



# 次期X線天文衛星ASTRO-H搭載X線CCDカメラの デジタルエレクトロニクス開発

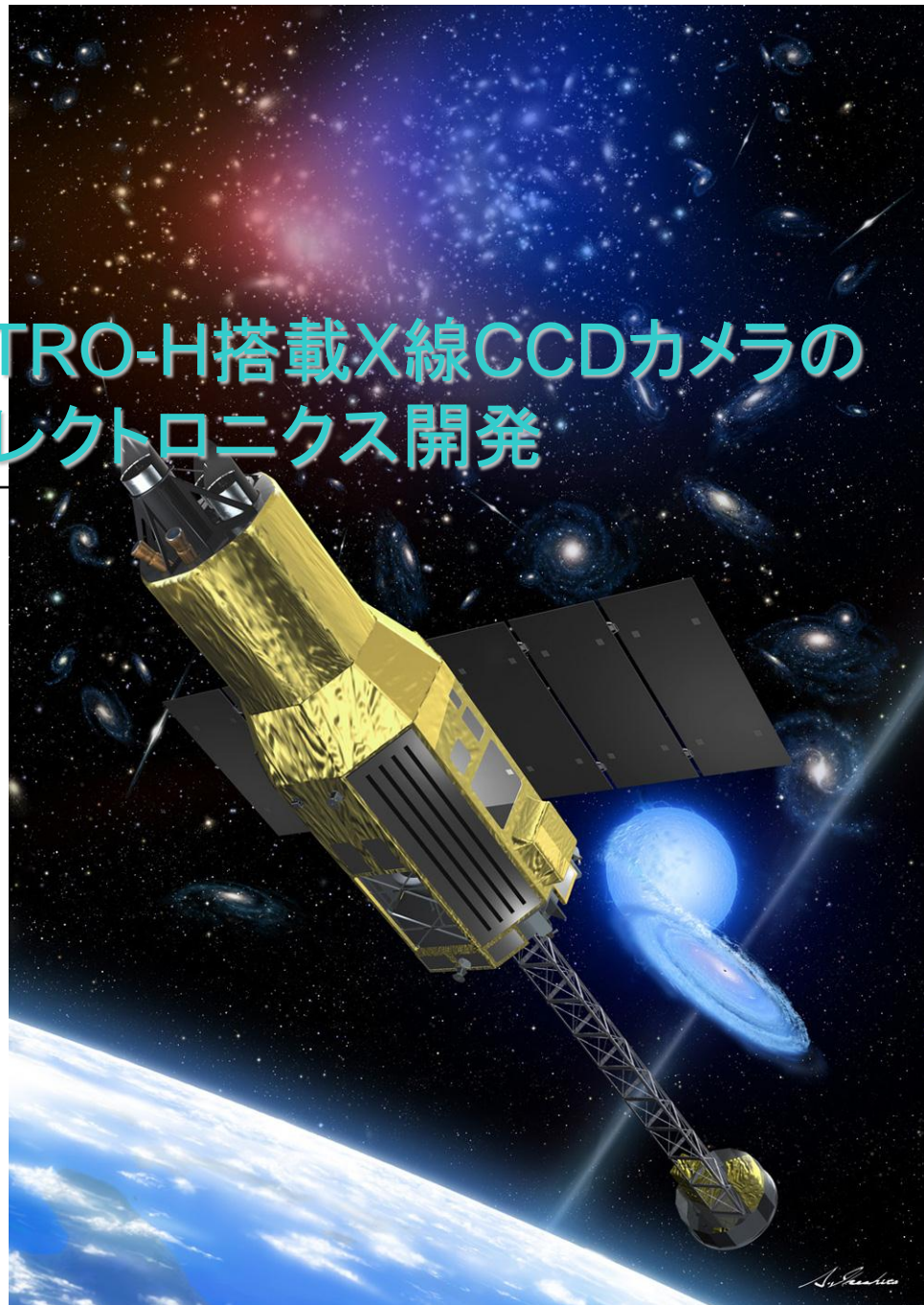
August 5, 2010

2010年度天文・天体物理

若手夏の学校

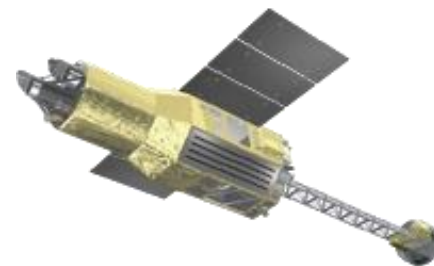
小松 聖児

(大阪大学)



# もくじ

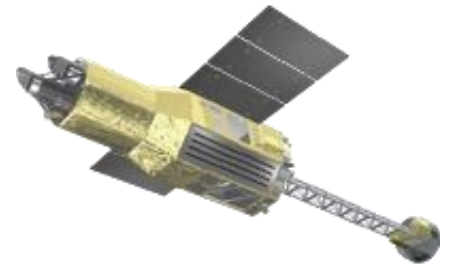
---



- ASTRO-H
- SpaceWire (SpW)
- 軟X線撮像検出器 (Soft X-ray Imager: SXI)
- SXIデジタルエレクトロニクス
  - SXI X線CCDカメラ地上実験システム(完成前段階)
  - SXI X線CCDカメラ地上実験システム(完成版)
- SpW Test Module
- Conclusion

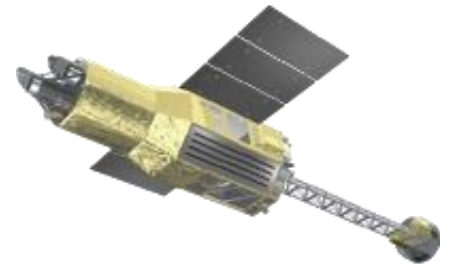
# ASTRO-H

---



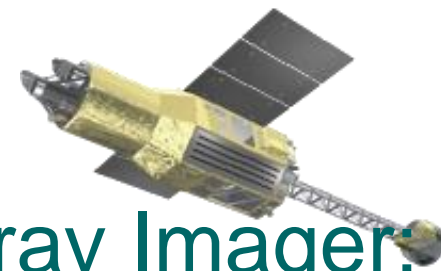
- 2013年度打ち上げ予定の日本の次期X線天文衛星
- X線観測により宇宙の歴史、構造を明らかにする
  - ダークマター・暗黒エネルギー
  - ブラックホール
  - 銀河団
  - 宇宙線、etc
- 4種類のX線検出器を搭載
  - **SXI**、SXS、HXI、SGD
- SpaceWireによる情報ネットワークシステムを日本の科学衛星で初めて本格的に導入する

# SpaceWire (SpW)



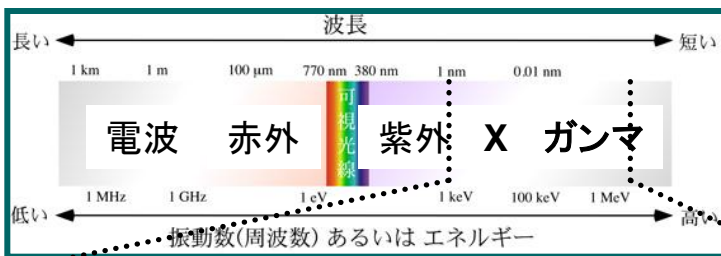
- SpWとは・・・
    - NASA、Roscosmos、ESA、JAXAなどを中心に標準化作業が行われている、人工衛星用のデータ通信I/F規格
  - SpW採用の背景
    - 人工衛星に搭載される様々な電子機器の通信規格を統一
    - 試験段階から人工衛星搭載品までその通信規格を採用
- 人工衛星の開発期間の短縮、コスト削減、信頼性の向上につながる
- ASTRO-HでSpWの導入に成功すれば他分野の人工衛星にも応用できる
- ASTRO-Hは今後の人工衛星作りにおいて大きな期待を背負っている

※日本SpWユーザー会などと共同でSpW関連の機器を開発している

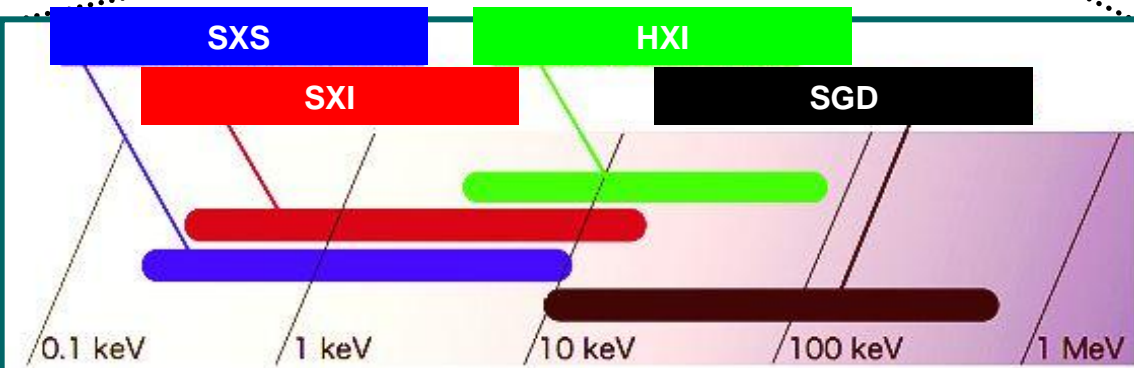
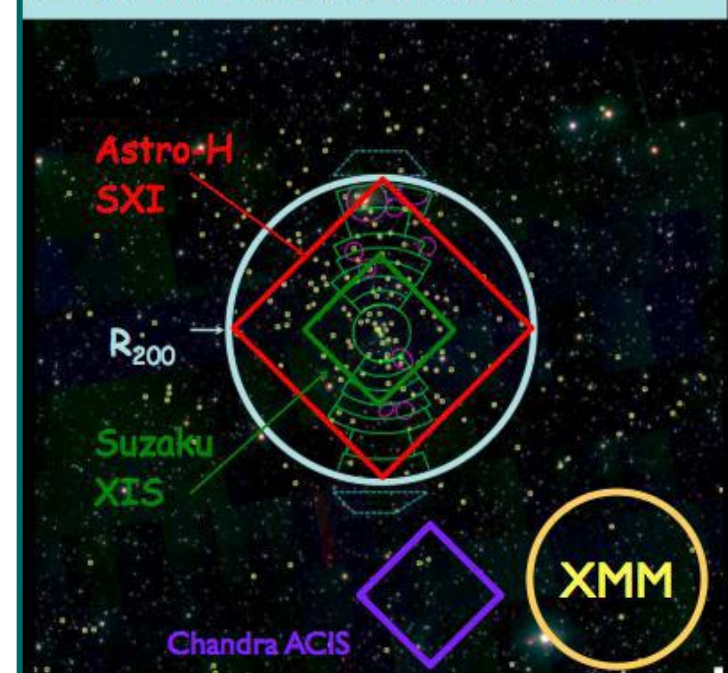


# 軟X線撮像検出器 (Soft X-ray Imager: SXI)

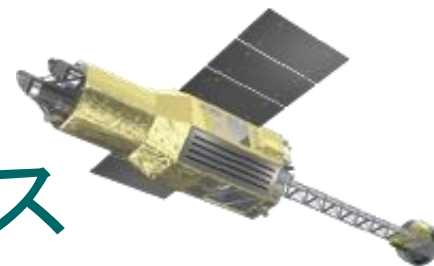
- X線CCDカメラ
- 軟X線(0.4-12keV)の撮像分光を受け持つ
- 従来のX線検出器に比べ広い視野を持つ  
(約38分角四角 > 月の直径)



AstroH SXI vs Suzaku XIS on A1795



# SXIデジタルエレクトロニクス

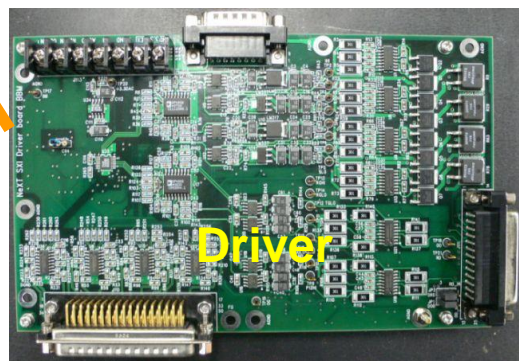
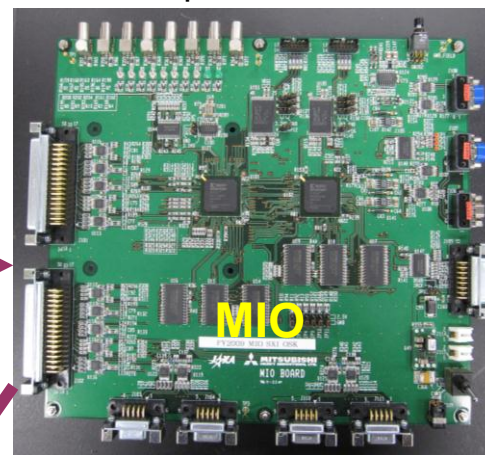
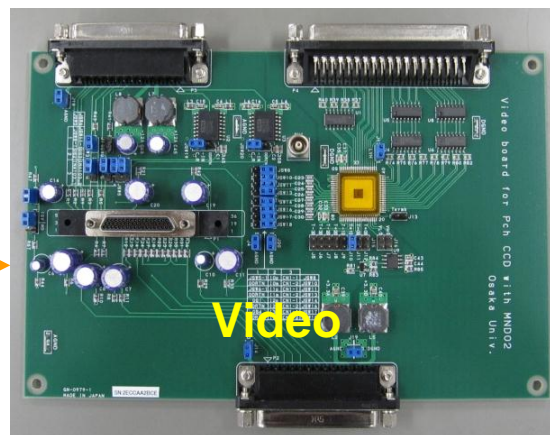
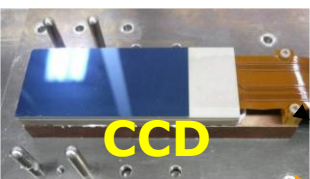


## ○ SXI X線CCDカメラ地上実験システム(完成前段階)

アナログからデジタルへ変換

SpWへ変換

SpW ↔ TCP/IP  
変換器



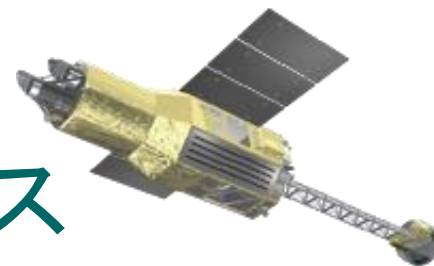
- Analog
- Digital
- Digital (SpW)
- Digital (TCP/IP)

LANネットワーク

PC

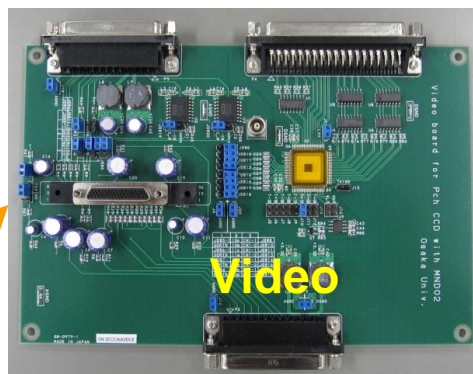
CCDを駆動

# SXIデジタルエレクトロニクス



## ○ SXI X線CCDカメラ地上実験システム(完成版)

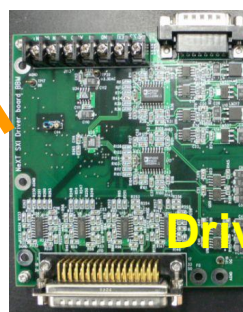
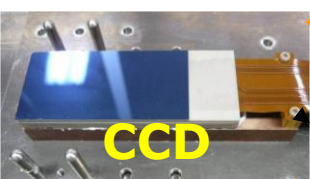
アナログからデジタルへ変換



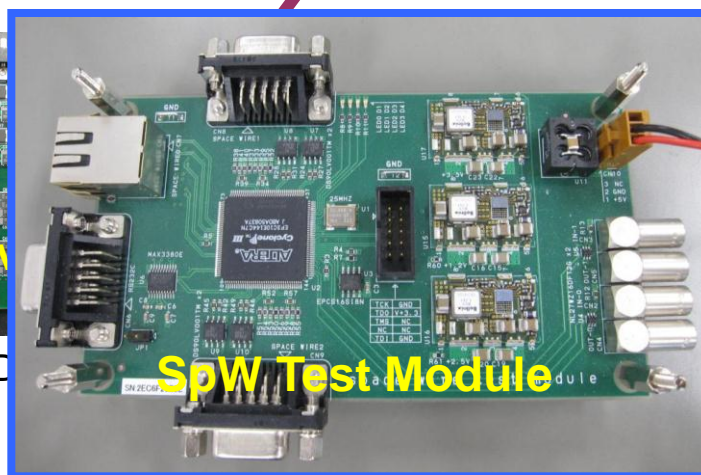
SpWへ変換



CPU搭載



CCD



P)

SpW

SpW

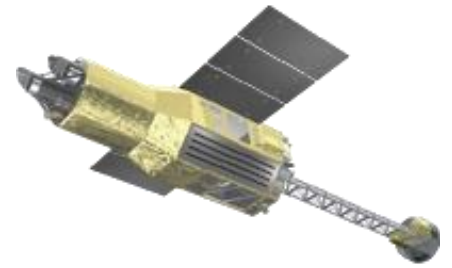


SpW ⇄ TCP/IP  
変換器(速い)

LAN  
ネットワーク

PC

# SpW Test Module



- SpW通信のデバッグツール
  - SpW通信の状態、エラーを監視
- 現在開発中



```
cclocal@kingfisher: ~/work/spwTestModule/spwTestCtrl/rs232c/testrs232c
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 端末(T) ヘルプ(H)
cclocal@kingfisher: ~/work/spwTestModule/spwTestCtrl/rs232c/testrs232c$ ruby ex.
rb
To Start SpW Test Module -- press 's'
To Quit SpW Test Module -- press 'q'
s
0000 0000
0001 0200
0002 0000
0003 0000
0004 8000
To continue SpW Test Module -- press 'c'
To Go back to the start menu -- press 'b'
c
0000 0000
0001 0200
0002 0000
0003 0000
0004 8000
To continue SpW Test Module -- press 'c'
To Go back to the start menu -- press 'b'
c
0000 0000
0001 0200
0002 0000
0003 0000
0004 8000
```

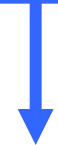
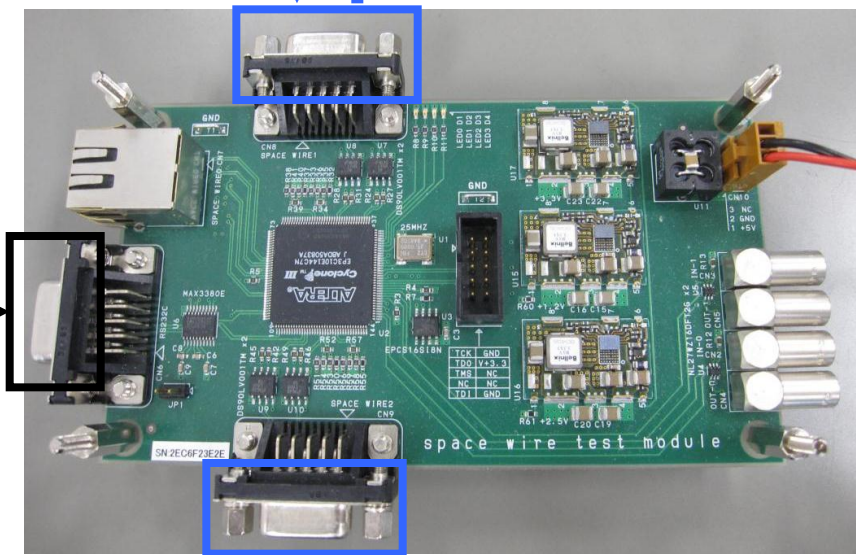
ex.rb

Go STM!!!

Stop

EXIT

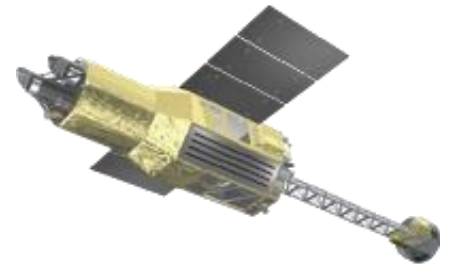
SpW通信の状態をリアルタイムで表示



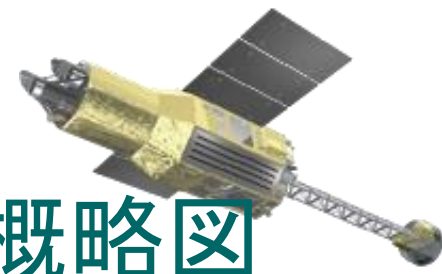


# Conclusion

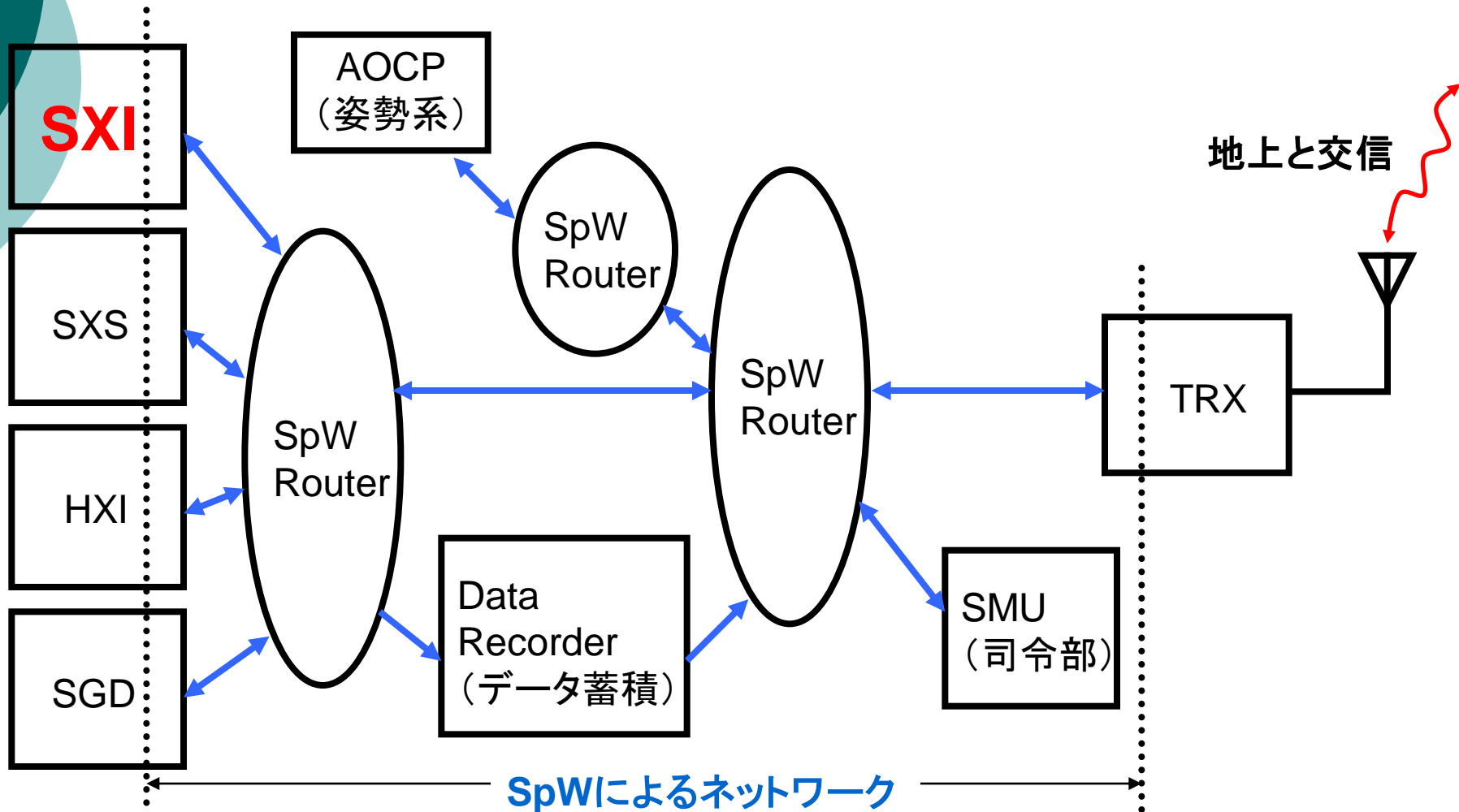
---

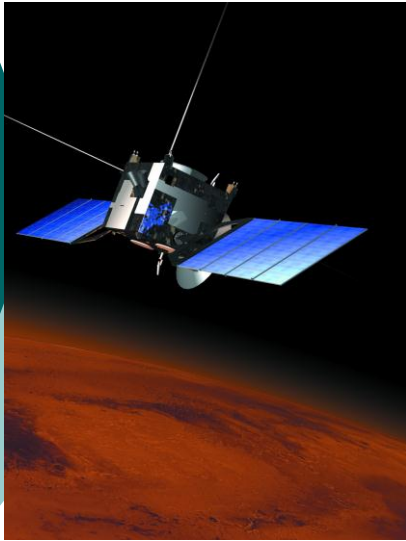


- ASTRO-HでSpWの導入を成功させることで今後の人工衛星ミッションにその技術を応用できる
- SXIはこれまでにない広い視野で宇宙を撮像観測する
- SpWを導入したX線CCDカメラ地上実験システムは完成に近づいている
- SpW Test Moduleも同様に完成間近



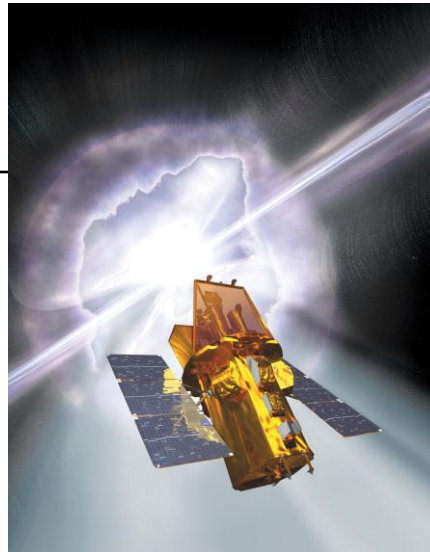
# ASTRO-Hネットワーク系統概略図





Mars Express (ESA, 2003-)

[http://www.esa.int/esaMI/Mars\\_Express/](http://www.esa.int/esaMI/Mars_Express/)

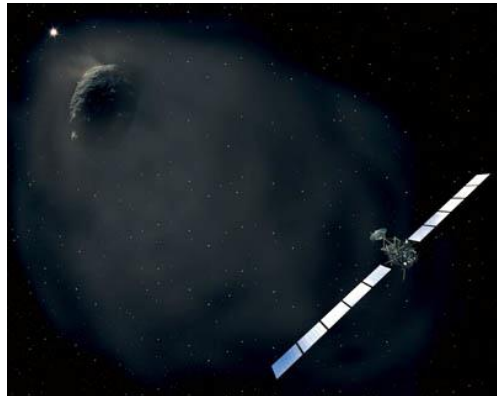


Swift (NASA, 2004-)



Lunar Reconnaissance Orbiter (NASA, 2004-)

<http://lro.gsfc.nasa.gov/>



Rosetta (ESA, 2004-)

<http://www.esa.int/esaMI/Rosetta/index.html>



COROT (ESA, 2006-)

<http://www.esa.int/SPECIALS/COROT/index.html>



Herschel (ESA, 2009-)

<http://herschel.esac.esa.int/>



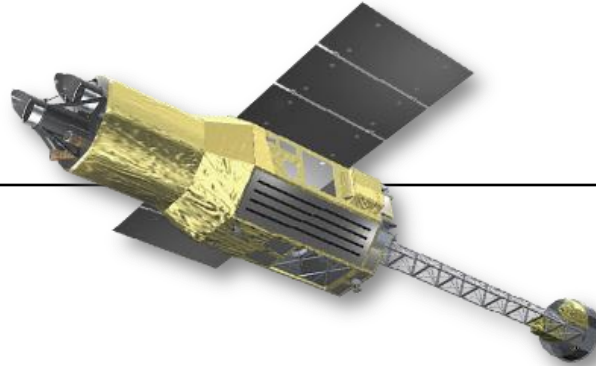
GOCE (ESA, 2009-)

<http://www.esa.int/esaLP/LPgoce.html>



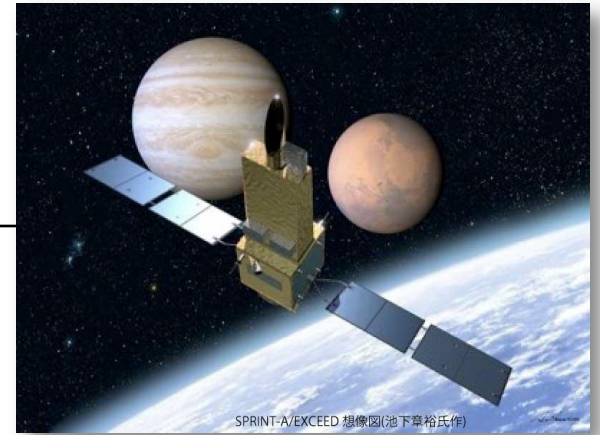
CryoSat-2 (ESA, 2009)

<http://www.esa.int/esaLP/LPcryosat.html>



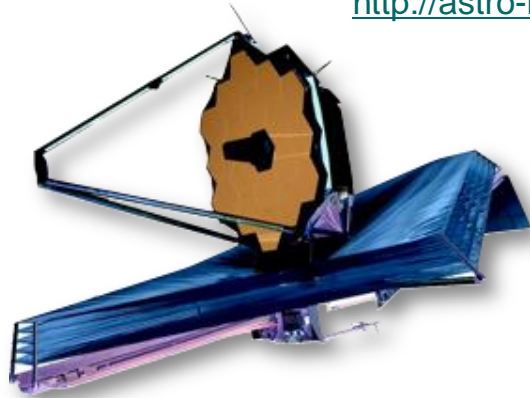
ASTRO-H (JAXA, 2014)

<http://astro-h.isas.jaxa.jp/>



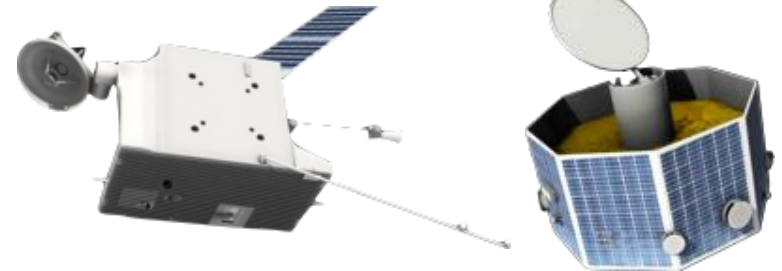
SPRINT-A (JAXA, FY2011)

[http://www.isas.jaxa.jp/home/rikou/kogata\\_eise](http://www.isas.jaxa.jp/home/rikou/kogata_eise)



James Webb Space Telescope  
(NASA, ESA, 2014)

<http://www.jwst.nasa.gov/>



BepiColombo (ESA, JAXA, 2014)

[http://www.stp.isas.jaxa.jp/mercury/p\\_mmo-j.html](http://www.stp.isas.jaxa.jp/mercury/p_mmo-j.html)

<http://sci.esa.int/science-e/www/area/index.cfm?fareaid=>

他、Gaia (ESA, 2011), GOES-R (NASA, 2015)など