

令和 3 年 6 月 11 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17K00703

研究課題名（和文）太陽光・風力発電の大量連系と電力需給バランスを考慮したCO2削減効果の推計

研究課題名（英文）An estimate of CO2 emission reduction through large-scale integration of Photovoltaic and wind energies considering demand-supply balance in the electricity grid

研究代表者

竹濱 朝美（Takehama, Asami）

立命館大学・産業社会学部・教授

研究者番号：60202157

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、風力・太陽光（PV）を大量導入し、最優先で広域送電する場合の2030年の電力需給と再生可能電力（RE）比率45%の達成可能性を検証した。西日本にPVを64GW、風力26GW、東日本にPVを44GW、風力を44GW導入する場合を試算した。東日本では、北海道-東北の連系線を1800MWに、東北-東京の連系線を10GWに拡張して推計した。地域間連系線を拡張し、かつ炭素税も実施する場合の効果を検証した。東日本の場合、10月（軽負荷期）と1月（重負荷期）の需給では、10月に再エネ比率55%、1月に57%（需要比）を達成した。北海道、東北の出力抑制を削減するため、連系線拡張が不可欠である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2050年の二酸化炭素ゼロ排出に向けて、かつ、安全な電力システム構築に向けて、再生可能エネルギー電力で2030年に45%を達成する方法を検証した。東日本に風力発電を40GW程度導入すれば、需要比で、再生エネ電力比率で50%以上を達成できる見込みがある。このためには、地域間連系線の運用容量を拡大することが不可欠である。かつ、高い価格での炭素税により、石炭発電の供給を抑制することが必要である。

研究成果の概要（英文）： This study analyses the feasibility of renewable electricity target at 45% in 2030 in the eastern Japan grids integrating large-scale wind and photovoltaic energies. The research evaluates effectiveness of interconnection transmission and carbon tax to achieve the renewable target. A simplified model of unit commitment with economic load dispatching simulates supply-demand balance in the eastern Japan grids. 44GW of wind and 43GW of PV systems are integrated in the eastern grids. The cross-regional interlink capacity of 1.8GW from Hokkaido to Tohoku and 10GW from Tohoku to Tokyo are developed. A capacity increase of interlink from Hokkaido and Tohoku to Tokyo is the major contribution to a substantial increase of renewable electricity share. A share of renewable electricity in the eastern Japan reached 55% in October and 57% in January compared to the zone demand.

研究分野：エネルギー政策論

キーワード：変動性再生可能エネルギー 風力発電 太陽光発電 電力需給 ユニットコミットメント 地域間連系線 広域送電 炭素税

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

気候変動枠組条約のパリ協定に基づけば、非温室効果ガス電源は電力比率で、2030年頃には45～50%にすることが必要になる。2030年に再生可能エネルギー（再生エネ）電力比率45%を達成するには、どの程度の再生エネ電力を導入しなければならないか、その達成条件は何か。変動性電源である風力/太陽光発電（PV）を大量導入し、かつ、原子力発電の稼働ゼロ、石炭火力の可能な限り削減を行う場合、再生エネ電力を優先送電で広域送電する場合、電力需給はどのようなになるのか。電力過剰/不足の規模は、どの程度になるか。デマンドレスポンス、揚水発電、電気自動車（EV）充電を活用すると、需給をどの程度調整できるのか。本研究は、これらの点を考察した。

### 2. 研究の目的

研究の目的は、太陽光/風力を大量導入した場合の西日本、東日本の広域エリアの電力需給を解析し、再生エネ電力比率45%を達成しうる電源構成と条件を確認することであった。

当初は、西日本エリアに限定して解析したが、当初計画以上にモデル改良作業が進展したため、西日本だけでなく、東日本地域についても、解析作業を進めることができた。

### 3. 研究の方法

在来電源発電機の起動停止-経済運用(Unit Commitment with Economic Load Dispatching: UC-ELD)の簡易モデルを作成し、西日本エリア、東日本エリアの2030年の再生可能電力（以下、再生エネ電力）比率を推定した。風力/PVの変動性再生エネ電力を優先的に地域間送電し、デマンドレスポンス（DR）として、EV充電とヒートポンプ（HP）の昼間稼働を行う場合について、需給を推計した。

発電機の起動停止-経済運用の簡易モデル

在来発電機を22種類の発電機サブグループ(subgroup)に区分し、サブグループの合算設備容量を用いて、有効電力の需給のみを考察対象とし、1時間ごとの燃料費を最小化する最適化計算を行った。関西管区と中部管区は、合算した一つの管区として扱う。西日本については、5月（軽負荷期）と8月（重負荷期）を主に考察した。東日本では、10月（軽負荷期）と1月（重負荷期）を解析した。

### 4. 研究成果

#### (1)再生エネ導入目標

西日本に、PVを64GW、風力26GW、東日本に、PVを44GW、風力を44GW導入する場合について、試算した。バイオマス、地熱、小水力を2016年度の設定容量の1.2倍を導入する。2030年の風力の導入量は、再生エネ電力比率45%を達成させるため、敢えて、極めて挑戦的な規模を設定して、試算を行った（風力導入目標は、北海道4.5GW、東北21GW、東京18GW、中部10GW、関西3GW、北陸1GW、中国3GW、四国2.6GW、九州4.7GW）。

#### (2)想定条件

揚水発電、EV、HP：揚水発電は、PV/風力の合計出力予測が一定量以上の日は、昼間に揚水運転し、夕方・夜間ピーク需要時に発電させる。原子力は、稼働ゼロで算定した。石炭火力は、稼働設備容量を、昼間稼働停止も含めて、可能な限り削減させ、軽負荷期には、石炭火力は、日ごとの運用計画で、必要に応じて1基のみ稼働とした。EV台数は、各管区の乗用車台数の20%をEVと想定した。EVは太陽光出力を考慮して、深夜と昼間の二つの時間帯で充電し、HPは、夕方ピーク時間帯を避けて、加温する。EV充電とHP加温の時間プログラムは、地域と季節に応じて、調整する。電力需要は、2030年には、人口減少と省エネにより、西日本では、2016年から10%、東日本では、15%削減すると想定した。

LFC調整力：LFC調整力は、1時間前のPV/風力出力予測誤差を補てんさせる。変動性再生エネ電力の設備容量が拡大すると、調整力準備規模が拡大し、調整力の地域間融通が必要になるため、今回モデルでは、LFC調整力も地域外から投入し、地域間融通させる。

地域間優先送電：再生エネ電力は、地域間で優先送電する。西日本については、地域間送電は、調整力融通分を含めて、連系線運用容量の70%を上限に送電した。連系線運用容量は、広域の運営推進機関2028年計画値で算定した。

#### (3)九州、中国管区の需給結果

ここでは、西日本の解析結果を要約する。九州では5月には数GW規模の過剰電力が発生するため、大規模な出力抑制が頻発する。電力過剰の規模は、5月で4～5GWに達する。再生エネ連系容量の拡大に伴い、調整力が不足するようになる。しかし、調整力準備規模を拡大させると、調整力用火力発電機の最低出力下限が底上げされ、需給バランス維持が困難になる。昼間のHP加温、EV充電、揚水の夕方発電と、夕方の残余需要の急上昇のタイミングを合せるのが難しい。

九州→中国向けの連系線は、送電容量制約により、5月の月間総時間数の4分の1で送電容量上限に達した。再生エネ電力比率を引き上げるには、出力抑制量の削減が必要であり、そのためには、九州→中国向け連系線容量の拡張が必要である。

九州管区の8月（重負荷期）には、原子力稼働ゼロでも、太陽光出力が一定量あるため、供給不足リスクは発生しない。

中国管区は、8月には風力出力が少ない傾向にあるが、それでも、中国→関西向けの連系線の送電容量上限に達するため、電力過剰が発生する。中国管区の8月には、今回試算では、電力不足は生じなかった。中国→関西向けの連系線送電電力は、送電容量制約のため、送電上限に達する時間がある。

九州管区および中国管区の再生エネ電力比率を要約する。九州の再生エネ電力比率は、5月で36%、8月で31%にとどまった。九州→中国の連系線容量制約のため、再生エネ電力の出力抑制が大量に発生するため、再生エネ電力比率は40%以上にならなかった。中国管区の再生エネ電力比率は、5月で46%、8月で36%であった。

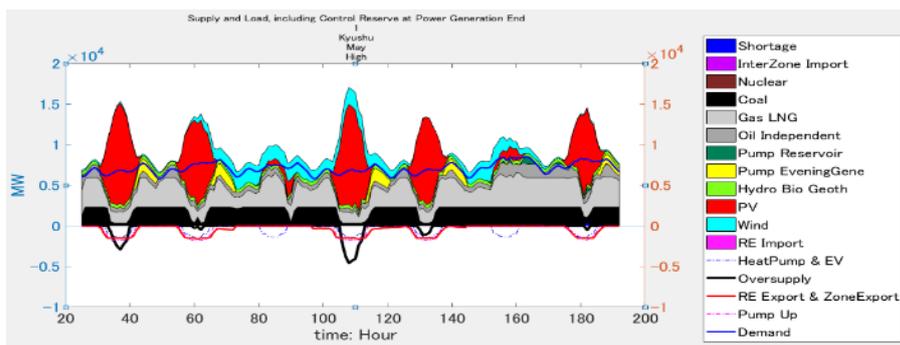


図1 九州管区，5月1-7日(Wind High ケース)

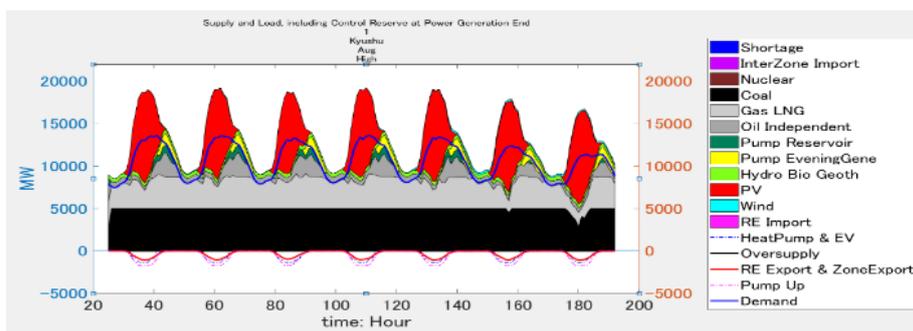


図2 九州管区の需給，8月1-7日(Wind High ケース)

#### (4) 関西-中部管区の需給結果

関西管区，中部管区について，融合した一つの管区として，合算で試算した。5月には，中国と四国からの再生エネの送電によって，関西-中部管区でも，限定的な規模ではあるが，電力過剰が発生する。

8月には，関西-中部管区では，原発を非稼働にした場合，かつ，需要10%削減の場合，1GW規模の供給不足が発生する。供給不足の理由は，関西-中部管区では，夕方から夜にかけて，大きな需要水準が継続すること，夕方のPV出力低下，残余需要急増，昼間の揚水運転から夕方の揚水発電への切り替えタイミング，昼間のEV充電から，夕方の充電抑制する時間タイミング，これらのすべてを，タイミング整合させることが難しいことによる。

8月（重負荷期）については，需要を15%削減し追加的省エネ対策を講じるならば，供給不足を解消できる。ただし，EV充電は，多数の乗用車EVによる分散型蓄電池の充電行動となるため，夕方から夜間の残余需要ランプ上昇と，充電抑制をタイミング整合させるには，不確実性が残る。天候条件により，PVの出力低下が1時間前後するだけでも，夕方に小規模な電力不足が発生しうる可能性が残る。これを補てんする蓄電池ないしデマンドレスポンスを用意することが重要である。

夏季には，関西-中部管区では，風力出力が少ない傾向があるため，夕方から夜間の需要対策として，蓄電ストレージの必要規模は，需要10%削減の場合，1GW\*3h規模，需要13%削減の場合500MW\*3hの規模で，蓄電池および需要シフトを実施することが，供給不足を防ぐために効果的である。

関西-中部管区の再生エネ電力比率（発電量比）は，需要15%削減の場合，5月で22%，8月では15%という低い水準にとどまった。

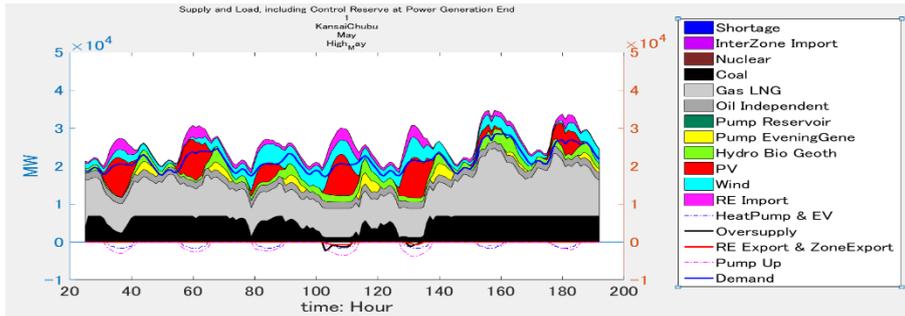


図3 関西-中部管区（合算）の需給，5月1-7日（Wind High ケース）

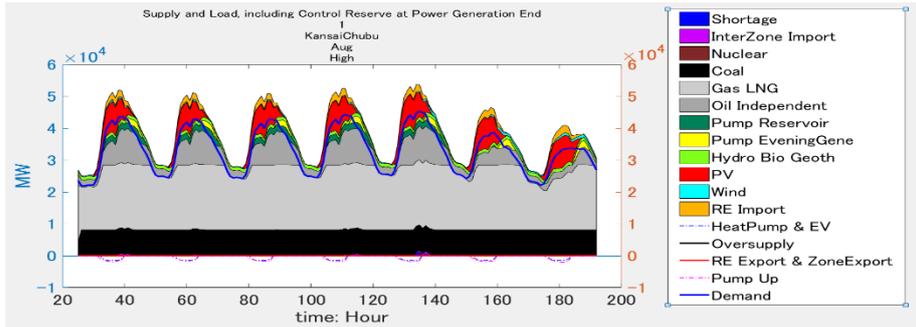


図4 関西-中部管区（合算）の需給，8月1-7日（10%需要削減，Wind High ケース）

#### (5) 西日本のまとめ

今回の試算条件では，再エネ電力比率 45%の達成は困難である．再エネ電力比率引き上げのためには，九州-中国の連系線容量の拡大が不可欠である．九州，四国，中国では，各電力管内だけでは調整力が不足するため，調整力の地域間融通が必要である．関西-中部管区では，夕方のPV出力低下，EV充電終了，揚水発電開始のタイミング整合が難しい．今回試算条件では，原子力非稼働の場合，供給不足リスクが残るため，蓄電ストレージが1GW\*3h規模が必要である．

風力/PV出力は，季節変動と地域差が大きい．かつ，風力/PVの導入規模と地域間連系線の送電容量により，出力抑制比率も大きく変化する．将来の再エネ電力比率の推定には，解析条件を，様々に変更して，1年間全体を詳細に比較分析する必要がある．

今後は，地域間連系線の運用容量の拡大，蓄電池の大量導入，商用車を含むEV台数の拡大など，条件を変更して分析を行い，効果的な需給条件を確認する．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 竹濱朝美, 歌川学, 斎藤哲夫	4. 巻 42
2. 論文標題 東日本地域における風力大量導入による2030年の電力需給, 地域間連系線と炭素税の効果検証	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第42回風力エネルギー利用シンポジウム	6. 最初と最後の頁 212-215
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 竹濱朝美, 歌川学	4. 巻 37
2. 論文標題 変動性再生可能電源による2030年の電力需給, 地域間連系線増強と炭素税の効果検証	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 第37回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集	6. 最初と最後の頁 157-162
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 竹濱朝美・歌川学	4. 巻 -
2. 論文標題 西日本における2030年、再生可能エネルギー電力比率45%に向けた課題、地域間送電とデマンドレスポンスの活用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電気学会研究会資料 (新エネルギー・環境, 高電圧, 合同研究会)	6. 最初と最後の頁 35-40
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 竹濱朝美・歌川学	4. 巻 -
2. 論文標題 2030年の西日本における電力需給分析: デマンドレスポンスおよび地域連系線活用、再エネ電源比率大幅拡大の検証	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第38回 エネルギー・資源学会研究発表会 講演論文集	6. 最初と最後の頁 497-502
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 竹濱朝美・歌川学	4. 巻 -
2. 論文標題 2030年の東日本における変動性再エネ電源導入による電力需給分析：電気自動車および連系線活用による再エネ電力比率45%の達成方法の探索	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第36回 エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集	6. 最初と最後の頁 18-23
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 竹濱朝美・歌川学・斎藤哲夫	4. 巻 -
2. 論文標題 東日本における電力需給の簡易解析、風力大量導入と2030年の再生可能エネルギー電力比率45%の検証	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第41回 風力エネルギー利用シンポジウム (発表原稿集)	6. 最初と最後の頁 245-248
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 Asami TAKEHAMA, Manabu UTAGAWA	4. 巻 -
2. 論文標題 High Penetration of Variable Renewable Energies and Supply-Demand Balance in the Western Japan Grid: Pumped-Storage Systems and Inter-zone Transmission	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings for Grand Renewable Energy 2018, Area X_Energy Network	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) 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 Asami TAKEHAMA, Manabu UTAGAWA	4. 巻 8
2. 論文標題 "High Penetration of Photovoltaic Energy and Supply-Demand Balance in the Western Japan Grid, with Utilizing Inter-zone Transmission and Demand Response"	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 8th International Workshop on Integration of Solar Power into Power Systems, 3A_1_S18_274 (conference proceeding full paper)	6. 最初と最後の頁 274-279
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 竹濱朝美、歌川学、斎藤哲夫	4. 巻 40
2. 論文標題 西日本における2030年の風力/太陽光発電導入と電力需給バランス、地域間送電と柔軟な需給運用の効果	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 第40回風力エネルギー利用シンポジウム(予稿集)	6. 最初と最後の頁 219-222
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 竹濱朝美、歌川学、斎藤哲夫	4. 巻 39
2. 論文標題 風力/太陽光発電の地域間送電と揚水発電を考慮した電力需給に係る予備的考察	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 第39回 風力エネルギー利用シンポジウム(発表原稿集)	6. 最初と最後の頁 504-507
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 歌川学、外岡豊	4. 巻 53-2
2. 論文標題 2050年温室効果ガス排出80%以上削減に向けた対策シナリオ	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本の科学者	6. 最初と最後の頁 19-25
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 -

〔学会発表〕 計22件(うち招待講演 2件/うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Asami Takehama
2. 発表標題 Large-Scale Integration of Renewable Energy in 2030: Supply-demand Balance in the Grid and Challenges in the Regulatory Framework .
3. 学会等名 2021 Annual Conference of the German Association for Social Science Research on Japan "Continuity and Change 10 years after 3.11", 19th March 2021 (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹濱朝美, 歌川学, 斎藤哲夫
2. 発表標題 東日本地域における風力大量導入による2030年の電力需給, 地域間連系線と炭素税の効果検証
3. 学会等名 第42回風力エネルギー利用シンポジウム 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹濱朝美, 歌川学
2. 発表標題 変動性再生可能電源による2030年の電力需給, 地域間連系線増強と炭素税の効果検証
3. 学会等名 第37回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Asami Takehama
2. 発表標題 Technological support for energy transition: the technological approach for energy market and smart cities
3. 学会等名 Local Energy Governance in France and Japan (Universite de Lille, France) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹濱朝美・歌川学
2. 発表標題 西日本における2030年、再生可能エネルギー電力比率45%に向けた課題、地域間送電とデマンドレスポンスの活用
3. 学会等名 電気学会研究会 (新エネルギー / 環境、高電圧、電力系統技術合同研究会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹濱朝美・歌川学
2. 発表標題 変動制電源大量導入による東日本の電力需給バランス、再エネ2030年50%目標の検証
3. 学会等名 日本環境学会第45回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹濱朝美・歌川学
2. 発表標題 2030年の西日本における電力需給分析：デマンドレスポンスおよび地域連系線活用、再エネ電源比率大幅拡大の検証
3. 学会等名 第38回 エネルギー・資源学会研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹濱朝美・歌川学
2. 発表標題 2030年の東日本における変動性再エネ電源導入による電力需給分析：電気自動車および連系線活用による再エネ電力比率45%の達成方法の探索
3. 学会等名 第36回 エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹濱朝美・歌川学
2. 発表標題 再生可能電源の大量導入による2030年の電力需給解析，広域送電の検証
3. 学会等名 環境経済・政策学会2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹濱朝美・歌川学・斎藤哲夫
2. 発表標題 東日本における電力需給の簡易解析、風力大量導入と2030年の再生可能エネルギー電力比率45%の検証
3. 学会等名 第41回 風力エネルギー利用シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Asami TAKEHAMA, Manabu UTAGAWA
2. 発表標題 High Penetration of Variable Renewable Energies and Supply-Demand Balance in the Western Japan Grid: Pumped-Storage Systems and Interzone Transmission
3. 学会等名 Grand Renewable Energy 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Asami TAKEHAMA, Manabu UTAGAWA
2. 発表標題 "High Penetration of Photovoltaic Energy and Supply-Demand Balance in the Western Japan Grid, with Utilizing Interzone Transmission and Demand Response"
3. 学会等名 8th International Workshop on Integration of Solar Power into Power Systems (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹濱朝美, 歌川学
2. 発表標題 西日本エリアの電力脱炭素化, 変動性再生可能電源の大量連系による電力需給調整解析
3. 学会等名 日本環境学会、第44回、研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹濱朝美、歌川学、斎藤哲夫
2. 発表標題 西日本における2030年の風力 / 太陽光発電導入と電力需給バランス、地域間送電と柔軟な需給運用の効果
3. 学会等名 第40回、風力エネルギー利用シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Asami Takehama
2. 発表標題 Supply-demand balance in the western Japan electricity grid with high PV penetration scenarios
3. 学会等名 21th REFORM Group Meeting. The REFORM Group (Restructuring Energy Systems for Optimal Resource Management) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Asami Takehama, Manabu Utagawa
2. 発表標題 Statistical analysis of large-scale photovoltaic integration and demand-supply balance in the western Japan grid, implications for grid integration policies for variable renewable energies
3. 学会等名 2nd German-Japanese Workshop on Renewable Energies. German Aerospace Center (DLR) and University of Stuttgart (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 竹濱朝美
2. 発表標題 風力・太陽光発電の系統連系の制度と運用、日本とドイツの比較から
3. 学会等名 環境経済・政策学会、2017年大会、企画セッション:電力システム改革下の再生可能エネルギー普及の課題(1)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 竹濱朝美、歌川学
2. 発表標題 太陽光発電の大量連系による西日本管区の電力需給と電源構成メリットオーダーへの影響分析
3. 学会等名 日本環境学会、第43回研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 竹濱朝美、歌川学、斎藤哲夫
2. 発表標題 風力/太陽光発電の地域間送電と揚水発電を考慮した電力需給に係る予備的考察
3. 学会等名 第39回 風力エネルギー利用シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 歌川学、外岡豊
2. 発表標題 2050年に向けた技術対策および人口減社会のスリム化によるエネルギー需給とCO2削減可能性
3. 学会等名 エネルギー資源学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 歌川学、外岡豊
2. 発表標題 今世紀後半温室効果ガス排出ゼロにむけた2050年までの温暖化対策とエネルギー需給
3. 学会等名 日本環境学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 歌川学
2. 発表標題 2050年にむけた日本の温暖化対策・エネルギーシナリオ
3. 学会等名 東京科学シンポジウム
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 大島堅一, 高橋洋, 高村ゆかり, 安田陽, 歌川学, 竹濱朝美, 上園昌武, 木村啓二	4. 発行年 2021年
2. 出版社 日本評論社	5. 総ページ数 -
3. 書名 炭素排出ゼロ時代の地域分散型エネルギー	

1. 著者名 諸富徹, 竹濱朝美, 歌川学, 小川祐貴, 東愛子, 中山琢夫, 杉本康太, 安田陽, 内藤克彦, 近藤潤次	4. 発行年 2019年
2. 出版社 日本評論社	5. 総ページ数 252
3. 書名 入門 再生可能エネルギーと電力システム	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	歌川 学  (Utagawa Manabu)  (40356572)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・エネルギー・環境領域・主任研究員   (82626)	

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
---------	---------