

南極プレートの現在の動き

〒023-0861 岩手県水沢市星ガ丘町 2-12 (email: heki@miz.nao.ac.jp)

国立天文台地球回転研究系

日置 幸介

宇宙測地技術によるプレート運動の測定

プレート運動の計測に VLBI(超長基線電波干渉計)、SLR(衛星レーザ測距)等の宇宙測地技術が用いられるようになって既に 15 年近くが経過し、プレートの動きは境界付近を除けば一般に極めてなめらかであることがわかってきた[e.g. Heki, 1996]。1990 年代に入ると国際協力によって GPS(全地球測位システム)の軌道決定精度が大幅に向上し、従来 VLBI 等の独壇場であった大陸間の相対測位にも応用できるようになった。観測局に関しては GPS は安価で機動性に富むため、少なくとも地表の動きに関して GPS は宇宙測地技術の主流を占めるにいたった。一方衛星ドップラー測位の現代版とも言うべきフランスの DORIS やロシア版 GPS である GLONASS 等の新しい技術も登場し、さまざまな技術がその欠点を補いつつ並行して利用されている。

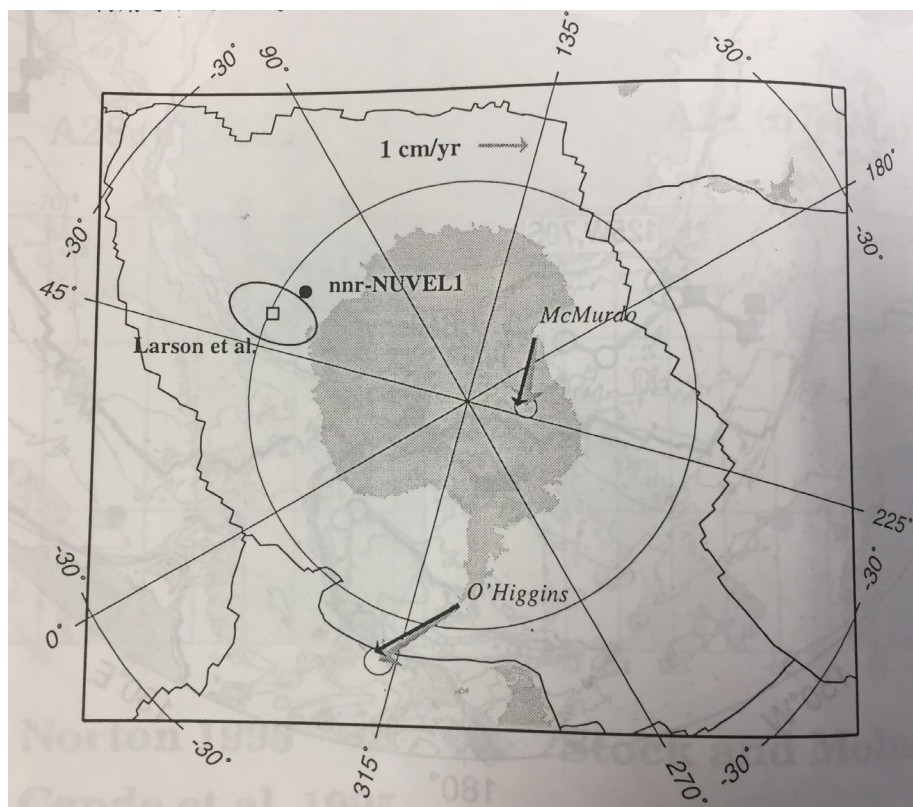


図1 GPSによる南極プレート上の2点の速度ベクトルとそれらを用いて求めた南極プレートのオイラー局位置とその誤差楕円(1 σ)。黒丸は nnr-NUVEL1 モデルによる極位置を示す。局速度の灰色の矢印と誤差楕円は観測速度およびその標準偏差、黒矢印は推定されたオイラーベクトルの予測速度。データは Larson et al. [1997]による。

比較的小さなプレートでは海洋磁気異常の縞模様やプレート間地震のすべり方向等に代表されるプレート運動の決定に従来用いられてきたデータが十分でない場合が多い(たとえばフィリピン海プレート[Seno *et al.*, 1993])。そのようなプレートの運動パラメータの決定に宇宙測地データの果たす役割が重要になりつつある(たとえばアムールプレート[Heki *et al.*, submitted])。南極プレートはほぼ発散境界のみに囲まれた特異なプレートであるが、その運動パラメータは従来の手法で十分高精度に決定されていると考えられる。南極における宇宙測地観測はやや出遅れてはいるものの、いくつかの観測基地で宇宙測地観測が重点的に取り組まれており、現在の南極プレートの動きを実測することができるようになってきた。

南極における宇宙測地観測と南極プレートの現在の動き

南極における宇宙測地観測は国立極地研究所と通信総合研究所による昭和基地での VLBI 観測にさかのぼるが、その後 1990 年代初頭から国際 GPS サービス (IGS) の GPS 点として南極大陸上の局のデータが徐々に充実してきた。局速度は McMurdo 基地の GPS 局で最初に得られ、その後 O'Higgins 局の速度が得られた。さらに Davis 局や Casey 局が IGS 局として観測を開始しており、昭和基地の GPS 点とともに速度が明らかになりつつある。南極プレートの現在のオイラーベクトル(角速度ベクトル)は Larson and Freymueller [1995] によって McMurdo の速度を用いて初めて推定されたが、オイラーベクトルの一成分を固定しての不完全な推定であった。その後 O'Higgins 局の速度を加えて Larson *et al.* [1997] が

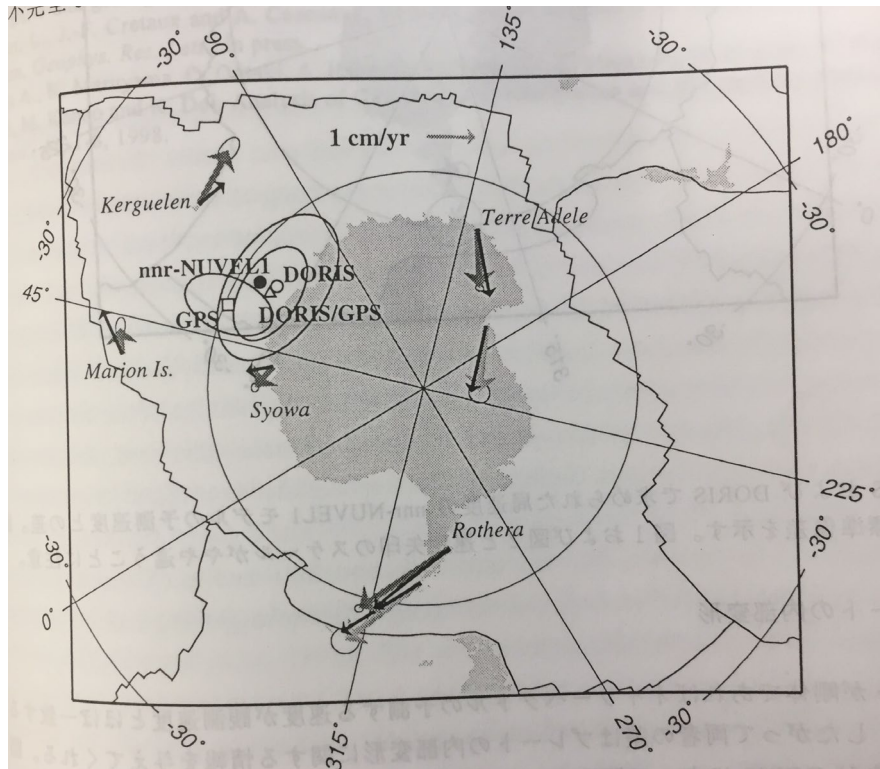


図2 DORIS による南極プレート上の局速度とそれらによる南極プレートのオイラー極。図1の GPS データも併せて示してある。データは Cretaux *et al.* [1998] による。

初めてオイラーベクトル三成分を推定し、NUVEL1 モデルの予測[Argus and Gordon, 1991]と有意に違わないことを確認した(図1)。

一方南極プレートにおけるフランスのDORIS地上局は大陸部分のRothera局、Syowa局、Terre Adele局に、Kerguelen局、Marion Island局の南極プレート上の離島を加えて1990年代前半から稼動している。Cretaux [1998]はこれら五局の水平速度から南極プレートのオイラーベクトルを推定し、Larson et al. [1997]と同様の結論を得た(図2)。DORISデータからSoudarin et al. [in press]はさらに鉛直方向の速度を求め、氷床の後退によるリバウンドモデル[Peltier, 1994]の予測との比較を行っている。

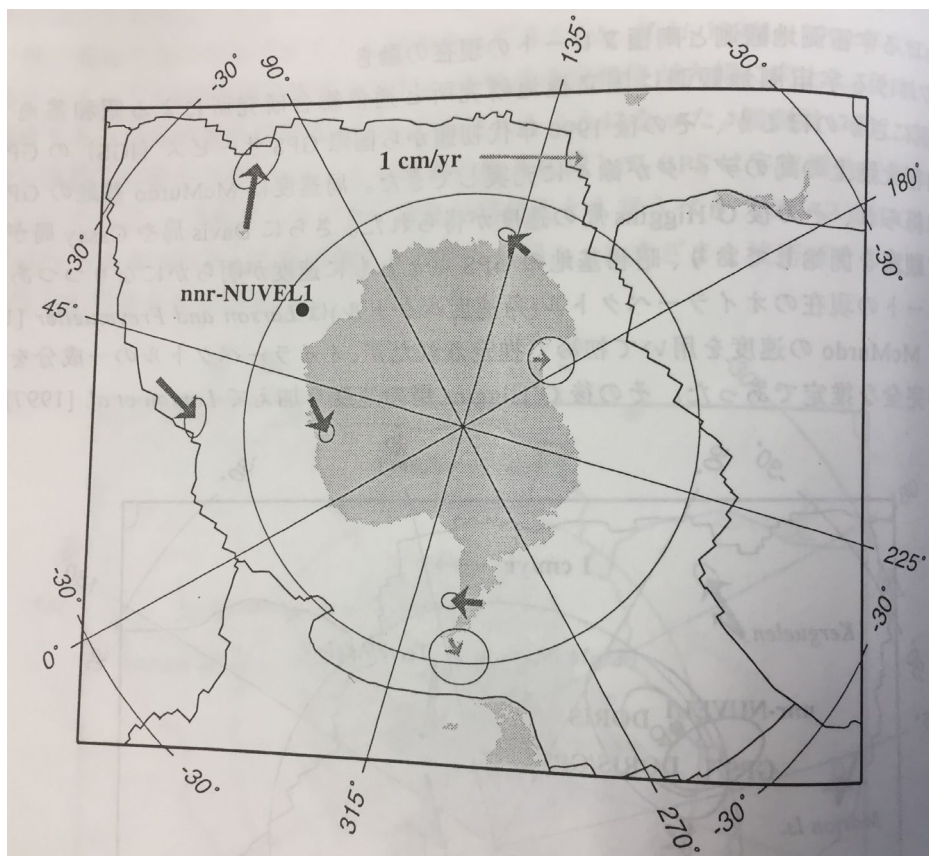


図3 GPS および DORIS で求められた局速度の nnr-NUVEL1 モデルの予測速度との差。誤差楕円は標準偏差を示す。図1 および図2 と速度矢印のスケールがやや違うことに注意。

南極プレートの内部変形

プレートが剛体であればオイラーベクトルの予測する速度が観測速度とほぼ一致するはずである。したがって両者の差はプレートの内部変形に関する情報を与えてくれる。図3にGPS および DORIS によって観測された速度から nnr-NUVEL1 モデルの予測速度を差し引いたものを示す。大陸部分の局についてはそれらの大きさは年間数mm以下であり、パターンにも明確な系統性は見えない。Yamada et al. [1998]によって報告されている南極プレート内部のGPS点の速度から、Kubo et al. [1998]は東南極と西南極の動きに幾分の差がある可能性を示唆しているが、多くの局はまだ観測期間が十分長くないため今後それらの局

速度がどのような値に落ち着いてゆくか見守る必要があるだろう。

参考文献

- Argus, D.F. and R.G. Gordon, No-net-rotation model of current plate velocities incorporating plate motion model NUVEL-1, *Geophys. Res. Lett.*, *18*, 2039-2042, 1991.
- Cretaux, J.-F., L. Soudarin, A. Cazenave and F. Bouille, Present-day tectonic plate motions and crustal deformations from the DORIS space system, *J. Geophys. Res.*, December, 1998.
- Heki, K., Horizontal and vertical crustal movements from three-dimensional very long baseline interferometry kinematic reference frame: Implication for the reversal timescale revision, *J. Geophys. Res.*, *101*, 3187-3198, 1996.
- Heki, K., S. Miyazaki, H. Takahashi, M. Kasahara, F. Kimata, S. Miura, N.F. Vasilenko, A. Ivashchenko, and G. An, The Amurian plate motion and current plate kinematics in Eastern Asia, *J. Geophys. Res.*, submitted.
- Kubo, A., Y. Nogi and K. Kaminuma, Systematic deviations of earthquake slip vectors from NUVEL1 at the Australia-Antarctica and Pacific-Antarctica plate boundaries, *Polar Geosci.*, *11*, 61-75, 1998.
- Larson, K.M. and J. Freymueller, Relative motions of the Australian, Pacific and Antarctic plates estimated by the Global Positioning System, *Geophys. Res. Lett.*, *22*, 37-40, 1995.
- Larson, K. M., J. Freymueller and S. Philipsen, Global plate velocities from the Global Positioning System, *J. Geophys. Res.*, *102*, 9961-9981, 1997.
- Peltier, W.R., Ice age paleotopography, *Science*, *265*, 195-201, 1994.
- Seno, T., S. Stein and A.E. Gripp, A model for the motion of the Philippine Sea plate consistent with NUVEL-1 and geological data, *J. Geophys. Res.*, *98*, 11305-11315, 1993.
- Soudarin, L., J.-F. Cretaux and A. Cazenave, Vertical crustal motions from the DORIS space-geodesy system, *Geophys. Res. Lett.*, in press.
- Yamada A., K. Maruyama, O. Ootaki, A. Itabashi, Y. Hatanaka, S. Miyazaki, H. Negishi, T. Higashi, Y. Nogi, M. Kanao and K. Doi, Analysis of GPS data at Syowa Station and IGS tracking stations, *Polar Geosci.*, *11*, 1-8, 1998.