

スペースデブリ問題の最近の論点

○木部勢至朗（JAXA 研究開発本部未踏技術研究センター）

宇宙ステーションプログラムへの影響から世界の注目を集め、その削減が目指された「スペースデブリ」であるが、以降の各国宇宙機関、宇宙機関間デブリ調整会議、国連、ISO 等による懸命の活動にもかかわらず、最近の2つの軌道上破砕イベントも相俟って遂にカタログ化物体だけでも 15000 個を超えるに至っている。当初から懸念されていたデブリの相互衝突による連鎖的なデブリ増殖、所謂「ケスラーシンドローム」も現実のものとなっており、「Mitigation から Remediation」へと関係者の関心が移ってきている。本発表では、このような状況を解説すると共に、IADC, UN, ISO での発生防止標準化の進展、また現実のオペレーションとなってきたデブリ衝突回避と SSA、漸く各国が本気で関心を示し始めた積極的デブリ除去、更には国連宇宙空間平和利用委員会の科学技術小委員会で開始された「宇宙開発活動の長期持続性」に関する議論等々、デブリ問題を取り巻く最近の論点について述べることとする。

スペースデブリ問題の最近の論点

宇宙航空研究開発機構
研究開発本部未踏技術研究センター
木部勢至朗

3.6 衛星衝突回避の現状(1/2)

(3) 米空軍からの緊急通知 (2009年9月～)

(ア) JAXA軌道担当(TLE登録窓口)にメール通知

- デブリとの最接近距離、予想時刻等の情報(72時間前)
 - » 通知の背景、情報の定義等の説明なし。衝突回避判断に必要な情報不足。
 - » 衛星最新軌道の提供で、接近解析を再計算し結果を通知
- NASAからメール情報(2010年1月)
 - » 米空軍は運用中の全衛星へのデブリ接近解析を始めた

(イ) 接近通知の状況

- 2009年(JAXA衛星: 11回、他衛星: 10回)
- 2010年(JAXA衛星: 21回、他衛星: 12回)
 - » 他衛星(大学、民間)は、情報を転送
- 衝突回避の要否検討 (衝突回避の実施はない)
 - » ASTRO-F、SOLAR-B、EXOS-D、GOSAT

2

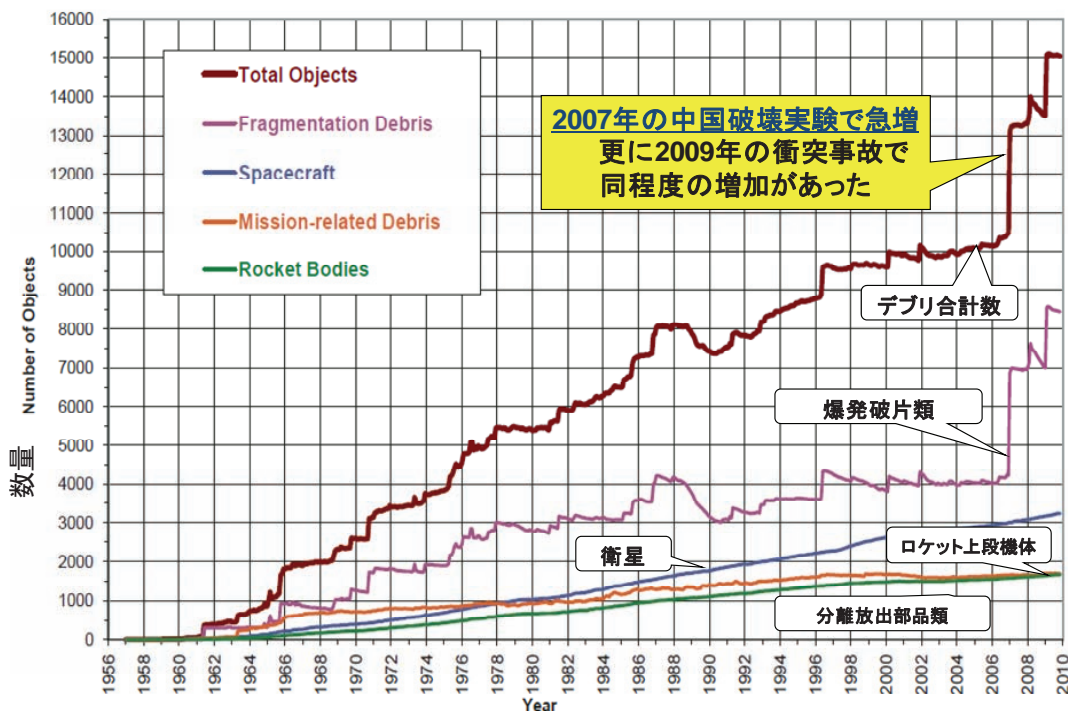
講演内容

1. デブリ環境の推移と現状
2. デブリ発生規制への活動
3. 現実のものとなった衝突回避
4. SSA agreement
5. 国連における
「宇宙開発の長期持続性に関する検討」
6. 有用軌道からの積極的デブリ除去
7. むすび

1. デブリ環境の推移と現状

1.1 デブリ環境の推移と現状

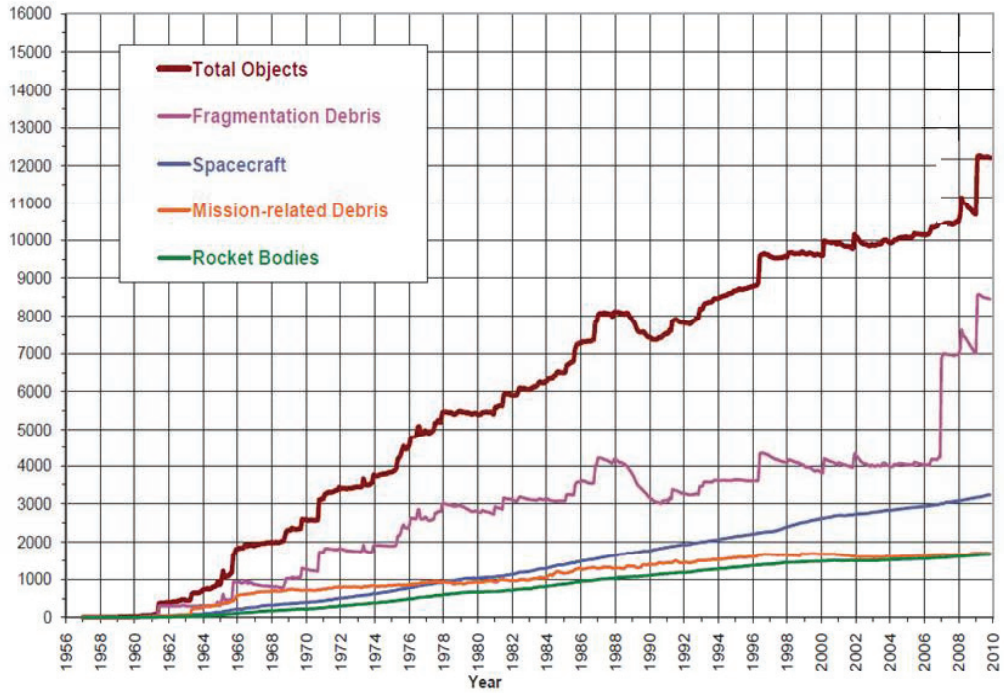
(観測可能: 10cm以上)



出典: 米宇宙監視網SSNIによるカタログ・データより 5

1.2 デブリ環境の推移と現状

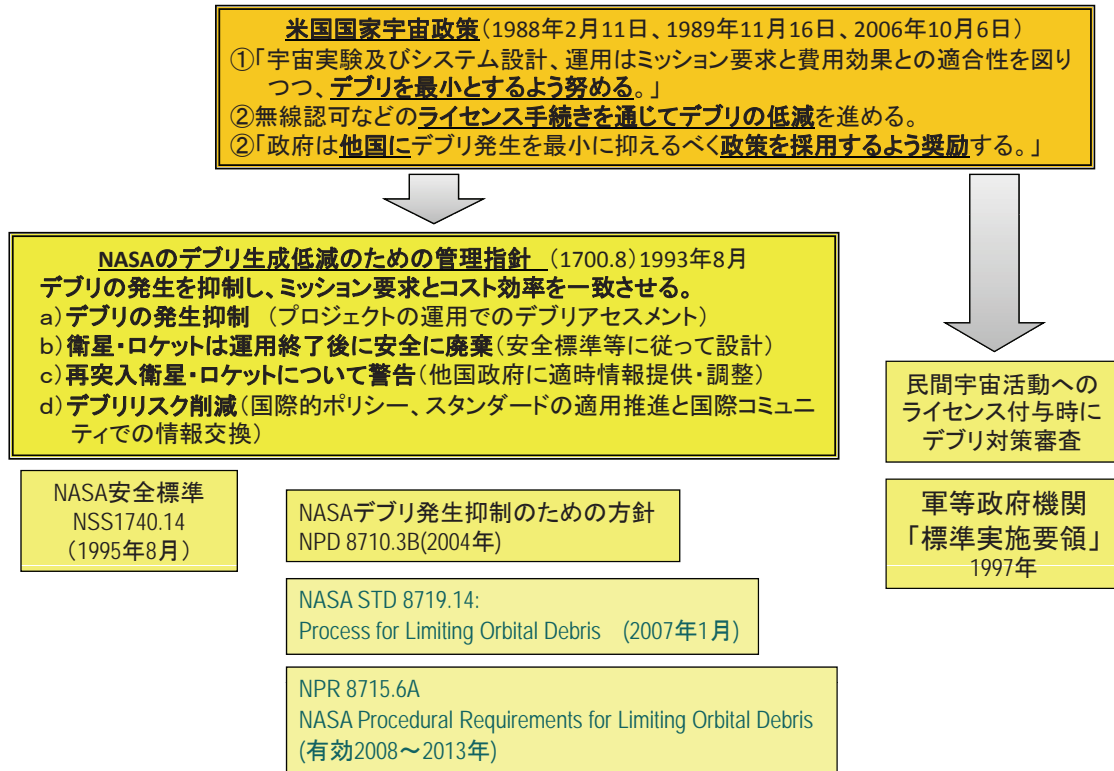
(観測可能: 10cm以上)



出典: 米国宇宙監視網SSNによるカタログ・データより 6

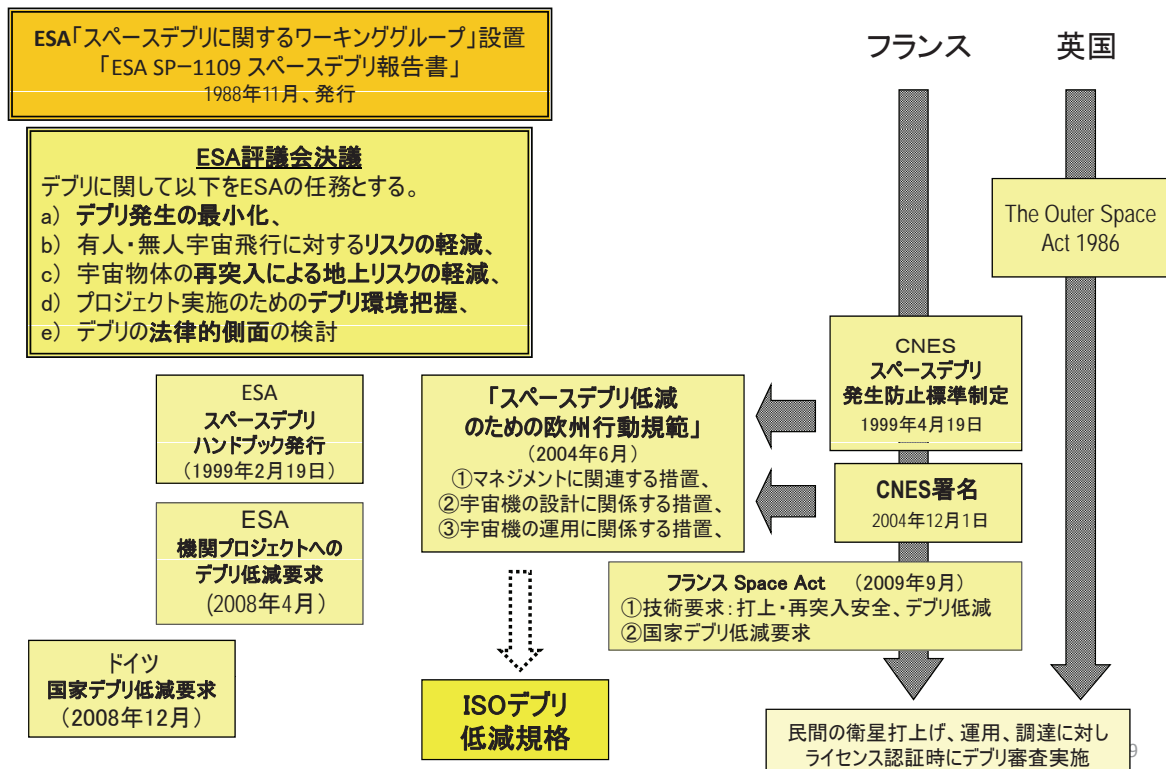
2. デブリ発生規制への活動

2.1 米国でのデブリ規制の流れ

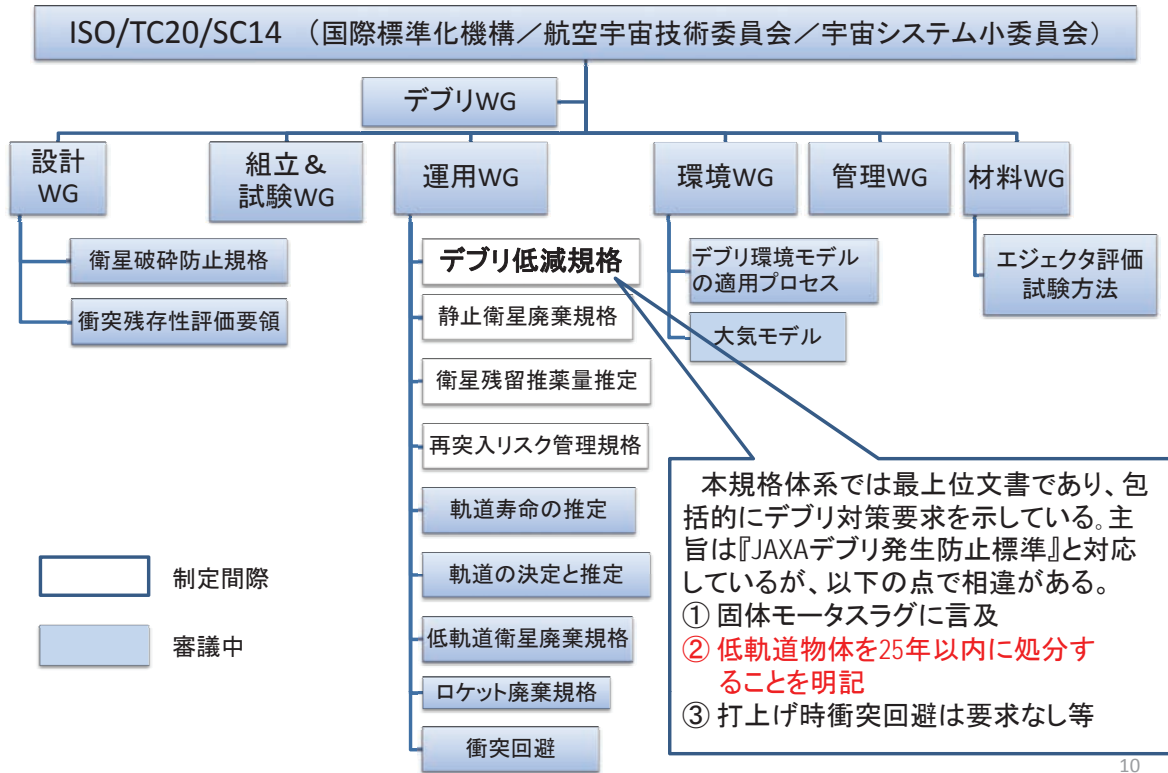


8

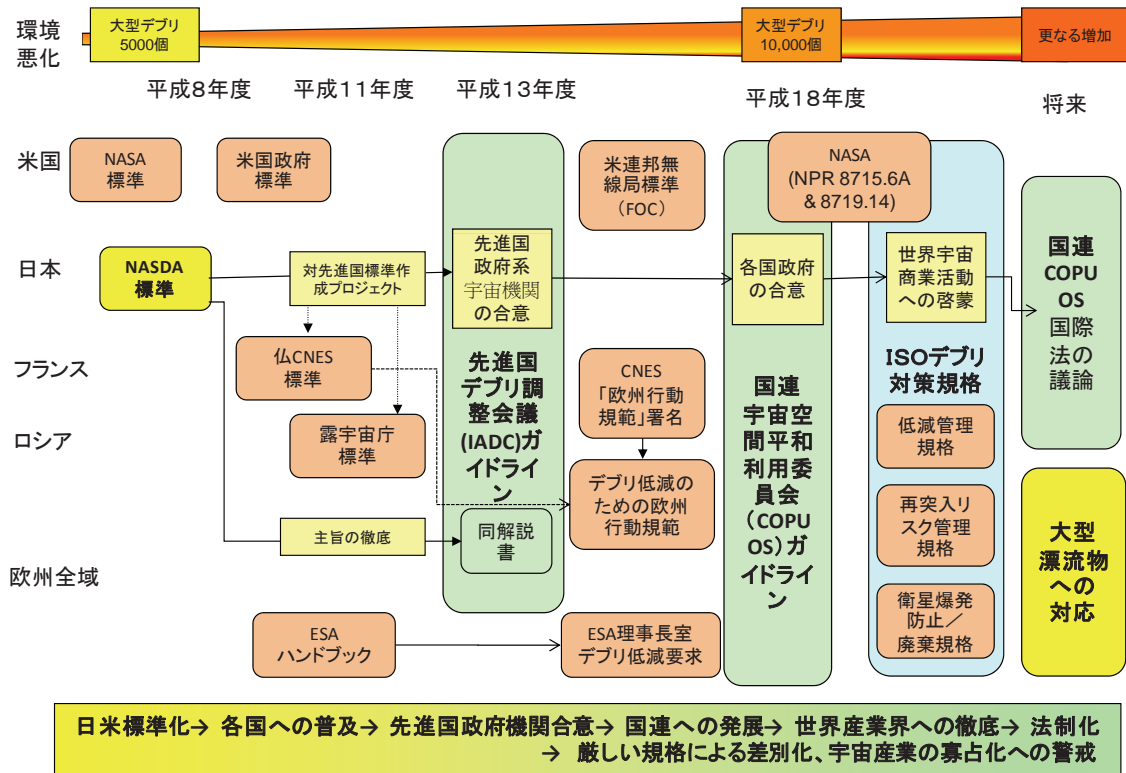
2.2 欧州でのデブリ規制の流れ



2.3 国際規格化(ISO)の状況

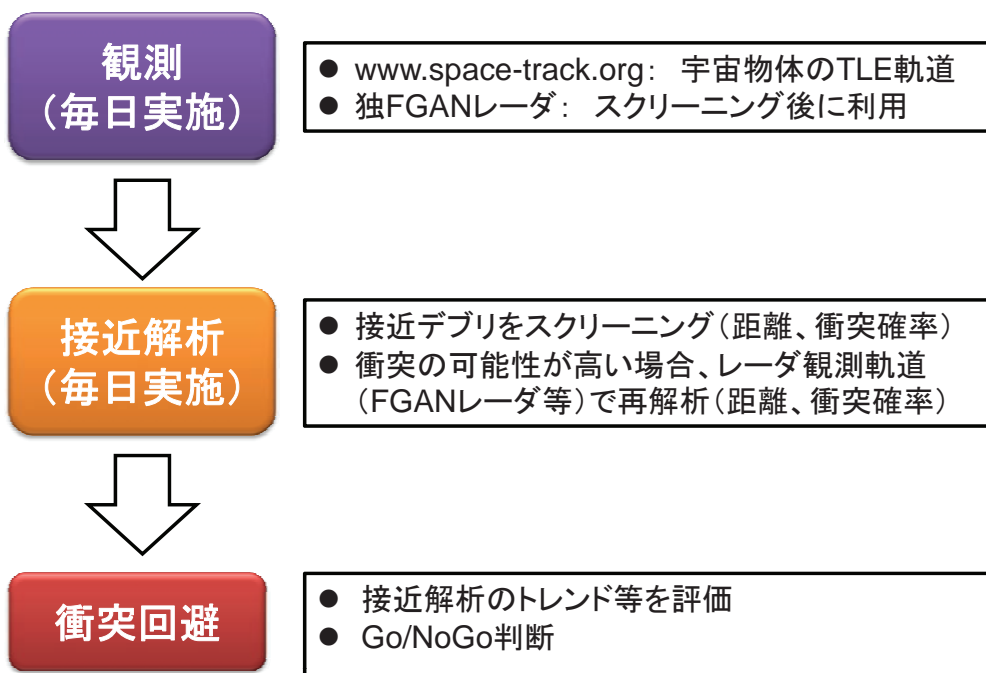


2.4 世界の動向

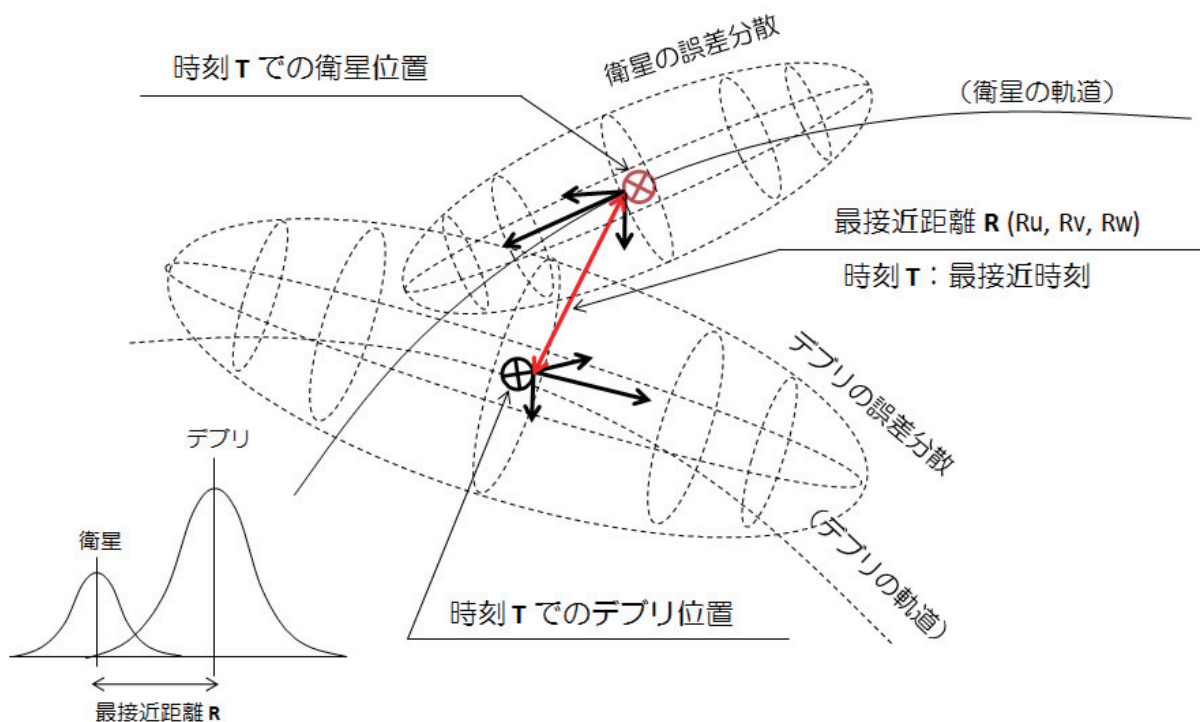


3. 現実のものとなった衝突回避

3.1 接近解析のプロセス



3.2 接近解析のイメージ



14

3.3. デブリと運用中衛星の衝突回避状況

● 接近解析

	ESA	CNES	NASA	JAXA
独自接近解析開始	1995頃	1997	2004	2008
初回の衝突回避	1997	1997	2005	2009

● 衝突回避マヌーバ

	ESA (2008)	CNES (2008)	NASA (2008)	JAXA (2009)
監視対象衛星数	2	17	約50	12
衝突回避マヌーバ	0	4	5 9 (2009)	1

15

3.4 衝突回避マヌーバ(NASA)

- NASA (2009年)

衛星	衝突回避マヌーバ	回避物体
TDRS3	1月27日	プロトンロケット上段
ISS	3月22日	CZ-4ロケット上段デブリ
Cloudsat	4月23日	コスモス2251デブリ
EO-1	5月11日	ゼニットロケット上段デブリ
ISS	7月17日	プロトンロケット上段デブリ
Space Shuttle	9月10日	ISS放出デブリ
PARASOL(仏)	9月29日	風雲1Cデブリ
Aqua	11月25日	風雲1Cデブリ
Landsat 7	12月11日	Formosat 3D衛星

出典： USA Space Debris Environment and Operational Update, NASA, UN COPUOS, STSC, 8-19 Feb. 2010

16

4. SSA Sharing agreement

4.1 SSA Sharing agreement

1. 2009年9月から、統合宇宙運用センター(JSpOC)よりデブリ接近警報がメールで伝えられ、最新の衛星軌道情報の提供の依頼、それに基づいた接近解析結果の提供が開始された(試行的であり、一部衛星のみ、提供情報限定的)。
2. 2010年1月、JSpOCが全運用衛星の接近解析を開始。
3. 2010年9月、戦略軍担当者より、本サービスに関する民間用SSA Sharing Agreement が送付された。

4.2 SSA Sharing agreement

4. SSAサービス: 接近解析、打ち上げ支援、軌道離脱・再突入支援、廃棄・寿命末期支援、不具合対策、電磁干渉対策。
5. 受益者は、対象衛星の軌道情報及び関連情報を提供する。
6. 当面は課金せず。
7. 課題
 - 国としての体制
 - 最終的な回避決定(我が国独自の観測能力のゴール)
 - 具体的な民間事業者へのオペレーション支援

5. 国連における 「宇宙開発の長期持続性に関する検討」

5.1 国連における「宇宙開発の長期持続性に関する検討」

1. 2010年2月、UN/COPUOS/STSCで標記課題に関するワーキンググループの設置を決定。
2. 検討範囲
 - 地上における持続可能な発展のための持続可能な宇宙開発
 - スペースデブリ
 - 宇宙天気
 - 運用
 - SSA共有ツール
 - 規制
 - 新規参入者へのガイドライン
3. 上記トピックスをグルーピングし、4つの専門家会合を設置し、検討を進める。

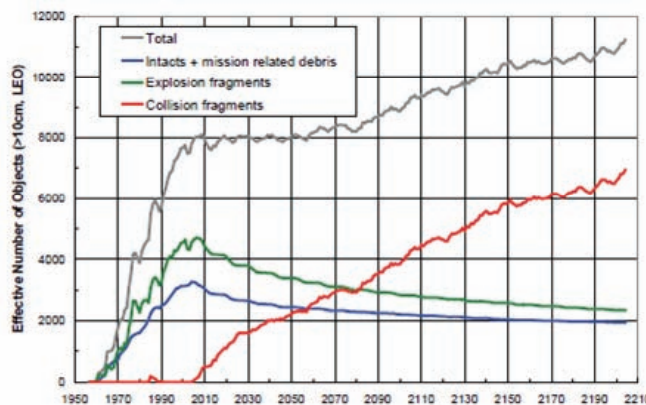
6. 有用軌道からの積極的デブリ除去

6.1 デブリ除去の必要性

低軌道では既存デブリ同士の衝突により、今後打上を行わない場合でもデブリが増加していくことが各国の研究により指摘。

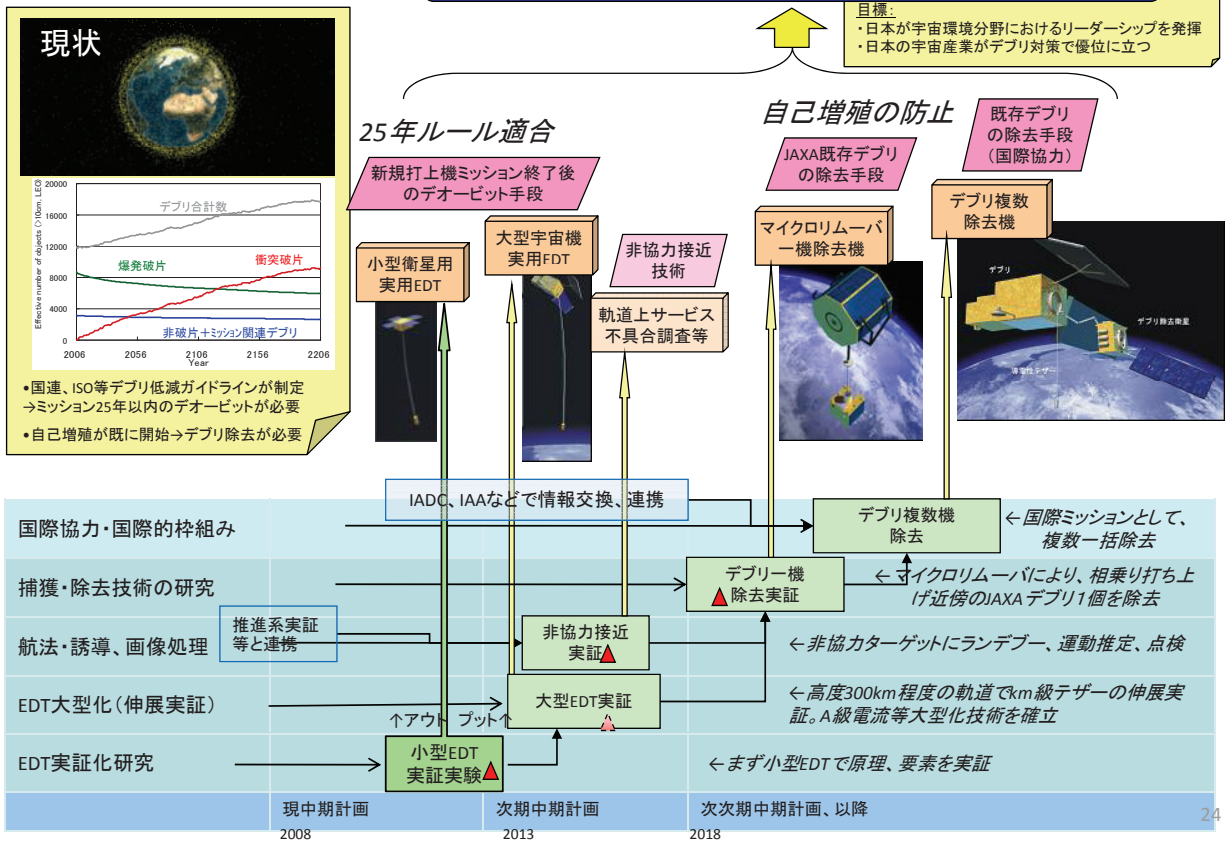
デブリ発生低減だけでは不十分で、デブリ除去が

→ 唯一の解決策



NASAの推移モデルLEGENDによる予測。2005年以降打ち上げが行われなくても衝突によりデブリが増加する。NASA 2006

デブリ除去ロードマップ案

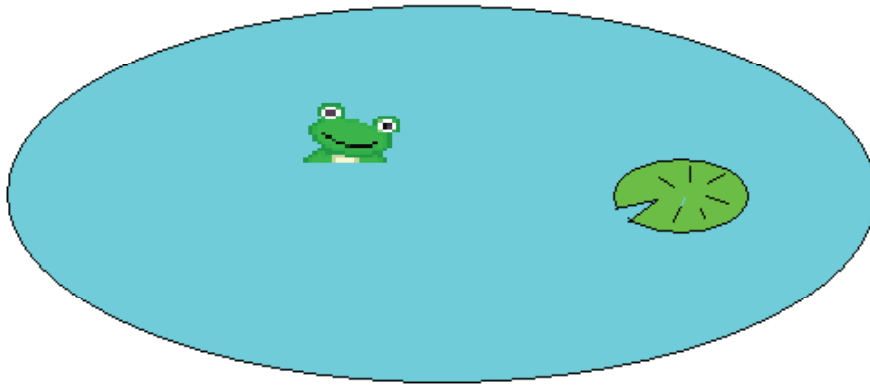


7 むすび

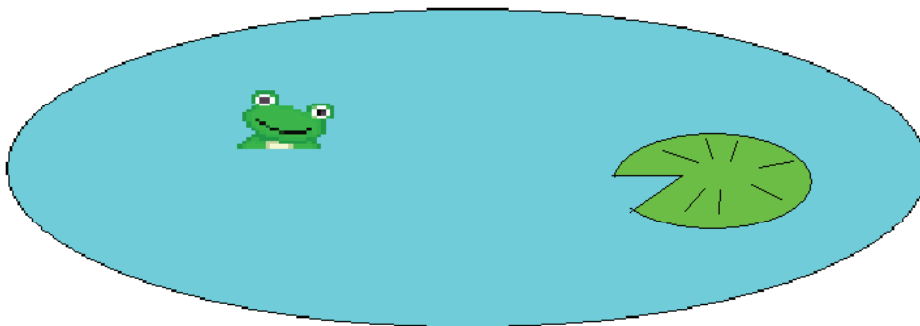
Rome Club Report

“Limit of the Growth”

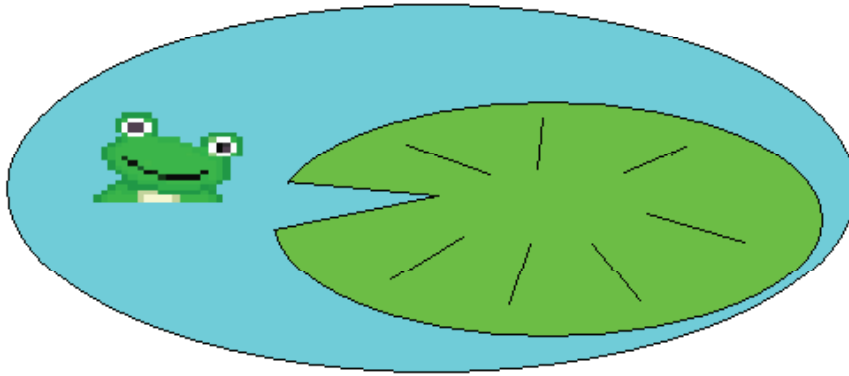
Day 1



Day 2



Day X-1



Day X

