

【論文審査の要旨】

科学技術が発達した現在に至ってもなお、自然災害による甚大な被害がしばしば報告されており、特に巨大地震や津波の発生を予測・検知することは人類史上の最大の目標の1つである。

日本列島を含む太平洋沿岸のアジア諸国は火山帯に属し、また複数のプレート間の衝突領域であるため、多くの地震・津波が発生する地域である。また、日本列島は多くの人々が暮らす大都市部や発電所などが分布する沿岸部に数多くの活断層が存在するため、災害対策・安全性確保という観点からも、発生検知は現代社会において多くの生命を救うことに結びつく重要な課題と言える。

自然災害を完全に防ぐことは困難であるが、これまで、地震への対策として緊急地震速報が整備され、また津波に対しても水位計、水圧計などを利用した発生検知法が検討され、災害規模を低減するための技術が開発されている。しかし、これらの既存技術については地震波や水波の伝搬速度という原理的な問題があり、発生検知の迅速性という観点からは十分とは言えない。したがって、更なる早期の災害検知に向けては別の観測パラメータを用いた方法が必要となる。

地球磁場（地磁気）変動の利用は、発生検知の迅速性を実現する可能性のある一つの手法である。従来の観測事例より、地震断層運動に伴って地球磁場が変化し、その変化は地震波が到達するよりも先に検出されることが報告された。この結果は地磁気観測によって早期の地震検知が可能である可能性を秘めたものである。一方で、地震発生時の地球磁場変動は数秒間に最大で、数100pT程度の大きさで、地球磁場の日常的な変動と比較しても非常に小さな変化量であった。

したがって、この地球磁場変動の観測による発生検知を実現していくには、観測システムの高解像化と定常的な成分と地震による変化を明確に識別するための地球磁場変動の信号推定法が重要な課題である。

以上を踏まえて、本論文では高解像地磁気観測システムと地球磁場変動の推定方法に関する新たな技術について論じている。

本論文で得られた成果を以下に示す。

(1) 高解像観測のためのデバイスとして HTS-SQUID (high-temperature superconductor based superconducting quantum-interference device) 磁力計を世界で初めてフィールドにおける地球磁場観測を目的として連続的に稼働させた。また、HTS-SQUID 磁力計を中心とした観測システムの評価を行い、従来利用されている磁力計に比べて大幅な性能向上が得られることを明らかにした。

(2) さらに、本観測システムによって地震発生が起源となった断層運動

に伴う地球磁場変動の観測に成功した。この観測結果は、HTS-SQUID 磁力計の有効性を示すとともに、今後の磁場変動のメカニズムの詳細な解析にも寄与できると期待される。

(3) また、地球磁場変動に関する推定方法としてニューラルネットワークを用いた地球磁場変動の推定方法を提案した。従来、線形モデルのみを用いた推定が主であった本分野においては革新的なアプローチと言える。複数の観測点の間の地磁気変動推定結果を評価し、推定法として大幅な性能向上が得られることを明らかにした。

以上のように、本論文は地球磁場変動を用いた自然災害検知のために必要となる高解像観測および変動推定方法について報告したものである。本研究で得られた結果は、自然災害検知の分野に新しい視点を与えるものであり、今後のこれらの分野の発展に大いに貢献することが期待され、工学的に重要な意義が認められる。よって本論文は博士(工学)の学位を授与するに十分な価値を有すると判断する。

(最終試験又は試験の結果)

本学の学位規則に従い、最終試験を行った。公開の席上で論文発表を行い、主査及び3名の副査委員を含む多数の出席者による質疑応答を行った。また、論文審査委員により本論文及び関連分野に関する試問を行った。これらの結果を総合的に審査した結果、専門科目についても十分な学力があるものと認め、合格と判定した。