

気候変動への適応とその社会実装

Adaptation for Climate Change and Its Social Implimentation

*石川 洋一¹、渡邊 真吾¹、大楽 浩司²

*Yoichi Ishikawa¹, Shingo Watanabe¹, KOJI DAIRAKU²

1. 海洋研究開発機構、2. 防災科学技術研究所

1. JAPAN Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

Adaptation for climate change is urgent issue since increasing risk of natural disaster, such as typhoon and heavy rain and harmful effect of high temperature on agriculture are expected. "National Plan for Adaptation to the Impacts of Climate Change" is formulated by Japan's government in 2015, in which the vision are given to build a secure, safe and sustainable society that is able to minimizing and avoiding damage. These actions to formulate the adaptation plan are expected to spread for local governments. For this purpose, simulation of climate change projection, downscaling technique to obtain the detailed estimation of climate change in local scale, the evaluation of risk to contribute the formulation of adaptation plan are necessary, as well as the issue for social implementation such as co-design working with stakeholders.

We will discuss the current status of the simulation modeling and knowledge gap between the scientists and stakeholders.

キーワード：気候変動適応、社会実装

Keywords: Adaptation for Climate Change, Social Implementation

気候変動適応技術の地域社会での実装へ向けた社会技術

Social Technologies to Support Implementation of Climate Change Adaptation Technologies at Local Communities in Japan

*馬場 健司^{1,3}、工藤 泰子²、渡邊 茂²、岩見 麻子³、川久保 俊³、田中 博春³、田中 充³

*Kenshi Baba^{1,3}, Taiko Kudo², Shigeru Watanabe², Asako Iwami³, Shun Kawakubo³, Hiroharu Tanaka³, Mitsuru Tanaka³

1. 東京都市大学、2. 日本気象協会、3. 法政大学

1. Tokyo City University, 2. Japan Weather Association, 3. Hosei University

1. Introduction

In response to recent national and international situation on climate change adaptation such as “National Plan for Adaptation to the Impacts of Climate Change” and the Paris Agreement, local adaptation strategies have been begun to examine at local governments eventually in Japan. The results of future climate projection and impact assessment have been provided in various realm and their accuracy have been improved greatly in a series of national research projects. Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology (SI-CAT) of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) put high priority on utilizing climatic technologies in local governments for their policymaking. The authors are in charge of social implementation of the climatic technologies via social technologies such as risk communication, consensus building and so on.

2. Methodology

We have taken the following methodologies in SI-CAT. i) Clarifying potential needs of nationwide local governments for formulating adaptation strategies via questionnaire and interviews with local officials of environmental departments mainly. ii) Clarifying potential needs of nationwide stakeholders via online deliberation experiments. iii) Supporting development of application software on climatic technologies and preparing risk communication manual. iv) Developing narrative scenarios for future adaptive community by integrating scientific knowledge and local knowledge in some areas. v) Setting up a series of co-design workshops to match needs of local governments and seeds of climatic technologies. The paper introduce a part of results of i) and v) briefly as follows.

3. Results

The outline of questionnaire and interviews to local governments is shown in table 1. The main results demonstrate as follows. i) While some prefectures and major cities have already started preparing adaptation strategies, the majority of municipalities is yet to consider such strategies. ii) Key challenges for local governments in preparing adaptation strategies are found to be twofold: the lack of knowledge and experience in the field of climate change adaptation, and compartmentalization of government bureaus. The fact that most of the local governments in Japan are still yet to assess the local impacts of climate change which would lay the groundwork for preparing adaptation strategies suggests that co-design facilitating the circulation that technological seeds wake up needs of local government and the needs deepen the seeds, is important.

We then set up co-design workshop inviting both local governments’ officials and scientists who are developing climatic technologies to match their needs and seeds. The workshop was held in the afternoon of August 31st, 2016 and the participants were 76 people including secretariat. The participants were divided into five groups in which consisted of both scientists and local officials. The participants discussed “What is the technology development effective for policymaking of adaptation strategies” . The output was summarized in structural drawing within a poster paper for each group by the facilitator

on the day. Later, they were visualized in a form of network graph by text mining and network analysis based on the minutes so that the participants get to understand the gap and common ground among them.

4. Further works

We also have conducted online deliberation experiments to clarify potential needs of nationwide stakeholders, conduct a questionnaire to the public to support developing application software on climatic technologies and preparing risk communication manual, and conducted stakeholder analysis to develop narrative scenario for future adaptive community in some areas. We plan to further interviews with local officials in each department of disaster prevention, agriculture, and health, develop narrative scenario for adaptive community and set up co-design workshop for the second time.

キーワード：地方自治体、質問紙調査、リスク認知、専門知、コデザイン、可視化

Keywords: local government, questionnaire, risk perception, expert knowledge, co-design, visualization

Table 1 Outline of the Questionnaire and Interview to Local Governments

	Paper-based Surveys of Major Local Governments	Interview Survey of Model Prefectures
Survey Period	February–March 2016	January–February 2016
Participants	Environmental policy divisions at 155 local governments throughout Japan, including prefectures (except for the 6 prefectures mentioned to the left), major cities with the designations of <i>seireishitei-toshi</i> , <i>chūkaku-shi</i> , and <i>shikōjitokurei-shi</i> , and cities where prefectural headquarters are located.	Bureaus for the environment, agriculture, disaster prevention, etc. of Ibaraki (coastal areas, agriculture), Gifu (environment) and Saga (environment) Prefectures ("model" prefectures participating in MEXT's Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology project).
Method	Surveys distributed and collected by regular mails (When requested, an electronic file was distributed and collected by e-mail).	After approximately 2 hours of lecture and discussion, participants later completed the survey in the electronic file format and returned it via e-mail
Responses	123 (79.4%)	Heat (1), coastal areas (2), agriculture (1), all domains (28)
Survey items	—	1) Perceived policy-related external force risks, vulnerabilities, and outcomes to be prevented; 5) adaptation technology in the form of information and tools which aid in policymaking; 7) stakeholders. 2) Climate change impact appearance status, future potential of occurrence, impact severity, countermeasure urgency, policy status, and the need for tools and information for projections on future impacts; 3) the status of investigations and developing of adaptation plans; 4) problems related to investigating and promoting adaptation strategies; 6) support expected for the investigation, promotion and social implementation of adaptation strategies; 8) Other (free response).

地域での気候変動適応の隘路と打開策：茨城県での農業適応計画の事例から

Bottlenecks of climate change adaptation in local municipalities: Case study of agricultural adaptation planning in Ibaraki Prefecture

*田村 誠¹、滝本 貴弘¹、増富 祐司²

*Makoto Tamura¹, Takahiro Takimoto¹, Yuji Masutomi²

1. 茨城大学地球変動適応科学研究機関、2. 茨城大学農学部

1. Institute for Global Change Adaptation Science, Ibaraki University, 2. Faculty of Agriculture, Ibaraki University

2015年11月に「気候変動の影響への適応計画」が閣議決定され、今後は各自治体における適応計画策定が見込まれる。しかしながら、地方自治体での気候変動適応策の社会実装に向けては幾つかの隘路がある。第一に、地域単位の気候変動の影響予測に関する科学的知見が不足している点である。第二に、影響予測とともに具体的な適応策を提案していかないと地域住民に不安を煽る結果となってしまふことである。第三に、地域において気候変動はその重要性は認識されつつも、経済状況、少子高齢化などの喫緊の課題や地域の持続可能性に関わる課題に比べると優先順位が低くなりやすいことである。

こうしたなか、筆者らは茨城県の農業の現状と気候変動に関する将来的なリスクを同定し、農業適応計画策定に必要な項目を抽出することで、そのロードマップとなる「茨城県農業における温暖化適応総合計画(仮)」の作成を目指している。本適応計画に盛り込む主要な内容は、以下の3つを考えている。すなわち、①茨城県における温暖化の予測、②農作物に対する定量的な影響とリスク、③影響軽減のための適応策パッケージである。これらは上記で掲げた第一、第二の隘路への打開策を意図しており、影響予測と適応策の双方を提示することが重要である。これまでに茨城県農業総合センターから生育データ等の提供を受けて、コメの白未熟粒発生割合推定モデルの構築と広域推定などを試みてきた。第三の隘路に対しては気候変動に限らない地域との協働が求められており、茨城大学での取組事例を紹介する。

謝辞

本研究は、文部科学省「気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)」および科研費基盤B「気候変動適応策の有効性と限界」の助成を一部受けている。

キーワード：適応計画、農業、地方自治体

Keywords: Adaptation plans, Agriculture, Local municipalities

都道府県スケールでの都市気候の将来予測における不確実性の評価 Evaluation of uncertainty in future urban climate prediction in prefectural scale

*原 政之¹、嶋田 知英¹

*Masayuki Hara¹, Tomohide Shimada¹

1. 埼玉県環境科学国際センター

1. Center for Environmental Science in Saitama

Tokyo Metropolitan area (i.e., southern part of Kanto district) is known for one of the hottest areas in summer in Japan. Especially in Saitama prefecture (north of Tokyo), the daily maximum surface air temperature (SAT) at screen height sometimes reached in 40 °C. In the last decade, the summer heat environment in Japan is getting worse, and the number of emergency transportations due to heat stroke is rapidly increasing.

The Japan meteorological agency reported that increase in annual mean SAT from 1931 to 2015 is 3.2 °C in Tokyo, while the one averaged over 15 suburban cities is only 1.5 °C. Increase in SAT is caused by both the global warming and urban heat island.

The increase in temperature widely discussed in COP21 (such as +1.5 and/or 2 °C world), is globally-averaged SAT. Under the +1.5 and/or 2 °C world, the increase in SAT in local scale is not 1.5 and/or 2 °C because of the global warming and urban heat island. We need to perform downscaling to estimate the increase in prefectural- (or provincial-) scale SAT under +1.5 and/or 2 °C world.

Moreover, in making environmental policies in local government, prefectural (or provincial) scale future climate information is required to estimate the cost and benefit affected by climate adaptation strategies. So, policy maker requires the climate prediction, including its uncertainty information. But the future climate information provided by climate scientists contains uncertainty from various sources.

In this study, we evaluate the due to global climate change, regional climate change and land use change. To evaluate the uncertainty in regional climate prediction, we performed a series of present climate simulations using the Weather Research and Forecasting (WRF) model with high horizontal resolution, including an urban canopy sub-model. We also analyze global future climate predictions of CMIP5 CGCMs to evaluate the uncertainty in global climate change prediction.

キーワード：都市ヒートアイランド、気候変動、不確実性、適応策

Keywords: urban heat island, climate change, uncertainty, adaptation strategy

気候変動に伴う地域実践型の斜面崩壊リスクモデルの開発

Development of regional slope failure risk model due to climate change

*川越 清樹¹、齋藤 洋介¹、Le Thi Thuy¹

*SEIKI KAWAGOE¹, Yosuke Saito¹, Le Thi Thuy¹

1. 福島大学

1. Fukushima University

気候変動に伴う降水の極端化に起因して、短時間降雨量の増大や豪雨頻度の増加が見込まれ、多降雨に対する一層の災害対策の強化が必要とされている。被害を軽減するための予測技術が進展している一方で、気候変動をターゲットとした場合、定性的かつ巨視的な予測評価になる事例が多く、対策の社会実装上で具現化した議論が進めにくい側面を持つ。よって、防災の最前線で活動しなければならない地方自治体でも活用できる地域重点型の定量的な評価モデルの開発が切望される。本取り組みは、人的被害の多い斜面崩壊現象に着目した地域適用型の気候変動も含めたリスクモデルの開発を目的としている。起伏の大きな地形かつ複雑な地質構造を成している長野県をモデルエリアに設定し、斜面崩壊の予測モデル開発は進められた。また、成果として土砂災害警戒区域、危険区域との融合になる対策実践度の高い結果の導出を試みている。

キーワード：発生確率、土砂災害、地域スケール、豪雨

Keywords: probability, sediment hazard, regional scale, heavy rainfall

大規模気候予測データベース利用手法の提案と影響評価研究への適用：八重山諸島における観光業への影響を例に

Development of a simple method to use massive climate projection datasets for impact assessments: an application to the climate change signals related to tourism

*渡部 哲史¹、内海 信幸²、武 正憲³、飯田 晶子¹

*Satoshi Watanabe¹, Nobuyuki Utsumi², Masanori Take³, Akiko Iida¹

1. 東京大学大学院工学系研究科、2. 東京大学生産技術研究所、3. 筑波大学芸術系

1. School of Engineering, the University of Tokyo, 2. Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, 3. Art and design, University of Tsukuba

A Simple method to use massive climate projection datasets is developed. The simplicity of the method enables application to various impact assessment studies. In this new method, rather than projecting directly the variables of interest, we project the change of probability. This probabilistic approach enables simple assessments for issues associated with climate change. The trends in change are evaluated without considering the detailed relationship between climate and a target of assessment. The applicability of the method developed is demonstrated for the climate change signals related to tourism in Yaeyama islands, Okinawa, Japan. For this assessment, we use the database of long-term high-resolution climate ensemble experiments and a questionnaire survey conducted by local governments. The result indicates that the occurrence of severe events like heavy precipitation or strong wind will decrease in summer, and the occurrence of fine day, which most tourist prefer, will increase in winter. This result can be useful for the impact assessment of climate change. The example of application shows that the developed method can effectively project the future main changes and uncertainty for the target of assessment considering the spread of projection derived from ensemble simulations.

キーワード：気候変動、大規模気候予測データ、ツーリズム、八重山諸島

Keywords: Climate Change, Massive climate projection dataset, Tourism, Yaeyama Islands

ダウンスケーリングによる高解像度地域気候シナリオの開発

Development of hi-resolution regional climate scenarios in Japan by statistical downscaling

*大楽 浩司¹

*KOJI DAIRAKU¹

1. 防災科学技術研究所

1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

異常気象に伴う風水害の頻度や規模など気候変動リスクについて影響、適応及び脆弱性評価のための基盤的な気候情報サービスが大きな関心事となっている。地方自治体など多様な関係当事者のニーズに応えるため、2015年12月に気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）が開始された。全球気候モデル（GCMs）や全球大気モデルと地域気候モデルを用いた大規模アンサンブル実験（d4PDF）、力学／統計ダウンスケーリング手法を用いて、地域の気候変動に対して地方自治体における適切な適応策の検討・策定を支援するために、基準地域メッシュ（3次メッシュ, 水平格子間隔1km）のアンサンブル地域気候シナリオを開発している。

異なる気候モデルによって生じる構造的不確実性を気候変動リスク評価で包括的に扱うために、CMIP5 RCP8.5シナリオの5つの

GCMs（MIROC5、MRI-CGCM3、GFDL-CM3、CSIRO-Mk3-6-0、HadGEM2-ES）をBias Correction Spatial Disaggregation（BCSD）法で統計ダウンスケーリングを行った。ダウンスケーリングは、月平均、日単位の気温と降水量について、現在気候（1970～2005年）および近未来の気候（2020～2055年）の期間で行い、出力ファイル形式はNetCDF4（CF1.6、HDF5圧縮に準拠）である。この地域気候シナリオは、関係当事者のニーズに応えるために拡大中であり、また、データベースにアクセスするためのインターフェイスも開発中である。

統計ダウンスケーリング手法は、豪雨や大雪などの局所的に強制される非線形現象、極端事象を必ずしも上手く表現できない。力学的手法と統計的手法を適切に組み合わせ、関係当事者のニーズがある特定地域への適用を試みている。また、ダウンスケーリングによる付加価値についても検証を進めている。地域気候シナリオに対する現在の取り組みと課題、今後に向けた取り組みについて議論する。

キーワード：ダウンスケーリング、気候変動適応、SI-CAT

Keywords: Downscaling, Climate Change Adaptation, SI-CAT

領域気候d4PDFモデルにおける日本列島陸域夏季地上気温の将来変化 Future changes of surface air temperature in summer over the Japanese archipelago by d4PDF regional climate simulations.

*岡田 靖子¹、石井 正好²、遠藤 洋和²、川瀬 宏明²、高藪 出²、佐々木 秀孝²、渡辺 真吾¹、藤田 実季子¹、杉本 志織¹、川添 祥¹

*Yasuko Okada¹, Masayoshi Ishii², Hirokazu Endo², Hiroaki Kawase², Izuru Takayabu², Hidetaka Sasaki², Shingo Watanabe¹, Mikiko Fujita¹, Shiori Sugimoto¹, Sho Kawazoe¹

1. 海洋研究開発機構、2. 気象研究所

1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Meteorological Research Institute

近年、異常気象と呼ばれるような事象が頻発し我々の生活に甚大な被害を及ぼしている。地球温暖化の進行に伴う気候変化とこのような異常気象との関係に対する関心は高まる一方である。これまで地球温暖化予測計算による様々な解析が実施されているが、アンサンブル数が少ないため、自然変動、すなわち低頻度事象である異常天候や極端気象に伴う不確実性を十分に評価することができなかった。このような問題意識から、高解像度全球大気モデルおよび高解像度領域大気モデルを用いて多数（最大100メンバー）のアンサンブル実験が実施され、「地球温暖化対策に資する気候予測データベース（d4PDF）」が作成された（Mizuta et al. 2016）。領域大気モデルは格子間隔20kmである。将来実験は、産業革命以前より全球気温が4°C昇温した場合を想定しており、CMIP5の6種SST将来変化の空間パターンを与えている。本研究では、d4PDF領域大気モデルの出力結果を用いて、日本域の夏季の地上気温を地点別に評価した。

本研究では領域気候d4PDFモデルの地上気温データを使用する。使用したメンバー数は、過去実験（1951~2011年）を50メンバー、将来4°C昇温実験（2051~2111年）を6種SST×15メンバーである。また地点ごとの観測データとして全国152地点の気象官署のデータを使用する。

地点別の地上気温を再現するには粗い格子間隔20kmの本モデルでは、そのバイアスは地点によって無視できない大きさを持つ。そこで、観測値と過去実験の格子点の値を線形関係と仮定して最小二乗法を用いるバイアス補正方法（Piani et al. 2010）で補正を行った。非常に単純な補正方法ではあるものの、この方法ではすべての地点で十分に誤差を軽減することができた。また、4°C昇温実験については観測値と過去実験の比較から求めた補正係数を適用する。

バイアス補正を実施したモデル出力値の夏季の日平均気温、日最高気温および日最低気温は、どの地点もよりよく改善された。一方で、真夏日日数などはわずかだが過大評価される地点が生じる。たとえば、東京の真夏日は観測値よりわずかに増加を示す。これはモデル出力値が観測値と異なり、海の影響を受けていないためと考えられる。しかし、この差は有意ではない。過去実験同様に補正を施した4°C昇温した将来では、真夏日の日数は過去実験と比べどの地点も5倍程度増加した。この値はSSTの違いにより大きなばらつきを持つ。そしてこの傾向は夏季が最も大きい。

SI-CATでは、4°C昇温した将来実験と同様に2°C昇温した近未来を想定した実験を実施している。現在出力されているデータを用いて、4°C昇温実験と同様に各地点の将来変化を確認した。2°C昇温した近未来では、真夏日の日数は過去実験に比べどの地点も2倍程度の増加がみられる。そして+2°Cの近未来の気候が、過去の気候と+4°Cの将来の気候のほぼ中間に位置していることを確認した。

本研究は、文部科学省委託事業気候変動適応技術社会実装プログラムのもとで行われた。

キーワード：地球温暖化、異常高温

Keywords: global warming, high temperature

長野・岐阜を対象とした力学的ダウンスケーリングによる近未来気候変動予測データの創出

Development of climate change projection dataset for Nagano and Gifu prefecture by dynamical downscaling

*山崎 剛¹、佐々井 崇博¹、川瀬 宏明²、佐々木 秀孝²、村田 昭彦²、野坂 真也²、岩崎 俊樹¹

*Takeshi Yamazaki¹, Takahiro Sasai¹, Hiroaki Kawase², Hidetaka Sasaki², Akihiko Murata², Masaya Nosaka², Toshiki Iwasaki¹

1. 国立大学法人東北大学大学院理学研究科、2. 気象研究所

1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Meteorological Research Institute

気候変動への適応を議論するための高解像度予測データセット作成に力学的ダウンスケーリングが用いられている。特に統計的ダウンスケーリングに適さない降雨・降雪現象を扱う上では有効である。この発表では長野県の北アルプス周辺の生態系、水資源、スキー産業などへの気候変動の影響を評価することを主目的とした、積雪をはじめとする高解像度気候変動予測データの作成について報告する。データの作成には気象庁気象研究所の非静力学地域気候モデル (Nonhydrostatic Regional Climate Model:NHRCM) を用い、現在気候と将来気候に関して水平解像度20kmから5km、1kmへとダウンスケーリングを実施する。計算領域は5kmでは本州、九州、四国、日本海をほぼ覆う領域とし、1kmでは北アルプスを含む約200km四方とする。さらに、重要領域については積雪の質量再配分モデルを用いて積雪の100m分解能での予測データを目指す。5km実験は31年分を1メンバーとして現在、将来ともに10メンバー程度の計算を行う。

これまでにd4PDFの現在気候を用いた5km実験をほぼ完了した。5km計算値では20km境界値に比べ、より観測に近い地上気温の頻度分布が得られ、バイアス補正を施すことによりさらに観測に近い頻度分布を再現できた。また、20kmでは山岳域の積雪がかなり少なくなっていたが、5kmでは地形の再現性の向上に伴い盆地と山岳域での明瞭な積雪深コントラストを表現できた。さらに日降雪量が多い事例について、長野県内の地域による降雪をもたらす気圧配置の相違について検討し、北部や山沿いでは冬型、盆地では南岸低気圧で大雪になることを確認した。ただし、これらには例外もあり、温暖化により降雪がどのように変化するのか注視する必要がある。

キーワード：非静力学モデル、積雪、温暖化

Keywords: nonhydrostatic model, snow cover, global warming

NHRCMを用いた日本都市域における積雪再現の精度評価

Assessing the quality of snow depth simulated by NHRCM in urban areas of Japan

*伊東 瑠衣^{1,2}、川瀬 宏明²、大楽 浩司¹、青柳 暁典^{3,2}、大泉 三津夫^{4,2}、堀 直登⁵、佐々木 秀孝²

*Rui Ito^{1,2}, Hiroaki Kawase², Koji Dairaku¹, Toshinori Aoyagi^{3,2}, Mitsuo Oh' izumi^{4,2}, Naoto Hori⁵, Hidetaka Sasaki²

1. 防災科学技術研究所、2. 気象研究所、3. 気象庁、4. 気象大学校、5. 山形地方気象台

1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Meteorological Research Institute/Japan Meteorological Agency, 3. Japan Meteorological Agency, 4. Meteorological College/Japan Meteorological Agency, 5. Yamagata Meteorological office/Japan Meteorological Agency

With an increase in horizontal resolution of numerical model, the model can resolve not only large scale urban areas but also mid- and small-scale ones. There are some relatively small urban areas scattered around snowy regions in Japan, and weather and climate in the areas are affected deeply by a snow pack during the winter season. Therefore, to provide more reliable information about climate changes in the areas, it is important that accumulating and melting of snow are accurately simulated in models. Two snow pack schemes have been introduced into a square prism urban canopy (SPUC) model (Aoyagi and Seino 2011) in a non-hydrostatic regional climate model (NHRCM) developed at MRI/JMA for a successful replication of urban snow. Scheme_S01 (scheme_S02) uses statistical methods (fluxes from the snowpack) for changes of snow temperature and melting and freezing amounts and Penman-Montieth equation (bulk equation) for sensitive and latent heat fluxes.

In this study, we assess the effects of the snow schemes on the simulated snow depth over Japanese urban areas, by comparing the depths simulated with and without SPUC to the observed depths by JMA. The model horizontal resolution is 5 km. The Japanese 55-year reanalysis data was used as initial and boundary conditions. We focus on the mean values for the period of 2006 to 2010.

The scheme_S01/S02 decreases the model bias of the annual maximum depth averaged over the five years at the urban site grids where the model without SPUC (scheme_NU) overestimates the maxima. The RMSE is reduced over the grids by the scheme_S02. The stronger spatial correlation between the simulation and the observation is shown when the snow pack schemes are used. The scheme_S02 represents the closest maxima to the observation. Seasonal variation of the depth is estimated at the 22 site grids where the peak of depth averaged over the five years is more than 10 cm and, at the about half number of the sites, the scheme_S01/S02 performs better than the scheme_NU. Comparing with the observation, the variation in scheme_NU was overestimated during the periods of snow pack. The scheme_S01/S02 suppresses the overestimation. In Morioka where the variation is improved, all the schemes represent the depth well until December. The simulated depth in the scheme_NU, however, gets separated from the observation and the other simulated depth when the daily maximum temperature reaches less than 0°C and then the depth keeps increasing while the temperature is minus. On the other hand, the increased temperature by the scheme_S01/S02 is close to the observation in the accumulating period and thus the higher precision is shown on the variation. In Toyama with the improved variation by the scheme, because of a good accuracy of the simulated temperature, the improvement can be seen on the variation in the period of accumulating and melting. The scheme_S01/S02 promotes the melting overly after the temperature increase starts at both sites. The simulated seasonal variations at some urban site grids were degraded by the schem_S01/S02. The depth is underestimated even in the scheme_NU at the grids, and the depth is less in the scheme_S01/S02 than in the scheme_NU because of the high

temperature simulated by the schemes. The effects of the schemes on the depth are indistinct in the small-scale urban areas which are expressed as one grid in the model.

キーワード：積雪深、都市域、都市キャノピースキーム、領域気候モデル

Keywords: Snow depth, Urban area, Urban canopy scheme, Regional climate model

Downscaling ocean simulation of Japan coastal seas using an ocean reanalysis dataset (FORA-WNP30) in 2003-2012

*西川 史朗¹、若松 剛¹、石川 洋一¹、辻野 博之²、坂本 圭²、蒲地 政文¹

*Shiro Nishikawa¹, Tsuyoshi Wakamatsu¹, Yoichi Ishikawa¹, Hiroyuki Tsujino², Kei Sakamoto², Masafumi Kamachi¹

1. 海洋研究開発機構、2. 気象庁気象研究所

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Meteorological Research Institute, Japan
Meteorological Agency

We performed a high-resolution (2km) downscaling simulation of Japan coastal seas from an ocean reanalysis dataset (10km resolution) of western North Pacific (FORA-WNP30, Usui et al. 2016), and produced the corresponding downscaling simulation dataset in 2003-2012. We examined the basic performance of the downscaling model and the reproducibility of the main oceanic structures around Japan by comparing the model results with the FORA data.

The ocean model used is MRI.COM (Meteorological Research Institute Community Ocean Model, version 4), basically the same as one that used for creating the FORA-WNP30 data. The model domain is 122.6E-150E and 23.7N-47.5N. The zonal and meridional grid sizes are 1/30 and 1/50 degrees (about 2km), which are 1/3 and 1/5 of those for FORA-WNP30. The method of downscaling is based on the offline nesting tool in MRI.COM: values of the main variables (temperature, salinity, horizontal velocities, surface height, etc) at the lateral boundaries are given by those of the FORA-WNP30 data. The surface forcings (3 hourly) are from the JRA-55 data, which are basically common to those of FORA-WNP30. The initial conditions were made from FORA-WNP30 at 1 January 2003, and the model was integrated for 10 years (2003 to 2012) on the Earth Simulator.

From the comparison of the 10-year simulation results with the corresponding reanalysis data (FORA-WNP30), we confirmed that the averaged features of the main ocean structures around Japan (e.g., sea surface temperature and height, subsurface temperature and salinity, Kuroshio and Oyashio currents, and throughflows of the main straits in the Japan Sea) are basically well reproduced. We also confirmed that, because of the higher horizontal resolution with the more realistic coastal topography, the model shows higher time variability of velocities and captures abrupt flow change events in coastal regions ("Kyucho" event), which are not clear in the coarser FORA-WNP30 data. On the other hand, some differences between the model and the reanalysis data were found. Warmer subsurface and less saltier surface tendencies in the Japan Sea of the model are the example. Absence of sea ice, river flow, and tidal effects in the present model may have affected some of these. We are planning to improve the model by introducing these processes.

キーワード：海洋ダウンスケーリング、海洋モデリング、海洋再解析データ、日本近海

Keywords: Ocean downscaling, Ocean modeling, Ocean reanalysis data, Japan coastal seas

Coherent motion of turbulence structure in developing atmospheric boundary layer and its sensitivity to landuse condition

*焼野 藍子¹、大西 領¹、松田 景吾¹

*Aiko Yakeno¹, Ryo Onishi¹, Keigo Matsuda¹

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構

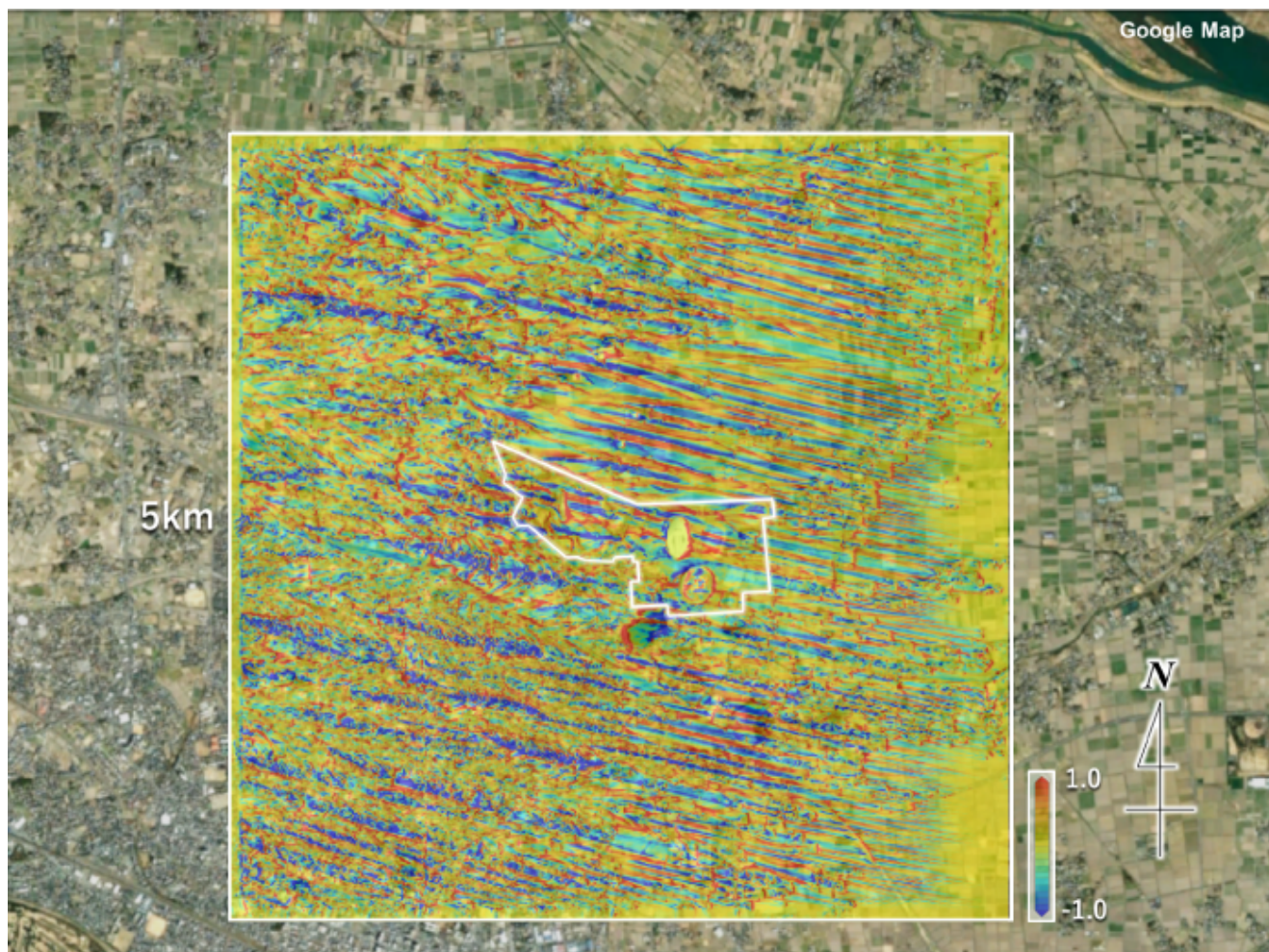
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

We have conducted large eddy simulation (LES) with high resolutions of 2 or 5 meter around a real city of 5.0 times 5.0 square kilometers based on GIS data. The atmospheric boundary layer develops within the computational domain over a field area in the North east and a residential area in the South west (Fig. 1). The main wind direction is the East southeast. Colored transparent contour In a center of the figure represents an instantaneous vertical velocity, v_r , at the height of 10 meters from a ground. A streaky pattern of the velocity appears in the downstream. Though the coherent motion of a structure has been discussed in literature, its generation mechanism, sensitivity to landuse condition and influence on the upper scale flow characteristics are not clarified sufficiently. In the study, we consider location height, wave length of the coherent structure and factors to develop the atmospheric boundary layer. We have compared root mean square values of vertical velocity for cases of with or without heat transfer of the ground. Values were spacially averaged for each region; the upstream/downstream and residential area/grass field. Two peaks in the vertical direction are identified for whole cases. It is considered to be related with the internal and outside boundary layers known in a reference (1).

(1) Garratt, J. R., "The internal boundary layer - a review" , Boundary-Layer Meteorology, Volume 50, Issue 1, pp. 171-203 (1990).

キーワード : 大気境界層、乱流、キャノピー

Keywords: atmospheric boundary layer, turbulence, canopy



Examination of “Yamase” events using d4PDF climate ensemble simulations.

*Sho Kawazoe¹, Shiori Sugimoto¹, Mikiko Fujita¹, Yasuko Okada¹, Shingo Watanabe¹

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

“Yamase”, are defined as cold, northeasterly winds periodically observed in Hokkaido and Tohoku region of northern Japan. Because Yamase conditions are most pronounced during the summer, prolonged events can and have resulted in substantial damages to rice crops, especially during the ripening phase (late-July to mid-August). During the strong Yamase year of 1993, the eastern Tohoku region experienced nearly a 70% deficit in rice yield. In 2003, the same region experienced a 35% deficit, despite the expanded use of cultivators such as “Hitomebore”, which were implemented to withstand lower temperatures. With projected average temperature increases in northeastern Japan ranging anywhere from 2.8 –5.0 °C at the end of the 21st century, agricultural practices will need to adapt in order to mitigate the impacts of a warmer climate. However, it is equally important that events such as Yamase be taken into consideration when climate change information is provided to stakeholders and policy makers.

This study aims to evaluate the ability climate models have in replicating Yamase events seen in observations, their changes in the future climate, and how regionally downscaled models provide important physical characteristics not captured at coarser resolutions. To accomplish this, we use large member ensemble of global (GCMs) and regional climate models (RCMs) from the Meteorological Research Institute (MRI), as part of the “database for Policy Decision-making for Future climate change (d4PDF)”. GCM results come from MRI-AGCM3.2, resolved at 60km horizontal resolutions, while RCM results come from the NHRCM, which is regionally downscaled to a horizontal resolution of 20km. For scenario climates, global mean surface air temperature is prescribed to be either 2K or 4K warmer than the pre-industrial climate, equivalent to emission scenarios from the Representative Concentration Pathways, RCP4.5 and RCP8.5, respectively. The performance of these models is evaluated using observational data from AMeDAS, and from the JRA55 and ERA-interim reanalysis datasets.

d4PDF models general reproduce well the environmental characteristics of Yamase events seen in observations. This consists of an enhancement of Okhotsk high and the weakening of the western Pacific high, easterly/northeasterly surface winds near the eastern Tohoku region, and negative temperature anomalies across eastern Japan, especially near the coastline. These characteristics remain relatively unchanged in future climates, as well as the frequency of Yamase events. The lack of substantial differences between current and future Yamase events highlights the importance not to neglect such events and will be the focus of this talk.

Keywords: Yamase, d4PDF, Climate change

気候変動の観点からの高知平野鏡川流域における高潮・地震などの複合的水害リスクの評価と対策について

Risk evaluation and prevention of complex flood disaster with earthquake subsidence and storm surge in Kagami river of Kochi plain.

*吉村 耕平¹、那須 清吾¹

*kouhei yoshimura¹, Seigo Nasu¹

1. 高知工科大学

1. Kochi University of Technology

気候変動によって災害リスクの増大が懸念される一方で、東日本大震災以降、単体での災害だけではなく複合災害のリスクについても関心が高まっている。また東日本大震災や近年の水害多発に対して、水防法が改正されて想定しうる最大の降雨について被害想定を行うことが求められるようになった。従来の防災では、単一の災害について一定の想定を行い、その想定に基づいた計画を作って、対策や訓練を行ってきたが、「単一」と「想定」について大きく方針が転換されたということになる。

また人口減少や財政難で、社会資本整備についても新規の施設の建設には困難を伴い、また気候変動を筆頭に変化するリスクに対しては、施設の整備などの対策は、たとえ着工が可能であったとしてもリスクの増大に追従できない可能性が高い。またリスクが激化するという一方向の流れであれば施設は手戻りにはならないが、リスクが変化する場合には過剰投資・手戻りになる可能性も否定できない。そのため、時間軸での分析も重要となる。

特に本研究では、その中でも「単一」の想定を越え、複合災害のリスクについての分析を行い、既存のストックを活用した対策を提案する。

対象エリアは高知市を中心とした高知平野を流れる鏡川流域とし、南海トラフ地震による地盤沈下と、台風による高潮・洪水の複合リスクについてをあつかう。高知平野で最大の河川である鏡川は、山間部から始まり市街地を貫流して浦戸湾に注ぐ、幹川流路長32 km、集水域は170 km²の二級河川である。流域には多目的ダムである鏡ダムが建設されている。また土佐湾ならびに浦戸湾は高潮のリスクが大きい。

また日本に多い都市部低平地河川と同様に、上流部からの洪水流の流下、河口からの潮汐の影響、市街地からの下水の放流などによる水位の上昇などの様々な要素がありリスクの評価が難しい。そのため筆者らが鶴見川で開発を進めているシームレスモデルを導入し、降雨と潮汐から河道の水位を予測できるモデルを構築した。

また、南海トラフ地震では最大2mの地盤沈下が発生した。その複合リスクを評価するために、河道モデルにおいて地盤高を変化させて、その影響を評価した。地盤沈下によって潮汐の影響は広範囲に広がること、また潮汐のピークと洪水のピークが重なった場合、潮汐の影響による流下能力の低下が地盤沈下によって顕著になるということが明らかになった。

これらのリスクに対応するために実際に行う事の出来る対策は限られている。地震による堤防などの河川施設の損壊を防止するために耐震補強を行うことは重要であるが、地盤沈下と高潮と洪水という複合災害についてはそれだけでは対応できない。流下能力の低下に対しては、上流のダムによる洪水調節が重要な手段となるが、新規のダムの建設は困難であり、また洪水調節容量を変更することも難しい。このため、従来通りの洪水調節容量のまま、ダムの運用ルールをこれまでの定率カットに変えて、高潮のピークに対して“鍋底カット”を行うことに変更した場合の効果を検証を行った。

同じ洪水調節容量のままであっても、2mの高潮のピークに対して流下量を絞るという運用にすると安全に流下させられることがわかった。

時間的な観点から見ると、地震による地盤沈下の影響は数年単位で一時的な場合も多く、一定の時間の後には地盤高は回復することも多い。そのため、地盤沈下を対象とした恒常的な施設整備よりも有利であり、発生が懸念される地震への対応としては、新規のダム建設とは違ってすぐに利用出来る手段が必要であるが、ダム

の操作ルールの変更は地震との複合リスクに対して望ましいといえる。

また時間の観点からは気候変動の影響がこの複合リスクにどう影響するか、という点が重要となる。高知平野の鏡川を対象にした先行研究では、井芹らや左藤らは、気候変動によって最大流量に変化はないか減少するが、年最大流量の平年値の増大や、既往最大クラスの洪水の頻度の増大を予測している。単体での気候変動のリスクを考えると、最大流量が増大しない、というのは、適切に施設整備が成されていれば安全に流下できるということでもあるので、災害リスクが増大したとはいえない。これは既往最大クラスの洪水の頻度が増加する、あるいは年最大流量の平年値の増大という点も、やはり災害リスクは増大しない、と考えられる。

しかし、地震による短期間の施設の損壊や、地震後の一定期間の地盤沈下といったリスクを勘案すると、「既往最大クラスの洪水の頻度が増加」「年最大流量の平年値の増大」は別の意味を持つようになる。地震によって一定期間は災害対応力が弱まる、という想定に立つと、頻度の増大であったとしても、複合災害のリスクをもたらすと考えられる。気候変動における災害リスクの増大に関する議論においては新たに議論すべき論点であると考えられる。

キーワード：気候変動、水文モデル、地震、複合災害、地盤沈下、ダム管理

Keywords: climate change, hydrological model, earthquake, complex disaster, Ground subsidence, dam management

近未来気候変動予測データベースシステムの開発

Development of a database system for near-future climate change predictions

*中川 友進¹、川原 慎太郎¹、荒木 文明¹、松岡 大祐¹、石川 洋一¹、渡邊 真吾¹

*Yujin Nakagawa¹, Shintaro Kawahara¹, Fumiaki Araki¹, Daisuke Matsuoka¹, Yoichi Ishikawa¹, Shingo Watanabe¹

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

気候変動リスク情報創生プログラムの成果物である「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース」(database for Policy Decision making for Future climate change; d4PDF)は総データ量が約2ペタバイトにもなる大規模シミュレーションデータである。d4PDFは「データ統合・解析システム」(Data Integration and Analysis System Program; DIAS)から公開されている。気候変動の確率的な影響予測を創出するためには、d4PDFの多数のアンサンブル実験の解析が必要である。しかし、ユーザーが手元にダウンロードして解析するにはデータ量が大きいため、必要なデータを絞り込んでダウンロードする機能が必要である。

「気候変動適応技術社会実装プログラム」(Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology; SI-CAT)では、d4PDFのデータから高速かつ効率的に必要なデータを見付けるための「近未来気候変動予測データベースシステム」を開発している。近未来気候変動予測データベースシステムは、おおまかには、リレーショナルデータベース、データ提供機能、ユーザーインターフェースで構成される。近未来気候変動予測データベースシステムの核となるPostgreSQLを用いたリレーショナルデータベースは、d4PDFのデータを時間と空間で圧縮した情報が登録される予定である。これによりユーザーは必要とするデータがある時間と空間を絞り込むことができる。最初の段階として、SI-CATのメンバーからのニーズが多い降水量、気温、台風トラックデータについてリレーショナルデータベースの開発を進めている。Open-source Project for a Network Data Access Protocol (OPeNDAP)を用いたデータ提供機能は、絞り込んだ結果に基づき、時間と空間でDIASのデータを切り出してダウンロードするための機能である。これらの機能を簡易に使用するために、Webベースのユーザーインターフェースの開発も進めている。近未来気候変動予測データベースシステムは2017年度にDIASから公開する予定である。近未来気候変動予測データベースシステムで開発する技術は、シミュレーションや観測を問わず、他の分野の大規模データにおいても有用であると考えている。

キーワード：気候変動、リレーショナルデータベース

Keywords: Climate Change, Relational Database

Development of the North Pacific Ocean Model for Near-Future Projection of Ocean State

若松 剛¹、*西川 史朗¹、五十嵐 弘道¹、石崎 廣¹、石川 洋一¹

Tsuyoshi Wakamatsu¹, *Shiro Nishikawa¹, Hiromichi Igarashi¹, Hiroshi Ishizaki¹, Yoichi Ishikawa¹

1. 海洋研究開発機構

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Near-future projection of ocean state is one of the key products in the MEXT sponsored project, Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology (SI-CAT). In this project, we are aiming at producing projected ocean state around Japan coast under near-future climate change using the North Pacific Ocean circulation model. During the first one year of SI-CAT, we have conducted extensive survey with our project partner from local governments, Ibaraki, Tottori and Saga, and other research institutes. Based on the feedback from our partners, we identified key variables to be assessed under near-future condition. The most desired variable is sea level along Japan coast and we have implemented tools to diagnose impact of atmospheric change on coastal sea level change from atmospheric external forcing based on Sverdrup theory. Using the tools we have selected a subset of atmospheric forcing models based on d4PDF and CMIP5 data. In this presentation, we will make a report on preliminary results from our near-future ocean state projection experiments.

キーワード：海洋近未来予測、北太平洋モデル、海面水位、CMIP5

Keywords: Near-future ocean prediction, North Pacific ocean model, Sea level, CMIP5

大規模アンサンブル気候予測実験d4PDFに基づく韓国の東南沿岸における高潮偏差の長期評価

Long-term impact assessment of storm surges around the southeastern Korean Peninsula based on a large-ensemble of climate projection of d4PDF

*梁 靖雅¹、金 洙列²、森 信人³

*Jung-A Yang¹, Sooyoul Kim², Nobuhito Mori³

1. 京都大学大学院、2. 鳥取大学大学院、3. 京都大学防災研究所

1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Graduate School of Engineering, Tottori University, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

【緒論】

韓国は1904年から2013年まで年間約3個の台風によって直接的・間接的に台風の影響を受けており、過去台風による高潮災害で沿岸域にて大きな被害が何度もあった。現在、地球温暖化による気候変動に伴って台風強度の増大が予想されており(Knutsonら, 2010; Moriら, 2010)、その影響で韓国の沿岸部における高潮による長期的な変化と災害の発生が懸念される。

気候変動リスク情報創生プログラムにより、水平解像度約60kmの全球大気モデル(MRI-AGCM3.2)を用い、これまでにない最大100メンバのアンサンブル実験を行い「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース、database for Policy Decision making for Future climate change (d4PDF)」が作成された。この実験は過去実験(1951~2011)、非温暖化実験(1951~2010)、4°C上昇実験(2050~2111)の3種類に構成され、今まで評価の難しかった数十年に一度以下の極低頻度の台風や高潮の長期評価が可能になった。

本研究ではd4PDFの結果から得られた台風データから、韓国に影響を及ぼす台風の再現性と将来変化を検討した。さらに、その台風データを駆動力として、気候変動に伴う高潮偏差の長期評価を行った。

【研究方法】

本研究では韓国に影響を及ぼす台風として、32°~40°N、122°~132°Eの領域を通過した台風を研究対象とした。d4PDFの台風データにおける韓国に影響を及ぼす台風の再現性と将来変化を評価するため、d4PDFの台風データのうち、研究対象となる台風を抽出した。研究対象となる台風数とそれらの台風の強度特性について再現性を評価するため、過去実験の台風データ(d4PDF-past)と該当期間のIBTrACSの観測データ(IBTrACS)を比較した。台風の将来変化の把握にはd4PDF-pastと4°C上昇実験の台風データ(d4PDF-future)を用いた。これらの台風をもとに、非線形長は方程式を用いた高潮のネスティング計算を行い、高潮の長期変化を検討した。ネスティングは4ドメインで行い、最小解像度は760mである。その後、台風ごとの最大高潮偏差の計算結果を極大値資料として極値統計解析を行い、再現期間R年の高潮偏差、気候変動による再現確率値の変化量を検討した。極値分布関数としてGumbel分布を当てはめ、プロットング・ポジション公式にはGringorten公式を適用した。再現期間は、25年、50年および100年とした。

【結果】

韓国に影響を及ぼす台風数については、d4PDF-pastで6,475個(メンバ平均65個)、d4PDF-futureでは3,642個(メンバ平均41個)と約半分となる将来変化が見られる。一方、IBTrACSの台風数は182個である。d4PDFのアンサンブルメンバの多さから十分な台風サンプルを確保することができた。

台風の中心気圧については、d4PDF-pastの最低中心気圧の平均値は971.4hPa、d4PDF-futureの平均値は963.2hPaであり、将来には今までより強い台風が通過する可能性が高く予想される。しかし、IBTrACSの平均値は981.7hPaで、d4PDF-pastはIBTrACSより約10hPa過小評価されており、そのバイアスを補正してか

ら、高潮計算に用いた。韓国の東南沿岸部における気候変動による将来の高潮偏差は、台風の強大化につれ一様に増加するのではなく、地域依存性があることが分かった。

キーワード：高潮、気候変動、大規模アンサンブル気候予測実験、d4PDF

Keywords: storm surge, climate change, large-ensemble climate projection, d4PDF

Does a RCM add value to its driving parent GCM simulated extreme precipitations linked to temperature over Japan?

*Sridhara Nayak¹, KOJI DAIRAKU¹, Noriko N. Ishizaki¹

1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

The frequency of extreme precipitation events are now of serious concern which are expected to increase in a warmer climate (IPCC 2012), because atmosphere can hold more water vapor in warmer air temperature according to the principle of Clausius-Clapeyron (CC) relationship (~7% per degree rise in temperature). As a consequence, more extreme precipitation events may occur under warmer climate and may impact on agriculture, the economy, the human health and also animal habitats. Simulations by Regional Climate Models (RCMs) are often used for impact assessments because they are presumed to simulate the regional climate, especially extreme events, better than their driving General Circulation Models (GCMs). Thus there is a growing debate on the added value by RCMs to their driving GCMs over various regions. Our study explores whether a RCM reproduces the extreme precipitation linked to temperature over Japan better than its driving parent GCM by analyzing 330 ensemble experiments [140 experiments with NHRCM at 20km (50 experiments for current climate: 1951-2010 & 90 experiments for future climate with 4°C warming: 2051-2110) and 190 experiments with the MRI-AGCM at 60km (100 experiments for current climate & 90 experiments for future climate)]. We find that the extreme precipitations linked to temperature basically follow the CC relationship over Japan for a certain temperature (for instance ~24°C) and a further increase of temperature decreases the precipitation intensity. These results are consistent with AMEDAS station observations and the past research conducted over various regions. All the individual ensemble experiment results of RCM and GCM show a similar qualitative behavior. Further we find that RCM ensemble experiments overestimated the extreme precipitation intensities for the temperatures above 24°C, while GCM underestimated the same particularly at the peaks (18-26°C). However, for the temperatures between 20-24°C RCM added ~35% to the extreme precipitations linked to temperature over Japan compared to GCM ensemble experiments. The overestimation of precipitation intensity at higher temperatures simulated by RCM is associated with strong vertical velocity (i.e. upward motion of air) and much availability of water vapor, while the underestimation of the same by the GCM is associated with weak vertical velocity and less availability of water vapor compared to the RCM. This may lead to contribute the added value by RCM over GCM. Additions to this, the zonal and meridional winds in RCM are noticed stronger compared to that in GCM at higher temperatures. This may bring more moisture from the ocean towards Japan land and cause more precipitation in RCM. Furthermore, all ensemble experiment results in RCM and GCM show a significant increase of precipitation intensities (~30mm/d in RCM and ~15mm/d in GCM) for the temperatures roughly above 24-26°C under future climate scenario over Japan and RCM added ~15mm/d amount of precipitation intensity to this future change. This increase of extreme precipitation intensities at higher temperature may be due to the increase in temperature under future climate (4°C warming). The added value of RCM will be further discussed through the column-averaged total kinetic energy and column integrated moisture flux convergence by spectral analysis.

Keywords: Extreme precipitations, Clausius-Clapeyron relationship, Ensemble experiments, Added value, Spectral analysis

Numerical Simulation of Urban Heat Island in Sendai City with Land Use of the Potential Natural Vegetation, 1850s and 2000s

*Lidia Lazarova Vitanova¹, Hiroyuki Kusaka²

1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan, 2. Center for Computational Sciences, University of Tsukuba, Japan

This study examines the impact of urbanization over the past 150 years in Sendai City for three different land use cases: potential natural vegetation (PNV), 1850s, and 2000s. The Weather Research and Forecasting (WRF) model with 1 km horizontal resolution was used and the following results were obtained. Firstly, results of the control simulation were verified against observations. The WRF model reproduced well the observed temperatures in Sendai City and five additional locations in Miyagi prefecture. The bias is from -0.55 °C to -1.30 °C in August and from -0.02 °C to -1.37 °C in February. Secondly, impacts of urbanization were evaluated. The effect of urban heat island (UHI) in 1850s was almost not found even the existence of the small urban area of Sendai city. The sensitivity experiment, where the land use was replaced to PNV, was conducted and showed there was a slight temperature difference between 1850s and PNV. Thirdly, the simulated monthly mean temperature was compared between 1850s and 2000s land-use experimental cases. The results indicate that the monthly mean temperature in August (February) in 2000s is 1.4 °C (1.5 °C) higher than that in 1850s. Moreover, the considerable nocturnal temperature increase of 2.0 °C (2.1 °C) during the past 150 years was found in August (February).

Keywords: Urban heat island, urbanization, potential natural vegetation, land-use change

Uchimizu: A cool(ing) tradition to locally mitigate the urban heat island

*Anna Solcerova¹, Tim van Emmerik¹, Koen Hilgersom¹, Frans van de Ven^{1,2}, Nick van de Giesen¹

1. Delft University of Technology, Water Resources Management, Stevinweg 1, 2628CN Delft, The Netherlands, 2. Deltares, P.O. Box 177, 2600 MH Delft, The Netherlands

Urban heat island was first described 200 years ago but ways to mitigate heat in urban areas reach much further into the past. Uchimizu is a 17th century Japanese tradition, in which water is sprinkled around houses to cool the ground surface and the air by evaporation. Unfortunately, the number of published studies that have quantified the cooling effects of uchimizu is limited, and only use measurements of the surface temperature, or air temperature at a single height, as a measure of the cooling effect. In this research, a dense three-dimensional Distributed Temperature Sensing (DTS) setup was used to measure air temperature with high spatial and temporal resolution within once cubic meter of air above an urban surface. Six experiments were performed to systematically study the effect of (1) applied water amount, (2) initial surface temperature, and (3) shading on the cooling effect of uchimizu. The measurements showed a decrease in air temperature up to 1.5 K at 2 m height, and up to 6 K for near-ground temperature. Strongest cooling was measured for the experiment performed in the shade. For an amount of water applied of 1 mm and 2 mm, there was no clear difference in cooling effect, but after application of a large amount of water (>5 mm), the strong near-ground cooling effect was approximately twice as high as when only 1 mm of water was applied. The dense measurement grid used in this research also enabled us to detect the rising turbulent eddies created by the heated surface.

Representation of Southern African Monsoon In A High-Resolution AGCM and Its Future Projections

*Jerry Raj¹, Georgiy Stenchikov¹

1. King Abdullah University of Science and Technology

A monsoon circulation exists over the southern part of the African continent during the austral summer with precipitation maximum stretching from Angola on the west coast of southern Africa to Madagascar. In some locations, southern African monsoon lasts up to six months. Studies about this monsoonal circulation are surprisingly sparse. To understand the mechanism involved in the development of Southern African Monsoon and its controls, the present study uses a high-resolution AGCM, High-resolution Atmospheric Model (HiRAM) which is developed at GFDL. Accurate simulation of the migration of ITCZ is crucial in the simulation of rainfall over Southern Africa. HiRAM simulations, which are conducted at ~25 km horizontal resolution, can simulate the structure and migration of ITCZ with sufficient accuracy. The seasonal cycle, spatial structure, and the associated dynamic features are examined. The study incorporates observations, gridded datasets, reanalysis products, and GCM simulations for this purpose. Additionally, the future projections using representative concentration pathways RCP 4.5 and RCP 8.5 are also conducted and analyzed.

Keywords: Regional Climate , Africa, Southern Indian Ocean