［様式－学 5］

博士論文要旨

論文題名：球冠調和解析による GNSS 局所的 電離圏遅延モデルの構築手法

立命館大学大学院理工学研究科
電子システム専攻博士課程後期課程

ふりがな　おおはし　まさはる
氏　名　大橋　　　正治

本論文は，衛星測位システム（global navigation satellite system; GNSS）の観測に基づく局所的電離圏遅延モデル（以下，電離圏モデルとする）の構築手法に関する研究を行ったものである．電離圏遅延は GNSS 測位において主要な誤差要因となっており，測位精度の向上には精密な電離圏モデルが要求される．本論文は以下のように構成されている．

初めに，GNSS 測位のための基本的な観測量であるコード擬似距離および搬送波位相の観測モデルについて述べる．ここで，L1，L2 帯の搬送波位相および C/A，P(Y)コードに基づくコード擬似距離に対して，GNSS 線形回帰モデルを導出する．本研究では，この GNSS 線形回帰モデルを利用して電離圏遅延を解析する．

次に，電離圏モデルの構築手法を提案する．GNSS 線形回帰モデルに対して幾何学フリー線形結合を行い，電離圏遅延を推定するための観測方程式を導出する．信号の周波数が既知である場合，電離圏遅延量は信号の伝搬経路上の総電子数（total electron content; TEC）に比例する．そのため，TEC の垂直成分である垂直電子数（Vertical TEC; VTEC）の分布を緯度，経度の関数に近似することでモデル化する．本件では，二次元テイラー級数展開，球面調和関数，球冠調和関数の 3 つのモデルについて考察する．電離圏遅モデルは，電離圏を単一の薄膜の球殻と仮定する単層モデルを用いることが多いが，球殻を複数とする多層モデルの構築手法についても考察する. 実験では, 国土地理院による GNSS 観測網（GNSS Earth Observation Network; GEONET）のデータを使用して，日本上空の電離圏モデルを構築する. そして, 既存のモデルである Klobuchar モデル, 全地球電離圏マップ（global ionosphere map; GIM）と提案モデルの補正精度を比較する．球面調和関数, 球冠調和関数のモデルは, 既存モデルより測位誤差を改善しており，提案モデルの有用性が検証されている．

最後に, 電離圏遅延の予測モデルについて述べる. 本研究では電離圏遅延（または TEC）を解析するために GNSS 観測量を利用している．そのため，リアルタイム測位には適用できない事後処理のモデルとなっている．そこで，事後処理で構築した球冠調和関数モデルを学習データとして扱い, 電離圏上の任意の点における VTEC 値を自己回帰（autoregression; AR）モデルと多変量自己回帰（vector autoregression; VAR）モデルによって予測する 2 つの手法を提案する．VAR による予測モデルは事後処理モデルと同程度の補正精度があり，リアルタイム測位における有用性が検証されている．