

太陽光発電の出力抑制が時間前取引に与える影響に関する研究： 九州地方を対象として

Effects of Solar Power Curtailment in the Intraday Market: An empirical Study in Kyushu, Japan

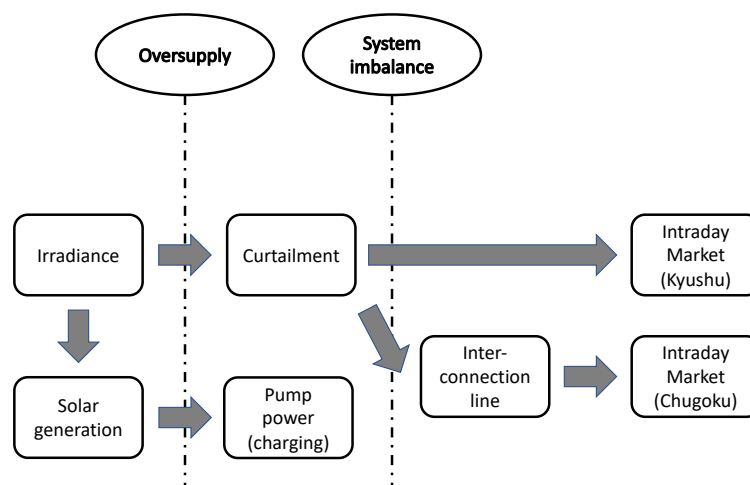
馬 騰

1. 背景・論点

2018年10月に最初の太陽光出力抑制が九州地域に発生した以来、再生可能エネルギー(再エネ)の出力抑制の抑制量と発生頻度が多くなっている。その原因は主に近年再エネ電源の大量導入と不安定な再エネ電力供給だと考えられている。太陽光出力抑制が発生している九州地方には、太陽光出力抑制量は太陽光発電量に占める平均シェアは約6%である。2021年4月18日午後2時に、このシェアは約86%まで増加し、ほぼ全ての太陽光発電が出力抑制されたと示している。

再エネの出力抑制は再エネ普及の阻害要因なので、出力抑制を削減することは再エネの普及、さらにカーボンニュートラル目標の達成には非常に重要だと考えられる。Dumlao and Ishihara (2020)は九州地方の出力抑制を削減する要因を注目し、出力抑制を削減するため、翌日需給バランス測定ミスの削減、週末や特定な時間帯(午前9時—午後3時)の需給変動のコントロールなどが重要だと指摘した。Ichimura (2020)は太陽光出力と揚水発電の関係を検討し、揚水発電の応用により出力抑制量を削減できることを指摘した。

しかしながら、市場メカニズムによる出力抑制削減に関する研究が見られませんでした。したがって、本研究の目的は九州地域の太陽光発電出力抑制が時間前市場価格に与える影響を明らかにすることである。また、太陽光発電の出力抑制が関門連系線による電力調達された分が中国地方の時間前市場価格に与える影響も明らかにする。



2. 研究手法

本研究は Linear Unobserved Effects Panel Data Model を採用し、抑制された太陽光発電が時間前市場に与える影響を分析する。実証モデルは以下となる。

$$Price_{it} = \beta_0 + \beta_2 Price_{i,t-1} + \beta_3 Curtailment_{it} + \beta_4 Control_{it} + \xi_t + v_i + \varepsilon_{it}$$

$Price_{it}$ は九州地方の時間前市場価格を示している。 $Curtailment_{it}$ は九州地方の太陽光出力抑制を示す。

また、抑制された太陽光発電が中国地方の時間前市場に与える影響を分析するため、2 Stages Linear Unobserved Effects Panel Data Model を採用した。Stage 1 によって、九州地方の太陽光出力抑制が関門連系線による電力調達への影響を明らかにする。Stage 2 で、この影響が中国地方の時間前市場価格に与える影響を分析する。

$$\text{Stage 1: } Transmission_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 Curtailment_{it} + \gamma_2 Control_{it} + \xi_t + v_i + \tau_{it}$$

$$\text{Stage 2: } Price_{it} = \beta_0 + \beta_2 Price_{i,t-1} + \beta_3 \widehat{Transmission}_{it} + \beta_4 Control_{it} + \xi_t + v_i + \varepsilon_{it}$$

$Transmission_{it}$ は九州地方が関門連系線経由四国地方への電力調達量を示している。

$\widehat{Transmission}_{it}$ は Stage 1 で計算された $Transmission_{it}$ の予測値を示している。

3. 分析結果

九州地方の出力抑制が九州地方の時間前市場に与える影響に関する分析結果は以下となる。まず、九州地域の太陽光出力制御が 1%を増加すると、時間前市場価格が約 0.004%低下することが分かった。出力制御が発生した時、電力供給が需要を上回ることが考えられる。また、当日の電力需給インバランスが現れる時、出力制御が時間前市場価格に与える影響がさらに大きくなる。具体的にいうと、インバランス毎 10MW 増加すると、太陽光出力制御が時間前市場価格への影響が 0.00015%増加する。さらに、関門連系線による中国域への電力調達により、時間前市場価格が低下することが分かった。

九州地方の出力抑制が中国地方の時間前市場に与える影響に関する分析結果は以下となる。まず、太陽光出力制御量が関門連系線による中国地域への電力調達へ影響を与える。具体的にいうと、太陽光出力制御量が 1%を増加すると、中国地域への電力調達は 0.007%増加することを分かった。また、九州地方の太陽光出力制御が関門連系線により中国地域へ調達された分が時間前市場価格へマイナスの影響を与えることが分かった。太陽光出力制御量が関門経由の調達量が 1%を増加すると、時間前市場価格が約 0.003%低下する。最後、中国地域のインバランス毎 10MW 増加すると、太陽光出力制御量が時間前市場価格への影響が 0.00016%増加することが分かった。