

様式 I

博士学位論文調査報告書

論文題目

Studies on dynamic vulnerability based on sudden disturbances in the context of diversity in power mix

(電力ミックスの多様性における突発的途絶を基とした動的脆弱性に関する研究)

申請者 光 齋 翔 貴

最終学歴 令和 2 年 9 月

京都大学大学院エネルギー科学研究科エネルギー社会・環境科学専攻博士後期課程
研究指導認定見込

学識確認 平成 年 月 日 (論文博士のみ)

調査委員 京都大学大学院エネルギー科学研究科
(主査) 教授 宇根崎 博信

調査委員 京都大学大学院エネルギー科学研究科
教授 石原 慶一

調査委員 京都大学大学院エネルギー科学研究科
教授 黒崎 健

(続紙 1)

京都大学	博士 (エネルギー科学)	氏名	光斎 翔貴
論文題目	Studies on dynamic vulnerability based on sudden disturbances in the context of diversity in power mix (電力ミックスの多様性における突発的途絶を基とした動的脆弱性に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、電力ミックスの多様性における突発的途絶の分析に立脚してエネルギーセキュリティの動的な脆弱性の評価に関する研究の成果をまとめたもので、7章からなっている。</p> <p>第1章は序論で、近年におけるエネルギーセキュリティの重要性及びエネルギーセキュリティのコンセプトに関する研究動向を述べた後、エネルギーセキュリティ研究における脆弱性 (vulnerability) に立脚したアプローチについて詳述し、電力ミックスの多様性における短期的・突発的途絶の影響評価に本アプローチを適用することの重要性を指摘するとともに、動的な脆弱性の定量評価のための手法を確立し、定量評価を行うことの必要性を指摘している。さらに、本研究の目的、構成について述べている。</p> <p>第2章では電力ミックスの多様性に関する途絶リスクの評価に係る先行研究のレビューを行い、突発的途絶に代表される短期的なスケールでの影響評価が不足していること、電力ミックスの多様性と電力システムの信頼性との関係性を明らかとしていくことが重要であることなど、研究上の課題を指摘している。</p> <p>第3章では電力ミックスの多様性と、突発的途絶の分析を通じた脆弱性評価を行うための分析フレームワーク及び定量評価手法について、既存の指標類の制約・限界を述べたのち、突発的途絶の定量評価のための指標類の定義と、定量評価のための分析フローを整理し、第4章以降で実施する定量分析のためのフレームワークを構築している。</p> <p>第4章は一つ目のケーススタディとして、原子力発電を含む集中型電力システムを例として、原子力発電の突発的途絶の影響評価と、それに基づく脆弱性評価に係る研究成果であり、電力供給セキュリティの定量評価のための新たな指標に基づいて電力システムの安定性/脆弱性の定量的ふるまいを明らかとしている。</p> <p>第5章は二つ目のケーススタディとして、太陽光発電及び蓄電池からなる分散型電源システムを例とした突発的供給途絶の影響評価と、それに基づく脆弱性評価に係る研究成果であり、故障率、途絶期間とシステムの安定性・脆弱性との関係性を定量的に明らかとしている。</p> <p>第6章では、異なる時間スケールで発生する供給途絶に対する電力システムの脆弱性として動的脆弱性と静的脆弱性との比較分析を行っており、短期的な突発的途絶に代表される動的脆弱性は、従前の電力システムの信頼性評価で用いられてきた静的脆弱性と異なる挙動を示すことを明らかとするとともに、電力システムの多様性評価において、従前の電力多様性評価手法は、短期的な脆弱性に関わる要素を見過ごしう可能性があることを示している。</p> <p>第7章は本研究の総括であり、本論文で得られた成果について総括している。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、電力源の多様性における供給端における突発的途絶が電力システムに与える影響の評価をもととして、エネルギーセキュリティの短期的な脆弱性の評価に関する研究の成果をまとめたものである。本論文で得られた主な結果は以下の通りである。

- 1) 電力源の多様性における年・月単位の長期的な観点からみた脆弱性と、一日以内の短期的な脆弱性を概念化するとともに、突発的途絶後の電力システムがもつエネルギー供給能力に注目し、突発的な発電容量の減少と電力需給のバランスの観点から短期的な脆弱性に係る新たな定量評価手法を開発した。
- 2) 電源システムの短期的な脆弱性について、突発的途絶リスク評価のケーススタディとして集中型電力システムと分散型電力システムを対象とした定量評価を行い、突発的途絶に対する新たなセキュリティ指標を提案するとともに、電力源の多様性評価において、従前の長期的かつ静的な発電量のみの議論に加え、短期的かつ動的な需給バランスを短期的な脆弱性として勘案することの重要性を明らかとした。
- 3) 集中型システムと分散型システムを対象として、電力構成要素の長期的・短期的脆弱性を比較・分析した。各電力構成要素の依存度について、長期的な多様性における各構成要素の静的な発電量からみた依存度の傾向は、集中型システム・分散型システムそれぞれにおいて短期的な多様性における各構成要素の動的な脆弱性からみた依存度の傾向と大きく異なっていることを明らかとした。

以上のように、本論文は、電力源の多様性を例としてエネルギーセキュリティにおける動的脆弱性に係る概念フレームワークを構築し、それをもとに定量評価を行うことにより、短期的な脆弱性をより明確な形でとらえることを可能とした。本論文を通じて確立されたフレームワークとエネルギーセキュリティの短期的な脆弱性の分析手法は、今後のエネルギーセキュリティの定量評価、特に短期的かつ動的な外乱の影響の分析と、それに基づくエネルギーセキュリティの脆弱性検証にとって有用な手法となりうるものであり、今後のエネルギーセキュリティ研究に大きく貢献することが期待される。

よって、本論文は博士(エネルギー科学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和2年8月26日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。

論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文の全文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降