

## Jean-Luc Issler

Head of space transmissions department  
Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)  
jean-luc.issler@cnes.fr



Jean-Luc Issler 氏は、現在フランス国立宇宙研究センター(CNES)におけるInstrumentation Telemetry & Telecommand and Propagationの責任者である。彼はEcole Supérieure d'Electronique de l'Ouest (ESEO, Angers, France)を卒業して以来、欧州における通信とナビゲーション衛星へ搭載するRF装置の開発に従事してきた。彼はCNESにおいて、光通信と関連する標準化活動にも関与している。彼は、2004年に Astronautic Prize of AAF (French aeronautical and space association)、2008年にGALILEO signals and spaceborne GNSS equipmentへの貢献により、EADS Science and Engineering Prize of Academy of Scienceを受賞した。彼は 1990年トロヤ小惑星をソーラーセイルによって探査する未発行のSF小説を書いた。

私がCNESにおける宇宙通信のマネージャとなって、もうじき20年となる。私は当初、月レーザ測距に関するOCAのインターンシップと、GPSに関する学生プロジェクトに集中していたため、光通信やナビゲーションの業務に着手することを躊躇していた。しかし1990年9月にCNESのToulouse Space Centerに着任した時、当時の（JAXAのHOPEのような）欧州のスペースシャトルHERMESのような有人、無人の宇宙機のためのRFナビゲーションを検討する技術者となることにした。この活動は、たくさんのRFデジタルおよびアナログ信号処理の検討と実験室での作業を必要とした。1992年、MITメンバーとの夕食での議論のおかげで、NASAとMITの宇宙機HETEへ搭載するGPS受信器のプロトタイプの開発に従事した。その実用版は、低軌道周回衛星（LEO）や高軌道衛星のためにおよそ200ユニット作製された。同時に、LEOあるいは中軌道周回衛星（MEO）のコンステレーションのようなGNSSナビゲーションシステムや、CE-GPSと呼ばれるthe EGNOS SBAS実験のための宇宙と地上の疑似衛星ネットワークのインターフェース設計に従事した。そこで、1992年にInmarsat-2の L-band リピータを用いた通信および1993年にシステム全体のデモンストレーションに成功した。私は1996年から2003年の間、the CNES RadioNavigation Departmentの責任者として GALILEO and EGNOS GNSS European Systemsの信号設計に深くかかわり、CNESと他の欧州の同僚と共に、CBOCのような米国や中国と互換性のあるGALILEO信号の多くを発明した。



Telescope, used for laser ranging, timing, and communications

GALILEO信号の設計を行っていた期間は、欧州の関係者達との多くの議論を行う壮大な冒険のような期間であった。これは、初期の技術的、政治的な相違を超えて欧州の構築に参加しているような印象を我々に与えた。この期間はGALILEO信号の設計チームと、JAXA、ISRO、米国、ロシア、中国とも同様の議論を行った興味深い時期でもあった。これはとてもやりがいがあり、我々の視野を広げる活動であった。また、EGNOSのような他のGNSSシステムの間で、JAXAの QZSSみちびきのコンステレーションと互換性を持つGNSSのオーバーレイに関連した Universal-SBASスタンダードに関する欧州とカナダの提案と競った。GALILEOチームはまた、MSS/RDSS S-bandでのナビゲーションPRNコードをETS-8によって実験的に使用した先駆者であるJAXAに刺激を受けた。このバンドは、IRNSSのような幾つかのGNSSシステムの中で将来的に使用できるようGALILEOのために登録されたものである。

私は、MSSに加えてこのバンドにRDSSの配分を行うためのITUでの活動に従事した。私はGNSSとTT&Cの信号処理および信号伝送系に関して10件以上の特許を考案し、1991年のHERMESでの私の提案に基づきスウェーデンのPRISMA衛星に搭載されて試験されたGPS波形を利用するMetrological Formation Flyingによるレンジングと高度決定システムに従事した。GNSSの普及した変調方式の再利用は、装置のコストを低減した。広く普及した設計とスタンダードは、経済的・性能的理由からCNESの中でも奨励されている。私は2004年から2009年の半ばの間、Signal Processing and Transmission Techniques Departmentの責任者になったが、マルチメディアと移動体の宇宙通信への信号伝送に関する事項およびGNSSの電離層に関する事項も担当した。この部署はまた、次世代の装置の仕様作成と調達に加えて、TT&Cとテレメトリ設計にも責任を負っていた。このチームは初めのうちは宇宙通信の無線インターフェースを担当し、CCSDSでのテレメトリに関するCNESのDVB-S2の標準化案に従事した。そのゴールは、高いパフォーマンスと、コストを低減する大量市場の通信との互換性の両方を確保するHOMによる高性能な無線インターフェースを活用することである。CNESは、日本の幾つかのLEO衛星のように、地球観測にX-bandでのHOMをテレメトリに使用する。これが、CNESがテレメトリのためにX-bandの全データ伝送容量を維持することを重要と考える理由である。これは、極域においても、CNESの地球局における干渉が、頻度が極めて小さく時間も非常に短くなることを示す。調整のための時間が必要となるが、EESS X-bandに関するレギュレーションでのフラックス数を変える必要はない。CNESはそれ故、X-bandでのDVB-S2テレメトリを小型宇宙機へ利用し、またおよそ2022年に打ち上げ予定のより大型の地球観測低軌道衛星の少なくとも8GHz帯で



GNSS signal monitoring dish above the CNES Radio-Navigation Laboratory

2Gbps（1円偏光あたり1Gbps）のテレメトリにも利用予定である。CNESはまた、光ファイバー伝送で使用されている大量市場の波長（1.55 $\mu$ m）を再利用する高速光テレメトリの現在の世界的な傾向に従い、高速データレートのLEO DTE光テレメトリにDVB-S2を使うつもりである。

私は、2009年の半ばにInstrumentation Telemetry & Telecommand and Propagation Departmentの責任者となった。このチームは、Rosetta-Philae landerのS-band リンクの仕様作成、調達、試験および初期運用に加えて、マイクロ衛星およびナノ衛星用のS-bandおよびX-bandでの伝送装置の開発を担っている。このチームはまた、DLRとJAXAのHayabusa2-Mascot landerリンクへの技術支援を行っている。我々はまた、ITUでのRF伝搬モデルの標準化に深く関わっている。NICTの宇宙通信研究室のおかげで、CNESは、LEO DTE光テレメトリ伝送実験へのまたとない参加の機会を得た。この活動は、非常に協力的友好的に成され、日本のLEO衛星に搭載されNICTとCNESが好む大量市場の波長であり、性能、互換性およびアイセーフティの理由からJAXAのような他の多くの宇宙機関も着目する1.55 $\mu$ mでテレメトリ信号を送るNICTの小型光ターミナル(SOTA)を用いている。光伝送はSOTAとNICTのOGS間で実行され、次いで30年ほど前に私がインターンシップを行ったニース近くのOCAに位置するフランスのOGSとで実行された。私にとって、この実験の結果によって確認されたNICTとOCAの技量とノウハウは、印象的であった。私はまたNICTが、データ交換と技術の発展にとっても有望なこのような光テレメトリの共同実験に賛同したこと、またJAXAへ他の意義ある協力に感謝している。私はまた、時折使用ケースが異なるものの日本とフランスの宇宙通信に関する観点が合致することを喜ばしく感じている。 [R](#)



OCA-CNES experimental Optical Ground Station on OCA site, near Nice, France

#### Glossary :

CE-GPS : Complement Européen à GPS ( GPS European overlay experiment )

CBOC : Composite Binary Offset Carrier

CCSDS : Consultative Comitee for Space Data Systems

CNES : Centre National d'Etudes Spatiales

DTE : Direct To Earth

DVB-S2 : Digital Video Broadcasting-Satellite 2nd generation

EES : Earth Exploration Satellite Systems

EGNOS : European Geostationary Navigation Overlay Service

GNSS : Global Navigation Satellite Systems

JAXA : Japan Aerospace eXploration Agency

HETE : High Energy Transcient Explorer

HOM : High Order Modulation

MSS : Mobile Satellite System

PRN : Pseudo Random Noise

RDSS : Radio Determination Satellite System

OCA : Observatoire de la Côte d'Azur ( French Riviera observatory )

OGS : Optical Ground Station

QZSS : Quazi Zenithal Satellite System  
SOTA : Small Optical TerminAl  
TT&C : Telemetry and TeleCommand  
U-SBAS : Universal-Space Based Augmentation System

#### References :

IAC-07- B2.3.06 : Contribution to spacecraft navigation and timing with GPS and GALILEO, D. Dassaud, J-L. Issler et al, 58th International Astronautical Congress , Hyderabad, India, 24 - 28 September 2007.

IAC-07- B2.1.07 : Contribution to Galileo signals, D. Dassaud, J-L. Issler et al, 58th International Astronautical Congress , Hyderabad, India, 24 - 28 September 2007.

U-SBAS: A Universal multi-SBAS Standard to ensure Compatibility, Interoperability and Interchangeability, M. Sahnoudi, et al, J-L. Issler et al, NAVITEC 2010 conference, Noordwick, Netherland, December 2010

IAC-15-B4,6B,9 , New Game-changing on cube and nano satellites radios , M. A. Fernandez et all, 66th International Astronautical Congress, Jerusalem, Israel, 12-16 October 2015

Telecom & Scintillation first data analysis for DOMINO –Laser Communication between SOTA, on board SOC-RATES satellite, and MEO Optical Ground Station, D-H. Phung, E.Samain, G. Artaud, J-L. Issler, M. Toyoshima, M. Akioka, D. Kolev, Y. Munemasa, H. Takenaka, N. Iwakiri, et al, doi: 10.1117/12.2218524, SPIE conference, New Orleans, USA, February 2016.