

## 名古屋大学の大型短波レーダー装置が 2011 年東北地震後に 超高速で伝搬する電離圏の振動を観測

名古屋大学太陽地球環境研究所准教授 西谷 望

名古屋大学名誉教授 小川忠彦

名古屋大学太陽地球環境研究所が北海道陸別町において運用している大型短波レーダー装置が 2011 年 3 月 11 日の東北太平洋沖地震後にオホーツク海上の電離圏内を伝搬する各種の振動を観測した。電離圏擾乱変動は GPS 受信機網データで観測されていることは過去の新聞記事等で報告されているが、今回大型短波レーダー装置を用いて、GPS 受信機網などでは捕らえられない超高速(6.7 km/s)で伝搬する変動も観測することに初めて成功した。地震に伴う上記波動を常時継続して監視することにより、観測点を設置することが困難な海上を含めて地震に伴う擾乱の広域変動をモニタリングすることが可能になると期待できる。

名古屋大学太陽地球環境研究所は平成 18 年度に北海道陸別町の陸別観測所に設置した大型短波レーダー装置(表 1、図 1、図 2)により、電離圏における様々な変動の観測を継続して行い、太陽エネルギー放射の変動が地球環境に影響を与えるメカニズムの解明を進めている(図 3)。大型短波レーダーの国際ネットワークである SuperDARN 計画は現在 12 カ国(日本、アメリカ、カナダ、イギリス、フランス、イタリア、フィンランド、スウェーデン、アイスランド、オーストラリア、南アフリカ、中国)の国際協力の下に進められており、本計画の短波レーダーはこの SuperDARN 計画に参加して重要な役割を果たしている。近年は地震等の地表面における擾乱現象が電離圏変動を引き起こすことが GPS 受信機網などによる観測で明らかになりつつあり、地表変動と電離圏擾乱の関係に関する研究が注目を浴びている。本短波レーダー装置はこのような研究にも威力を発揮することが期待されていた(図 3)。

本研究においては、名古屋大学太陽地球環境研究所の大型短波レーダー装置と日本国内 GPS 受信機網のデータを活用し、2011 年東北太平洋沖地震に伴うオホーツク海上の様々な電離圏変動の特性を詳細に調べた(図 4 に震源と大型短波レーダーの観測視野を示す)。その結果、GPS 受信機網では捕らえられない超高速(6.7 km/s)で伝搬する変動も存在することが初めて見出された(図 5、図 6)。GPS 受信機網と大型短波レーダーの観測データにおける様々な擾乱現象の見え方の違いは、観測法や観測している物理量が異なることによるものと考えられる。

大型短波レーダーによる観測により、GPS 受信機網で捕らえられない高速で伝搬する擾乱現象を捕らえられることが判明したことにより、大型短波レーダーが観測点の設置が困難な海上を含む広域において、地震に伴う様々な擾乱のモニタリングに活用できる可能性が示された。

使用周波数:8-20MHz

最大瞬間出力: 10kW(平均出力: 約 250W)

時間分解能: 1 秒 ~ 2 分

空間分解能: 15 km ~ 約 100 km

ビーム幅(水平方向): 約 5 度

ビーム方向: 水平方向に 16 チャンネル

ビーム幅(鉛直方向): 約 40 度

パルス幅: 100 ~ 300 マイクロ秒

最大到達距離: 約 3500 km

表 1: 大型短波レーダー装置の仕様

05 Jul 2011

0111 UT

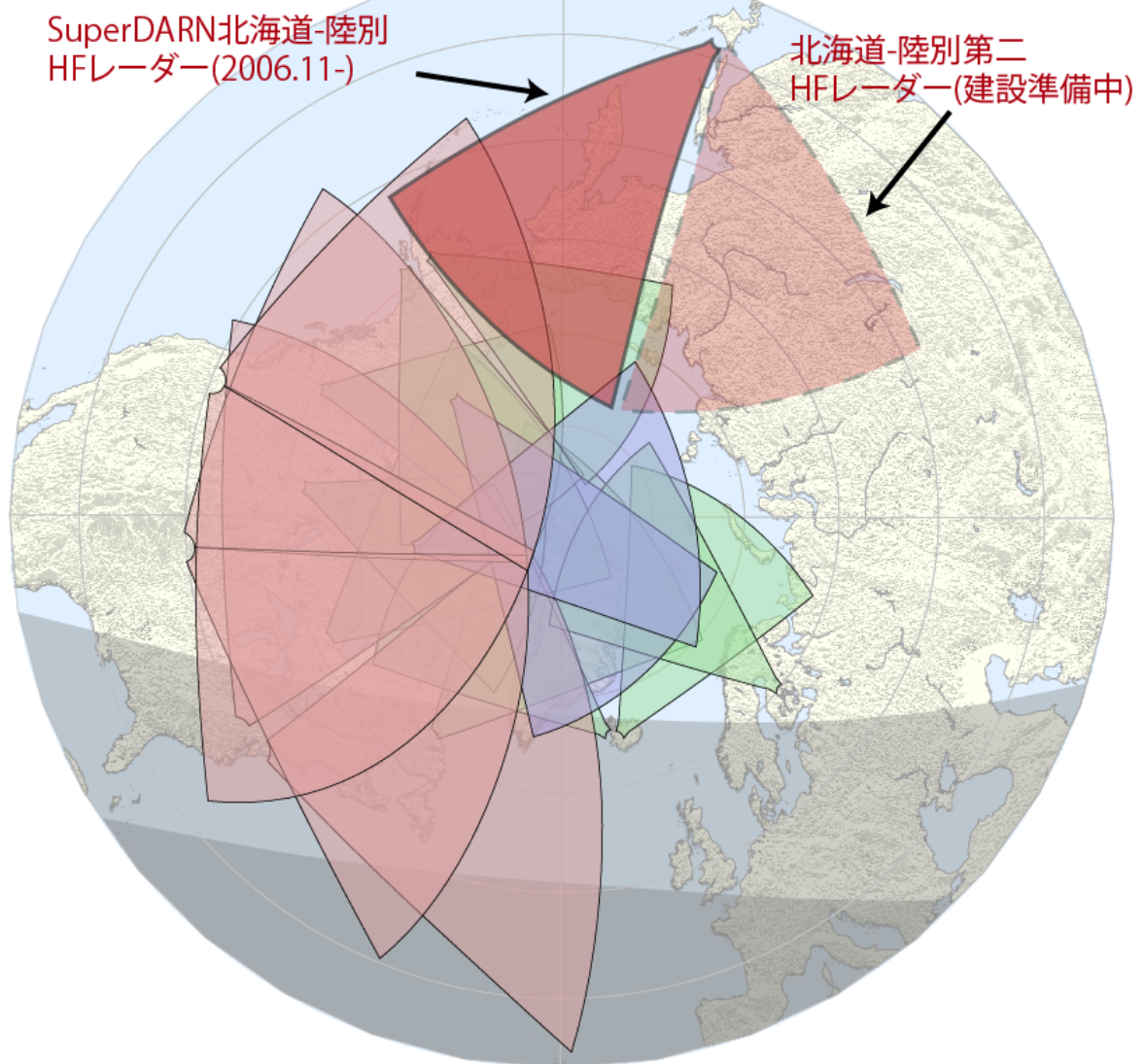


図 1:北海道陸別町に設置した大型短波レーダーの観測視野図。国外の他の SuperDARN レーダーの視野も示してある。点線は建設準備中の第二大型短波レーダーの視野である。

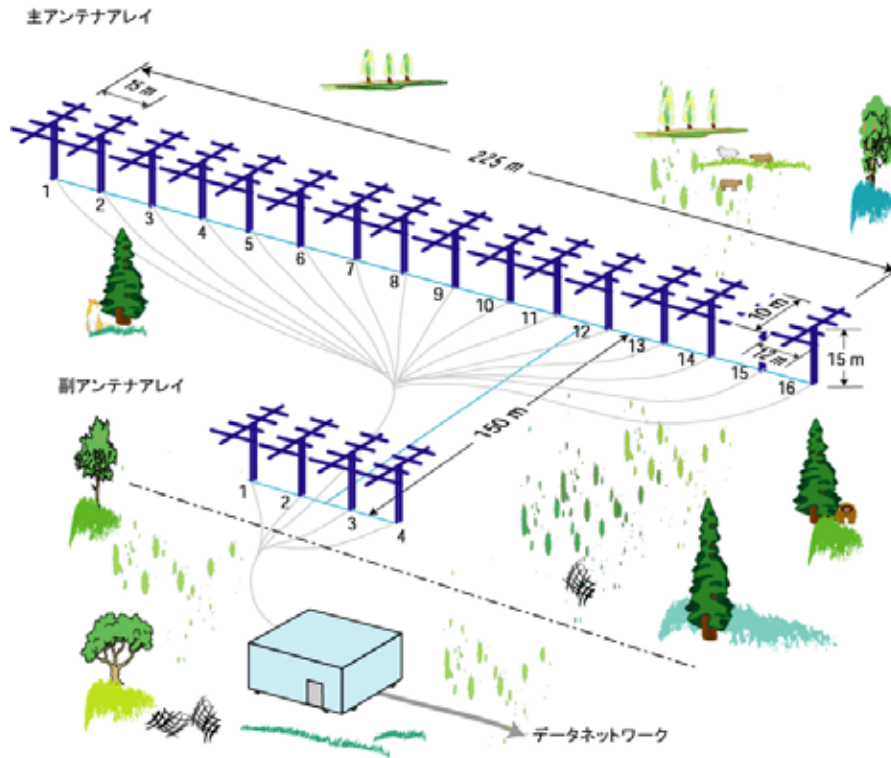


図2:大型短波レーダーシステムの概観図。右奥方向に電波を発射する。

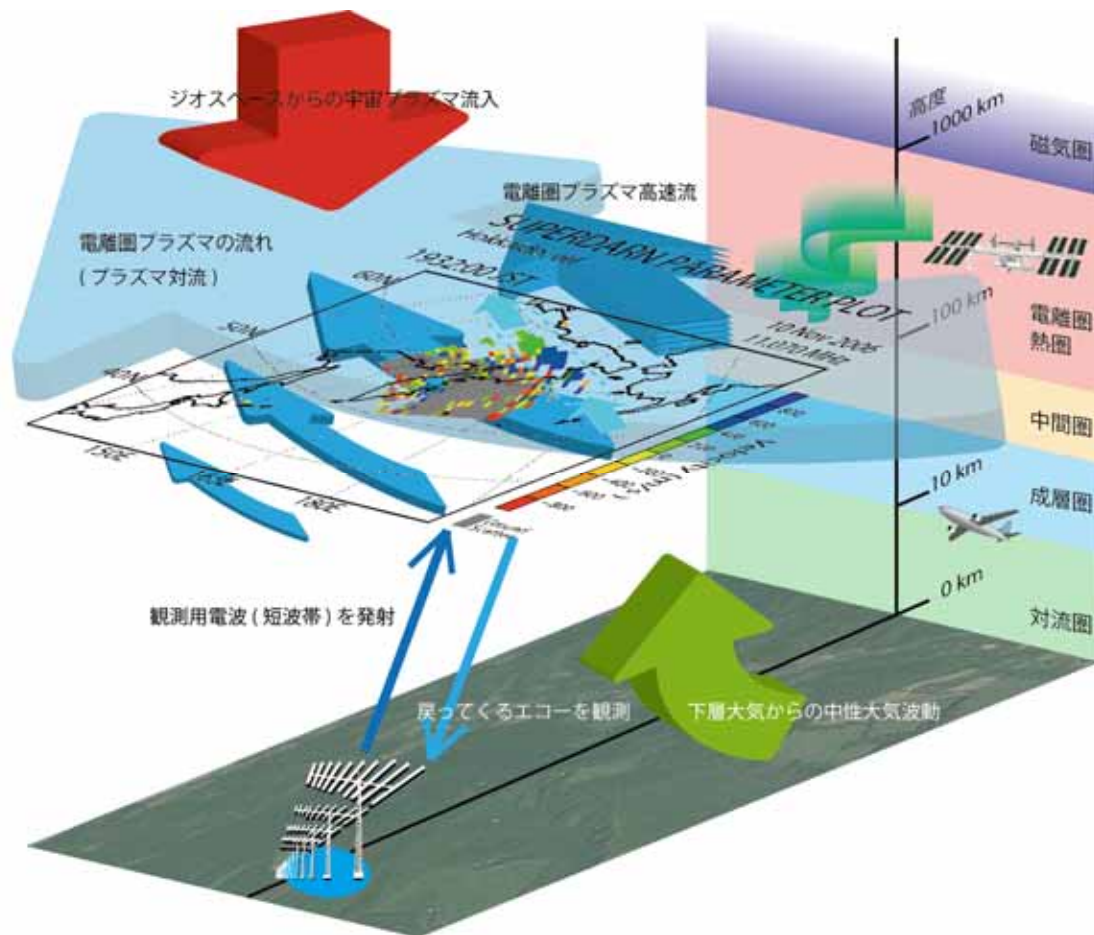


図3 大型短波レーダーにより諸現象を観測する模式図。

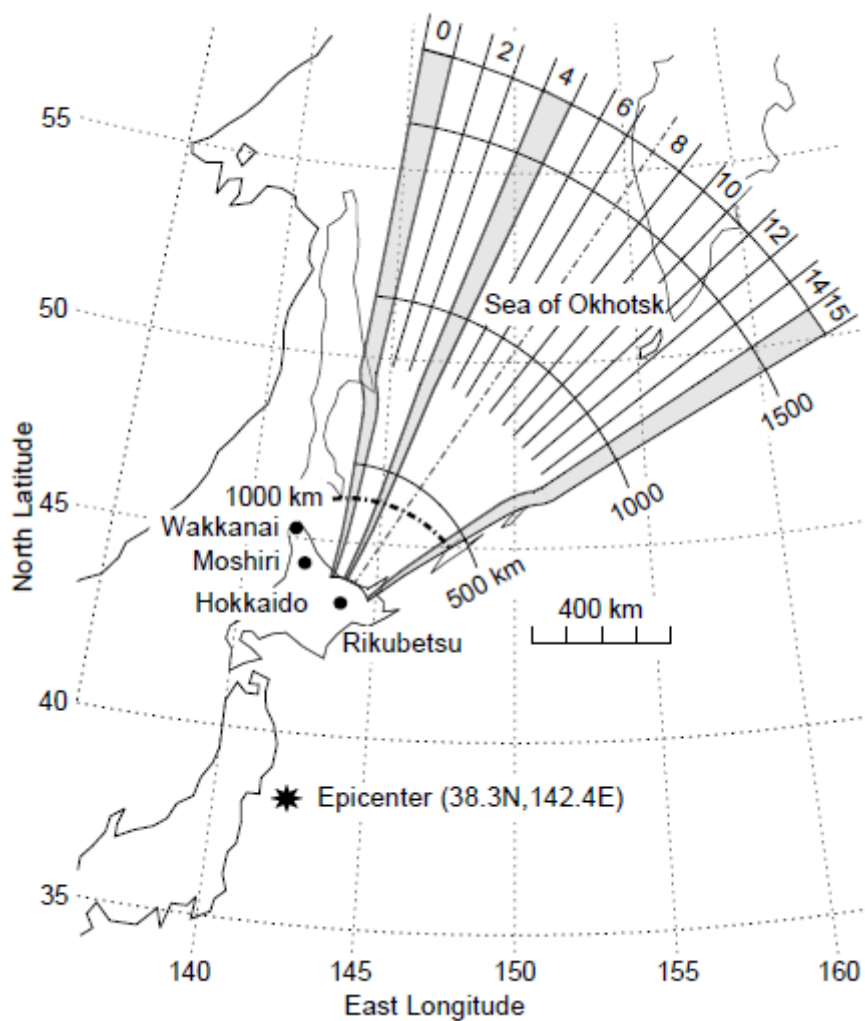


図4 2011年東北太平洋沖地震の震央と北海道陸別町の大型短波レーダーが観測している視野の位置関係。扇形の円周に書かれている番号がレーダーの電波を発射する方向(ビーム番号)になる。GPS受信機網は日本国内1200点以上に設置されている。

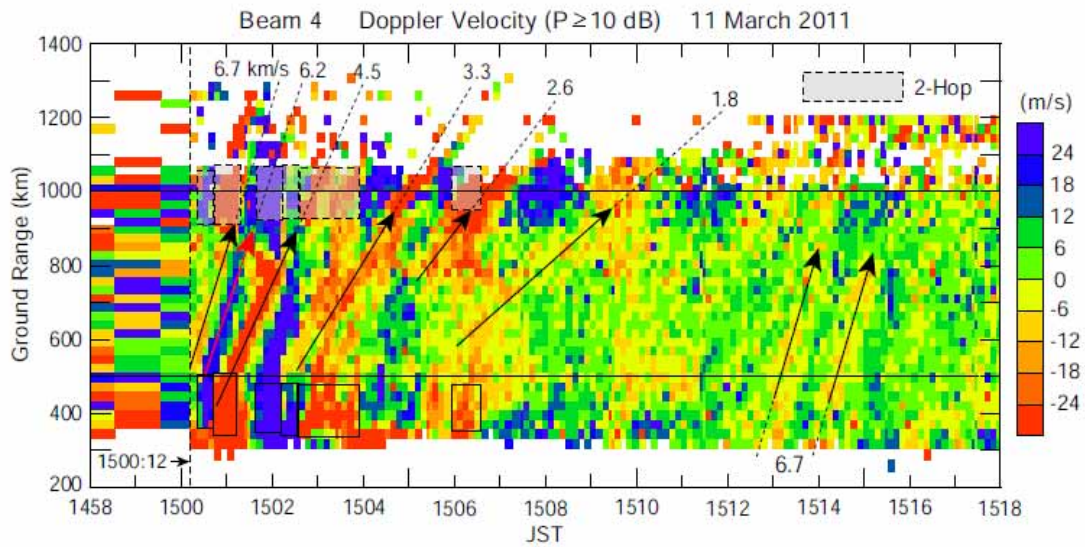


図5 大型短波レーダーで観測した2011年東北太平洋沖地震に伴う電離圏の振動の様子。横軸が時刻、縦軸がレーダー装置から震央とほぼ反対方向（図4に描くビーム番号4の方向）に沿った距離である。地震の発生時刻は14時46分23秒である。15時頃以降、電離圏のプラズマを上下方向に激しく揺さぶる振動が最大秒速6.7kmで伝わっていく様子が示されている。

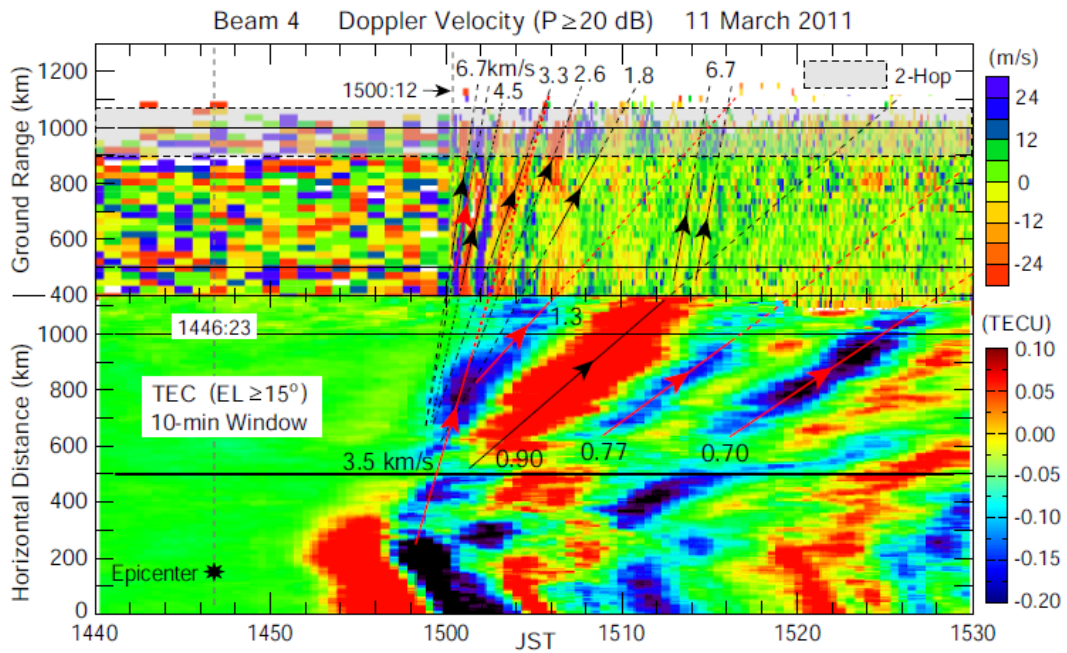


図6 図5とGPS受信機網により観測した電離圏電子密度変動分布を重ね合わせた図。上段が大型短波レーダーで観測した2011年東北太平洋沖地震に伴う電離圏の振動の様子、下段がGPS受信機網により観測した電子密度変動の様子である。横軸が時刻、縦軸が震央からほぼ反対方向に沿った距離である。大型短波レーダーで観測された最大秒速6.7kmで伝わっていく振動がGPS受信機網では観測されていないことがわかる。