

2001年5月11日
茨城県高等学校教育研究会工業部会総会

宇宙電波で測る地球

独立行政法人通信総合研究所

鹿島宇宙通信研究センター

宇宙電波応用グループ

近藤哲朗



<http://www.crl.go.jp/ka/radioastro/index-J.html>

内容

⌘ 鹿島宇宙通信研究センターの歴史

⌘ 宇宙測地技術の紹介

☒ GPS、SLR、VLBI

⌘ ハワイ接近の話

☒ プレート運動の実測

⌘ 鹿島神宮の要石とキーストーン計画

☒ 三宅島噴火に伴う地殻変動

⌘ 将来の話



鹿島宇宙通信センター



昭和39年

郵政省電波研究所鹿島支所発足
東京オリンピックの宇宙中継

昭和59年

国際VLBI実験開始・日米間を誤差2cmで実測

昭和63年

「電波研究所」から「通信総合研究所」に名称変更

平成元年

「鹿島支所」から「鹿島宇宙通信センター」に変更

平成13年1月

「郵政省」から「総務省」に

4月

「総務省」から「独立行政法人」に

「鹿島宇宙通信センター」から

「鹿島宇宙通信研究センター」に



30mアンテナ (1963年8月～1975年5月)



30mアンテナ跡地
と
『東京オリンピック
宇宙中継の地』
のモニュメント



26mアンテナ (1968年10月～2003年3月?)



完成直後



34mアンテナ (1988年3月～)

鹿島34mアンテナ



日本第3位の大きさ

臼田64mアンテナ



野辺山45mアンテナ



宇宙測地技術

⌘ VLBI (Very Long Baseline Interferometry)

☑ 超長基線電波干渉計

⌘ GPS (Global Positioning System)

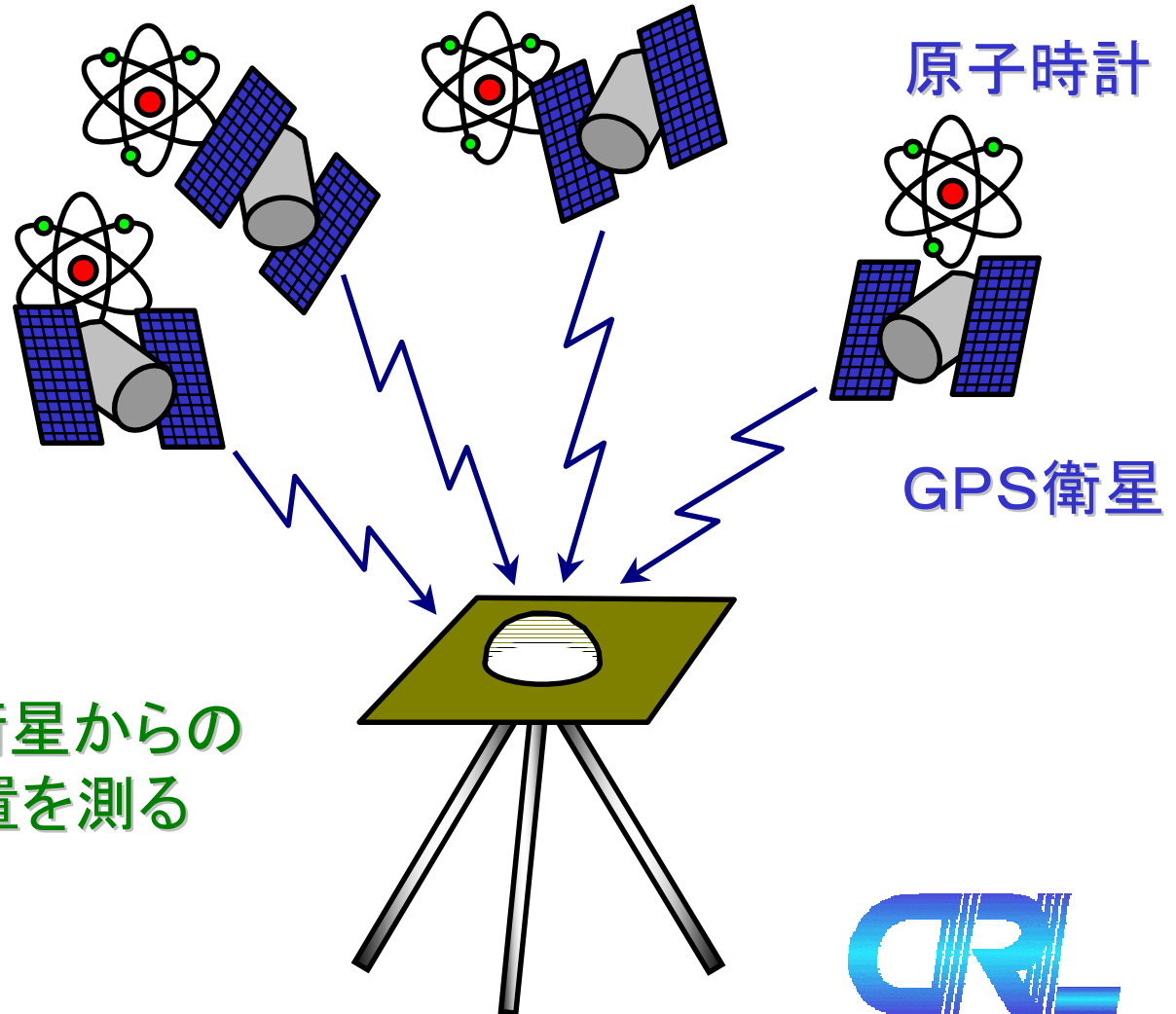
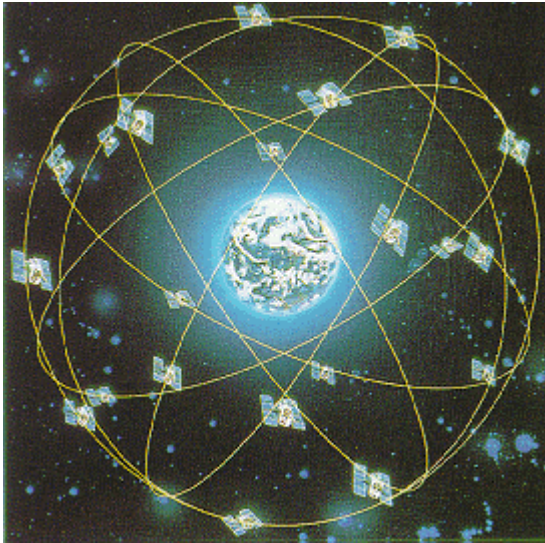
☑ 汎地球測位システム

⌘ SLR (Satellite Laser Ranging)

☑ 人工衛星レーザー測距法



GPS (Global Positioning System)



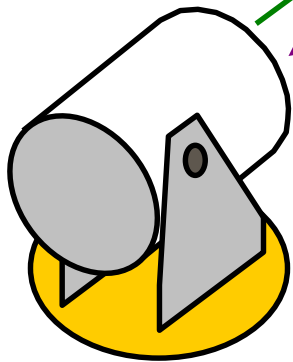
地上2万kmの人工衛星からの
電波を受信して位置を測る



SLR (Satellite Laser Ranging)



鏡を積んだ
人工衛星



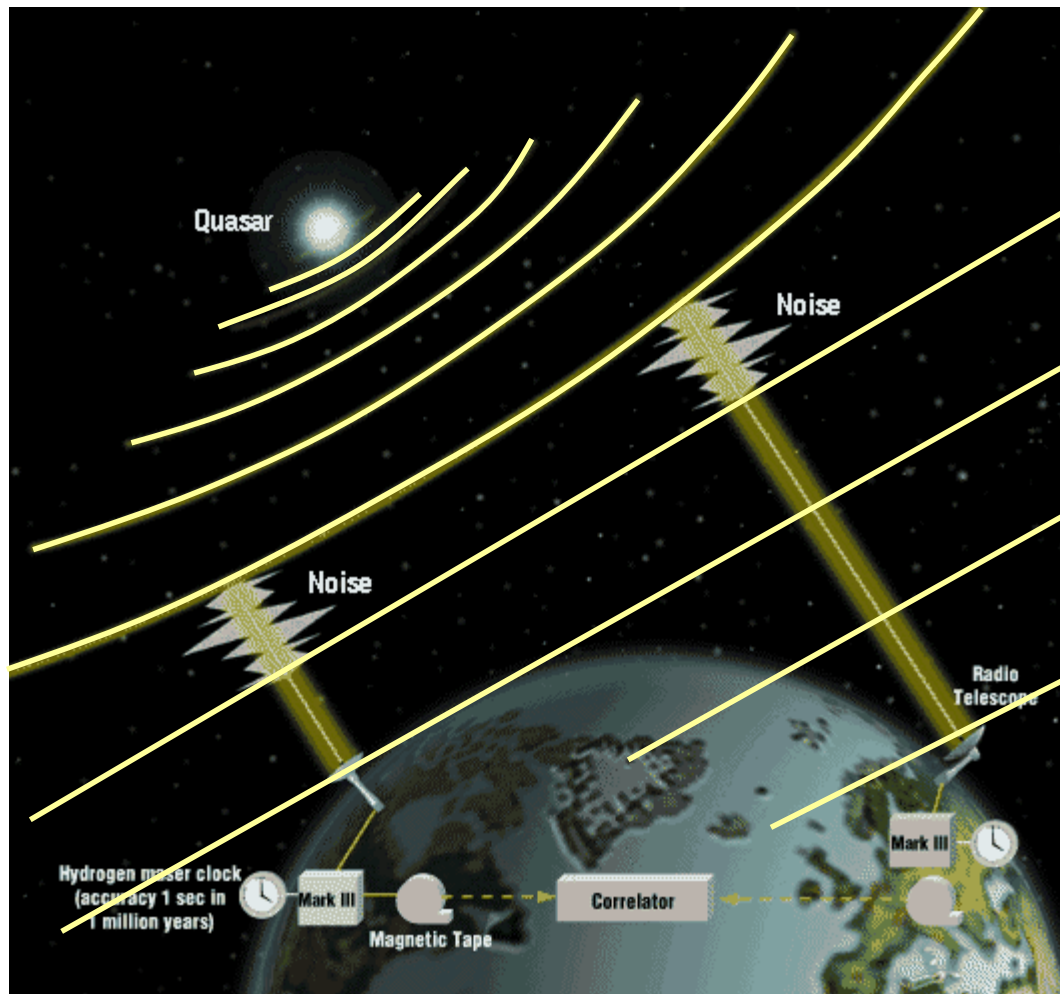
レーザー光線が衛星
に当たって反射光が
返ってくる

その時間を
精密に測定して
位置を測る



VLBIとは

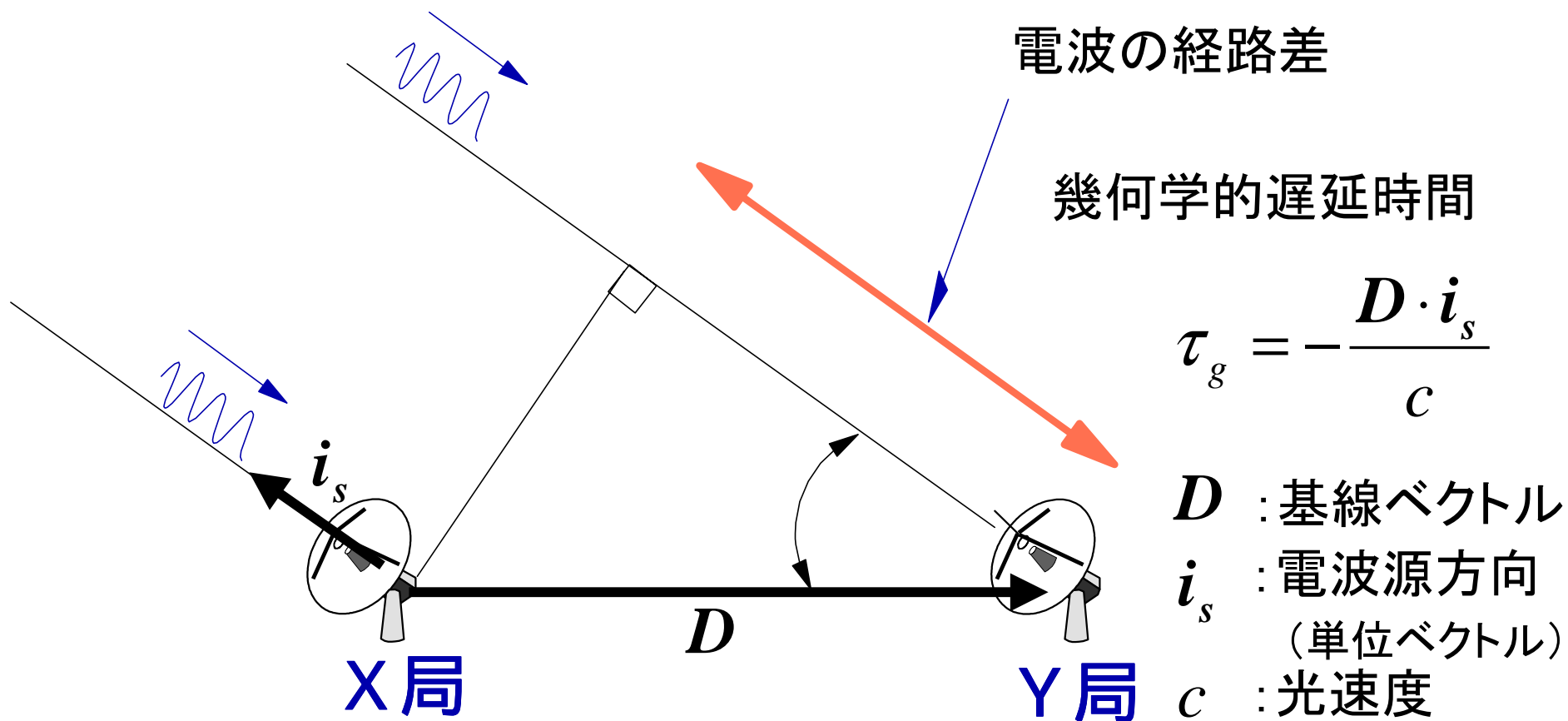
電波星からの
電波を2局で
受ける



電波の到達
時間遅れを
計測

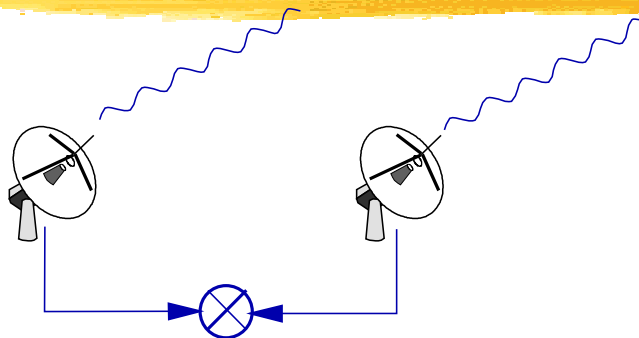


VLBIの原理



Very Long Baseline Interferometry

短距離



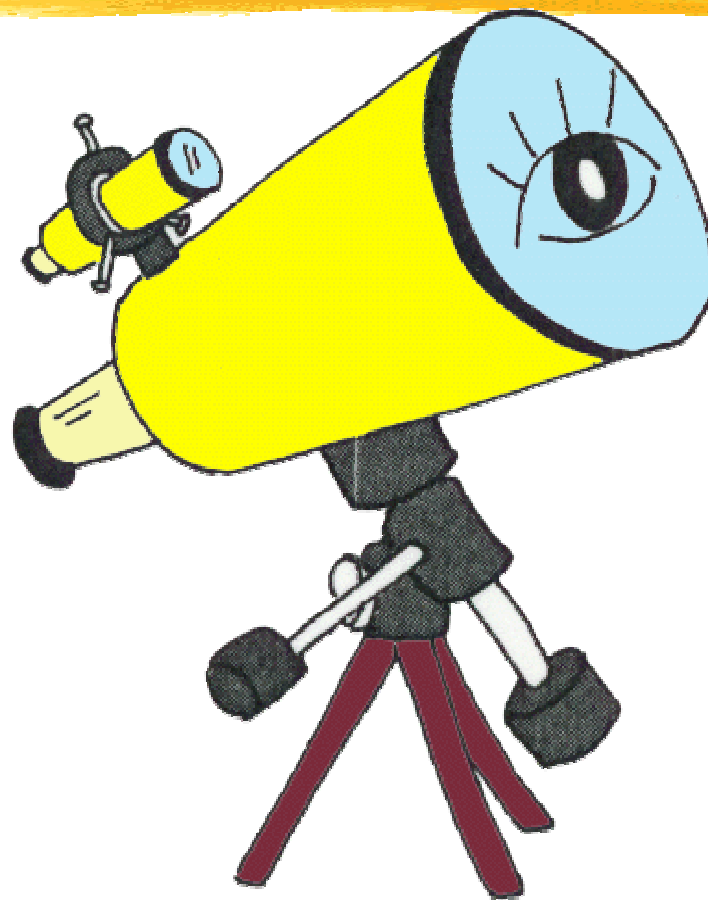
長距離



VLBIで何が測れる？



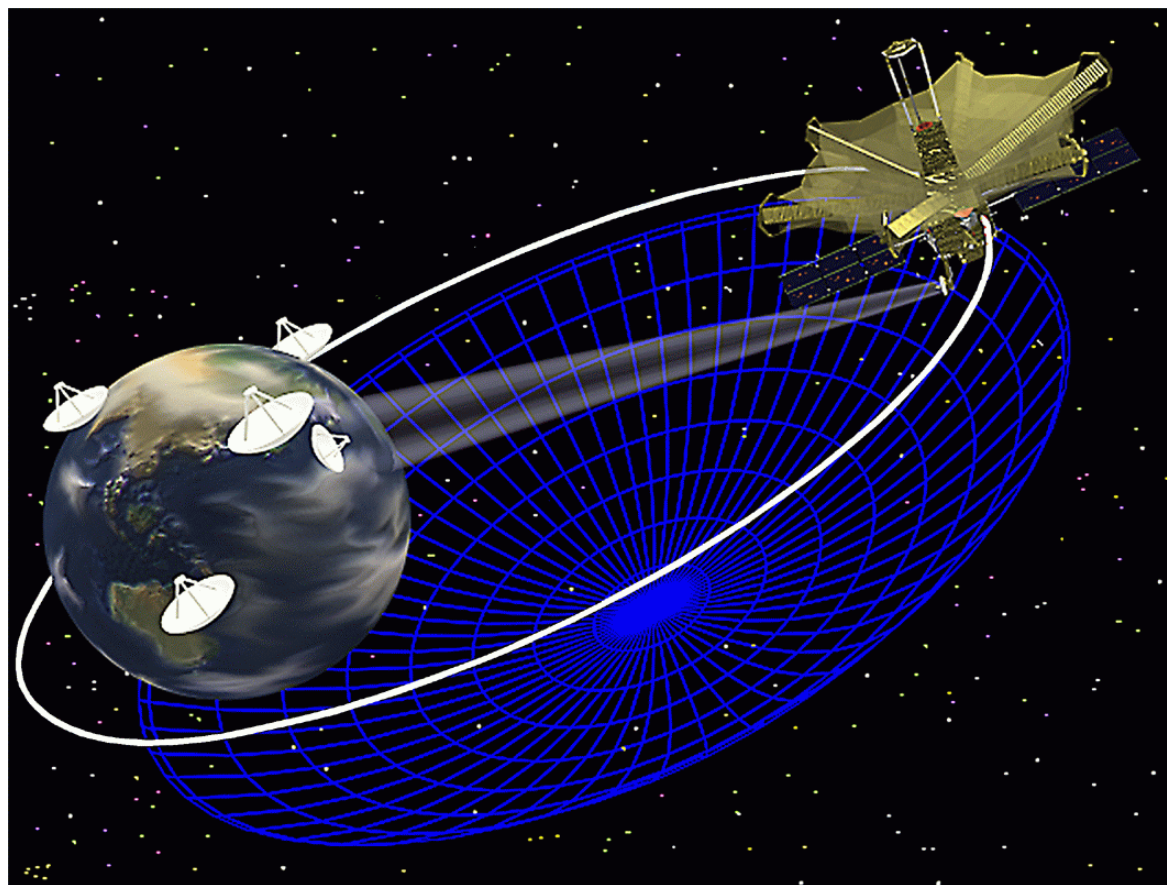
顕微鏡
地球のことを調べる



望遠鏡
宇宙のことを調べる



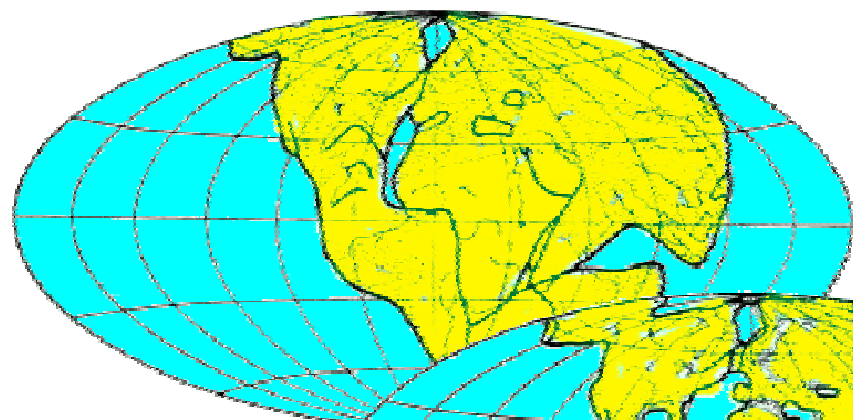
スペースVLBI(巨大望遠鏡)



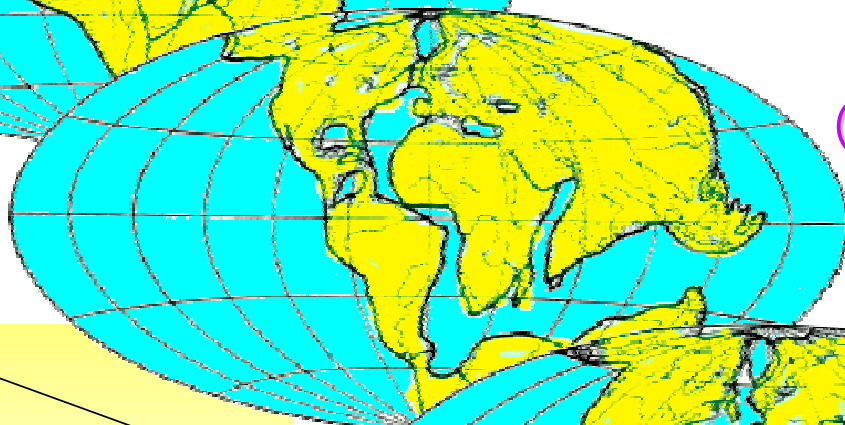
出典：<http://www.vsop.isas.ac.jp/>



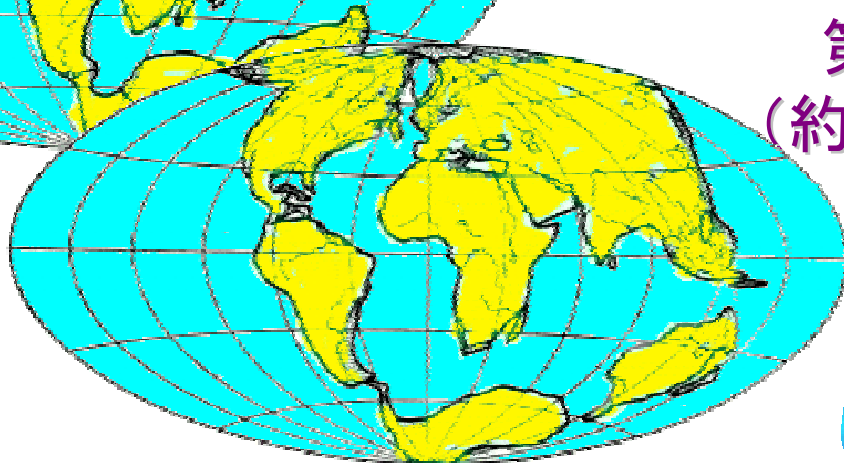
大陸移動説(ウエゲナー)



石炭紀後期
(約3億年前)

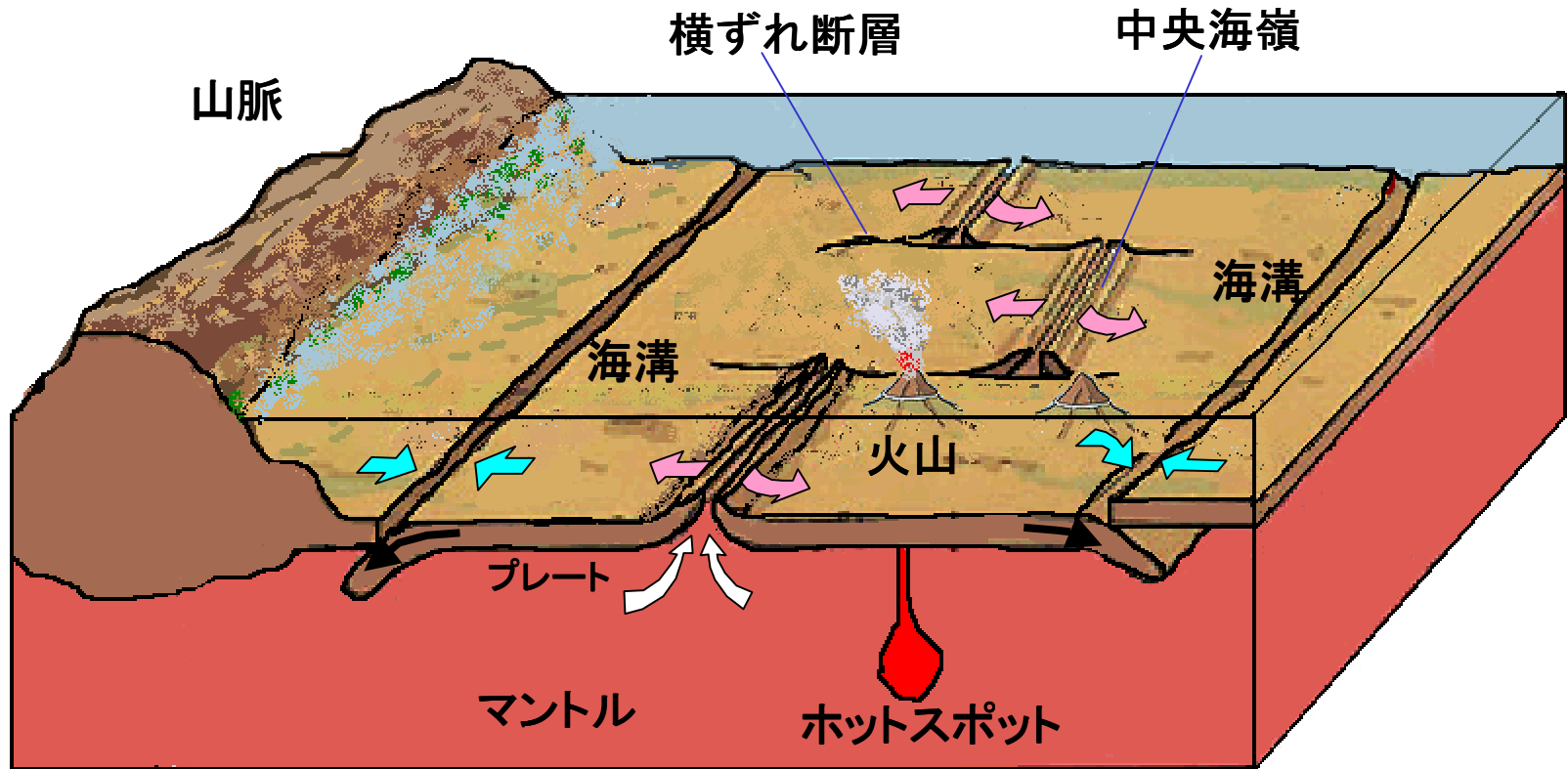


始新世
(約5000万年前)

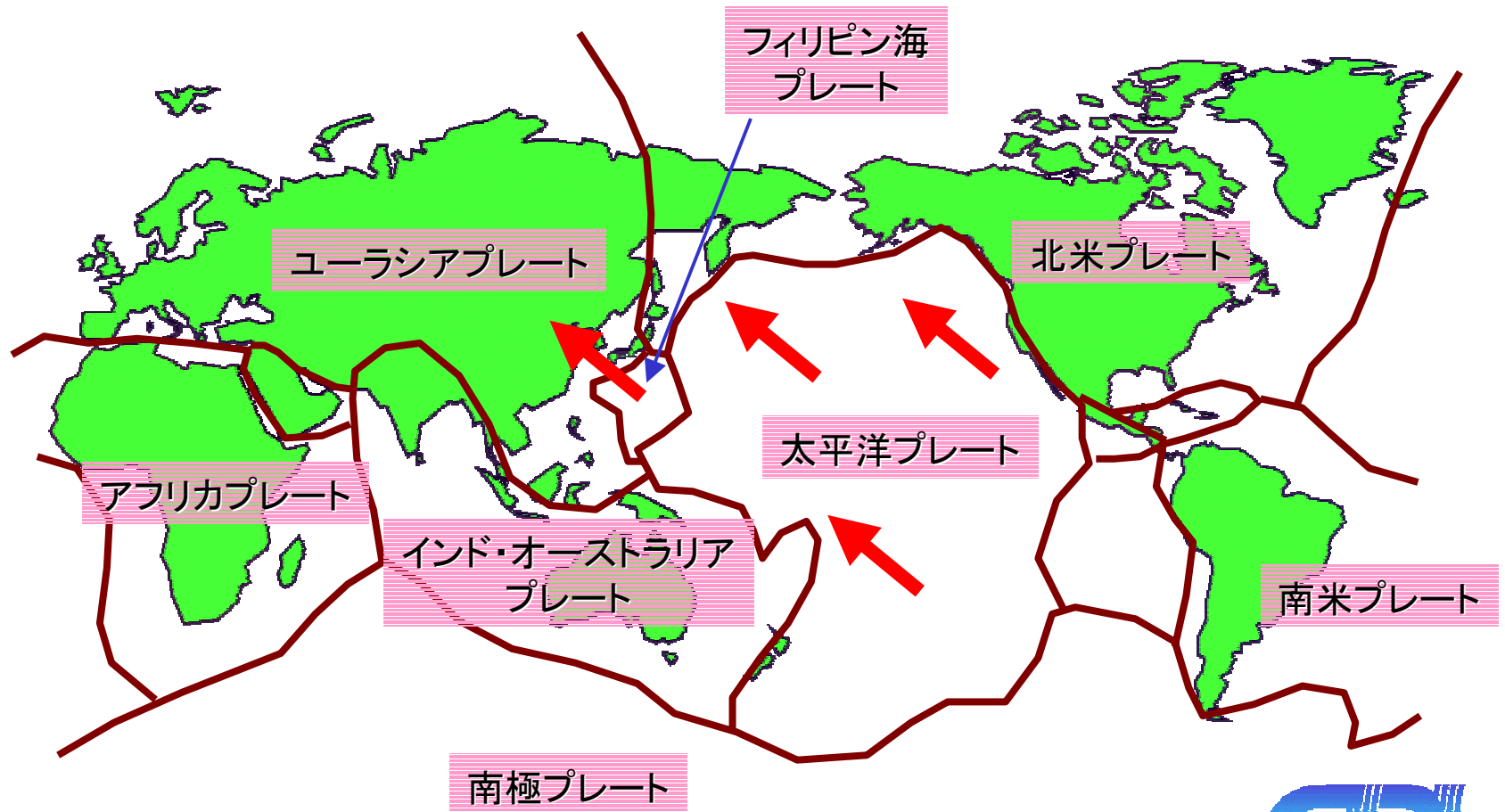


第四紀初期
(約150万年前)

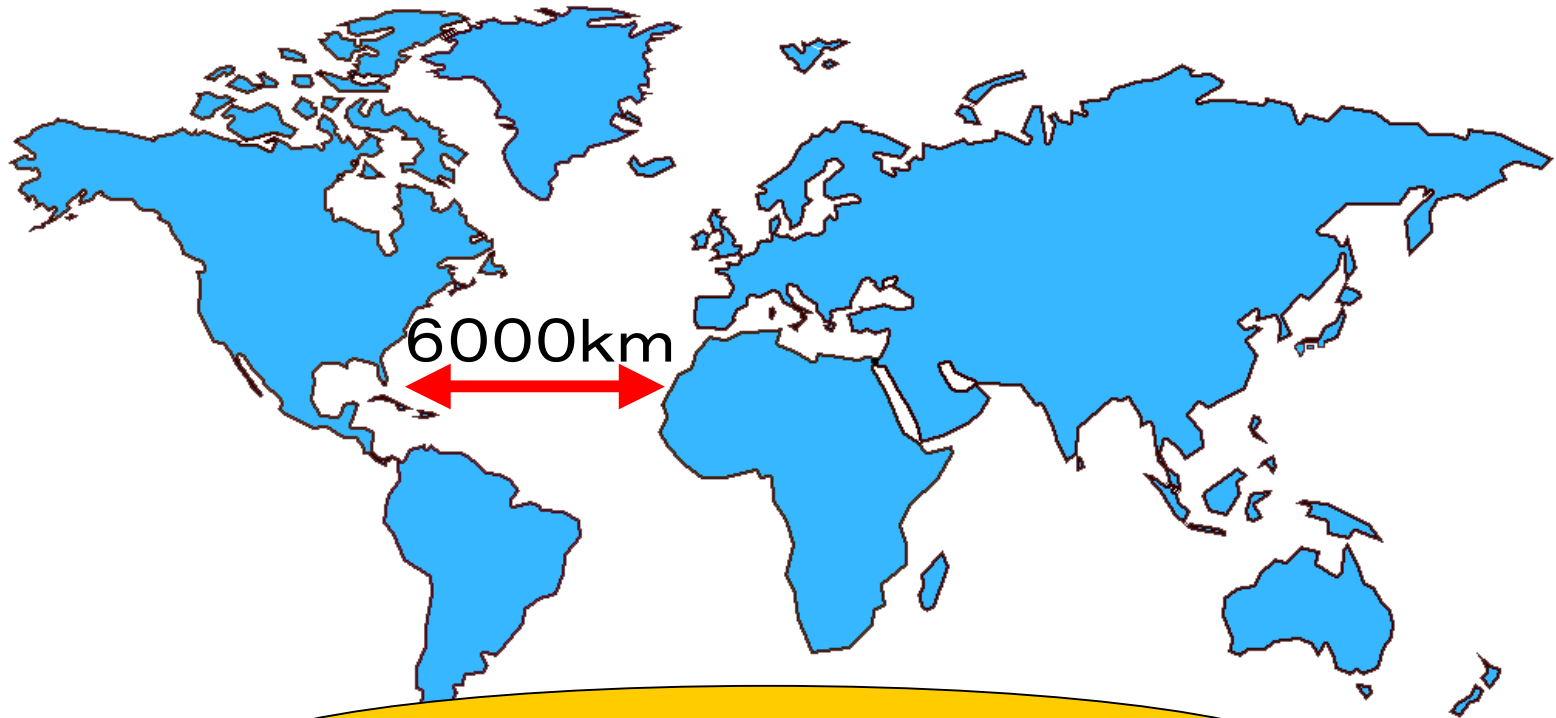
プレートテクトニクス



世界のプレート



実際のプレート運動の大きさは？



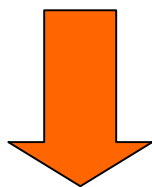
5000万年前に太平洋が開き始めた

$$6000\text{km} \div 5000\text{万年} = 12\text{cm}/\text{年}$$



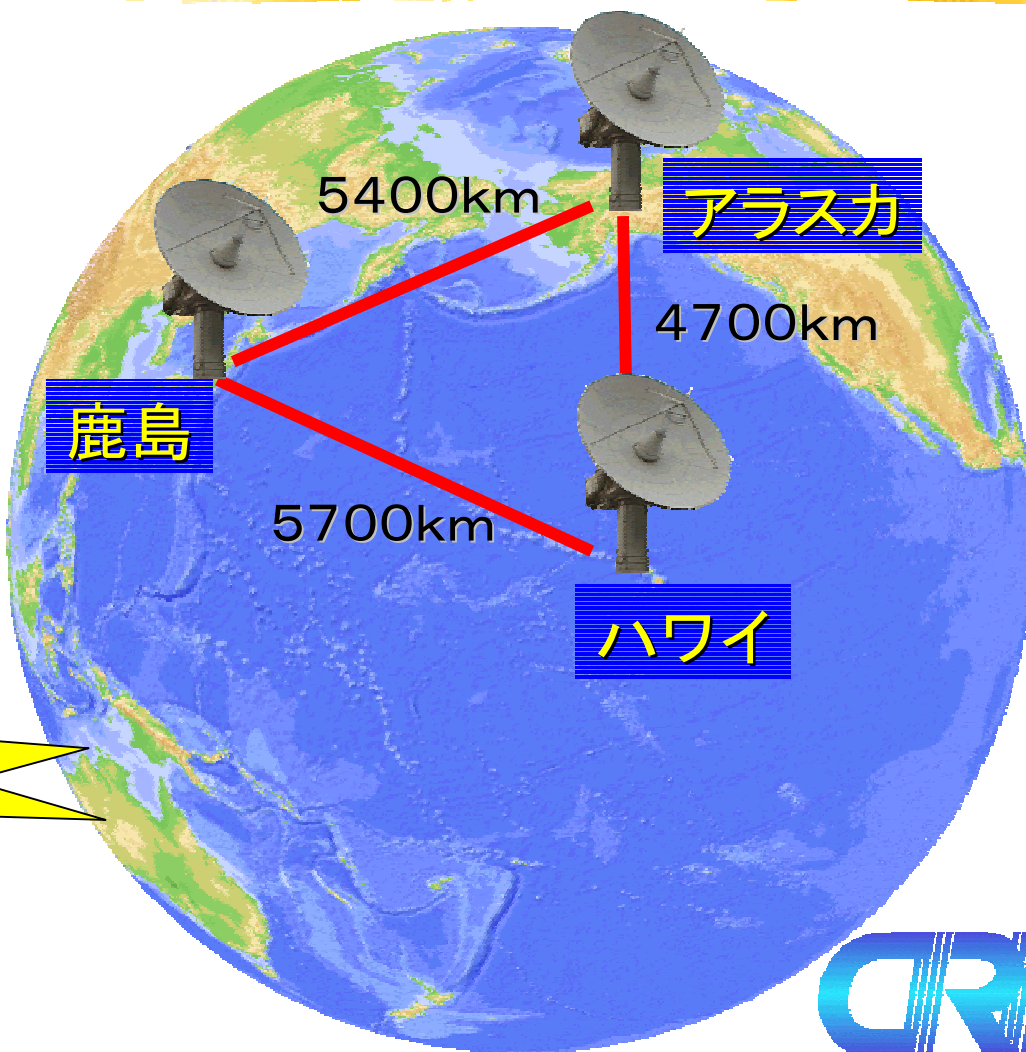
大陸移動の実証

日米VLBI実験



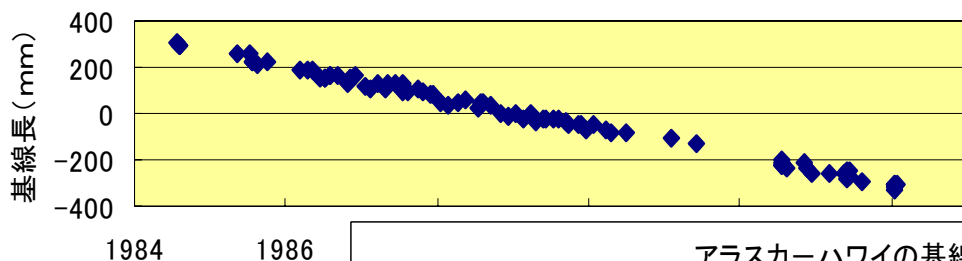
プレート運動の実測

1983年スタート



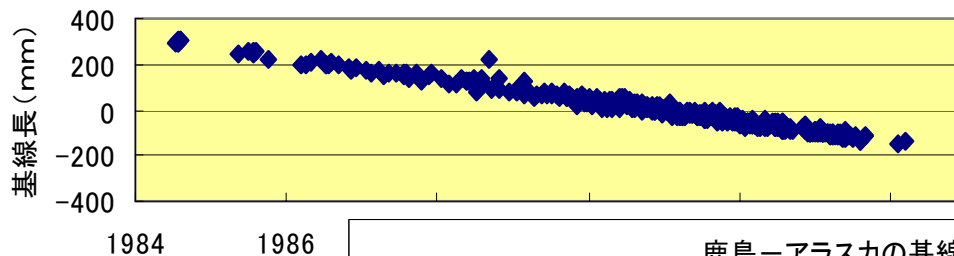
基線長変化の実測値

鹿島ーハワイの基線長変化



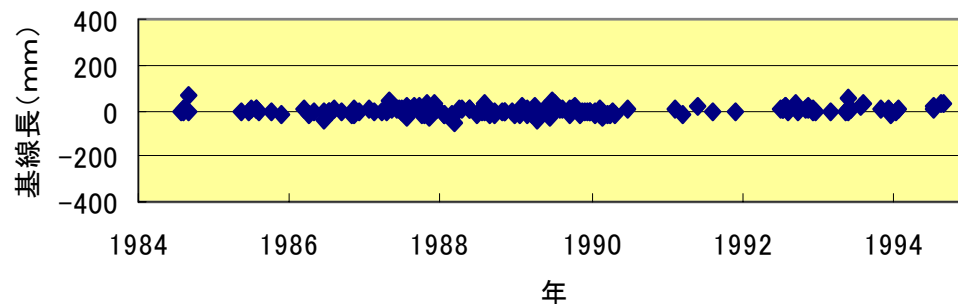
変化率 $-63.5 \pm 0.5 \text{ mm/年}$

アラスカーハワイの基線長変化



変化率 $-46.1 \pm 0.3 \text{ mm/年}$


鹿島ーアラスカの基線長変化



変化率 $1.3 \pm 0.5 \text{ mm/年}$

新聞にぎわすVLBI

太平洋プレートのマーシャル諸島
年8割、日本に接近
宇宙からの電波使い初実測



巨大地震予知に力

米副国務長官 大統領親書手
弾頭上限
米副国務長官 大統領親書手
弾頭上限

年8割、日本に接近
プレートの理論裏づけ
郵政省電波研の観測で




大規模予知にも応用

肺ガン患者の早期発見に
「タン検」

顔

「宇宙の時代」に大きな貢献
太平洋の島接近を観測
地球移動 数字で表し



宇宙の時代

地球移動 数字で表し

太平洋の島接近を観測

地球移動 数字で表し



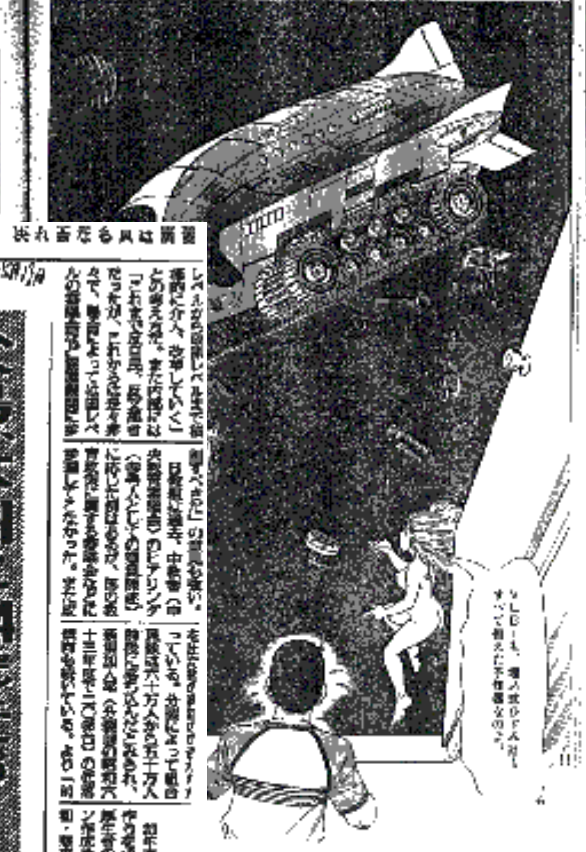
漫画にもなったVLBI

ちくみろの「かたが言」の

E-ECONOMIC ANIMAL



小笠原へ行きたい



父島本州に4km近くなる

【本報記者 藤原 隆】 北西方向への移動が速いVLBI衛星は、本州と父島との距離を4km近く縮めることが、11月10日、11日の観測で確認された。これは、VLBI衛星の観測精度が、従来の10分の1程度に向上したことを示している。VLBI衛星は、北西方向への移動が速い。これは、VLBI衛星の観測精度が、従来の10分の1程度に向上したことを示している。

VLBI衛星は、北西方向への移動が速い。これは、VLBI衛星の観測精度が、従来の10分の1程度に向上したことを示している。VLBI衛星は、北西方向への移動が速い。これは、VLBI衛星の観測精度が、従来の10分の1程度に向上したことを示している。

【E-ECONOMIC ANIMAL】

「VLBI衛星の観測精度が、従来の10分の1程度に向上したことを示している。VLBI衛星は、北西方向への移動が速い。これは、VLBI衛星の観測精度が、従来の10分の1程度に向上したことを示している。」



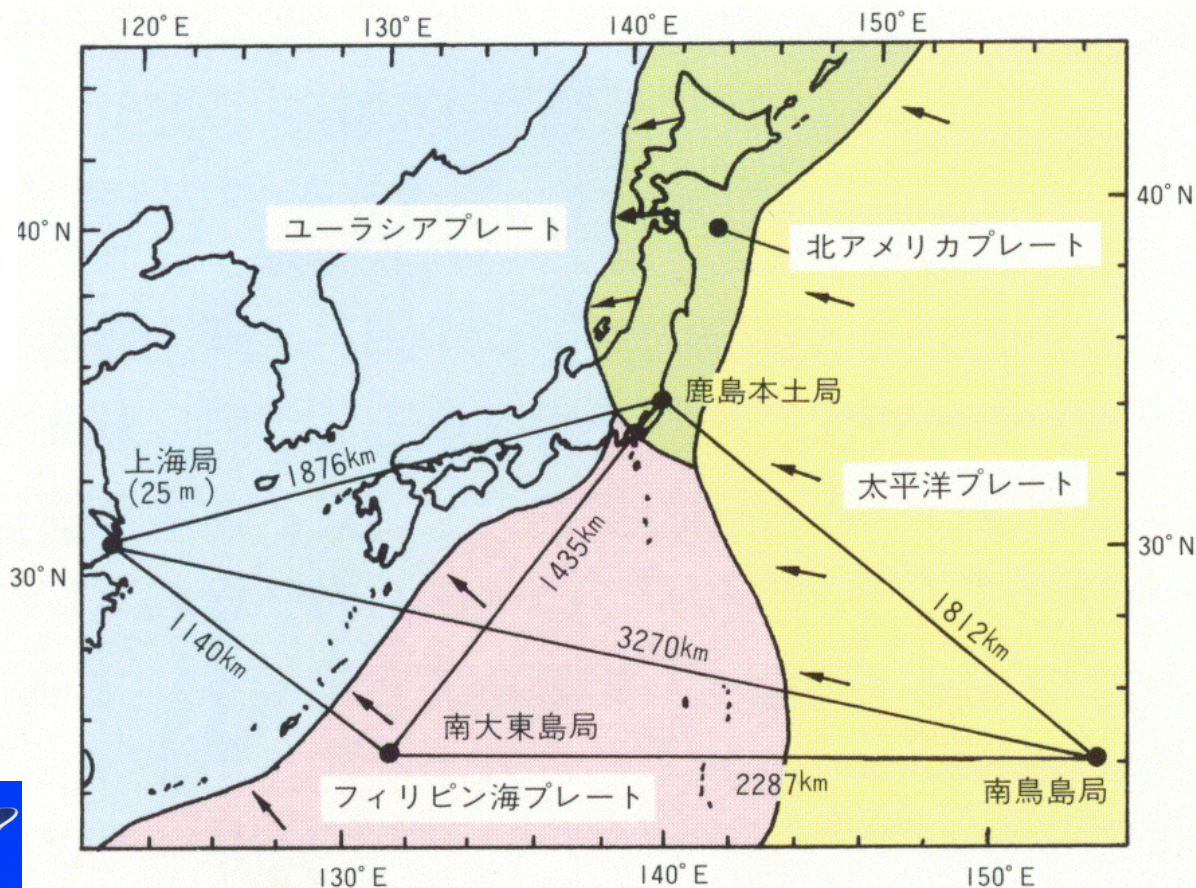
西太平洋電波干渉計



34m



3m

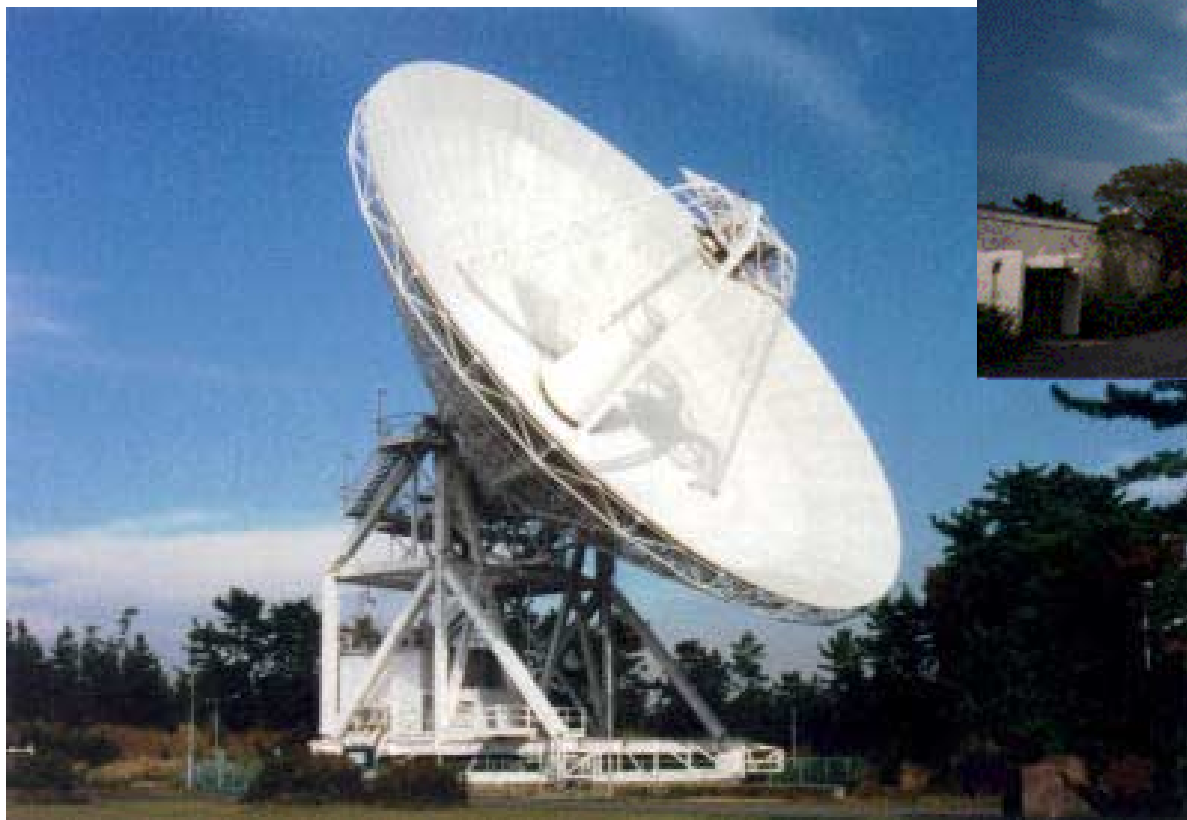


10m

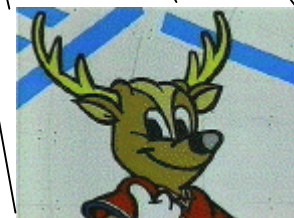


ワールドカップ誘致にも協力

1996年5月～1997年5月 →



現在の34mアンテナ



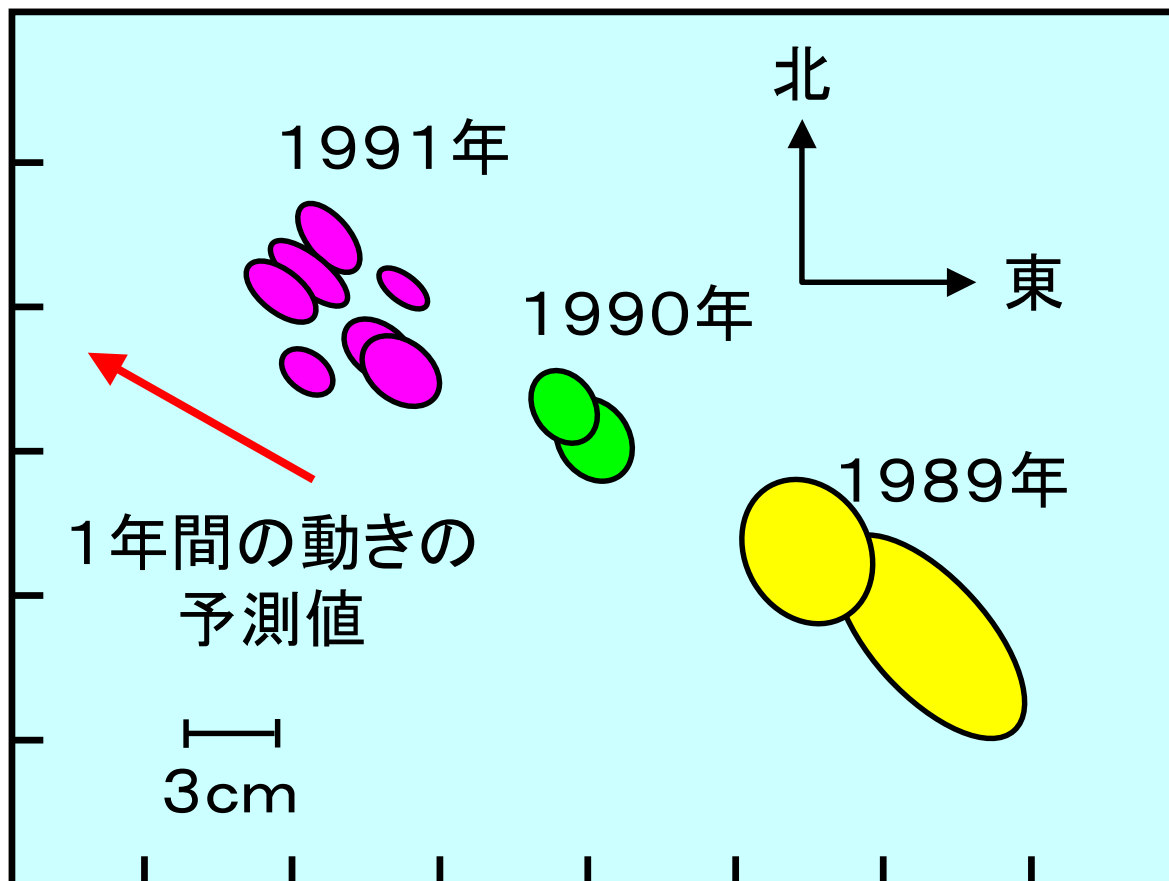
南鳥島を知っていますか



南鳥島VLBI局



南鳥島の動き



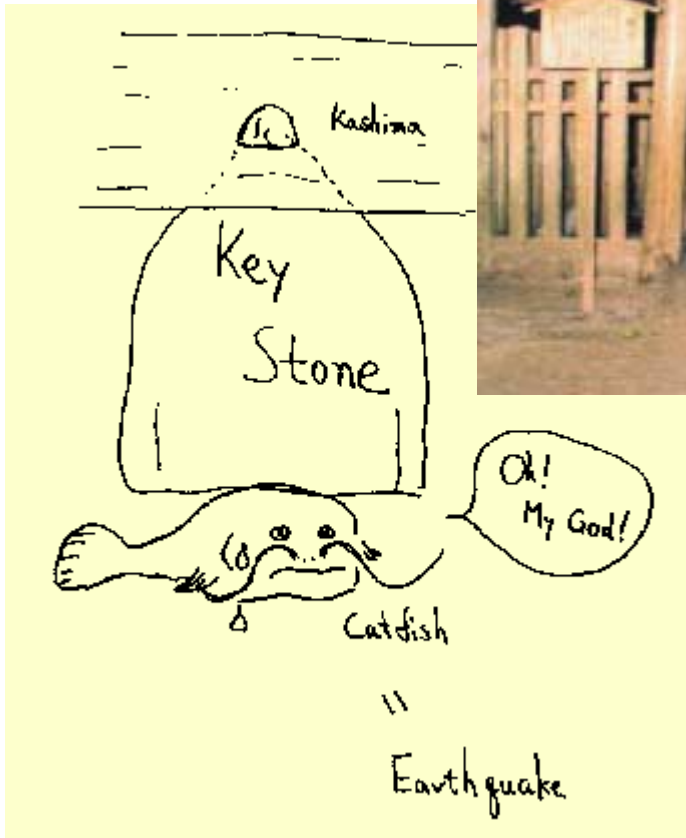
要石伝説



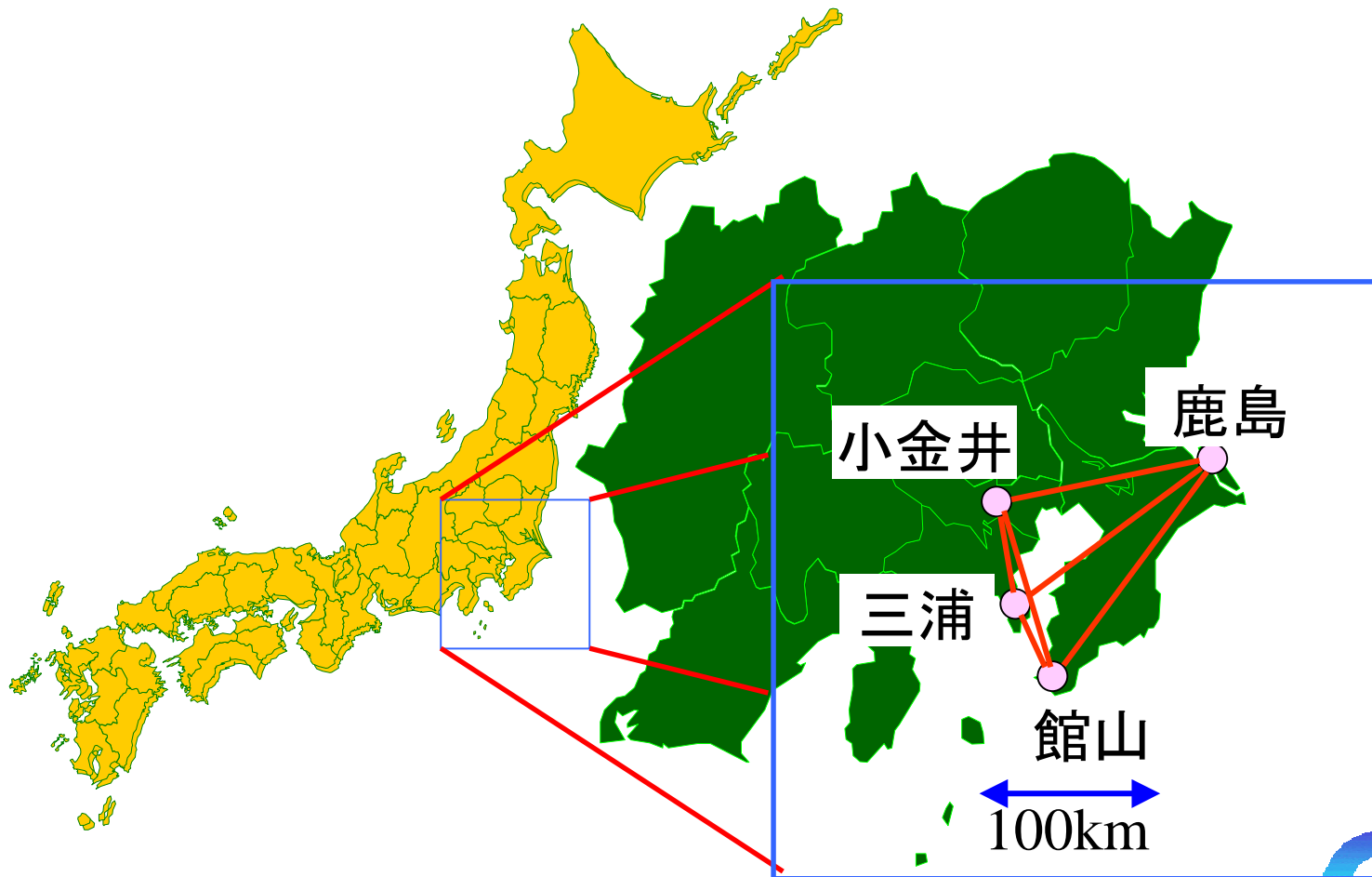
首都圏広域地殻変動観測計画

要石計画

Key
Stone
Project



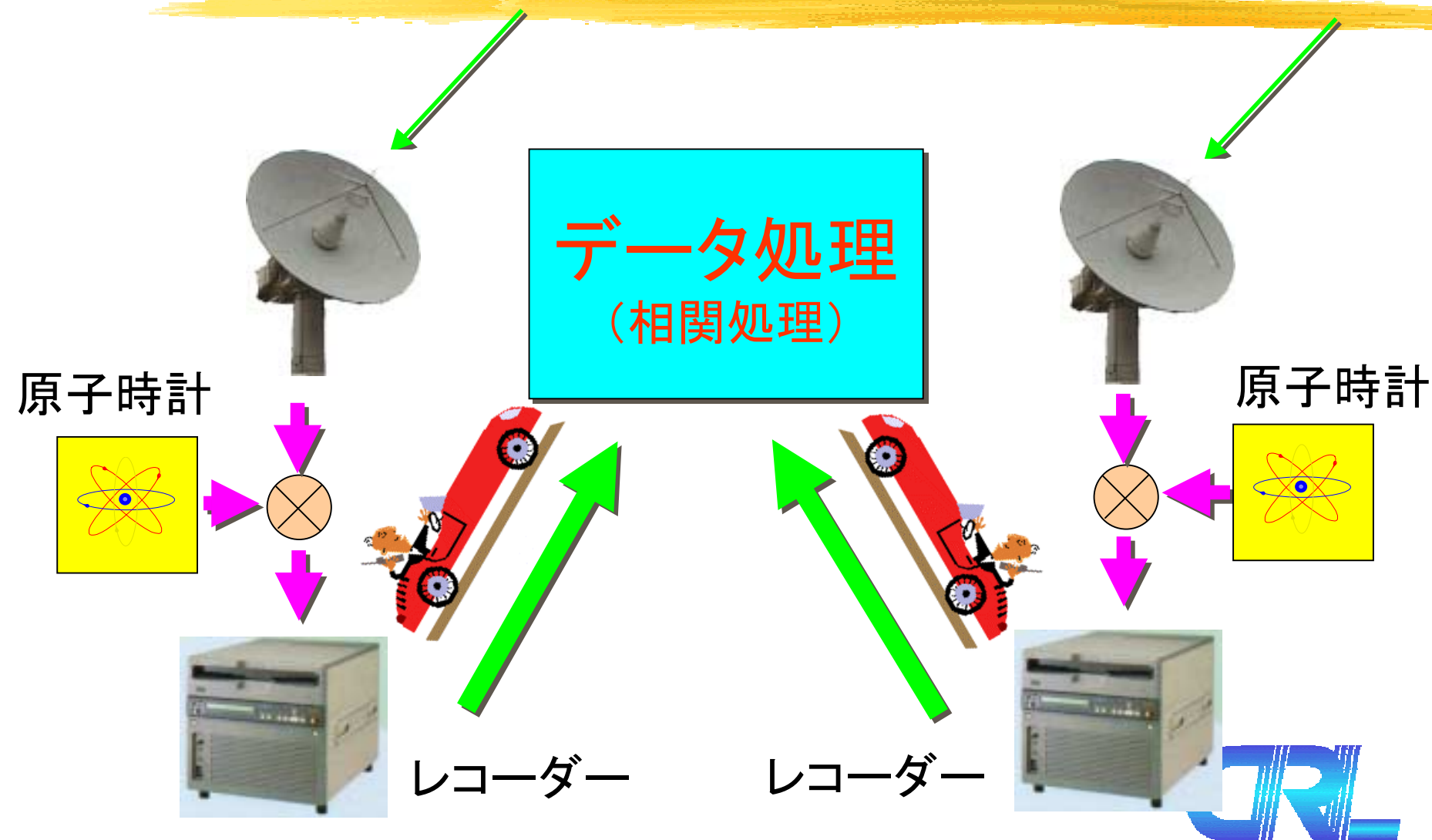
KSP-VLBI網



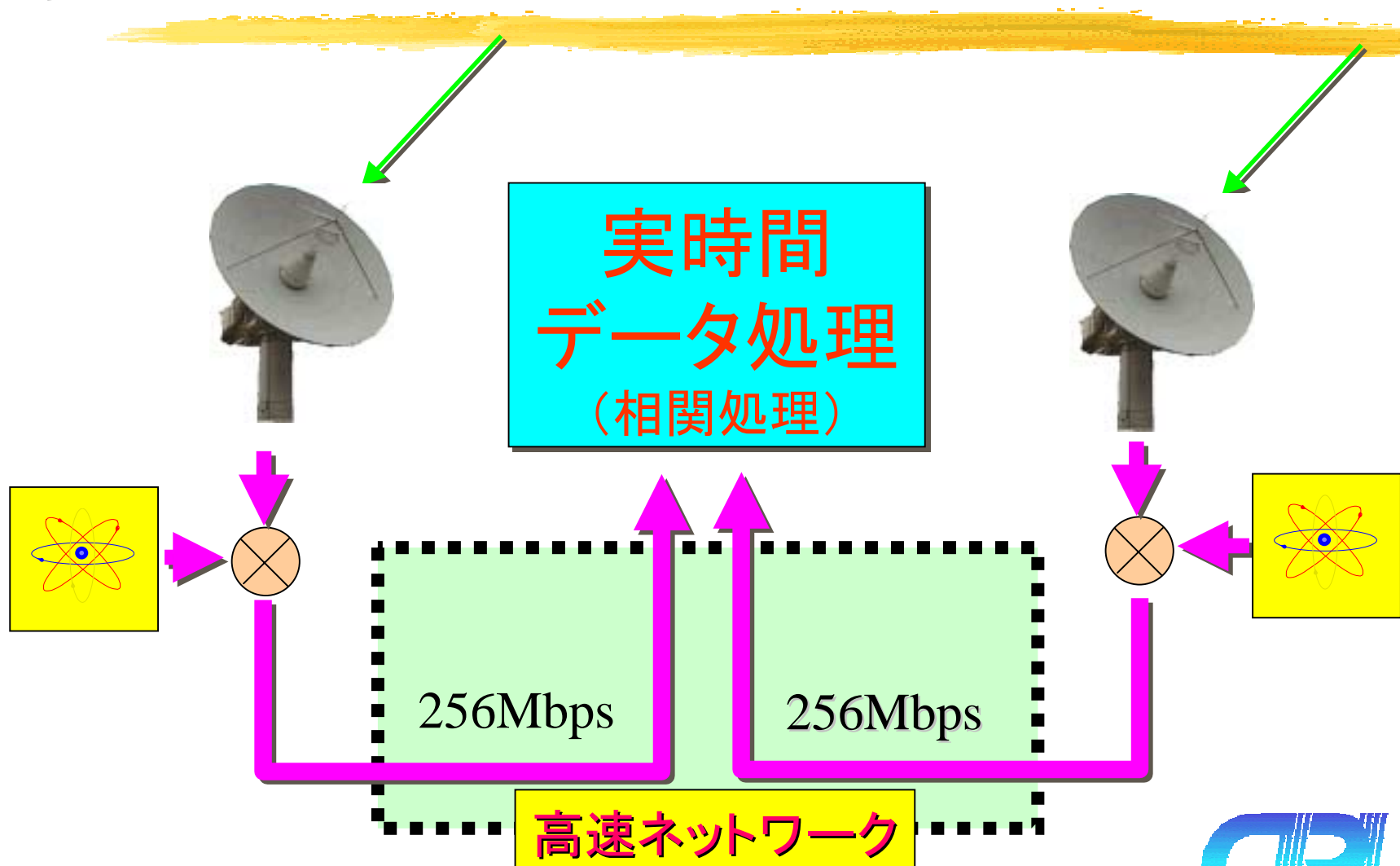
KSP鹿嶋局 (11mアンテナ)



昔ながらのVLBI観測と処理



実時間VLBI

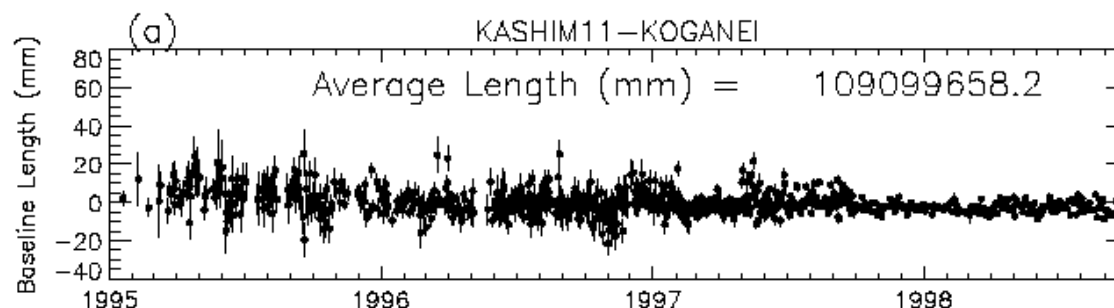


256Mbps : 1秒間に新聞紙約1200ページ分(約2ヶ月分)の情報

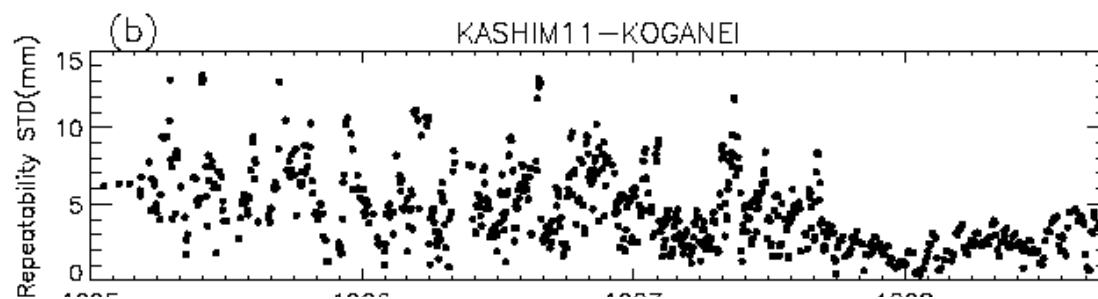


観測精度の向上

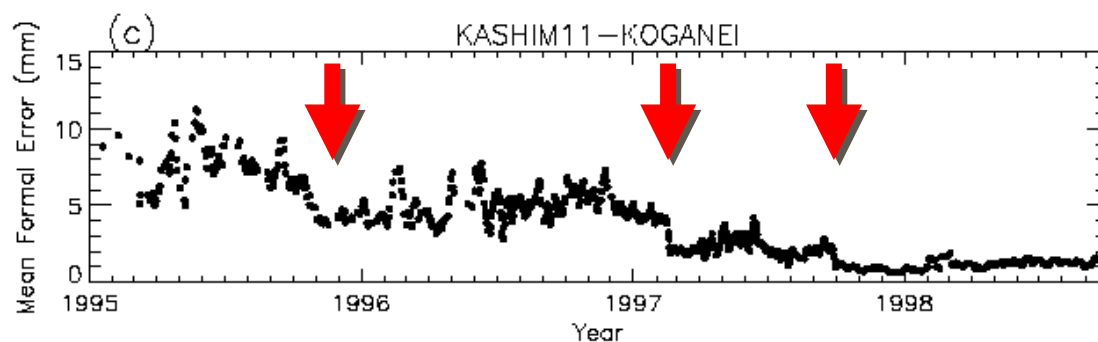
基線長



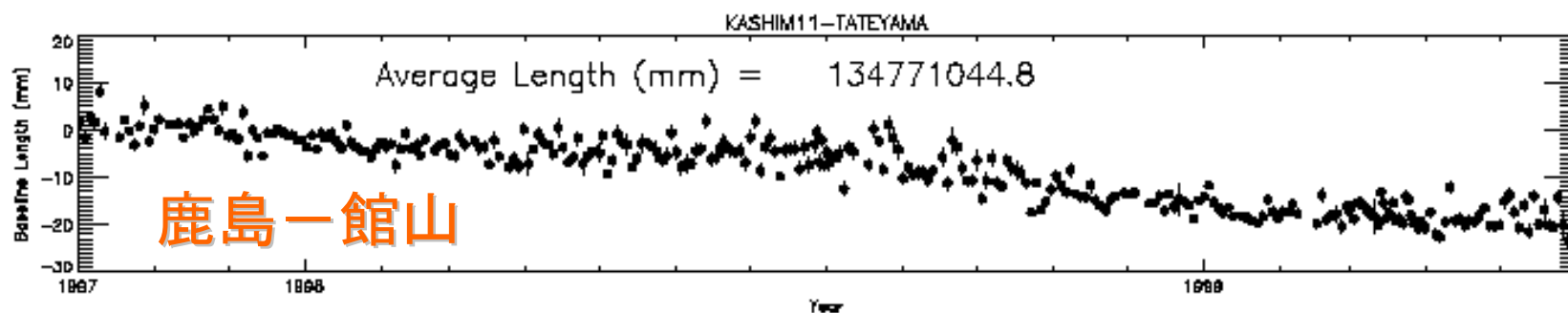
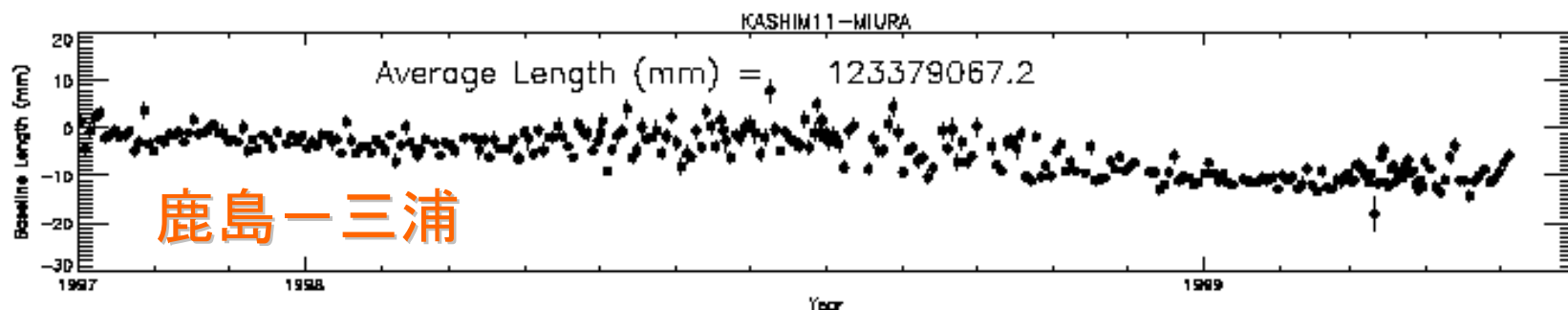
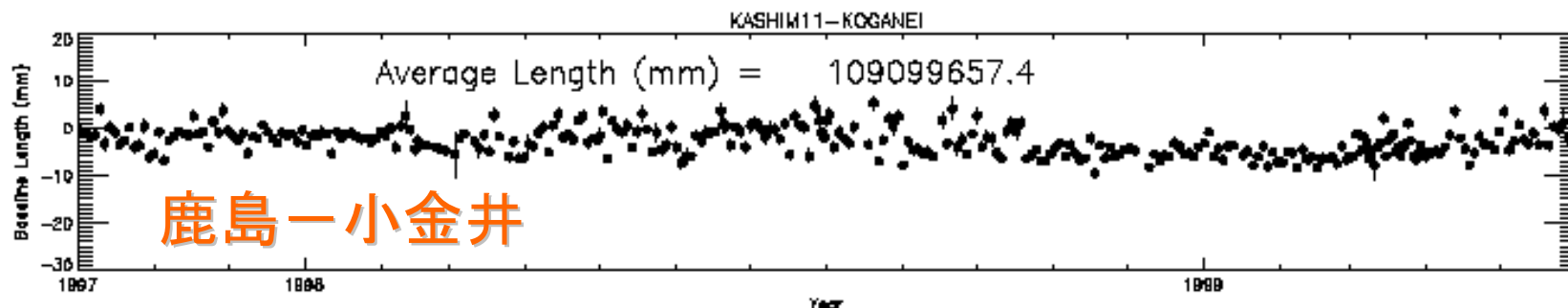
再現性



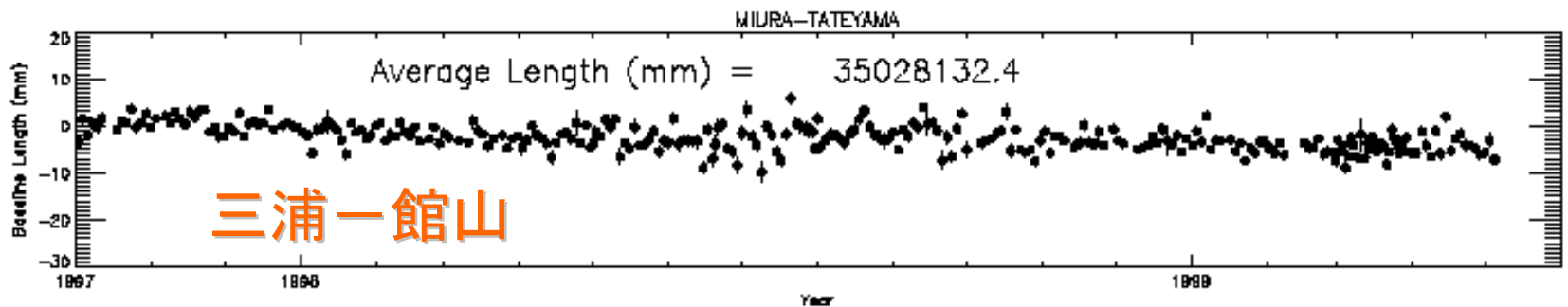
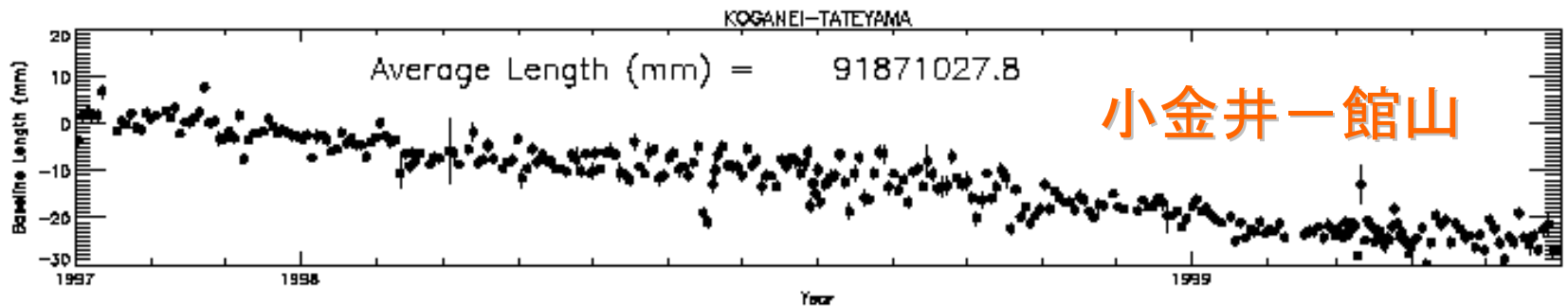
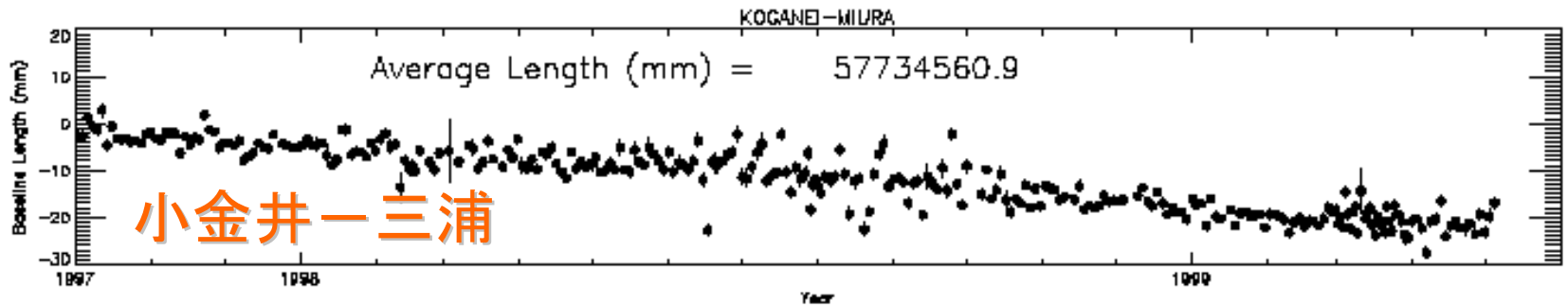
内部誤差



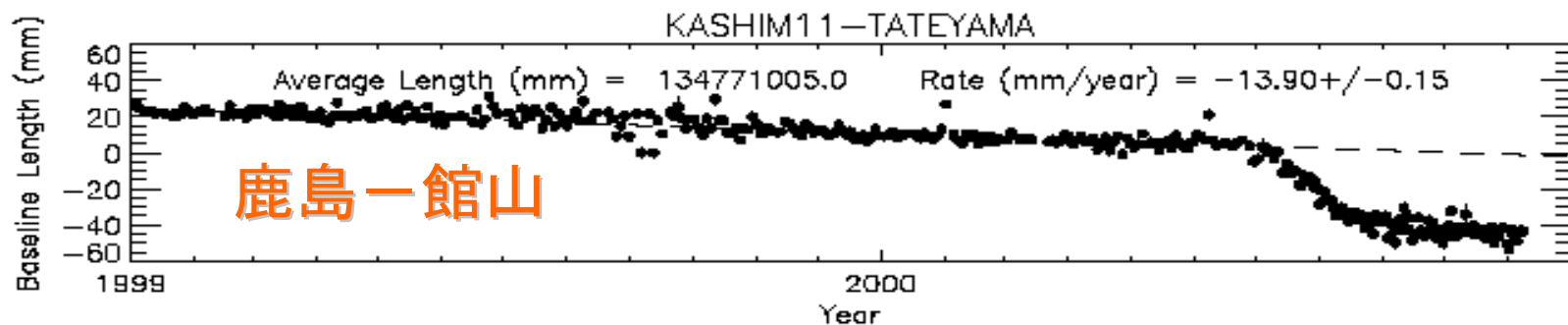
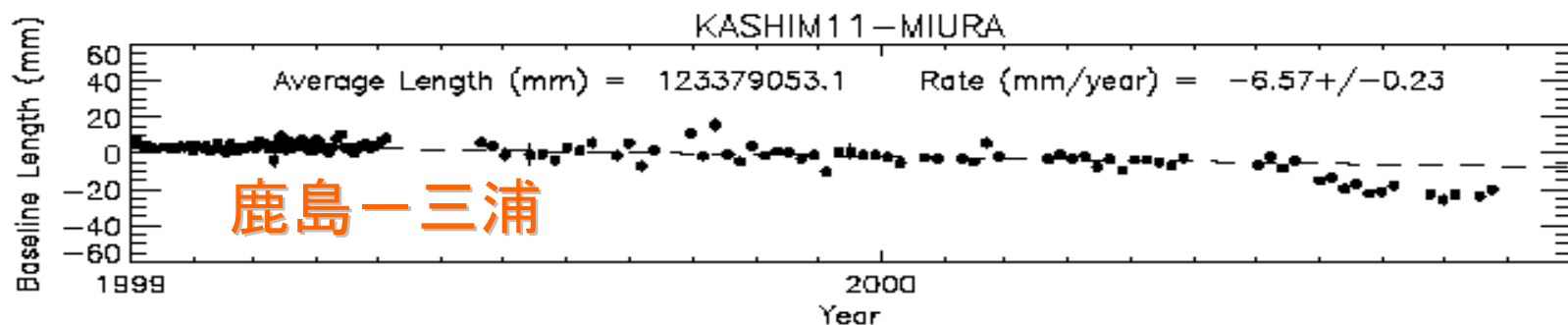
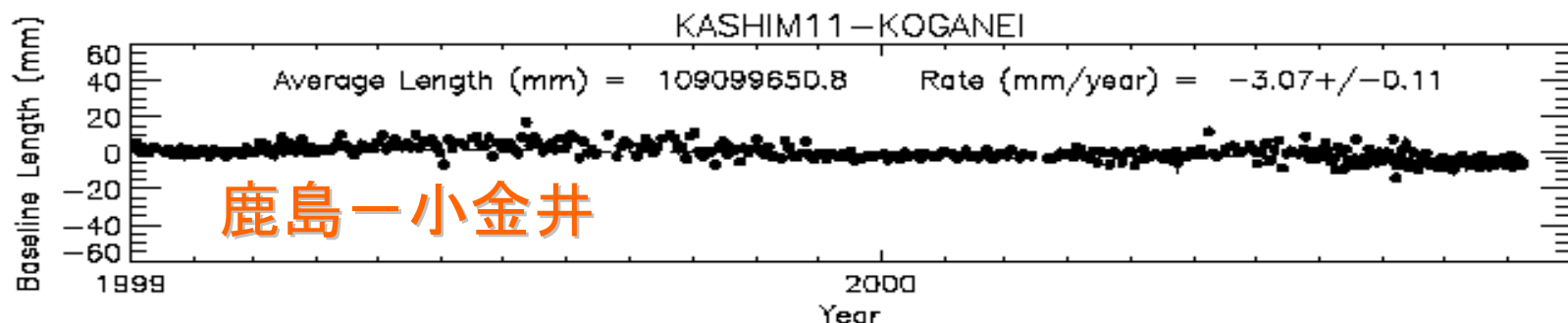
KSP基線長(1997.10-1999.5)



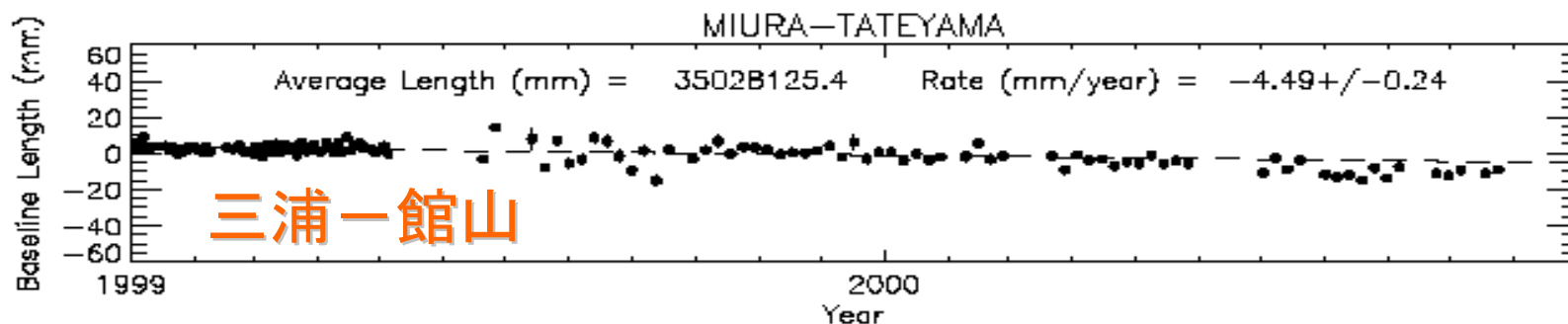
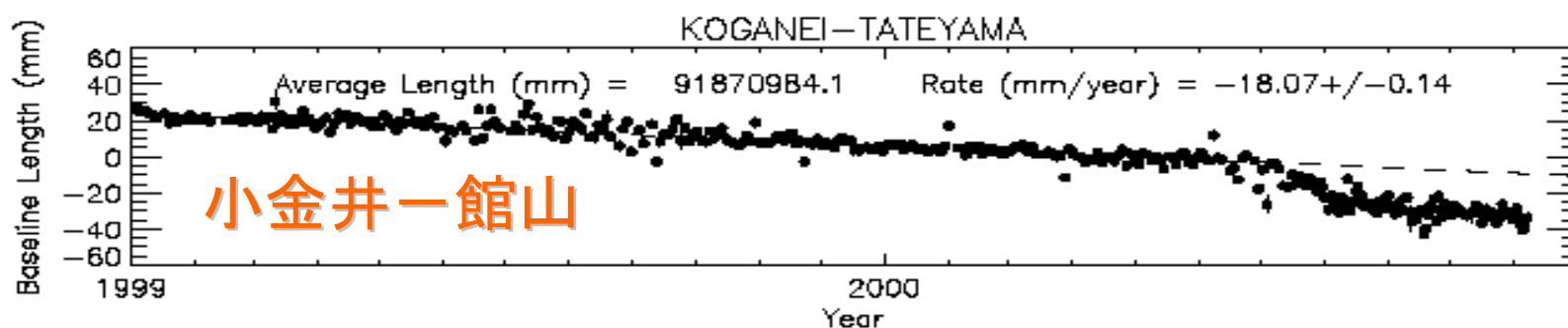
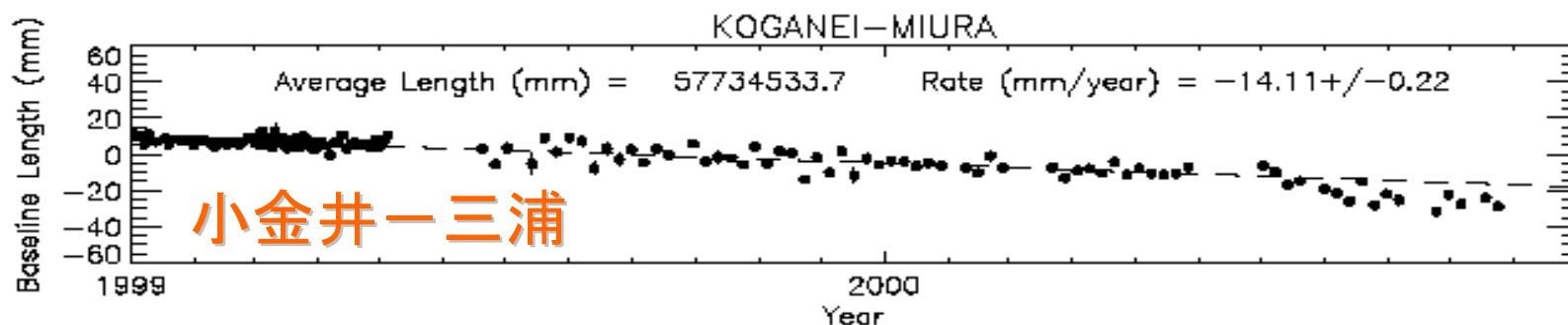
KSP基線長(1997.10-1999.5)



KSP基線長(1999.1-2000.11)



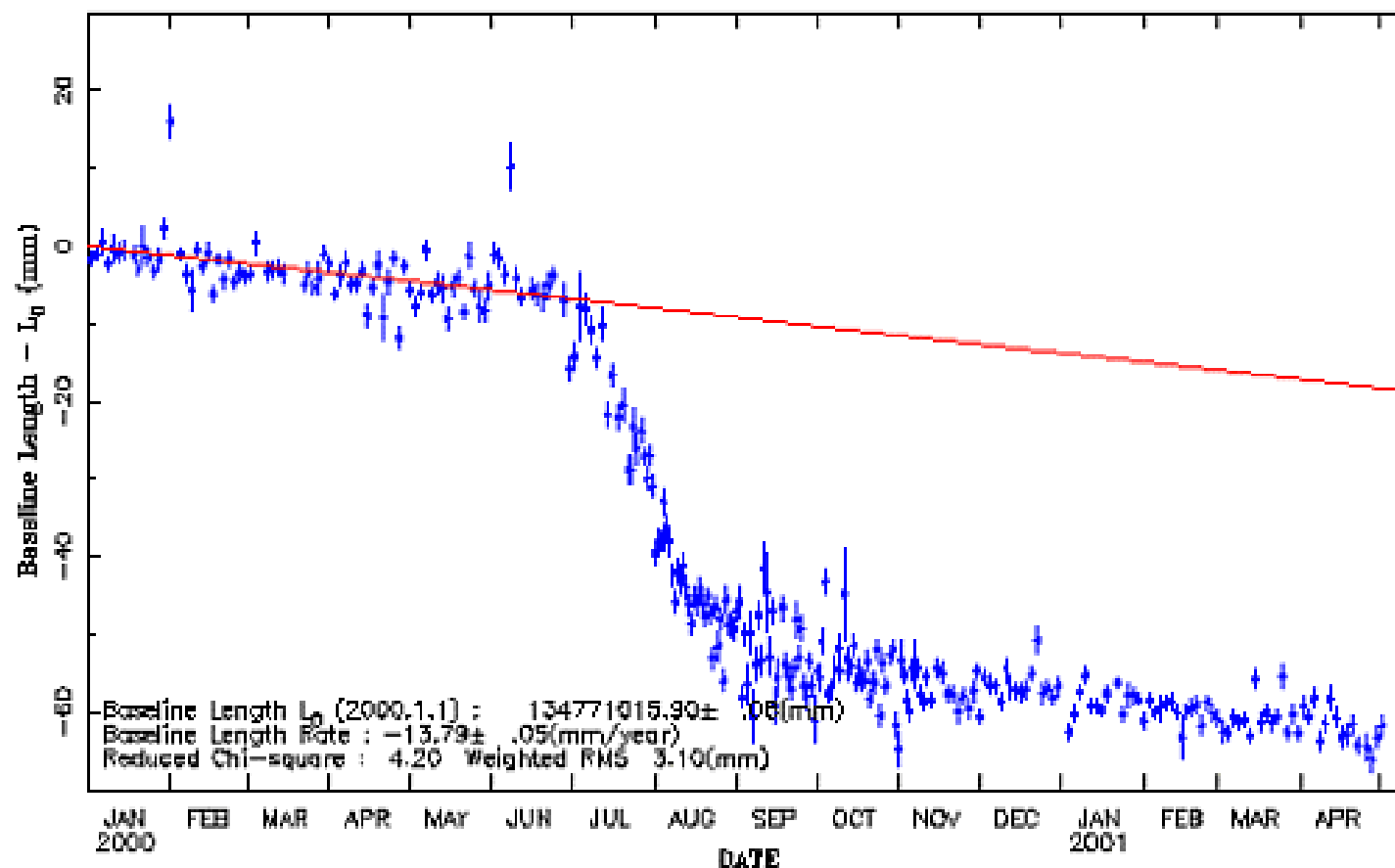
KSP基線長(1999.1-2000.11)



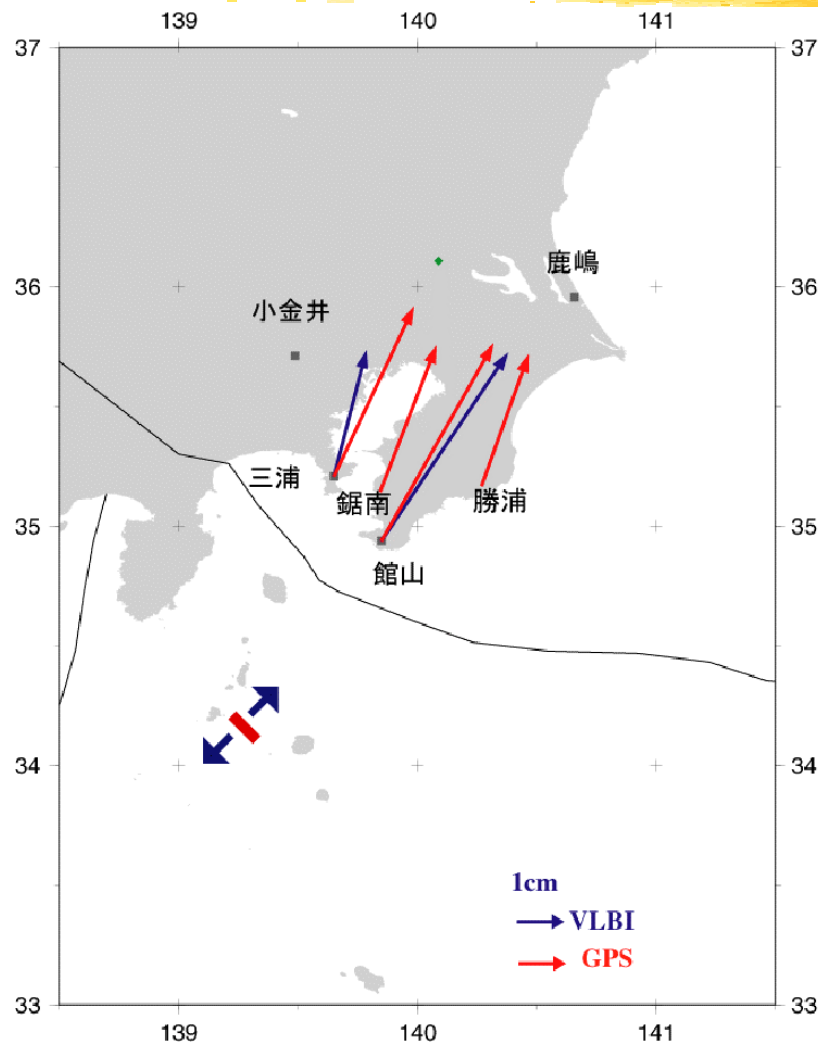
最近の状況

鹿島一館山

3-May-01 10:07:51 (JST)



首都圏広域地殻変動観測網で捉えた 伊豆諸島地震・火山活動の影響



H12年6月26日～9月15日
までの観測局移動

(基準:鹿嶋)

(GPSは国土地理院観測点)



館山局の地殻変動を説明するモデル

観測量に基づく地殻変動モデル計算値
(平成12. 6. 26. ~9. 15.)

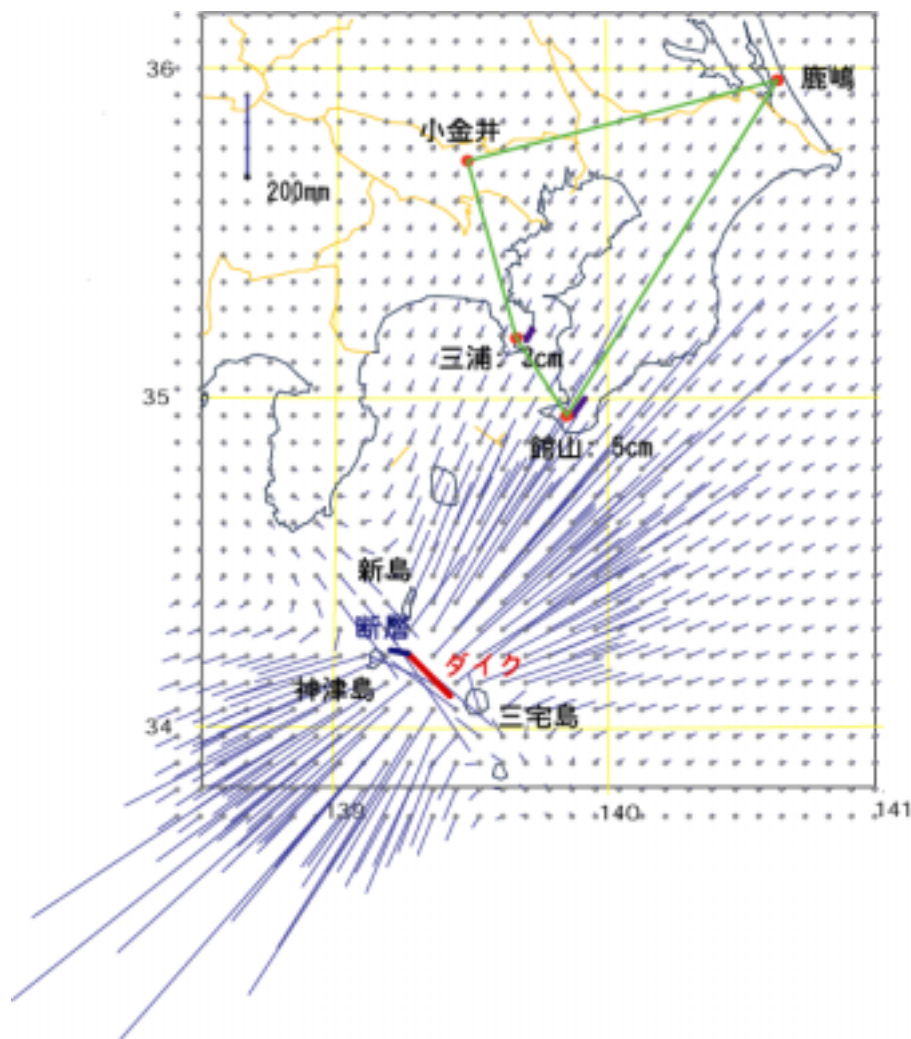
- 名古屋大学モデル準拠
- 気象研究所MICAP-Gソフト使用

貫入したシート状マグマ(ダイク)
の大きさ

長さ: 20 km

深さ: 3 - 15 km

厚さ(開口): 5 m



今後の計画

⌘ 首都圏広域地殻変動観測は今年度(平成13年度)で終了

⌘ 実時間VLBIのより高速化

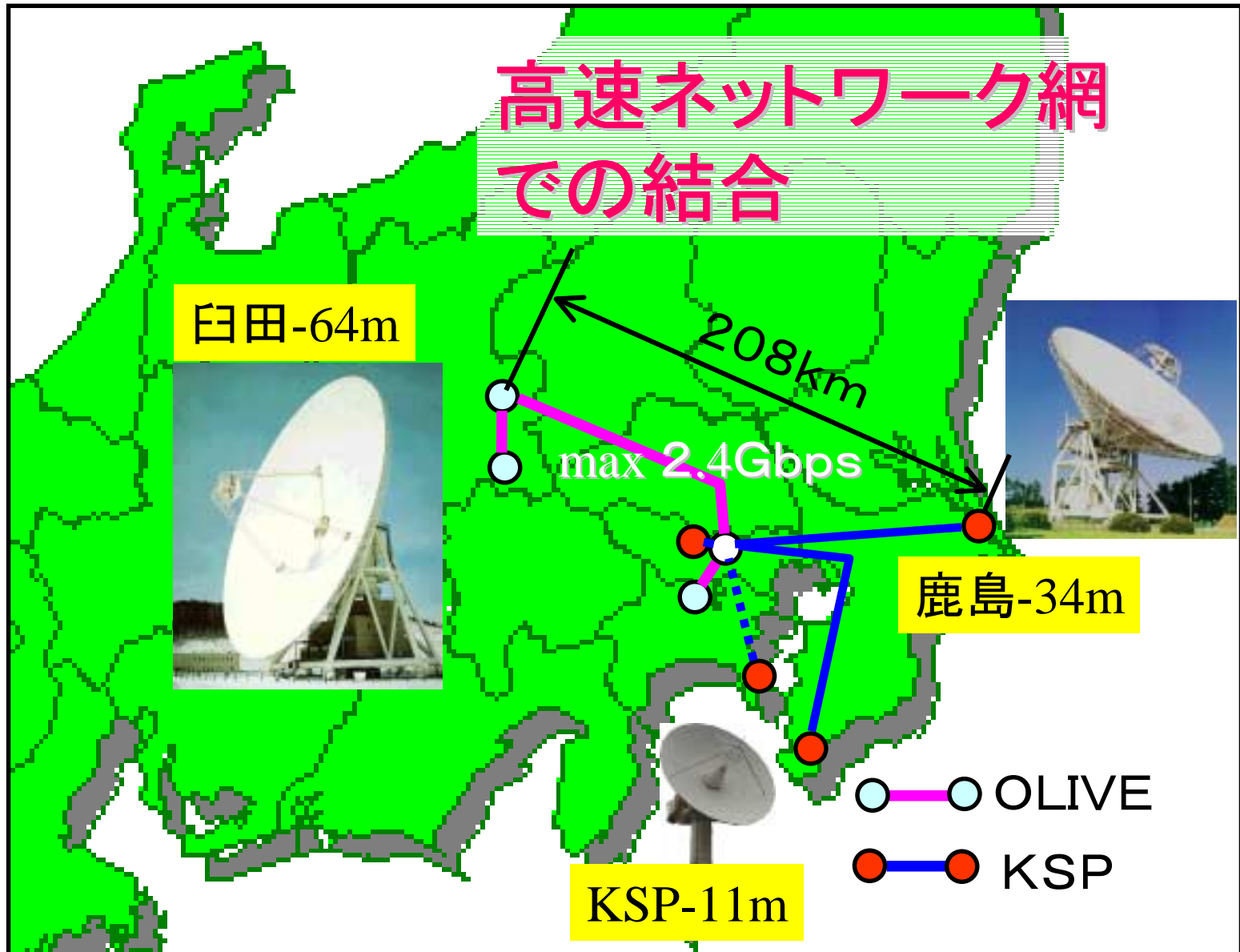
⊡ 2Gbps (1秒間に新聞約1年分の情報伝送)の観測 <== 電波天文学への貢献

⌘ 実時間VLBIのより汎用化

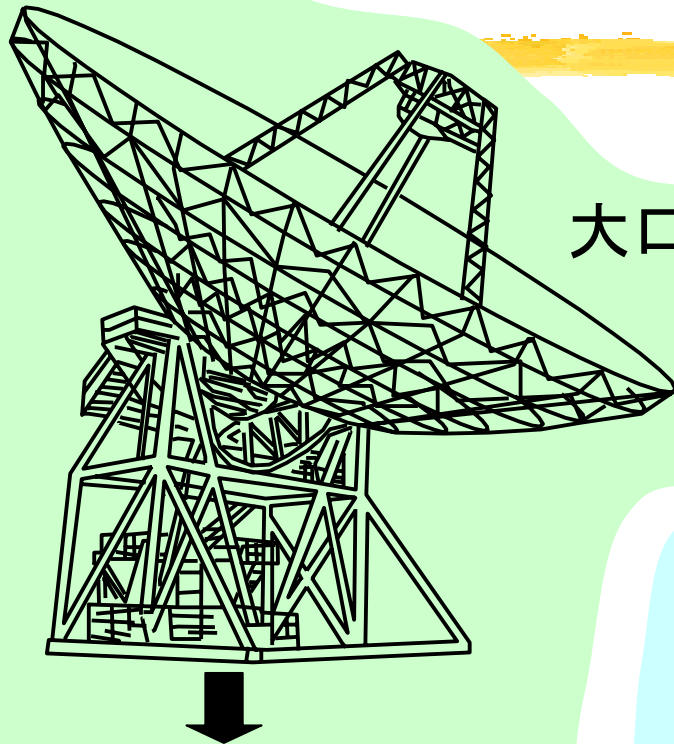
⊡ インターネットVLBIの開発



巨大仮想電波望遠鏡 (GALAXY)



インターネットVLBI 1つの可能性



大口径アンテナ

受信した電波星信号の
ブロードキャスト



インターネット



小口径アンテナ(各大学)

大口径アンテナからの信号受信 + 相関処理

