

令和 2 年 5 月 21 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B) (特設分野研究)

研究期間：2017～2019

課題番号：17KT0066

研究課題名(和文) 気候変動が引き起こす災害・水資源・食資源・大気汚染の年代別リスク変化とその適応策

研究課題名(英文) Risk changes by age on disasters, water resources, food resources, and air pollution caused by climate change and their adaptation measures

研究代表者

安成 哲平 (Yasunari, Teppei J.)

北海道大学・北極域研究センター・助教

研究者番号：70506782

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,300,000円

研究成果の概要(和文)：人類の持続可能性の観点から重要な、「災害」、「食(農)資源」、「水資源」、「大気汚染」に関連した研究を、気候モデル・衛星・再解析データ等を用いて解析し、経済分析を行った。大気汚染では、森林火災予測に直結する気候・環境要因を明らかにし、機械学習で火災予測の初期検討を行った。気候モデル実験では、シベリア森林火災が増加した際のPM2.5日平均環境基準を超える日数や若年性死亡数の変化を分析し、経済損失まで見積もった。また、MIROC最新版に改良版作物成長モデルMATCRO(作物4種)を導入した。水循環の観点から、日本では0.5K/100年間の気温上昇が存在で、実測降雨の新記録発生頻度が説明された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地球温暖化が進む中、人類の持続可能性に直結する「災害」、「食(農)資源」、「水資源」、「大気汚染」の変化が今後懸念される。本研究では、農作物4種を改良版MATCROとして最新版気候モデルMIROCに組み込み、今後の食資源と温暖化の関係の研究への貢献が期待される。さらに、シベリア森林火災が増加した場合に、大気汚染(PM2.5)がどの程度風下域へ運ばれ、人の健康と経済の観点から影響を与えうるかについて重要な知見を得た。また、温暖化時のこの森林火災増加の経済的影響まで評価ができた。これらは、初期的知見とは言え、将来の適応策を検討する際の重要な基礎データとなり、その社会的意義は大変大きいと考えられる。

研究成果の概要(英文)：We carried out researches on “hazards”, “food resources”, “water resources”, and “air pollutions”, using climate models, satellite data, and reanalysis data together with some economic analyses, which are relevant to human sustainability in the future. In terms of “air pollutions”, we found the climate and environmental factors related to large-scale wildfire occurrences, and further performed machine learning for its prediction as a preliminary research. The global simulations under the increased Siberian wildfire conditions by a climate model, MIROC/SPRINTARS, revealed that the number of days exceeding the environmental standard of PM2.5 in Japan, increased premature mortality, and its economic impact. The updated crop growth model, MATCRO, was incorporated to the latest MIROC. Another climate model simulation also revealed that the frequency of unprecedented occurrences on the observed precipitation was well explained with the temperature trend of 0.5 K per 100 years.

研究分野：大気環境科学、雪氷学

キーワード：大気汚染 森林火災 気候モデル PM2.5 気候変動 農作物 経済分析 水循環

## 様式 C - 19, F - 19 - 1, Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

IPCC による定期的な報告書により地球温暖化の実態が明らかとなってきた (e.g., IPCC, 2013), 地球温暖化とそれに伴う気候変動に世界的に大きな関心が年々高まっており, 今後の人類の持続的存続及び経済活動のための方策検討が急務である. 国連開発計画 (UNDP) による「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」では 17 個のグローバル目標が掲げられている (<https://www.jp.undp.org/content/tokyo/ja/home/sustainable-development-goals.html>). ここで掲げられている Sustainable Development Goals (SDGs) のグローバル目標の中で, 「災害」, 「食資源」, 「水資源」, 「大気汚染」といった人類の持続と健康維持のために必要な 4 つの重要なキーワードに関連したものと, 「#2: Zero Hunger」, 「#3: Good Health and Well-Being」, 「#6: Clean Water and Sanitation」, 「#13: Climate Action」, 「#15: Life on Land」がある. 上記 4 つのキーワードは, 今後の人類の持続可能性を考える上で, 欠かせない. そして, 4 つに共通するのが, 地球という空間規模で変化する「水循環」である. 人類の持続可能性の観点から, 特にこれら 4 つのリスク変化予測に直結する知見を開拓するとともに, その予測や適応策について検討することが喫緊かつ必須であると考えた. また, そのためには, これらに関して経済的な分析と評価も合わせて行う必要があり, サイエンスの議論と経済の議論を合わせていくことが重要である.

### 2. 研究の目的

本研究では, これら 4 つ (「災害」, 「食 (農) 資源」, 「水資源」, 「大気汚染」) に関わる事象の影響を評価すべく, 気候モデルを主体として, 4 つの視点に関連する物理量とその他の変数との相互作用的变化まで考慮した全球数値実験を行う. また, これらに関連した気候モデル自身の開発も行い, 従来のモデルを改良する. 全球気候モデル実験では, その結果を用いて, さらに経済的な影響評価を行い, 社会的な影響まで踏み込み議論を行い, 今後の適応策へとつなげる知見を得ることを目的とした.

### 3. 研究の方法

研究当初, 日本の気候モデルの 1 つである MIROC (全球数値モデル) (e.g., Watanabe et al., 2010; Watanabe et al., 2011; 以下文献省略) の陸面モデル (MATSIRO: Takata et al., 2003; 以下文献省略) の 1 つのバージョンに, 農作物成長 (MATCRO: Masutomi et al., 2016a, 2016b)・灌漑モデルを統合し, 更に森林火災等の自然大気汚染変化も環境場変動に応じて考慮できるようにし, 「食 (農) 資源」も含めたリスク予測対応気候モデルを構築し, その気候モデルを使って温暖化実験をする予定を考えていた. しかしながら, 研究を進めていくうちに森林火災モデルを構築するための火災と気候・環境変動の関係性がまだまだ不明瞭であること, 灌漑モデルの構造と上記 MATCRO の構造の違いなどが明らかとなり, 同じ MIROC のバージョンでの結合は現時点では困難であると判断した. そこで, それぞれ別のバージョンの MIROC で研究を進めつつも気候モデル MIROC を使って研究を進めた. つまり, 本研究課題でのモデル開発のメインストリームとしては, MATCRO の開発・改良・移植に特化し, 別ストリームとして, 別バージョンの MIROC で森林火災及びその大気汚染の影響, 灌漑など水需要効果の影響を評価する研究を進めた.

現在の陸面モデルの現状として, 作物成長モデル (MATCRO) では, 水稲のみを対象とした作物成長モデルを MATSIRO に結合したモデル MATCRO-Rice が既に開発済みであるが (Masutomi et al., 2016a, 2016b; 以下文献省略), 主食となり食料安全保障上重要なその他の穀物 (小麦・トウモロコシ等) や芋類 (ジャガイモ・タロイモなど) については未開発である. 本研究課題では, まずこれらの作物を MATCRO に組み込む改良を行い, 最新版の MIROC で全球実験をできるモデルを開発することとした. 開発手順としては, MIROC5 のオフライン用 MATSIRO に MATCRO を組み込み, 検証を行いつつ, それを随時最新版の MIROC6 (Tatebe et al., 2019; 以下文献省略) にも同様に移植していく方法を取った.

シベリア域及び周辺域の森林火災の大気汚染・気候への影響を調べるため, 九州大学の応用力学研究所の竹村教授と共同研究を行い, シベリア森林火災の増加を行う全球気候モデル感度実験を行なった. パリ協定が終了する 2030 年と現在気候 (2005 年) を設定し, 気候モデル MIROC に全球エアロゾル輸送モデル SPRINTARS (e.g., Takemura et al., 2000, 2002) を組み込んだものを使用し, 全球気候モデル感度数値実験 (火災が少なかった年を基準とするコントロール実験及び 2 種類の森林火災増加ケースの実験; 海洋モデル結合有無のケースで計算) を行なった. 大気大循環モデル実験では, 15 年積分で, 後半 10 年の解析を行い, 大気海洋結合モデル実験では, 100 年積分で, 後半 50 年の解析を行なった. 前者の解析は, 主に森林火災による大気汚染 (PM<sub>2.5</sub>) と健康・経済的影響の評価を行い, 後者では, この大気汚染による放射強制力や気温変化など気候と経済の相互的影響の評価を行なった.

また, NASA の全球数値モデル GEOS-5 (<https://gmao.gsfc.nasa.gov/GEOS/>) を用いて作成された大気エアロゾルを含む再解析データ MERRA-2 (<https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>) や衛星データを使用して, 大規模森林火災が発生した際の気候・環境的発生要因や, 森林火災から発生した大気汚染 (PM<sub>2.5</sub>) の解析を行なった. また, 同様のデータセットを使って, シベリア域の森林火災に関連すると考えられる気象変数を複数用いて, 火災前の月の情報も考慮して, 機械学習を行い, 今後の森林火災や大気汚染を予測する方法を検討する初期的解析を行なった.

### 4. 研究成果

## (1) 作物成長モデル MATCRO への作物の追加と MIROC 最新版への MATCRO の組み込み

本研究課題では作物成長シミュレーションモデル MATCRO の収量推計の高精度化・高速化を行うとともに全球気候モデル MIROC への組み込みを行った。

MATCRO の高精度化では、水稻を対象にまず光合成速度の計算式・パラメーター値を MATSIRO の既存のものから、実験で得られた式・パラメーター値に変更し、より高精度の光合成速度計算が可能となった。また高速化では、光合成速度の計算の際に、時間の掛かっていた繰り返し計算を、解析的な式に置き換え、光合成速度の高速計算が可能となった。さらに MATCRO に関しては収量を大きく左右する窒素肥料に関する作物応答をモデル化し、これを新たに組み込んだ。これにより長期的な窒素肥料投入の増加による収量の増加傾向を高精度に再現できることが可能となった。本研究成果は作物モデルに関する国際会議 iCROPm2020 にて発表された。

MATCRO の全球気候モデルの MIROC への組み込みではまず MIROC の陸面プロセスの計算を行う MATSIRO への組み込みをオフライン、つまり大気との相互なしの状態で行った。この際、水稻だけでなく、小麦・とうもろこし・大豆のパラメーターもセットし、これで世界4大作物の収量を推計できるようになった(図1)。推計された収量は地域によっては過大・過小がある。これらはパラメーターの設定が十分でないところがあり、これを改善することが今後の大きな過大である。またこの MATCRO を組み込んだ MATSIRO を用いて、最新版の全球気候モデル MIROC6 で大気との相互作用ありのオンライン計算も実施した。しかしながら、いくつかのプログラムバグがあり、課題期間中にこれを完了することができなかった。今後継続的にこの開発を続け、MIROC6 によるオンライン計算での作物収量計算を可能にする。この結合モデルが開発されれば、農地と大気の相互作用を考慮しつつ温暖化の影響等を評価することが可能となり、影響評価の地平を拓くものとなることは間違いない。

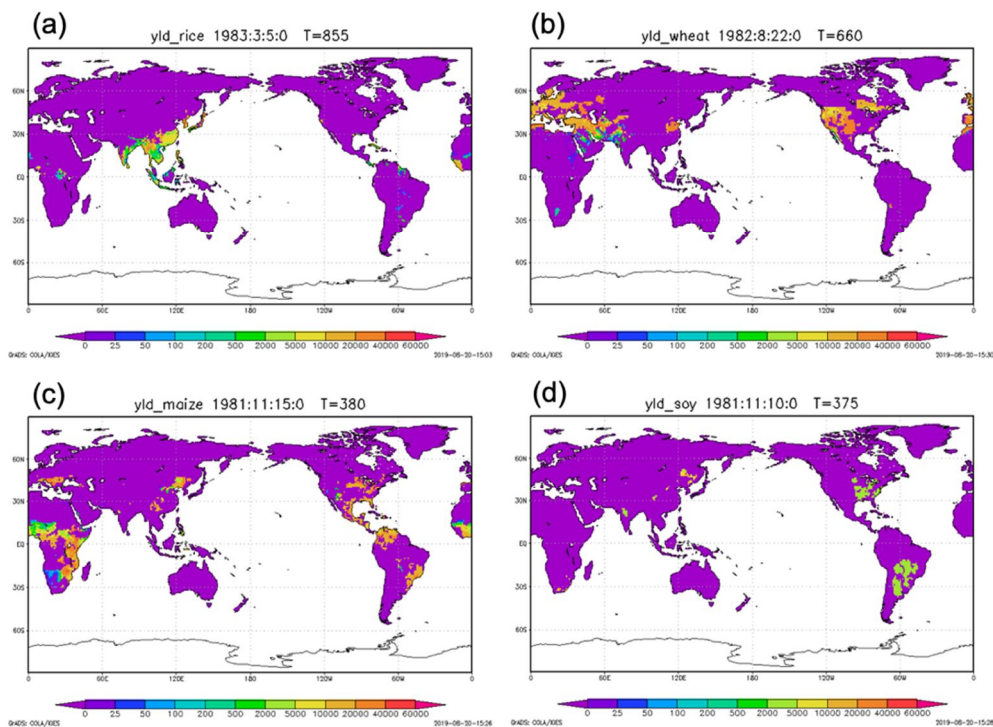


図1. MATCRO を組み込んだ MATSIRO で計算された収量 [kg/ha](a: 水稻; b: 小麦; c: とうもろこし; d: 大豆)。

## (2) 農業、商業、工業等の人間活動に起因する水需給効果の影響

MATCRO の開発と組み込みを行なったバージョンとは別の全球気候モデル MIROC (version 3.2) に、農業、商業、工業等の人間活動に起因する水需給効果の影響を考慮した陸面過程モデルを結合し、全球気候モデル (AGCM) の熱・水相互作用を可能とさせた (Yamada and Pokhrel, 2019)。その上で、同モデルを用いた大気陸面相互作用に関する分析を実施した (図2)。得られた結果として、既存の研究で指摘されてきた北半球夏の半乾燥地域では本モデルにおいても大気陸面間の相互作用は強いことが判明した。一方、これらの地域の多くは灌漑活動が盛んであるため、表層の土壌水分を季節ごとにある値に保持しようとする効果が働いていた。以上の結果については現在論文としてまとめている段階である (Yamada et al., in preparation)。そのほか本課題に関連する内容として、大気陸面相互作用を考慮した簡便な数理モデルを用いた大気陸面間の多重平衡性に関する検討を行った。この多重平衡性に関する特徴は現地観測に加え人工衛星による観測からも指摘されており、北半球の中高緯度帯においても見られる。今後、前述の全球気候モデ



ルと数理モデルの双方を用いた研究により、大気陸面間の多重平衡の特徴を明らかにする予定である。

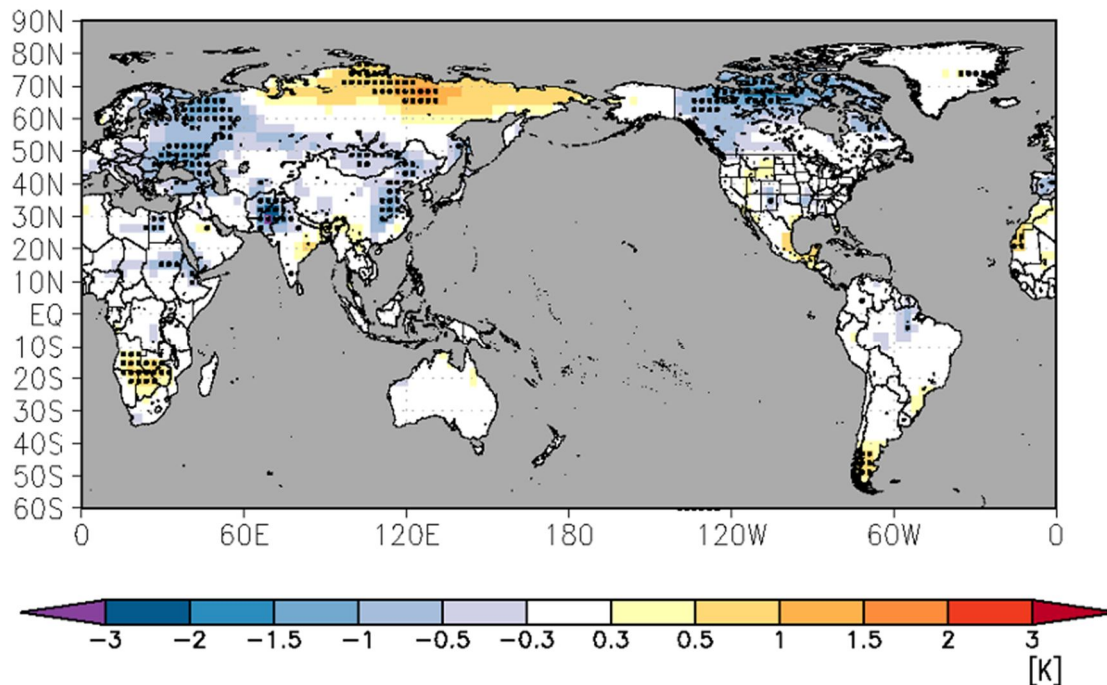


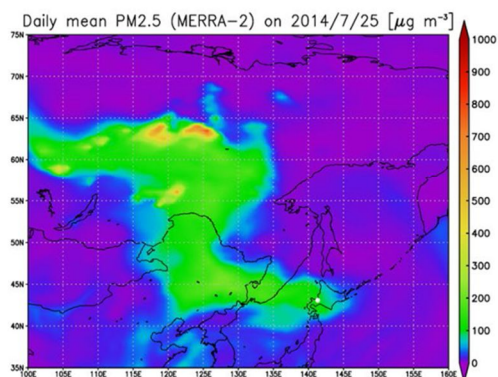
図 2. 全球気候モデルにおける 2m 気温の差 (6-8 月). 人間活動の影響を加味した実験結果から CTRL 実験結果の差を示す。

### (3) シベリア及び周辺域の森林火災発生気候・環境的要因及び予測に関する知見

米国 NASA の全球数値モデル GEOS-5 に衛星等のエアロゾル光学的厚さ (AOD) をデータ同化した全球データセット MERRA-2 (上記 URL 参照) や衛星を使用して、日本 (北海道) の PM<sub>2.5</sub> 増加に影響を与えた東ユーラシアの大規模森林火災 3 事例 (2003 年 5 月; 2008 年 4 月; 2014 年 7 月: 図 3a) についてその大気汚染の輸送状況及び火災発生気候的・環境的要因把握のための事例研究を行なった (Yasunari et al., 2018). 解析の結果、3 つの大規模森林火災には共通項があり、いずれも火災発生年には、年の始めから現地の表面土壌が平年よりも乾燥しており、その後、火災発生月の数ヶ月前には、平年よりも雪が少なく、地上が昇温していることがわかった。これらの火災前の状況があったことで、乾燥状態が長期的に持続し、火災発生月には、大規模森林火災が発生しうる環境状態が形成されており、その結果、大規模森林火災が発生することができたと考えられる (図 3b). その後、その大気汚染 (PM<sub>2.5</sub>) が北海道まで輸送された (図 3a). この研究により、森林火災及びその大気汚染の予測を今後行う際には、火災発生月の状況だけでなく、火災前の時期の気候・環境的状况を考慮することが極めて重要であることが明らかとなった。

また、森林火災の予測に繋げる取り組みにおいては、機械学習を用いて NASA の再解析データ MERRA-2 や衛星データを使用し、まずはシベリア域を領域平均した気候・環境変数を用いて学習と予測を行なった。その結果、火災発生カウント (衛星データ) では、小さな火災を含めて機械学習で予測を行うと精度が悪くなることがわかった。これは、規模の小さな火災データには、焚き火など気候・環境要因とは関連しない別の人為的な火災が相当数含まれていると考えられ、これらがノイズとなり、予測精度を低くしていると考えられた。

(a)



(b)

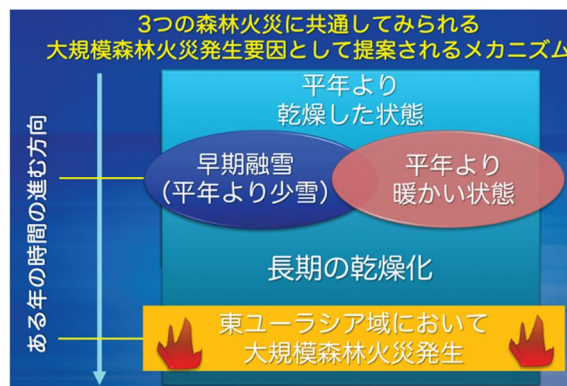


図3.シベリアの大規模森林火災による大気汚染輸送及びその森林火災発生の気候・環境的要因。(a) Yasunari et al. (2018) によって, Buchard et al. (2016) の方法で MERRA-2 (<https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>) から算出された2014年7月のシベリア森林火災による大気汚染(PM<sub>2.5</sub>)の北海道への輸送の例(図は一部抜粋);(b) Yasunari et al. (2018)によって明らかとなった北海道のPM<sub>2.5</sub>増加に繋がったシベリア域の大規模森林火災3事例(2003年5月,2008年4月,2014年7月)に共通して見られた気候・環境的特徴の概念図。

#### (4) シベリア及び周辺域の森林火災増加とその大気汚染がPM<sub>2.5</sub>環境基準に与える影響評価

最重要課題の1つである「大気汚染」へのリスク変化予測とその影響評価(健康・経済的影響)について顕著な成果を得た。大気循環モデル実験では,下記にまとめたように,シベリア森林火災が増加した際に,風下域である日本でPM<sub>2.5</sub>日平均環境基準を超える日数や若年性死亡率の変化を分析し,経済損失まで見積もることに成功した(Yasunari et al., in preparation):10年間の解析期間において,例えば,日本では,火災が少なかった年を基準とした場合に,火災の多い3-8月に注目すると,WHOの日平均PM<sub>2.5</sub>環境基準値(25 µg m<sup>-3</sup>; WHO, 2006)や日本の同様な環境基準値(35 µg m<sup>-3</sup>; <http://www.env.go.jp/air/osen/pm/info.html#STANDARD>)でそれぞれの場合において基準年のケースに比べ,環境基準値を超えるケースが増加することがわかった。

#### (5) シベリア及び周辺域の森林火災増加とその大気汚染が気候・経済に与える影響

シベリア地域における森林火災増加の大気汚染を通じた気候影響について,MIROC-SPRINTARモデルの計算結果とRICE気候経済モデル(Nordhaus, 2010)の関数を用いて経済影響の定量化を行った。具体的には,感度実験としてシベリア地域の森林火災起源のエアロゾル排出を現状より増加させた複数のシナリオを設定し,当該シナリオ間で世界の気候変動の度合いがどのように変化するか比較するとともに,この気候影響の違いがどの程度の経済価値(貨幣換算価値)に相当するか評価を行った。気候変動の経済評価に関してはRICEの被害関数(damage function)を用いたが,これは気候変動の様々な経済影響(農業など)に関する推計量の総和をとり,それを世界の地域ごとに地表気温変化量の関数として近似したものである。評価結果としては,シベリアの森林火災排出が仮に現状の2倍になったとすると,中国においてGDP換算で0.1%程度に相当する気候変動影響の軽減がもたらされるなどの結果が得られた。シベリア森林火災の気候変動影響を通じたマクロ経済影響が,ロシアにとどまらず広域的に顕著なものとなる可能性が示唆される。ちなみに,森林火災からのエアロゾル排出は少なくとも地表気温に関して気候変動を低減させる効果を持つという性質が評価結果に反映されているが,この気候変動軽減分はベースラインの人為的気候変動に比較するとわずかなものである。本研究の今後の方向性として,経済評価の緻密化や扱うケースの多様化を進めていきたい。

#### (6) その他,経済的影響の評価

上記(5)の研究に並行し,ケニアの灌漑プロジェクトを対象とした気候変動適応に関する経済評価を実施し(Narita et al., 2020),またタイのPM<sub>2.5</sub>大気汚染の実態と政策について評価し論文にまとめた(Narita et al., 2019)。

<引用文献: 分担者の論文には下線>

- Buchard, V., et al. (2016), *Atmos. Environ.*, 125, 100–111, doi:10.1016/j.atmosenv.2015.11.004.
- IPCC (2013), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T. F., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Masutomi, Y., et al. (2016a), *Geosci. Model Dev.*, 9, 4133–4154, doi:10.5194/gmd-9-4133-2016.
- Masutomi, Y., et al. (2016b), *Geosci. Model Dev.*, 9, 4155–4167, doi:10.5194/gmd-9-4155-2016.
- Narita, D., et al. (2019), *Atmosphere*, 10 (5), 227. doi:10.3390/atmos10050227.
- Narita, D., et al. (2020), *JICA-RI Working Paper*, 206, 41 pp.
- Nordhaus, W. D. (2010), *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 107 (26), 11721–11726, doi:10.1073/pnas.1005985107.
- Takata, K., et al. (2003), *Glob. Planet. Change*, 38(1–2), 209–222, doi:10.1016/S0921-8181(03)00030-4.
- Takemura, T., et al. (2000), *J. Geophys. Res.*, 105, 17853–17873, doi:10.1029/2000JD900265.
- Takemura, T., et al. (2002), *J. Clim.*, 15, 333–352.
- Tatebe, H., et al. (2019), *Geosci. Model Dev.*, 12, 2727–2765, doi:10.5194/gmd-12-2727-2019.
- Watanabe, M., et al. (2010), *J. Clim.*, 23, 6312–6335, doi:10.1175/2010JCLI3679.1.
- Watanabe, S., et al. (2011), *Geosci. Model Dev.*, 4, 845–872, doi:10.5194/gmd-4-845-2011.
- World Health Organization (WHO) (2006), global update 2005 : summary of risk assessment, World Health Organization (available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/69477>).
- Yamada, T. J., and Y. Pokhrel (2019), *Atmosphere*, 10,725, doi:10.3390/10110725.
- Yasunari, T. J., et al. (2018), *Sci. Rep.*, 8, 6413, doi:10.1038/s41598-018-24335-w

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Hasegawa, T., et al. (Y. Masutomi: 31名中16番目)	4. 巻 7
2. 論文標題 Causes of variation among rice models in yield response to CO2 examined with Free-Air CO2 Enrichment and growth chamber experiments	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-017-13582-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Yasunari, T. J., K.-M. Kim, A. M. da Silva, M. Hayasaki, M. Akiyama, and N. Murao	4. 巻 8
2. 論文標題 Extreme air pollution events in Hokkaido, Japan, traced back to early snowmelt and large-scale wildfires over East Eurasia: Case studies	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-018-24335-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Narita, D., N. T. K. Oanh, K. Sato, M. Huo, D. A. Permadi, N. N. H. Chi, T. Ratanajaratroj, and I. Pawarmart	4. 巻 10
2. 論文標題 Pollution Characteristics and Policy Actions on Fine Particulate Matter in a Growing Asian Economy: The Case of Bangkok Metropolitan Region	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 227 ~ 227
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/atmos10050227	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Narita, D., I. Sato, D. Ogawada, and A. Matsumura	4. 巻 206
2. 論文標題 Integrative Economic Evaluation of an Infrastructure Project as a Measure for Climate Change Adaptation: A Case Study of Irrigation Development in Kenya	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JICA-RI Working Paper	6. 最初と最後の頁 41 pp.
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamada, T. J., C. N. Seang, and T. Hoshino	4. 巻 11
2. 論文標題 Influence of the Long-Term Temperature Trend on the Number of New Records for Annual Maximum Daily Precipitation in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 371 ~ 371
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/atmos11040371	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Narita, D., H.-O. Poertner, and K. Rehdanz	4. 巻 TBD
2. 論文標題 Accounting for risk transitions of ocean ecosystems under climate change: An economic justification for more ambitious policy responses	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Climatic Change	6. 最初と最後の頁 accepted
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 Yasunari, T. J, K.-M. Kim, A. M da Silva
2. 発表標題 Relationships between wildfire occurrences and environmental factors over the Siberian region
3. 学会等名 Fifth International Symposium on Arctic Research (ISAR-5) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasunari, T. J, K.-M. Kim, A. M. da Silva
2. 発表標題 Intra-annual relationships among Siberian wildfire occurrences, and meteorological and hydro-climatological conditions
3. 学会等名 AOGS 15th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安成 哲平
2. 発表標題 広域・局所的な防災・環境保全に向けた森林火災の高精度予測化・モニタリング等
3. 学会等名 Robust BOSAI シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安成 哲平
2. 発表標題 極東域の森林火災と大気汚染
3. 学会等名 第26回衛生工学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasunari, T. J., I. Takigawa, K.-M. Kim, and A. M. da Silva
2. 発表標題 Machine learning of the relationships between environment and climate variables and wildfire occurrences, and prediction of wildfires over Siberian region
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasunari, T. J., I. Takigawa, K.-M. Kim, and A. M. da Silva
2. 発表標題 Prediction of wildfire and air pollution with machine learning over the five domains of Eastern Eurasia
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 Yasunari, T. J., T. Takemura, and K.-M. Kim
2. 発表標題 Siberian wildfire impacts on air pollution and climate under the present and future climate conditions with MIROC/SPRINTARS AOGCM experiments
3. 学会等名 The 27th IUGG General Assembly (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安成哲平
2. 発表標題 北極域の気候・環境状態と森林火災発生の関係及びその大気汚染の北海道への影響
3. 学会等名 第7回 北極域研究共同推進拠点 北極域オープンセミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasunari, T. J., K.-M. Kim, Y. Matsumi, I. Takigawa, and A. M. da Silva
2. 発表標題 Wildfire and its air pollution: Importance of their assessment and better prediction
3. 学会等名 The 2nd Japanese-American-German Frontiers of Science (JAGFoS) Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安成哲平, 竹村俊彦, 成田大樹, Kim Kyu-Myong, 大石龍太, 高田久美子, 渡邊達博, 新田友子
2. 発表標題 MIROC/SPRINTARSを使ったシベリア森林火災の現在気候・将来気候への影響解析とMATSIROアップデート状況報告
3. 学会等名 2019年度 第1回 次世代陸モデル開発・応用・社会実装に関する合同ワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasunari, T. J., and T. Takemura
2. 発表標題 Impacts of increased Siberian wildfire on air pollution, radiative forcing, and climate at present and in the future assessed with MIROC AOGCM
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 成田大樹、佐藤一朗、小川田大吉、松村明子
2. 発表標題 Economic Evaluation of Adaptation Measures to Climate Change under Uncertainty: The Case of a Kenyan Irrigation Development Project
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Narita, D., N. T. Kim Oanh, K. Sato, M. Huo, and D. A. Permadi
2. 発表標題 Fine Particle Pollution and Acid Deposition in Bangkok Metropolitan Region: Project Overview and Policy Implications
3. 学会等名 iCACGP-IGAC 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Narita, D., I. Sato, D. Ogawada, and A. Matsumura
2. 発表標題 Economic Evaluation of Effectiveness of Irrigation Development as An Adaptation Measure to Climate Change under Uncertainty: A Case Study
3. 学会等名 DMDU Society 2018 Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Narita, D., T. J. Yasunari, and T. Takemura
2. 発表標題 Scaling Potential Macroeconomic Impacts of Climate Effects of Siberian Wildfires: Insights from MIROC-SPRINTARS AOGCM Experiments
3. 学会等名 Xth International Symposium/First Symposium of Joint Research Laboratory meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Narita, D., T. J. Yasunari, and T. Takemura
2. 発表標題 Scaling Potential Macroeconomic Impacts of Climate Effects of Siberian Wildfires: Insights from MIROC-SPRINTARS AOGCM Experiments
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Narita, D., I. Sato, D. Ogawada, and A. Matsumura
2. 発表標題 Integrative Economic Evaluation of an Infrastructure Project as a Measure for Climate Change Adaptation: A Case Study of Irrigation Development in Kenya
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Narita, D., T. J. Yasunari, and T. Takemura
2. 発表標題 Scaling Potential Macroeconomic Impacts of Climate Effects of Siberian Wildfires: Insights from MIROC-SPRINTARS AOGCM Experiments
3. 学会等名 Sixth International Symposium on Arctic Research (ISAR-6) (Online format) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増富祐司、竹村俊彦
2. 発表標題 大気エアロゾルによる日射量変化がアジア水稻生産に及ぼす影響の評価
3. 学会等名 日本気象学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増富祐司
2. 発表標題 MATCROの開発・改良・応用
3. 学会等名 2019年度 第1回 次世代陸モデル開発・応用・社会実装に関する合同ワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masutomi, Y.
2. 発表標題 Development of a global crop growth simulation model for simulating long-term trends in rice yields: Global MATCRO-Rice
3. 学会等名 iCROP (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

(謝辞) 本研究課題の科研費を使用して、連携研究者である東京大学芳村教授の研究室の竹島氏より、回転楕円体格子変換内挿テーブル生成パッケージ (暫定版) 「SPRING (SPeroidal coordinates Regriding INterpolation table Generator; preliminary version)」を使用して経済分析等のために、国・行政区画マップを作成・提供してもらった ([http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~akira/page/tmp/2020Feb\\_nations/](http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~akira/page/tmp/2020Feb_nations/)) .



## 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	山田 朋人 (Yamada Tomohito)  (10554959)	北海道大学・工学研究院・准教授  (10101)	
研究分担者	成田 大樹 (Narita Daiju)  (50746485)	東京大学・大学院総合文化研究科・准教授  (12601)	
研究分担者	増富 祐司 (Masutomi Yuji)  (90442699)	国立研究開発法人国立環境研究所・気候変動適応センター・主任研究員  (82101)	
研究協力者	竹村 俊彦 (Takemura Toshihiko)  (90343326)	九州大学・応用力学研究所・教授  (17102)	
研究協力者	渡邊 達博 (Watanabe Tatsuhiko)	W D B 株式会社・技術補佐員	
研究協力者	キム キュミョン (Kim Kyu-Myong)	N A S A ・ Goddard Space Flight Center ・ Research Physical Scientist	
研究協力者	瀧川 一学 (Takigawa Ichigaku)  (10374597)	国立研究開発法人理化学研究所・革新知能統合研究センター・研究員  (82401)	
連携研究者	加藤 知道 (Kato Tomomichi)  (60392958)	北海道大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授  (10101)	

## 6. 研究組織 (つづき)

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	木下 嗣基 (Kinoshita Tsuguki)  (10313008)	茨城大学・農学部・教授  (12101)	
連携研究者	芳村 圭 (Yoshimura Kei)  (50376638)	東京大学・生産技術研究所・教授  (12601)	
連携研究者	高田 久美子 (Takata Kumiko)  (60270906)	麻生大学・生命・環境科学部・特任助教  (32701)	