

2022 年度 S-18 プロジェクト研究成果報告

テーマ番号	S-18-5
研究課題名	気候変動影響及び適応策に関する経済評価手法の開発
研究代表者氏名	東北大学／大学院経済学研究科 日引 聡

1. 研究成果の概要

サブテーマ1 気候変動による農業部門と健康への影響に関する経済評価手法の開発

(研究代表者:日引聡)

本年度は、昨年度開発したモデルを改良するとともに、仮想例として、2°Cの気温上昇による各地域への影響をシミュレーションするとともに、モデルの改良を行った。

(作物別収量モデルと土地利用モデル)

昨年度、作物別収量モデルに関しては、作物栽培期間における市町村別の毎日の日平均気温のデータを、気温グループに分けて、各グループに入る日数を説明変数（以下ではビン変数と呼ぶ）として作成し、市町村レベルのパネルデータ（市町村数×年数）を用いて、次式のモデルのパラメータを推計し、収量モデルを開発した。

$$Y_{i,t}^c = \sum_h \alpha_h^c Temp_{i,t}^h + \sum_j \beta_j^c Rain_{i,t}^j + \sum_l \gamma_l^c Solar_{i,t}^l + \sum_k \delta_k X_{i,t}^k + \eta_i^c + \theta_t^c + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

ただし、 $Y_{i,t}^c$ は市町村*i*の*t*年における作物*c*の収量、 $Temp_{i,t}^h$ は*h*の気温グループに入る日数、 $Rain_{i,t}^j$ は*j*の降水量グループに入る日数、 $Solar_{i,t}^l$ は*l*の日射量グループに入る日数、 $X_{i,t}^k$ は農家の特徴を表す変数（年齢、農家規模など）であり、 η_i^c は、市町村*i*の作物*c*を栽培する農家の特徴を捉える変数、 θ_t^c は作物*c*を栽培対する*t*年の時間の効果をとらえる変数である。米の収量モデルを例に、気温のビン変数（ $Temp_{i,t}^h$ ）の作成の仕方を説明すると、毎年の栽培期間におけ毎日の日平均気温を年ごとに7つのグループ（12°C以下、12~15°C、15~18°C、18~21°C、21~24°C、24~27°C、27°C以上、の各グループ）に分類し、それぞれのグループに入る日数を変数として用いる（気温グループの作り方は作物によって異なる）。このようなビン変数を用いることで、日気温の分布の影響を考慮したモデル化が可能となる。RainやSolarについても、同様の考え方で変数を作成している。

推計したパラメータを用いて、仮想的に日平均気温が2°C上昇した場合に生じる収量への影響を市町村別にシミュレーションし、地図化したものが図1~2である。

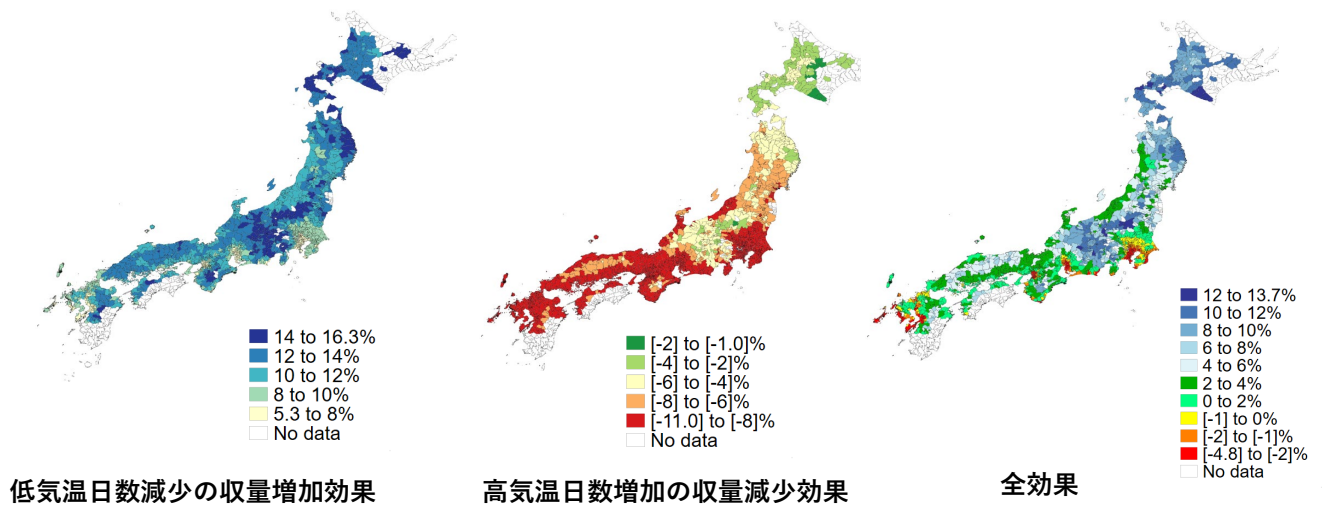


図1 米収量の変化(低気温日数減少効果、高気温日数増加効果、全効果)

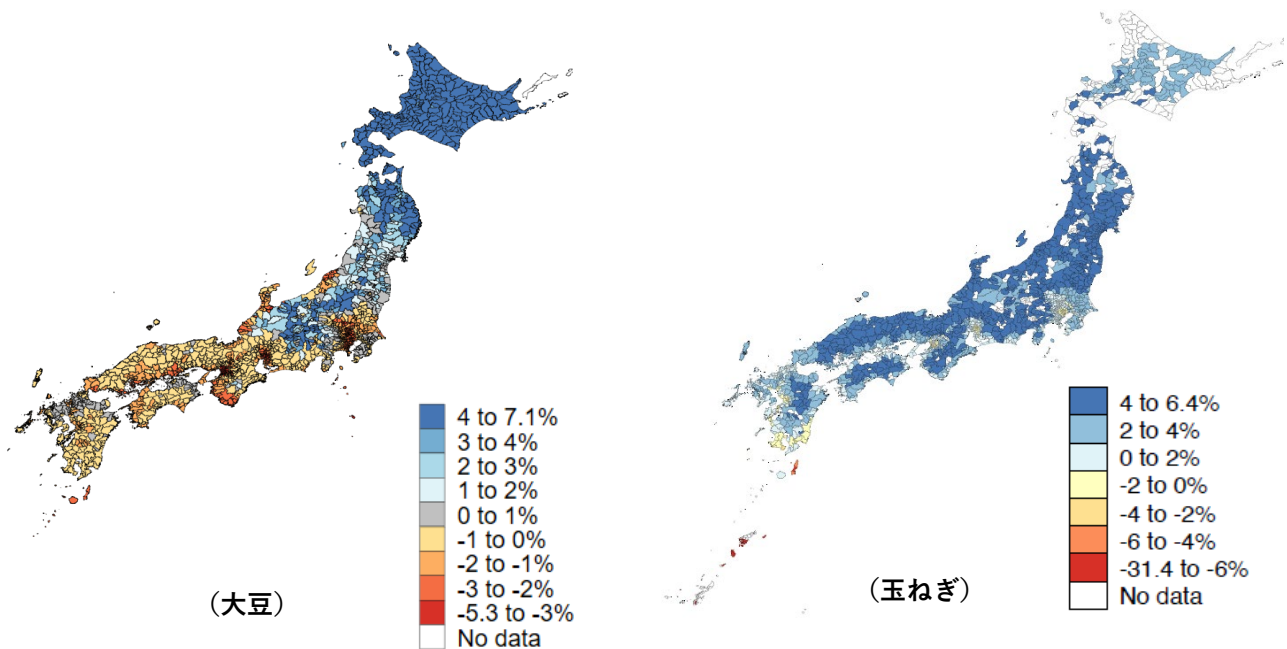


図2 大豆(左)と玉ねぎ(右)の収量の変化

米については、気温上昇によって、高気温帯の日数が増加するマイナスの効果(高温障害)があるものの、多くの市町村では、低気温帯の日数が減少することで、冷害のリスクが減少するプラスの効果が生じている。この結果、四国や九州など高気温の地域では、気温上昇によって収量が低下する地域があるが、それ以外の多くの地域では気温上昇によって収量が増加する可能性がある。大豆については、西日本を中心に、気温上昇による収量低下が顕著であった。米と比較すると、大豆の気温上昇の影響は、より広範囲で、大きなものとなっていることがわかる。玉ねぎについては、九州南部や首都圏の一部の地域において、気温上昇による収量低下がみられたが、多くの地域では、収量が増加している。

(健康被害モデル)

本年度は、死亡率に影響を及ぼす要因として、気象条件に加え、適応行動を考慮したプロトタイプモデルを開発した。その結果、極端な寒さ(5°C未満の日数の増加)は、ベース気温に比べて死亡率を有意に上昇させた。このことは、気温上昇は冬場の死亡率を減少させる効果がある。

さらに、昨年度に65歳以上の高齢者の死亡率を分析対象とするプロトタイプのモデルのパラメータを推計した結果を用いて、気温が2°C上昇した場合の65歳以上の死亡率への影響を市町村別にシミュレーションした。シミュレーション結果は、図3に示すとおりである。ように、高気温地域において、気温上昇は死亡率を高める一方、寒冷地域においてむしろ死亡率を減らす。これは、寒冷地域では、気温上昇による冬の死亡率の低下効果が大きいために生じるものである。電力消費の削減が死亡率に与える影響を見ることで、電力消費が死亡率に与える影響を明らかにした。その結果、エネルギー消費の減少は、厳冬期(0°C以下)の死亡率を引き上げることがわかった。これは、電力価格上昇によって、光熱費節約のために寒さを我慢した世帯が少なくなかったことを反映していると考えられる。一方、夏の死亡率(熱中症への影響)については、有意な影響が観察されておらず、より詳細なモデル(プロトタイプモデルで考慮していなかった新しい要因を取り入れたモデル)の改良が必要である。

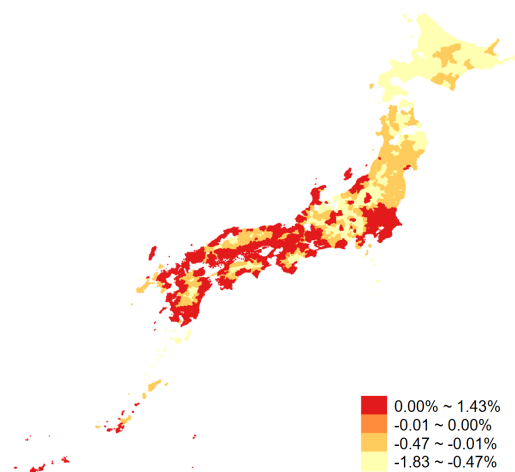


図3 気温上昇による死亡率への影響

サブテーマ2 気候変動による自然災害がもたらす影響及び適応策に関する経済評価手法の開発

(研究代表者:野原克仁)

本年度は、昨年度まで開発したモデルの改良に取り組むとともに、農家の適応行動に関する研究を実施した。

(農家の適応行動に関する研究)

適応策の評価については、サブ課題1と連携し農家を対象としたインターネット調査を実施し、(1)水量・温度調整、(2)作付け時期の変更、(3)高温耐性品種の導入、(4)高温に強い作物への転換の4つの適応策それぞれの導入状況および評価について調査した。得られたデータをもとに、階層意思決定法(AHP)を用いて、農業従事者が各適応策をどのように評価しているかの予備的分析を行なった。その結果、主業・準主業農家は適応策の導入にあたり費用と将来的に気候変動が農業に与えるリスクの回避を同程度に重視する傾向があった一方、副業的農家は費用を最も重視し、リスク回避については他の2つの農家ほどは重視していない傾向があることが分かった。各適応策への評価については、地域、農家の年齢、後継者の有無、過去の災害経験の有無により

それぞれ特色があることが分かった。特に、近年豪雨被害や台風被害が多い九州地方では主業、副業に関係なく適応策導入によるリスク回避を重視している傾向が顕著となった。また、若い世代ほど適応策の導入時の費用を重視すること、後継者がいるもしくは探している人はリスク回避を重視すること、後継者がいないもしくは農業をやめる人は適応策の導入の費用を重視する傾向があること、過去に災害を経験していない農家は経験した農家より適応策導入の容易さを重視していることがわかり、地域や農業従事者の属性などを考慮した適応策導入の支援が必要であることが明らかとなった。

（製造業影響評価モデルの開発）

製造業影響評価モデルでは、推計モデルの見直しを行ない、水害による製造業への影響に関する先行研究の多くが推計方法に問題があることが明らかとなった。そこで、前年度の予備的分析について再推計を行なった結果、大きな洪水を経験した市区町村では製造品出荷額、事業所の総数、雇用者数が長期的に減少し、回復しないことが明らかとなった。その一方で、小中規模の事業所数の減少は大規模な事業所数の2倍であり、大規模事業所は過去の水害の経験の有無にかかわらず事業所の減少数は変化しなかったことから、規模が小さい事業所は水害に脆弱であることが明らかとなった。加えて、豪雨の経験がある地域は水害後の事業所あたりの出荷額に影響はなかったが、経験がない地域では事業所あたり出荷額がマイナスで有意となり、過去の豪雨の経験が製造業において水害対策の教訓となっている可能性があることが分かった。

推計したモデルを使って、災害強度1の水害が1.5倍に激甚化した場合について、テストシミュレーションを行った。激甚化前の各市町村の製造品出荷額の低下（図4左）と、水害の激甚化による各市町村の製造品出荷額の低下（図4右）を地図に示した。その結果、北関東から九州にかけて広範にわたり、製造品出荷額が低下することがわかった。

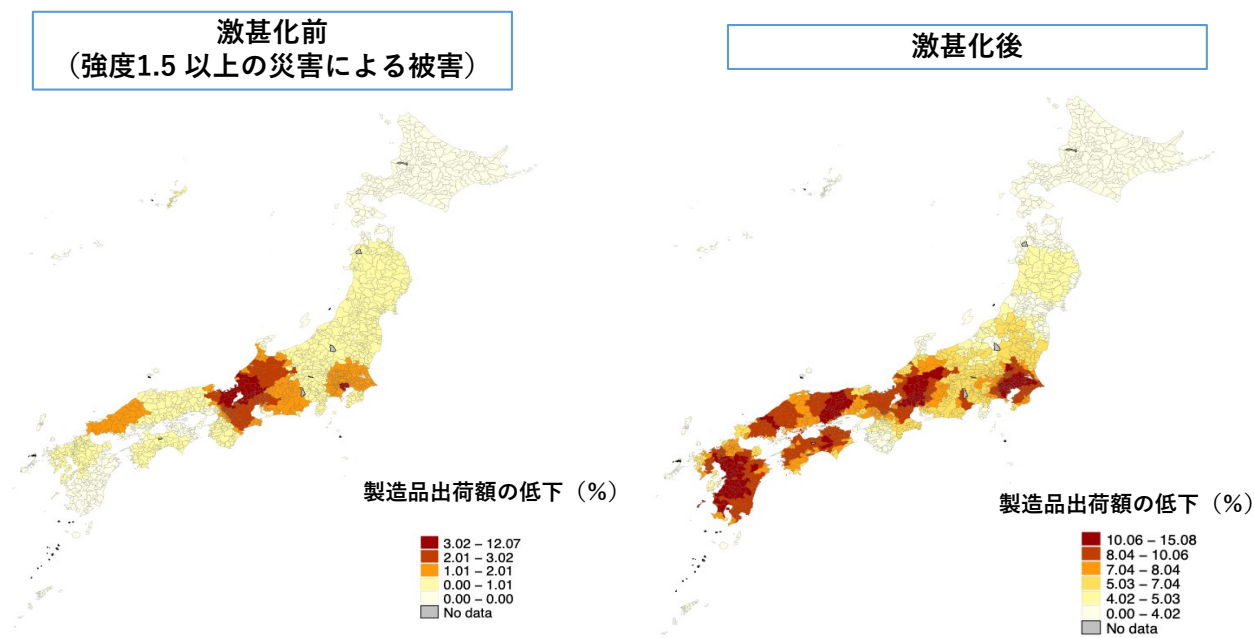


図4 水害被害の激甚化による製造品出荷額の低下

(2) 成果一覧 (予定を含む)

○学術論文 (国内誌 8 件、国際誌 1 件)

<査読あり>

- 1) 内田真輔 (2022) 「気候変動適応策の現状と課題：適応格差の是正に向けた政策視点」, 『環境経済・政策研究』, 第15巻1号
- 2) Neidell, Matthew, Shinsuke Uchida, and Marcella Veronesi. (2021) "The Unintended Effects from Halting Nuclear Power Production: Evidence from Fukushima Daiichi Accident" *Journal of Health Economics*, 79, 102507: 1-18
- 3) 野原克仁 (2021) AHP およびシフトモデルを用いた北海道観光の分析、観光研究、33 巻1 号、pp. 19-30

<査読なし>

- 1) 内田真輔 (2021) 「気候変動影響をどのように考えるか」『経済セミナー』(特集 気候変動にどう向き合うか?) 2021 年 12 月・2022 年 1 月号 (723 号) , 34-38 頁
- 2) Yi-Chun Ko, Shinsuke Uchida, and Akira Hibiki (2021) "Capacity to Adapt to Temperature Effects on Crop Yields: Evidence from Rice Production in Japan", *Tohoku University Policy Design Lab Discussion Paper, TUPD-2021-012*, 44 pages, 2021 November/ Revised 2022 March
- 3) Kakimoto Taiki, and Shinsuke Uchida (2021) "Natural Disasters, Social Isolation and Alcohol Consumption in the Long Run: Evidence from the Great East Japan Earthquake." *Tohoku University Policy Design Lab Discussion Paper, TUPD-2021-011*, 29 pages, 2021 November
- 4) 吉田惇, 河野達仁. 生態系保全を考慮した最適土地利用政策. 季刊住宅土地経済, No. 122, pp. 10-18, 2021 年 10 月
- 5) Jun Yoshida, Shinsuke Uchida, Katsuhito Nohara, and Akira Hibiki. (2021) "Natural Disasters and Firm Selection: Heterogeneous Effects of Flooding Events on Manufacturing Sectors in Japan" *Tohoku University Policy Design Lab Discussion Paper, TUPD-2021-007*, 23 pages, 2021 September
- 6) Katsuhito, Nohara, Masaki Narukawa, and Akira Hibiki. (2021) "Using contingent behavior analysis to estimate benefits from coral reefs in Kume Island, Japan: A Poisson-inverse Gaussian approach with on-site correction", *Tohoku University Policy Design Lab Discussion Paper, TUPD-2021-001*, 21 pages, 2021 May

○学会・シンポジウム等における発表 (国内 18 件、国際 12 件)

<口頭発表>

◇招待講演 3 件

(国際)

- 1) Akira Hibiki, and Katsuhito Nohara (2021) "How much do the households pay to avoid prolonged outages?", ICMaSS2021 (International Conference on Materials and Systems for Sustainability 2021) November 5, 2021

オンライン 招待講演

(国内)

- 1) 日引聡 (2021)「気候変動の農業影響と適応策」日本応用経済学会, 2021 年 11 月 13 日 オンライン 招待講演
- 2) 内田真輔 (2021)「適応策の現状と課題:適応格差の是正に向けた政策視点」, 環境三学会合同シンポジウム「気候変動適応策:わが国で直面する課題を克服するための研究の最前線」, 2021 年 7 月 11 日 オンライン 招待講演

◇一般発表 27 件

(国際)

- 1)Yi-Chun Ko, Akira Hibiki, and Shinsuke Uchida (2022) “Capacity to Adapt to Temperature Effects on Crop Yields: Evidence from Rice Production in Japan”, Organized Session “Climate Change, Natural Disaster, and Impact on the Society”, Hiroshima International Conference on Peace and Sustainability 2022, March 3, 2022 オンライン
- 2)Katsuhito Nohara, and Akira Hibiki (2022) “How much do households value the avoidance of prolonged outages due to natural disasters?”, Organized Session “Climate Change, Natural Disaster, and Impact on the Society”, Hiroshima International Conference on Peace and Sustainability 2022, March 3, 2022 オンライン
- 3)Hidehito Otakea, and Shinsuke Uchida (2022) “Long-term Health Effects of Natural Disaster”, Organized Session “Climate Change, Natural Disaster, and Impact on the Society”, Hiroshima International Conference on Peace and Sustainability 2022, March 3, 2022 オンライン
- 4)Chinh Thi Tuyet Mai, and Akira Hibiki (2022) “Determinants of household decisions on insecticide-treated bed nets in Vietnam”, Hiroshima International Conference on Peace and Sustainability 2022, March 3, 2022 オンライン
- 5)Ambar L. Chavez Espinosa, and Akira Hibiki (2022) “Impact of Climate Change on Minorities and Farmer’s Consumption: Evidence from Panama”, Hiroshima International Conference on Peace and Sustainability 2022, March 2, 2022 オンライン
- 6)Jun Yoshida, Shinsuke Uchida, Katsuhito Nohara, and Akira Hibiki (2022) “Natural Disasters and Firm Selection: Heterogeneous Effects of Flooding Events on Manufacturing Sectors in Japan”, Hiroshima International Conference on Peace and Sustainability 2022, March 1, 2022 オンライン
- 7)Michio Yuda (2021) ”Short- and long-term effects of outdoor activity restriction on health: Evidence from the nuclear accident at Fukushima”, 2021 the World Congress of the International Health Economics Association, July 14, 2021 オンライン

- 8) Taiki Kakimoto and Shinsuke Uchida (2021) "Does Natural Disaster Affect Alcohol Consumption in the Long Run? - Natural Experiment from the Great East Japan Earthquake" Online 19th World Congress of the International Economics Association, Bali, Indonesia, July 2, 2021 オンライン
- 9) Jun Yoshida, Shinsuke Uchida, Katsuhito Nohara, and Akira Hibiki (2021) "How extreme weather affect the production in the Japanese manufacturing sectors: Analysis of typhoon strike." Virtual 96th Annual Conference of Western Economic Association International, July 1, 2021 オンライン
- 10) Yi-Chun Ko, Akira Hibiki, and Shinsuke Uchida (2021) "Long-Term Impact of Temperature Rise on Rice Yield in Japan" Virtual 96th Annual Conference of Western Economic Association International, June 30, 2021 オンライン
- 11) Akira Hibiki, Kohei Kamaga, and Huey-Lin Lee (2021) "Does Temperature Rise Really Reduce Agricultural Production and Social Welfare?" Virtual 96th Annual Conference of Western Economic Association International, June 27, 2021 オンライン

(国内)

- 1) Yoshida, Jun, Shinsuke Uchida, Katsuhito Nohara, and Akira Hibiki. (2021) "Natural Disasters and Firm Selection: Heterogeneous Effects of Flooding Events on Manufacturing Sectors in Japan." 応用地域学会, November 20-21, 2021 オンライン
- 2) Shinsuke Uchida, (2021) "Long-term health impacts of natural disasters", Researchers Meeting on Environmental and Social Risks, Environmental and Financial Risks in Market-oriented Societies, Tohoku Forum for Creativity, November 2, 2021 オンライン
- 3) Itakura, Ken, and Tomohiro Iwamoto (2021) "Regional Computable General Equilibrium Model of Japan and the Global Economy", The 80th Annual Meeting of the Japan Society of International Economics (日本国際経済学会), October 24, 2021 オンライン
- 4) Yi-Chun Ko, Akira Hibiki, and Shinsuke Uchida (2021) "Capacity to Adapt to Temperature Effects on Crop Yields: Evidence from Rice Production in Japan", 環境経済・政策学会 2021年大会, September 26, 2021 オンライン
- 5) Chavez Ambar, and Hibiki Akira (2021) "Does climate change have more impact on the poor?", 環境経済・政策学会, September 26, 2021 オンライン
- 6) 新熊 隆嘉, 日引 聡, 澤田 英司 (2021) "Optimal Inspection under Moral Hazard and Limited Liability of Polluter", 環境経済・政策学会 2021年大会, September 25, 2021 オンライン
- 7) Chinh Thi Tuyet Mai, and Hibiki Akira (2021) "Does climate change have more impact on the poor?",

- 8) Yoshida, Jun (2021) "Does disclosure of success rates induce patients to move to a better clinic? Evidence from in vitro fertilization". 第 24 回労働経済学カンファレンス September 14, 2021 オンライン
- 9) Akira Hibiki, (2021) "Impact of temperature rise on the rice production in Japan", Researchers Meeting on Environmental Risks, Environmental and Financial Risks in Market-oriented Societies, Tohoku Forum for Creativity, September 2, 2021 オンライン
- 1 0) Shinsuke Uchida, Akira Hibiki, Shugo Maki, Katsuhito Nohara, and Jun Yoshida "Hidden Risk in Agriculture in the Floodplain: Evidence from Japan", 自然災害と適応ワークショップ, (共催) 名古屋市立大学大学院経済学研究科・東北大学大学院経済学研究科政策デザインラボ, August 25, 2021
- 1 1) Yoshida, Jun, Shinsuke Uchida, Katsuhito Nohara, and Akira Hibiki. (2021) "Natural Disasters and Firm Selection: Heterogeneous Effects of Flooding Events on Manufacturing Sectors in Japan." 自然災害と適応ワークショップ, (共催) 名古屋市立大学大学院経済学研究科・東北大学大学院経済学研究科政策デザインラボ, August 25, 2021
- 1 2) Michinao Okachi, "Quantifying Economic Costs of Adaptation and Prevention from Climate Change", 自然災害と適応ワークショップ, (共催) 名古屋市立大学大学院経済学研究科・東北大学大学院経済学研究科政策デザインラボ, August 25, 2021
- 1 3) Itakura, Ken, Tomohiro Iwamoto and Akira Hibiki. (2021) "Developing a Regional CGE Model of Japan", 自然災害と適応ワークショップ, (共催) 名古屋市立大学大学院経済学研究科・東北大学大学院経済学研究科政策デザインラボ, August 25, 2021
- 1 4) Kristjan Markovc, and Akira Hibiki (2021) "Impact of temperature rise on productivity of vegetables in Japan", Young Researchers Meeting on Social Risks, Environmental and Financial Risks in Market-oriented Societies, Tohoku Forum for Creativity, August 5, 2021 オンライン
- 1 5) Ken Itakura, and Tomohiro Iwamoto (2021) "Incorporating Aichi Prefecture into a Global CGE Model", The 10th Spring Meeting of the Japan Society of International Economics (日本国際経済学会 第 10 回春季大会), June 5, 2021 オンライン
- 1 6) 湯田道生 (2021) 「屋外活動規制と未成年者の健康推移」, 日本経済学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月 15 日 オンライン (関西学院大学)

<ポスター発表> 国際 1 件

- 1) Yi-Chun Ko (2022), "Capacity to Adapt to Temperature Effects on Crop Yields: Evidence from Rice Production in Japan", 13th HOPE Meeting, March 7, 2022 オンライン

○「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) Akira Hibiki (2021) “What will happen in our future?”, The Third Connect the World Project (Organized by OASIS Tohoku University), December 7, 2021 オンライン 招待講演
- 2) 一般向け講演会 「新しい社会主義：コモンズのための制度設計」講師 松島 斉氏（東京大学）主催，東北大学 研究推進・支援機構 知の創出センター（2021年度知のフォーラム テーマプログラム「市場経済における環境と金融リスク」，2022年3月11日
- 3) 国立環研究所気候変動適応センター、東北地方環境事務所、および気候変動適応東北広域協議会における気候変動影響の経済評価手法にかかる政策アドバイス

○新聞・雑誌記事等

特に記載すべき事項はない。

○知的財産権

特に記載すべき事項はない。

○受賞等

- 1) Yi-Chun Ko(博士学生), JSPS HOPE Fellow, JSPS 13th HOPE Meeting, March 7-11, 2022
- 2) Yi-Chun Ko(博士学生), Best Presentation Award, Hiroshima International Conference on Peace and Sustainability 2022, March 4, 2022
- 3) 高橋大智・原田嵩弘・菩提寺浩己（東北大学・東北学院大学），指導教員：日引 聡，「ブルーカーボンが拓く北東アジアの未来像」，新潟県知事賞，第3回フューチャーリーダーズプログラム，2022年2月18日