限定なし

JERG-2-152A

擾乱管理標準

平成 24 年 5 月 10 日　A 改訂

（平成 20 年 9 月 3 日　初版）

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　範囲 1
１．３　関連文書 1
２．擾乱管理の理念 2
２．１　衛星と擾乱 2
２．２　擾乱の影響と分類 3
２．３　擾乱管理の必要性 5
２．４　擾乱管理の内容 6
３．擾乱管理の各作業 7
３．１　ミッション要求からの擾乱要求分析 7
３．２　擾乱管理要求設定 7
４．衛星開発の各フェーズにおける擾乱管理 8
４．１　概念・予備設計（構想設計）フェーズ 9
４．２　基本設計検討（ＥＭフェーズ） 11
４．３　詳細設計・製造フェーズ（ＰＦＭフェーズ） 12
４．４　軌道上運用フェーズ 14

１．総則

１．１　目的

本標準は、JAXA が開発する人工衛星、惑星探査機の擾乱管理について規定する。

１．２　範囲

この標準を特定のプロジェクトに適用する場合には、各プロジェクトの条件に合わせてテーラリングして使用する。

１．３　関連文書

(1) JERG-2-500 制御系設計標準
(2) JERG-2-500 姿勢制御系設計標準
(3) JERG-2-151 ミッション・軌道設計標準
(4) JERG-2-152-HB101 擾乱管理マニュアル
(5) JERG-2-152-HB102 擾乱測定･評価マニュアル

参考文献

（１）　人工衛星の力学と姿勢制御ハンドブック、2007 年、　培風館

２．擾乱管理の理念

２．１　衛星と擾乱

衛星や衛星内部の要素に働く力は図１のように分類できる。衛星の姿勢やミッション機器の機能、性能（指向精度等を含む）を変化させたり、衛星内の微小振動環境に影響を及ぼす内力のうち、意図した制御力、制御トルク以外のものを内部擾乱（internal disturbance、略して擾乱）と定義する。ここで内力とは衛星内の要素間で相互に働く力とトルクの総称である。

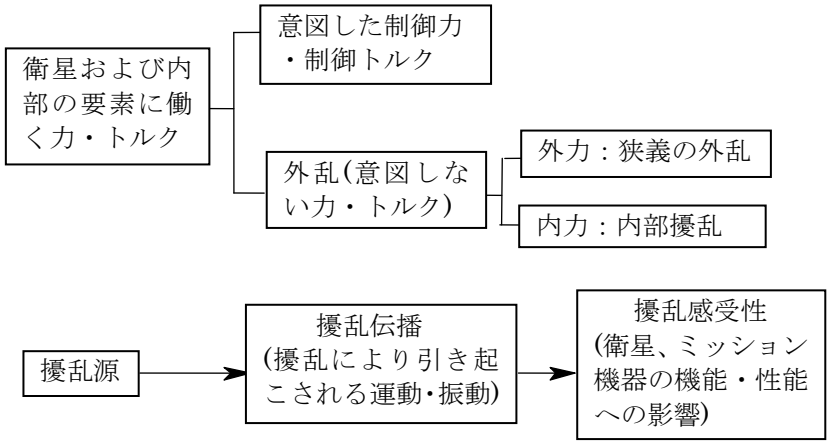

図１　擾乱の定義

擾乱を発生する質量の運動、またはその運動する質量を含む機器を擾乱源とよぶ。発生した擾乱は衛星本体、またはミッション機器等の運動（振動を含む）を引き起こし（擾乱の伝播という）、その機能・性能に影響を及ぼす。擾乱により引き起こされる運動（振動）により衛星及び機器の機能・性能が影響を受ける場合、擾乱感受性があるという。

本設計標準では、衛星内に擾乱源があり、また、衛星が擾乱感受性のある機器を有する場合、要求される衛星及びミッション機器の機能・性能を達成するため必要な擾乱源、擾乱の伝播及び擾乱感受性機器等を管理するプロセスを規定する。擾乱源の例を表１に示す。

表１　各種擾乱源の例

種類	擾乱源	稼動振動数
外乱（参考）	太陽輻射圧トルク	ほぼ静的なトルク
	残留磁気トルク	
	重力傾度トルク	
定常的擾乱	姿勢制御用ホイール	10-200Hz
	ジャイロ	155Hz(9300rpm 回転の場合)
	太陽電池パドル駆動	
	機械走査アンテナ	1-10Hz
	冷凍機	15-200Hz
	ミッション機器駆動	
過渡的擾乱	ミッション機器駆動	
	太陽電池パドル駆動	
	ホイールゼロクロス	
	機器の展開・伸展	
	ロボットアーム駆動	
	サーマルスナップ	

２．２　擾乱の影響と分類

（１）擾乱の帯域による分類

姿勢角をここでは衛星本体の３軸周りの角度、指向角を衛星本体に搭載されている機器の３軸周りの角度とする。擾乱の周波数が低く、剛体運動のみをひきおこす場合は、搭載機器は衛星と一体として運動するので姿勢角と指向角は同じとみなすことが出来る（低周波領域)。衛星本体に柔構造物が付着している場合、擾乱の周波数が柔構造物の振動を励起する領域になると、柔構造物とそれに連成する機体の振動をひきおこす。この周波数領域（中間周波数領域）では、本体の姿勢角は柔構造物の影響を受けるが、搭載機器が剛体に搭載されている場合は、指向角と姿勢角は同じものとみなせる。一方、擾乱の周波数が、衛星本体や搭載機器の構造振動が生じる数 10Ｈｚ以上の領域（高周波領域）では、指向角は、主として衛星及び搭載機器の局所的な振動による変形により決定される。　低周波領域、中間周波数領域では擾乱は、姿勢系への影響が管理される。　一方、高周波領域では、機体の構造特性、擾乱伝播特性等（擾乱源の配置等を含む）が管理対象となる。　擾乱の帯域による分類（姿勢角と指向角の関係）を表２に示す。

表２　擾乱の帯域による分類（姿勢角と指向角の関係）

<table>
<tr><td>周波数
（オーダー）</td><td>低周波数領域
0.01Hz 程度以下</td><td>中間周波数領域
0.01Hz － 10Hz 程度</td><td>高周波数領域
10Hz 程度以上</td></tr>
<tr><td>姿勢角と指向角</td><td>姿勢角 ＝ 指向角</td><td>姿勢角　＝　指向角</td><td>姿勢角 ≠ 指向角</td></tr>
<tr><td rowspan="3">備考</td><td rowspan="2">衛星は全体として剛体とみなせる。</td><td rowspan="2">剛体とみなせる衛星構体に柔構造物が付く。搭載機器が柔軟付着物側に搭載されている場合は、「姿勢角 ≠ 指向角」</td><td>構造を伝達した局所的振動が擾乱の主成分。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">この周波数帯域では、指向角は局所的な変形による。</td></tr>
<tr><td colspan="2">指向制御がなされる場合[姿勢角 ＝ 指向角]でなくてよい。</td></tr>
</table>

（２）その他の分類

定常状態でミッションを遂行している衛星にはリアクションホイールのように定常的に擾乱を発生しているものがあり、これらが発生する擾乱を定常的擾乱という。定常的擾乱は前項のように周波数帯域で分類し管理することが可能となる。内部擾乱のうち、太陽電池パドル、アンテナ等の展開・伸展に伴って発生する擾乱（展開擾乱）も一時的に衛星の姿勢に大きな影響を及ぼす。これら過渡的な擾乱を過渡的擾乱とよぶ。また、太陽電池パドルの駆動では、ステッピングモータによる過渡的な擾乱が定期的に発生するが、１パルス毎の応答については過渡的擾乱、各パルス列全体のマクロな影響に着目する場合には定常的擾乱として扱う。この他、間欠的に駆動される機器についても、マクロに見ると過渡的な擾乱であるが、駆動中の短時間内の挙動については、定常的擾乱として扱う必要がある場合がある。擾乱の波形等による分類を表３に示す。
なお、特に微小な擾乱を微小擾乱とよぶ。微小擾乱は一般的に振動擾乱である場合が多く、微小振動（micro-vibration）と呼ばれることもある。

表３　擾乱の波形等による分類

区分	特徴と例
線スペクトル擾乱	機器の運転振動数やその倍調波、分数調波。 または構造や取り付け部の共振により伝達率が鋭く上がった振動源
ランダム擾乱	ノイズ的な振動。無視できないバックグラウンドノイズ
時系列で規定する擾乱（過渡的）	時系列で波形を規定（トルクまたは角運動量変化）する擾乱

２．３　擾乱管理の必要性

衛星開発の初期フェーズで、ミッション要求を評価し、高い指向精度、指向安定度等が要求される場合は、システム設計の一部として擾乱管理を実施すべきである。このほか、衛星の搭載機器内に大きな擾乱源を有する場合もシステム設計の一部として擾乱管理を実施する必要がある。擾乱管理をシステム設計として実施すべき、指向精度・指向安定度要求、及び擾乱源の大きさの目安は表４のとおりである。

衛星が加速度環境に対して感受性を有する機器を搭載する場合は、加速度環境にも留意した擾乱管理が必要となる。一般的に搭載機器が 0.0001m/s^2～0.001m/s^2（1mG～10mG）程度以下の微小な加速度環境にあることを必要とされる場合にも擾乱管理が要求される。

太陽電池パドル等の展開などによって発生する大きな擾乱は、機器の基本的機能・性能を満足するよう管理されるとともに、衛星の運用に及ぼす影響も評価管理される必要がある。この場合、太陽電池パドル等の機器及び展開に伴う運用のみを管理対象とすればよく、衛星開発の初期フェーズからのシステム設計の一部として擾乱管理は不要であるが、もちろんやってもよい。

本設計標準は、衛星開発の初期フェーズからのシステム設計の一部として実施すべき擾乱管理のプロセスについて規定する。

表４　擾乱管理すべきかどうかの目安

要求項目		数値	
高い精度要求がある場合	指向精度	0.01 ～0.001°以下	数値はミッションによる
	指向安定度	0.001～0.0001°[規定時間]以下	
大きい擾乱がある場合	擾乱源の大きさ	制御機器の発生する制御力・制御トルク・角運動量の 1/5 程度以上の擾乱	
加速度環境		0.0001m/s^2 ～ 0.001m/s^2（1mG~10mG）以下	

２．４　擾乱管理の内容

擾乱管理はシステム設計の一部として実施される、擾乱源・擾乱伝播（機器配置を含む）・擾乱感受性の管理等からなり、以下の内容が含まれる。また、各々の業務の関連を図２に示す。図中の太点線で囲ってあるのが擾乱管理作業である。

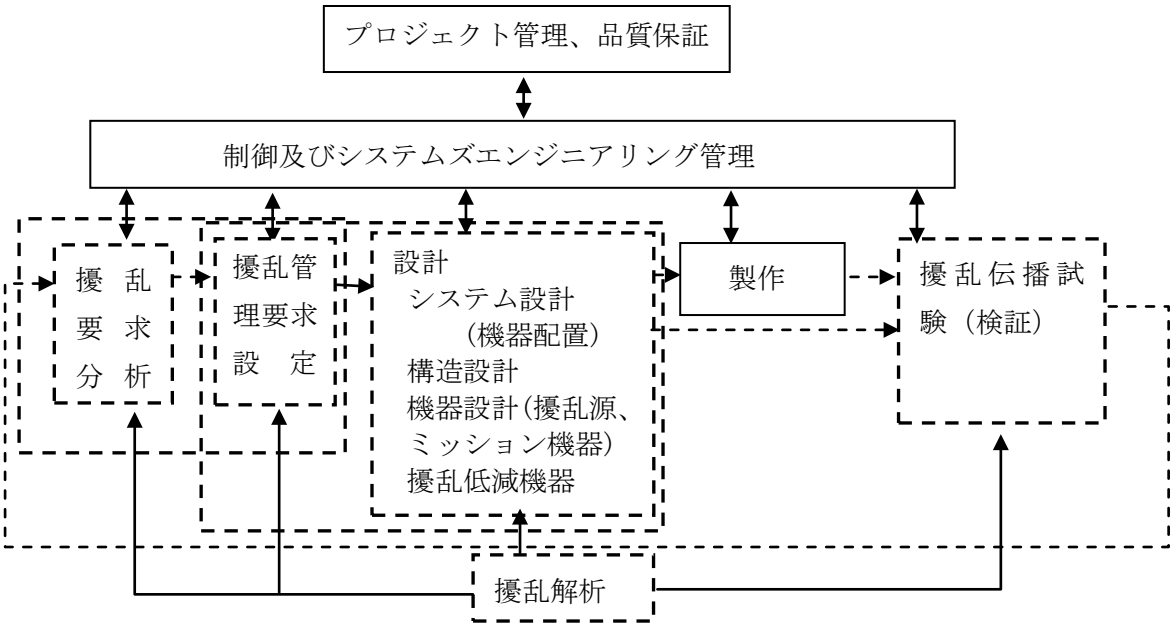

図２　プロセスフロー

（１）擾乱要求分析

ミッション要求またはシステム要求をブレークダウンした擾乱要求の分析

（２）擾乱管理要求の設定

基本的な擾乱管理の方針（以下の各項への配分を含む）

擾乱感受性機器に対する擾乱管理項目及び擾乱要求

擾乱源に対する擾乱管理項目及び擾乱要求

構造及び制御系に対する要求（剛性、帯域）

（３）擾乱機器に関する設計

擾乱源となる機器と擾乱感受性のある機器について以下の設計を行う。

システム設計(機器配置)
構造設計
機器設計(擾乱源、ミッション機器)
擾乱低減機器(アイソレータ、ダンパーなど)

（４）擾乱伝播試験

（５）擾乱解析

３．擾乱管理の各作業

擾乱管理作業は衛星開発の各段階において変わっていくが、ここでは開発初期段階での擾乱管理作業である擾乱要求分析と擾乱管理要求設定を説明する。

３．１　ミッション要求からの擾乱要求分析

まず、擾乱要求分析から始める。そのため、ミッション要求から擾乱源として問題になるもの、またその擾乱の影響を受けそうな機器（擾乱感受性機器）をリストアップする。

（１）擾乱源のリストアップ

まず、擾乱源としては２節に示した表１に示すようなものがあるが、管理に便利なように２節の表２，表３のように分類してみるのもよい。

（２）擾乱感受性機器のリストアップ

擾乱感受性機器としては各種ミッション機器がリストアップされる。

３．２　擾乱管理要求設定

システム擾乱管理へのベースライン要求としては『ミッション要求』を設定しているが、概念設計等では、このベースライン要求を基本入力として、具体的な擾乱管理要求等がアウトプットとして設定される。

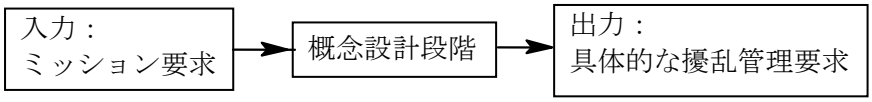

図３　概念設計時の入出力

これらのアウトプットは、可能な限り文書化しておくべきであるが、本標準では、プロジェクト固有の擾乱管理基準または擾乱管理要求（書）として文書化すること提案している。

また、サブシステム、機器個別の擾乱要求はこの文書の要求に従って、個別の擾乱特性仕様が設定されるものとする。各フェーズの設計結果は設計審査会等でその妥当性を評価しておく必要がある。

４．衛星開発の各フェーズにおける擾乱管理

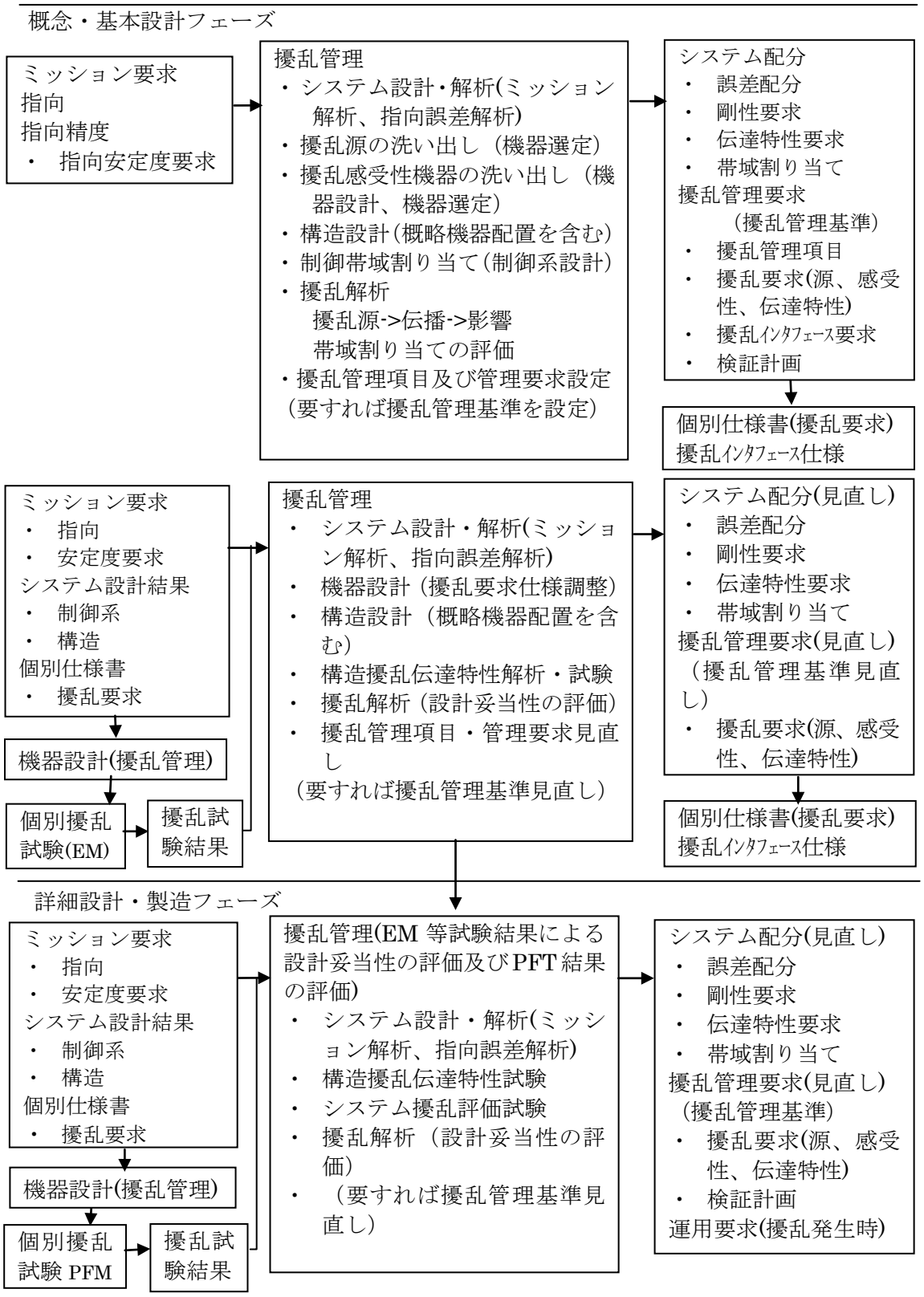

図４　衛星開発の各フェーズでの擾乱管理フロー

図４に衛星設計における擾乱管理の流れを示す。また、各フェーズの擾乱管理作業の概要と擾乱管理実施上の注意事項を次章に示す。本標準では、システムで実施する擾乱管理についてその概要を示すが、サブシステム、機器においても、同様の管理が可能である。サブシステム・機器の擾乱管理のベースライン要求は『ミッション要求、システム要求』ではなく、『個別の擾乱要求』となる。

ここでは、擾乱管理作業を衛星開発の流れに沿って、衛星設計の各フェーズでどのような作業を実施すべきかを述べる。衛星開発においては、擾乱管理作業への入力及び出力を意識した擾乱管理計画を策定する必要がある。

４．１　概念・予備設計（構想設計）フェーズ

（１）システム設計・解析

ミッション要求をブレークダウンし、基本的な擾乱要求（擾乱に割り当てられた指向誤差配分等が問題になるかどうか）を評価する。また、搭載機器に大きな擾乱源がある場合は、ミッション等に及ぼす影響を概略評価し、擾乱管理の方針を決定する。管理方針の中では、パドル展開等運用に制約を付けて擾乱の影響を回避するものを明確に識別する必要がある。

擾乱管理の方針には、設計、検証していくためにどのような検討や試験などが必要になってくるかの概念を明らかにする必要がある。また、大きな試験装置やイベントなどを見逃さないようにし、予算上の措置などリソースを算定する必要がある。状況によっては、BBM フェーズの挿入（概念・基本設計フェーズでの擾乱測定試験等）が必要になってくる場合もある（擾乱管理の方針は必要に応じて擾乱管理基準として整理する）。このシステム設計・解析の段階では配分設計が重要であり、配分と集計は一体として管理すべきもので、配分時に集計方法も定義する。また、擾乱管理に関連して新規開発項目が多く、軌道上での検証が必要な場合は、この段階で、軌道上での検証計画を立案し、人工衛星開発の過程で軌道上での擾乱測定機器の開発も実施する必要がある。

（２）擾乱源及び擾乱感受性機器の把握

先ずは搭載機器にどのようなものがあるかを調べることから始まる。ホイール等のバス機器の他、ミッション系の冷却機、コンプレッサなどの機器についても擾乱源とならないかを検討する必要がある。また、展開擾乱等の非定常的な擾乱についても擾乱源として把握する必要がある。擾乱源として識別した機器は、管理項目及びその値を仮設定し、擾乱解析等で評価出来るようにする。また、擾乱管理基準が設定されている場合は、擾乱管理基準に照らして、各機器及びシステムが条件を満たしてしているかを評価し、満たしていない場合は機器設計（機器選定を含む）またはシステム設計（システム配分）にフィードバックする。擾乱感受性機器の把握についても同様で、ミッション機器の他、バス系のセンサ（慣性センサ、光学センサ）、加速度計についても擾乱感受性がないかを調査する必要

がある。調査の結果、識別された擾乱感受性機器は擾乱源と同様、管理項目及びその値を仮設定し、擾乱解析等で評価出来るようにする。また、この段階で、擾乱源及び擾乱感受性機器と機体とのインタフェース（機器個別の擾乱試験環境を含む）を決めておくことが重要である。また、必要に応じてインタフェースも擾乱管理項目となる。

（３）構造設計及び制御帯域の割り当て

このフェーズでは、前項で把握された擾乱源及び擾乱感受性の特性（周波数特性等を含む）をベースに、概略の擾乱解析（擾乱の影響を評価）を実施し、機器配置及び制御系の帯域割り当てを実施する。この段階では経験値に基づいて擾乱伝達率を推定し、擾乱要求としての構造設計要求及び機器配置要求を設定することが重要である。また、擾乱管理基準が設定されている場合は、構造設計の結果を擾乱管理基準の剛性要求及び減衰要求等を満足しているかを評価する必要がある。

制御系に対する制御帯域は、上記構造解析の結果及び各機器の擾乱特性（擾乱周波数）等と干渉しないように割り当てられる。このとき、可能であれば、制御系と擾乱源は1 decade 以上分離することを目標とする。この目標が達成できない場合は、制御系は、擾乱の周波数帯で、位相安定となるよう設計される必要がある。

（４）擾乱解析

擾乱の影響を評価し、ミッション要求等を満足できるかを把握するための解析である。このフェーズでは、擾乱管理項目について十分な情報が無い場合も多いが、実績値等を活用して解析する。また、解析の結果、ミッション要求等を満足しないことが分かれば、ミッション解析及び擾乱管理基準等にフィードバックする。また、解析の結果、ミッション要求等を満足することが分かれば、擾乱管理項目及びその値は妥当であるし、擾乱管理要求が設定される。

（５）擾乱管理要求の設定

前項までで確立した擾乱管理項目とその値は、擾乱要求としてまとめられる。また、各擾乱管理項目についてはフライトまでの検証要求を含むものとする。また、このフェーズで機器設計（機器選定）が終了していない場合は、擾乱管理基準を設定して、引き続き機器設計及び機器選定を実施していくものとする。

（６）設計審査等

設計審査（システム要求レビュー（SRR）等）では、上記作業結果（擾乱管理）をミッション要求等に照らしてその妥当性を評価する。この段階では、擾乱管理のレベルにあわせた擾乱管理の方針（擾乱管理基準）が設定されているか、及び合理的な擾乱管理項目が設定されているかの確認が重要である。

４．２　基本設計検討（ＥＭフェーズ）

（１）システム設計・解析

概念設計、予備設計段階で設定された擾乱管理要求（擾乱管理基準）に従って設計された結果により、システムにおける指向誤差解析等を実施し、基本設計段階での擾乱管理の妥当性を評価する。必要に応じて、擾乱管理の方針（擾乱管理基準等）を見直す。

（２）サブシステム／機器設計、仕様調整

前フェーズで設定された擾乱要求に従ってサブシステム（構造及び制御系）、機器の設計を行う。システムにおいては、機器設計の一環として、擾乱管理要求（または擾乱管理基準）に従って機器及サブシステムの設計が実施されているかを評価する。また、このフェーズで機器選定がなされた場合は、擾乱管理基準に照らして、機器の擾乱特性が妥当かどうかの評価を行う。この段階では一部機器については擾乱測定試験等を行い、システム解析及び擾乱解析に供する。その結果、要すれば擾乱要求仕様の調整及び擾乱要求の見直しを行う。

（３）機器の擾乱特性試験（ＥＭによる試験）

擾乱特性を把握するための試験は、技術的にも難しく、大規模なものになるので、関連する各分野を総合して入念な試験計画の立案が必要となる。特に、インタフェース等に齟齬がないようシステム側と十分調整の上実施する。また、試験結果は、報告会等によりシステムを含む関連部門の評価を受けることが望ましい。

（４）構造擾乱伝達特性試験

構造設計等の結果は必要に応じてシステムで構造擾乱伝達特性試験を実施し（システム構造モデル等を使用）、擾乱伝達特性等を評価する。擾乱伝達特性が擾乱要求を満足しない場合は、擾乱アイソレータ等を含めた構造設計の見直しを行う。システムで実施する擾乱伝達特性試験においては個別に評価しにくい擾乱源及び擾乱感受性のある機器を搭載し、機器を含めた擾乱伝達特性を把握する場合もある。システムで実施する擾乱伝達特性試験は技術的にも難しく、大規模なものになるので、関連する各分野を総合して入念な試験計画の立案が必要となる。

（５）擾乱解析

このフェーズではＥＭ（構造モデル等を含む）試作結果としての各種擾乱特性データ（擾乱源、擾乱伝達特性、擾乱感受性）が出そろうので、それらのデータを使用して、擾乱管理の妥当性及びシステム成立性を確認する。また、解析の結果、ミッション要求等を満足しないことが分かれば、ミッション解析及び擾乱管理基準等にフィードバックする。逆に、満足することが分かれば、擾乱管理項目及びその値は妥当であるし、擾乱管理要求が設定

される。

（６）擾乱管理要求の見直し

前項までの作業結果で要すれば擾乱管理要求を見直し、同時にサブシステム、個別機器に対する擾乱関連要求を見直す。

（７）設計審査等

以下の項目について審査する。

・サブシステム及び機器ＰＤＲ

サブシステム及び機器擾乱特性、インタフェースパラメータの妥当性の確認、および単体検証・試験計画の確認をおこなう。またＢＢＭ等の試験がされている場合は試験結果の妥当性の確認を行なう。

・システムＰＤＲ

擾乱に関するシステム設計（構造設計、制御系設計を含む）の妥当性をシステム解析及び擾乱解析結果で評価する。

４．３　詳細設計・製造フェーズ（ＰＦＭフェーズ）

このフェーズでは EM での試験結果等が存在し、ある程度現実的な設計検討が可能になっているので、まずＣＤＲ等により擾乱管理項目についても設計のベースラインの確認を行う。その結果、製造フェーズに移行する。ＥＭの試験結果により擾乱要求等に変更が必要な場合は、変更の妥当性を解析等により評価しておく必要がある。擾乱要求が妥当であることが確認できれば、擾乱管理要求（擾乱管理基準）及び個別の擾乱要求仕様に従って、製造段階に移行する。以下基本的には前節（２）項と同様の作業を行う。

（１）　システム設計・解析

基本設計段階で設定された擾乱管理要求（擾乱管理基準）に従って設計された結果及びＥＭの試験結果等により、システムにおける指向誤差解析等を実施し、詳細設計段階での擾乱管理の妥当性を評価する。必要に応じて、擾乱管理の方針（擾乱管理基準等）を見直す。この段階で見直しが必要な場合はＥＭ等により設計妥当性の再確認が必要になる。また、この段階では、擾乱により運用制約等が発生する場合は、運用要求として運用段階へ情報を伝達する（展開、アンテナスルー等）。

（２）　サブシステム／機器設計、仕様調整

ＥＭ等の擾乱設計妥当性を評価し、サブシステム、機器の詳細設計を行う。システムに

おいては、機器設計の一環として、擾乱管理要求（または擾乱管理基準）に従って機器及サブシステムの設計が実施されているかを評価する。

（３）　サブシステム・機器の擾乱特性試験（ＰＦＭによる試験）

擾乱特性を把握するための試験は、技術的にも難しく、大規模なものになるので、関連する各分野を総合して入念な試験計画の立案が必要となる。特に、インタフェース等に齟齬がないようシステム側と十分調整の上実施する。また、試験結果は、報告会等によりシステムを含む関連部門の評価を受けることが望ましい。

（４）　構造擾乱伝達特性試験及び総合擾乱特性試験（ＰＦＭによる試験）

構造設計等の結果は必要に応じてシステムで構造擾乱伝達特性試験を実施し（システム構造等を使用）、擾乱伝達特性等を評価する。また、必要に応じてシステムについて総合擾乱特性試験を実施し、擾乱管理の妥当性を評価する。システムで実施する擾乱特性試験は技術的にも難しく、大規模なものになるので、関連する各分野を総合して入念な試験計画の立案が必要となる。

（５）　擾乱解析

このフェーズではＰＦＭ試験結果としての各種擾乱特性データ（擾乱源、擾乱伝達特性、擾乱感受性）が出そろうので、それらのデータを使用して、擾乱管理の妥当性及びシステム成立性を確認する。また、解析の結果、ミッション要求等を満足しないことが分かれば、ミッション解析及び擾乱管理基準等にフィードバックする。

（６）　擾乱管理要求の見直し

前項までの作業結果で要すれば擾乱管理要求を見直し、同時にサブシステム、個別機器に対する擾乱関連仕様を見直す。

（７）　設計審査等

以下の項目について審査する。

・サブシステム及び機器ＣＤＲ

機器擾乱特性、インタフェースパラメータの妥当性の確認を行う。単体検証・試験計画も確認する。またＢＢＭ等の試験がされている場合は試験結果の妥当性の確認も行う。

・システムＣＤＲ

擾乱に関するシステム設計（構造設計、制御系設計を含む）の妥当性をシステム解析及び擾乱解析結果で評価する。

・ＰＱＲ

PFT で擾乱試験を実施した場合は、その結果により、設計の妥当性、運用制約の妥当性を評価する。また、要すれば運用制約等の見直しを行う。

４．４　軌道上運用フェーズ

軌道上に於ける擾乱発生により、運等制約が発生する場合がある。まずは、設計段階で設定された擾乱に関連した運用制約が、運用手順等に反映されているかの確認が必要である（太陽電池パドル展開擾乱、サーマルスナップによる振動が静定する間での時間等)。
軌道上では、チェックアウト（初期点検等）で、設計・製造での結論が正しかったことを確認する。また、万が一の場合には、運用での回避を試みる。

（１）運用制約

パドル展開擾乱、アンテナスルー時の擾乱、サーマルスナップ振動の静定等、運用制約となる場合が多い。これらの擾乱による運用制約を識別し、運用手順等に反映されていることを確認する。また、これらの制約に照らして運用手順が妥当であるかを運用解析等で確認する。

（２）チェックアウト

運用初期の動作確認である。テレメトリやシステム性能（通信系なら回線品質、撮像系なら撮れた画像）から、期待どおりの性能が得られているかどうかを確認する。要すれば軌道上で擾乱を計測する機器を搭載し、擾乱特性を把握するための運用を実施する。軌道上で擾乱を計測するセンサとしては、バス機器としてのＩＲＵ等を使用する場合が多いが、パドル展開・アンテナ展開等の擾乱を測定するために専用の加速度計やジッタセンサを搭載する場合もある。軌道上で擾乱特性等を把握する試験（チェックアウト）は、技術的に難しいものになるので、実施する場合は、関連する各分野を総合して入念な試験計画を立案することが必要となる。

（３）不具合調査等

性能が期待どおりでなければ、それが、擾乱によるものかどうかを調査する。擾乱源と思しき機器の ON/OFF や、ホイールならば回転数との相関などを調べて、運用による回避等を検討する。

（４）実績データ取得／評価

加速度計や姿勢センサなどを使えば、軌道上における貴重なデータが得られる場合もあるため、可能ならばこれらのデータを取得し、評価しておくと次の設計で役に立つ。