

6.7. 標準化活動の意義と、 環境試験技術への期待

宇宙航空研究開発機構

安全・信頼性推進部 安全・信頼性推進グループ

角 有司 氏

【一般】

第15回 試験技術ワークショップ

標準化活動の意義と 環境試験技術への期待



平成29年11月22日
JAXA安全・信頼性推進部
JAXA安全・信頼性推進グループ

目次



- 標準化の意義と、宇宙機設計標準の概要 ←
- 国際標準化の意義と、宇宙ISOの取り組み
- 今後の取り組みと、試験技術への期待
- まとめ

標準化の定義



- 標準化とは
- 物および事項（概念・方法・手続きなど）に関する取り決め。

一般的には、社会生活に必要な物・概念・方法・手続きなどは、自由に放任すれば自然に**多数化・複雑化・無秩序化**する傾向がある。

意識的に管理・統制して、**少数化・単純化・秩序化**した取り決め「標準」を設定し、人々に公正な利益または利便を図る。



第15回 試験技術ワークショップ

「社内標準化とその進め方」久利孝一、他 日本規格協会、1984

3

標準化の例



「製品」の標準化



自動車の運転席○：世界共通
(右ハンドル、左ハンドルの違い等を除く)



プラグ(コンセント)△：
世界でバラバラ。

「業務」の標準化



ファストフード○：
均質なサービスの提供

標準化と、技術の発展

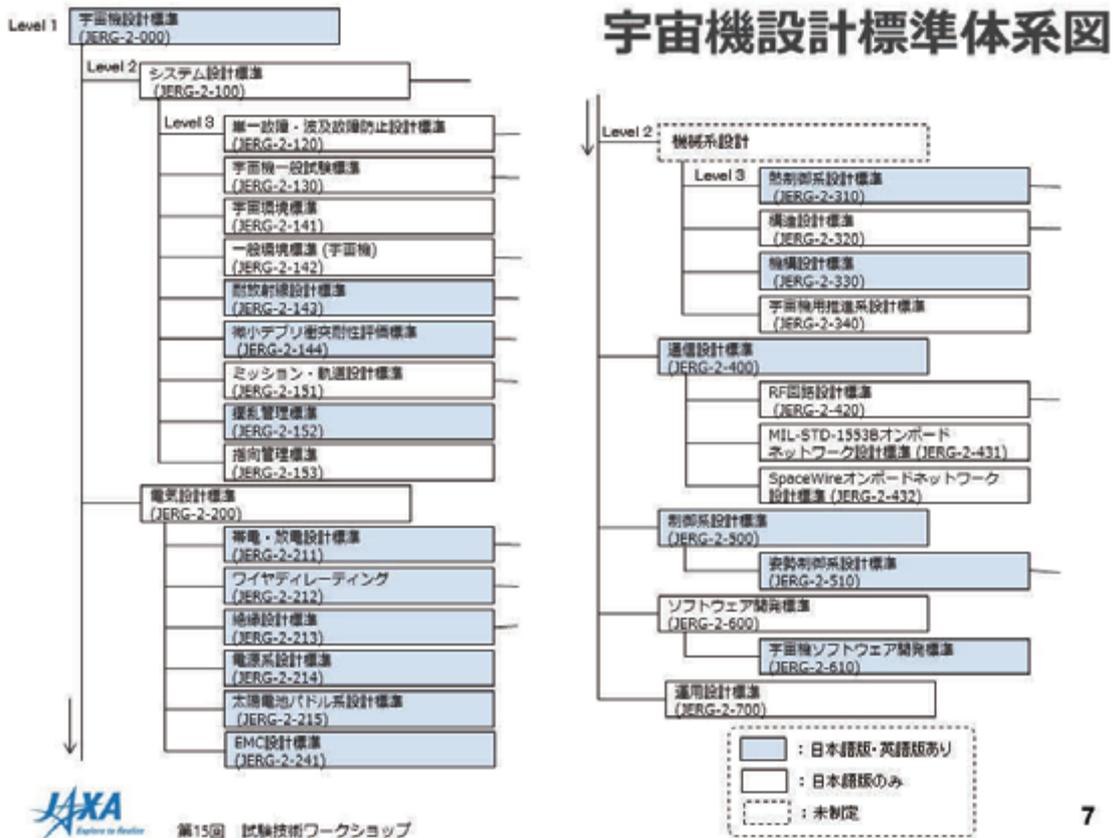


第15回 試験技術ワークショップ

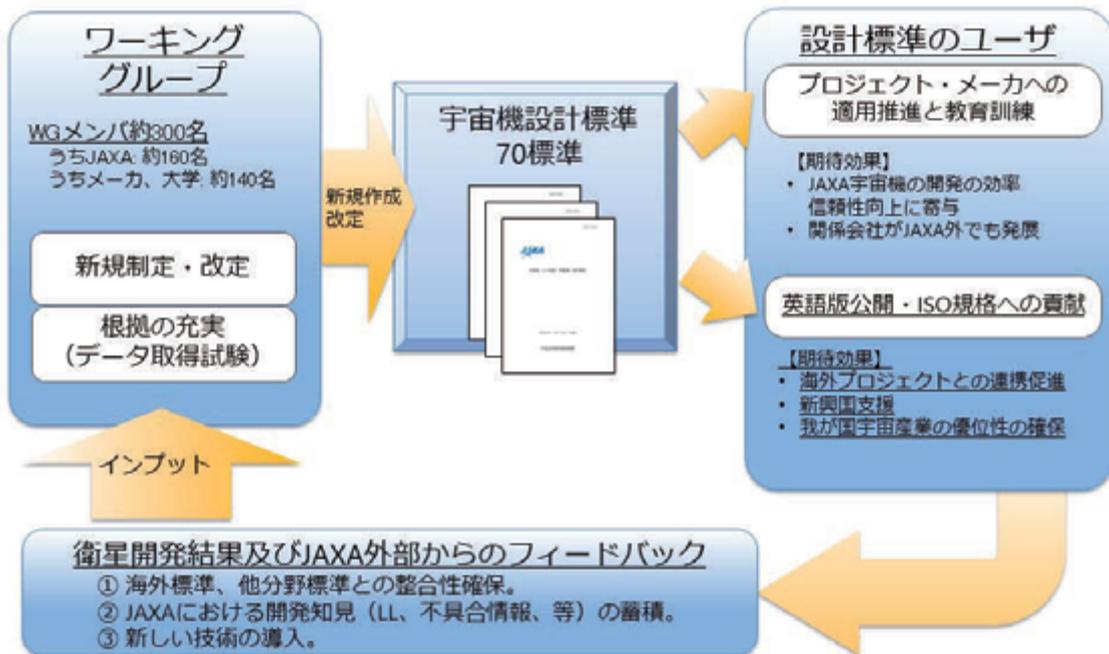
楽譜



雅楽 手付け譜 (指の押さえ方だけであり再現性に乏しい) 4



現在の活動の全体像



FY28 新規制定・改定 (公開分のみ)



NO.	JERG	標準名称	区分	アクセス範囲	制定日
1	2-130-HB006	試験信頼性要求ハンドブック	新規制定	限定無し (一般)	平成29年3月31日
2	2-130-HB007	宇宙機一般試験標準ハンドブック	新規制定 /改定	限定無し (一般)	平成29年3月31日
3	2-200-HB001	科学衛星等電気設計基準	新規制定	限定無し (一般)	平成29年5月16日
4	2-400-HB201	CCSDS概説書	新規制定	限定無し (一般)	平成29年5月16日

NO.	JERG	標準名称	区分	アクセス範囲	制定日
1	2-130	宇宙機一般試験標準	A改定	限定無し (一般)	平成29年1月17日
2	2-130-HB001	衝撃試験ハンドブック	A改定	限定無し (一般)	平成29年3月31日
3	2-130-HB002	音響試験ハンドブック	B改定	限定無し (一般)	平成29年3月31日
4	2-130-HB003	振動試験ハンドブック	A改定	限定無し (一般)	平成29年3月31日
5	2-130-HB004	フォースリミット振動試験ハンドブック	C改定	限定無し (一般)	平成29年3月31日
6	2-130-HB005	振動試験ハンドブック	B改定	限定無し (一般)	平成29年3月31日
7	2-200	電気設計標準	A改定	限定無し (一般)	平成29年5月16日
8	2-200-TM001	信号インタフェース例	A改定	限定無し (一般)	平成29年5月16日
9	2-420	RF回線設計標準	C改定	限定無し (一般)	平成29年5月16日

第15回 試験技術ワークショップ

9

宇宙機設計標準 公開HP



The screenshot displays two browser windows side-by-side. The left window shows the Japanese version of the website (日本語版HP) with a navigation menu and a list of standards under '1. JMR/JERG'. The right window shows the English version (英語版HP) with a similar navigation menu and a list of standards under '1. JMR/JERG Common Technical Documentation'. The URL in the address bar is http://sma.jaxa.jp/TechDoc/index.html.

第15回 試験技術ワークショップ

10

英語版の活用事例



トルコのTURKSAT社に対しDirect Participation Program (DPP)の一環として、JAXAの「宇宙機一般試験標準」に関する講義を行った。

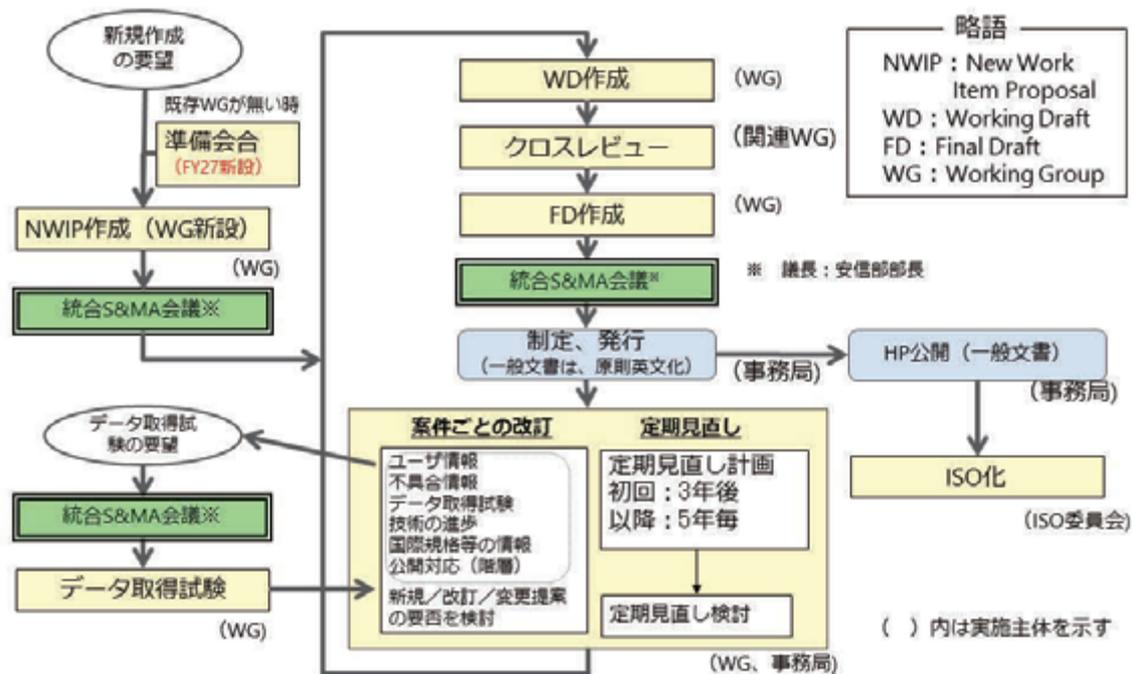
講義日時：2015/9/7(月)～9/11(金)
 講師：施、高橋（試験ユニット）
 講義参加者：TURKSAT社員 50～65名程度（講義内容による）
 講義内容：JAXA試験標準の紹介とその技術根拠に関する講義、機械・熱環境試験に関する基礎・応用技術
 講義構成：Introduction to JERG-2-130 Test Requirements；Practical Guide and Technology of Environmental Test；Basic and advanced theory and technology of mechanical tests；Thermal Testing and Verification.
 所感（試験ユニット）：
 JAXA試験標準の要求の根拠などのコンセプトレベル、欧州規格との違い等の質問が100件以上あり、JAXA設計標準への注目が伺えた。試験標準に限らず、JAXA設計標準の公開を望む声もあった。



キャパシティビルディング教材の整備（JAXA新事業促進部）への協力：

平成25年度より、政府が推進するインフラ海外展開の支援を目的に、技術的な内容を主とした宇宙新興国向けキャパシティビルディング教材の整備を開始した。
 対象：一般試験標準、構造設計標準、電気設計標準、熱設計標準、一般環境標準、EMC設計標準、等

宇宙機設計標準 整備フロー



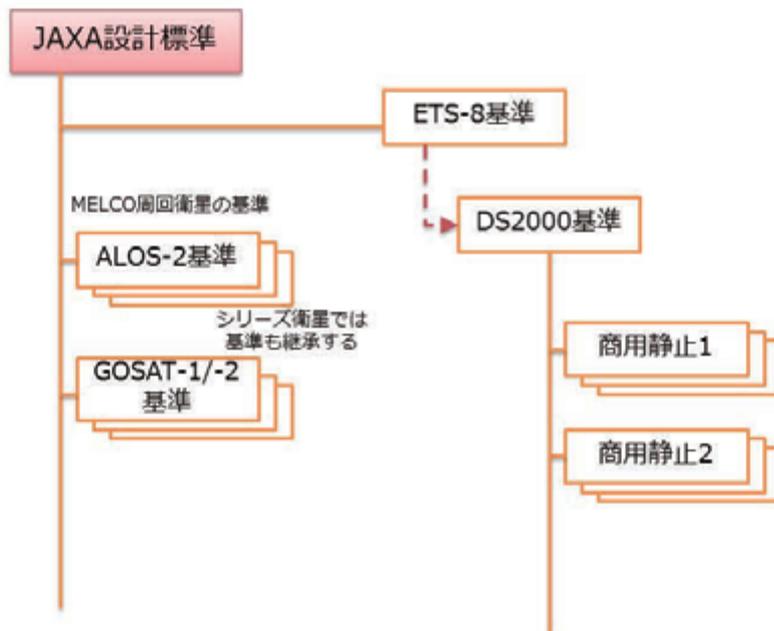
設計標準WG準備会合



<p>FY27 「環境試験に係る信頼性評価WG準備会合」(リーダ: 第1本部S&MA 白井誠 主任) 目的: 環境試験の有効性、試験条件の妥当性について信頼性の観点で検討を行う。 FY28より正式WGとして、よりコンーネット熱真空試験における熱サイクル数の最適化検討に着手。</p>	<p>FY28 標準制定</p>
<p>FY27 「JAXAにおけるCOSDS活動に関する意見交換会」(リーダ: 宇宙研 竹内央 先生) 目的: 「COSDS概説(JERG-2-400-HE004)」の作成 COSDS文書について分かりやすい情報提供を求める声に対し、どの文書にどのような内容が記載されているかが一目で分かるよう、文書のカタログ的な概要を作成し、上記サイトから外部公開する。</p>	<p>FY28 標準制定</p>
<p>FY27 「科学衛星電気設計基準・準備会合」(リーダ: 宇宙研 廣瀬和之 先生、尾崎 正伸 先生) 目的: 「科学衛星搭載機器の電気設計基準書(JERG-2-020)」(平成16年8月20日制定)を見直し、今後の科学衛星全体に広く適用できる電気設計基準書を本年度中に制定し発行する。</p>	<p>FY28 標準制定</p>
<p>FY28: 「科学衛星テレコマ設計基準・準備会合」(リーダ: 宇宙研 松崎恵一 先生) 目的: 代々、科学衛星プロジェクトで受継がれてきた「テレコマ設計基準」を整理し、将来JAXA衛星全般に適用することも視野に入れて設計標準としての制定が可能かどうか議論を行う。</p>	<p>FY28より WG活動中</p>
<p>FY28: 「惑星保護設計標準(仮)・準備会合」(リーダ: 研開部門 藤田和央 主幹) 目的: これまで、個別プロジェクトが対応してきた惑星保護への対応ノウハウや、海外動向・文献を整理し、今後の国際共同プロジェクトで活用できる、惑星保護標準の整備を行う。</p>	<p>FY28より WG活動中</p>
<p>「光通信設計標準・準備会合」(リーダ: 研開部門 荒木智宏 主任) 目的: 近年、衛星での利用が進められている光通信設計技術の標準化及びISO化を行う。</p>	<p>FY29、30 活動予定</p>

(その他、通用標準に関する準備会合を開催する計画としている)
 第15回 試験技術ワークショップ

プロジェクト/メーカーでの設計標準の利用



平成26年度 宇宙機設計標準ワークショップ
 静止衛星に対する標準適用状況について 三菱電機株式会社

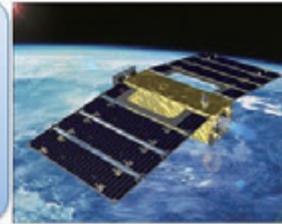
衛星開発結果のフィードバック (SLATSの例)

超低高度衛星技術試験機 (SLATS)

今後の衛星利用の新たな可能性を拓く超低高度衛星 (高度200~300km) の実現に向け、JAXAが培ってきたイオンエンジン技術による超低高度における軌道保持技術を実証する衛星である。

併せて下記データ取得および評価を行う。

- * 超低高度衛星の設計に必要な大気密度や原子状酸素に関するデータを取得
- * 観測へのイオンエンジン制御の影響を評価

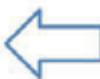


SLATSで新たに得られる成果を、これから開発する衛星の設計に反映するためには、設計標準等に取り込むことが有効と考えられる。FY29以降、軌道上での成果を踏まえて、記述内容等について、関連WGと調整を進める予定。

取得データ	候補となる設計標準(案)	内容
①大気密度、原子状酸素密度データ	JERG-2-141 宇宙環境設計標準(WG10) JERG-2-151 ミッション・軌道設計標準(WG12) JERG-2-510 姿勢制御系設計標準(WG500)	大気モデルNRLMSISE-00からのずれを表す補正係数 η を算出する。一定高度のみならず、時期異なるものの高度を遷移しながら同一手法で密度の高度分布を新たに得る。また、観測へのイオンエンジン制御の影響に関する知見を反映する。
②Cd算出法	JERG-2-141 宇宙環境設計標準(WG10) JERG-2-151 ミッション・軌道設計標準(WG12)	極超音速希薄風洞 θ 調布で抗力係数Cdの熱応係数 γ 依存性などをFY28に評価予定で、SLATS軌道上予測に反映する計画である。
③材料・コーティング手法	(該当 設計標準なし)	AO耐性を有する材料・コーティング手法について、SLATSでの評価は約2年であるが、これから開発する衛星の5年程度の長期運用に耐え得る知見として反映する。
④電気推進高圧電源・制御回路設計手法	JERG-2-340 宇宙機用推進系設計標準	静止衛星や探査機より短サイクルでのduty制御や短く可視時間の制約に対応する新規設計結果から得られた知見を反映する。

目次

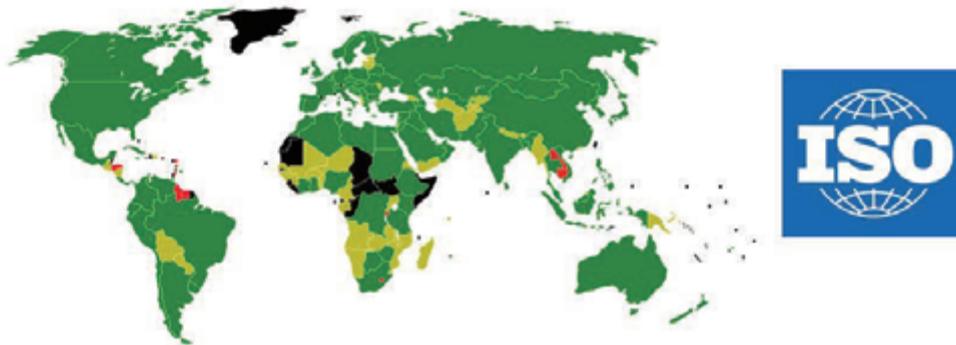


- 標準化の意義と、宇宙機設計標準の概要
- 国際標準化の意義と、宇宙ISOの取り組み 
- 今後の取り組みと、試験技術への期待
- まとめ



ISOとは

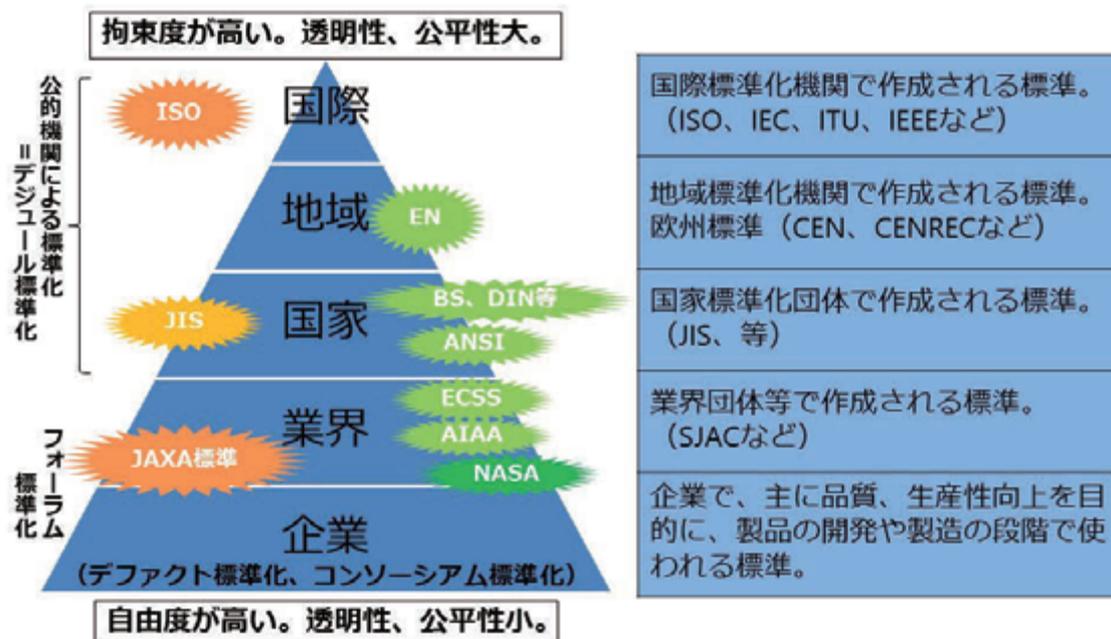
- 国際標準化機構 (International Organization for Standardization: ISO)
- 目的：物質及びサービスの国際交易を容易にし、知的、科学的、技術的及び経済活動分野における国際間の協力を促進するために、世界的な標準化及びその関連活動の発展開発を図ること
- 本部：スイスのジュネーブ
- 参加国：162か国 参加団体：119か国



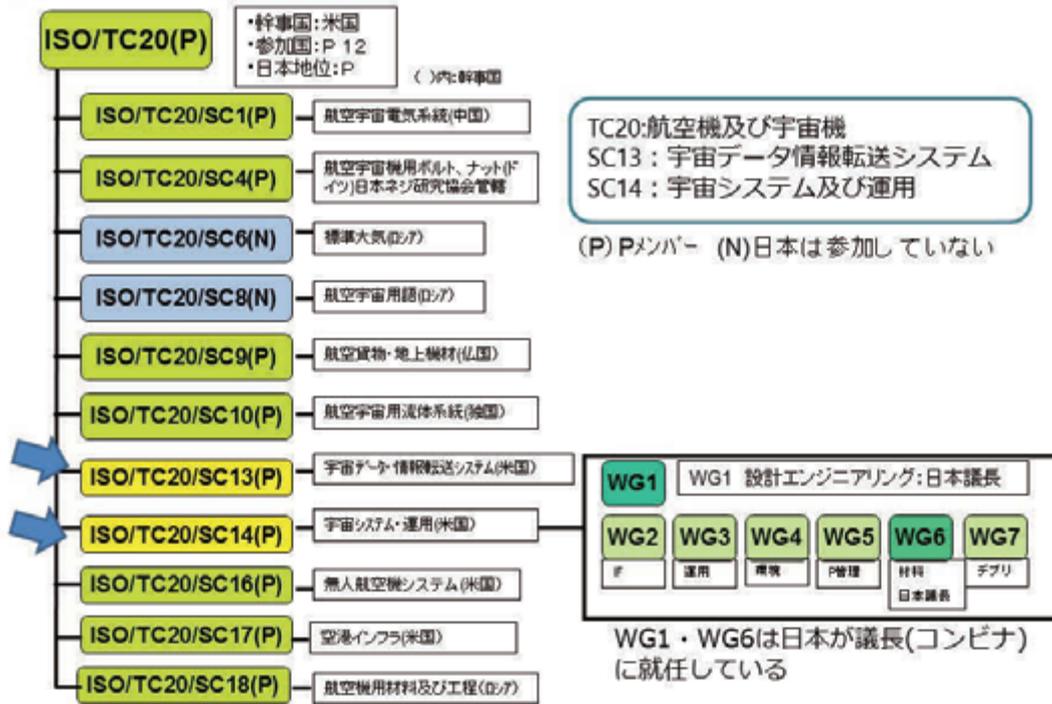
ISO会員国の地図。■緑がメンバー国 (members)。■黒は非会員国。
 ■黄色は標準活動がまだ進展していない国 (correspondent members)。
 ■赤は経済活動が非常に小規模な国 (subscriber members)[2]。

<https://www.iso.org/>

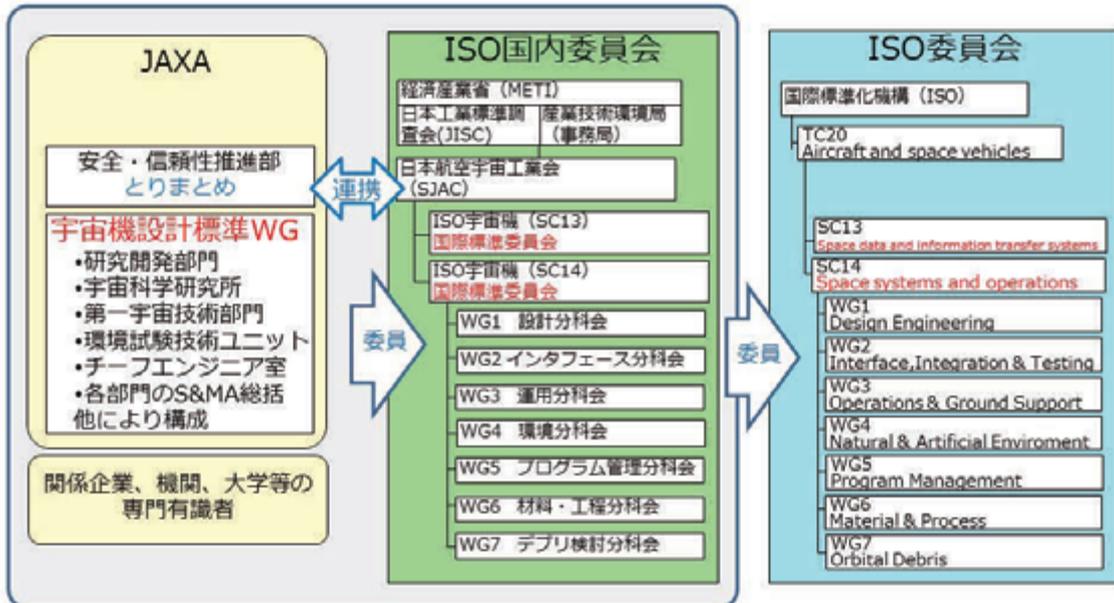
標準化のレベル



ISO/TC20の組織図



JAXAと国際標準化活動



JAXA-メーカー間、メーカー-メーカー間の垣根を低くしたAll Japan体制

国際標準提案の流れ



JAXA宇宙機設計標準を
ベースに提案
(JAXA-SJAC連携アイテム)



- ・品質・信頼性の向上
- ・生産性の向上
- ・国際貢献

日本からの
新規提案



- ・貿易の拡大
- ・宇宙産業の拡大
(品質・信頼性の向上)

経産省からの委託(毎年10月公募)で開発

1. 受動系電波センサ間の校正標準
2. 民生部品の宇宙放射線試験標準
3. 宇宙材料開発分野における耐原子状酸素コーティング技術に関する国際標準化
4. 衛星利用高精度除雪支援システムの国際標準化
5. 有人宇宙プログラムを対象とした材料燃焼性試験方法に関する国際標準化
6. 宇宙光通信の国際標準化

産業界 (JAXA含む) からの要求

日本提案の宇宙ISO標準の状況

(2017年11月)



No.	標準No.	標準名	WG	ベースとなったJAXA標準	2017年11月
1	ISO10785	ペロース設計と運用	1		ISO制定済み(2011年)
2	ISO10786	構造用コンポーネントとアセンブリ	1	JERO-2-320 構造設計標準	ISO制定済み(2011年)
3	ISO10794	材料、機構部品、工程	5		ISO制定済み(2011年)
4	ISO10830	固体モーターロケット用黒鉛基体の積層自動検査法	6		ISO制定済み(2011年)
5	ISO11221	太陽電池パネルの試験標準	1		ISO制定済み(2011年)
6	ISO11227	二次電池測定試験方法(共同提案)	7		ISO制定済み(2012年)
7	ISO11892	サブシステム及びユニットと宇宙機のインタフェース管理文書	2		ISO制定済み(2012年)
8	ISO12208 641	静止衛星の太陽電池劣化に及ぼす太陽陽子フルエンス計算手法	4	JERO-2-141 宇宙環境標準 JERO-2-143 放射線設計標準 JERO-2-141 宇宙環境標準	ISO制定済み(2011年)
9	ISO14200	ソテオロイタルデブリ環境モデルの適用プロセス	4		ISO制定済み(2012年)
10	ISO14950	衛星運用性	3		ISO制定済み(2014年)
11	ISO15387	複合太陽電池セルの測定校正法	1		ISO制定済み(2005年)
12	ISO15388	コンタミネーション及び清浄度管理	6	JAF-010 コンタミネーション管理標準	ISO制定済み(2012年)
13	ISO15864	宇宙機、サブシステム及びユニットの一般試験方法	2	JERO-2-130 宇宙機一般試験標準	ISO制定済み(2012年)
14	ISO16378	材料の熱光特性測定試験方法	6		ISO制定済み(2013年)
15	ISO16698	地盤気活動指数の予測方法	4	JERO-2-141 宇宙環境標準	ISO制定済み(2013年)
16	ISO17546	宇宙用LEDの設計検証要求	7		ISO協議中
17	ISO/TS18146	宇宙機用デブリ対策設計・運用ガイドライン	1	JERO-0-056 宇宙機用デブリ対策設計・運用マニュアル	ISO協議中
18	ISO18187	高精度測位のための衛星利用サービスに関する要求	1		ISO制定済み(2015年)
19	ISO19693	超小型衛星の耐宇宙環境性能基準	1	JERO-2-130 宇宙機一般試験標準	ISO制定済み(2017年)
20	ISO19923	宇宙機電位の最高電位時の電位推定	4		ISO協議中
21	ISO/POIS19971	射場におけるロケットと宇宙機の共同作業文書	2	JERO-1-007 射場・飛行運用安全統合標準	ISO協議中
22	ISO/POIS20189	運用衛星用製品保証の標準化	5		ISO協議中
23	ISO/TR 20590	ロケット用デブリ対策設計・運用ガイドライン	7		ISO協議中
24	ISO/DIS20930	電圧センサの校正要求	1		ISO協議中
25	ISO/DIS20991	超小型衛星に関する要求事項	1		ISO協議中
26	ISO/CD 21095	再突入宇宙機・ロケット軌道投入機体のリスク削減手順	7	JERO-0-047 再突入機の再突入飛行に係る安全基準	ISO協議中
27	ISO/DIS21979	運動的射撃帯粒子モデル	4		ISO協議中
28	ISO/AWI 21980	民生部品の宇宙放射線試験標準	4		ISO協議中
29	ISO/AWI 22591	衛星利用高精度除雪支援システム	1		ISO協議中
30	ISO/23038(Eu1)	宇宙用太陽電池セルの電子線・陽子線照射試験法	1		ISO制定済み(2006年)
31	ISO23038	宇宙用太陽電池セルの電子線・陽子線照射試験法	1		ISO協議中
32	ISO23041	無人衛星運用手順	3		ISO制定済み(2007年)
33	ISO/DIS23041	無人衛星運用手順	3		ISO協議中
34	ISO/AFS23129	宇宙材料分野における耐原子状酸素コーティング標準	6		ISO協議中
35	ISO/AFS23142	機構設計標準	1	JERO-2-320 機構設計標準	ISO協議中
36	ISO23339	無人衛星・探査衛星検査	6		ISO制定済み(2010年)
37	ISO24461	水素ガス処理システム	5		ISO制定済み(2010年)
38	ISO26669	小型衛星とロケットのインタフェース要求条件書	2		ISO制定済み(2012年)
39	ISO27878	無人宇宙機及び打上げロケットの上段機体の再突入リスク管理	3		ISO制定済み(2010年)
40	未	太陽電池劣化予測法	1		提案準備中
41	未	熱放射線設計標準	1	JERO-2-310 熱放射線設計標準	提案準備中
42	未	ワイヤードレーティング設計標準	1	JERO-2-212 ワイヤードレーティング設計標準	提案準備中
43	未	熱真空試験条件の決定方法	2		提案準備中



国際標準化に係る官民の戦略目標

- 2006年11月、経済産業大臣のイニシアチブの下で、国際標準化戦略目標について、官民で合意。

国際標準化戦略目標

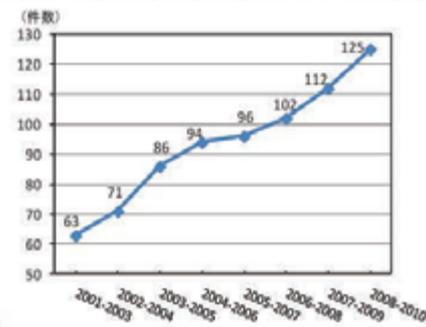
2015年までに欧米諸国に比肩しうよう、国際標準化を戦略的に推進。

国際標準の提案件数の倍増

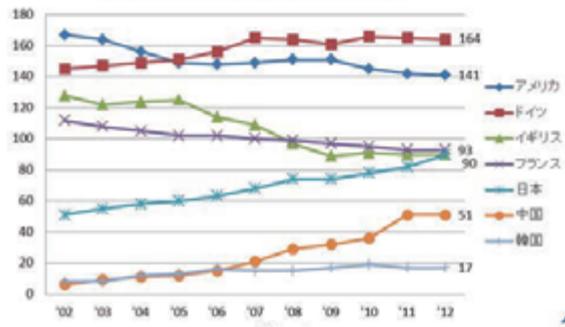
欧米並の幹事国引受数の実現

- 国際標準提案件数については、ほぼ倍増を達成するとともに、幹事国引受数では英仏に並んだところ。

日本からの国際標準提案件数推移 (ISOとIECの合計)



各国のISO/IEC国際幹事引受数の推移



首相官邸HP(<http://www.kantei.go.jp/>)

ISO_TC20/SC14_2016年春期国際会議



- 会期 : 2016年5月23日 (月) ~27日 (金)
- 場所 : Holiday Inn Beijing Changan West (中国・北京)
- 参加国 : ブラジル、中国、フィンランド、フランス、ドイツ、イタリア、日本、ロシア、英国、米国
(欠席: インド、カザフスタン、ウクライナ)
- 参加者 : 118名 (スカイプ参加、複数WG参加含む)

国	人数	分科会 (WG)	参加人数	審議案件数
ブラジル	2	WG1 (設計)	44	13
中国	59	WG2 (試験・インタフェース)	18	13
フィンランド	1	WG3 (運用)	9	10
フランス	8	WG4 (宇宙環境)	9	12
ドイツ	6	WG5 (プログラム・品質管理)	17	17
イタリア	1	WG6 (材料・工程)	13	7
日本	23	WG7 (デブリ)	8	4
ロシア	12			
英国	2			
米国	4			
計	118			



Holiday Inn Beijing Changan West

WG3・WG7は合同で会議

WG1及びWG6 : 日本議長

ISO_TC20/SC14_2016年秋期国際会議

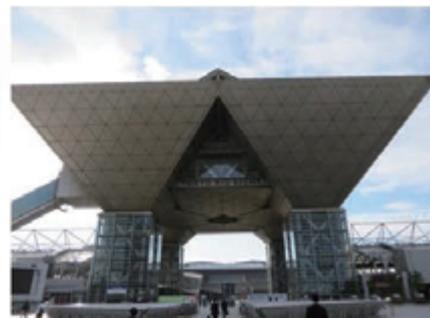


- 会期 : 2016年10月12日(水)～14日(金)
- 場所 : 東京ビッグサイト(日本・東京)
- 参加国 : 中国、フランス、ドイツ、日本、ロシア、米国
(欠席: ブラジル、フィンランド、イタリア、インド、ウクライナ、英国)
- 参加者 : 48名(Web会議参加含む)

参加者数

国	WG1	WG6	合計	分科会 (WG)	審議 案件数
中国	12	2	14	WG1 (設計)	21
フランス	2	(1)	2+(1)	WG6 (材料・工程)	11
ドイツ	1	0	1		
日本	18	6	24		
ロシア	2	2+(1)	4+(1)		
米国	0	(1)	(1)		
計	35	10+(3)	45+(3)		

WG1及びWG6: 日本議長



東京ビッグサイト

()内の数字はWeb会議による参加

ISO_TC20/SC14_2017年春期国際会議



- 会期 : 2017年6月12日(月)～16日(金)
- 場所 : ESPACE HAMELIN(フランス・パリ)
- 参加国 : ブラジル、中国、フィンランド、フランス、ドイツ、ウクライナ、日本、ロシア、英国、米国
(欠席: イタリア、インド、カザフスタン)
- 参加者 : 106名(電話会議での参加、複数WG参加含む)

国	人数	分科会 (WG)	参加 人数	審議 案件数
ブラジル	6	WG1 (設計)	25	13
中国	17	WG2 (試験・インタフェース)	18	14
フィンランド	1	WG3 (運用)	9	11
フランス	10	WG4 (宇宙環境)	9	12
ドイツ	6	WG5 (プログラム・品質管理)	19	15
日本	26	WG6 (材料・工程)	11	7
ロシア	15	WG7 (デブリ)	15	7
ウクライナ	4			
英国	2			
米国	13			
ESA/ECSS	6			
計	106			

WG1及びWG6: 日本議長
参加人数は延べ人数



ESPACE HAMELIN

国際標準化を取り巻く状況



http://number.bunshun.jp/



http://www.sjco.or.jp/ (AFLO SPORTS)



http://www.sknpo.com/

「技術で勝って、試合（ルール）に負けた」

図表1-1 5V-Vの標準化

図表2 電線の色が定まった

1996年CEマーキング法が施行。
電線の色が違つと、海外に販売できない。
ドタバタでIEC規格に準拠したJISを制定し対応。

トランジスタにはNPN型とPNP型の2種あり。

従来は、
NPN(日本；性能が良く安い)
PNP(欧米；フェールセーフ)

「機械安全に用いるセンサはPNPでなければならない」という規則が出来てしまった。

図表1-2 電力回路の例

「国際標準は自分で創れ」日本電気制御機器工業会



①標準化の失敗例：産業用スイッチの制御パネル取り付け穴

IEC 規格化されず IEC

φ30.5mm 取り付け穴 φ25.5mm 取り付け穴 φ22.3mm 取り付け穴

発祥国 USA 日本 EU

IEC 60947-5-1:2002

NECA C4521:2002 (IEC JIS C4521:1991)

JIS C8201-5-1:2007



平成27年度 JAXA宇宙機設計標準ワークショップ
工業会での国際標準化活動を活性化し成功させる体験談をこれ
IEC/JIS標準化活動とNECAとIECで15年間の戦いを学んだこと
IECC藤田さん

②危機一髪の例：Suicaカード(Felica)



- 1988年 ソニーがFelica方式非接触式ICカードを開発
- 1996年 WTO政府調達協定が発効
- 1999年2月 ISO/IEC合同のICカードの国際標準化審議が
モトローラ方式とフィリップス方式で進行
- 2000年頃 JR東日本がFelica方式カードを調達準備
- 2000年7月 モトローラ社がWTO調達違反(※)として異議申立
国際規格成立前のため却下
- 2001年5月 JR東日本の公開入札でFelica方式カードの採用決定
- 2001年6月 **フィリップス方式、モトローラ方式のICカードが
国際規格として成立** 1か月
- 2004年3月 ICカードではなく近距離無線通信規格として、
Felica方式が国際規格として成立



後続のICカード標準化は各国案が乱立してまとまらず

国際標準化を巡る国内の動向 平成26年2月
経済産業省産業技術環境局基礎保証ユニット
産業基盤標準化推進室
http://www.jstra.jp/html/PDF/METL_presentation.pdf

2015年現在Felicaチップの出荷数は累計8億9000万個。海外では香港、シンガポール、タイ、インドなどに主に交通機関の乗車券カードとして採用されている。

(※) WTO政府調達協定：政府の調達における技術仕様において、適当な場合には国際規格に基づいて定めることを規定(第6条) なお、JRは政府と同様に扱われる。

宇宙ISOに対する各国の状況



目次



- 標準化の意義と、宇宙機設計標準の概要
- 国際標準化の意義と、宇宙ISOの取り組み
- 今後の取り組みと、試験技術への期待 ←
- まとめ

良くない標準化活動の例



<https://www.hyo-junka.com/merideme>



(1)やる気の喪失
この方法では、心理学的にも動機付けが低いことが知られており、担当者が標準化された仕事に対する動機付け(=やる気)を喪失する。

(2)個人成長の機会の喪失
標準の利用がルーチンワーク化されていけばいほど、担当者個人は考えずにこなすようになる。思考停止状態では人間は成長できない。

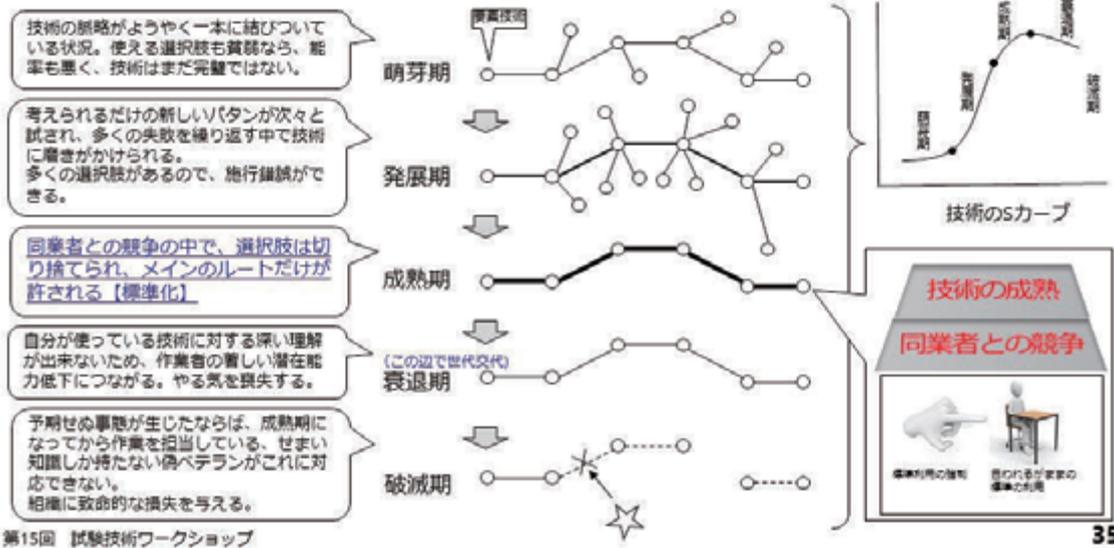
改善策の例



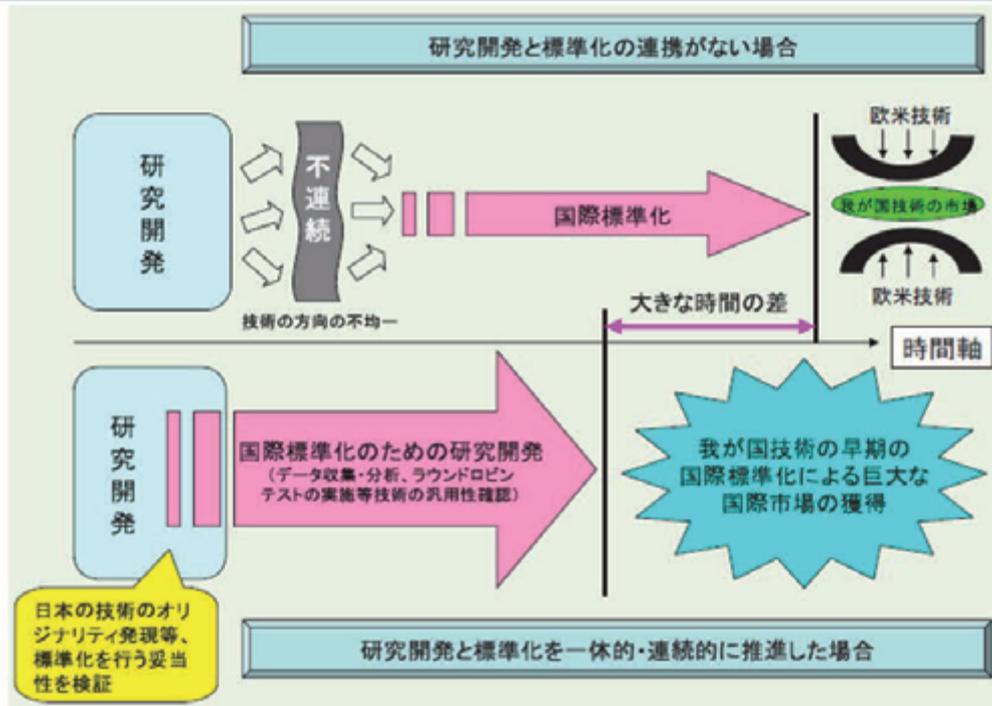
企業30年説 「失敗学のすすめ」 畑村洋太郎 講談社文庫



- すべての技術は、萌芽期、発展期、成熟期、衰退期を通る。
- ある技術が発展期に入ってから衰退期に移行するまでの期間は、一般的には約30年程度。
- 新入社員が、第一線の現場を退くまでの期間が約30年程度。



文部科学省 科学技術白書

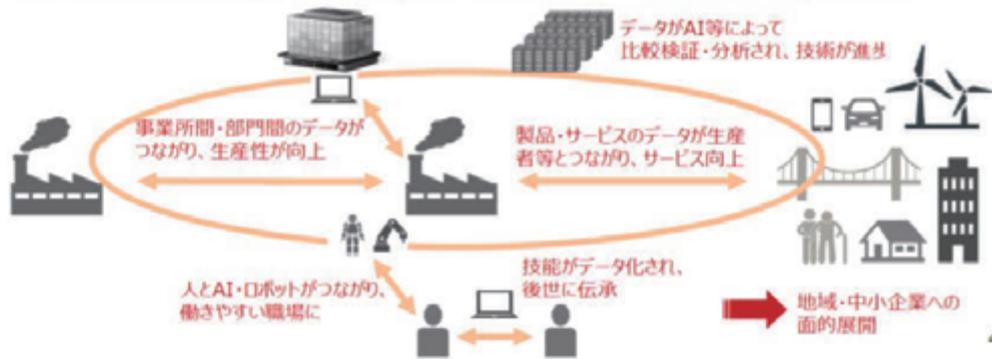


Connected Industries東京イニシアチブ2017(平成29年10月2日)

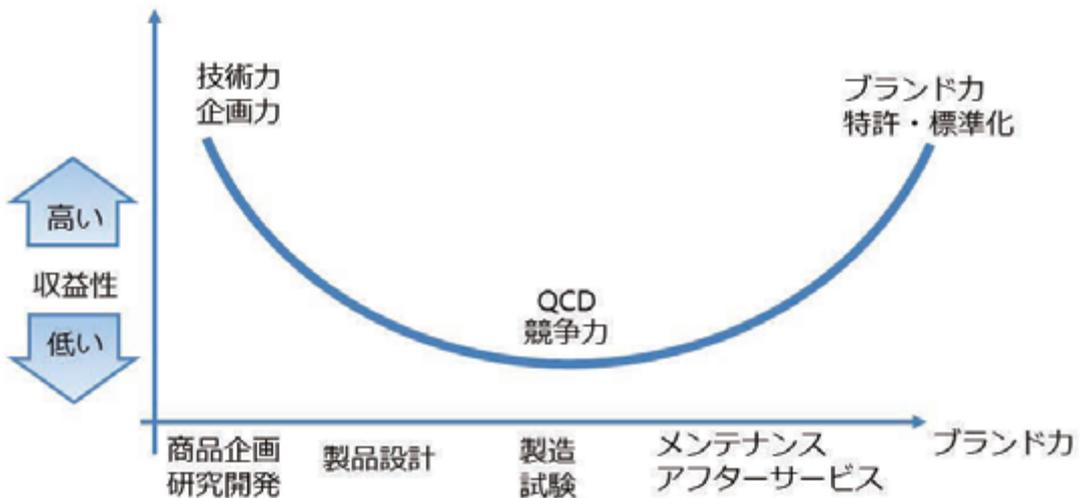
Connected Industriesの考え方

～我が国産業が目指す姿(コンセプト)～

- 従来** 事業所・工場、技術・技能等の電子データ化は進んでいるが、それぞれバラバラに管理され、連携していない
- 産学官における議論喚起・検討**
 - モビリティ、ものづくり、バイオ・素材、プラント保安、スマートライフなど分野別の取組
 - データ活用、標準化、IT人材、サイバーセキュリティ、AI開発など横断的な取組
- 将来** データがつながり、有効活用されることにより、技術革新、生産性向上、技能伝承などを通じた課題解決へ
 「Connected Industries」は、Made in Japan、産業用ロボット、カイゼン等に加え、日本の新たな強みに



スマイルカーブ



熱サイクルによる不具合検出効果の定量化



- 不具合の累積検出率と熱サイクル数の関係をワイブル分布で定量化[10].

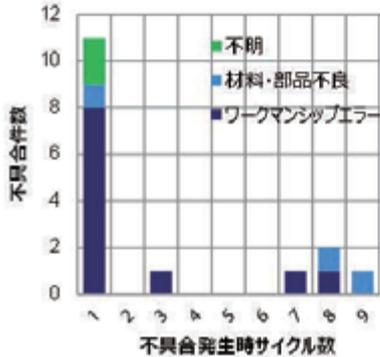


Fig.7 不具合発生時サイクル数と不具合件数

ワイブル分布でモデル化

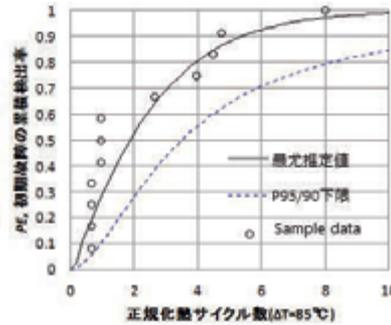
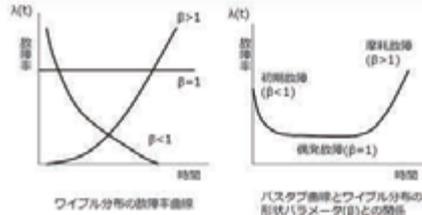


Fig.8 ワイブル分布による不具合検出効果のモデル化

[10] 高橋大和, 船越忠, 宇宙機搭載機器の熱真空試験データを用いた熱サイクル数に対するスクリーニング効果のモデル化, 日本機械学会論文集, Vol. 82, No. 835 (2016).

ワイブル分布:

故障データの解析によって、初期故障期なのか、偶発故障期なのか、または、摩耗故障期なのかを判定するもの



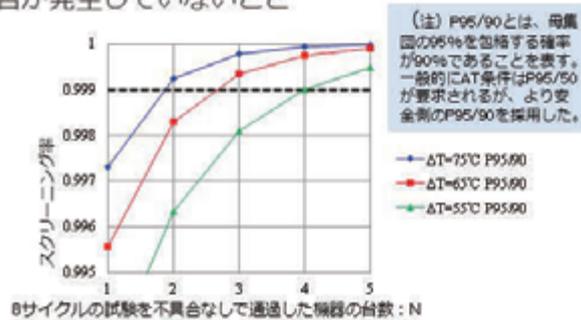
熱サイクル数を削減できる条件の整理



- ベイズの定理に基づく信頼度更新モデルを構築し、熱サイクル数を「8サイクル」から半分の「4サイクル」に削減しても、スクリーニング率99.9%を上回る条件を検討した。
- 結果、「(2)スクリーニング率が99.9%を上回る」ことに関して次の条件を設定した。
 - ① 試験温度範囲 (ΔT) が分析対象機器と同等以上であること
 - ② 2台連続で熱に起因した不具合が発生していないこと



2台連続で熱に起因した不具合が発生しなければ、その次のATは4サイクルに削減可能



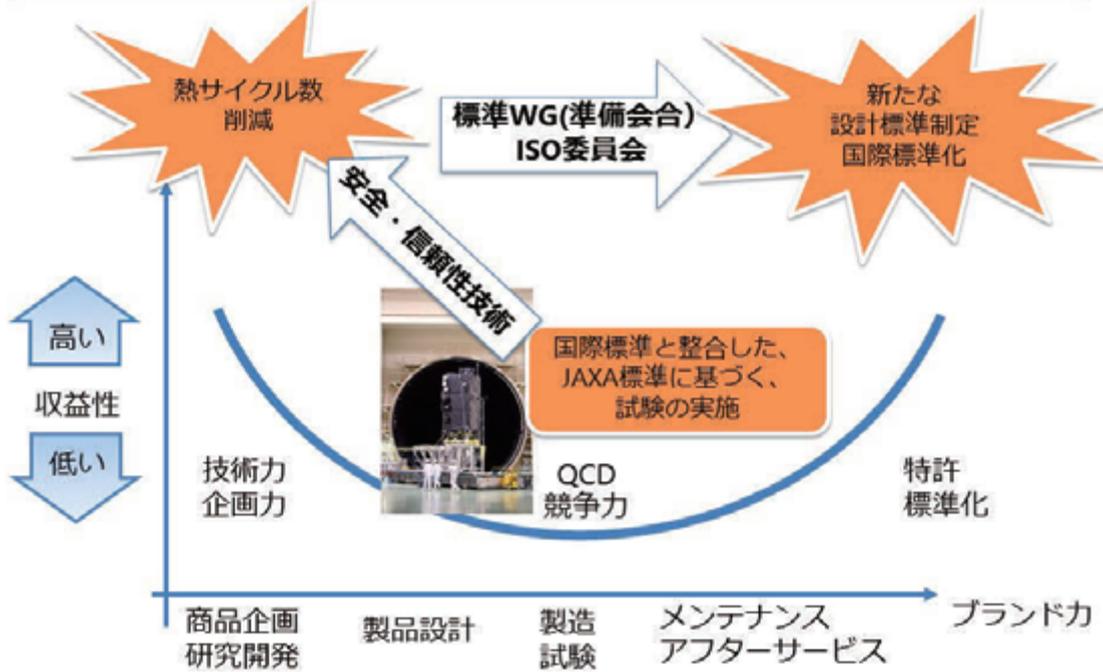
ベイズの定理:

条件付き確率に関して成り立つ定理。いくつかの未観測要素を含む推論等に応用される。

$$R_{N+1} = 1 - \frac{p_0(1 - TE(8))^N(1 - TE(4))}{p_0(1 - TE(8))^N(1 - TE(4)) + 1 - p_0}$$

p_0 : 不具合を内在している確率
 $TE(8)$: 8サイクルの不具合検出率
 $TE(4)$: 4サイクルの不具合検出率

環境試験技術と、安全・信頼性技術



第15回 試験技術ワークショップ

開発段階	安全・信頼性技術の例	安全・信頼性 目標値の 設定	安全・信頼性 実証試験	安全・信頼性 実証試験 (製品レベル)	安全・信頼性 検証(製品レベル)	安全・信頼性 検証(製品レベル)	安全・信頼性 検証(製品レベル)
(レベル)							
要求		1 コンセプト定義	11 安全・信頼性目標値の設定	12 信頼性 検証			9 信頼性サポート
システム		2 機能設計	21 信頼性 検証	22 信頼性 検証			8 適合点試験
製品		3 製造設計	31 信頼性検証 32 信頼性検証	33 信頼性 検証			7 適合点試験-投入試験
製造 サブシステム		4 詳細設計	41 信頼性-目標値管理 42 信頼性 検証	43 信頼性 検証			6 統合化-検証試験
部品 モジュール		5 製造	51 製造 検証/レビュー	52 製造/検査			5 適合点試験-投入試験
管理 プログラム		101 安全・信頼性目標値管理	102 安全・信頼性目標値管理 103 安全・信頼性目標値管理	104 安全・信頼性目標値管理	105 安全・信頼性目標値管理	106 安全・信頼性目標値管理	107 安全・信頼性目標値管理
安全・信頼性技術の例		安全・信頼性目標値管理	安全・信頼性目標値管理	安全・信頼性目標値管理	安全・信頼性目標値管理	安全・信頼性目標値管理	安全・信頼性目標値管理
安全・信頼性技術の例		安全・信頼性目標値管理	安全・信頼性目標値管理	安全・信頼性目標値管理	安全・信頼性目標値管理	安全・信頼性目標値管理	安全・信頼性目標値管理

第15回 試験技術ワークショップ

目次



- 標準化の意義と、宇宙機設計標準の概要
- 国際標準化の意義と、宇宙ISOの取り組み
- 今後の取り組みと、試験技術への期待
- まとめ 

まとめ



- 標準化は、信頼性向上、労力の短縮、等、のメリットがある活動である。
- JAXA宇宙機設計標準は、新たな標準の作成や、プロジェクト業務のフィードバックを活性化させる段階に入っている。
- 近年の標準化は、国際競争における重要なツールとなりつつある。
- 今後の宇宙開発においては、従来の高品質・高信頼性活動は継続しつつ、「研究開発と標準化と一体となった取り組み」が必要。
- 試験技術における、熟サイクル数削減に向けた活動が、一つの理想形。引き続き、活動の継続と発展をお願いしたい。

安全・信頼性推進部では、安全・信頼性技術技術の紹介、標準化活動のサポートを行っていきます。今後とも、ご支援・ご協力よろしくお願ひします。

質疑応答

質問者① JAXA 第二研究ユニット 柳瀬様

A S N A R O 2の発表もありましたが、昔、アメリカのDODで信頼性を高く保たなければならぬものは、Aというカテゴリを作ってもの凄い大金をかけて試験をやります。それからB, Cとランクをつけて、コストレベルを高くできないチャレンジングなものは標準のレベルを下げるというような話がありました。今日のように、データが集まってきている現状を踏まえると、次はそういう検討が可能になると思っていますが、この点についていかがでしょうか。

発表者

衛星のクラス分けの話については、安倍部の中でもよく議論になります。逆に言うとはJAXAの衛星は1階層しか無いので、一律の条件が課せられるというような現状です。小型衛星がたくさん開発されるとこの点の検討がより必要になると考えています。ただし、海外からの視点で見ると、まだデータ数が圧倒的に少ないです。このように、必要性和現実との間で、一步踏み出せずにいる状態です。今後、衛星クラス分けについて、引き続き検討や議論をさせていただきます。

質問者① JAXA 第二研究ユニット 柳瀬様

衛星クラス分けに関しては、メーカーと連携して、メーカー主導で検討していただくのはどうでしょうか。JAXAが主導になると、どうしても厳しめになってしまうと思っています。

発表者

おっしゃる通りです。メーカーの協力も仰いで、一丸となってやる必要があると思っています。

質問者② JAXA OB 斎藤様

信頼性の観点で、部品への取組の最近の動向を教えてください。

発表者

既知の範囲で申し上げますと、JAXA内の部品への取組も変わってきております。特に、部品の認定制度をメーカーに一任していただくというような議論が行われています。

質問者

例えば、航空機業界などは、海外の部品の認定制度がゆるぎなく構築されていて、日本部品が立ち入る隙がありません。宇宙業界で同じことにならないか懸念しています。

発表者

懸念点を踏まえて、検討させていただきます。

質問者③ 有人宇宙システム株式会社 青木様

標準について、あまり詳しいわけではないため、向こう見ずな質問になるかもしれませんが、ご了承ください。民生としての宇宙を頭に思い浮かべたとき、標準化というのは非常に大切だと思います。安全性・品質保証の観点で、人に影響を及ぼすこと、ミッションに影響を及ぼすこと、あるいは、周囲へ影響を及ぼすこと等のようなランク付けがあると思います。そのときにたとえば先ほどの熱サイクル試験 8 回を 4 回にというような話にもつながると思いますが、人にとって重大な影響を与えるようなハザードを起こすんだったら 8 回、周囲への影響を及ぼすようであれば 4 回、自分のミッション喪失だけだったら 1 回とかそういうような標準化の方法というのはあり得ないですか。

発表者

用途に応じた標準のランク分けということでしょうか。試験標準の観点で見れば、プロジェクトごとに影響度というものが決められております。つまり、影響度と発生の頻度によって、戦略が変わります。先ほどのおっしゃったように、ハザードによってあるいは、環境によって試験要求が変わるといような規則は現状ありません。試験条件は、一律決まったものが課されます。

先ほど別の発表における質問にもあった通り、ミッションに応じて色々要求が変わってくるということは、まだ全体の設計標準としては設定されていないという状況になっております。試験標準の観点で見ると、条件に合えば、テーラリングは許可となっております。しかし、試験標準も設計標準同様に、カテゴリ化・レベル分けされていない現状です。

熱サイクル削減の話をする、条件を達成すれば、8 回か 4 回かの選択の余地があると証明できたことが、今後の標準の検討を進める中で、インパクトが大きいと感じています。