

太平洋 VLBI 実験 1986 の中間報告

鹿島支所第三宇宙通信研究室 近藤哲朗、日置幸介、高橋幸雄

1. はじめに

米国NASAの地殻力学計画に基づく日米VLBI実験は1984年から開始され、昨年(1985年)までに14実験が実施された。⁽¹⁾ この実験の主目的は地震予知につながる太平洋プレート運動の実測であるが、その他、極運動、UT1 といった地球自転運動の精密測定も目的としている。特に太平洋プレート運動の実測を目的としたものは太平洋(PACIFIC)実験、地球自転運動の測定を目的としたものを極(POLAR)実験と呼ぶ。さて昨年までの実験の解析から、年間約10cmと考えられている太平洋プレートの動きを、僅か一年間という短期間で検出することに成功した。さらに得られたプレート運動はMinster & Jordanのモデル(AM1-2)⁽²⁾ から予測される値に極めて近いものであった。⁽³⁾⁽⁴⁾ AM1-2 モデルは過去数百万年間の平均として求められたプレート運動であるが、それが、一年という短い時間スケールにおいても十分に成立していたことになる。ところで、日本列島はユーラシアプレート、北米プレート、太平洋プレートおよびフィリピン海プレートの4つのプレートの境界域に位置するが(図1)、鹿島が属するプレートに関しては、北米またはユーラシアプレートのいずれかであろうと考えられている。⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾ しかし、それらのプレート間で予測される相対運動が年間1cmと小さいため、結論を下すデータは得ていない。さらに実験は夏期に集中していたが、より短い時間スケール、例えば1ヶ月といった時間スケールにおいてもプレートは連続的に動くのかという疑問が生じる。これらの疑問を解くには、年間の実験回数を多くし、長年月に亘って実験を実施していく必要がある。また大気中の水蒸気は大気間といった長距離基線の基線長推定における大きな誤差要因の一つであるが、年間を通しての高密度の観測により、基線長推定の妥当性の評価も可能と考えられる。つまり、基線長に季節変動が現れた場合、水蒸気量の推定を疑う可能性もでてくる。そこで、今年は3月から毎月1回以上の割合で計14回の実験が計画されている。ここでは、太平洋VLBI実験に的を絞って、昨年までに得られた成果および今年実施された実験の内、鹿島で相関処理を行ったものについて速報する。

2. 太平洋VLBI実験の変遷

表1に昨年までに実施されたり、今年計画されている地殻力学計画に基づく日米VLBI実験を示す(2回のシステムレベル実験を含む)が、E,W,N,XPACと名付けられた実験が太平洋プレート運動の検出を主目的とした太平洋実験である。1984年のWPAC実験(図2)には鹿島、モハービ、クワジェリン、カウアイ、ギルクリーク局の5局が参加したが、翌年からはさらにバンデンバーグ局が加わり参加局は計6局となった。1985年からは、鹿島はEPAC実験(図3)にも参加し、WPAC実験とEPAC実験は参加局の上では区別がなくなった。さらに同じ年からNPAC実験(図4)にも参加している。NPAC実験の参加局は鹿島、モハービ、ハットクリーク、カウアイ、ギルクリークおよびバンデンバーグ局であるが、丁度W, EPAC実験のクワジェリン局の代りにハットクリーク局が入っていることになる。これは、ハットクリーク局にあるMark-III VLBIデータ取得ターミナルを夏期の実験シーズンだけクワジェリン局に運んで使用しているためである。XPAC実験はより短い時間スケールでのプレート運動の監視を目的として1986年に追加された実験である。XPAC実験には図5で示されるように、鹿島、カウアイ、ギルクリーク局の3局が参加し、相関処理は鹿島が担当している。6月のXPAC実験には上海天文台も参加し、初の日米中実験となった(図6)。

このため6月のXPAC実験はJUSC(Japan-US-China)実験とも呼ばれる。⁽⁶⁾ 現在6月に行ったXPAC実験まで解析が終了している。

3. 昨年(1985年)までの太平洋実験の成果

1984年および1985年の実験で得られた基線長の変化から、太平洋プレートの動きが実測された。図7に一年あたりの基線長の変化の実測値と予測値の比較を示す。予測値は鹿島が北米プレート上にある場合と鹿島がユーラシアプレート上にある場合の二つを示すが、いずれの場合も実測値と予測値は良い一致を示すことがわかる。これは、北米プレートとユーラシアプレート間の相対運動が小さいことによるが、このためこの図に示す結果のみからは、鹿島がいずれのプレートに属すかの決定を下すことができない。基線長の変化率から太平洋プレートの回転軸(オイラー極)を推定した結果を図8に示す。⁽³⁾ 図中推定誤差 1σ 以内の領域(68%の信頼領域に対応する)を斜線で示している。この推定では鹿島が北米プレート上にあると仮定したが、鹿島がユーラシアプレート上にあると仮定してもほぼ同様な結果となり有意な差は検出されない。AM1-2モデルの太平洋プレートのオイラー極を◎で示すが、推定された極位置と良い一致を示していることがわかる。

4. 今年(1986年)の結果-中間報告

今年は今現在までに9回の太平洋実験が行われている(表1)。このうち鹿島はXPAC実験の相関処理を担当し残りは米国ヘイスタック観測所で処理が行われている。鹿島での処理は6月に行われたXPAC実験まで終了し、基線長の解析も終わっている。図9にXPAC実験の3基線についての基線長変化を示す。図の横軸は時間、縦軸は基線長である。図中、破線および実線の直線はそれぞれ昨年までの結果から推定した基線長変化率および現在までの結果を用いて推定した変化率を示す。鹿島-カウアイ基線およびギルクリーク-カウアイ基線に関しては昨年までの結果から予測される勾配に近い変化を示していることが分る。一方、鹿島-ギルクリーク基線は昨年までの結果とは逆センスとなり、 $-0.8 \pm 1.4 \text{ cm/year}$ の変化率となっている。これは鹿島がユーラシアプレート上にあると仮定した場合の変化率 -0.7 cm/year と近い値であるが、誤差が $\pm 1.4 \text{ cm/year}$ と大きい。

5. おわりに

現在までに実施された太平洋実験について、プレート運動検出の立場から、特に基線長データのみから解析を行った結果を、今年実施した実験結果の速報を含めて報告した。その結果太平洋プレートはMinster & JordanのAM1-2モデルに極めて近い運動をしていることが明らかとなってきた。鹿島が属するプレートを決定するにあたり、鹿島-ギルクリーク基線の基線長変化が興味深い。現在までの結果は鹿島がユーラシアプレートに属していることを示唆しているが、まだ誤差が大きく、結論を下せる状況ではない。さらに継続して実験を続けていく必要がある。去年から実施されている鹿島-上海基線(上海はユーラシアプレート上にある)データの蓄積も鹿島が属しているプレートを決定する上で重要である。また、鹿島は太平洋プレートの境界近くに位置するため局所的にプレートの変形を受けている可能性がある。この変形をモニターするためにGPSを用いた中距離高精度測距システムを使用し日本国内での鹿島の位置の変動を調べることも重要である。

参考文献

- (1) 近藤 他 「VLBI(長基線干渉計)実験報告 その1 -- (1)日米共同実験の成果」、第69回研究発表会予稿、1985年11月。
- (2) Minster, J.B. and T.H. Jordan, "Present-Day Plate Motions", J. Geophys. Res., Vol. 83, pp. 5331-5354, 1978.
- (3) Kondo, T., K. Heki and Y. Takahashi, "Pacific Plate Motion Detected by the VLBI Experiments Conducted in 1984 - 1985", Proceedings of the Symposium on

Application of Space Techniques to Astronomy and Geophysics, pp.98-107, 1986.

- (4) 高橋、日置、近藤「基線ベクトルの変化によるプレート運動の検出について」、
第 346回研究談話会資料、1986年 2月。
(5) 小林洋二 「プレート”沈み込み”の始まり」、月刊地球、Vol.3, pp.510-518, 1983.
(6) 中村一明 「日本海東縁新生海溝の可能性」、地震研究所彙報, Vol.58, pp.711-722,
1983.
(7) Seno, T., "Is Northern Honshu a Microplate?", Tectonophys., Vol.115, pp.177-196,
1985.
(8) 黒岩 他 「日米中共同VLBI実験速報」、第 358回研究談話会資料、1986年 9月。

表 1 . 日米VLBI実験 (1984年 1月~1986年12月)

EXPERIMENT	START(UT) YYMMDDHH	DURATION (HOURS)	STATIONS
SLE-1	84012300	24	KAS-MOJ
SLE-2	84022418	24	KAS-MOJ-HAT
WPAC-1	84072809	56	KAS-MOJ-KWA-KAU-GIL
WPAC-2	84080406	56	KAS-MOJ-KWA-KAU-GIL
POLAR-1	84083006	30	KAS-MOJ-HAY-WET-GIL-ONS
POLAR-2	84090206	30	KAS-MOJ-HAY-WET-GIL-ONS
NPAC-1	85051520	24	KAS-MOJ-HAT-KAU-GIL-VAN
POLAR-1	85061920	30	KAS-MOJ-WST-WET-GIL-ONS
EPAC-1	85070606	42	KAS-MOJ-KWA-KAU-GIL-VAN
WPAC-1	85072018	42	KAS-MOJ-KWA-KAU-GIL-VAN
EPAC-2	85072718	42	KAS-MOJ-KWA-KAU-GIL-VAN
WPAC-2	85081006	42	KAS-MOJ-KWA-KAU-GIL-VAN
NPAC-2	85093000	24	KAS-MOJ-HAT-KAU-GIL-VAN
POLAR-2	85112120	30	KAS-MOJ-WST-WET-GIL-ONS
XPAC-1	86031405	24	KAS-KAU-GIL
NPAC-1	86040903	24	KAS-MOJ-HAT-KAU-GIL-VAN
XPAC-2	86050303	24	KAS-KAU-GIL
XPAC-3 (JUSC-1)	86061401	24	KAS-KAU-GIL-SHA
POLAR-1	86061905	30	KAS-MOJ-WST-WET-GIL-ONS
EPAC-1	86070515	42	KAS-MOJ-KWA-KAU-GIL-VAN
WPAC-1	86071215	42	KAS-MOJ-KWA-KAU-GIL-VAN
EPAC-2	86072615	42	KAS-MOJ-KWA-KAU-GIL-VAN
WPAC-2	86080219	42	KAS-MOJ-KWA-KAU-GIL-VAN
XPAC-4	86090606	24	KAS-KAU-GIL
NPAC-2	86102402	24	KAS-MOJ-HAT-KAU-GIL-VAN
POLAR-2	86110604	30	KAS-MOJ-WST-WET-GIL-ONS
XPAC-5	86110801	24	KAS-KAU-GIL
XPAC-6	86120601	24	KAS-KAU-GIL

(NOTES)

1. EXPERIMENT NAME

SLE : System Level Experiment
 WPAC : Western Pacific Experiment
 EPAC : Eastern Pacific Experiment
 NPAC : Northern Pacific Experiment
 POLAR : Polar Experiment
 XPAC : Trans-Pacific Experiment
 JUSC : Japan-US-China Joint Experiment

2. STATION NAME

KAS : Kashima KWA : Kwajalein HAY : Haystack
 MOJ : Mojave KAU : Kauai WET : Wettzell
 HAT : Hatcreek GIL : Gilcreek ONS : Onsala
 VAN : Vandenberg WST : Westford
 SHA : Shanghai

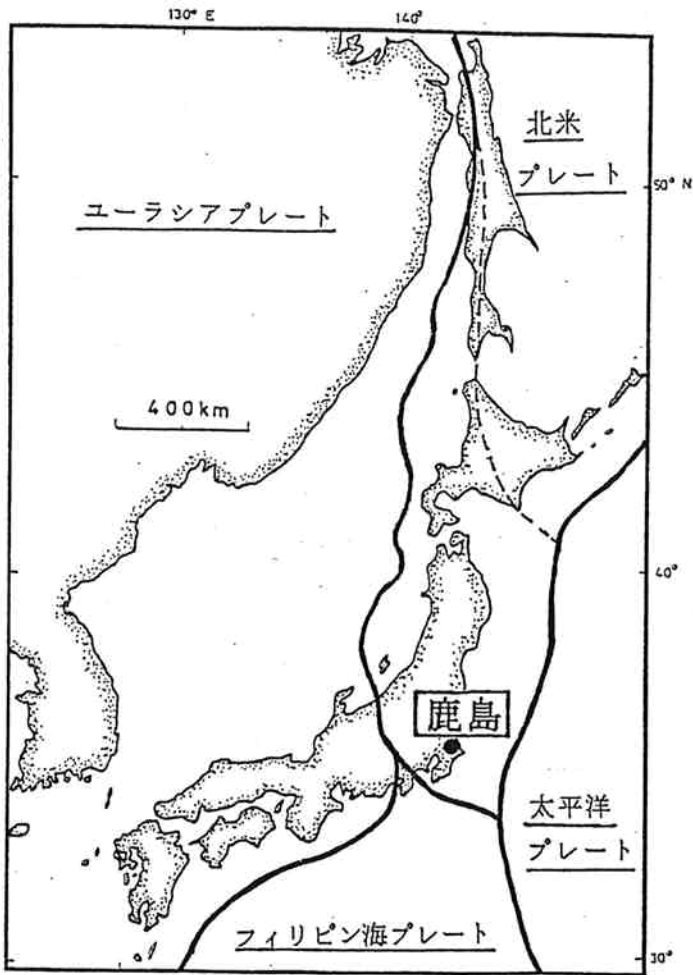


図1 . 日本近辺のプレート

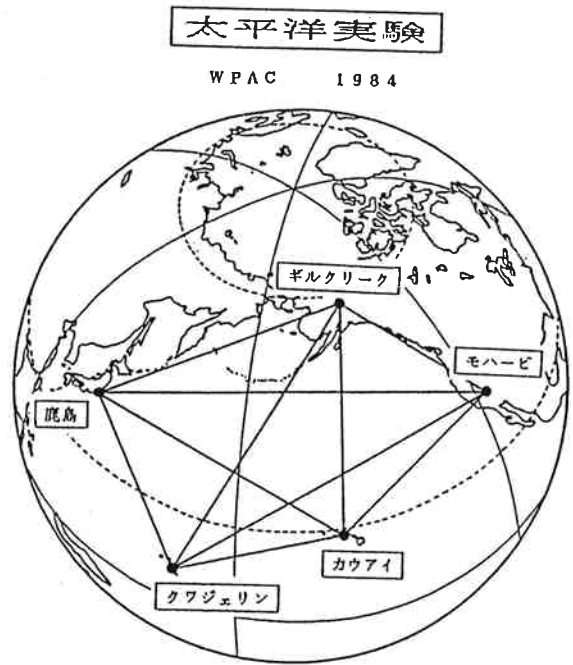


図2 . WPAC(1984)実験

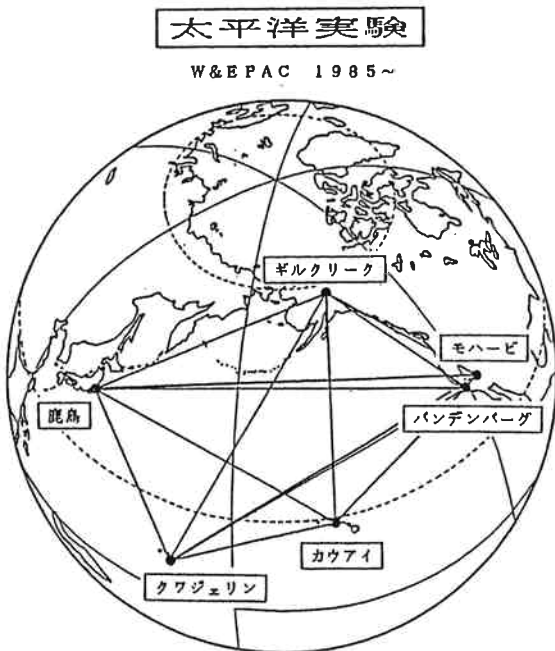


図3 . E&WPAC(1985-) 実験

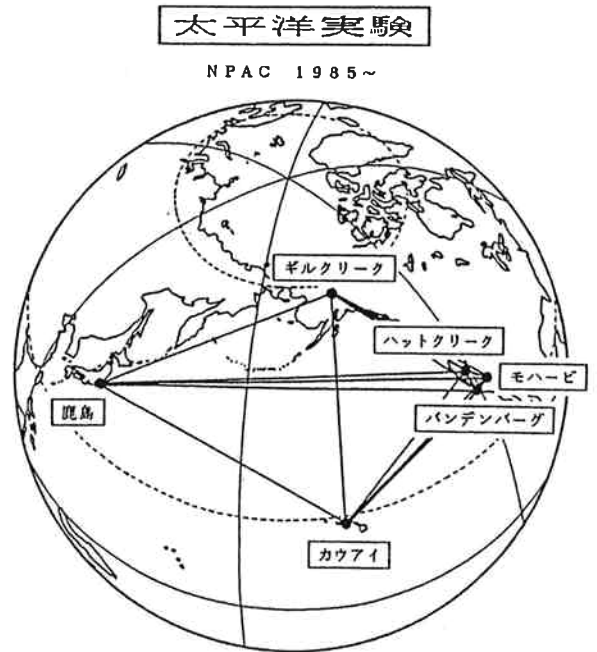


図4 . NPAC(1985-) 実験

太平洋実験

XPAC 1986~



図5 . XPAC実験

日米中実験



図6 . JUSC実験

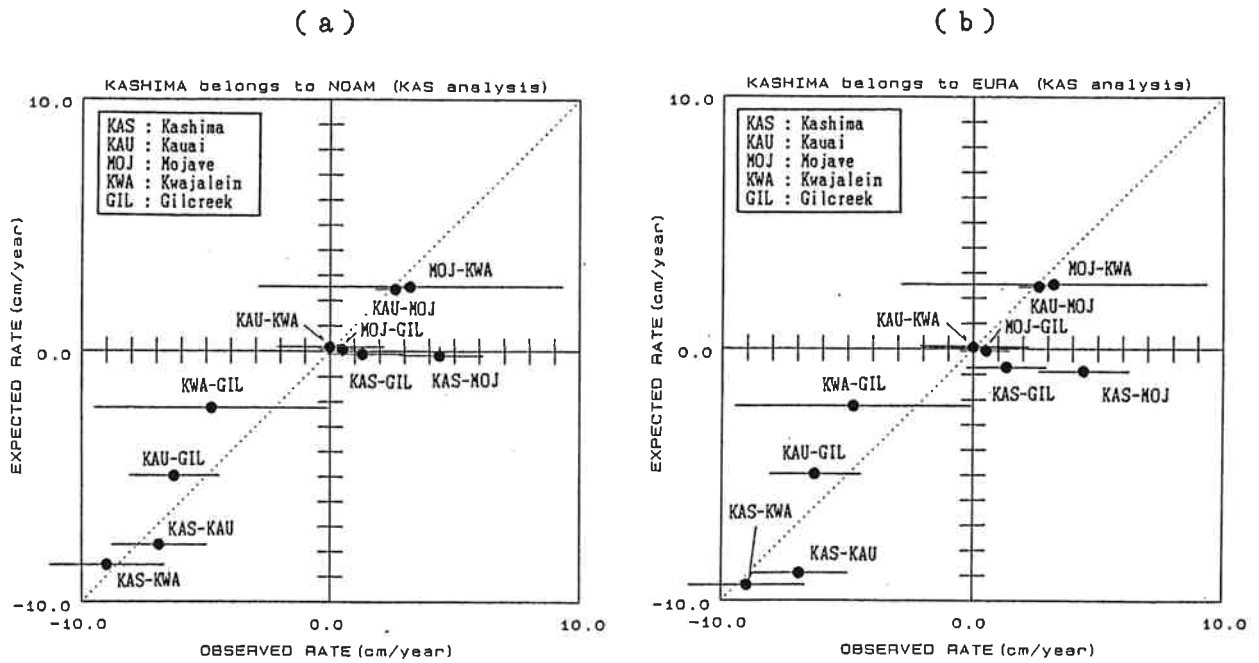
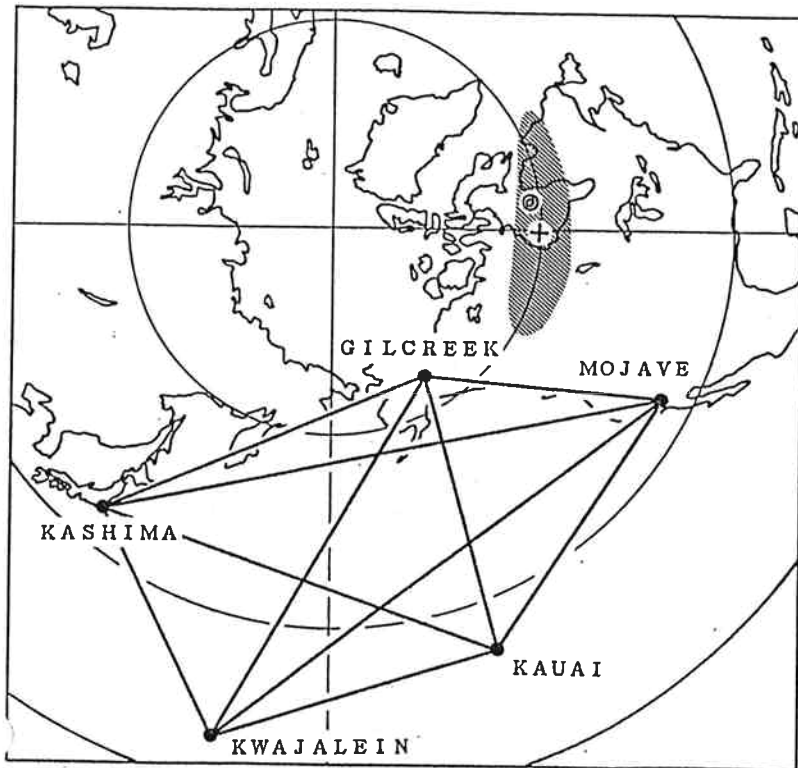


図7 . 基線長変化率の実測値と予測値の比較

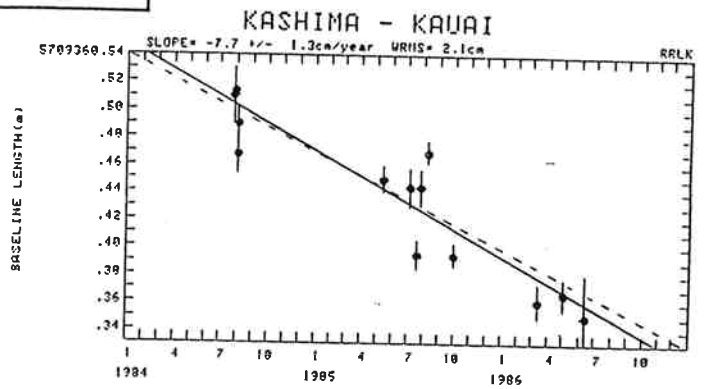
(a) 鹿島が北米プレート上として予測値を計算

(b) 鹿島がユーラシアプレート上として予測値を計算

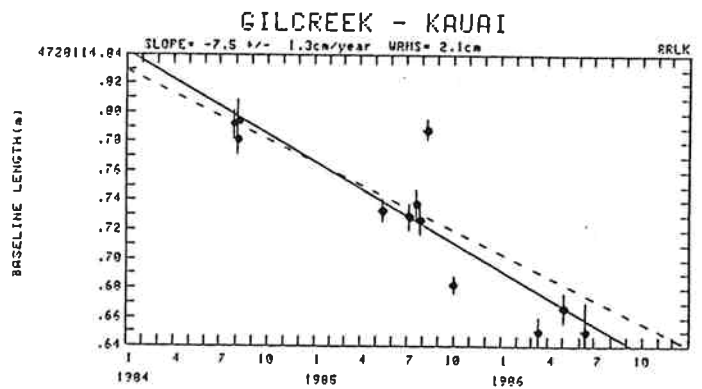
図8 . 太平洋プレートの
オイラー極 (回転軸) 推定結果



(a) - - - 1984~1995
 ——— 1984~1986



(b)



(c)

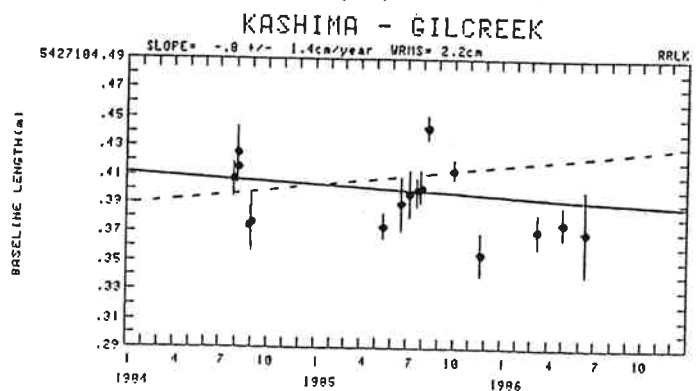


図9 . 基線長変化

- (a) 鹿島 - カウアイ基線
- (b) ギルクリーク - カウアイ基線
- (c) 鹿島 - ギルクリーク基線