

2019年度 独創的研究助成費 実績報告書

2020年 3月 30日

報告者	学科名	情報システム工学科	職名	助教	氏名	泉 晋作
研究課題	再生可能エネルギーを含む電力システムの安定性解析					
研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	泉 晋作	情報工学部情報システム工学科・助教	制御工学	研究全般	
研究実績の概要	<p>研究背景・目的</p> <p>現在、太陽光発電システム（PV）に代表される再生可能エネルギーの電力システムへの導入が急速に進められている。PVの導入により、化石燃料の消費量や温室効果ガスの排出量を削減できると期待されている。一方で、PVは同期化力（発電機が持つ同期運転を維持しようとする力）を持たないため、電力システムに大量導入すると、システムが不安定化する恐れがあることが知られている。それゆえ、PVが導入された電力システムの安定性解析の研究が盛んに行われている。</p> <p>このような背景から、報告者らは、図1に示される発電機、PV、無限大母線（大規模な電力システムを模擬したもの）からなる電力システムを対象に、PVの導入がシステムの安定性に与える影響を理論的に解析した¹⁾。そして、図1のシステムが安定であるための十分条件を、PVの出力電流の大きさとシステムの物理パラメータに関する不等式として導出した。一方で、この安定条件の妥当性や有効性は、まだ十分に検証されていなかった。そこで本研究では、文献¹⁾で得られた安定条件の妥当性および有効性の検証を目的とする。</p>					

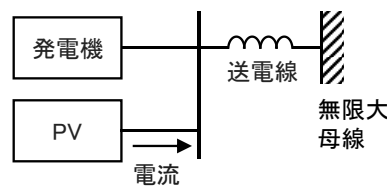


図1 PVを含む電力システム

研究実績
の概要

研究成果

図1の電力システムに対して、ある物理パラメータの値を設定し、文献¹⁾の結果を適用すると、安定条件として、 $i_p < 0.375$ pu が得られた(ただし、 i_p はPVの出力電流の大きさを表す)。そこで、 $i_p < 0.375$ を満たす様々な i_p の値に対して、システムを平衡状態近傍で線形近似し、そのシステム行列の固有値を計算して安定性を評価した(一例を表1に示す)。

その結果、設定したすべての i_p の値に対してシステムは安定であった。これは、文献¹⁾の安定条件の妥当性を示している。

つぎに、有効性として、安定条件の保守性を検証する。上で述べた電力システムを再び考える。同様の方法を用いて、システムが安定性を維持できる i_p の条件を求めると、 $i_p < 0.377$ pu が得られた。したがって、上で求めた安定条件 $i_p < 0.375$ pu は、実際に許容できるPVの出力電流値の約99%を与えており、(今回の例の場合)安定条件の保守性は低いことがわかる。これは、文献¹⁾の安定条件を用いることで、システムの安定性を保証しつつ、より多くのPVを導入できることを意味している。

今後は、より現実的なシステムとして、無限大母線で近似されていない電力システムを考え、この結果を応用して、システムの安定性を評価する枠組みを構築する。

1) S. Izumi, Y. Karakawa, X. Xin, and T. Yamasaki: Stability analysis of power systems with photovoltaic generators, Proceedings of the 55th IEEE Conference on Decision and Control, pp. 4136-4141 (2016)

表1 PV出力電流とシステムの安定性

i_p [pu]	固有値	安定性
0.1	$-0.14 \pm 6.1j$	安定
0.2	$-0.14 \pm 5.5j$	安定
0.3	$-0.14 \pm 4.5j$	安定