

より確かな衛星開発・利用への思い 2012

- ・最近、気になっている衛星開発・利用の事例
 - * 「だいち (ALOS)」の運用終了の総括と周回衛星電源系の再評価に期待
 - * 「ALOS」後継機と当面の補完について
 - * 準天頂衛星システムの動向を注視他
 - * 学生衛星の確かなモノづくりに期待
- ・より確かな衛星開発・利用への思い
 - * 適切・効率的な技術の蓄積・活用 / * 人財育成と活用・継承
- ・自己紹介 (巻末参照)

お願い;本メモは、公開技術情報等をもとに個人的な思いとして示すものです

白子 悟朗

SSC技術士事務所;技術士(航空宇宙部門登録)

E-mail goro-shirako@mui.biglobe.ne.jp

関連ホームページアドレス

・SSC note. ホームページ (SSC=Shirako Space Consulting)

<http://www2s.biglobe.ne.jp/~gshirako/index.html>

・宙の会 ホームページ

<http://www.soranokai.jp/index.html>

最近、気になっている衛星開発・利用の事例-1

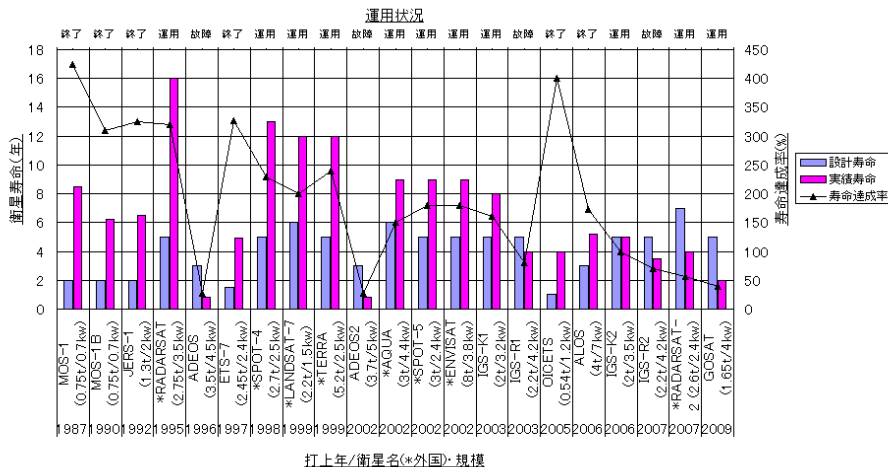
*「だいち (ALOS)」の運用終了の総括と周回衛星用電源系の再評価に期待

(参照SSCnote,わが国の周回衛星の寿命と電力システムへの私見参照—「だいち」運用終了を機に— (追補版))

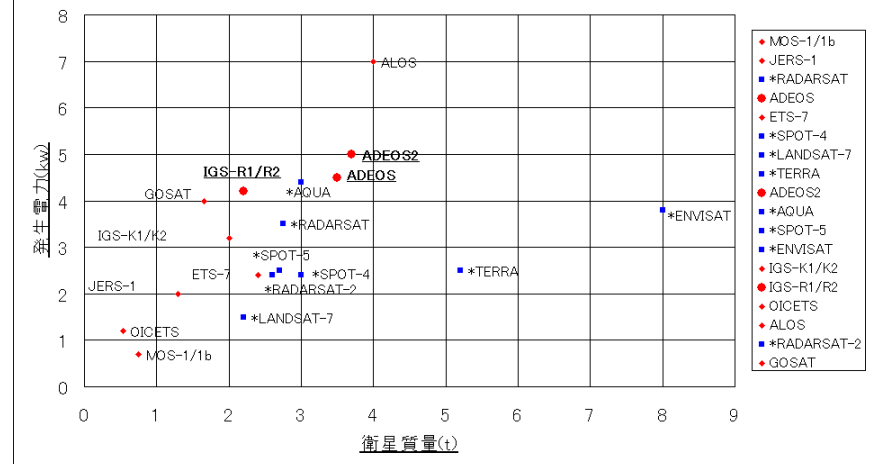
「だいち」は、それまでの衛星開発の課題であった大型衛星技術と多機能ミッションへの適合システム設計・開発技術を着実に克服でき、今後の衛星開発に資する技術を経験・蓄積できたと評価し、「だいち」の今後の運用に当たっては、衛星ヘルスチェックの徹底(経年変化等の予兆把握他)と人的ミスの徹底的な排除、必要時の冗長系の利用などを適切に駆使して技術目標の5年を超える運用を達成して、後継計画に確実につなぐことを期待したいと論評してきました。この度の5年超の運用終了を機に改めて大型周回衛星技術の総括行い、技術の蓄積との活用、並びに運用終了の要因になった電源系の異常については下記の視点からの再評価を期待したい。

一般的に地球を低軌道の周回衛星の寿命は、様々な宇宙環境からのストレスや搭載燃料量で決まることが多く、衛星の設計寿命は～5年、さらに長寿命に設定された場合で6～7年です。そして、現実には、図に見られるように海外衛星では長寿命であるばかりでなく、軌道上での不具合事例等を調査しても電力システム/電源系による故障はほとんど見当たりません。一方、国内衛星は「だいち」で5年超えを実現したものの、「IGS-1R/2R」、「ADEOS/ADEOS-2」を含めた4kwを超える衛星の軌道上実績は4年以下であり、加えれば、ADEOS～ALOS、IGSシリーズでのほぼ共通化、使い回しされたと見られる**電源系構成機器の設計・製造にも踏み込んだ、寿命に関する再評価(周回衛星向大電力パドル駆動装置他)の余地があるのではない**でしょうか。

代表的な周回衛星(JAXA/諸外国)の軌道上寿命等の比較(2011年5月現在)



代表的な周回衛星の質量vs発生電力



わが国の周回衛星・電力システムの突然・致命的な軌道上不具合事例を概観 (2011.6現在)

構成例	太陽電池パドル(SAP)	シャントA(SSU_A)	パドル駆動装置(SADM/PDM)	シャントB(SSU_B)	電力制御装置/バッテリー(PCU/BAT)	備考
潜在要因	1) 太陽電池パドルの破断 2) 配線/コネクタの短絡/開放* 3) 帯電/放電 4) スペースデブリ衝突	1) 配線/コネクタの開放/短絡* 2) 制御不能	1) スリップリングの開放/短絡* 2) 配線/コネクタの開放/短絡* 3) 駆動停止	1) 配線/コネクタの短絡* 2) 制御不能	1) PCU制御不能 2) バッテリー開放/短絡	* シャントA/Bの配置は衛星によって異なる * 配線/コネクタ/スリップリングの事故は大電流によるI ² R発熱のケース有り
全損例	イ) ADEOS; フレキシブルパドル破断(1997) ロ) ADEOS-2; 電力束線焼損(2003)		ハ) JERS-1; 電力束線焼損(1998) ニ) IGS-R1/R2; 電源系故障と発表(2007/2010) ホ) ALOS; 運用終了(2011) 参考) Seasat(米); スリップリングの開放/短絡(1978)	** SADM+SSU-Bの組み合わせは、シャント電流をスリップリングを介して衛星内に引き込むためI ² Rストレスは大きい		詳細発表なし 詳細調査と発表
部分損例	参考) 太陽電池セル/シリング単位の不具合事例は散見(DRTS他)		参考) Landsat-5(米); 駆動停止(2005)	参考) Landsat-7(米); シャント 2ch故障(2002/2005)		
経年	・放射線/紫外線劣化	・放射線/紫外線劣化	・スリップリングの磨耗/汚染		・バッテリーは充放電サイクル劣化	

衛星外部 ← → 衛星内部

最近、気になっている衛星開発・利用の事例-2

*「ALOS」後継機と当面の補完について(参照:宙の会論壇;IGSシリーズ、戦略本部への素朴な疑問)

「だいち」運用終了により、わが国の地球観測、特に災害時対応は一変し、自前の画像取得が出来なくなりました。そこでJAXAはALOS後継機の打上げの前倒しを表明しましたが、レーダー観測が出来るALOS2(「だいち」のPALSARセンサーの向上版)は、計画を1年早めても2012年度、光学的な画像取得ができるALOS3(「だいち」のPRISM、AVNIRの向上版)は2013年度になると思われ、今後2~3年はわが国自前の衛星による東日本大震災被災地の復旧・復興の姿(様子)を映すことはおろか、万一の災害に対し、国際協力による衛星画像の提供に依存するか、商業観測衛星画像の購入で対処するはめになります。

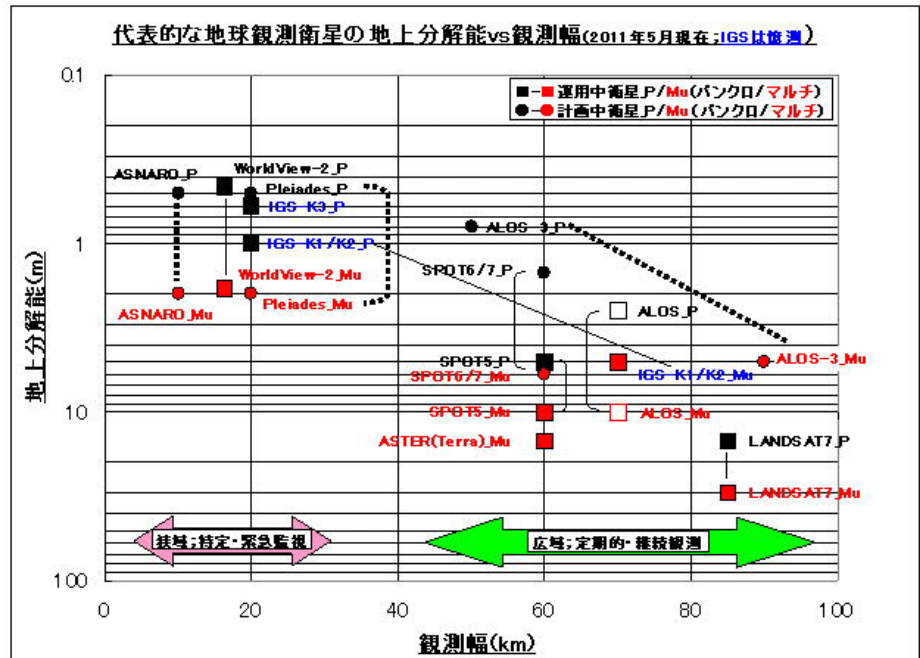
さらに上記計画に追い打ちをかけるように宇宙開発戦略本部は予算処置を理由にALOS3計画そのものの存続に後ろ向きと取れる見解を示していますが、国策としての地球観測を、恒常的な運用体制を含めた観点から強力な推進を期待したい。

そこで、「だいち」無き今、当面の補完手段として、観測センサーASTER(分解能18m、60km観測幅のマルチスペクトラム)が米・地球観測衛星Terraに搭載され、打ち上げ12年経過した現在も観測可能と伝えられていることから、それらによる観測や、併せて1年半後の2012年中に打ち上げ予定のASNARO衛星(分解能約50cm、観測幅10km程度)の活用も期待できると思います。

一方で、従前よりアピールしてきました情報収集衛星(IGS)シリーズの特に光学1号、2号(IGS-1K/-2Kと表記)は過去の情報による憶測になりますが、観測幅は20km程度と特定地域の限定的ですが高分解能撮像(約1m)と約5m分解能のマルチスペクトラム撮像で、ある程度の広域観測の機能は具備していると思われますので、「だいち」の広域撮像には及ばないかも知れませんが、2~3年の観測空白期間をデュアルユーズという観点で補完する役割は十分果たせると思います。

また、ALOS3実現のアピールの腹案として、小型衛星のASNAROバスとAVNIR等光学センサーを組み合わせる考え方も具申しておきます。

いずれにしても災害監視を含む国としての地球観測衛星システムの継続的な運用体制の有り方が国際的にも問われているのではないのでしょうか。



最近、気になっている衛星開発・利用の事例-3

* 準天頂衛星システムの動向を注視他(参照:宙の会論壇;戦略本部への素朴な疑問)

昨年打上げられた準天頂衛星1号機は、初期の実験(測位、軌道運用制御)が進んでいる。反面、その測位ミッションの重要機器であるルビジウム発信器(輸入品)の2台のうち1台が不調となったと報じられています。(参考;GPSは3台のルビジウム発信器を搭載し、衛星寿命は10年(将来は15年との情報もあるがこの場合の発信器搭載数は不明))

一方、宇宙開発戦略本部は、準天頂衛星システムを、わが国の最重要プロジェクトと位置づけ、早期の予算化(総事業費2300億円)、さらには防災対策として安否確認通信を盛り込むことや衛星間通信衛星DRTSの機能を相乗りにする等の方針(案)が提示されましたが、それに対する技術的な実現可能性や課題や社会的検証について議論等が明示されることがないままであり、戦略本部の方針に以下の疑問を感じております。

・**準天頂衛星による安否確認・避難誘導等のための双方向通信**の技術的可能性(特に携帯電話端末からのアップリンクを可能にするための衛星側のリソース再配分や回線設計、測位に与える影響など・・・多々)や将来型携帯電話端末への組み込みは国内数千万人以上や、またアジア地域など国際的なインターフェイスを取れるのか等の社会的検証やコンセンサスを得ない状況では、結局は開発の母体となるであろうJAXAが責任を持って解決できるのでしょうか？

私がインターネット上で情報収集できる範囲では、戦略本部・関係委員や関係者には思いつきの願望だけがありますが、技術的な実現性の定量的な検討や、誰からもこのようにすれば、このように実現できるとの発言、技術提案は見当たりません。さらに加えれば、すでに多くの携帯電話端末がGPS付加機能を具備する中で、準天頂衛星の測位機能を併用したいとの声や実証実験への参加は通信事業者からの声は皆無でしょう。

・**DRTS後継機として準天頂の相乗り**もあるのではとの提言がありますが、衛星開発の当事者であるJAXAが深く検討し、このような可能性もありとのことでしょうか？

準天頂衛星とユーザー衛星のポインティングの難易度やリスク、高精度測位に与える影響、準天頂衛星のリソース再配分は可能か等々、1号機とは異なる新たな準天頂衛星を開発することや、結局はDRTS後継機を実現しない便法ではないかと勘ぐりたくなります。

以上のように、**技術的・社会的にも多くの曖昧さや、さらには衛星自体の軌道上評価(輸入・ルビジウム発信器や、10~15年を目標とする衛星の長寿命化を含む)やミッションの十二分な検証、社会的利用の有効性・コンセンサス等の見極めが中途半端な状況で、国策・宇宙インフラ整備が最優先されることがないように注視**しているところです。

一方、「きずな」、「きく8号」は、次世代衛星通信の開発・実証や東日本大震災被災地への通信環境の提供などに一定の成果を挙げっていますが、国策として先行き不透明であることは寂しい限りです。

最近、気になっている衛星開発・利用の事例-4

* 学生衛星の確かなモノづくりに期待 (詳細参照: SSCnote-HP, 手作り衛星製作者の心得 / 宇宙技術者の心得、宙の会論壇)

1) 昨今の学生(大学)衛星の相次ぐ失敗や顛末を概観;

・貴重なH-IIAでの小型副衛星打上機会が与えられましたが、2回/2年間で9機の学生衛星打上げで目的を達成した衛星は1機のみ(軌道上での電波や一部の機能が確認できた衛星は6機、その内でも短期間(1日~数週間)で不調になった衛星が3機、打上げ後の作動が全く確認できなかった2機と、全9機の内、2~5機(20%強から60%)が軌道上で満足に作動しなかった。因みに2003年からの学生衛星7機は、ロケット失敗の1機を除き、6機全てが目的をほぼ果たし、10年超えて運用中の衛星もある)

・公募学生衛星の達成度合いが低いことの共通していると思われる原因/要因を集約すると;

* 目的、体制、覚悟、意識、時間、モノづくりの技量などが不十分であった

* 教育的カリキュラムが不十分で、知識や教訓の理解が足りなかった

* 地域企業連携では、宇宙モノ/システムモノに対する理解が不十分であった(代表例; UNITEC-1)

* 学生を応援する学会や有識者が宇宙教育・衛星開発の登竜門として提供している“衛星設計コンテスト”にも無関心が多いなど、宇宙への挑戦を安易に捉え、かつ、自らの課題に気付いていながらも小型副衛星打上げのルール上を走ってしまった。さらには宇宙教育の現場に入り込むパフォーマンス意識やエンターテイメント的な宇宙願望も、未達の遠因の一つと思われる

・今後3年間で11機(内1機は企業)の公募衛星の打ち上げを含み多くの学生衛星計画が実のある成果を挙げるためにも、まずは確かなモノづくりに期待したい

2) 学生諸君に望む、確かなモノづくりのポイントと期待

・身の丈にあった計画であること

・ちょっと考えればおかしいことを何か見落としている・・・“許されない失敗”と“許される失敗?”がある

・システムとは寄せ集めで成立するものではない。システムは弱いところから綻びる

・リスクを承知(回避でもない)の上のシステム成立への方策・対策を考える

・時間(労)を掛けずして成果は得られず(見えるものも見えない)

・単に時間を惜しんだ見かけの効率化や省力化は、無駄や失敗を積み上げるだけ

・事前実証(試験)は不可欠だが、自力の知力や先人の経験則・教訓を理解・活用することでも克服できる

・貴重な副衛星打上げ機会を提供する立場のJAXAの安全審査の理解啓蒙と衛星設計/開発の心得の提供とその活用を期待

・小型衛星の普及は挑戦なくしては実現しないと云われるが、「挑戦と無鉄砲は違う」ということを常に意識して欲しい

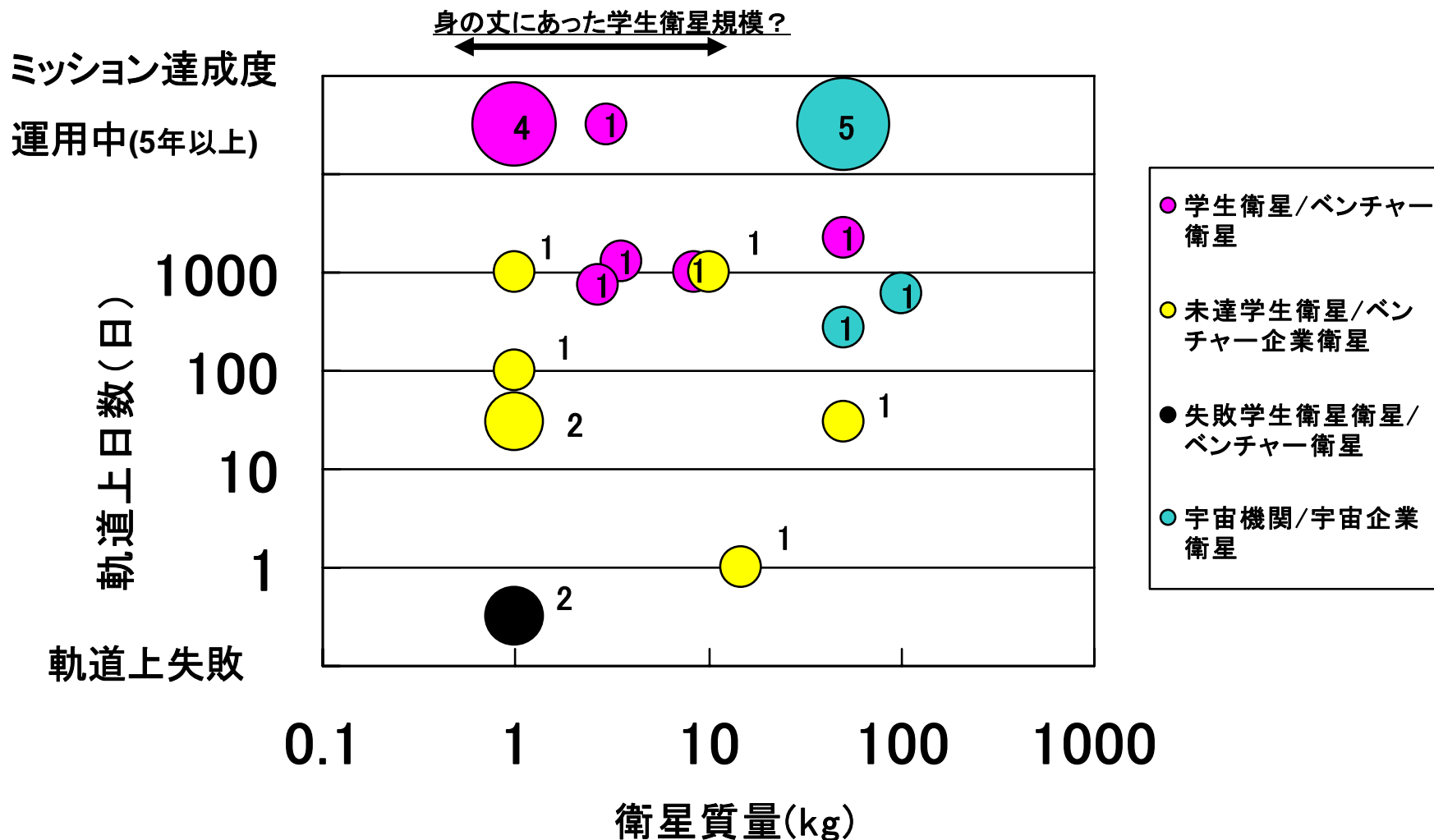
・「挑戦 = 失敗してもよい」という段階は終わっており、教育現場自らの宇宙工学教育カリキュラムの整備、継続的教育が望まれる

・私個人的には宇宙システムエンジニアリングでは、どこで「手を抜くか(効率化)」が判ることは極めて高度な経験知と人の力量が必要と認識する。現行の宇宙開発・利用を否定することに終始せず経験や教訓を共有し、真摯に対峙して欲しい。(温故知新)

・衛星の大きさ(サイズ)と開発難易度に注意←Cubsat; 教育に手頃 < μ sat < smallsat・・・) (参照: 宙の会論壇; 小型衛星論シリーズNo4他)

宇宙工学教育では、多くの心得ある人たちの応援を受けつつ、学生諸君の知力・力量がより一層醸成され、これからの宇宙開発・利用に人財排出の面で、継続的に貢献されることを願ってやみません

日本の超・小型衛星の寿命傾向



より確かな衛星開発・利用への思い-1

* 適切・効率的な技術の蓄積・活用 / * 人財育成と活用・継承

(参照SSCnote,宇宙技術者の心得／手作り衛星製作者の心得／JAXAへの置手紙 宙の会;衛星現場OBからの一声他)

1) 衛星開発の評価活動からの思い

私がNASDA/JAXA在職中に旧NASDAアクションプログラムの一環として2000年に立ち上げた衛星開発の評価活動は、SELENE、WINDS、GPM/DPR、GOSAT等の新規プロジェクトや開発・製造途上のプロジェクト(MDS-1、DRTS、ALOS、ETS-VIII)においても、技術者が心掛けるべき設計等に内在するプロジェクト・リスクの識別・評価・改善を、側面的にかつ客観的な立場でリスク評価を行い、開発プロジェクトが限りなく低リスクになる様にアドバイスを含めた勧告をしました。現に、これらのプロジェクト関係者とは厳しくも良好な関係が築かれ、素晴らしいプロジェクト成果と人財が輩出されたと信じていますし、今後も衛星信頼性の向上の一手段として有効と思います。

評価活動の経緯から、軌道上不具合の撲滅の観点から以下に示す共通的な幾つかの提言(以下に箇条書)が出来ました。尚、衛星開発はJAXA(旧NASDA、含む:共同開発や研究の外部機関)と衛星メーカーとの契約によって実行されるから、ここに提起した問題はJAXA自身(含む:共同開発や研究の外部機関)の問題、JAXAが衛星メーカーを指導監督する場合の問題、衛星メーカー自身の問題が含まれていると言及しておきたい。

- a) 技術の継承・蓄積の問題
- b) “End-To-End試験”の発想の転換
- c) 人為的設計過誤撲滅への更なる取り組み
- d) コンフィギュレーション“設計”の重要性に対する再認識
- e) リスク管理に関する発想の転換
- f) “物造り”マインドの醸成
- g) ソフトウェア評価検証の徹底
- h) 衛星統合化設計への対応
- i) 大型柔軟構造衛星の高精度指向制御技術
- j) 設計基準・作業標準の遵守と適宜・適正な維持改訂
- k) “実績”という言葉の落とし穴
- l) 充実した設計審査資料の元で、シッカリした審査の実施
- m) サバイバル性の強化

より確かな衛星開発・利用への思い-2

* 適切・効率的な技術の蓄積・活用/ * 人材育成と活用・継承

(参照SSCnote,宇宙技術者の心得／手作り衛星製作者の心得／JAXAへの置手紙 宙の会;衛星現場OBからの一声他)

2)「確実な衛星開発・利用」についての思い(順不同の羅列):

- a) 宇宙技術は一発勝負、修理不可が宿命。その故、謙虚さと地道な自主開発、実証-検証、生産・基盤技術、人材が重視される
- b) 技術を束ね、弱い要素技術を補うシステムエンジニアリング; 例、周回衛星用大電力電源系、弁類を含む推進系、メカトロ機器等の寿命が鍵
- c) 技術開発には多様性や分散性も必要、極端な集中化、開発路線の固定化は、発展や修正が阻害されることがある
- d) 有限のリソースの中での宇宙開発は、確立した技術の徹底した活用(使い込み)と、挑戦的な新規技術の使用に当たってのリスクの受容のバランスが大切である; 例えば、着実に数が増える情報収集衛星の共通機器をDual Useとして活用するなど
- e) 技術は、1, 2度の成功では確立技術と言えない。同じ技術を繰り返し使用し、データ・管理の積み重ねが必要である。昨今の“実績がある”と言う開発計画・設計は、限定された地上での評価や数少ない軌道上動作を盲信し、かつ、実際の設計者不在や設計変更を行った、確立されていない技術が横行しているのが実態; 例えば、正しく評価したモノを使うのと使えるから使うは別
- f) “宇宙を侮ること無かれ”、未知の要素の有るものについては、設計のためのデータ取得、あるいは、その設計の確認のための試験を必ず実施すべきである。そのためにコストがかかるが、リスクとコストのトレードオフを意識し、状況によってはリスクを受容する考え方を方針とする事もあり得る。
- g) 軌道上実証の原点は、“宇宙を侮らないことへの戒め”、“宇宙で使うモノは宇宙で検証・・・ノウハウの密度が違う”、“実証された成果はトコトン使い込む”ことであり、効果的な宇宙実証衛星計画の復活と継続性を期待
- h) コストダウン、短期開発、性能の向上の代償として、リスクが高くなる事を認識すること。技術開発の効率化・コストダウンの限界を誤認することは手抜きにつながる
- i) 信頼性向上を重視し、多重冗長や高度なFDIR等によるロバスト性を構築した結果、システムが複雑、かつ重装備の過剰設計となり、リソース配分やコスト面でアンバランスになることに注意が肝要。衛星技術は限りなく単純な構成のもとに信頼性・品質の向上を図り、小型軽量化を追及すべし
- j) Dual Useの活用として、情報収集衛星など安全保障に係わる人工衛星及びコンポーネントは、その中で汎用や一般的な部品・コンポーネントであっても、国家の機微に係わる事として包括的な縛りで、現状ではそのままの流用は適わず、技術評価などの2重投資が企業において行われているのが実態と推測できる。本来の機微に係わるセンサー等の重要部分は除外しても、大半の部品・コンポーネントは開発当初からデュアルユース(両用)機器として識別・定義し、機微規制外で効果的な活用により国際競争力強化に役立たせられるように、必要によっては施策や法整備を具申したい。宇宙戦略本部は、安全保障目的に開発された技術についても、安全保障上問題がない限りにおいて、必要に応じて民生利用を図ることとしているが実態は確認できない; 例えば、実績転用に当たり再試作・再評価の2重投資?

より確かな衛星開発・利用への思い-3

* 適切・効率的な技術の蓄積・活用／ * 人財育成と活用・継承

(参照SSCnote,宇宙技術者の心得／手作り衛星製作者の心得／JAXAへの置手紙 宙の会;衛星現場OBからの一声他)

3)その他の思い:

a)「国の宇宙開発」について

* 「国の宇宙開発」を議論するとき、国力としての”研究・技術開発及びインフラ整備”と”産業界がその成果を活用してのビジネス(商業)化へ特価”することとは不可分関係にあることは明らだが、国が主導的に行う研究開発は先端・基盤技術を継続的に確保することが肝要と思います。 **宇宙開発は、謙虚に！ 大胆に！ そして地道に！**

* 国の宇宙開発は”オールジャパン”が基本であり、国民に還元されるものと理解し、先端技術・基盤技術を、単に国や企業の思惑で製品購入(国内外を問わず)するに終始した場合は、わが国の技術安全保障上や産業力低下は歴然と危惧します

b) NASA「Faster Better Cheaper(FBC)」等を反面教師に！

* 効率的開発を目標としたNASAの「FBC」は初期において意に反した結果となった。例えば、Clementine、NEAR、Stardust等の比較のお膳立てを小規模にした衛星計画が成功したが、その後SSTI、MCO、MPL他の失敗が続き、その成功率は50%以下となった。さらに、多数衛星によるコンストレーションを構成したIridium衛星は軌道上行った95機の内、初期運用段階で約16機の不具合が発生している

* これらを分析してみると、「FBC」は単なるコスト低減手法でなかったはずであるが、マネジメントの錯誤により“レビューがしっかり出来ていない”、“より高い目標にチャレンジ”、“リスクマネジメントの理解不足”が重なり結果的に、設計・製造段階での些細な人為的ミスやモノ作り段階での試験・検証の不足、関係者の意志疎通の不足で約70%の初期不良が検出・対策できなかったと分析できる。この現象は、商業衛星分野でも散見されますが、調達側(特に、インテルサット等)が衛星製造企業に対して品質重視で駐在・監督行為し、信頼性・品質の維持が出来ていると分析できます

* これらを教訓として改善するには、“重要な試験の省略をしない”、“過度なリスクを負わない(リスクを明確にすること)”、“IT化によるプロジェクト再構築(例えば;リスクの数値化)”等、人の関わる部分の問題解決が重要と考えます

c) これまでの「不慮の事故/不具合」を、「役に立つ事故/不具合」に変える人財による技術蓄積と活用

* 過去、現在に顕在化した不具合や異常事象を単に記録する事ではなく、実践的な教訓、ガイドライン、基準等に蓄積・活用

* 衛星開発・利用に限らず事故や不具合の教訓を共有し役立つかたちに残すには、継ぐ人(人財)を育てなければならない

* その過程には現場を担う技術者や専門家の存在が不可欠で、評価を公正・透明性を持っておこなう要員を養成するためにも、若い人々がこの領域を志すように、また資金面でも十分に配慮してゆく必要があると思います

d) 技術の成熟度からマネジメントを工夫しても予見不可能な事故/不具合と判断されるものが存在するが、これは精神論や丁寧な点検だけでは解決しきれないリスクとなる。解決には経験の積み重ねが必要と考えるが、わが国は組織、人財にとっても経験をつむ機会が少なく、悪循環に陥っていることを認識し、経験の積み上げを注視しなければならないと思います

自己紹介；白子悟朗のプロフィール

- 1957年 NEC入社、無線機器トランジスタ化・宇宙開発の研究に従事
- 1970年以降
 - わが国初の衛星「おおすみ」他、わが国の宇宙開発史上に残る多くの科学衛星、実用衛星の開発に関与(約32機)
- 1978年 「衛星・ロケット機器の開発・実用化」でオーム技術賞
- 1980年 地球観測衛星「もも1号・1号b」のプロジェクトマネージャ
- 1991年 衛星を専門とする「技術士(航空宇宙部門)」に登録(SSC事務所)
- 1999年 NEC退職(最終職位；宇宙開発事業技師長、研究開発統括)
- 2000-2005年 JAXA/NASDA招聘職員(衛星独立評価活動他)
- ~2010年 JAXA信頼性評価委員会、プロジェクト専門委員他
- ~現在 技術士活動、宇宙教育などの啓蒙をしつつ、フェードアウト模索中

自己紹介：人工衛星等とのかかわり

(NEC~NASDA/JAXA、ほか)

■プロジェクト/システム担当 ■通信系担当 ■技術支援/応援 ■独立評価/信頼性評価

ミッション区分		技術試験	通信/放送/測位	地球観測	科学探査	その他/ ボランティア
打ち 上げ 年	1970年代	おおすみ('70) たんせい('71) たんせい2号('74) きく1号('75) たんせい3号('77)	ゆり('78)	ひまわり('77)	しんせい('71) でんば('72) たいよう('75) きょっこう('78) じきけん('78) はくちょう('79)	オスカー8 トラボン('78)
	1980年代	たんせい4号('80) きく4号('82) さきがけ('85)	ゆり2号a('84) ゆり2号b('86)	ひまわり2号('81) ひまわり3号('84) もも1号('87) ひまわり4号('89)	ひのと('81) てんま('83) おおぞら('84) すいせい('85) ぎんが('87) あけぼの('89)	JAS-1('86)
	1990年代	きく6号('94) きく7号('97)	ゆり3号a('90) ゆり3号b('91) かけはし('98)	もも1号b('90) ひまわり5号('95) みどりサブシステム	ひてん('90) ようこう('91) ジオテイル('92) あすか('93) はるか('97) のぞみ('98)	JAS-1b/2 ('90, '96)
	2000年代	つばさ('02) きく8号('06)	こだま('02) きらり('05) きずな('08) みちびき('10)	だいち('06) いぶき('09)	はやぶさ('03) すざく('05) あかり('06) かぐや('07)	Cubesat('03 ;東工大/東大)
	予定			ASNARO('12)		

自己紹介; 生い立ちと信条?

信条

- ・宇宙(環境)を侮らず
- ・宇宙システムの臍の緒は通信
- ・技術はウソをつかない
- ・現場主義
- ・技術・信頼性文化は人の絆
(信頼と倫理観、人づくりで継承と伝承、そして発展)
- ・リーダー観; 我をもって和となす

宇宙開発は、謙虚に! 大胆に! そして地道に!

* 宇宙(教育)応援; → 技術者(人財)育成/宇宙開発啓蒙

- ・宇宙を侮ることなかれ
- ・許される失敗と許されない失敗

* 宇宙開発; プロジェクト/システム → リスクマネジメント、

- ・原理原則の遵守
- ・技術はうそをつかない
- ・現場主義
- ・過度な原価低減は落とし穴

* 宇宙開発: システム/通信系 → 宇宙システムの臍の緒

- ・温度/電源電圧変動等の耐性(設計、品質)確保
- ・技術の蓄積・活用

* 通信機器のトランジスタ化の研究開発

- ・真空管時代 → トランジスタなど固体化へ
- ・アナログとデジタルの両刀使い

オーディオマニア
ラジオ少年
模型飛行機小僧

→ 手作り/自然に、確かなものづくりを学ぶ