

Simple PAF User's Manual



Small satellite separation system
Revision 0 February 2026

目 次

1. はじめに	3
1. 1 特長	3
1. 2 概要	4
2. システム構成	5
2. 1 Simple PAF 各部品の構成	5
2. 2 オプションの紹介	6
3. インタフェース	9
3. 1 機械的インタフェース	9
3. 1. 1 取付面	9
3. 1. 2 包絡域	11
3. 2 電氣的インタフェース	13
3. 2. 1 コネクタ	13
3. 2. 2 結線	14
3. 2. 3 分離信号	16
4. 特性	17
4. 1 最大荷重／剛性	17
4. 2 分離速度	18
4. 3 分離角速度（チップオフレート）	20
4. 4 分離衝撃	21
4. 5 質量特性	22

1. はじめに

本文書は、ロケットとの分離機構を初期検討している小型衛星もしくは小型ペイロードの顧客に向けて提供される参考情報です。本文書は定期的に改訂されます。本マニュアルの内容に関する解釈もしくは詳細はお問い合わせください。

SimplePAF は、小型衛星もしくは小型ペイロード向けの分離機構です。日本の衛星分離機構のトップランナーとして、大型衛星の衛星分離機構の開発知見を活かして製品化しました。ユーザにとっても使いやすい製品に仕上がっております。様々な小型衛星／ペイロードの宇宙空間での分離に貢献してまいります。

SimplePAF は、小型衛星もしくは小型ペイロードとロケットの切り離し装置に適用することを目的に設計しており、様々なロケットに使えるよう互換性を持たせています。

1. 1 特長

1) 低コスト／短納期

単純な構造と機構の採用により、低コストと短納期を実現しています。

- ・ 部品形状の単純化
- ・ 部品点数の最小化
- ・ 組立はボルト締結のみ

2) 低衝撃

火工品を使用しない機構により、低衝撃（1000Gsrs 以下）を実現しています。

3) 輸出規制への影響

輸出時に EAR や ITAR の輸出規制の影響を受けません（2026 年 1 月時点）。ただし、輸出管理における各国の最新の各種法令への抵触判断は、最終的にユーザ（輸出者）が行っていただく必要があります。

4) 非火工品化

分離機構に火工品を使用していないため、取扱いに伴う火薬類取締法の制約を受けません。

5) 運用性の簡素化

本製品はマルマンクランプバンド方式を採用しており、1ヶ所のみのバンド締付で作業可能であるため、運用がとても簡単です。また、作業には特別な資格も必要なく、ユーザだけで作業することができます。なお、技術指導も対応可能です。

1. 2 概要

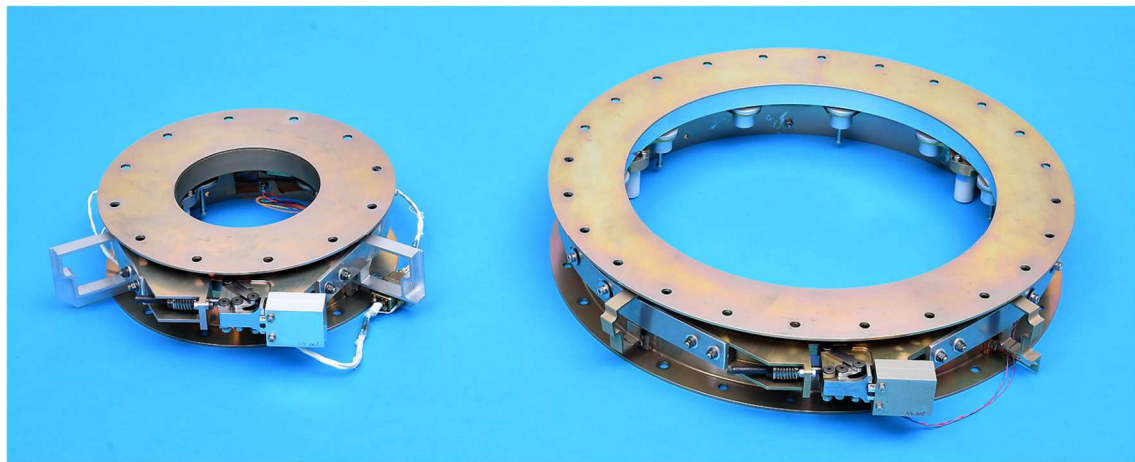
SimplePAF の概要を表 1 - 1 と写真 1 - 1 に示します。今後ラインナップは増やす予定です。

表 1. 2 - 1 型式と概要

型式		Simple PAF 8M	Simple PAF 15M
衛星との機械的 I/F	ピッチ円直径	203.2mm(8in)	381.0mm(15in)
	ボルト数	12	24
	ボルト規格	NAS6204-xx : 1/4in 六角頭ボルト	
	締付トルク	7.1~8.6N・m	
衛星との電氣的 I/F		分離確認スイッチ 2 個 or 3 個 : オプション アンビリカルライン (信号ライン 14ch) : オプション	
衛星フレーム質量		0.4kg ^{*1}	0.8kg ^{*1}
ロケットとの機械的 I/F	ピッチ円直径	203.2mm(8in)	381.0mm(15in)
	ボルト数	12	24
	ボルト規格	NAS6204-xx : 1/4in 六角頭ボルト	
ロケットとの電氣的 I/F		作動ライン 2 系統 : 標準装備 分離確認スイッチ 2 個 : オプション アンビリカルライン (信号ライン 14ch) : オプション	
衛星放出バネ		6 本	12 本
バンド締付力		6kN	6kN または 8.4kN ^{*2}
衛星分離部全体質量		2.4kg ^{*1}	3.6kg ^{*1}

注記*1 : 装備品 (分離確認スイッチ、アンビリカルライン) を除く

*2 : 衛星質量、重心位置、準静的加速度に応じて締付力が異なります



Simple PAF 8M

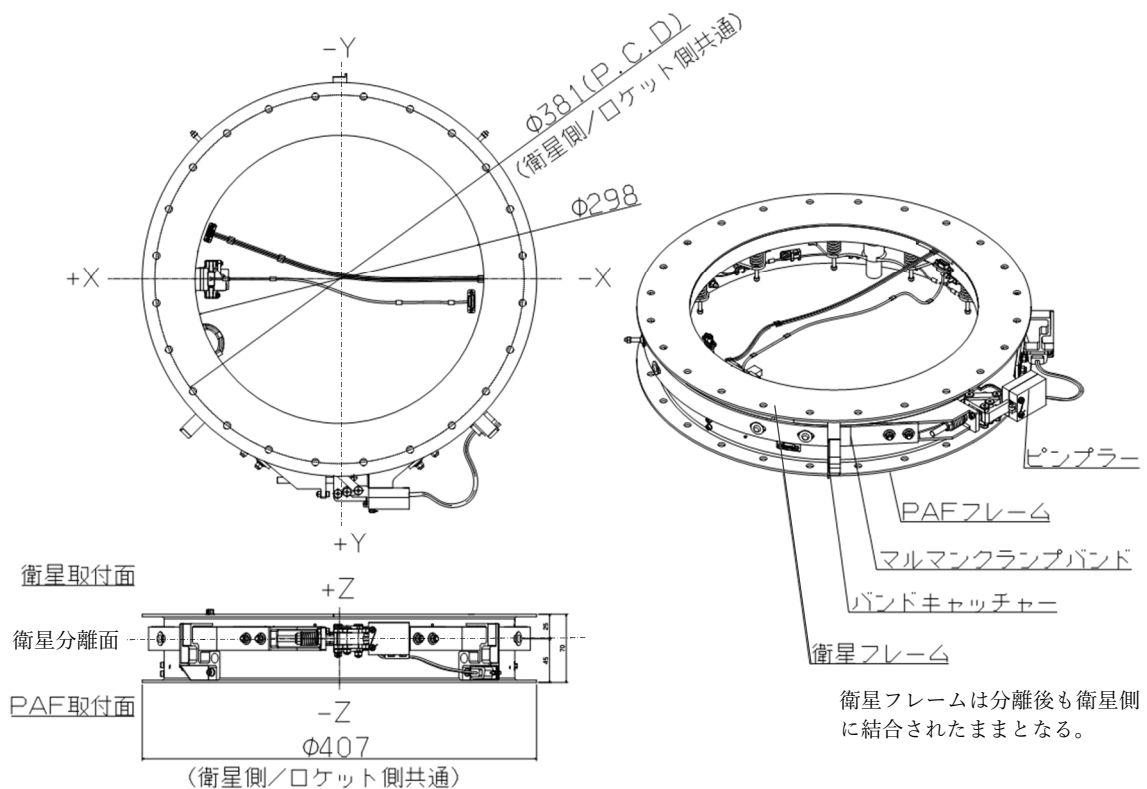
Simple PAF 15M

写真 1. 2 - 1 Simple PAF の外観

2. システム構成

2. 1 Simple PAF 各部品の構成

Simple PAF は信頼性の高いマルマンクランプバンドを採用し、フレーム間に確実な結合を実現しています。バンドの分離位置はピンプラー1ヶ所、分離後のバンドを捉えるバンドキャッチャーは3ヶ所と、少ない部品点数で構成しています。【図2. 1-1】
取付手順は非常にシンプルで、まず衛星本体に衛星フレームを取り付け、その後衛星フレームを装着した衛星を PAF に結合します。最後に、PAF をロケット側へ結合することで、取り付け作業を完了できます。



原点：X 軸、Y 軸はフレームの中心、Z 軸は衛星分離面

図 2. 1 - 1 PAF 各部品の構成概要 (代表：15M)

2. 2 オプションの紹介

Simple PAF で選択可能な標準オプションは以下の通りです。これらの項目からユーザーが自由に選択できます。

- ・衛星側分離スイッチ（3 c h）【図 2. 2-1】、（2 c h）【図 2. 2-2】
- ・ロケット側分離スイッチ（2 c h）【図 2. 2-3】
- ・衛星アンビリカルライン【図 2. 2-4】

上記以外のオプション仕様を希望することも可能です。その場合は、ミッション・モデルイフィケーションとして特注品対応にて調整します。

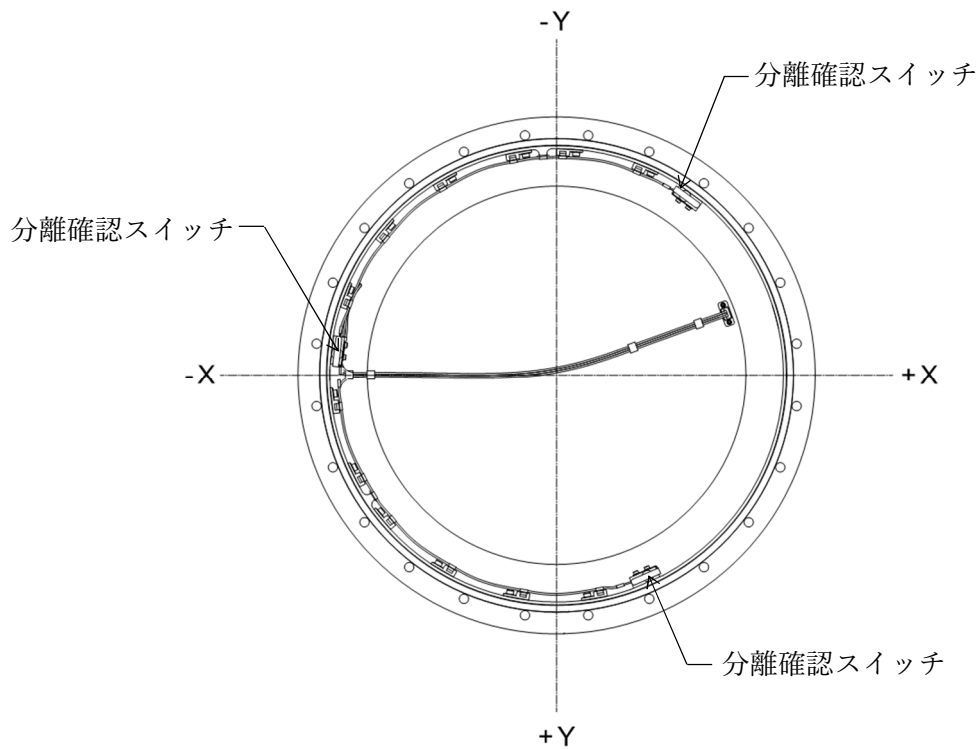


図 2. 2-1 衛星側分離確認スイッチ（3 c h）（代表：15M）

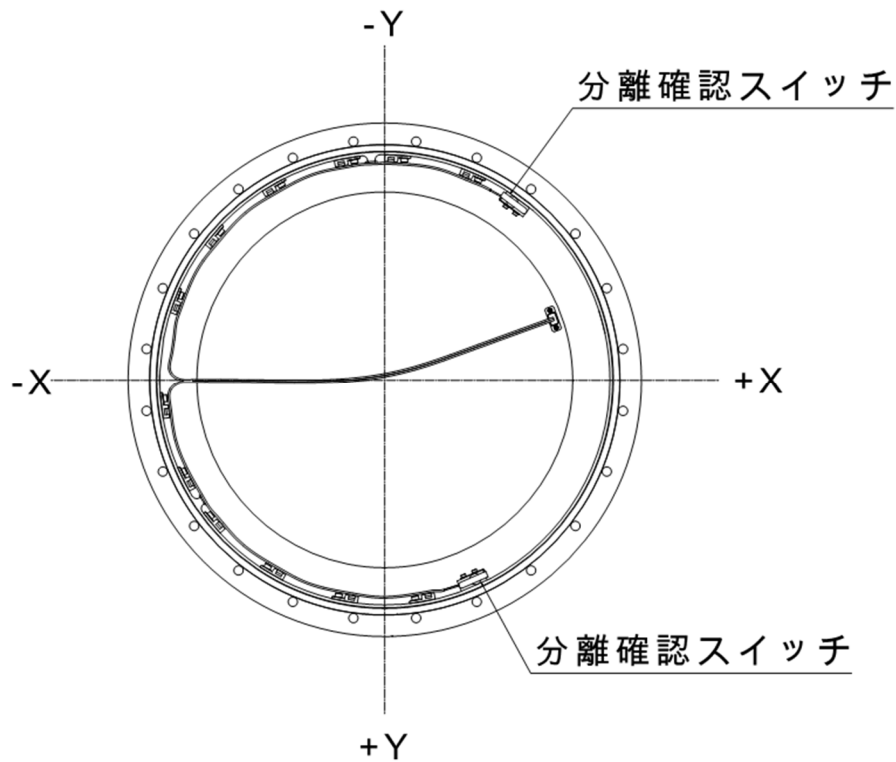


図 2. 2-2 衛星側分離確認スイッチ (2 c h) (代表: 15M)

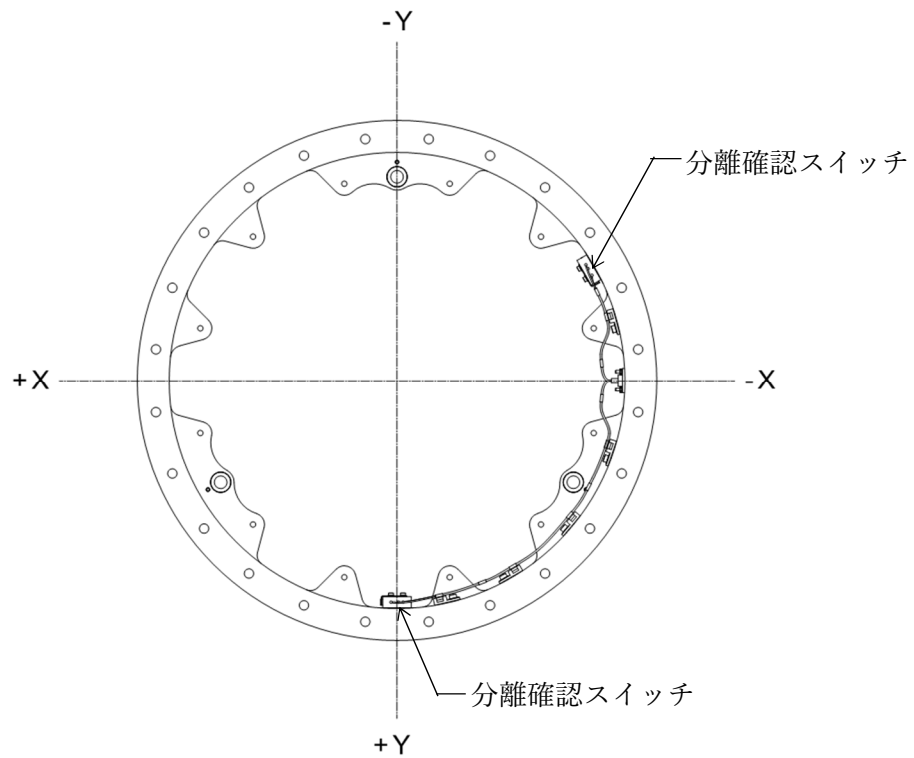


図 2. 2-3 ロケット側分離確認スイッチ (2 c h) (代表: 15M)

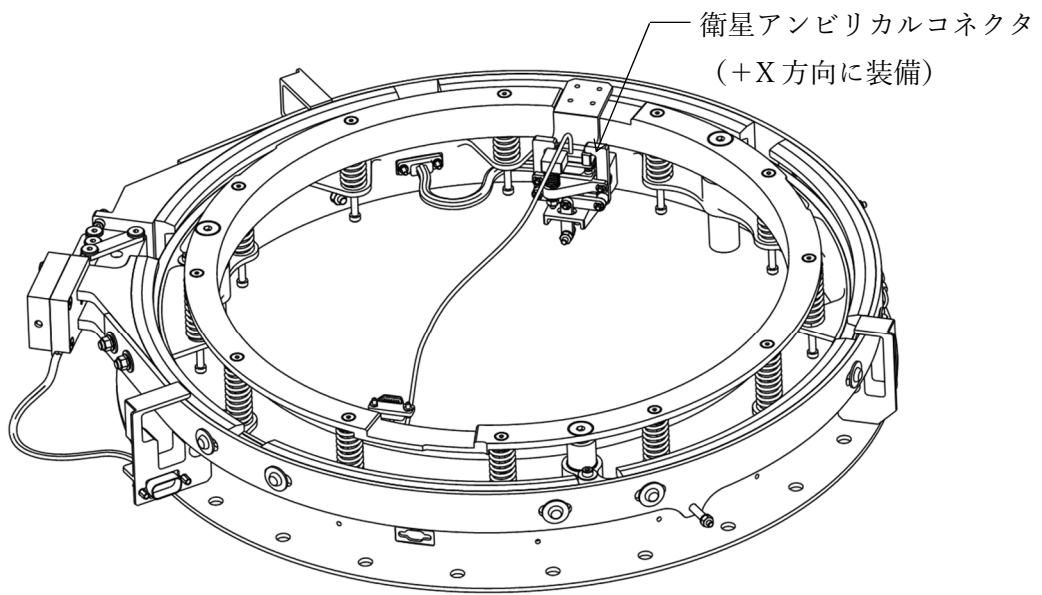


図 2. 2-4 衛星アンビリカルライン (代表: 15M)

3. インタフェース

3. 1 機械的インタフェース

3. 1. 1 取付面

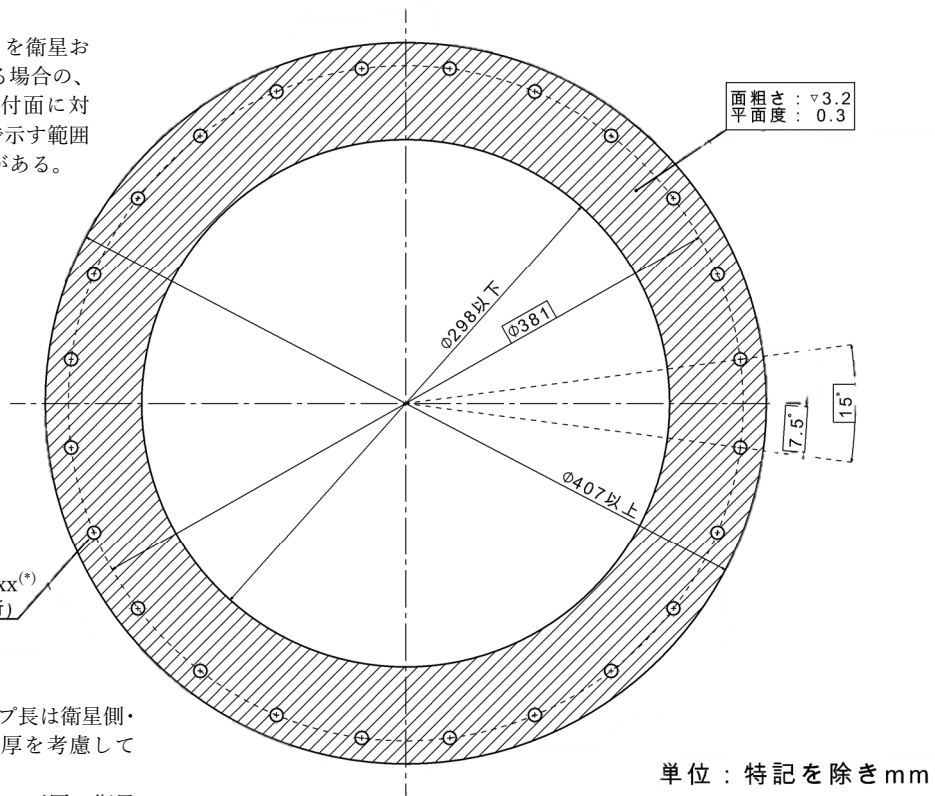
Simple PAF とのインタフェースとなる、衛星側およびロケット側の取付面仕様を図に示します。(衛星側／ロケット側共通)

右図が Simple PAF 15M を衛星およびロケットに取付ける場合の、衛星側／ロケット側取付面に対する要求。ハッチングで示す範囲の取付面を設ける必要がある。

なお、対象領域の平面度要求は 0.3mm 以下であるが、PAF のフレームを取り付ける時に隙間が生じる場合は、隙間が 0.2mm 以下になるようにシム調整してフレームを取り付けなければならない。

BOLT: NAS6204-xx^(*)
(24箇所)
位置度 $\phi 0.3$

(*) 推奨ボルト。グリップ長は衛星側・ロケット側のフランジ厚を考慮して決めてください。
PAF 側フレームのフランジ厚は衛星側/ロケット側いずれも 2.5mm です。



衛星側／ロケット側への PAF 取付のファスナ（ボルト、ナットもしくはインサート、ワッシャ、シム）はユーザーでご準備ください。ナットもしくはインサートはセルフロック付を推奨します。なお、提供することも可能ですが、ミッション・モディフィケーション（M/M）の取扱いとなります。

図 3. 1. 1 - 1 Simple PAF 取付面インタフェース (15M)

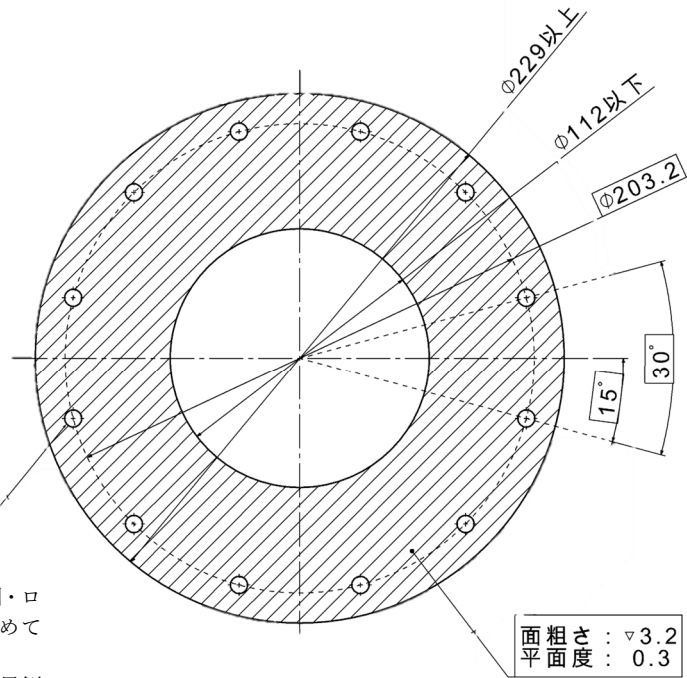
右図が Simple PAF 8M を衛星およびロケットに取付ける場合の、衛星側／ロケット側取付面に対する要求。ハッチングで示す範囲の取付面を設ける必要がある。なお、対象領域の平面度要求は 0.3mm 以下であるが、PAF のフレームを取り付ける時に隙間が生じる場合は、隙間が 0.2mm 以下になるようにシム調整してフレームを取り付けなければならない。

BOLT: NAS6204-xx^(*)(12箇所)

位置度 $\phi 0.3$

(*) 推奨ボルト。グリップ長は衛星側・ロケット側のフランジ厚を考慮して決めてください。

PAF 側フレームのフランジ厚は、衛星側で 4.0mm、ロケット側で 4.5mm です。



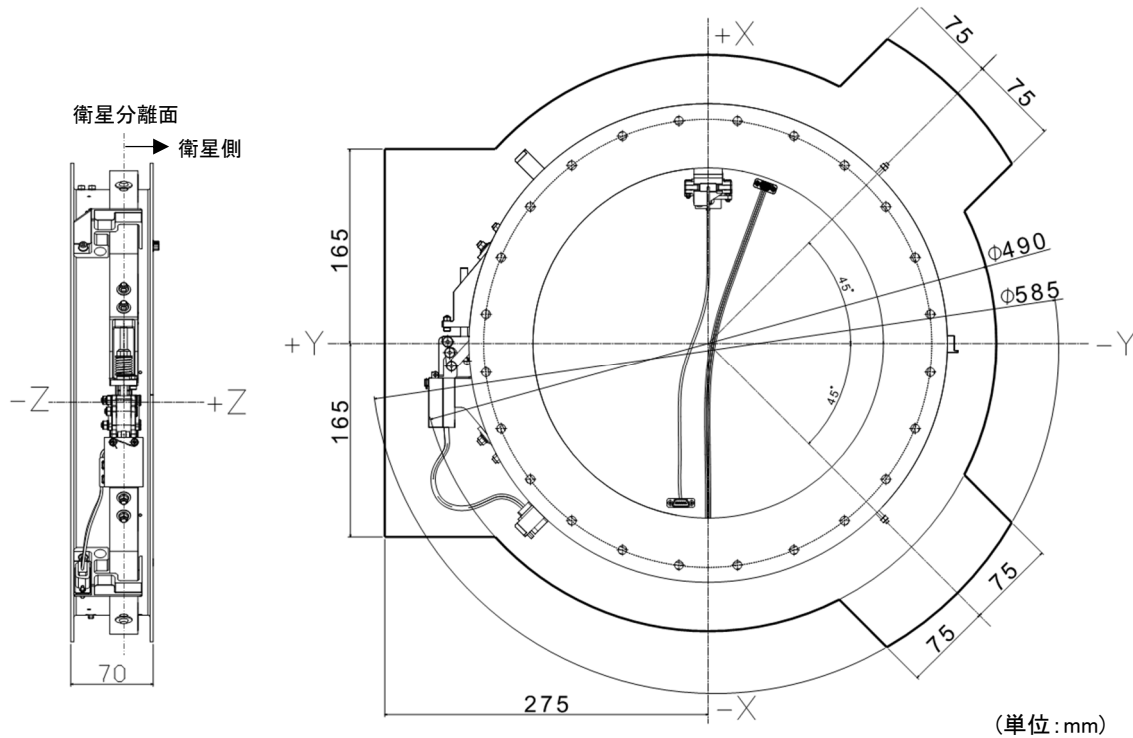
単位：特記を除き mm

衛星側／ロケット側への PAF 取付のファスナ（ボルト、ナットもしくはインサート、ワッシャ、シム）はユーザーでご準備ください。ナットもしくはインサートはセルフロック付を推奨します。なお、提供することも可能ですが、ミッショント・モディフィケーション（M/M）の取扱いとなります。

図 3. 1. 1 - 2 Simple PAF 取付面インタフェース (8M)

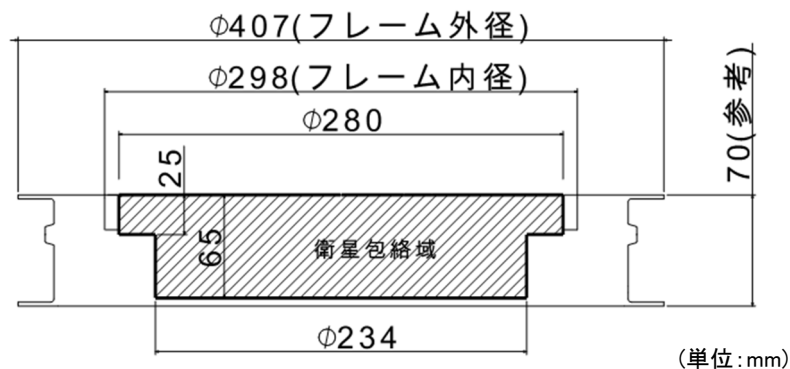
3. 1. 2 包絡域

PAF に干渉していなくても、バンド分離時の可動領域や結合作業時のスペースなどを考慮する必要があるため、以下に PAF の外側と内側の衛星包絡域を示します。



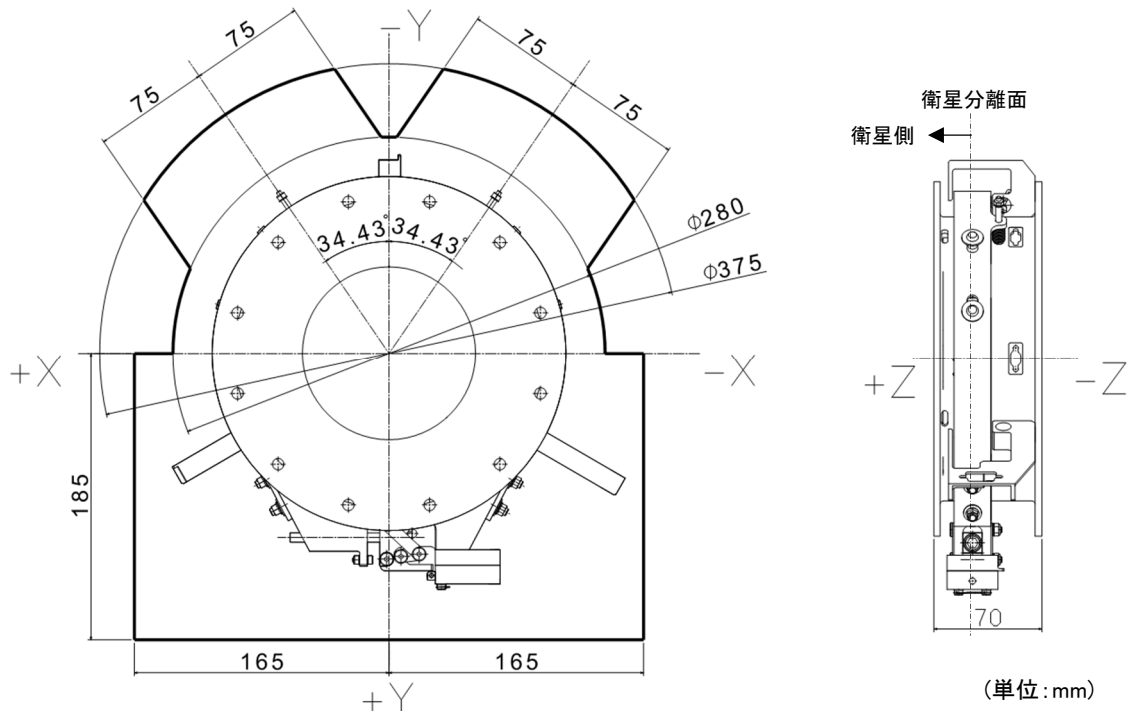
上記に示す外形線（太線）の外側が衛星包絡域（衛星の存在が許容される領域）。本領域は、分離時のバンドの動的挙動及び作業領域も考慮している。

図 3. 1. 2-1 Simple PAF 外側の衛星包絡域 (15M)



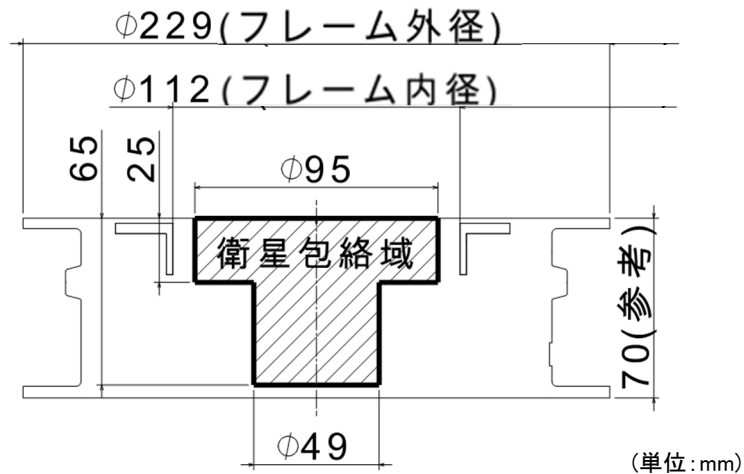
上記に示すハッチング部が衛星包絡域（衛星の存在が許容される領域）。
ただし、静的加速度や振動環境等による動的変形も考慮して、衛星側構成品が上記範囲を逸脱しないこと。
また、アンビリカルラインを装備する場合の構成品、及び衛星側の分離確認スイッチの配線との干渉は、別途考慮する必要がある。

図 3. 1. 2-2 Simple PAF 内側の衛星包絡域 (15M)



上記に示す外形線（太線）の外側が衛星包絡域（衛星の存在が許容される領域）。
本領域は、分離時のバンドの動的挙動及び作業領域も考慮している。

図 3. 1. 2-3 Simple PAF 外側の衛星包絡域 (8M)



上記に示す内部が衛星包絡域（衛星の存在が許容される領域）。
ただし、静的加速度や振動環境等による動的変形も考慮して、衛星側構成品が上記範囲を逸脱しないこと。
また、アンビリカルラインを装備する場合の構成品、及び衛星側の分離確認スイッチの配線との干渉は、別途考慮する必要がある。

図 3. 1. 2-4 Simple PAF 内側の衛星包絡域 (8M)

3. 2 電氣的インタフェース

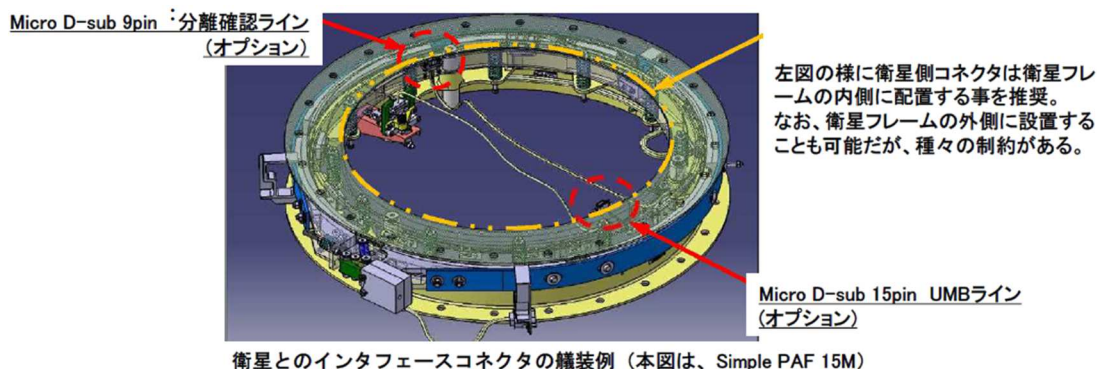
3. 2. 1 コネクタ

Simple PAF とのインタフェースとなる、衛星側およびロケット側のコネクタ仕様をそれぞれ示します。(15M/8M 共通)

機能	コネクタ部品番号：推奨品* ¹		艙装位置
	PAF 側	衛星側	
分離確認ライン	MDM-9SHV37K-A174	MDM-9PH***-A174：***で線種等を選択 ※ジャックポスト(#2-56UNC-2A)	衛星上
UMB ライン	MDM-15SHV37K-A174	MDM-15PH***-A174：***で線種等を選択 ※ジャックポスト(#2-56UNC-2A)	衛星上

注記*1：推奨品、または互換性のあるコネクタを選定する事を推奨。

互換性のないコネクタについても対応可能だが、専用設計となる。



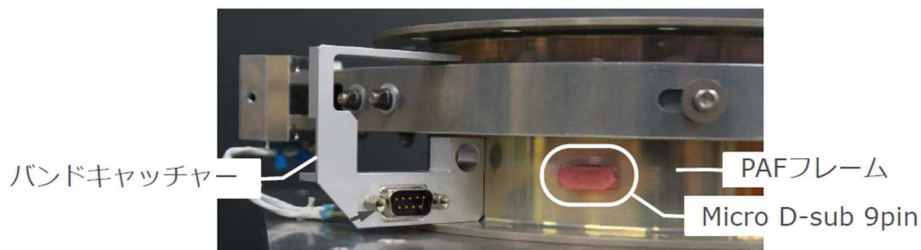
衛星とのインタフェースコネクタの艙装例 (本図は、Simple PAF 15M)

図 3. 2. 1-1 衛星インタフェースコネクタ (15M/8M 共通)

機能	コネクタ部品番号：推奨品* ¹		艙装位置
	ロケット側：推奨品* ¹	PAF 側	
分離系ライン	M24308/4-1Z	M24308/2-1Z	バンドキャッチャー上
分離確認ライン	MDM-9SH***-A174：***で線種等を選択 ※ジャックスクリュー(#2-56UNC-2B)	MDM-9PHV37P-A174	PAF フレーム上
UMB ライン	MDM-9PH***-A174：***で線種等を選択 ※ジャックスクリュー(#2-56UNC-2B)	MDM-15PHV37P-A174	PAF フレーム上

注記*1：推奨品、または互換性のあるコネクタを選定する事を推奨。

互換性のないコネクタについても対応可能だが、専用設計となる。



ロケットとのインタフェースコネクタの艙装例 (本写真は、Simple PAF 8M)

図 3. 2. 1-2 ロケットインタフェースコネクタ (15M/8M 共通)

3. 2. 2 結線

作動ライン、分離確認ライン、及び UMB ラインの結線図を示します。

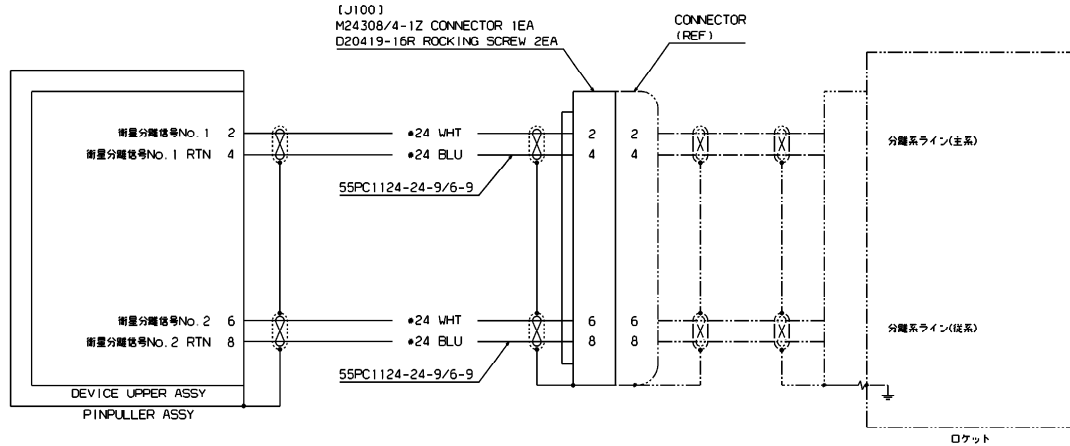
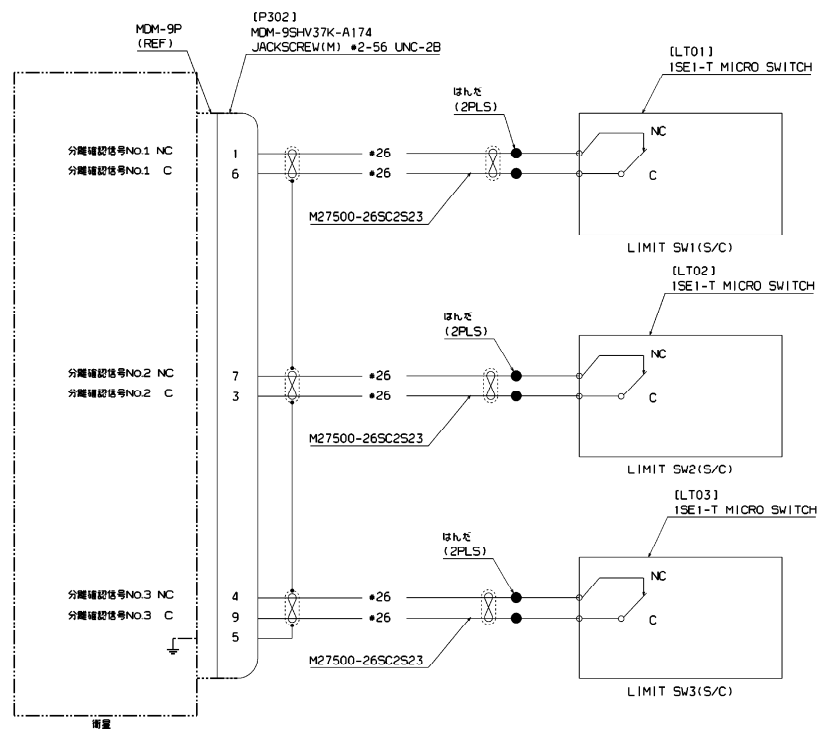
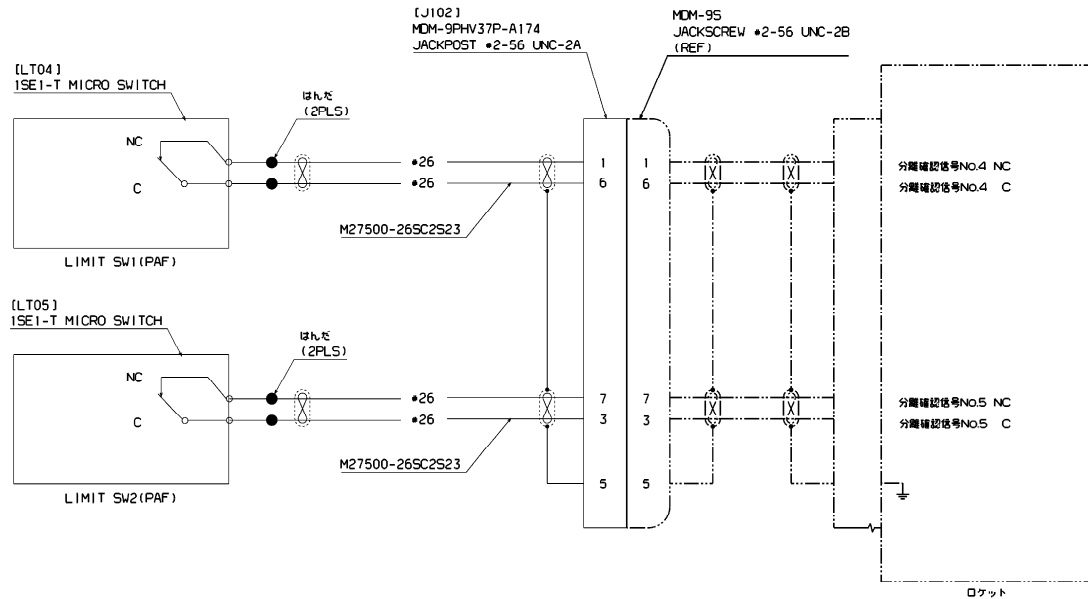


図 3. 2. 2 - 1 作動ライン結線図 (ロケット側に搭載) (15M/8M 共通)



注記: 本図は、マイクロスイッチの Normal Close (NC) で配線しているが、Normal Open (NO) で配線することも可能。

図 3. 2. 2 - 2 分離確認ライン結線図 (衛星側) (15M/8M 共通)



注記:本図は、マイクロスイッチの Normal Close (NC) で配線しているが、Normal Open (NO) で配線することも可能。

図3. 2. 2-3 分離確認ライン結線図（ロケット側）（15M/8M 共通）

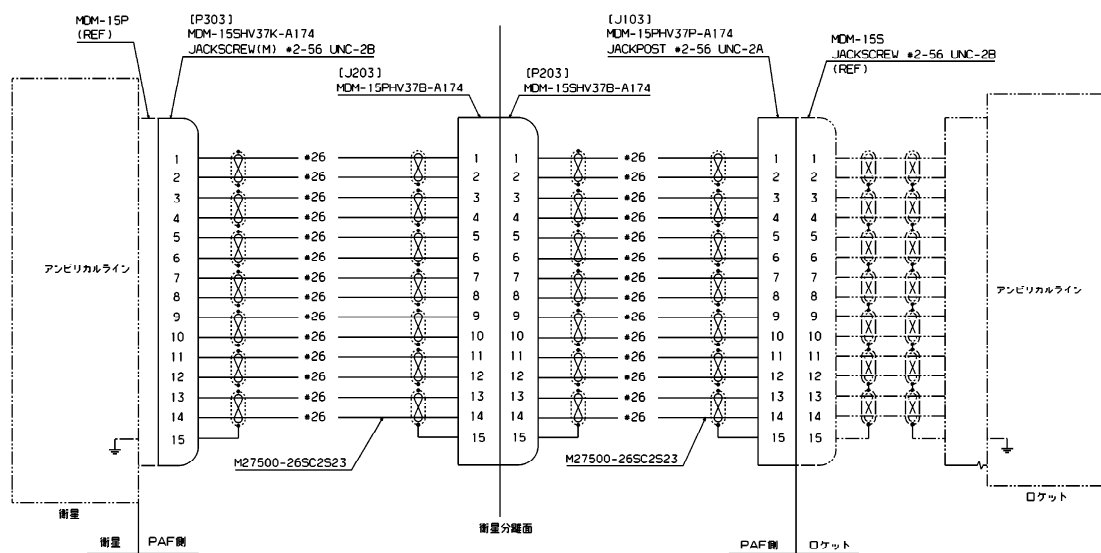


図3. 2. 2-4 UMB ライン結線図 (ロケット側/衛星側) (15M/8M 共通)

3. 2. 3 分離信号

Simple PAF の作動は、電流と通電時間のみを制約としています(印加電流 3.5A 以上)。電圧の制約はありません。以下に電流と通電時間の要求条件を示します。図に示す電流と通電時間以上の条件を設定してください。

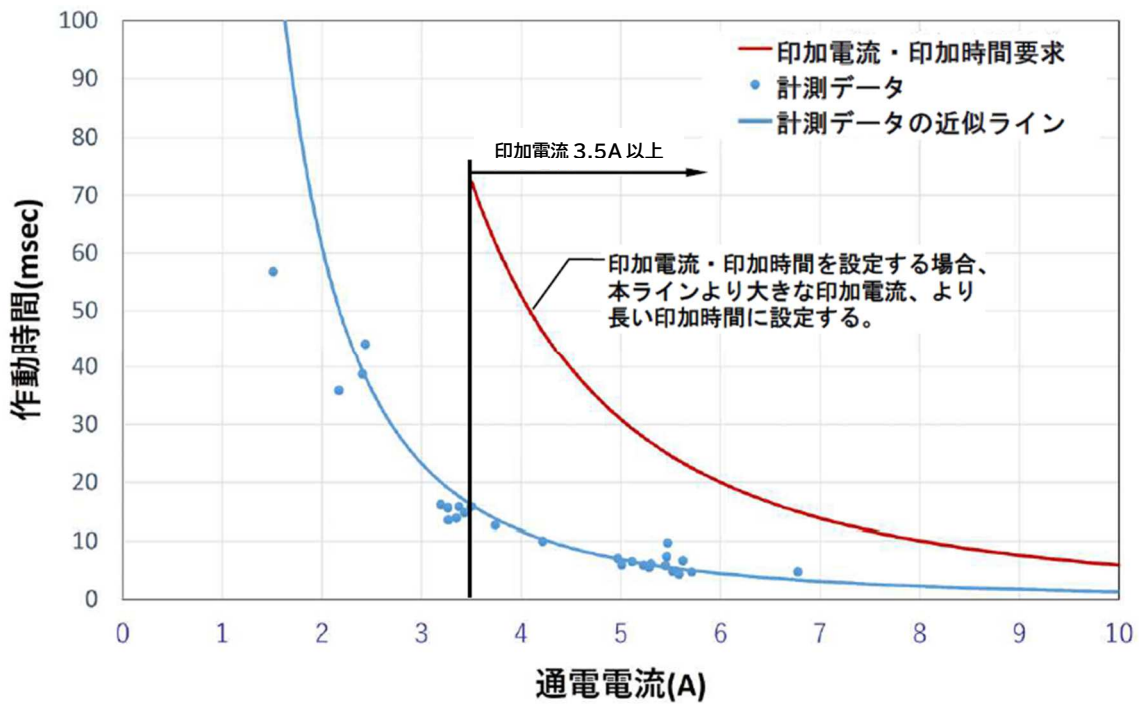


図 3. 2. 3 - 1 電流と通電時間の条件 (15M/8M 共通)

4. 特性

4. 1 最大荷重／剛性

Simple PAF の最大荷重について、PAF 下端の等価軸荷重（制限荷重）が以下の範囲で、PAF の部品が耐荷することを確認しています。詳細はお問い合わせください。

表 4. 1 - 1 各型式の等価軸荷重*1

型式	Simple PAF 8M	Simple PAF 15M
等価軸荷重（制限荷重）	-55.9～+53.3kN	-91.2～+86.0kN

注記*1：引張方向を「+」とします。

Simple PAF の最適な型式は、搭載するロケットの要求条件、衛星の剛性および質量特性によって異なります。以下の表に、参考として搭載可能な衛星の最大質量を目安として示していますが、衛星の剛性が制約となり適用可能な最大質量が小さくなる場合があります。詳細はお問い合わせください。

表 4. 1 - 2 各型式の搭載可能な衛星の最大質量*1

型式	Simple PAF 8M	Simple PAF 15M
搭載可能な衛星の最大質量	100kg	250kg

注記*1：目安です。重心位置や振動環境の応答により搭載可能な衛星質量は異なります。

4. 2 分離速度

ガイドで水平を保ちながら、バネの力で衛星押出プレートを押し出すことで衛星を分離します。衛星放出バネは、衛星の質量により、light・medium・heavy から選択可能です（どのバネを選択しても基本仕様の範囲内での対応となります）。なお、衛星の重心位置に合わせての荷重調整は不要です。

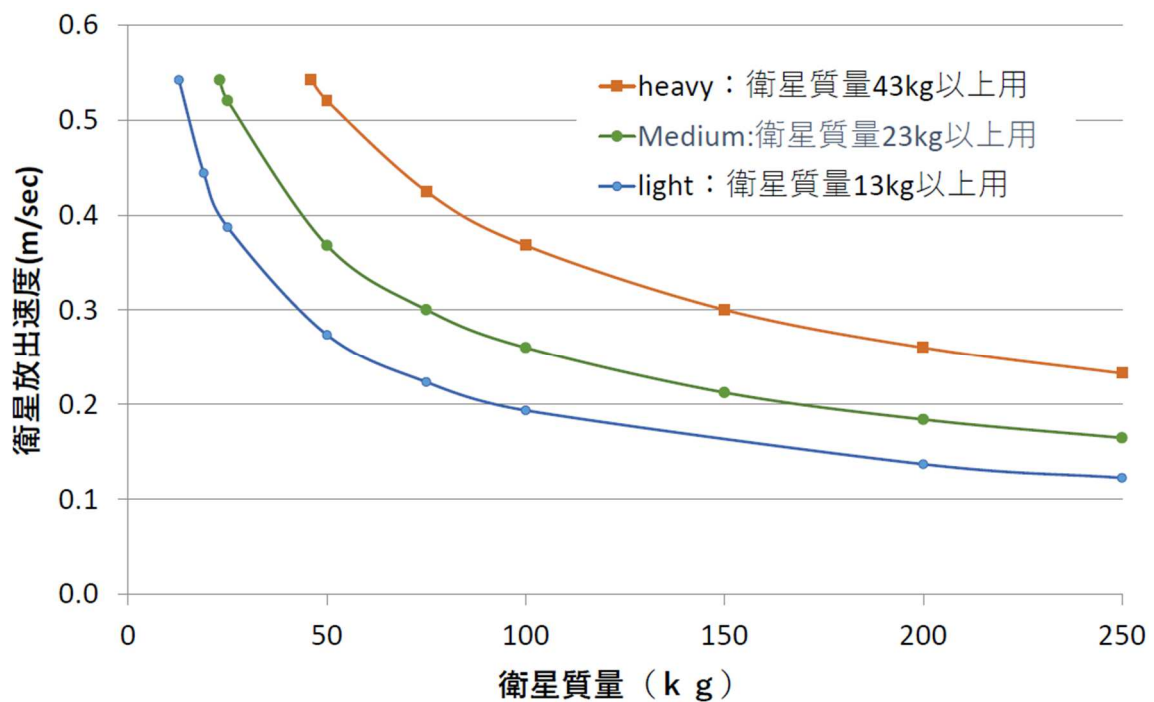
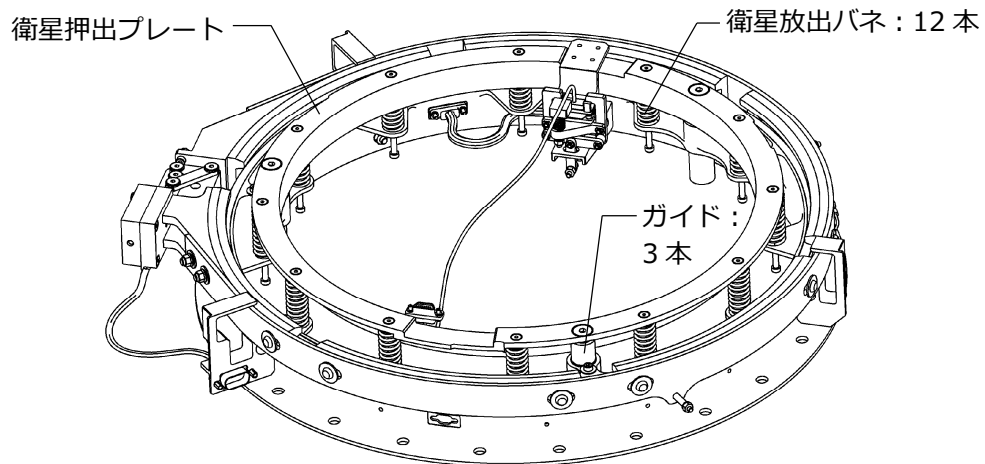


図 4. 2 - 1 衛星放出機構概要と衛星質量／分離速度の関係（解析値）（15M）

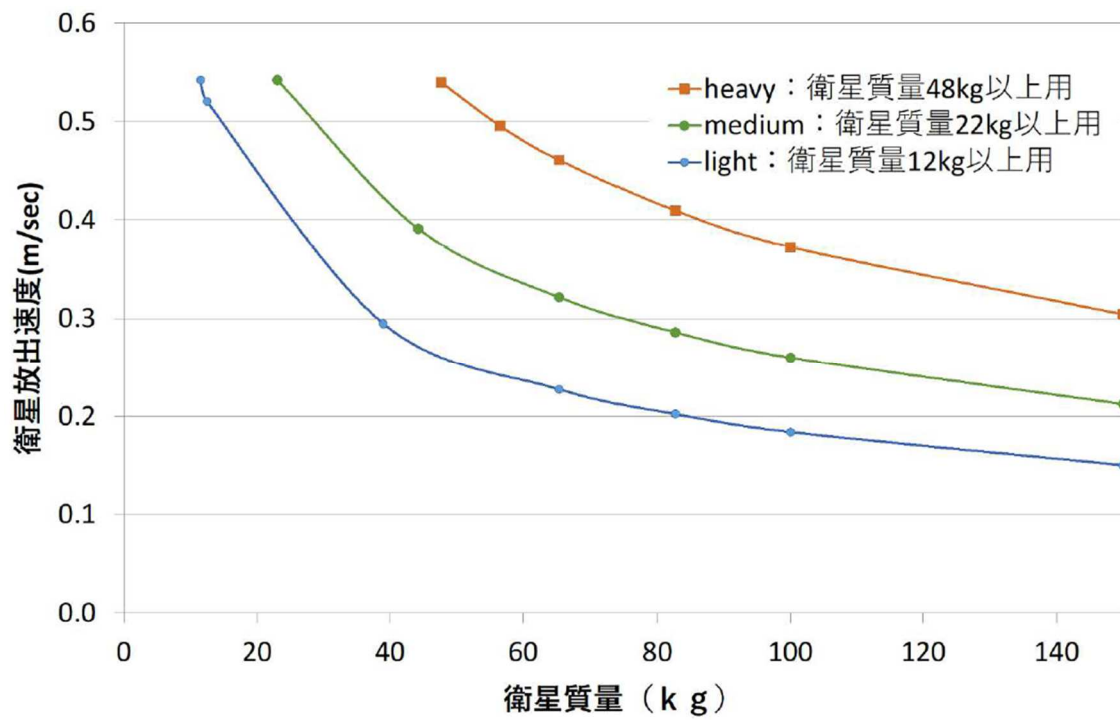
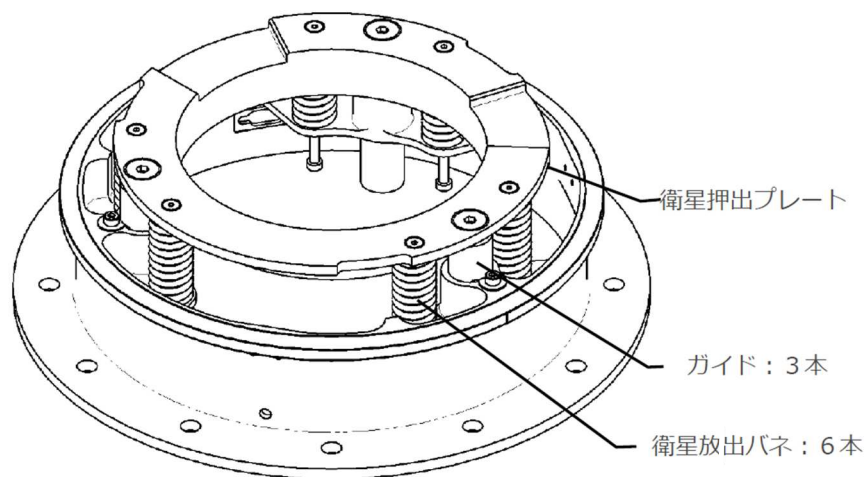


図4. 2-2 衛星放出機構概要と衛星質量／分離速度の関係（解析値）（8M）

4. 3 分離角速度（チップオフレート）

分離時に PAF に起因する衛星の分離角速度は、下記の式で求めたトルク積を衛星の慣性モーメントで割れば求められます。

$$\text{トルク積} = 0.36 \times (5 + 1000 / 3 \times L) \text{ [deg/sec} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2\text{]}$$

ここで、L [m]：衛星の重心位置ずれ（放出方向と直交する面内の中心（PAF 中心）から重心までの距離）

4. 4 分離衝撃

Simple PAF に模擬衛星を装着し分離したときの分離衝撃のデータの一例を示します。分離衝撃は $400G_{SRS}$ 以下であり小さいです。搭載した模擬衛星（衛星フレームを含む）は $3.6kg$ （15M）／ $3.0kg$ （8M）と衝撃が大きくなる条件で実施しています。

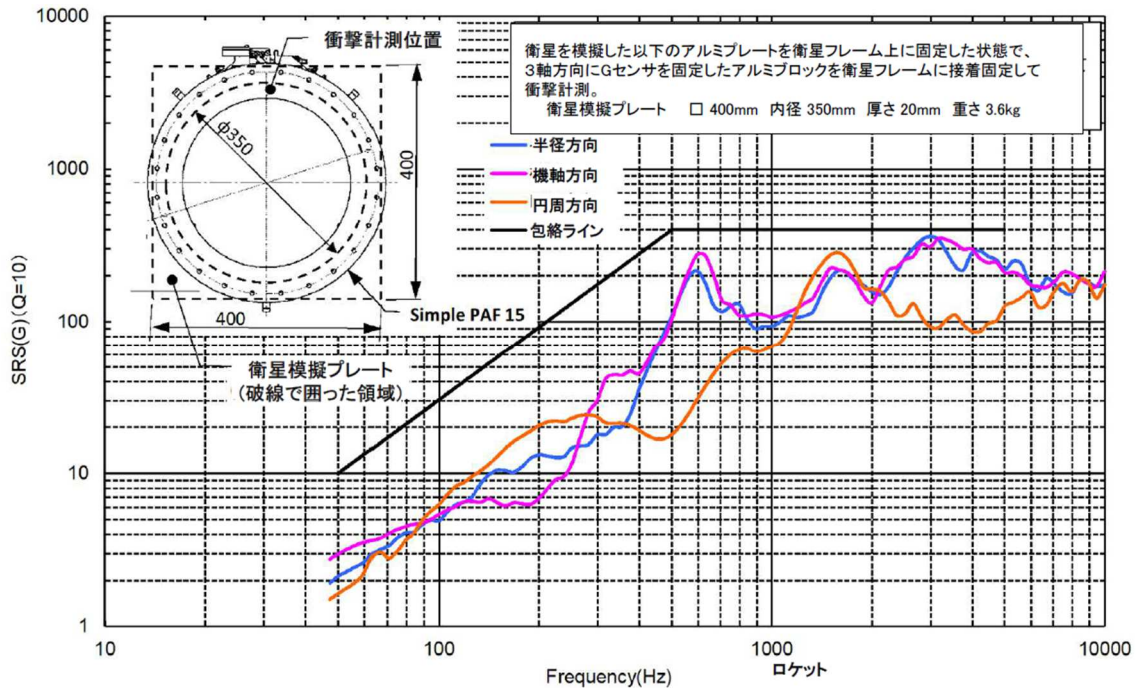


図4. 4 - 1 分離衝撃 SRS（模擬衛星 3.6kg（衛星フレームを含む））（15M）

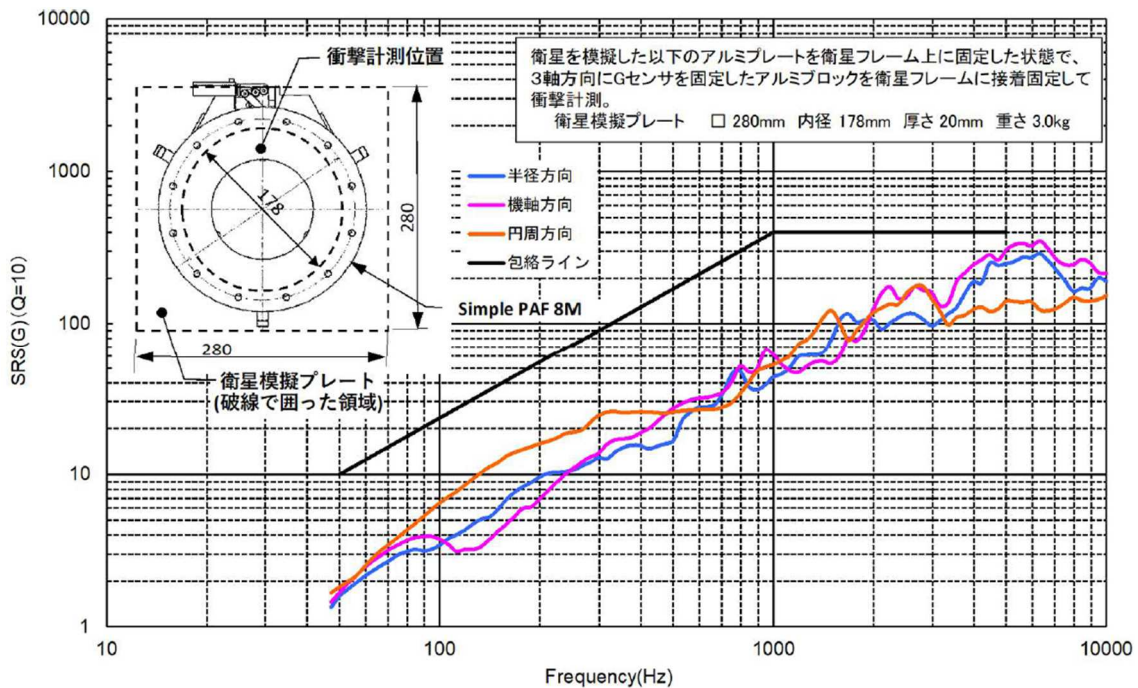


図4. 4 - 2 分離衝撃 SRS（模擬衛星 3.0kg（衛星フレームを含む））（8M）

4. 5 質量特性

各部品単体と全体の重心位置と慣性能率の特性を示します。

表 4. 5 - 1 重心位置^{*1}と慣性能率^{*1}

型式			Simple PAF 8M	Simple PAF 15M
衛星フレーム	質量重心位置	X	0.1mm	- 0.6mm
		Y	0.6mm	- 0.2mm
		Z	17.9mm	17.4mm
	慣性能率 (質量中心基準)	X	1,800kgmm ²	10,700kgmm ²
		Y	1,800kgmm ²	10,600kgmm ²
		Z	3,600kgmm ²	21,200kgmm ²
衛星分離部全体 ^{*2}	質量重心位置	X	- 1.8mm	- 1.2mm
		Y	16.2mm	17.8mm
		Z	- 3.0mm	- 1.7mm
	慣性能率 (質量中心基準)	X	12,900kgmm ²	62,500kgmm ²
		Y	9,800kgmm ²	50,600kgmm ²
		Z	21,000kgmm ²	110,700kgmm ²

注記*1：ノミナル値を示す。X,Y,Z 軸については図 2. 1 - 1 を参照

*2：装備品（分離確認スイッチ、アンビリカルライン）を除く