国際宇宙ステーション搭載実験機器による高秘匿通信実験の地上検証

Ground verification of highly secure communication experiment on board the International Space Station

情報通信研究機構　○小澤 俊介，藤原 幹生，北村 光雄，西澤 亮二，遠藤 寛之，名古屋 翼 豊嶋 守生，辻 宏之，斉藤 嘉彦，小野 文枝，中園 純一，佐々木 雅英
次世代宇宙システム技術研究組合　山口 耕司，細貝 亜樹
株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所　岩本 匡平，中尾 敬，小松 宏光，太田 伸二，神保 光，久保 靖，鎌田 俊昭，山添 弘晃
スカパーJSAT　伊藤 泰男、前川 和彦，根本 和哉、山崎 将也、北窪 雛、青芳 龍，犬山 徳晃、横手 紗織、内山 浩、田中 賢太郎
National Institute of Information and Communications Technology, ○Shunsuke Ozawa, Mikio Fujiwara, Mitsuo Kitamura, Ryoji Nishizawa, Hiroyuki Endo, Morio Toyoshima, Hiroyuki Tsuji, Fumie Ono, Yoshihiko Saito, Jun-ichi Nakazono, Masahide Sasaki
Next generation Space System technology Reseearch Association, Koji Yamaguchi, Aki Hosogai
Sony Computer Science Laboratories, Inc., Kyohei Iwamoto, Takashi Nakao, Hiromitsu Komatsu, Shinji Ohta, Hikaru Jimbo, Yasushi Kubo, Toshiaki Kamata, Hiroaki Yamazoe
SKY Perfect JSAT Corporation, Yasuo Ito, Kazuhiko Maekawa, Kazuya Nemoto, Masaya Yamazaki, Hina Kitakubo, Ryo Aoyoshi, Noriaki Inuyama, Saori Yokote, Hiroshi Uchiyama, Kentaro Tanaka
E-mail: soz@nict.go.jp

1. 本研究の目的

情報理論的安全な鍵共有を可能とする量子鍵配送（QKD）や物理レイヤ暗号による秘密鍵共有の長距離化に向け，衛星-地上間のセキュアな通信の実証計画が急速に進められている．現在我々が進めている計画では，国際宇宙ステーション（ISS）日本実験棟曝露部（JEM-EF）に接続されている中型曝露実験アダプタ（i-SEEP）へ搭載し，宇宙環境での機器の動作実証および地上との通信実験を目的とした高秘匿暗号通信装置（SeCRETS: SECuRe lasEr communicaTionS terminal for LEO）による軌道上実験に向けた準備を進めている．本発表では，搭載機器(FM)と同型の地上モデル(GM)と，地上受信局として運用する可搬型光地上局を用いて行った地上における光通信伝搬実験について報告する．

2. ISS 実験概要

SeCRETS は， ISS の JEM-EF に接続されている i-SEEP に搭載され，地上に設置する光受信局と自由空間光通信による高秘匿秘密鍵配送技術の実証を目的とした装置である。

SeCRETS は ISS への搭載適合性と安全性の審査を終え，FM の製造を完了し，打ち上げを 4 月に予定している。現在、打ち上げ後の運用および実験の準備を行っている．

3. 地上拠点間での光通信疎通検証

SeCRETS は個別機能・動作等の健全性を確認し、光空間通信機能についても至近距離における疎通を確認した．

今回 GM を用いて，SeCRETS からの光信号を受信する可搬型地上局との光通信伝搬実験を，NICT 小金井敷地内の近距離（約 150m）にて行った．この検証により物理レイヤ暗号による鍵共有が可能であり，送信側，受信側の機器の機能に問題がないことを確認した．

4. スカイツリー-上野公園駐車場間での検証

地上の光通信伝搬実験の長距離化を目指し，スカイツリー展望台に設置した GM からの送信光を約 3km 離して設置した可搬型地上局にてとらえる検証実験を 2022 年 11 月 30 日～12 月 13 日において天候が良好であった，8 日間実施した．スカイツリーで用いられている高性能ガラスは断熱のため近赤外域において高い減衰率を有している。そのため ISS-地上局間での減衰を上回る減衰が確認された．一方，一部機器の調整と長時間の測定を実施し，GHz 帯域クロックレートで数 nW レベルのパワーでの受信・エラーレートの推定に成功した．詳細は当日報告する．

5. まとめ

SeCRETS の GM と可搬型光地上局による地上拠点間の機能検証および光通信の疎通確認を行い，機器の特性等を含めたデータが得られた．これらのデータは詳細に解析され，ISS 搭載実験の際の重要な較正データとなる．

Acknowledgments

本研究開発は，総務省「ICT 重点技術の研究開発プロジェクト（JPMI00316）」のうち「衛星通信における量子暗号技術の研究開発（JPJ007462）」の一環として実施された．

スカイツリーの設備利用に於いては，東武スカイツリー株式会社様に多くのご助力をいただきました．深く感謝いたします．