

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K14860

研究課題名（和文）技術・経済・社会的制約を踏まえた世界CO2ゼロ排出のフィージビリティ評価

研究課題名（英文）Technological and socio-economic feasibility assessment of the global net-zero CO2 emission goal

研究代表者

大城 賢 (Oshiro, Ken)

京都大学・工学研究科・助教

研究者番号：00601569

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：世界を対象としたエネルギーシステムモデルを開発し、2050年頃にCO2ネットゼロを達成するシナリオの評価を行った。モデルは、技術普及制約を考慮するため個別技術を扱い、水素や直接空気回収等の革新的技術についても考慮した。結果として、炭素回収貯留（CCS）やバイオマスの利用制約を伴うシナリオでは、水素エネルギーキャリアの普及率が最大で約15%まで増加する可能性を示した。さらに、エネルギー需要部門の電化等が制約されるシナリオでは、合成燃料が代替的なオプションとなる可能性を示した。ただしこれらの技術は費用面での課題が大きく、他の技術も踏まえた包括的なCO2ゼロ排出に向けた方策検討の重要性を示唆した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2022年に公表されたIPCC第6次評価報告書では、世界ネットゼロ排出を達成する例示的なシナリオが複数示された。これらは主に負の排出削減や急速なエネルギー需要削減・電化などを伴うものであったが、本研究ではこれらの対策に依存しない、炭素回収利用（CCU）を活用するシナリオを世界で初めて提示した。これは学術的な新規性に加え、今後のIPCC報告書への示唆においても有益である。また、各国や企業はネットゼロ排出の達成に向けた方策の検討を進めており、比較的設備が固定化（ロックイン）しやすい途上国などにおいて、本研究で示したシナリオは選択肢の一つとなり得ることから、社会的意義も大きいと考えられる。

研究成果の概要（英文）：We developed a global energy system model and assessed global net-zero emissions scenarios by 2050. The model represented several energy technologies in both energy and demand sectors, and innovative technologies such as hydrogen and direct air capture. The results indicated that share of hydrogen energy carriers can reach around 15% of global energy demand by 2050 in case diffusion of biomass and carbon capture and storage (CCS) is constrained. In addition, when electrification in energy demand sector is limited, synthetic hydrocarbons can be an alternative mitigation option. Meanwhile, the importance of holistic policy design including other mitigation options are highlighted, as hydrogen- and synthetic hydrocarbon-based energy systems associate increased mitigation costs.

研究分野：気候変動緩和、エネルギーシステム

キーワード：気候変動緩和 エネルギーシステム 統合評価モデル 脱炭素社会 エネルギー政策

1. 研究開始当初の背景

2015年に採択されたパリ協定では、気温上昇幅を2°Cより十分に低く保ち、1.5°Cに抑える努力を追求するという目標が合意された。研究開始当初の（2018-2019年頃）の研究では、1.5°C目標を達成するシナリオでは、2050年頃に世界のCO₂排出量は正味でゼロ（以降ネットゼロと表記）となること、これを達成するためにバイオマスと炭素回収貯留（CCS）を組み合わせたBECCS等による負の排出（CDR: Carbon Dioxide Removal）や、エネルギー需要の大幅削減が主要な方策として示されていた[1, 2]。他方で、BECCSは食料供給との競合の懸念[3]、エネルギーシステムの大規模な転換は設備の耐用年数前の除却（座礁資産化）の懸念[4]など多くの課題が指摘されていた。研究開始当初は、このような技術・経済・社会的な諸制約を考慮した場合の世界CO₂ネットゼロ達成のフィージビリティ、および代替となるネットゼロ排出シナリオの可能性は明らかにされていなかった。一方で、太陽光発電や風力発電といった再生可能エネルギーは世界的に価格の低下が見られており、また直接空気回収（DAC: Direct Air Capture）といった新たな革新的技術についても普及の期待が高まってきたことなど、これらの最新の動向を踏まえた世界CO₂ネットゼロシナリオの検討が求められていた。

2. 研究の目的

本研究では、様々な技術・経済・社会的要因による個別技術の普及制約を踏まえ、世界CO₂ネットゼロ排出の技術的な実現可能性の評価を目的とした。さらに、諸制約による技術普及速度の制約を考慮した際に、CO₂ネットゼロ排出を早期に実現する追加的な方策を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、研究代表者がこれまで開発を進めてきた日本を対象としたエネルギーシステムモデルをベースに、世界CO₂ネットゼロ排出シナリオの評価が可能となるよう、モデルの世界全域への拡張を実施した。その際、諸制約を踏まえた個別技術の普及速度の評価が可能となるよう、エネルギー需要・供給に関わる技術を個別に扱った。さらに、諸制約を考慮した技術の普及制約におけるネットゼロの可能性を検討するため、近年革新的技術として注目されている水素や直接空気回収等の技術を追加した。これを用い、世界CO₂ネットゼロシナリオの評価を実施した。以下詳細な方法を示す。

(1) 世界エネルギーシステムモデルの開発

将来のエネルギー起源CO₂排出量を推計するシミュレーションモデル(AIM/Technology-Global)を開発した。本モデルでは、将来の人口やGDP等の社会経済シナリオに応じて、導入されるエネルギー技術の機器効率・費用等の情報から、総エネルギーシステム費用の最小化問題を解くことで、CO₂排出量、エネルギー需要量、エネルギーシステム費用等を出力する逐次動学型のモデルである。モデル構造は、これまで申請者が開発してきた日本モデルをベースに、日本モデルでは扱わなかった資源採掘等のモジュールを新たに追加した。本モデルでは世界全域を33の国・地域に区分した。特に、各種技術の普及速度の制約を評価できるよう、150程度の技術（例：電気自動車、ヒートポンプ技術、住宅断熱）を個別に扱った。さらに、技術普及制約を考慮した場合の代替的な排出削減策として、水素とそれを用いた合成燃料、DACをモデル内で扱えるよう改良を行った。

(2) エネルギーシステムモデルを用いたCO₂ネットゼロ排出シナリオの評価

①急速なエネルギーシステム転換に伴う座礁資産の評価

急速な技術転換に伴う影響として、耐用年数前に停止、除却される資産の量（座礁資産）およびその金額換算値の定量化を実施できるようモデルの改良を行った。先行研究の多くは化石燃料採掘設備や石炭・ガス火力発電等のエネルギー供給側の技術の座礁資産の定量化を実施してきた[5]が、本研究ではエネルギー需要側の技術についても座礁資産の評価を実施できるようモデル改良を行い、世界2°Cシナリオおよび日本の2050年80%削減シナリオを対象に評価を行った。

②世界CO₂ネットゼロ排出における革新的技術の役割の評価

技術普及制約を考慮した場合における早期のネットゼロの実現可能性を評価するため、エネルギー供給部門における革新的技術として水素とそれを起源とするエネルギーキャリア（アンモニア等）の寄与度を評価した。技術制約としてはバイオマスとCCSを考慮した。

③技術普及制約を考慮した際の世界CO₂ネットゼロ達成の道筋

バイオマス、CCSに加えて、諸制約を考慮してエネルギー需要部門における電化・水素利用技術の普及速度が制約された場合の代替的なネットゼロシナリオの可能性について評価を行った。代替的な対策として、水素と回収したCO₂を用いた合成燃料（液体、ガス）の生産技術を新たにモデルに組み込み、既存の液体燃料・ガスを利用する需要技術での利用が可能であるとした。

4. 研究成果

(1) 研究の主な成果

①急速なエネルギーシステム転換に伴う座礁資産の評価

世界エネルギーシステムモデルを用いた研究では、アジアを対象にパリ協定の2°C目標に応じた排出削減シナリオについて2050年までの分析を行い、エネルギー供給部門における座礁資産の定量化を行った。その結果、2°CシナリオではCCSなしの石炭火力発電は2050年までにすべて座礁資産化することが示された。一方で、2030年の削減目標を従来の目標から強化することで、座礁資産の量をおよそ半減できることを明らかにした。

日本を対象とした研究では、当時の長期目標であった2050年80%削減を対象に、エネルギー供給・需要側の座礁資産の定量化をおこなった。結果として、急速な排出削減を伴うシナリオ下では、発電等のエネルギー供給部門だけでなく、民生部門にて化石燃料を消費する熱源機器も座礁資産化する可能性があることを明らかにした。ただし、電気ヒートポンプ機器などの低炭素技術への補助金等の技術政策を、炭素への価格付けに加えて補完的に講じることで、需要部門の座礁資産を約3分の1低減できることを示した。これらの成果は、技術普及の観点から環境研究としての新たな知見を提示したとともに、炭素税や技術補助金といった今後の気候変動政策への示唆としても有意義であると考えられる。

②世界CO₂ネットゼロ排出における革新的技術の役割の評価

世界を対象に、2050年頃までにCO₂ネットゼロ排出を達成するシナリオについて、水素および水素起源のエネルギーキャリア（アンモニア、合成燃料）の役割の評価を行った。その際、技術・経済・社会的な諸制約から、長期的な大規模普及の不確実性の大きい技術として、CCSとバイオマスの普及に制約を設けたシナリオについても分析を行った。結果として、1.5°C目標相当（2050年にエネルギー起源CO₂がほぼネットゼロ）のシナリオ、および2°C目標相当でもCCS利用制約下のシナリオにおいて、世界のエネルギー需要に対する水素エネルギーキャリアの普及率は2050年に10-15%まで増加した。他方で、水素の平均生産コストは電力の約1.5~2倍となり、相対的に電化・バイオマスが優位となることから、多くの緩和シナリオでは水素の普及率は5%程度に留まる結果となった。水素エネルギーキャリアは運輸部門で最も多く導入され、産業・発電部門でも一部導入されるが、民生部門での普及は見られなかった。一方で、電化やバイオマス利用はどのシナリオ・部門でも共通して重要な対策であったことから、水素普及に向けた技術開発や政策の重要性が強調された一方、水素のみに依存することなく、電化等も含めた包括的な戦略の重要性が示唆された。

③技術普及制約を考慮した際の世界CO₂ネットゼロ達成の道筋

2050年頃に世界CO₂ネットゼロ排出を達成する複数のシナリオについて、エネルギーシステムモデルを用いた定量評価を行った。その際、バイオマスとCCSに加えて、様々な技術的・社会的要因によってエネルギー需要部門の電化・水素技術の普及速度に制約を設けたシナリオを新たに想定し、このような条件下での代替的な排出削減シナリオの可能性についてシミュレーションを行った。結果として、そのような技術制約下では、DACと再生可能エネルギー起源水素による炭素回収利用（CCU: Carbon Capture and Utilization）による合成燃料の普及が進み、最大で世界のエネルギー需要の30%に達する可能性を示した（図1）。合成燃料は、水素と同様に主に運輸部門での利用が最も多いが、産業部門・民生部門においても部分的に利用され、残存するCO₂排出の除去に有効なオプションとなる可能性を示した。他方で、合成燃料の製造やエネルギーロスに伴い、エネルギー費用は大幅に増加し、他のネットゼロシナリオ（CDRの大規模利用、需要部門の電化）と比べて総エネルギーシステムコストは約2倍となり、費用面での課題が大きいことを示した。

(2) 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

2022年に公表されたIPCC第6次評価報告書（第3作業部会）[6]では、ネットゼロ排出を達成する例示的なシナリオが複数示された。これらは主にCDRや急速なエネルギー需要削減・電化などを伴うものであったが、本研究ではこれらの対策に依存しない新たなネットゼロシナリオとして、CCUを活用するシナリオを提示した。これは学術的な新規性に加え、IPCC第7次評価報告書に向けた国際的な研究コミュニティへの示唆の観点からも重要性が高いと考えられる。また、既に各国や企業はネットゼロ排出の達成に向けた方策の検討を進めており、比較的設備が固定化（ロックイン）しやすい途上国などにおいて、本研究で示したCCU活用シナリオは選択肢の一つとなり得ることから、政策貢献としてのインパクトも大きいと考えられる。

(3) 今後の展望

本研究では水素やCCUを活用するシナリオの可能性を示したが、同時に費用等の課題も大きいことを明らかにした。費用の面からより効率的な対策にはエネルギー需要部門の電化や、BECCSを含む多様なCDR技術がある。しかしこれらのポテンシャルや普及方策には明らかになっていない点が多く、これらの解明が求められる。



図 1 合成燃料を考慮したネットゼロシナリオにおけるエネルギー需要部門の主要な指標。a)部門別最終エネルギー消費、b)主要な部門における電化・水素技術の普及率の推移。電化・水素化技術の普及速度が抑制されたシナリオ (1.5C-CCU) では、合成燃料やバイオマスの普及がネットゼロに寄与している。

<引用文献>

- [1] Grubler A, Wilson C, Bento N, Boza-Kiss B, Krey V, McCollum DL, et al. A low energy demand scenario for meeting the 1.5 °C target and sustainable development goals without negative emission technologies. *Nature Energy*. 2018;3:515-27. <https://doi.org/10.1038/s41560-018-0172-6>.
- [2] Rogelj J, Popp A, Calvin KV, Luderer G, Emmerling J, Gernaat D, et al. Scenarios towards limiting global mean temperature increase below 1.5 °C. *Nature Climate Change*. 2018;8:325-32. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0091-3>.
- [3] Hasegawa T, Fujimori S, Havlík P, Valin H, Bodirsky BL, Doelman JC, et al. Risk of increased food insecurity under stringent global climate change mitigation policy. *Nature Climate Change*. 2018;8:699-703. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0230-x>.
- [4] Cui RY, Hultman N, Edwards MR, He L, Sen A, Surana K, et al. Quantifying operational lifetimes for coal power plants under the Paris goals. *Nature Communications*. 2019;10:4759. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12618-3>.
- [5] Johnson N, Krey V, McCollum DL, Rao S, Riahi K, Rogelj J. Stranded on a low-carbon planet: Implications of climate policy for the phase-out of coal-based power plants. *Technological Forecasting and Social Change*. 2015;90:89-102. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.02.028>.
- [6] Riahi K, Schaeffer R, Arango J, Calvin K, Guivarch C, Hasegawa T, et al. Mitigation pathways compatible with long-term goals. In: Shukla PR, Skea J, Slade R, Al Khourdajie A, van Diemen R, McCollum D, et al., editors. *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York: Cambridge University Press; 2022.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Oshiro Ken, Fujimori Shinichiro	4. 巻 313
2. 論文標題 Role of hydrogen-based energy carriers as an alternative option to reduce residual emissions associated with mid-century decarbonization goals	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Energy	6. 最初と最後の頁 118803 ~ 118803
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apenergy.2022.118803	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 Baptista Luiz Bernardo, Schaeffer Roberto, van Soest Heleen L., Fragkos Panagiotis, Rochedo Pedro R.R., van Vuuren Detlef, Dewi Retno Gumilang, Iyer Gokul, Jiang Kejun, Kannavou Maria, Macaluso Nick, Oshiro Ken, Park Chan, Reedman Luke J., Safonov George, Shekhar Swapnil, Siagian Ucock, Surana Kavita, Qimin Chai	4. 巻 73
2. 論文標題 Good practice policies to bridge the emissions gap in key countries	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Global Environmental Change	6. 最初と最後の頁 102472 ~ 102472
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gloenvcha.2022.102472	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

1. 著者名 大城賢、藤森真一郎	4. 巻 77
2. 論文標題 パリ協定CO2排出削減目標の達成における水素エネルギーキャリアの役割の評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集G (環境)	6. 最初と最後の頁 I_197 ~ I_207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.77.5_I_197	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 -

1. 著者名 松井そら、大城賢、藤森真一郎、西浦理	4. 巻 77
2. 論文標題 交通部門における技術・社会の変容が気候変動政策へ及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集G (環境)	6. 最初と最後の頁 I_275 ~ I_283
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.77.5_I_275	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 -

1. 著者名 松井そら、藤森真一郎、大城賢、西浦理	4. 巻 35(3)
2. 論文標題 交通部門の社会変革が気候変動政策へ及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 環境衛生工学研究	6. 最初と最後の頁 124 ~ 126
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 Oshiro Ken, Fujimori Shinichiro	4. 巻 16
2. 論文標題 Stranded investment associated with rapid energy system changes under the mid-century strategy in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sustainability Science	6. 最初と最後の頁 477 ~ 487
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11625-020-00862-2	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 大城賢、藤森真一郎、長谷川知子、明石修	4. 巻 76
2. 論文標題 アジアにおける温室効果ガス短期削減目標が2050年までのエネルギー投資に及ぼす影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集G (環境)	6. 最初と最後の頁 I_243 ~ I_252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.76.5_I_243	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 -

1. 著者名 Oshiro Ken, Fujimori Shinichiro, Ochi Yuki, Ehara Tomoki	4. 巻 227
2. 論文標題 Enabling energy system transition toward decarbonization in Japan through energy service demand reduction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Energy	6. 最初と最後の頁 120464 ~ 120464
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.energy.2021.120464	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 Sugiyama Masahiro, Fujimori Shinichiro, Wada Kenichi, Oshiro Ken, Kato Etsushi, Komiyama Ryoichi, Silva Herran Diego, Matsuo Yuhji, Shiraki Hiroto, Ju Yiyi	4. 巻 16
2. 論文標題 EMF 35 JMIP study for Japan 's long-term climate and energy policy: scenario designs and key findings	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sustainability Science	6. 最初と最後の頁 355 ~ 374
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11625-021-00913-2	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 Shiraki Hiroto, Sugiyama Masahiro, Matsuo Yuhji, Komiyama Ryoichi, Fujimori Shinichiro, Kato Etsushi, Oshiro Ken, Silva Diego Herran	4. 巻 16
2. 論文標題 The role of renewables in the Japanese power sector: implications from the EMF35 JMIP	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sustainability Science	6. 最初と最後の頁 375 ~ 392
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11625-021-00917-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 -

1. 著者名 Ju Yiyi, Sugiyama Masahiro, Kato Etsushi, Matsuo Yuhji, Oshiro Ken, Silva Herran Diego	4. 巻 16
2. 論文標題 Industrial decarbonization under Japan 's national mitigation scenarios: a multi-model analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sustainability Science	6. 最初と最後の頁 411 ~ 427
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11625-021-00905-2	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 Sakamoto Shogo, Nagai Yu, Sugiyama Masahiro, Fujimori Shinichiro, Kato Etsushi, Komiyama Ryoichi, Matsuo Yuhji, Oshiro Ken, Silva Herran Diego	4. 巻 16
2. 論文標題 Demand-side decarbonization and electrification: EMF 35 JMIP study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sustainability Science	6. 最初と最後の頁 395 ~ 410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11625-021-00935-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 -

1. 著者名 藤森真一郎、大城賢	4. 巻 30
2. 論文標題 大規模CO2排出削減に伴う座礁資産 日本の長期戦略を事例にした分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 クリーンエネルギー	6. 最初と最後の頁 55～61
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 大城賢	4. 巻 34
2. 論文標題 日本の中長期温室効果ガス排出削減シナリオのモデル分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 環境衛生工学研究	6. 最初と最後の頁 11～14
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 -

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Ken Oshiro, Shinichiro Fujimori
2. 発表標題 The role of hydrogen-based energy carriers in meeting the decarbonization goals of the Paris Agreement
3. 学会等名 Fourteenth Annual Meeting of the Integrated Assessment Modeling Consortium (IAMC) 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松井そら、大城賢、藤森真一郎、西浦理
2. 発表標題 交通部門における技術・社会の変容が気候変動政策へ及ぼす影響
3. 学会等名 第29回土木学会地球環境シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大城賢、藤森真一郎
2. 発表標題 パリ協定CO2排出削減目標の達成における水素エネルギーキャリアの役割の評価
3. 学会等名 第29回土木学会地球環境シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松井そら、藤森真一郎、大城賢、西浦理
2. 発表標題 交通部門の社会変革が気候変動政策へ及ぼす影響
3. 学会等名 第43回京都大学環境衛生工学研究会シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Oshiro Ken、Fujimori Shinichiro
2. 発表標題 Measuring stranded investment associated with transformation of energy supply and demand sectors in Japan
3. 学会等名 Thirteenth Annual Meeting of the Integrated Assessment Modeling Consortium (IAMC) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sugiyama Masahiro、Fujimori Shinichiro、Wada Kenichi、Oshiro Ken、Kato Etsushi、Komiyama Ryoichi、Silva Herran Diego、Matsuo Yuhji、Shiraki Hiroto、Ju Yiyi、Shogo Sakamoto
2. 発表標題 EMF 35 JMIP study for Japan's long-term climate and energy policy: scenario designs and overview
3. 学会等名 Thirteenth Annual Meeting of the Integrated Assessment Modeling Consortium (IAMC) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ju Yiyi、Sugiyama Masahiro、Kato Etsushi、Matsuo Yuhji、Oshiro Ken、Silva Herran Diego
2. 発表標題 Industrial Decarbonization Under Japan 's National Mitigation Scenarios: A Multi Model Analysis
3. 学会等名 環境経済・政策学会2020年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大城賢、藤森真一郎、長谷川知子、明石修
2. 発表標題 アジアにおける温室効果ガス短期削減目標が2050年までのエネルギー投資に及ぼす影響
3. 学会等名 第28回地球環境シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉山昌広、藤森真一郎、和田謙一、加藤悦史、小宮山涼一、松尾雄司、大城賢、Diego Silva Herran
2. 発表標題 日本の長期気候政策の評価：EMF 35 JMIP プロジェクト
3. 学会等名 第39回エネルギー・資源学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sugiyama Masahiro、Fujimori Shinichiro、Wada Kenichi、Oshiro Ken、Kato Etsushi、Kurosawa Atsushi、Komiyama Ryoichi、Silva Herran Diego、Matsuo Yuhji、Shiraki Hiroto、Shogo Sakamoto、Ju Yiyi
2. 発表標題 EMF 35 JMIP study: preliminary results and implications for Japan 's climate change mitigation
3. 学会等名 the 23rd Annual Conference on Global Economic Analysis (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

世界の脱炭素社会実現に向けた水素エネルギーの役割
<https://www.t.kyoto-u.ac.jp/ja/news/topics/research/20220304>

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
研究協力者	藤森 真一郎 (Fujimori Shinichiro) (80585836)	京都大学・工学研究科・准教授 (14301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------