

### 3-9 首都圏広域地殻変動観測

#### Monitoring of Crustal Deformation in the Tokyo Metropolitan Area

郵政省通信総合研究所  
Communications Research Laboratory  
Ministry of Posts and Telecommunications

#### 1. 首都圏広域地殻変動観測

首都圏に展開した広域地殻変動観測システム (KSP) の VLBI, および GPS による測位結果から 1997 年 7 月 1 日より 1999 年 9 月 14 日までのデータを用いて得られた小金井局, 三浦局, 及び館山局の位置変化を示す。第 1 表には同期間の基線長変化率を, 第 2 表には各局の水平方向の変位ベクトルを示した。

#### 【結果】

第 1 表 VLBI 観測によって得られた 4 局間の基線長変化率と誤差

	基線長変化率 (mm/year)	標準偏差 (mm)
鹿嶋-小金井	-2.1	2.9
鹿嶋-三浦	-4.4	3.1
鹿嶋-館山	-13.2	3.2
小金井-三浦	-12.9	2.8
小金井-館山	-16.8	3.1
三浦-館山	-3.5	2.6

第 2 表 各局の水平方向の変化速度ベクトル (鹿嶋局を固定)

	VLBI	GPS
小金井局	北北東方向に年間5.3mm	北北東方向に年間4.6mm
三浦局	北北西方向に年間18.1mm	北北西方向に年間20.2mm
館山局	北北西方向に年間21.6mm	北北西方向に年間22.6mm

VLBI により観測された各局の変位速度に有意な傾向変化は見られない。1999 年 8 月 1 日より, GPS 解析に用いる精密暦が ITRF97 準拠となったが, 今回は暫定的に ITRF96 で与えられる速度場により解析を行った。なお, VLBI, 及び GPS から求めた各局の位置変化, 及び各基線長の変化などの詳細な情報は通信総合研究所の KSP ホームページ<<http://ksp.nict.go.jp/index-j.html>>に示されている。

#### 2. VLBI 基線解析への中性大気の影響

第 1 図に示すように, VLBI により測定された基線長の時系列には夏場に 1cm 程度見かけ上の伸びの変化が見られる。この傾向は鹿嶋局を含む基線において顕著に見られることから, 季節による鹿嶋局の位置変化が影響していることが示唆される。位置変化の原因の最有力候補として水蒸気による伝搬遅延があり, 特に水蒸気分布の空間勾配の影響が考えられる。そこで, 水蒸気分布の勾配をモデル化したシミュレーションを行い, この仮説を支持する結果が得られた。

第2図は鹿嶋局周辺の地理条件を示す。鹿嶋局は直線的な海岸線の近傍に位置し、内陸部には湖・河川が近接しており、周囲にはわが国有数の水田地帯が広がる。この地理的特徴を簡略化したモデルを示したのが第3図である。また、第4図は海岸線に対して直交方向の断面図を取ったときの1次元モデルである。第4図に示すように、湖沼・水田地帯、陸域、海洋上のそれぞれにおいて5月の平均的な気象要素を仮定し、個々の領域上で標準大気モデルを用いて大気構造のモデルを構築した。このモデルに波線追跡法を適用して鹿嶋局の位置変化を見積もったところ、7.6mm 海側へ見かけ上の変位をすることが確かめられた。この見かけ上の変位による基線長変化は、夏場に見られる実際の変化の大きさとほぼ一致する。今後、マイクロ波放射計などによる観測によって実際の水蒸気分布の空間勾配を把握し、シミュレーションによる結果を検証する予定である。

### 3. 宇宙測地技術のコロケーション比較

KSP では VLBI/SLR/GPS の3種類の独立な宇宙測地観測施設が近接して設置され、これらが並行して運用される世界的にもユニークな環境にある。個々の宇宙測地観測技術の成熟とともに、従来以上の高精度化あるいは大気に起因する系統的な観測誤差等を見極めモデルを高度化するなどの目的から、個々の技術の特長を補完的に生かす総合化、コロケーション観測は、特に注目されている。また、IERS の基準座標系の高度化においてこれまでアジア地域ではコロケーション観測による規正が十分行えておらず、KSP 観測網の存在が重要である。そこで、KSP の4局で行われている観測データと個々の局で実施した精密測量の結果から、ITRF 座標系における各技術の結果を比較した(第5図)。

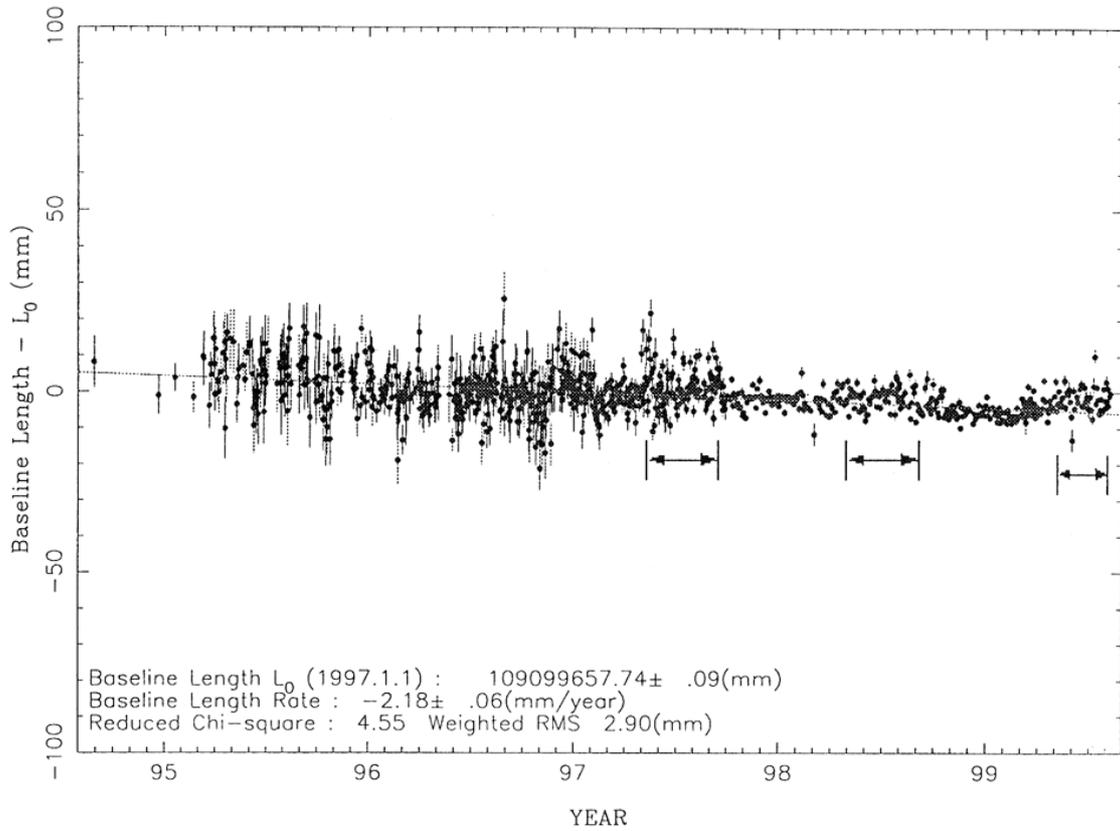
VLBI では1995-98年の鹿嶋34m VLBI局(ITRF96に登録されている)とKSP\_VLBI局の座標結合観測結果を用いた。再現性は水平成分で1mm 鉛直成分で5mmであった。鹿嶋以外の3局の位置は1994-98年のデータを用い、変位速度も考慮した。この3局については、再現性は水平成分で3mm 鉛直成分で15mmであった。

SLR観測ではLAGEOS-1, LAGEOS-2衛星の観測データから60日解析の結果を得た。再現性は約8mmであった。データは、観測精度に優れているものの、VLBIに比べ蓄積したデータ量が少ないため(各局で約100パス)、変位速度についてはVLBIの結果を適用した。

GPSでは、約2年間(1997-99年)の連日の解析結果を用い、IGS局(Kokee Park, Guam, Fairbanks, Seshan)に重み付けをし推定結果を得た。変位速度も考慮した。

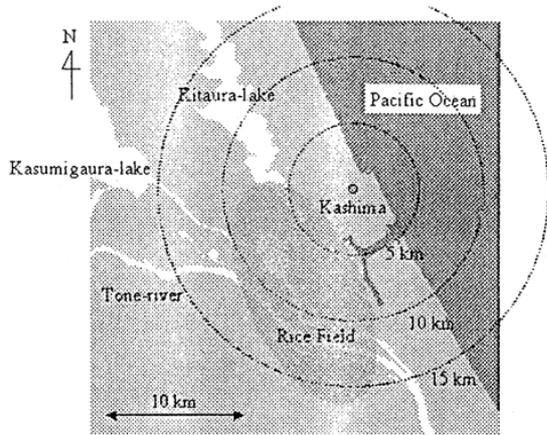
4つのKSP観測局内の測量ではVLBI/SLR/GPSの基準点間(35-100m)の測量で数mmの再現性を得ている。なお、方角の取り付け精度向上等のための測量を、実施中である。

観測結果については、相互に最大で4cm程度の相違が見られる。今後、個々の観測精度の向上とともに、測量精度およびITRFへの結合にも注意する必要がある。さらに、あるエポックでの観測比較だけでなく3種類の観測結果の時系列比較を行いたい。



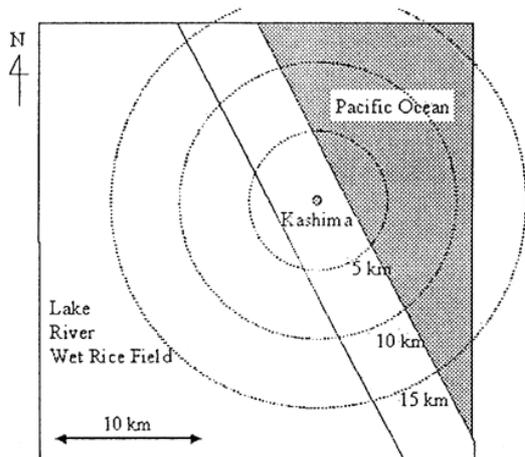
第1図 鹿嶋—小金井基線長。図中の矢印で示した期間に基線長が1cm程度長くなる傾向が見られる。また、鹿嶋—三浦基線、鹿嶋—館山基線についても同様の傾向が認められていることから、鹿嶋局の位置変化が基線長変動に影響していることを示唆する。

Fig.1 Evolution of the baseline length Koganei and Kashima. In the time period indicated by the arrows, the baseline length is longer than the average. We see the similar effect in the baseline including Kashima station.



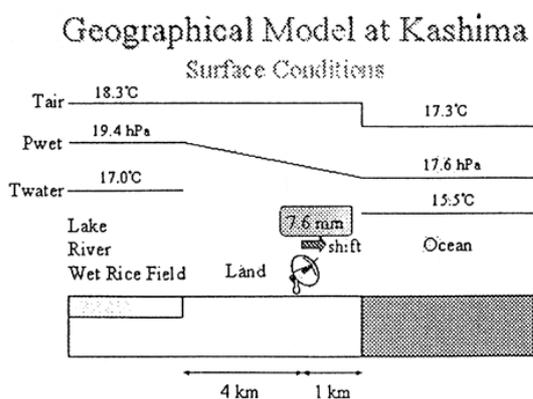
第2図 鹿嶋局周辺の概略図。鹿嶋局の南西側には北浦，霞ヶ浦に通じる利根川，およびわが国有数の水田地帯が広がっている。

Fig.2 Map around the Kashima station. Tone - river and the 1 large rice field are located in the direction of south-west looking from the Kashima.



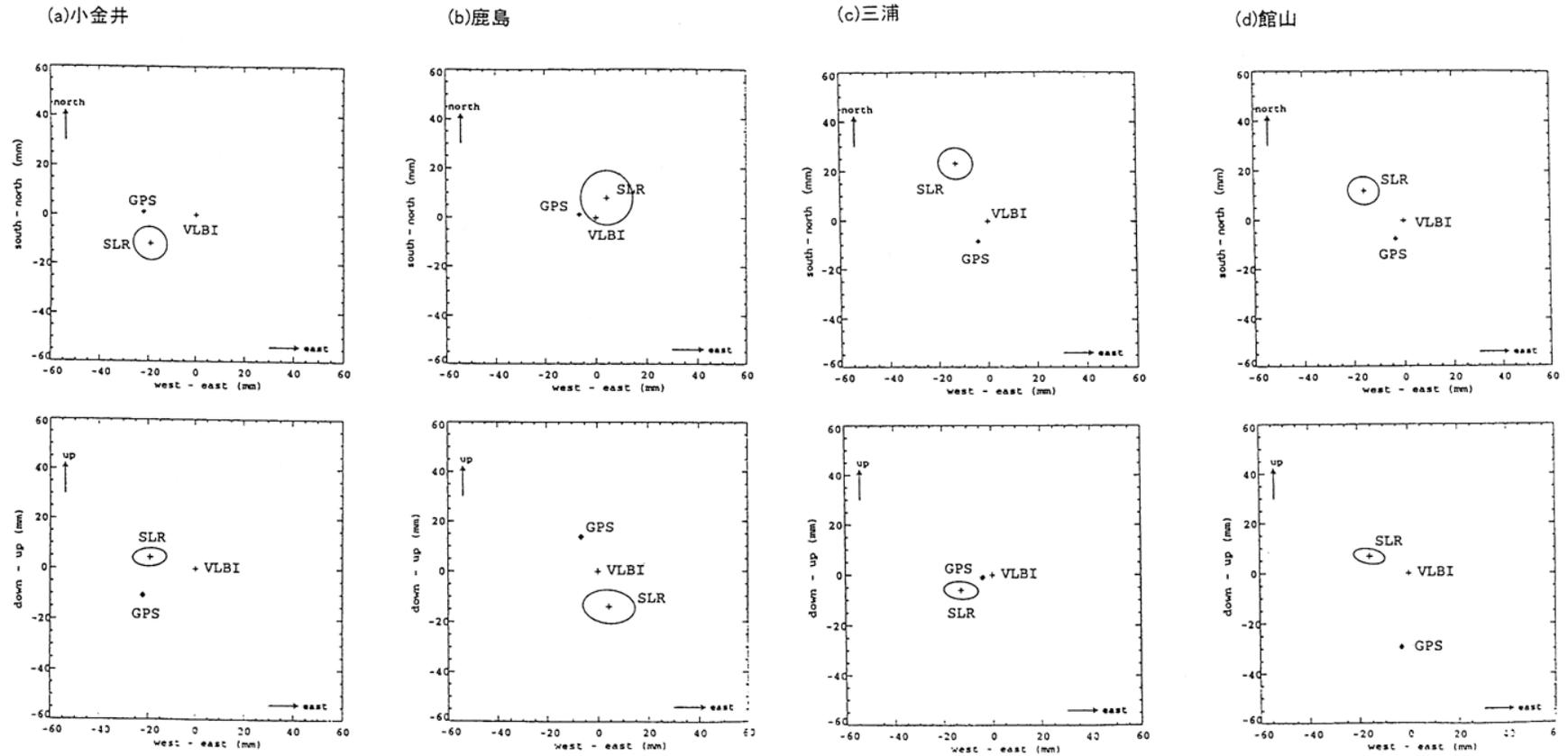
第3図 鹿嶋局周辺の地理を簡略化したモデル。このモデルに波線追跡法を適用し、水蒸気勾配によるV L B I 鹿嶋局の位置変化をシュミレーションする。

Fig.3 Simplified map. Applying ray - tracing method, position change of the Kashima station due to the gradient of the water vapor in the atmosphere is studied by simulation.



第4図 第3図に示したモデルに基づいてシュミレーションを行った結果。湖沼・水田地帯，陸域，及び海洋上での地上気象要素（気温，気圧，露点温度）を図中のように仮定し，それぞれの領域上で標準大気モデルを用いて大気構造のモデルを構築した。図の条件上では，陸側が海側より温潤となり，局位置が海側へ7.6mm 見かけ上変異する。

Fig.4 Using the typical weather condition at the rice field, land and the ocean as indicated in the figure, the atmospheric model is made. It resulted in the apparent position change of the Kashima station by 7.6mm toward the ocean.



第5図 VLBI 観測点を基準とした SLR, GPS座標の比較 (a) 小金井 (b) 鹿嶋 (c) 三浦 (d) 館山

Fig.5 Intercomparison of the coordinate using VLBI, SLR and GPS at (a) Koganei, (b) Kashima, (c) Miura, and (d) Tateyama.