

# ASTRO-H 衛星におけるSpaceWire を利用した時刻情報配信の精度検証

埼玉大学 理工学研究科  
田代・寺田研究室  
修士2年 岩瀬 かほり

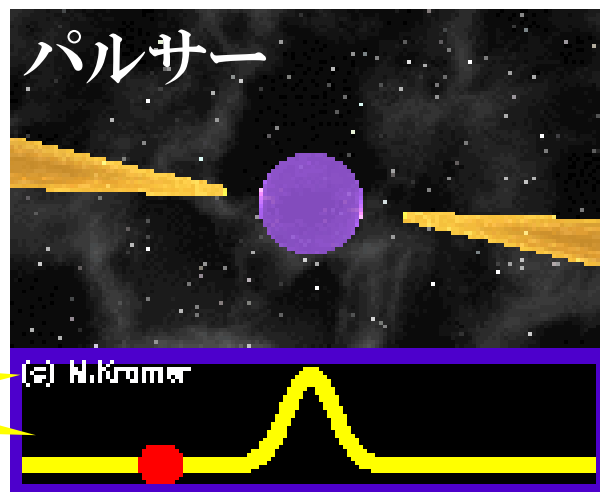
神頭知美、寺田幸功、田代信（埼玉大理工）、石崎欣尚（首都大理工）、  
能町正治（大阪大理）、高橋忠幸、国分紀秀、尾崎正伸、湯浅孝行（ISAS/JAXA）、  
他ASTRO-H collaboration

# ASTRO-H 時刻要求精度

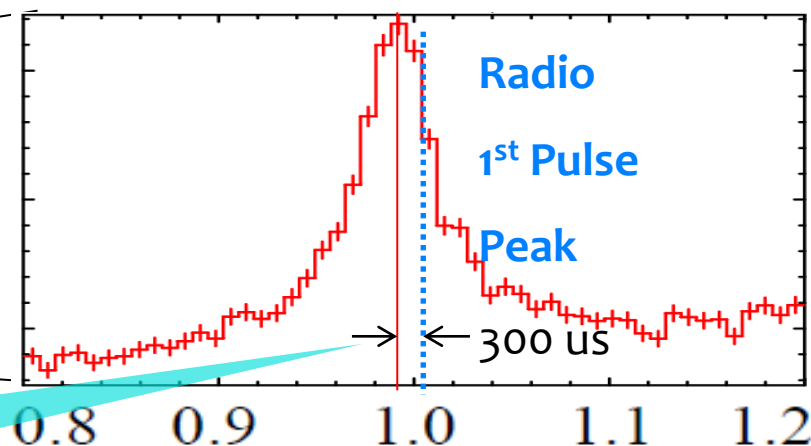
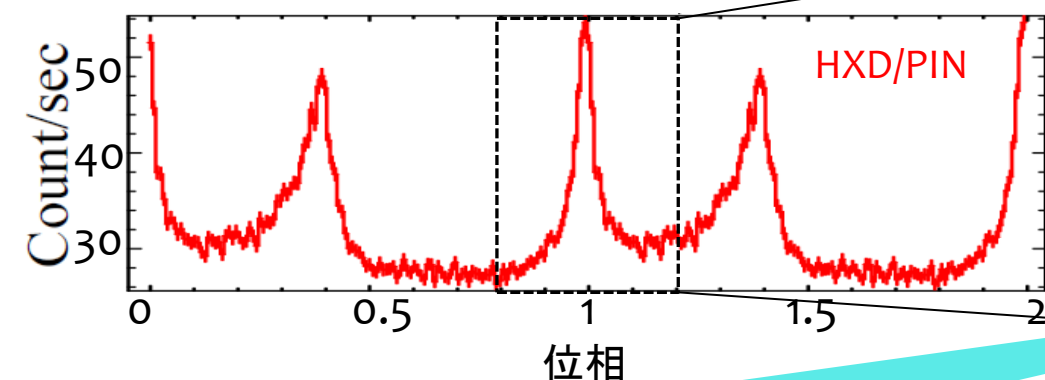
## 科学目標

中性子星パルサーやブラックホールのX線変動を調べたい

時刻性能が重要



## 要求精度の一例) クラブパルサーのライトカーブ



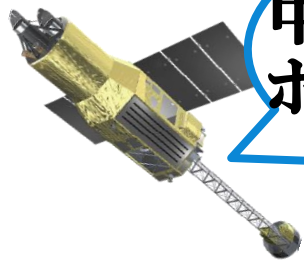
電波とX線の到来時刻差  $\sim 300 \text{ us}$

$\div 10 = 30 \text{ us}$  ← 必要時刻精度 (ゴール)

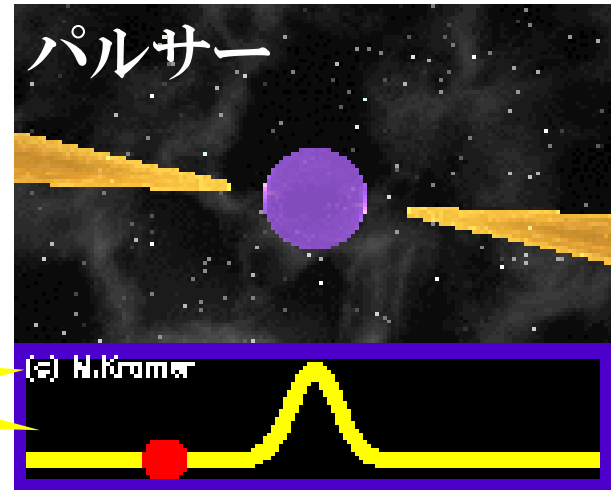
# ASTRO-H 時刻要求精度

## 科学目標

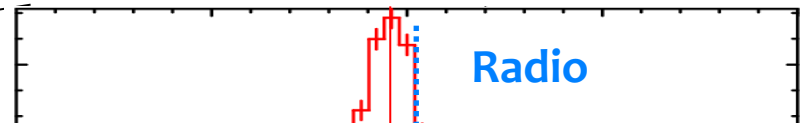
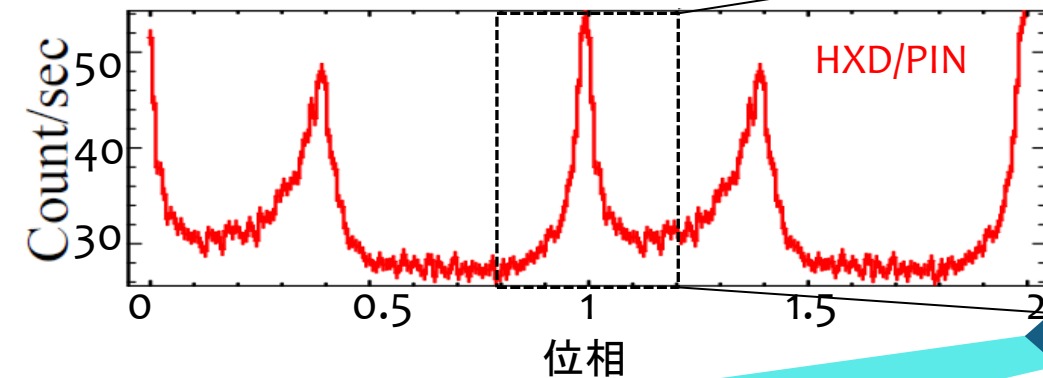
中性子星パルサーやブラックホールのX線変動を調べたい



時刻性能が重要



## 要求精度の一例) クラブパルサーのライトカーブ

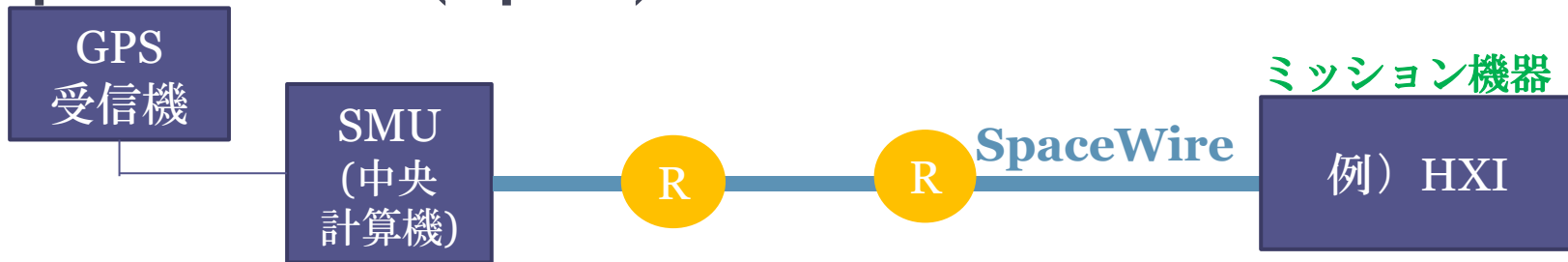


**[目的]**  
 ASTRO-Hで採用されている時刻配信方法  
 がこれを満たすか  
 検証する

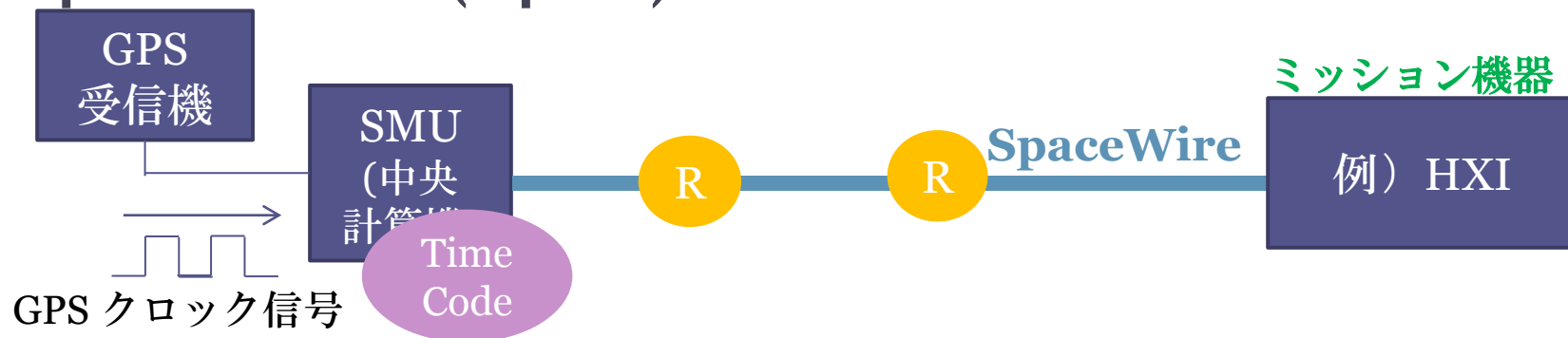
電波とX線の到来時刻差  $\sim 300 \text{ us}$

$\div 10 = 30 \text{ us}$  ← 必要時刻精度 (ゴール)

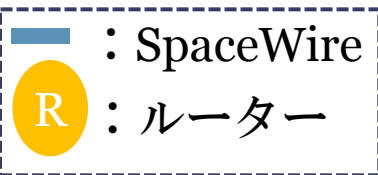
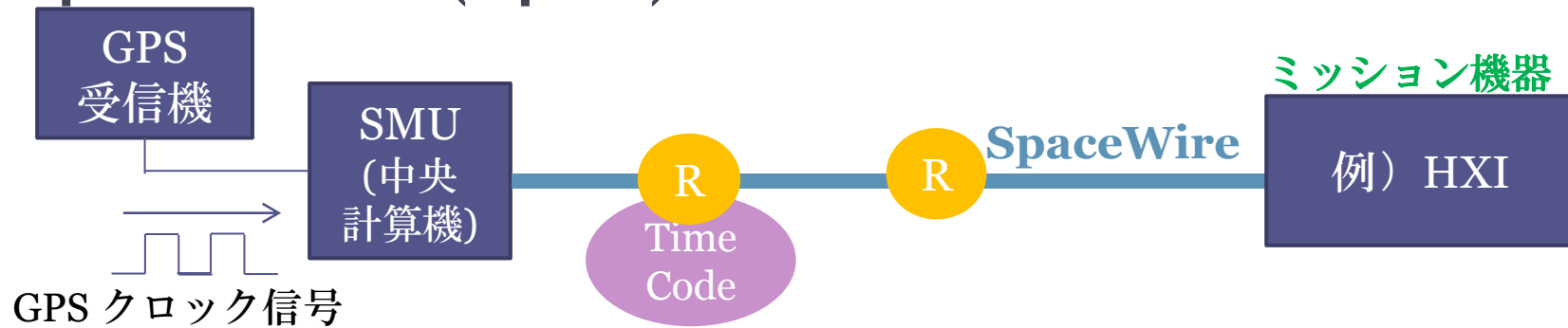
# SpaceWire(SpW)を利用した時刻配信方法



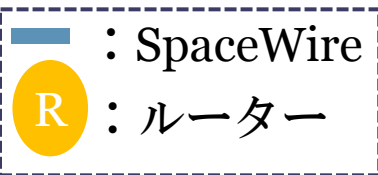
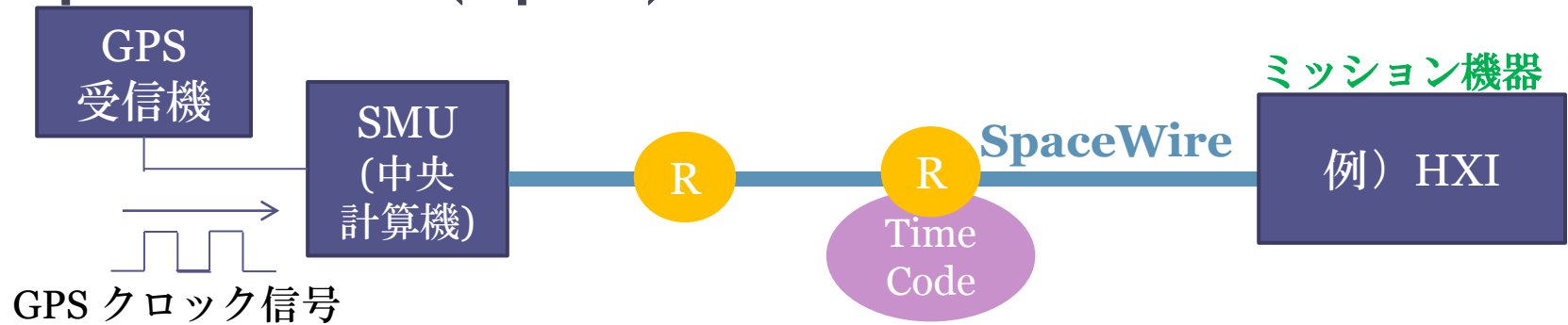
# SpaceWire(SpW)を利用した時刻配信方法



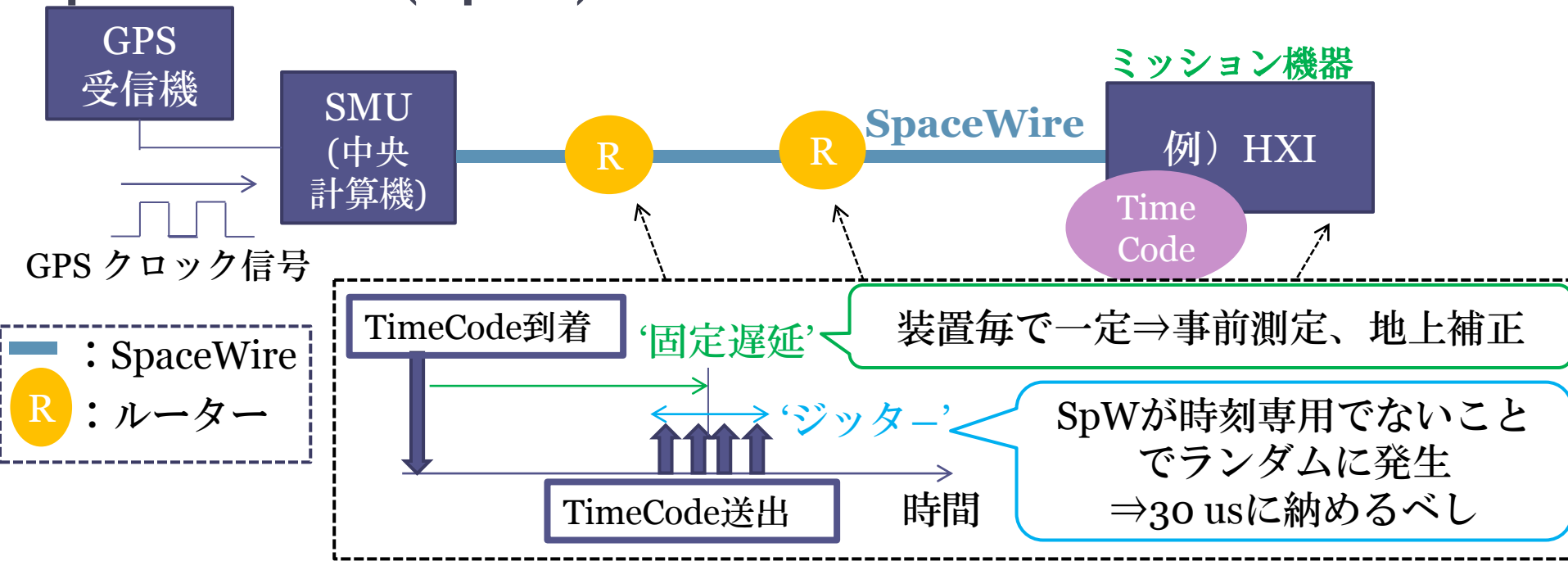
# SpaceWire(SpW)を利用した時刻配信方法



# SpaceWire(SpW)を利用した時刻配信方法

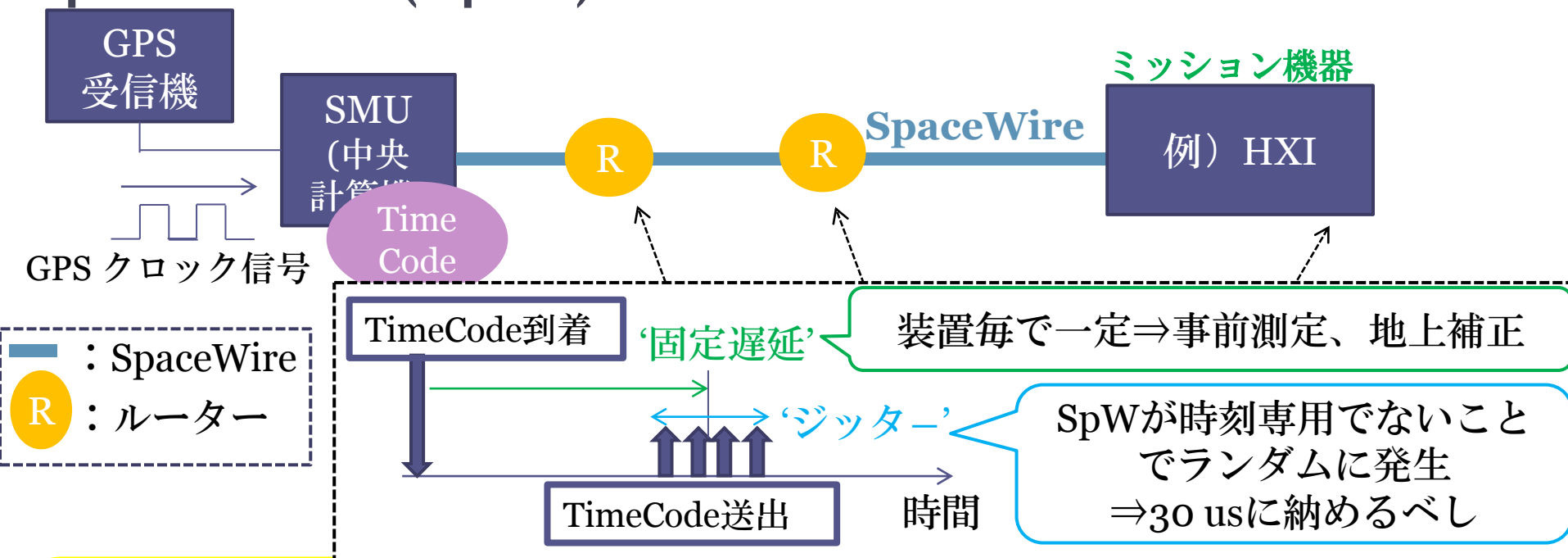


# SpaceWire(SpW)を利用した時刻配信方法





# SpaceWire(SpW)を利用した時刻配信方法



これまでの報告 (2009春季物理学会 湯浅ら, ISC 2010神頭ら)

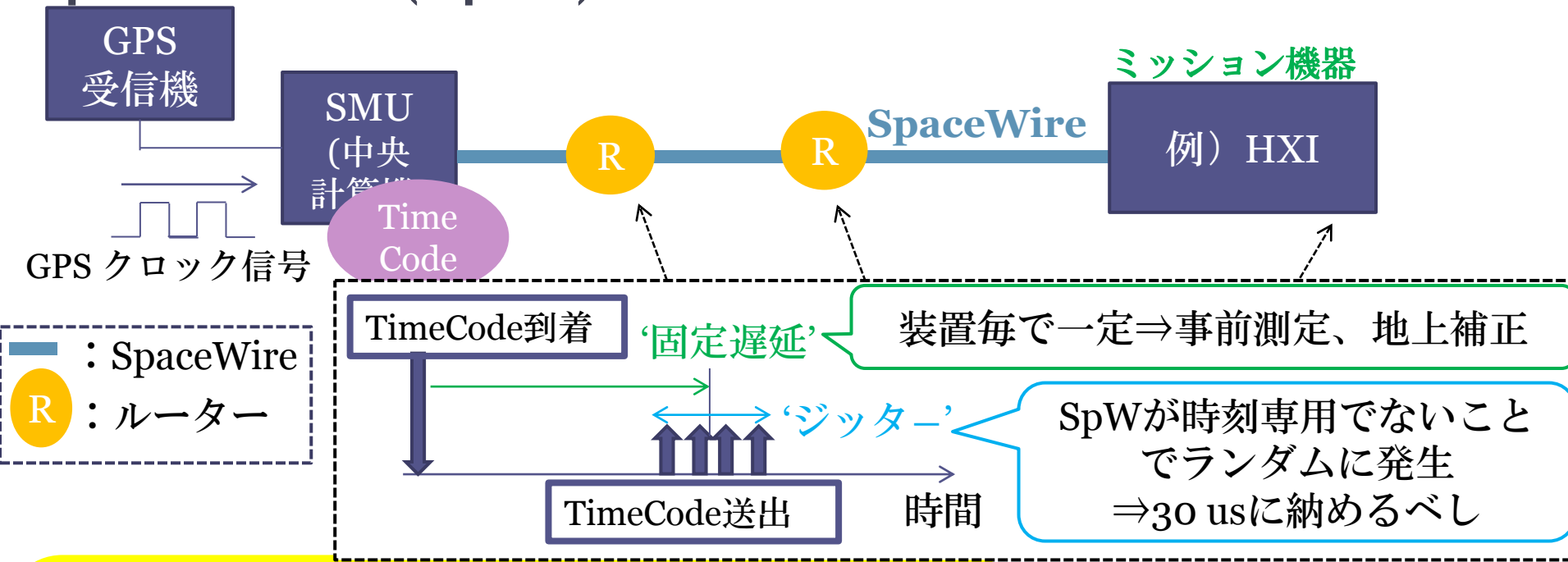
リンクレート100MHzでの測定

ジッター: 1 hop 毎に 0.07 us 増

固定遅延: 1hop毎に 0.3 us 増

※民生品のDIO Board、SpaceCubeを使用

# SpaceWire(SpW)を利用した時刻配信方法



これまでの報告 (2009春季物理学会 湯浅ら, ISC 2010神頭ら)

リンクレート100MHzでの測定  
ジッター: 1 hop 毎に 0.07 us 増

固定遅延: 1hop毎に 0.3 us 増

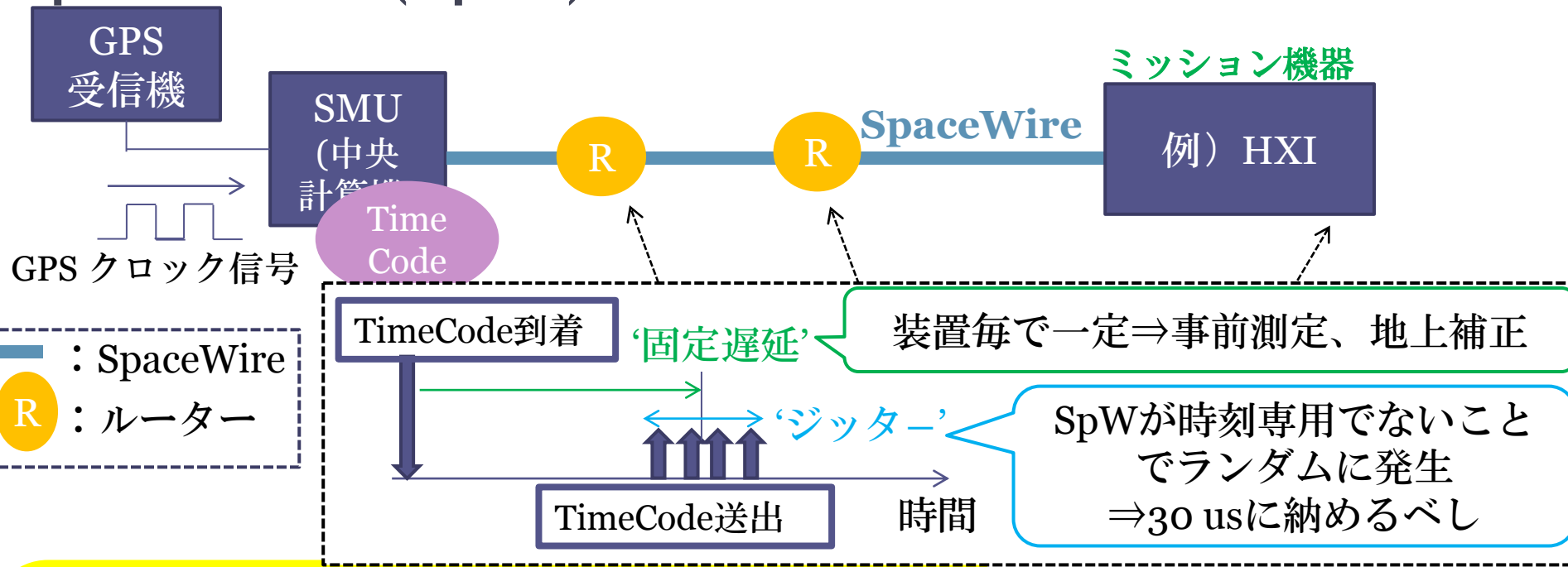
※民生品のDIO Board、SpaceCubeを使用

実際の衛星内は...  
複数のリンクレート  
複数のルーター

↓  
複雑なネットワーク

ネットワーク全体の固定遅延、ジッターはどうなる？

# SpaceWire(SpW)を利用した時刻配信方法



これまでの報告 (2009春季物理学会 湯浅ら, ISC 2010神頭ら)

リンクレート100MHzでの測定

ジッター: 1 hop 毎に 0.07 us 増

固定遅延: 1hop毎に 0.3 us 増

※民生品のDIO Board、SpaceCubeを使用

実際の衛星内は...

複数のリンクレート

複数のルーター

↓

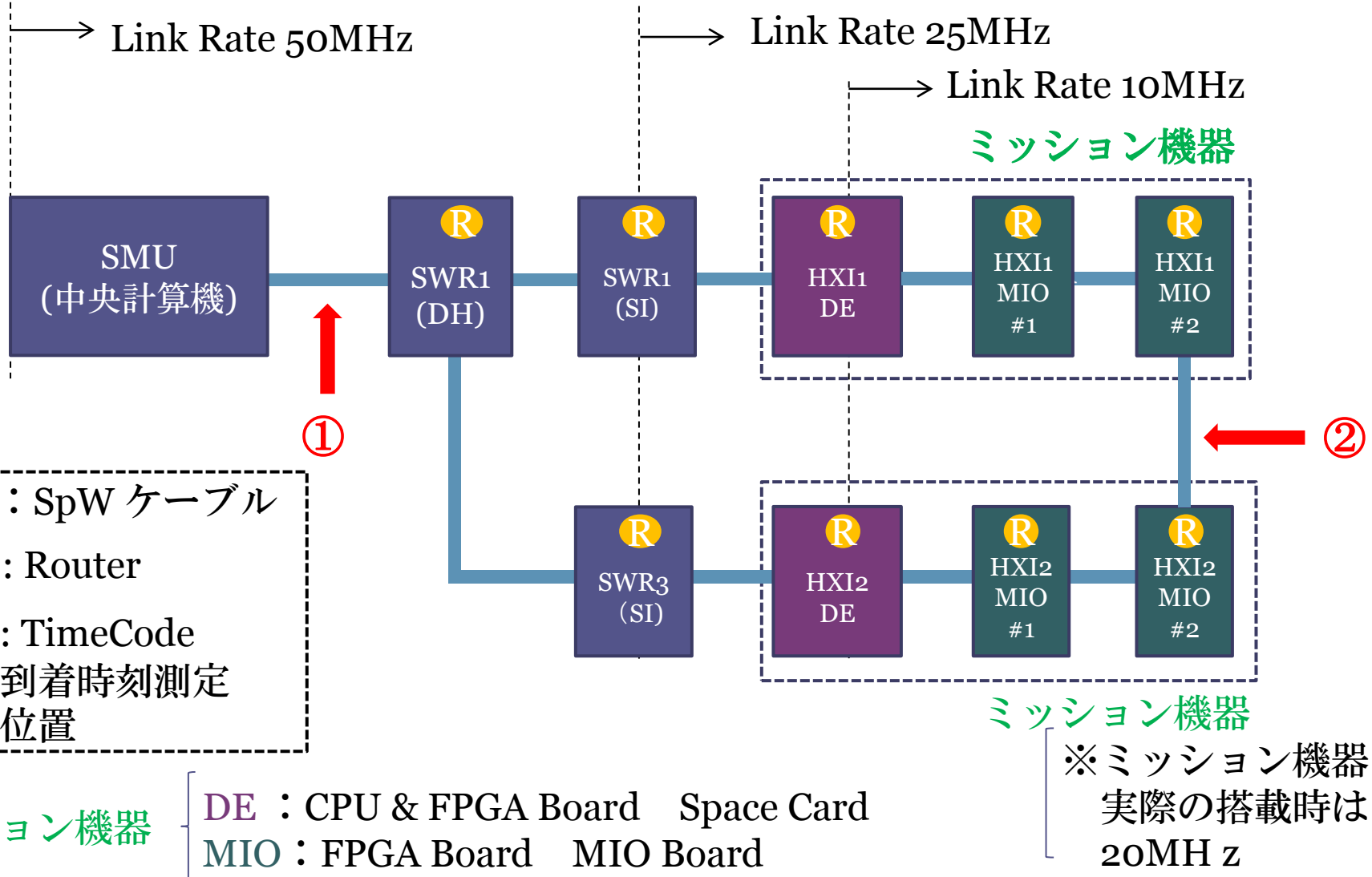
複雑なネットワーク

今回の実験では、  
衛星内部を模した複雑なネットワークを組み測定を行った

# 実験セットアップ

2011/06/23

ASTRO-H SpWネットワークシステム (EM) 試験にて



①から②までのケーブルの長さは15 m ( $5 \times 10^{-3}$  us/mの遅延を考慮すると、0.075 us遅延)

# 予想を立てる

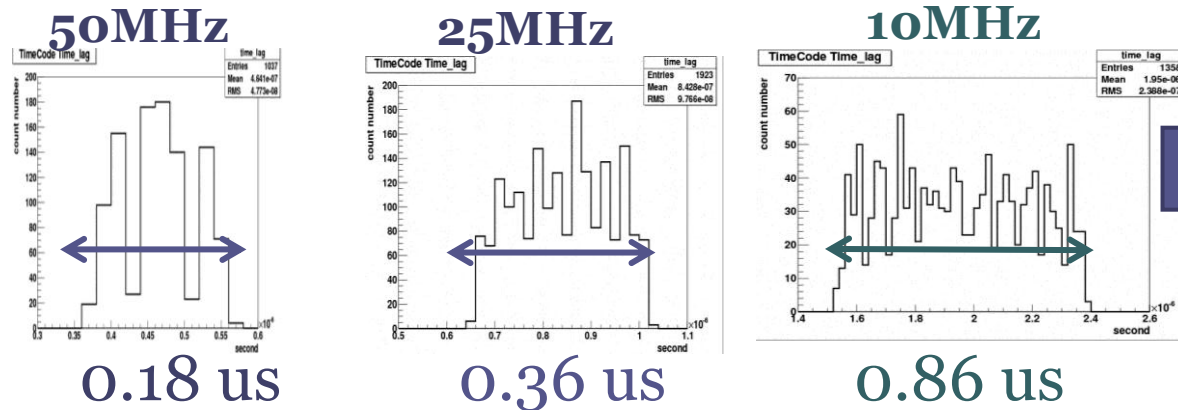
先に、**リンクレート毎**の調査を行った

・・・[TimeCodeを作る機能のみの装置(DIO Board)を利用]

→50 MHz × 1 hop + 25 MHz × 1 hop + 10 MHz × 3 hop の予想値を計算しておく

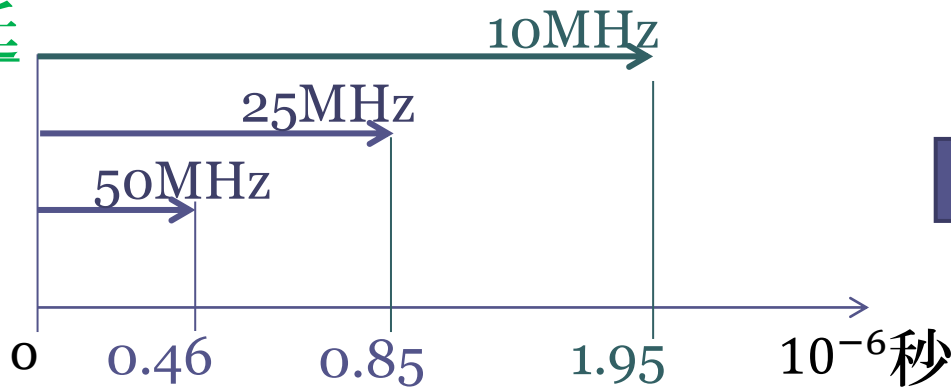
計5 hop

## ジッター



5 hop の予想値は、  
**3.12 us**

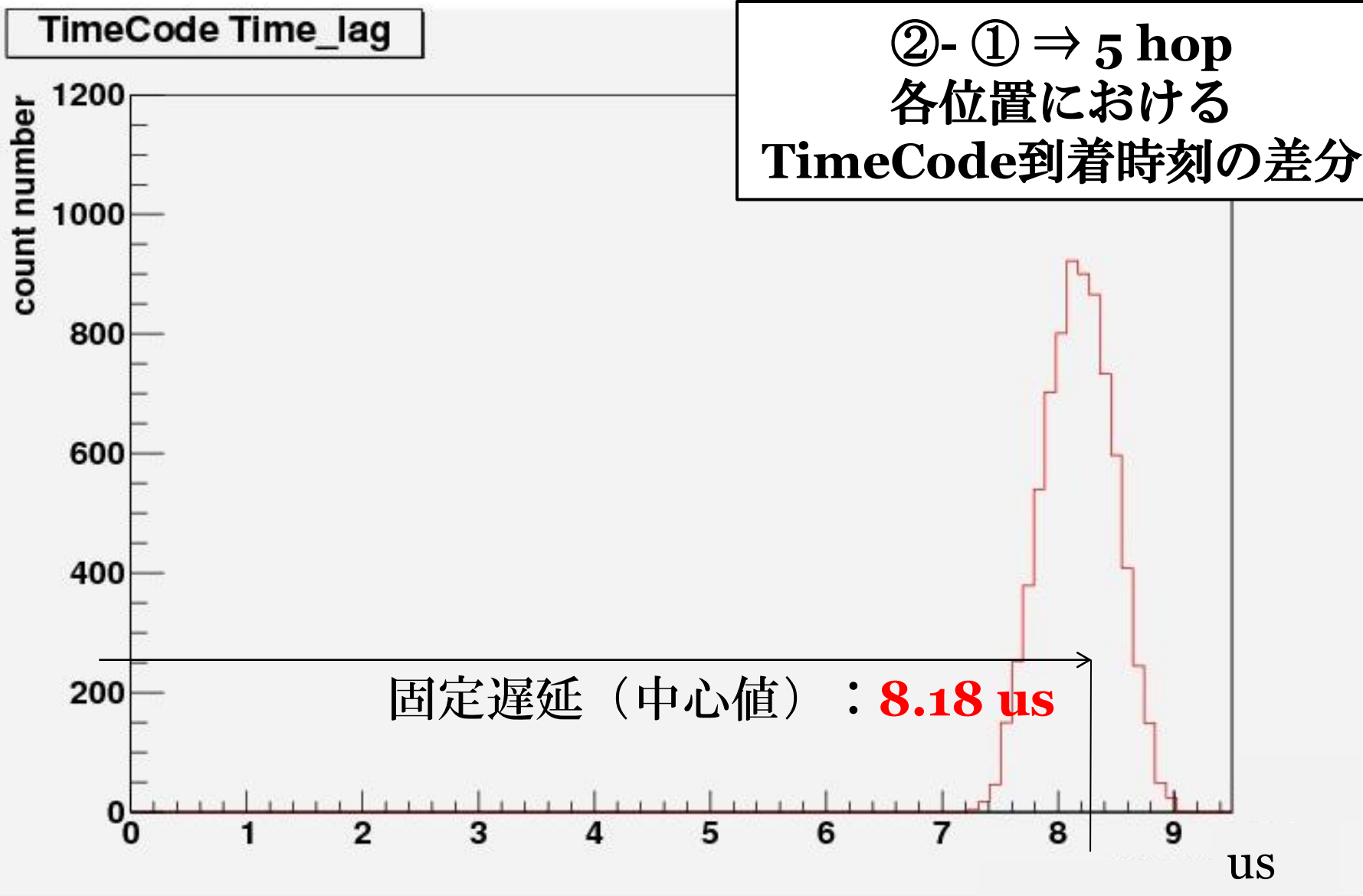
## 固定遅延



5 hop の予想値は、  
**7.235 us**

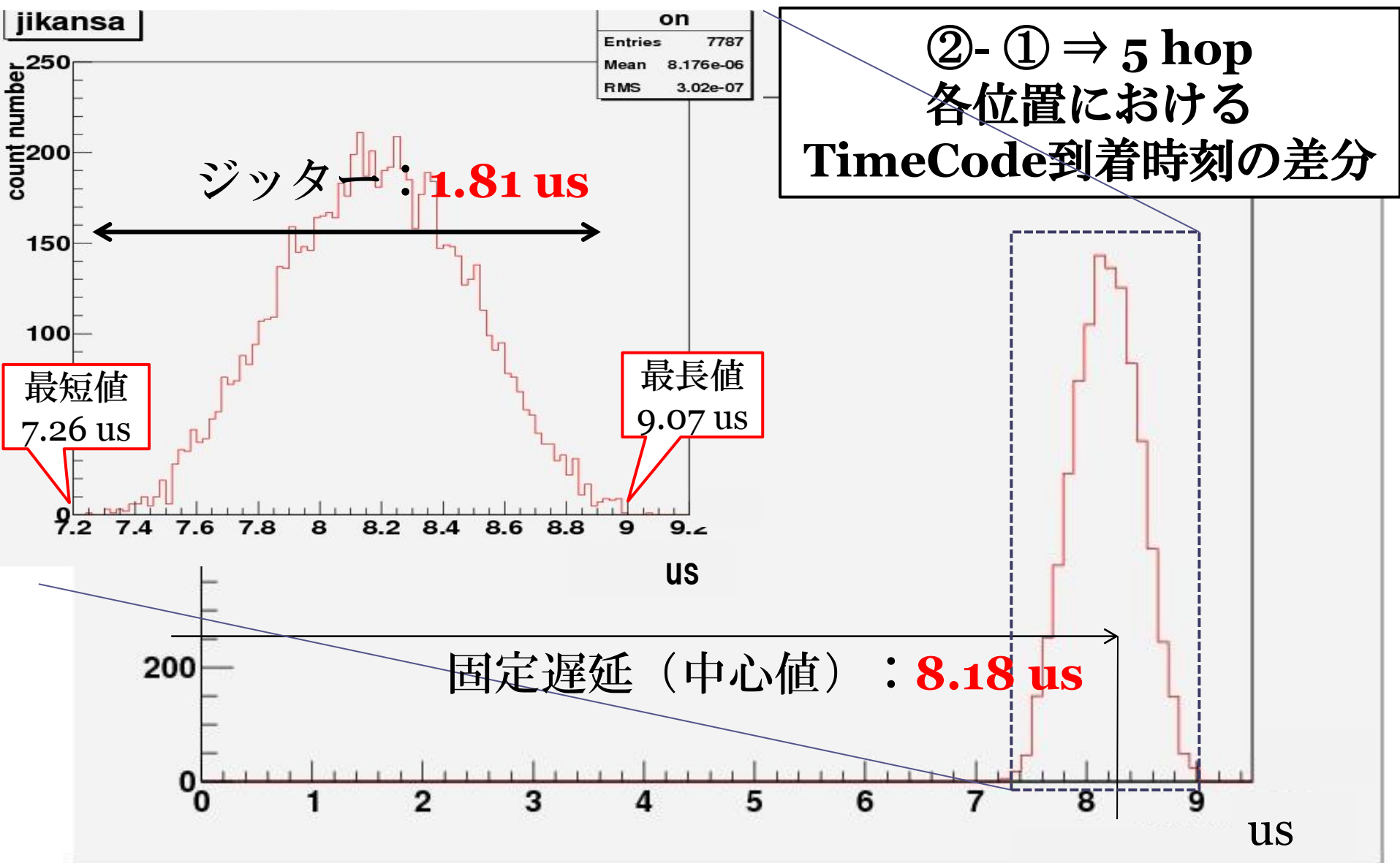
# 実験結果

測定時間：2分間 TimeCode数：7787個



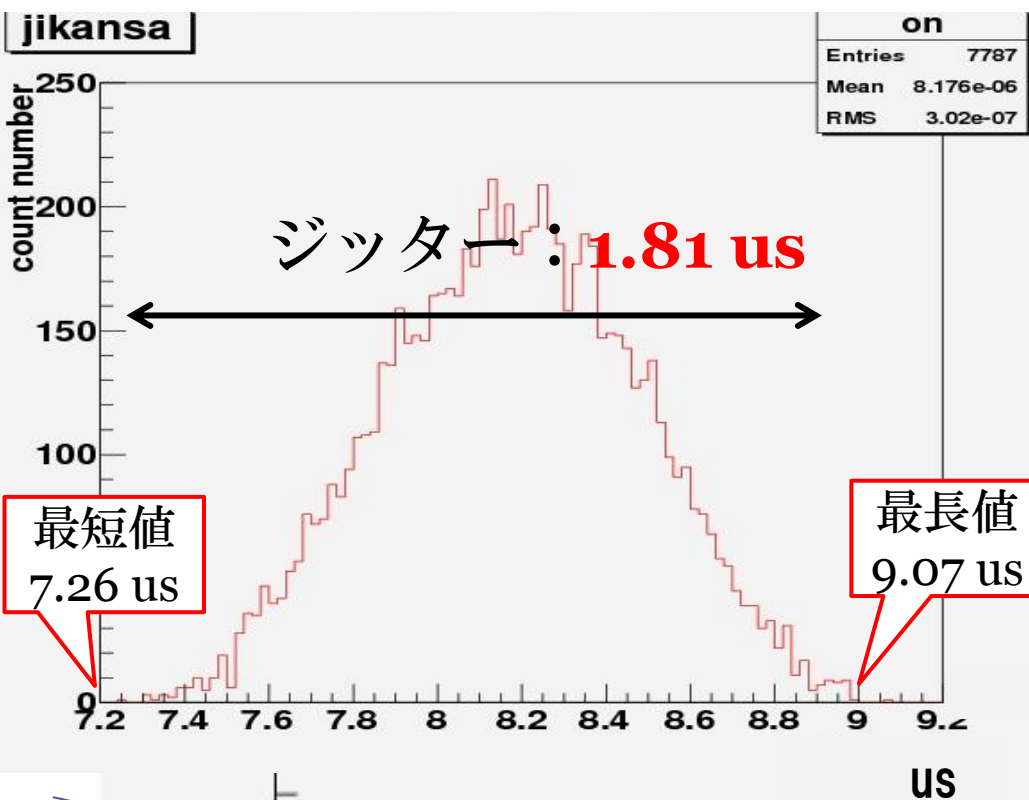
# 実験結果

測定時間：2分間 TimeCode数：7787個



# 実験結果

測定時間：2分間 TimeCode数：7787個



②-① ⇒ 5 hop  
各位置における  
TimeCode到着時刻の差分

200

固定遅延（中心値）：8.18 us

固定遅延はやや大きいですが、ほぼ予想に一致 (+ 0.945 us)  
ジッターは予想よりも小さな値となった (- 1.31 us)

⇒ < 30 us 達成!



# まとめ

ASTRO-H衛星における時刻情報配信の精度を、TimeCodeの固定遅延とそのジッターに着目して検証した

- ▶ **ジッター**は、予想よりも小さな値が実測された
- ▶ **固定遅延**は、予想よりもやや大きな値となった全体として、

ネットワーク全体

≅

各装置の足し合わせ

となっていることが確認できた

1. **ジッター**は、**1.81 us**で衛星の要求を十分達成
2. **固定遅延**は、**衛星搭載品での測定**を行う

ご清聴有難うございました

A decorative graphic consisting of several horizontal lines of varying lengths and colors (teal, light blue, white) extending from the right side of the text area towards the right edge of the slide.