

氏名	廣岡 伸治
学位（専攻分野）	博士（理学）
学位記番号	千大院理博甲第理70号
学位記授与の日付	平成26年3月25日
学位記授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	地震先行電離圏異常の可視化に関する研究
論文審査委員	（主査）教授 佐藤 利典 （副査）教授 金川 久一 教授 服部 克巳 准教授 中西 正男 （外部審査委員）名古屋大学太陽地球環境研究所教授 塩川 和夫

論文内容の要旨

地震に先行して電離圏擾乱が発生することが明らかにされてきた。しながら、その発生機構は未だに解明されていない。これまでの地震先行電離圏異常に関する先行研究の多くは、特定高度あるいは電離圏総電子数(Total electron content: TEC)のような積分量としての観測に基づいて行われてきた。電離圏のダイナミクスを理解し、地震に先行する電離圏異常の物理機構を明らかにするためには、その3次元的な振る舞いを知る必要がある。

そこで本論文では、TEC データとニューラルネットワークを用いた電離圏トモグラフィーを適用し、地震先行電離圏異常の3次元構造の可視化を試みた。まず数値実験によって本手法の性能評価を行い、十分な再構成性能を有することを実証した。その上で、2011年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)をはじめとする、日本周辺で発生した28個の地震について本手法を適用し、その半数で震央上空250 km付近の局所的な電子密度の低下および高高度での増加を発見した。さらに、異常の発生機構を調査するため電離圏シミュレーションを行い、地震発生前の電離圏下部に鉛直上向きおよび水平東向きの電場が印加されることで、上記のような構造が生じ得ること示した。本研究により地震先行電離圏異常の3次元構造が明らかになるとともに、そのような異常が電場によって引き起こされたことを示唆する知見が得られた。

論文審査の結果の要旨

地震に先行する電離圏異常の事例解析や統計解析が報告されているが、その物理機構を解明するためには、その 3 次元構造の時空間的な振舞いを把握・理解する必要がある。そこで本論文では、地上多点の GPS 受信器で観測される電離圏総電子数データとニューラルネットワーク及び最適解を求める手法を工夫した新しい高精度の電離圏トモグラフィーを開発し、地震先行電離圏異常の 3 次元構造の可視化を試みている。

本論文で開発した手法を複数の 3 次元構造モデルを使って評価したところ、既存の可視化アルゴリズムでは再現できなかった擾乱時の複雑な電離圏電子密度分布の 3 次元構造が再構成可能であることが明らかになった。さらに太陽活動起源の電離圏擾乱の場合は再構成領域全体で増減を示すことに対し、2000～2010 年に日本付近で 40 km 以浅で発生した $M \geq 6$ の地震と 2011 年東北地方太平洋沖地震の 53 個のうち 28 個で地震に先行する電離圏擾乱が確認され、そのうちの約半数で震央上空 250 km 付近にて電子密度の局所的な低下とそれ以上の高度での増加があることを世界で初めて発見した。その発生機構についてグローバルな熱圏・電離圏シミュレーションとの比較検討も行い、震央付近での水平東向き電場の付加的発生による E × B ドリフトが電離圏電子密度分布の再配置の有力な機構であることを提案した。

学位公聴会は 2 月 3 日に開催され、慎重に審議をした結果、予備審査会で指摘された事項が十分改善されており、本論文の新規性と関連研究分野の発展への寄与が十分に認められると審査委員会は判定した。

以上述べたように、審査委員会は本論文が博士（理学）の学位に値するものと判断した。