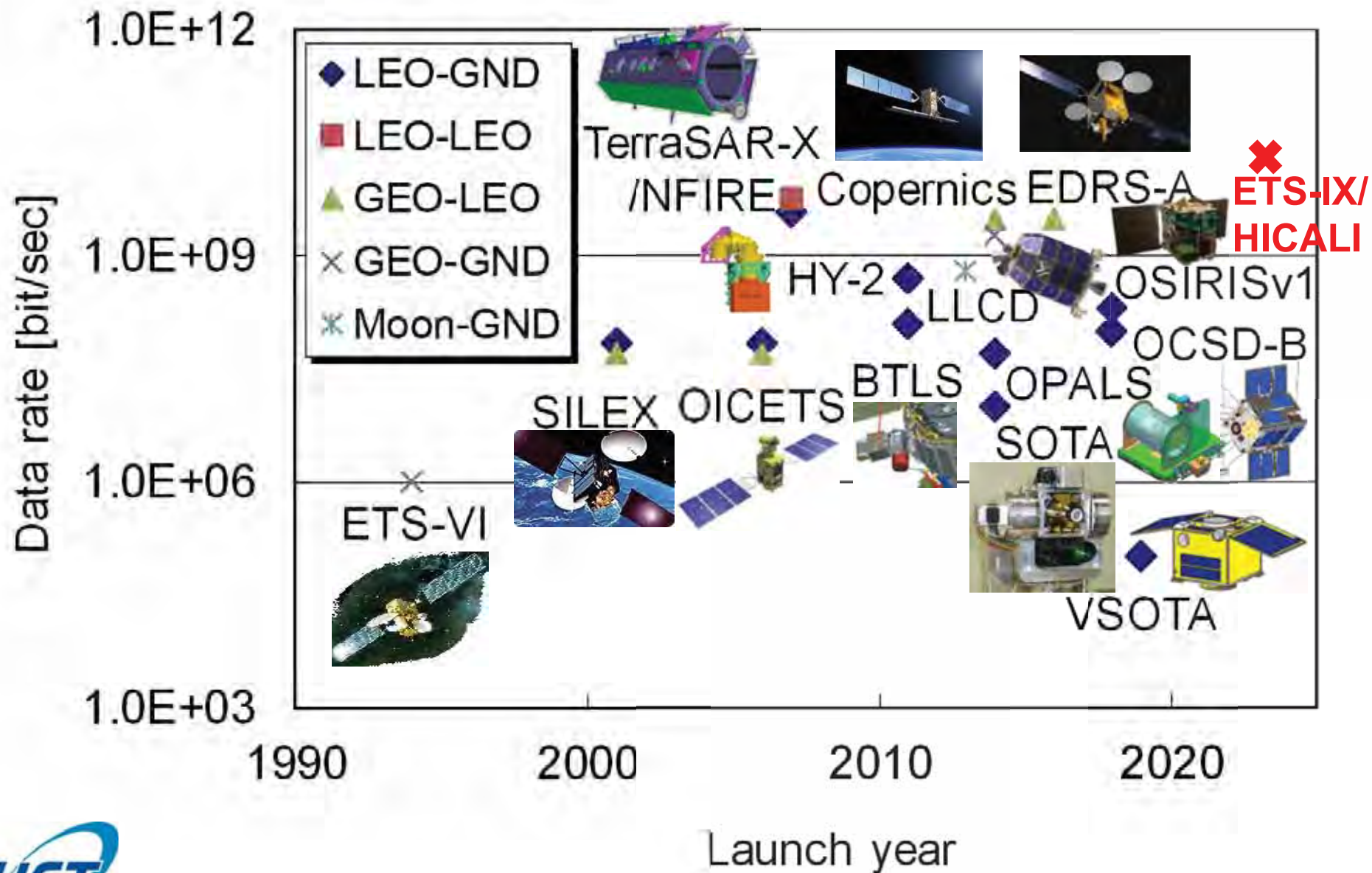


# 光衛星通信システム等の研究開発の動向

情報通信研究機構  
ワイヤレスネットワーク総合研究センター  
宇宙通信研究室  
豊嶋守生

Email: morio@nict.go.jp

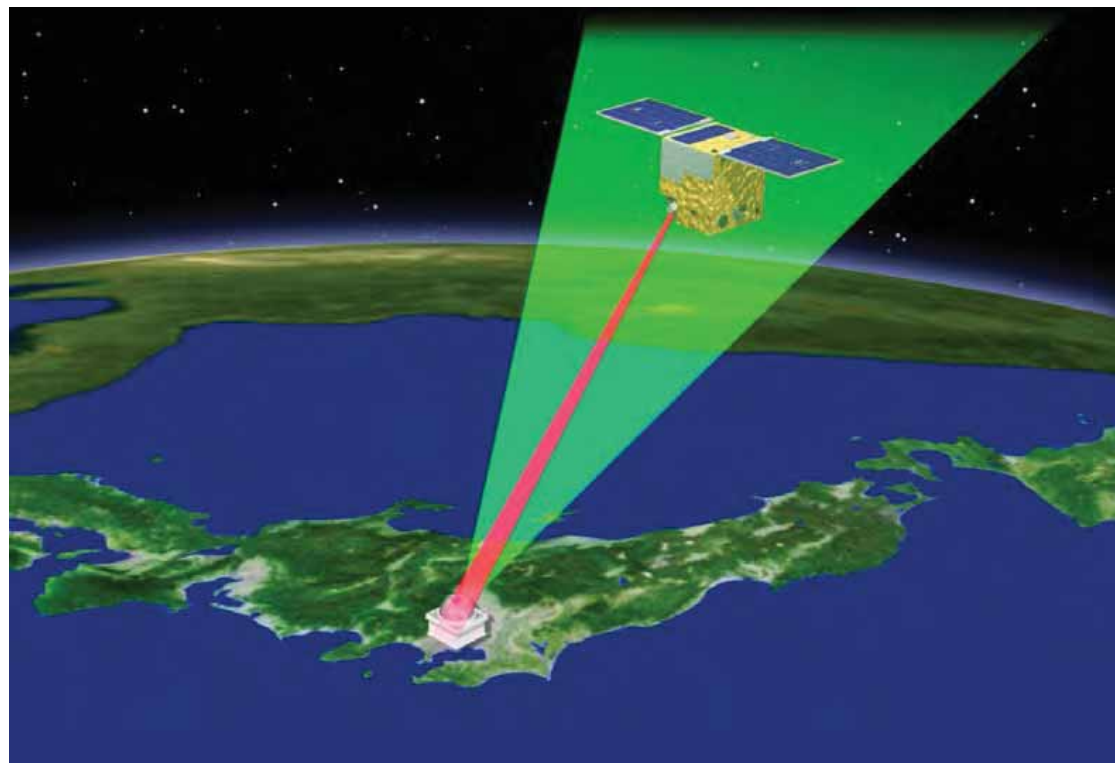
# 光衛星通信の世界動向



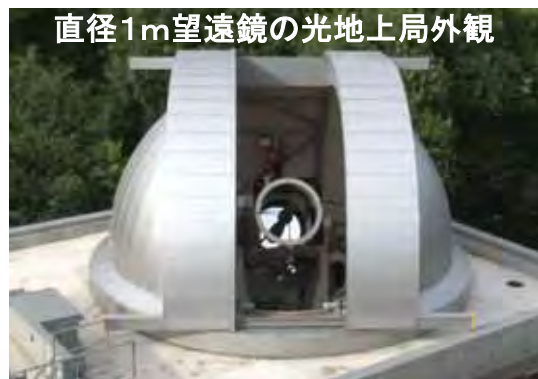
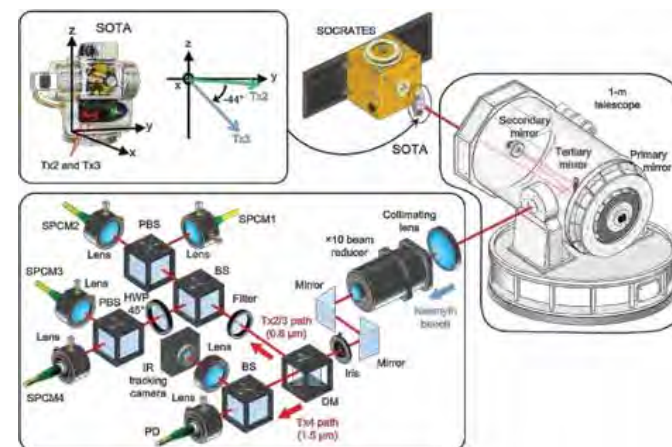
# 世界における光衛星通信の動向

	アジア	米国	欧州
過去の 実証	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1994: <b>ETS-VI</b> (NICT), GEO-GND, 0.8μm/0.5μm, <b>IMDD</b>, 1Mbps</li> <li>- 2006: <b>OICETS</b> (JAXA/NICT), LEO-GEO, LEO-GND, 0.8μm, <b>IMDD</b>, 50Mbps</li> <li>- 2011: <b>HY-2</b> (China), LEO-GND, 1.5μm, <b>IMDD</b>, 504 Mbps</li> <li>- 2014: <b>SOCRATES/ SOTA</b> (NICT), LEO-GND, 0.98/1.5μm, <b>IMDD</b>, 10Mbps</li> <li>- 2016: <b>Micius</b> (China), BB84, 0.85/0.532/0.671μm</li> <li>- 2019: <b>RISESAT/ VSOTA</b> (NICT), LEO-GND, 0.98/1.5μm, <b>IMDD</b>, ~1kbps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1995: <b>GOLD</b> (NASA JPL), GEO-GND, 0.8/0.5μm, <b>IMDD</b>, 1Mbps</li> <li>- 2000: <b>STRV-2</b> (BMDO), LEO-GND, Failure, 0.8μm, <b>IMDD</b>, 1.2Gbps</li> <li>- 2001: <b>GeoLITE</b> (NRO), GEO-GND</li> <li>- 2008: <b>NFIRE</b> (MDA), LEO-LEO, 1.06μm, <b>BPSK</b>, 5.6Gbps</li> <li>- 2013: <b>LLCD</b> (NASA GSFC), Lunar-GND, 1.5μm, <b>PPM</b>, 622Mbps</li> <li>- 2014: <b>OPALS</b> (NASA JPL), ISS-GND, 1.5μm, <b>IMDD</b>, 30~50Mbps</li> <li>- 2015: <b>OCSD-A</b> (Aero. Corp.), LEO(1.5U)-GND, Failure, 1.5μm, <b>IMDD</b>, 5-50Mbps</li> <li>- 2018: <b>OCSD-B/ AeroCube-7B</b> (Aero. Corp.), LEO-GND, 1.5μm, <b>IMDD</b>, 50/100Mbps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2001: <b>SILEX</b> (ESA), GEO-LEO, GEO-GND, GEO-Air, 0.8μm, <b>IMDD</b>, 50Mbps</li> <li>- 2008: <b>TerraSAR-X</b> (DLR), LEO-LEO/GND, 1.06μm, <b>BPSK</b>, 5.6Gbps</li> <li>- 2011: <b>BTLS</b> (Russia), ISS-GND, 1.55μm/0.85μm, <b>IMDD</b>, 125Mbps</li> <li>- 2013-2016: <b>EDRS/ Copernicus</b> (ESA), GEO-LEO, GEO-GND, 1.06μm, <b>BPSK</b>, ~1.8Gbps, Including <b>AlphaSat</b>, <b>Sentinel-1A</b>, <b>EDRS-A</b>, <b>Sentinal-1B</b></li> <li>- 2016-2017: <b>OSIRISv1-2</b> (DLR), LEO-GND, 1.5μm, <b>IMDD</b>, 20M-100Mbps</li> </ul>
将来計 画	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2019: <b>ISS/ SOL</b> (SONY), <b>IMDD</b></li> <li>- 2020: <b>CANON</b>, <b>IMDD</b></li> <li>- 2019: <b>JDRS</b> (JAXA), GEO-GND, 1.5μm, <b>DPSK</b>, 1.8Gbps</li> <li>- 2020: <b>ALOS-3</b> (JAXA), LEO-GEO, 1.5μm, <b>DPSK</b>, 1.8Gbps</li> <li>- 2021: <b>ETS-IX/HICALI</b> (NICT), 1.5μm, <b>DPSK</b>, 10Gbps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2019: <b>LCRD</b> (NASA GSFC), GEO-LEO, GEO-GND, 1.5μm, <b>DPSK/PPM</b>, 2.8G/622Mbps</li> <li>- 2021: <b>DSOC</b> (NASA JPL), Deep space-GND, <b>PPM</b>, 264Mbps(max)</li> <li>- 2022年: <b>LEMNOS</b> (NASA GSFC), Moon-Earth, <b>PPM</b>, 311Mbps</li> <li>- 2025年: <b>LOP-G</b> (NASA), Moon-Earth</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2019: <b>OPS-SAT</b> (TU Graz), LEO-GND, <b>PPM</b>, 2kbps (uplink)</li> <li>- 2019: <b>OSIRISv3,v4</b> (DLR), LEO-GND, 1.5μm, <b>IMDD</b>, 10Gbps</li> <li>- 2019: <b>EDRS-C</b> (ESA), GEO-LEO, 1.06μm, <b>BPSK</b>, ~1.8Gbps</li> <li>- 2021: <b>ScyLight #1</b> (ESA)</li> <li>- 2022: <b>Moon Village</b> (ESA), Moon-Earth, <b>PPM</b>, 7Mbps</li> <li>- 2024: <b>DOCS</b> (ESA), Deep space-GND, <b>16-PPM</b>, 10Mbps</li> </ul>

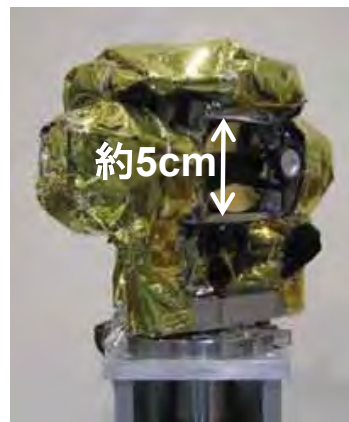
# 小型光トランスポンダ (SOTA) を用いた 光通信と量子鍵配送の基礎実験 (2014年7月~)



光通信回線経由で伝送された撮像画像



直径1m望遠鏡の光地上局外観



光学部



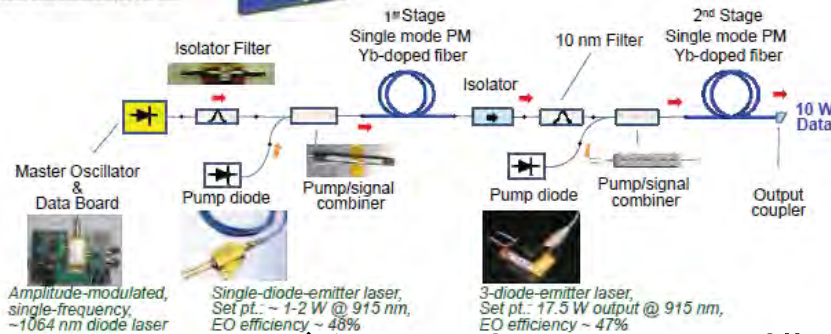
電子回路部

世界初の衛星—地上間での量子暗号基礎実験の成功  
Nature Photonics 11, 502–508 (2017)

- 伝送速度: 10 Mbps
- 波長: 1.55  $\mu\text{m}$
- 通信方式: OOK
- 搭載機器質量: 5.9 kg
- 搭載機器電力: 15.7 W

# 米国Aerospace Corporationにおける 1.5Uキューブサットの光通信実験OCSD-2(2018年)

## Optical Communication and Sensor Demonstration (OCSD-1)



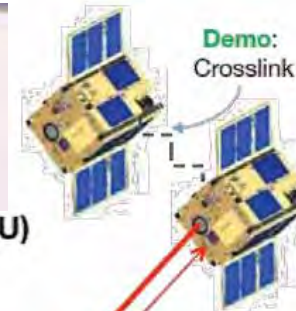
10 Wのレーザを出力するシステム構成



80cmと30 cm  
望遠鏡の  
光地上局



OCSD - 2 (1.5U)



Demo: Crosslink

Demo: Proximity Operations

Demo: Downlink 5Mbits/s to 200Mbits/s

Demo: Uplink 10Kbits



OCSD-2打ち上げ(2017年11月12日)  
2018年5月50Mbpsの伝送に成功

[http://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/ocsd\\_fact\\_sheet\\_21oct2015.pdf](http://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/ocsd_fact_sheet_21oct2015.pdf)

<http://www.aerospace.org/news/pressreleases/aerospace-cubesats-launched-for-nasas-optical-communications-and-sensor-demo-mission/>

- 伝送速度: 50-200 Mbps
- 波長: 1064 μm帯
- 搭載機器質量: 2.5 kg
- 搭載機器電力: 2 W