



# HOKKAIDO UNIVERSITY

|                     |                                                                                                                                                         |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title               | Near-Field Coseismic Ionospheric Disturbances of Earthquakes In and Around Indonesia [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review] |
| Author(s)           | Mokhamad Nur, Cahyadi                                                                                                                                   |
| Degree Grantor      | 北海道大学                                                                                                                                                   |
| Degree Name         | 博士(理学)                                                                                                                                                  |
| Dissertation Number | 甲第11379号                                                                                                                                                |
| Issue Date          | 2014-03-25                                                                                                                                              |
| Doc URL             | <a href="https://hdl.handle.net/2115/55615">https://hdl.handle.net/2115/55615</a>                                                                       |
| Rights(URL)         | <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/">https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/</a>                               |
| Type                | doctoral thesis                                                                                                                                         |
| File Information    | Mokhamad_Nur_Cahyadi_review.pdf, 審査の要旨                                                                                                                  |



## 学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 Mokhamad Nur Cahyadi

主 査 教 授 日 置 幸 介  
審査担当者 副 査 教 授 古 屋 正 人  
副 査 教 授 茂 木 透 （地震学火山学講座）

## 学 位 論 文 題 名

Near-field coseismic ionospheric disturbances of earthquakes in and around Indonesia  
(インドネシアおよびその周辺で発生した地震に伴う近傍場地震時電離圏擾乱)

## 博士学位論文審査等の結果について（報告）

近年、GPS に代表される全球衛星測位システム(GNSS)の搬送波位相差を用いた電離圏の研究が盛んになっており、特に地震の前後に生じる電離圏擾乱について、研究が世界的に活発化している。しかし、今世紀になって M8.5 を超える巨大地震が四回も発生したインドネシアおよびその周辺に関しては、従来ほとんど研究が行われていなかった。

本論文は、インドネシア・スマトラ島を中心に展開されたスマトラ GPS 網(SUGAR)のデータを入手し、2007 年南スマトラ（ブンクル）地震 ( $M_w8.5$ ) および 2012 年北スマトラ沖地震 ( $M_w8.6$ ) に特に注目し、地震前後の電離圏擾乱を電離圏全電子数(TEC)の時間変化の形で解析した。地震の約十分後に震源近傍で生じる擾乱は最も顕著なもので、地震に伴う地殻上下変動が励起した大気音波が電離圏 F 領域（高度約 300 km）に達して電子の濃淡をもたらしたものと考えられている。本研究では、こういった近傍場の地震時電離圏擾乱の伝搬に関して伝搬速度や指向性（磁気赤道に向かって伝搬する）を明らかにし、地震後 30 分から 1 時間ほど継続する大気の基本振動と表面波の共鳴、擾乱の振幅と地震の規模との定量的関係、等について新しい知見を得た。

特に 2012 年北スマトラ沖地震は、観測史上最大の横ずれ断層地震であるが、地震規模に対して地殻上下変動が系統的に小さいこの地震の電離圏擾乱が、他の逆断層型地震がもたらす擾乱に比較して有意に小さいことも明らかにした。この過程で、過去に観測された二十を超える地震について、地震時電離圏擾乱の振幅と地震規模の経験則が明らかにされた。この経験則は、リアルタイム解析によって巨大地震の十分後に地震規模を推定できることを意味し、地震計による地震規模の推定が難しい巨大地震の規模を、津波が沿岸に到達する前に推定することによって、津波の早期警戒システムの構築に資することが期待される。

なお 2005 年ニアス地震 ( $M_w8.6$ ) に関しても同様なデータ解析を行ったが、赤道域の日没後の電離圏でしばしば発生するプラズマバブルの活動が地震当時偶然活発化しており、意味のある結果を導くことができなかった。また 2004 年スマトラ・アンダマン地震 ( $M_w9.2$ ) については、当時の GPS 網が未発達であり、既存の研究を超える知見を得ることができなかった。

2011 年東北沖地震や 2010 年チリ（マウレ）地震等の超巨大地震の約 40 分前に、電離圏全電子数が上昇することが示唆されている。本研究では、この現象についても解析を行った。2007 年ブンクル地震、2012 年北スマトラ沖地震に、2012 年地震の最大余震( $M_w8.2$ )を加えた三つの地震に関して、東北沖地震やチリ地震と同様の、地震約 40 分前に始まる全電子数増加の発生を複数の衛星で確認した。この現象の物理過程は未だ研究途上であるが、将来の地震直前予知に大きな意味を持つものとして注目に値する。

これらの研究は既に専門雑誌(J. Geophys. Res.および Geophys. J. Int.)に一部論文発表されており、また一部は投稿中である。また複数の国際学会で著者によって発表されている。これらの研究成果を鑑み、著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。