

中村太一\* 吉岡省二\*\*\*  
 廣川 類\*\*  
 草野康晴\*

# 衛星及び衛星利用での標準化戦略

Strategy for Standardization of Satellites and Satellite Application

Taichi Nakamura, Rui Hirokawa, Yasuharu Kusano, Shoji Yoshioka

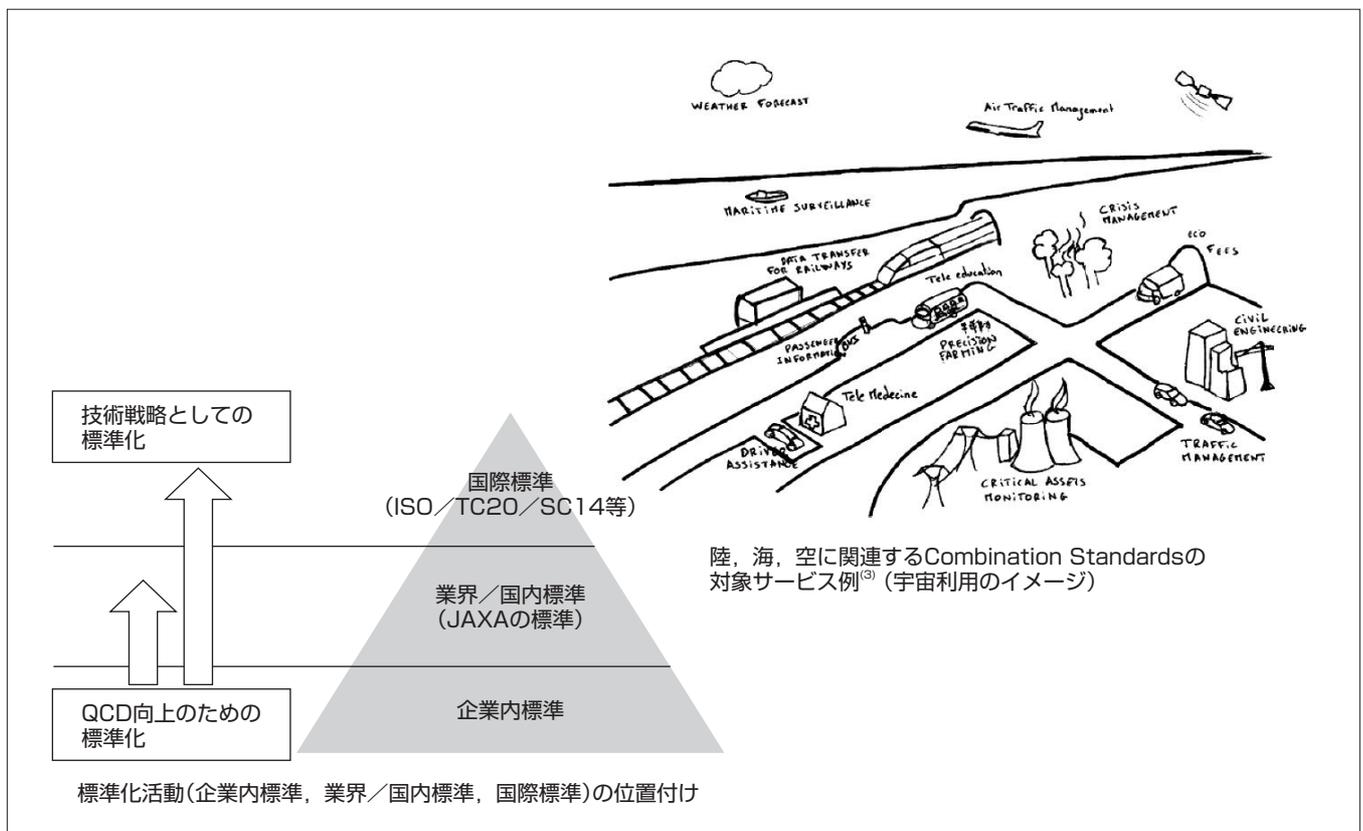
## 要旨

一般に、標準化活動は、自社製品のQCD(Quality Cost Delivery)向上のための企業内活動から始まる。これを非公開のまま市場シェアを獲得するデファクト標準に対して、技術仕様の一部又はインタフェースを開示して国内外の業界団体や公的団体とともに仲間作りを進めるのがデジュール標準である。このような標準化は、製品利便性の向上による市場の拡大、及びこれに向けた協調的かつ主体的貢献による自社プレゼンス向上という意味で、企業の重要な技術戦略の1つである<sup>(1)</sup>。

我が国の衛星分野では、企業内標準に加えて、デジュール標準として業界／国内標準に相当する国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)の標準、さらに国際標準化機構(ISO)の体系が存在する。ISOには、航空宇宙技術委

員会(TC20)の下に宇宙データ・情報転送システム分科会(SC13)と宇宙システム分科会(SC14)があり<sup>(2)</sup>、SC14では従来の宇宙技術の標準化に加えて衛星・ロケット市場拡大の観点から宇宙利用の標準化についても取り組んでいる<sup>(3)</sup>。

三菱電機では、これらの標準化に対して多面的に取り組んでいる。衛星技術の標準化活動では、当社標準商用衛星バス“DS2000”の競争力強化のための企業内標準化活動を進める一方で、デジュールであるJAXAの宇宙機設計標準ワーキンググループ活動への参画、及びISOの衛星技術の標準化提案を推進している。さらに、衛星利用の促進に向けた準天頂衛星利用及び観測衛星を利用した標準化提案活動も行っている。



## 標準化活動(企業内標準, 業界／国内標準, 国際標準)の位置付け

我が国衛星分野の標準体系は、企業内標準、業界／国内標準(JAXA標準)、国際標準(ISO)の階層から成る。宇宙を利用したサービスは陸、海、空の各分野に及び。宇宙利用の標準化を進めるには、宇宙技術と各分野固有事項の相互理解が不可欠である。

1. ま え が き

当社は、衛星技術の標準化活動として、標準商用衛星バスDS2000のQCD向上のための社内標準化活動、国産衛星の品質向上に向けたJAXAの標準化活動への参画、当社主力製品の1つであるリチウムイオン電池に関するISOへの標準化提案等の活動を行っている。ISOに対しては、商用衛星顧客の利便性向上のための製品保証要求提案も行って

いる。また、宇宙利用促進に向けた標準化として、準天頂衛星によるcm級測位技術及びその応用技術についての標準化活動や、観測衛星利用の利便性向上のための校正要求の標準化提案等を行っている。

本稿では、これらの活動事例について述べる。

2. 衛星開発／生産における標準化

2.1 社内におけるDS2000標準化活動

標準商用衛星バスDS2000は、図1に示すように技術試験衛星“きく8号”(ETS-VIII)設計基準書を出発点に標準化を進めた結果、運輸多目的衛星新2号“ひまわり7号”(MTSAT-2)や、商用通信衛星Superbird-C2(スカパーJSAT社)、ST-2(シンガポールSingTel社/台湾中華電信社)等への採用に至り、その後、開発、軌道上実績を積み重ねてきた。また、JAXA指導の下、内部搭載機器の小型・軽量化を行った成果を設計基準書の改定に反映させ、ひまわり8号以降の機種でこれを全面適用した。さらに、これまでの開発や軌道上実績から得られた知見等を標準設計にフィードバックすることで、QCDの改善サイクルに反映してきた。

国際商用衛星市場での顧客要求、海外勢の技術革新は目覚ましく、ここで生き残るためには更なる国際競争力の強化が不可欠である。現在、当社は更なる低コスト化と通信ミッションの高機能化に向けた新たな標準商用衛星バスDS2000の構築のために、次の開発を実施している。

- (1) 質量削減による打ち上げコスト抑制のための電気推進系の搭載技術開発
- (2) 高機能通信ミッションを搭載可能な大電力バスの開発
- (3) 搭載機器の更なる低コスト化開発

これらの開発は、いずれもこれまでの延長線上にはない新たな技術革新が必要であり、ETS-VIII開発と同様に、我が国の総力を挙げての取組みが期待されている。

なお、技術開発と並行して作業プロセス(設計・調達・製造・試験・運用等)の標準化も重要であり、最新の製造技術等も取り込みつつ引き続き取り組んでいく。

2.2 JAXAの標準化活動への貢献

かねてから、JAXAでは衛星・ロケット等の設計品質向上に向けた宇宙機設計標準ワーキンググループ(WG)活動を実施しており、衛星・ロケットメーカー各社とともに当社も参画している。JAXAでは、WGで議論された最新の技術動向に基づいて各種標準類<sup>(4)</sup>を整備するとともに、企業側では開発中の衛星の設計基準書等にこの考え方を反映して設計品質の向上に役立てている。

今後、当社は商用衛星等から得られた知見の反映、及びISOや海外市場の動向も見据えた国内標準の発展に向けて、引き続き貢献していく所存である。

2.3 商用衛星向け製品保証要求のISO提案

宇宙システムに対する既存のISO規格の製品保証要求は、有人と無人の両システムを包含した適用範囲で、品質保証、ディペンダビリティ、安全、部品、材料・プロセス等の各管理を個別のISO規格を参照する形で規定されており、かつ、テラリングによる調整が必要である。

今後新たに衛星を持っている新興国等のオペレータに対する利便性を向上させるため、当社は2011年からISOの会合で、先の管理項目から商用衛星に必要な部分を集約した“商用衛星向け製品保証要求”の制定を提案している。現在、ISO規格制定手順のちょうど半ばに当たる委員会原稿登録の調整(WD20188)を各国との間で鋭意実施中である。

2.4 ISOへのリチウムイオン電池標準化提案

宇宙用リチウムイオン電池(Lithium Ion Battery: LIB)標準化の目的は、国際的商用ルールに則(のつ)り、宇宙機器開発の成果を盛り込んだLIBを普及拡大させることである。2010年の活動開始当初、各宇宙機関にはLIB利用に関する厳格なガイドラインが存在した<sup>(5)</sup>。また、自動車やスマートグリッド向け民生大型LIBの規格発行目前であったため、各宇宙機関との調整や他産業との連携活動を余儀なくされたが、結果として市場規模の小さい宇宙用LIBの認知度向上に寄与した。

	きく8号(ETS-VIII)	ひまわり7号(MTSAT-2)	Superbird-C2	みちびき	ST-2	TURKSAT-4A/4B	ひまわり8, 9号	Es'hail 2	準天頂 2, 3, 4
設計寿命	10年	10年	15年	12年	15年	15年	15年	15年	15年
運用開始	2006年～	2006年～	2008年～	2010年～	2011年～	2014年～ 2015年予定	2014年～ 2016年予定	2016年予定	2017年予定
ミッション	S-移動体測位	気象観測 移動体・測位	Ku通信放送	測位 Ku時刻同期	Ku通信放送 C通信放送	Ku通信放送 Ka/C通信	気象観測 気象DOP	Ku通信放送 Ka通信	測位
ロケット	H-IIA-204	H-IIA-2024	Ariane-V	H-IIA-202	Ariane-V	Proton	H-IIA-202	Falcon-9	H-IIA
質量(ドライ/打ち上げ)	2.87/5.8	1.7/4.6	2.0/4.8	1.8/4.0	2.0/4.9	1.7/4.8(4A) 1.8/4.9(4B)	1.3/3.5	2.2/5.3	1.6/4.1
発生電力(kW)	8	3.7	8	6	12	8.6	2.2	13	6
標準商用衛星バスDS2000	◇NASDA設計基準(NASDA-STD)時代 ⇒ETS-V設計基準書として継承 ◇ひまわり7号や各商用衛星で適用 (長寿命化、軽量化、実装性向上等)					◇宇宙機設計標準(JERG-2)時代 ⇒2009年からの静止開発プログラムでバス機器を刷新し、 設計基準を改定 ◇TURKSATで一部適用、ひまわり8号で全面適用			

図1. DS2000と設計基準書との関係



図 2. 宇宙用LIBの全ライフサイクル

ISOに提案中の標準化規格(DIS17546)について述べる。LIBは単位質量当たりの蓄電可能エネルギーが他の電池より大きく、衛星軽量化に有利である。一方、誤使用での破裂・発火の危険があるため、専門的知識と経験が必要なデバイスである。宇宙用LIBの標準化規格案は、安全性だけではなく、設計に必要な項目を次の観点から分かりやすく述べたものである。

- (1) 製造から軌道上運用まで網羅したライフサイクル
- (2) 安全・性能・取扱い(運搬/輸送)の統合化を重視
- (3) 宇宙機器固有の設計・検証

この規格は、宇宙機システムの環境温度、振動、衝撃、充放電サイクルパターンなどの設計パラメータを示し、製造から軌道上運用までの全ライフサイクルで(図2)、安全・性能・取扱いの観点から設計・検証方法について言及している。

また、LIBは特性の異なる種類が多数存在するが、この標準は部材仕様の限定や特定LIBの認証規格を本意としない。条件を満たせば、他産業向けLIBの宇宙用への展開を許容する。

この規格の制定に向けては、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)及び経済産業省の支援(宇宙用リチウムイオン電池に関する国際標準化事業)の下、日本航空宇宙工業会に国内LIB標準化委員会が組織され、規格案の策定・検討を行ってきた。ISOでは当社が日本の立場でプロジェクトリーダーを務め、宇宙用LIBのメーカーがあるフランス、米国をサブリーダーとして活動を展開してきた。本稿執筆段階では最終の各国投票フェーズにあり、2016年初めに標準を発行予定である。

### 3. 衛星利用における標準化

#### 3.1 cm級測位利用に向けた国際標準化活動

2018年から4機の衛星による実用サービスが開始される準天頂衛星システムでは、オープンサービスとして世界初<sup>(注1)</sup>の衛星配信でのcm級測位補強サービスが提供される。このサービスは、従来のGPS(Global Positioning System)カーナビゲーション等で数mであった精度を6cm(水平)へと飛躍的に高めるものであり、自動運転、IT(Information Technology)農業、IT施工等の様々な用途への応用が期待されている(図3)。



図 3. 準天頂衛星システムの利用・活用例

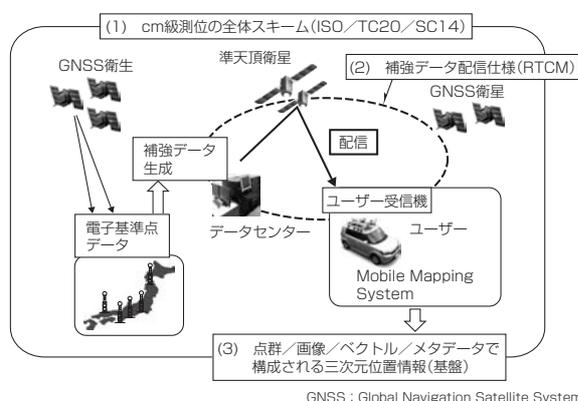


図 4. 衛星測位システム関連標準化と適用範囲

このサービスでは、全国に配置された600点の電子基準点で受信した衛星測位信号を用いて、衛星軌道・クロック誤差、電離層遅延等の衛星信号に含まれる距離誤差成分をリアルタイムに推定して準天頂衛星から補正信号として放送し、ユーザー受信機で補正した上で測位計算を行うことで極めて高い測位精度を実現する。このサービスは、日本全国をサービス範囲とする高精度測位インフラの中核を成し、同種のサービスのアジア・オセアニア地域への展開も期待される。その中で、新規のサービスであることから高精度測位サービスの要件定義が必要となり、また、自動運転等への活用を図るために全国レベルの高精度三次元地図基盤等の利用インフラの整備が必要である。

新規サービスを普及させるために、海外メーカーを含めた測位端末製品化の促進、アプリケーション市場創出が必要であり、国際標準化活動を行っていく必要がある。当社では、cm級測位利用に向けた次の3種類の標準化活動を実施している(図4)。

- (1) cm級測位の全体スキーム(ISO/TC20/SC14)  
cm級測位サービスに関する要件を定義しており、2015年5月にISO18197として成立した<sup>(6)</sup>。
- (2) 補強データ配信仕様(RTCM)

衛星又は地上回線で配信される補強データのフォーマットを定義するもので、主な受信機メーカー及び配信サービス提供者が組織する米国海上無線技術委員会(RTCM)で規格化<sup>7)</sup>される。当社は、伝送帯域が制限される衛星回線で配信可能な圧縮フォーマットを提案し、規格化活動を実施している。

(3) 三次元位置情報

産業競争力懇談会(COCON)で、当社が幹事となり26社(2015年度)が参画して“三次元位置情報を用いたサービス・共通基盤整備”を検討しており、標準化に向けた活動もこの中で進めている。

2018年の準天頂衛星補強サービス開始に向けて、こうした標準化活動を促進し、様々な高精度測位関連市場の創出と高精度測位社会の実現に向けて活動していく。

(注1) 2013年4月25日現在、当社調べ

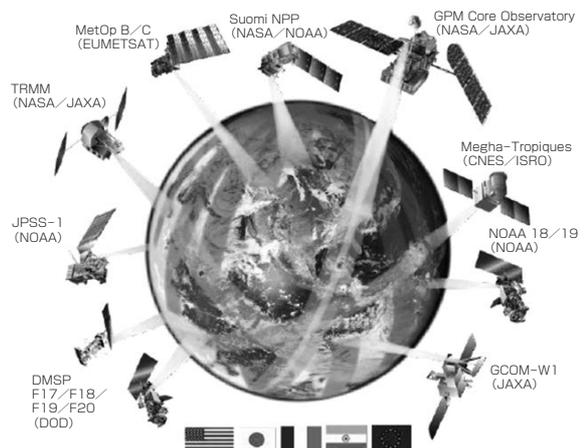
3.2 観測衛星の校正要求の標準化

我々の日常生活に密接な水に関する情報取得を主目的としている観測衛星(観測センサ)は、日米欧中を含めて多数軌道上で運用されている。しかし、同一の目標を観測した場合でも、各センサの観測データにばらつきが生じ、ユーザーは独自の知見に基づいてセンサごとに観測データを補正する必要に迫られている。

このような状況の改善のため、センサの開発段階(設計～試験)における校正に必要な特性の把握、及び軌道上での校正要求の規定を提案している。

この規格の適用によって同一観測点での観測値のばらつきが抑制されるため、ユーザーは各センサの観測データを容易かつ効果的に取り扱うことが可能となる。さらに、従来のユーザーである米国海洋大気庁(NoAA)、一般財団法人リモートセンシング技術センター、農林水産省、一般社団法人漁業情報サービスセンター等に加えて、気象、農業、漁業、輸送・運輸等の各事業分野での利用拡大や、今後予想される地球規模の異常気象に起因する台風、豪雨等の激甚災害予測精度の向上による被害低減に向けた貢献についても期待できる。

昨今、JAXAが開発した高性能マイクロ波放射計(AMSR-E)とその後継センサである高性能マイクロ波放射計2(AMSR2)で、観測データの継続的品质確保とそのための相互校正の重要性が改めて認識され、米国航空宇宙局(NASA)とJAXA協力の下、AMSR-EとAMSR2の相互校正を実施している。また、日米が主導する全球降雨観測計画(GPM)コンステレーション(図5)では、既に米国で相互校正の検討が進められ、我が国もAMSR2の相互校正協力を行っている。さらに、世界気象機関(WMO)／GSICS(Global Space-based Inter-Calibration System)でもマイクロ波放射計の相互校正についての検討が始まっており、GPMとも連携している。



出典：http://pmm.nasa.gov/image-gallery/gpm-constellation

図5. GPMコンステレーション

4. むすび

衛星技術の標準化活動事例として、標準商用衛星バスDS2000の競争力強化に向けた標準化活動、国産衛星の品質向上に向けたJAXAの宇宙機標準活動との連携、ISOでの商用衛星向け製品保証要求、及び宇宙用LIBの標準化提案について述べた。また、衛星利用面での標準化活動事例として、cm級測位に関する国際標準化活動と観測衛星の校正要求の標準化提案について述べた。

当社は、我が国の衛星開発を支えるリーディングカンパニーとして、国際競争力向上と衛星利用市場拡大に向けた取組みの一環として、引き続き標準化活動に対して戦略的かつ継続的に取り組んでいく所存である。

参考文献

- (1) 田村泰一、ほか：技術経営におけるデジュール標準化戦略に関する研究，早稲田大学WBS研究センター，早稲田国際経営研究，40，125～141（2009）
- (2) 堀井茂勝：宇宙国際標準(ISO\_TC20/SCI)の活動状況と我が国の産業界の現状，航空と宇宙，No.4(736)，33～38（2015）
- (3) 永島敬一郎：宇宙利用サービスに係わる標準化活動の動向，航空と宇宙，No.3(711)，8～14（2013）
- (4) JMR/JERG-JAXA共通技術文書  
http://sma.jaxa.jp/TechDoc/
- (5) Guidelines on Lithium-ion Battery Use in Space Applications, NASA/TM-2009-2215751：NESC-RP-08-75/06-069-1
- (6) 古川敏雄、ほか：衛星を利用した高精度測位サービスの国際標準の紹介，航空と宇宙，No.3(735)，33～38（2015）
- (7) RTCM Special Committee No.104, RTCM Standard 10403.2 for differential GNSS services-Version 3, RTCM Standards, 2013