VLBI相関処理技術を利用した時空情報正当性検証に関する基礎研究

科研費研究H21-24年度　終了報告

日本測地学会第120回講演会　H25.10.30

〇高島和宏(1)、市川隆一(2)、高橋冨士信(3)、大坪俊通(4)、
小山泰弘(2)、関戸衛(2)、瀧口博士(5)、ホビガートーマス(2)
(1)国土地理院、(2)情報通信研究機構、(3)横浜国立大学、(4)一橋大学
(5)オークランド工科大学

本日の流れ

- **研究の背景・概要**
  - 客観的な手法で、時空情報の正しさを検証
  - 基本コンセプトは「検算」
- **GNSS信号を利用した実証実験**
  - GPUを用いた新方式での相関処理
- **地デジ信号を利用した実証実験**
  - スカイツリーと東京タワーからの同時受信
- **まとめと今後**
  - 実用化に向けて

研究背景

- 21世紀現在、時空情報の活用が様々な場面で行われている
  ⇒ 情報の信頼性は各ユーザが自分で判断

- 農産物等の産地や物流時の位置管理
  ⇒ 一定の信頼性・正当性が必要

⇓

「不特定多数のユーザが、いつでも、どこでも、その場所の正当性を客観的な手法で示すことができる技術」を開発

⇒ その時刻・その場所でしか取れないデータをユーザに記録させる

〇〇産　牛肉

第三者による検証

YES

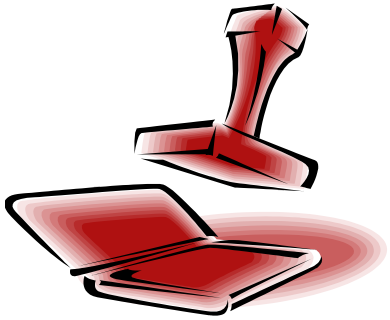
NO

産地を特定

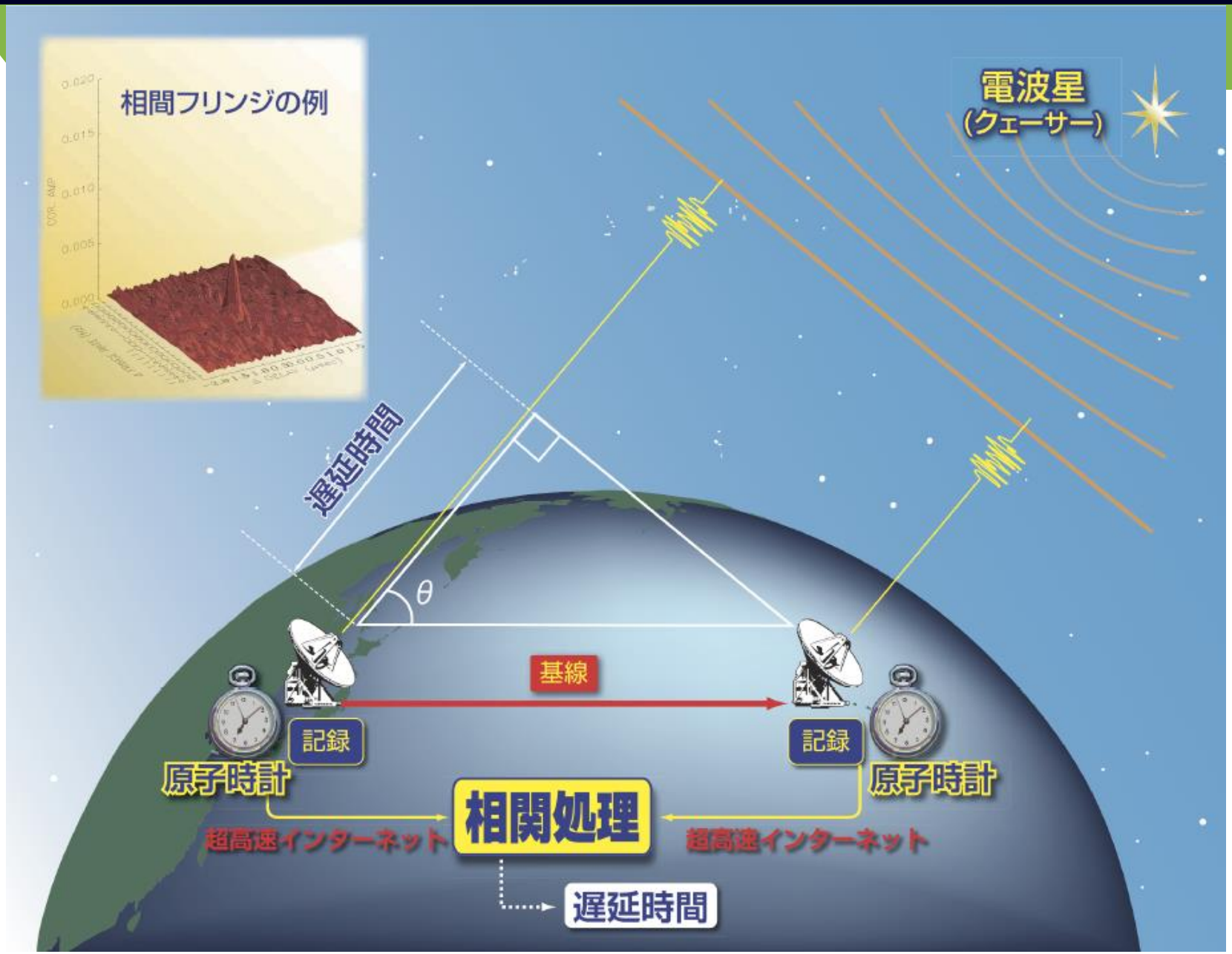
研究概要

- **研究の目的**
  - 「位置」と「時刻」の両方を合わせた「時空情報（4D）」として認証に利用できる技術を開発する

- **開発コード名 「STAMP」**
  - Space-Time Authentication by Multi correlation Processing
  - （相互相関処理による時空情報認証）

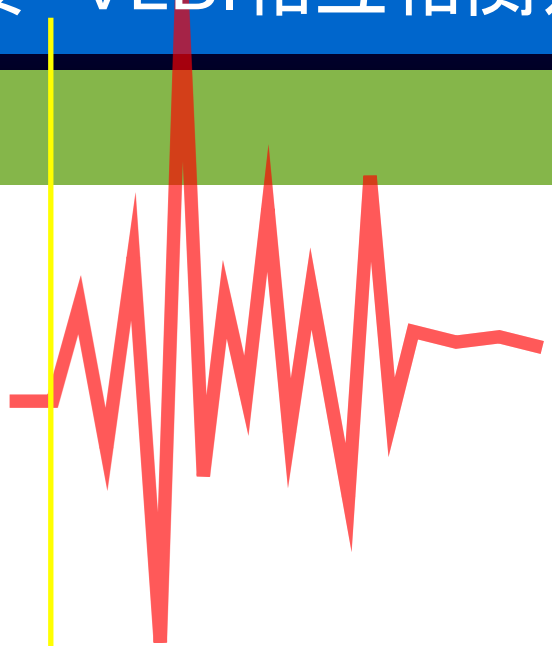


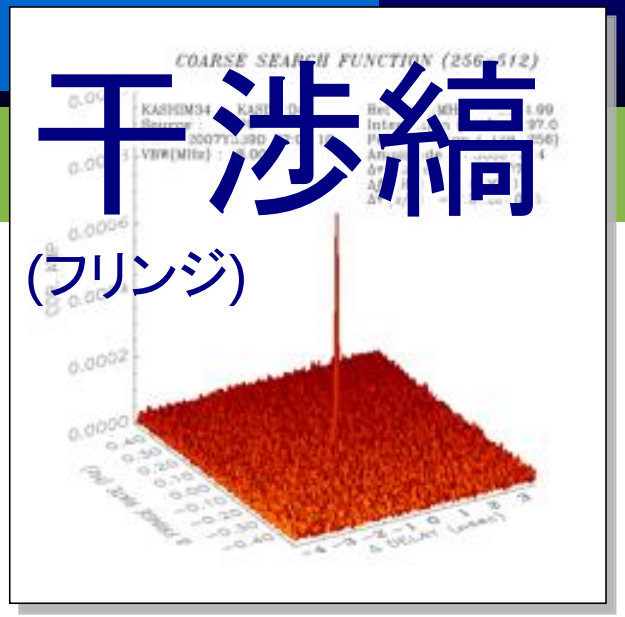
研究概要　VLBI相互相関処理



研究概要　VLBI相互相関処理

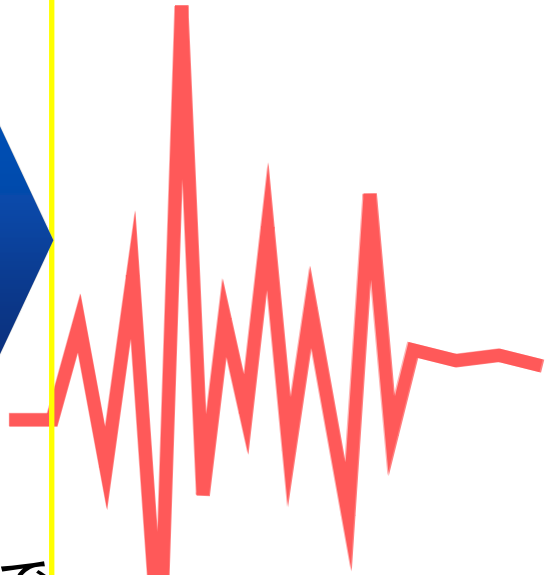
つくば局





遅延時間差

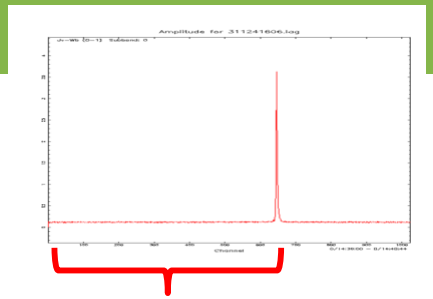
ハワイ局



ピコ秒分解能で測定可能
(真空中の電磁波は1ピコ秒で
0.3mm進む)

相互相関

研究概要　検証の仕組み



ΔTA

GPS

地デジ基地局A
東京タワー

既知点
北緯36度50分
東経140度52分
高さ　312m

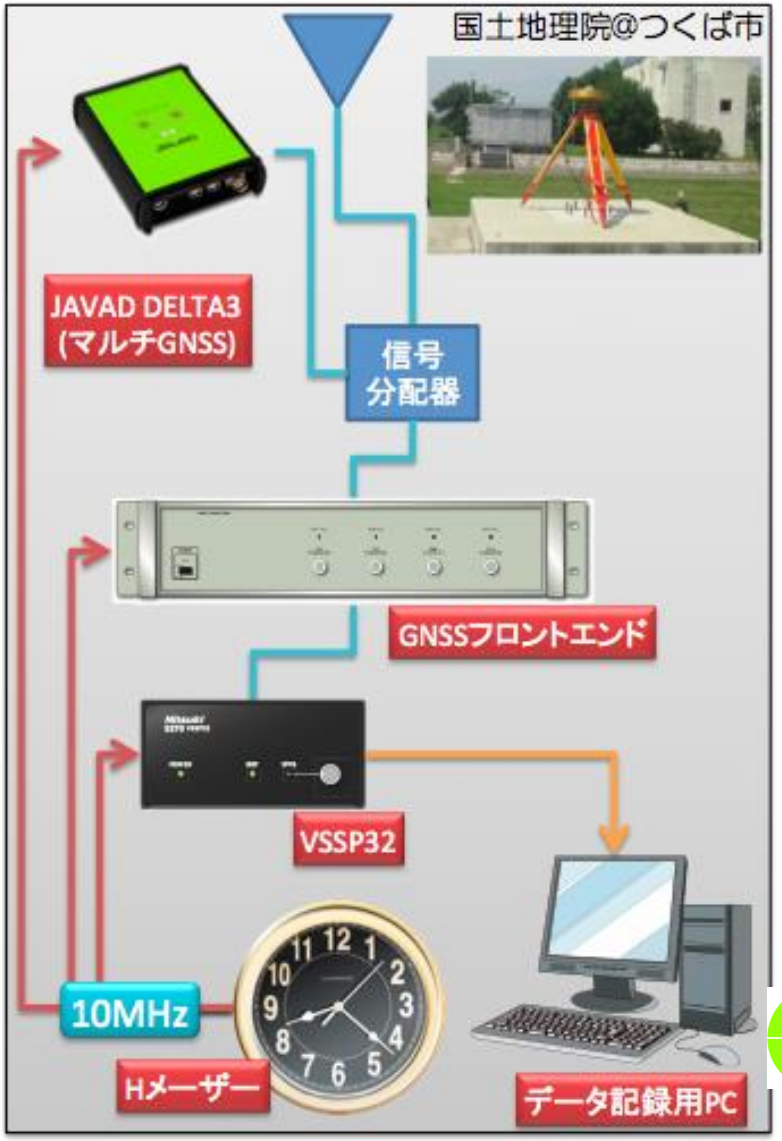
センターA
既知点
北緯36度46分
東経140度35分
高さ　19m

ユーザ
検証点
北緯36度12分
東経140度48分
高さ　26m

地デジ基地局B
北緯36度03分
東経140度58分
高さ　62m

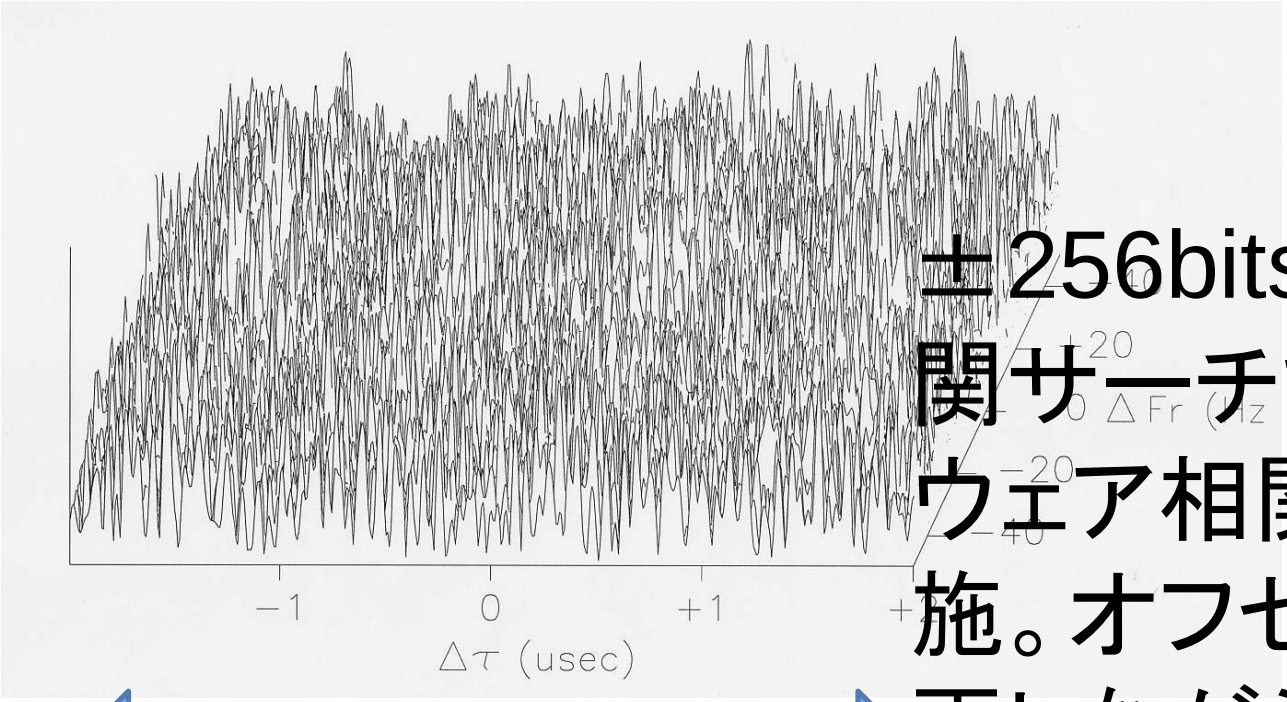
GNSS信号を利用した相関処理実験

沖縄-つくばGNSS実験ブロック図



従来方式で相互相関処理

解析処理結果

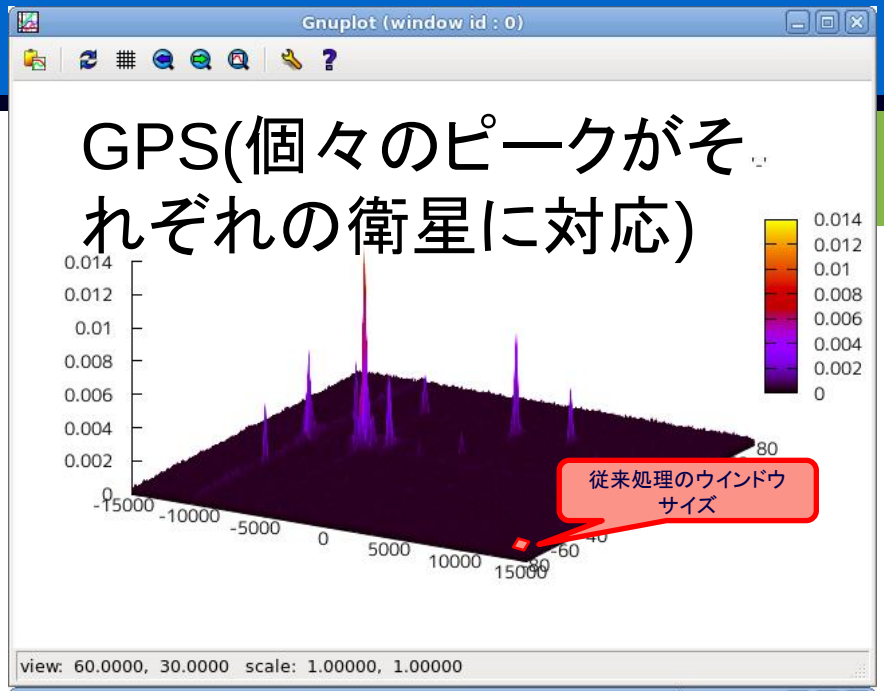


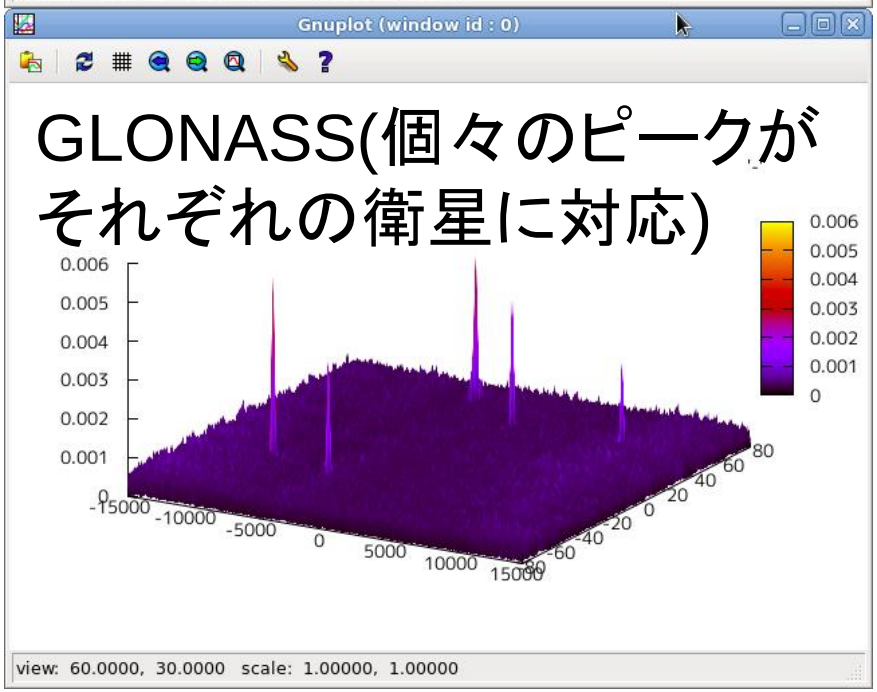
±2μ秒

±256bits幅を相互相関サーチするソフトウェア相関処理を実施。オフセット値を変更しながら広範囲をサーチしたが、フリンジ検出できず。

新方式で相互相関処理

解析処理結果(小金井～つくば)





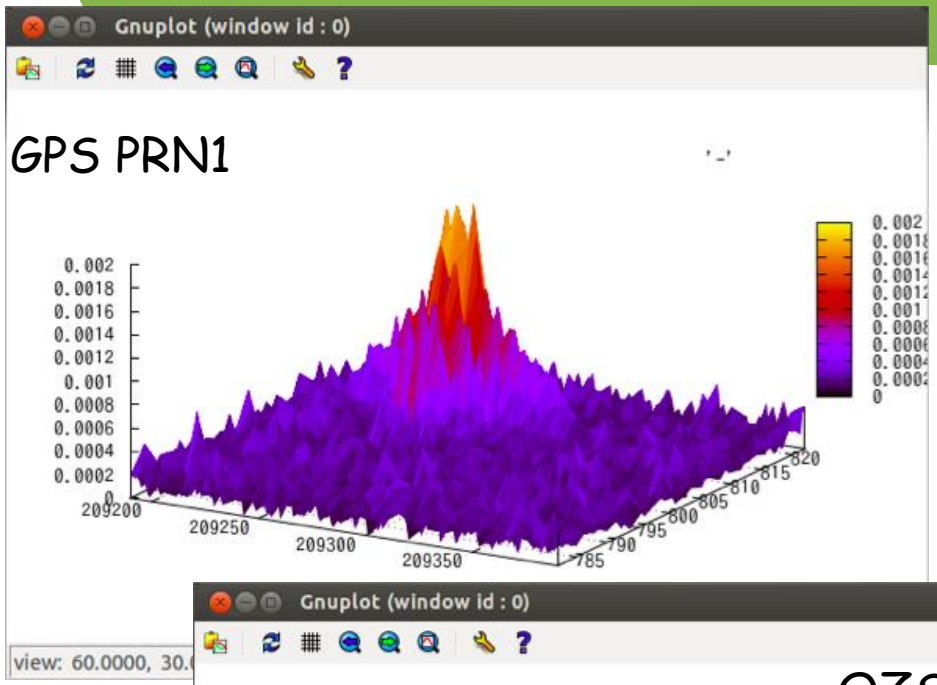
従来のCPUを用いたソフトウェア相互相関処理に変えて、新たにGPU(グラフィックボード)を使用した処理ソフトウェアを開発

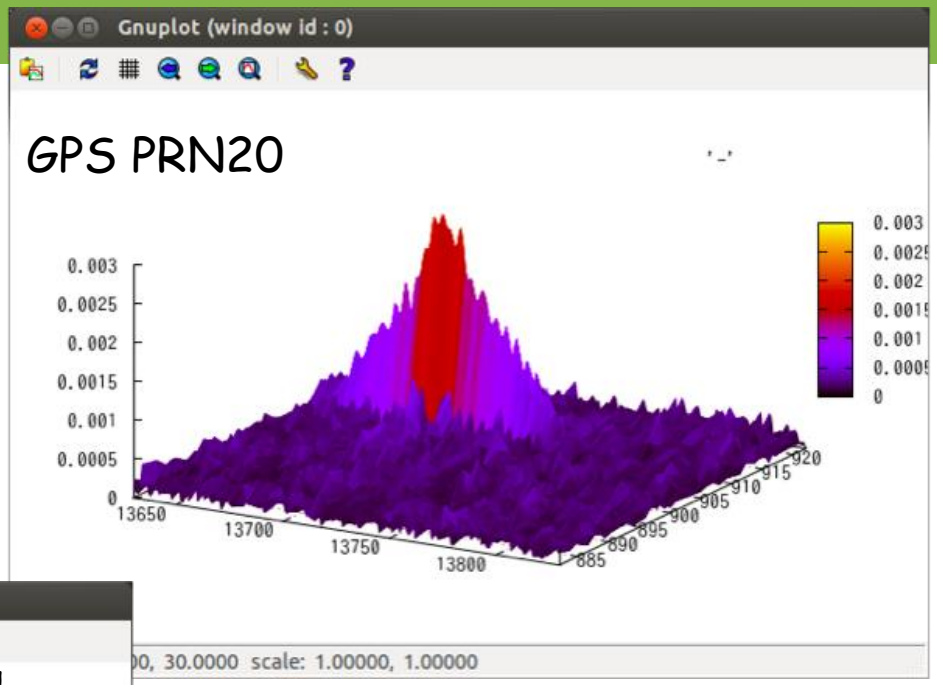
一回の処理で±15,000bits幅を高速サーチするGPU相関処理でフリンジ検出に成功!!

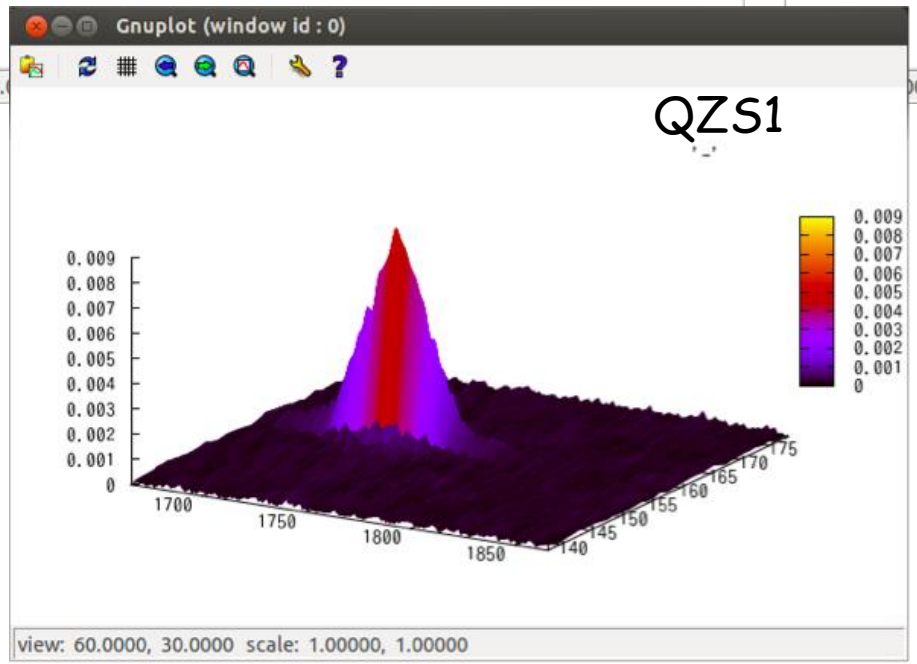
YNU
M2年
梶原・武藤

従来±128bits幅

実験結果(沖縄～つくば)





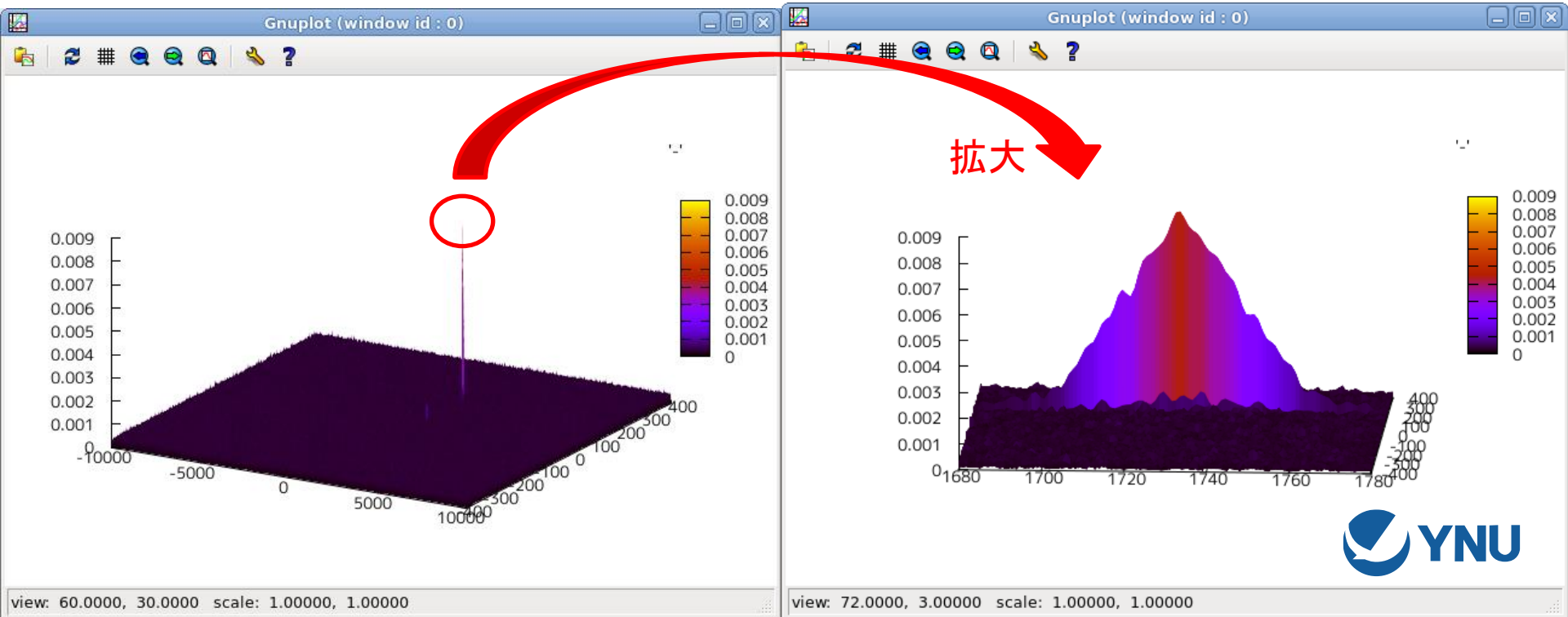


約1500kmの距離隔てた2地点間での相関処理にも成功

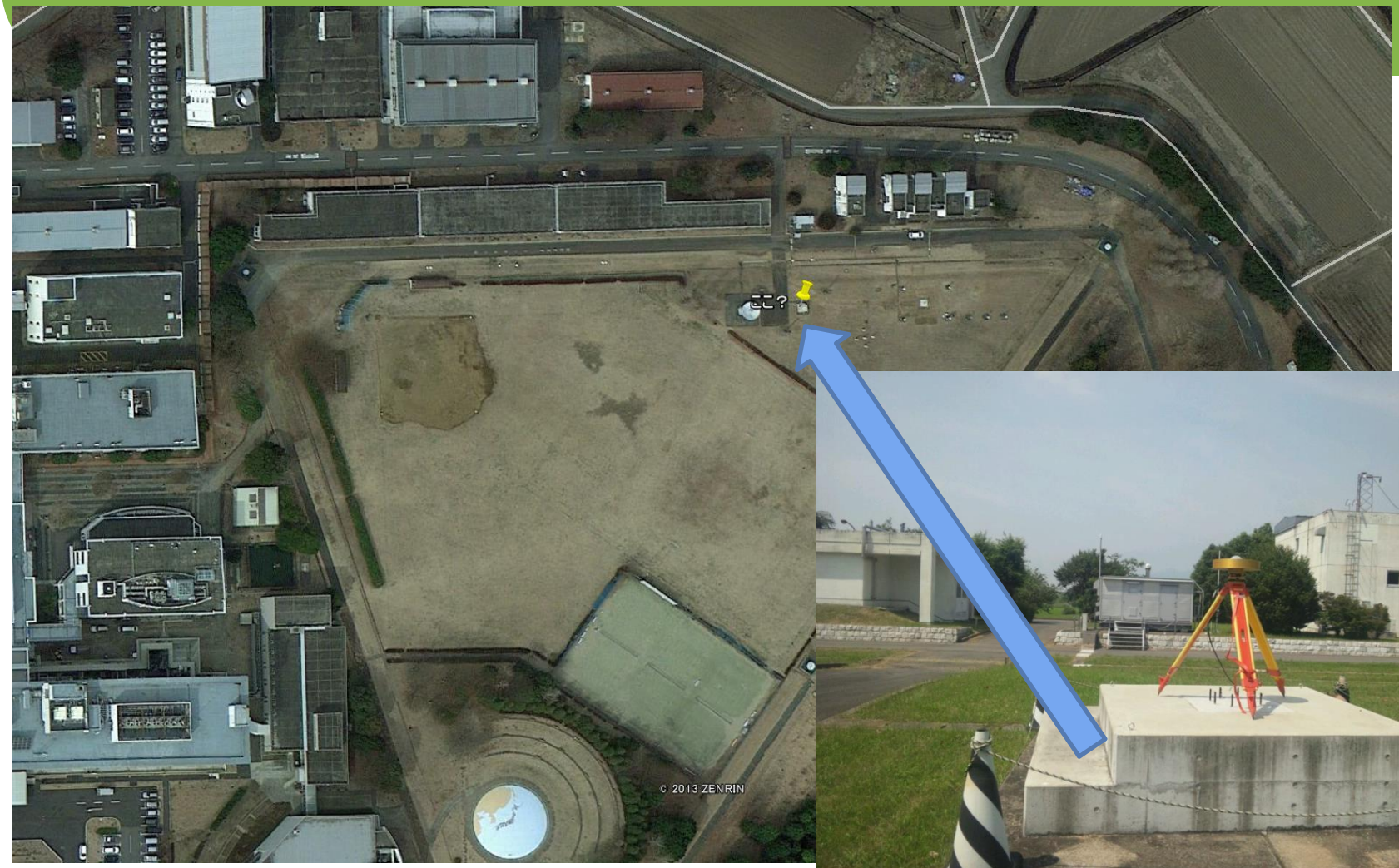
YNU

長基線での相関結果

- **長基線データ(2012年8月23日実験)を使用**
  - ✓今回確認できたのはQZS衛星の高い相関結果
  - ✓長基線でも大きな相関を確認



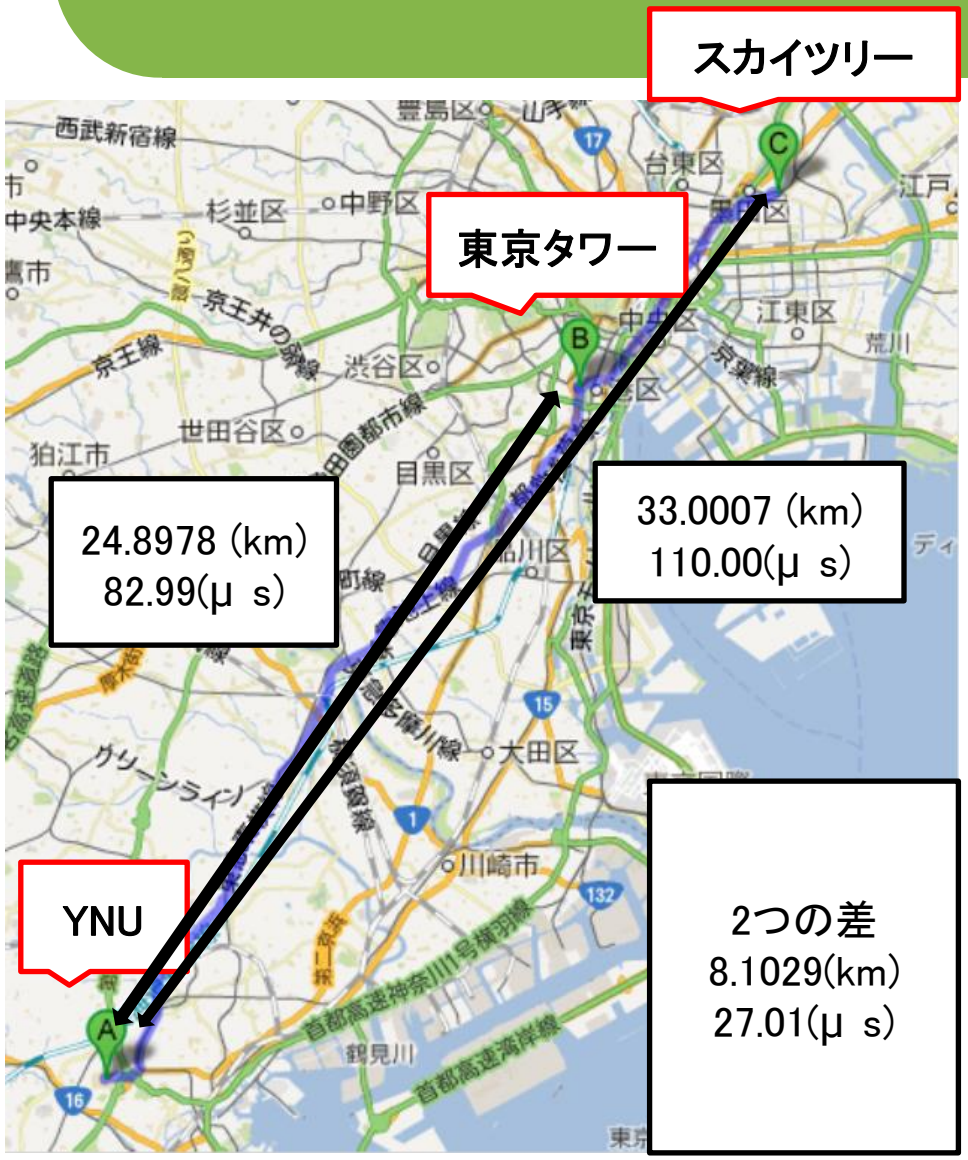
位置情報解析結果



一橋大学　大坪氏による解析結果

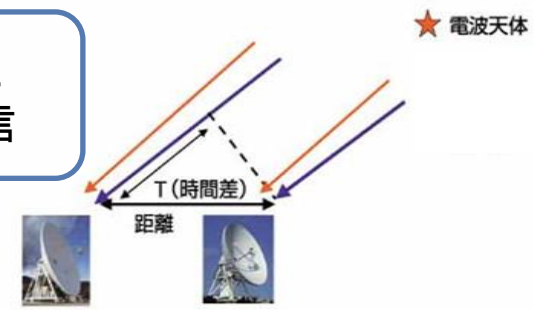
較差は、わずか2m

地デジ実験概要　～逆VLBI相関処理～



- **通常のVLBI**

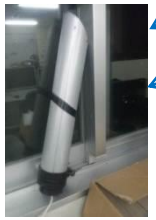
1つの電波星に
対して2局で受信



- 逆VLBI(今回の実験)　*河野ら1999*

2つの電波源に
対して1局で受信

東京タワー　東京スカイツリー



YNU　高橋研究室

～地デジ　サイマル放送を利用～

- 地上波デジタル放送が2013年5月に東京タワーから東京スカイツリーに発信源を移転。

  ⇒ それに先駆けて東京MX局が2012年10月より東京タワーとスカイツリーから電波を同時発射(サイマル放送)を行っていた。

TOKYO MX
東京メトロポリタンテレビジョン株式会社

- この2周波の電波を取得し、逆VLBI法で相互相関処理を行うことで、正当性が検証が可能。

東京タワー

東京スカイツリー

YNU　高橋研究室

YNU

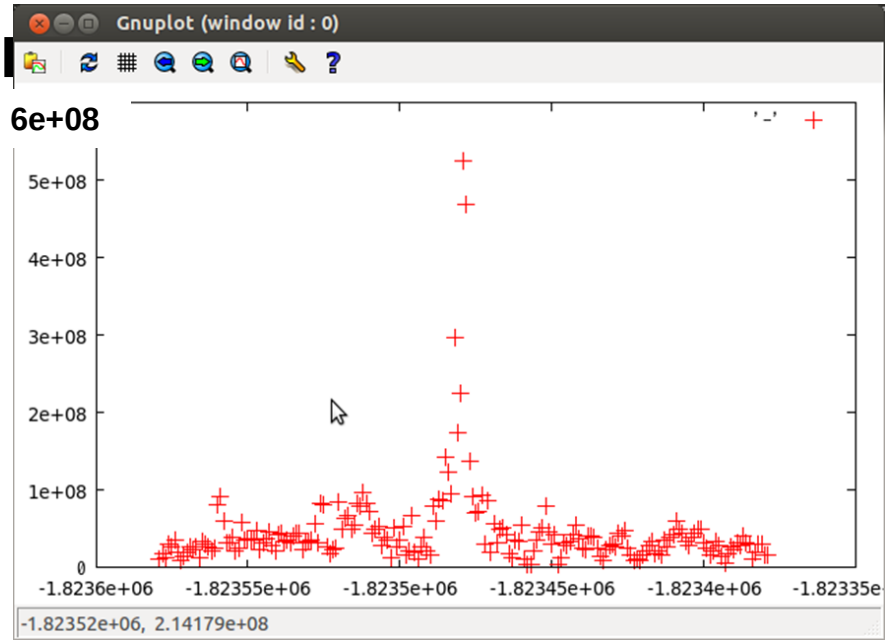
実験結果　～単発測定結果～

- 測定結果が右図
  横軸はbit(1bit　0.08μ s)、縦軸は相関の強さ
- シャープな強い相関

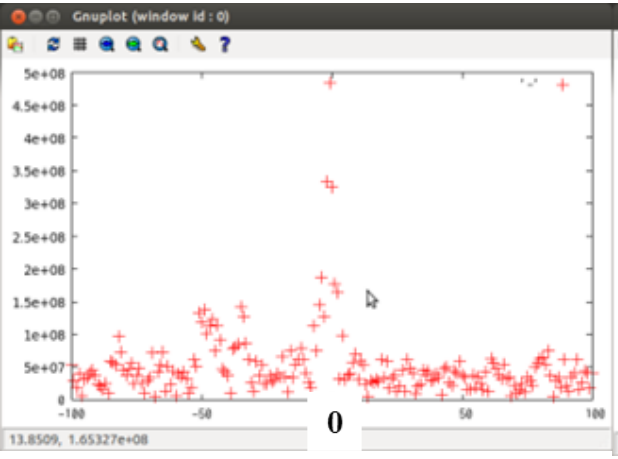
サンプリング周波数：
12.5Mbps
よって1bitは80ns

- 相関の位置　−1,823,579bit (−145,886μ
  スカイツリー電波をマスター（基準）
  理論値　　−27μ 秒
  測定値　−145,886μ 秒
  　差　　−145,859μ 秒
- 大きなオフセットが生じている。

→　信号発信タイミングの遅延？

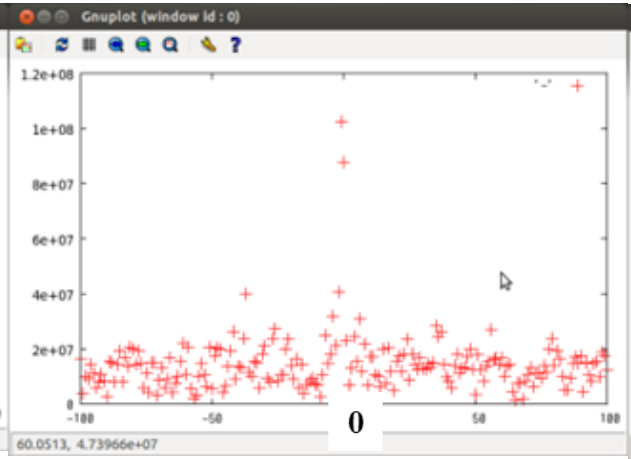


繰り返し測定結果　～安定度の評価～



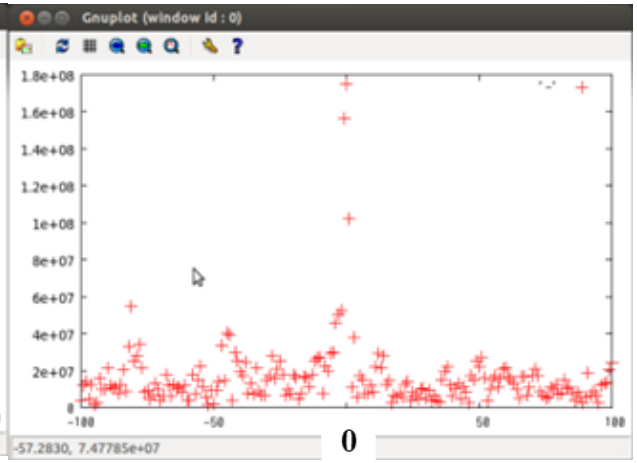
0

11月19日　19時00分



0

11月20日　14時00分



0

11月26日　20時00分

- 異なる日時によってオフセット値に違いが出るかを調べた
- 結果、全て−1,823,579bitのところに相関ピークを確認した

⇒ 電波発信タイミングの遅延時間は一定と仮定でき、そのオフセットを補正することで、受信地点との位置関係から正当性を検証できる。

まとめ

- GNSS,地上波デジタル放送電波を用いた時空情報正当性検証が技術的に可能であることが分かった。
- 実用化に向けて、本技術を民間移転したいと考えています。

- **興味を持っている企業や技術者をご存知でしたら、是非ご紹介ください！**

謝辞

- 科研費基盤研究（A） 21241043 により研究させていただきました。
- 共同研究者の他、情報通信研究機構 光・時空標準グループ 雨谷さん、藤枝さん、岳藤さんらにも多大なご協力を得ました。ここで御礼申し上げます。