GPU 化を引き続き進めている。LES を構成する関数群において、CPU 実行によるプロファイリングの結果から実行時間比で約 40% の関数を GPU に対応させた。現状では、関数単体での高速化率は、4GPU 対 16CPU-core で 0.4～25.1 倍の高速化を得た。

本研究は文科省 RECCA プロジェクトの一環として行われ、本センターの計算機科学の研究者の協力を得た共同開発を推進している。

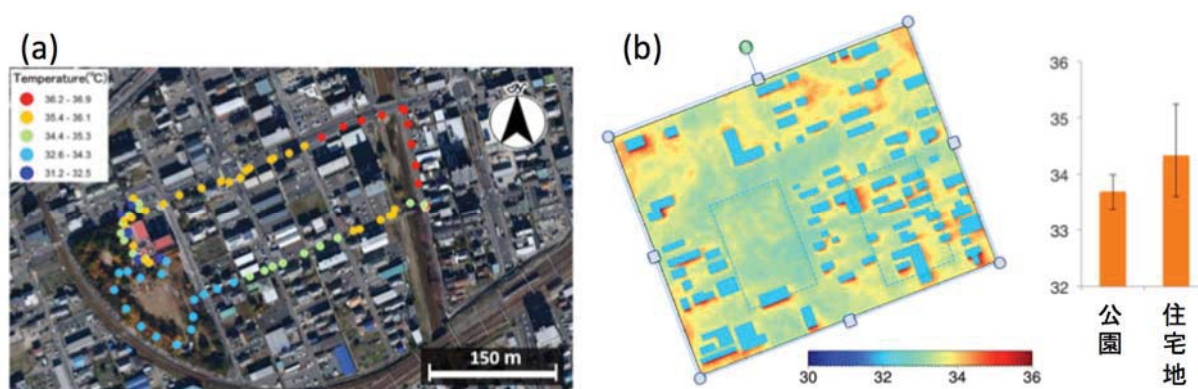


図 6 (a) 2013 年 8 月 15 日の岐阜県多治見市での気温観測結果。(b) LES モデルによる街区内部気温分布を計算した結果。

(3) 人工気象室（ポリエチレンチャンバー）の開発（日下）

夜間における植生の大气冷却効果に関する基礎的知見を取得することを目指して、本研究では人工気象室（ポリエチレンチャンバー）を開発した（図 7）。平成 25 年度には、ポリエチレンチャンバーを開発し、熱交換面の面積を考慮した実験を行った。ポリエチレンチャンバーは、長波放射を透過しやすいポリエチレンフィルムの放射特性を活かすことで、これまで難しかった夜間における植生の大气冷却効果の実験を可能にした。このチャンバーに葉を模した黒ケント紙を入れ、さらに黒ケント紙の面積を変えることで、熱交換面積が大气冷却効果に及ぼす作用を調査した。表 1 は、黒ケント紙の

面積 LAI = 1, 2, 4 における対流熱伝達量と大気冷却量を比較した結果である。負の対流熱伝達量は空気から黒ケント紙への熱伝達を意味している。LAI = 1 に比べて、LAI = 2 と 4 の黒ケント紙を入れた際の対流熱伝達量と大気冷却量の値が大きいことが分かる。熱交換面積が増えたことで、熱交換面と空気との対流熱伝達量が増え、空気がより冷却されたことを示している。このように、開発したポリエチレンチャンバーによって、熱交換面の面積が夜間の大気冷却効果に及ぼす影響の調査が可能になった。



図 7 開発したポリエチレンチャンバーの外観

表 1 ポリエチレンチャンバーを使った LAI = 1, 2, 4 における対流熱伝達量と大気冷却量

LAI	1	2	1	4	2	4
対流熱伝達量[W/m ²]	-6.9	-9.4	-5.5	-6.9	-10.0	-10.1
大気冷却量[°C]	-0.8	-1.0	-0.7	-0.9	-1.0	-1.0
実験日	2013.09.27		2013.08.15		2013.09.27	

4. 教育

指導学生（田中）

D2: (地球) 相澤、近藤

D1: (地球) 山上、小柴

M2: (地球) 海野、木野、馬場

M1: (地球) 足立

B4: (地球) 市川、山田

指導学生（日下）

D3 (地球) : 岡田

D2 (地球) : 加藤、豊田、ドアン

D1 (地球) : 西

M2 (地球) : 久野、藤田、工藤、廣田、藤田

M1 (地球・環境) : 大高、柿沼、浩、一澤、高橋、渡邊

B4 (地球) : 荒井、今井、佐藤、小久保

放送大学「自然環境科学プログラム」(田中)

5. 受賞、外部資金、知的財産権等

第 52 回日本生気象学会 若手・学生発表コンテスト「優秀賞」 日下 (共同受賞)

日本ヒートアイランド学会 第 8 回全国大会 アカデミックセッション ベストポスター賞 日下
(共同受賞)

文科省 GRENE 北極研究プロジェクト、田中

JICA/JST SATREPS 防災研究領域、田中

文科省 RECCA プロジェクト、日下

環境省 S8 プロジェクト、日下

JSPS 科研費、日下

東芝 分担金 日下

ウエザーニューズ 分担金 日下

日本気象協会 寄付金 日下

気象予測に関する特許 日下 (共同特許)

6. 研究業績

研究論文他

1. Kayaba, M., T. Ihara, H. Kusaka, S. Iizuka, K. Miyamoto, and Y. Honda, 2014: Association between sleep and residential environments in the summertime in Japan. *Sleep medicine*, 15, 556-564.
2. Takane, Y., H. Kusaka, and H. Kondo, 2014: Climatological study on mesoscale extreme high temperature events in the inland of the Tokyo Metropolitan Area, Japan, during the past 22 years. *International Journal of Climatology*, DOI:10.1002/joc.3951.
3. 岡田牧, 日下博幸, 高木美彩, 阿部紫織, 高根雄也, 富士友紀乃, 永井徹, 2014: 夏季における岐阜県多治見市の気温分布調査. *天気*, 61(1), 23-29.

4. 岡田牧, 岡田益己, 日下博幸, 2013: 岡田・日下の黒球温度推定式の広域適用とパラメータ調整. 日本ヒートアイランド学会論文集, 8, 13-21.
5. 日下博幸, 飯島奈津美, 井原智彦, 原政之, 高根雄也, 飯塚悟, 2013: 2070 年代 8 月を対象とした東京・名古屋・大阪における熱中症および睡眠困難の将来予測. 日本建築学会環境系論文集, 78(693), 873-881.
6. Okada, M., Kusaka, H., 2013: Proposal of a new equation to estimate globe temperature in an urban park environment. *J. Agric. Meteorol.*, 69(1), 23-32.
7. Takane, Y., Ohashi, H., Kusaka, Y., Shigeta and Y. Kikegawa, 2013: Effects of Synoptic-Scale Wind under the Typical Summer Pressure Pattern on the Mesoscale High-Temperature Events in the Osaka and Kyoto Urban Areas by the WRF Model. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, Vol152, 1764 -1778.
8. 平田航, 日下博幸, 2013: 二つ玉低気圧通過に伴う降水の気候学的研究, 地理学評論, 86(4), 338-353.
9. 岡田牧, 若月泰孝, 犬飼俊, 廣田陸, 日下博幸, 2013: 初冬早朝における緑地内外の気温分布調査 一代々木公園・明治神宮の事例-. 日本ヒートアイランド学会論文集, 8, 7-12.
10. Akimoto, Y., Kusaka, H., Xue, L., Haeffelin, M., 2013: Development of the boundary layer model based on LES model for fog simulation. The 6th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew. Yokohama, Japan. P. 29
11. 日下博幸, 2013: 「学んでみると気候学はおもしろい」. ベレ出版, 261.
12. Tanaka, H.L., and S. Seki 2013: Development of 3D spectral linear baroclinic model and the application to the baroclinic instability associated with positive and negative Arctic Oscillation Index. *JMSJ*, 91, 193-213.
13. Aizawa, T., H.L. Tanaka, and M. Satoh 2013: Rapid arctic cyclogenesis simulated by the cloud resolving global model NICAM. *Meteor. Atmos. Phys.*, DOI 10.1007/s00703-013-0272-6.
14. Kondo, K., T. Miyoshi, and H.L. Tanaka 2013: Parameter sensitivities of the dual-localization approach in the local ensemble transform Kalman filter. *SOLA*. 174-178.
15. 田中博 2013: 北極がホットになるホットな話: 北極域研究最前線、要旨. 16-17 pp. 第 11 回環境研究シンポジウム、水圏・海洋を巡る環境研究の最前線、環境研究機関連絡会
16. 田中博, 2013: 北極低気圧、新用語解説、天気. 2013.
17. 田中博, 2013: 書評: 「お天気ハカセになろう-竜巻は左巻き?」 木村龍治 著 岩波ジュニア新書、天気、書評 2013.

18. 田中博, 2013: 書評: 「気候で読み解く日本の歴史」 田家康 著 日本経済新聞出版社、日本農業新聞、読書 2013.
19. 木野公朝・田中博, 2013: AOI 方程式を用いた北極振動の解析的研究. (投稿中)
20. Ogata, T., H. Ueda, T. Inoue, M. Hayasaki, A. Yoshida, S. Watanabe, M. Kira, M. Ooshiro, and A. Kumai, 2014: Projected future changes of the Asian monsoon - A comparison between CMIP3 and CMIP5 model results-. *J. Meteorol. Soc. Japan.* 92, 207-225.
21. Hill, D. J., A. M. Haywood, D. J. Lunt, S. J. Hunter, F. J. Bragg, C. Contoux, C. Stepanek, L. Sohl, N. A. Rosenbloom, W-L. Chan, Y. Kamae, Z. Zhang, A. Abe-Ouchi, M. A. Chandler, A. Jost, G. Lohmann, B. L. Otto-Bliesner, G. Ramstein, and H. Ueda, 2014: Evaluating the dominant components of warming in Pliocene climate simulations. *Clim. Past*, 10, 79-90.
22. Salzmann, U., Dolan, A. M., Haywood, A. M., Chan W.-L., Voss, J., Hill, D. J., Lunt, D. J., Abe-Ouchi, A., Otto-Bliesner, B., Bragg, F., Chandler, M. A., Contoux, C., Dowsett, H. J., Jost, A., Kamae, Y., Lohmann, Pickering, S. J., Pound M. J., Ramstein, G., Rosenbloom, N. A., Sohl, L., Stepanek, C., Ueda, H, Zhang, Z. (2013): Challenges in reconstructing terrestrial warming of the Pliocene revealed by data-model discord. *Nature Climate Change*.
23. Zhang, R., Q. Yan, Z. S. Zhang, D. Jiang, B. L. Otto-Bliesner, A. M. Haywood, D. J. Hill, A. M. Dolan, C. Stepanek, G. Lohmann, C. Contoux, F. Bragg, W.-L. Chan, M. A. Chandler, A. Jost, Y. Kamae, A. Abe-Ouchi, G. Ramstein, N. A. Rosenbloom, L. Sohl, and H. Ueda, 2013: Mid-Pliocene East Asian monsoon climate simulated in the PlioMIP. *Clim. Past*, 9, 2085-2099. (accepted).
24. Dowsett, H. J., K. M. Foley, D. K. Stoll, M. A. Chandler, L. E. Sohl, M. Bentsen, B. L. Otto-Bliesner, F. J. Bragg, W.-L. Chan, C. Contoux, A. M. Dolan, A. M. Haywood, J. A. Jonas, A. Jost, Y. Kamae, G. Lohmann, D. J. Lunt, K. H. Nisancioglu, A. Abe-Ouchi, G. Ramstein, C. R. Riesselman, M. M. Robinson, N. A. Rosenbloom, U. Salzmann, C. Stepanek, S. L. Strother, H. Ueda, Q. Yan, and Z. Zhang, 2013: Sea surface temperature of the mid-Piacenzian ocean: A data-model comparison. *Scientific Reports*, 3, 2013, doi:10.1038/srep02013
25. Zhang, Z.-S., K. H. Nisancioglu, M. A. Chandler, A. M. Haywood, B. L. Otto-Bliesner, G. Ramstein, C. Stepanek, A. Abe-Ouchi, W.-L. Chan, F. J. Bragg, C. Contoux, A. M. Dolan, D. J. Hill, A. Jost, Y. Kamae, G. Lohmann, D. J. Lunt, N. A. Rosenbloom, L. E. Sohl,

and H. Ueda, 2013: Mid-pliocene Atlantic Meridional Overturning Circulation not unlike modern. *Clim. Past*, 9, 1495-1504.

26. Haywood, A. M., D. J. Hill, A. M. Dolan, B. Otto-Bliesner, F. Bragg, W.-L. Chan, M. A. Chandler, C. Contoux, A. Jost, Y. Kamae, G. Lohmann, D. J. Lunt, A. Abe-Ouchi, S. J. Pickering, G. Ramstein, N. A. Rosenbloom, L. Sohl, C. Stepanek, Q. Yan, H. Ueda, and Z. Zhang, 2013: Large scale features of Pliocene climate: Results from the Pliocene model intercomparison project. *Clim. Past*, 8, 2969-3013.

7. 異分野間連携・国際連携・国際活動等

センター内連携： LES-GPU グループ

大規模気象計算 WG

産学官連携： 岐阜県多治見市と連携協定（日下）

国際活動： 米国大気研究センター訪問、米国アラスカ大学訪問、アラスカ大学との大学間協定
北極環境研究コンソーシアム、国際北極科学会議(IASC)副議長（田中）

国際都市気候学会（IAUC）理事（日下）

国際都市気候学会第 8 回大会(ICUC8)発表（日下）

JICA 研修講師（日下）

米国大気研究センター訪問、ベトナム国家大学ハノイ自然科学大学訪問、
ベトナム国会大学ホーチミン校訪問、台湾中央研究院訪問

インドネシア気候・気象・地球物理庁訪問、インドネシア JICA 訪問（日下）

8. シンポジウム、研究会、スクール等の開催実績

第 11 回環境研究シンポジウム、水圏・海洋を巡る環境研究の最前線、環境研究機関連絡会
（田中）

気象学会夏季大学「台風学の最前線」教育と普及委員会企画（田中）

温暖化ダウンスケーラ講習会開催（日下）

9. 管理・運営

学長補佐、副学長補佐、学生生活支援室長（田中）

10. 社会貢献・国際貢献

放送大学 客員教授（田中）

国立極地研究所 客員教授（田中）

国際北極科学会議(IASC)副議長（田中）

日本学術会議 IASC 小委員会（田中）

国際都市気候学会 (IAUC) 理事 (日下)

気象庁 気象大学校 非常勤講師 (日下)

気象庁 気候変動懇談会検討部会 委員 (日下)

環境省 風力発電等分散型エネルギーの広域運用システムに関する実証研究検討会 委員 (日下)

国土交通省 ヒートアイランド対策に資するデータと分析システムに係る検討委員会 委員 (日下)

NEDO 発電量予測技術委員会・発電量予測技術研究会 委員 (日下)

熱中症予防声かけプロジェクト 実行委員 (日下)

11. その他

放送大学客員教授、気象学会理事、地球惑星連合代議員 (田中)

国際都市気候学会 (IAUC) 理事、日本ヒートアイランド学会理事、気候影響利用研究会幹事 (日下)