

自主的安全性向上・ 技術・人材WG (航空)

2015.1.21

日本ヒューマンファクター研究所
前田 荘六

MSGについて

”Maintenance Steering Group”

- 航空機の構造健全性とシステムの信頼性を保証する整備プログラムの策定手法。
- これ自体は強制力を持つものではありませんが、これによって策定された標準的な整備プログラムは、新型航空機の開発に際し、当該航空機の型式設計承認（型式証明）に含まれて製造国政府から承認されます。
- その策定には各国の航空当局、航空機・エンジンメーカー、航空会社の参画のもとに行われます。

航空機の整備方式 (ワイドボディジェット機以降)

- 1970年代になり、ワイドボディ・ジェット機が導入され、大型化と複雑化が図られるようになると、時間を決めてオーバーホールするだけでは、必ずしも信頼性の向上が期待できないことが明らかになり、HT方式に代えて、より効果的な整備方式の検討が、課題となってきました。

金属疲労の例

- 1850: 鉄道車両車軸折損事故
- 1953-54: コメットの連続墜落事故
- 1985: JAL123御巣鷹尾根墜落事故
- 1989: 福島第二3号炉原子炉再循環ポンプ損傷
- 1995: もんじゅナトリウム漏れ
- 1999: H2ロケット指令破壊
- 2002: 三菱トレーラ・ハブ破損母子死傷事故
- 2004: 福島第一2号機水漏れによるプラント停止

信頼性管理方式が導入

- ここで、OC(On Condition)整備方式とは、定期的に機能試験を行って継続使用の可否を判断しながら、必要により交換修理する方式であり、また、CM(Condition Monitoring)整備方式とは定期的な機能試験なども行わず、機能部品の故障による取り出し率の推移などを監視しながら、信頼性向上のための技術対策を取る方式です。

MSG-2の設定

- 1970年には、MSG-2が設定されました。これは、MSG-1をB747以外にも適用できるように改訂したもので、L1011やDC-10にも適用できるようになりました。DC-8型機では339品目あったオーバーホール・タスクが、B747のOVHLでは8品目、DC-10では7品目に削減されました。

MSG-3の導入

- 1980年には、MSG-3が導入され、ロジックの明確化が図られました。また、構造設計に損傷許容設計(Damage-tolerance design)が導入されました。このMSG-3は、B767、B757、A310に適用されました。

MSG-3 Rev.1

MSG-3 Rev.2

- 1988年 MSG-3 Rev.1 点検方法の定義、意思決定ロジック用語の明確化
- 1993年 MSG-3 Rev.2 複合材構造の点検プログラム反映(A320,B777の尾翼構造対応)
- 1998年からはWFD(MSD/MED) 評価方式も追加されました。

de Havilland DH-106 Comet



de Havilland DH-106 Comet

First flight: 7.27.1949

Production total:112

Production ended: 1967

Propulsion:4 jet engines

Max. nr of passengers:101

Date	Airline/Location	Aircraft Type/Registration	Fatalities
03.03.1953	Canadian Pacific Airlines Karachi, Pakistan	de Havilland DH-106 Comet CF-CUN	11:11
05.02.1953	British Overseas Airways Jalalogori, India	de Havilland DH-106 Comet G-ALYV	43:43
01.10.1954	British Overseas Airways Elba, Italy	de Havilland DH-106 Comet G-ALYP	35:35
04.08.1954	British Overseas Airways Stromboli, Italy	de Havilland DH-106 Comet G-ALYY	21:21

航空機の経年化対策のきっかけ

- 1953-1954: Cometの連続墜落事故
- 1969: USAF F-111墜落事故
- 1977: Dan-Air B-707水平尾翼疲労破壊事故
- 1981: 遠東航空B-737空中爆発事故
- 1988: Aloha Airlines B-737胴体大損傷事故
- 1989: UA DC-10全油圧系統喪失緊急着陸
- 1996: TWA B-747空中爆発事故

2001年からの動向

- 2001年 MSG-3 Rev 2001.1
- CPCP (Corrosion Prevention & Control Programs: 腐食防止制御プログラム)
- L/HIRF (Lightning/High Intensity Radiated Field: 強電磁界空域) 対応
- Enhanced Zonal 導入 (TWA800 便事故対応)

2002年からの動向

- 2002年 MSG -3 Rev.2002.1 Fault Tolerant Systemの導入 必要な冗長性＋アルファ A380に適用
- 2003年MSG-3 Rev.2003.1 記述の整理
- 2005年MSG-3 Rev.2005.1 Enhanced Zonalの点検ロジック整理 B787に適用

Aloha Airlines

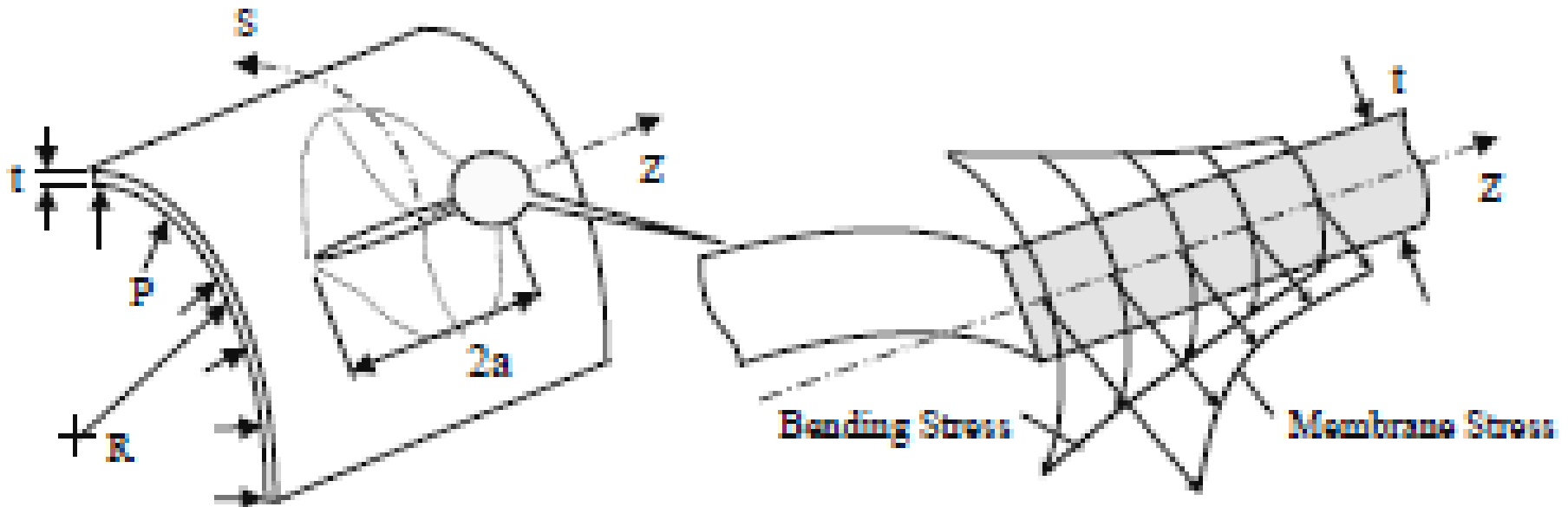
B737事故前と事故後

- B737事故前：与圧胴体に亀裂が生じても胴体外板がめくりあがり(Flapping)＞穏やかに減圧(Controlled Decompression)＞危険が発生前に事象を発見(Obvious Damage)
- B737事故後：NTSBは大規模破壊を前提に、腐食対策を強化、設計経済寿命の2倍以上の疲労試験を勧告

Crack Bulging Phenomena



a. Crack in outer rivet row of lap splice joint



b. Bulging crack due to pressure

c. Stresses on crack plane

ALOHA AIRLINES FLIGHT 243 BOEING 737-200

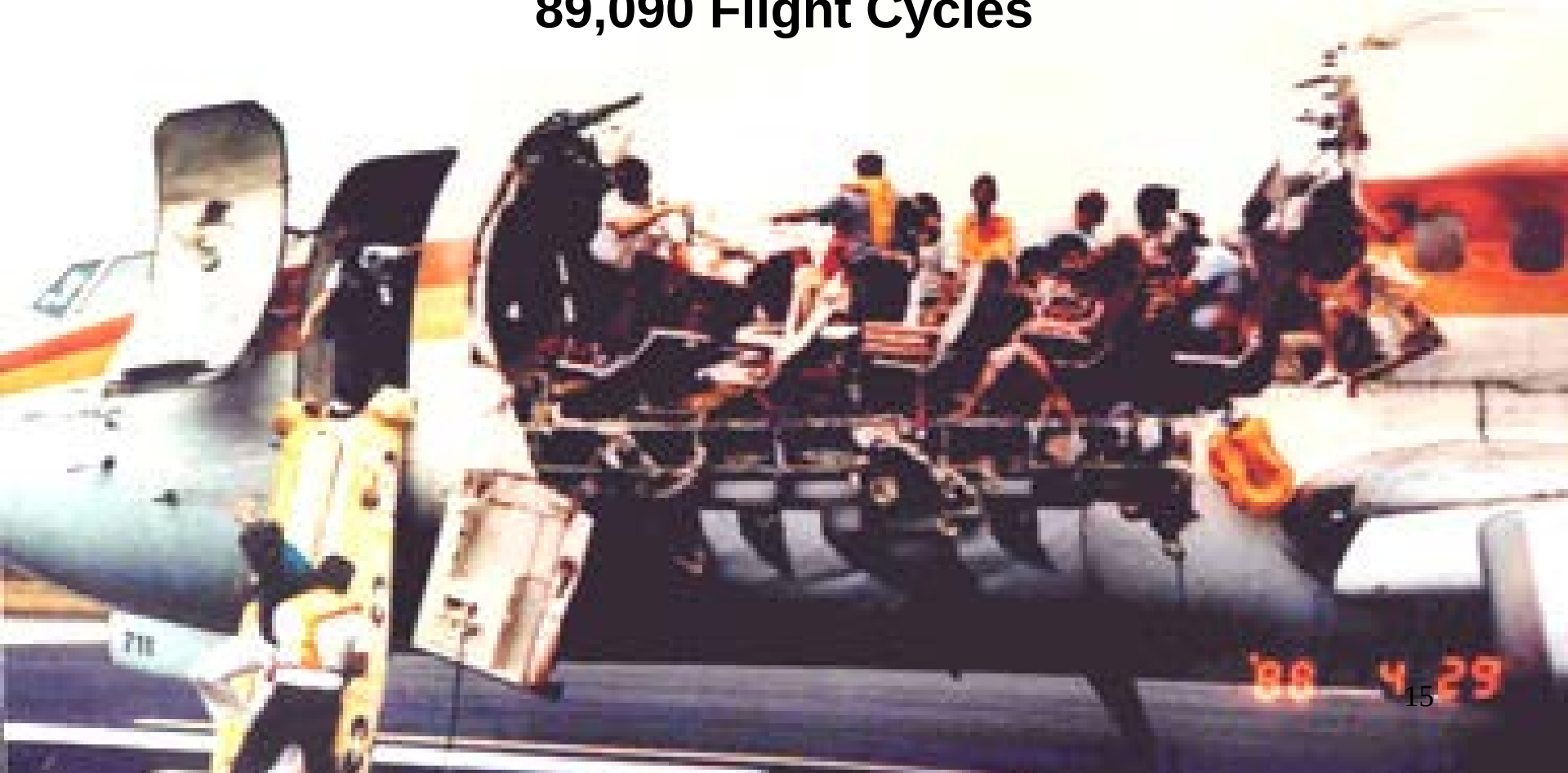
NEAR MAUI HAWAII APRIL 28, 1988

Mission: Regional Flights Hilo-Honolulu

Placed into Service: 1969

35,493 Flight Hours

89,090 Flight Cycles



美浜原発3号機蒸気漏れ

2004.8.9



設計整備方式の変遷

- 当初: Hard-Time (HT), Overhaul Time Limit, or Part-Life-Limit.
- 1950年代後半: Fail Safe / Safe Life 構造
- 1960年代: On Condition (OC) / Condition Monitoring (CM)方式
- 1978: Damage-tolerance 設計評価方式
- 1998: WFD(MSD/MED) 評価方式

設計整備方式

■ Overhaul 方式

一定期間毎に機体やエンジンを分解、検査、修理
＞ゼロ歳化

Structure for Fatigue

- Fail Safe 構造

疲労損傷が起こっても残りの部分で荷重を支えられる構造

- Safe Life 構造

定められた使用時間/飛行回数に疲労損傷を起こさない構造

(十分な余裕を見込んで設計)

Three Primary Maintenance Process

- Hard-Time (HT):
オーバーホールによるゼロ歳化
- On-Condition (OC):
検査に不合格になるまで使用
- Condition Monitoring (CM):
故障率が有意に増加した場合のみ処置する
(初期故障後の故障率は一定という前提に立っている)

Damage-tolerance Requirement

- 破断が生じてでもFail Safe 構造で次の検査まで担保
- Damage-tolerance Design
 - >Double Design: 二重構造
 - >Redundant Design: 同一部材を並行使用
 - >Backup Design: 予備部材を予め使用

MSG /1993

(Maintenance Steering Group)

- Maintenance Programs: began by Aeronautical Bulletin 7E in 1930
- MSG-1: developed for B747 in 1968
- MSG-2: update MSG-1 in 1970's
- MSG-3: combined efforts in 1980
- MSG-3R1: development since 1988
- MSG-3R2: current/future ac since 1993

MSG-3 After 2001 (Maintenance Steering Group)

- MSG-3 Rev.2001.1
 - CPCPの導入(1998 Aloha事故対応)
 - L/HIRF対応
 - Enhanced Zonal導入(TWA800便の事後対応)
- MSG-3 Rev.2002.1: Fault Tolerant Systemの導入
- MSG-3 Rev.2003.1: 記述の整理
- MSG-3 Rev.2005.1: Enhanced Zonalの点検ロジックの整理(B787に適用)

まとめ(第一の施策)

- 以上、これまでの話を要約すると、2つのことが言えると思います。
- 第一に、効率的かつ確実に、航空機の経年劣化などによる安全性・信頼性への影響を抑え込み、設計品質を維持すべく、整備プログラム策定の標準化が、世界的な航空業界の中で進められてきていることが確立されています。

まとめ(第二の施策)

- 第二に、MSG自体の仕組みではありませんが、航空産業界では、整備プログラムによる点検や整備中に発見された不具合は、航空機メーカーや製造国政府に報告される仕組みが確立されており、内容に応じて、整備プログラムが改訂されたり、あるいは、設計変更が行われたり、実運用における不具合を反映する仕組み確立されています。

System

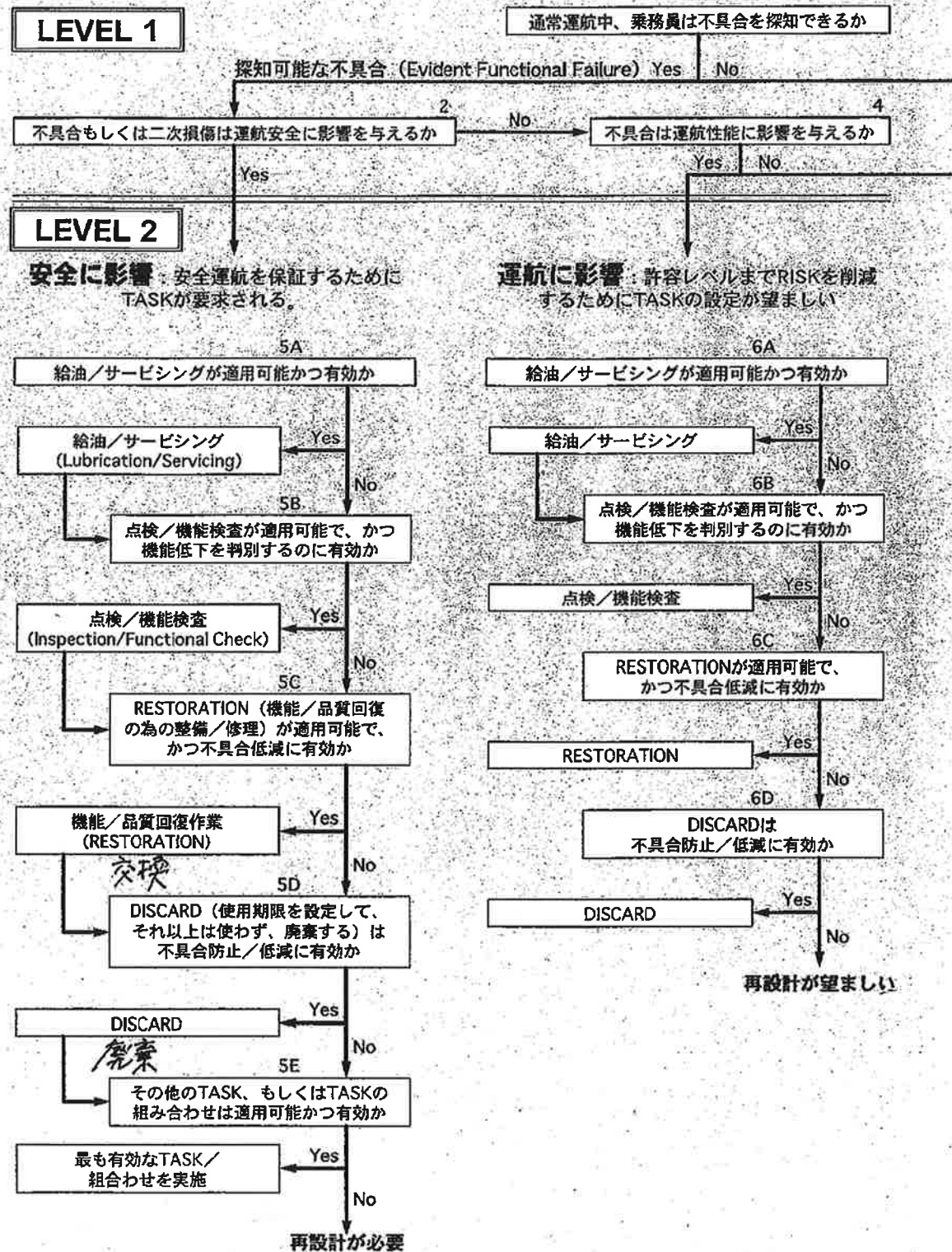
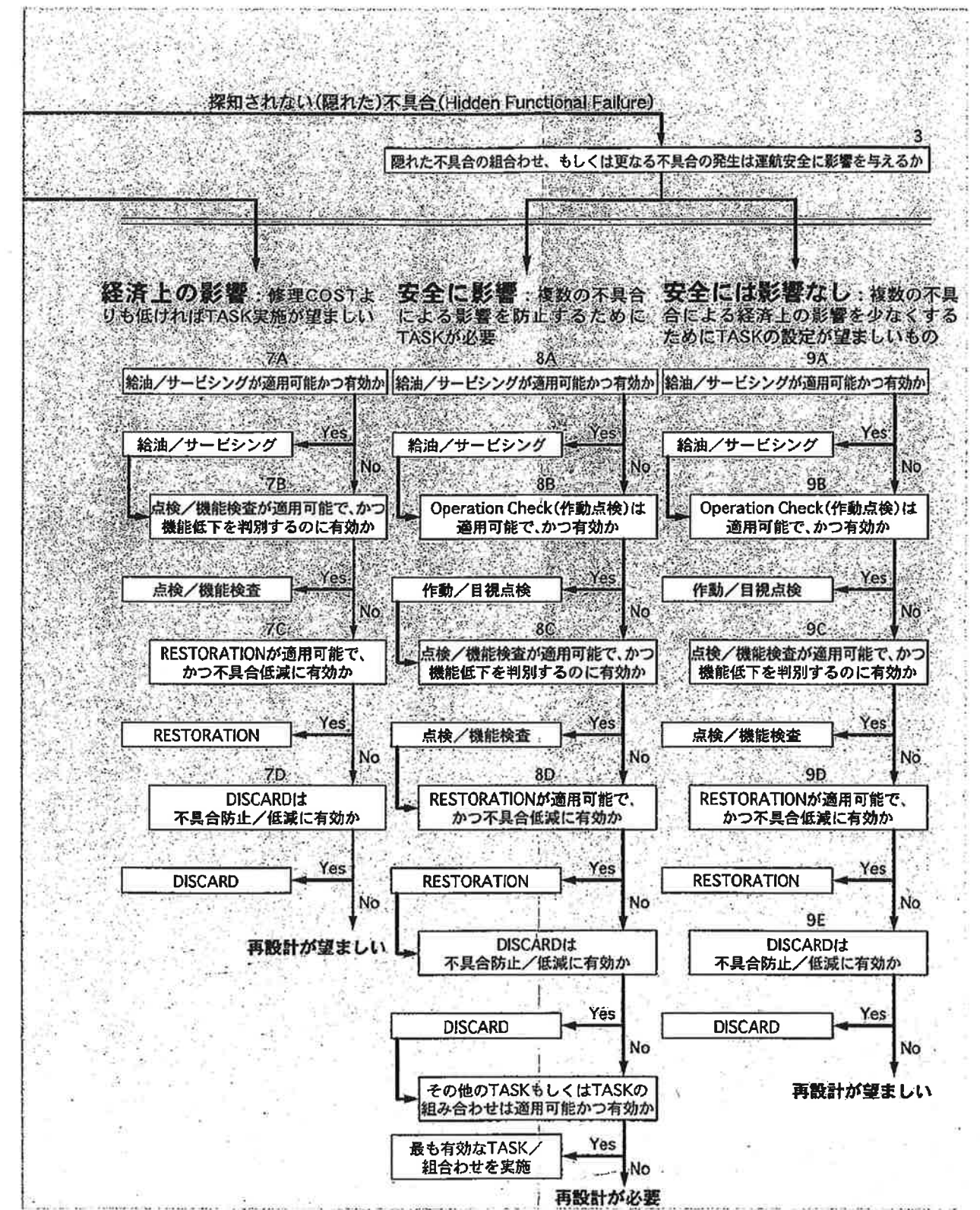


図1 Aircraft System / Powerplant Logic Diagram

●最新の航空機整備プログラム開発手法について



Structure

●最新の航空機整備プログラム開発手法について

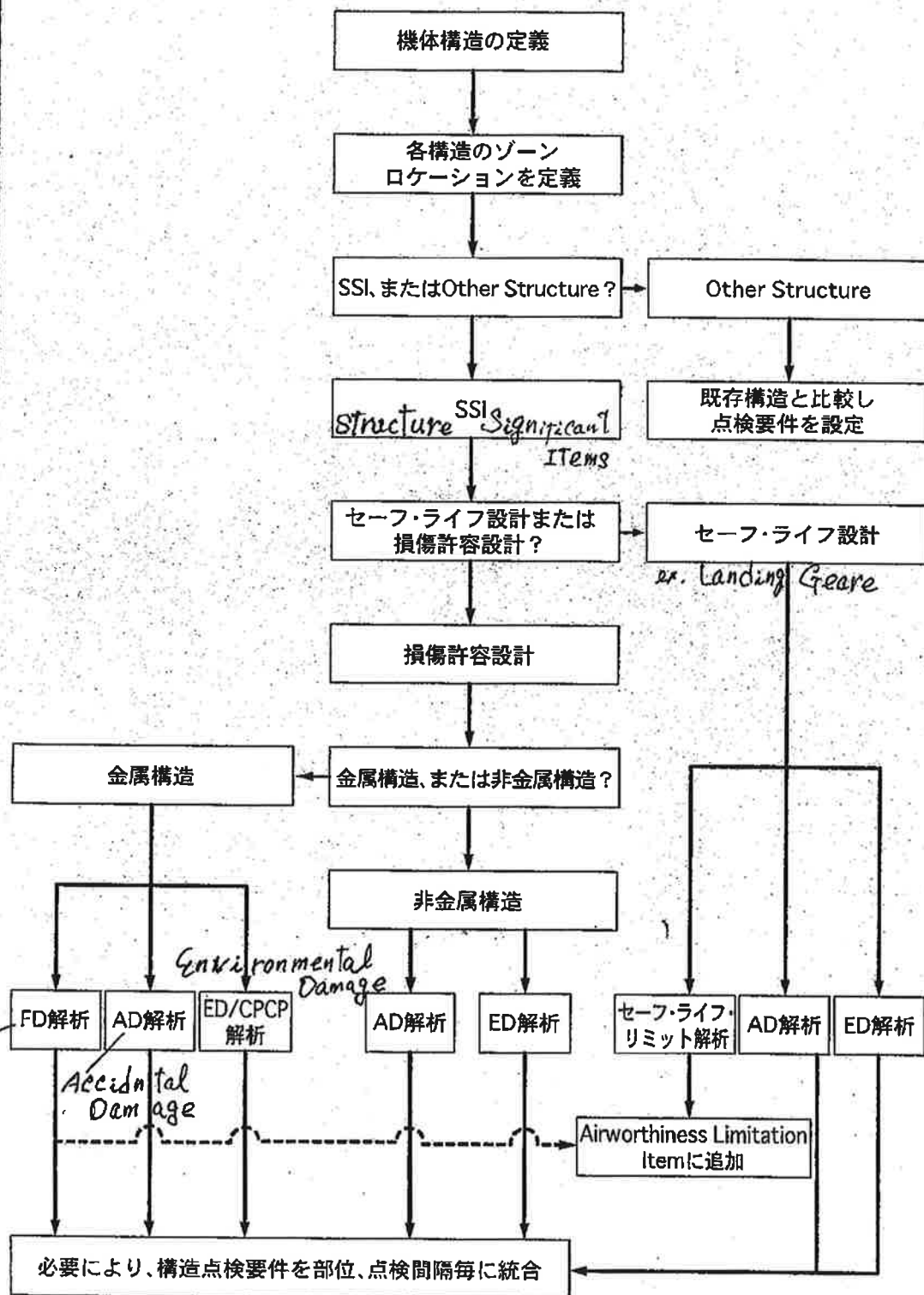


図2 Structure Logic Diagram