

氏名(本籍)	ムハマド ラジアン ビン アブドル ラハマン (マレーシア)			
学位の種類	博士(工学)			
学位記番号	博乙第2584号			
学位授与年月日	平成24年3月23日			
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当			
審査研究科	システム情報工学研究科			
学位論文題目	Fault Diagnosis and Decision-Making for Safe and Effective Operation of Power Transformer Using Threshold Interpretation Rule and Expected Monetary Value (安全・効率的な変圧器運用のための閾値解釈規則と期待利得に基づく故障診断と意思決定)			
主査	筑波大学教授	工学博士	稲垣敏之	
副査	筑波大学教授	工学博士	宮本定明	
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	伊藤誠	
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	庄司学	
副査	筑波大学講師	博士(工学)	岡島敬一	

論文の内容の要旨

変圧器は電力システムのなかでも特に重要な役割をもっている。変圧器の故障は電力供給を不可能にし、多大な経済的損失をもたらし得るものであることから、その状態は注意深く監視されている。変圧器の状態監視に用いられる手法のひとつが油中ガス分析法である。この手法は、プラントを稼働させたままで変圧器の状態を知ることができる点に特徴があり、変圧器に生じた異常(故障)のタイプに応じて、発生する油溶性可燃ガスの種類と量が異なるという性質を利用するものである。ただし、油中ガス分析によって得られる情報にはさまざまな不完全性やあいまい性が含まれているのがふつうであり、時には情報間に矛盾が含まれていることもある。

本論文は、油中ガス分析結果から得られる不確実情報に基づいて変圧器の状態を推定し、プラントを停止させるべきか、監視を強めながらも運転を継続してよいか、問題なく平常運転を続けてよいかの意思決定を支援するシステムを構築しようとしたものである。

まず、変圧器の状態として重大故障、初期異常、正常の3状態を仮定し、油中ガス分析で得られた不確実情報に基づいて変圧器の状態を推定する証拠理論(Dempster-Shafer理論)的手法を与えている。この手法は、変圧器の状態は「判定不能」であるとの結論を許容するものであり、通常確率論的な推論とは一線を画すものである。また、個別のガス濃度ならびにその増加率、複数の油溶性可燃ガスの生成比率や浮遊ガスなどに関するさまざまな情報(証拠)を統合して変圧器の状態を推測するための閾値解釈規則を提案している。この規則は、変圧器故障に係るマレーシアでの過去の実事例を参考にして考案されたものである。さらに、変圧器の状態推定に基づいてプラントの安全制御方策を定める意思決定問題について、証拠理論におけるベリリーフ関数、プロバビリティ関数に着目した手法を提案し、2002年から2008年の間にマレーシアで実際に発生した変圧器故障事例において測定された油中ガス分析データを当てはめて、プラント誤停止の回避、

異常プラントの停止失敗（事故）の回避のいずれの視点でも提案手法が実用上すぐれた性質を持っていることを確認している。

審査の結果の要旨

本研究では、油中ガス分析から得られる情報が必ずしも正確で完全なものではないことを前提としたうえで、変圧器の状態を推定するとともに、その結果に基づいてプラントをただちに停止させるべきか、点検頻度を高めながらも運転を継続してよいか、問題なく平常運転を続けてよいかを決定するための手法を証拠理論的アプローチによって構築しようとしたものである。現実の発電システムを熟知しているだけに、油中ガス分析結果を変圧器状態に関する信念構造に変換していく過程やその結果を安全制御方策の選定に結び付けていく過程は、ときに細部にこだわりすぎているとの印象を与えるところもあるが、全般としては興味深いものがある。証拠理論のアプローチが従来の確率論的アプローチにない特徴をもたらし得ることを明確に示した点は、本論文がはじめて提示した知見のひとつであるといつてよい。

現実の問題を表現し解決できる手法を構築しなければならないという使命感が強すぎるあまり、理論の展開のなかに必ずしも自然あるいは必然とはいえない「工夫」が混入している点は惜しまれるが、その点を差し引いたとしても、本論文は博士（工学）の学位論文としては十分なレベルに到達していると認められる。

平成 24 年 2 月 7 日、システム情報工学研究科において論文審査委員全員出席のもと、著者の論文について説明を求め関連事項について質疑応答を行った。その結果、国立大学法人筑波大学学位規程第 2 条第 4 項の「大学院の行なう博士論文の審査に合格し、かつ、大学院の博士課程を修了した者と同等以上の学力を有すること」を論文審査委員全員によって確認し、合格と判定された。

上記の論文審査ならびに学力の確認結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。