

下里水路観測所における SLR 観測の精度の変遷

黒川隆司・福良博子・久間裕一・井城秀一・田中郁男・鈴木充広：下里水路観測所

Improvement of accuracy Satellite Laser Ranging observation at the Shimosato Hydrographic Observatory

Takashi KUROKAWA, Hiroko FUKURA, Yuichi KYUMA,
Hidekazu INOSHIRO, Ikuo TANAKA, Michihiro SUZUKI
: Shimosato Hydrographic Observatory, 5THR.C.G. Hqs

1 はじめに

第五管区海上保安本部下里水路観測所では、1982年より人工衛星レーザー測距 (Satellite laser ranging: SLR) を24年間にわたり行ってきた。

本稿は下里水路観測所がおこなってきた24年間のさまざまな取り組みの軌跡を、測距精度の向上という観点でとりまとめたものである。

2 測距精度の変遷

下里水路観測所の人工衛星レーザー測距観測は、1982年3月8日測地衛星「スターレット」の観測で始まった。その1ヶ月後の4月8日には主要な測地衛星である「ラジオス」の初観測に成功した。このときの標準偏差 (測距精度の目安となる数値、ここでは測距データのシングルショット RMS を標準偏差としている) は10.8 cm、測得数は141であった。

以下10年ごとに年代別に測距精度の変遷について述べることとする。

2-1. 1980年代

1980年代、この時期は精度向上よりも、観測数や取得リターン数といった「量」に主眼をおきたいわば黎明期である (図1)。機器の交換オーバーホールなども適宜実施しているが眼に見える精度向上にはつながっていない。しかし精度が悪い理由とし

て、PDP-11 (コンピューター) の性能に依存するプログラムの不備があげられている。

解析に使用する測距データは桁数が多く、PDP-11では計算時に桁落ちするため測距値と予報測距値との差を時間の関数とし多項式近似する方法をとっているが、予報値の精度が悪いことが、精度劣化の一つの要因となっている。また予報精度が良くても高次の多項式近似計算がおこなえないため、見かけ上精度が劣化する場合も数多く存在し、正しい精度の評価が行えていないと考えられる。

2-2. 1990年代

1990年代 (精度向上: 9 → 3 cm) (図2)

①1990年6月 精度向上 9 → 6 cm

レーザー発振器を納入時のGTE社製からコンティニウム社製のYAGレーザーへと変更。(パルス巾を200psから75psへと狭くすることにより測距精度向上。)

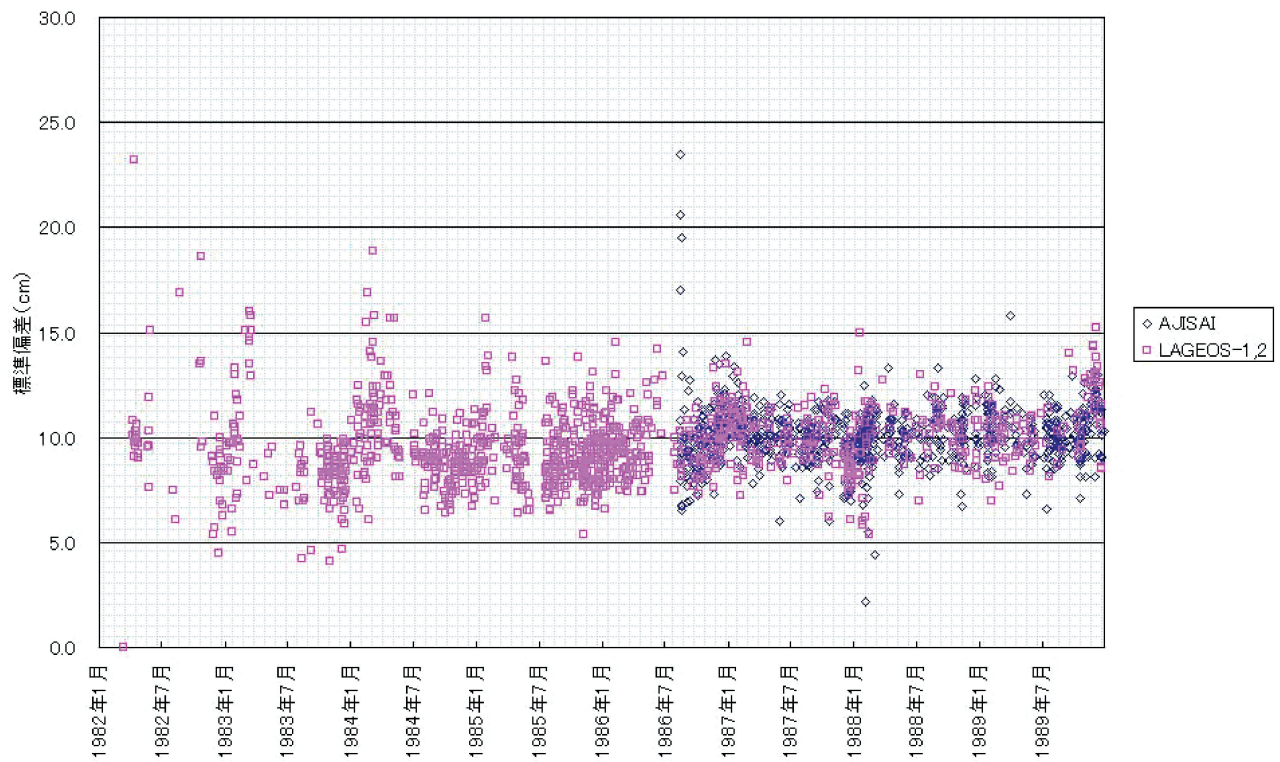
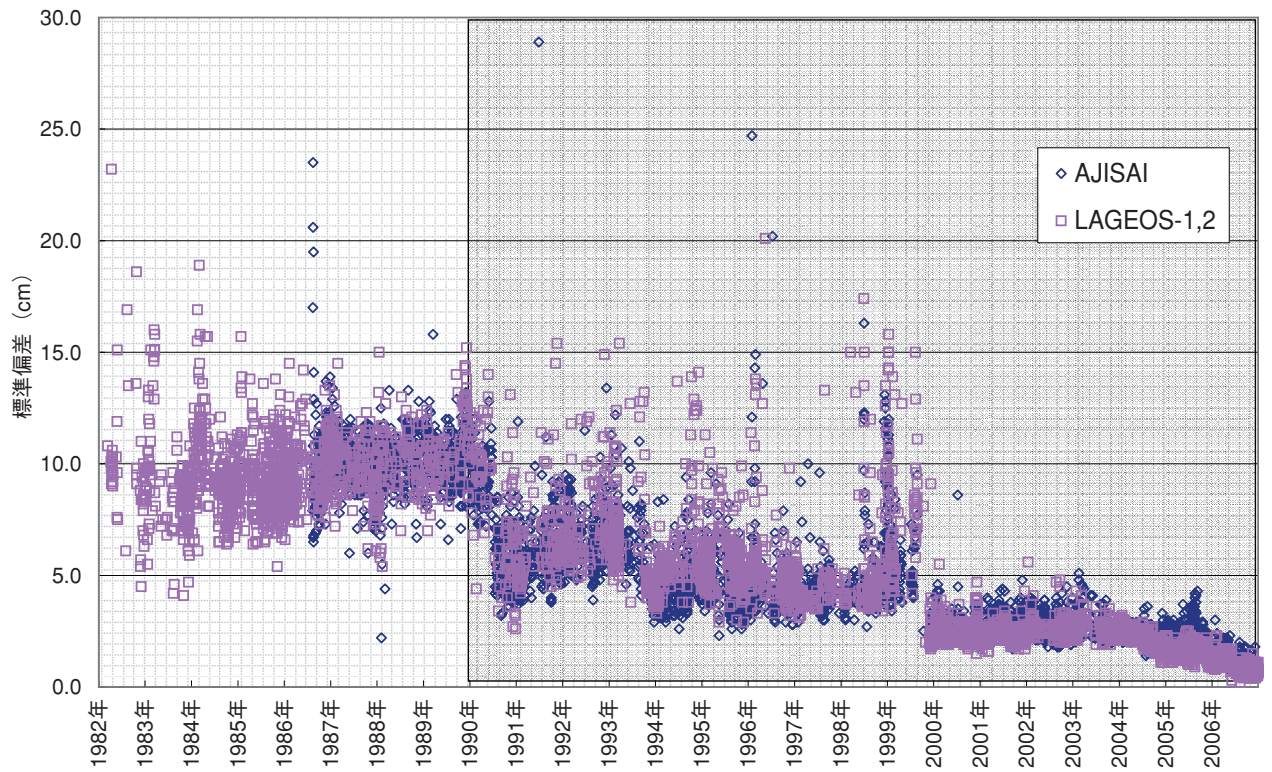
②1993年12月 精度向上 6 → 4 cm

測距装置受信系電子回路一部改良 (高速化)。

③1999年10月 精度向上 4 → 3 cm

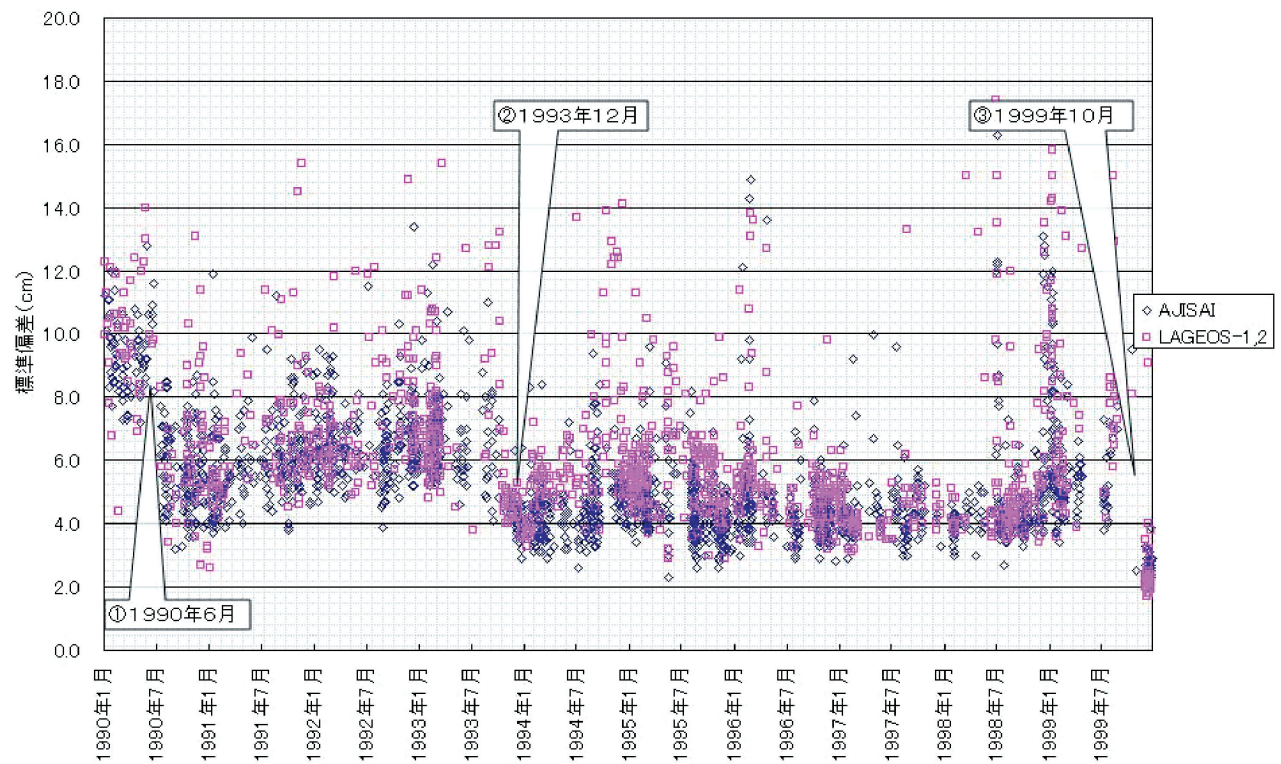
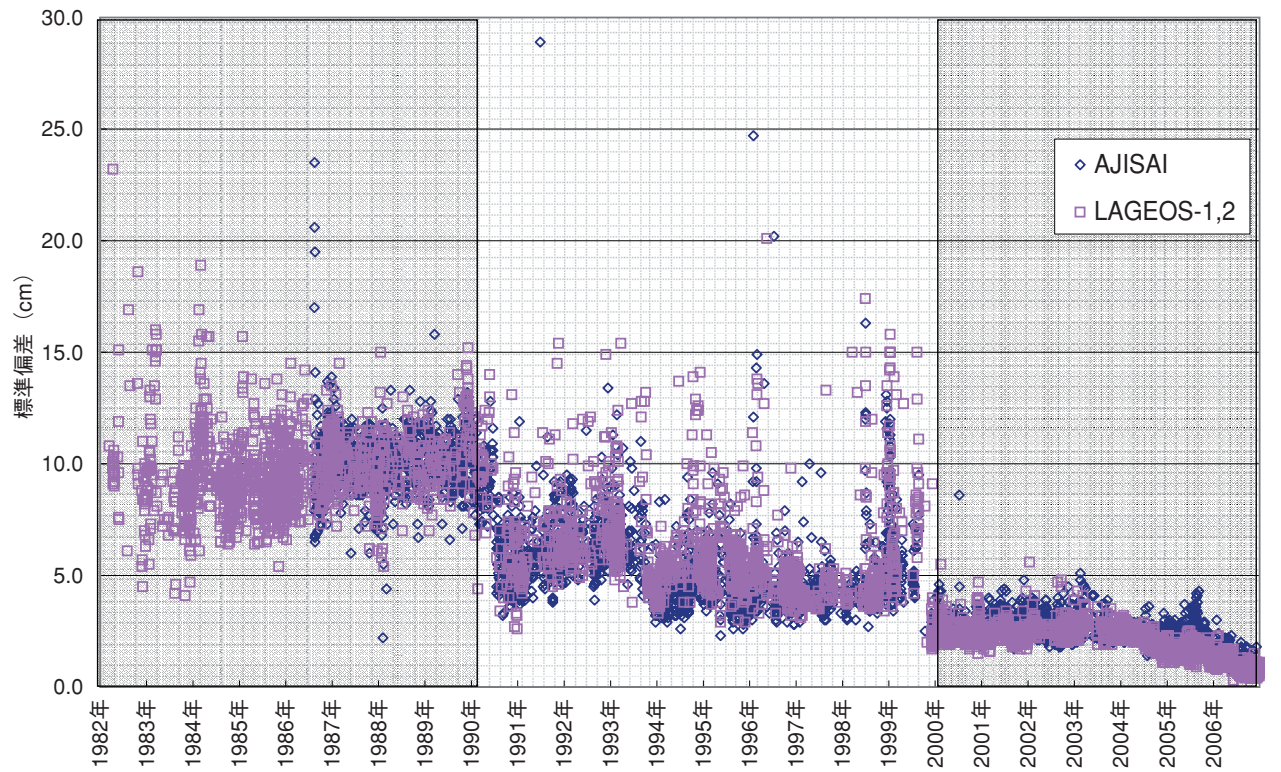
光電子増倍管 (PMT) を浜松フォトノクス製のPMT R2024U-01から同社PMT R3809-MODに交換し、5 MHz基準信号を原子周波数表標準器からダイレクトに入力することとした。

2-3. 2000年代



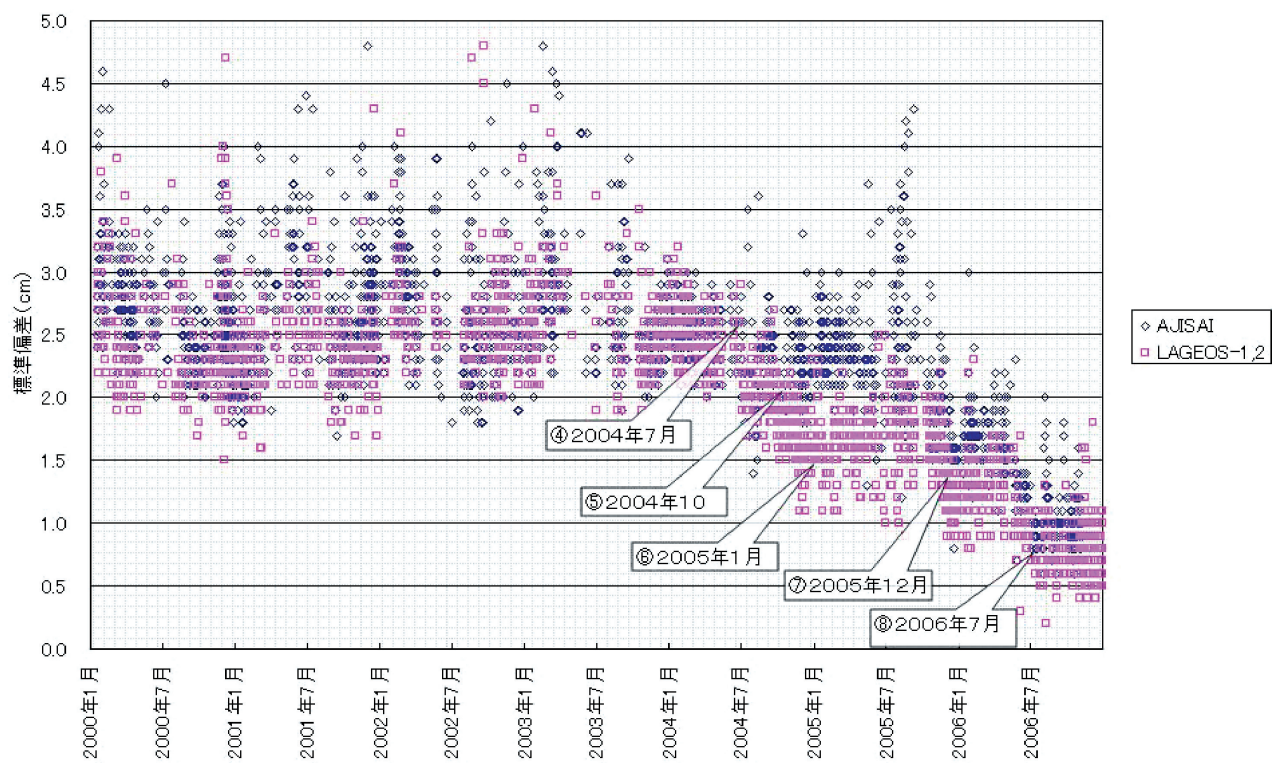
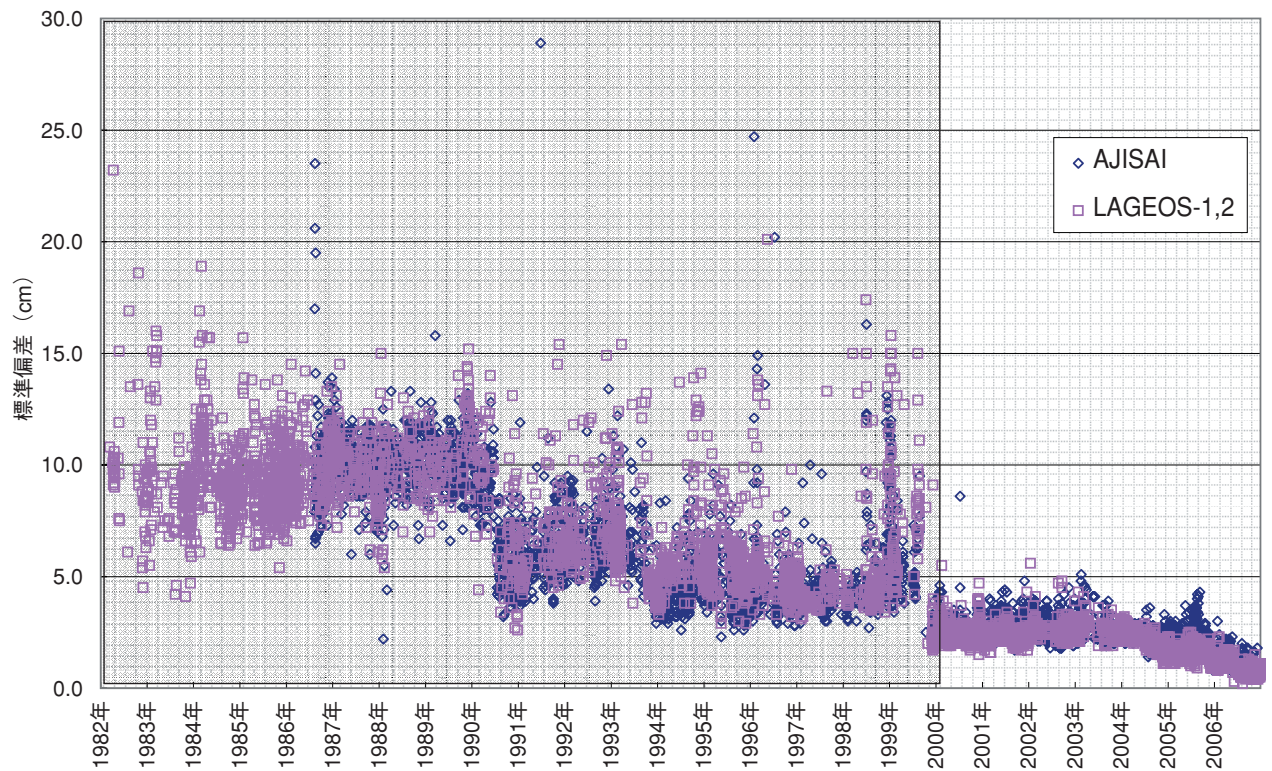
第1図 偏差の時系列図 (1980年代)

Fig.1 Improvement of accuracy of SLR observation at Shimosato in 1980s



第2図 偏差の時系列図（1990年代）

Fig.2 Improvement of accuracy of SLR observation at Shimosato in 1990s



第3図 偏差の時系列図 (2000年代)

Fig.3 Improvement of accuracy of SLR observation at Shimosato in 2000s

2000年代（精度向上：3→0.7cm）（図3）

④2004年7月 精度向上 3→2.5cm

タイムインターバルカウンターをHEWLETT
PACKARD社製HP5370BからStanford Research
Systems社製SR620へ交換

⑤2004年10月 精度向上 2.5→2.1cm

PMTの出力終端（50Ω）を取り外した（感度が
80%向上し精度向上）。

⑥2005年1月 精度向上 2.1→1.4cm

コンパレーターを電応システム社製オリジナル
SLRCMP×2式）に交換，それに伴いPMTの出力
終端（50Ω）を再度取り付けた。

⑦2005年12月 精度向上 1.4→1.3cm

PMT印加電圧をPMT感度比率で60%下げた。（測
距時のPMT出力を安定させてJitterの改善を図り
精度向上）

⑧2006年7月 精度向上 1.3→0.7cm

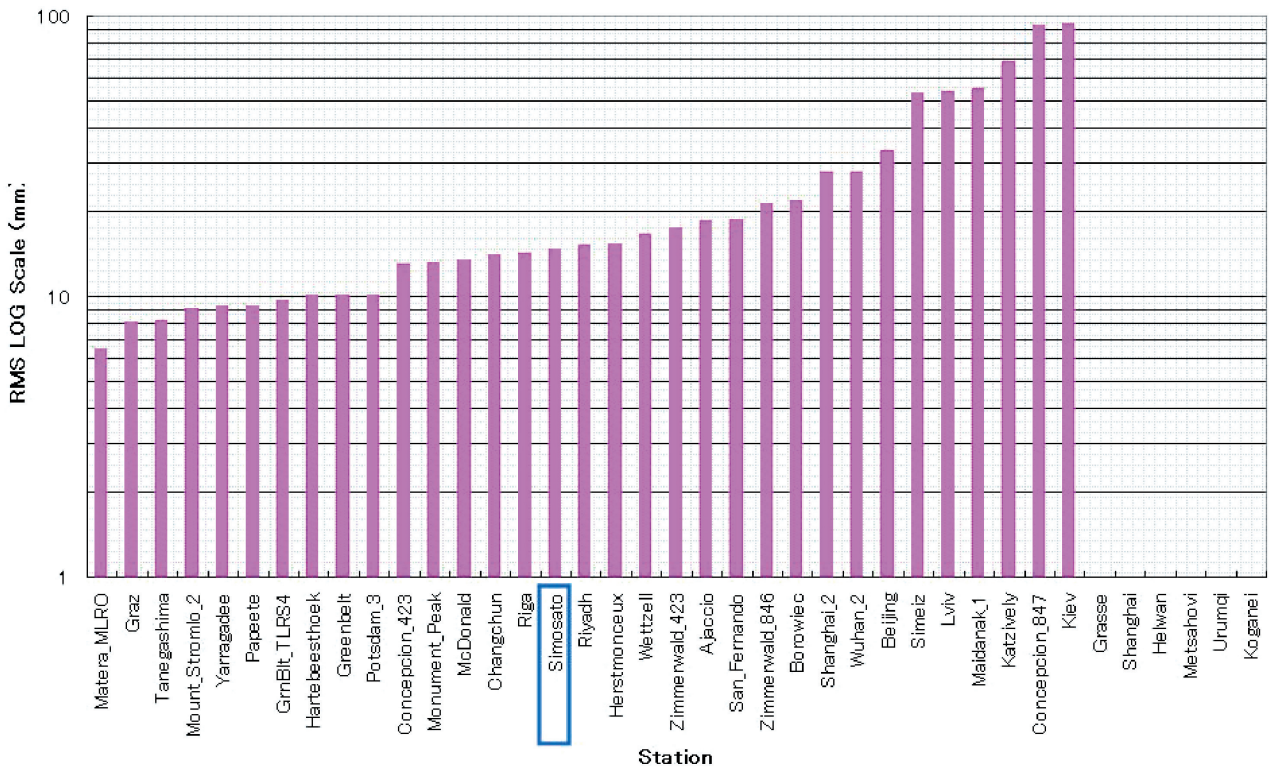
精度向上の新たな手法であるTTS法とCMD法
（黒川他，2007）を導入した。

3 まとめ

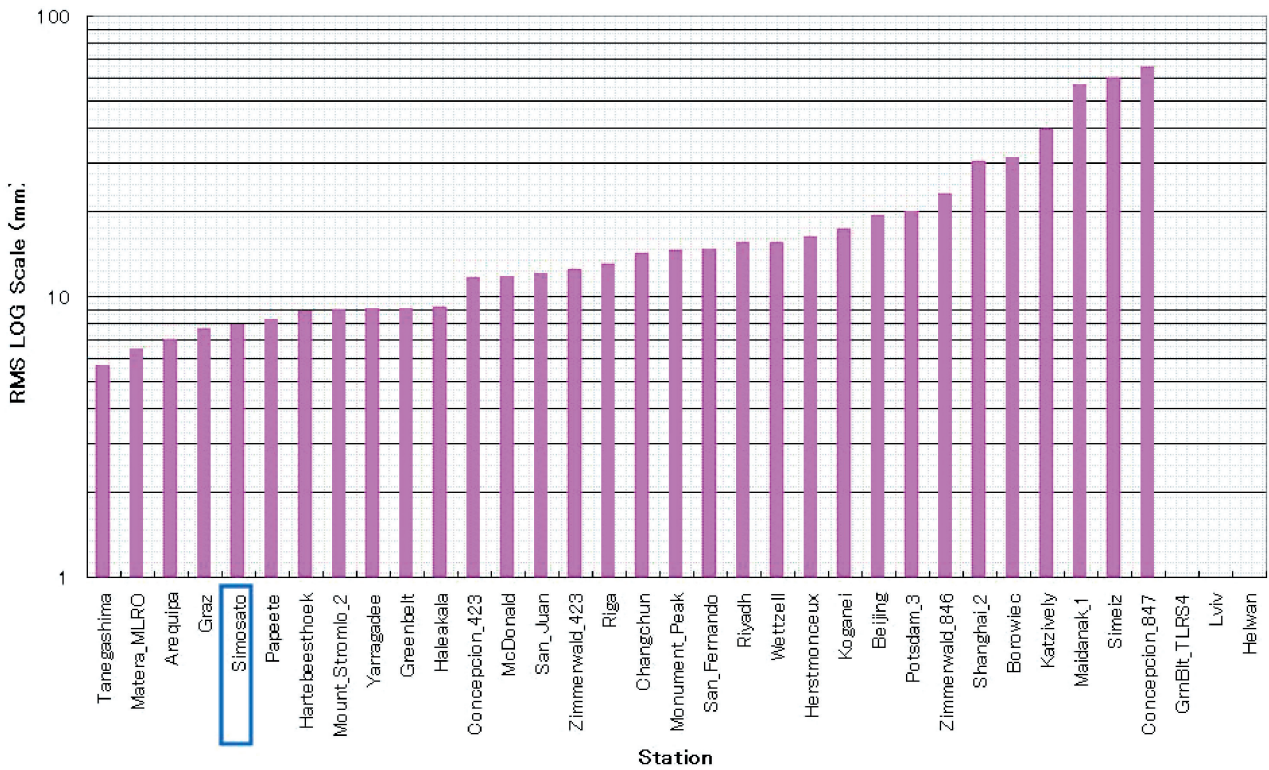
ここまで図示してきたとおり，1980年代にはおよ
そ10cmであった精度が，1990年代には5cmとな
り，2006年7月には精度向上の新たな取り組みとし
て「TTS」，「CMD」を導入し，現在では，「あじさ
い」観測で1cm，「ラジオス」観測で6～8mmと
世界トップレベルの観測精度を持つに至っている。
ILRS公表のSLR観測局ランキング図（Fig.4（a），
（b））を以下に掲げる。

参 考 文 献

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観測の新技术，海洋情報部研究報告，
43, 37-43, (2007)



第4図 (a) シングルショットRMS (LAGEOS-1, 2) 2005年12月
 Fig.4 (a) LAGEOS-1, 2 performance report 2005



第4図 (b) シングルショットRMS (LAGEOS-1, 2) 2006年12月
 Fig.4 (b) LAGEOS-1, 2 performance report 2006