

測地衛星重心補正值のシステム依存性

System-dependent centre-of-mass correction of geodetic satellites

大坪 俊通[1], Graham Appleby[2]

Toshimichi Otsubo[1], Graham M. Appleby[2]

[1] 通信総研, [2] NERC Space Geodesy

[1] CRL, [2] NERC Space Geodesy

<http://www.crl.go.jp/ka/control/>

衛星レーザ測距の最新技術により、多くの測距局においてシングルショット 4-6 mm、ノーマルポイント 1-2 mm 程度の測距精度を達成している。これを背景にして、これまで無視できると考えられていた誤差が顕在化してきた。衛星シグネチャ効果として知られる反射波形の広がりもその誤差のひとつである。反射波形が時間的に広がると、その広がりの「どこか」で規定される受信時刻はレーザ測距システムに大きく依存するのである。この誤差要因により、地球重力定数 GM、測距局の位置と速度の鉛直成分、地球基準座標系のスケールなど、測地上重要なパラメータの精密決定が妨げられている。本稿では、まず球形の測地衛星からの光学応答について、さらにそれらの重心補正值について論じる。

すでに地球を周回している LAGEOS, AJISAI, ETALON の3つのタイプの衛星について考える。これらはすべて球形であるが、衛星の大きさや搭載されている反射鏡(コーナークュープリフレクタ)は全く異なる。まず、われわれは、個々の反射鏡の材質・形状に関するデータから、立体的な入射角に対する応答を計算した。さらに、今度は衛星全体を考え、パルス幅ゼロの仮想入射に対する反射波形を計算した。これを応答関数と呼ぶ。

このような球形の測地衛星の重心補正值は、測距システムや測距方法に強く依存することがわかっている。ここでは、シングルフォトン局、C-SPAD 局、フォトマル局の3つの典型的な測距局について、受信時刻を考えてみる。

シングルフォトン局に対する重心補正值は、反射波形の重心にて定義される。シングルショットデータの残差分布が平均的な反射波形と一致するはずだからである。C-SPAD 局に対する重心補正值は、受信強度が弱い場合にはシングルフォトンの場合に近く、強くなると反射波形の立ち上がりに近くなる。このように受信強度依存性が高い。また、フォトマル局に対する重心補正值は、反射波形の立ち上がりによって決められるが、光電子増倍管や各エレクトロニクス装置の応答速度に依存する。

これらを前提にして、重心補正值を計算してみた。下の表には、その結果を、広く使われている標準値とあわせて示す。フォトマル局の 200 ps という応答速度は、レーザだけを考慮したもので、実際は電気系でもっと遅いと想像される。C-SPAD 局に対する重心補正值は、受信強度によって変動し、弱い場合はシングルフォトンに近く、強い場合は下の表の値に近づく。全体的に見て、衛星サイズの小さい LAGEOS はシステム依存性が 1 cm 程度と小さいが、サイズの大きな ETALON や AJISAI は 4 cm 以上に及ぶ。

	Standard			
	Photomultiplier system(200 ps; half maximum)			
	Single photon(3-sigma clipping)			
	C-SPAD(very strong returns)			
LAGEOS	251	250	245	257
ETALON	578	602	556	613
AJISAI	1010	1013	976	1023