



コンタミネーション管理標準

2020年3月31日 A改訂
(平成16年4月1日 制定)

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 適用範囲	1
1. 2. 1 範囲	1
1. 2. 2 テーラリング	1
2. 関連文書	1
2. 1 適用文書	1
2. 2 参考文献	2
2. 3 参考データベース	3
3. 用語の定義	3
3. 1 用語の定義	3
3. 2 略語	7
4. 一般要求事項	8
4. 1 管理	8
4. 1. 1 組織	8
4. 1. 2 清浄度要求仕様書	8
4. 1. 3 コンタミネーション管理計画書	8
4. 1. 4 インタフェース管理文書	9
4. 2 設計段階での管理	10
4. 2. 1 敏感なハードウェアの識別	10
4. 2. 2 工程FMEAによる工程管理パラメータの識別	10
4. 2. 3 汚染物質の性質、影響及びプロファイル	10
4. 2. 4 コンタミネーション予測	11
4. 2. 5 コンタミネーションバジェット	11
4. 2. 6 清浄度を考慮した設計	12
4. 2. 7 材料と工程の選択	13
4. 3 生物汚染	15
4. 3. 1 概要	15
4. 3. 2 微生物によるハードウェアのコンタミネーション	15
4. 3. 3 殺菌したハードウェアの取扱い	15
4. 3. 4 惑星等保護	16
4. 4 地上作業時のコンタミネーション管理	16
4. 4. 1 要員の教育・訓練	16
4. 4. 2 クリーンルームの選定と清浄度管理	16
4. 4. 3 無塵衣（クリーンルーム用着衣）	16
4. 4. 4 設備、地上支援装置、資材及び副資材の管理	17
4. 4. 5 フライトハードウェアとその近傍の清浄度モニタ	18
4. 4. 6 フライトハードウェアの管理	19
4. 4. 7 包装・輸送・保管	21
4. 5 打上げ、運用フェーズ	21
4. 6 製品保証	21
5. 詳細要求事項	21

(空 白)

1. 総 則

1. 1 目 的

本コンタミネーション管理標準（以下「本標準」という。）は、コンタミネーションによる宇宙機の性能劣化を防ぎ、ミッションの目的を達成させるため、宇宙機の開発、打上げ及び軌道上運用に適用するコンタミネーション管理のための要求を規定すると共に、コンタミネーション管理プログラムを設定するための指針を示すものである。

コンタミネーション管理の目的は、粒子汚染および分子汚染（生物汚染を含む）による宇宙システムの性能の低下を防ぎ、ミッションの目標が確実に達成されるようにすることである。

1. 2 適用範囲

1. 2. 1 範 囲

本標準が、技術仕様書、調達仕様書等呼び出された場合、宇宙航空研究開発機構（以下「機構」という。）及び／又は契約の相手方に対し、以下の範囲で適用する。

宇宙機のシステム、コンポーネント及び部品の設計、製造、輸送、組立、試験、インテグレーション、保管、打上げ前作業、打上げ、軌道上運用及びミッション終了後作業を含んだプロジェクトの各フェーズにおいて、コンタミネーション管理が必要と認められた場合に適用する。ただし、以下のものは本標準の適用対象外とする。

- a. 放射能汚染対策
- b. デブリ発生防止対策（JMR-003 スペースデブリ発生防止標準による）
- c. 惑星保護（JMR-014 惑星等保護プログラム標準による）

1. 2. 2 テーラリング

- （1）対象となる宇宙機の目的、機能、重要度、規模等に応じて、本標準の要求事項をプロジェクト毎にテーラリングすることができる。
- （2）製造、組立、試験等の地上作業で使用する既存施設及び地上支援装置に対する本標準の要求のうち、適合困難な事項がある場合は、理由を明確にした上で、本標準適用の要求元と協議の上、テーラリングすることができる。

2. 関連文書

2. 1 適用文書

下記の文書は、本標準に規定する範囲内において本標準の一部を成すものであり、特に規定のない限り本標準適用時の最新版とする。なお、本標準と下記文書との間に矛盾がある場合には、特に規定のない限り本標準が優先する。

- (1) JMR-004 信頼性プログラム標準
- (2) JMR-005 品質保証プログラム標準
- (3) JMR-013 品質保証プログラム標準（基本要求 JIS Q 9100）
- (4) ISO 14624-3 Space systems - Material Flammability, odor, offgassing and compatibility
-Part 3: Test Method for Determination of Offgassed Products From Materials and Assembled Articles
- (5) ISO 14644-1 Cleanrooms and associated controlled environments - Part 1:

- Classification of air cleanliness
- (6) ISO 15859-1 Space systems - Fluid characteristics Part 1: Oxygen
 - (7) ISO 15859-2 Space systems - Fluid characteristics Part 2: Hydrogen propellant
 - (8) ISO 15859-3 Space systems - Fluid characteristics Part 3: Nitrogen
 - (9) ISO 15859-4 Space systems - Fluid characteristics Part 4: Helium
 - (10) ISO 15859-5 Space systems - Fluid characteristics Part 5: Nitrogen tetroxide propellant
 - (11) ISO 15859-6 Space systems - Fluid characteristics Part 6: Monomethyl hydrazine propellant
 - (12) ISO 15859-7 Space systems - Fluid characteristics Part 7: Hydrazine propellant
 - (13) ISO 15859-8 Space systems - Fluid characteristics Part 8: Kerosene propellant
 - (14) ISO 15859-9 Space systems - Fluid characteristics Part 9: Argon
 - (15) ISO 15859-10 Space systems - Fluid characteristics Part 10: Water
 - (16) ISO 15859-11 Space systems - Fluid characteristics Part 11: Ammonia
 - (17) ISO 15859-12 Space systems - Fluid characteristics Part 12: Carbon dioxide
 - (18) ISO 15859-13 Space systems - Fluid characteristics Part 13: Breathing air
 - (19) ISO 14952-2 Space systems - Surface cleanliness of fluid systems- Part 2: Cleanliness levels
 - (20) MIL-STD-889 Dissimilar Metals
 - (21) ASTM E 595 Standard Test Methods for Total Mass Loss and Collected Volatile Condensable Materials from Outgassing in a Vacuum Environment
 - (22) ASTM E 1559 Standard Test Method for Contamination Outgassing Characteristics of Spacecraft Materials

2. 2 参考文献

下記の文書は、本標準の記載内容を補足するために参考となるものである。

- (1) JMR-003 スペースデブリ発生防止標準
- (2) JERG-0-034 宇宙用有機材料アウトガスデータ集
- (3) SR70-04 H- II A ロケット射場発射整備作業要求書
- (4) ISO 14625 Space systems - Ground support equipment for use at launch, landing, or retrieval sites - General requirements.
- (5) ISO 14644-2 Cleanrooms and associated controlled environments - Part 2: Specifications for testing and monitoring to prove continued compliance with ISO 14644-1.
- (6) ISO 14644-4 Cleanrooms and associated controlled environments - Part 4: Design, construction and start up of cleanroom facilities
- (7) ISO 14644-5 Cleanrooms and associated controlled environments - Part 5: Design, Operations
- (8) ISO 14698-1 Cleanrooms and associated controlled environments – Cleanroom technology - Biocontamination control: General principles

- (9) ISO 14698-2 Cleanrooms and associated controlled environments –
Cleanroom technology - Biocontamination control:
Evaluation and interpretation of biocontamination data
- (10) ISO 14698-3 Cleanrooms and associated controlled environments -
Cleanroom technology – Biocontamination control:
Methodology for measuring the efficiency of processes of
cleaning and (or) disinfection of inert surface bearing
biocontaminated wet soiling or biofilms
- (11) JSC SN-C-0005 Contamination Control Requirements for the Space Shuttle Program
- (12) NASA-CR-4740 Contamination Control Engineering Design Guidelines for the
Aerospace Community
- (13) SSP 30426 Space Station External Contamination Control Requirements
- (14) JMR-014 惑星等保護プログラム標準

2. 3 参考データベース

下記のデータベースは、本標準の記載内容を補足するために参考となるものである。

- (1) 材料データベース http://matdb.jaxa.jp/main_j.html

3. 用語の定義

3. 1 用語の定義

- (1) アウトガス Outgassing
通常、真空中で生じる材料からのガスの放出。放出源となる材料の劣化や、放出されたガス成分が敏感面に付着することによる汚染を引き起こす。汚染防止の観点で管理される。
- (2) 一般の工場エリア Conventional Industrial Area
コンタミネーション管理がされていない区域。
- (3) インタフェース管理文書 Interface Control Document (ICD)
システム、サブシステム及び他の機器間の境界線で管理しなくてはならない特性を記述する文書。
- (4) 液の清浄度
液の単位容積当りの粒子及び不純物の量を表す。これらの量は、個数、質量又は容積で表す。ISO 14951-1～-13、SR70-04を参照のこと。
- (5) 汚染する Contaminate
汚染物質を付着させる行為。
- (6) 汚染物質 Contaminant
性能又は寿命にとって問題となるような劣化や影響を及ぼす可能性のある、望ましくない分子状又は粒子状の物質。
- (7) オフガス Offgassing
与圧環境下で生じる液体や固体材料からのガスの放出。放出されたガス成分を人が吸入することによる健康被害を引き起こす。対人毒性の観点で管理される。
- (8) ガスの清浄度
ガスの単位容積当りの粒子及び不純物の量を表す。これらの量は、個数、質量又は容積で表す。ISO 14951-1～-13、SR70-04を参照のこと。

(9) 供給業者

本標準を機構に適用する場合においては、機構内の要求を受ける部門に対する契約の相手方のこと。

また、本標準を契約の相手方に適用する場合においては、契約の相手方に対し直接又は間接的に物品等を供給する個人、会社又は事業所のことで同一企業内の他事業部及び協力会社も含む。

(10) 凝縮性揮発物質 Volatile Condensable Materials (VCM)

真空中に曝された材料から放出されるガス物質の内、当該材料より低い温度の他の材料上に凝縮する物質。

(11) 空気清浄度 Air Quality

ISO 14644-1 (又はFED-STD-209) で定められる空気中の浮遊粒子濃度。ISO 14644-1を参照のこと。

(12) 空気中に浮遊する粒子濃度の分類 Classification of airborne particle concentration

空気中に浮遊する粒子清浄度のレベル (又は明確化するプロセス、あるいはレベルの決定) は、類推した粒子サイズの最大許容濃度 (粒子数/m³) で表わされる。ISO 14644-1 を参照のこと。

(13) クリーンルーム Clean room

空気中に浮遊する粒子の濃度が管理されていて、部屋の中に粒子が侵入、発生、保有することを最小限にするような手段を用いて建設され、温度、湿度及び圧力等が必要に応じて制御されている部屋。ISO 14644-1 を参照のこと。

(14) クリーンルームの設置状態 Occupancy states of cleanrooms

休止 At-rest : 設備は、装置が据え付けられ、機構と契約者の間で合意した方法で稼働できる状態だが、要員がいない状態。

稼働 Operational : 設備は、指定された手順で機能し、指定された数の要員がいて、そして合意された方法で稼働している状態。

(15) コンタミネーション (汚染) Contamination

材料、流体、又は表面へ汚染物質が付着または混入すること。

(16) コンタミネーション管理計画書 Contamination Control Plan

コンタミネーション管理プログラムをどのようにして実行すべきかを記述した文書。独立した文書又は包括されたプロジェクト計画書の中で記述される。

(17) コンタミネーション管理プログラム Contamination control program

本標準によるコンタミネーション管理のための組織的な活動。

(18) コンタミネーションバジェット Contamination budget

地上及び軌道上運用の各フェーズにおいて、各ハードウェアに配分される清浄度の許容レベル。

(19) コンタミネーションプロファイル Contamination profile

地上と軌道上運用の各フェーズでのコンタミネーションに関する状態。コンタミネーションプロファイルには、浮遊微粒子の清浄度クラス、圧力、湿度、温度、操作に従事する人員、清掃活動、施設の概要などが含まれ、コンタミネーション管理計画の一部を成す。

(20) 再吸水量比 Water vapor regained (WVR)

全質量損失比(TML)と再凝縮物質質量比(CVCM)の試験後の供試体質量と、再び相対湿度50%、23°Cの大気に24時間曝露した後に秤量した供試体質量の差から計算される供試体に再吸収された水蒸気と初期供試体の質量比。WVRは初期供試体質

量に対するパーセンテージで表す。ASTM E-595を参照のこと。

- (21) 再凝縮物質質量比 Collected Volatile Condensable Material (CVCM)
 供試体及びコレクタを規定された温度に一定時間保持した状態で、コレクタ上に凝縮した、供試体から放出されるガス物質の質量比。CVCMはテスト前後のコレクタプレートの質量差から凝縮物質質量が計算され、初期供試体質量に対するパーセンテージで表す。ASTM E-595を参照のこと。
- (22) 重要な表面 Significant Surface
 規定の清浄度が要求されるハードウェアの表面。
- (23) 寿命初期 Beginning of Life (BOL)
 システムの運用寿命（ミッション寿命）の初期。
- (24) 寿命末期 End of Life (EOL)
 システムの運用寿命（ミッション寿命）の末期。
- (25) 清浄エリア Clean area
 宇宙機の製造、組立、試験等を行うエリアは、以下のように区分される。a. の「一般の工場エリア」以外を清浄エリアと言う。
 a. 一般の工場エリア
 b. 管理された作業エリア（ISO 14644-1 CLASS 9 相当）
 c. 通常のクリーンルーム（ISO 14644-1 CLASS 8 相当）
 d. 層流クリーンルーム（ISO 14644-1 CLASS 5、6、7 相当）
- (26) 清浄度 Cleanliness
 所定の面積又は容積内、あるいはコンポーネント上で予測され、又は計測された汚染物質の量。
- (27) 清浄度要求仕様書 Cleanliness Requirement Specification (CRS)
 コンタミネーションに敏感な宇宙機のアイテムと環境エリア、寿命初期と寿命末期において達成すべき清浄度と適用可能な環境を定義して識別する文書。
- (28) 静電気放電 Electrostatic Discharge (ESD)
 電位の異なる物体間の静電荷の移動。比較的近接している場合、あるいは直接接触により発生。
- (29) 生物エアロゾル Bioaerosol
 ガス雰囲気中における生物体（例えば、生育する粒子、アレルギー抗原、毒素、あるいは病原菌の生物学的作用混合物）の飛散。ISO 14698-1 を参照のこと。
- (30) 生物汚染 Biocontamination
 生的粒子（カビ、菌類等）による材料、装置、個体、表面、液体、ガス、又は空気の汚染。ISO/CD 14698-1を参照のこと。
- (31) 責任ある組織 Responsible organization
 コンタミネーション管理プログラムの目的を達成するために必要なリソースと権限を委任された組織。
- (32) 全質量損失比 Total Mass Loss (TML)
 規定された一定の温度と圧力で、規定された時間保持された供試体から放出されるガス物質の質量比。TMLはテスト前後に秤量された供試体の質量から計算され、初期供試体質量に対するパーセンテージで表す。ASTM E-595を参照のこと。
- (33) 層流Laminar Flow

エアの入口から出口まで、汚染物質を巻き上げる様な乱れのない様な空気の流れ。

(34) 地上支援装置 Ground Support Equipment (GSE)

打上げ、帰還、回収場所において宇宙機の輸送、受領、ハンドリング、アセンブリ、点検、試験、チェックアウト、サービス、打上げ及び回収の作業を支援するために必要なノンフライトシステム、装置、あるいは機器。ISO 14625を参照のこと。

(35) パージ Purge

容器内に残留した流体（ガス又は液体）を、清浄な他の流体により押し出し、除去する行為。また、外部からの汚染物質の侵入を防ぐ目的で使用することができる。

(36) 微生物 Micro-organism

生命維持機能を有する極微小な個体。有機体微生物、バクテリアを含むもの、単細胞動物、イースト菌、ウイルス及び藻類等。

(37) ビューファクタ View Factor

コンタミネーション管理の分野においては、汚染源から汚染対象物を直接視した場合の形態係数。

(38) 表面清浄度 Surface Cleanliness

重要な表面上の清浄度。粒子状コンタミネーションは、重要な表面の単位面積当たりの粒子の大きさと数で分類され、最大粒子の大きさとで規定される。分子状コンタミネーションは、重要な表面の単位面積当たりの質量で規定される。ISO 14952-2を参照のこと。

(39) 敏感なハードウェア Sensitive hardware

コンタミネーションによって品質が劣化する恐れがあるハードウェア。

(40) 敏感な表面 Sensitive Surface

コンタミネーションにより品質劣化につながる可能性のある物品又は構造物の表面。

(41) 不揮発性残渣 Non Volatile Residue (NVR)

濾過された揮発性溶剤を揮発させた後に残る固相又は液相。NVRは通常液体の単位体積当たりの質量で表わされるが、固体表面の特定領域から揮発性溶剤で溶解可能な汚染物質を除去した場合には、NVRは単位面積当たりの質量で表わされる。

(42) 分子状コンタミネーション Molecular Contamination

表面上に意図しない分子の堆積がある状態、または、気体や液体中に意図しない分子が存在する状態。

材料、流体、または表面へ分子状の汚染物質が付着または混入すること。真空中で機器から放出されたアウトガスから生じるものが多く、接着剤、潤滑剤、その他の有機材料や人の脂等が起源のことが多い。

(43) ベーキング Baking

ハードウェアの中にある分子状汚染物質の含有量を低減させる意図で、アウトガス発生速度を加速させるためにハードウェアの温度を上昇させる行為。ベーキングは、通常真空環境で行われるが、管理された大気中で実施されることもある。

(44) 補正質量損失比 Recovered mass loss (RML)

供試体の質量損失比から吸着水を除いた値($RML = TML - WVR$)。宇宙機によっては、水が重要な汚染物質ではないのでRMLが定義される。

- (45) 無塵衣 (クリーンルーム用着衣) Cleanroom garments
クリーンルーム内で作業している要員が、ハードウェアを汚染しないように、特別にデザインされ、作られ、着用される衣服。
- (46) 目視清浄状態 Visibly Clean (VC)
指定された光源と入射角、視野距離と角度そして標準的な視覚装置又は拡大鏡を使って検査した時に表面汚染がない状態。ISO 14952-2を参照のこと。
- (47) 粒子 Particle
観察可能な長さ、幅及び厚さを持っている物質の固まり。
- (48) 粒子サイズ Particle Size
光学式顕微鏡、電子顕微鏡のような測定器具で観察して、監視面ではっきりと識別できる粒子の最大長さ、又は自動測定器具によって検出された粒子の相当の直径である。相当直径とは、粒子が測定できる測定器具で、特性が既知の照合球体と同等の反応を示す粒子の直径。
- (49) 粒子状コンタミネーション Particulate contamination
材料、流体、または表面へ粒子状の汚染物質が付着または混入すること。空気中の埃、人の毛髪やコーティングの小片等が起源のことが多い。
- (50) 粒子濃度 (表面) Particle concentration (surface)
単位面積当たりの粒子数。
- (51) 粒子濃度 (容積) Particle concentration (volume)
流体の単位容積当たりの粒子数。

3. 2 略 語

- (1) ASTM American Society for Testing and Materials 米国材料試験協会
- (2) CVCM Collected Volatile Condensable Material 再凝縮物質質量比
- (3) FMEA Failure Mode and Effect analysis 故障モード及び影響解析
- (4) GSE Ground Support Equipment 地上支援装置
- (5) IPA IsoPropyl Alcohol イソプロピルアルコール
- (6) ISO International Organization for Standardization 国際標準化機構
- (7) MLI Multi-Layer Insulation 多層断熱材
- (8) NASA National Aeronautics and Space Administration 米国航空宇宙局
- (9) NVR Non-Volatile Residue 不揮発性残渣
- (10) QCM Quartz Crystal Microbalance 水晶微量天秤
- (11) TML Total Mass Loss 全質量損失比
- (12) VC Visibly Clean 目視清浄
- (13) VCM Volatile Condensable Material 凝縮性揮発物質
- (14) BOL Beginning of Life 寿命初期
- (15) EOL End of Life 寿命末期

4. 一般要求事項

4. 1 管理

4. 1. 1 組織

4. 1. 1. 1 実施組織と責任の明確化並びに履行

コンタミネーション管理プログラムを計画立案、実行するため、コンタミネーション管理組織をプロジェクトの開始時に、プロジェクトで識別されるコンフィギュレーションやレベルに従い、設立すること。設立にあたっては、コンタミネーション管理責任者を定めること。コンタミネーション管理組織は既存の組織を活用してもよい。

また、コンタミネーション管理プログラムの内容は、本標準適用を要求する側と受ける側、相互の合意に基づいて決定される。コンタミネーション管理組織は本標準の要求事項を履行すること。

4. 1. 1. 2 供給業者に対する要求

供給業者に対して当該業務に関するコンタミネーション管理要求を定め、供給業者にこれを履行させること。供給業者に対して要求する製品の清浄度は、製品の性能要求を満足するよう考慮されたものであること。

4. 1. 2 清浄度要求仕様書

コンタミネーション管理が必要なハードウェアを識別し、達成すべき清浄度を定量的に規定すること。識別されたハードウェアは、コンポーネントレベルからシステムレベルまでの全てのアイテムを含むこと。ハードウェアの清浄度は、実現可能な要求に基づいて寿命初期 (BOL)と寿命末期 (EOL)で規定すること。清浄度要求仕様書は、独立して制定するか、又はプロジェクト管理文書（開発仕様書、管理計画書、設計仕様書等）に含めること。プログラムの早い時期に、システム、サブシステム及び他の機器とのインタフェース部におけるハードウェアに対する清浄度要求を明確にし、4.1.4 項のインタフェース管理文書又はそれと同等な文書で規定すること。

4. 1. 3 コンタミネーション管理計画書

供給業者は、設計から運用までのコンタミネーション管理に係わる活動計画を立案すること。

また、プロジェクトの全てのフェーズにおけるコンタミネーションバジェットを配分し、要求される清浄度を達成するための方法を明確にすること。

- (1) 個別の要求があった場合、地上と軌道上運用の全てのフェーズを通してハードウェアに規定された清浄度をいかにして達成して維持するかを記述したコンタミネーション管理計画書を作成する。

なお、敏感なハードウェアを含まない場合は、独立した文書ではなくプログラム実施計画書等のプロジェクト管理文書に含めてもよい。

- (2) コンタミネーション管理計画書は、遅くとも基本設計審査会又はこれに相当する審査会に提示して、本標準及び技術仕様書に適合していることの審査を受けること。

また、その後の維持管理も適正に行い、各フェーズの設計審査会において審査を受けること。

- (3) コンタミネーション管理計画書の適用範囲と要求のレベルは、コンタミネーション

ョンに対するハードウェアの重要性に配慮して、コンタミネーション管理組織によって決定されること。

また、本標準の要求に対して追加作業を要求してもよい。

- (4) コンタミネーション管理計画書には次のことを含むこと。
- a. 適用文書等リスト
 - b. コンタミネーション管理組織
 - c. コンタミネーション管理活動の審査方法と審査時期
 - d. コンタミネーション管理活動の記録
 - e. コンタミネーション管理活動の手順
 - f. コンタミネーションに関する設計管理活動（設計審査、設計／工程 FMEA、部品／デバイス／材料／工程に関するプログラム等）を実行する方法
 - g. 清浄度に影響を与えるような装置故障と人的過誤を含んだ単一故障モードの定義
 - h. 地上と軌道上運用の全てのフェーズにおけるコンタミネーションバジェット
 - i. 部品、デバイス、材料及び工程の認定の手順
 - j. コンタミネーションに関する製造工程審査の手順
 - k. 測定、モニタリングの要求、手順及び方法
 - l. 材料と装置の有効性の確認手順
 - m. 要求される清浄度を達成し維持するための方法
 - n. 要求される清浄度を達成することが困難と予測される場合の対策
 - o. 要求される清浄度を逸脱した場合の処置
 - p. 不適合品の処理手順
 - q. 要員の教育・訓練とその方法
 - r. 手順書に反映すべき重要な管理項目
 - s. ハードウェア要素間の相互汚染のリスクの定義
- (5) コンタミネーション管理計画書は本標準適用の要求元の審査を受けること。

4. 1. 4 インタフェース管理文書

- (1) 異なるシステム、サブシステム及び他の機器とのインタフェースにおける清浄度は、インタフェース管理文書又は同等の文書により管理すること。
- (2) インタフェース管理文書は、以下の情報を含めてもよい。
 - a. インタフェース相互の粒子、ガス、蒸気及び塵の制限
 - b. 管理すべきハードウェアの視野にある粒子、ガス、蒸気及び塵の制限
 - c. 汚染物質の堆積に影響を与え、性能を低下させるエネルギー要素（紫外線および電離放射線、原子状酸素等）の制限

4. 1. 5 コンタミネーション管理プログラムの審査及び履行の確認

コンタミネーション管理プログラムのステータスを記録し、適切な活動が計画され、実行され、そして要求通り達成されていることを証明するために、プロジェクトの審査会で報告して、履行の確認を受けること。包括的なプロジェクトマネジメント計画、又はコンタミネーション管理計画書には、何時そしてどのようにしてコンタミネーション管理

活動が審査されるかを記述すること。

なお、本標準適用の要求元による審査の範囲は、協議して決めるものとする。

4. 2 設計段階での管理

4. 2. 1 敏感なハードウェアの識別

宇宙機の製造からミッション終了までの全期間を通しての汚染物質とその発生源及びその影響を受ける被汚染対象の中から、適切に保護すべき敏感なハードウェアを識別すること。

4. 2. 2 工程FMEAによる工程管理パラメータの識別

製造工程のFMEAを行い、敏感なハードウェアの清浄度に影響を与えるパラメータを工程管理項目として識別すること。

4. 2. 3 汚染物質の性質、影響及びプロフィール

汚染物質に対して以下を識別すること。

- (1) 敏感なハードウェアに対して、地上と軌道上運用の全てのフェーズを通しての粒子、分子、又は生物汚染により性能を劣化させる恐れのある汚染物質の特性。
- (2) プロジェクトの早いフェーズで、類似の宇宙機や類似の運用の経験、また、実試験で得られたデータを通しての敏感なハードウェアに対する汚染物質の影響。

4. 2. 3. 1 代表的な汚染源

代表的な汚染源（凝縮された汚染物質の再放出を含めて）には以下のようなものがある。

(1) 地上における汚染源

a. 分子状コンタミネーション

- (i) 大気中の成分ガス、水蒸気
- (ii) 有機材料（モノマー、プラスチック、接着剤 塗料、溶剤等）からの発生ガス
- (iii) 試験設備からの蒸気（真空ポンプのオイルミスト等）
- (iv) 洗浄剤やマスキングテープの残渣
- (v) 機械可動部の機械油、潤滑剤
- (vi) はんだ接合部のフラックス
- (vii) 要員の人体（化粧品、皮脂等）
- (viii) 加圧されたユニットからの漏洩物
- (ix) 梱包材

b. 粒子状コンタミネーション

- (i) 大気中の埃、砂、排気ガス、微生物
- (ii) 要員の人体（フケ、アカ等）
- (iii) 機械加工面の切粉、バリ
- (iv) はんだ飛沫、はんだボール、線屑、溶接スパッタ
- (v) 溶接時のシールドガス不良による酸化膜の除去工程で残った粉末
- (vi) EBW（電子ビーム溶接）等、真空解除時の混入異物
- (vii) コーティング面から剥離したコーティング片
- (viii) 洗浄不良による残留異物

- (ix) 輸送時の梱包材からの飛散物
- (x) 試験設備で発生する粒子
- (xi) 作業時の工具や備品からの粒子

(2) 打上げ時・軌道上における汚染源

a. 分子状コンタミネーション

- (i) 宇宙機（接着剤等を含む）からの昇華、アウトガス、宇宙機表面材料と原子状酸素との反応生成物。
- (ii) 推進系のプルーム
- (iii) 流体QD（クイック・ディスコネクタ）操作時の漏洩流体
- (iv) 液体や気体（冷媒，推進剤，実験排気，エアロック排気，生命維持システムからの排気，等）のリーク、ダンプ
- (v) 加圧されたユニットからの漏洩物
- (vi) MLI・コンポーネント・ハニカムパネル等のベントホールから排出されるガス

b. 粒子状コンタミネーション

- (i) 推進系噴射に伴う微粒子化したノズル材
- (ii) 固体推進剤の燃焼スラグ
- (iii) 宇宙環境の影響により発生する宇宙機からの微粒子（宇宙機表面材料と原子状酸素との反応生成物、エジェクタ、等）
- (iv) 推進系のプルーム
- (v) 展開時における展開物からの発生物
- (vi) 機構、モータ等の可動部からの発生物

4. 2. 3. 2 コンタミネーションプロファイル

コンタミネーション管理計画書の中で、地上、打上げ及び軌道上運用の各フェーズでのコンタミネーションに関する状態（これには、清浄度、圧力、湿度、温度、清浄作業、設備の概要等が含まれる。）をコンタミネーションプロファイルとして提案し、開発中を通してそれを維持すること。

4. 2. 3. 3 性能に対するコンタミネーションの影響

コンタミネーションと性能劣化の相関関係を明らかにして、敏感なハードウェアに許容される汚染物質の限界値を決定すること。清浄度の要求値は、早いフェーズで見積り、性能解析を通して更に詳細化すること。

4. 2. 4 コンタミネーション予測

地上と軌道上運用の全てのフェーズにおける汚染物質の移動と堆積の解析を行うこと。もしも、清浄度が仕様書の要求値を越えるなら、保護処置を行わなければならない。予測解析を行うために必要なパラメータは、ビューファクター、適切な材料のアウトガスの挙動、凝縮の挙動及び重要な表面の温度、ガス放出源の温度、表面での反射、中性大気での散乱相互作用、周辺宇宙プラズマとの電氣的相互作用、宇宙放射、特に入射紫外線との表面相互作用等である。

4. 2. 5 コンタミネーションバジェット

コンタミネーションプロファイルとハードウェアの清浄度要求仕様書に基づいて、粒子状と分子状の両方に対してコンタミネーションバジェットを決定すること。コンタミネーションバジェットには、予測解析の結果及び曝露時間と保護カバーの使用だけでなく地上と軌道上運用の間に清浄度を回復させることについての可能性も考慮に入れること。プロジェクトの全ての段階を通して、クリーニングの方法と清浄度を維持するための方法を考えること。バジェットには、BOLとEOLの清浄度を含めること。

4. 2. 6 清浄度を考慮した設計

敏感なハードウェアの清浄度を維持する方法、コンタミネーションに対する敏感さを軽減させる方法及びクリーニングを容易にする方法を確立し、コンタミネーション管理計画書の中で清浄度を考慮した設計の概要を記述すること。

また、そのプロセスもコンタミネーション管理計画書の中に含めること。

以下に示す事項について検討し、清浄度要求仕様書とコンタミネーションバジェットに基づき必要な対策を講ずること。

- (1) 敏感なハードウェアの方向と位置
- (2) アウトガス発生材料の使用低減
- (3) 排気口、バッフル及びシールドの適用
- (4) アウトガス発生ハードウェアの温度管理
- (5) 洗浄工程の設計
- (6) コンタミネーション発生源の密閉
- (7) ベーキング
- (8) 人の新陳代謝物、汚物処理
- (9) その他、汚染物質を発生させない、残さない、持ち込まないための方法

宇宙機のある部屋の中で近接又は接触する地上支援装置は、宇宙機を汚染しないこと。宇宙機と直接インタフェースする部分の清浄度は、宇宙機に規定されている清浄度を考慮すること。地上作業時のコンタミネーション管理については4.4項に示す。

4. 2. 6. 1 配置

宇宙機の設計にあたっては、以下の点について配慮して構成、搭載性等の配置上の設計を行うこと。

- ・ビューファクターの最小化（識別された被汚染源対象、太陽電池パドル等）
- ・粒子状コンタミネーションの影響を受けやすい機器及び、粒子状コンタミネーションを発生させる可能性がある機器
- ・分子状コンタミネーション源となる可能性がある箇所
- ・清掃・検査等の作業性

4. 2. 6. 2 汚染防止

軌道上で、スラスタプルーム等による、敏感なハードウェアの汚染が避けられない場合は、プルームシールド、カバー等により保護すること。

また、地上での環境において敏感なハードウェアの汚染が予測される場合は、保護カバー、乾燥した清浄なガスによるページの両方又はいずれかにより保護ができる構造とすること。

4. 2. 6. 3 汚染除去

敏感なハードウェアは、打上げ直前までにできる限り汚染除去（清掃またはベーキング）できなければならない。

また、機器等は、軌道上で低温に維持される敏感なハードウェアの凝縮性揮発物質（特に水分）による汚染を除去するため、ベーキングできる機能を有すること。

また、このための十分な運用時間を確保できること。

4. 2. 6. 4 設計確認

要求に応じて清浄度を考慮した設計を通常的设计審査に含めること。

また、設計審査会等における本標準の適用に係る審査結果を、仕様書、手順書、管理規定等の関連文書に反映すること。

4. 2. 7 材料と工程の選択

材料と工程は、他の機能要求を満たすと共にコンタミネーションを最小にするよう選択すること。材料の基本的なスクリーニング項目はアウトガス、オフガス、粒子発生、菌類成長、吸湿性、脆性（もろさ）等である。

コンタミネーション管理が必要な部位には、埃が出たり剥離したりしない材料及び粒子を発生しない材料を使用すること。

なお、特性が疑わしい材料については試験で確認すること。

4. 2. 7. 1 アウトガス

材料の選定は参考文書2.2項を参考にし、試験方法はASTM E 595、ECSS-Q-ST-70-02Cまたは機構が認める試験方法に従い行うこと。

TMLが1.0%未満、RMLが1.0%未満、かつCVCMが0.1%未満である材料は、一般に、低アウトガス材料と考えられる。これらの数値は材料選定の合格基準を与えるものではない。一般に、低アウトガスと考えられる材料であっても、汚染敏感面の劣化を引き起こす可能性がある。ミッション要求や性能要求を満足するため、より厳しい条件に基づいた材料選択ガイドラインを必要とする場合がある。材料は、使用温度・質量及び表面積を考慮して選定する必要がある。

【汚染リスクが高くなる条件】

下記条件で使用される場合、アウトガスの少ない材料であっても汚染を引き起こす可能性がある。

- ・汚染敏感面から近い、または視野内にある。
- ・低温面の近傍で使用されている、または低温面からの視野内にある。
- ・使用量が多い。
- ・周囲表面より高温で運用する。

【汚染リスクが低くなる条件】

下記条件で使用される場合、アウトガスの多い材料であっても汚染の影響は小さくなる。

- ・汚染敏感面から遠い、または視野外にある。
- ・低温面から遠い、または視野外にある。

- ・使用量が少ない。
- ・周囲表面より低温で運用する。

宇宙システムの性能要件と材料の用途と宇宙機の機能要求を考慮し、TMLからWVRを減算する場合がある（4.2.7.4参照）。

材料選定の妥当性は、汚染解析（4.2.5を参照）によって検証する。予測される汚染レベルが汚染バジェットを満たす限り、材料選択ガイドラインを満たさない材料でも使用することができる。（4.2.4, 4.2.5参照）

注）ASTM E 1559（適用文書(21)）又は同等の方法によるアウトガスレート試験に基づく長期間の総アウトガス放出量を材料選定ガイドラインに適用することができる。

4. 2. 7. 2 水分を含んだ材料の全質量損失比

材料によっては全質量損失比(TML)に寄与する吸着水を大量に含んでいる場合がある。アウトガスとして出る水蒸気が、敏感なハードウェアにとってクリティカルでなければ、アウトガスとなる水分を全質量損失比(TML)から差し引いた補正質量損失比(RML)を全質量損失比(TML)の代わりに採用してもよい。補正質量損失比(RML)は次式で与えられる。

なお、式中の WVR は「再吸水量比」を表す。

$$RML = TML - WVR$$

4. 2. 7. 3 金属材料

金属材料は、腐食によりアウトガスや粒子の発生源となるので、耐食性のある材料を使用するか、適切な表面処理、コーティングによる防食処理を行うこと。

また、異種金属の組合せも腐食の発生に関与するので、原則として MIL-STD-889 に従って適切な組合せとすること。金属材料のうち、オスミウム、銀は原子状酸素と反応し、酸化する。銀の酸化物は剥離し、粒子状コンタミネーションを発生させる可能性があるため、適切な表面処理、コーティング等による防食処理を行い、表面に露出させないこと。

4. 2. 7. 4 非金属材料

非金属材料は、漏れなくリスト化すること。リストには、全質量損失比(TML)、再凝縮物質質量比(CVCM)、使用量、使用場所等の内容を含むものとする。ただし、リスト化の範囲、内容について個々のプロジェクトの要求がある場合はそれに従うこと。

非金属材料は、アウトガス及びオフガスが極力少ない材料を選択すること。

細菌・カビ等の繁殖を誘発する有機性材料も極力使用しないこと。

4. 2. 7. 5 流体

宇宙機の推進系、冷却系、油空圧系等に使用する流体は、ISO 15859等の公的規格により清浄度が管理されたものを選択すること。

4. 2. 7. 6 工程

清浄度に影響する全工程と管理方法を識別すること。クリティカルな工程については、個々のプロジェクトの管理要求に基づくこと。組立に使用する部品は、予め粒子

状コンタミネーションを目視清浄状態のレベルまで除去しておくこと。

また、アウトガスがクリティカルなシステム又はコンポーネントに使用する部品、材料はコンタミネーション管理計画書に従いベーキングを実施すること。これらの清浄度は、組立前や清浄エリアに持ち込む前に検査で確認すること。

4. 2. 7. 6 品質管理

材料の特性を検証するための適切な品質管理プロセスが維持されなければならない。商業用材料のプロセスおよび組成物は、宇宙システムの要件を満たすために十分に制御されないことがある。品質管理プロセスの仕様は、ケースバイケースで決定されるものとする。

ASTM E 595または ECSS-Q-70-02は、材料のアウトガス特性の品質管理試験として使用できる。

4. 3 生物汚染

4. 3. 1 概要

生物汚染を引き起こす有機体は、真菌、イースト、ウイルス及び細菌である。それらは地上と飛行中のどちらでも繁殖し、汚染物質を生成する。

また、それらは、製造中、インテグレート及び試験中、そして輸送やオペレーション中にも地上で入り込む。人の排泄物と新陳代謝物は、水又は栄養源の介在により微生物の成長を速める。

ハードウェアの清浄度要求は、死滅した有機体、化学的および粒子としての副産物、有機体からの新陳代謝物と同様に生きている有機体に対しても適用することができる。

また、射場のクリーンルームにおいて、鳥や昆虫の侵入の可能性があるので対策を講じる必要がある。

4. 3. 2 微生物によるハードウェアのコンタミネーション

(1) 微生物は、新陳代謝及び／又は生物学的な活動で物質を生成する。これらの物質は、ハードウェアの汚染又は腐食の原因となる。

(2) 微生物汚染に対する予防手段は、水分や栄養源を排除することである。特に空気循環装置のある部屋の中で、微生物の繁殖を防止するのは難しいが、対策としては、高性能フィルタを装着することと効率的な洗浄である。

また、容易に清掃できるハードウェアを設計することが重要な対策法である。

4. 3. 3 殺菌したハードウェアの取扱い

(1) 殺菌の手順は、ハードウェアの清浄度要求に合致する方法で、以下のような手順を含めること。

- a. 汚染されたものとの接触を避ける手順
- b. 空気とパージガスの中の生物エアロゾルとの接触を避ける手順
- c. 要員との接触を避ける手順

(2) 地上での取扱いプロセスは、ハードウェアの殺菌要求を満たすように計画すること。これには、殺菌包装、殺菌隔離及び無菌室のような殺菌した環境を維持することを含むこと。詳細は、ISO 14698-1を参照のこと。

なお、コンタミネーション管理計画書の中に、ハードウェアの要求に合致する手順を含めるか、又は参照すること。

- (3) 地上の運用では、ハードウェアの清浄度と環境が要求に合致していることを確かめるためにモニタすること。

なお、生物汚染データの説明と評価は、ISO 14698-2 を、クリーニング及び殺菌プロセスの効率の測定方法については ISO 14698-3 を参照のこと。

- (4) 要員の衣服は、危険な汚染物質からの要員の保護及び要員によるハードウェアの汚染を防止することを考慮すること。

4. 3. 4 惑星等保護

「惑星等保護プログラム標準(JMR-014)」の4章 管理要求、5章 技術要求、付録 A. (適用)プロジェクト惑星保護要求を参照のこと。

4. 4 地上作業時のコンタミネーション管理

4. 4. 1 要員の教育・訓練

敏感なハードウェアを取扱う要員は、コンタミネーション管理計画毎に予め確認された手順により教育・訓練を受けた者であること。なお、要員に関する補足情報としてISO14644-5:2004の4.3項 Personnel および付属書C Personnelを参照すること。

4. 4. 2 クリーンルームの選定と清浄度管理

- (1) ハードウェアを製造、組立、インテグレート及び試験するための適切な環境を4.2.4項のコンタミネーションバジェットに基づいて選定すること。

- a. クリーンルームは、ハードウェアの清浄度要求、操作手順及び曝露時間に基づいて選定すること。
- b. 空気中に浮遊する粒子の許容濃度は、ISO 14644-1に従って、空気清浄度のクラスで規定すること。
- c. 稼働と休止状態での手順は、ハードウェアの清浄度要求を満たすように規定すること。
- d. ハードウェアの清浄度要求を満たすために、クリーンルームの中に、必要に応じて特別に清浄度管理されたクリーンブース等を設けてよい。
- e. クリーンルームが稼働中における空気中に浮遊する汚染物質と表面上の汚染物質のモニタは、宇宙機の性能要求とリスク/コストを考慮して規定すること。
- f. クリーンルームの中に持ち込む材料、部品、ハードウェアおよび試験装置は、宇宙機用ハードウェアの清浄度要求に適合していること。

- (2) コンタミネーション管理計画書に、クリーンルームの電力、冷却水及び部品の破損のような装置の故障を考慮に入れて、宇宙機の損傷防止のために適切な操作手順を、リスク/コストを考慮して明確にしておくこと。

また、人的過誤を含めての、単一故障メカニズムを分析し排除すること。

- (3) クリーンルームの設備は、清掃、クリーンルームの管理、清浄度モニタ、設備の保全等を含んだ手順により稼働させること。

なお、クリーンルームは、宇宙機の清浄度要求を満たすように清掃すること。

- (4) クリーンルームの設計、建設、立ち上げについてはISO 14644-4、運用についてはISO 14644-5を補足情報として参照すること。

4. 4. 3 無塵衣 (クリーンルーム用着衣)

4. 4. 3. 1 一般

無塵衣着用の主な目的は、要員から生成される汚染物質の製品への到達防止及び有害物質からの要員保護である。

4. 4. 3. 2 無塵衣の選定

- (1) ハードウェアの清浄度要求、クリーンルームの気流方式及びハードウェアに対する要員の配置に基づき、通常はフードとハイトップの靴カバー（ブーツ）を持ったカバーオールタイプか、部分的なヘッドカバーと靴カバーを持ったフロックコートタイプを選定すること。ただし、フロックコートタイプは下部が開いており、カバーオールタイプよりも床やハードウェア表面への粒子堆積や空気清浄度悪化等を引き起こすリスクが高いため、ハードウェア上で作業する場合やハードウェアの清浄度要求が厳しい場合は推奨しない。
- (2) 良好な制電性、通気性、透湿性、防塵性、磨耗特性及び低い発塵性を有すること。また、洗濯及びドライクリーニングに対する高い耐性があること。

4. 4. 3. 3 その他

- (1) 無塵衣は定期的又は汚れた時にクリーニングすること。クリーニング頻度は、プロジェクト毎にコンタミネーション管理計画書に規定を設けることが望ましい。
- (2) 追加情報
無塵衣の選定と使用に関する追加情報は、ISO14644-5：2004の4.2項及びAppendix Bを参照すること。

4. 4. 4 設備、地上支援装置、資材及び副資材の管理

4. 4. 4. 1 設備、地上支援装置、工具等の管理

清浄エリア内の作業で使用される設備、地上支援装置、工具等は、清浄エリアの環境及び敏感なハードウェア等を汚染してはならない。

設備、地上支援装置、工具等の管理は、基本的には汚染源の管理である。設備、地上支援装置、工具等を使用する際には、作業環境、被汚染対象が汚染されないように、使用前に必要な整備を行うと共に、汚れがある場合には清掃を行うこと。被汚染対象と直接接触する接続面については、事前に洗浄を行い、被汚染対象が汚染されることのないよう防護処置を施すこと。外表面を清浄に維持できないものについては、汚染物質を極力発生しないシート等で全体を被う、あるいは密封し、クリーンルーム内の作業環境を汚染しないよう防護処置を施すこと。

敏感なハードウェアの取扱いに使用される施設等は、ファンからの気流で飛散した汚染物質による汚染防止を含めて必要な処置を施し、ハードウェアが規定された清浄度に維持できるように管理すること。

また、敏感なハードウェアの試験を行う施設等では、必要に応じてウィットネスプレート等を設置し、機器が曝される環境の清浄度をモニタすること。

4. 4. 4. 2 ガスの管理

ガスの清浄度は不純物量で表わされる。フェアリング、真空装置、コンテナ等に使用されるパージガスは、粒子及び有機物の蒸気がクリーンエアと同等であることが事前に確認されていないとしない。

また、ガスは、規定された純度、不純物（粒子、水分等）の要求を満足するもので

あることを受入時、機体充填前に必要に応じ分析し、製品の清浄度を低下させることのないよう管理すること。

4. 4. 4. 3 液の管理

宇宙機に使用される液には、推進薬（酸素、水素、四酸化二窒素、モノメチルヒドラジン、ヒドラジン、ケロシン等）、擬似推進薬、作動油、有人システムにおける飲料水、衛生水及び冷却水等がある。これらの液は、規定された純度、不純物（粒子、 hidrocarbon、水分等）の要求を満足するものであることを受入時、貯槽移送時、機体充填前に必要に応じ分析し、製品の清浄度を低下させることのないよう管理すること。

最終洗浄に用いられる洗浄剤は、規定された粒子、不揮発性残渣（NVR）の要求を満足するものであることを液受入時及び使用中適切な頻度で分析し、製品の清浄度を低下させることのないよう管理すること。

4. 4. 5 フライトハードウェアとその近傍の清浄度モニタ

清浄度は、コンタミネーション管理計画書に従って決定された方法と間隔で測定し、記録すること。クリーンルームにおける浮遊粒子濃度のモニタリングのための要件は、ISO 14644-2に含まれている。追加の測定方法は、ISO 14644-3に記載されている。

4. 4. 5. 1 表面清浄度の測定

(1) 分子状コンタミネーションの測定

分子状コンタミネーションの測定方法には、質量法、水晶微量天秤法（QCM）、熱量法、光電子分光法、赤外分光分析法等がある。適用にあたっては、各方法の特徴を踏まえて目的に合うものを選定すること。

(2) 粒子状コンタミネーションの測定

粒子状コンタミネーションの測定方法には、目視検査、光学測定(例えば、顕微鏡、光散乱法)等がある。適用にあたっては、各方法の特徴を踏まえて目的に合うものを選定すること。

4. 4. 5. 2 空気清浄度の測定

空気清浄度の測定方法には、膜フィルタサンプリング法、光散乱法、暗視野写真法等がある。適用にあたっては、各方法の特徴を踏まえて目的に合うものを選定すること。

4. 4. 5. 3 ガスの清浄度測定

粒子の測定には、膜フィルタサンプリング、光散乱法等が用いられ、水分濃度の測定には、水分計又は露点計が用いられる。

不純物ガス及び有機物の蒸気の測定にあたっては、必要に応じ赤外分光光度計、ガスクロマトグラフ、質量分析計、又はこれらを組み合わせるものを用いること。ガスの純度については、購入時メーカーの検査成績書による確認及び定期的に検査をすること。

4. 4. 5. 4 液の清浄度測定

推進薬（酸素、水素、四酸化二窒素、モノメチルヒドラジン、ヒドラジン、ケロシン等）、擬似推進薬、作動油、有人システムにおける飲料水、衛生水及び冷却水及び洗浄剤（IPA、脱イオン水等）の粒子の測定は、膜フィルタサンプリング、光散乱法等によ

る。

また、不揮発性残渣は、質量法により測定される。遊離水分については、目視検査が行われる。比抵抗、溶存酸素及びその他の溶存ガス、全有機体炭素、水分、pH及び粘度についてはそれぞれ専用の分析装置を使用し分析すること。

4. 4. 5. 5 データの誤差及び精度の評価

清浄度の測定は、極微量の物理量を扱うので、測定上の誤差及び分析精度については十分評価を行うこと。

4. 4. 5. 6 データの統計的解析

粒子数の計測データについては、清浄度が要求値のボーダライン近傍にある場合、統計的手法による解析を行うこと。要求よりも大幅に良好である場合は、この限りではない。

4. 4. 6 フライトハードウェアの管理

ハードウェアの清浄度要求とコンタミネーションバジェットを満たすようにコンタミネーション管理を行うこと。流体にはISO 14952、特に清浄度を定めるISO 14952-3が適用される。コンタミネーション管理計画書の中で以下の事項を規定すること。

- (1) 周囲環境の清浄度モニタを行い許容範囲内であることの確認。
- (2) 環境管理されていないエリアでの敏感なハードウェアを取扱う場合の手順。
- (3) 熱制御面、光学系機器、太陽電池パネル及びそれらで構成されるサブシステム等敏感なハードウェアに対するコンタミネーション防止対策（全体又は部分的な窒素ガスパージの実施、防塵カバーの設置等）。

(4) 洗浄・清掃手順

清浄度要求を満足させるために必要な技能、注意事項、布、器具、装置の仕様、使用する時期等を含めた洗浄・清掃手順、方法、頻度、洗浄剤を明確化すること。洗浄後の清浄度及び清浄度検査は、ISO 14952-2の要求を適用すること。敏感なハードウェアが汚染された場合の洗浄・清掃手順。

(5) ベーキング

フライトハードウェアのベーキングは、ガス放出速度および潜在的な汚染物質を減少させるために有効である。ベークアウトは、真空中または清浄で乾燥したガス状窒素のような流動制御ガス環境中で行う。すべてのベーキング手順は結果に関して同等ではない。費用効果が高く、システム性能要件を満たすベークアウト手順を選択するために、工学的解析と判断を使用しなければならない。

ベーキングは、分析およびシステム性能要件に応じて、ハードウェアアセンブリのあらゆるレベルで、コンポーネントごとに実行できる。ベークアウトの対象物に敏感なハードウェアがある場合、クロスコンタミネーションを防止するために特別な注意が必要である。

真空度のレベル、流動ガスの圧力、温度、時間、モニタリング方法等の条件を指定して、コンタミネーション管理計画書にベーキング手順を必要に応じて規定する。

(6) パージ

クリーンなガスを使用して、フライトハードウェアをパージして、汚染物質が重要なコンポーネントに入らないようにすることができる。

クリーンな窒素、ヘリウム、アルゴンおよび空気が使用されている。安全性を考慮する。ISO 15859-3、15859-4およびISO 15859-9を適用することができる。清浄度要件を満たすためには、使用時に追加のろ過が必要な場合がある。パージガスの要求、パージ時間および許容される非パージ時間は、適用可能なCCCPに含まれなければならない。

- (7) コンタミネーション管理が要求されるシステムの範囲を明確にし、内部領域の清浄度要求がある推進系等の流体を扱う機器については、流体の充填作業前後に、必要に応じ接続口において、充填された流体の清浄度検査を行うことの規定、清浄度要求を満足していることの確認手順、充填作業時に使用する機材の清浄度保証及びフィルタの仕様。清浄度検査における要求は、ISO 14952-2を適用すること。

4. 4. 6. 1 各フェーズ毎の汚染防止

(1) 部品の製造フェーズ

特に規定がなければ、部品の製造は一般の工場エリア又は管理された作業エリアで行うこと。製造中、洗浄の要求を定めている規定があれば、その規定を遵守すること。封止される部品は封止工程前に目視清浄状態であることを確認すること。

部品完成後、保管又は組立エリアに移す前に、はんだ助剤、オイル、グリス及び加工くず等の粒子状コンタミネーションを除去した後、清浄であることを確認すること。部品を保管する場合は、使用が認められている包装材で密封包装し保護すること。

(2) コンポーネントの組立/試験フェーズ

特に規定がなければコンポーネントの組立及び試験は、4.4.2項の要求を満足する環境で行うこと。ただし、コンタミネーション管理の対象範囲が密閉されている機器に対してはこの限りではない。

熱真空試験時には、分子状コンタミネーションを発生させる危険が高いことから十分注意すること。

クリーンルームの前室に持ち込む前に包装の外側を清掃すること。密封包装されているものは包装（二重包装されているものは外側のみ）を前室で除去し搬入すること。

組立、試験をしていない時は、機器類をカバーし、保護すること。

(3) サブシステム/システムの組立/試験フェーズ

サブシステム/システムの組立及び試験は、規定の空気清浄度に管理された清浄エリア内で行うこと。コンタミネーションの影響を受け易い箇所については、カバー等にて保護すること。

熱真空試験時には、分子状コンタミネーションを発生させる危険が高いことから十分注意すること。

また、切断、潤滑油の使用等、汚染物質を発生させる作業は極力行わないこと。実施する場合は、他へ影響が及ばないようにすること。組立中に付着した粒子及び油脂等は、確実に除去すること。

宇宙機の内部に搭載されるハーネス、機器等の外表面は、宇宙機のクローズアウト前に検査でき、清掃できること。

(4) 射場フェーズ

コンタミネーション管理要求に以下の事項を規定すること。

- a. 宇宙機をフェアリングに収納し移動する場合のフェアリング内の空調要求。
- b. 打上げ前に防塵カバーを取り外す時期及び／又は窒素ガスパージを止める時期の規定。
- c. 熱制御面、光学系機器、太陽電池パネル等の敏感な表面を持つ機器に対して、打上げ前に行う最終外観検査及びコンタミネーションが見つかった場合の洗浄規定。

4. 4. 7 包装・輸送・保管

包装・輸送・保管については、コンタミネーション管理計画書に規定し、少なくとも以下の事項を含むこと。

4. 4. 7. 1 梱包

梱包は、保管および輸送中にハードウェアを保護するために使用される。 梱包材は、ハードウェアの汚染を増加させてはならず、揮発性または移動可能な汚染物質を含有してはならない。 梱包材は帯電による粒子状コンタミネーションの付着を防ぐため、帯電防止材料が望ましい。

4. 4. 7. 2 保管

保管場所において意図された保管期間中、パッケージおよび製品に対して適切な汚染防護をすること。

4. 4. 7. 3 輸送

輸送中はコンテナを使用すること。 コンテナの材料は、揮発性、懸念される汚染物質、輸送方法および輸送環境を考慮して選択されなければならない。

4. 5 打上げ、運用フェーズ

コンタミネーション管理計画書の中に、打上げ及び軌道上においてコンタミネーションの発生につながる宇宙機運用を識別の上、温度管理、ベーキング等の適切な管理を規定すること。

4. 6 製品保証

コンタミネーション管理計画を遵守し、システム、コンポーネントに要求された清浄度を維持及び保証するための品質保証活動を行うこと。 この品質保証活動は、機構文書 JMR-005 (品質保証プログラム標準) もしくは JMR-013 (品質プログラム標準 (基本要求 JIS Q 9100)) を適用する。

5. 詳細要求事項

適用せず。

以上