

限定なし



電気・電子・電気機構部品プログラム標準

2025年 7月 9日 C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

1	総則	1
1.1	目的	1
1.2.1	適用	1
1.2.2	契約上の他の要求事項との関係	1
1.2.3	テーラリング	1
2	関連文書	1
2.1	適用文書	1
2.1.1	機構文書	2
2.1.2	海外規格	2
2.1.3	その他	2
2.2	参考文書	2
3	略語と用語の定義	3
4	一般要求事項	5
4.1	基本要件	5
4.1.1	基本要件事項	5
4.1.2	機構の行為及び権利	5
4.2	部品プログラムマネジメント	5
4.2.1	組織・実施体制	5
4.2.2	部品プログラム計画	6
4.2.3	供給業者等の管理	6
5	部品の品質要求	7
5.1	部品の品質保証レベル	7
5.1.1	一般	7
5.1.2	部品の品質保証レベル	8
5.1.2.1	クラスⅠ部品	8
5.1.2.2	クラスⅡ部品	8
5.1.2.3	クラスⅢ部品	8
5.1.3	地上装置とインタフェースする部品	10
5.1.4	非標準部品	10
5.2	部品選定	10
5.2.1	共通事項	10
5.2.2	部品選定の配慮事項	12
5.2.2.1	部品適用上の制約	12
5.2.2.2	部品仕様書	14
5.2.2.3	耐放射線性	14
5.2.2.4	宇宙転用可能部品への配慮	16

5.2.3	ディレーティングによる寿命確保	16
5.3	選定前の部品評価	17
5.3.1	部品製造業者の評価	17
5.3.2	解析・分析による品質確認（構造解析）	17
5.3.3	評価試験と認定試験	17
5.3.3.1	評価試験	17
5.3.3.2	認定試験（QT）	18
5.4	部品の適用審査	18
5.4.1	使用部品の選定と審査	18
5.4.2	適用審査	18
5.4.3	非標準部品承認申請 (NSPAR)	19
5.5	部品調達	19
5.5.1	一般	19
5.5.2	調達要求	20
5.5.2.1	調達文書	20
5.5.3	試験・検査	20
5.5.3.1	スクリーニング	21
5.5.3.2	品質確認試験（QCI）	21
5.5.3.3	耐放射線試験	21
5.5.4	源泉検査	21
5.5.5	受入検査	21
5.5.6	破壊物理的検査（DPA）	23
5.5.7	取扱い及び保管	24
5.5.8	契約の相手方の既保有（フライトに供す）部品に関する再検査	24
5.5.9	検査データの管理	25
5.5.10	部品の実装	25
5.6	トレーサビリティ・不具合への対応	25
5.6.1	トレーサビリティ	25
5.6.2	故障解析	25
5.6.3	不具合情報の活用	26
5.7	部品情報の活用	26
5.7.1	部品データベース	26
付録-1	略語及び用語の定義	27
付録-2	個別プロジェクトに関する補足事項	37
付録-3	アンチヒューズ型 FPGA の PPBI 省略ガイドライン	38

1 総則

1.1 目的

この電気、電子、電気機構（EEE）部品プログラム標準（以下「標準」という）は、宇宙航空研究開発機構（以下「機構」という）が行う衛星・探査機（以下「宇宙機」という）及び宇宙機打上げ用ロケット並びにこれらの構成機器等の開発（設計、製作、試験を含む）契約において、主として契約の相手方等（以下「契約の相手方」という）が計画し、実施する部品プログラムに関する基本要件事項について規定するものである。

1.2 範囲

1.2.1 適用

この標準は、以下の場合に適用する。

- (1) 契約書、調達仕様書等でこの標準が呼び出された場合。
- (2) 契約の相手が、この標準に基づいた部品プログラムを実施したい旨申し出て、機構がこれを認めた場合。
- (3) 機構の提案要求書に引用する場合。
- (4) 共同開発協定等を通じて機構との間に標準適用の合意がある場合。

1.2.2 契約上の他の要求事項との関係

- (1) この標準の要求事項が、契約書、調達仕様書の要求と相違する場合は、契約書、調達仕様書が優先する。
- (2) この標準は、安全性、信頼性、保全性、品質保証及び試験等契約上の他のプログラム要求事項と重複した業務を要求するものではなく、互いに補完し合うものである。

1.2.3 テーラリング

- (1) 機構は、対象とするプロジェクトの目的、機能、重要度、コスト等に応じて、この標準の要求事項を契約毎にテーラリングすることがある。
- (2) 契約の相手方は契約に係わる協議の過程において、適切なテーラリングの提案を行うことができる。テーラリングに際しては、対象とするプロジェクトの目的、機能、重要度コスト等に関連する要素を検討の上、テーラリング提案を行い、機構の了承を受けること。

2 関連文書

2.1 適用文書

以下の文書はこの標準に規定する範囲において、この標準の一部をなすものであり、他に規定のない限り契約時の最新版を適用する。

この標準と以下の文書との間に矛盾が有る場合は、この標準が優先する。

2.1.1 機構文書

- (1) JMR-004 信頼性プログラム標準
- (2) <https://matdb.jaxa.jp/> 材料データベース

2.1.2 海外規格

- (1) EEE-INST-002 Instructions for EEE Parts Selection, Screening, Qualification, and Derating
- (2) ECSS-Q-ST-30-11 Space product assurance - Derating - EEE components
- (3) ECSS-Q-ST-60 Space product assurance - Electrical, electronic and electromechanical (EEE) components
- (4) ESCC 22900 TOTAL DOSE STEADY-STATE IRRADIATION TEST METHOD
- (5) ESCC 25100 SINGLE EVENT EFFECTS TEST METHOD AND GUIDELINES
- (6) JEDEC JESD57 Test Procedures for the Measurement of Single-Event Effects in Semiconductor Devices from Heavy Ion Irradiation
- (7) MIL QPL/QML Qualified Product List (QPL) and Qualified Manufacturers Lists (QML)
- (8) MIL-STD-750 TEST METHOD STANDARD TEST METHODS FOR SEMICONDUCTOR DEVICES
- (9) MIL-STD-883 TEST METHOD STANDARD MICROCIRCUITS
- (10) MIL-STD-1580 DESTRUCTIVE PHYSICAL ANALYSIS FOR ELECTRONIC, ELECTROMAGNETIC, AND ELECTROMECHANICAL PARTS
- (11) MIL-HDBK-217 RELIABILITY PREDICTION OF ELECTRONIC EQUIPMENT
- (12) NASA-RP-1124 Outgassing Data for Selecting Spacecraft Materials
- (13) NPSL NASA Parts Selection List

2.1.3 その他

- (1) CREME-MC Cosmic Ray Effects on Micro-Electronics - Monte Carlo

2.2 参考文献

次の文書の最新版は、この標準の参考文献とする。

- (1) JERG-0-036 静電気対策ハンドブック (電子部品・装置)
- (2) JERG-0-039 宇宙用はんだ付工程標準
- (3) JERG-0-040 宇宙用電子機器接着工程標準
- (4) JERG-0-042 プリント配線板と組立品の設計標準
- (5) JERG-0-043 宇宙用表面実装はんだ付け工程標準
- (6) JERG-0-050 海外部品品質確保ハンドブック

(7) JERG-0-051	海外コンポーネント品質確保ハンドブック
(8) JERG-0-052	宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック（共通編）
(9) JERG-0-054	BGA/CGA 実装工程標準
(10) JERG-0-064	鉛フリー部品の宇宙適用工程標準 https://www.in-jaxa/fw/dfw/iwlx/anshin21/system_safety/index.html
(11) JERG-1-009	ロケット機器用鉛フリー部品適用工程標準
(12) 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）
(13) 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）
(14) 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）
(15) JERG-2-027	宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック（小型衛星、超小型衛星編）
(16) JERG-2-143	耐宇宙環境設計標準（耐放射線設計標準）

3 略語と用語の定義

(1) EEE 部品について

EEE (Electrical, Electronic, Electromechanical) 部品は「電気、電子及び電気機構部品」の総称であり、この標準では次の品目を指す。

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. 水晶振動子・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（サーマルスイッチを含む）
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 部品（ミキサー、カプラ、アイソレータ、マイクロ波スイッチ等）
20. 光部品（光ファイバ、光コネクタ、フォトカプラ、LED、フォトダイオード等）

(2) その他の略語と用語の定義

この標準で用いる略語と用語の定義を付録-1 に示す。

4 一般要求事項

4.1 基本要求

4.1.1 基本要求事項

契約の相手方は、ロケット・宇宙機に必要な部品を適切に選定し、調達し、適用するために、EEE 部品プログラムを計画し、実施すること。

この標準の基本的要求事項は次のとおりである。

- (1) 本標準の要求を満足するための効果的・組織的・計画的な部品プログラムマネジメントの実施。
- (2) 部品の要求仕様を設定する際の技術的要求事項。
- (3) 要求に合致した部品を調達するために実施すべき管理作業等。

4.1.2 機構の行為及び権利

- (1) 契約の相手方によって契約業務のために発生したすべての作業、データ及び文書を必要に応じて確認する権利を有する。
- (2) 契約の相手方は、検査員等が業務遂行のために契約の相手方の施設に立ち入ることに便宜を図ること。

4.2 部品プログラムマネジメント

契約の相手方は、以下に従い、効果的・組織的かつ計画的な管理を行うこと。

各プロジェクトは、使用する EEE 部品のプログラム要求（選定、適用上の制約、管理他）をプロジェクトの部品基準書等によって規定する。

4.2.1 組織・実施体制

契約の相手方は以下を満足するよう、部品プログラムマネジメントの実施体制と実施責任者を明確にすること。

- (1) 部品プログラムを効果的に実施するため、各々の業務を最も適切な部署に割り振ること。
- (2) 部品プログラム機能を遂行する部門は、部品プログラム実施上の問題を解決するため、契約の責任者に報告、提案等できる権限と独立性をもつこと。
- (3) 部品プログラムの管理についての実施責任者を任命すること。また、その責任者は上位責任者にプログラムの状況と妥当性について定期的に報告すること。

4.2.2 部品プログラム計画

契約の相手方は、契約で規定された部品プログラム要求事項を実現するために部品プログラム計画書を作成し、維持し、これに基づいて部品プログラムを履行すること。この部品プログラム計画書は、別に定められる信頼性プログラム計画書に含めることができる。当該計画書には以下を記述すること。

- (1) 部品プログラムの立案、評価、審査、実施に係わる組織上の責任と機能を記述すること。
- (2) 契約の相手方がテーラリングを行う場合は、本標準からテーラリングする内容とその根拠を記述すること。
- (3) 契約の相手方は、本標準の各要求に対して作業計画、スケジュールが適合していることを確認し、プログラム計画書に記述すること。

4.2.3 供給業者等の管理

- (1) 契約の相手方は、適用する信頼性プログラム計画に従って供給業者等の管理を適切に実施すること。供給業者等に要求し実施させる部品プログラムの内容は契約相手側の調達文書に記載すること。サブシステム・機器等の発注先に対しても部品基準書に基づき 4.2.2 項の部品プログラム計画を要求すること。
- (2) 海外から調達する EEE 部品に起因する不具合を未然防止し品質確保を図ることを目的として、国産コンポーネントに使用する EEE 部品の選定、調達における技術や管理要求の設定、品種や EEE 部品の供給業者の選定、品質確保において特段の注意を払うべき活動は、2.2 項(6)の JERG-0-050「海外部品品質確保ハンドブック」に整理している。EEE 部品の供給業者等に対する部品プログラム計画の設定には本ハンドブックを参考にすること。
- (3) 海外から調達するコンポーネントの供給業者等の管理については、品質プログラム及び／または信頼性プログラムの一環として、2.2 項(7)の JERG-0-051「海外コンポーネント品質確保ハンドブック」を参考に実施すること。海外コンポーネントに使用する EEE 部品については、上記(2)項を参考に適切な部品プログラム管理を実施すること。

5 部品の品質要求

契約の相手方が選定・調達する部品は、それを適用するロケット・宇宙機等及びそれらが組み込まれる機器の目的、機能、重要度、信頼性、規模、コスト等を考慮して 5.1.1 項により部品の品質要求を設定すること。

5.1 部品の品質保証レベル

5.1.1 一般

部品の品質保証レベルには、大別すると表 5-1 に示される 3 通りのレベルがある。契約の相手方は、表 5-1 に示す部品の品質保証レベルを基に部品の選定を行うこと。

- (1) 部品の品質保証レベルが開発仕様書等に指定されている場合は、開発仕様書等に従って部品の選択を行うこと。
- (2) 部品の品質保証レベルが特に指定されていない場合は、目的、機能、重要度等を考慮して適切な品質保証レベルの部品を選定すること。
- (3) 部品の品質保証レベルの決定にあたっては、機構の確認を得ること。

5.1.2 部品の品質保証レベル

5.1.2.1 クラスⅠ部品

クラスⅠ部品は、最も高い品質保証レベルでリスクが最も低い部品であり、公的機関の仕様書が適用され、公的機関によって認定される。ただし、能動部品では、プロジェクトが必要とする耐放射線性能が足りない場合、もしくは判断するための耐放射線のデータが不足していると判断した場合には、放射線耐性試験、あるいは解析が必要となる場合がある。具体的には表 5-1 のクラスⅠ列に示すもので各プロジェクトが制定する部品基準書等により標準部品に位置付けられる。

5.1.2.2 クラスⅡ部品

クラスⅡ部品は、クラスⅠ部品の次に高い品質保証レベルでリスクが中程度の部品であり、公的機関の仕様書が適用され、公的機関によって認定される。ただし、能動部品では、プロジェクトが必要とする耐放射線性能が足りない場合、もしくは判断するための耐放射線のデータが不足していると判断した場合には、放射線耐性試験、あるいは解析が必要となる場合がある。具体的には表 5-1 のクラスⅡ列に示すもので各プロジェクトが制定する部品基準書等により標準部品に位置付けられる。

5.1.2.3 クラスⅢ部品

クラスⅢ部品は、クラスⅡ部品より低い品質保証レベルでリスクが高い部品であり、公的機関の仕様書が適用され、公的機関によって認定される。ただし、能動部品では、プロジェクトが必要とする耐放射線性能が足りない場合、もしくは判断するための耐放射線のデータが不足していると判断した場合には、放射線耐性試験、あるいは解析が必要となる場合がある。具体的には表 5-1 のクラスⅢ列に示すもので各プロジェクトが制定する部品基準書等により標準部品に位置付けられる。

表 5-1 部品の品質保証レベル

	クラス I	クラス II	クラス III
集積回路	JAXA クラス I 認定部品 MIL 認定部品 Class V, S (気密(ハーメチックシール)) Class Y (非気密) Class P (PEM) ESCC 認定部品	MIL 認定部品 Class Q, B	MIL 認定部品 Class M
混成集積回路	JAXA クラス I 認定部品 MIL 認定部品 Class K	JAXA クラス II 認定部品 MIL 認定部品 Class H	MIL 認定部品 Class D
個別半導体	JAXA クラス I 認定部品 MIL 認定部品 JANS ESCC 認定部品	MIL 認定部品 JANTXV	MIL 認定部品 JANTX
受動部品	JAXA クラス I 認定部品 MIL 認定部品 故障率水準 S, D Level (0.001%/1,000Hr) R, C Level (0.01%/1,000Hr) GSFC S311 認定部品 ESCC 認定部品	MIL 認定部品 故障率水準 R, C Level (0.01%/1,000Hr) P Level (0.1%/1,000Hr)	MIL 認定部品 故障率水準 M Level (1%/1,000Hr) L Level (5%/1,000Hr)

注記：

- ① NPSL、EEE-INST-002、ECSS-Q-ST-60 に規定の Application Note 等に記載されている[適用上の注意事項]を適用すること。
但し、NPSL の Important! Application Notes について、部品技術の明確化あるいは最新化が図られたことにより技術的に NPSL の Important! Application Notes の記載と異なる対処を検討する場合には、機構と契約の相手方の技術的調整により検討及び対処すること。
- ② 受動部品に関する MIL "T" Level (Space level)品については、該当部品の T Level 品の認定に関する部品仕様書の記載内容と部品製造業者が把握している部品調達時の認定状況を確認する必要がある。

5.1.3 地上装置とインタフェースする部品

試験装置等地上装置とインタフェースを有する部分に使用する部品は、フライト用機器に悪影響を与えない部品を使用すること。

5.1.4 非標準部品

用途に合致する機能等を有する標準部品が存在しない場合、必要とする機能等を有する非標準部品を採用することになる。非標準部品ではプロジェクトの要求する品質保証レベルを満たしていることを確認する為に、契約の相手方や部品供給業者（保証会社等）が起草するSCD（Source Control Drawing）等の仕様書が必要となる。

この仕様書にはプロジェクトが要求する品質保証レベルを満足する内容（設計/構造/材質及び試験/検査）と2.1.2(1)のEEE-INST-002等を踏まえたスクリーニングと品質確認試験（QCI）等の要求が記載されている必要がある。

フライト品に使用予定の非標準部品は、各プロジェクトにおける非標準部品承認申請（NSPAR）による該当仕様書（SCD）等の審査を経てプロジェクト認定部品となる。

能動部品では、プロジェクトが必要とする耐放射線性能が足りない場合、もしくは判断するための耐放射線のデータが不足していると判断した場合には、放射線耐性試験、あるいは解析が必要となる場合がある。

5.2 部品選定

5.2.1 共通事項

部品選定にあたっては、プロジェクトの定義段階から、プロジェクト移行前審査、各種設計審査段階を通じて計画的に部品選定と評価活動を行うこと。また、以下の一般事項を考慮して部品の選定と事前評価を行うこと。使用候補部品はできる限り早期に候補部品リストとして文書化すること。

- (1) 部品選定にあたっては、候補部品の品種を最小限に絞る検討を行うこと。
- (2) 部品選定にあたっては、原則としてJAXA認定部品を優先利用すること。
- (3) 部品選定にあたっては、表5-1に掲載された標準部品を優先使用すること。
- (4) 非標準部品の選定にあたっては、過去のプロジェクトにおいて良好な実績を収めた部品を優先利用すること。その際、過去の承認条件と今回の使用条件に矛盾がないことを確認すること。
- (5) 単一故障点の配置は原則禁止されているが、やむを得ず単一故障点に置かれるEEE部品は、プロジェクトが許容する範囲で最も高い品質レベルの部品を充てること。
- (6) 部品選定にあたっては、枯渇部品情報を調査し、枯渇が懸念される部品を選定する場合は、注意を払うこと。
- (7) 新規に開発する必要のある部品については、設計の初期段階において必要性、開発

要素及び開発計画について検討を行うこと。

- (8) 自社で評価実績がなく新規に採用する部品については、製造メーカ、部品の基本性能、信頼性、試験再現性、耐放射線性等及び製造、納入スケジュール等を調査した上で決定すること。なお、調達実績がある部品についても、前回調達時からの相違が発生していないか注意を払うこと。
- (9) 2.1.2 項(11)の MIL-HDBK-217 等が適用できない場合は、部品の故障率データとその源泉を明らかにすること。

5.2.2 部品選定の配慮事項

5.2.2.1 部品適用上の制約

部品の適用に際しては、以下の事項を考慮すること。

- (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 (<https://nepp.nasa.gov/npsl/>) のそれぞれの部品の種別の “Important! Application Notes” に掲載されている。
- (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) 宇宙用途としての限界寿命、確認された不具合、安全上の問題、信頼性リスク等の理由により以下に配慮すること。
 - (a) 中空コア構造の抵抗器は汚染による腐食の影響を受けやすいため使用しないこと。
 - (b) メサ接合又は合金接合タイプのトランジスタは使用しないこと。
 - (c) ダイオードは 金属結合(メタロジカル接続) されているものを使用すること。金属結合をされていないダイオードは接続部分が不安定でオープン故障の恐れがあるため。
 - (d) 半導体、集積回路のアクティブ領域はグラシベートにて保護されているものを使用すること。保護されていない半導体、集積回路は使用中に特性の変化するため。
 - (e) 二重封止もしくは、タンタルケース構造の CLR79/CLS79, CLR81, CLR90, CLR91 タイプと同等品を使用すること。二重封止もしくは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) では液蒸発による容量抜けの恐れがあるため。
 - (f) 内部構造が実装条件の温度に適合しない熔融温度で金属結合されている部品は実装時の熱により、内部接続部が熔融する恐れがあるため使用しないこと。
 - (g) 5A 未満のワイヤリンクヒューズは細線であり、溶断しやすい傾向があるため使用しないこと。
 - (h) T0-5 リレーはフレームとヘッダーが (左右各側) 二点溶接されたもの (耐衝撃タイプ) を使用すること。ダイオードを内蔵している T0-5 タイプリレーは使用しないこと。
 - (i) 100k Ω 以上の RNC90 タイプ抵抗は高信頼性を持った部品の製造が困難なため、使用しないこと。(但し JAXA 認定品 RNS90P は使用可) (<https://nepp.nasa.gov/npsl/Resistors/55182/55182.htm>)
 - (j) ゲルマニウムを使用した部品は使用しないこと。(マイクロ波用ダイオード及び

太陽電池を除く)

- (5) 可変抵抗器、ポテンシオメーター（メカニカルポジションモニタリングタイプを除く）は、機械的温度的変化で変動するため原則として使用しない。
- (6) T03 及び D04/D05 パッケージを用いた部品は原則として使用しない。
- (7) 地上用途部品は、純錫めっきの端子仕上げのため、ウイスカ発生の恐れがある。ウイスカ発生の抑制が評価されているか、ウイ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）が施されていない場合、コーティングによるウイスカ発生抑制効果評価されている「鉛フリー部品の宇宙適用工程標準」（JERG-0-064）を参照したコンフォーマルコーティングを行い、上述部品の使用を検討する必要がある。（*）
- (8) 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く）、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及び電池のように密閉された内部で用いられる場合で、安全上の問題を引き起こす可能性がない場合を除く。
- (9) 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）。（*）
- (10) 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。2.1.1 項(2)の <https://matdb.jaxa.jp/> 材料データベース及び、2.1.2 項(12)の NASA-RP-1124 等を参照し、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、又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データを取得する。（*）
 - (a) 質量損失比 (TML) : 1.0%以下
 - (b) 再凝縮物質質量比(CVCM) : 0.1%以下
- (11) 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。
- (12) FPGA(PLD)、PROM 等ワンタイムプログラミング部品 (OTP) のプログラミング後のバーンイン (PPBI) は、付録-3 に示す PPBI 省略ガイドラインの付録 3.5.3 項に記載してあるフローチャートに従って評価を行い、実施の可否の判断を行うこと。
- (13) 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。

*：ロケットに関する補足事項については付録-2 を参照

5.2.2.2 部品仕様書

フライト用に使用する部品は、その定義と管理の根拠として公的仕様書あるいはそれに準ずる適切な仕様書が用意されていること。特に新規の非標準部品については部品仕様書を作成することが必要である。ただし、JAXA、ESCC、MIL等の公的仕様書を利用できる場合、あるいは実績のある非標準部品で既存の部品仕様書が利用できる場合は、改めて部品仕様書を作成しなくてもよい。

- (1) 部品仕様書は、実際の適用条件を考慮した使用温度範囲、環境条件、電気的特性等を規定していること。
- (2) 部品仕様書は認定試験を規定し、その結果が良好であること。但し、類似試験あるいは類似品のデータを利用してもよい。
- (3) 部品仕様書には設計、製造プロセス、スクリーニング、及び品質確認試験等が規定され、その内容が指定された品質保証レベルに適合していること。但し、対応する機構（JAXA）の仕様書がなく、基準となる品質保証レベルが定義されていない場合は、類似性の最も近いMILやESCC等の仕様書の品質保証レベルに準拠し、その技術的根拠が示されていること。
- (4) 部品仕様書は、認定試験に供された部品と同一の設計・構造及び製造条件の部品が調達できるようにそれらの管理方法を規定すること。長期にわたる継続的な生産を必要とする場合は、それらの維持管理も規定しなければならない。但し、認定試験に供された部品と同一ロットの部品のみを使用する場合はこの限りではない。
- (5) 設計・構造、製造条件等に信頼性上の問題がないこと。
- (6) 部品の調達には5.5.2.1項により調達文書を作成すること。

5.2.2.3 耐放射線性

放射線に感受性のある部品は、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））による誤動作・故障及び劣化を十分に考慮して選定・適用すること。

特に以下の事項を考慮するものとするが、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よること。

2.2項(15)のJERG-2-143「耐放射線設計基準」を参照すること。

(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、設計マージンとして1.25倍の安全係数を適用したトータルドーズ（A1等価シルード厚を考慮して）に耐える部品を選定すること。なお、ELDRSの影響を受ける可能性が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こと。

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、必要に応じその影響を考慮すること。

(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こと。

- 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ュホールド LET を持つ部品を使用すること。それより低いスレッシュホールド 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こと。(*)
- b. SEU に対するスレッシュホールド LET がプロジェクト個別要求で定められる下限値 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) をとること。

この値からプロジェクト個別要求で定められるスレッシュホールド LET 上限値までの部品は、SEU 発生確率予測を行い適用すること。(*)

SEU 発生確率予測において、太陽フレア活動周期を考慮して予測した値を用いること。

- c. SEB、SEGR が生じるパワーMOSFET は、SEE 安全動作領域内かつ適用デレーティング基準内で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こと。
- d. SET、SEFI が生じるリニア集積回路は、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対策を行うこと。

部品品種と放射線感受モード (SEE) の概要を表 5.2.2.3-1 に示す。

表5.2.2.3-1 部品品種と放射線感受モード

品種	技術	信号	種類	SEL	SEGR	SEB	SEU	MCU/MBU	SEDR	SEFI	ASET	DSET	DDD
トランジスタ	パワーMOS				✓	✓							
集積回路	CMOS BiCMOS SOI	デジタル	SRAM	✓			✓	✓				✓	
			DRAM/SDRAM	✓			✓	✓		✓		✓	
			FPGA	✓			✓	✓	✓	✓		✓	
			EEPROM	✓				✓	✓	✓		✓	
			マイクロプロセッサ/ マイクロコントローラ	✓			✓				✓		✓
		混成集積回路	ADC	✓			✓			✓	✓	✓	
			DAC	✓			✓			✓	✓	✓	
	アナログ	リニア	✓						✓		✓		
ハイボラ	デジタル						✓					✓	
	アナログ						✓				✓		
オプトエレクトロニクス	LED		カブラ								✓		✓
			CCD								✓		✓
			CMOSアクティブピクセルセンサ	✓							✓	✓	
故障モード				ハード	ハード	ハード	ソフト	ソフト	ハード	ソフト	ソフト	ソフト	ハード

SOI構造でトランジスタが酸化膜によって分離されている場合はサイリスタが形成されず、SELは発生しない

SEL	Single Event Latch-up
SEGR	Single Event Gate Rupture
SEB	Single Event Burnout
SEU	Single Event Upset
MCU	Multiple Cell Upset
MBU	Single Word Multiple Bit Upset
SEDR	Single Event Dielectric Rupture
SEFI	Single Event Functional Interrupt
ASET	Analog Single Event Transient
DSET	Digital Single Event Transient
DDD	Displacement damage dose

(3) 放射線に感受性のある部品の抽出

契約の相手方は、部品の発注に先立って放射線に感受性のある部品に関する関連情報を収集、評価し、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放射線解析に利用すること。

*：科学衛星に関する補足事項については付録-2 を参照

5.2.2.4 宇宙転用可能部品への配慮

必要な機能性能を満足する宇宙用部品が存在しない場合等の理由で宇宙転用可能部品を採用する場合には、2.2 項(8)の JERG-0-052、2.2 項(12)の JERG-1-010、2.2 項(13)の JERG-2-023、2.2 項(15)の JERG-2-027 を参考にプロジェクト毎に評価計画を立案して評価・選定・品質保証を行い、NSPAR 申請を行うこと。但し、NSPAR を適用しがたい場合は、プロジェクト担当組織の審査によるものとする。詳細は5.4 項によること。

ロケットプロジェクト等では、(部品リストの審査での対応等) NSPAR システムを使用しない場合がある。

5.2.3 ディレーティングによる寿命確保

契約の相手方は、部品の適用に際しては、機器に要求される信頼性、寿命等を確保するために必要なディレーティングを行うこと。

ディレーティング基準は、2.1.2 項(1)の EEE-INST-002 又は2.1.2 項(2)の ECSS-Q-ST-

30-11 に準拠して設定すること。

5.3 選定前の部品評価

部品を選定するにあたり、候補部品リストに記載された部品のうち新規に開発する部品については以下について確認すること。

- (1) 部品製造業者の評価
- (2) 構造解析
- (3) 評価試験と認定試験

5.3.1 部品製造業者の評価

契約の相手方は、部品製造業者の組織、工場、施設の適切さ、能力を評価し、部品が宇宙用途として適切な仕様に従って供給されることを確認すること。

5.3.2 解析・分析による品質確認（構造解析）

契約の相手方は、候補部品を評価し、以下の事項を含み、品質の作りこみの健全性及び構造を確認すること。

- (1) 設計及び構造のテクノロジーの妥当性確認
- (2) 信頼性に係わる箇所の健全性確認
- (3) ワークマンシップの妥当性確認

但し、新規に採用する部品の開発・評価の過程で上記と同等の評価を実施済みの場合等はそれを活用できる。

5.3.3 評価試験と認定試験

契約の相手方は、ミッション遂行の過程で遭遇する環境に対して部品の機能、性能、信頼性を損なうことがないことを評価試験により確認すること。類似部品の試験データが存在する場合はそれをを用いて確認することでも良い。

新たに非標準部品の認定データが必要な場合は 5.3.3.2 項により認定試験を実施すること。

5.3.3.1 評価試験

評価試験としては次の項目を実施すること。

- (1) 温度特性試験（高低温度で電氣的負荷をかけた上での動作）
- (2) 機械的ストレス（衝撃、振動、定加速度）
- (3) 熱的ストレス（熱衝撃、温度サイクル、高温／低温保存、湿度）
- (4) 寿命試験
- (5) 実装評価
- (6) 耐放射線試験（トータルドーズ、変位損傷及びシングルイベント）

5.3.3.2 認定試験 (QT)

- (1) 契約の相手方は、新たに非標準部品の認定データが必要な場合、機構と協議の上、適用する部品が仕様書の要求事項を満足していることを保証するために認定試験を計画・実施すること。
- (2) 契約の相手方は、部品の設計、材料、製造プロセス及び品質管理に変更があった場合、初期認定と同等であることを保証するために再認定を実施すること。
- (3) 認定試験又は再認定試験は初回ロットの品質確認試験と兼ねることができる。

5.4 部品の適用審査

5.4.1 使用部品の選定と審査

契約の相手方は、候補部品リストを基にプロジェクトで使用する部品を選定し、候補部品リストを最新化して審査を受けようとする部品のリスト（使用部品リスト）として作成し維持すること。

プロジェクトで使用する部品は宇宙機及びロケットの機能・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を選定して、以下の通り使用部品リストを作成し、維持更新すること。

- (1) 機構は、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クリティカルな部品の洗い出しと調達管理方針を明らかにすること。その他の部品については、部品の選定、調達管理に関する基本方針を SDR にて設定すること。
- (2) 基本設計段階において、対象となる機器で使用する部品を選定し、原則として使用部品リストを作成の上、適切な維持管理を行うこと。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) に登録を行うことを推奨する。
- (3) 詳細設計段階においては、追加品目も含めて使用部品リストを更新すること。この使用部品リストは、詳細設計審査 (CDR) インputパッケージに含めて機構に提出し、審査を受けること。
- (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、認定及び適用等の妥当性を確認し機構の承認を得た後使用部品リストに追加・更新し、試験後審査等 (PQR、PSR 等) において報告すること。
- (5) 調達コンポーネントの部品リストは、コンポーネントの設計審査時に機器製造会社の使用部品リストを維持改訂し機構に提出すること。

5.4.2 適用審査

契約の相手方は、選定した部品の妥当性を審査するために、基本設計開始から詳細設計審査 (CDR) までの適切な時期に以下の要領で適用審査を行うこと。CDR 以降に発生した事項については (4) 項に記述する。

- (1) 適用審査は、部品に対する設計事項と選定結果、実際の適用条件を比較審査することによって行い、この審査には、次の事項を含めること。特に新規採用品及び実績と異なる厳しい用途／環境へ適用する既使用部品に重点を置き実施すること。な

お、審査時の温度、振動、衝撃等の解析条件は認定試験条件をベースにすること。

- a. 部品の選定結果（部品リスト(APL)との対比)
 - b. ディレーティング基準との適合性
 - c. 環境（振動、衝撃、放射線等）及び適用上の制約に対する適合性（有効寿命品目（切替や挿抜の回数による寿命が規定されている部品としてリレー、スイッチ、コネクタ等が存在する）の評価を含む）
 - d. 実装方法に対する評価例としては、2.2項(2)の JERG-0-039 及び 2.2項(5)の JERG-0-043 の適用実装方式 の計画と確認事例がある。
 - e. 故障・不具合情報（JAXA 信頼性技術情報を含む）に対する評価
- (2) 審査の結果識別された問題点は、トレードオフ結果を基に最終の適用の妥当性を審査し、必要な対策処置の確認結果を含めた審査報告書（コンポーネントレベルの要約）を作成すること。
- (3) この審査報告書は CDR において審査を受けること。
- (4) 維持設計段階において設計変更が生じた場合は、当該部位につき適用等の妥当性を審査し、その結果を試験後審査等（PQR、PSR 等）において報告すること。

5.4.3 非標準部品承認申請 (NSPAR)

- (1) 契約の相手方等は、使用する部品が 5.1.2.4 項の「非標準部品」に該当する場合、NSPAR 申請書に必要事項を記載して担当プロジェクトに提出し、審査を受けること。但し、NSPAR を適用しない場合は、5.4.1 項の審査に含めるものとする。
- (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こと。
- (3) 次の条件を満たす非標準部品については、過去に審査を受け了解された非標準部品の承認申請を有効とすることができる。
 - a. NSPAR 申請書を過去に提出し、審査を受け了解されたことのある部品で、設計・構造、製造条件等に過去の審査時から変更がない、または変更点が明らかであり、変更に伴う信頼性上の懸念事項がないこと。
 - 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こと。

5.5 部品調達

5.5.1 一般

- (1) 契約の相手方は、5.1 項の品質保証レベル（表 5-1 参照）及び 5.2 項の部品選定基準に従って選定した部品を調達すること。
- (2) 既に認定されている部品については認定の有効性を確認すること。新規部品については、設計、構造、機能、性能及びスクリーニング、品質確認試験 (QCI) 等の信頼性品質要求が適切であり、それらの内容が部品仕様書に記載されていることを確認すること。

と。

- (3) 繰返し調達の商品については、生産終了情報（EOL）や継続生産を確認し、リスクを軽減するための取組みを行うこと。
- (4) 過去に品質問題を発生させた業者/部品については、品質問題が解決され、その改善が有効に機能していることを確認すること。
- (5) 非標準部品は、適切な追加試験の要求がなされているかを確認すること。

5.5.2 調達要求

5.5.2.1 調達文書

契約の相手方は、選定した部品を調達する際は、要求事項を定義した調達文書を作成し、これに基づいて調達すること。

調達文書には、少なくとも次の事項を規定すること。

- (1) 品目、部品番号、部品製造業者、数量、納期
- (2) 技術的要求事項(*)
 - 設計及び構造、使用温度範囲、環境条件、電気的特性等を規定すること。
- (3) 信頼性及び品質保証条項(*)
 - a. 設計、製造工程、スクリーニング、認定試験、品質確認試験、受入検査基準等を規定し、その内容が選定した品質保証レベルに適合すること。但し、対応する公的認定部品の仕様書がなく、基準となる品質保証レベルが定義されていない場合は、類似性のもっとも高い他の公的認定部品の仕様書の品質保証レベルに準拠し、その技術的根拠を示すことができること。
 - b. 認定試験に供された部品と同一の設計・構造及び製造条件の部品が調達できるようにそれらの管理方法を規定すること。但し、認定試験に供された部品と同一ロットの部品のみを使用する場合は、この限りではない。
 - c. DPA 要求や単一ロット調達要求等が部品仕様書に規定されていない場合は、調達文書で要求することが望ましい。
- (4) トレーサビリティ(*)
- (5) 包装
- (6) 提出文書

2.1.1 項(1)の JMR-004 で定義する信頼性管理品目に該当する部品については、その管理を行うために必要な試験等の記録を提出文書として供給業者等に要求するか、又は供給業者等に出荷後必要な保管期間を指定し、保管することを要求すること。

*：5.2.2.2 項の部品仕様書に規定されている場合は、その仕様書番号を指定すればよい。

5.5.3 試験・検査

5.5.3.1 スクリーニング

- (1) 契約の相手方は、フライト用のハードウェアに組み込まれる部品について、初期故障を除去する為にスクリーニング試験を行うこと。
- (2) スクリーニング試験の要求設定にあたっては、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こと。
- (3) 全てのスクリーニング試験は部品製造業者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こと。
- (4) 非標準部品の全数のスクリーニングを実施する場合は、2.1.2 項(1)のEEE-INST-002の6.3 項に記載されている品目毎の SCREENING REQUIREMENTS (Table 2)等をガイドラインとして適用すること。

5.5.3.2 品質確認試験 (QCI)

契約の相手方は、ロットの品質保証の為、仕様書の規定に基づいてロット毎に品質確認試験を行うこと。非標準部品の品質確認試験を実施する場合は、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。ロットの健全性確認に際しては、2.1.2 項(1)のEEE-INST-002もガイドラインとして適用すること。

5.5.3.3 耐放射線試験

契約の相手方は、過去に実施された耐放射線試験で取得されたデータを確認し、使用予定部品の遭遇する放射線環境下で耐放射線性に余裕がないと判断される場合には、適用するプロジェクト毎に規定した耐放射線保証プログラムに基づき耐放射線試験を実施すること。耐放射線試験は国際的に認知された標準、2.1.2 項(4)のESCC 22900、2.1.2 項(5)のESCC 25100、2.1.2 項(6)のJEDEC JESD57、2.1.2 項(8)のMIL-STD-750、又は2.1.2 項(9)のMIL-STD-883等に基づいて行うこと。

5.5.4 源泉検査

- (1) 契約の相手方は、調達する部品が仕様書及び調達文書の規定に適合することを保証するための一環（出荷可否判断）として必要に応じて源泉検査を計画し実施すること。
- (2) 源泉検査を実施する部品の種類、工程（封止前目視検査等）、項目等の詳細を部品プログラム計画書に規定すること。

5.5.5 受入検査

契約の相手方は、以下の内容を含む受入検査の手順（方法、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し合否判定を行うこと。

- (1) 外観・マーキング（部品番号、ロット識別、製造業者名等）確認
- (2) 員数確認

- (3) 包装状態確認
- (4) 部品製造業者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、電氣的試験等）
- (6) C of C (Certification of Conformance：品質保証書) <調達文書等で要求している場合>

契約の相手方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

5.5.6 破壊物理的検査 (DPA)

契約の相手方は、フライトハードウェア (FM、PFM) 用に調達する部品 (調達コンポーネントに使用される部品、内製部品を含む) の品質を確認するために、以下に従って DPA を計画し実施すること。本項の DPA とは、材料、設計、ワークマンシップ及び構造そのものが仕様書の要求に適合し、目的とする用途に適切であることを確認するために調達する部品から抜き取ったサンプルを分解して行われる一連の検査、試験及び解析を指す。

- (1) 非標準部品については、3 項(1)の EEE 部品のうち次の品種を DPA 対象とする。
ロット毎のサンプル数は原則として 3 個とする。なお、高額な部品等これにより難しい場合は、個別に調整することとする。
 - a. 集積回路
 - b. トランジスタ
 - c. ダイオード
 - d. コンデンサ (セラミック、タンタル)
 - e. 抵抗器 (金属皮膜、巻線、ネットワーク)
 - f. 水晶振動子・水晶発振器
 - g. フィルタ
 - h. リレー
 - i. スイッチ
 - j. サーミスタ
 - k. センサ
 - l. ヒューズ
 - m. RF 部品
 - n. 光部品

- (2) 標準部品については 3 項(1)に規定する部品のうち次の品種を DPA 対象とする。サンプル数は、ロット毎に原則として 3 個とする。なお、高額な部品については個別に調整することとする。
 - a. 集積回路
 - b. トランジスタ
 - c. ダイオード
 - d. 水晶・水晶発振器
 - e. リレー

- (3) DPA は部品のファミリーの代表サンプルで実施してもよい。(例：コンデンサ、抵抗等については、ファミリー型式 (タイプ) 毎にロット毎の最大、最小定数値を代表にすることができる)

- (4) DPA は 2.1.2 項(10)の MIL-STD-1580 等の公的標準の手順に従い、その結果を文書化すること。

- (5) DPA は調達者、又は部品製造業者とは独立した第三者（品質保証会社、テストラボ等）により実施すること。但し、何らかの理由でやむを得ず部品製造業者の工場において DPA を実施する場合には、契約の相手方又は機構が認める代理者が作業に立ち合うこと。
- (6) 部品の分解に伴い健康及び安全上に影響を及ぼす場合は DPA（解体）は実施しないこと。（例：酸化ベリリウム等有害物質のダスト飛散を防ぐ目的）
- (7) 上記の記載によらず以下に該当する場合は、部品毎にその詳細情報を基に DPA の省略について調整することができる。
 - a. 使用実績がある部品で、次のすべての条件を満足できる場合
 - ・過去の構造解析（CA）や DPA で問題が発生していないこと。
 - ・過去に機器実装後、実使用上（地上試験を含め）の不具合、故障が発生していないこと。
 - ・当該部品の使用がリスク管理上問題とならないこと。
 - ・過去に使用されて以降、信頼性上問題となるような設計、製造条件の変更、不具合が発生していないことが確認されていること。
 - b. 構造が単純で、封止後に内部の状態が確認できる場合
 - c. 工程内検査、品質確認試験（QCI、LAT/LVT）において DPA と同等な確認が実施されている場合（例：JAXA 認定部品）

5.5.7 取扱い及び保管

契約の相手方は、部品の保管及び取扱手順に関する要求事項を社内で規定すること。社内規定には最低限以下の事項を含むこと。

- (1) 部品の保管及び取扱いを行う設備の環境基準
- (2) 部品の保管を行う場合の梱包基準
- (3) 静電気放電に感受性がある部品の識別と取扱い基準（2.2 項(1)：JERG-0-036）

5.5.8 契約の相手方の既保有（フライトに供す）部品に関する再検査

- (1) 契約の相手方は、部品の保管管理要領を社内文書として制定・管理すること。
- (2) 保管管理要領で定める期間、及び／又は以下の保管期間を超えて未実装で保管されていた部品を使用する場合には、保管管理要領に定められた再検査を実施し、合格した部品を実装に供すること。
- (3) 原則として受け入れ後 5 年を経過した部品については、次の試験項目を再検査項目として実施すること。
 - a. 外観検査
 - b. はんだ付性試験
- (4) 原則として受け入れ後 10 年を経過した部品については、次の再検査項目を含む品質

を再評価して使用すること。

- a. 外観検査
- b. はんだ付性試験
- c. 電気的特性試験（但し部品単体での試験ができない場合は、機構と調整の上代替評価方法を採用することができる。）

5.5.9 検査データの管理

5.5.3～5.5.6 項、及び5.5.8 項の検査データを文書化し、保管すること。

5.5.10 部品の実装

フライト品に使用する部品は、適切に実装できること。このため、部品実装について以下の文書を参考にすること。

- (1) 部品のはんだ付けを行う場合は、2.2 項(3)の JERG-0-039 を参照。
- (2) 部品の表面実装はんだ付けを行う場合は、2.2 項(5)の JERG-0-043 を参照。
- (3) 部品の接着を行う場合は、2.2 項(3)の JERG-0-040 を参照。
- (4) 部品をプリント配線板に実装する場合は、2.2 項(4)の JERG-0-042 を参照。
- (5) BGA/CGA 構造の部品を実装する場合は、2.2 項(9)の JERG-0-54 を参照。

5.6 トレーサビリティ・不具合への対応

契約の相手方は、調達した部品の信頼性、並びに品質を保証する一環として以下の対応をすること。

5.6.1 トレーサビリティ

フライト用に使用する全ての部品について、品質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を確認すること。

管理形態は、品種により異なり記載方式/識別表示も品種各部品によって異なるため、各部品の適用仕様書の規定（及び製造業者の管理手法）を確認すること。

トレーサビリティは、部品製造業者の製造・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こと。

5.6.2 故障解析

- (1) 部品実装後に発生した EEE 部品の異常／故障については、適用する信頼性プログラム計画に従って原因調査、処置／対策及び再発防止等について処置すること。
- (2) 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を評価し、機構に報告が課せられている場合はこれを報告すること。
- (3) 異常／故障管理は認定用又はフライト品目の組立品レベルの製造開始時点から適用する。

5.6.3 不具合情報の活用

契約の相手方は、部品の選択、調達、保管を通じて以下の事項について情報を収集し部品の健全性を確認すること。

- (1) JAXA 信頼性技術情報システム及び JAXA 不具合情報システム (JAPCAS) 等から得られる情報を調査し不具合情報が出ていないことを確認すること。
- (2) 事後に不具合情報が得られた場合においては、該当する不具合情報を分析し、影響を受ける範囲を検討の上機構に報告すること。

5.7 部品情報の活用

5.7.1 部品データベース

契約の相手方は、機構が運営する「宇宙用部品データベース」にて以下の部品情報を取得して活用することができる。

- a. 部品情報
- b. JAXA 開発部品情報
- c. 仕様書情報
- d. 認定管理情報
- e. 申請書様式
- f. 関連情報

(参考) 宇宙用部品データベース (<https://ssl.tksc.jaxa.jp/eeepitnl/jp/>)

付録-1：略語及び用語の定義

1. 略語

(1) APL	: Approved Parts List
(2) BPF	: Band Pass Filter
(3) BGA	: Ball Grid Array
(4) CA	: Construction Analysis
(5) CCD	: Charged Coupled Device
(6) CDR	: Critical Design Review
(7) CGA	: Column Grid Array
(8) C of C	: Certification of conformance
(9) CREME-MC	: Cosmic Ray Effects on Micro-Electronics-Monte Carlo
(10) CVCN	: Collected Volatile Condensable Materials
(11) DD	: Displacement Damage
(12) DLA	: Defense Logistics Agency
(13) DPA	: Destructive Physical Analysis
(14) ESA	: European Space Agency
(15) ECSS	: European Coordination for Space Standardization
(16) EEE	: Electrical, Electronic, Electromechanical
(17) ELDRS	: Enhanced Low Dose Rate Sensitivity
(18) EM	: Engineering Model
(19) EMI	: Electromagnetic Interference
(20) EPPL	: European Preferred Parts List
(21) ESCC	: European Space Components Coordination
(22) FRL	: Failure Rate Level
(23) FM	: Flight Model
(24) FPGA	: Field-Programmable Gate Array
(25) GSFC	: Goddard Space Flight Center
(26) HPF	: High Pass Filter
(27) HSD	: Hot Solder Dip
(28) JAXA	: Japan Aerospace Exploration Agency
(29) JAPCAS	: JAXA problem reporting and corrective action system
(30) LAT	: Lot Acceptance Test
(31) LDC	: Lot Date Code
(32) LED	: Light Emitting Device
(33) LET	: Linear Energy Transfer
(34) LPF	: Low Pass Filter

(35) LVT	: Lot Validation Test
(36) MIL	: Military
(37) NASA	: National Aeronautics and Space Administration
(38) NPSL	: NASA Parts Selection List
(39) NSPAR	: Non-Standard Parts Approval Request
(40) OTP	: One-Time Programmable devices
(41) PAPDB	: Project Approved Parts Database
(42) PDR	: Preliminary Design Review
(43) PFM	: Proto Flight Model
(44) PIND	: Particle Impact Noise Detection
(45) PLD	: Programmable Logic Device
(46) PPBI	: Post Programming Burn-In
(47) PQR	: Post Qualification Test Review
(48) PROM	: Programmable Read Only Memory
(49) PSR	: Pre-Shipment Review
(50) QCI	: Quality Conformance Inspection
(51) QML	: Qualified Manufacturers List
(52) QPL	: Qualified Products List
(53) RF	: Radio Frequency
(54) RFI	: Radio Frequency Inductor
(55) SAW	: Surface Acoustic Wave
(56) SCD	: Source Control Drawing
(57) SDR	: System Definition Review
(58) TML	: Total Mass Loss
(59) SEE	: Single Event Effect
(60) SEU	: Single Event Upset
(61) SEL	: Single Event Latch up
(62) SEB	: Single Event Burnout
(63) SEDR	: Single Event Dielectric Rupture
(64) SEFI	: Single Event Functional Interrupt
(65) SEGR	: Single Event Gate Rupture
(66) SET	: Single Event Transient
(67) SMD	: Standard Microcircuit Drawing
(68) SOW	: Statement of Work
(69) TID	: Total Ionizing Dose

2. 用語の定義（放射線関連の用語は(44)以降にまとめて記載している。）

(1) 受入検査：

契約の相手方が供給業者から部品の納入を受け入れるにあたり、納入された部品の外観／形状、機能、性能、員数等が部品仕様書等の要求と合致していることを確認する検査。通常は契約の相手側事業所で部品を受け入れる際に実施する。

(2) 宇宙転用可能部品

宇宙産業界以外で利用されている、軍用規格や宇宙用規格に準じて設計、製造、品質保証されていない部品のうち、高信頼部品（海底ケーブル用、原子力用、航空機用、他）、自動車用部品（エンジン制御用、他の人命に係る部品）、産業用部品（工場機器／インフラ通信用、他の故障時の影響大の部品）の総称。

(3) 宇宙用部品データベース：

機構が作成・維持・管理する「宇宙用部品データベース」を指す。

(4) 科学衛星：

JAXA 宇宙科学研究所が主に開発している人工衛星であり、科学的な研究や調査をミッションとして設定されている。人工衛星本体のリソースが限られていることが多く、柔軟な対応が求められる。

(5) 供給業者等：

契約の相手方が製品及びサービスを発注する相手方を示す。例えば次の業者及び会社が含まれる。

a. 部品の製造業者

b. スクリーニングやDPAを実施する専門業者

c. 源泉検査や故障解析を含め部品の品質を保証して契約の相手方に納入する品質保証会社

d. 海外の源泉検査代行業者

(6) 基本設計審査（PDR）

契約書及び技術仕様書（システム仕様書、開発仕様書など）の各項目を満足する製品の実現性などを検討し、詳細設計に移行できることを確認する設計審査のこと。

(7) 契約の相手方：

部品の選定／調達／使用に責任を持つ開発担当企業であるが、契約形態によっては、機構内組織、機構と一体になって開発を進める国内参加機関、機構と一体になって開発を進める海外参加機関等が本標準の要求の一部あるいは全てを実施する場合もある。例えば科学研究本部においては、共同研究機関としての役割を併せ持っているため、機構が行うシステム設計段階では国内外の研究機関等の要求を調整することも含まれている場合が多い。このように契約の相手方には国内外の研究機関を含めるケースがあり、これらの上流段階の開発要求を機構は総合的にとりまとめてシステムの最適化を図る作業を進めている。

(8) 検査ロット：

検査ロットとは、製品の検査単位のことであり、連続して同一条件（機械など）で検査した製品の組をロットという。品質確認試験（QCI）に合格した検査ロットの製品は出荷することができる。

(9) 源泉検査(Customer Source Inspection)：

物品等を製造する供給業者の工場において契約の相手方が実施する検査であり、代表例を以下に示す。

- ・封止前目視検査 (Pre cap inspection)
- ・最終源泉検査 (Buy off あるいは Final CSI)

(10) 構造解析：

材料、設計、製造上のワークマンシップ及び構造そのものが仕様書の要求及び目的とするアプリケーションに対して適切であることを早期に確認するため、抜き取ったサンプルに対して行われる一連の破壊検査及び非破壊検査、解析、試験。英語では「Construction Analysis」。

(11) 公的推奨部品：

NASA が推奨した部品リスト (NPSL) 及び ESA が推奨した部品リスト (EPPL) に記載されている部品をいう。

(12) 枯渇部品

部品の製造中止等の理由により部品の供給が出来なくなった部品、又は供給継続が懸念される部品をいう。

(13) 公的認定部品：

公的な機関が認定する部品を指しており、ここでは JAXA 認定部品、ESCC 認定部品、MIL 認定部品をいう。

(14) 最終源泉検査 (Buy off あるいは Final CSI)

契約の相手方が、フライト部品を受け入れる前に、検査・試験及びレビュー活動に基づいて、非標準部品の最終源泉検査を製造業者の施設において実施し、発注書の要求事項が満たされていることを確認する検査（出荷可否判断）のこと。

(15) システム定義審査 (SDR) :

本部等の長、又は本部等の長の指名する者が審査委員長となり、以下の事項を審査する。

- ・システムの基本構成及び仕様の妥当性
- ・システムの実現性検討（計画決定フェーズ）の結果を踏まえ、ソフトウェアを含むサブシステム／コンポーネント仕様（案）が考慮され、実現性が十分であるシステム仕様となっていること
- ・システム仕様（ソフトウェアを含む）に対する検証計画の妥当性
- ・基本設計フェーズに向けた技術的準備が完了していること
- ・プロジェクト移行に向けた体制・計画等の一連の準備がなされていること（本部レベルで判断する）

(16) 詳細設計審査 (CDR) :

詳細設計がほぼ終了し、プロトタイプモデルの製造に移行する前に実施されるもので、詳細設計を実施した成果である製造図面、仕様書、エンジニアリングモデルの試験成果等を評価して、詳細設計の成果が契約書、技術仕様書等の要求条件を満足し、プロトタイプモデルの製造に移行できる状態であることを確認する。

(17) 信頼性 :

ある対象が与えられた条件下で、規定の期間中、期待される機能を果たすことができる能力のこと。

(18) スクリーニング

多くの対象の中から特定の条件に合うものを選び出すこと。本文書では、特定の条件とは不具合(初期故障含む)のない部品を指している。

(19) 製造ロット :

製造ロットとは、部品の製造単位のことであり、連続して同一条件（同一の原料・機械・型など）で製造した部品の組をロットという。同一条件で製造された「製品」の最小数量を「1ロット」とする。

(20) 単一故障点 :

故障するとハードウェアの全体の故障となる単一要素。機能的にバックアップ機能を持たない、又は持てない要因を持ち、万一その部分が故障すると系全体が機能喪失に至るような特定の部分を指す。英語では「Single failure point」。

(21) 地上装置：

ロケット・宇宙機等と電気・機械的インタフェースを有する地上装置で、フライトハードウェア／ソフトウェアを点検するための地上試験装置等を指す。

(22) テーラリング：

適用対象の諸条件を考慮して要求事項を取捨選択又は書き直し、適用対象に適合した要求書に変更する行為。

(23) 認定試験（QT）：

部品の設計、製造・試験プロセス及び完成品が要求仕様を満足するものであることを認定するために、要求される環境条件のもとで、要求される機能、性能及び信頼性を発揮できるかどうかを確認するための試験。英語では「QT：Qualification Test」。

(24) 認定試験後審査（PQR）：

プロトタイプモデル用の製造図面、仕様書、製造工程に基づいて、プロトタイプモデルを製造し、認定試験（QT）を実施した後に行われるもので、認定試験結果を評価して、製品が開発仕様書の要求条件を満足しており、設定された製造図面・仕様書及び製造工程が確立していることを確認する。

(25) 認定部品：

ロケット・宇宙機等に共通的に使用される部品を対象として、あらかじめ認定試験により、その機能、性能及び信頼性を確認した部品。認定部品には公的認定部品とその他の認定部品がある。公的認定部品にはJAXA認定部品、MIL認定部品、ESCC認定部品等がある。また、プロジェクトが使用する部品に対して認定するプロジェクト認定もある。

(26) 標準部品：

各プロジェクトが制定する部品基準書で標準部品と定義された部品。一般的には、用途に見合ったレベルの公的認定部品及び公的機関の推奨部品リスト記載部品のうち、該当プログラムで要求される品質保証レベルに合致し、選定された部品を示す。

非標準部品はNSPAR申請等により機構の審査を受け了解されることにより該当プロジェクトでは標準部品として扱われる。

(27) 非標準部品：

用途に合致する認定部品が存在しない場合等において、プロジェクトが制定する部品

基準書に定められた要求品質保証レベルを満足する為に、採用する認定部品以外の部品。
2.1.2 項(1)EEE-INST-002 を鑑みた SCD 等によって、プロジェクトから要求される品質保証レベルが担保されている。

(28) 非標準部品承認申請 (NSPAR) :

非標準部品をサブシステム又は機器に使用することについて、契約の相手方が機構のプロジェクト担当部門に審査を求める申請。

(29) 品質確認試験 (QCI) :

部品の製造プロセスが認定時の状態を維持し、製造された部品・ロットが部品仕様書の要求事項と合致することを確認するために実施する試験

(30) 品質保証 :

最終品目が規定された全ての品質要求に合致することの確信を得るために必要な全ての活動の計画的、組織的な体系。

(31) 品質保証レベル

クラス I ~ クラス III 部品の品質カテゴリーを示す。

(32) 封止前目視検査 (Pre cap inspection)

製造業者の施設において、文書化された検査方法と合否の基準に基づいて、契約の相手方が部品に対して行う内部目視検査のこと。

(33) 不具合 :

1 つ以上の特性が要求と合致しない又は異常な物品の状態。異常、故障、偏差、欠陥、不足及び機能不良を含む。

(34) : 不具合情報システム

機構が維持・運用する不具合情報システム (JAPCAS) を指す。

(35) プロジェクト移行前審査 :

プロジェクトの開発開始前に実施する審査で、目標、範囲、体制、スケジュール、人的・資金的資源の妥当性、リスクの識別、対処方策の妥当性、機構レベルでの移行準備状況 (資金計画、人員計画) の確認を目的に実施する。

(36) プロジェクト承認部品データベース (PAPDB) :

機構が維持・運用し、宇宙機の使用部品やNSPAR審査の情報を一元的に管理している「プロジェクト承認部品データベース」を指す。

(37) 部品：

装置、機構、器具の一部分を成している物。部分品の略称であり、パーツともいう。欧州では Component と呼ぶ。

(38) 部品の品質保証レベル：

部品の品質レベルを表す呼称であり、機構では部品の品質レベルの違いにより、クラスⅠ部品、クラスⅡ部品、クラスⅢ部品に分類する。

(39) 有効寿命品目

作動又は暦日経過に伴い品質劣化、性能低下、ドリフト等を生ずることが予想される品目で、作動又は保管等の履歴を残して、既定暦日内での使用可能性を保証する必要がある品目。

a. 作動寿命限定品目

有効寿命のあるもので、作動(時間又はサイクル)の経過に伴い規定の性能要求に影響を及ぼす品質の劣化、性能の低下、ドリフト等を生じるか又はその恐れがあり、作動時間、作動サイクルの履歴を残して、打上時点での残寿命がミッション達成に必要な寿命を満たしていることを確認する必要がある品目。

b. 貯蔵寿命限定品目

有効寿命のあるもので、暦日の経過に伴い、品質の劣化、性能の低下、ドリフト等を生じる品目に対して、製造から組立、納入及び打上げ及びミッション終了に至るまでの経過暦日(年月)を記録して、打上時点でのミッション終了までの残寿命が有効寿命内にあることを確認する必要がある品目。

(40)SCD(Source Control Drawing)源泉管理図面：

部品を調達するにあたり、技術仕様、品質保証条項を規定した部品仕様書。

(41)SMD(Standard Microcircuit Drawing)：

SMD は集積回路部品に対する MIL 仕様の要求事項を示した文書である。

(42)SOW(Statement of Work)：

見積条件書であり、部品の調達と取扱及びそれに関連する一般的技術要求事項について定める文書である。

(43) 線量：

放射線の量や吸収エネルギーを表す慣用的用語。吸収線量、照射線量等種々の意味に使われている。英語では「Dose」。

(44) トータルドーズ量：

素子又は材料が特定の時点までに受けた吸収線量の総和。

(45) 変位損傷 (Displacement Damage)：

DDは光デバイス（フォトカプラ、LED、光センサ、CCD等）や太陽電池で発生する。プロトン等の高エネルギー粒子により結晶格子の原子が変位して結晶欠陥を生じ（変位損傷）、特性を劣化させる。

(46) ELDRS (Enhanced Low Dose Rate Sensitivity)：

高照射率の場合に比べ低照射率の放射線に影響をうけること、又は影響を受ける度合い。MIL-STD-883G、METHOD 1019.7、1.1項gでは、0.5 Gy(Si)/s [50 rad(Si)/s]以下の照射率において損傷を受ける部品を示す場合に用いられる。

(47) シングルイベント効果 (Single Event Effect)

単一の高エネルギー粒子の入射により、回路素子の誤動作（ソフトエラー）又は永久的損傷（ラッチアップ）等を及ぼす現象をいう。SEEにはSEU、SEL、SEB、SEGR、SEDR、SET、SEFI等がある。

(48) SEU (Single Event Upset)：

SEUはメモリ素子やマイクロプロセッサ等で発生するもので、荷電粒子の入射により発生した電荷がメモリ回路に流れ込んで誤動作を起こし、記憶されていた情報が1ビット反転する現象である。

(49) SET (Single Event Transient)：

SETは、光半導体デバイスやOPアンプ、コンパレータ等のリニアIC、ロジック回路等で発生する非破壊現象で、入力段に入射した荷電粒子が発生するノイズパルスがラッチ回路に保持され、又は出力段に伝搬することで、回路に誤動作等を発生させる。

(50) SEL (Single Event Latch up)：

SELは、主にCMOS構造のデバイスにおいて発生する。CMOS構造には寄生的にサイリスタ構造が含まれており、このサイリスタが荷電粒子の入射により発生する雑音電流によりオン状態となり、大電流が流れ続ける現象である。電源をいったん切つてこの寄生サイリスタをオフにしない限り局所的に大電流が流れ続けるため、デバイス内の電極溶断、同一電源系統内の電圧降下による機能障害等が発生する。

(51) SEB(Single Event Burnout) :

SEBは主にパワーMOSFETで発生する。パワーMOSFETに構造上含まれる寄生トランジスタに荷電粒子が入射することにより、寄生トランジスタがトリガされてデバイスに大電流が流れ焼損する。

(52) SEGR(Single Event Gate Rapture) :

SEGRはパワーMOSFETで発生する現象で、ゲート酸化膜が破壊する現象である。

(53) SEDR(Single Event Dielectric Rapture) :

SEDRはリニアICやFPGA等で発生する破壊現象で、荷電粒子の入射によって誘電体の高電界領域に引き起こされる絶縁破壊である。

(54) SEFI(Single Event Functional Interrupt) :

SEFIはリニアIC、メモリ、AD/DAコンバータ、FPGA等で発生する非破壊現象である。荷電粒子の入射により一時的なトランジェントや機能不能(又は正常動作の中断)につながる現象で、電源をリセットすることで、回復する。

(55) TID(Total Ionization Dose) :

TIDは半導体又は材料が特定の時点までに受けた放射線の吸収線量の総和である。トータルドーズ効果は宇宙放射線に曝される半導体部品の性能劣化等の代表的な現象である。

付録-2：個別プロジェクトに関する補足事項

(1) ロケットに関する補足事項

ロケットにおいては、本文以外に以下も参照すること。

- ・ 5.2.2.1 項(4) (e) 関連：アルミ電解コンデンサを使用する場合は、使用条件（温度、電圧、軌道高度等）や地上での保管条件に配慮すれば使用することが可能である。
- ・ 5.2.2.1 項(7) 関連：鉛の含有量が3%以下の錫合金及び純錫はウイスカ発生の恐れがあるが、JERG-1-009 ロケット機器用鉛フリー部品適用工程標準を適用し使用することが可能である。
- ・ 5.2.2.1 項(9) 関連：非ハーメチックタイプのリレー、サーモスタット及びスイッチを使用する場合は、ポッティング、不活性ガスによる加圧等の必要な防爆対策を行うこと。
- ・ 5.2.2.1 項(10) 関連：ロケットにおいては、5.2.2.2 項(9)を次の文に置き換える。
「アウトガスについては、<https://matdb.jaxa.jp/> 材料データベース及びNASA-RP-1124等を参照し、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。」

(2) 科学衛星に関する補足事項

科学衛星においては、本文以外に以下も参照すること。

- ・ 5.2.2.3 項(2) (a) 関連：SEL に対して科学ミッションの場合は、下限値を $75 \text{ MeV} \cdot \text{cm}^2/\text{mg}$ で規定する。
- ・ 5.2.2.3 項(2) (b) 関連：SEU に対してスレッショルド LET が $25 \text{ MeV} \cdot \text{cm}^2/\text{mg}$ 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 $25 \text{ MeV} \cdot \text{cm}^2/\text{mg}$ 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は、SEU 発生確率予測を行い選定すること。

以上

付録-3：アンチヒューズ型FPGA のPPBI 省略ガイドライン

付録3.1 目的

宇宙用アンチヒューズ型FPGA について、書込み後のバーンイン（PPBI：Post Programming Burn-In）に関する省略可能な条件についてガイドラインを示す。

付録3.2 適用範囲

宇宙機に使用されるアンチヒューズ型FPGA とする。

付録3.3 関連文書

下記の文書類は適用時点で最新版を適用する。

- (1) JAXA-JERG-2-130D 「宇宙機一般試験標準」
- (2) Microchip社文書
 - (a) UG0817 「User Guide Programming and Functional Failure Guidelines」
 - (b) Power Matters FPGA Products Update Space Forum Russia - November 2013

付録3.4 本ガイドラインで対象とするFPGA

PPBI 省略にあたる本ガイドラインの対象とするFPGA は宇宙機への国内での使用実績があるアンチヒューズ型FPGAである。また、海外から調達する機器に使用されている海外使用実績があるアンチヒューズ型FPGA についても国内における使用実績があれば対象にできる。

ただし、旧ACTEL 社のMEC ダイが適用されたFPGA はPPBI が必要であり、この対象範囲から除く。

主なシリーズとしては以下の通り。

部品メーカー	型名
Microchip	RTAX シリーズ
	RTSX-SU シリーズ

品種の詳細については付録 3.3(2) (b)参照のこと。

付録3.5. PPBI 省略に係る判断基準

付録3.5.1 PPBI 省略可否検討に係る判断項目

PPBI 省略可否検討に係る判断項目は以下のとおりである。

- ① FPGA は旧 ACTEL 社 UMC ダイである（MEC ダイ品はPPBI を実施すること）。
- ② 当該FPGA の使用機器が、実証目的で搭載される機器のようにプロジェクト毎にミッションノックリティカルと識別されている機器である。
- ③ 付録3.4 項に示されるアンチヒューズFPGA である（海外調達機器含む）。
- ④ PPBI 実績がある品種のFPGA の検査ロットに対して国内外で品質に関わるアラートが発行されていない（JAXA、ESA、NASA 及び製造メーカーからのアラートを指す）こと。また

同一検査ロットに対してPCN 等が発行されていないか確認すること。発行されている場合、その内容が使用予定のFPGAに影響があるかどうか、FPGAユーザとしてリスクアセスメントを行うこと。

- ⑤ 書き込みプログラムの最新化がなされていること。(PCN 確認含む)
- ⑥ 書き込みに当たって以下の留意事項が守られていること。
 - ・ESD 対策がなされて管理された環境である。
 - ・書き込みデータは指定された環境(PC、OS、アプリケーション等)で生成されたものである。
 - ・書き込みは指定された書き込み装置(PC、OS、アプリケーション等)を使用しているものである。
 - ・書き込み装置の校正は適切に実施されているものである。
 - ・書き込みのログを取得できる。
 - ・書き込み作業者は必要な訓練を受け、認定されている。
- ⑦ 書き込み時に不良が発生した場合、書き込みログ等から不良分離により検査ロット(LDC)が健全であることを確認でき、且つ製造業者推奨の歩留まり範囲内であること。この歩留まり範囲はMicrochip 社のユーザズガイド(付録3.3(2)(a))に記述される「Maximum number of Programming Failures Allowed」を参照すること。
健全性が確認できない場合は、部品の調査解析のために、供給業者、製造業者と調整するものとする。
- ⑧ 電气的特性測定に際し以下の留意事項が守られており、且つ書き込み後に高温、低温、常温(以下、「3温度」という。)における電气的特性評価を実施する。
 - ・ESD 対策がなされて管理された環境であること。
 - ・指定された装置(テスト)(PC、OS、アプリケーション等)を使用していること。
 - ・測定プログラムのバージョンは適切であること。
 - ・装置(テスト)の校正は適切に実施されていること。
 - ・指定された温度条件で測定できるようになっていること。
 - ・指定された基準で良否判定を実施していること。
 - ・作業者は必要な訓練を受け、認定されていること。
 - ・指定されたパラメータで実施していること。
 - ・指定された規格値を適用していること。
- ⑨ 海外からの調達機器で、3温度での電气的特性評価や書き込み後、PPBIがやむをえない理由(例:FPGAが既にボードに実装された状態である)により実施できないもので、繰り返し生産・販売が実施され、使用実績があり、機器製造業者の3温度での電气的特性評価やPPBI省略に関してFPGA ユーザでの考え方(ならし試験など)があること。
(なお、上記が実施できない場合は、書き込み後FPGAの初期故障を顕在化可能な代替手段を検討し、プロジェクト担当と協議すること。)
- ⑩ 搭載機器及び上位機器で、FPGA の初期故障を顕在化可能な試験(ならし試験等)が実施されること。試験条件はJAXA-JERG-2-130D「ならし試験」を参照すること。

(なお、ならし試験等により、書き込み後FPGAの初期故障を顕在化できない場合は、顕在化可能な代替手段を検討し、プロジェクト担当と協議すること。)

付録3.5.2 最終判断

FPGA ユーザの最終判断は下記の3ケースとし、FPGA ユーザと各々のプロジェクト間で調整し最終判断を実施するものとする。

<ケース1>

PPBI 省略のリスクは少ない。省略を前提にプロジェクト担当とFPGA ユーザと協議可能である。

<ケース2>

PPBI 省略可否について協議判断する。協議の際には、FPGAユーザはプロジェクト担当に以下に示す説明資料を提示する。

- ・PPBI を省略した場合の影響やリスクの明確化とそれらの項目に対する許容可否及び、根拠
- ・搭載機器及び上位機器における単一故障設計（冗長設計）の確認結果
- ・FPGA の初期故障を顕在化可能な代替手段 の実施計画 等

<ケース3>

PPBI 省略についてはリスクが大きいため、PPBIの省略は不可である。

付録3.5.3 判断フローおよびチェックリスト

前項に従った「PPBI 省略可否判断フロー」を付録3. 図-1、「PPBI 省略可能性検討チェックリスト」を表-1 に示す。

付録3.6 本ガイドラインの運用上の注意事項

- (1) 付録3.表-1 のチェックリストは付録3. 図-1 のPPBI 省略可否判断フローと同時に活用するものとする。
- (2) 付録3.表-1 のチェックリストチェックの結果、「協議の上の判断」に到達しない場合、PPBI 省略は不可と考えること。
- (3) 付録3.表-1 のチェックリストの「チェックに必要な、省略を可能と判断するエビデンス」は可能な限り収集し添付すること。
- (4) 該当プロジェクトは、FPGA を使用している機器製造業者に対して、「本ガイドラインを利用してPPBI 省略検討を実施しても良い。」との連絡を通知してもよい。
- (5) FPGA 使用ユーザは、部品審査または部品適用審査の適切な時期（FPGA 使用ユーザおよび該当プロジェクト担当にて調整する）に付録3.表-1 のチェックリスト、必要なエビデンス等を準備し、該当プロジェクトへ提出する。
- (6) 付録3.表-1 のチェックリスト⑧（3 温度での電气的特性測定）で不良が発生した場合は、不良の解析を行い、書き込み不良に関してはチェックリスト⑦に加算し検査ロット

の健全性判断を行う。

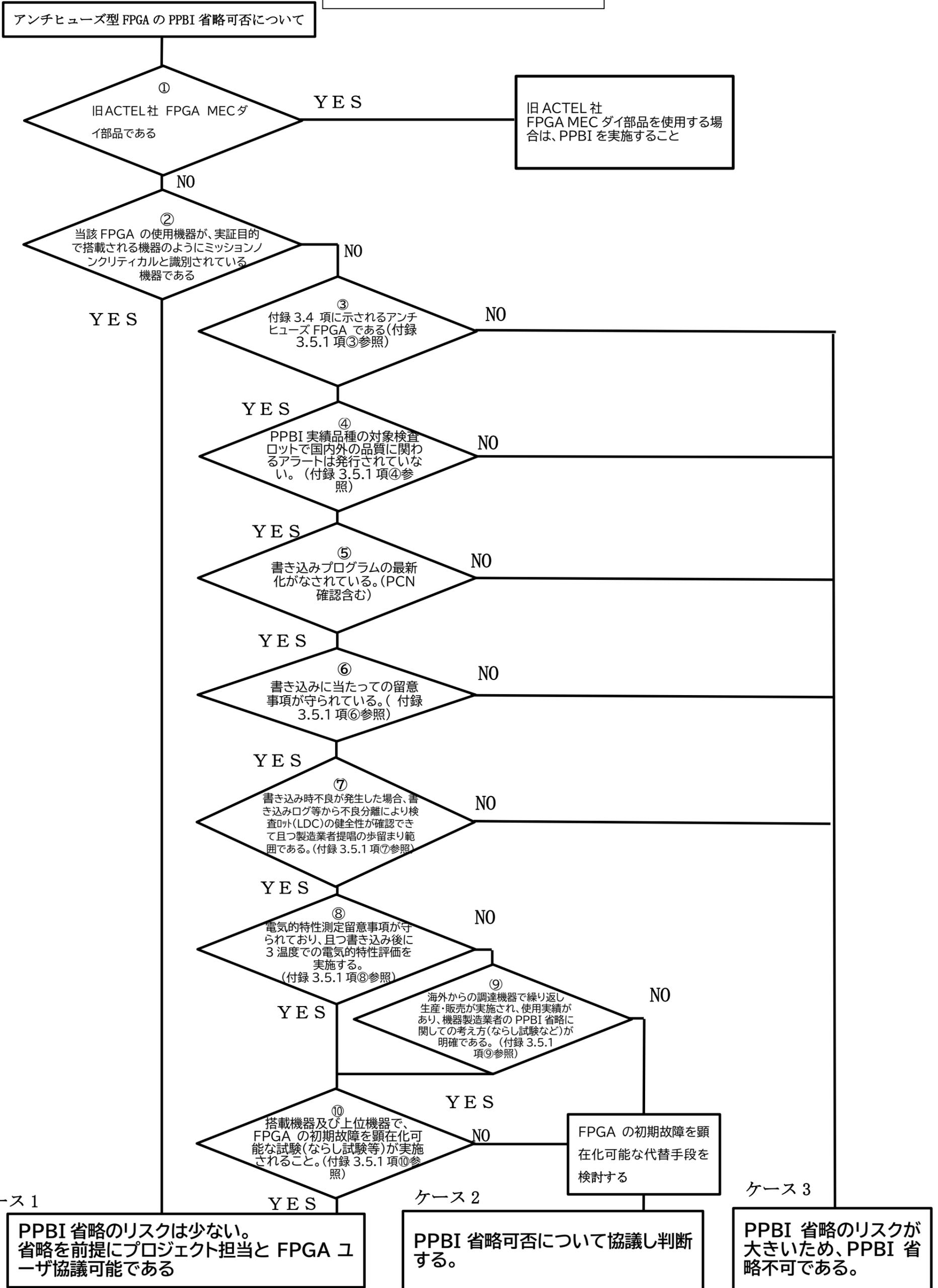
- (7) 対象部品には、パッケージ種としてCCGA 品も存在しているが、CCGA 品は、取り扱い及びカラム部酸化のリスク防止のため、製造業者はPPBI を推奨していない。

「Microchip Application Note AC190: Ceramic Column Grid Array Application Note 」 6 項に記載あり。

付録3.7 その他

アンチヒューズ型FPGA のPPBI は、部品メーカーが保証できないユーザ回路書き込み後の信頼性検証である。それを省略するにあたっては、アンチヒューズ型FPGA に対する部品メーカーの3H（初めて、変更、久しぶり）の情報や書き込み不良が多いなどの情報を早期にキャッチアップすることを薦めるとともに機器バーンインや冗長設計による信頼性確保を検討することが肝要である。

付録 3.図-1 PPBI 省略可否判断フロー



付録 3.表-1 PPBI 省略可能性チェックリスト(様式)

No	チェック項目	チェック結果		備考	
		YES	NO	補足	参照項番
1	旧 ACTEL 社 FPGA MEC ダイ部品である。 (UMC ダイではない)	PPBI 実施			付録 3.5.1 項①
2	当該 FPGA の使用機器が、実証目的で搭載される機器のようにプロジェクトにおいてミッションノンクリティカルと識別されている機器である。	表 2 ケース 1 へ	No.3 へ	モニタカメラのような機器以外は NO	付録 3.5.1 項②
3	付録 3.4 項に示されるアンチヒューズ FPGA である。(海外調達機器含む)	No.4 へ	付録 3.表 2 ケース 3	付録 3.4 項に該当する場合は YES	付録 3.5.1 項③
4	PPBI 実績品種であり、対象検査ロットで国内外において品質に関わるアラートは発行されていない。	No.5 へ	付録 3.表 2 ケース 3		付録 3.5.1 項④
5	書き込みプログラムの最新化がなされているか。(PCN 確認含む)	No.6 へ	付録 3.表 2 ケース	使用するバージョンを記録すること	付録 3.5.1 項⑤
6	書き込みに当たっての留意事項が守られているか。 ・ESD 対策がなされて管理された環境である。 ・書き込みデータは指定された環境(PC、OS、アプリケーション)で生成されたものである。 ・書き込みは指定された書き込み装置(PC、OS、アプリケーション等)を使用しているものである。 ・書き込み装置の校正は適切に実施されているものである。 ・書き込みのログを取得できる。 ・書き込み作業者は必要な訓練を受け、認定されている。	No.7 へ	付録 3.表 2 ケース 3	留意事項のチェック結果を記録すること	付録 3.5.1 項⑥
7	書き込み時不良が発生した場合、書き込みログ等から不良分離により検査ロット(LDC)の健全性が確認できて且つ製造業者提唱の歩留まり範囲であるか(付録 3.3(2)(a)を参照すること)	No.8 へ	付録 3.表 2 ケース 3	書き込み時の歩留まりを記録すること	付録 3.5.1 項⑦
8	電気的特性測定留意事項が守られており、且つ書き込み後に3温度での電気的特性評価を実施することになっているか。	No.10 の確認	No.9 の確認		付録 3.5.1 項⑧
9	海外からの調達機器で繰り返し生産・販売が実施され使用実績のある購入機器であり、機器製造業者の PPBI 省略に関しての考え方(ならし試験など)が明確であること。	No.10 の確認	付録 3.表 2 ケース 2		付録 3.5.1 項⑨
10	搭載機器及び上位機器で、FPGA の初期故障を顕	付録 3.表 2	付録 3.表 2		付録 3.5.1 項⑩

在化可能な試験(ならし試験等)が実施されること。	ケース1	ケース2		
--------------------------	------	------	--	--

付録 3.表-2 PPBI 省略可能性チェックリストによる判定結果(FPGA ユーザ側対応)

No	最終判断	備考
ケース1	PPBI 省略のリスクは少ない。 省略を前提にプロジェクト担当と FPGA ユーザは協議可能である。	PPBI 省略可能性チェックリストの確認結果を記入し、該当プロジェクト担当と調整する。
ケース2	PPBI 省略可否について協議し判断する。	FPGA ユーザはプロジェクト担当に以下に示す説明資料を準備し、PPBI を省略できることを示す。 ・PPBI を省略した場合の影響やリスクの明確化とそれらの項目に対する許容可否及び、根拠 ・搭載機器及び上位機器における単一故障設計(冗長設計)の確認結果 ・FPGA の初期故障を顕在化可能な代替手段 の実施計画 等
ケース3	PPBI 省略のリスクが大きいため、PPBI 省略不可である。	

付録 3.表-3 PPBI 省略可能性チェックリスト 記入上の注意

No	チェック項目	記入上の注意事項 (下記の内容を確認し、チェックリストを作成すること)
1	旧 ACTEL 社 FPGA MEC ダイ部品である。(MEC ダイではない)	基本は UMC ダイであるが、在庫を利用する等の際には、MEC ダイである場合がある。
2	当該 FPGA の使用機器が、実証目的で搭載される機器のようにプロジェクトにおいてミッションノンクリティカルと識別されている機器である。	宇宙機システムへ影響を与えない機材であること。ミッションノンクリティカルと判別される機器は備考の補足にある通り極めて少ない。
3	付録 3.4 に示されるアンチヒューズ FPGA である。(海外調達機器含む)	付録 3.3(2)(b)を参照し確認する。
4	PPBI 実績品種であり、対象検査ロットで国内外において品質に関わるアラートは発行されていない。	ここのアラートは JAXA, ESA, NASA 及び製造メーカーからのアラートを指す。 また、利用する FPGA と同一検査ロットに対して PCN 等が発行されていないか確認すること。 発行されている場合、その内容が使用予定の FPGA に影響があるかどうか、FPGA ユーザとしてリスクアセスメントを行うこと。
5	書き込みプログラムの最新化がなされているか。(PCN 確認含む)	書き込み時に最新版であることを確認したうえで、書き込みプログラムのバージョンを記録する。
6	書き込みに当たっての留意事項が守られているか。 ・ESD 対策がなされて管理された環境である。 ・書き込みデータは指定された環境(PC、OS、アプリケーション)で生成されたものである。 ・書き込みは指定された書き込み装置(PC、OS、アプリケーション等)を使用されているものである。 ・書き込み装置の校正は適切に実施されているものである。 ・書き込みのログを取得されている。 ・書き込み作業者は必要な訓練を受け、認定されている。	FPGA の書き込み前に製造業者 PCN 情報を確認する。
7	書き込み時不良が発生した場合、書き込みログ等から不良分離により検査ロット(LDC)の健全性が確認できて且つ製造業者提唱の歩留まり範囲であるか。	付録3.3(2)(a)を参照する。
8	電気的特性測定留意事項が守られており、且つ書き込み後に3温度での電気的特性評価を実施することになっているか。	搭載機器に対する試験計画を確認する。
9	海外からの調達機器で繰り返し生産・販売が実施され使用実績のある購入機器であり、FPGA ユーザでの PPBI 省略に関しての考え方(ならし試験など)が明確であるか。	FPGA ユーザでの実績・判断基準を確認したうえで、計画されている試験では慣らし試験等、初期故障を顕在化できない場合、初期個作用を顕在化可能な代替手段を検討し、プロジェクト原局と協議を行う。
10	搭載機器及び上位機器で、FPGA の初期故障を顕在化可能な試験(ならし試験等)が実施されているか。	搭載機器に対する試験計画等を確認する。 ならし試験等により、書き込み後 FPGA の初期故障を顕在化できない場合は、顕在化可能な代替手段を検討し、プロジェクト原局と協議する。

チェックリストはPPBI 省略可否判断フローと同時に活用するものとし、チェックリストチェックの結果、「協議の上の判断」に到達しない場合、PPBI 省略は不可と考えること。

以上