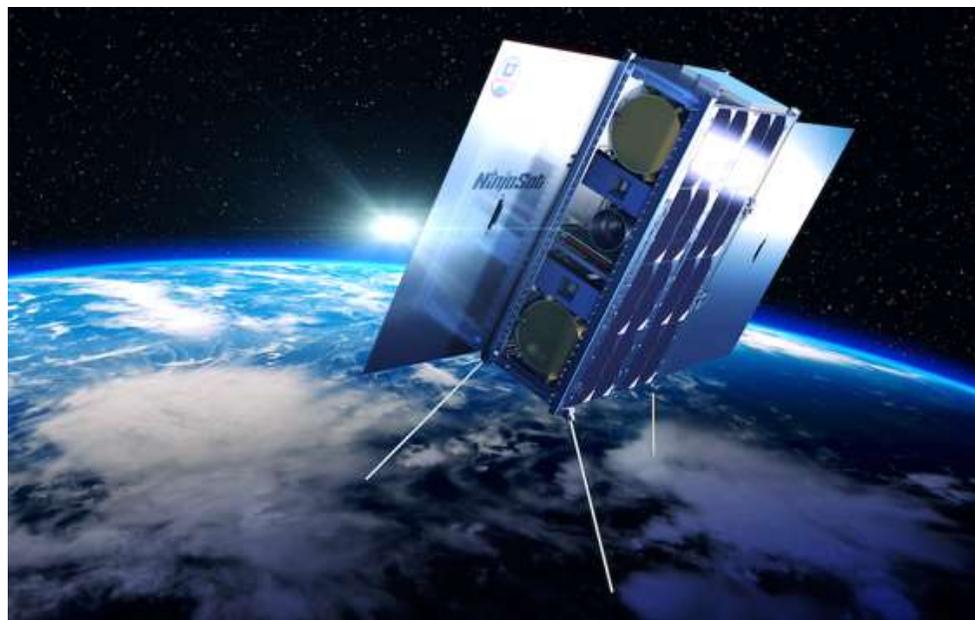


①発表番号	②セッション	③セッション名	
4-1	セッション4	宇宙科学ミッション	
④発表タイトル			⑤発表者所属・氏名
6U X線天文衛星 NinjaSat の打ち上げ成功と得られた教訓			理化学研究所 玉川 徹
⑥著者	⑦所属	⑧代表者メールアドレス	⑨現在の状況：
(1) (代表) 玉川 徹, 北口 貴雄, 加藤 陽, 三原 建弘, (2) 榎戸輝揚, (3) 岩切 渉,	(1) 理化学研究所, (2) 京都大/理研, (3) 千葉大, (4) 理研/東京理科大, (5) 理研/		開発済
⑩概要 (200字程度)		⑪本ミッションの狙い	⑫実現のキーとなる要素技術
大型の衛星では困難な、明るいX線天体の長期占有観測や、機動力を活かした多波長同時観測を実現するために、6U CubeSat による天体ポインティング型のX線衛星 NinjaSat を開発している。1UのガスX線検出器2台と超小型の放射線帯モニター2台を搭載し、2023年10月にSpaceX Transporter-9 で打ち上げる。科学観測を素早く実現するために、衛星バス部開発は民間企業に任せる戦略をとる。		(1) 超小型衛星による汎用X線天文ミッションの実現 (2) 長期占有観測や機動力を活かした、地上望遠鏡との協力による、多波長、マルチメッセンジャー観測の実施 (3) 教育用公開X線天文台の実現	1Uサイズに収まり、かつ、十分な有効面積を持つX線検出器の開発
⑬本ミッションを達成するために必要な衛星のスペック・機能・軌道		⑭開発状況・計画	
		2020年度 EMペイロード製作 2021-22年度 FMペイロード製作 2022-23年度 衛星インテグレーション&テスト 2023年11月11日打ち上げ (SpaceX Transporter-9) 2024年2月23日 定常運用 (科学観測) に移行	

⑮衛星のイメージ図



⑯ミッションのイメージ図 (※あれば)

## ⑰ ミッションや技術詳細

伴星から質量降着するブラックホールや中性子星など、X線で明るく輝く天体の占有観測を狙うミッションである。地上の可視光望遠鏡や電波望遠鏡などと連携し、多波長での強度変動をモニターすることで、強重力天体への物質降着メカニズムを探る。また、理化学研究所がJAXAと共同で運用している、国際宇宙ステーション搭載の全天X線監視装置 MAXI が発見した明るい突発天体などを、長期間観測することで、X線放射の時間変動の起源を探る。さらに、さそり座 X-1 (中性子星連星) の自転周期をX線観測から求めることで、同時期に観測を行っている重力波天文台が、定常重力波を検出するための基礎情報を提供する。

主ペイロードとして、1U サイズのガスX線検出器 (Gas Multiplier Counter; GMC) を2台搭載する。1台当たりの質量は 1.2 kg、Xeベースのガスを封入しており、2-50 keV 帯域のX線に感度を持つ。X線信号増幅には、理化学研究所で開発し、既に宇宙実証されている、ガス電子増幅フィルムを用いる。衛星バスとペイロードの間は、CSP over CAN と UART により通信を行う。軌道上の荷電粒子をカウントするため、1 cm 角、500  $\mu$  m 厚の Si-PIN フォトダイオードを用いた、放射線帯モニター (Radiation Belt Monitor; RBM) も2台搭載する。GMC は、荷電粒子の多い南大西洋異常帯 (SAA) やオーロラ帯では観測を停止するが、RBM は常に荷電粒子計測を行い、放射線環境を可能な限り連続的にモニターする。

チームメンバーがペイロード製作に注力するために、衛星バスは、6U cubesat の打ち上げ経験がある民間企業 (NanoAvionics/三井物産エアロスペース) への外注とした。衛星バスとの間はインターフェースを切った上で、ミーティングを頻繁に繰り返すことで、お互いの意思の相違を減らす工夫をした。民間企業を活用した CubeSat 科学実験プロジェクトは、今後、宇宙実験が短期サイクルで回り、科学者にとって身近なものになるための、パイロット実験である。また、観測時間の一部を利用し、一般や学生からのリクエストで任意のX線天体観測を行う、アウトリーチ活動も予定している。

## ⑱ 参考文献など (optional)

(1) Twitter [https://twitter.com/ninjasat\\_xray](https://twitter.com/ninjasat_xray)

(2) "NinjaSat: an agile CubeSat approach for monitoring of bright x-ray compact objects", T. Enoto, et al., Proc. of SPIE, 11444, 114441V (2020)

(3) Small Satellite Conference 2023 proceedings

- <https://digitalcommons.usu.edu/smallsat/2023/all2023/33/> (全体)
- <https://digitalcommons.usu.edu/smallsat/2023/all2023/21/> (X線検出器)
- <https://digitalcommons.usu.edu/smallsat/2023/all2023/23/> (放射線帯モニター)