

令和 2 年 6 月 4 日現在

機関番号：34310

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2015～2019

課題番号：15K00644

研究課題名（和文）再生可能エネルギーの化石燃料削減効果に関する研究 - 宮古島市を事例として -

研究課題名（英文）Effects of renewable energy expansion on fossil-fuel consumption: A case study in Miyakojima, Japan

研究代表者

石田 葉月 (Ishida, Hazuki)

同志社大学・経済学部・教授

研究者番号：20302309

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、宮古島市を事例として、再生可能エネルギー（主に風力・太陽光発電）の利用促進が化石燃料の消費削減にどれだけ寄与したのかを明らかにすることを目的とした。本研究は、公的に利用可能なエネルギー関連データと現地でのインタビュー調査に基づいて、宮古島市におけるエネルギーバランスを把握するという方法により遂行した。研究結果として、これまでのところは相応の化石燃料削減効果が認められたが、今後更に風力・太陽光発電のシェアを高めるならば、火力発電の負荷率低下による熱効率低下が懸念される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の社会的意義は、低炭素社会の担い手としてとりわけ期待されている再生可能エネルギー（なかでも風力・太陽光発電）が、本当に期待通りの効果をあげているのかを追求したことにある。風力・太陽光発電が増えれば火力発電の負荷率が低下し、熱機関の特性から、火力発電の熱効率の低下が懸念される。その程度が大きければ、火力発電量の低減による化石燃料消費の削減効果が相当に失われてしまうことになる。こうした視点からの実証分析は、宮古島市に限らず、国内外において極めて少ないのが現状である。

研究成果の概要（英文）：The present study assessed the extent to which increasing the share of variable renewable energy (VRE) in Miyakojima decreased fuel consumption in thermal-power generation. The detailed time-series data on the load factor and fuel consumption of thermal-power plants often remain undisclosed, and Miyakojima is no exception. Consequently, this study was conducted based on published energy-related data and an interview survey conducted in Miyakojima. It was found that increasing the share of VRE did not lower the thermal efficiency of thermal-power generation. However, further expansion of VRE share could degrade the thermal efficiency.

研究分野：エネルギー経済

キーワード：再生可能エネルギー 化石燃料

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

低炭素社会の構築に向けて、再生可能エネルギーの大幅な導入は不可欠であると考えられており、とりわけ、風力・太陽光発電には多大な期待が寄せられている。しかしながら、風力・太陽光発電は変動性の高いエネルギーであるため、いつでも電力需要に応じて発電してくれるとは限らない。このような融通のきかないエネルギー源をバックアップするのは、多くの場合において火力発電であるのが現状であり、風力・太陽光発電の不測・急速な出力低下に備えて、発電器は常時スタンバイの状態が要請される。

従来、風力・太陽光発電による化石燃料節減効果は、両者のあいだに単純な比例関係があるとの仮定に基づいて試算されるのが普通であった。そこでは、たとえば、再生可能エネルギーによる1kWhの発電は、火力発電による発電を1kWh分減らし、それに一定の係数（熱効率の逆数）を掛け合わせた分だけ化石燃料消費が減るという仮定が置かれてきた。しかし、風力・太陽光発電のバックアップとして火力発電を用いる場合には、長時間のアイドルングや低負荷率運転を余儀なくされ、それによる熱効率の悪化が懸念される。ただし、そのことによって実際にどれだけ「期待された化石燃料節減効果」が失われたのかを定量的に知ることは必ずしも容易ではない。なぜなら、発電所における出力や燃料消費の詳細な実績値は非公開であることが普通であり、詳細な分析に必要なデータの利用は著しく困難だからである。

こうしたなか、沖縄県宮古島市の取り組みは、上の問題を検討するのに極めて適した事例であると思われた。その理由は、第一に、風力・太陽光発電の導入を急速に進めていること、第二に、電源構成が単純であること（主力は重油火力）、第三に、電力網が独立していて市外からの電力融通がないため、風力・太陽光発電と火力発電との繋がりが見えやすいこと、が挙げられる。こうした条件下であれば、詳細な発電実績データが利用できなくとも、市全体としての発電量や重油のフローを把握することにより、風力・太陽光発電が実際にどれだけ重油消費の節減に貢献したのかを突きとめることが可能であると考えた。

なお、宮古島市における再生可能エネルギー普及の取り組みは、風力・太陽光発電事業の他に、主力産品であるサトウキビの絞り滓を有効活用したバイオエタノール生産事業がある。宮古島市がこうした取り組みに励む背景には、環境に優しい地域づくりの先進モデルとしてアピールしたいという思惑に加え、エネルギー資源を遠方に依存しているという不安要因を解消したいという離島特有の事情もある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、宮古島市を事例として、再生可能エネルギーの利用促進が化石燃料の消費にどのような影響を及ぼしているのかを定量的に明らかにすることである。二酸化炭素排出量で換算すると、宮古島市における化石燃料消費のおよそ半分が火力発電由来であるという現状をみると、火力発電依存からの脱却は（もしそれがうまくいくのであれば）、宮古島市における化石燃料消費量の大幅な削減をもたらすと期待できる。そうした観点から、本研究では、風力・太陽光発電のシェア増が及ぼす影響を明らかにすることに力点を置いた（後述するように、本研究の期間中に、宮古島市におけるバイオエタノール事業は事実上暗礁に乗り上げた）。

3. 研究の方法

宮古島市におけるエネルギーバランス（上述の理由により主に重油のフロー）を把握することより、再生可能エネルギー（同じく、上述の理由により主に風力・太陽光発電）が化石燃料削減にどれだけ寄与したのかを定量的に把握した。エネルギーバランスは、利用可能な統計データ（市役所が毎年発行している『統計みやこじま』や、沖縄電力が毎年発行している『沖縄統計のあらまし』）に加え、市役所や電力会社、石油会社に対するヒアリング調査に基づいて作成した。また、石油火力発電の負荷率と熱効率に関する検証においては、宮古島市と同様の条件（すなわち、ディーゼル重油火力）で発電を行っている他の自治体の事例も参考にすることで、分析に必要なデータの不足を補う工夫もした。その他の宮古島市の取り組みについても、バイオエタノール生産施設や製糖会社へのヒアリングなどを通じ、実態の把握を行った。

4. 研究成果

分析の結果、風力・太陽光の発電に占める割合が1割を超えた宮古島市の現況において、火力発電プラントにおける負荷率の低下が熱効率の低下をもたらしたという確証は得られなかった。宮古島市全体の化石燃料消費からすると、このことから得られた化石燃料消費削減効果は小さいものであるが、火力発電の熱効率低下がないのであれば、風力・太陽光が火力を置き換えた発電分だけ燃料消費量が減ったということになる。ただし、宮古島市が今後更に風力・太陽光発電のシェアを高めていくとき、本研究の結果をもって、火力発電の熱効率低下が問題にならないと断言するのは早計である。なぜなら、ディーゼル発電機はその性質上、負荷率が50%以上であれば熱効率は大きく低下しないが、それを下回ると急激に低下することが知られているからである。本研究の調査結果から総合的に判断すると、宮古島市の火力発電は、これまでのところ、発電機の負荷率が50%を下回らないように稼働させることができていた。しかし、今後更に再生可能エネルギーの導入が進めば、負荷率50%以上での発電が困難になっていくものと思われるので、

火力発電の熱効率低下の問題が顕在化する可能性は否定できない。もちろん、この問題は、風力・太陽光発電のバックアップ電源に火力発電を使わないようなシステムを構築することにより回避できるかもしれないが、有力視されていた蓄電池によるバックアップは、宮古島市の一部で行われていた実証実験の結果、費用面で現実性に乏しいことが明らかになり、市全域の脱火力への道は決して平坦ではない。また、サトウキビの絞り滓から作られるバイオエタノールを自動車用燃料にあてるという事業についても、採算が合わずに撤退を余儀なくされた。以上のように、宮古島市における再生可能エネルギーの大幅な普及の主役は、今後もしばらくは風力・太陽光発電であると思われるが、その取組みが、市全体の化石燃料消費の大幅な削減に繋がるか否かについては不透明であり、その動向には今後も注視し続ける必要がある。

なお、本研究の成果は、学術論文（英語）としてとりまとめており、2020年5月28日現在、投稿準備中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 石田葉月
2. 発表標題 風力・太陽光発電が化石燃料消費に及ぼす影響 - 宮古島市を事例として -
3. 学会等名 環境経済・政策学会 2017年大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----