

人工衛星レーザー測距観測(2011年)

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 2011

Summary – Satellite Laser Ranging observations have been continued by a fixed type satellite laser ranging system at the Shimosato Hydrographic Observatory (JHDLRS-1). The total number of returns obtained by the JHDLRS-1 in 2011 was 773,560 from 1,913 passes, amounting to 30,599 passes since 1982. We have detected the co-seismic displacement of 3.2 cm toward east-northeast associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (*M*9.0) on March 11, 2011.

Key words : Satellite Laser Ranging (SLR) – global geodesy

1. はじめに

我が国の世界測地系に基づく海図の原点維持のため、1982年から下里水路観測所（海洋測地本土基準点、第1図）において、測地衛星「あじさい」、「ラジオスⅠ」及び「ラジオスⅡ」等の人工衛星レーザー測距（SLR : Satellite Laser Ranging）観測を行っている。

取得したデータは、国際レーザー測距事業（ILRS）の枠組みの中で、国際データセンターに提供するとともに、世界中のSLR局で取得されたデータと合わせて解析することにより、地球の重心に対する下里の位置を決定している。

2. 人工衛星レーザー測距観測について

人工衛星レーザー測距観測は、地上の観測局から人工衛星の動きに合わせてレーザー光を発射し、人工衛星に搭載された逆反射鏡で反射されて戻ってくるまでの往復時間を精密に計測し、衛星-観測局間の距離を測定する。世界中の観測データを合わせて解析することにより、地球の重心に基づく観測局の位置や人工衛星の軌道等を決定することができる。

観測は、対象とする人工衛星の軌道予報を基に、あらかじめ下里水路観測所上空を飛来する時刻・方位等を計算し、この予報値に基づき実施している。観測の前後には、地上ターゲットを測距し、レーザー測距装置のキャリブレーションを実施するとともに、レーザー測距観測中及び地上ターゲット測距中は温度、湿度及び気圧の測定も併せて行っている。

レーザー測距装置の主要な仕様を第1表に示す(Sasaki et al., 1983; 黒川・他, 2007; 鈴木・他, 2010)。1982年から使用してきたレーザー測距装置は、老朽化が進んだため、2007年から2009年にかけてレーザー測距装置の大規模な更新を行った。2009年11月26日から新装置で観測を行っている。

3. 測得データ及び観測結果について

2011年1月から12月までに観測した人工衛星レーザー測距対象衛星と測得パス数、測得データ数を第2表に、1982年からの年間測得パス数の推移と累積測得パス数を第2図に示す。2011年は、1,913パス、773,560リターンを取得した。2011年9月9日に通算30,000パスに達し、2011年12月末時点

での累積測得パス数は30,599パスである。

第3図に、測地衛星「ラジオスⅠ」及び「ラジオスⅡ」を使用した下里レーザー不動点の世界測地系に対する位置変化を示す。解析手法については、海洋情報部技報第23号（松下他，2005）を参照されたい。2009年のレーザー測距装置の大規模更新後は安定した結果が得られている。

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震前後の位置変化を第4図に示す。同地震前後の位置の比較から、東北東方向に3.2cmの変位が検出された（第5図）。下里水路観測所内のGPS観測でも東北東方向に2.4cmの変位が検出されており、概ね整合的である。

参考文献

Sasaki, M., Ganeko, Y., Harada, Y.: Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Astronomy and Geodesy, No.17, p.49-60,(1983).

黒川隆司，福良博子，久間裕一，井城秀一，田中郁男，鈴木充広，長岡継，江河有聡：下里SLR観測の新手法，海洋情報部研究報告，43，p.39-48.(2007)

鈴木充広，成田誉孝，緒方克司，山田圭佑：下里水路観測所の人工衛星レーザー測距装置の現況と諸元，海洋情報部研究報告，46，p.116-124，(2010).

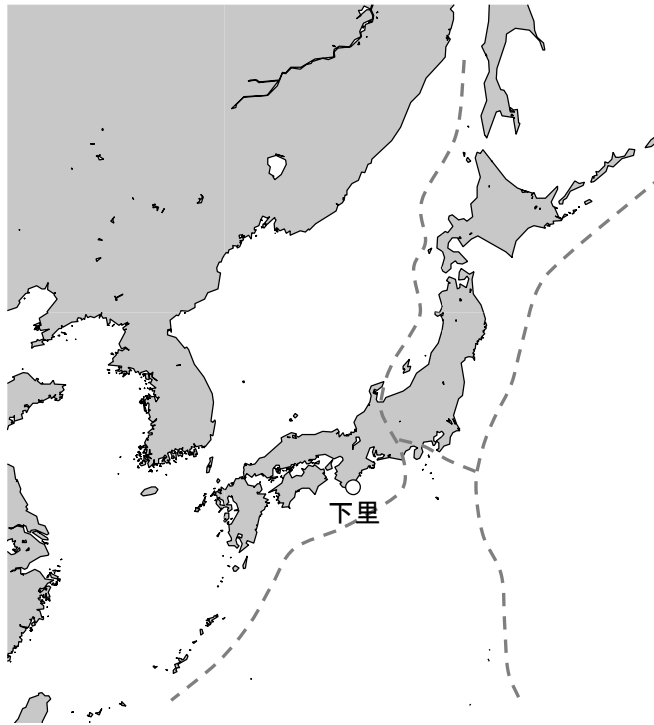
松下 優，藤田雅之，佐藤まりこ：SLRデータ解析におけるモデルの更新とその評価，海洋情報部技報，23，p.73-77，(2005).

第1表 下里水路観測所人工衛星レーザー測距装置(JHD LRS-1)の仕様
 Table 1. Principal Specifications of Satellite Laser Ranging Station of
 the Shimosato Hydrographic Observatory(JHD LRS-1)

Subsystem	Specification
Mount configuration	Elevation over azimuth/Coude path
Transmitter/receiver diameter	75cm
Laser wave length	532nm
Output energy	60mJ
Laser pulse width	20ps
Repetition rate	5pps
Receiver detector	Micro-Channel-Plate PMT
Flight time counter	1ps resolution
Frequency standard	Cesium oscillator
Time comparison	GPS

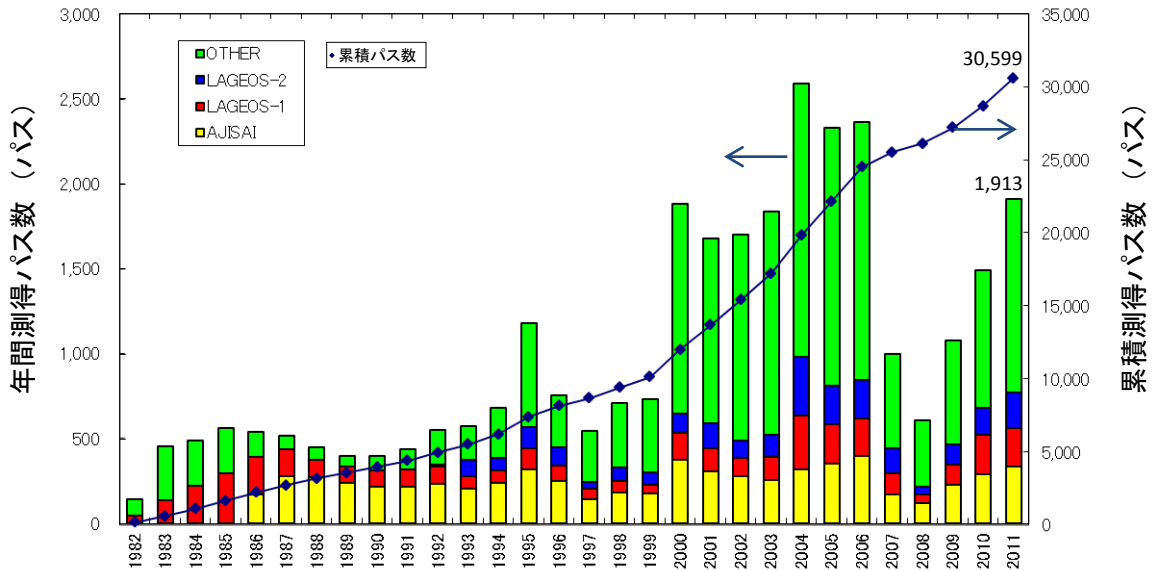
第2表 下里水路観測所における2011年の測得データ数
 Table 2. Data acquisition at the Shimosato Hydrographic Observatory in 2011

Satellite	Num. of ranges	Num. of passes
AJISAI	146,555	337
ALOS	151	1
Beacon-C	60,878	122
ENVISAT	19,645	90
ERS-2	12,214	53
ETALON-1	4,120	11
ETALON-2	5,592	21
GLONASS-102	6,968	20
GLONASS-109	5,215	10
GLONASS-110	1,715	7
GLONASS-115	21,448	24
GLONASS-118	4,963	15
GLONASS-120	1,116	8
GLONASS-125	1,989	9
GPS-36	45	1
GRACE-A	4,549	36
GRACE-B	4,372	35
JASON-1	28,857	103
JASON-2	41,977	142
LAGEOS-1	143,416	223
LAGEOS-2	109,446	213
LARETS	12,907	57
STARLETTE	89,530	229
STELLA	45,892	146
Total	773,560	1,913



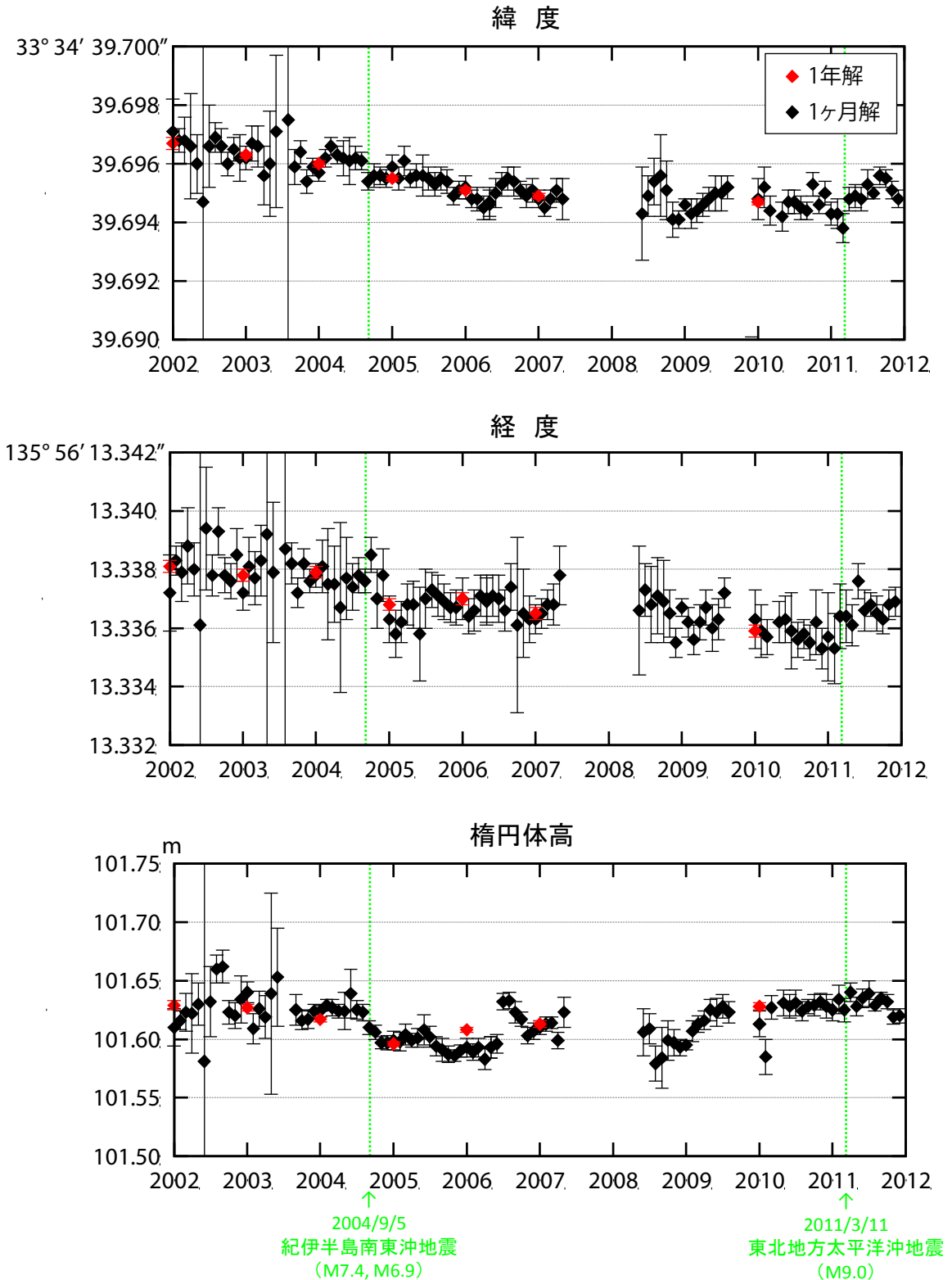
第1図 下里水路観測所の位置図

Fig. 1 Location of the Shimosato Hydrographic Observatory



第2図 年間測得パス数と1982年からの累積測得パス数

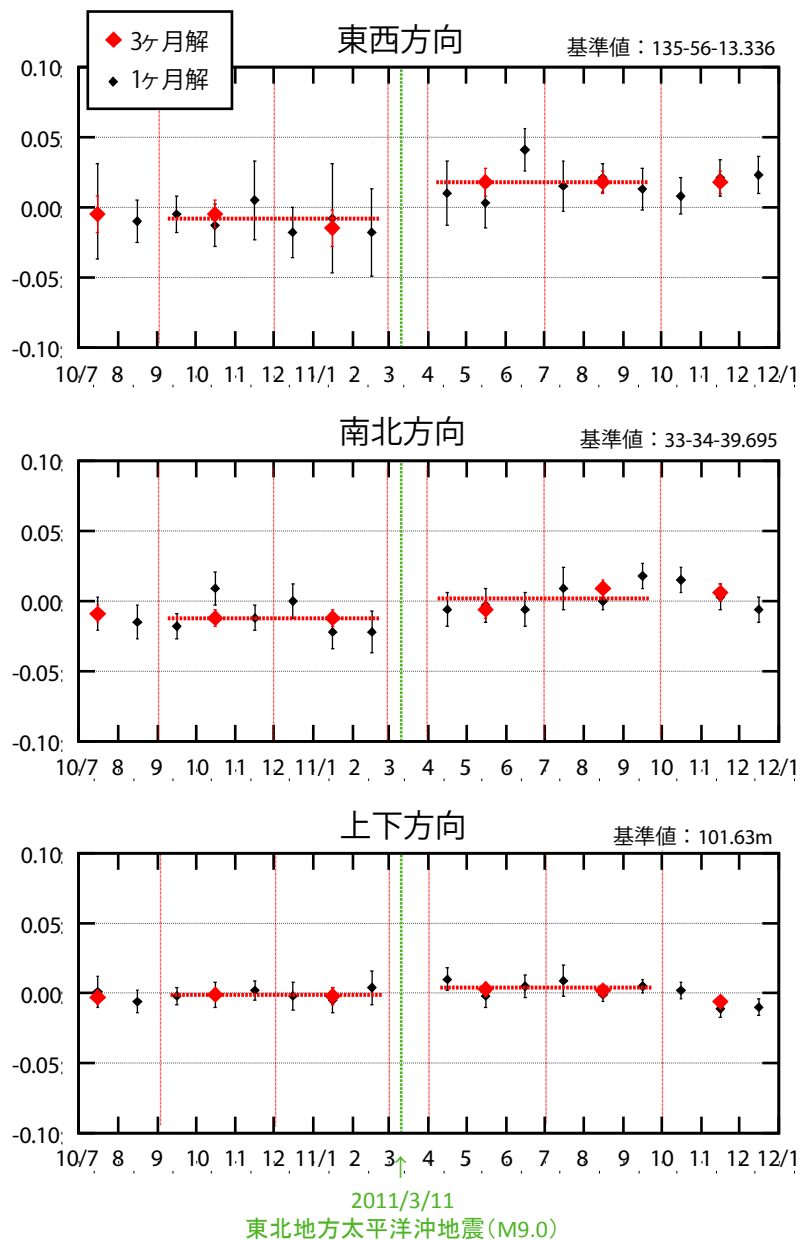
Fig. 2 Number of passes by year and cumulative number since 1982



第3図 下里レーザー不動点の位置座標時系列 (2002~2011年)

(緑の破線は、東北地方太平洋沖地震の発生時期を示す。)

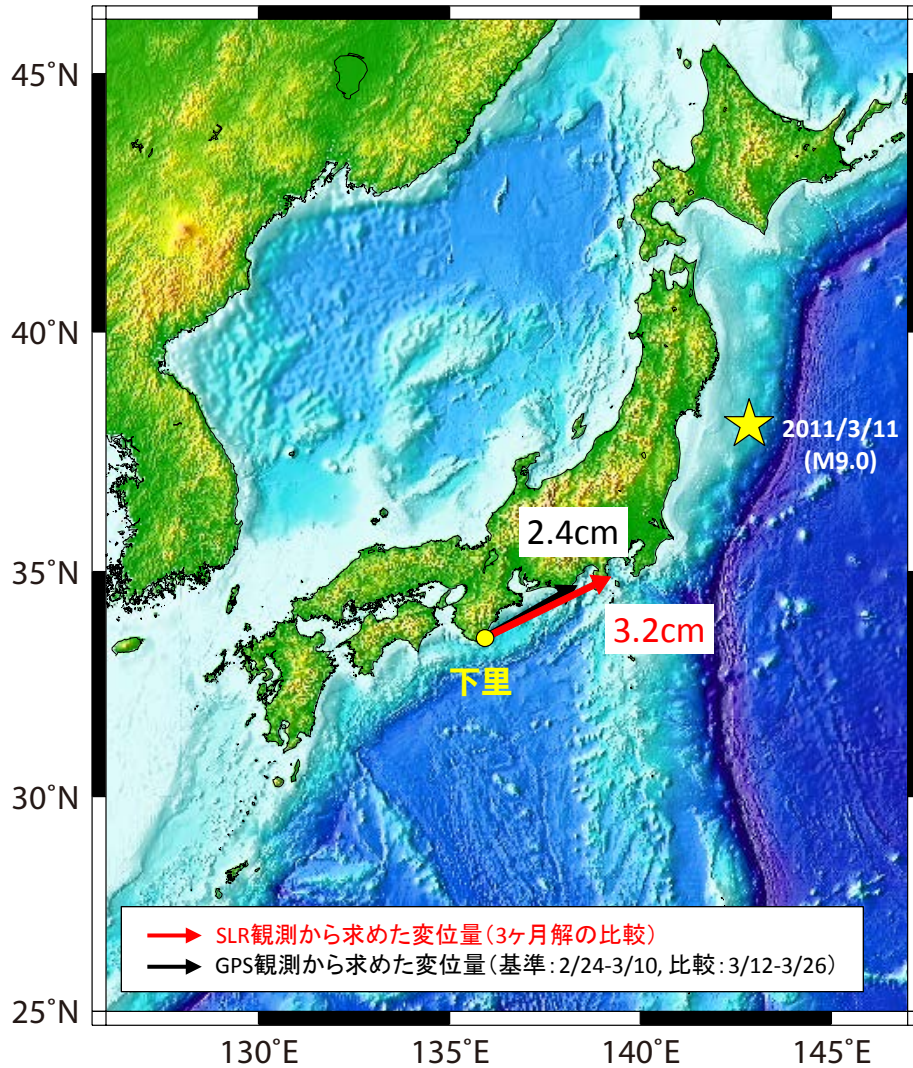
Fig. 3 Time series of the estimated coordinates of Shimosato SLR station from 2002 to 2011. Black and red diamond shapes show monthly and quarterly solutions, respectively. Green and red dashed lines show the occurrence of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.



第4図 東北地方太平洋沖地震前後の下里レーザー不動点の位置座標時系列

(緑の破線は、東北地方太平洋沖地震の発生時期、赤の破線は、3ヶ月解析の期間区切りを示す。)

Fig. 4 Time series of the estimated coordinates of Shimosato SLR station before and after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. Black and red diamond shapes show monthly and quarterly solutions, respectively. Green and red dashed lines show the occurrence of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake and the periods for quarterly analysis, respectively.



第5図 東北地方太平洋沖地震に伴う下里の動き

〔 赤及び黒の矢印は、SLR観測及びGPS観測による水平変位を示す。
 黄色の星印は、東北地方太平洋沖地震の震央を示す。 〕

Fig. 5 Horizontal co-seismic displacement at Shimosato SLR station associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. Red and black arrows show displacements observed by SLR and GPS measurements, respectively. A yellow star shows the epicenter of the earthquake.