

海外コンポーネント品質確保ハンドブック

平成24年08月01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. 本ハンドブックの目的	1
2. 対象	1
3. 関連文書	1
3. 1 準拠文書	1
3. 2 参考文書	1
4. 用語の定義	1
5. 本ハンドブックの作成の背景	1
5. 1 海外コンポーネントの調達に関する課題と対策案のまとめ	1
5. 2 調達コンポーネントへの要求機能の把握 — 最近の軌道上不具合からの教訓反映	2
5. 3 開発要素を伴うコンポーネント調達と既製のコンポーネント調達	2
5. 4 現状における海外コンポーネントの調達に関する課題と対策	3
6. 海外コンポーネントに共通的な調達に関する品質確保のための活動方針	6
6. 1 海外コンポーネント調達の特殊性	6
6. 2 海外コンポーネントの品質確保のための計画設定	7
6. 3 海外コンポーネントの品質確保のための体制整備	7
6. 4 海外コンポーネント技術・品質情報の集約・整理・活用	7
6. 5 顧客要求への対応	7
6. 5. 1 JMR-004、JMR-005 が適用される場合	7
6. 5. 2 JMR-004、JMR-005 が適用されない場合	8
6. 5. 3 海外コンポーネント内部品の管理	8
6. 6 衛星搭載コンポーネントの調達フローとチェックの視点	8
6. 7 ロケット用海外コンポーネント調達フローとチェックの視点	8
6. 8 AS/EN/JIS Q 9100 における SCM 活動の活用	9
7. 新規調達の海外コンポーネントに関する品質確保の活動内容	12
7. 1 新規調達の海外コンポーネントに関する調達フローとチェックポイント	12
7. 2 提案要求 (RFP) 時	12
7. 3 調達コンポーネントへの要求機能の把握	12
7. 4 機器構成部品リスト	13
7. 5 内作／購入の審議	13
7. 6 調達ベンダーリスト案／コンポーネント選定評価	14
7. 7 調達仕様書 (SOW) 等の作成	19
7. 8 技術仕様書／品質信頼性要求の設定	19
7. 9 新規ベンダーに対する能力調査	19
7. 10 調達調整	19
7. 11 発注後のベンダー管理	20
7. 12 設計審査／製造着手前審査 (MRR : MANUFACTURING READINESS REVIEW)	20
7. 13 MANDATORY INSPECTION POINT (MIP)	20
7. 14 試験前審査 (TRR : TEST READINESS REVIEW)／試験立会	21
7. 15 出荷前審査・源泉検査	21
7. 16 受領検査	21
7. 17 受領検査後の対応	21
8. 繰り返し調達の海外コンポーネントに関する品質確保の活動内容	22
8. 1 繰り返し調達の海外コンポーネントに関する調達フローとチェックポイント	22
8. 2 提案要求 (RFP) 時	22
8. 3 新規ベンダーに対する能力調査	22
8. 4 技術仕様書／品質信頼性要求の設定	23
8. 5 ベンダー生産開始	23
8. 6 発注後のベンダー管理	23

9. 海外コンポーネントに関する不具合対応	25
9. 1 不具合発生時の対応活動	25
9. 2 信頼性技術情報による水平展開	26
付録1 用語の定義.....	28
付録2 本ハンドブック作成の背景.....	30
付録3 最近の軌道上不具合事例と教訓.....	34
付録4 米国の輸出規制についての解説.....	37
付録5 海外コンポーネントの調達フローとチェックの視点	40
付録6 AS/EN/JIS Q 9100 SCMH (SCMハンドブック)活用に関する紹介	52
付録7 参考文書等一覧.....	54

表

番号	タイトル	頁
5. 1	新規調達と繰り返し調達における課題と対応策	4
7. 1	コンポーネント技術分析表による確認項目の事例	17
7. 2	コンポーネント技術成熟度 (TRL) 指標の例	18
7. 3	技術変更指標の例	18
9. 1	海外コンポーネントにおける不具合発生時の対応	25

図

番号	タイトル	頁
6. 1	衛星開発フローとコンポーネント調達フローの関連例	10
6. 2	衛星メーカーにおける海外コンポーネント情報の収集・整理・活用例	11
7. 1	新規調達の海外コンポーネント調達フローとチェックポイント設定例	15
7. 2	システム要求からサブシステム、コンポーネント要求へのブレークダウンの考え方	16
8. 1	繰り返し調達の海外コンポーネントの調達フローとチェックポイント設定例	24

1. 本ハンドブックの目的

本ハンドブックは、JAXA 衛星及び打上げロケットのミッションを成功させるために、海外から調達するコンポーネント（以下、「海外コンポーネント」という）に起因する不具合を未然に防止し、品質確保を図ることを目的とする。

そのため、海外コンポーネントに関わる過去の不具合事例からの教訓や経験に基づき、コンポーネントへの機能要求の確認を含め、海外コンポーネントの選定時、調達における技術や管理要求の設定時、および調達に係わる各段階において、JAXA プロジェクト、衛星やロケット関連メーカー等が特段の注意を払って対処すべき活動を抽出し、それらの活動を確実に実施するための参考情報を提供するものである。

2. 対象

本ハンドブックでは、JAXA が開発する衛星ならびにロケットに搭載する、海外コンポーネントに対する機能要求の確認、機種やベンダーの選定、調達に際する技術及び管理要求の設定、ならびに品質確保に係わる諸活動をその対象とする。

特に、新規採用のコンポーネント及び再認定を要する標準仕様あるいは過去の実績仕様からの設計変更品、ならびに、打上延期の原因あるいは軌道上不具合を起こしたコンポーネントの製造メーカーからの調達品については、リスクが大きいため、本ハンドブックで推奨する活動を実施することが有効である。また、実績のある標準品を購入する場合でも、繰り返し調達するうえで配慮すべき事項とその対応について、本ハンドブックに記載した活動事例を参考とすることにより、品質確保に資することを期待する。

3. 関連文書

3. 1 準拠文書

- | | |
|-------------|----------------------|
| (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-012 | 電気・電子・電気機構 部品プログラム標準 |

3. 2 参考文書

- | | |
|----------------|----------------|
| (1) JERG-0-050 | 海外部品品質確保ハンドブック |
|----------------|----------------|

4. 用語の定義

用語の定義を付録1に示す。

5. 本ハンドブックの作成の背景

本ハンドブックの作成に当たっては、過去から現在までの海外コンポーネントの調達活動を取り巻く状況変化を踏まえて、海外コンポーネントに関わる調達要求の把握・確認から調達上の課題と対策について検討・整理し、開発要素を含む新規性のある製品を調達する場合と既製の標準品を繰り返し調達する場合とに区分して、各々のケースにおける特徴的な留意点を整理した。

5. 1 海外コンポーネントの調達に関する課題と対策案のまとめ

平成15年から平成17年にかけて衛星用海外調達の部品及びコンポーネントに係わる不具合が多発し、その背後要因を分析した結果、概ね、次のような原因と対処すべき課題が明らかになった。

(詳細については付録2による。)

- ① ベンダーの宇宙産業からの撤退による技術継承に係わる課題、技術力の低下
- ② 部品・コンポーネントメーカーに関する品質・経営情報(M&A や変更等)の入手不足
- ③ 過去の搭載”実績”に対する評価内容、基準外仕様(実績品/標準仕様との差異)に対する検討不足

- ④ 海外コンポーネントメーカーの技術情報開示や納期に対する制約(EL/ITAR 等)
- ⑤ M&A 拡大の影響、独占/寡占状態によるシングルソース増加
- ⑥ 文化の違い(一定量の不良を容認する文化、契約ありきの考え方)による対応処理への影響

これらの課題に対する対応方針として、次の3つの項目が検討された。

- (1) リスク評価能力及びリスク管理能力の強化
開発初期からの海外調達に係わるプロジェクト支援能力の強化として、リスクの早期洗い出しとリスク軽減のための対応を行う能力を向上させるための仕組みを構築する。
- (2) 基本手順の整備と遵守
海外調達品に関する基本手順の整備とその遵守を行う仕組みを構築する。
- (3) 海外部品・コンポーネントに関する技術・品質情報の収集/分析/活用
海外調達品に関する技術・品質情報を収集、分析し、これらを有効に活用する仕組みを構築する。

上記(2)に関しては、海外調達品に対する品質確保のための活動に係わる基本手順が確立していない、あるいは基本手順は確立していても、その通り遵守されないためにトラブルが発生したのではないかとの認識から、調達に際して実施すべき手順(調達プロセスフロー)と遵守に係わる仕組み(チェックポイントと内容)を整理した。その成果を盛り込み、平成19年3月に「衛星開発における海外部品・コンポーネント品質向上ガイドライン(JERG-2-022)」が制定された。

その後、衛星においても同一設計のものが繰り返し生産されること、およびロケットにおいても海外コンポーネントに関する課題が共有されることが認識されたため、繰り返し生産品に使用する海外コンポーネントに関する留意点をまとめておく必要が生じた。

そこで平成22年度より、JAXA輸送ミッション本部及びロケット関連メーカーの参画を得て、当該ガイドライン内容ならびに海外調達品の課題と対策について見直しを行った結果、繰り返し調達(リピート品)に対する安定供給と品質維持の観点からの対策をハンドブックに追記することとした。

(詳細は5.4項「現状における海外部品及びコンポーネントの調達に関する課題と対策」による。)

5.2 調達コンポーネントへの要求機能の把握 — 最近の軌道上不具合からの教訓反映

本ハンドブックには、最近の軌道上不具合から海外コンポーネント調達に関わる教訓を反映した。当該教訓事項として、海外コンポーネントの選定、調達を行う際に、従来の品質管理要求の視点のみならず、当該調達コンポーネントに対する要求機能の把握、適用システム上における当該コンポーネントの使用条件や適用環境にも配慮した検証に関し、特段注意を払うべき事項を明らかにした。(調達コンポーネントへの要求機能の把握については7.3項に、また、最近の軌道上不具合事例と教訓の詳細については付録3による。)

5.3 開発要素を伴うコンポーネント調達と既製のコンポーネント調達

海外コンポーネントの調達においては、対象品目の技術成熟度や実績あるいは変更度合いに応じて、次のような2つの調達ケースに区分される。

- ① 開発要求に基づき、新規開発または認定/実績品からの改修を伴う仕様/設計変更を行って調達する場合
- ② 既製の標準コンポーネントをそのまま購入する場合

それぞれの調達ケースに応じて、以下の留意点に配慮しながら対処することが肝要である。

(1) 新規開発または改修を伴う設計変更が行われる開発要素を伴ったコンポーネント

新規開発または設計変更等の開発要素を伴ったコンポーネントを調達する場合は、システムの開発計画に基づき、システム/サブシステムの開発フェーズの早期段階において、要素開発、BBM 試作試験あるいは部分試作等を行い、開発リスクの低減を図る。

その後、コンポーネント基本設計審査(PDR)を実施しEM調達及び技術開発試験を行う。

基本設計段階においては、認定ステータス、技術成熟度や過去の実績からの変更度合い、改修規模、使用環境への適合性等をレビューする確認イベント(審査会または確認会)を設けて、以降の

開発リスクの対策方針の確認、開発モデルの必要性、検証計画等を協議する。

次に、基本設計審査の結果を反映し、コンポーネント詳細設計審査(CDR)を実施しフライト品の設計仕様を確定する。

詳細設計審査(CDR)にてフライト品(PFMまたはFMを含む)の製造フェーズへの移行が確認された後、製造着手前審査(MRR)、試験開始前審査(TRR)を経て、フライト品の製造、試験が進められる。

フライト品の製造過程においては、製造プロセスの要所に顧客よる重要検査ポイント(MIP)を設定し、仕上がり及び工程記録の確認ならびに次工程への移行判断を行う。また、必要な源泉検査を行うポイントを設定し、不具合処理を含む製造試験の記録及びトレーサビリティ等の確認を行なう。

フライト品の試験(PFT及びATを含む)完了後、ベンダー出荷にあたり、出荷前審査(PSR)を実施し、調達要求に対する適合性の最終確認を行ない、出荷/受入の可否を判断する。

(2) 既製の標準コンポーネントをそのまま購入する場合

一方、既製コンポーネントを調達する場合は、基本的には認定済みの標準仕様に従った標準品を、確立済みの製造・試験プロセスのもとで生産された製品を購入することになる。よって、維持設計の中での製造・試験に対しての生産管理・日程管理、及び繰り返し生産における変更管理が調達上のポイントとなる。

製造工程での確認行為(MIPや源泉検査等)は、その要否と対応について、発注前の調整段階にて調整のうえ、出荷前検査(PSR)における調達要求に対する適合性確認をもって出荷/受入の可否を判断する。

ただし、認定された標準品との差異(部材を含む設計変更の有無)、生産ラインや設備、製造工程、手順等のいわゆる5M(Man:人、Machine:機械、Material:材料、Method:方法、Measure:測定)に関わる変更管理、製造試験上の不具合処理には注意を払って対処する必要がある。

特に、繰り返し調達やまとめ買いのケースにおいては、部材のロット不良や枯渇に対するリスク対策についてもその対応が重要となってくる。

その際、「実績品」という言葉に惑わされることのないよう、過去の不具合履歴、適用システム上の使用条件や適用環境の違い等に十分考慮のうえ、必要な検証を含めて調達要求に配慮する必要がある。

これらの要求は、サブシステムの基本設計フェーズにおいてコンポーネント調達が開始されるため、システム開発フェーズの早期段階に調達要求が明確化される必要があることに留意して対処することも重要である。

5. 4 現状における海外コンポーネントの調達に関する課題と対策

表5.1に現状における海外コンポーネントに関する新規調達ならびに繰り返し調達における課題と対応策を示す。

5.1項で示した海外コンポーネントの調達に関わる課題と対応策の経緯について、その後の海外調達を取り巻く環境の変化や状況を踏まえて、見直しと再整理を行った。

本ハンドブックでは、これらの課題と対応策に関し、留意すべきポイント及び具体的な対応方法について事例を含めて説明する。

以下、6章にて海外コンポーネントの調達に関わる共通的な活動方針(基本方針)の詳細、7章にて上記(1)に対応した新規調達の場合の活動内容の詳細、8章にて上記(2)に対応した既製品の繰り返し調達の場合の活動内容の詳細について、それぞれ記載する。

表5. 1 新規調達と繰り返し調達における課題と対応策

(1) 新規調達における課題と対応策

区分	背景	課題	対策案	該当 項番
要求 機能 把握	最近の不具合 からの反映	システム運用要求か らコンポーネントへ の仕様フローダウン	<ul style="list-style-type: none"> システム運用上の適合性確認の実施 (システムエンジニアリング手法の活用) 調達コンポーネントの使用条件を見据え た要求値設定 検証試験の実施要否確認と適合報告要求 	7. 3項 P11
選定	M&A増加、 ベンダーの 撤退	シングルソースの 増加	<ul style="list-style-type: none"> 新規ベンダー開拓/国産品ラインアップ 増加 セカンドソース認定/評価 宇宙転用可能部品※1のラインの活用 	7. 5項～ 7. 6項 P12-13
契約	契約に関する 文化の違い	ITARによる情報 非開示または制約	<ul style="list-style-type: none"> 技術仕様、PA要求、SOW調整に対する事前 合意の下に契約・正式発注 	7. 7項～ 7. 10項 P18-19
ベンダ ー管理	M&Aの増加に よる企業環境 の変化	工場移管/ライン 変更に伴う技術・品質 への影響とベンダー 情報の不足	<ul style="list-style-type: none"> 品質サーベイの回数増大・質的向上 現地法人・現地コンサルタントの活用 品質への影響調査実施 	7. 6項 P14
	新規ベンダー の採用による リスク	新規ベンダーの情報 不足	<ul style="list-style-type: none"> 発注前能力調査実施 (QMS認証取得ベンダーを優先または推奨) 海外コンサルタント活用による企業評価 	7. 9項 P18
	商社経由での 輸入に伴う リスク	商社の役割/ベンダー との責任分担	<ul style="list-style-type: none"> 商社に対する品質監査の実施 (QMS認証取得を要求または推奨) ディストリビューターの活用 	7. 97項～ 7. 10項 P19-20
設計	設計審査にお ける技術開示 制約など	ITARによる情報 非開示または制約	<ul style="list-style-type: none"> 現地法人や現地コンサルタントによる 技術支援 	7. 11項 P19
試験 要求	実績有りで選 定するが実際 の運用条件が 異なることに よるリスク	適用システムの運用 条件に対応した使用 に対する評価不足	<ul style="list-style-type: none"> PDR前にコンポーネント確認会等の開催に よる改良・変更に対する必要性/影響の 審査実施 実績範囲を超える場合の△審査実施 	7. 14項 P20
試験 立会	現品状況、 記録確認、 不具合対応	ITARによる情報 非開示または制約	<ul style="list-style-type: none"> 現地法人や現地コンサルタントあるいは 指定代理人の活用 	7. 14項 P20
製造 立会				7. 13項 P20
受領	一定量の不良 品を含む出荷 を容認する文 化/見識の差 異	品質ばらつきやトレ ンド等に対する評価 不足	<ul style="list-style-type: none"> 現地での出荷検査(PSRを含む)確認、輸 送前の確認の実施 源泉検査、受領検査の強化 	7. 15項～ 7. 17項 P20

(2) 繰り返し調達における課題と対策案

区分	背景	課題	対策案	該当 項番
変更 管理	部品枯渇を含む変更要因に対するコンポーネント調達管理上の影響とリスク	部品枯渇情報に関する事前調査の必要性和コンポーネントへの影響・波及	<ul style="list-style-type: none"> 部品枯渇/対象部品の識別 (DLA(旧DSCC)のMIL認定部品の製造中止品目リスト(QPDSIS)の活用等)※2 代替部品の識別、実装/熱構造/電力等のコンポーネント設計への影響評価 	8項 P22-24
		コンポーネントの変更管理、再評価	<ul style="list-style-type: none"> 変更管理 (5M管理、変更通知/変更報告、承認、図面反映等のコンフィギュレーション管理) 再開発/再認定の要否検討及び決定 (再開発審査/Δ審査、再認定試験/ΔQT) 要求仕様、上位適用条件への適合性確認 	
品質 低下	3H、5Mの変化/変更による品質低下のリスク	3H(※3)変化により前回発注と同じ品質が確保ができない。	<ul style="list-style-type: none"> ベンダーカルテ等による5M変更など情報収集と維持管理活用による確認 設計及び製造変更有無の確認 発注前審査の実施 	8.5項 P22
		5M(※4)変更により前回発注と同じ品質が確保できない。		

※1：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。

※2：QPDSIS (Qualified Products Database Supplemental Information Sheets)

※3：3H（初めて/変更・変化/久しぶりの3つのH）

※4：5M（Man:人、Machine:機械、Material:材料、Method:方法、Measure:測定器/測定方法）

6. 海外コンポーネントに共通的な調達に関する品質確保のための活動方針

本6章では、海外コンポーネント調達に関わる品質確保のための活動における共通的な活動方針を示すとともに、関連する参考情報を記載する。

海外コンポーネント調達は、システム開発全体作業の中での構成要素としての調達という位置づけであり、相互の時系列的な関係を無視するわけにはいかない。

図6. 1は、衛星開発における一般的な開発フローにおけるシステム、サブシステム及びコンポーネントの各階層レベルでの開発ステップの関係例を示したものである。

コンポーネントの選定及び調達は、システム開発計画によるシステム要求分析からシステム仕様、各サブシステム仕様、さらにその構成コンポーネントへの要求フローダウンに基づいた設計展開、開発新規性や実績からの変更に伴うリスク対応計画に基づく開発上の対策、ならびに、試作試験の必要性を含む検証計画に沿って、内製/購入(Make or Buy)判断、機種/調達先ベンダーの選定、仕様・管理要求等の検討及び調整を早期フェーズから進めていく必要がある。

特に、海外コンポーネントの調達においては、先述の課題と対応策に示されるような海外調達上の特有の環境や特徴があるため、それらに配慮した要所でのタイムリーな対応が、最終製品の品質確保のために重要となる。

なお、新規調達及び繰り返し調達の各ケースの調達フローとチェックポイント、ならびにその具体的な活動内容については、それぞれ7章及び8章に示す。

6. 1 海外コンポーネント調達の特殊性

JAXA プロジェクトは、衛星・ロケットシステムに関して、機能/性能要求・環境条件、品質信頼性要求等を設定している。

衛星・ロケットメーカーでは、それら要求に基づき、過去の実績、予算、納期等を勘案して機種選定を行い、調達仕様書、技術仕様書、信頼性・品質保証要求を作成し、ベンダーとの調整を経て調達発注している。

一方、海外コンポーネントにおいては、過去の例として設計変更時の検証レベルやコンポーネント内部の部品選定に関し、予算や納期等の制約により、必要な調達要求が設定されていなかったために、不具合を発生させることになった事例がある。

また、米国製品の場合は、EL や ITAR による技術情報の開示制約がある。

そのため以下のような事例が過去にあった。

- ① 実績情報の収集において必要な情報が得られない等、調達要求設定時に情報開示制約に関する対応策が十分に盛り込まれない。
- ② ベンダーとの事前調整において粘り強く交渉しなかったために、源泉検査や立会いにおいてアクセスが許可されない。
- ③ 不具合発生時において十分な情報が開示されない、あるいは現品あるいは現場へのアクセスに制限がある等により、原因究明や調査および対策処置の妥当性確認において支障を及ぼした。

これらの事例からの反省点は、コンポーネントの選定と調達要求の設定に対して、過去の教訓を活かせるような体制を構築し、発注前に十分な注意を払って対処すべきであるというものである。

特に、契約ありきの文化があるため、発注前の調整/合意及び契約等での明文化が後工程において諸活動を確実に円滑に展開する上で重要となる。

(米国における輸出規制の詳細については付録4を参照すること。)

以下に記述する海外コンポーネントの品質確保のための活動は、これらの経験と教訓に基づき設定したものである。

6. 2 海外コンポーネントの品質確保のための計画設定

海外コンポーネントの品質確保のための活動に関しては、以下の項目を勘案して計画を設定する。

- (1) 実績のあるコンポーネントを選定し、実績ある環境条件内で使用することが基本である。
- (2) 軌道上／フライト実績（国内／海外合わせ）のあるコンポーネントを選定し使用する。
- (3) コンポーネントは標準設計品を使用することが基本である。
- (4) 3H（初めて／変更・変化／久しぶりの3つのH）に着目した事前評価と確認が重要である。
- (5) 新規機種／新規ベンダーの選定／採用にあたっては、製品の機能性能の評価は勿論のこと、技術／品質／経営に関する組織体制及び能力調査、宇宙分野での実績を事前評価する。
- (6) 設計変更（仕様変更、材料・工程変更等を含む）がある場合は、変更箇所及びその影響を受ける箇所に対する、変更の妥当性評価及び検証のための評価試験を計画する。
- (7) 国内での使用実績の無いコンポーネント、あるいは適用方法や環境条件が従来と大きく異なるコンポーネントに関しては、その使い方、環境条件、技術成熟度、過去の不具合状況等の事前調査及び検証を計画する。
- (8) 単一故障点に海外コンポーネントを使用することに対して、特に運用実績を含む事前評価を注意深く実施する必要がある。
- (9) コンポーネントの発注前の調達要求設定に関して、信頼性・品質保証要求等が含まれ、かつ、必要な場合、発注前にプロジェクト外部のメンバー／有識者を交えて要求内容を確認する。
- (10) 設計審査、製造・試験立会い、源泉検査（Source Inspection, In-Plant-Reviewを含む）等へのJAXAおよびメーカーの立会いは、必要なメンバーが参加できるように計画する。
- (11) コンポーネントの選定経緯や調査履歴等を文書・データとして残すように計画する。
- (12) コンポーネント内部の部品に対し、部品プログラム基準を適用することが基本である。

6. 3 海外コンポーネントの品質確保のための体制整備

海外コンポーネントの選定や調達に関し、リスク管理を実行し、機能要求の確認、調達要求への技術及び管理要求の落とし込み、ならびに発注後の調達フローにおけるチェックポイントでの妥当性確認を確実なものとするため、要求プロジェクトメンバーの他、個別分野の有識者、部品材料の専門部門、資材/生産管理部門、信頼性品質保証部門等、JAXAならびにメーカー内に、海外コンポーネント調達に係わる品質確保の活動のための実行体制を構築し、役割と責任を明確にする。

6. 4 海外コンポーネント技術・品質情報の集約・整理・活用

海外コンポーネントにおいては、製品の実績情報やベンダー情報等の必要な情報が乏しく、また、それらの情報源も限られる。そのため海外コンポーネントに関する製品やベンダーの技術及び経営・品質情報に基づくフィードバックを強化し、当該製品の実績やベンダーの強みや弱みを把握した上で、海外コンポーネントの品質確保のための活動を展開することは非常に有益である。

よって、海外コンポーネントの製品やベンダーに関する技術及び経営・品質情報に関するデータベースを構築・維持し、品質確保のために活用する仕組みを構築することが望ましい。

これらは、ベンダーマップの設定及びその維持更新、格付けによる調達先の評価、協力体制の強化及び育成等、SCM(サプライチェーンマネジメント)の諸活動に役立つものとなる。

図6. 2に、衛星メーカーにおける海外コンポーネント情報に関するデータの集約・整理と活用例を示す。

6. 5 顧客要求への対応

6. 5. 1 JMR-004、JMR-005が適用される場合

衛星・ロケットメーカー対し、「信頼性プログラム標準(JMR-004)」、「品質保証プログラム標準(JMR-005)」が適用される場合は、各衛星・ロケットメーカーが作成する信頼性プログラム計画

書及び品質保証プログラム計画書に、以下の海外コンポーネントに関する活動要求に対する計画を含めることが要求されている。

(1) 信頼性プログラム計画書

「信頼性プログラム標準(JMR-004)」に相対する信頼性プログラム計画書の作成において、供給業者の管理(4.2.6.1(1)項)については、本ハンドブックを参考にする。

(2) 品質保証プログラム計画書

「品質保証プログラム標準(JMR-005)」に相対する品質プログラム計画書の作成において、購買管理(4.6.12項:海外から調達する部品・コンポーネントの購買活動)については、本ハンドブックを参考にする。

なお、下請契約品リストには、対象となる海外コンポーネントを含める。

6. 5. 2 JMR-004、JMR-005 が適用されない場合

従来、科学衛星等では JMR-004、JMR-005 を適用していない。そのため海外コンポーネントの品質確保の活動については、従来明確な要求を設定していない場合が多い。しかし今後は、JMR-004、JMR-005 が適用されない場合でも、これらに準拠するか、あるいはこれらに代わる品質確保の方針や要求を明確にしたうえで対応することが望ましい。

特に、軌道上での異常や不具合によるミッション達成に及ぼすインパクト、システム構成上の冗長設計/運用冗長性との関係を考慮のうえ、ミッション達成上クリティカルな部位での新規コンポーネントや設計変更があるコンポーネントを使用する場合、あるいは、深宇宙の探査機等で飛行実績の少ない軌道上の運用で使用されるコンポーネントについては、特段の注意を払って要求を明確に設定し、確認する必要がある。

このようなクリティカルな部位のシステム構成、使用方法、運用条件、ならびに事前検証等については、有識者を交えて十分な評価、確認を行なっておくことが重要である。

6. 5. 3 海外コンポーネント内部品の管理

(1) 海外コンポーネント内部品の品質レベル

海外コンポーネント内に使用される EEE 部品に関し、JAXA プロジェクトが作成する部品プログラム基準等において要求する部品の品質レベルを設定することが基本であるが、ミッションの重要性や予算規模等を勘案し、部品プログラム基準を厳密に適用できない場合の措置については、事前に明確にすることが重要である。

(2) 海外コンポーネント内部品に対する管理

海外コンポーネント内に使用されている EEE 部品に対する管理については、上記を含めて、準拠文書(3)の部品プログラム標準(4.2.3項:供給業者等の管理)に記述されている。これによらない場合、あるいは厳密に適用できない場合の措置については、事前に明確にすることが重要である。

6. 6 衛星搭載コンポーネントの調達フローとチェックの視点

衛星メーカーにおいて行われている、衛星搭載の電気系、推進系、機械系海外コンポーネントの調達に関する詳細な「コンポーネント調達フローとチェックの視点」について、付録5. 1~4に参照例を示す。

6. 7 ロケット用海外コンポーネント調達フローとチェックの視点

ロケットメーカーにおいて行われている、ロケット搭載の推進系海外コンポーネントの調達に関する詳細な「コンポーネント調達フローとチェックの視点」について、付録5. 5に参照例を示す。

6. 8 AS/EN/JIS Q 9100 における SCM 活動の活用

(1) AS/EN/JIS Q 9100 活動の背景

航空宇宙業界の品質マネジメントシステム要求規格である AS/EN/JIS Q 9100 (※1) の国際品質活動組織である IAQG(International Aerospace Quality Group) 及びその日本国内での品質活動組織である JAQG(Japan Aerospace Quality Group) のワーキンググループ(WG) 活動において、SCM(Supply Chain Management) Handbook (以下「SCMH」と称す) の整備が行われている。

(※1: 米国の AS9100、欧州の EN9100、日本の JIS Q 9100 は相互に等価な規格である。)

9100 品質マネジメントシステム(QMS)規格 2009 改正版 (以下「9100:2009」規格と称す) では、プロジェクトマネジメント、リスクマネジメント、特殊要求事項に係わるクリティカルアイテムやキー特性管理等の要求事項が具体的に取り込まれ、SCM(サプライチェーンマネジメント)の展開においても、これら規格の要求事項を考慮することになっている。

現状、JAXA プロジェクトでは、当該 AS/EN/JIS Q 9100 の適用を直接要求するものではないが、自主的に当該 QMS 認証を取得し、当該 9100:2009 規格に基づいた QMS をベースにした品質保証体制を構築・維持する関連メーカーが増加してきている。また、本ハンドブックの目的とする海外コンポーネントの品質確保と当該 AS/EN/JIS Q 9100 規格における SCM 活動の目的は共通するところが多いことから、当該活動のツールは、参考となるところが大きい。

本ハンドブックでは、AS/EN/JIS Q 9100 の SCM 活動との連携による調達品の品質確保への貢献を目的として、SCMH で提供される関連手法及びツールの一例を紹介する。

(2) SCMH 及び関連ツールの活用

「SCMH」とは、IAQG の SCM-WG チーム (世界の航空宇宙関連メーカーのメンバーからなる) が作成した航空宇宙業界の関連供給者(サプライヤ)のための、ガイダンス文書、トレーニング資料、ベストプラクティスを集約したものである。

- ① SCMH は、9100 に関連する既存の規格を補足し、規格要求の理解の支援、及びどの様にすれば要求事項を満たせるか、9100 規格が要求する目標を満たすための方法についてのガイダンスと最適手法の提供に焦点を置いて作成されたものである。(いわゆる従来の WHAT から HOW に焦点を当てた活動である)
- ② SCMH の適用のメリットとして、世界の航空宇宙関連メーカー/サプライヤが 9100:2009 規格のもとに、同じツールと尺度で評価、改善活動を行うことにより、サプライチェーンの適合性の改善と改善活動の向上を図ることにつながり、品質・納期・コスト(QCD)の改善と目標達成への貢献が期待されることである。
- ③ SCMH は、IAQG が推進している活動であり、国内のメーカー/サプライヤにとって、海外調達先メーカー/サプライヤに対する、調達要求に関わる調整等の段階において、調整手段の拠りどころとして活用でき、改善活動の共通ツールとして利用できる。

(3) SCMH 内容及びツールの紹介

SCMH のコンテンツは、IAQG のパブリック WEB 上に「e-SCMH」として集約されている。

本ハンドブックでは、当該 e-SCMH へのアクセス方法を示す。

付録 6 に示すように SCMH のツールの中では、「供給者の選定及び能力評価モデルに関するガイダンス資料」及び「リスクマネジメントに関するガイダンス資料」について、参照することを推奨する。

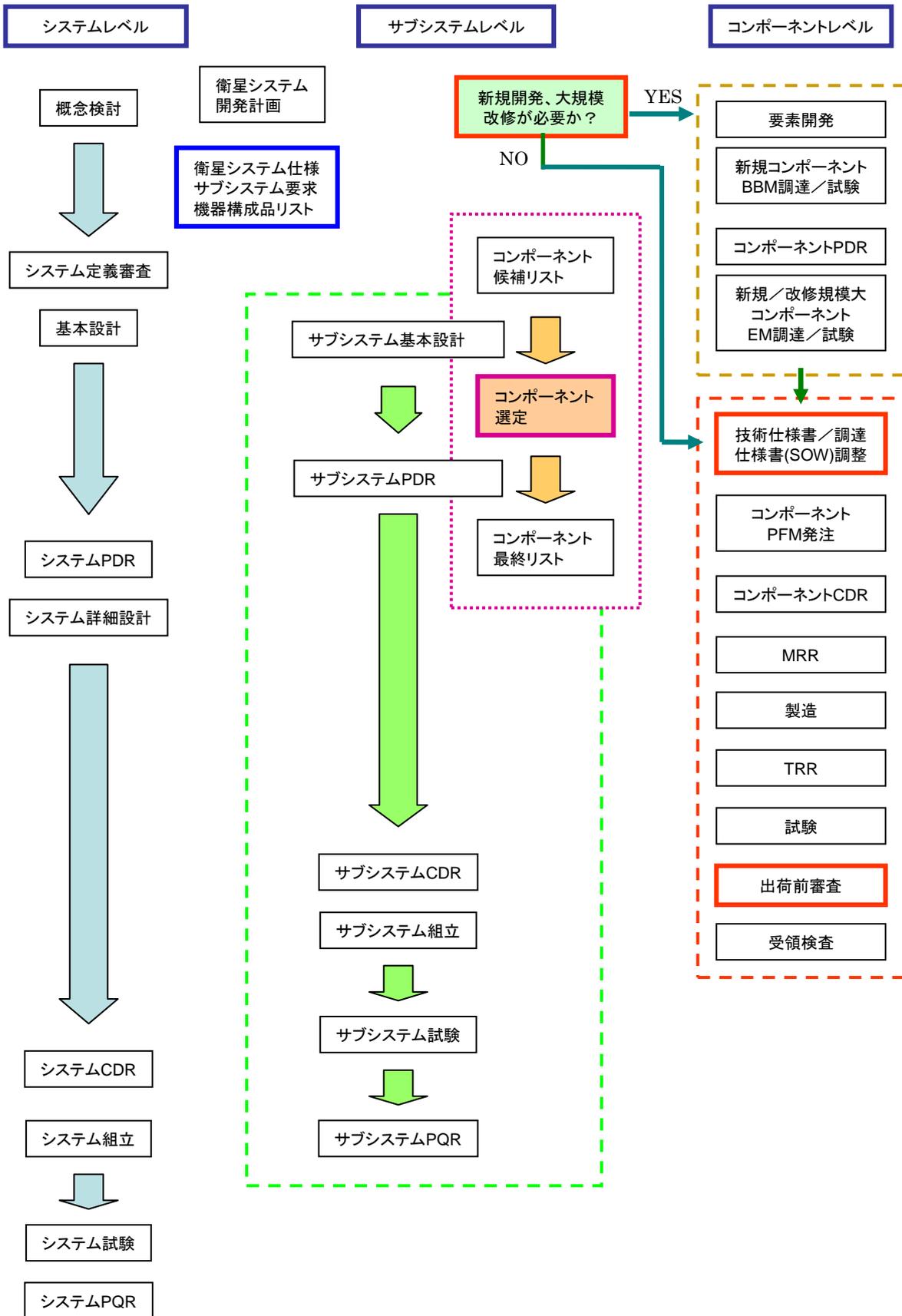


図6. 1 衛星開発フローとコンポーネント調達フローの関連例

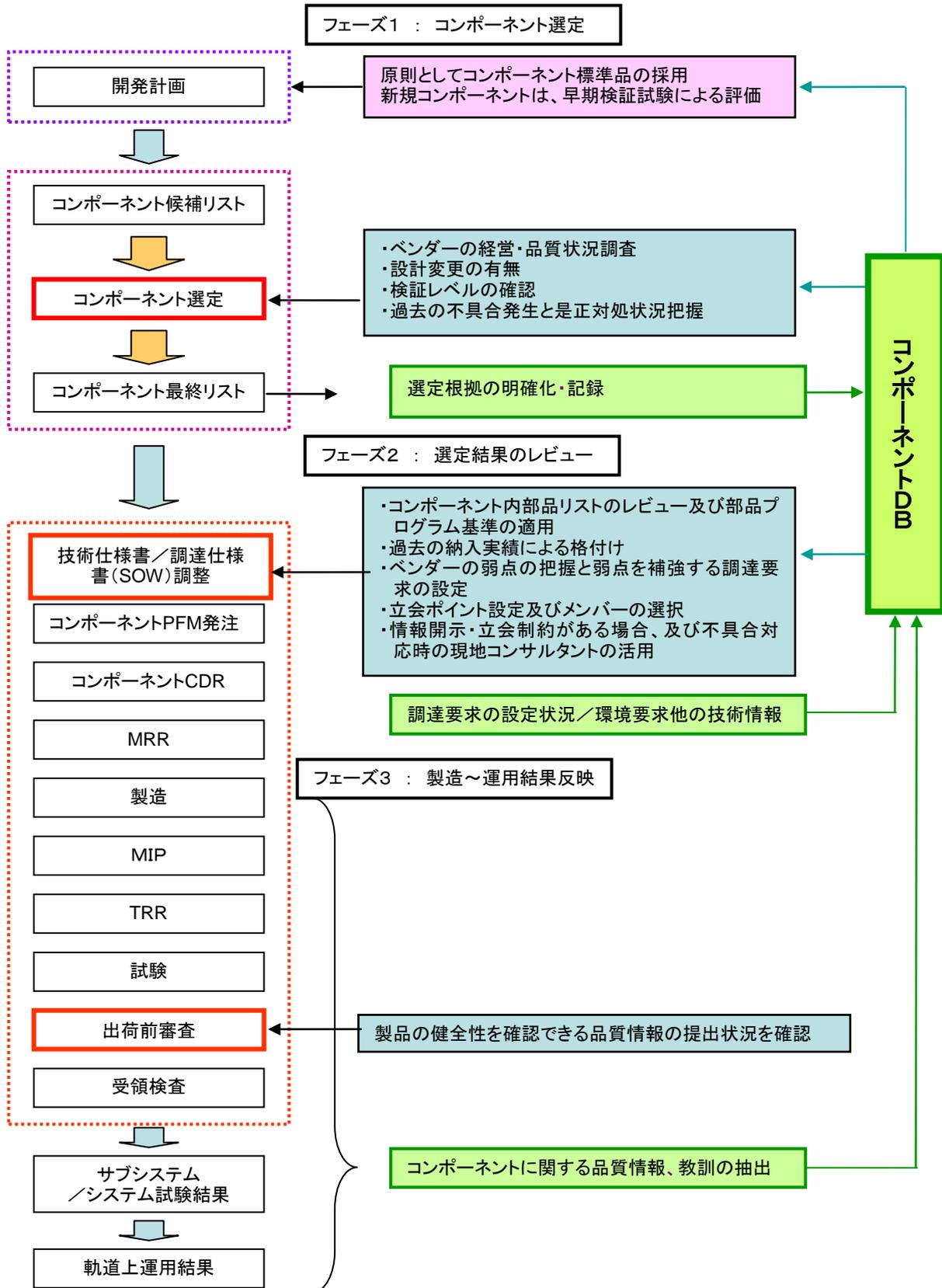


図6. 2 衛星メーカーにおける海外コンポーネント情報の収集整理と活用例

7. 新規調達の海外コンポーネントに関する品質確保の活動内容

本7章では、新規調達、あるいはフライトまたは認定済みの実績ある標準品から重要な変更・改修がある海外コンポーネントを調達する場合における品質確保のための活動について述べる。

なお、海外コンポーネントの選定及び調達に関わる各作業項目においては、リスクの抽出及びその対策を行い、リスク低減を図ることが重要である。よって本章にある活動を参考にして、具体的な活動を信頼性/品質保証またはコンポーネント調達の品質に係わる計画を作成することが望ましい。

なおリスク管理の実施については、リスクマネジメントハンドブック (JMR-011) や AS/EN/JIS Q 9100 の SCMH (SCM ハンドブック) 等が参考となる。(付録6を参照)

7. 1 新規調達の海外コンポーネントに関する調達フローとチェックポイント

図7. 1に新規調達の場合の海外コンポーネントに対する調達フローとチェックポイントの設定例を示す。

本図の目的は、標準的な調達フローにおける各作業項目を識別し、要所における品質確保のためのチェックポイント(関所)と確認内容を明確にすることである。

当該調達フロー上の要所に設定した各チェックポイントについて、JAXA及び衛星・ロケットメーカーが留意すべき事項を以下に示す。

7. 2 提案要求 (RFP) 時

海外コンポーネントの品質確保のための活動に対する基本方針及び要求設定に係わる事項の提案要求書(RFP)への盛り込み、活動展開に必要な資金的裏づけの確保、リスク対応について、次の事項を考慮する必要がある。

- (1) 衛星・ロケットのシステム、サブシステム、コンポーネント開発の担当メーカーを決定するためのRFPにおいて、プロジェクト全体計画及び資金額がほぼ確定される。そのため、海外コンポーネントの品質確保のための活動要求及び基本方針については、あらかじめRFPに具体的に盛り込む必要がある。
また、RFPの結果として、衛星・ロケットメーカーからの提案書で提案された海外コンポーネントに対する活動内容及び具体的な作業計画を、調達仕様書、信頼性・品質保証プログラム等に盛り込む際に、JAXAは、衛星・ロケットメーカー側が確実に実行するための要求設定と資金的裏づけを確保する必要がある。
- (2) JAXAは、コンポーネント内部品の品質レベル及び要求事項を含む調達に対する基本方針を明確化する。
- (3) メーカーは、提示されたコンポーネント内部品の品質レベル及び要求事項に対応したコンポーネントの選定及び調達計画を策定する。
- (4) コンポーネント開発及び調達に係わるリスクを識別し、その対策を考慮した検証計画(スケジュール、コスト等を含む)を含む開発リスク管理計画を策定する。
- (5) 新規開発または大規模な変更を伴うコンポーネントの場合は、開発リスク管理計画に基づき、必要なBBM/EM開発の検討、実施計画の策定を行う。

7. 3 調達コンポーネントへの要求機能の把握

最近の軌道上不具合の教訓反映として、海外コンポーネントの品質信頼性を確保する上で、ベンダーへの品質管理要求に対する対応のみならず、システム運用における構成コンポーネントの使用条件や冗長性等の適用条件を考慮した設計及び検証要求への対応について、フォローアップすることが重要である。

このため、システムの運用要求からの仕様フローダウンに基づくコンポーネントの選定・調達に至る過程において、次に示す検討について配慮することが必要である。

- (1) 調達コンポーネントへの要求機能の把握に関し、システム運用要求からシステム仕様、サブシステム設計要求、更にコンポーネントへの設計仕様のフローダウンならびに検証計画を策定する上で、システム及び運用時の健全性を確保するため、システム運用上の構成(冗長性を含む)や使用条件を考慮した適合性確認を行なうことが重要である。
- (2) システムの運用要求からシステム仕様→サブシステム設計要求→構成コンポーネントの要求機能把握の各段階へフローダウンされる要件及びその検証のトレーサビリティ確保に対しては、いわゆるシステムエンジニアリング(SE)の「開発V字チャート」を基本的な考え方として活用できる。(※1)
- 図7. 2に開発V字チャートによる要求仕様のフローダウン及び製品実現と検証に係わる概念、ならびにシステム健全性確保のための確認事項と関連作業に関わる考え方を示す。
- ※1：システムエンジニアリング手法の詳細については、付録7(2)に記載のNASA/SP-2007-6105 Systems Engineering Handbook 等が参考となる。
- (3) サブシステム要求からコンポーネントへの要求機能を抽出する際は、ライフサイクルを通しての運用条件や使用方法を想定し、できるだけ具体化することが重要である。
- また、要求値を決める際には、従来と同じ運用・使用方法だからというだけで同じ値にしてはならない。そのような場合でも、別ベンダーあるいは別型式のコンポーネントを採用した場合には、外見・機能上は類似であっても、内部構造や動作原理/動作条件が異なることがあるので、当該システムでの適用における調達コンポーネントとしての使用条件や他の要求事項を考慮した要求値とする必要がある。
- (4) 海外コンポーネントの実績使用条件と適用プロジェクトでの運用使用条件との比較、差異の確認(動作期間中の適用条件、クリティカリティ(※)の検討を含む)を行い、設計変更点及び適用環境条件に関する要求事項に対する適合性について、コンプライアンス・マトリクス作成と評価報告を調達先に要求し、適合を確認する必要がある。また適合性確認のために検証試験が必要な場合、検証マトリクス作成と検証報告を調達先に要求し、検証条件を含めて確認することが重要である。
- (※)：運用上で致命的な状態とならない代替動作可能条件

7. 4 機器構成品リスト

- (1) ミッション要求に対して、当該適用システムとしてのコンポーネント構成とコンポーネント要求内容が一致するように設定する。
- (2) “フライト実績のあるコンポーネントを、実績のある使用・環境条件で使用する”ことを基本方針として考慮する。ただし、“実績あり”という言葉に過信することなく、具体的な適用条件や具体的なエビデンス情報に基づく確認が重要である。
- コンポーネントの使用条件については、リソースと実績等に基づいて、冗長構成の適用可否あるいは単一故障点となる場合はその潜在リスクと適用評価の確認を含めるべきである。

7. 5 内作/購入の審議

- (1) 内作か、購入か (Make or Buy) のトレードオフ及びその審議に関し、リスクの抽出・識別及びその対応策について検討する。
- (2) リスクのトレードオフ項目として、技術開示制約の有無、国内保有技術としての必要性(サポート体制の維持等)、将来的な調達性(長期的な供給安定性)、不具合発生時の対応性とクリティカリティ、納期等が挙げられる。
- (3) 考慮すべきリスク例として、付録6に記載した9100 SCMHの「リスクマネジメントに関するガイダンス資料」の3項「リスク例」等が参考となる。

7. 6 調達ベンダーリスト案／コンポーネント選定評価

(1) 調達ベンダーリスト案

調達ベンダーの選定にあたり、開発技術能力、製造・試験能力、品質管理能力、過去の実績及び不具合状況等の事前調査に基づき、候補を決める。

実績品の有無と適用状況、既存品仕様からの変更内容、品質状況、経営状況(M&Aの有無、工場移転等)、納期遵守状況等の技術・経営品質情報を整備し、調達ベンダーリスト案を作成する。

(2) 調達ベンダーの選定評価に対する根拠の明確化

コンポーネント選定においては、「コンポーネント候補リスト」に基づき、選定根拠を明確にした上で選定を行い、選定の結果は、「コンポーネント(最終)リスト」として維持管理する。(図6. 1及び図7. 1を参照)

このコンポーネントの選定に係わる作業は、国内／海外コンポーネントの別なく共通的に行われるが、特に、海外コンポーネントの場合は、国内コンポーネントに比べ、技術・経営品質情報や図面類等の開示情報に制約があるため、慎重に確認する必要がある。

また、海外コンポーネントの採用にあたっては、国内/海外での使用実績や経験した不具合履歴に関する情報、システム設計適用上のクリティカルな部位(単一故障点等)に使用されていないか、システム運用上での冗長構成/機能冗長等の有無、その要否等を確認ことが重要である。

また、選定根拠となる確認事項としては、主要諸元(機能・性能、インタフェース仕様等)、軌道上/フライト/認定の実績と適用条件、技術成熟度、実績品から変更がある場合はその内容と影響度合い、当該プロジェクトでの適用条件や環境条件と実績ベースとの比較差異、検証計画及び追加すべき評価試験(寿命試験や耐環境試験等)等である。

選定時においては、これら事項について、想定されるリスク識別とそのリスク対策に関する情報項目を整理し、イベント審査または確認会(サブシステム基本設計フェーズの早期段階に実施するのが望ましい)により、プロジェクト外部の専門家や有識者を交えて確認する必要がある。

具体的なコンポーネント技術分析に基づく選定評価の実施例を以下に示す。

コンポーネントの採用判断は、サブシステム毎に次の内容を評価することにより実施する。

① サブシステム機能性能及び構成

帰属するサブシステムの機能・性能確認及びこれに基づくコンポーネントへの機能性能配分、コンポーネント構成の確認を行なう。

② コンポーネントのトレードオフ

当該サブシステムを構成するコンポーネントのうち、コンポーネント候補リストで識別したトレードオフ対象品目についてのトレードオフ結果の評価を行う。

③ コンポーネント技術分析

上記の選定根拠となる確認項目を確認シート形式に整理した「コンポーネント技術分析表」を用いた評価を行う。

必要により、設計変更、改修内容、検証試験の要否、モデル、試験内容等について補足説明を行い確認する。

表7. 1にコンポーネント技術分析表による確認項目の事例を示す。また、表7. 2に技術成熟度のレベル指標の例、表7. 3に技術変更指標の例を示す。

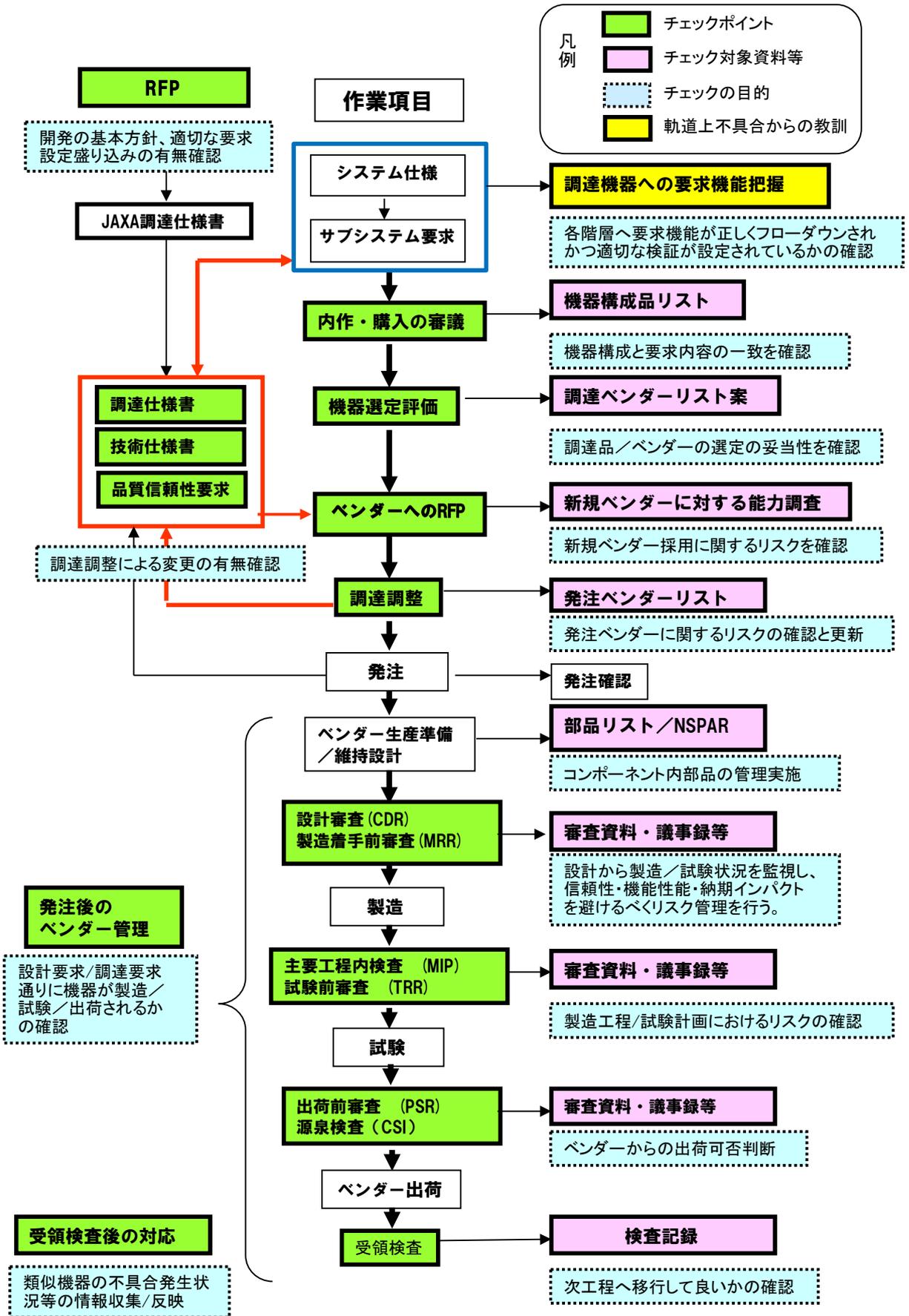
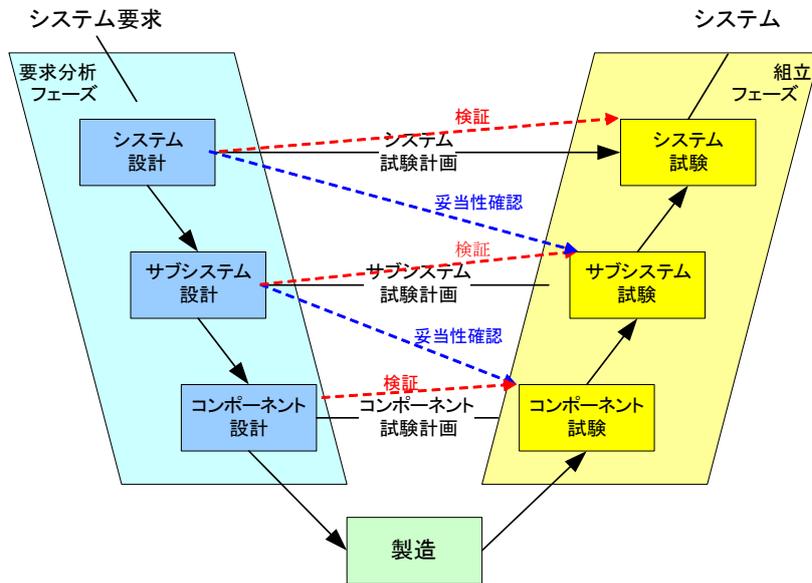


図 7. 1 新規調達の海外コンポーネント調達フローとチェックポイント設定例

(a) システムエンジニアリング開発V字チャートに基づく要求仕様のフローダウンと検証



(b) システムの健全性確保のための確認作業の流れについて（推進系コンポーネントの例）

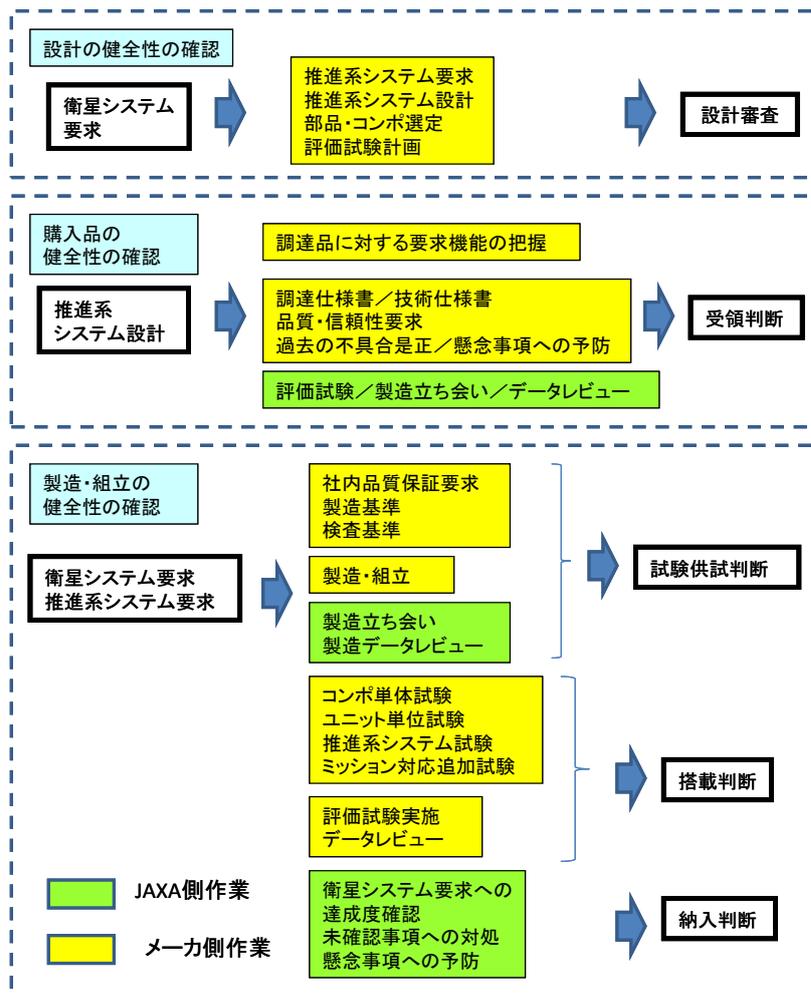


図7.2 システム要求からサブシステム、コンポーネント要求へのブレイクダウンの考え方

表 7. 1 コンポーネント技術分析表による確認項目の事例

項目	
1. 和文名称	
2. 英文名称	
3. 英文略称	
4. 帰属サブシステム	
5. 台数	
① PFM台数	
② 内部冗長の有無	
6. MAKE/BUY計画(実質的な製造者)	
7. ベースとなる機器の基本情報	
7.1 ベースとなる機器	
① 衛星名	
② コンポーネント名	
7.2 フライト実績または開発実績	
① 衛星名	
② フライト期間または開発フェーズ	
③ TRL	
7.3 寿命管理品目	
① 寿命管理品目の有無	
② 寿命管理の種類 (作動寿命管理/保管寿命管理)	
③ 寿命管理項目	
④ 有効寿命	
7.4 購入品の使用経験	
8. ベースとなる機器からの変更点	
8.1 主要諸元	
① 形状・寸法	
② 質量、質量特性	
③ 構成・内部配置 (CH数、内部構造、PWB/パターン/枚数等)	
④ 機能	
⑤ 性能	
⑥ 使用部品 (電子部品、接着剤、ポッティング剤、塗料等)	
⑦ F/W、S/W	
8.2 使用環境	
① 機械環境(静荷重、動荷重、衝撃)	
② 熱環境	
③ 放射線環境	
④ 電気インタフェース(動作電圧等)	
⑤ EMC条件	
8.3 動作期間、動作回数、動作Duty等の寿命	
8.4 製造条件	
① 製造工程	
② 製造設備	
③ 製造体制(製造メーカー含む)	
8.5 変更点影響度評価	
① 変更点影響度評価	

開発試験に関する評価	
1. 判定基準	
① コンポーネント単体での動作確認の観点	
② 製造条件変更の検証手段の観点	
③ 他のコンポーネントとのI/F確認の観点	
④ 累積疲労損傷の分母データ取得の観点	
⑤ 寿命確認の観点	
⑥ PFM試験装置の動作確認の観点	
⑦ PFM試験の手順確認、訓練の観点	
⑧ 仕様環境変更のPFM試験以前の確認の観点	
⑨ 運用手順確認用実時間シミュレータへの転用の観点	
⑩ 打上げ後の故障解析の観点	
2. 開発試験要否に関する総合評価	
① 開発試験の要否	
② 理由	

表7. 2 コンポーネント技術成熟度 (TRL) 指標の例

Level	指標
9	衛星システムの一部としての軌道上フライト実績あり 【フルサクセス(寿命を含む)達成】
8	衛星システムの一部としての軌道上フライト実績あり 【フルサクセス(寿命を含む)未達】
7	プロトタイプによる宇宙実証 【SDSシリーズによる実証など】
6	プロトタイプモデル(PM)によるQT完了、または、プロトフライトモデルによるPFT完了
5	EMIによるQT完了
4	ブレッドボードモデルでの評価完了
3	解析、実験による検討段階
2	応用研究段階
1	基礎研究段階

表7. 3 技術変更指標の例

区分	内容
I	既存機器を再製作する機器
II	既存機器からの変更が軽微なもの <ul style="list-style-type: none"> ・設計は変わらないが、製造工程が変更されるもの ・部品の置き換え、PWBのパターン変更等、電気的な設計変更が限定的なもの ・表面塗装材料の変更等、構造設計、熱設計の変更がほとんどないもの
III	既存機器からの変更が中程度のもの <ul style="list-style-type: none"> ・実装方法、基盤構成など、物理的な変更が生じるもの ・使用環境条件がベースとなる機器の認定レベルを逸脱するもの ・動作時間、動作回数等がベースとなる機器の実績を逸脱するもの ・製造設備、体制(メーカー含む)が変更となるもの
IV	新規に開発する機器 (既存機器からの変更度合いが大きく、新規開発と同等と判断するものを含む)

7. 7 調達仕様書 (SOW) 等の作成

調達先に対する調達に関わる要求事項及び作業項目と内容、納入品目及び提出文書等については、発注前の事前調整に基づき、文書化し、調達仕様書 (SOW:Statement Of Work) 等を作成し、契約を行う。

海外コンポーネント発注のための SOW 等の発注文書の作成に際して、対象コンポーネントに対する要求事項 (設計、環境仕様、各種管理要求、開示制約、納入品目/提出文書等) を確定する際、TBD となっている項目に関するリスク項目の明確化及びそのリスク回避対策を事前検討する。

なお、TBD 項目に対しては、確定した時点で、あらためて要求事項に対する適合性確認を行い評価確認する。

7. 8 技術仕様書/品質信頼性要求の設定

調達仕様書 (SOW) における要求事項として、または、その適用文書として引用する別文書として、調達先に要求する技術仕様 (Engineering Specification) と品質信頼性要求 (PA:Product Assurance Requirement と呼ぶ場合がある) を設定する。

以下の事項については、発注前の事前調整を踏まえて、その対応について検討し、文書化する。

- (1) 設計変更が不可避の場合、変更に伴うリスク項目を明確化し、開発過程で十分な評価が実施できるよう検証計画を立案する。
- (2) 検証計画に関してはプロジェクト外の専門家や有識者の支援を得て確認する。
- (3) 技術情報の開示制約、コンポーネントの重要度に応じて、必要により日本側でも別途解析、要素試験等の検討及び妥当性確認を行うことを計画することが望ましい。
- (4) 過去に使用実績があっても、不具合が発生していた場合、不具合の是正状況を確認し、どこまで問題が解決されているかを確認して、適用するプロジェクトにおける使用方法や条件に対するリスク対応計画を設定することが望ましい。

7. 9 新規ベンダーに対する能力調査

新規ベンダーに対しては、発注前の能力調査を実施し、各種情報を収集・集約し、技術、製造工程、品質管理、納期及びコスト、ならびに経営の健全性と供給安定性等の多角的な見地からの評価に基づき、トレードオフ/格付け等を行い、採用可否を検討する。

- (1) 発注前の能力調査においては、経営組織と品質マネジメントシステム (QMS) の体制及び責任/権限、開発技術力、技術管理能力、製造工程能力、試験能力、品質管理能力等の各観点についての評価を行う。
ベンダーの能力調査に関するチェックシート等がある場合は、これらを利用することで効果的な調査及び調査結果に対する記録の有効活用が図られることが期待される。(6. 4項を参照)
- (2) 6. 8項で示した AS/EN/JIS Q 9100 の SCMH (SCM ハンドブック) に含まれる「Supplier Selection and Capability Assessment Model (供給者の選定及び能力評価モデル)」のガイダンス文書にて提供されている能力評価モデルと基準、チェックリスト等のツールは、ベンダーの能力調査のための有効な手段として、今後の活用が期待される。(詳細は、付録 6-2 を参照。)
- (3) ベンダーとの仕様調整については、TAA 締結期間のための手続き等に長期間を要する場合があるため、その期間を考慮して調達スケジュールを設定する必要がある。そのため、この TAA 締結期間は工程遅延リスクとしてとらえる必要がある。

7. 10 調達調整

海外コンポーネント調達においては、契約ありきの文化の違いを十分考慮のうえ、ベンダーとの調整については契約前の事前合意と文書化を基本とし、次の事項についての対応が必要である。

- (1) 要求仕様に対する適合性について、コンプライアンスマトリックスを作成し、発注前に技術調整を行い、適合可否を確認する。非適合項目または条件付き適合項目がある場合は、その妥当性あるいは適合化するための方法または代替提案等について検討し合い、調整結果を記録する。
- (2) MIP や源泉検査等での工場立入り、不具合報告内容／範囲等に関し、技術情報の開示やアクセスに係わる制限事項を明確にする。
- (3) 製造及び試験段階における不具合に関する調査・処置の記録、是正及び報告に関する要求についても調整を行う。フライト製品のPFT/AT中の不具合/故障に対しては、公式の調査解析レポートを含む報告を要求する。
- (4) ITAR 等により、立入や技術開示情報へのアクセスが拒否あるいは制限を受ける場合には、現地法人による支援、現地コンサルタントやサーベイランス会社の活用による代理対応についても考慮する。

7. 1 1 発注後のベンダー管理

- (1) コンポーネント発注後のベンダー管理として、組織体制やキーマンの変更、製造工場やラインの変更、工程や手順の変更等に関しては、迅速な連絡を要求する。
- (2) 事前調整に基づくSOWに従い、設計審査への参加、製造工程における現地MIPあるいは代行確認、試験への立会いやデータレビューの実施、製造及び試験段階における不具合処理等、管理計画に基づいた業務の遂行、フォローアップを行う。
- (3) 現地立会いや技術開示情報へのアクセスが制限を受ける場合には、現地法人による支援、現地コンサルタントやサーベイランス会社の活用による代理対応も実施する。
- (4) 開発日程の遅延、不具合調査の進捗遅れ等により納期確保にインパクトを及ぼす進捗管理上のリスク問題に対し、必要な場合は、ベンダー経営層との直接調整や現地での進捗管理のための監督者の派遣等についても対応を検討する。
- (5) 不具合状況、納期遵守率等を踏まえ、必要により、品質サーベイ (Audit) や工場現地調査 (In Plant Review) 等を実施し、設計変更、製造工程等の維持/変更(いわゆる5M管理)状況、不具合是正状況等について確認を行う。

7. 1 2 設計審査/製造着手前審査 (MRR : Manufacturing Readiness Review)

- (1) 審査にあたっては、適任者(専門家)を参加させ、審査が効果的に行われる様に配慮する。現地でしか確認できない情報に対し、同情報の諾否を判断できる部門の専門家を派遣する。
- (2) 必要な情報は、仕様書に様式/細目を規定し、技術・品質情報の入手に努める。
- (3) ITAR等の制約により、開示制限を受ける情報については、チェックリストを準備し、現地法人の支援や現地コンサルタント等を活用しての代理対応により確認することも検討する。
- (4) MRRにて資材、製造図面/作業手順書、設備/治工具等の準備状況を確認する。
- (5) MRRのアクションアイテムについては、製造開始前までに適切に処置される様にフォローアップする。

7. 1 3 Mandatory Inspection Point (MIP)

- (1) 発注側(顧客)視点での現品確認及び製造試験データや不具合記録等の源泉検査を行う目的で、製造試験工程の適切な時点でMIPを実施する計画を策定し、ベンダー側とその実行計画について、発注前の調整段階において協議する。
- (2) ITAR等の制約により、開示制限を受ける情報については、チェックリストを準備し、現地法人の支援や現地コンサルタント等を活用しての代理対応により、確認することも検討する。

7. 1 4 試験前審査 (TRR : Test Readiness Review) / 試験立会

- (1) TRR にて試験規格/試験手順書、試験装置、試験体制等の準備状況を確認する。
- (2) TRR のアクションアイテムについては、試験開始前までに適切に処置される様にフォローアップする。

7. 1 5 出荷前審査・源泉検査

- (1) 審査にあたっては、適任者（専門家）を参加させ、審査が効果的に行われる様に配慮する。
現地でしか確認できない情報に対し、同情報の諾否を判断できる部門の専門家を派遣する。
また技術情報や不具合処理情報等の必要な情報に関し、極力現地での情報収集及び入手に努める。
- (2) SOW、技術仕様書及び品質信頼性要求の要求事項に対する、適合性及び検証/試験結果の最終確認を行い出荷可否を判断する。これらの確認は、要求に対するコンプライアンス・マトリクス及びベリフィケーション・マトリクス（最終結果）に基づき、エビデンスも含めて確認する。
- (3) 出荷にあたり、現品の確認（員数・外観）及び文書パッケージ (EIDP: End Item Data Package) の内容を確認する。また、輸送に際しての梱包及び取扱仕様についても確認する。
- (4) ITAR 等の制約により、開示制限を受ける情報については、チェックリストを準備し、現地法人の支援や現地コンサルタント等を活用しての代理対応により確認することも検討する。
- (5) 審査のアクションアイテムについては、原則、出荷までに確実に処置される様にフォローアップする。

7. 1 6 受領検査

受領検査で発見された問題点については、確実にベンダーへフィードバックし対策を講じる。

7. 1 7 受領検査後の対応

日本側の要求が受け入れられず、ベンダー側の品質レベルを受け入れざるを得ない場合、または、ベンダー側の検査で品質が確実に確認できない場合は、日本側で品質の確認を実施することも考慮し、計画を設定する。

8. 繰り返し調達のための海外コンポーネントに関する品質確保の活動内容

本8章では、フライトあるいは認定実績のある開発済み標準品の繰り返し調達（いわゆるリピート品）における海外コンポーネント調達に関する品質確保の活動について述べる。

ここでは、主にロケットプログラムでの調達における活動を例に、繰り返し調達に対する品質確保の活動において特段の注意を払うべき内容を紹介しているが、衛星プログラムにおいても、シリーズ衛星や標準プラットフォーム等で、認定済みの標準コンポーネント等を繰り返し調達する場合に、ここで紹介した活動内容や考え方が活用できると考えられる。

繰り返し調達においても、開発段階におけるベンダー選定、RFP から初回製品納入までのフローは、7項に示す活動と同様である。ただし、品質の安定した製品を繰り返し調達することを考慮して“設計/製造ベースラインの設定”、“設定したベースラインの変更管理の徹底”、および“不適合の反映/変更管理の適切性の継続モニタ”をRFP以降から活動することが重要である。

8. 1 繰り返し調達の海外コンポーネントに関する調達フローとチェックポイント

図8. 1に繰り返し調達の場合の海外コンポーネントに対する調達フローとチェックポイントの設定例を示す。

当該調達フロー上の要所に設定した各チェックポイントについて留意すべき事項を以下に示す。

8. 2 提案要求（RFP）時

開発段階では、基本的には繰り返し調達を行う品目でも、前7章に示す活動と同様である。

ただし、RFP 時点においては、繰り返し調達することを考慮して、7. 2項に示す活動に加え、安定した品質の製品供給に関する方針・要求を明確にする必要がある。

特に、海外ベンダーに対しては初回の契約段階で要求事項を明確にしておく必要があり、以下の事項について、RFP 時点でベンダー側から提案を受けることが望ましい。

(1) ベースラインの設定

ベースラインは、技術仕様書の他、製造工程を開発完了審査会（PQR）等で審査し確定する。

(2) ベースラインからの変更管理

審査・確定したベースラインからの変更は、再審査を実施した後に適用する。

(3) 製品品質のモニタ

① 繰り返し調達品では、同一品の品質をモニタして安定度を適宜評価すると共に、悪化傾向が認められる場合には、要すれば要求元が現地調査及び是正を実施する。

② 重大不適合については、再発防止の観点から原因究明及び対策立案まで要求元と共に実施する。

なお上記項目は航空宇宙品質マネジメント要求として、国際規格(AS/EN/JIS Q 9100)にも含まれており、可能であれば本規格の認証を取得したメーカーを選定することが望ましい。

8. 3 新規ベンダーに対する能力調査

発注前の能力調査においては、安定した品質の製品供給に関する能力評価の観点から、技術要求の変更管理、製造工程及び品質管理能力についても評価を実施する。

(1) 製造工程

製造工程については、生産能力のみならず施設や設備の維持/管理、作業者の力量管理（技量認定等）、特殊工程（作業環境・手順等）の管理について文書化され遵守されていることを確認する。

(2) 品質管理

品質管理については、調査対象ベンダーの品質マネジメントシステムが確立され実行されていることだけでなく、サプライチェーンマネジメントが確立され、ベンダーによる購入品も含めて品質が確保されていることを確認する。

さらに、繰り返し調達を考慮すれば、調査対象の事業規模や経営の健全性についても確認して、事業撤退やM&A等のリスクについても評価を実施すべきである。

8. 4 技術仕様書／品質信頼性要求の設定

(1) 新規調達時

開発供試体による試験完了後、開発完了審査にて技術仕様書に対するメーカー設計(図面等)、試験結果及び製造工程(仕様施設・設備を含む)を審査し、ベースラインを確定すると共に、完成検査時の機能試験要求(ATP:Acceptance Test Preceduer)を明確にする。

(2) 繰り返し調達時

量産品の完成検査では、物理的要求(寸法, 重量等)及びATPに基づく機能試験結果が、技術仕様書の要求に合致していることを品質信頼性要求とする。その他、重要特性項目については、製品(号機)間のトレンドデータを評価し、異常時には報告することを品質信頼性要求に含めておくことが望ましい。

また、確定したベースラインからの変更は、全て変更情報として管理し、技術仕様書／品質信頼性要求への影響を再審査した後に変更を適用すべきである。

8. 5 ベンダー生産開始

量産初品では、初回品検査(FAI : First Article Inspection)を要求し、製造ドキュメント通りの作業を実施することで、技術仕様書通りの製品が出来ることを担保する。

また、ベースラインを変更した際には初回検査の差分評価(△FAI)を行うことが重要である。

8. 6 発注後のベンダー管理

量産品の完成検査では、受領前に物理的要求(寸法, 重量等)及びATPに基づく機能試験結果が技術仕様書の要求に合致していることを確認する。特に、品質が安定するまでは源泉検査を行い、現地で外観検査／機能試験に立ち会うことが望ましい。

個々製品の不適合の再発防止対策については、ベースラインの変更要否を確認し、変更が必要な場合は、変更が確実に反映されていることをフォローアップする。

また、不適合だけでなく、主要な特性項目については、号機間のトレンドまでモニタし、号機間でトレンドの異常傾向が検出される場合は、設備・施設、作業手順・方法、材料・部品、あるいは作業者が変更されていないか等、原因及びその要因を突き詰め、対策を行うことが重要である。

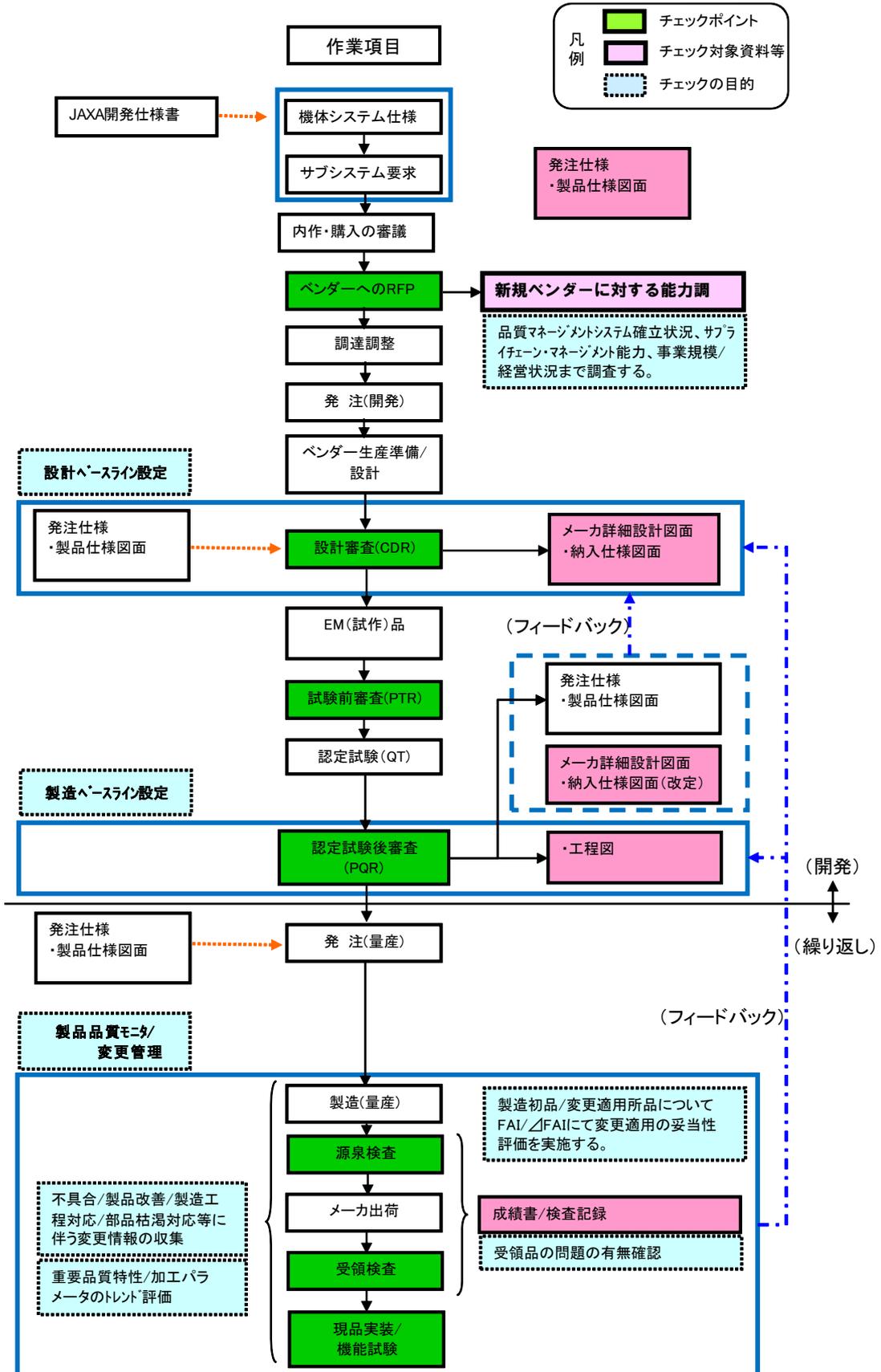


図 8. 1 繰り返し調達の海外コンポーネントの調達フローとチェックポイント設定例

9. 海外コンポーネントに関する不具合対応

9. 1 不具合発生時の対応活動

海外コンポーネントの不具合対応として、次の2つのケースにおける対応活動上で特段の注意を払うべき事項について以下に示す。

- ① 海外ベンダーでの出荷以前に発見された不具合
- ② 海外ベンダーからの受入後に発見された不具合

表9. 1に、上記2つのケースに対する不具合対応フローと留意すべきポイントを示す。

(1) 海外ベンダーでの出荷以前に発見された不具合

海外ベンダーで不具合が発生した場合、その対応の中で想定される問題としては、物理的な距離に起因する進捗状況や調査解析情報のフォローアップ不足、それらによる不具合処置の遅延リスクである。このような問題に対して最も効果があるのは現地への立会者派遣による情報収集、直接の進捗管理、必要なベンダーとの交渉等であるが、それが困難な場合は頻度を考慮したテレビ会議やテレコン等による進捗確認も効果的な対応手段として重要である。

(2) 海外ベンダーからの受入後に発見された不具合

一方、海外ベンダー出荷後、すなわち調達製品を受入後に不具合が発生した場合、その対応の中で想定される問題としては、ベンダーATを合格した後だけあって、明らかにベンダー責が濃厚な状況でも簡単には自責を認めないことがあり、そのために原因究明や現品処置の進捗に影響を及ぼすことがある。

このような場合、重要なことは、先ずコミュニケーションを綿密にすることであり、可能ならば現地に出向いて説得することが望ましい。また、相手方の説得のためには、事実関係の整理と十分な根拠データに基づいた説得交渉を行うことが重要である。(国民性や文化的な差異も関係し、ディベート術に長けており、また、自責を認めないためのあらゆる反論を投げってくる事も予想される)

いずれの場合も、5. 4項や6. 1項で述べている海外調達コンポーネントの特殊性や背景課題を十分考慮し、発注前の調整・交渉における開示情報や現品及び品質記録へのアクセスならびに報告に対する契約上の作業要求(SOW)を明確にしておくこと、また、それらに対するリスク対策として、現地コンサルタントやサーベイランス会社の介在あるいは現地法人の活用等による代理確認についての対応可能性をベンダー側と調整しておくことも重要である。

表9. 1 海外コンポーネントにおける不具合発生時の対応

(1) 海外ベンダーでの出荷以前の工程における不具合（不具合対応としては左→右へ進む）

	不具合発生・報告	原因調査	処置内容調整	処置	是正措置検討	是正措置確認
メーカー側の役割	上位へのMRBかどうかの判断	原因調査結果の確認	処置内容の妥当性確認	処置結果の確認	是正措置内容の確認	是正措置結果の確認
想定される問題	報告漏れ、報告遅れ	原因調査の遅れ	—	現地に行かない限り、直接確認が困難	是正措置検討の遅れ	是正措置の実施遅れ
想定される問題に対する対応策	報告する不具合のレベル・タイミングの明確化	頻繁にテレコン等で進捗フォロー、要すれば現地に出向く	—	写真・記録等による確認、要すれば現地に出向くか、代理人に依頼	頻繁にテレコン等で進捗フォロー、要すれば現地に出向く	頻繁にテレコン等で進捗フォロー、要すれば現地に出向く

(2) 海外ベンダー出荷後の受入後に発見された不具合（不具合対応としては左→右へ進む）

	不具合発生	原因調査	処置内容調整	処置	是正措置検討	是正措置確認
メーカー側の役割	上位へのMRBかどうかの判断	原因の切分け、ベンダー責が濃厚ならばベンダーへ展開	ベンダーと共同で処置内容の検討	処置結果の確認	是正措置内容の確認	是正措置結果の確認
想定される問題	—	切分けの長期化ベンダーが責任を認めない	責任所掌が確定しないが為の処置の遅れ（費用面）	現地に行かない限り、直接確認が困難	是正措置検討の遅れ	是正措置の実施遅れ
想定される問題に対する対応策	—	ベンダーに出向いての説得	ベンダーに出向いての説得	写真・記録等による確認、要すれば現地に出向くか、代理人に依頼	頻繁にテレコン等で進捗フォロー、要すれば現地に出向く	頻繁にテレコン等で進捗フォロー、要すれば現地に出向く

上記のほか、海外コンポーネントに関する不具合対応を効率的に進める方法として以下を推奨する。

- (1) 社内有識者を召集し、対策チームにて対応する。
- (2) 技術者を派遣し、現地での不具合調査／対策に張り付く。
- (3) 事前に予備品を準備しておき、不具合調査と並行して交換する。

9. 2 信頼性技術情報による水平展開

- (1) 水平展開が必要と考えられる海外コンポーネントに関する不具合情報は、メーカー側からの提案やJAXAプロジェクトからの情報に基づき、安全・信頼性推進部（以下「安信部」という）に必要な情報が集められ、安信部が「信頼性技術情報（※1）」を発出する。
- (2) JMR-004 が適用される場合、発出された信頼性技術情報の配布先メーカーにおいては、当該信頼性技術情報の内容確認及び指示に従った該当有無の確認、影響調査等を行うとともに、必要により、確認・調査結果をJAXAプロジェクト／安信部へ回答する。
JMR-004 が適用されない場合も、重要な水平展開情報源として、信頼性確保の有効な手段として活用することができる。
- (3) 安信部は、プロジェクトにおける信頼性技術情報の適用状況、調査結果を集約し、水平展開を徹底する。

※1：「信頼性技術情報」は、JAXAプロジェクトで発生した不具合、NASA、ESA等のアラート情報、各種試験データ、文献、学会等から得られた技術的知見等を関係者に周知し、JAXAプロジェクトにおける不具合の未然防止及び信頼性確保を図ることを目的として安信部が発行している。また、信頼性プログラム標準(JMR-004)において、信頼性技術情報を設計に反映することを契約の相手方に要求している。

海外コンポーネント品質確保ハンドブック

【付録】

- 付録1 用語の定義
- 付録2 本ハンドブック作成の背景
- 付録3 最近の軌道上不具合事例と教訓
- 付録4 米国の輸出規制についての解説
- 付録5 海外コンポーネントの調達フローとチェックの視点
- 付録6 AS/EN/JIS Q 9100 SCMH (SCM ハンドブック)活用に関する紹介
- 付録7 参考文書等一覧

付録1 用語の定義

本ハンドブックの中で使用される主な用語・略語とその定義は次の通りである。

ベンダー：

JAXA との契約の元で、契約の相手方（衛星システムメーカー他）と直接取引を行い、契約の相手方に対し、物品等を供給する個人、会社又は事業所。同一企業内の他事業部又は協力会社も含む。部品に関しては、部品を供給する部品メーカーや部品保証会社等、コンポーネントに関しては、コンポーネントメーカー等。

JMR-004 信頼性プログラム標準では供給業者としているが、衛星メーカーの文書ではベンダーとしていることから、そのまま使用することとした。

<略語>

略語	日本語
APL (Approved Parts List)	承認部品リスト
AT (Acceptance Test)	受入試験
ATP (Acceptance Test Procedure)	受入試験手順書
CDR (Critical Design Review)	詳細設計審査
CSI (Customer Source Inspection)	顧客源泉検査
DLA (Defense Logistics Agency)	米国国防兵站局
DOS (Department of State)	米国国務省
DPA (Destructive Physical Analysis)	破壊解析
DSCC (Defense Supply Center Columbus)	国防補給センター (コロンバス)
EIDP (End Item Data Package)	文書パッケージ
EL (Export License)	輸出許可
ESA (European Space Agency)	欧州宇宙機関
FAI (First Article Inspection)	初品検査
FM (Flight Model)	フライト モデル
IAQG (International Aerospace Quality Group)	国際航空宇宙品質グループ
ICD (Interface Control Drawing)	インターフェイス管理図面
ITAR (International Traffic in Arms Regulation)	国際武器取引規定
JAQG (Japanese Aerospace Quality Group)	航空宇宙品質センター
JERG (JAXA Engineering Requirement, Guideline)	技術要求・ガイドライン文書
JMR (JAXA Management Requirement)	プログラム管理要求文書
MIL (Military specification and standards)	米国軍用規格および標準
MIP (Mandatory Inspection Point)	(第三者による) 必須の点検ポイント
MRB (Material Review Board)	再審委員会
MRR (Manufacturing Readiness Review)	製造着手前審査
M&A (Mergers and Acquisition)	合併と買収
NASA (National Aeronautics and Space Administration)	アメリカ航空宇宙局
NDA (Non-Disclosure Agreement)	秘密保持契約
NSPAR (Non-Standard Parts Approval Request)	非標準部品承認申請書
PA (Product Assurance Requirement)	品質信頼性要求
PAPDB (Project Approved Parts Data Base)	プロジェクト承認部品データ ベース
PDR (Preliminary Design Review)	基本設計審査
PFM (Proto-Flight Model)	プロト フライト モデル
PFT (Proto-Flight Test)	プロト フライト テスト
PQR (Post Qualification test Review, Post Proto-flight test Review)	認定試験後審査または プロトフライト試験後審査

PSR (Pre-Shipment Review)	出荷前審査
QCD (Quality Cost Delivery)	品質コスト
QMS (Quality Management System)	品質管理システム
QPDSIS (Qualified Products Database Supplemental Information Sheets)	認定品目データベース補足情報シート
RFP (Request For Proposal)	提案依頼書
RFQ (Request For quotation)	見積もり依頼書
SCD (Source Control Drawing)	源泉管理図面
SCM (Supply Chain Management)	サプライ チェーン マネージメント
SCMH (Supply Chain Management Handbook)	サプライ チェーン マネージ メント ハンドブック
SOW (Statement Of Works)	作業要求書
TAA (Technical Assistance Agreement)	技術支援協定
TRR (Test Readiness Review)	試験前審査

<用語>

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。

3H：初めて／変更・変化／久しぶりの3つのH

5M：Man:人、Machine=機械、Material=材料、Method=方法、Measure=測定器/測定方法の5つのM

信頼性技術情報：

JAXA プロジェクトで発生した不具合、NASA、ESA 等のアラート情報、各種試験データ、文献、学会等から得られた技術的知見等を関係者に周知し、JAXA プロジェクトにおける不具合の未然防止及び信頼性確保を図ることを目的として安信部が発行している情報。

信頼性プログラム標準(JMR-004)において、信頼性技術情報を設計に反映することを契約の相手方に要求している。

付録2 本ハンドブック作成の背景

1. 海外部品・コンポーネント品質向上活動の開始

平成15年から17年にかけて軌道上、打上前の衛星で4件の不具合が発生した。そのため、平成17年11月から、「海外部品・コンポーネント品質向上検討会」を開催し、課題の抽出と対応策の検討を開始した。

「海外部品・コンポーネント品質向上検討会」では、上記の不具合に関する背後要因を分析し、是正策を検討した結果、調達上の課題とその対処策を、以下の3項目に整理した。

- (1) リスク評価能力及びリスク管理能力の強化
開発の早期からプロジェクトを支援し、部品・コンポーネントに関するリスクの早期発見とリスクの軽減を行う能力の向上と仕組みを構築する。
- (2) 基本手順の整備と遵守
海外部品・コンポーネントの調達に関する基本手順の整備とその遵守を行う仕組みを構築する。
- (3) 海外部品・コンポーネントに関する技術情報の収集・分析・活用の実施
海外部品・コンポーネントに関する技術情報を収集・分析し、かつ有効に活用できる仕組みを構築する。

特に、上記(2)項に関して、海外部品・コンポーネントの調達に関する基本手順が確立していない、または確立していても遵守されていないために、トラブルが発生したのではないかとの認識から、JAXA および海外部品・コンポーネントを調達する衛星関連メーカーが、調達に際して実施すべき手順およびその遵守に係わる仕組みを整理し、「衛星開発における海外部品・コンポーネント品質向上ガイドライン」(JERG-2-022)としてまとめ、平成19年3月に制定した。なお、JERG-2-022の作成に際しては、前記の不具合が全て衛星のみで発生していたため、衛星のみを対象とした。また、この文書は、「信頼性プログラム標準」(JMR-004)の下位文書として位置付けた。

2. 海外部品・コンポーネント品質向上ガイドライン (JERG-2-022) の見直し

(1) 平成20年度および平成21年度の検討会での検討結果について

平成20年度の「海外コンポーネント品質向上検討委員会」において、「衛星開発における海外部品・コンポーネント品質向上ガイドライン (JERG-2-022) 初版」の内容充実に関する意見交換が行われ、米国の輸出規制についての記述、および水平展開すべき不具合事例の追加が行われることになった。

また、平成21年度の「海外コンポーネント品質向上委員会」において、水平展開すべき不具合事例の追加に加えて、準天頂、GCOMのプロジェクト活動への適用結果を反映すると共に、「JMR-012 部品プログラム標準」が制定されたことによる、前述のガイドラインへの反映事項を織り込んだ。

(2) 海外コンポーネントに関する課題と対策案の検討

ガイドライン制定時から時間が経過している事を踏まえて、現状における海外コンポーネントに関する課題と対策案について、衛星・ロケットメーカーで検討された結果を下記の様に取りまとめた。

図1に「日本側（含む共通）の課題への対応策」

図2に「米国側の課題への対応策」を示す。

なお、図中の黒字はガイドライン制定時から継続している課題および対応策を示す。また、青字は新規追加課題と対策を示す。

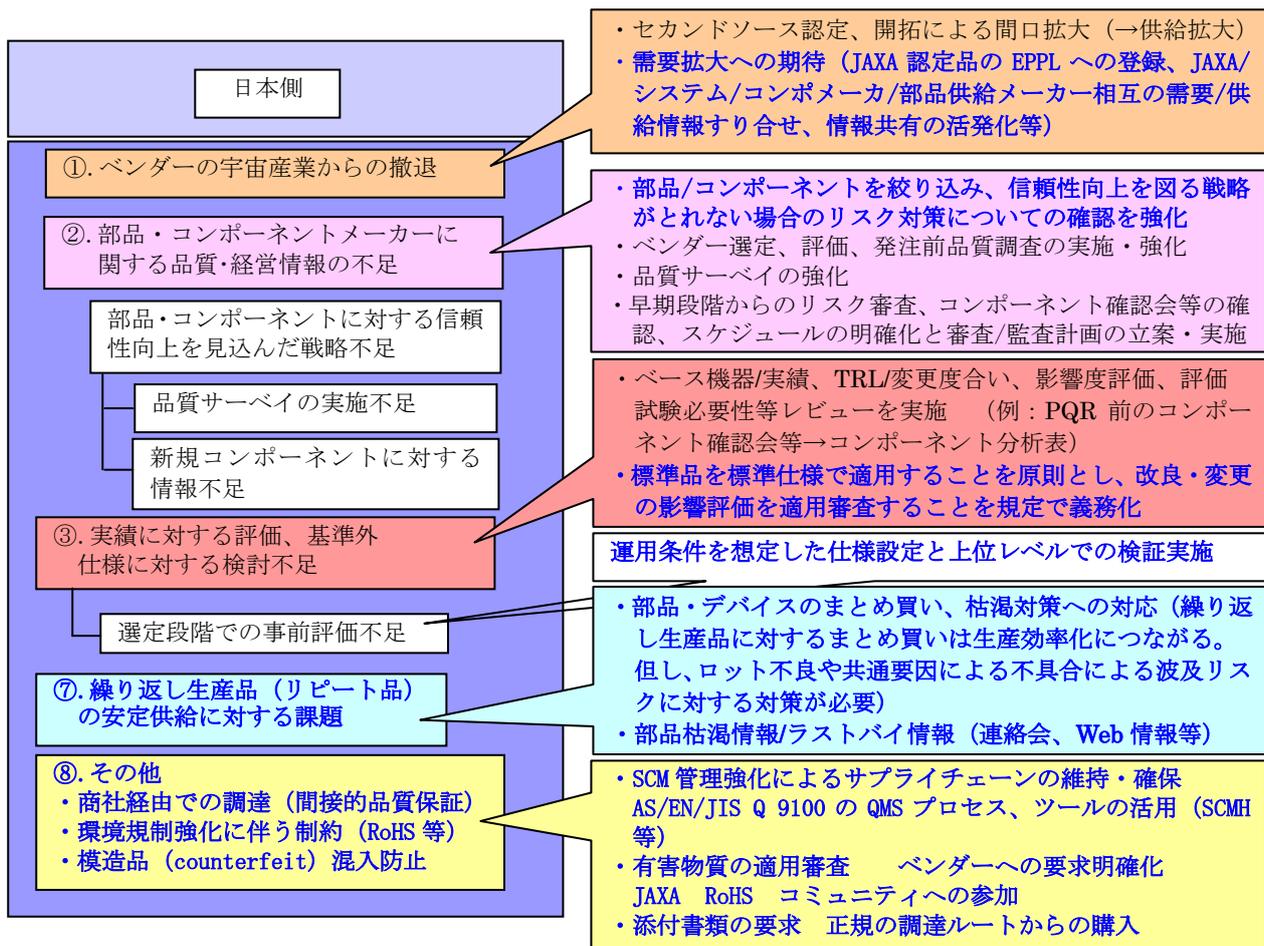


図1. 日本側（含む共通）の課題への対応策

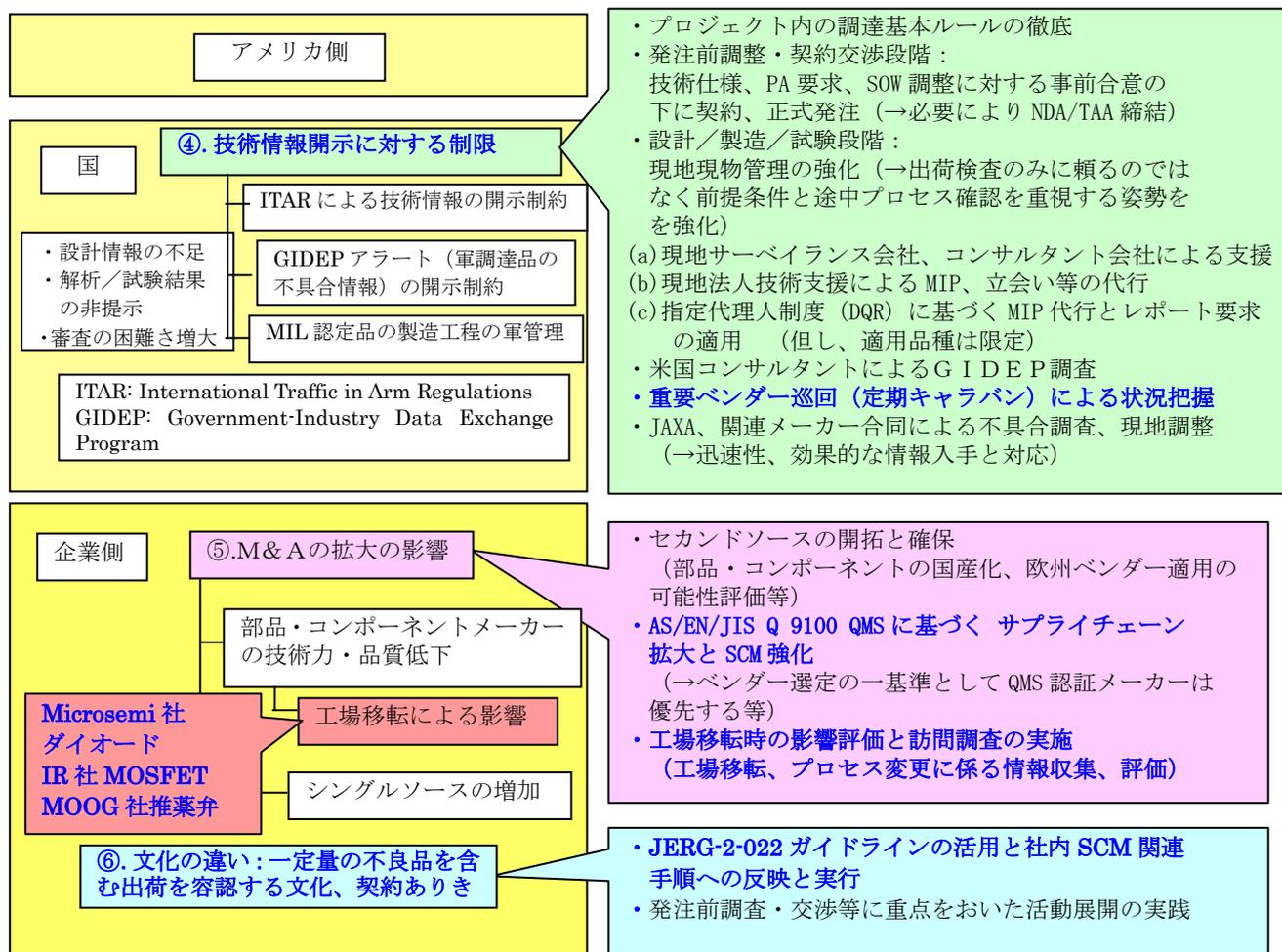


図 2. 米国側の課題への対応策

3. 海外コンポーネント品質向上ハンドブック (JERG-0-051) 案の検討について

平成 22、23 年度の「海外コンポーネント品質向上検討会」において、最新の海外コンポーネントにおける課題と対策を再度見直し、新たに発生した課題に対する対応策と、ロケットにおける「海外コンポーネント」の選定、調達、検証に関する指針を示す参考文書としての、海外コンポーネント品質向上ハンドブックの必要性が、衛星・ロケットメーカーにより確認された。

見直しにあたっては、以下の点について考慮を行うことになった。

(1) 部品プログラム標準との関連

JMR-012「電気・電子・電気機構部品プログラム標準」との重複部分があるため、整理が必要である。

(2) 不具合事例集や海外コンポーネント技術・品質情報の削除

ガイドラインには、不具合事例集が添付されているが、外部に公開すべき情報ではないので削除する。またロケットも対象とするため、衛星用の海外コンポーネント技術・品質情報に関する記述については削除する。

- (3) 繰り返し品対応
コンポーネントの調達フローとチェックポイントの設定に関し、繰り返し品対応の要素を盛り込むことで、ロケットや研開本部開発コンポーネントに対しても使用できるものにする。
- (4) ロケットを前提とした調達フローの検討
ロケットの調達フローを元に、チェックポイント等の盛り込みを検討する。
- (5) 最近の軌道上不具合の反映
最近の軌道上不具合からの教訓の盛り込みを検討する。

以上記述してきた経緯を踏まえて、本「海外コンポーネント品質確保ハンドブック」(JERG-0-051)を新たに作成することとした。

4. ハンドブックの作成方針

「海外コンポーネント品質確保ハンドブック」(JERG-0-051)の作成にあたっては、以下に示す方針に基づいて作成した。

- (1) 海外部品と海外コンポーネントを分離し、海外コンポーネントのみを対象とする。
- (2) 衛星のみならずロケットに搭載する海外コンポーネントに係わる活動も対象とする。
- (3) 要求文書ではなく、具体的な活動事例を掲載するハンドブック（参考書）とすることを目的として編集する。
- (4) 海外コンポーネントの調達に係わる品質保証活動のみならず、適用上の使用条件にも配慮した選定、検証プロセスについても考慮する。

付録3 最近の軌道上不具合事例と教訓

最近の軌道上不具合事例として、金星探査機「あかつき」の金星周回軌道投入時の異常事象を取上げ、原因究明及びその背後要因分析から抽出された教訓のうち、海外コンポーネントの調達に関わる事項を紹介する。

特に、調達品目の“実績”の評価においては、適用システムにおける環境やコンフィギュレーション、期間等を含む実際の使用条件を考慮した要求機能の把握及び実環境に対する必要な検証計画の検討等の知見について、今後のプロジェクトへ反映すべき事項を整理した。

■ あかつき不具合の原因究明及び対策の概要と教訓抽出

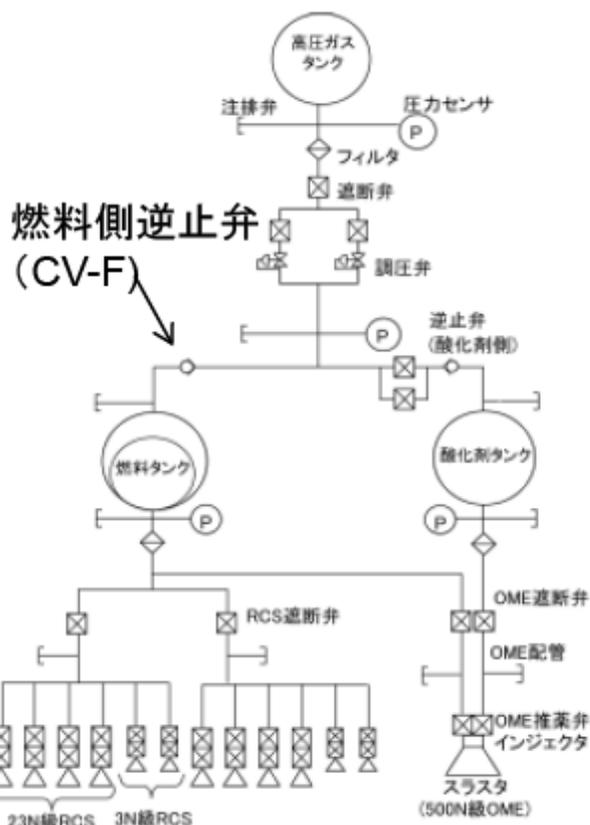
1. 不具合事象と経緯概要

金星探査機「あかつき」は平成22年5月21日にH-IIA ロケット17号機で打ち上げられ、計画通り金星に到達し、平成22年12月7日に金星周回軌道への軌道投入マヌーバ（VOI-1）を実施した。その際、軌道制御用エンジン（OME）の燃焼開始後約152秒後に大きな姿勢変動が発生し、約158秒で燃焼を停止（計画燃焼時間約720秒）した。この結果、金星周回軌道投入に失敗し、太陽周回軌道を飛行するに至った。

2. 原因の究明（推定原因）

フライトデータの解析及び地上検証の結果から、金星周回軌道投入失敗の原因は、次の通りであると推定された。

- (1) 燃料側逆止弁（CV-F）で、酸化剤側逆止弁と遮断弁のシール材を透過した酸化剤蒸気と燃料蒸気との反応で生成された塩が燃料側逆止弁を閉塞。
- (2) この結果、燃料タンク圧の低下により OME に供給される燃料流量が低下。OME での酸化剤/燃料混合比がスラスタの設計条件を逸脱。
- (3) 想定外の高温での燃焼状態となり、スラストノズルが破損。
- (4) OME スラストノズル破損の結果、探査機姿勢に異常が発生し、自律制御により燃焼を停止。



あかつき推進系系統図

3. 背後要因

金星軌道投入失敗の原因であると結論した事象（塩生成による逆止弁の閉塞）が顕在化するに至った背後要因について、「バルブの閉塞を避けられなかった」を問題事象とした「なぜなぜ分析」を実施し、開発における以下の各段階において当該事象の予測、検証、対策ができなかった要因分析を行った。

(1) 設計段階における問題

a) 酸化剤蒸気透過メカニズムの理解不測

他バルブの実液試験の結果に基づいて、酸化剤蒸気移動量は“リークモデル”で管理できると考えていたが、実バルブにおいては、シール材の形状や材質の違うバルブでは大きく異なる可能性（透過モデルが大きく影響する）があることに気づけなかった。

(2) バルブ選定・調達時における問題

a) バルブベンダーの事前調査及び情報共有不足

バルブベンダーは、実液及びシステムレベルの設計に必要な十分なデータを蓄積していない可能性があるものの、実際の運用におけるバルブの使用環境・条件などを含め、可能な範囲での情報共有が不足していた。

b) 要求仕様に関するもの

酸化剤蒸気透過メカニズムの理解不足に起因し、当該バルブに対して、ヘリウムによるリーク量要求しかしていなかった。

(3) 試験検証計画の立案における問題

技術リスク、スケジュール、コストの総合的な判断により、実液を用いたフライトコンフィギュレーションでの実時間試験を省略したため、推進系システムとして起こりうる全ての不具合事象を検証することができなかった。

4. あかつき不具合からの教訓

「なぜなぜ分析」で抽出した背後要因からの教訓を、次のとおり識別した。

(1) 設計段階における問題からの教訓

a) 将来ミッションの推進系システム設計において、推薬蒸気移動は“リーク”と“透過”の両方の効果を考慮する。特に、酸化剤蒸気の移動については実液・実バルブなどによる実測や解析に基づいた定量化が必須である。

b) 技術成熟度が十分でない新規技術や、設計情報が開示されないコンポーネントの基礎的データの蓄積が、ミッションの信頼性を確保する基盤となる。推進系においては、実液・実バルブなどの実測や解析のための基礎物理データを蓄積すべきである。

(2) バルブ選定・調達時における問題からの教訓

a) 類似の条件における実績が十分でない海外機器の調達においては、当該ベンダーの実力調査（開発能力、実績、品質レベル、保有設備など）が重要である。適用システムのミッションや運用方針など、調達コンポーネントの使用条件に関する情報をベンダーにインプットすることで、発注側も気付かない不具合の発見に繋がる可能性がある。また、海外調達の場合、現地コンサルタントの活用も、より多くの技術情報を得るという観点から重要である。

b) 実使用環境における評価・検証について、類似の評価方法に簡略化して要求仕様を設定した場合、簡略化した条件及びそれに起因するリスクを明らかにすることが重要である。

リスクが重大な場合は、別途解析や要素試験等で正しくリスク評価できるだけの基礎データを取得し、実使用環境において問題なく使用できることを確認することが必要である。

- (3) 試験検証計画の立案における問題からの教訓
- a) FMEA(Failure Mode and Effects Analysis)、DRBFM(Design Review Based on Failure Mode)、仮想FTA(Fault Tree Analysis)等の手法を活用し、体系的・網羅的にリスクの識別とその対策を検討し、試験検証計画に反映する。さらに地上試験で検証できる範囲と実環境との差に起因するリスクが内在している可能性を十分に考慮した上で、要素試験や解析の組み合わせ等でリスクを最小化する検証計画を立案することが重要である。

 - b) フライト実績の調査にあたっては、使用環境や期間に加え、当該部品が使用されるシステムとしてのコンフィグレーションを含む使用条件についても十分に精査を行い、要求機能の把握すること、特に、異なる環境や条件での使用が想定される場合には、他ミッションでの実績に過度に依存することなく、必要な評価が実施できる検証計画を策定することが重要である。

参考として、あかつき金星周回軌道投入失敗の原因究明と当該結果を受けた今後の改善事項に関する宇宙開発委員会への報告内容のURLを下記に添付する。

(あかつき金星周回軌道投入失敗の 原因究明結果を受けた今後の改善事項)

http://www.jaxa.jp/press/2012/01/20120131_sac_akatsuki.pdf

付録4 米国の輸出規制についての解説

米国の輸出規制について

1. はじめに

米国からコンポーネントを輸入する際に、ITAR の規制品目にあたり、輸出許可 (EL) が必要となる場合が多い。特にユーザが留意せずとも、ハードウェアの出荷のために製造メーカーは EL を取得するが、ここでユーザ側が注意すべきこととして、ハードウェアの輸出許可が出たからといって、そのハードウェアに関する情報をユーザに開示することが許可されたわけではないということがある。

情報が開示されるためには、EL ないし技術支援協定 (TAA) にて、開示される情報に対する許可を事前に得る必要がある。これは不具合等により早急な調査を行う必要がある場合であろうと、例外とはならず、米国から ITAR の規制対象となるコンポーネントを購入する際には、情報開示に対する許可を得ることを忘れてはならない。

以下、米国の輸出規制、特に技術情報に関する規制について示すが、概要説明であること、また、輸出規制の内容は常に変化する可能性があり、かつ、その変更された内容が優先されること等より、実際の適用にあたっては、以下を参照されたい。

(全般)

U. S. Department of State, The Directorate of Defense Trade Controls (DDTC) のホームページ
<http://www.pmdrtc.state.gov/index.html>

(ITAR の規定)

http://www.pmdrtc.state.gov/regulations_laws/itar.html

(TAA 等の準備のためのガイドライン)

<http://www.pmdrtc.state.gov/licensing/agreement.html>

2. 輸出許可 (EL) での技術情報開示について

米国から衛星に使用するコンポーネントを輸入する場合、それが ITAR Part 121 - “The United States Munitions List” に定義される” Defense articles and defense services” に該当する場合が多いが、この場合の当該品 (情報も含む) の米国外への輸出は ITAR の制約を受ける。

この場合、米国からの輸出は恒久的輸出許可である DSP-5 というフォームに代表される輸出許可 (Export License, EL) の下に実施されるが、注意すべきこととして、「上述の通りハードウェアの輸出が EL により許可されたことが、それに関連する技術情報 (technical data) の輸出 (ここでの輸出には、米国内で米国永住権を有していない者に対して技術情報を開示する場合も含む) が許可されたことを意味するものではない。」ということがある。

技術情報は ITAR § 120.10 “Technical data” に定義されているが、大まかに言えば、前記 Munitions List に定義される ITAR が管轄する製品に関連する全ての情報のうち、雑誌、インターネット等で公表されている情報、学校、学会等において公知である情報、販売促進目的の概要説明、および対象品の概要説明等を除く全ての情報が該当する。

技術情報の輸出を受けるには、輸出許可あるいは後述の TAA (Technical Assistance Agreement : 技術支援協定) にて DOS 等の許可を得る必要がある。現在、EL は D-Trade というオンラインでの申請が主流であるが、EL の申請にあたって顧客の同意は一般に必要ではない。このため不具合等が発生し、技術情報が必要となったときに初めてそれが EL において輸出許可申請されていない等で開示が許可されていない情報であることがわかり、適時に必要な情報が開示されない等、不具合調査等に障害が生じる場合があり注意を要する。

EL の内容はメーカーが申請する前に確認すべきである。申請後であっても修正(amendment)は可能であるが、許可がおきるまでに時間が要し、貴重な時間を浪費することにつながる可能性があり、仮に内容を確認することなく EL が申請された場合、要すれば速やかに修正手続きをとるべきである。

3. 技術支援協定(TAA)について

技術情報の開示は、上述のとおり EL でもカバーされるが、EL は契約後に発行されるものであり、これのみでは契約前の技術調整等にて詳細な技術情報の開示を得ることは出来ない。また契約成立後に、期待する技術情報が開示されないことが判り、開示を求めた場合、金額等の契約条件への影響が発生する可能性もある。その情報が得られないことが契約前に判っていたならば採否判断へ影響していたという場合も有り得る。

上述のような懸念は、契約前の早期の段階から TAA を締結することにより、回避ないし低減することが可能である。

TAA も EL と同様に米国メーカーにより DOS に申請されるものだが、EL と同様にメーカーからの申請前に内容を確認すべきである。なお TAA 等の作成にあたっては DOS から標準フォームが指定されており、そのガイドラインが次の URL にあるので必要に応じ参照されたい。

< <http://www.pmdt.c.state.gov/licensing/agreement.html> >

実際に開示を受けるか否かは別とし、開示を求めることが必要となった場合に適切な許可を得ていないことにより開示されないという事態が生じないように、事前に開示が必要となる可能性のあるアイテム（注：以下に例をあげるが、これらに限らない）全てを開示対象として網羅し申請する TAA に含めることを薦める。

なお、開示可能な技術情報は対象コンポーネントにより変わるため、必要と考える情報が開示対象に含まれない、または含めることができない場合は、必要に応じ、その理由の確認と並行して ITAR の開示制限を受けないコンサルタント等の活用を検討されたい。

a) 製造図面：

ICD レベルの図面(外観、I/F のみ規定)は通常開示されるが、断面図を含む製造図は開示範囲とならないことが多く、開示範囲に含めるように調整することが望ましい場合が多いと考える。

b) 製造指示文書

手順書等の製造指示文書も通常は開示範囲に含まれないことが多く、製造手順の確認、不具合発生時の調査等で障害となる場合がある。

c) 社内規格類

図面、製造指示文書等から参照される社内規格類についても、通常は開示範囲に含まれないことが多く、製造手順の確認、不具合発生時の調査等で障害となる場合がある。

なお社内規格の秘区分として、” proprietary information ”、” trade secret ”等の区分がされていることもある。前者であれば開示されても、後者は開示されない等の区分がある場合があり、必要に応じメーカー側と調整されると良いと考える。

d) 製造記録類

EIDP に含まれない製造記録は、通常は開示範囲に含まれないことも多く、受入検査記録、製造中の記録、試験/検査の生データ等も開示範囲とするよう調整されると良いと考える。

なお、上記では図面、製造指示文書等の直接的な言葉を使ったが、直接的な言葉は開示範囲の調整にあたって障害となる場合もあり、例えば図面であれば、schematic、illustration 等へ言い換える等、表現の置き換えも考えると良い。

[ポイント]

- (1) 出来るだけ早い段階から TAA の締結を図るべき。
EL は契約後に申請されるが、TAA は契約前から締結可能。
- (2) ハードウェアの輸出許可は技術情報の輸出許可を意味しない。
なお、“技術情報の輸出”とは資料の米国外への持ち出しのみを意味するのではなく、開示を受けることも含む。

[参考]

- (1) ITAR は、製造ノウハウに係わる情報に関する制約は厳しい場合が多いが、製造に直接結びつかない技術情報に関しては製造ノウハウ程には厳しく制約されない傾向もあり、開示範囲の調整の際にこれを配慮されると良いかも知れない。
- (2) 客先や下請等に対しても、情報の開示が必要となる場合、開示対象者にそれらを含める必要がある。また、TAA の契約当事者でない客先や下請への開示前に Non-Disclosure Agreement (NDA; 秘密保持契約) を締結し写しをメーカーに送ることが TAA に規定されているので、忘れずに実行されたい。(但し、NDA を締結するだけでは TAA 契約当事者以外への情報開示ができない場合もあるので注意を要する。)
- (3) EL により許可される技術情報は、TAA に比べ限定的であるようである。
- (4) EL, TAA 等の取得に要する期間は概ね以下のとおり。(2012 年 2 月現在)
 - a) EL 取得 : 2~3 ヶ月程度
 - b) TAA 取得 : 3~4 ヶ月程度
 - c) E/L, TAA の amendment : 内容によるが簡単なものであれば 1~2 ヶ月程度

付録5 海外コンポーネントの調達フローとチェックの視点

1. 本資料の位置付け

本「調達フローとチェックの視点」資料は、衛星メーカーで実施されている既設計品を主体とした海外コンポーネントの調達におけるフローと、それらの品質確保を図るために、実施すべきチェック項目、およびチェックの視点を一覧表に取り纏めたものである。(設計変更品については別途検討)

委員会活動での意見交換、ならびに不具合事例を踏まえて、追加したチェック項目および視点も記載しており、あくまでも現時点での参考例を示している。

今後、本資料が大いに活用され、より一層の見直し改善が図られることにより、海外コンポーネントの品質確保につながることを期待している。

2. 資料一覧

各衛星メーカーで作成された「調達フローとチェックの視点」資料は以下の通りである。

- 付録5-1： 衛星用海外電気系コンポーネント 調達フローとチェックの視点
- 付録5-2： 衛星用海外推進系コンポーネント (1) 調達フローとチェックの視点
- 付録5-3： 衛星用海外推進系コンポーネント (2) 調達フローとチェックの視点
- 付録5-4： 衛星用海外機械系コンポーネント 調達フローとチェックの視点
- 付録5-5： ロケット用海外推進系コンポーネント 調達フローとチェックの視点

3. 調達フローのフォーマットについて

調達フローにおける、各項目の目的や記載内容については以下に示す通りである。

- ◆システム開発段階：衛星の開発フェーズと、コンポーネント調達時の作業項目との時間的な関係が分かる様に、システム開発段階のフェーズ (RFP、開発、設計、製造) を時系列に表している。
- ◆コンポーネント開発段階：コンポーネントの開発フェーズと、コンポーネント調達時の作業項目との時間的な関係が分かる様に、コンポーネント開発段階の各フェーズ (RFP、開発、設計、製造) を時系列に表している。
- ◆JMR-004/005：信頼性プログラム標準および品質保証プログラム標準における要求項目番号と項目名を表しており、この基本要求を確認し、かつ、部品・コンポーネント調達時の作業項目との対応をとることで、作業項目の抜け等を防いでいる。
- ◆作業項目：コンポーネント調達に関し、品質に係わる主要な作業を表している。
- ◆作業概要：コンポーネント調達時の作業項目についての作業概要を記述している。
- ◆分担：作業項目に対して、JAXA とメーカーの分担を表している。記号の定義としては以下の通りである。
 - ◎：主体となる場合
 - ：関与する場合
 - △：プロジェクトによって関与する場合もある
- ◆チェックの視点：コンポーネント調達時の作業項目に対して、特に注意すべきポイントや過去不具合の教訓として重点をおくべきところを記述したもので、品質向上に重要な影響を持っている。

なお、2項に示した各個別調達フローに対する詳細説明 (作成の背景、使用方法、チェックの視点等) については、各個別の調達フローに添付されている、「解説書」を参照願いたい。

付録5-1 衛星用海外電気系コンポーネント 調達フローとチェックの視点 (解説書)

1. 背景

衛星関連の電気系海外コンポーネントの調達として、衛星システムメーカーでは機能/性能要求・環境条件等を踏まえ、過去の実績、予算、納期等を考慮し、発注メーカーを決定している。

また、メーカーに要求する品質・信頼性要求は、JMR-004 (信頼性プログラム標準) と JMR-005 (品質保証プログラム標準) により規定されているが、海外では、情報開示制限が厳しくブラックボックス的要素が極めて高い状況から、取り扱いのリスクが高く、品質・工期にも大きくインパクトを与える要素となっている。

具体的な品質問題としては、実績を有する機器メーカーが限定されていること、また海外、特に米国の輸出管理規制の制約から海外メーカーが抱える技術・品質リスク情報が十分把握できないことや開発フローのしかるべき箇所でのチェック不足に起因するトラブルの発生が目立ち、後戻り作業・評価によるロスコストの発生や衛星システム工期への逼迫などに繋がっており、衛星システム品質にも影響を与えかねない懸念がある。

2. 使い方

そこで、衛星開発計画策定から海外調達コンポーネントの受領検査までの業務フローにそった作業概要とチェックの視点をまとめたので、海外コンポーネントの調達時の参考資料として有効に活用して頂きたい。

開発フローの作業項目に対応した重要な作業内容を「作業概要」に記載し、また過去の不具合に基づく重要チェック項目を「チェックの視点」に記載しているので、業務遂行時の自主確認及び社内相互レビューにおいて活用頂き、漏れのない管理を行うことで衛星システムの更なる品質・信頼性の向上に役立てて頂きたい。

また、本書をぜひとも衛星製品に携わる若い技術者の教育にも活用して頂き、過去の知見を学ぶとともに、過去に犯した過ちを再発させないように徹底を図って頂きたい。

3. チェックの視点

海外コンポーネント選定の着眼点は品質安定の観点から実績品を選択することが重要であるが、設計・製造ともに変更のないことはあり得ず、そのため実績品においても設計・製造の変更点に係わる品質問題が発生しているのが現状である。

しかし、発生要因である設計変更等の情報をベンダーから積極的に開示されることは少ないため、変更に関するリスクの早期把握と事前回避策の検討の取組みが重要となる。

調達フロー上のポイントとしては、調達仕様書作成時の実績品からの変更箇所に対するリスク識別が大事であり、ベンダーとの仕様調整において、機能・性能要求ばかりではなく環境条件や管理内容の確認を通して潜在リスクを把握すること。また、そのリスクに対する回避策や軽減策を事前協議し、追加検証やきめ細かなステータス報告等の手を打つことが重要である。

なお、近年は輸出管理規制の制約から海外メーカーが抱える技術・品質リスク情報が十分把握できないことや開発フローのしかるべき箇所でのチェック不足の問題も発生していることから、調査には海外のコンサルタントを活用することも必要な取組みである。

付録5-2 衛星用海外推進系コンポーネント（A社） 調達フローとチェックの視点（解説書）

1. 背景

ハンドブック作成の背景にもあるとおり、海外コンポーネントに起因する不具合の発生が近年増加傾向となり、不具合を未然に防止すること及び品質確保を図ることが、衛星ミッション達成に重要となってきた。一方、海外コンポーネントの調達管理については、プロジェクト指針に基づき、各種のプログラム標準等により、その管理要求が供給者側になされている。しかしながら、プロジェクト予算、短い開発期間等の種々背景により、関係者とのテーラリング等を経ながら、経済的かつ効率的な管理を実施しなければならない状況でもある。このような背景から、会社管理手順をベースとした海外コンポーネントの調達管理フローを整理した。また、今後の不具合未然防止活動に役立てるため、不具合経験に基づく注意例<チェックの視点>をフロー上で併せて示している。

2. 使い方

調達フローは、科学衛星推進系コンポーネントの標準的な調達についてまとめている。各プロジェクトの方針や各社が確立している品質管理手順により、相違する場合は応用として捉えて頂きたい。フローの使い方としては、①まず調達全体の流れを理解する、②各調達段階の作業を把握する、③時期を逸しない為に各段階で何を留意すべきかを理解することが主である。特に調達の流れを理解するだけでも、問題点の把握を整理しやすくなり、改善活動に役立てるベースになるかと考える。

3. チェックの視点

調達フロー上のポイントについて見ると、海外コンポーネントはプロジェクト/ミッション毎で、開発要素が多くなるケースがあるが、信頼性、品質安定の観点から実績品を選択重視するのが通常である。しかしながら、実際の品質問題は、実績品でも起きているのが現状である。

これらの発生要因としては、M&Aによるベンダー体制変更、設計変更のベンダー未開示等が上げられる。これらの潜在的背景としては、ベンダー側に「実績品なので変更しても影響がないだろう」という認識から、リスクが正しく調達側へ伝えられないケース等である。

この変更点リスクを調達側が、正しく情報収集できる要求（条件）を、ベンダーへの調達仕様書、RFPにいかにか盛り込むか、また調達調整時に合意できるかが、一つのポイントといえる。しかしながら、実際問題として、それら情報要求によるコストアップ、各国の開示制限等種々障壁により、変更点リスクを十分把握できないことがある。

従って、調達段階の早い時点でのベンダー情報の入手を計画することも、不具合を未然防止する活動のポイントといえる。但し、ITAR問題により特定の関係者/技術者しか入手できない会社も増え、派遣調査にはコンサルタントを活用せざるを得ないケースも増加してきており、こうした計画も含め、フロー上流でプロジェクトと協議することが今後重要となると考える。

また、調達実績/コストという観点から、ベンダー管理状況を簡略化することもあるが、過去の不具合経験に基づくフィードバックとして、定期的なベンダーチェックを適時実施することが望ましいと考えられる。

付録5-2 海外推進系コンポーネント(A社)調達フローとチェックの視点

システム開発段階	コンポーネント開発段階	JMR-004A/005 要求項目番号	作業項目	作業概要	分担		チェックの視点			
					JAXA	メーカー				
↑ 予備・基本設計 ↓	↑ 仕様検討 ↓	○ 0045	推進系開発計画	・コンポーネントの検証計画を含む、衛星開発計画を立案する。	◎					
			提案要求(RFP)	・推進系に関する提案要求の作成、依頼	○	◎	・各プロジェクト毎に選択する適用プログラム及び条項が明確になっているか。			
			推進系仕様 コンポーネント要求 機器構成リスト	＜提案要求に対する推進系仕様の基本検討＞ ・推進系全体の構成、機能系統の基本仕様立案 ・上位システムへのフィードバック ・推進系を構成する各コンポーネントへの機能を整理する。 ・ミッション要求に対するコンポーネント構成及びコンポーネント要求を整理する。		◎	◎	・各プロジェクト毎の適用プログラム及び関連文書の入手、適用範囲を確認しているか。 ・実績のあるコンポーネントが採用できるように、必要に応じて機能/性能配分を見直す。 ・ミッション要求及び地上での運用条件(使用環境、寿命)、機械的/熱的インターフェース、機能系統は合致しているか。		
			内作・購入の審議 ベンダーリスト(候補会社) 調達ベンダーリスト案の作成	＜調達品の選別とメーカーの選定を行う。＞ ・内作するか購入するかの決定を行う。 ・引合いベンダーの候補を選出する。 ・ベンダー候補及び情報を整理する。		◎	◎	・海外発注品で、新規開発はないか。また、内作・購入区分は実績を優先しているか。 ・トレードオフ検討がされているか。 ・ベンダー最新情報を加味しながら選出しているか。現地調査は必要ないか。 使用実績、会社/工場能力、品質保証体制及び認定、過去の不具合状況、M&Aを含む経営状況、技術職、技能職のキーマン動向、調達ルート(商社)の変更有無、輸出管理規制等の制約条件		
			調達仕様書・SOW 技術仕様書 品質信頼性要求書 ベンダーへのRFP	・コンポーネントの要求仕様を確定する。 設計仕様要求 環境仕様要求 各種管理要求 開示情報要求 納入文書/物品の要求 ・ベンダーへのRFPを行う。		△	◎	・TBD項目のリスク認識と回避策が事前検討されているか。 ・運用条件に対する環境要求、機械的/熱的インターフェース要求は合致しているか。 ・調達後障害となりやすい要求事項は検討しているか。 (情報開示要求、品質/工程中監査、変更管理M&A、技術変更、4M変更) ・過去の不適合事例等を参考に検討しているか。 (国内使用時の温度条件適合性、寿命/作動回数の最低レベル定義、清浄度管理及び工程中確認、EMC検討、静電対策、使用流体と部品材質適合性、耐湿性と絶縁劣化、シール選定(オーリング材質、サイズ等)) ・機能/性能の定義の齟齬がないこと確認したか。 ・DR(設計審査)、MRR(製造着手前審査)、MIP、TRR、CSIの要求を明確にしているか。 (要求しないということも含めて、明確になっているか) ・TAAIに関する事項と仕様書要求との齟齬はないか。 ・ベンダーに対するチェックリストにより、実績レベル、供給部品メーカー変更、型番変更、図面変更がないかも情報要求する。		
			新規ベンダーに対する発注前能力調査 ベンダー選定 調達調整	＜調達品の選別とメーカーの選定を行う。＞ ・新規ベンダーに対しては、発注前能力調査を実施して各種情報を収集する。 ・ベンダー評価から発注ベンダーを決定する。なお、新規ベンダーを採用する場合は、発注前審査等を実施し、ベンダー評価に必要なデータを取得後判断する。 ・要求仕様との適合マトリクスの技術調整を実施する。 ・必要な場合、技術仕様書等の修正を行う。 機能・性能仕様条件の適合性 環境仕様条件の適合性 PA(安全・信頼性・品質保証)要求の適合性 源泉検査/品質審査記録要求の適合性 不具合状況提示要求 ITAR等の情報開示要求/立入制限の有無、 体制(2次/3次供給業者を含む)の変更提示要求			◎	◎	・ベンダーを訪問し、能力調査を実施しているか。また最近の体制上変更(M&A、4M)がないか確認しているか。 ・実績評価、品質確認のレベル評価で、ベンダーをクラス分けし、ベンダー選定根拠明確にしているか。 ・クラス分けによりQT、ATIによる検証計画を明確にしているか。 ・品質/資材/技術の専門家からなる調達の専門家の意見を取り入れているか。 ・新規採用については、能力調査を実施しているか。また採用可否についてプロジェクトと合意しているか。 ・必須要求とテールリンク可能な要求を明確化しているか。 (環境条件、検証方法、管理要求、文書等)によるリスク認識とリスク軽減策(受入試験実施、モニタ項目設定等)を決めているか。 ・MIP等での工場立入、不具合報告内容/範囲、技術資料での制限事項は合意されているか。 ・EL制限で立入拒否される場合は、必要に応じてコンサルタントの活用を合意しているか。 ・NASPAR対象とした品目は、部品リスト(主にセンサ、ヒータ等のEEE部品管理要求)の提出をベンダーと合意しているか。 ・各適用プログラムの要求は合意しているか。 ・情報開示要求項目及び説明は合意しているか。 ・ベンダーとのリスク認識(開発レベル、実績レベル)の統一は図られているか。 ・変更管理(技術変更、4M変更)に対する通知要求は合意しているか。 ・清浄度管理及び必要に応じて工程中確認は合意しているか。また、管理記録は提示されるか。 ・合意が必要な事項については、調達仕様書にフィードバックしたか。	
			発注	・発注確認				◎		
			ベンダー生産準備/維持設計 設計審査 製造着手前審査	・発注後のベンダー管理としては、各種審査/検査ポイント以外に主に下記にてフォローを行う。 ①定期的管理報告(変更管理、日程管理、リスク管理等) ②不具合報告に基づくMR処理 ③発注品の新規性で開発/審査方法は異なる。 ・新規品: EM開発要求、PDR/CDR実施 ・変更品: PFM開発要求、CDR実施 ・既存品: FM開発要求、MRR実施 ・設計審査資料に基づき、要求仕様と設計値の適合性を確認する。 ・CDR/MRRIにて製造計画、製造文書(特殊工程リストを含む)を確認する。 ・MRRIにて、製造プロセスの適合性を確認する。 ・OUTPUT:審査議事録等			○	◎	・実績評価、品質確認のレベル評価で、ベンダーをクラス分けした結果を踏まえ、試験立会、工程フォロー、変更確認のための技術者派遣を必要に応じて実施しているか。 ・設計から製造/試験状況を監視し、信頼性・機能・性能・納期インパクトを避けるべく、管理しているか。 ・必要な情報は、仕様書に様式/細目を規定し、必要な技術情報を入手しているか。 ・上位システムの仕様変更、TBD項目は全て検証されているか。また、顧客と合意したか。 ・EEE部品を含む品目で、NSPAR申請可否を協議しているか。 ・技術変更、4M変更等の変更確認はされているか。 ・出荷前審査(物品等の管理、清浄度管理等管理要求を含む)アウトプットイメージは確認されているか。 ・現地でしか確認できない情報は、必要に応じ技術者を派遣しているか。	
			製造 主要工程内検査(MIP) 試験前審査(TRR)	・必要な場合、MIPにて、製造品質を確認する。 ・TRRにて、試験規格/手順/試験装置/体制等の準備状況を確認する。				◎	△	・EL制約上、立ち入りを拒否される場合は、コンサルタントを活用しているか。 ・必要に応じて、清浄度管理状況をチェックしているか。 ・TRRのアクションアイテムは、試験開始前までに適切に処理されているか。 ・設計審査内容が反映されているか。
			試験 出荷前審査 CSI	・必要な場合、技術者立会による試験実施状況の直接確認 ・ベンダーからの出荷可否の判断を行う。 ・出荷前審査(PSR)としては、以下の作業を行う。 ①要求仕様に対する製造/試験記録の適合性確認 ②EIDP(構成品、試験ログ、試験結果、不具合記録等)の審査 ③トレンドデータ/有効寿命品/清浄度管理の確認 ④ADL/ABL(部品リストを含む)の確認 ⑤検査成績書の確認 ⑥輸送計画/梱包要領の審査 ⑦OUTPUT:審査議事録等					◎	・調達調整及び設計審査で行った要求がアウトプットとして確認しているか。 ・EL制約上、立ち入りを拒否される場合は、コンサルタントを活用しているか。 ・不具合による非正常(後戻り)工程の発生、変更等はなかったか。 ・物品等の管理、清浄度管理は適切に行われたか。
			ベンダー出荷 受領検査	・受領検査(現品、文書の確認)、必要な場合、機能試験による確認 OUTPUT:検査記録					◎	・受領検査において発見された問題は、確実にベンダーへフィードバックされ、対策が講じられているか。 ・性能、納期、コスト、不具合等の調達に関する情報は、ベンダー評価に反映したか。

付録5-3 衛星用海外推進系コンポーネント (B社) 調達フローとチェックの視点 (解説書)

1. 背景

本フローは海外調達品質向上のためのハンドブック制定に際し、従来の管理要求の規定だけでなく、実際の調達の時間軸の流れの中でどのようなイベントがあり、どのような点に留意すべきかを参考としてまとめ、今後の調達業務の参考として頂き、日本の衛星開発全体での効率化を図ることを目的として作成されたものである。

特に本フローでは実用衛星に使用される衛星推進系コンポーネントの調達について B 社固有の調達フローを例示し、時間軸に沿って作業項目、作業概要、留意事項 (チェックの視点) 等をまとめたものである。

また、その中の主立った項目について適用されている JAXA の管理要求 (JMR-004/005) についてもその該当箇所を記入し、それら管理要求項目が調達の時間軸のどのタイミングで適用され、活用されているかを示し、従来の管理要求がよりタイミングよく参照・活用されることも意図したものである。

2. 使い方

本フローは B 社における主要衛星推進系コンポーネントの調達フローについてまとめたものであり、B 社固有の流儀もあり、このフローが常に他社で 100% 当てはまるとは限らない。従って、この本フローの活用としては、項目の詳細な順番にはあまり拘らず、応用的に捉え、项目的に落ちがないように参照されることを推奨する。調達の具体的な業務フローは各社個別の業務要領や事情により、独自のものがあってしかるべきで、これに縛られて無理・無駄・非効率を重ねることは本フローの目的にそぐわない。

特にフローの中の各段階で留意すべき点を「チェックの視点」としてまとめてあるので、その点を主に参考として海外調達に関する不具合、非効率を低減させるよう役立てて頂きたい。

また、今後、更に新たな事象があれば、経験の蓄積として本フローに追加・修正を加えて、より応用の効く、現実性のあるフローに発展させて行くことを推奨する。

3. チェックの視点

(1) M&A による変更情報入手の重要性

最近の米国では企業間買収 (M&A) により従来のベンダーが他社に買収されて、経営方針が変更されたり、組織変更により担当者 (特に熟練の設計者や技能者) が変わったりしたために生じるものの変更が多発しており、それらの変更情報をタイムリーかつ的確に把握しておかないと、自他共に思いもつかないような不具合につながることもある。

(2) ベンダーでの従来実績と調達品の使用条件の整合確認

仕様の調整においては機能・性能要求を満足していることの確認だけでは不十分で、ベンダーの従来実績が調達品の使用条件を満たしているか確認しておく必要がある。もし、満たしていないことが判明した場合にはそのギャップを埋めるための検証方法を検討し、要求として入れておくべきである。

付録5-3 海外推進系コンポーネント(B社)調達フローとチェックの視点

コンポーネント 開発段階	JMR-004A/005 要求項目番号	作業項目	作業概要	衛星 メーカー	推進系 メーカー	チェックの視点	
既存設計		衛星推進系開発計画・要求	コンポーネントの検証計画を含む、衛星の開発計画を立案する。	○			
		衛星推進系仕様 サブシステム要求 機器構成品リスト	システム要求を実現する構成品を検討する。		○	衛星システムからの要求に対し、推進系仕様が合致しているか。	
		推進系仕様の衛星システムへのフィードバック	推進系サブシステムへの要求を検討する。		○	・推進系に対して過剰要求が負荷されていないか。 ・コンポーネントに新規要素が負荷される場合、それが必須であるか。 ・推進系仕様と衛星システムと整合し、全体最適となっているか。 ・推進系システムに対し、サブシステム要求が合致しているか。	
		内作・購入の検討 ベンダーリスト(候補会社)	調達品の選別とメーカーの選定を行う。 内作か購入かの区分を検討する。大半のコンポは購入。 ベンダ情報より、開発実績、製造能力、品質格付け、過去の不具合状況などにより調達ベンダ候補案を決める。また、新規ベンダ採用にあつては既存ベンダでは不可能な技術的理由を明確にする。		○	・ミッション要求に対し、コンポーネント構成とコンポーネント要求内容が異なっていないか。 ・海外発注品では、新規開発品はないか ・STM等の試験が未終了の場合、機械的/熱的インタフェース条件をどのように確定したか。	
	○	4.6.2 供給業者の選定における評価 4.2.6 供給業者の管理	以下の情報が整備した上で調達ベンダリスト案を作成する。 実績品はあるか フライト/開発実績(実績プロジェクト) 既存仕様からの変更内容確認 品質格付け/総合評価点 納期遵守率 OUTPUT:調達ベンダリスト案		○	・品質・資材・技術の専門家からなる調達の専門家によりベンダ選定を行っているか。 ・使用実績のない既存コンポを使用する場合、仕様の比較だけでなく、実績ベースがどのような制約・運用条件にあるのか。	
	○	4.2.6 供給業者の管理 4.6.3.2 購買文書の内容	調達仕様書・SOW 管理要求書 ベンダへのRFP		○	・調達仕様書では必要な性能要求・検証要求が過不足なく入っているか。 ・過剰な要求はないか。テラリング可能な項目はないか。 ・仕様設定で不明な点や候補ベンダーとの事前調整事項は整理されているか。 ・情報開示要求項目は明確になっているか。 ・センサー、ヒーター等のEEE部品管理要求に漏れはないか。 ・清浄度管理要求は明確になっているか。 ・必要に応じて、事前または製造段階での清浄度(コンタミ)管理立会い確認を要求しておく。 ・TAAの申請はされているか、また必要な情報が開示される内容となっているか。	
		4.6.8 供給業者に対する監査	新規ベンダに対する発注前能力調査	ベンダへのRFPを行う。		○	
	○	4.6.2 供給業者の選定における評価 4.6.7 供給業者格付けシステム	ベンダ選定	調達品の選別とメーカーの選定を行う。 新規ベンダに対しては、発注前能力調査を実施して各種情報を収集する。		○	・ベンダ情報を整備し、タイムリーな仕様調整が図られているか ・ベンダとの仕様調整にTAA締結が必要な場合があり、工程遅延リスクがあるが想定されているか。 ・ベンダの最近の経営状況(M&A等)に関する情報は入手しているか。
	○	4.6.3.1 購買文書の審査 4.6.3.2 購買文書の内容 4.2.7 既に設計、製造又は飛行の実績のある品目の使用	調達調整	ベンダからの発注を決定する。 尚、新規ベンダを採用する場合は、発注前審査を実施し、ベンダ評価に必要なデータを取得後、判断する。		○	・ベンダの評価データを基にベンダ選定しているか。 ・潜在リスクとQT、AT等による回避策は明確にされているか。 ・品質、調達、技術の調達に関する専門家の意見を取り入れているか。 ・新規採用については能力調査を実施しているか。
			発注	要求仕様との適合マトリクスの技術調整実施。 ベンダとの交渉により品質、機能、納期・価格情報等より発注可否を決定する。 必要な場合、技術仕様書等の修正を行う。 機能・性能仕様条件の適合性 非標準部品リスト及びNSPAR申請 環境仕様条件の適合性 PA(安全・信頼性・品質保証)要求の適合性 品質格付け/総合評価点 源泉検査/品質審査記録/受入不良率 過去の不具合状況 ベンダの強み/弱み ITAR等の情報開示/立入制限の有無 体制(2次/3次供給業者を含む) ISO取得有無 経営基盤、技術・設備等 帝国データバンク評価 納期遵守率 OUTPUT:発注ベンダリスト	○	○	・必須要求とテラリング可能な要求を明確化しているか (環境条件、検証方法、管理要求、文書等)によるリスク認識とリスク軽減策(受入試験実施、モニタ項目設定等)を決める。 ・MIP等での工場立入、不具合報告内容/範囲、技術資料での制限事項の明文化。 ・EL制限で立入拒否される場合は、コンサルタントの活用を計画しているか ・部品リストの早期提出を要求しているか ・仕様設定で不明な点はベンダーと調整されているか。 ・新規要素のある場合や新規ベンダーの場合には仕様書の紙ベースだけでなく、要求がベンダーにとって挑戦的要素があるのか、保証可能なレベルなのかを確認する。テレコンだけでは意思疎通が取れてない場合が多いため、対面調整で確認することを標準に念頭におく。 ・ベンダの最近の経営状況(M&A等)の変更ある場合は内容確認し、製造、試験・検査、作業変更等への影響をベンダにヒアリング、協議し、問題ないか審査する。必要あれば、是正させる。 ・ベンダの組織や主要メンバーが変わった場合には連絡させる要求を入れること。 ・ベンダでの従来実績が調達品の使用条件を満たしているか確認すること。 満たしていない場合、それを満足するための検証要求を入れること。
		発注確認(発注先の変更がないか)	発注確認(発注先の変更がないか)		○		
詳細設計		ベンダー生産準備/維持設	発注後のベンダ管理としては、各種審査/検査ポイント以外に主に下記にてフォローを行う。 ・定期的管理報告(変更管理、日程管理、リスク管理等) ・不具合報告に基づくMR処理 発注品の新規性で開発/審査方法は異なる。 新規品: EM開発要求、PDR/CDR実施 変更品: PFM開発要求、CDR実施 既存品: FM開発要求、		○	・メーカー実績/開発状況により試験立会、工程フォローのための技術者派遣管理を実施しているか ・設計から製造/試験状況を監視し、信頼性・機能・性能・納期インパクトを避けるべく、管理しているか	
	○	4.3信頼性工学 4.3品質保証プログラム管理及び計画	設計審査 製造着手前審査	設計審査資料に基づき、要求仕様と設計値の適合性を確認する。 CDR/MRRにて製造計画、製造文書(特殊工程リストを含む)を確認する。 MRRにて、製造プロセスの適合性を確認する。 OUTPUT:審査議事録等	○	○	・必要な情報は、仕様書に様式/細目を規定し、必要な技術情報を入手できるようにしているか ・現地でしか確認できない情報は、同情報の諾否を判断できる部門の技術者を派遣しているか。 ・EL上、開示できない情報については、チェックリストを準備し、コンサルタントを活用するようにしているか。 ・非標準部品リストのNSPAR申請が必要時期までに入手できているか ・ベンダの最近の経営状況(M&A等)の変更ある場合は内容確認し、製造、試験・検査、作業変更等への影響をベンダにヒアリング、協議し、問題ないか審査する。必要あれば、是正させる。
		製造	製造			○	
	○	4.6.4 供給業者における契約の相手方品質保証活動 4.6.9 供給業者の実施する検査・試験との整合性	主要工程内検査(MIP) 試験前審査(TRR)	必要に応じて、MIPにて、製造品質を確認する。		○	・EL制約上、立ち入りを拒否される場合は、コンサルタントを活用し代行審査するようになっているか
	○	4.4.3 試験 4.8 検査及び試験	試験	TRRにて、試験規格/手順/試験装置/体制等の準備状況を確認する。	△	○	・ベンダの最近の経営状況(M&A等)の変更ある場合は内容確認し、製造、試験・検査、作業変更等への影響をベンダにヒアリング、協議し、問題ないか審査する。必要あれば、是正させる。
			出荷前審査	必要な場合、技術者立会による試験実施状況の直接確認		○	
	○	4.4.5.1 出荷前審査及び納入前審査 4.4.6 信頼性評価業務の審査 4.4.3.3 出荷前審査	出荷前審査 CSI	ベンダからの出荷可否の判断を行う。 出荷前審査(PSR)としては、以下の作業を行う。 要求仕様に対する製造/試験記録の適合性確認 EIDP(構成、試験ログ、試験結果、不具合記録等)の審査 トレンドデータ/有効寿命品の確認 ADCL/ABCL(部品リストを含む)の確認 現品検査(外観、負数) 輸送計画/梱包要領の審査 OUTPUT:審査議事録等	○	○	・必要な情報は、仕様書に様式/細目を規定し、必要な技術情報を入手できるようにしているか ・現地でしか確認できない情報は、同情報の諾否を判断できる部門の技術者を派遣しているか。 ・EL上、開示できない情報については、チェックリストを準備し、コンサルタントを活用するようにしているか。
			ベンダー出荷			○	
	○	4.6.6 受入検査 4.6.10 不具合情報の通知	受領検査	受領検査(現品、文書の確認)、必要な場合、機能試験による確認 OUTPUT:検査記録		○	・性能、納期、コスト、不具合等の調達に関する情報は、ベンダ評価に反映したか。
						○	
製造試験							

付録5-4 衛星用海外機械系コンポーネント 調達フローとチェックの視点 (解説書)

1. 背景

海外より調達する機械系コンポーネントの品質を確保するために、衛星開発の計画当初より海外調達するコンポーネントの調達指針、及び一連の調達業務について具体化、視覚化することが重要である。また、調達業務を明確にすることは、調達業務の後戻り、追加作業及び追加品目の発生等を排除し、所定の納期、コストを確保するのみならず、不具合を防止し、品質確保を図る上でも有効であると考え、調達フロー及び、その留意点について整理した。調達計画段階から調達業務を具体化する際には、本調達フローを活用されることを期待するものである。

2. 使い方

本調達フローは、機械系コンポーネントを海外調達する際の基本的な業務フローを衛星開発計画策定から受領検査までを一般化したものである。

しかし、機械系コンポーネントの調達は、下記に示すような種々のケースが想定されるため、実際の調達仕様に合わせて、調達フローの再確認、及びチェック事項の洗い出しをすることが必要である。

- ① 機械系コンポーネントの単品の調達
(例：SADA：Solar Array Drive Assy)
- ② 機械系コンポーネント単品からの部分調達
(例：モータ、ハーモニックドライブ、スリップリング等)
- ③ 機械系コンポーネント単品に対して、材料、部品等を支給した完成品の調達
(例：潤滑油、金属材料、エンコーダ等)
- ④ 機械系コンポーネントと駆動エレクトロニクスの調達
(例：SADA, SADE：Solar Array Drive Electronics)
- ⑤ 機械系コンポーネントと試験用ドライバの調達
- ⑥ その他 種々の調達

コンポーネントを調達する際には、上記及び他の調達ケースも考えられたため、それぞれの調達ケースを見定めながら漏れのない調達計画立案及び業務進捗確認等に活用されたい。

3. チェックの視点

1) SOW 及び技術仕様書の充実

一般的には、SOW 及び技術仕様書のドラフトを策定し、調達先と具体的な仕様調整を進め、契約を締結するが、とかく、契約後の設計、製造、検査の個々の段階で個別調整が必要となり、SOW、技術仕様書に反映すると共に、作業、物品、提出文書等の追加が発生し、場合によっては、作業が後戻りとなり、納期遅延、コスト増加、ひいては、品質低下を招くことがある。その為に、SOW 及び技術仕様書作成時に、本フローを活用し、事前調整事項等を可能な限り洗い出し、SOW、技術仕様書発行時までには反映することが大切である。

2) 設計・製造プロセスの変更確認

調達検討の際には、フライト実績を基本に調達検討を進めるが、フライト実績品と同種の品目に対しても、使用目的、条件、環境等の技術要求により設計・製造プロセスを変更する可能性がある。詳細な設計内容及び製造プロセスは、開示されない場合が多く、初期段階では変更の必要性に有無を確認することも難しいが、可能な限り実績品からの設計・製造プロセスの変更有無を確認することが大切である。

また、各種技術調整会議及び各種審査の際に、変更の有無及び、その妥当性について確認していくことが大切である。

フライト実績品については、使用プロジェクトの同種品目の調達方針、使用目的、環境等を理解し、同種の調達計画を立案する際には、その実績品との相違を理解しておくことが変更の有無、及び必要性を確認する上でも有効である。

3) 機械系固有事項

機械系特有の調整事項として、各種数学モデル、ICD、CAD データの形式、ハードウェアの特性データ、評価試験装置の分担・取扱、及び、輸送・保管方法などがあげられる。調達計画段階からのこれら調整事項を認識し、初期段階から SOW、及び技術仕様書等へ明確にすることが大切である。

付録5-4 海外機械系コンポーネントフローとチェックの視点

システム開発段階	コンポーネント開発段階	JMR-004A/005 要求項目番号	作業項目	作業概要	JAXA	メーカ	チェックの視点	
システム開発段階	コンポーネント開発段階	00045	開発計画	RFP時、また基本設計初期にコンポーネントの検証計画を含む、衛星の開発計画を立案する。	◎		先行開発として、衛星システム開発開始前に新規コンポーネントのBBM/EM開発を実施しているか。	
			衛星システム仕様 サブシステム要求 機器構成リスト	システム要求を実現する構成を検討する。 調達機器への要求機能を把握する。	○	◎	・システム要求を実現する構成が検討されているか。 ・調達機器の要求機能は把握されているか。	
			内作・購入の審議	調達品の選別とメーカーの選定を行う。			・ミッション要求に対し、コンポーネント構成とコンポーネント要求内容が異なっていないか。 ・機構系を駆動する電気系コンポーネントの機能配分は明確になっているか。 ・駆動するための電気コンポーネントは、内製か、外部調達(国内、海外)か。 ・海外発注品(機械系、電気系)では、新規開発品はないか。	
			ベンダーリスト(候補会社)	ベンダ情報より、開発実績、製造能力、品質格付け、過去の不具合状況などにより調達ベンダ候補案を決める。また、新規ベンダ採用にあたっては既存ベンダでは不可能な技術的理由を明確にする。		◎	・MAKE/BUYトレードオフ検討がされているか。 ・機構系コンポーネント内構成目録の調達範囲を明確にする。 モーター、ブラシ、エンコーダ、ベアリング、ハーモニックドライブ、ギア、温度センサ、ヒンジ、材料等 ・駆動電気コンポーネントは、内製か、外部調達(国内、海外)か。	
			調達ベンダーリスト案の作成	実績品の有無、既存仕様からの変更内容確認、品質格付け/総合評価点、帝国データバンク評価、納期遵守率等の情報を整備した上で調達ベンダリスト案を作成する。		◎	・ベンダー選定リストは作成されているか。 ・カタログ、技術資料は適切に改訂されているか。 ・特に、ベンダ固有の課題、是正処理(納期、過去不具合)は整理されているか。 ・ベンダが外部調達する部品が把握できているか。その外部調達部品にボトルネックとなるものはないか。	
			調達仕様書・SOW 技術仕様書 品質信頼性要求書	対象コンポーネントの要求仕様(設計仕様要求、環境仕様要求、各種管理要求、開示情報要求、納入文書/物品の要求等)を確定する。	△	◎	・調達コンポーネントの調達指針について、他プロジェクトの調達指針を参考にしているか。 ・フライト実績品からの設計・製造プロセスの変更の可能性があるか。 ・NDA、TAA、ELの内容は十分検討されているか。 ・TBD項目のリスク認識と回避策が事前検討されているか。 ・コンポーネントの標準化を進めて、TBD項目がなくなっているか。 ・STM等の試験が未終了の場合、機械的/熱的インターフェース条件を確定したか。 ・構造数学モデル、機構数学モデル、熱数学モデルは必要か。 そのモデル形式(機構系:DAOS,ADAMS 構造系:NASTRAN, ANSYS 熱モデル:TDT,NEVADA,SINDA,TRASY)は明確か。 ・ICDに記載する内容は明確になっているか。 特に、駆動領域、駆動時間、モニタリング、構造特性、擾乱特性、重心移動量、形態毎の質量特性等 ・ICD/CADデータ形式は明確になっているか。 2次元、3次元データ、Pro/Engineer、他CAD形式 ・保管、取扱方法は明確か。 輸送・保管コンテナ及びハンドリング治工具の有無、アクセス範囲、ハードポイント ・機構系固有の試験内容は整理されているか、ベンダはその試験を実施可能か。 宇宙環境下での駆動試験、潤滑試験、疲労試験、振動・衝撃試験、強度試験、動特性試験等 ・駆動電気コンポーネントが、国内製品の場合の確認試験方法は明確か。 ・試験治工具等の納入範囲は明確か。 ・火工品及び高圧ガス取締りに関する手続きは必要か。 ・実績品の場合、実績チェックリストにより、実績レベル、供給部品メーカ変更、型番変更、図面変更がないかも要求する。	
			ベンダへのRFP	ベンダへのRFPを行う。		◎		
			新規ベンダに対する発注前能力調査	新規ベンダに対しては、発注前能力調査を実施して各種情報を収集する。		◎	・ベンダ情報を整備し、タイムリな仕様調整が図られているか。 ・ベンダとの仕様調整にTAA締結期間を考慮し、工程遅延リスクとして捉えているか。 ・ベンダを訪問し、能力調査を実施しているか。 ・試験は自社で実施しているか、他機関等で実施しているか。	
			ベンダ選定	ベンダ評価(品質、機能、納期・価格情報等)から発注ベンダを決定する。なお、新規ベンダを採用する場合は、発注前審査等を実施し、ベンダ評価に必要なデータを取得後判断する。		◎	・ベンダ評価は十分か、また、潜在リスクと回避策は検討されているか。 (ベンダが調達する部品にボトルネックになるものはないか、その際の回避策は十分)	
			調達調整	要求仕様との適合マトリクスの技術調整を実施する。 必要な場合、技術仕様書の修正を行う。 (機能・性能仕様条件の適合性、環境仕様条件の適合性、PA(安全・信頼性・品質保証)要求の適合性、品質格付け/総合評価点、源泉検査/品質審査記録/受入不良率、過去の不具合状況、ベンダの強み/弱み、ITAR等の情報開示/立入制限の有無、体制(2次/3次供給業者を含む)、ISO取得有無、経営基盤、技術・設備等)	△	◎	・必須要求とトレードオフ可能な要求を明確化しているか。 (環境条件、検証方法、管理要求、文書等)によるリスク認識とリスク軽減策(受入試験実施、モニタ項目設定等)を決める。 ・MIP等での工場立入、不具合報告内容/範囲、技術資料での制限事項の明文化。 ・EL制限で立入拒否される場合は、コンサルタントの活用を計画しているか。 ・部品リストの早期提出を要求しているか。 ・EL取得時期は確認されているか。EL取得時期が遅延した際の対応は検討されているか。 ・NDAの設定は、JAXA、商社、コンサルタントを考慮されているか。	
発注	発注確認(発注先の変更がないか)		◎					
詳細設計	詳細設計	4.3 信頼性工学 4.4 技術管理 4.6 購買管理	ベンダ生産準備/維持設計	発注後のベンダ管理としては、各種審査/検査ポイント以外に主に下記にてフォローを行う。 ①定期的管理報告(変更管理、日程管理、リスク管理等) ②不具合報告に基づくMR処理 ③発注品の新規性で開発/審査方法は異なる。 ・新規品:EM開発要求、PDR/CDR実施 ・変更品:PFM開発要求、CDR実施 ・既存品:FM開発要求、MRR実施		◎	・メーカ実績/開発状況により試験立会、工程フォローのための技術者派遣管理を実施しているか。 ・設計から製造/試験状況を監視し、信頼性・機能・性能・納期インパクトを避けるべく、管理しているか	
			設計審査 製造着手前審査	設計審査資料に基づき、要求仕様と設計値の適合性を確認する。 CDR/MRRIにて製造計画、製造文書(特殊工程リストを含む)を確認する。 MRRIにて、製造プロセスの適合性を確認する。 OUTPUT:審査議事録等	△	◎	・必要な情報は、仕様書に様式/細目を規定し、必要な技術情報を入手できるようにしているか。 ・現地でしか確認できない情報は、同情報の諾否を判断できる部門の技術者を派遣しているか。 ・EL上、開示できない情報については、チェックリストを準備し、コンサルタントを活用するようにしているか。 ・非標準部品リストのNSPAR申請が必要時期までに入手できているか。 ・MRRにおけるアクションアイテムは製造開始までに適切に処理されているか。	
			製造	・製造進捗を確認する。		◎	・ボトルネックとなる部品はないか。 ・設備は適切に管理されているか。 ・同種のフライト実績品からの設計・製造プロセスの変更はあるか。また、その変更は妥当か。	
			主要工程内検査(MIP)	MIPにて、製造品質を確認する。		△	◎	・EL制約上、立ち入りを拒否される場合は、コンサルタントを活用して代行審査するようになっているか。 ・同種のフライト実績品からの設計・製造プロセスの変更はあるか。また、その変更は妥当か。
			試験前審査(TRR)	TRRIにて、試験規格/手順/試験装置/体制等の準備状況を確認する。		△	◎	・TRRのアクションアイテムは、試験開始前までに適切に処理されているか。 ・同種のフライト実績品からの設計・製造プロセスの変更はあるか。また、その変更は妥当か。
			試験	必要な場合、技術者立会による試験実施状況の直接確認		◎		
			出荷前審査	ベンダからの出荷可否の判断を行う。 出荷前審査(PSR)としては、以下の作業を行う。 ①要求仕様に対する製造/試験記録の適合性確認 ②EIDP(構成部品、試験ログ、試験結果、不具合記録等)の審査 ③トレンドデータ/有効寿命品の確認 ④ADL/ABL(部品リストを含む)の確認 ⑤現品検査(外観、負数) ⑥輸送計画/梱包要領の審査 ⑦OUTPUT:審査議事録等	△	◎	・必要な情報は、仕様書に様式/細目を規定し、必要な技術情報を入手できるようにしているか。 ・現地でしか確認できない情報は、同情報の諾否を判断できる部門の技術者を派遣しているか。 ・EL上、開示できない情報については、チェックリストを準備し、コンサルタントを活用するようにしているか。 ・同種のフライト実績品からの設計・製造プロセスの変更はあるか。また、その変更は妥当か。	
			CSI					
			ベンダ出荷					
			製造試験	製造試験	4.6.6 受入検査	受領検査	受領検査(現品、文書の確認)、必要な場合、機能試験による確認 OUTPUT:検査記録	
受領検査		△				◎	・性能、納期、コスト、不具合等の調達に関する情報は、ベンダ評価に反映したか。	

付録5-5 ロケット用海外推進系コンポーネント 調達フローとチェックの視点（解説書）

1. 背景

ロケットに搭載するコンポーネントも、開発段階では衛星プログラムのコンポーネント開発と基本的には大きく差異はない。一方ロケットプログラムでは、そのミッションの特性上、開発完了後に、同一仕様の量産品を繰り返し発注する必要があり、品質の安定性を確保するためのチェックが必要である。

本フローは、ロケットプログラムでの調達における活動を例に、繰り返し調達に対する品質確保の活動において特段の注意を払うべき内容を纏めたものである。

また、衛星プログラムにおけるシリーズ衛星や標準プラットフォーム等で繰り返し調達する際にも参考となるように、特に繰り返し調達を行う場合の留意事項（チェックの視点）等を考慮して纏めたものである。

2. 使い方

本フローは、基本的なコンポーネントの調達フローをベースに作業項目毎に「チェックの視点」を纏めたものである。従って、項目の詳細な順番にはあまり拘らず、応用的に捉え、项目的に落ちがないように参照されることを推奨する。

「チェックの視点」には、開発段階での視点として共通的に考慮すべき事項と、繰り返し調達段階での特有の留意事項が含まれているが、特に繰り返し調達での特有事項について、下線で識別して記載している。

今後、更に新たな事象があれば、経験の蓄積として本フローに追加・修正を加え、より応用の効く、現実性のあるフローに発展させて行くことを推奨する。

3. チェックの視点

繰り返し調達においては、ベンダーの技術力(開発・製造)を見極めることは勿論、安定した品質の製品を継続的に供給できるかどうかを見極めることが重要である。

そのためには、経営の健全性評価(M&A や事業撤退等のリスク評価) 及び品質マネジメントシステムの充実度を発注前に確認し、量産終了するまでモニタ・評価していく必要がある。

繰り返し調達固有の事項として、特に留意すべき事項は以下の通りである。

- ① 開発段階において、部品・材料枯渇のリスクを低減を含め、ベンダー自ら部品・材料メーカー管理を行うように要求する。
- ② 開発終了時点でベースラインを確立し、発注側/受注側で共有（発注側の承認）を行う。
- ③ 設定したベースラインの変更に係る手続きを確立し、遵守する。
- ④ 初品製造時(変更後の初品を含む)、変更が製品に悪影響を与えないことをFAIにより確認する。
- ⑤ 変更管理の手続きだけに頼らず、重要特性のトレンドデータ評価方法を確立し、異常やその兆候をモニタできるように備える。

特に海外メーカーとの取引では、契約に基づく文化が定着しており、上記の留意事項を契約調整段階でどれだけ反映できるかが鍵となる。

また、海外メーカー固有の制約(使用材料の制約、輸出規制他)についても、契約前に確認しリスクとして認識し管理すべきである。

付録6 AS/EN/JIS Q 9100 SCMH (SCM ハンドブック)活用に関する紹介

1. 本資料の目的及び位置付け

本ハンドブックでは、AS/EN/JIS Q 9100 の SCM 活動との連携による調達品の品質確保への貢献を目的として、SCMH で提供される関連手法及びツールの一例を紹介する。

今後、本資料が大いに活用され、より一層の改善が図られることにより、海外コンポーネントの品質確保につながることを期待している。

2. SCM ハンドブックへのアクセス

- ① IAQG (International Aerospace Quality Group) の URL (<http://www.sae.org/iaqg/>) にアクセスする。
- ② “Supply Chain Management Handbook”を Click する。
- ③ “Terms of Use”にある、“Accept Terms and Launch SCM”を Click する。
- ④ “Content”あるいは、“Chapter”別項目から、必要な項目へアクセスし、更にその先の内容から所要の項目を選択する。

3. 概要説明

(1) SCMH について

- ① 「SCMH (Supply Chain Management Handbook)」とは、IAQG の SCM-WG が作成したサプライヤのための、ガイダンス文書、トレーニング資料、ベストプラクティスを集約したものである。
- ② SCMH は、9100 に関連した既存の規格を補足し、規格要求の理解の支援、及び、どの様にすれば要求事項を満たせるか、目標を満たすための方法についてのガイダンスと最適手法の提供に焦点を置いて作成されたものである。(目的:従来の WHAT から HOW に焦点を当てた活動)
- ③ 航空宇宙業界への利点として、世界の航空宇宙関連メーカー/サプライヤが9100規格のもと、同じツールと尺度で評価、改善活動を行うことにより、サプライチェーンの適合性の改善と改善活動の向上を図ることにより、品質・納期・コスト(QCD)の改善と目標達成への貢献が期待されることである。また、IAQG が推進している活動であり、国内のメーカー/サプライヤにとって、海外調達先メーカー/サプライヤに対する、調達要求に関わる調整等の段階において調整のための拠りどころとして活用でき、改善活動の共通ツールとして利用できる。

(2) SCMH の構成

- ① SCMH は、IAQG-WG メンバー会社により開発されたもので、その文書体系は、製品のライフサイクルプロセス全体を対象範囲として、構築されている。
 - ② サプライチェーンの全階層のメーカー/サプライヤで利用されることを意図して作成されている。
 - ③ SCMH は、次の全 11 プロセス + 1 つの付属書に分類した構成となっている。
 - a. 販売計画・マスタースケジュール及び順序付け
 - b. 契約上の要求事項及び展開 (要求事項とフローダウンテンプレートなど)
 - c. 設計・開発 (特別要求事項/クリティカルアイテム、新製品の導入など)
 - d. 外注サプライヤの選定及び承認 (供給者の選定及び能力評価、チェックリストなど)
 - e. 工場・材料・スキル・能力の計画及び日程
 - f. オーダーの管理及び物流 (内部及び外部)
 - g. 製造及び検査 (キー特性管理、初回品製品検査、異物管理など)
 - h. 供給者の運営管理及び製品の妥当性確認 (変更管理、サプライヤ品質管理など)
 - i. 不適合の管理、是正及び予防処置 (不適合製品管理、根本原因分析及び問題解決など)
 - j. 顧客サポート (サービス運用管理)
 - k. 業務管理及び顧客満足度の監視 (作業移管の管理、リスクマネジメント、形態管理など)
- ◆付属書 (要員の力量など)

(3) SCMH の活用

- ① IAQG では、SCMH のコンテンツ（ガイダンス文書や各種ツール）を全てのサプライヤが無料アクセス可能な WEB ベースのシステム（パブリック WEB システム）を提供している。当該システムを「e-SCMH」と称している。
- ② 以下の a, b の文書は、本ハンドブックとの関連があるため参照することを推奨する。
 - a. “Maturity Model” Supplier Selection & Capabilities Assessment
（供給者の選定及び能力評価モデルに関するガイダンス資料）
 - ・供給者の選定及び能力評価モデルに関する概要（Introduction）
 - ・供給者の選定及び能力評価モデルのガイダンスノート（実施手順）
 - ・供給者の選定及び能力評価マトリクス（=11 の業務プロセスの評点基準表）
 - b. Risk management
（リスクマネジメントに関するガイダンス資料）
 - ・リスクマネジメントの概要（Introduction）
 - ・リスクマネジメントのガイダンス資料（Story Board）

付録7 参考文書等一覧

- | | | |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------|
| (1) JAXA 文書 | | |
| JMR-011 (暫定) | リスクマネジメントハンドブック | 2004. 4. 1 発行 |
| JERG-0-016 | 宇宙開発信頼性ハンドブック | 2004. 4. 1 発行 |
| JERG-4-004 | 宇宙用駆動機器信頼性ハンドブック | 2004. 4. 1 発行 |
| (2) NASA 文書 | | |
| NASA/SP-2007-6105 Rev1 | Systems Engineering Handbook | December 2007 |
| NPR 8000. 4A | Agency Risk Management Procedural Requirements | December 2008 |
| (3) ESA 文書 | | |
| ECSS-M-ST-80C | Space project management - Risk Management | July 2008 |
| (4) ISO 規格 | | |
| ISO 17666: 2003 | Space systems - Risk management | |
| ISO 31000: 2009 | Risk management - Principles and guidelines | |
| (5) IAQG 規格 | | |
| 9134 | Supply Chain Risk Management Guideline | |
| (米国 : ARP9134、欧州 : EN9134、日本 : SJAC9134 として発行) | | |