

## 学 位 論 文 の 要 旨

専攻名	工学専攻	ふりがな氏	あんたみる さいど Antamil Said	
学位論文題目	Real-Time Stability Monitoring and Attack Detection of Power Systems Using Phasor Measurement Units (フェーザ測定装置を用いた電力システムのリアルタイム安定性監視と攻撃検出)			
<p>This dissertation introduces innovative approaches to real-time monitoring of time series data in power systems, offering a novel way for monitoring transient stability and detecting cyber-attacks.</p> <p>The paper consists of two parts.</p> <p>The first part is to propose stability indices for detecting the rotor angle stability using phasor measurement units (PMUs) in the event of a power grid failure. Previous methods relying on the Persistency of Excitation (PE) and experiencing large error tendencies for fast varying parameters. To address these challenges, this research proposes the use of Instantaneous Lyapunov Exponent (ILE) and Malthusian parameter Estimators (MPEs) as stability indicators. Four types of MPEs are introduced which are based on adaptive observer techniques, time-varying parameter estimation algorithms, finite-time identification methods, and Generalized Parameter Estimation-Based Observers (GPEBO). It is demonstrated that both ILE and MPEs effectively monitor power system transient stability. While ILE exhibits slower convergence, it consistently provides accurate assessments. Moreover, the MPE using GPEBO is effective for stable systems, where the PE condition is not satisfied.</p> <p>The second part is to propose detectors for cyber-attacks against power systems. Attack against Power System Stabilizer (PSS) pose a threat to operational stability as they cannot be detected in advance of three-phase fault. We observe that attacks on power system are stealthy prior 3 phase line fault. But these attacks produce high oscillation post fault. Additionally, methods for observing monitors alongside correlation function monitors.</p> <p>The contributions of this study extend to proposing a comprehensive method for power system stability monitoring and attack detection, promising practical integration into power systems. However, future research endeavors should delve deeper into locating and identifying the sources of such attacks to fortify power system resilience and security.</p> <p style="text-align: right;">【279文字(語)】</p>				

## 学位論文審査結果の要旨

専攻	工学専攻 物質生産工学コース	氏名	Antamil Said
論文題目	Real-Time Stability Monitoring and Attack Detection of Power Systems Using Phasor Measurement Units (フェーザ測定装置を用いた電力システムのリアルタイム安定性監視と攻撃検出)		
主査	後藤雄治		
審査委員	高橋将徳		
審査委員	松尾孝美		
審査委員	高 炎輝		
審査結果の要旨 (1000字以内)			
<p>本論文では、電力システムのリアルタイム安定性監視とサイバー攻撃検出のための新しい手法が提案されている。故障が発生時には、システムが不安定になる恐れがあるので、安定性判定を早期に行う必要がある。近年、複雑化するシステムの状態計測のためフェーザ測定装置(PMU)が開発され、このデータに基づき、動特性方程式を用いないモデルフリーの安定性指標が提案されている。特に、リアプノフ指数を用いる手法が提案されているが、従来法では位相空間の再構成が必要であるが、リアルタイム安定性監視では、再構成の必要がない簡易なものが望ましい。本研究では瞬時リアプノフ指数(ILE)と適応制御手法に基づくマルサスパラメータ推定器(MPE)を安定性指標として使用することを提案している。ILEは安定性を高精度に評価できる一方で、収束が遅い問題がある。MPEはより迅速に結果を提供でき、持続的励起(PE)条件が必要なMPEと不要なMPEを4種類提案している。また、PMUを用いた系統システム安定化制御の場合には、ネットワークへのサイバー攻撃の攻撃にも対応する必要がある。特に、PMUの推定値を用いる電力システム安定化装置(PSS)に対する攻撃は、三相故障の前には検出が難しく、障害発生後にのみ大きな影響を及ぼす。本研究では、バイアス注入攻撃、時間遅れリプレイ攻撃および内部モデルリプレイ攻撃の3種類の攻撃法の評価を行い、故障前の通常運転時には、2種類のリプレイ攻撃はステルス性が高く、提案した安定性指標は不向きであることを指摘した。さらに、これらの攻撃を検出するために、統計的手法であるリアルタイム相関関数を用いた攻撃検出器を提案した。本手法の有効性は、数値計算により確認されている。これらの成果は、電力システムの安定性監視とサイバー攻撃検出の早期検出に大きく貢献できるものと考えられる。</p> <p>本審査では幾つかの質問が出されたが、適切な回答が得られた。博士論文も内容として優れており、本研究内容は博士(工学)の学位に値すると認められる。</p>			