

熱真空試験の有効性検討（Test Effectiveness）～サイクル数見直しに向けた挑戦

Test Effectivenessとは？

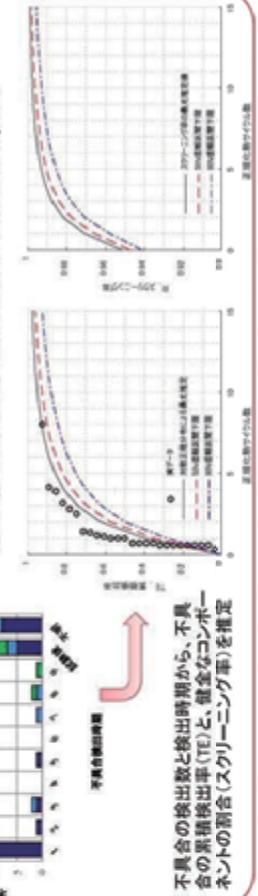
- ◆ 試験の結果（試験で洗い出された不具合や軌道上に持ち込まれた異常等を分析することで、その試験の有効性（＝コスト効率）を評価し、次の開発に生かしていく手動。
- ◆ 米国は70年代より、欧洲宇宙機関は90年代頃からTest Effectivenessについて盛んに議論されており、試験標準の改訂にそれらが反映されている。
- ◆ 試験結果を統計的に分析していくアプローチを中心とした「ワークマシンシップ」（検出効率等）に対しても有効な検討手法である。

日本におけるTest Effectivenessによる挑戦

- ◆ 日本ではJAXA環境試験技術ユニットが2013年ごろからTest Effectivenessによるアプローチで検討を進めている。

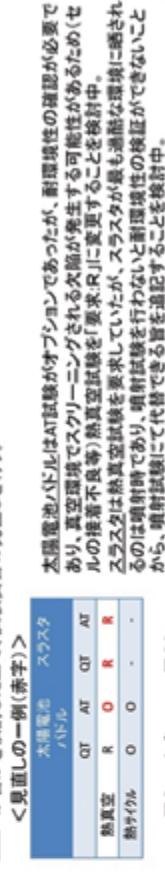
Theme 1 コンボーネント熱真空試験 サイクル数の見直し

- サイクル数の適正化を目的に、JAXAが過去に開発した1機の衛星コンボーネント熱真空試験を統計的的に分析することで、サイクル数に対する試験効果（不具合スクリーニング効果）とその信頼区间を推定。
- ・現行の8サイクルでは95%の信頼度で85%の不具合を検出可能（左図）。
 - ⇒ 熱サイクルは不具合スクリーニングに特に有効。
 - ・健全なコンボーネントの割合は8サイクルで99%（90%信頼度）に到達（右図）
 - ⇒ コンボーネントによっては、熱サイクルで検出可能な不具合がそもそも少ない場合もある。（認定済みコンボ、Non-electrical comp. etc）



Theme 2 コンボーネント試験項目表の見直し

- 試験項目表: コンボーネント種別ごとに試験の要求／非要求を定めている（下記表は一部の抜粋）
- | 試験項目 | 要求 | 非要求 |
|---|--------|---------|
| 制定期間から見直しがされておらず、技術的な根拠が不明確になつてばかりた。 | ○ | × |
| コンボーネント種別ごとに熱真空室/熱サイクル試験の目的(耐環境性の確認、潜在的欠陥の検出)に合致するか否かを検討した上で、試験要否の見直しを行う。 | ○ | × |
| <見直しの一例(赤字)> | | |
| ● 耐環境性 | ● 水素電池 | ● スラスター |
| ● ノバトロ | ● QT | ● QT |
| ● AT | ● R | ● R |
| ● R | ● O | ● O |
| ● R | ● K | ● K |
| ● O | ● O | - |



Theme 3 システム熱真空試験条件の見直し

- システム熱真空試験での不具合発生車から、システムAT音響試験を削減する場合のガイドラインを規定。
- 熱サイクル数、バーンイン条件の見直し
- ◆ 米国ではTest Effectivenessに関する研究を40年以上継続しており、その成果は米国試験規格MIL-STD-1540に反映され、多数のプロジェクトで適用されている。



- ◆ 欧州では1990年代よりTest Effectiveness活動に着手。コストによる試験条件・不具合を削減することを目的に、MATED（Model and Test Effectiveness Database）という試験条件・不具合に関する巨大なデータベースを作成した。近年ではMATEDのデータを用いて、環境試験の順序、熱サイクル数の適正化、射場への輸送後試験の省略、正弦波振動試験の加振周波数の削減等、全24のテーマを研究している。ESAの試験標準に適用されただけではなく、様々な成果を出し始めている。

過去の試験時に発生した不具合（衛星7機分、19件の不具合）を分析したところ、試験時間が検出に寄与した不具合は0件だった。試験時間の規定は不具合検出に寄与していないと考えられるため、緩和を検討中。