

## CCSDS における光通信技術の標準化活動について

荒木 智宏 稲川 慎一

独立行政法人宇宙航空研究開発機構 (Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA)

araki.tomohiro@jaxa.jp, inagawa.shinichi@jaxa.jp

### 1. はじめに

宇宙データシステムの国際規格を検討／推奨する委員会として 1982 年に各国の宇宙機関により設立された宇宙データシステム諮問委員会 (CCSDS : Consultative Committee for Space Data System)[1]がある。CCSDS では、宇宙活動には世界各国の宇宙機関の衛星・ミッション機器の開発分担／衛星運用相互支援／データ利用などの協力が不可欠との共通認識のもと、宇宙データシステムの標準化を目指し、検証も含めた推奨規格の制定を行っている。日本からは、JAXA と情報通信研究機構 (National Institute of Information and Communication Technology, NICT)が参加している。

また、CCSDS に対し、推奨規格として議論すべき分野・技術の優先付を行う宇宙機関運用諮問会議 (IOAG : Interagency Operations Advisory Group)[2]がある。IOAG では、宇宙機関間の相互運用を推進する IOP (Interoperability Plenary)[3]の方針に基づき、将来に向けた機関間相互運用や宇宙通信に係る課題を識別・整理している。特に、光通信分野においては、2011 年～2012 年にかけて、光通信研究グループ (OLSG : Optical Link Study Group)を設置して、集中的な議論を実施した。

本稿では、図 1 の関係の中で CCSDS に 2014 年 1 月に設置された Optical Communication Working Group (SLS-OPT)の経緯や目的、活動計画、2014 年 3 月 30 日～4 月 3 日にかけて行われた初会合について報告する。

### 2. SLS-OPT について

本誌での 2011 年春の報告[4]から 2014 年 1 月の WG 設置までの経緯を紹介する。

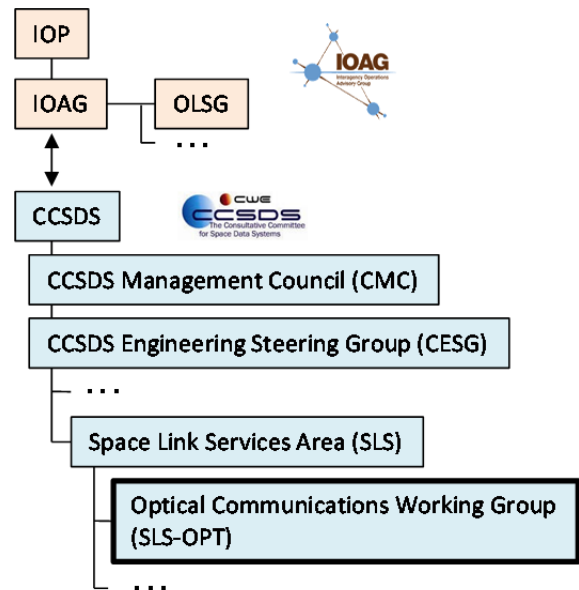


図 1 IOAG-CCSDS の関係図

2011 年秋より OLSG にて光通信の運用ケースを明確にすることを目的に 2012 年まで議論が行われ、OLSG 報告書[5]では、宇宙機～地上局間の直接通信ミッションと、宇宙機～宇宙機間の中継通信ミッションに大きく識別し、直接通信ミッションでは通信距離に応じて、近地球周回軌道・静止軌道・月・L1・L2・深宇宙に分けて、光通信運用の相互支援のメリットが確認され、それぞれの運用事例が示された。また、OLSG 追加報告書[6]では、相互支援を実現するための課題が示され、指向捕捉追尾方式や変復調方式、利用可能な局を識別するための気象情報の交換方法、アイセーフティに対する対応等が挙げられた。

2012年12月には OLSG の議論がまとまり、IOAG で報告がなされ、2013年6月の IOP-3 にて、2020年代の宇宙通信の形態として光通信の相互支援のメリットが認識され、CCSDS への技術標準化活動や共同での実証実験を促進する方針が示された。この方針を受けて、IOAG から CCSDS へ光通信技術を標準化しよう要請が出された。CCSDS では、2013年10月の秋季会合にて、光通信に係る準備会合を行い、SLS-OPT 活動計画案が作成された。2013年12月の CCSDS 管理会でこの活動計画案が了承され、2014年1月の WG 設置に至った。

このような経緯で設置された SLS-OPT は光通信運用の相互支援の実現を目的に、表1の活動計画に基づいて、技術標準化を2018年12月までに完了させる予定である。

表1 活動計画

	14	15	16	17	18
[BB]Optical Communications Physical Layer	■				
[BB]Optical Communications Coding & Synchronization	■				
[GB]Optical communications concepts and terminologies	■				
[GB] Real-Time Weather and Atmospheric Characterization Data	■				
[GB] Optical communications physical layer and coding and synchronization sublayer			■		
[BB] Real-Time Weather and Atmospheric Characterization Data			■		

最初に物理層の技術報告書([BB] Optical Communications Physical Layer)と符号/同期サブレイヤの技術報告書([BB]:Optical Communications Coding and Synchronization)及び、光通信の回線設計等に関する技術解説書([GB] Optical Communications concepts and terminologies)や気象・大気観測データの取り扱いに関する技術解説書([GB]Real-time Weather and Atmospheric Characterization)の計4冊の作成に

取り組み、進捗に応じて、物理層、符号/同期サブレイヤの技術解説書や気象・大気観測に関する技術報告書の作成を開始する。また、各文書のとりまとめは物理層の技術報告書を ESA、符号/同期サブレイヤの技術報告書を NASA、回線設計等に関する技術解説書を ESA、気象・大気観測データに関する技術解説書を NICT が担当する。内容の議論/調整は半年毎の会合及び月例 TV 会議で行う予定である。

### 3. 第1回 SLS-OPT の概要

第1回 SLS-OPT は、CCSDS2014 春季会合内で、2014年3月31日から4月2日にかけて、オランダの NH Conference Centre Leeuwenhorst にて開催された。会合には、アメリカや欧州、ロシア、中国の宇宙機関や宇宙関連メーカーが多数出席していた。



図2 SLS-OPT

主要な討議内容は以下の通りであった。

- (1) 報告書(物理層)で扱う、変復調方式の区分について議論された。①主に Gbps オーダの光衛星間通信向けの位相変調(PSK)方式、②月・深宇宙探査での通信用のパルス位置変調(PPM)方式、③主に低軌道の小型衛星からの比較的低速(1Gbps 以下)の通信用の、強度変調方式(OOK)の3方式について記載することとした。3方式の区分が必要なことについては、日本の主張が入れられた。なお、NICT

が開発し、2014年5月24日に上げられた SOCRATES 衛星搭載の Small Optical Transponder (SOTA)[7][8]の変復調方式は③OOKであり、SOTAの成果も勧告書に反映される予定である。

- (2) ESA が構築中のデータ中継システム (European Data Relay System, EDRS) で使用される、光通信装置 LCT(Laser Communication Terminal)[9]について詳細な技術報告がされた。これは、LCTの技術仕様を、参加各機関で合意できる範囲で前項に示した2冊の勧告書(物理層と符号/同期サブレイヤ)と技術解説書の原案に反映するという、本WGの基本方針によるものである。これは、CCSDSの勧告書は、単に文書作成のみではなく、実システムを用いた検証(Prototype)を2ケース行う必要があるため、既に検証が可能な状態にあるEDRS/LCTを極力活用しようとするWGの考えに反映している。但し、NASAはEDRS/LCTと、波長、通信速度、符号の異なる光データ中継ミッション(Laser Communication Relay and Demonstration, LCRD[10])を開発中であり、勧告書の範囲に中心波長は含まれない予定である。
- (3) 気象・大気観測情報共有方法の解説資料に関して、NASA, NICTからの提案をふまえ、共有する天気大気観測情報、その取得に必要な器材、共有方法に関する議論がなされた。また、勧告案作成のスケジュールが再調整された。なお、本資料はNICTを中心に作成される予定である。
- (4) 用語集・回線設計・大気モデル等の解説資料に関し、その構成、記載内容について過去の実証事例を挙げながら議論された。

#### 4. 終わりに

簡単ではあるが、CCSDSでの宇宙における光通信技術の標準化活動の状況について報告した。

宇宙活動の高度化に伴うデータ伝送需要の増大に因るため、或いは商業通信における飛躍的な高速化を達成するため、宇宙光通信技術には大きな期待が寄せられている。筆者らは、多様なユーザが光通信技術を用いる際の道標となる国際標準化活動に、今後も継続的に参加する考えである。

#### 5. 参考文献

- [1] <http://public.ccsds.org/default.aspx>
- [2] <https://www.ioag.org/default.aspx>
- [3] <https://interoperabilityplenary.org/home.aspx>
- [4] “CCSDS で始まった光通信の議論について”, Space Japan Review No.73, April / May 2011, T. Mukai, Y.Takayama, N.Kura, N. Perlot.
- [5] “Optical Link Study Group Final Report”, 5 June 2012, OLSG/IOAG
- [6] “Optical Link Study Group Addendum to Final Report”, 28 November 2012, OLSG/IOAG
- [7] “SOCRATES の超小型光通信端末について” 第57回宇宙科学技術連合講演会予稿集 1H05 秋岡眞樹、高山佳久、小山善貞
- [8] “Preparative Demonstration of Optical Link Establishment by Using Small Optical Transponder” Yoshihisa Takayama et.al., 6S3, International Conference on Space Optics and Systems and applications (ICSOS) 2014.
- [9] “European Data Relay System - One Year to Go!” Harald Hauschildt et.al., Harald Hauschildt et.al., 1S2, International Conference on Space Optics and Systems and applications (ICSOS) 2014.
- [10] “A Space Based Optical Communications Relay Architecture to Support Future NASA Science and Exploration Missions” Bernard Edword et. al., 6S1, International Conference on Space Optics and Systems and applications (ICSOS) 2014.