限定なし

JERG-0-052B

宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック

（共通編）

２０２４年５月２４日　B改訂

宇宙航空研究開発機構

免責条項

ここに含まれる情報は、一般的な情報提供のみを目的としています。JAXA は、かかる情報の正確性、有用性又は適時性を含め、明示又は黙示に何ら保証するものではありません。また、JAXA は、かかる情報の利用に関連する損害について、何ら責任を負いません。

Disclaimer

The information contained herein is for general informational purposes only. JAXA makes no warranty, express or implied, including as to the accuracy, usefulness or timeliness of any information herein. JAXA will not be liable for any losses relating to the use of the information.

発行

〒305-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1

宇宙航空研究開発機構 安全・信頼性推進部

JAXA（Japan Aerospace Exploration Agency）

目　次

はじめに 1

1. 総則 3

1.1 目的 3

1.2 範囲 3

2. 関連文書 4

2.1 参考文書 4

3. 用語の定義と略語 7

3.1 用語の定義 7

3.2 略語 8

4. 一般（共通）事項 10

4.1 宇宙適用の概念と基本フロー 10

4.2 ユーザ（システム/機器）メーカ側と部品メーカ側の合意（協力） 15

4.3 システムのリスク対応方針と部品の品質保証レベルの目安 31

4.4 選定指針と禁止・制約に関する共通事項 36

4.4.1 一般 36

4.4.2 選定指針 36

4.4.3 故障率 37

4.4.4 温度範囲 37

4.4.5 選定・適用上の禁止、制約事項 38

4.4.6 耐放射線性 41

4.4.7 ディレーティング 42

4.4.8 選定・適用上の留意点 43

4.5 候補部品の審査プロセス 43

4.5.1 候補部品と使用部品リスト 43
4.5.2 候補部品の評価 44
4.5.2.1 構造解析 45
4.5.2.2 評価試験 48
4.5.3 非標準部品承認申請(NSPAR)と審査..... 57
5.品質保証..... 58
5.1 品質保証レベル別の評価、品質保証 58
5.2 候補部品と部品メーカの選定 58
5.3 候補部品の調達 59
5.3.1 調達仕様書 60
5.3.2 スクリーニング試験 61
5.3.3 ロット保証試験 67
5.3.4 耐放射線性試験ユーザ（システム/機器） 76
5.3.5 受入検査 76
5.3.6 破壊的物理解析（DPA）..... 76
5.3.7 取扱い及び保管 79
5.3.8 再検査 79
5.3.9 ワンタイムプログラミング部品 81
5.4　評価・試験データのまとめ..... 81
6.組立及び実装..... 81
7. トレーサビリティ不具合対応..... 82
7.1 トレーサビリティ 82
7.2 不具合及び故障 82
7.3 アラート 83
8.部品情報の活用..... 83

表番号一覧

表 4.2-1 情報開示の具体的調整・協議手順（集積回路/個別半導体）例 21
表 4.2-2 ユーザ（システム/機器）メーカ側が部品メーカ側に提示する情報内容例 22
表 4.2-3 宇宙転用評価 調査票（集積回路/個別半導体用）例/部品メーカ側記載 23
表 4.2-4 情報開示の具体的調整・協議手順（プリント配線板（PWB)）例 27
表 4.2-5 ユーザ（システム/機器）メーカ側が PWB メーカ側に情報提示する内容例 27
表 4.2-6 宇宙転用評価 調査票（プリント配線板用）例/プリント板メーカ側記載 28
表 4.3-1 システムのリスク対応方針と部品の品質保証レベルの目安 32
表 4.5.2.1-1 構造解析(CA)集積回路、個別半導体の代表例 46
表 4.5.2.2-1 クラスⅠ相当 評価試験 49
表 4.5.2.2-2 クラスⅡ相当 評価試験 52
表 4.5.2.2-3 クラスⅢ相当 評価試験 55
表 5.3.2-1 クラスⅠ相当スクリーニング試験 62
表 5.3.2-2 クラスⅡ相当スクリーニング試験 64
表 5.3.2-3 クラスⅢ相当スクリーニング試験 66
表 5.3.3-1 クラスⅠ相当ロット保証試験 68
表 5.3.3-2 クラスⅡ相当ロット保証試験 71
表 5.3.3-3 クラスⅢ相当ロット保証試験 74
表 5.3.6-1 破壊的物理解析（DPA）集積回路、個別半導体の代表例 78

図番号一覧

図 4.1-1 宇宙転用可能な部品の宇宙適用概念 13
図 4.1-2 宇宙転用可能な部品の宇宙適用基本フロー 14
図 4.2-1 取扱注意 事例 1（下線部分は特定用途に関する内容） 18
図 4.2-2 取扱注意 事例 2（下線部分は特定用途に関する内容） 20
図 4.3-1 品質保証レベル(クラスⅠ－Ⅲ相当)比較サマリ(集積回路、個別半導体の代表例) 33
図 4.3-2 品質保証レベル(クラスⅠ－Ⅲ相当)比較サマリ(集積回路、個別半導体の代表例)(続き) . 34
図 4.3-3 品質保証レベル(クラスⅠ－Ⅲ相当)比較サマリ(集積回路、個別半導体の代表例)(続き) . 35
図 4.5.2.2-1 クラスⅠ相当 評価試験ダイアグラム 57
図 4.5.2.2-2 クラスⅡ相当 評価試験ダイアグラム 54
図 4.5.2.2-3 クラスⅢ相当 評価試験ダイアグラム 56
図 5.3.3-1 クラスⅠ相当ロット保証試験 ダイアグラム 70
図 5.3.3-2 クラスⅡ相当ロット保証試験 ダイアグラム 73
図 5.3.3-3 クラスⅢ相当ロット保証試験 ダイアグラム 75

はじめに

近年ムーアの法則に従って、パソコン、携帯電話、自動車エレクトロニクスなどのいわゆる民生分野における半導体技術の進歩には著しいものがある。たとえば、代表的な半導体部品であるメモリでは高集積・高速・低消費電力化が、CPU では高速・高機能化が進んでいる。

一方、民生半導体技術をベースに開発されてきた宇宙用半導体部品は、開発期間がかかることから最新の民生半導体部品に対して二～三世代前の技術となっているのが現状である。さらに、衛星搭載機器に求められる高機能･小型･低消費電力化への強いニーズという視点に立つと、民生分野に比べ大幅に遅れているという認識がある。宇宙機器についても、民生部品技術を使った LEO コンステレーション衛星の量産実現により、大容量のデータを処理する機能や AI 機能、セキュリティー機能といった地上のデータセンター並みの要求が課せられており、民生部品の宇宙転用は避けて通れない認識である。したがって、宇宙用部品の補完という意味ではなく民生部品を宇宙転用として使いこなすことが重要なことと認識しており、フライト実績を積み上げることが重要である。

民生部品転用は、民生半導体部品技術の製造プロセスには手を加えず宇宙適用とするための検討が、1990 年代の初頭から開始された。その一環として、2002 年に打ち上げられた MDS-1 (Mission Demonstration Test Satellite-1:民生部品･コンポーネント実証衛星「つばさ」)では民生半導体部品実験装置(CSD ： Commercial Semiconductor Devices)を搭載し、まず民生半導体部品に対する宇宙環境下における評価が実施された。その結果、選定段階で十分評価されて搭載された民生半導体部品については、地上での放射線試験結果と同等のフライトデータが取得された。さらに軌道上で故障した搭載部品が無いことから、信頼性の観点からも問題ないことが実証された。

また、H３ロケットやイプシロンＳロケットの電子機器には宇宙転用民生部品が採用されており、フライト実績を構築中である。

現実の宇宙機器設計では、部品選定段階で宇宙用に認定されている部品やフライト実績部品が無い場合、ミッションのクリティカリティにより部品の品質保証レベルを考慮しながら地上用部品を使用する場合がある。例えば宇宙機のミッション機器では、高度な実験ミッションを遂行するために最先端の民生半導体部品を採用するケースがある。また、冗長系を有するバス機器の場合、地上で放射線耐性及び信頼性の評価を十分に行った実績のあるいわゆる産業用、自動車用、高信頼性用・特定用途の民生半導体部品を採用するケースもある。

具体的には、ユーザメーカ（システム/機器）と部品メーカに十分理解が得られるハンドブック(選定、評価、適用、保管等について記述)をまとめ上げることにした。更に

もう一つの視点として、このハンドブックにより宇宙適用され非標準部品となった部品がプロジェクト/ユーザに依存せず共通的に利用できる場合は、JAXA-QML 認定化を視野に提案できることとした。

以上述べたように、本ハンドブックは、宇宙用に転用可能な部品を選定するために必要となる標準的手順を定めたものである。加えて、これらの部品を宇宙用として適用する上で考慮しなければならない事項や適用事例も可能な限り記載している。尚、本ハンドブックは、JAXA プログラム管理要求文書である JMR-012「電気・電子・電気機構部品プログラム標準」の関連文書に位置づけられる。

宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブックの構成は、共通編と個別編の組合せとしており、本ハンドブックはその内の共通編である。個別編については、以下のハンドブックを参照されたい。

JERG-1-010：宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック（ロケット編）

JERG-2-023：宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック（長寿命衛星編）

JERG-2-024：宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック（科学衛星編）

1. 総則

1.1 目的

このハンドブックは、宇宙機、及びロケット用の構成機器に使用される EEE 部品（以下「部品」という）のうち、「標準部品（JAXA 認定、MIL/NASA 認定、ESCC 認定の公的認定部品）、JAXA 開発戦略部品、及びプロジェクト承認非標準部品（NSPAR 部品）」で構成される宇宙用部品から選定することが技術的、経済的にできない場合に、宇宙産業界以外で利用されている宇宙転用可能な部品を選定、評価、調達して宇宙適用非標準部品として使用するための共通的な手順、推奨又は注意事項、解説、関連情報などを記述したものである。

1.2 範囲

このハンドブックで対象とする宇宙適用非標準部品の品目範囲は JMR-012 の 3 項（１）に規定する EEE 部品に光関連と MEMS を加えた.次の 21 品目の国産部品/輸入調達部品である。

宇宙適用非標準部品の品質保証レベルを JMR-012 の 5.1.2 項と同様な 3 種のクラス（クラスⅠ、クラスⅡ、クラスⅢ相当）に分類し、システムのリスク対応方針との関連についての共通的な選定･適用指針も示す。

1. 集積回路（混成集積回路を含む）
2. トランジスタ
3. ダイオード
4. コンデンサ
5. 抵抗器
6. コネクタ
7. 水晶･水晶発振器
8. フィルタ(RFI フィルタ、EMI フィルタ、貫通フィルタ等)
9. リレー
10. スイッチ
11. トランス・コイル

12. 電線・ケーブル

13. 太陽電池セル

14. プリント配線板

15. サーミスタ

16. ヒータ

17. センサ（白金温度センサ、圧力センサ、CCD センサ等）

18. ヒューズ

19. RF デバイス（RF 用アイソレータ、アッテネータ、カプラ、ミキサ、サキュレータ、SAW フィルタ、ターミネーション（終端器）、デバイダ/コンバイダ、LPF、HPF、BPF 等）

20. 光関連（光モジュール、ファイバ等）

21. MEMS（微小電気機械システム）部品（スイッチ、ジャイロ等）

2. 関連文書

2.1 参考文書

次の文書の最新版はこのハンドブックの参考文書とする。

(1) AFNOR A89-400：EN-Soldering. Measurement of solderability. Wetting balance tests method.

(2) ASTM E 595：STANDARD TEST METHOD FOR TOTAL MASS LOSS AND COLLECTED VOLATILE CONDENSABLE MATERIALS FROM OUTGASSING IN A VACUUM ENVIRONMENT

(3) CREME96：Cosmic Ray Effects on Micro-Electronics(1996 Revision)

(4) ECSS-Q-ST-30-11：Space Product Assurance - Derating - EEE components

(5) ECSS-Q-ST-60：Space product assurance - Electrical, Electronic and Electromechanical(EEE) components

(6) ECSS-Q-ST-60-13：Space product assurance - Commercial electrical, Electronic and Electromechanical (EEE) components

(7) ECSS-Q-ST-60-14：Space product assurance- Relifing procedure- EEE components

(8) EEE-INST-002：Instructions for EEE Parts Selection, Screening, Qualification,and Derating

(9) ESCC 22900：TOTAL DOSE STEADY-STATE IRRADIATION TEST METHOD

(10) ESCC 24800：Permanence of marking

(11) ESCC 25100：Single Event Effects test method and guidelines

(12) GSFC PPL-21：GSFC Preferred Parts List

(13) IEC60068-2-69：Part 2-69:Tests- Test Te:Solderability testing of electronic components for surface mounting devices(SMD) by the wetting balance method

(14) J-STD-033：Handling, packing, shipping and use of moisture/ reflow sensitive surface mount devices

(15) JAXA QPL/QML：宇宙航空研究開発機構 認定部品リスト/認定製造業者リスト

(16) JEDEC JESD57：Test Procedures for the Measurement of Single-Event Effects in Semiconductor Devices from Heavy Ion Irradiation

(17) JERG-0-034：宇宙用有機材料アウトガスデータ集

(18) JERG-0-039：宇宙用はんだ付工程標準

(19) JERG-0-040：宇宙用電子機器接着工程標準－部品接着固定、コンフォーマルコーティング及びポッティング

(20) JERG-0-041：宇宙用電気配線工程標準

(21) JERG-0-042：プリント配線板と組立品の設計標準

(22) JERG-0-043：宇宙用表面実装はんだ付工程標準

(23) JERG-0-050：海外部品品質確保ハンドブック

(24) JERG-1-009：ロケット機器用鉛フリー部品適用工程標準

(25) JERG-1-010：宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック（ロケット編）

(26) JERG-2-023：宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック（長寿命衛星編）

(27) JERG-2-024：宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック（科学衛星編）

(28) JESD22-A101：Steady state temperature humidity bias life test

(29) JESD22-A110：Highly accelerated temperature and humidity stress test

(30) JESD22-A112：MOISTURE-INDUCED STRESS SENSITIVITY FOR PLASTIC SURFACE MOUNT DEVICES

(31) JESD22-A113：Preconditionning of plastic surface mount devices prior to reliability testing

(32) JESD22-A121：Test method for measuring whisker growth on tin and tin alloy surface finishes

(33) JESD22-B106：Resistance to soldering temperature for through hole mounted devices

(34) JESD22-B116：WIRE BOND SHEAR TEST

(35) JESD26-A：GENERAL SPECIFICATION FOR PLASTIC ENCAPSULATED MICROCIRCUITS FOR USE IN RUGGED APPLICATIONS - RESCINDED

(36) JMR-012：電気・電子・電気機構部品プログラム標準

(37) JMR-004：信頼性プログラム標準

(38) MIL-HDBK-217：Reliability Prediction of Electronic Equipment

(39) MIL-STD-750：TEST METHOD STANDARD SEMICONDUCTOR DEVICES

(40) MIL-STD-883：Test Methods Standard, Microcircuits

(41) MIL-STD-1580：DESTRUCTIVE PHYSICAL ANALYSIS FOR ELECTRONIC, ELECTROMAGNETIC,AND ELECTROMECHANICAL PARTS

(42) NPSL：NASA Parts Selection List

(43) NASA-RP-1124：Outgassing Data for Selecting Spacecraft Materials

(44) RQA-X0001：科学衛星部品プログラム

(45) ECSS-Q-ST-60-15：Space product assurance - Radiation hardness assurance - EEE components

3. 用語の定義と略語

3.1 用語の定義

このハンドブックで用いる用語の定義は以下による他、JMR-012 の付録-2（略語及び用語の定義）を適用する。

(1) 宇宙用部品：「標準部品（JAXA 認定、MIL/NASA 認定、ESCC 認定の公的認定部品）、JAXA 開発戦略部品及びプロジェクト承認非標準部品（NSPAR 品）」から成る部品の総称。

(2) 標準部品：JAXA 認定、MIL/NASA 認定、ESCC 認定がなされた公的認定部品で該当プログラムにて要求される品質保証レベル（クラスⅠ、クラスⅡ、クラスⅢ）に合致した部品。

(3) 非標準部品：標準部品以外の宇宙用部品。

(4)公的認定部品： JAXA 認定部品、MIL/NASA 認定部品、ESCC 認定部品等の公的機関により認定された宇宙用部品を言い、それぞれの機関が公開している認定部品リスト（QPL/QML）に登録されている部品。

(5) 非標準部品承認申請（NSPAR）：該当部品を指定プロジェクトに非標準部品として使用する目的で、ユーザ（システム/機器）メーカが JAXA のプロジェクト担当部門に求める承認申請。

(6) プロジェクト承認非標準部品：標準部品に適用されている軍用規格や宇宙用規格に準じて設計、製造、品質保証された非標準部品で JAXA のプロジェクト担当部門に NSPAR によりプロジェクト限定使用として承認された部品。

(7) 部品の品質保証レベル：部品の品質保証レベルを表す呼称であり、その品質保証レベルの程度により、クラスⅠ、クラスⅡ、クラスⅢに分類する。

(8) 宇宙適用非標準部品：候補部品から本ハンドブックに従って宇宙適用化された部品の呼称。軍用規格や宇宙用規格に準じて設計、製造、品質保証された従来の非標準部品とは区別している。

(9) システムのリスク対応方針：長寿命衛星用、短寿命衛星用、科学衛星用、ロケット用等のリスク対応分類の総称。

(10) 覚書：取引の際に売買契約に付随又はそれに先立って基本契約書とは別に、開発や品質保証の枠組みなど取引の前提となる細部詳細（契約内容の一部変更を含む）範囲を限定して両者の合意事項としてまとめて記した文書。通常は両者の署名・捺印によって交わされる。

(11) EEE (Electrical, Electronic, Electromechanical)部品：「電気、電子及び電気機構部品」の総称。

(12) NDA（秘密保持契約）：情報の取り扱いについて定めた覚書、又は契約書。（双務契約であることが望ましい）

3.2 略語

このハンドブックで用いる略語は以下による他、JMR-012 の付録-2（略語及び用語の定義）を適用する。

略語	意味
C-SAM	Constant-depth mode Scaning Acoustic Microscorpe
CA	Construction Analysis
CDR	Critical Design Review
CNES	Centre National d’Études Spatiales = French National Space Agency
COTS	Commercial Off The Shelf
CVCM	Collected Volatile Condensable Materials
DD	Displacement Damage
DPA	Destructive Physical Analysis
DSC	Differential Scanning Calorimetry
Ea	Activation Energy
ECSS	European Coordination for Space Standardization
EDX	Energy Dispersive X-ray spectroscopy
EEE	Electrical, Electronic, Electromechanical
EFR	Established Failure Rate
ELDRS	Enhanced Low Dose Rate Sensitivity
ESCC	European Space Components Coordination
FPGA	Field-Programmable Gate Array
GSFC	Goddard Space Flight Center
HAST	Highly Accelerated Stress Test
HSD	Hot Solder Dip
ITAR	International Traffic in Arms Regulations
JAXA	Japan Aerospace exploration Agency
JEDEC	Joint Electron Device Engineering Council
JESD	JEDEC Standards
LAT	Lot Acceptance Test
LET	Linear Energy Transfer

LETth	ThresHold for Linear Energy Transfer
MIL	MILitary
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NDA	Non-Disclosure Agreement
NPSL	NASA Parts Selection List
NSPAR	Non-Standard Parts Approval Request
OTP	One Time Programmable devices
PAPDB	Project Approved Parts Data Base
PDA	Percent Defective Allowable
PED	Plastic Encapsulated Device
PEM	Plastic Encapsulated Microcircuit
PIND	Particle Impact Noise Detection
PLD	Programmable Logic Device
PQR	Post Qualification test Review
PROM	Programmable Read Only Memory
PSR	PreShipment Review
PWB	Printed Wiring Board
QML	Qualified Manufacturer Listing
RH	Relative Humidity
RoHS	Restriction of the use of certain Hazardous Substances
RVT	Radiation Verification Testing
SDR	System Definition Review
SEE	Single Event Effect （SEU, SEL, SEB, SEDR, SEFI,SEGR, SET 等に分類される。）
SEU	Single Event Upset
SEL	Single Event Latch up
SEB	Single Event Burnout
SEDR	Single Event Dielectric Rapture
SEFI	Single Event Functional Interrupt
SEGR	Single Event Gate Rapture
SET	Single Event Transient
SEM	Scanning Electron Microscope
SMD	Surface Mount Device
Ta	Ambient Temperature
Tg	Glass transition Temperature
THB	Temperature Humidity Bias
TID	Total Ionizing Dose
TML	Total Mass Loss
Tstg	Strage Temperature

4. 一般（共通）事項

ユーザ（システム/機器）メーカは、顧客のプロジェクト要求や、部品メーカとの商取引に従い、本ハンドブックを参考として宇宙適用非標準部品であることを保証する部品プログラム活動を行うことが望ましい。

本活動は JMR-012 の 4.1 項の基本要求、4.2 項の部品プログラムマネジメントに準拠して、商取引の合意期間を通じて実行することが望ましい。

4.1 宇宙適用の概念と基本フロー

宇宙産業界以外で利用されている部品には高機能、高密度、小型軽量、低消費電力などの様々な市場要求に応えた結果、最新技術の適用されている部品が数多く供給されている。しかしながら、宇宙用部品は需要が少ない上、環境、品質、信頼性要求が非常に厳しいため供給が急速に衰退している。

海外では宇宙産業界以外で利用されている COTS（Commercial Off The Shelf)部品、商用部品（Commercial Component）の宇宙転用/適用化が検討・推進されている。欧州では ECSS-Q-ST-60-13：Space product assurance - Commercial electrical, Electronic and Electromechanical (EEE) components が制定されている。

JAXA においても衛星等における機能・性能の高度化、コスト低減、小型軽量化や国際競争力強化の観点から、民生部品の転用/適用化を進めるための指針作り検討会が 2010 年に再開された。本検討会に参加している部品メーカは、顧客が宇宙用に使用することを事前に明確にすれば可能な範囲で責任を持った調整に応じることが確認された。

宇宙用部品以外のすべての部品を次のように大別して、そのうち④を除いた①、②、③の部品を”宇宙転用可能な部品”と呼ぶことにした。

① 高信頼性部品：海底ケーブル用部品、原子力用部品、航空機用部品、耐放射線性 PEM 部品、他 ―宇宙転用可能部品

② 自動車用部品：パワートレイン、ブレーキ、エアバック他(安全性に直接関与する部品）－宇宙転用可能部品

③ 産業用部品：工場機器/インフラ用、他（故障時の影響大）
－宇宙転用可能部品

④ 民生用部品 ：家電機器用、他（故障時の影響小） －宇宙転用不可部品

上記④の民生用部品の分野は原則として宇宙用には使用しない宇宙転用不可部品としたが、プロジェクト判断により、リスクを含めて④民生用部品を使用する場合はその限りではない。

本ハンドブックによって選別されて宇宙適用化された部品は、従来の宇宙用非標準部品と同等の扱いとなるため「宇宙適用非標準部品」と呼称している。その品質保証レベルは JMR-012 と同じくクラスⅠ、Ⅱ、Ⅲ相当の分類としている。

従来の宇宙用部品は、

(1)標準部品：JAXA 認定、MIL/NASA 認定、ESCC 認定の公的認定部品、JAXA 開発戦略部品

(2)非標準部品：プロジェクト承認非標準部品（NSPAR 部品）

から構成されていた。しかしながら、これらの宇宙用部品から選定することが技術的、経済的に困難な場合に、「宇宙適用非標準部品」は、宇宙産業界以外で利用されている宇宙転用可能な部品を選定、評価、調達して使用するものである。

図 4.1-1 は、宇宙転用可能な部品を上記の「標準部品」、「プロジェクト承認非標準部品」と本ハンドブックによる「宇宙適用非標準部品」の関連を、宇宙転用可能な部品の宇宙適用概念としてまとめたものである。

ここで、従来からのプロジェクト承認非標準部品は 3.1 項の用語で定義されているように「標準部品に適用されている軍用規格や宇宙用規格に準じて設定された非標準部品仕様により設計、製造、品質保証」されて品質が造り込まれている部品である。

しかしながら、本ハンドブックによる「宇宙適用非標準部品」は既に製造・品質保証された宇宙転用可能な部品に対して、品質保証レベル（クラスⅠ、Ⅱ、Ⅲ相当）に応じて必要な評価試験等行った上、さらにスクリーニング試験やロット保証試験をユーザ、ユーザ/部品メーカ分担、あるいは部品メーカにおいて追加実施するというアプローチで宇宙用としての品質・信頼性保証を行うものである。

「宇宙適用非標準部品」は、品質・信頼性を保証するために用いるアプローチが従来の宇宙用部品とは異なる。しかし、基本的な品質・信頼性レベルを有する宇宙転用可能な候補部品を選定して、部品供給者側の部品メーカと使用者側のユーザ（システム/機器）メーカ間で宇宙転用することに合意（協力）するために必要な情

報、調整などを経て、宇宙適用性の評価、NSPAR 審査、調達、品質保証のための付加的な試験、及び使用に至るプロセスで宇宙用として使用するものである。

その一連の基本フローを図 4.1-2 宇宙転用可能な部品の宇宙適用基本フローにまとめて示す。

これら非標準部品の仕様（NSPAR 仕様）は、通常、特定プロジェクト用に設定される。けれども別のプロジェクト/ユーザにおいても継続的に使用される等、プロジェクト/ユーザに依存せず共通的に利用可能なケースもある。その場合は、ユーザ（システム/機器）メーカ及び/または部品メーカは、「宇宙適用非標準部品」の JAXA-QML 認定化を視野に JAXA に提案し標準部品とすることができる。

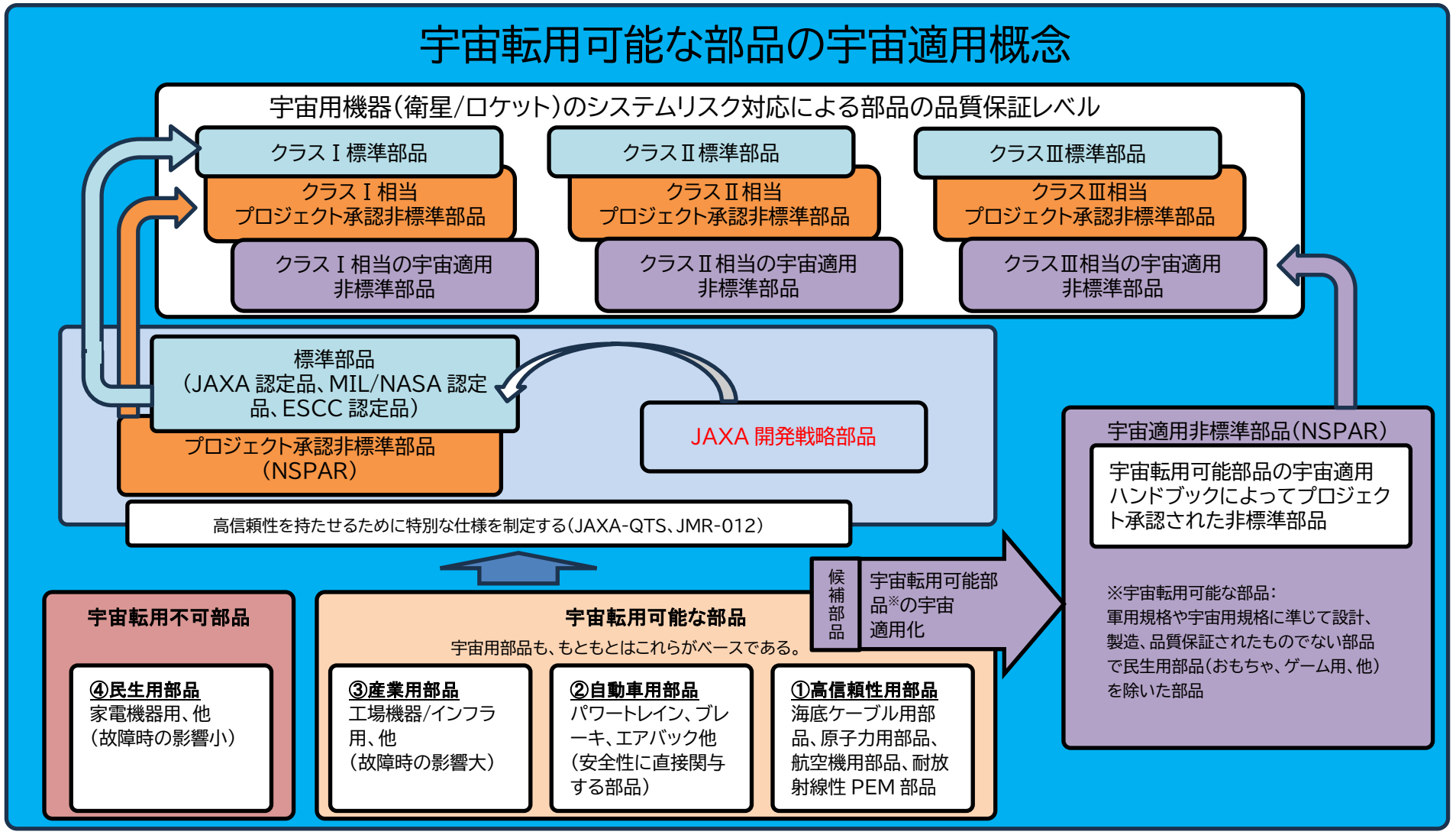


図 4.1-1 宇宙転用可能な部品の宇宙適用概念

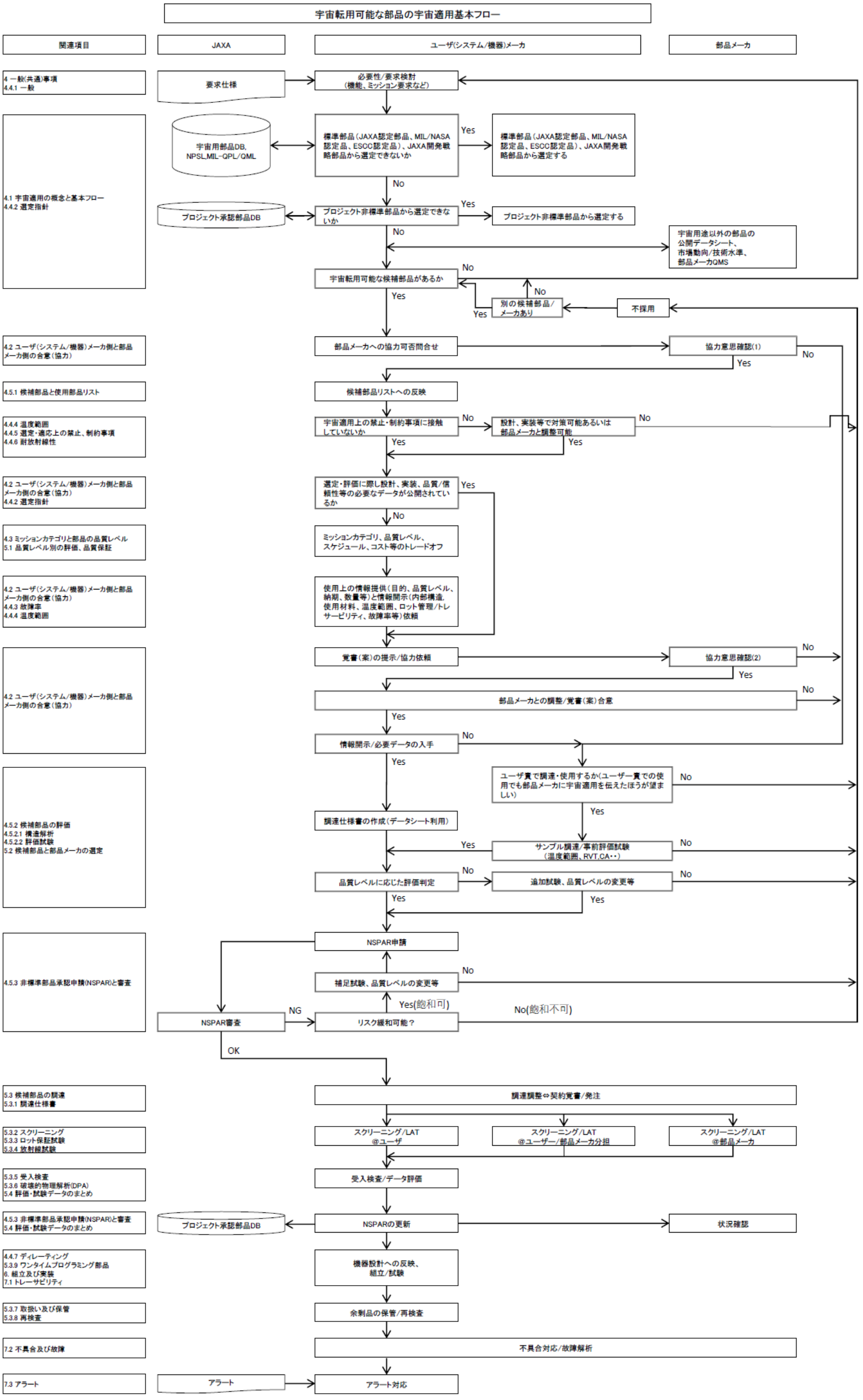


図 4.1-2　宇宙転用可能な部品の宇宙適用基本フロー

4.2 ユーザ（システム/機器）メーカ側と部品メーカ側の合意（協力）

宇宙転用可能な部品であっても製造物責任（PL)などの関連法指令から、部品メーカ側は図 4.2-1、図 4.2-2 に示すような取扱い注意事例を作成している。本事例に記載されているように、宇宙機器などの特定用途に使用する場合には文書による事前の承諾が必要となる。

一方、使用者側のユーザ（システム/機器）メーカから見ると、宇宙転用可能な候補部品の選定・評価に際し、設計、実装、品質/信頼性等の選定評価に必要な詳細データが公開されていないケースが多い。その場合は宇宙機器における使用上の情報を提示して、部品メーカから事前評価に必要な情報の提供を受ける必要がある。そして覚書（案）を提示し協力意思の確認、調整を行って、合意後に作業を進めることが前提となる。

(1)使用上の情報提示（使用目的、品質保証レベル、適用条件、納期、数量等）

(2)事前評価に必要な情報開示依頼（内部構造、使用材料、温度範囲、ロット管理/トレーサビリティ、故障率等）

事前評価に必要な「情報開示の具体的調整･協議手順」、「ユーザ（システム/機器）メーカ側が部品メーカ側に情報提示する内容」及び「宇宙転用評価 調査票」の例について、”集積回路/個別半導体”と”プリント配線板”を代表例として次表に示す。

	集積回路/個別半導体	プリント配線板
情報開示の 具体的調整･協議手順	表 4.2-1 参照	表 4.2-4 参照
ユーザ（システム/機器）メーカ側が部品メーカ側に情報提示する内容	表 4.2-2 参照	表 4.2-5 参照
宇宙転用評価 調査票	表 4.2-3 参照	表 4.2-6 参照

但しこれらは一例であり、システムのリスク対応方針分類で必要な調査項目や部品メーカにより対応可能な調査項目は異なると考えられるため、必要な調査項目を検討して部品メーカと調整を行うことが望ましい。更に、以下の事項等を明確に

し、双方で覚書に必要な事項を盛り込み、合意して協力関係の構築することが肝要である。

(1) 対象部品番号

(2) 宇宙用としての使用目的、品質保証レベル、適用条件

(3) 納期、数量（最小販売数量）、今回限り（まとめ買い）か、繰返しか

(4) 情報開示（内部構造、使用材料、使用温度範囲、工程フロー、ロット管理/トレーサビリティ、故障率、信頼性データ、耐放射線性、リード仕上げ等）

(5) 品質保証レベルに応じた部品仕様(ロットの定義、トレーサビリティなどを含む）の確定

(6) スクリーニング試験/ロット保証試験（LAT）等の作業とその費用分担（ユーザ、ユーザ/部品メーカ分担、部品メーカ依存）

(7) メーカ間の契約/責任分担、免責事項等

(8) 不具合/クレーム/故障解析

(9) 取扱い、保管、再検査、 実装技術に対する助言(鉛フリー端子への対応等)

(10) 設計及び製造プロセス変更（及び製造中止）に関する通知

(11) 守秘義務

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したものですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。

標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット

高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）

特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器

（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム　等

8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。

9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。

10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有･使用を規制するRoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。

11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。

12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社がその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

出典：ルネサス エレクトロニクス（株） カタログの注意書より

https://www.renesas.com/jp/ja/document/oth/680296

図 4.2-1 取扱注意　事例 1（下線部分は特定用途に関する内容）

製品取り扱い上のお願い

- **本資料に掲載されているハードウエア、ソフトウエアおよびシステム（以下、本製品という）に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。**
- **文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。**
- **当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウエア・ソフトウエア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。**
- **本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、電力機器、金融関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口までお問い合わせください。**
- **本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。**
- **本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。**
- **本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。**

・別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。

・本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。

・本製品のRoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。

出典：（株）東芝　製品カタログの製品取り扱い上のお願い

https://toshiba.semicon-storage.com/info/2SC5065_datasheet_ja_20140301.pdf?did=17645&prodName=2SC5065

図 4.2-2 取扱注意　事例 2（下線部分は特定用途に関する内容）

表 4.2-1 情報開示の具体的調整・協議手順（集積回路/個別半導体）例

ｽﾃｯﾌﾟNo.	項目	内容等
1	部品メーカへの問合せ	最低限、表 4.2-2 のNo.1,2,3 の項目程度を提示して供給可否を問合せる。
2	NDA（秘密保持契約）締結	さらに具体的な相互の情報提供を行うためにNDA を締結する。
3	ユーザ（システム/機器）メーカ側の情報提示	表 4.2-2 の情報提示内容すべてを提供し、供給可否又は推奨部品を問合せる。
4	部品メーカ側の一次回答	供給可否又は情報提供可否を確認する。
5	覚書締結のための調整	責任分担、免責事項、費用負担、さらに情報開示を求める内容と同内容の維持可否（将来的な変更有無）等の確認と調整を行う。ここで宇宙転用評価に必要な情報（調査票：表 4.2-3 参照）の提示とその入手可否を調整する。
6	覚書締結	調整した内容を文書化し、有効期限を設けて両者合意（締結）する。
7	宇宙転用評価調査票（表 4.2-3 参照）	ユーザ（システム/機器）メーカ側は、宇宙転用可否を判断するために、覚書で定義した内容に限定して調査票にて情報提示を求める。部品メーカは、調査票に回答を行う。
8	部品メーカ側の情報提供	ユーザ（システム/機器）メーカ側は、部品メーカから調査票の回答を入手して宇宙転用可否を判断する。
9	事前サンプル評価	部品メーカから事前評価サンプルを入手して転用可否を評価する。（部品メーカから入手できない情報を得るための構造解析等を含む）
10	評価試験の実施	必要な評価試験を実施し、部品単体の転用可否を検証する。（部品メーカから入手できない情報を得るための構造解析等を含む）
11	EM 用部品の調達	一般的な受入検査を実施し、EM に適用してシステム上の転用可否を検証する。
12	FM 用部品の調達	スクリーニング試験及びロット保証試験を実施する。⑩の評価試験と同一ロットである場合にはロット保証試験は省略することができる。

表 4.2-2　ユーザ（システム/機器）メーカ側が部品メーカ側に提示する情報内容例

No.	項目	内容等
1	使用目的	衛星、ロケット等タイプ（表 4.3-1 の各宇宙機器の分類欄参照）
2	対象部品の品質保証レベル	航空機用、車載用、インフラ機器用（産業用）等の部品メーカーカタログ記載上の区分け
3	対象部品番号（型番）	部品メーカーカタログ記載上の品番など
4	使用環境条件 ①動作温度範囲 ②保存温度範囲(非動作) ③環境条件 ④実装方法	 -55～+125℃など -65～+150℃など 熱的及び機械的環境条件及び試験項目・方法など 手付け又はリフローなどの製造方法及び適用はんだ材料
5	納期	事前評価サンプル用、EM 用及び FM 用調達時期
6	数量	事前評価サンプル用、EM 用及び FM 用調達時期
7	継続使用の見込み	納期で示した調達時期以降の再調達の見込みを示す。
8	適用文書等	必要に応じて適用文書を提供する。（MIL Spec.等）
9	使用機器の輸出の有無	機器（予備部品を含む）の輸出の有無

表 4.2-3 宇宙転用評価 調査票（集積回路/個別半導体用）例/部品メーカ側記載

No.	項目	内　　容	部品メーカ回答欄(注)
1	会社名	販売権保有会社及び製造担当会社	
2	部品番号（型名）	カタログ型番又は型名	
3	認証取得状況	①取得機関及び監査機関	
		②規格番号	
		③取得年月日	
		④認証番号	
		⑤認定証（最新版）の写し	
4	開発・生産状況	①主用途	
		②納入又は生産実績	年　月より生産開始 現在月産　　個生産
		③宇宙用としての納入実績	計画生産　、　受注生産
		④生産方式（計画生産在庫出荷方式又は受注生産方式）	
		⑤現製造工場所在地 （製造・検査の主要工程において、工場が異なる場合にはそれぞれに記載）	ｳｪﾊ加工工程： ﾀﾞｲｼﾝｸﾞ工程： 組立加工工程： 試験検査工程：
		⑥標準納期	ヶ月　、　週間
		⑦生産継続予定 ・同一設計品として（同一マスクによる供給期間） ・同等性能品として（チップシュリンク等を考慮して同一機能又は上位互換としての供給期間）	同一設計品：　年　月まで 同等性能品：　年　月まで
		⑧その他特記事項	
5	品質保証 対応可否	下記の何れに対応可能かを回答 A: カタログ的な対応部品メーカから提示する品質仕様としてのみ対応可 B：セミカスタム対応； 設計・製造はカタログ品と同じだが、一部又は全ての工程内検査等において宇宙用で求められる特別な試験又は管理体制を実施可能 C：その他（具体的対応を記述する）	
6	品質管理工程図（QC 工程図）	部品・材料の受入から製品出荷までの工程フローチャートとそれに伴う品質管理内容 （工程内検査、スクリーニング試験工程の条件・全数/抜取、及び適用している場合にはロット保証試験を含む。）	別紙添付

表 4.2-3 宇宙転用評価 調査票（集積回路/個別半導体用）例/部品メーカ側記載

No.	項目	内　　容	部品メーカ回答欄(注)
7	品質監査 対応可否（対応可否を記載）	工程立ち入りによる品質監査の対応可否 製造文書類、管理規定類等の文書開示可否	品質監査：可　、不可 開示可否：可　、不可
8	目視検査基準の提出 （対応可否を記載）	不良判定基準等の目視検査基準の提出可否 （MIL Spec 等公知規格以外を適用する場合）	可　、　不可
9	源泉検査 対応可否 （対応可否を記載）	ロット毎に行う立会検査の対応可否 出荷前検査（寸法・外観検査、電気的試験、記録類の確認等）ロット毎に行う立会検査の対応可否	出荷前：可　、不可
10	納入仕様書の提出可否	外観・寸法・機能・特性規格、検査成績書、梱包仕様等を記した納入仕様書の提出可否	可　、　不可
11	輸出の可否	予備部品単体、組込み機器での輸出の可否や制約	有　、　無、制約有り（別紙添付）
12	設計・構造・工程等の維持 （対応可否を記載）	評価試験、EM、FM における調達時期において、その設計・製法・材料等に変更無く維持可能か	可　、　不可
13	変更管理Ⅰ （対応可否を記載）	工程内検査、スクリーニング試験、ロット保証試験内容の変更通知と再評価の必要性など	可　、　不可
	変更管理Ⅱ （対応可否を記載）	設計及び構造、製造プロセス、材料（部品に含まれて出荷される材料を含む）等の変更通知と再評価の必要性など	可　、　不可
14	製品への表示	指標、部品番号、検査ロット番号、一連番号等、及びロット記号等の付与方法を含む	別紙添付
15	梱包表示内容	型番、ロット番号、出荷日付等	別紙添付
16	検査ロットの定義	ウェハ（一様）、拡散バッチ、蒸着バッチ、パッケージ部材（リードフレーム含む）、組立作業等、同一検査ロットに含まれる各工程作業ロットや材料ロット等の構成や定義	別紙添付
17	梱包方法 (対応可否を記載)	静電気対策等の実施可否	可、不可
18	設計及び構造 （素子設計） ※ベアダイ調達の場合には別紙にも回答する。	①公称設計ルールと適用プロセス （ハーフピッチ又は世代、CMOS 等）	設計ルール： 適用プロセス：
		②ダイ寸法（縦、幅、高さ）	
		③ダイの拡大写真 （ダイ外観及び内部接続状態が判別できるもの）	
		④動作保証温度範囲 基準部位及び温度範囲（Tc、-55℃～+125℃等）	温度範囲： 基準部位：
		⑤電気的諸特性（低温、常温、高温） 絶対最大定格及び推奨動作条件	別紙添付
		⑥最大消費電力 全動作保証温度範囲における最大値	
		⑦最大ジャンクション温度	
		⑧パッド（ワイヤ，バンプ，ピラー等）当たりの最大電流	

表 4.2-3 宇宙転用評価 調査票（集積回路/個別半導体用）例/部品メーカ側記載

No.	項目	内　　容	部品メーカ回答欄(注)
19	設計及び構造（PKG 設計） ※ベアダイ調達の場合には回答不要	①内部構造（寸法、公差等の細部は不要）ただし、リッド及びベースについては材質、厚み、電位、及び金属浮遊導体の有無を明記	別紙添付
		②ケース外形 主要寸法及び許容値、リード番号、外観図	別紙添付
		③保存温度範囲（-65℃～+150℃等）	
		④ダイ取り付け材料（導電性接着剤、AuSn、AuSi 等）	
		⑤内部リードワイヤ材質及び径（例：Al-1%Si 線、25μmφ）	
		⑥ケース材質区分（例：鉄/ニッケル/コバルト合金）	
		⑦リード材質区分（例：鉄/ニッケル/コバルト合金）	
		⑧リード仕上げ 下地含むめっき膜厚の管理限界値、Au の場合は純度を含む	
		⑨最大端子温度（温度、時間）	
		⑩耐熱性（推奨リフロープロファイルと回数）	
		⑪熱抵抗又は最大消費電力時の最大ΔTjc	
20	信頼性評価実績	熱的・機械的環境、寿命、静電強度、耐放射線性等の試験項目、条件、判定基準、試験結果	別紙添付
21	故障率推定	信頼度計算に必要な Fit 数等、積算条件（計算又は実績）を明記	
22	ディレーティング推奨値	推奨動作条件として提示する場合は不要	
23	長期保管	最終検査又は品質確認試験完了後、長期保管された在庫品の再検査期間、或いは出荷の際に実施される検査項目及び内容	
24	試験等の 受託可否 （対応可否を記載）	調達者が設定する追加評価試験の受託対応可否 （バーンイン（スクリーニング）・寿命試験・機能試験・DPA 等）	可　、　不可
25	WCA 検討時の 支援有無 （対応可否を記載）	具体的事象を調達者側から提示した場合の回答可否 （具体的内容は設計が進捗してからの協力依頼となる）	可　、　不可
26	不具合発生時の故障解析	故障解析における助言、機能試験、DPA 等の実施可否	
27	法規制物質	BeO,Cd,Li,Mg,Hg,Zn,放射性物質等の取扱注意物質の有無	
28	その他	特別な注意事項（必要な場合） ・固定法（例：締付けトルク等） ・洗浄方法（例：水洗禁止） ・はんだ付け方法（例：リフロー禁止）	

注）回答を控えたい場合には「非開示」等その旨を記載する。

表 4.2-3 別紙　宇宙転用評価 調査票（ベアダイ又はウェハ調達編）例/部品メーカ側記載

※ベアダイ調達の場合には、表 4.2-3 調査票に加えて以下の項目を調査する。
（組立を宇宙用認定ライン取得メーカに委託する場合に必要）

No.	項 目	内　容	部品メーカ回答(注)
1	部品番号（型名）	梱包及び出荷伝票に記載される番号等	
2	供給形態	ウェハ又はダイ	
3	梱包仕様	チップトレー又はウェハコンテナ等	
4	梱包表示内容	型番、ロット番号、出荷日付等	
5	ダイ素材	Si、SiC、GaN 等	
6	ダイ寸法	縦、幅、厚み（許容差を含む）	
7	パッド寸法	縦、幅（有効エリア設計値）、最小ピッチ	
		位置座標（ピン番号含む）	
		推奨ボンディングワイヤ径及び材質	
8	ボンディング長制約	最大ボンド長の制約有無（必要な場合）	
9	メタライゼーション	ボンディングパッド材質（Al 又は Au 等）	
		下地含む裏面メタライズ材質（無し、Ti/Ni/Au 等）	
		推奨ダイ取り付け材料（導電性接着剤、AuSn、AuSi 等）	
		裏面電位（GND、+V、-V、ﾌﾛｰﾃｨﾝｸﾞ等）	
10	グラシベーション（保護膜）	材料（Si3N4、SiO2、ﾎﾟﾘｲﾐﾄﾞ等）	
11	ダイシング又はスクライビング	ソー（フルカット又はハーフカット）	
		レーザ、ダイヤモンド等	
12	ガードリング間隔（ウェハ）	間隔及び推奨ブレード厚み	
13	バッドマーク（ウェハ）	インク又はスクライビング等	
14	マップデータ（ウェハ）	電子データ又はプリントデータ	
15	耐熱温度	耐熱温度（350℃以下の場合）	
16	ダイの拡大写真	パッド配置及び向きが識別できるもの	
17	ダイ外観検査基準	適用している公知規格 （MIL-STD-883 Method2010 等）	
18	その他	特別な注意事項（必要な場合） ・ダイピックアップ等取り扱い上の注意 ・保管に関する注意 ・ボンディング時の熱又は超音波条件上の注意 ・ダイボンド時の熱又は雰囲気条件上の注意 ・耐電圧上の注意	

注）回答を控えたい場合には「非開示」等その旨を記載する。

表 4.2-4 情報開示の具体的調整・協議手順（プリント配線板（PWB)）例

No.	項 目	内 容 等
1	PWB メーカへの問合せ	最低限、表 4.2-5 のNo.1,2,3 の項目程度を提示して供給可否を問合せる。
2	NDA（秘密保持契約）締結	さらに具体的な相互の情報提供を行うために NDA を締結する。
3	ユーザ（システム/機器）メーカ側の情報提示	表 4.2-5 の情報提示内容すべてを提供し、供給可否又は推奨 PWB（材料や設計基準）を問合せる。
4	部品メーカ側の一次回答	供給可否又は情報提供可否を確認する。
5	覚書締結のための調整	責任分担、免責事項、費用負担、さらに情報開示を求める内容と同内容の維持可否（将来的な変更有無）等の確認と調整を行う。 ここで宇宙転用評価に必要な情報（調査票：表 4.2-6 参照）の提示とその入手可否を調整する。
6	覚書締結	調整した内容を文書化し、有効期限を設けて両者合意（締結）する。
7	宇宙転用評価調査票 （表 4.2-6 参照）	ユーザ（システム/機器）メーカ側は、宇宙転用可否を判断するために、覚書で定義した内容に限定して調査票にて情報提示を求める。PWB メーカは、調査票に回答を行う。
8	PWB メーカ側の情報提供	ユーザ（システム/機器）メーカ側は、PWB メーカから調査票の回答を入手して宇宙転用可否を判断する。
9	事前サンプル評価	PWB メーカから事前評価サンプルを入手して転用可否を評価する。（はんだ付け性、はんだ接続部の信頼性評価等を含む）
10	評価試験の実施	必要な評価試験を実施し、設計基準に対応した材料系と加工品質について転用可否を検証する。 （試験は PWB メーカが実施し、ユーザ（システム/機器）メーカはその結果の報告を受け、転用可否を検証して、必要に応じ PWB メーカへ追加の情報を要求する。）
11	EM 用 PWB の調達	必要に応じて EM 用 PWB を調達する。
12	FM 用 PWB の調達	品質確認試験（グループＡ）を実施する。

表 4.2-5 ユーザ（システム/機器）メーカ側が PWB メーカ側に情報提示する内容例

No.	項 目	内 容 等
1	使用目的/適用機種名等	衛星、ロケット等タイプ（表 4.3-1 の各宇宙機器の分類欄参照）
2	対象 PWB の品質保証レベル	航空機搭載、軍用（航空機、船舶、車両、ミサイル等）等、PWB メーカが判る分類を提示
3	対象 PWB 番号（型番）	材料、寸法（含む板厚）、層数、インピーダンスコントロール等
4	使用環境条件	-30～+125℃×1000 サイクルなど
	①使用温度範囲	熱的及び機械的環境条件及び試験項目・方法など
	②環境条件 ③実装方法	手付け又はリフローなどの製造方法及び適用はんだ材料（含む、表面仕上げ）
5	納期	事前評価サンプル用、EM 用及び FM 用調達時期
6	数量	事前評価サンプル用、EM 用及び FM 用調達時期
7	継続使用の見込み	納期で示した調達時期以降の再調達の見込みを示す。
8	適用文書等	必要に応じて適用文書を提供する。（MIL Spec. IPC 等）
9	使用機器の輸出の有無	機器（補用部品を含む）の輸出の有無

表 4.2-6 宇宙転用評価 調査票（プリント配線板用）例/プリント板メーカ側記載

No.	項 目	内 容	PWB メーカ回答欄(注)
1	会社名	販売権保有会社及び製造担当会社	
2	PWB 分類	リジッド／フレキシブル／フレックス・リジッド／コア入り等	
3	認証取得状況	①取得機関及び監査機関	
		②規格番号	
		③取得年月日	
		④認証番号	
		⑤認定証（最新版）の写し	別紙添付
4	開発・生産状況	①主用途	
		②納入又は生産実績	年 月より生産開始 現在月産 ボード、m^2 生産
		③宇宙用としての納入実績	有 、 無
		④パターン設計対応可否	可 、 不可
		⑤現製造工場所在地 （製造・検査の主要工程において、工場が異なる場合にはそれぞれに記載）	穴あけ工程： めっき工程： 多層積層工程： 外形加工工程： 試験検査工程： その他：
		⑥標準納期	ヶ月 、 週間
		⑦生産継続予定 ・同一設計品として（アートワーク又はデータ保管期間） ・同等性能品として（材料メーカの供給保証期間）	 同一設計品：生産後 年間 同等性能品： 年まで
		⑧その他特記事項	
5	品質保証対応可否	下記の何れに対応可能かを回答 A：産業用途品的な対応； PWB メーカが自己宣言する品質仕様としてのみ対応可能 B：宇宙用として対応； 製造はカタログ品と同じだが、 一部又は全ての工程内検査等において宇宙用で求められる特別な試験又は管理体制を実施可能 C：その他（具体的対応を記述する）	
6	品質管理工程図（QC 工程図）	材料の受入から製品出荷までの工程フローチャートとそれに伴う品質管理内容 （工程内検査、最終検査の項目、条件、及び全数／抜取）	別紙添付
7	品質監査対応可否(対応可否を記載)	工程立ち入りによる品質監査の対応可否 製造文書類、管理規定類等の文書開示（閲覧）可否	品質監査： 可 、不可 開示可否： 可 、不可
8	目視検査基準の提出(対応可否を記載)	不良判定基準等の目視検査基準の提出可否 （MIL Spec 等公知規格以外を適用する場合）	可 、 不可

表 4.2-6 宇宙転用評価 調査票（プリント配線板用）例/プリント板メーカ記載

No.	項 目	内 容	PWB メーカ回答欄(注)
9	源泉検査対応可否 （対応可否を記載）	ロット毎に行う立会検査の対応可否 ・出荷前（寸法・外観検査、布線試験、記録類の確認等）	出荷前： 可 、不可
10	納入仕様書の 提出可否	外観・寸法、検査成績書等を記した納入仕様書の提出可否	可 、 不可
11	輸出の可否	補用 PWB 単体、組込機器での輸出の可否や制約	可、不可、制約有り （別紙添付）
12	設計・構造・工程等の維持 （対応可否を記載）	評価試験、EM、FM における調達時期において、その設計・製法・材料等に変更無く維持可能か	可 、 不可
13	変更管理Ⅰ （対応可否を記載）	工程内検査、最終検査（品質確認試験）内容の変更通知と再評価の必要性など	可 、 不可
	変更管理Ⅱ （対応可否を記載）	設計及び構造、製造プロセス、材料（PWB に含まれて出荷される材料を含む）等の変更通知と再評価の必要性など	可 、 不可
14	製品への表示	部品番号、検査ロット番号、一連番号等、及びロット記号等の解読法を含む	別紙添付
15	梱包表示内容	部品名、部品番号、製造年月及び製造一連番号又はロット識別番号、包装数量、検査年月日、検査結果等	別紙添付
16	検査ロットの定義	材料、積層バッチ、めっきパネル等、同一検査ロットに含まれる各工程作業のロットや材料ロット等の構成や定義	別紙添付
17	梱包方法 （対応可否を記載）	防湿、静電気対策等の実施可否	可 、 不可
18	設計及び構造 （設計限界値として扱う）	①構造（リジッド、フレキシブル、フレックス・リジッド、コア入り、HDI 等）	
		②最大板厚	
		③最大層数	
		④材料	
		④-1 金属張積層板、プリプレグ、絶縁材料	
		④-2 ソルダレジスト	
		④-3 表面仕上げ（HAL、ENIG 等）	
		④-4 めっき（銅めっきの純度等の特性）	
		④-5 コア材料（コア入り基板）	
		④-6 その他（PTH 充填樹脂、抵抗層等）	
		⑤最小導体厚（内層）	
		⑥最小導体幅（外層・内層）	外層 、内層
		⑦最小導体間隙（外層・内層）	外層 、内層
		⑧最小キリ径(HDI 構造の場合、最小ビア径を含む)	φ
		⑨最小ランド径	φ
		⑩めっき等の厚さ（スルーホール、ビア及び表面仕上の最小めっき厚）	
		⑪温度範囲とサイクル数	
		⑫材料の最高使用温度	
		⑬材量のガラス転移点温度（Tg）	
		⑭線膨張係数（CTE）：有コア基板のみ	
		⑮はんだ耐熱性	

表 4.2-6　宇宙転用評価 調査票（プリント配線板用）例/プリント板メーカ側記載

No.	項 目	内　容	PWB メーカ回答欄(注)
19	信頼性評価実績	電気的（耐電圧等）・機械的（スルーホール引き抜き強度等）・環境的（熱衝撃、耐湿、耐放射線性等）性能の試験項目、条件、判定基準、試験結果	別紙添付
20	長期保管	出荷から、はんだ付けまでの保管期限及び保管条件。再処理の可否。	
21	試験等の受託可否 （対応可否を記載）	調達者が設定する追加評価試験の受託対応可否 （高温放置試験・PCT 試験・DPA 等）	可　、　不可
22	WCA 検討時の支援有無 （対応可否を記載）	具体的事象を調達者側から提示した場合の回答可否 （具体的内容は設計が進捗してからの協力依頼となる）	可　、　不可
23	不具合発生時の故障解析	故障解析における助言、機能試験、DPA 等の実施可否	
24	法規制物質	BeO,Cd,Li,Mg,Hg,Zn,放射性物質等の取扱注意物質の有無	
25	その他	特別な注意事項（必要な場合） ・はんだ付け時（例：はんだ付け前の除湿）	

注）回答を控えたい場合には「非開示」等その旨を記載する。

4.3 システムのリスク対応方針と部品の品質保証レベルの目安

宇宙転用可能な候補部品を宇宙適用する際、システム FMEA(Failure Modes and Effects Analysis)等を実施し、システムのリスク対応方針、運用期間、部品の選定、どのような宇宙機（長寿命衛星用、科学衛星用、小型・超小型衛星用、ロケット用等）に使用されるか（各衛星、ロケットの宇宙転用可能部品の適用ハンドブックの「部品の用途」）等を熟慮して、適用する部品の品質保証レベルを選択する必要がある。

目安としての例を表 4.3-1「システムのリスク対応方針と部品の品質保証レベルの目安」に示す。この表での部品の品質保証レベルは JMR-012（5.1.2 項で規定されるクラスⅠ、クラスⅡ、クラスⅢの 3 種）に対応して、宇宙適用非標準部品の品質保証レベルも次の 3 種にクラス分けしている。なお、部品の品質保証レベル詳細は、機器要求による。

(1)クラスⅠ相当は最も高い保証と最も低いリスクとなる。調達コストは一般的にクラスⅠが最も高い（クラスⅠ: リスク最小で評価及び調達時に徹底的な試験を実施済み、このクラスの宇宙適用非標準　部品の基本的な品質・信頼性レベルは宇宙用部品と同等である。）。

(2)クラスⅡ相当はクラスⅠとクラスⅢの中間レベル（クラス Ⅱ（リスク/コストの妥協）に従い、限定されたスクリーニング試験が実施される）。

(3)クラスⅢ相当は最も低い保証と最も高いリスクとなる。調達コストはクラスⅢが最も低い（クラス Ⅲ（コストの抑制）に従い、評価及び調達の試験は限定されたものとなる）。

集積回路、個別半導体を代表例とした時のクラスⅠ、Ⅱ、Ⅲ相当の品質保証レベル比較を図 4.3-1 品質保証レベル（クラスⅠ-Ⅲ相当）の比較サマリに示す。

この図は、後述の評価試験（表 4.5.2.2-1～3、図 4.5.2.2-1～3）、スクリーニング試験（表 5.3.2-1～3）、ロット保証試験（表 5.3.3-1～3、図 5.3.3-1～3）毎の内容をサマリ化したものである。詳しくはそれらの表、図を参照のこと。

尚、本サマリに示した各種試験条件などは例示であり、システムのリスク対応方針に応じて変更可能である。詳細については適用文書(25)～(27)を参照すること。さらに、有人宇宙機における惑星探査機等の将来宇宙機については、今後の検討課題とする。

（参考）JMR-012 の 5.1.2 項で規定される 3 つのクラス（クラスⅠ、クラスⅡ、クラスⅢ）とシステムのリスク対応方針のテーラリングについては、JMR-012 の解説書（CAA-109011）の付属書：テーラリングガイドの 5 項に　指針が記載されている。

表 4.3-1　システムのリスク対応方針と部品の品質保証レベルの目安　（詳細には、機器要求による）

	分類記号						
	A	B	C	D-1	D-2	E	F
システムのリスク対応方針	リスクの最小化を図る	リスクの低減を図る	リスクの管理を行う	重大リスクのみ管理する	重大リスクのみ管理する	リスクの管理を行う	リスクの管理を行う
運用期間	７年以上	3 年～7 年	１年～5 年	１年～３年	１年程度	数時間程度	１年～３年
部品の選定　（注）	信頼性最重視	信頼性重視	コスト＆性能重視	コスト&性能重視	コスト最重視	コスト重視	信頼性重視（システムとして 1 フェールオペ,2 フェールセーフを要求）
宇宙機の例	長寿命衛星（通信/測位/気象衛星等）	中寿命衛星（地球観測衛星、深宇宙探査機等）	科学衛星（天文観測/惑星探査衛星等）	小型衛星（LEO コンステレーション衛星等）	超小型衛星（技術実証,　研究開発）	ロケット	宇宙ステーション補給・回収機
部品の品質保証レベル　（注）	クラスⅠ 標準部品	クラスⅠ,Ⅱ 標準部品	クラスⅠ,Ⅱ,Ⅲ 標準部品	クラスⅠ,Ⅱ,Ⅲ 標準部品	クラスⅡ,Ⅲ 標準部品	クラスⅠ,Ⅱ,Ⅲ 標準部品	クラスⅠ,Ⅱ,Ⅲ 標準部品
	クラスⅠ 非標準部品	クラスⅠ,Ⅱ 非標準部品	クラスⅠ,Ⅱ,Ⅲ 非標準部品	クラスⅠ,Ⅱ,Ⅲ 非標準部品	クラスⅡ,Ⅲ 非標準部品	クラスⅠ,Ⅱ,Ⅲ 非標準部品	クラスⅠ,Ⅱ,Ⅲ 非標準部品
宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック	JERG-2-023（長寿命衛星）	なし	JERG-2-024（科学衛星編）	なし	なし	JERG-1-010（ロケット編）	なし

（注）FMEA(Failuer Modes and Effects Analysis)の実施によりクリティカリティに応じて判断する。

	クラスⅠ	クラスⅡ	クラスⅢ
評価試験	**全て** - 構造解析 - 電気特性（常温、高温、低温 +10℃マージン） - プレコンディション+高度加速ストレス試験（HAST） 96h 又は高温高湿バイアス試験（THB） 1000h［1］ -寿命試験 2000h, 125℃+DPA - プレコンディション+ 500 熱サイクル -55℃/+125℃ - 耐放射線性評価（TID, SEE） - アウトガス試験	**全て** - 構造解析 - 電気特性（常温、高温、低温 +10℃マージン） - プレコンディション+高度加速ストレス試験（HAST） 96h 又は高温高湿バイアス試験（THB） 1000h［1］ - 寿命試験 2000h, 125℃+DPA - プレコンディション+ 500 熱サイクル -55℃/+125℃ - 耐放射線性評価（TID, SEE） - アウトガス試験	**限定** - 構造解析 - 耐放射線評価（TID, SEE） - アウトガス試験
（根拠文書）	データ収集 - 部品メーカのデータ - 承認状況 - 評価試験 - 調達検査と試験 - ロット保証試験 - 耐放射線性試験データと RVT	データ収集 - 部品メーカのデータ - 承認状況 - 評価試験 - 調達検査と試験 - ロット保証試験 - 耐放射線性試験データと RVT **データ収集** スクリーニング試験縮小のために使用する各種試験データ（寿命試験等）	データ収集 - 部品メーカのデータ - 承認状況 - 評価試験 - 調達検査と試験 - ロット保証試験 - 耐放射線性試験データと RVT **データ収集** ロット保証試験縮小のために使用する各種試験データ（寿命試験等）

図 4.3-1 品質保証レベル（クラスⅠ－Ⅲ相当）比較サマリ（集積回路、個別半導体の代表例）

スクリーニング試験	**全て** - X 線検査 - シリアルナンバー付け - 10 熱サイクル、-55℃/+125℃ - PIND 試験［2］ - 中間電気的試験 @25℃ - ダイナミックバーンイン 240h、125℃ - 最終電気的試験 @常温、高温、低温 - PDA（5%） - 気密性［2］ - 外部目視検査 適用部品によっては X 線と外部目視検査のみも考慮する必要がある。（注）	**限定**（データがあれば） - PIND 試験（適用する場合） - 気密性（適用する場合） +データがない場合 - シリアルナンバー付け - 10 熱サイクル、-55℃/+125℃ - 中間電気的試験 @25℃ - ダイナミックバーンイン 240h、125℃ - 最終電気的試験 @常温、高温、低温 - PDA（5%） - 外部目視検査 適用部品によっては外部目視検査のみも考慮する必要がある。（注）	**限定**（データがあれば） - PIND 試験（適用する場合） - 気密性（適用する場合）
ロット保証試験 （スクリーニング試験された部品で適用される場合）	**全て** - 構造解析 - プレコンディション+高度加速ストレス試験（HAST） 96h 又は高温高湿バイアス試験（THB） 1000h［1］ - 寿命試験 2000h, 125℃+DPA - プレコンディション+100 熱サイク -55℃/+125℃ - RVT（耐放射線性実証試験）	**全て**（ただし寿命試験は 1000h） - 構造解析 - プレコンディション+高度加速ストレス試験（HAST） 96h 又は高温高湿バイアス試験（THB） 1000h［1］ - 寿命試験 1000h, 125℃+DPA - プレコンディション+100 熱サイク -55℃/+125℃ - RVT（耐放射線性実証試験）	**限定（データがあれば）** - 構造解析 - RVT（耐放射線性実証試験） +データがない場合 - プレコンディション+高度加速ストレス試験（HAST） 96h 又は高温高湿バイアス試験（THB） 1000h［1］ - 寿命試験 1000h, 125℃ - プレコンディション+100 熱サイクル -55℃/+125℃

［1］PEM（プラスチックパッケージ）に適用　　［2］ハーメチックパッケージに適用

図 4.3-2 品質保証レベル（クラスⅠ－Ⅲ相当）比較サマリ（集積回路、個別半導体の代表例）（続き）

（注）適用部品によっては例示されている項目（ダイナミックバーンイン等）実施できないものもあり、試験項目については十分な検討が必要である。

上記の試験条件は以下の文書を参考に、代表例として記載している

・ECSS-Q-ST-60-13 Space product assurance - Commercial electrical, Electronic and Electromechanical (EEE) components

この図は、後述の 4.5.2.2 評価試験（表 4.5.2.2-1～3、図 4.5.2.2-1～3）,5.3.2 スクリーニング試験（表 5.3.2-1～3）,5.3.3 ロット保証試験（表 5.3.3-1～3、図 5.3.3-1～3）に記載の品質保証レベル（クラスⅠ-Ⅲ相当）毎の内容をサマリ化したもので、詳細はそれらの表、図を参照のこと。尚、本サマリに示した各試験条件などはシステムのリスク対応方針に応じ変更可能であり、詳細については適用文書（25）～（27）を参照すること。

図 4.3-3 品質保証レベル（クラスⅠ－Ⅲ相当）比較サマリ（集積回路、個別半導体の代表例）（続き）

4.4 選定指針と禁止・制約に関する共通事項

4.4.1 一般

ユーザ（システム/機器）メーカは、候補部品選定の初期段階において以下の要求が満足されるように、その選定に責任を持って確認する。

(1) プロジェクト要求（例：品質保証レベル、部品選定ポリシー、製造・出荷スケジュール及び予算、数量）

(2) 設計要求（例：部品タイプ、機能/性能、温度範囲、パッケージ、寸法、材料）

(3) 製造要求（例：包装、熱及び保管制約、部品実装取り付けプロセス）

(4) 運用要求（例：電気的、機械的、熱的、耐放射線性、信頼性、組立、及び耐用寿命）

4.4.2 選定指針

(1) 「標準部品（JAXA 認定、MIL/NASA 認定、ESCC 認定の公的認定部品）、JAXA 開発戦略部品及びプロジェクト承認非標準部品（NSPAR 品）」から成る宇宙用部品より選定することが技術的、経済的に困難な場合に限り、宇宙転用可能な部品を候補部品として選定する。

(2) プロジェクトの初期設計段階から、必要性、評価要素、及び調達・品質保証計画について検討すると共に、部品の効果的な品種削減、及び標準化を推進する。

(3) 候補部品の選定の際には、部品メーカの最新データ、認定ベースの適用性、不具合通知、警告、及び使用の妥当性に関する情報を確認し、評価及び品質保証のために要する労力が少ない部品を優先する。

(4) 候補部品の評価については、NSPAR 審査に必要なその部品及び部品メーカについてのデータを収集する。（ 注：以下の項目に関し、部品メーカ及びデータシートの完全性を確認することが重要である。）

(a) 部品の表示
(b) 機械的詳細
(c) 電気的及び熱的詳細
(d) その他

(5) 製品化の成熟度 1 年未満の部品及び技術については、その特異性を十分に考慮して選定する。そして、潜在する可能性のある故障モード及び故障メカニズムを考慮して評価計画を検討する。

(6) 輸入調達部品の内、部品生産国の輸出制限や規制の対象となる部品は推奨されない。

(7) 輸入調達部品については JERG-0-050 海外部品品質確保ハンドブックを活用する。

(8) 枯渇部品情報を調査し、枯渇が懸念される部品は原則として選定しない。

(9) 本ハンドブックの全般的なアプローチを適用する場合でも、付加的な試験の詳細には、構造解析から得られた技術及び実使用条件を考慮に入れる。（試験条件は出来る限り実使用に近いものとする。）

4.4.3 故障率

信頼性解析に用いる候補部品の故障率データ（信頼性試験及び/またはフィールド使用実績データなど）とその源泉を明らかにする。

なお、MIL-HDBK- 217Ｆを使用する場合には、以下の品質ファクタ（πQ）を適用して良い。

πQ＝1（クラスⅠ相当）、πQ＝2（クラスⅡ相当）、πQ＝5（クラスⅢ相当）

4.4.4 温度範囲

(1)候補部品は、（2）項に従った適切な動作温度範囲のものから選択する。

(2)実使用温度範囲（最悪のケースも含む）と部品メーカ規定の最高/最低の動作温度範囲との間には、上下 10℃のマージンを設けることが推奨される。（例：部品メーカ規定の最高/最低の動作温度範囲が-20℃～+85℃の場合には、その部品の実使用温度範囲は上下 10℃のマージンを設定することで-10℃～+75℃となる）

(3)部品メーカが保証した動作温度範囲外での使用は推奨されない。どうしても使用せざるを得ない場合は部品メーカと調整して、4.5.2 項の評価試験の電気的特性、熱的評価における十分な確認を行い、5.3 項の調達仕様書に拡張した温度範囲、試験条件を規定してスクリーニング試験、ロット保証試験で確認する（部品メーカの見解が得られる場合は入手すること）。拡張

した温度範囲の場合でも、実使用温度範囲（最悪のケースも含む）との間には上下10℃のマージン考慮が推奨される。

4.4.5 選定・適用上の禁止、制約事項

(1) 部品仕様書、NPSL 等に適用上の制約が規定されている場合は、その制約を適用する。NPSL の適用上の制約は NPSL（http://nepp.nasa.gov/npsl/）のそれぞれの部品の品種別に“Important! Application Notes”に掲載されているので参照することができる。

(2) 機器の設計仕様書等に部品適用上の制約が規定されている場合は、その制約を適用する。

(3) 機器の要求寿命期間中における動作、温度サイクル及び放射線環境等による部品の摩耗及び劣化により、機器の機能及び性能を損なうことがないように要求条件を考慮して適用する。有効寿命品目に該当する場合には適切な管理を実施する。

(4) 限られた寿命、既知の不安定性、安全上の問題、信頼性リスク等の理由により、以下の部品は選定・使用しない。

(a) リード、端子、及び外部表面のめっき、及びパッケージに純錫（錫鉛合金の場合は鉛 3%以下のもの）が使用されている部品。
やむを得ず使用せざるを得ない場合は(8)に従うこと。

(b) 中空コアの抵抗器

(c) ポテンショメーター（メカニカルポジションモニタリングタイプを除く）

(d) 金属結合(メタロジカル接続) されていないダイオード

(e) グラシベートされていないアクティブ領域を持つ半導体、集積回路

(f) 二重封止、タンタルケース構造以外の湿式スラグタンタルコンデンサ（アルミ電解コンデンサ、及び銀ケース湿式スラグタンタルコンデンサ　　等)

(g) 内部構造がエンドアプリケーションの実装条件に適合しない溶融温度で金属結合されている部品

(h) 5A 未満のワイヤリンクヒューズ

(i) アマチュア/コイルアッセンブリとヘッダーが二重溶接されていないか、内部に集積ダイオードを内蔵しているTO5タイプリレー

(j) 100ｋΩ以上のRNC90タイプ抵抗（NPSLのApplication Notes For MIL-PRF-55182の5)参照
(http://nepp.nasa.gov/npsl/Resistors/55182/55182aps.htm)

(k) TO3及びDO4/DO5パッケージを用いた部品

(5) メサ接合または合金接合タイプのトランジスタは使用しない。

(6) マイクロ波用ダイオード及び太陽電池を除き、ゲルマニウムを使用した部品は使用しない。

(7) 可変抵抗器は、原則として使用しない。

(8) 純錫はウィスカ発生の恐れがある。ウィスカ発生の抑制が評価されているか、ウィスカ発生防止のための適切な処理（はんだコート「HSD、あるいはオーバープレーティング」など）がされていない場合は使用しない。

純錫を使用する場合は、代替品が無く、危険性が無いという技術的な正当理由に裏打ちされた実証のもと、ケースバイケースで承認することが可能となる。(JERG-1-009ロケット機器用鉛フリー部品適用工程標準を参照)

(9) 健康及び安全を考慮し、酸化ベリリウム（調達仕様書にて指定される場合を除き）、カドミウム、リチウム、マグネシウム、水銀、亜鉛、放射性物質、及び安全上の問題を引き起こす可能性のある全ての材料を使用しない。但し、機構材として使用する合金に含まれる場合は除く。

(10) リレー、サーモスタット及びスイッチは、ハーメチックシールタイプを使用する。(同軸スイッチ、導波管スイッチは除く)

(11) 有機材料はハーメチックシールで封止されていない限り、真空中でのアウトガスが少ないものを使用する。JERG-0-034 「宇宙用有機材料アウトガスデータ集」及び、NASA-RP-1124 等を参照とし、原則として次に示す値以下のものを使用する。この値より大きい材料を使用する場合、またはアウトガスによる悪影響が予想される場合は、効果的な防護処置を施す。尚、アウトガスデータが存在しない場合には、アウトガス試験を行ない必要なアウトガスデータを取得する。

(a) 質量損失比（TML）　：1.0%

(b) 再凝縮物質量比(CVCM)：0.1%

(12) ハーメチックシールで封止されていない材料は、オフガス、可燃性、毒性について注意して使用する。

(13) FPGA(PLD)、PROM などワンタイムプログラミング部品（OTP）はプログラミング後のスクリーニング試験を行う。実績がある場合においては省略を検討しても良い。

(14) 候補部品に用いられる実装、組立技術により引き起こされるストレスへのロバスト性を評価する。

(15) ノンハーメチックの半導体部品において、半導体チップ-ボンディングワイヤまたはバンプの接合部（1次実装部）にボイドや未接合部分が存在する場合、水分が侵入しやすく腐食が顕著となる可能性がある（評価データ：JERG-0-052-TM001）。そのため、保管時の湿度環境においては5.3.7項 取扱い及び保管を参照し、適切に湿度管理をすることを推奨する。湿度環境に疑義がある場合は、接合部のボイドや未接合部分の存在を確認する手法として、部品選定の際に接合部断面のSEM観察を推奨する。その結果、接合部にボイドや未接合部分が存在し、腐食による部品不良の可能性を払拭できない場合は、腐食進行の評価等実施し、搭載する宇宙機の運用上問題にならないか確認することを推奨する。

4.4.6 耐放射線性

放射線にセンシティブな部品は、軌道上の放射線環境（宇宙線(重粒子)、電磁放射線、捕捉放射線(荷電粒子－放射線帯の電子、陽子)及び太陽放射線(フレア)）による劣化を十分に考慮して選定・適用する。

特に以下の事項についての考慮が必要であるが、軌道、ミッション期間等により放射線環境が異なるため、詳細はプロジェクトの個別要求に従う。

(1) トータルドーズ(TID)及び変位損傷(DD)

(a)トータルドーズ量

トータルドーズ量は、プロジェクト個別要求の Dose-Depth Curve によるものとし、設計マージンの目安として 1.25 倍の安全率(注)（ストレス - 強度モデルにおいて、強度の３σ下限をストレスの３σ上限で割ったもの）を適用したトータルドーズ量（Al 等価シルード厚を考慮）に耐える部品を選定する。なお、ELDRS（Enhanced Low Dose Rate Sensitivity）にセンシティブな可能性のあるバイポーラ及び BICMOS 等についてはその TID 耐量も考慮して選定する。

（注）：安全率の検討に関してはプロジェクト個別要求による。

(b)変位損傷（DD)

プロトンにより変位損傷を生じる部品(フォトカプラ等)は、その影響に注意する。

(2) シングルイベント効果（SEE)

シングルイベント効果については、軌道上の重粒子、プロトン環境及び適用ディレーティング下でミッションにその影響が生じないような部品を選定する。

SEE には以下が含まれる。

SEL； Single Event Latchup
SEU； Single Event Upset
SEB； Single Event Burnout
SEGR；Single Event Gate Rupture
SET； Single Event Transient
SEFI；Single Event Functional Interrupt

(a) SEL に対しては、プロジェクト個別要求で定められる下限値より高いスレッショルド LET（Linear Energy Transfer：線エネルギー付与）を持つ部品を使用する。それより低いスレッショルド LET の部品を使用する場合には、ラッチアップ保護回路等の保護対策を実施する。科学ミッションの場合は、下限値を 75MeV・cm2/mg で規定する。

(b) SEU に対するスレッショルド LET が 25MeV・cm2/mg 未満である部品は、ミッションへの影響評価結果に応じた保護対策（対策無しを含む）をとる必要がある。

スレッショルド LET の値が 25MeV・cm2/mg からプロジェクト個別要求で定められる上限値までの部品については、SEU 発生確率予測を行って選定する。

SEU 発生確率予測において、太陽フレアの発生していない時には CREME96 で定義されている solar quiet condition を用い、太陽フレア発生時は worst-week model を用いる。太陽フレア発生回数は、太陽フレア活動周期を考慮した予測値を用いる。

(c) SEB、SEGR が生じるパワーMOSFET は、SEE 安全動作領域内でかつ適用ディレーティング基準内とし、ミッションにその影響が生じないように部品を選定する。

(d) SET、SEFI が生じるリニア集積回路については、一時的なトランジェントや機能中断の影響を考慮して選定するか、回路設計にて対策を行う。

(3) 放射線にセンシティブな部品の抽出

ユーザ（システム/機器）メーカは部品の発注に先立って放射線にセンシティブな部品に関する関連情報を収集、評価する。そして部品毎の耐量データとその源泉を識別して、部品の調達、試験計画立案や機器の耐放射線解析に利用する。

4.4.7 ディレーティング

部品の適用に際しては、機器に要求される信頼度、寿命等を満足させるために必要なディレーティング設計を行う。

ディレーティング基準は、EEE-INST-002、GSFC PPL-21Appendix B または、ECSS-Q-ST-30-11 に準拠して設定することが望ましい。

4.4.8 選定・適用上の留意点

(1) ハーメチックシールで封止されていない材料は、オフガス、可燃性、毒性について注意して使用する。

(2) 半導体部品などの樹脂モールド部品の樹脂には金属の腐食を促進する効果を持つハロゲンが少なからず含まれている。樹脂モールドを有する部品を使用する場合は、腐食による部品性能への影響を考慮の上で、注意して使用することを推奨する。

(3) 一般的な振動試験・衝撃試験により半導体部品のチップ層間絶縁層(Low-k層)の密着性が低下する可能性がある。さらに、Low-k層は断面加工時の負荷で剥離・クラックが発生する。（評価データ：JERG-0-052-TM001）このため、半導体部品の振動試験・衝撃試験を実施する場合は、試験後にC-SAMなどにてチップ内部の剥離・クラックの有無を確認することを推奨する。

4.5 候補部品の審査プロセス

4.5.1 候補部品と使用部品リスト

ユーザ（システム/機器）メーカはプロジェクトで使用する候補部品を選定し、審査を受けようとするシステム/機器に使用する部品リスト（使用部品リスト）を作成し維持する。

プロジェクトで使用する部品は宇宙機、及びロケット用機器の機能・性能・信頼性に制約を加える要因であるから、可能な限りプロジェクトの初期段階から計画的に全ての部品の選定を行う。更に、宇宙転用可能な候補部品については、以下の通り使用部品リストに含めて、維持更新する。

(1) 初期設計段階（JAXA のシステム定義審査（SDR）段階）において、ミッション要求に応じた宇宙転用可能な候補部品の洗い出しと調達管理方針を明らかにする。

(2) 基本設計段階において、対象となる機器で使用する候補部品を選定し、原則として使用部品リストに含めて、適切な維持管理を行う。この使用部品

リストはプロジェクト承認部品データベース（PAPDB）に登録を行うことが推奨される。

(3) 詳細設計段階においては、追加された候補部品も含め”宇宙適用非標準部品”と識別して使用部品リストを更新する。この使用部品リストは詳細設計審査（CDR）インプットパッケージに含めて提出し、JAXA の審査を受ける。更に、”宇宙適用非標準部品”として JAXA の NSPAR 審査を受ける。

(4) 維持設計段階において追加希望品目が生じた場合は、仕様書、評価及び適用等の妥当性を確認し JAXA の承認を得た後、使用部品リストに追加の上、試験後審査等（PQR、PSR 等）において報告する。

4.5.2 候補部品の評価

候補部品がプロジェクトにて要求される機能的性能、品質、信頼性、及び耐環境性についての要求を満たす証明（部品メーカから事前評価に必要な情報）が得られない場合、ユーザ（システム/機器）メーカは候補部品について以下の評価を計画し、評価を実行する。(JMR-012 の 5.3 項を参照)

(1) 候補部品の評価範囲、及び計画については、その部品の設計、及び意図される用途の評価データなどを基に策定する。

(2) 評価計画は以下の事項を含み、評価結果報告も JAXA の審査を受ける。

(a) 部品メーカの QMS 評価

(b) 構造解析

(c) 評価試験

(d) 耐放射線性確認

(3) 評価プログラムにおいては、関連する信頼性、部品メーカからの解析及び試験データ、類似的な使用前例等の情報を考慮する。

(4) 全ての試験及び検査は、フライトハードウェアの部品調達用に選定された部品メーカの最新製品から抽出した、部品タイプごとの代表サンプルに対して実施する。

(5) プログラマブルデバイスについては、その代表性にプログラミングハードウェアツール及びソフトウェアの互換性が含まれる。

(6) 評価結果が調達仕様書の内容に影響を与えるかどうかを確認し、必要に応じて調達仕様書等を改訂する。

4.5.2.1 構造解析

(1)構造解析はサンプル部品 5 個に対して行う。

（注）主要目的は、宇宙プロジェクトでの適用における規定性能に対する構造的適合性の初期確認を行うことである。

(2)構造解析の手順は、集積回路、個別半導体を代表例とした時、表 4.5.2.1-1 構造解析（CA)を参照して、評価計画等に評価内容を文書化して行う。

(3)解析の成果は構造解析報告書にまとめ、評価結果報告の中に含める。

(4)構造解析は評価試験の一部となる。（4.5.2.2 項参照）

表 4.5.2.1-1 構造解析(CA)集積回路、個別半導体の代表例

試　験	サンプル					手　順	備　　考
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5		
外部目視検査	X	X	X	X	X	MIL-STD-750 Method 2071-4 MIL-STD-883 Method 2009-9	MIL スペックは PEM（プラスチックパッケージ）の目視検査に適用されていないが、参考文書として使用することができる(1)
X 線検査	X	X	X	X	X	MIL-STD-750 Method 2076-3 MIL-STD-883 Method 2012-7	マイクロフォーカス X 線装置で実施されるのが望ましい
マーキング	X	X	X	X	X	ESCC 24800	
PIND 試験（内部空洞パッケージ）	X	X	X	X	X	MIL-STD-750 Method 2052-3 MIL-STD-883 Method 2020-7	
気密性（適用する場合）			X	X	X	MIL-STD-750 Method 1071-6 MIL-STD-883 Method 1014-10	
リード仕上げ解析及び純スズ識別	X	X				エネルギー分散型 X 線分析(EDX)、蛍光 X 線、マイクロ蛍光、示差走査熱量計（DSC）	RoHS 問題に対するリード仕上げを識別するための分析
はんだ付性試験	X	X				IEC60068-2-69 または AFNOR A 89-400	はんだぬれ性試験方法が推奨される。特定のパッケージ上で実現可能性を検証する
開封	X	X	X	X			
内部目視検査	X	X	X	X		MIL-STD-750 Method 2074-4, 2072-6, 2069 MIL-STD-883 Method 2010-10 MIL-STD-883 Method 2013	プラスチック封止部品の場合は、特にダイとリードフレーム（層間剥離）、外部接続部と樹脂の密着性との界面を確認する。
SEM 検査	X	X				MIL-STD-883 Method 2018	ワイヤボンディング、グラシベーションの完全性、ダイ接続のメタライゼーションの品質を検証するため

表 4.5.2.1-1 構造解析(CA)集積回路、個別半導体の代表例（続き）

試　験	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	手　順	備　　考
ボンド強度	[1]	[2]	[2]			MIL-STD-750 Method 2037 MIL-STD-883 Method 2011-7 JEDEC 22-B116	[1]ボンド及び剥離試験 [2]ボンド試験
パッシベーションの整合性		X	X	X		MIL-STD-883 Method 2021-3	化学エッチング液がメタライゼーションに適していることを確認する
ボンドのクレーター形成試験（ボールボンディング）		X	X	X			適用する場合
ダイ剥離試験（内部空洞パッケージ）	X	X	X			MIL-STD-750 Method 2017-2 MIL-STD-883 Method 2019-5	
パッケージレベルの断面観察					X		
目視及び SEM					X		

(1) MIL スペックの基準に加え、下記についての検査を行う：
・パッケージの変形
・パッケージへの異物の混入、プラスチックカプセル材のボイド及びクラック
・リードの変形、剥がれ、仕上げの腐食や膨れ
・表示の視認性及び正確性

上記の解析手順などは以下の文書を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。
・ECSS-Q-ST-60-13 Space product assurance - Commercial electrical, Electronic and Electromechanical (EEE) components

尚、本表に示した各種解析手順などはシステムのリスク対応方針に応じて変更可能であり、詳細については適用文書（25）～（27）を参照すること。

4.5.2.2 評価試験

(1) 候補部品が調達仕様書に従って製造及び試験された際に、プロジェクトの要求を満たす信頼性を与えるにはどんな検査や試験が必要かを、評価により決定する。

(2) 評価試験は最小限の実施とするため、以下に関連する既存データ（4.1 項の宇宙転用可能な部品の①、②、③に対応）を確認する。

(a) 耐久試験（高温及び電気的ストレス下での稼働）

(b) 機械的ストレス（衝撃、振動、定加速度）

(c) 環境的ストレス（熱衝撃、温度サイクル、高温及び低温保管、湿度）

(d) 実装性試験

(e) 耐放射線性試験（トータルドーズ及びシングルイベント）

(f) アウトガス試験

(g) ウィスカ試験（スズメッキ等、該当する場合）

(3) 評価試験はそれぞれの候補部品に対して行うこと（部品メーカ毎）。

(4) 評価結果はスクリーニング試験、及びロット保証試験（LAT)の合否判定基準を決定するために使用される。

(5) 評価試験について、集積回路、個別半導体を代表例とした時、表 4.5.2.2-1～3、図 4.5.2.2-1～3 の評価試験に記載した品質保証レベル（クラスⅠ-Ⅲ相当）毎の内容が推奨される。

なお、車載用部品（AEC-Q グレード）は ECSS-Q-ST-60-13 の８項を参照し、評価試験項目要否や実施項目の検討を行う。また、その他の公的な仕様に基づく部品も同様な検討ができるものとする。

表 4.5.2.2-1　クラスⅠ相当 評価試験

サブグループ試験	試験	サンプル数（個）	試験方法/評価基準	コメント
1	構造解析（CA）	5	表 4.5.2.1-1 構造解析（CA）参照	
2	電気特性	10 最小	電気的試験はデータシート記載のとおり、3T° 条件下（最低、標準、最高）、または使用範囲+10℃（どちらか高い方）で実施	電気的試験は読み取り、記録すること。
3	プレコンディショニング＋ 高度加速ストレス試験（HAST）（または 1000 時間の高温高湿バイアス試験(85℃/85%RH)）	10 最小	プレコンディショニング(*)+130℃/85%RH で 96 時間（または 1000 時間の高温高湿バイアス試験 85/85） JESD22-A110 連続バイアス印加（JESD22-A101 for THB） 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング： JESD-22-A113 ： SMD JESD-22-B106 ： スルーホール端子	PEM（プラスチックパッケージ）のみ適用。 電気的試験は読み取り、記録すること。
4	寿命試験［1］	10 最小	Ta： 125℃で 2000 時間 MIL-STD-883、試験方法 1005 の条件 D 試験前、試験中（1000 時間）、試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、3T° 条件下（最低、標準、最高）で実施 DPA は 3 個実施。 表 5.3.6-1 破壊的物理解析（DPA）参照	・Ta：125℃あるいは最高動作温度のどちらか低い方 ・電気的試験は読み取り、記録すること。 結果は、電気的仕様及び試験条件（酸化については端子の完全性）の確認に利用できる。

表 4.5.2.2-1 クラスⅠ相当 評価試験（続き）

サブグループ試験	試験	サンプル数（個）	試験方法/評価基準	コメント
5	プレコンディショニング＋熱サイクル [1] [2]	10 最小	プレコンディショニング(*)+（-55/+125℃）で 500 サイクル （またはメーカの保存温度 T° 範囲のどちらか低い方） MIL-STD-883、試験方法 1010 の条件 B /MIL-STD-750、試験方法 1051 の条件 B（個別半導体） 試験前、途中（100 サイクル）、試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ&機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング：サブグループ 3 参照	電気的試験は読み取り、記録すること。
6	放射線評価 [1]	ECSS-Q-ST-60-15 参照	ECSS-Q-ST-60-15 参照	TID、非電離放射線照射、及びシングルイベント効果感度のデータがない場合。
7	アウトガス試験	ASTM E 595、JERG-0-034 参照	ASTM E 595、JERG-0-034 参照	

[1] フライト部品がスクリーニング試験される場合、寿命試験、熱サイクル、TID、及び非電離放射線照射試験はスクリーニング試験後の部品に対して実施すること。

[2]熱サイクル後の C-SAM (PEM) を行う。

上記の試験条件などは以下の文書を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

・ECSS-Q-ST-60-13 Space product assurance - Commercial electrical, Electronic and Electromechanical (EEE) components

尚、本サマリに示した各種試験条件などはシステムのリスク対応方針に応じて変更可能であり、詳細については適用文書 (25) ～ (27) を参照すること。

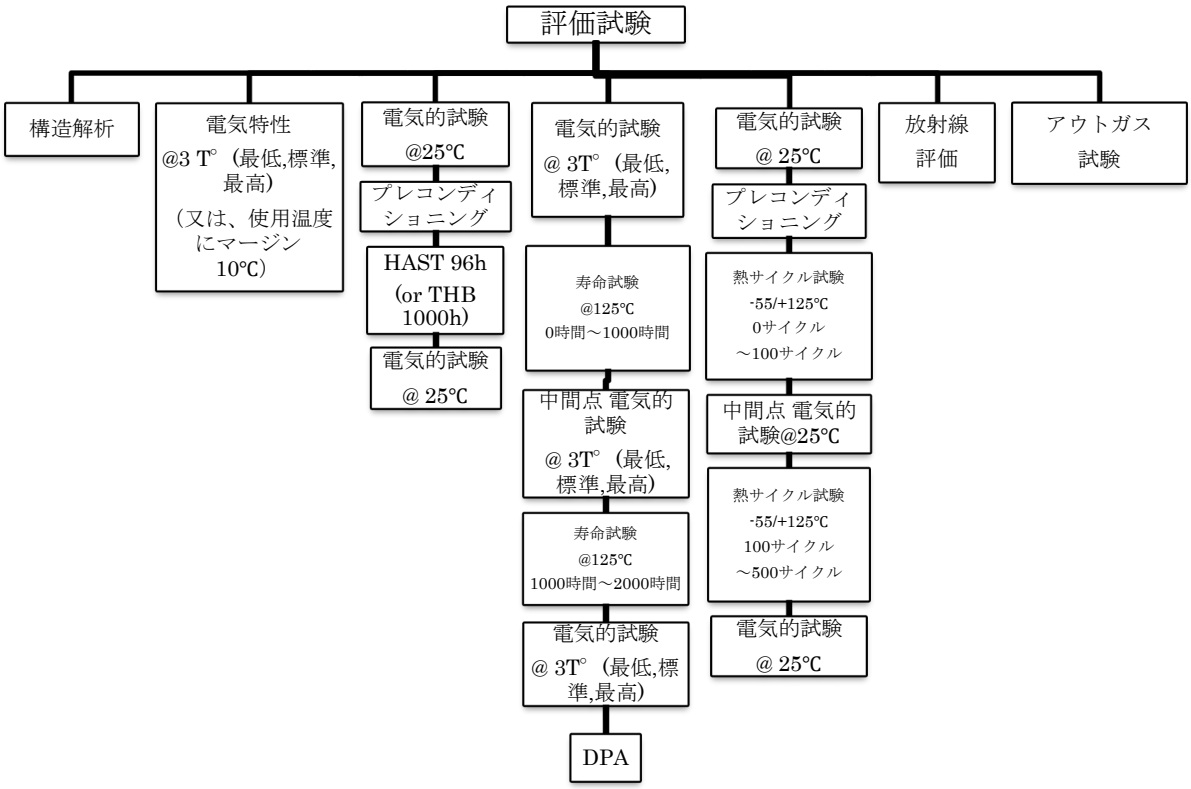


図 4.5.2.2-1　クラス　I 相当 評価試験ダイアグラム

表 4.5.2.2-2　クラスⅡ相当 評価試験

サブグループ試験	試験	サンプル数（個）	試験方法/評価基準	コメント
1	構造解析（CA）	5	表 4.5.2.1-1 構造解析（CA）参照	
2	電気特性	10 最小	電気的試験はデータシート記載のとおり、3T° 条件下（最低、標準、最高）、または使用範囲+10℃（どちらか高い方）	電気的試験は読み取り、記録すること。
3	プレコンディショニング＋ 高度加速ストレス試験（HAST）（または 1000 時間の高温高湿バイアス試験（THB） 85/85）	10 最小	プレコンディショニング(*)+130℃/85%RH で 96 時間（または 1000 時間の高温高湿バイアス試験 85/85） JESD22-A110 連続バイアス印加（JESD22-A101 for THB） 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング： JESD-22-A113 ： SMD JESD-22-B106 ： スルーホール端子	PEM（プラスチックパッケージ）のみ適用。 電気的試験は読み取り、記録すること。
4	寿命試験［1］	10 最小	Ta：125℃で 2000 時間 MIL-STD-883、試験方法 1005 の条件 D 試験前、試験中（1000 時間）、試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、3T° 条件下（最低、標準、最高）で実施 DPA は 3 個実施。 表 5.3.6-1 破壊的物理解析（DPA）参照	・Ta：125℃あるいは最高動作温度のどちらか低い方 ・電気的試験は読み取り、記録すること。 結果は、電気的仕様及び試験条件（酸化については端子の完全性）の確定に利用できる。

表 4.5.2.2-2　クラスⅡ相当 評価試験（続き）

サブグループ試験	試験	サンプル数（個）	試験方法/評価基準	コメント
5	プレコンディショニング＋熱サイクル [1] [2]	10 最小	プレコンディショニング(*)+（-55/+125℃）で 500 サイクル （またはメーカの保存温度 T° 範囲のどちらか低い方） MIL-STD-883、試験方法 1010 の条件 B /MIL-STD-750、試験方法 1051 の条件 B（個別半導体） 試験前、試験中（100 サイクル）、試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング：サブグループ 3 参照	電気的試験は読み取り、記録すること。
6	耐放射線評価 [1]	ECSS-Q-ST-60-15 参照	ECSS-Q-ST-60-15 参照	TID、非電離放射線照射及びシングルイベント効果感度のデータがない場合。
7	アウトガス試験	ASTM E 595、JERG-0-034 参照	ASTM E 595、JERG-0-034 参照	

[1]フライト部品がスクリーニング試験される場合、寿命試験、熱サイクル、TID 及び非電離放射線

照射試験はスクリーニング試験後の部品に対して実施すること。

[2]熱サイクル後の C-SAM（PEM）を行う。

上記の試験条件などは以下の文書を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

・ECSS-Q-ST-60-13 Space product assurance - Commercial electrical, Electronic and Electromechanical (EEE) components

尚、本サマリに示した各種試験条件などはシステムのリスク対応方針に応じて変更可能であり、詳細については適用文書（25）～（27）を参照すること。

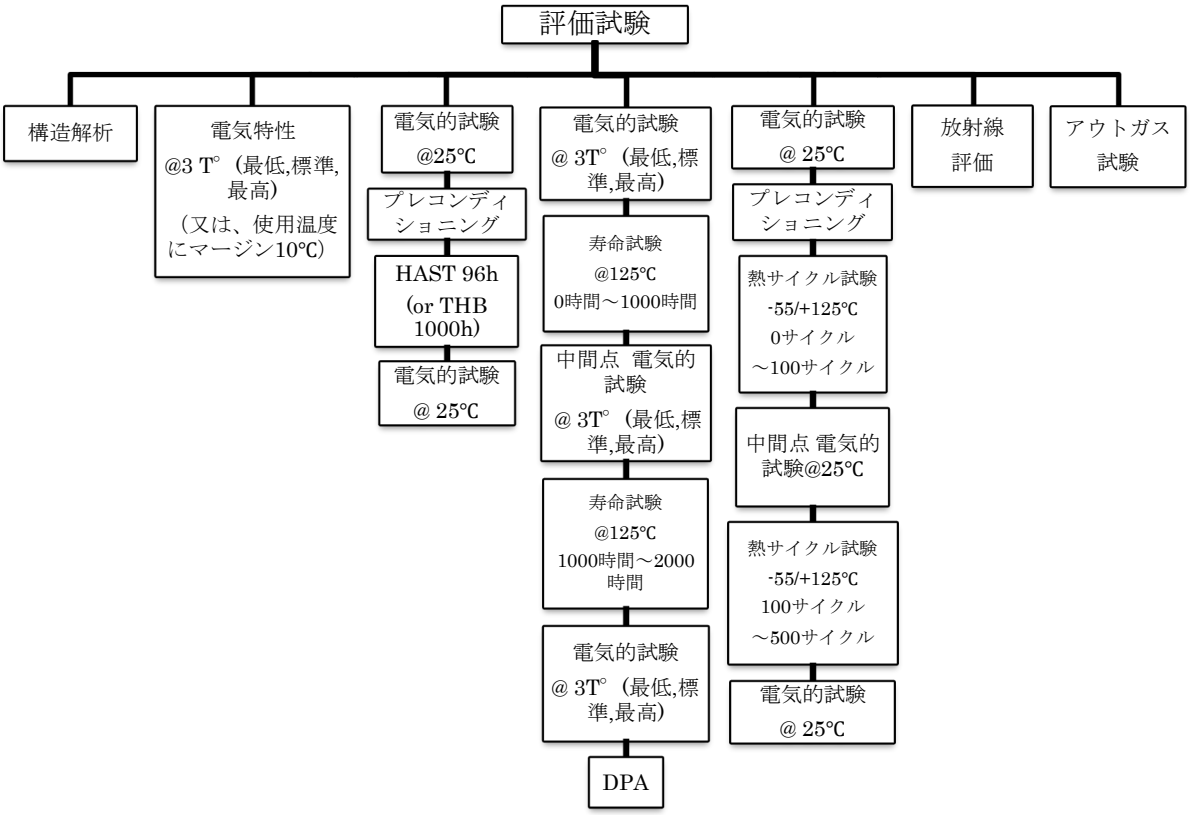


図 4.5.2.2-2　クラス Ⅱ相当 評価試験ダイアグラム

表 4.5.2.2-3 クラスⅢ相当 評価試験

サブグループ試験	試験	サンプル数（個）	試験方法/評価基準	コメント
1	構造解析（CA）	5	表 4.5.2.1-1 構造解析（CA）参照	
2	放射線評価［1］	ECSS-Q-ST-60-15 参照	ECSS-Q-ST-60-15 参照	TID、非電離放射線照射、及びシングルイベント効果感度のデータがない場合。
3	アウトガス試験	ASTM E 595、JERG-0-034 参照	ASTM E 595、JERG-0-034 参照	

[1]フライト部品がスクリーニング試験される場合、TID 及び非電離放射線照射試験は

スクリーニング試験後の部品に対して実施すること。

上記の試験条件などは以下の文書を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

・ECSS-Q-ST-60-13 Space product assurance - Commercial electrical, Electronic and Electromechanical (EEE) components

尚、本サマリに示した各種試験条件などはシステムのリスク対応方針に応じて変更可能であり、詳細については適用文書（25）～（27）を参照すること。

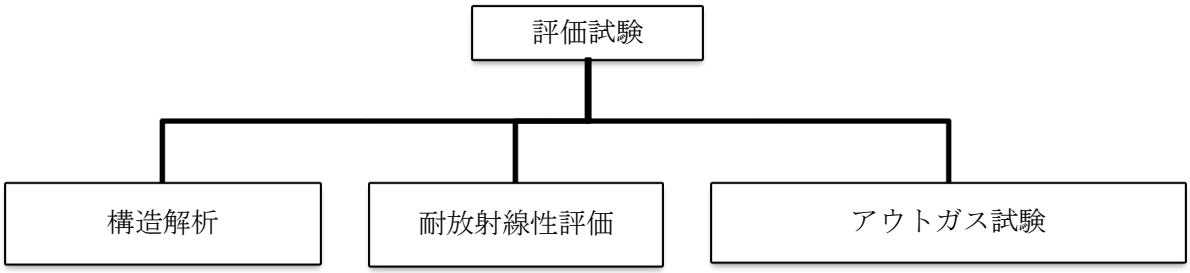


図 4.5.2.2-3 クラス Ⅲ相当 評価試験ダイアグラム

4.5.3 非標準部品承認申請(NSPAR)と審査

(1) ユーザ（システム/機器）メーカは宇宙適用非標準部品をフライトに使用する場合は、非標準部品承認申請書(NSPAR)に必要事項を記載して JAXA の担当プロジェクトに提出し、審査、承認を受ける(注)。但し、非標準部品承認申請(NSPAR)を適用しがたい場合は、4.5.1 項による使用候補部品リストの審査によるものとする。

(2) NSPAR の作成・提出は PAPDB の活用を原則とする。これによりがたい場合は、担当プロジェクトの指示に従う。

(3) 次の条件を満たす宇宙適用非標準部品については、過去に承認を得た NSPAR の承認を有効とできる。

(a)NSPAR を過去に提出し承認が得られた部品で、設計・構造、製造条件等に信頼性上の問題がない。自動車用、産業用でも、設計、加工条件、加工工程、材料等が変更される場合があるため、再度使用する場合は部品メーカに必ず確認する。その際、初回に使用した製品情報（部品メーカ品番、ロット NO.など）の提供を行うことが望ましい。

(b)承認時の部品の適用条件が、適用するロケット・宇宙機等の寿命、環境条件等の要求と同等以上であることを、承認時の仕様書、試験データ等により証明できる。

(4) NSPAR、図 4.1-2 宇宙転用可能な部品の宇宙適用基本フローに従い、原則として当該部品の調達前に申請を行う。その後の試験結果により更新が必要となった場合は NSPAR の改訂申請を行うことが望ましい。

（注）宇宙適用非標準部品としての NSPAR への記載（含む添付資料）は JMR-012A の 4.5.3 項に従うものとして NSPAR の次の該当欄について「その他（　　）」を選択し（　　）内に「（クラスⅠ相当宇宙適用非標準部品）、（クラスⅡ相当宇宙適用非標準部品）、（クラスⅢ相当宇宙適用非標準部品）」のいずれかを記入することで、従来のプロジェクト承認非標準部品とは区別して運用すること。

・品質保証レベル欄
・設計・構造欄
・製造プロセス管理欄
・スクリーニング試験欄
・認定試験欄
・品質確認試験欄

5.品質保証

5.1 品質保証レベル別の評価、品質保証

ユーザ（システム/機器）メーカは候補部品について、4.3 項のシステムのリスク対応方針と部品の品質保証レベルの目安に、システム FMEA(Failure Modes and Effects Analysis)等を実施したそのシステムのリスク対応方針、運用期間、部品の選定等を熟慮して、適用する部品の品質保証レベルを選択し、クラスⅠ、Ⅱ、Ⅲ相当に対応する評価、品質保証を行い宇宙適用非標準部品としての保証を行う。

クラスⅠ、Ⅱ、Ⅲ相当に対応する評価試験、スクリーニング試験、ロット保証試験の概要については、ECSS-Q-ST-60-13 に規定する集積回路、個別半導体を代表例とした時の各品質保証レベル比較を図 4.3-1 品質保証レベル（クラスⅠ-Ⅲ相当）の比較サマリに示す。

それ以外の部品については、EEE-INST-002(*)においてクラスⅠ、Ⅱ、Ⅲ相当にほぼ対応する Level１、２、３別のスクリーニング試験、認定試験の詳細が Commercial 部品についてまとめられているので、これらを参照にした候補部品の評価、試験計画の立案が推奨される。

(*)https://nepp.nasa.gov/DocUploads/FFB52B88-36AE-4378-A05B2C084B5EE2CC/EEE-INST-002_add1.pdf

更に、評価試験、スクリーニング試験、ロット保証試験の詳細は、ECSS-Q-ST-60-13 に規定する集積回路、個別半導体を代表例とした、4.5.2.2 評価試験（表 4.5.2.2-1～3、図 4.5.2.2.-1～3）、5.3.2 スクリーニング試験（表 5.3.2-1～3）、5.3.3 ロット保証試験（表 5.3.3-1～3、図 5.3.3-1～3）に記載の品質保証レベル（クラスⅠ-Ⅲ相当）毎に示したとおりである。

5.2 候補部品と部品メーカの選定

ユーザ（システム/機器）メーカは、4.4 項 選定指針と禁止・制約に関する共通事項に基づいて選定した複数の候補部品に関し、4.2 項によりユーザ（システム/機器）メーカと合意（協力）が得られた部品メーカを優先して選定する。

ユーザ（システム/機器）メーカは、選定する部品メーカの QMS に関し ISO、JIS 等、公的機関の認証が確立していない場合は、次の事項について確認する。又、公的認証を受けている場合であっても、認証範囲に次の事項が含まれ、実施されているかを確認することが望ましい。

(1) 工程特性及び工程管理に対して有効なシステムを導入し、維持している。

(2) 工程及び部品の認定、品質保証に対して有効なシステムを導入し、維持している。

(3) 工程及び部品に対する信頼性データを生成するために、信頼性試験システムをもっている。

(4) 工程の連続的改善を保証するために設けられた有効な方針をもっている。

これらは、根拠資料に基づくか、又は部品メーカの工場における品質監査／工場審査を実施することによって評価する。

もし、部品メーカの合意（協力）が得られないがその候補部品の使用が必須の場合は、図 4.1-2 宇宙転用可能な部品の宇宙適用基本フローに示した“ユーザ責で調達・使用する”フローにより、ユーザ（システム/機器）メーカが全責任をもって評価試験、調達、スクリーニング試験/ロット保証試験に対処する。

5.3 候補部品の調達

ユーザ（システム/機器）メーカは、5.2 項で選定した部品メーカから次の事項を考慮して候補部品を調達する。

(1) 部品の性能特性のばらつき及びミッションの成功を脅かすリスクを最小限に抑えるため、事前に部品メーカとの間でロットの定義を行い、可能な限り同一ロットの部品を発注する。

(2) 最新デートコードの部品を調達する。

(3) 偽造部品調達のリスクを低減するため、部品メーカから直接調達できない場合は、部品メーカと正規代理店契約を結んでいる販売業者からのみ部品を調達する。

(4) 出来る限り部品メーカの最小販売数量またはその倍数で発注し、販売業者による再包装及び分割取扱いを防ぐことにより、通常、部品メーカのオリジナルパッケージ中に含まれるトレーサビリティ情報を確保する。

調達に際しては、4.2 項 ユーザ（システム/機器）メーカ側と部品メーカ側の合意（協力）に記載したように以下の事項等を参照し、双方で覚書に必要な事項を盛り込み合意して、協力関係を構築することが重要である。

(1) 対象部品番号

(2) 宇宙用としての使用目的、品質保証レベル、適用条件

(3) 納期、数量（最小販売数量）、今回限り（まとめ買い）か、繰返しか

(4) 情報開示（内部構造、使用材料、使用温度範囲、工程フロー、ロット管理/トレーサビリティ、故障率、信頼性データ、耐放射線性等）

(5) 品質保証レベルに応じた部品仕様(ロットの定義、トレーサビリティなどを含む)の確定

(6) スクリーニング試験/ロット保証試験（LAT）等の作業と費用分担（ ユーザ、ユーザ/部品メーカ分担、部品メーカ依存）

(7) メーカ間の契約/責任分担、免責事項等

(8) 不具合/クレーム/故障解析

(9) 取扱い、実装技術に対する助言(鉛フリー端子への対応等)

(10) 設計及び製造プロセス変更（及び製造中止）に関する通知

(11) 守秘義務

5.3.1 調達仕様書

ユーザ（システム/機器）メーカは部品を調達する際は、候補部品を規定した調達仕様書を作成し、これに基づいて調達する。

調達仕様書には、部品メーカの納入仕様図またはデータシートを利用して、少なくとも次の事項を規定する。

(1) 品目、部品番号

(2) 最大定格、使用温度範囲、環境条件、電気的特性、外形図、表示、端子接続等

(3) 信頼性、及び品質保証

(4) トレーサビリティ

(5) 包装

(6) 提出文書

(7) 変更通知

5.3.2 スクリーニング試験

フライト用のハードウェアに組込まれるすべての部品についてスクリーニング試験を行う。スクリーニング試験の設定にあたっては、試験によるストレスによって部品の信頼性を損なうことのないよう配慮する。尚、スクリーニング試験における温度/時間の関係で、リードのハンダ付け性が劣化する場合があるので注意する。

全てのスクリーニング試験は部品メーカの施設、又はスクリーニング試験の遂行能力が確認された施設で実施する。

スクリーニング試験は、集積回路、個別半導体を代表例（ECSS-Q-ST-60-13 に規定）とした時、表 5.3.2-1～3、図 5.3.2-1～3 のスクリーニング試験に記載の品質保証レベル（クラスⅠ-Ⅲ相当）毎に示した内容が推奨される。

それ以外の部品については EEE-INST-002(*)にクラスⅠ、Ⅱ、Ⅲ相当にほぼ対応する Level 1、2、3 別のスクリーニング試験の詳細が Commercial 部品としてまとめられているので、これらを参照にするか、同等又は類似の公的認定部品における適用仕様書のスクリーニング試験をガイドラインとして適用することを推奨する。

(*)https://nepp.nasa.gov/DocUploads/FFB52B88-36AE-4378-A05B2C084B5EE2CC/EEE-INST-002_add1.pdf

なお、車載用部品（AEC-Q グレード）は ECSS-Q-ST-60-13 の 8 項を参照し、スクリーニング試験要否や実施項目の検討を行う。また、その他の公的な仕様に基づく部品も同様な検討ができるものとする。

表 5.3.2-1　クラスⅠ相当スクリーニング試験

ステップ	試験	サンプル	試験方法/評価基準	コメント
1	X 線	100%	MIL-STD-883、試験方法 2012 ワイヤ流れを上面から検査する。 ロットは部品がプロジェクトで要求される数量が十分に残っていなければ不合格となる。	蓄積したトータルドーズは製品許容線量の 10 分の 1 以下であること
2	シリアルナンバー付け	100%	N/A	
3	温度サイクル	100%	-55/+85℃で 10 サイクル（またはメーカの保存温度 T° 範囲のどちらか低い方）MIL-STD-883、試験方法 1010 の条件 A	
4	PIND 試験	100%	適用（内部空洞パッケージ）する場合、MIL-STD-883、試験方法 2020 の条件 A/MIL-STD-750、試験方法 2052 の条件 A（個別半導体）	
5	バーンイン試験前 電気的特性	100%	電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施	選択したパラメータと電気的不良品を読み取り、記録すること。
6	ダイナミックバーンイン	100%	MIL-STD-883、試験方法 1015 の条件 B 125℃で 240 時間 105℃で 445 時間 または 85℃で 885 時間 また、電圧など温度、時間以外の条件の追加	・温度は ＜ Tjmax-10℃ および Tg-10℃ のいずれか低い方とすること。 ・Tj または Tg がわからない場合は、最大 105℃ とすること。 ・部品に対して別の値が実証された数値がない限り、試験での加速係数等の計算では Ea = 0.4eV を参考値とする。 ・端子等の酸化のリスクはバーンイン後に確認すること。

表 5.3.2-1　クラスⅠ相当スクリーニング試験（続き）

ステップ	試験	サンプル	試験方法/評価基準	コメント
7	バーンイン試験後 電気的特性	100%	データシート記載の電気的試験、3T°（最低、標準、最高）で実施	選択したパラメータを読み取り記録して、ドリフト計算すること。電気的不良品を読み取り記録すること。
8	PDA	N/A	ステップ 5 と 7 PDA：5%最大	
9	気密性	100%	適用（ハーメチックパッケージ）するのであれば、MIL-STD-883、試験方法 1014、条件 A または B 及び C/MIL-STD-750、試験方法 1071、条件 H1 または H2 及び C または K（個別半導体）	
10	外部目視 検査	100%	MIL-STD-883、試験方法 2009/ MIL-STD- 750、試験方法 2071（個別半導体）	MIL スペックは PEM（プラスチックパッケージ）の目視検査には適用しないが、（主に接続の腐食やマーキングの受け入れのための）参照として使用できる。 さらに、プラスチックパッケージには、以下の不具合がないか試験する：パッケージの変形/パッケージ内の異物、プラスチックのボイド及びクラック/変形リード

上記の試験条件などは以下の文書を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

・ECSS-Q-ST-60-13　Space product assurance - Commercial electrical, Electronic and Electromechanical (EEE) components

尚、本サマリに示した各種試験条件などはシステムのリスク対応方針に応じて変更可能であり、詳細については適用文書（25）～（27）を参照すること。

表 5.3.2-2　クラスⅡ相当スクリーニング試験

ステップ	試験	サンプル	試験方法/評価基準	コメント
1	シリアルナンバー付け	100%	N/A	
2	温度サイクル[1]	100%	-55/+85℃で 10 サイクル（またはメーカの保存温度 T° 範囲のどちらか低い方）MIL-STD-883、試験方法 1010 の条件 A	
3	PIND 試験	100%	適用（内部空洞パッケージ）する場合、MIL-STD-883、試験方法 2020 の条件 A/MIL-STD-750、試験方法 2052 の条件 A（個別半導体）	
4	バーンイン 試験前電気的特性[1]	100%	電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施	選択したパラメータと電気的不良品を読み取り、記録すること。
5	ダイナミックバーンイン[1]	100%	MIL-STD-883、試験方法 1015 の条件 B 125℃で 160 時間 105℃で 300 時間 または 85℃で 590 時間	・温度は ＜ Tjmax-10℃ および Tg-10℃ のいずれか低い方とすること。 ・ Tj または Tg がわからない場合は、最大 105℃ とすること。 ・部品に対して別の値が実証された数値がない限り、試験での加速係数等の計算では Ea = 0.4eV を参考値とする。 ・端子等の酸化のリスクはバーンイン後に確認すること。
6	バーンイン 試験後電気的特性[1]	100%	データシート記載の電気的試験、3T° （最低、標準、最高） で実施	選択したパラメータを読み取り記録して、ドリフト計算すること。電気的不良品を読み取り記録すること。
7	PDA [1]	N/A	ステップ 4 と 6 PDA：5%最大	

表 5.3.2-2　クラスⅡ相当スクリーニング試験（続き）

ステップ	験	サンプル	試験方法/評価基準	コメント
8	気密性	100%	適用（ハーメチックパッケージ）するのであれば、MIL-STD-883、試験方法 1014、条件 A または B 及び C/MIL-STD-750、試験方法 1071、条件 H1 または H2 及び C または K（個別半導体）	
9	外部目視検査[1]	100%	MIL-STD-883、試験方法 2009/MIL-STD-750、試験方法 2071（個別半導体）	MIL スペックは PEM（プラスチックパッケージ）の目視検査には適用しないが、（主に接続の腐食やマーキングの受け入れのための）参照として使用できる。 さらに、プラスチックパッケージには、以下の不具合がないか試験する：パッケージの変形/パッケージ内の異物、プラスチックのボイド及びクラック/変形リード

[1] 利用可能な根拠データ、評価試験データなどで十分な品質・信頼性が確認できない場合に適用。

上記の試験条件などは以下の文書を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

・ECSS-Q-ST-60-13 Space product assurance - Commercial electrical, Electronic and Electromechanical (EEE) components

尚、本サマリに示した各種試験条件などはシステムのリスク対応方針に応じて変更可能であり、詳細については適用文書（25）～（27）を参照すること。

表 5.3.2-3　クラスⅢ相当スクリーニング試験

ステップ	試験	サンプル	試験方法/評価基準	コメント
1	PIND 試験[1]	100%	適用（内部空洞パッケージ）する場合、MIL-STD-883、試験方法 2020 の条件 A/MIL-STD-750、試験方法 2052 の条件 A（個別半導体）	
2	気密性[1]	100%	適用（ハーメチックパッケージ）するのであれば、MIL-STD-883、試験方法 1014、条件 A または B 及び C/MIL-STD-750、試験方法 1071、条件 H1 または H2 及び C または K（個別半導体）	

[1] 明確な品質の懸念、問題のある故障率データや実績等が報告・確認されている場合は、さらなる試験検討が必要。

上記の試験条件などは以下の文書を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

・ECSS-Q-ST-60-13 Space product assurance - Commercial electrical, Electronic and Electromechanical (EEE) components

尚、本サマリに示した各種試験条件などはシステムのリスク対応方針に応じて変更可能であり、詳細については適用文書（25）～（27）を参照すること。

5.3.3 ロット保証試験

ユーザ（システム/機器）メーカ及び/又は部品メーカは、5.3.2 項でスクリーニング試験されたロットに対して、ロット保証試験を行い、ロット合否を確認する。

ロット保証試験については、集積回路、個別半導体を代表例（ECSS-Q-ST-60-13 に規定）とした時、表 5.3.3-1～3、図 5.3.3-1～3 のロット保証試験に記載する品質保証レベル（クラスⅠ-Ⅲ相当）毎の内容が推奨される。

それ以外の部品については EEE-INST-002(*)に、クラスⅠ、Ⅱ、Ⅲ相当にほぼ対応する Level 1、2、3 別の認定試験の詳細が Commercial 部品としてまとめられているので、これらを参照するか、同等又は類似の公的認定部品における適用仕様書の品質確認試験（ロット保証試験）をガイドラインとして適用することが推奨される。

(*)https://nepp.nasa.gov/DocUploads/FFB52B88-36AE-4378-A05B2C084B5EE2CC/EEE-INST-002_add1.pdf

なお、車載用部品（AEC-Q グレード）は ECSS-Q-ST-60-13 の 8 項を参照し、ロット保証試験要否や実施項目の検討を行う。また、その他の公的な仕様に基づく部品も同様な検討ができるものとする。

表 5.3.3-1 クラスⅠ相当ロット保証試験

サブグループ試験	試験	ｻﾝﾌﾟﾙ数/受入基準数	試験方法/評価基準	コメント
1	構造解析（CA）	5	表 4.5.2.1-1 構造解析（CA)参照	
2	プレコンディショニング＋HAST（or 1000h THB 85/85）	10/ 0	プレコンディショニング(*)+130℃/85%RH で 96 時間（または 1000 時間 THB85/85）JESD22-A110 連続バイアス印加（JESD22-A101 for THB） 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング： JESD-22-A113 ： SMD JESD-22-B106 ：スルーホール端子	PEM（プラスチックパッケージ）のみ適用。 電気的試験は読み取り、記録すること。
3	寿命試験[1]	15/ 0	Ta：125℃で 2000 時間、MIL-STD-883、試験方法 1005 の条件 D、 試験前、試験中（1000 時間）、試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、3T° 条件下（最低、標準、最高）で実施	・Ta：125℃あるいは最高動作温度のどちらか低い方とする。 ・日付けコード 2 年以内の 2000 時間データが利用でき、技術的変更がないなら寿命試験は 1000 時間に縮減ができる。 ・電気的不良品は読み取り記録すること。
4	プレコンディショニング＋熱サイクル[1]	10/ 0	プレコンディショニング(*)+（-55/+125℃）で 100 サイクル （またはメーカの保存温度 T° 範囲のどちらか低い方）MIL-STD-883、試験方法 1010 の条件 B /MIL-STD-750、試験方法 1051 の条件 B（個別半導体） 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング：サブグループ 2 参照	電気的不良品は読み取り記録すること

表 5.3.3-1 クラスⅠ相当ロット保証試験（続き）

サブグループ試験	試験	ｻﾝﾌﾟﾙ数/受入基準数	試験方法/評価基準	コメント
5	耐放射線性の実証試験(RVT)[1]	ECSS-Q-ST-60-15 参照	ECSS-Q-ST-60-15 参照	

[1] 寿命試験、熱サイクル、及び耐放射線性の実証試験にはスクリーニング試験された部品を供すること。

上記の試験条件などは以下の文書を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

・ECSS-Q-ST-60-13 Space product assurance - Commercial electrical, Electronic and Electromechanical (EEE) components

尚、本サマリに示した各種試験条件などはシステムのリスク対応方針に応じて変更可能であり、詳細については適用文書（25）～（27）を参照すること。

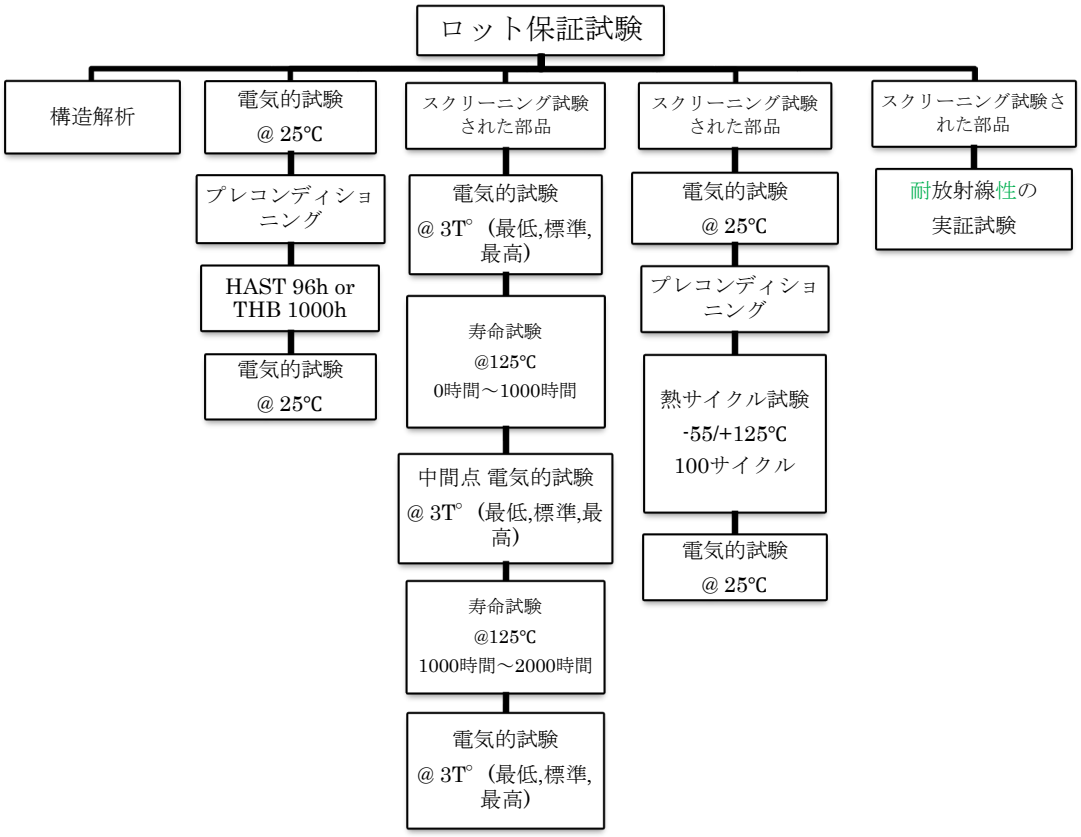


図 5.3.3-1　クラスⅠ相当ロット保証試験 ダイアグラム

表 5.3.3-2　クラスⅡ相当ロット保証試験

サブグループ試験	試験	ｻﾝﾌﾟﾙ数/受入基準数	試験方法/評価基準	コメント
1	構造解析（CA）	5	表 4.5.2.1-1 構造解析（CA)参照	
2	プレコンディショニング＋ HAST（or 1000h THB 85/85）	10/ 0	プレコンディショニング(*)+130℃/85%RH で 96 時間（または 1000 時間 THB85/85） JESD22-A110 連続バイアス印加（JESD22-A101 for THB） 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング： JESD-22-A113 ： SMD JESD-22-B106 ：スルーホール端子	PEM(プラスチックパッケージ）のみ適用。 電気的試験は読み取り、記録すること。
3	寿命試験［1］	15/ 0	Ta：125℃で 1000 時間、MIL-STD-883、試験方法 1005 の条件 D、 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）に記載のとおり、25℃で実施	・Ta：125℃あるいは最高動作温度のどちらか低い方とする。 ・電気的不良品は読み取り記録すること。
4	プレコンディショニング＋ 熱サイクル［1］	10/ 0	プレコンディショニング(*)+（-55/+125℃）で 100 サイクル （またはメーカの保存温度 T° 範囲のどちらか低い方） MIL-STD-883、試験方法 1010 の条件 B /MIL-STD-750、試験方法 1051 の条件 B（個別半導体） 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング：サブグループ 2 参照	このサブグループ試験を実施するかどうかはミッションプロファイルによる。 電気的不良品は読み取り記録すること

表 5.3.3-2　クラスⅡ相当ロット保証試験（続き）

サブグループ試験	試験	ｻﾝﾌﾟﾙ数/受入基準数	試験方法/評価基準	コメント
5	耐放射線性の実証試験(RVT)[1]	ECSS-Q-ST-60-15 参照	ECSS-Q-ST-60-15 参照	

[1] 寿命試験、熱サイクル、及び耐放射線性の実証試験にはスクリーニング試験された部品を供すること。

上記の試験条件などは以下の文書を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

・ECSS-Q-ST-60-13 Space product assurance - Commercial electrical, Electronic and Electromechanical (EEE) components

尚、本サマリに示した各種試験条件などはシステムのリスク対応方針に応じて変更可能であり、詳細については適用文書（25）～（27）を参照すること。

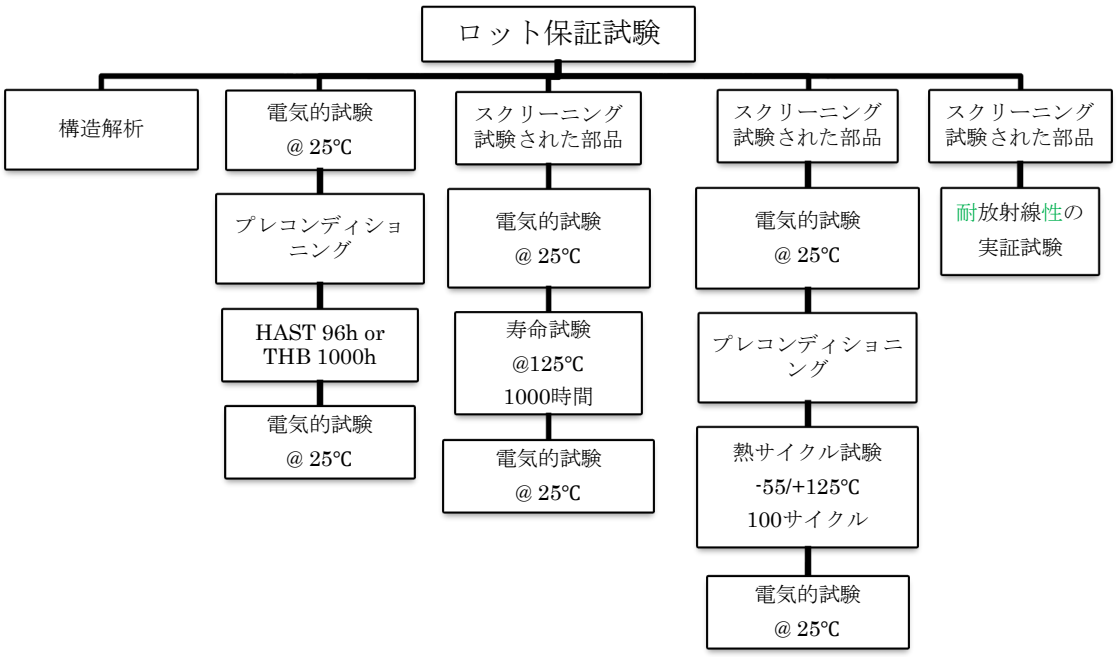


図 5.3.3-2　クラスⅡ相当ロット保証試験 ダイアグラム

表 5.3.3-3　クラスⅢ相当ロット保証試験

サブグループ試験	試験	ｻﾝﾌﾟﾙ数/受入基準数	試験方法/評価基準	コメント
1	構造解析（CA）	5	表 4.5.2.1-1 構造解析（CA)参照	
2	プレコンディショニング＋HAST（or 1000h THB 85/85）［1］	10/ 0	プレコンディショニング(*)+130℃/85%RH で 96 時間（または 1000 時間 THB85/85） JESD22-A110 連続バイアス印加（JESD22-A101 for THB） 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング： JESD-22-A113 ： SMD JESD-22-B106 ：スルーホール端子	PEM（プラスチックパッケージ）のみ適用。 電気的試験は読み取り、記録すること。
3	寿命試験［1］	15/ 0	Ta：125℃で 1000 時間、MIL-STD-883、試験方法 1005 の条件 D、 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）に記載のとおり、25℃で実施	・Ta：125℃あるいは最高動作温度のどちらか低い方とする。 ・電気的不良品は読み取り記録すること。
4	プレコンディショニング＋熱サイクル［1］	10/ 0	プレコンディショニング(*)+（-55/+125℃）で 100 サイクル （またはメーカの保存温度 T° 範囲のどちらか低い方） MIL-STD-883、試験方法 1010 の条件 B /MIL-STD-750、試験方法 1051 の条件 B（個別半導体） 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング：サブグループ 2 参照	このサブグループ試験を実施するかどうかはミッションプロファイルによる。 電気的不良品は読み取り記録すること

表 5.3.3-3　クラスⅢ相当ロット保証試験（続き）

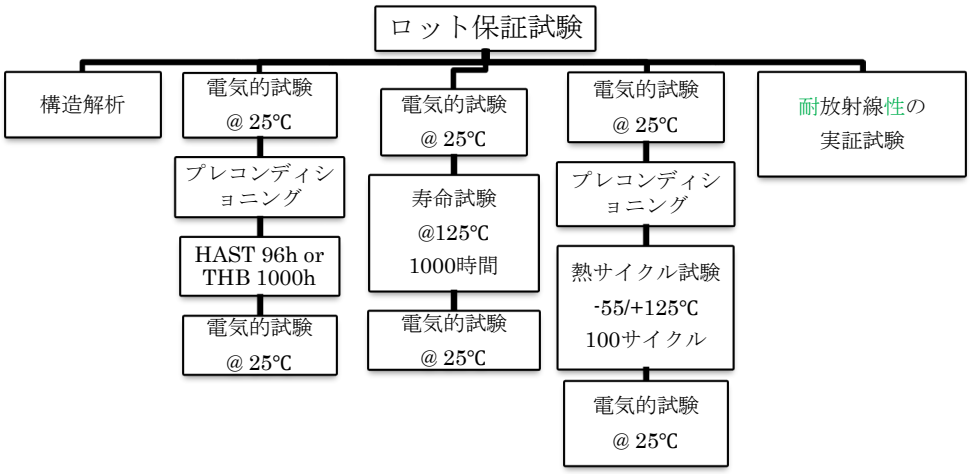
サブグループ試験	試験	ｻﾝﾌﾟﾙ数/受入基準数	試験方法/評価基準	コメント
5	耐放射線性の実証試験(RVT)	ECSS-Q-ST-60-15 参照	ECSS-Q-ST-60-15 参照	

[1] 利用可能な根拠データ、評価試験データなどで十分な品質・信頼性が確認できない場合に適用。

上記の試験条件などは以下の文書を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

・ECSS-Q-ST-60-13 Space product assurance - Commercial electrical, Electronic and Electromechanical (EEE) components

尚、本サマリに示した各種試験条件などはシステムのリスク対応方針に応じて変更可能であり、詳細については適用文書（25）～（27）を参照すること。



HAST、寿命試験、熱サイクルは、利用可能な根拠データ、評価試験データなどで十分な品質・信頼性が確認できない場合に適用。

図 5.3.3-3　クラスⅢ相当ロット保証試験 ダイアグラム

5.3.4　耐放射線性試験

ユーザ（システム/機器）メーカは、4.4.6 項（3)で識別された放射線にセンシティブな部品及び、既存試験のデータでは不十分な部品については、試験計画を立案してそれに従った耐放射線性試験を行う。耐放射線性試験は国際的に認知された標準 ESCC 22900 又は MIL‐STD‐750 の試験方法 1080、MIL‐STD‐883 の試験方法 1019、及び JEDEC JESD57 を参照する。耐放射線性試験に供される部品は、フライト部品のロットの代表となるように 5.3.2 項に従いスクリーニング試験を行った部品からサンプルを選定する。

5.3.5　受入検査

ユーザ（システム/機器）メーカは、以下の内容を含む受入検査の手順（5 法、合否判定基準を含む）を文書化し、それに従い受入検査を実施する。

(1) マーキング（部品番号、ロット識別、メーカ名等）確認

(2) 数量確認

(3) 包装の確認

(4) 部品メーカより添付された文書の確認

(5) 部品のタイプ、クリティカリティに応じた追加試験（例：はんだ付け性試験、電気的試験等）

ユーザ（システム/機器）メーカ又は代理者が源泉検査等を実施している場合は、受入検査では少なくとも次の事項を確認するのみで良い。

(1) 梱包状態確認

(2) 員数確認

5.3.6 破壊的物理解析（DPA）

ユーザ（システム/機器）メーカは、調達した部品が評価したものと同じであり、その材料、設計、ワークマンシップ及び構造が関連調達文書の要求を満足し、用途に適していることを確認するために、ロット毎の DPA を実施する。

DPA は、専門の試験機関や部品メーカが行っても良いが、その結果については部品メーカのみでなく、ユーザ（システム/機器）メーカも確認する。

能動部品に対してこの DPA 検証は必須である。DPA 手順は、表 5.3.6-1 破壊的物理解析（DPA)に示した集積回路、個別半導体の代表例（ECSS-Q-ST-60-13 に規定）を参照として文書化して行う。

試料数、適用可能な試験及び検査、並びに合否判定基準は、技術的判断に基づいて部品タイプごとに MIL-STD-1580 を参照して実施することが望ましい。

DPA は部品がフライトハードウェアに組み込まれる前に完了させる。

健康上及び安全上の理由から、酸化ベリリウム(BeO）の粉塵を発生させる試験は行わない。再検査で使用する場合においても DPA は行う。（5.3.8 項参照）

表 5.3.6-1　破壊的物理解析（DPA）集積回路、個別半導体の代表例

試験	サンプル			手順	備考
	No.1	No.2	No.3		
外部目視検査	X	X	X	MIL-STD-750 Method 2071-4 MIL-STD-883 Method 2009-9	MIL スペックは PEM（プラスチックパッケージ）の目視検査に適用されていないが、参考文書として使用することができる(1)
PIND 試験 （内部空洞パッケージ）	X	X	X	MIL-STD-750 Method 2052-3 MIL-STD-883 Method 2020-7	
気密性（適用する場合）	X	X	X	MIL-STD-750 Method 1071-6 MIL-STD-883 Method 1014-10	
はんだ付性試験	X	X		IEC60068-2-69 または AFNOR A 89-400	はんだぬれ性試験方法が推奨される。特定のパッケージ上で実現可能性を検証する
開封	X	X	X	NA	
内部目視検査	X	X	X	MIL-STD-750 Method 2074-4, 2072-6, 2069 MIL-STD-883 Method 2010-10	PEM（プラスチックパッケージ）の場合は、特にダイとリードフレーム（層間剥離）と外部接続樹脂の密着性との界面を確認する
ボンド強度	[1]	[2]	[2]	MIL-STD-750 Method 2037 MIL-STD-883 Method 2011-7 JEDEC 22-B116	[1]ボンド及び剥離試験 [2]ボンド試験
パッシベーションの整合性		X	X	MIL-STD-883 Method 2021-3	化学エッチング液がメタライゼーションに適していることを確認する
ボンドのクレーター形成試験（ボールボンディング）		X	X		適用する場合
ダイ剥離試験（内部空洞パッケージ）	X	X	X	MIL-STD-750 Method 2017-2 MIL-STD-883 Method 2019-5	

表 5.3.6-1 破壊的物理解析（DPA）集積回路、個別半導体の代表例の解説

(1) MIL スペックの基準に加え、下記についての検査を行う：
- ・パッケージの変形
- ・パッケージへの異物の混入、ボイド及びクラック
- ・リードの変形、剥がれ、仕上げの腐食や膨れ
- ・表示の視認性及び正確性

上記の試験条件は以下の文書を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。
・ECSS-Q-ST-60-13；Space product assurance - Commercial electrical, Electronic and Electromechanical (EEE) components

尚、本表に示した各種解析手順などはシステムのリスク対応方針に応じて変更可能であり、詳細については適用文書（25）～（27）を参照すること。

5.3.7 取扱い及び保管

ユーザ（システム/機器）メーカは、部品の取扱及び保管手順については最低限以下の事項を含め、その手順に従い取扱い、保管することが望ましい。

(1) 部品の取扱及び保管を行う施設、設備の環境。

(2) 部品の保管を行う場合の梱包方法。

(3) 静電気放電に感受性がある部品の識別と取扱い。

(4) PEM（PED）については MSL に応じた管理条件にて保管する。

5.3.8 再検査

原則として、スクリーニング試験（5.3.2 項参照）、ロット保証試験 5.3.3 項参照）終了、もしくはユーザでの受入検査後に保管（5.3.7 項参照）された部品は、以下の事項を満足できれば使用できる可能性がある。

(1) ロットの均一性、トレサービリィテイが確認でき、該当ロットについて未解決の不具合/故障（7.2 項参照）とアラート（7.3 項参照）が存在していない。

(2) 5.4 項の試験･検査データがそのプロジェクトに利用可能である。（耐放射線性試験結果を含む）

(3) 再検査は少なくとも次の検査項目を実施する。

(a)外観検査

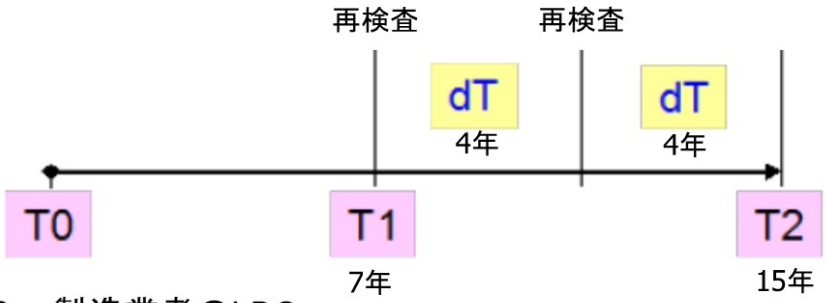
(b)はんだ付け性試験

(4) スクリーニング試験（5.3.2 項参照）、ロット保証試験（5.3.3 項参照）終了、もしくはユーザでの受入検査後、保管７年で再検査とし、その後４年ごとに再検査を実施することが望ましい。(注)

(5) １５年を超えて保管した部品でも、プロジェクト判断により、リスクを含めて使用する場合はそのかぎりではない。(注)

（注）ECSS-Q-ST-60-14 の再検査規定（4.3.10、5.3.10、6.3.10 項）ではロットデートコードから 7 年を超えて保管した部品は再検査され、その後４年ごとに再検査される。なお、15 年を超える場合の再検査は規定されていない（表 5.3.8－1 による；参考）。なお、保管に関し、本ハンドブックでは、梱包や保管に際しての技術（脱ガスシステムや保管技術等）の向上により外部環境から部品の劣化（特に端子の酸化及び PEM の吸湿等）に対して鈍化させることができると考えて ECSS-Q-ST-60-14 を参考とした。

表 5.3.8-1 ECSS の再検査タイミングパラメータ(参考)



T0　製造業者のLDC
T1　T0 からの最大許容保管期間（再検査なし;7年）
T2　部品の製造業者のLDCから取り付けまでの最大期間(15年)
dT　1回の再検査後の最大許容保管期間(4年)

5.3.9 ワンタイムプログラミング部品

FPGA(PLD)、PROM などワンタイムプログラミング部品（OTP）は、プログラミング後の部品の安定性と品質･信頼性を確認するため、品質保証レベルに応じたプログラミング後のスクリーニング試験を実施し、プログラミング不良の除去を行う。実績がある場合においては省略を検討しても良い。

5.4 評価・試験データのまとめ

4.5 項、5.3 項の試験･検査データ等の記録文書は、部品メーカから調達後、最低 7 年間保管することが必須、かつ 15 年間は保管することが望ましい。

これら検査データ等の記録文書には、少なくとも部品番号、ロット番号、試験･検査数、試料数/合否判定基準とその結果（PDA を含む）、試験･検査日付を明示する。

4.5.3 項に従い、NSPAR を当該部品の調達前に申請した場合、調達時以後の試験結果により NSPAR の更新が必要となった場合は NSPAR の改訂申請を行うことが望ましい。

6.組立及び実装

ユーザ（システム/機器）メーカは、JAXA 実装工程標準（（注）を参照）、または既に実績がある社内実装標準が適用できない新しいパッケージや材料については、次の事項を手順化して組立/実装レベルでの熱サイクル、寿命などへの適合性を確認することが望ましい。

(1) プリント配線板、又は EEE 部品の支持体の設計（熱的要求、EEE 部品の配置規則など）

(2) 組立ライン上での保管及び取扱

(3) 実装前部品の準備（PEM（PED)段階でのベーキング等前処理のガイドラインとしては JEDEC 標準の JESD22-112A、JESD22-113A 及び JESD26-A を参照する。）

(4) 実装工程

(5) 実装後の目視検査に対する基準

(6) プリント配線板の保管条件

（注）; JERG-0-039 宇宙用はんだ付工程標準

JERG-0-040 宇宙用電子機器接着工程標準－部品接着固定、コンフォーマルコーティング及びポッティング

JERG-0-041 宇宙用電気配線工程標準

JERG-0-042 プリント配線板と組立品の設計標準

JERG-0-043 宇宙用表面実装はんだ付工程標準

純錫はウィスカ発生の恐れがある。ウィスカ発生が抑制されていることが評価されているか、ウィスカ発生防止のための適切な処理（はんだコート「HSD、あるいはオーバープレーティング」など）がされていない場合は使用しないことが望ましい。

純錫の使用は、代替品が無く、危険性が無いという技術的な正当理由に裏打ちされた実証のもと、ケースバイケースで承認することが可能である(JERG-1-009 ロケット機器用鉛フリー部品適用工程標準を参照）。

7. トレーサビリティ不具合対応

7.1 トレーサビリティ

フライト用に使用する全ての部品は、品質保証レベルに応じた一連番号及び／又はロット番号／デートコードあるいは注文番号のいずれかにより、部品の製造・試験等の品質記録へのトレーサビリティが確保されていることを確認する。

トレーサビリティは、部品メーカの製造･試験等、受入、実装、組み立て/試験保管までの全体を通して維持する。

7.2 不具合及び故障

ユーザ（システム/機器）メーカは品質・信頼性プログラム計画に従って、部品の受入、実装後に発生した不具合/故障について、原因調査、処置／対策及び再発防止等を行う。

該当する部品、及び同種の部品に関する故障の影響、及び従属的故障の発生の可能性についても評価する。

7.3 アラート

ユーザ（システム/機器）メーカは、候補部品の選択、評価、調達、組み立て/試験、保管を通じて、次の事項についての情報を収集し部品の健全性を確認する。

(1) JAXA 信頼性技術情報システム、他のアラート情報等から得られる情報を調査しアラート・不具合情報が出ていないことを確認する。

(2)その後にアラート・不具合情報が得られた場合は、該当する情報を分析し、影響を受ける範囲を検討して適切に処置する。

8. 部品情報の活用

宇宙用として使用する部品に係るデータベースを以下に紹介する。

ユーザ（システム/機器）メーカ、部品メーカはユーザ登録すれば、これらの情報を閲覧、活用することができる。

(1)「宇宙用部品データベース」：JAXA で認定している宇宙用認定部品及び、開発中部品等に関するデータ及び情報

URL https://ssl.tksc.jaxa.jp/eeepitnl/jp/

(2)「超小型衛星搭載民生部品データベース」：九州工業大学等によって運用されている日本の大学等が開発した超小型衛星に搭載されている民生部品の使用情報をまとめたデータベース

URL https://space-cots-data.jp/

ユーザ（システム/機器）メーカは、宇宙転用可能な部品を宇宙適用化した経験や教訓に基づき JAXA と情報共有を図ると共に、このハンドブックへの改善や提案を行うのが望ましい。

JAXA は、プロジェクト承認部品データベース（PAPDB）を有効活用して、宇宙転用可能な部品の宇宙適用化についての統計分析を行い、ユーザ（システム/機器）メーカ、部品メーカへの情報提供に努める。

以上