

準天頂衛星システム技術実証： 擬似時計技術実験

産業技術総合研究所 岩田 敏彰

本講演の内容

1. 擬似時計技術とは

2. 実証実験の内容

実験1／実験2

4. 実証実験

水晶発振器を制御しない実験

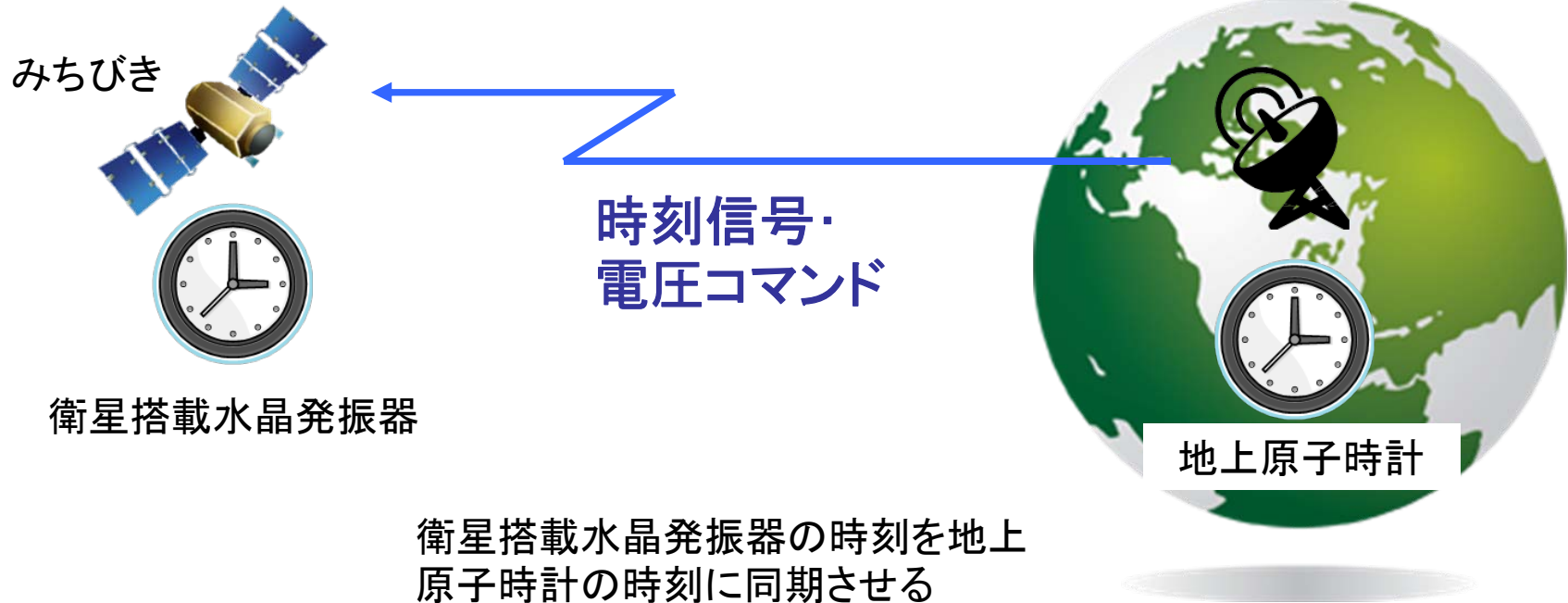
水晶発振器を制御する実験1

水晶発振器を制御する実験2

測位に関する影響

5. まとめ

擬似時計技術とは

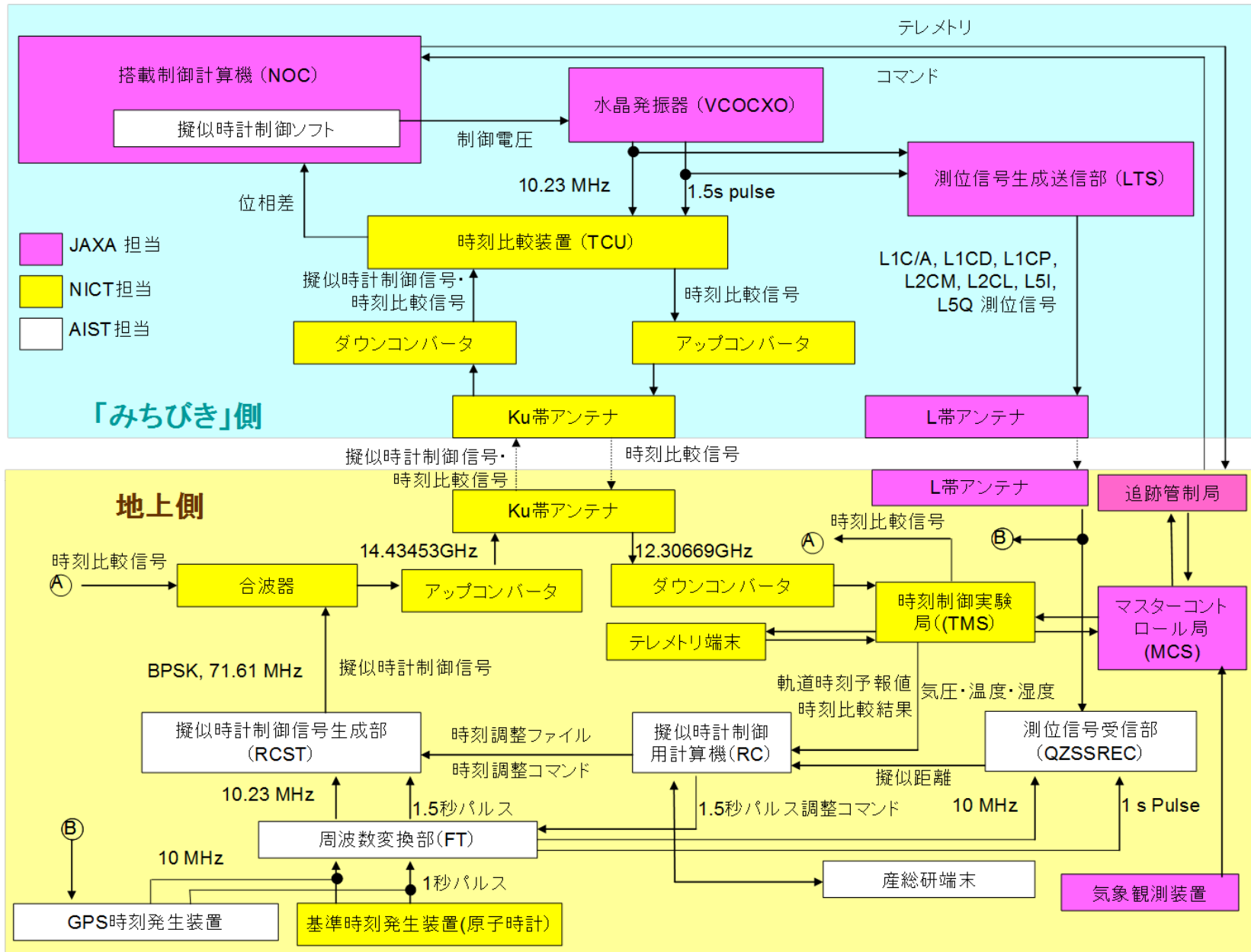


水晶発振器が搭載原子時計の代わりになる！！

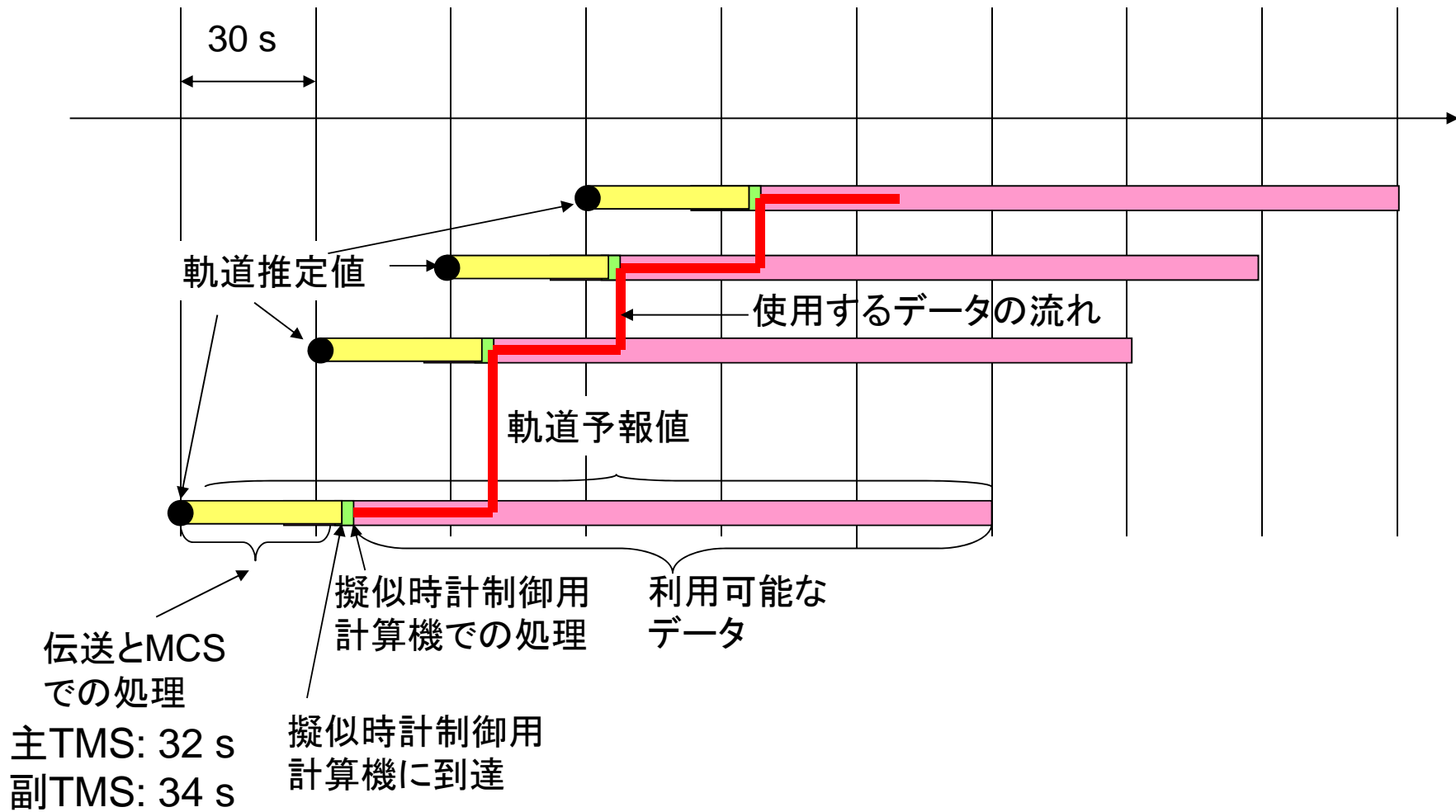
衛星の重量・体積削減やミッションの長寿命化に貢献できる！！
擬似時計実験の時刻同期の目標は 10 ns 以下である。

実験 1 の概要

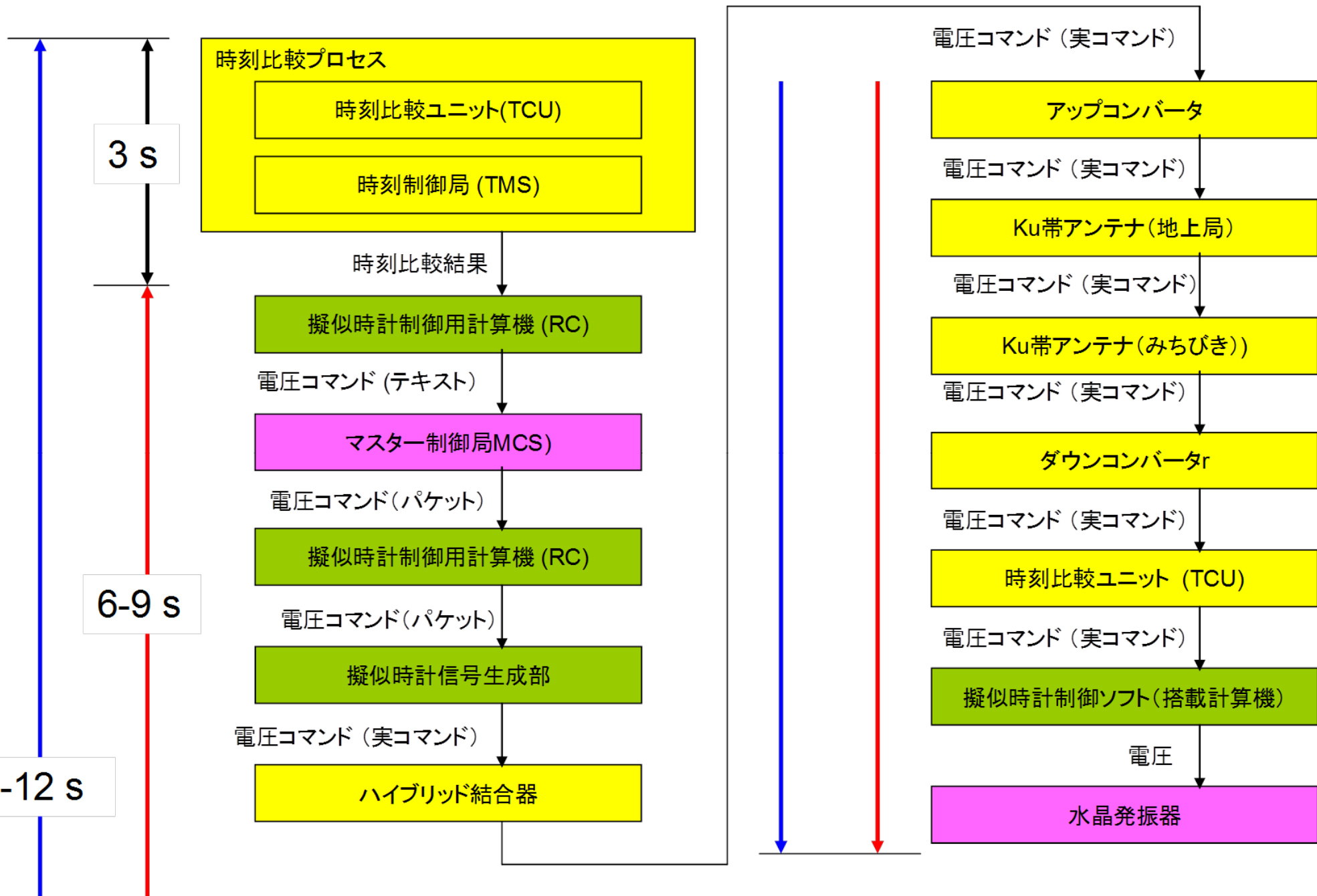
電波時計のように地上から時刻情報を含んだ信号(擬似時計制御信号)を送信し、それに搭載水晶発振器を同期させることにより搭載水晶発振器を制御する方法



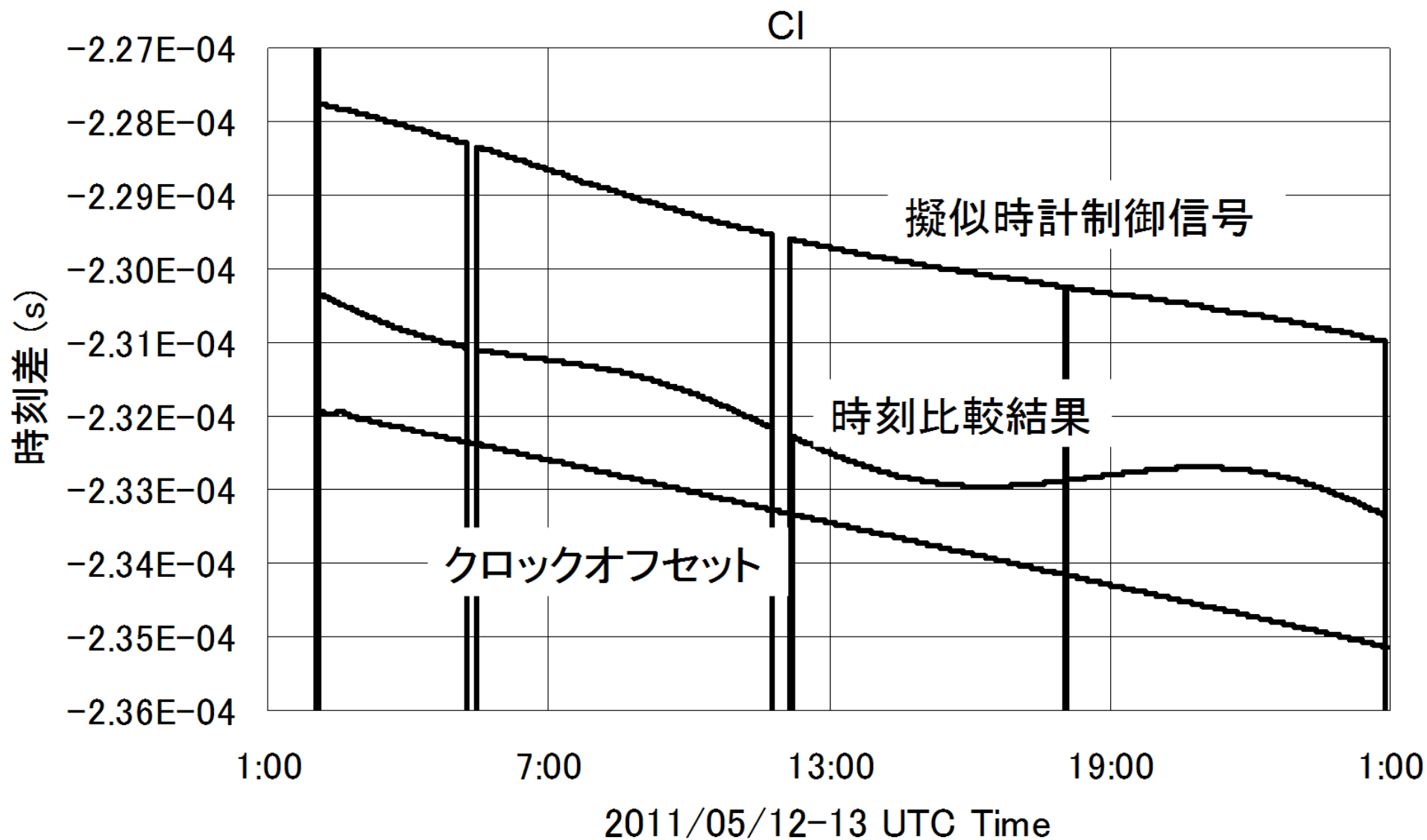
軌道時刻予報値 (実験 1)



実験2における電圧コマンドの流れ

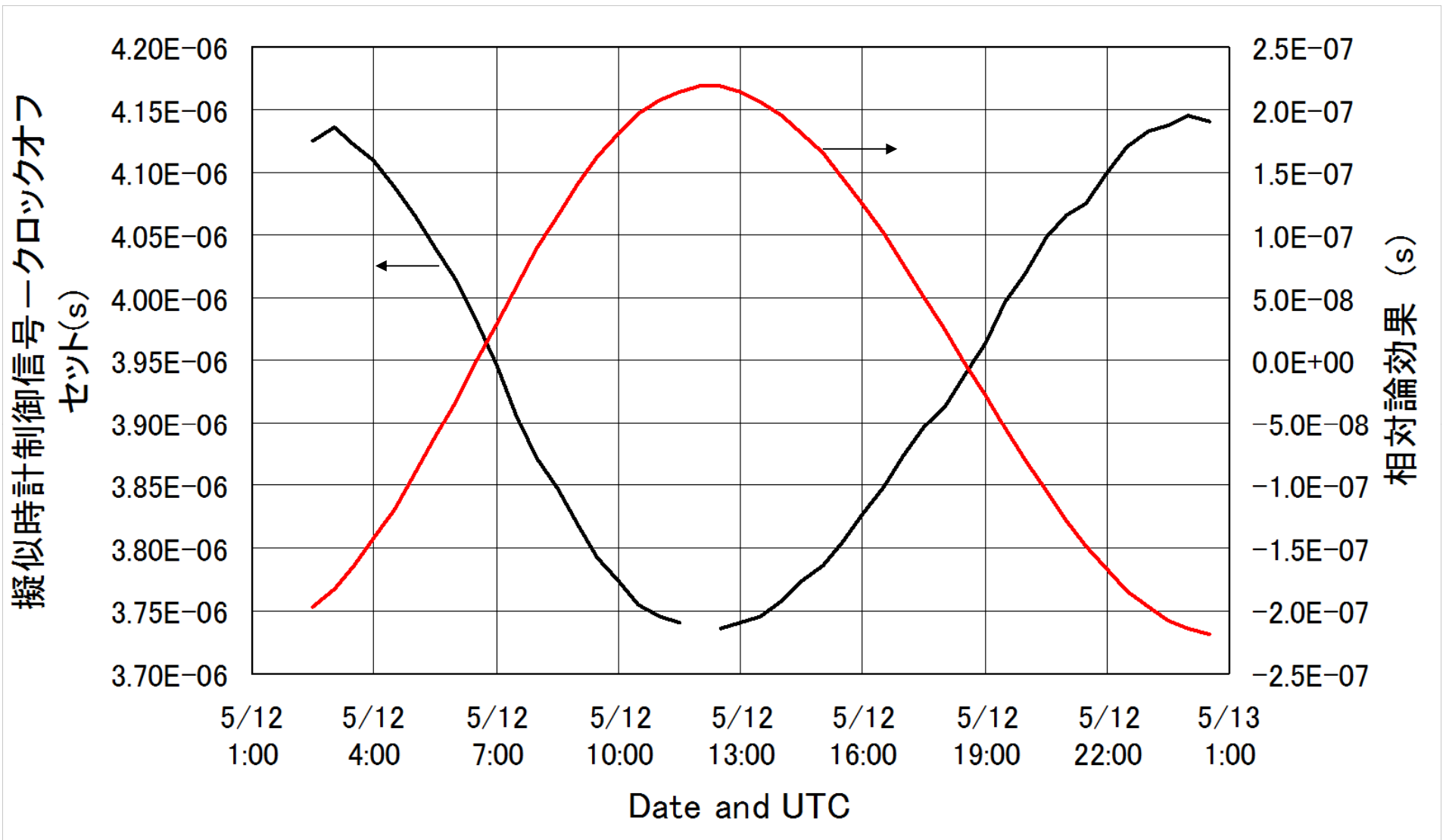


水晶発振器を制御しない実験 (2011年5月)

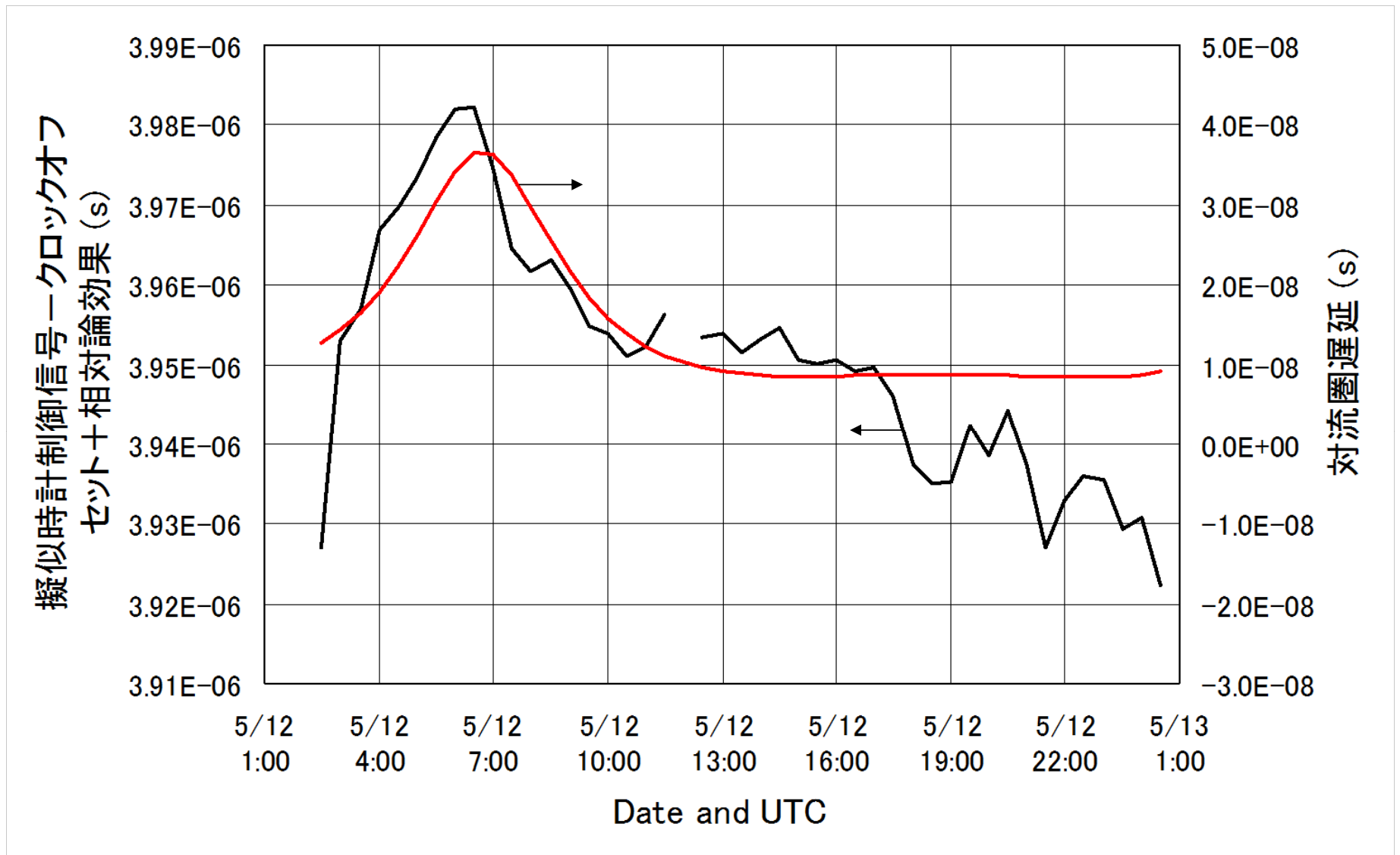


CI: 停波

水晶発振器を制御しない実験 (2011年5月)

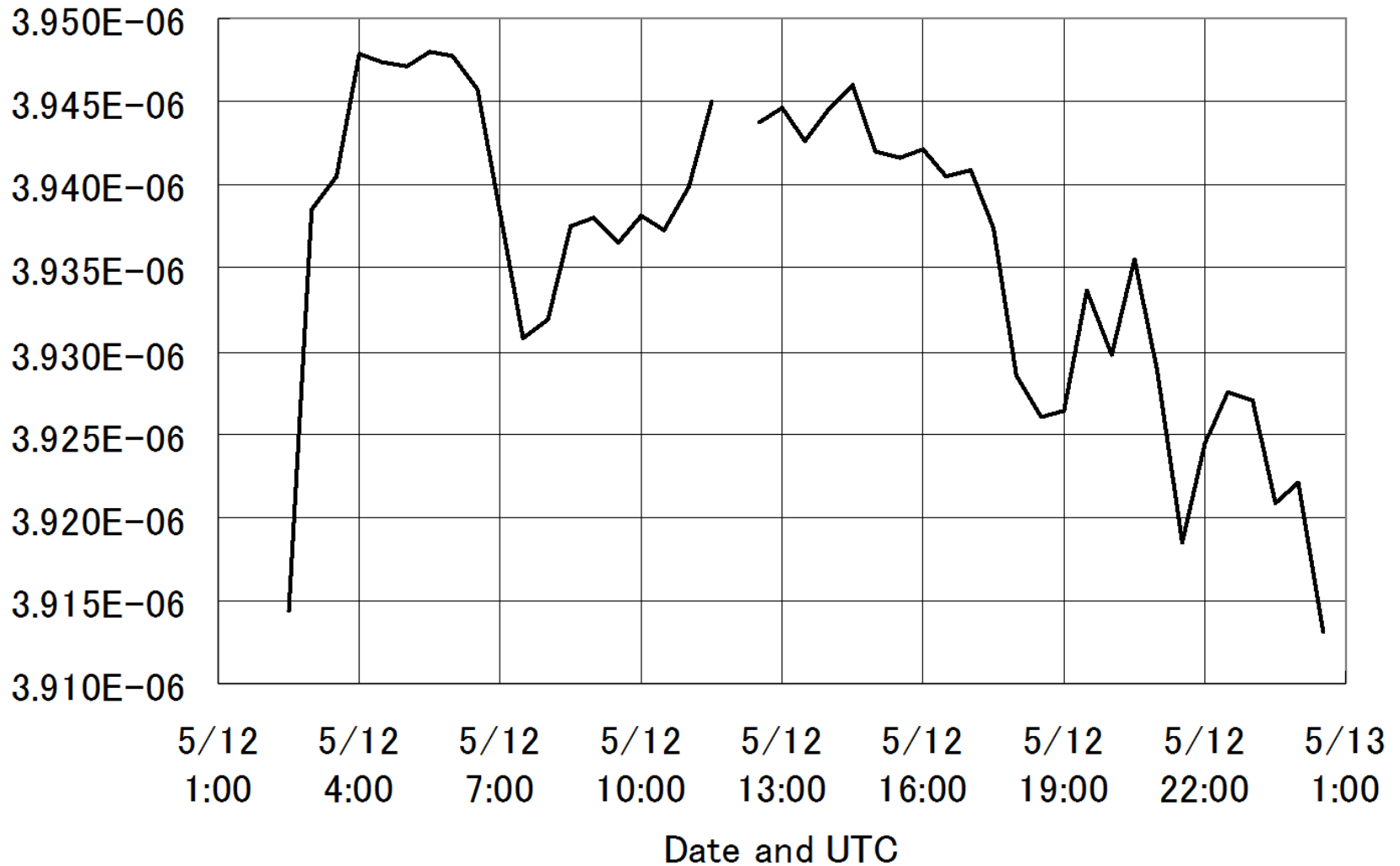


水晶発振器を制御しない実験 (2011年5月)

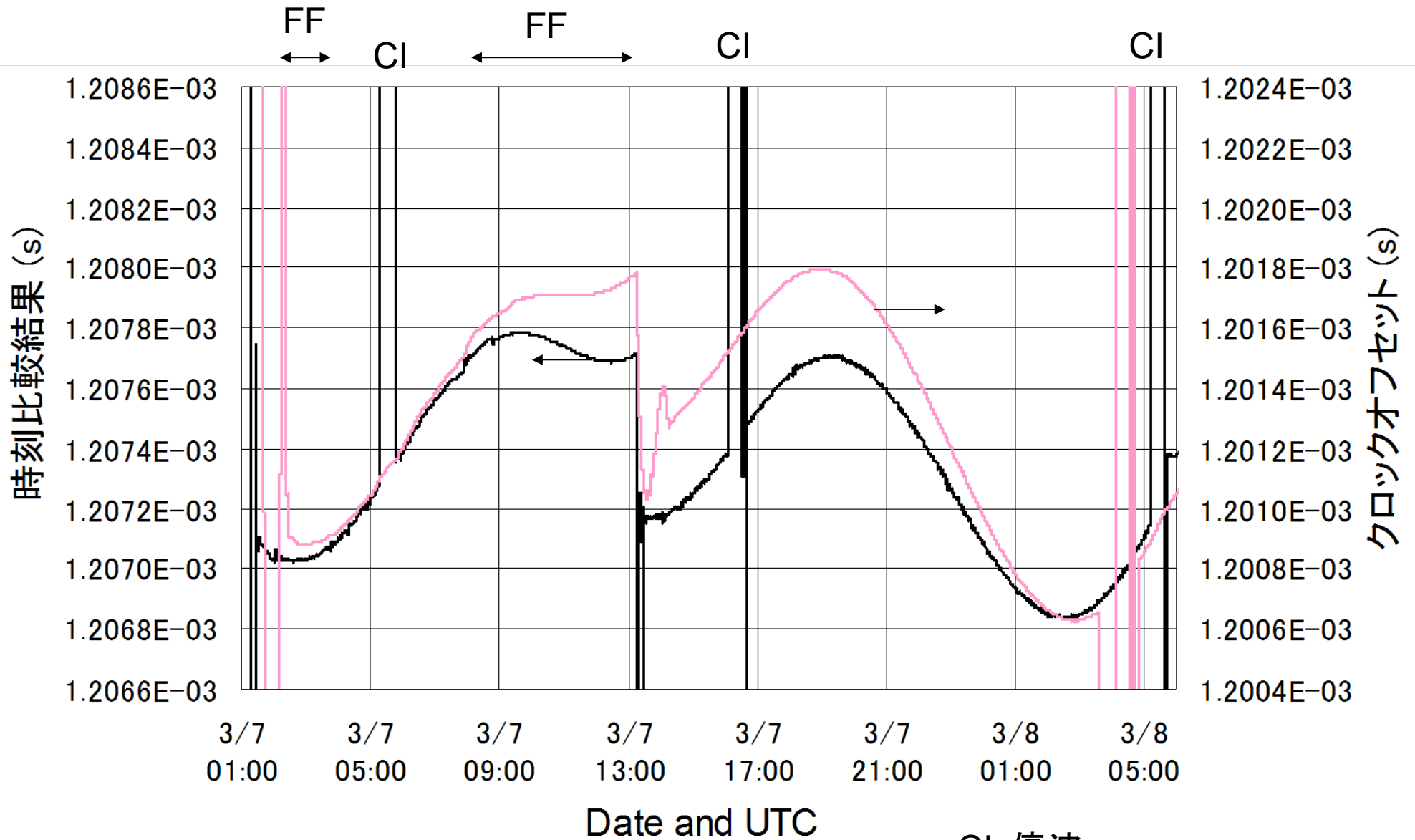


水晶発振器を制御しない実験 (2011年5月)

擬似時計制御信号—クロックオフセット+相
対論効果—対流圏遅延 (s)



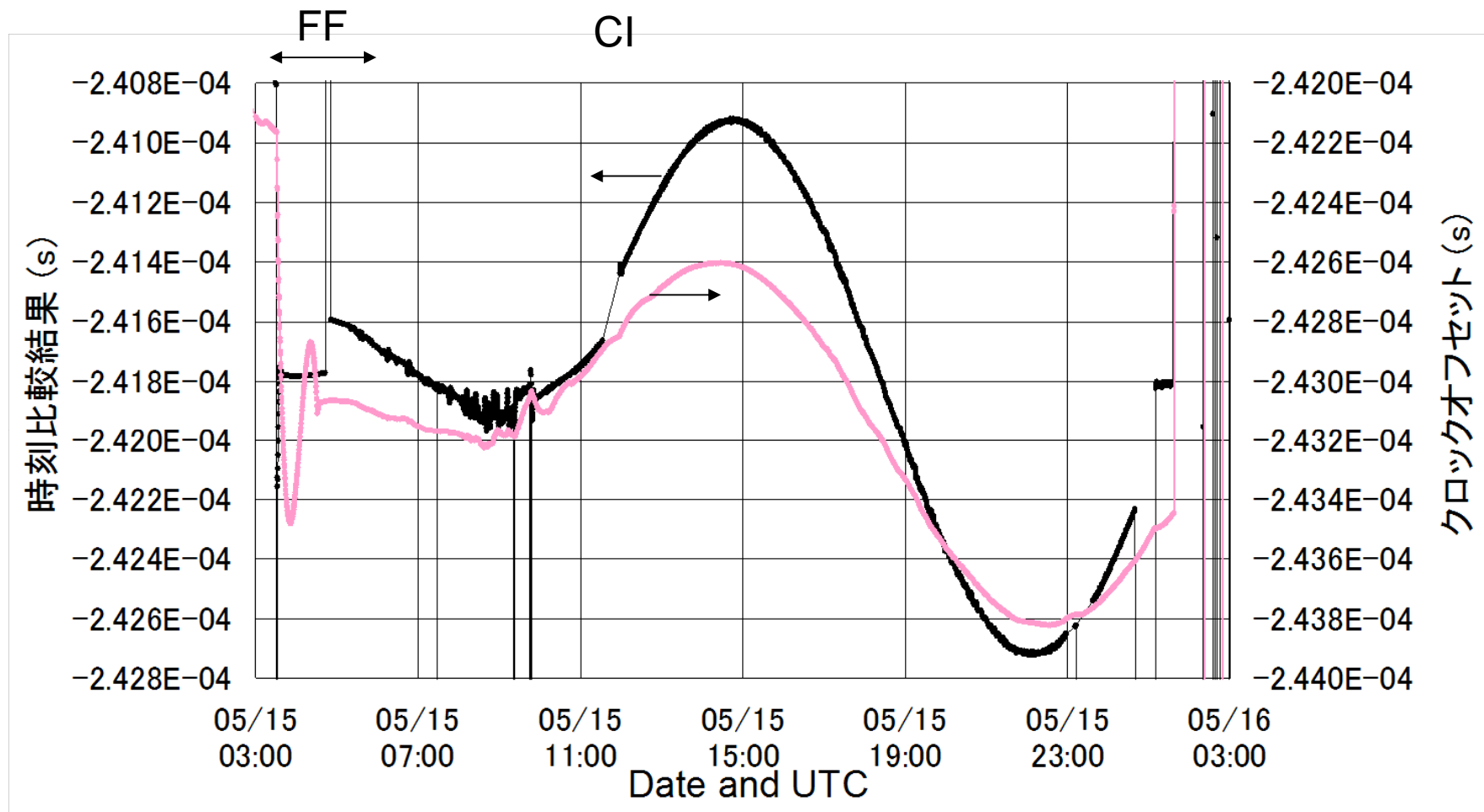
水晶発振器を制御する実験 1 (2011年3月)



CI: 停波

FF: フィードフォワードのみ

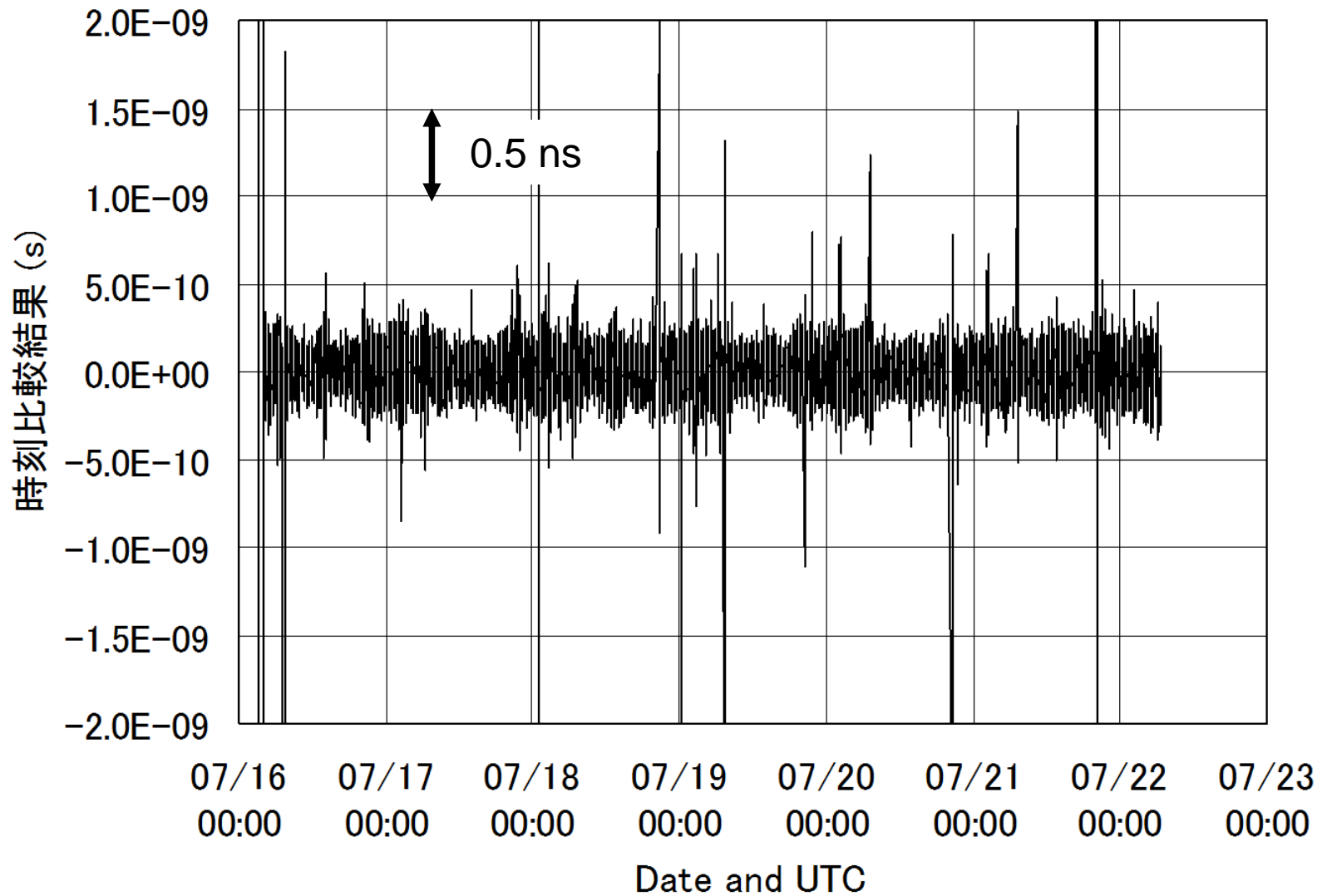
水晶発振器を制御する実験 1 (2011年5月)



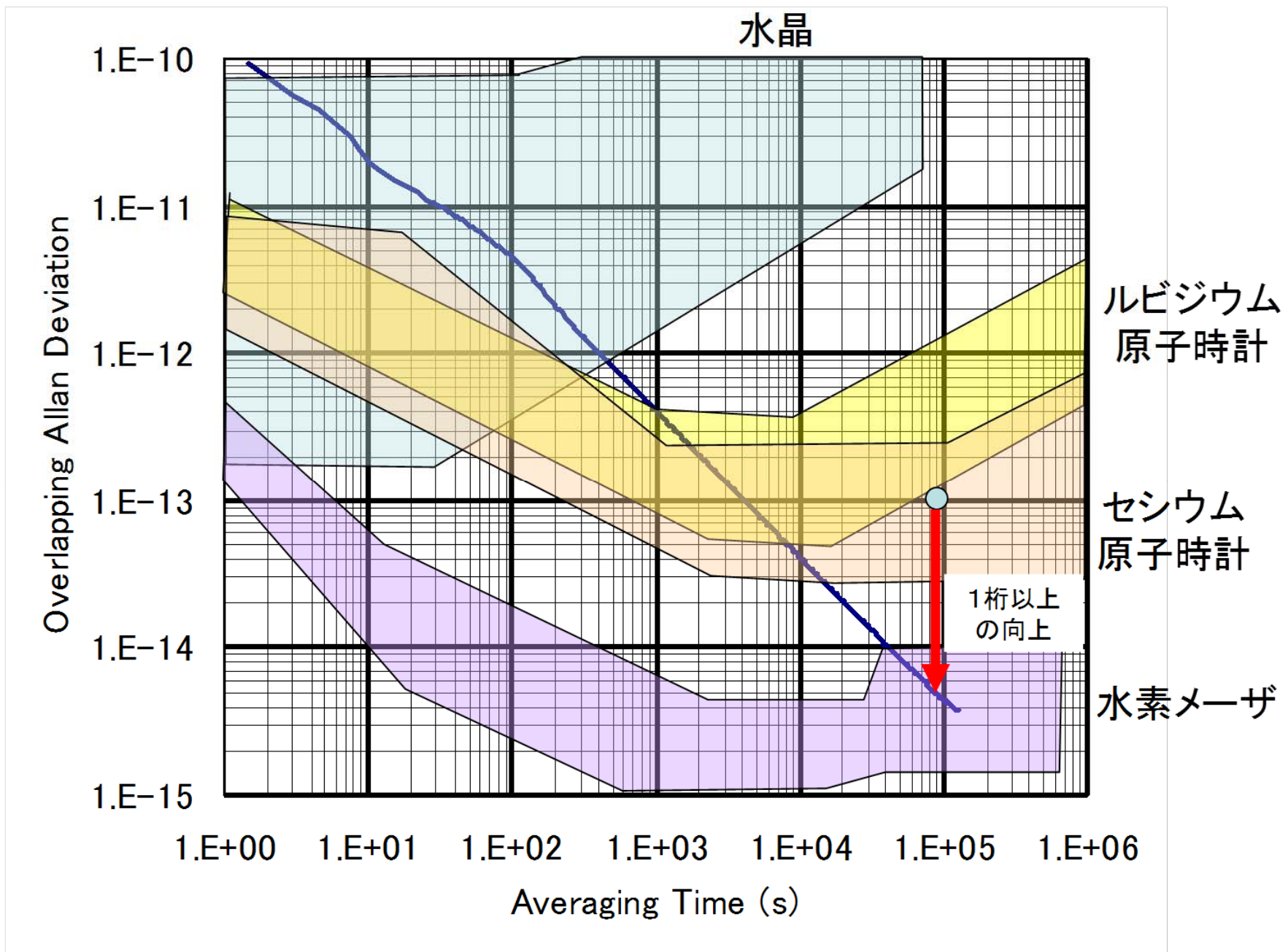
CI: 停波

FF: フィードフォワードのみ

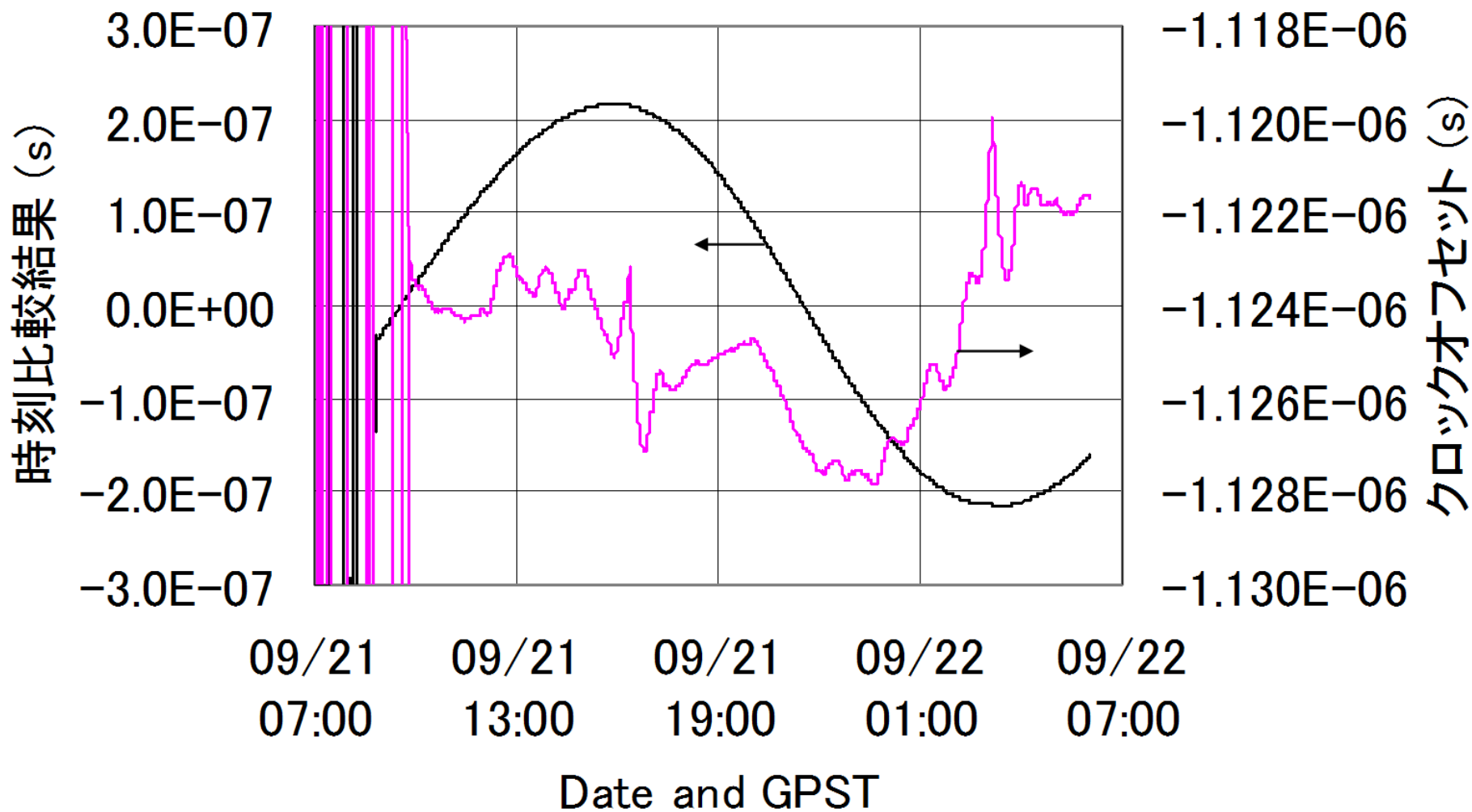
水晶発振器を制御する実験 2 (2011年7月)



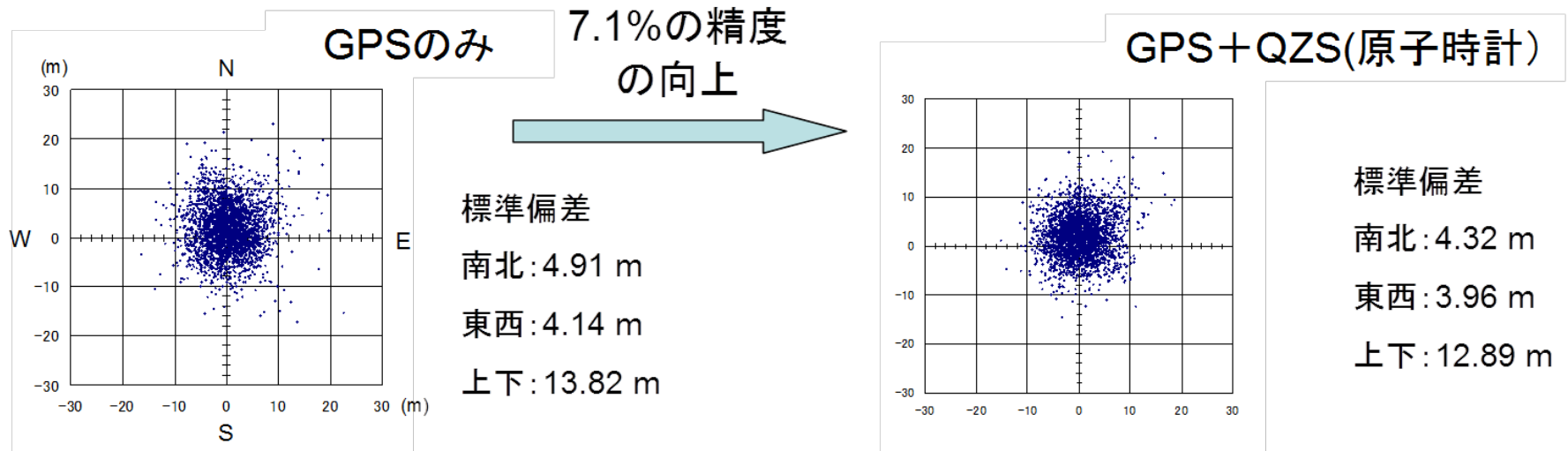
水晶発振器を制御する実験 2 (2011年3月)



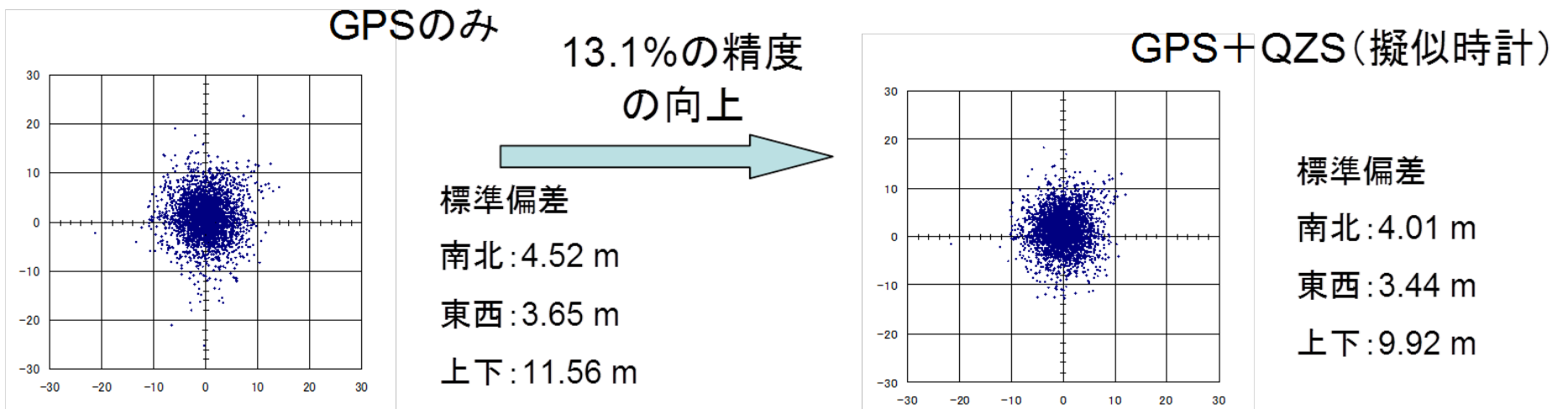
水晶発振器を制御する実験 2 (2011年9月)



測位結果の評価 (2011年7月)



沖縄での測位信号受信部による測位結果(搭載原子時計)(2011/7/13 5:00UTC-7/14 5:00 UTC)



沖縄での測位信号受信部による測位結果(擬似時計)(2011/7/16 5:00UTC-7/17 5:00 UTC)

実運用への課題

- (1) 降雨による電波の減衰や台風によるアンテナの指向制御の制限などによる通信の中断があり、この間は擬似時計による制御ができない。
- (2) 実証実験では常に人員を地上局に配置し、またマニュアル操作でのオペレーションとなっている。
- (3) NICTの時刻比較結果が必須であり、常時行われている必要がある。

対策としては、

- (1) については二局以上で切り替えて運用できる必要がある。
- (2) については作業のマニュアル化、遠隔操作・遠隔監視化が必要である。
- (3) については時刻比較結果の算出を自動化する必要がある。

まとめ

- (1) 擬似時計技術の実証実験について、実験1と実験2があることを紹介し、それぞれの概要を説明した。
- (2) 実証実験のスケジュールについて述べ、まず5月までに実施した水晶発振器を制御しない予備実験、水晶発振器を制御する実験1・実験2の結果について紹介し、そのあとに7月・9月に実施した実験2について述べた。
- (3) 水晶発振器を制御しない予備実験では、相対論効果と対流圏遅延を考慮することにより説明できる誤差が認められた。
- (4) 実験1ではタイミングのずれと思われる誤差の発生していることと、フィードバックを行った際に同期の安定性が悪くなることがわかった。
- (5) 実験2では最終的には相対論効果を考慮することで、クロックオフセットの変動をピークトゥピークで8 nsに抑えることができ、この変動は搭載原子時計を用いた場合とほぼ等しいレベルであることを確認した。
- (6) 実運用に向けて必要な課題を示した。