

# より確かな衛星開発・利用への思い 2013

- ・最近、気になっている衛星開発・利用の事例
  - \* 宇宙基本計画(案)パブリックコメント(意見募集)について→結果の公表
  - \* 小型・超小型衛星/学生衛星の確かなモノづくりに期待(2012年版に加筆)
  - \* 宇宙開発と企業倫理; 過大請求事案に関連して
- ・より確かな衛星開発・利用への思い(2012年版に加筆)
  - \* 適切・効率的な技術の蓄積・活用 / \* 人材育成と活用・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。  
2012年版と併せてご覧頂ければ幸いです

## 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

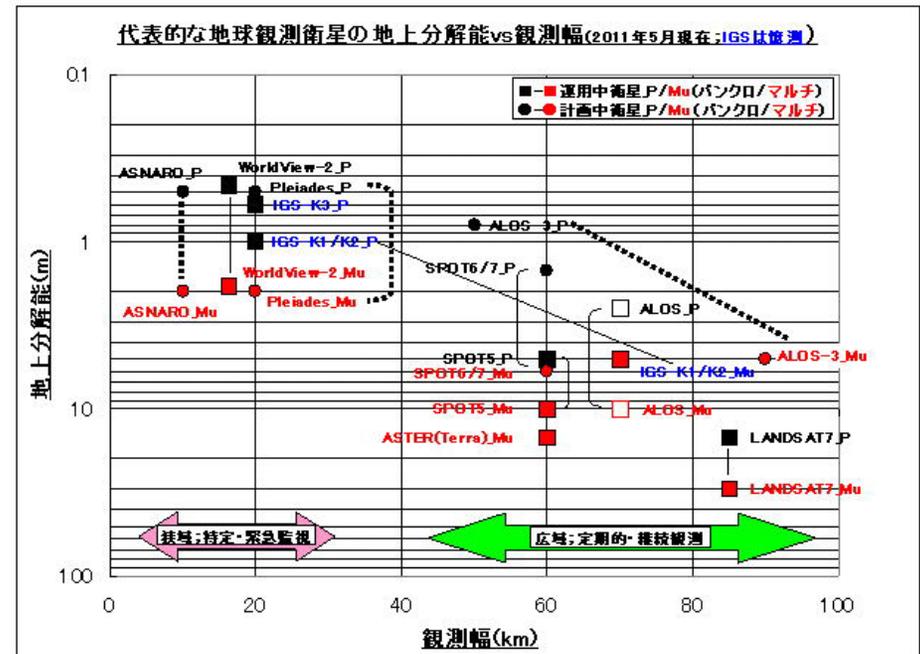
## \*「宇宙基本計画(案)パブリックコメント」について

「宇宙基本計画(案)」に対する意見募集(パブリックコメント)が2012年12月25日締め切りで行われました。 発出元の内閣府は意見に対しては個別回答はしないとしているが、少なくとも包括的な結果の発表はしてもらえるものと期待したい。

私は計画案に対して問題提起と対応提言の観点で以下の意見を(要点のみ)を提出したので披露させていただきます。

→意見募集の結果が宇宙戦略室から公表されました(2013年1月15日); 下記意見に対しても見解(回答)が示されています

- 1) 本計画(案)には2009年からの総括(成果と反省など)を盛り込み、国民が宇宙開発・利用に対して直視できるようまとめる
- 2) 産業の振興では国際市場で一定のシェアを確保しているものをきめ細かく特記し、更なる重要施策の必要性を明示すべき
- 3) 測位の課題として、測位信号に対する干渉の評価や対応策の検討においては、国際的な周波数割当原則の2次業務に対し一方的な排除を要求するだけでは解消せず、干渉に強い測位信号形式の研究開発が肝要
- 4) リモートセンシング衛星の課題では、衛星データの利用を一層拡大するためには、すでに商業衛星並みになった第一世代情報収集衛星のデータを日常的かつ災害発生時には迅速に公開すべき施策を組み入れるべきと考える<下図参照>。 その上での衛星システムの計画的な構築が肝要。 また、「だいち」運用終了後、急務であるプロジェクト(例えば、ALOS2/3、ASNARO後継機他)の具体的計画を明示すべき
- 5) 宇宙科学・宇宙探査プログラムに対して、宇宙基本計画発効以前から日本の宇宙開発の原点になっている本プログラムは多大な成果・貢献のみならず少なからず国民の国家を思う高揚に寄与していると思う。ところが本計画(案)では課題や今後の在り方が体制論や包括論にとどまり、国民が期待する具体的な推進プログラム(例えば「はやぶさ後継機」他)計画を示すことなしに終わっていることは遺憾で、国民の期待に反する
- 6) 本基本計画(案)で「超小型衛星」に過大なスポットを当てる意味合いがあるのか。 少なくとも大型衛星、小型衛星、超小型衛星を対峙させるような基本計画は避けるべきで、小型化や低コスト化へのチャレンジは衛星技術・ビジネスに共通した事項であり、目的や用途に応じた衛星規模(サイズ)の選択であって、超小型衛星を特記する意味はない。超小型衛星に関する企業家精神は理解するが宇宙を侮ることが無い様願いたい。(補足; 国の助成金/補助金を受けた案件の結果が優先)
- 7) 強固な産業基盤の推進や外交・安全保障の強化の施策実施の具体化に当たっては、昨今話題になっている一部企業群による過大請求に見られる不正行為の温床にならないように産学官さらには政界までを含めた倫理観をもち、本基本計画の確定に当たる司令塔である政府・与党を含めた宇宙政策委員会自身の責任は重く、関係者や助言者などの独りよがりによる判断にならないようお願い、期待する。(例えば、情報収集衛星や準天頂衛星の方向性を含め)



# 最近、気になっている衛星開発・利用の事例-2

\* 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・・・2013年版加筆; 傾向分析/寿命傾向

・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 参考; 最新版 [日本の小型・超小型衛星の足跡\(顛末\)-\(pdf\)](#)

2) 学生諸君に望む、確かなモノづくりのポイントと期待・・・2013年版加筆 ←蓄積技術・経験を生かし、新世代に伝承する(温故知新)←

・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

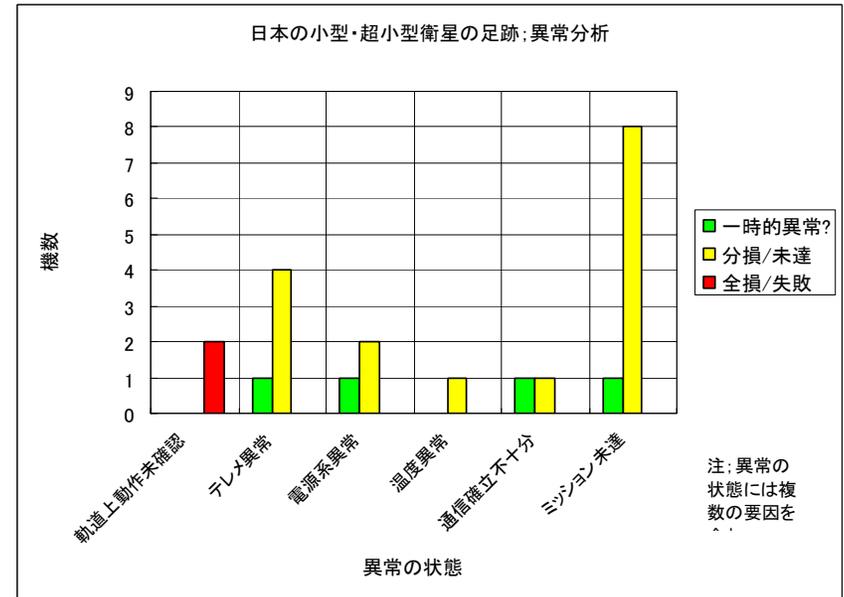
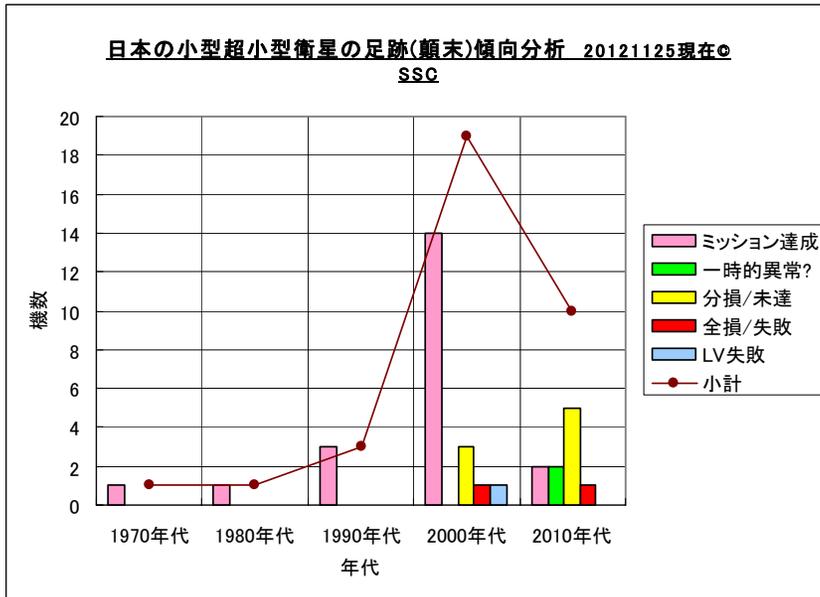
・私個人的には宇宙システムエンジニアリングでは、どこで「手を抜くか(効率化)」が判ることは極めて高度な経験知と人の力量が必要と認識する。現行の宇宙開発・利用を否定することに終始せず経験や教訓を共有し、真摯に対峙して欲しい。(温故知新)

・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)

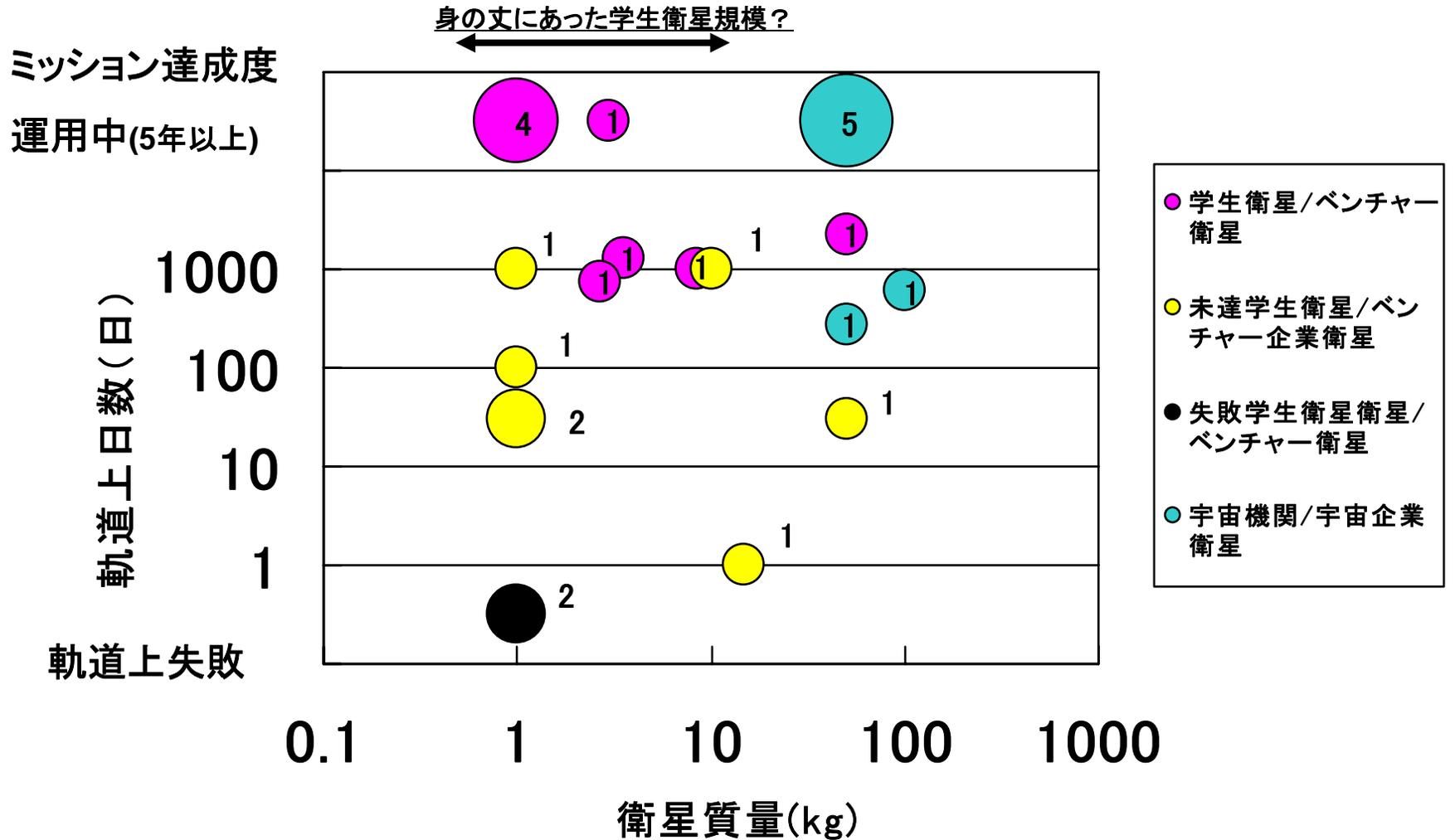
**宇宙工学教育では、多くの心得ある人たちの応援を受けつつ、学生諸君の知力・力量がより一層醸成され、これからの宇宙開発・利用に人財排出の面で、継続的に貢献されることを願ってやみません**

# 小型・超小型衛星の足跡(顛末)の傾向分析

参考;最新版はSSC-note-HP [日本の小型・超小型衛星の足跡\(顛末\)-\(pdf\)](#)



# 日本の超・小型衛星の寿命傾向



# 小型・超小型衛星の確かなモノづくりへの思い

## —蓄積技術・経験を生かし、新世代に伝承する(温故知新)—

### 新世代の小型・超小型衛星開発の挑戦テーマ

学生衛星・教育利用から実利用へ！;コストとリスクのバランスの枠組み

- ミッションライフサイクルのコストとリスクのバランスを追求・・・ユーザーが投資できる費用とリスクの度合いを合意する
- コスト/リスクのバランスを担保するシステムエンジニアリングには知見と教訓を共有し、高度な経験知を持った人の力量を取り込むことが肝要
- システム構成は単系を基本としリスク低減の工夫を盛り込む・・・故障分離/復帰機能/再構成機能等 ← 耐性と回復性のバランス配慮
- 故障は永久故障を極力排除し/耐性、一時故障は復帰/回復させる
- 先進的な民生品・技術を吟味(廃品/偽物に注意も)し最大限活用
- 宇宙を侮らない
- 宇宙システムの臍の緒である通信回線確保は必須(地上系整備を含む)
- プロマネ(推進者)はマネジメント(リスク、人、もの、金、スケジュール等)を自らが陣頭指揮を執る
- 開発では効率・効果的な手順/方法を臨機応変に組み合わせる(記録は残し、伝承する)・・・ワイガヤ方式、SW・・・力量と裁量
- 先人の力量(蓄積技術、経験、教訓等)を生かし、OJTによる人材育成を図り、成果の継承・伝承に努める・・・暗黙知を形式知に！
- 財務と第三者評価・・・特に国の投資(約80億円)の透明性と適正評価
- プロを目指すということは積み上げが大切、ぶっつけ本番や一過性でマニュアルや知識、意欲だけではなく、プロによる本来のOJTが必須
- 一時の思いによるパフォーマンスでは伝承・継承されない？
- 失敗には、許されない失敗と許される失敗？がある

(参考; [日本の小型・超小型衛星の足跡\(顛末\)-\(pdf\)](#))

### 生かせる蓄積技術・経験の例

- ; テレメータ取得は最小限ミッション; 軌道上の状態把握の唯一の手段
- ; 軌道上故障は、偶発故障<<設計(評価)不十分による故障
- ; 寿命確保・・・メカなどの寿命品は2倍程度の評価試験を
- ; 故障は永久故障と一時故障を使い分け、サバイバル性を確保
- ; 単一故障点(SPF)の排除・・・計装を含む
- ; 機能冗長の活用・・・別ルート、機器の再構成
- ; 故障分離機能と復帰機能を駆使する
- ; システムFMEA
- ; 放射線対策・・・ラッチアップ対策; 電源リセット必須、誤り訂正、部品耐性
- ; コールドロンチ対応やバッテリーの枯渇対策注視
- ; EMC・・・アナログとデジタルの両刀を使いこなす
- ; 動作環境耐性・・・電源電圧変化/温度変化ほか
- ; 電源のソフトスタート対応・・・再起動性/復帰機能の確保
- ; 通信系・・・アンテナパターン生成、宇宙システムの臍の緒; 回線確保必須
- ; 機能の統合化
- ; 先進的な民生品・部品、小型・軽量技術の活用
- ; 試験・検証の徹底・・・end to end試験他
- ; 機器、I/Fの標準化で使い込みと新規開発のサイクルを回す
- ; 軌道上実証と使い込み
- ; ワイガヤのシステムインテグレーション; SW、イタレーション他
- ; 開発に対するピュアーレビューの重視と知見・教訓の伝承・継承
- ; 経験者の活用・・・OJT(一緒にやる。原理原則を体得)
- ; コスト管理・・・財務管理の徹底、過度な原価低減は落とし穴

# 図解；学生衛星の確かなモノづくりに期待

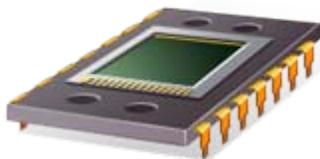
## — 衛星設計コンテストからの飛躍 —

学生衛星開発の基本は、身の丈にあった計画であること

- 1) ワイガヤチーム体制確保 + 専門企業の応援 + 覚悟
- 2) リソースがリスクとミッションにバランスしているか
- 3) 経験者等の応援や知見/教訓を学び体得する
- 4) 衛星規模で開発難易度が全く異なる CubeSat << μ Sat

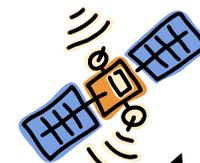
システムエンジニアリング上の留意点

- \* 一寸考えればおかしきことを見落としていないか・・・”許されない失敗”と”許される？失敗”がある
- \* システムは寄せ集めで成立するものでない。弱いところから綻びる
- \* リスクを承知(回避でもない)の上で、システム成立への方策・対策を考える(ロバスト性、回復性、寿命、冗長性他)
- \* ”挑戦と無鉄砲は違う”



学生衛星で重視する設計技術

- \* テレメ取得は最小限ミッション \* コールドランチ対応 \* 機能冗長 \* 電源耐性(電圧変動幅、ソフトスタート他) \* 温度耐性(温度変化幅) \* EMC耐性 \* ラッチアップ対策; 電源リセット機能必須 \* 故障分離 \* 周波数確保と通信確保 \* アンテナパターン \* COTS活用法 \* コマンド耐性 \* SWの再ロード性 \* テレメ取得 \* 寿命品はミッションライフの2倍評価 \* 非デブリ化



(片道キップ)



- \* 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や省力は、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・活用することで効率的な検証が可能となる
- \* 地上局整備や運用準備・訓練も同時進行
- \* 第三者評価が大切

学生衛星の確かなモノづくりにチャレンジ

\* 学生衛星も”挑戦=失敗してもやむなし”の段階は終わっており、教育現場自らの宇宙工学カリキュラムの整備、継続的教育として回すことが望まれる

地上系を含めた通信回線確保は必須

(リカバリーの可能性あり)

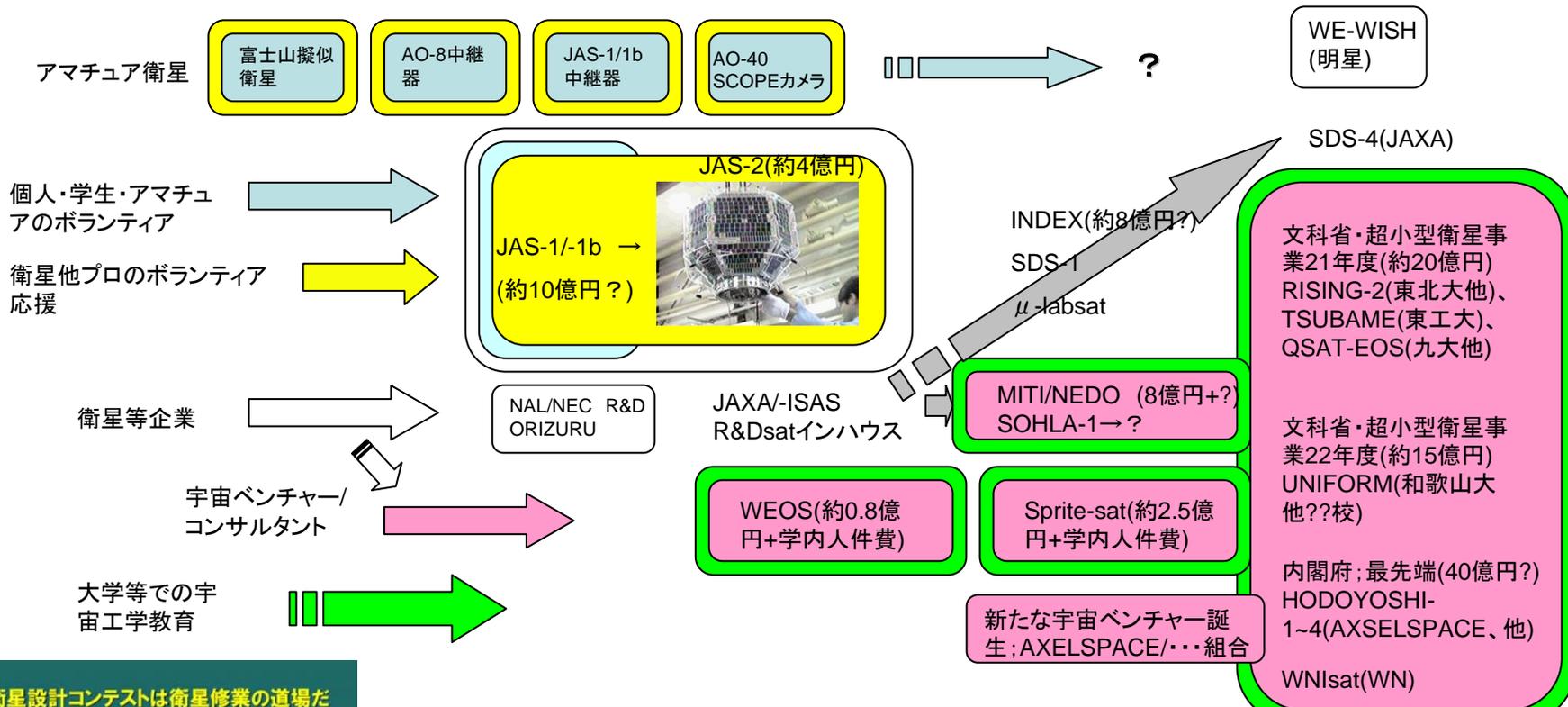
地球周回衛星と惑星探査衛星との違いをSOEで理解



- \* 貴重な副衛星打ち上げ機会を提供する立場のJAXAも、公募審査の技術的明確性と安全審査の理解啓蒙や衛星設計/開発の心得の提供を期待したい



# 日本における小型・超小型衛星を取り巻く環境の変遷



**衛星設計コンテストは衛星修業の道場だ**

衛星設計の勉強  
衛星を設計してみたい!  
学生は授業を卒業へ応用したい  
衛星開発、利用の最新鋭の専門家  
アドバイス  
カブリ  
CANSAT CubeSAT  
実衛星へチャレンジ  
©Satc

**CansatからCubesat、そして・・・?**

SEEDS、・・・UNITEC-1・・・今後nano-JASMINE 他9機が計画中 (201201現在)

# 最近、気になっている衛星開発・利用の事例-3

## 宇宙開発と企業倫理

Scone-HP; 宇宙開発・提言 宇宙開発と企業倫理<http://www.2s.biglobe.ne.jp/~gshirako/proposal.html>

昨年発覚した、防衛・宇宙企業の過大請求問題は、企業倫理に背き、宇宙産業への不信と、国民の宇宙開発への期待に水をさす事態と思います。

私は2000年2月8日付毎日新聞に”宇宙開発は謙虚に！大胆に！！”と題した応援メッセージを投稿し、関係者の倫理観を促し、その後のH-II Aロケットの連続打上や「はやぶさ」、災害時の宇宙技術活躍等の成果を見守り、新宇宙政策や事業展開を注目していました。

宇宙基本法(2008年)、宇宙基本計画(2009年6月)、宇宙開発利用の戦略的推進のための施策の重点化及び効率化方針について(2011年8月)、実用準天頂衛星システム(2011年9月閣議決定)と、この数年で安全保障に関する公共、公用プロジェクトならびに関連した産業育成が声高らかに謳いあげられた我が国の新宇宙政策であったが、2012年1月に露見した防衛・宇宙企業による不祥事は宇宙推進を根底から覆すものと危機感を感じます。

今回の事案が10数年前の不祥事と同様な構図であるとすれば誠に遺憾であるばかりでなく、技術力はともかく産業界としても厳しく断罪されるべきで、国は企業との原価計算システムの制度調査の受け入れ義務が適正であったのか／大企業であろうとも不正は必ず露見すること再認識し、その上での出直しにどう臨むか透明性をもって公開することが、血税を提供する国民に対する謝罪の第一歩と思います。

加えれば、この10数年の中での国の宇宙事業契約の危うさを感じられる。情報収集衛星はじめ準天頂衛星システム、防衛衛星通信のほとんど全てが一企業寡占の構図は、国としてのリスク分散、緊張感を持った企業競争等を麻痺させるばかりでなく、いわゆる政・官・業・学で構成される「むら」社会の中でも偏りを助長し、その自浄不全と再発の繰り返しの病巣が生じたのではとも思われます。

この事態の教訓は、当該企業に止まらず、公用・公共や産学支援等の宇宙プロジェクトの多くが血税であることを喚起し、さらには宇宙は探究心や将来がある若人・子ども達にインパクトがある目標である側面からも信頼回復が求められるとして注視して行きたい。

一方、世界では2010年1月に米国A1Aと欧州ASの主催で第1回IFBEC(企業倫理の実践に関する国際フォーラム)が開催され、両者の共通認識の「航空宇宙防衛産業におけるビジネス倫理の国際原則」を対外的に示しています。

「国際原則2009年10月2日」のポイントは、

- ・倫理憲章の検証評価
- ・汚職を許容せず
- ・アドバイザーの使用
- ・企業と公務員等との利益相反の対応(雇用、契約、不当不適切なリスク他)
- ・機密情報の尊重

ですが、技術者の身の回りでは、特に競合関係にある同業企業間での雇用・移動(転職等)に当たっての競合度合、技術・営業情報の漏洩、贈収賄等々の観点からの倫理性が注視されます。

# 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)

## 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、人財が重視される
- 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? さらにデータ等の利用面での活用も!

# 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