

日本の衛星産業の競争力向上に向けての論点

(イノベーション、小型・高機能化、グローバル化)

BBLセミナー用資料(2月26日)

元一橋大学客員教授

(財)無人宇宙実験システム研究開発機構

専務理事 三本松 進

内容目次

USEFとは	3
はじめに	5
I 衛星産業の定義・宇宙産業の特性・売上	6
1 衛星産業の定義	6
2 宇宙産業の特性	10
3 宇宙産業の売上高の推移	11
II 分析手法	13
1 SCI のアプローチ	13
2 ビジネスプロセスアプローチ	16
III 日本の衛星産業の分析	18
1 イノベーション	18
(1) 説明	18
(2) 衛星小型化のイノベーション	19
(3) 課題と対応	25
2 ビジネスモデル形成・運用	26
3 グローバルマーケティング	27
4 利用分野別の宇宙の開発利用	28
IV 欧州企業の事例研究	30
1 英国 SSTL	31
2 独 INFOTERRA	32
3 独 RAPIDEYE	35
(参考) 米国の政府優先調達事例	39
V まとめと今後の課題	40
1 まとめ	40
2 今後の対応の方向(提言)	41
3 今後の課題	42
VI 参考文献	43

財団法人 無人宇宙実験システム研究開発機構

Institute for Unmanned Space Experiment Free Flyer (USEF)

設立：1986年5月16日

目的：

無人宇宙実験システムに関する研究開発、調査研究を行うことにより、宇宙機器に関する技術の進展および宇宙システムの利用の促進を図り、先端技術開発の発展に寄与するとともに、我が国の産業の発展および国際社会への貢献に資すること

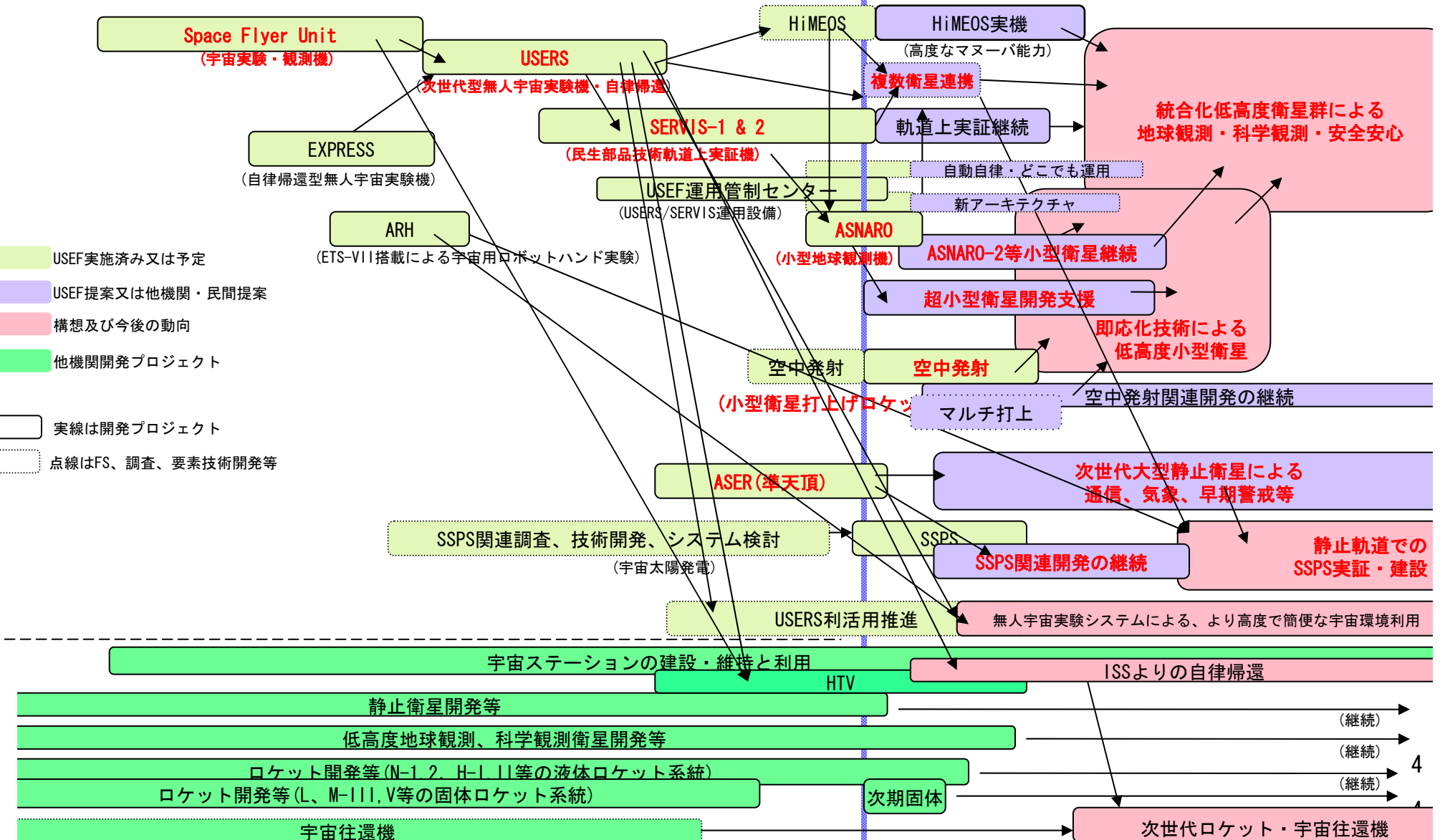
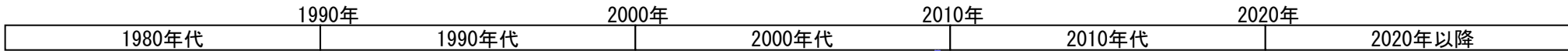
事業内容：

- 1) 無人宇宙実験システム機器に関する研究開発
(インテグレーションを含む) 及びその運用管制システムに関する研究開発
- 2) 無人宇宙実験システム機器及びその運用管制システムに関する運用
- 3) 無人宇宙実験システムから得られた情報の解析及び提供
- 4) 無人宇宙実験システム及び宇宙産業の国際競争力に関する調査研究
- 5) 無人宇宙実験システム及び宇宙産業の国際競争力に関する普及啓発
- 6) 以上の他、USEFの目的を達成するために必要な事業



〒101-0052 東京都千代田区神田小川町2-12
Tel. 03-3294-4834 Fax. 03-3294-7163
<http://www.usef.or.jp>

USEFのイノベーションの系譜（過去、現在、未来の連鎖）



- USEF実施済み又は予定
- USEF提案又は他機関・民間提案
- 構想及び今後の動向
- 他機関開発プロジェクト
- 実線は開発プロジェクト
- 点線はFS、調査、要素技術開発等

(継続) →
 (継続) →
 (継続) → 4
 (継続) →

次期固体

次世代ロケット・宇宙往還機

はじめに

- (1) 2008年の宇宙基本法、2009年の宇宙基本計画で示された衛星等の宇宙産業の国際競争力の強化には、従来の研究目的重視の開発から商業化・産業化、グローバル化を視野にいたした研究・開発・政策の体系の構築と実施が不可欠になってきている。
- (2) 今後の衛星産業の競争力のあり方を検討するに当たっては、その宇宙実証等の困難性の克服に努めつつ、その競争力・優位性の再構築に向けて、新たな視点による競争力確保に向けたフレームワークと現状分析、課題と対応の方向が求められている。
- (3) 最近、米国のフューロン社は各国の宇宙産業全体について、政府政策、人的資源、産業基盤の3要素に着目してグローバルな競争力比較を行う「2009年版宇宙競争力指数」を公表している。この分析の手法は、いわゆるナショナルイノベーションシステムのイメージで、これら3要素を数値データで計測し、国全体での生産関数概念としてとらえ、これを生産力・競争力として捉えている。
- (5) 今後、日本の衛星産業の競争力を論ずるためには、国全体の生産力・競争力論を補完する意味でその衛星産業について、企業論ベースでのダイナミックなビジネスプロセスに着目し、イノベーション、ビジネスモデル、マーケティングに関するフレームワーク的な新たなアプローチの開発が必要である。
- (6) 今回、この新たなアプローチを開発するが、今後の衛星の開発利用においては、このアプローチを活用して、従来型の宇宙科学、技術開発、公共政策的なものに加え、並行して以下の取り組みを至急、大幅に拡大していく必要がある。
 - 1) 衛星の小型化・高機能化から衛星利用の拡大と産業化の推進
 - 2) 東アジア・グローバルな衛星協力への取り組み

I 衛星産業の定義・宇宙産業の特性・売上

1 衛星産業の定義

(1) 宇宙環境

宇宙環境は、地上と比べ以下の諸点が異なるので、開発、製造、運用管理、等での工学的対応が必要。

真空度 : 高真空 (例えば高度400kmでは 10^{-5} Pa(100億分の1気圧))

放射線、: 放射線帯粒子、銀河宇宙線、太陽フレア高エネルギー粒子線

熱環境 : 日照・日陰での温度差(例えば-180~+120度での熱サイクル)

微小重力 : 例えば 10^{-6} ~ 10^{-4} G(地球上重力の100万分の1~1万分の1)

デブリ : 衛星・ロケット破片、小隕石、等(例えばSFUに数百の衝突痕)

(2) 政府の公共政策としての宇宙

宇宙は、政府の公共政策の重要な目標となっている。

- ① 国家主権
- ② 防衛と安全保障
- ③ 環境政策と災害防止
- ④ 科学的知識の探求
- ⑤ 経済・産業の発展

(3) 衛星産業の定義

この産業体系を機能的分析の視点で概念化すれば、以下の衛星製造事業を取り巻く事業、産業の体系で、宇宙環境を利用して創造した価値情報の連鎖、データ中継の連鎖、等を事業化し、産業化したものである。

① 衛星製造事業

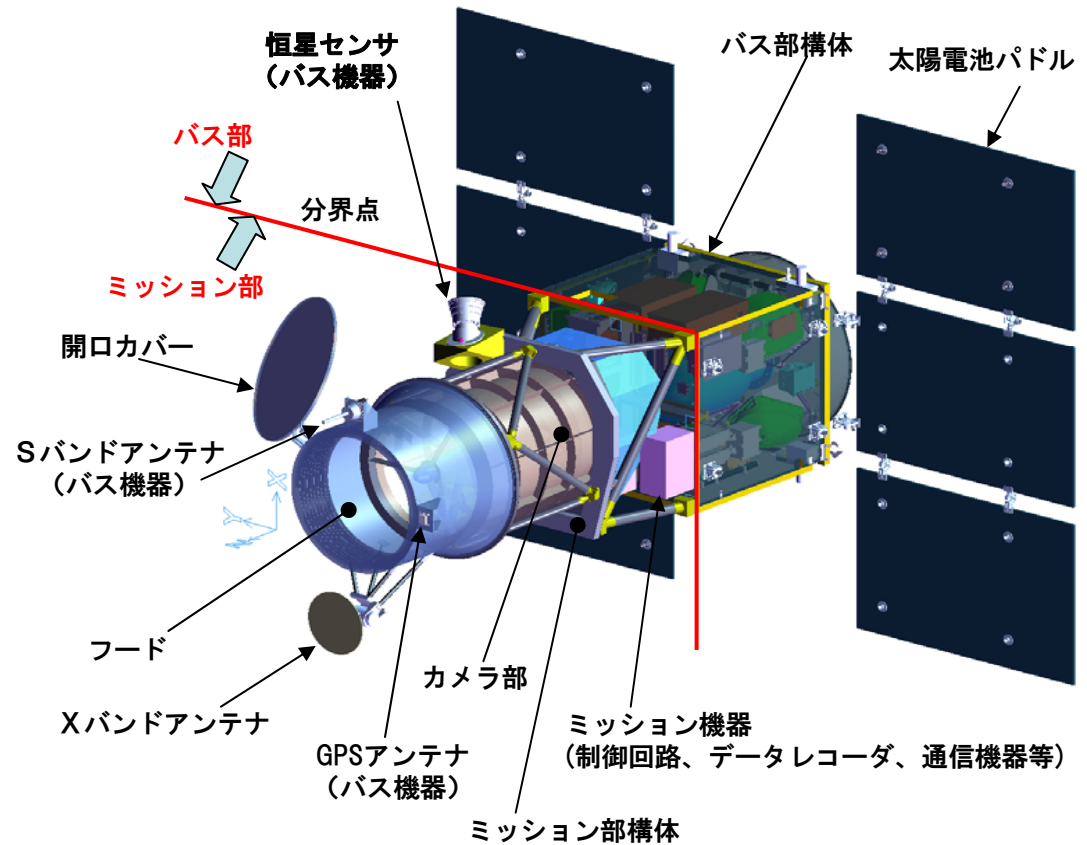
- i 宇宙で得られる、また、宇宙で可能な
 - a 地上の海、陸、気象、等に関する価値情報、
 - b 地上の電波の中継、等を正確で持続的に利用者にサービス提供できる機能を有する機器を製造する事業。
- ii これを所有者(運用者)がロケットで宇宙に打ち上げて、この衛星を運用し、運用者が利用者に価値情報を提供する。

② 地球観測衛星モデル(具体例)

- i 宇宙空間で、地上の利用者の欲する宇宙から地球上の各諸元の価値情報を入手しこのデータを地上に送信して情報価値の実現を図るため、
- ii 宇宙環境(放射線、熱、真空、微小重力、等)下で、各種の要求機能を満たす
 - a ミッション機器(価値情報を生む機器: 光学センサー、レーダー、等)
 - b バス機器 (インフラ: 電源、熱制御、データ処理、通信、姿勢・軌道制御、構体、等)
 - c 地上運用システムからなる衛星システム全体を設計・開発・製造する事業である。
- iii これを所有者(運用者)がロケットで宇宙に打ち上げて、宇宙環境下で、一定期間、この機器・システムを運用して、運用者が利用者に価値情報を提供する。

小型衛星システム開発仕様・主要諸元(ASNARO衛星)

	システム諸元
ミッション - 光学センサ - データ伝送	パンクロ/マルチ一体型 分解能: 0.5m以下 (Pan, 高度504m) 観測幅: 10km Xバンド 16相QAM, 約800Mbps (大型衛星並み)
撮像範囲 アジリティ	±45deg×±45deg (クロス/アロングトラック) 45deg/45秒 (平均 1deg/秒)
打上 軌道	2011年度 (想定) 次期固体ロケット (想定) (H-IIA, Dnepr 等の主要ロケットにも適合) 太陽同期準回帰軌道 (高度504km) 軌道傾斜角: 97.4° 降交点通過太陽地方時刻: 11時00分
地上局	追跡管制局: 既存/新設局 データ受信局: Xバンド受信局 (新設)
設計寿命 運用期間	3年 3年
質量	・バス 250kg (推薬除く) ・ミッション 150 kg ・推薬 50kg <TOTAL> 450 kg
電力	発生電力: 1300 W (3年後) ミッション供給電力: 400 W



(4) 主な利用サービス事業

i 宇宙放送・通信

宇宙の通信衛星上のトランスポンダー等を介して、地球上の地域単位、グローバルに放送・通信を行うサービス

ii 測位

米軍のGPSサービスをベースに地上の個体の位置情報を提供するサービス。

iii 地球観測・気象観測

宇宙上の衛星から発せられる地上の陸、海、気象、等に関する情報について、サービス価値のあるデジタル情報に変換して、その運用と情報の受信と加工を行ってエンドユーザーにサービス提供する。

IV 宇宙太陽光発電(将来構想)

静止軌道上での太陽光発電エネルギーをマイクロ波に乗せて、地上に送信して電力供給を行う事業。

v 宇宙旅行

商業的に低軌道又はサブオービタルなルートで、顧客を宇宙往還機に乗せて宇宙体験を供与する事業。

2 宇宙産業の特性

OECDの2004年報告書「スペース2030」によれば、これまで確認できている宇宙産業の特性は概要以下の通り。

- i **研究開発とイノベーションの重視**
宇宙開発は、宇宙リスクもあり、国家主導のイノベーションの歴史であり、最近、商業化・産業化の進展がみられる。
- ii **範囲の経済**
宇宙製品・サービスは、範囲の経済をベースとする複合技術による生産・供給。
- iii **技術の軍民両用性**
国家の防衛と保安に関連して、この両用性が見られる。
- iv **長期計画と宇宙資産の持続性**
技術開発、生産に長時間を要し、獲得データの持続性が高い。
- v **宇宙情報をベースとした価値連鎖**
宇宙で創出された差別化された情報の価値は、川上から川下に連鎖する。
- vi **川下分野における規模の経済**
特に放送等の川下産業は、規模の経済が働きやすい。

3 宇宙産業の売上高の推移

宇宙・衛星産業の売上高の推移を、(社)日本航空宇宙工業会の売上データにより見てみよう。

(1) 産業分類

宇宙産業は、大きく以下の3つに区分される。

- ① **宇宙機器産業**： ロケット、衛星、地上施設、等
- ② **宇宙利用サービス産業**： 衛星通信・放送、等の宇宙インフラを活用してサービス提供
- ③ **宇宙関連民生機器産業**： GPS活用の衛星携帯電話、等の民生機器を製造

(2) 歴史的推移

ここではその**宇宙機器産業**について、その細分類を用いて個別産業の売上高の推移を見て、各業界の縮小振りを可能な範囲で確認しよう。

- ① **宇宙機器産業全体で見ると、ここ10年のピークである1998年の3,789億円(100)から2008年の2,591億円(68)に規模縮小を見せている。**
- ② **2008年の分野別売上を見ると、この2,591億円(100%)の内訳は以下の通り。**
 - i **飛行体計2,025億円(78.2%)**
 - 人工衛星1,394億円(53.8%)
 - ロケット341億円(13.2%)
 - 宇宙ステーション195億円(7.5%)
 - 宇宙往還機(シャトル)94億円(3.6%)
 - ii **地上施設464億円(17.9%)**
 - iii **ソフトウェア102億円(3.9%)**

宇宙機器産業の売上高の推移 （ 単位100万円 ）

西暦年度 Fiscal Year	売上高合計 Total Sales	指数 Index	分野別売上高 Sales by Segment		
			飛翔体 Space Vehicles	地上施設 Ground Facilities	ソフトウェア Software
1998	378,896	100	227,991	135,435	15,470
1999	346,531	91	221,104	104,246	21,181
2000	369,944	98	273,045	78,229	18,670
2001	361,777	95	236,938	105,637	19,202
2002	336,184	89	251,036	67,565	17,583
2003	240,684	64	185,216	40,678	14,790
2004	218,849	58	168,454	34,063	16,332
2005	223,669	59	167,411	37,547	18,711
2006	234,794	62	177,216	37,762	19,816
2007	226,425	60	175,571	33,211	17,642
2008	259,087	68	202,477	46,375	10,234

II 分析手法

1 SCIのアプローチ

(1) 基本的な枠組み

米国のフュートロン社は、各国の宇宙産業全体について、政府政策、人的資源、産業基盤の3要素に着目して「2009年版宇宙競争力指数」を公表して、各国の全体的な競争力比較を実施。

政府政策： 体制構築、方向性の指示、予算手当等の面での実行力

人的資源： 人々が宇宙アプリケーションや技術を開発・利用する力

産業基盤： 産業が資金手当で、宇宙製品・サービスを供給する実行力

この分析の手法は、いわゆるナショナルイノベーションシステムのイメージで、これら3要素を主に数値データで計測し、国全体での生産関数概念としてとらえ、これを生産力・競争力として捉えている。

(2) 2008・2009年度の結果

これら年度における指数の絶対値と国別の順位は次ページ図の通り。

日本は、2008年に宇宙基本法が出来て、その評価があって、2008年度の7位から4位へと順番を上げている。

2009 対 2008年のSCI 結果

Rank	Country	Government	Human Capital	Industry	2009 Score	2008 Score (Rank)
1	U.S.	38.42	13.96	37.94	90.33	91.43 (1)
2	Europe	19.32	9.03	18.46	46.80	48.07 (2)
3	Russia	18.57	3.04	10.83	32.44	34.06 (3)
4	Japan	15.80	1.72	3.65	21.16	14.46 (7)
5	China	12.42	2.98	4.06	19.46	17.88 (4)
6	Canada	12.89	3.42	1.82	18.13	16.94 (6)
7	India	12.24	1.71	1.39	15.34	17.51 (5)
8	South Korea	8.39	1.34	2.31	12.03	8.88 (8)
9	Israel	6.72	0.56	1.42	8.70	8.37 (9)
10	Brazil	6.10	0.49	0.50	7.08	4.96 (10)

(3) 衛星産業の競争力強化と分析の方向

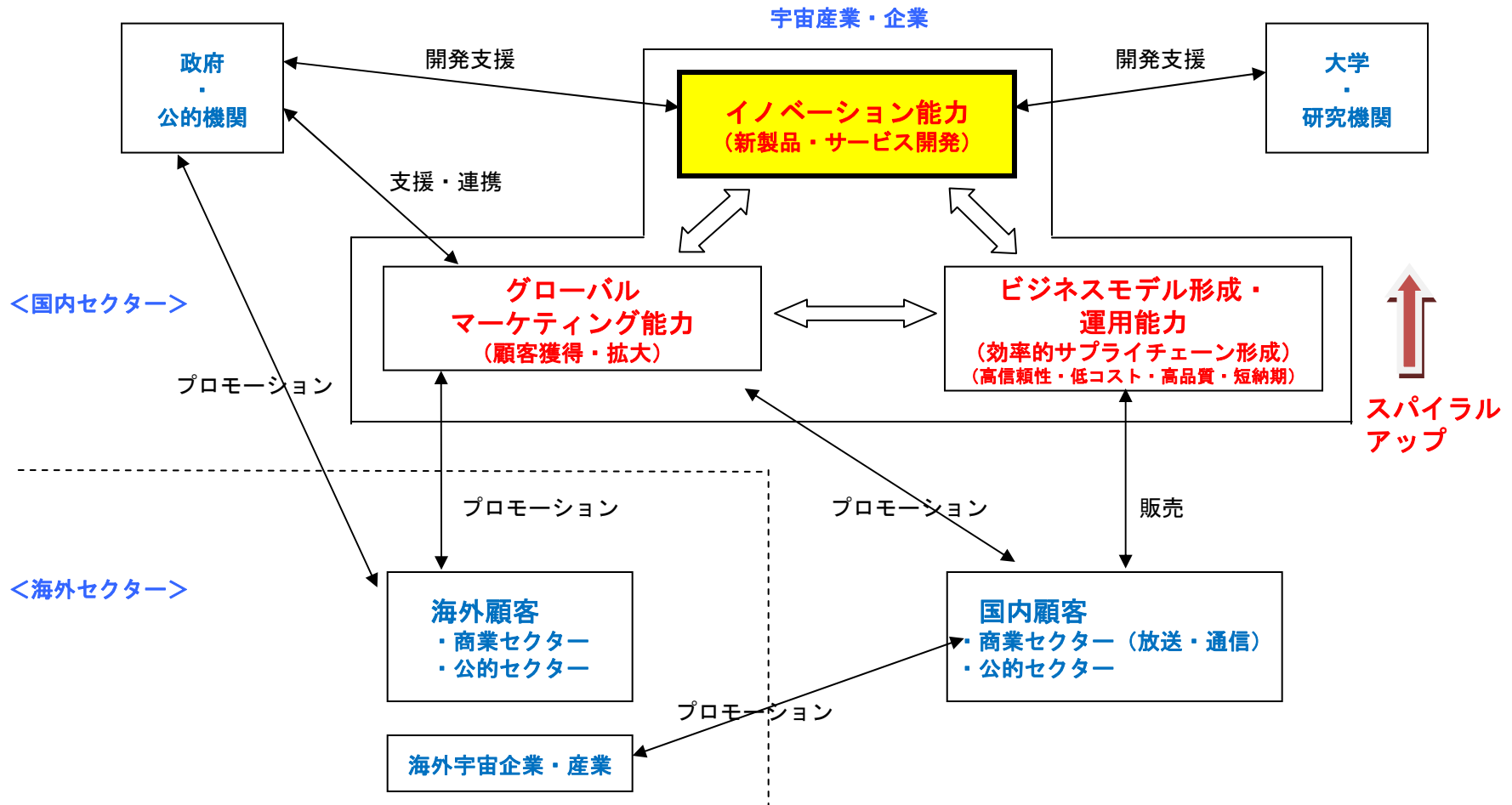
- ① SCIアプローチは、宇宙産業全体について、その構成要素は投入要素である人的資源と産業基盤、これに方向性と支援を行う政府の政策。
高い2つの投入水準と政府の高いレベルの方向性と支援がある国の競争力が高いとみなす。
- ② これは現在の競争力の水準を推定する試みで、このアプローチでは、各主体間の関係はブラックボックスで、その産業組織的なネットワーク関係、連携する組織能力、等の分析は行えない。
- ③ 将来に向けた衛星産業のダイナミックな競争力の獲得のあり方を捉えるためには、新たにミクロの企業論をベースとしたダイナミックなアプローチで、これを補完する必要がある。

2 ビジネスプロセスアプローチ

- ① 本アプローチは、SCIアプローチではとらえきれないダイナミックな競争力の獲得のあり方を、衛星産業に絞って、**ミクロの企業論で補完**するものである。
- ② 企業論では、**企業の競争力は一般に、製品の低価格(コスト)、高品質、短納期、(高い信頼性)ではあるが、これは表層の競争力。**
- ③ 本アプローチは、**衛星企業・産業は、政府、大学、等の適切な支援を得て、以下の3つの能力のスパイラルな向上により、そのトータルな競争力・優位性を向上させて、顧客獲得・拡大により市場成功を図ることを志向するというダイナミックなアプローチ。**
 - i **イノベーション能力(コア能力)**
 - ii **ビジネスモデル形成・運用能力**
 - iii **グローバルマーケティング能力**

ビジネスプロセスアプローチ

宇宙企業・産業は、政府・大学の適切な開発支援を得て、自らのイノベーション能力をコアとして、ビジネスモデル形成・運用能力、グローバルマーケティング能力をスパイラルに向上させ、その競争力を拡大させるアプローチ



Ⅲ 日本の衛星産業の分析

1 イノベーション(新製品・サービス開発)

(1) 説明

以下の i 多様化する顧客の要求機能に向けた ii 3つの対象レベルでの新しい設計・開発と新しい業務の仕組み開発の実行。

i 多様化する顧客の要求機能

a 特定用途での大型化

日本の2009年9月の HTV・H2Bの成功、準天頂衛星の開発
ESAの大型通信衛星バスのアルファバス開発

b その他用途での小型化と複数オペレーション、複数連携化

1) 単機・単一ミッション・小型・高機能化 (ASNARO衛星、仏Myriadeバス100KG衛星)

2) 単機・複数オペレーションの統合 (HiMEOS衛星)

3) 複数機運用

機能強化(コンステレーション: 英SSTLのDMC6機、独RapidEye5機)

新機能追加(フォーメーション: 独InfoterraのSAR衛星2機)

ii 3つの対象レベル

a システム設計・製品開発レベル (システム設計、機能・構造・形態・運用設計)

一衛星本体

ミッションとバス

一運用管理システム

地上、オペレーション管理、衛星連携

b 製造プロセスレベル (製造プロセス設計)

c 重要機能部品(センサー等)レベル

(2) 衛星小型化のイノベーション

① 小型衛星「ASNARO」の小型・高機能化

本衛星は、総重量450KGで、小型光学センサー衛星で、白黒50cm、カラー2m以下の地上分解能を有し、データレートも約800Mbpsと大型の光学センサー衛星に勝るとも劣らない高機能を実現予定のグローバルに競争力を有する小型衛星である。

この小型であってかつ大型衛星並みの高機能を有する衛星開発のポイントを以下に説明する。

i 光学センサー開発

従来のガラス素材から新開発の軽量かつ高強度な強化シリコン素材を開発して、より少ない重量でより高い解像度を達成予定。

ii 宇宙用コンピューター

データレコーダーの素材をSD-RAMからフラッシュメモリーに転換して小型化

iii 通信機

従来の方式から新方式のデータ伝送技術を採用してアンテナ数を2から1に削減。

IV ネットワーク方式

(従来)

個別機能毎に機器を接続。

(今回)

世界標準のネットワーク規格であるSPACE WIREを採用。

本方式で全体ネットワークをルーターを介して統合化し、異なる電気信号に対してネットワークインターフェースをチップ化して導入。

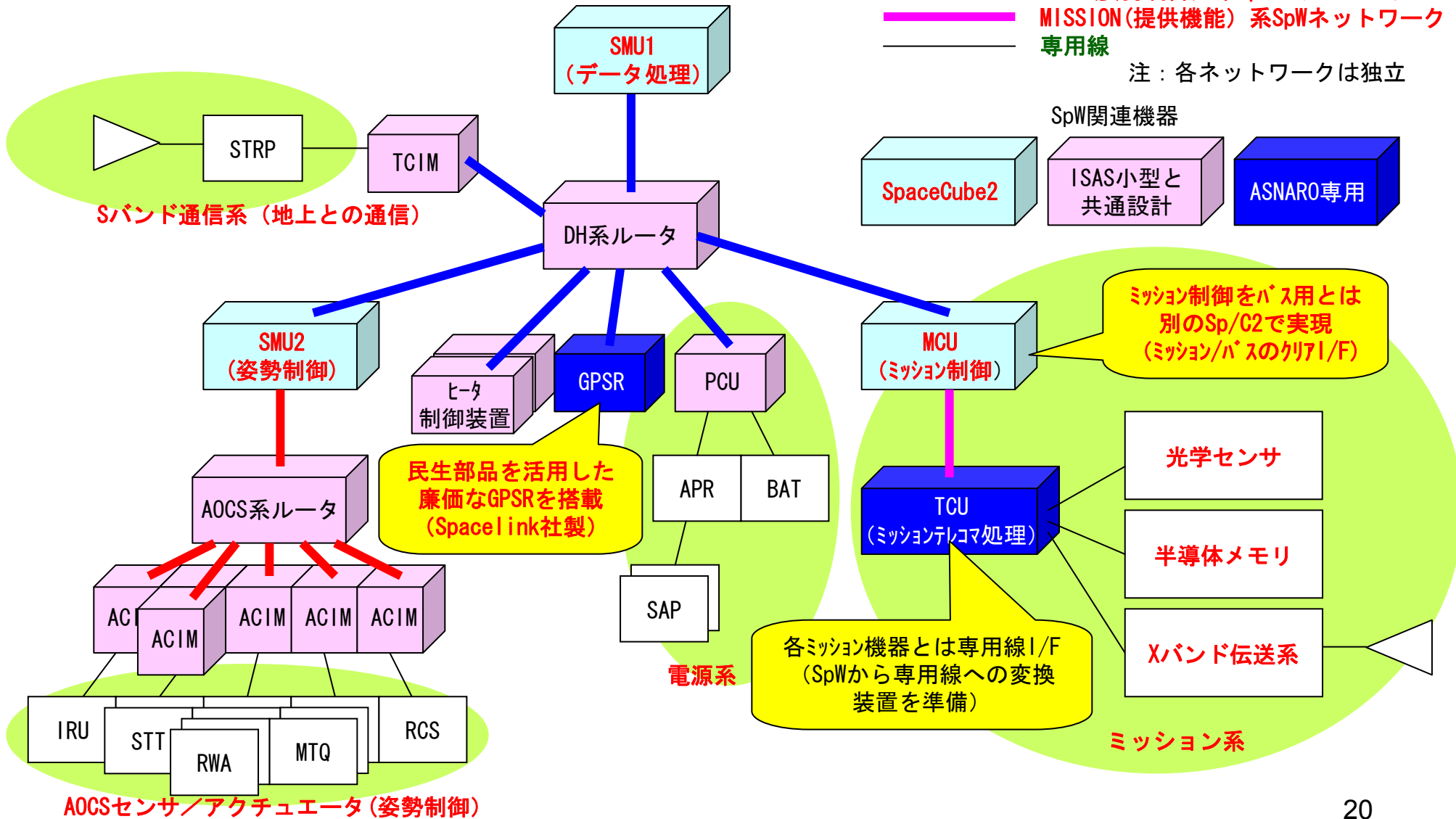
(効果)

これにより、モジュール化が可能となり、ネットワークに繋がる個別機能単位では、各機器メーカーはこのインターフェース基準等を守ることにより、自社の独自開発が可能。ベンチャー・中小企業の新規参入が可能となり、イノベーションが加速。

ASNAROのネットワーク構成

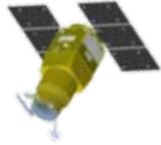



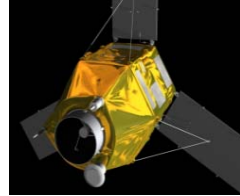

- DH(データ処理)系SpWネットワーク
- AOCs(姿勢制御)系SpWネットワーク
- MISSION(提供機能)系SpWネットワーク
- 専用線

注：各ネットワークは独立



(参考) 海外の商用高分解能衛星との比較

- 同クラス (350kg) の小型衛星である EROS-B を上回る高性能 (分解能, データレート) を実現
- 海外の商用1~2トン級衛星との比較でも同等以上の性能

	ASNARO	EROS B	WorldView-2	GeoEye-1	Pleiades-1	KOMPSAT-3
打上年, 外観	2011(予定) 	2006 	2009 	2008 	2009(予定) 	2011(予定) 
開発国	日本	イスラエル	アメリカ	アメリカ	フランス	韓国
軌道	504km 太陽同期	500km 太陽同期	770km 太陽同期	684km 太陽同期	695km 太陽同期	685km 太陽同期
寿命	3年	6年	7.25年	7年	5年	4年
衛星質量	450 kg	350 kg	2800 kg	1955 kg	1015 kg	900 kg
センサ分解能 (GSD)	0.5m以下 (Pa)	0.7m (Pa)	0.46m (Pa)	0.41m (Pa)	0.7m (Pa)	0.7m (Pa)
センサ観測幅	2m (Mu)	— (Mu)	1.84m (Mu)	1.65m (Mu)	2.8m (Mu)	2.8m (Mu)
	10km	14km	15.8km	14.4km	20km	20km
データレート	800Mbps (16QAM)	280Mbps	800Mbps (400M QPSK x2)	740Mbps	450Mbps	480Mbps

② バス標準の考え方

ASNARO衛星プロジェクトで開始したコンソーシアム(協議会)では、衛星の開発運用アーキテクチャーのイノベーション活動を行っている。

具体的には、次の8つのテーマでWGを設定・検討をし、可能なところから「バス標準」として制定し、国内のみならずグローバルに提案し、グローバルな活動とする。

1) ネットワーク基準導入:

日本スペースワイヤー(SPW)ユーザ会への参加/協調、
SpW導入における課題・対策検討

2) 熱構造電気インタフェース基準:

小型衛星搭載機器用基準のドラフト作成、IF緩和事項の検討

3) 民生部品採用基準: 民生部品採用基準のドラフト作成

4) 民生機器採用方針: 民生機器採用方針のドラフト作成

5) 信頼性の考え方: 信頼性/信頼度の考え方のドラフト作成

6) 試験検証の考え方: 国内試験設備(九工大)の調査による試験検証の簡易化検討

7) 自動自律運用の考え方:

INDEX、CANSAT自動運用事例調査に基づく自動自律運用の
考え方の検討

8) どこでも運用の考え方:

ネットワークによる「どこでも運用」の考え方のドラフト作成

コンステレーション衛星の事例 【プロジェクト名: RapidEye】



■ システムの特徴

- 主要用途: 商用サービス
 - **地理情報収集システム (RapidEye システム)**
 - 農業分野-穀物モニタリング・マッピング
 - 生産量予測
 - 地理分野-衛星画像による地図
 - オルソフォトの作成
 - その他-自然災害評価
 - **3次立体視画像の生成**
- ミッション機器
 - **6バンドマルチバンドイメージャ**
 - 分解能: 6.5m、観測幅: 80km
 - コンステレーションによる高頻度観測
 - リビジット: 1日 (全機による)

■ 衛星諸元

- 衛星数: 5
- 衛星質量: 166.4kg
- 製造: SSTL
- ミッション寿命: 7年

■ 軌道要素

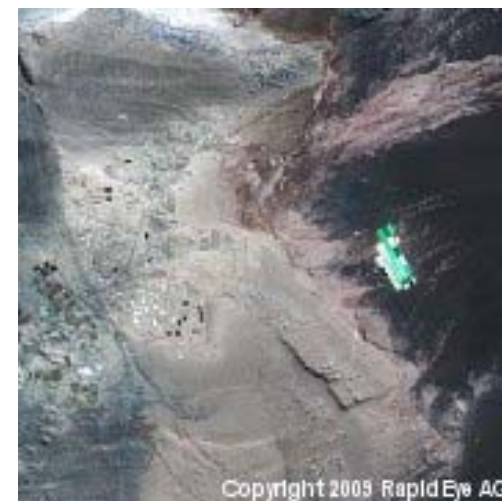
- 軌道高度: 620 km
- 太陽同期軌道
- 軌道傾斜角: 97.8°
- 周期: 96.7分
- 赤道通過時刻: 11:00am

■ システム構築経緯 (打上げ等)

- 2008年8月29日に打上げ



コンステレーション概観図



取得画像

(出所: RapidEye HP)

フォーメーションフライトの事例 【プロジェクト名: TanDEM-X / TerraSAR-X】

■ システムの特徴

– 主要用途

- 高精度DEM作成
- 地形、陸地表面、土木計画作成、
- マッピング
- 環境モニタリング

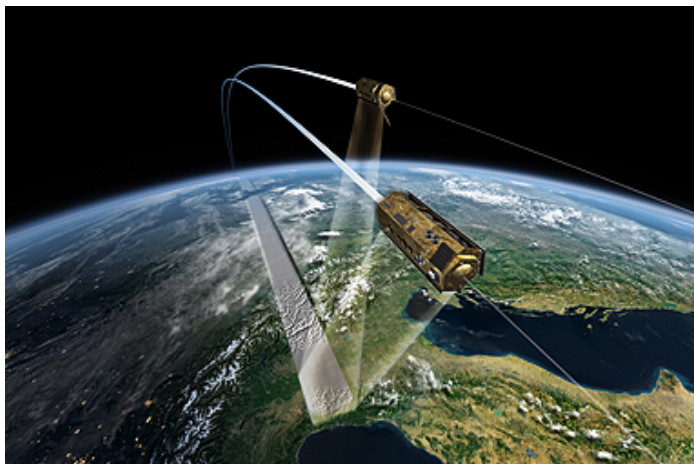
– ミッション機器

- XバンドSAR

– フォーメーションフライト

- 同一仕様の衛星
- 1km以下の近距離で飛行
- 地上の同一エリアに対して、各々の衛星から測定することで、高精度のDEM作成が可能

(出所:DLR HP)



■ 衛星諸元

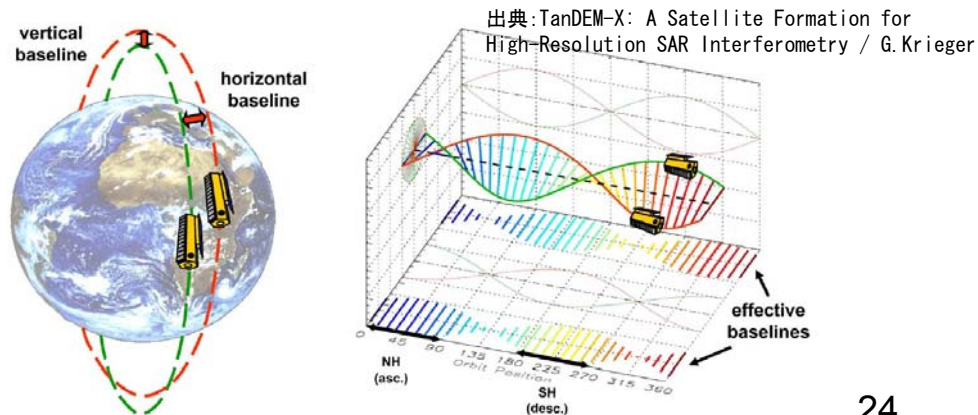
- 衛星数 : 2
- 衛星質量 : 1230kg
- ミッション寿命 : 5年

■ 軌道要素

- 太陽同期準回帰軌道
- 軌道高度 : 514 km
- 軌道傾斜角 : 97.44°
- 軌道回帰日数 : 11日
- 赤道交差時刻 : 06:00 (Descending)
18:00 (Ascending)

■ システム構築経緯 (打上げ等)

- 2007年6月15日: TerraSAR-X打上げ
- 2009秋: TanDEM-X打上げ予定



(3) 課題と対応

(課題)

- i 宇宙リスク、等による開発資金不足とその商業調達の困難性。
- ii 米勢は、301条もあり、日本国内商業衛星市場(通信・放送)を席卷して来た。
- iii 技術・科学衛星等は政府がユーザーで、開発資金提供者であるため、結果、需要不足・官需主導のイノベーション、サプライチェーン、マーケティングを誘発。
- iv 欧米との技術ギャップの存在。

(対応の方向)

- i 大学等との連携,等による技術ギャップ解消、人材育成、人材供給。
- ii 政府の開発の方向性の明示と適切な開発資金支援。
- iii 顧客の用途別に、バスの規模別のラインナップ化。
特に50KG級、100KG級の超小型バス・ミッションの開発。
- iv 複数衛星によるコンステレーション(機能の強化・全球化)、フォーメーション(新機能)技術の開発
- v 必要な宇宙インフラの構築 (静止データ中継衛星、データベース、等)

2 ビジネスモデル形成・運用(サプライチェーン形成)

(1) 説明

グローバルに最適化した効率的なサプライチェーンの形成と運用。

(高信頼性、低コスト、高品質、短納期)

(2) 課題と対応

(課題)

- i 需要不足による製造キャパシティー余剰、量産化の困難性、弱い競争力、等から売上減、産業規模縮小
- ii 高い輸入部品比率(約50%)、高い宇宙部品コスト
- iii 中小企業からの僅少な部品調達

(対応の方向)

- i 利用価値提案と需要創造
 - a 従来の公共支出モデルに加え、企業・個人利用のサービスモデル創出
 - b 欧米のアンカーテナンシーのような官民協力による公的需要創造、官民パートナーシップ契約(PPP)によるリモートセンシング産業振興
(独のRapidEye、Infoterra、等)
- ii 重要部品(センサー等)の国産化
- iii 安価な民間電子部品等の宇宙利用実証 **SERVIS2 衛星(6月2日打上げ予定)**
- iv **バス標準の確立・進化とグローバル化に向けた取り組み**
その中でのモジュール開発による中小企業の参入拡大

3 グローバルマーケティング(顧客獲得・拡大)

(1) 説明

国内に加え、グローバルな顧客獲得・拡大に向けたマーケティングの実践。

(2) 課題と対応

(課題)

- i 低いレベルのグローバル顧客

(対応の方向)

- i 顧客ターゲット地域・国・相手とそれぞれの**要求機能と顧客満足要因の把握。**
- ii 顧客が民間、政府・公的機関、大学、地域支援スキーム・機関か による対応

対民間顧客:

- ・利用価値の提案、商業対応
－HTVの技術・システムの輸出実現・拡大

対政府・公的機関・大学顧客:

- ・利用価値の提案、ODA対応、多様な連携・官民協力
－ASNRO衛星(450KG光学、レーダー)、SERVIS3(100KG級衛星バス)
超小型衛星・東大G(50KG級)

対地域支援機関・グローバル協カスキーム:

- ・東アジア規模での衛星情報利用スキーム・機関の創設検討
- ・例えば、準天頂衛星のコンステレーションによる東アジア測位協力
- ・例えば、英SSTLの100KG衛星によるグローバルな災害監視コンステレーションフライトに準じた日本主導の東アジア・グローバル協カスキームの検討²⁷

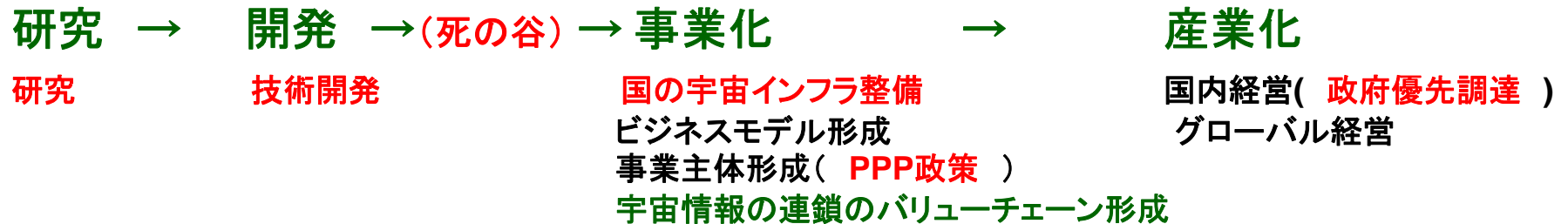
4 分野別の宇宙の開発・利用

(1) 体系

国として優先度の高い分野については、分野別に研究、開発、事業化、産業化の道筋を決め、利用促進を図るため、個別に判断して、開発のステージ別に、足りないと思われる以下の政策支援を体系的に行うことが期待されている。

- i 研究・技術開発、ii 官民パートナーシップ(PPP)政策、
- iii 政府優先調達(アンカーテナンシー政策)、
- iv 宇宙インフラ整備 (静止データ中継衛星)、 等

利用分野別宇宙開発・利用の体系



(2) 利用分野別のイノベーションプロセス

以下に主要利用分野別にそのプロセス上の課題をイメージ化して、見える化。

① 地球観測・リモートセンシング

研究—開発—事業化—産業化

○ ○ × ×

② 測位

研究—開発—事業化—産業化

○ ○ × ×

③ 気象

追加研究—追加開発—事業化—通常運用

× × △ △

④ 通信

追加研究—追加開発—事業化—市場参入

× × ○ △

⑤ 安全保障

不明確

⑥ その他利用(エンタメ、等)の企業・個人向け分野

今後、分野創造

IV 欧州企業の事例研究

- 1 軍需の大きい米国に比べ、欧州は早くからそのバスシステムの小型化・高機能化・規模別のラインナップ化を図って、EU内に加えて、途上国をはじめとしてグローバルなマーケティング・需要開拓に成功してきている。
- 2 今後の日本の宇宙産業の競争力強化を図るためには、欧州を先進的な地域モデルとして、従来の衛星規模と機能の高度化の整理だけでなく、会社単位での最新のイノベーション、ビジネスモデル形成、グローバルマーケティングの状況、等を把握して、彼らの総合的な国際競争力の形成要因を把握する。
- 3 本研究では、日本にない以下の3社の先進的な事例についてこれら要素について可能な分析と整理を行う。
 - 1) 英国 SSTL : 大学発ベンチャー、コンステレーション、途上国協力
 - 2) 独 Infoterra : 独のPPP政策、フォーメーション、事業の垂直統合
 - 3) 独 RapidEye : 独のPPP政策、コンステレーション、グローバルマーケティング

(参考) 米国の政府優先調達の実例

1 SSTL (Surrey Satellite Technology Limited)

(1) 会社の事業構造の優位性

SSTLは株式会社で、EADS Astrium NVが99%、サレー大学が1%の株式を所有。
本企業のイノベーション、マーケティング、ビジネスモデル戦略は、大学発ベンチャーの域を超えてグローバルなDMC活動に至っている。

大学発ベンチャー企業から出発し、独自の地位を保ち、途上国向けの衛星開発、その途上国協力としてのコンステレーション運用に差別的な能力有している。

今後、日本で超小型、小型衛星活用のビジネスモデル、公的な支援システムを検討する際の有力な先事例となっている。

(2) DMCの事業モデル概要

DMC(Disaster Monitoring Constellation: 災害監視コンステレーション)は、地上の災害発生、災害情報、土地利用等の調査を行うためのデータ提供を目的とし、複数の国と機関の国際協力によって構築されている同一軌道上で運用している小型衛星コンステレーションの地球観測衛星システムである。

(3) DMCの衛星概要(広撮像幅、低解像度衛星)

名称	国	ミッション(解像度)	打ち上げ年
Alsat-1	アルジェリア	32mMS	2002
Nigeriasat-1	ナイジェリア	32mMS	2003
UK-DMC	英	32mMS	2003
Beijin-1	中国	32mMS/4mPan	2005
Deimos-1	スペイン	22mMS	2008
UK-DMC2	英	22mMS	2008

(注) MS: マルチスペクトル、カラー Pan: 白黒

2 Infoterra

(1) 会社概要

本企業は、独の官民協力出資の企業(PPP)で、ドイツの航空宇宙でセンター(DLR)、EADS Astrium、等が参加し、TerraSAR-Xデータの商業マーケティングに対して責任がある子会社として2001年設立。

(2) 設立経緯、事業モデル概要、

ドイツ宇宙機関DLRは1億3千ユーロを投じて、分解能1mのレーダ式高分解能地球観測衛星 TerraSAR-Xの開発、建造、打ち上げを行った。

2007年6月に打ち上げられたTerraSAR-Xの契約者であるEADS-Astriumは300万ユーロ以上を投じて同衛星が取得するデータを商業販売する会社Infoterraを設立した。

TerraSAR-Xの運用費の75%をDLRが、25%をEADS-Astriumが負担する。

科学・学術目的のデータ利用についてはDLRが窓口となり、商用を含むその他のデータ利用についてはInfoterraが販売権を得ている。

2009年打上げ予定のTandem-Xや、その後の衛星の開発や運用の費用については、徐々に民間側の資金負担を多くすることが予定されている。

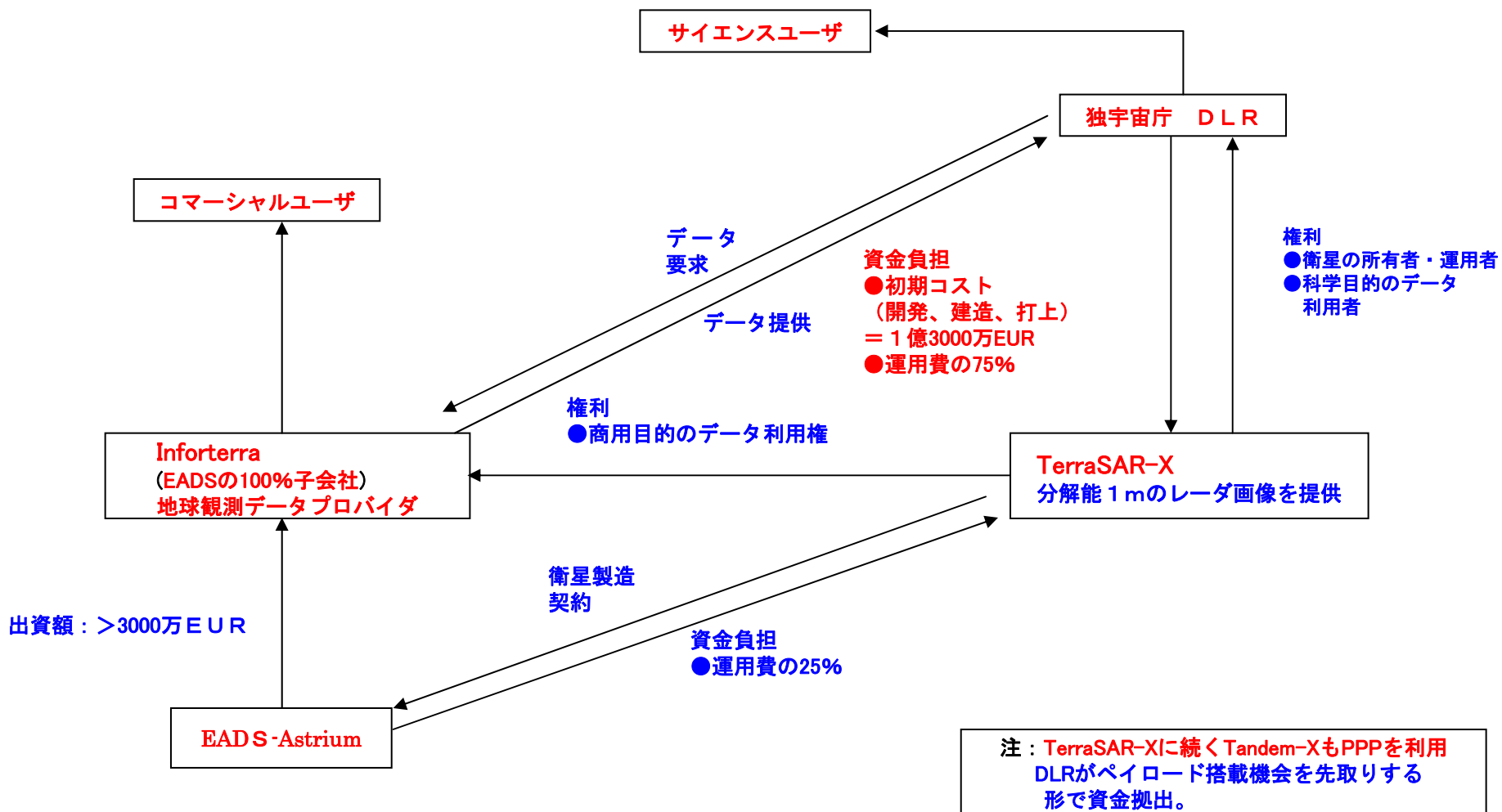
(3) マーケティング戦略

上述の通り、本企業はアストリウム社の垂直統合戦略の下流の地球観測情報の販売・マーケティングの子会社で、ア社は、その部門別子会社のAstriumサービス社の地球観測部門の下で、その保有する別の仏の光学衛星情報提供のSpotImage社と本企業を連携させて、「スポットインフォテラ」を形成して、光学とレーダー情報を合わせてグローバルに販売している。

(4) 評価

本企業のこれまでの設立の経緯とその事業運用体制は、①今後の日本のリモートセンシング振興のためのPPP形式での支援策、②宇宙からの情報・データの企業グループとしての垂直統合モデルの成立、と2重の意味で有益な先進的な事例となっている。

InfoterraのPPPの構成図

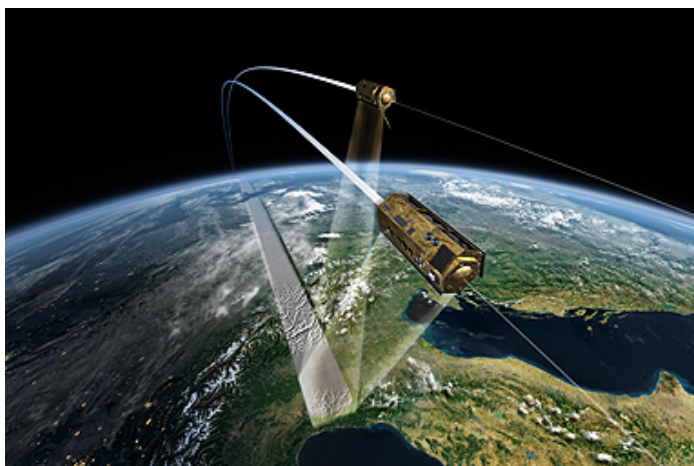


TerraSAR-X と TanDEM-Xのフォーメーション

■ システムの特徴

- 主要用途
 - ・ 高精度DEM作成
 - ・ 地形、陸地表面、土木計画作成、
 - ・ マッピング
 - ・ 環境モニタリング
- ミッション機器
 - ・ XバンドSAR
- フォーメーション（干渉、偏波効果）
 - ・ 同一仕様の衛星
 - ・ 1km以下の近距離で飛行
 - ・ 地上の同一エリアに対して、各々の衛星から測定することで、高精度のDEM作成が可能

(出所:DLR HP)



■ 衛星諸元

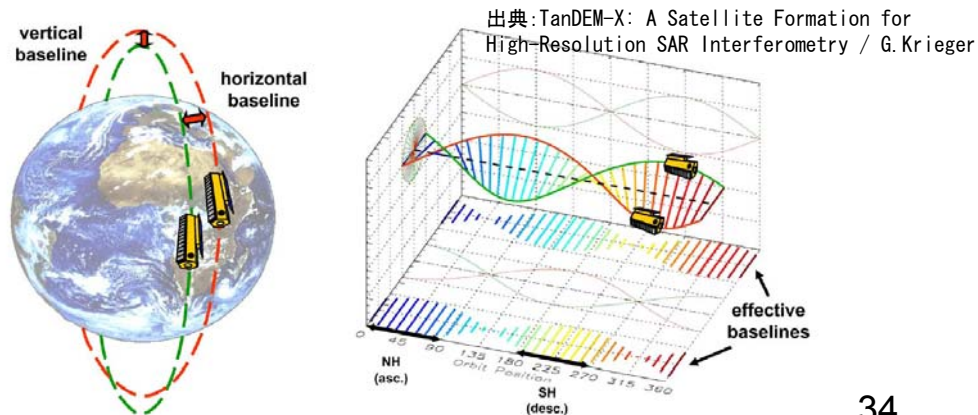
- 衛星数 : 2
- 衛星質量 : 1230kg
- ミッション寿命 : 5年

■ 軌道要素（2機の編隊飛行：機能創造）

- 太陽同期準回帰軌道
- 軌道高度 : 514 km
- 軌道傾斜角 : 97.44°
- 軌道回帰日数 : 11日
- 赤道交差時刻 : 06:00 (Descending)
18:00 (Ascending)

■ システム構築経緯（打上げ等）

- 2007年6月15日:TerraSAR-X打上げ
- 2009秋:TanDEM-X打上げ予定



3 RapidEye

(1) 会社概要

1998年に本企業はミュンヘンで設立され、2004年にベルリン郊外のブランデンブルグに移転。ここで140名以上のチームで、衛星を運行管理し、データ処理を行い、新サービス開発、過去のアーカイブデータ、イメージデータを管理している。彼らの技術的能力をベースに顧客に向けた良好なサービス提供を共通の目標としている。

(2) 事業モデル概要

- ① ドイツの宇宙中堅メーカーKayser-Thredeとドイツ最大の農林業保険会社Vereinige Hagelversicherungは農林業市場を特に重視した高頻度地球観測システムの検討をESAの資金を下に実施し、小型衛星5機を同一軌道面に配備したシステムRapidEyeコンセプトを作り上げた。
- ② Kayser-Thredeを買収したOHB SystemsとVereinige Hagelversicherung、PCI Geomatics、Pollus Unternehmensbeteiligung、MDAの5社が2720万ユーロを株式投資、KfW Group、Commerzbank、Export Development of Canada の3行が8千万ユーロを融資、ドイツ連邦政府、州政府、EUが助成金として3840万ユーロを拠出して事業会社RapidEyeが設立された。
- ③ 独宇宙庁・DLRは同社に対し1440万ユーロのイメージャーの開発契約を授与することで開発を支援している。初期投資の総額は1億6千万ユーロとなった。
- ④ カナダのMDAが衛星製造を担当し、MDAに対してSSTLが衛星バスを提供している。RapidEye衛星5機は2008年8月に全機同時打ち上げされ、運用が開始されている。

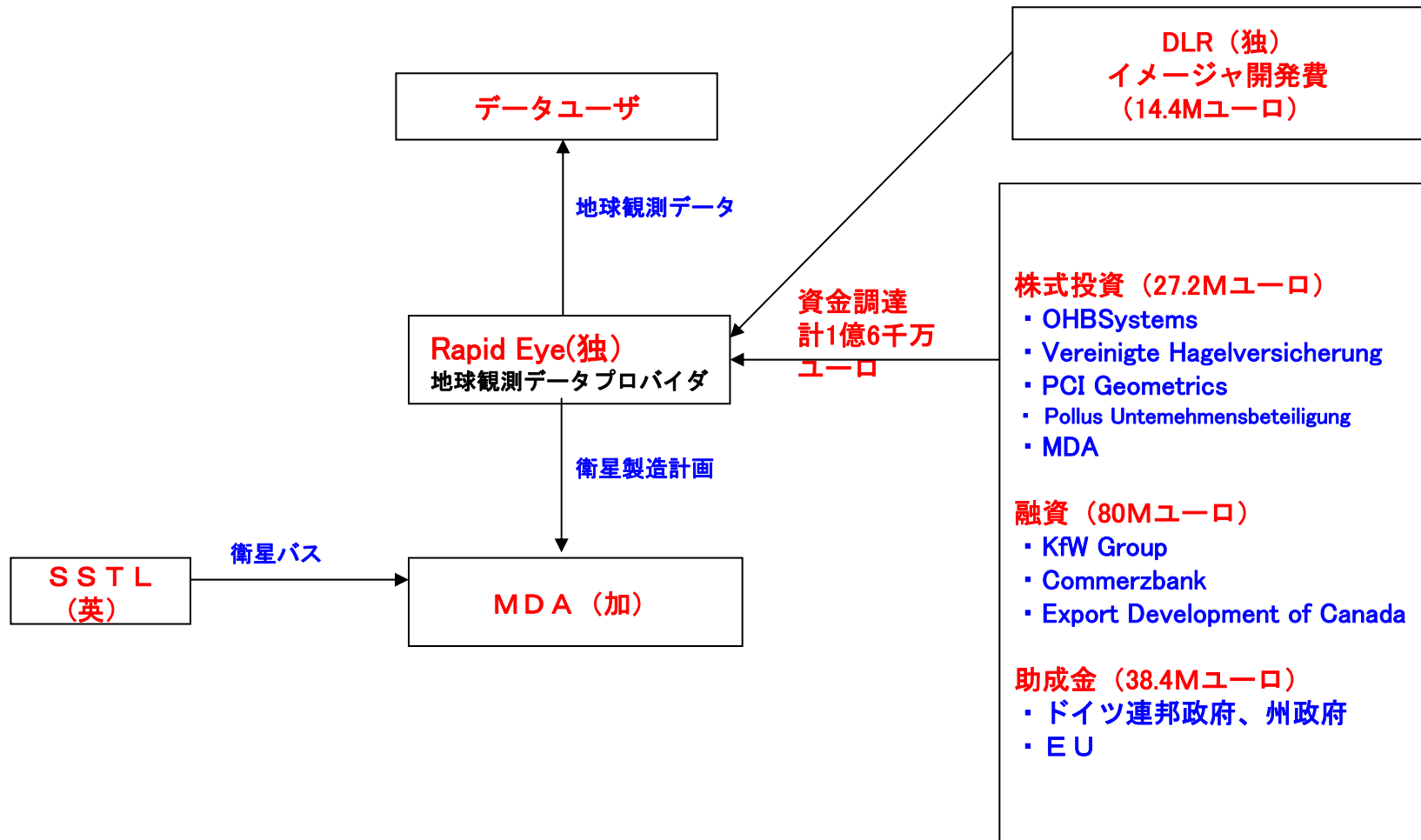
(3) グローバルなマーケティング戦略

- ① 本企業は、地域別に、欧州以外に米国の卸情報配信先企業として「Spatial Energy」を決定。
- ② S社は、過去4年精力的にエネルギー関連の情報販売をおこなってきたが、今回の戦略的な提携により、R社の情報をグローバルな石油とガス企業に販売することとしている。
- ③ また、新聞情報では台湾企業との連携も進めている由。

(4) 評価

本企業の、独政府のPPP政策をベースとした、先進的でグローバルなビジネスモデル形成と業務運用の在り方は、今後の日本のリモートセンシング産業振興策策定の際の先進的な事例となりうると評価される。

RapidEyeのPPPの構成図



RapidEyeのコンステレーション

■ システムの特徴

- 主要用途：商用サービス
 - **地理情報収集システム (RapidEye システム)**
 - 農業分野-穀物モニタリング・マッピング
 - 生産量予測
 - 地理分野-衛星画像による地図
 - オルソフォトの作成
 - その他-自然災害評価
 - **3次立体視画像の生成**
- ミッション機器
 - **6バンドマルチバンドイメージャ**
 - 分解能：6.5m、観測幅：80km
 - コンステレーションによる高頻度観測
 - リビジット：1日 (全機による)

■ 衛星諸元 (同一軌道上に5機運用)

- 衛星数：5
- 衛星質量：166.4kg
- 製造：SSTL
- ミッション寿命：7年

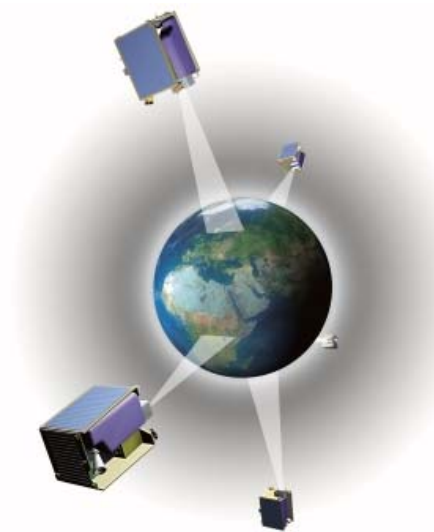


■ 軌道要素

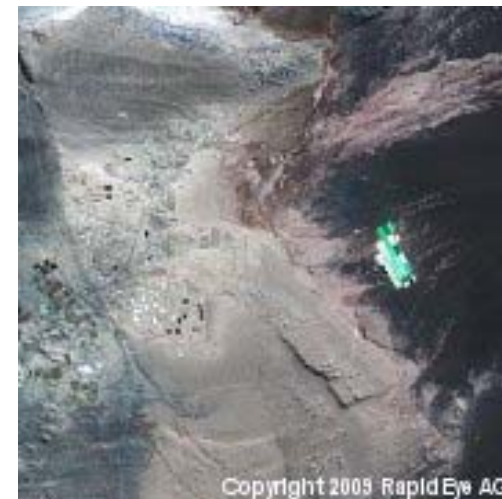
- 軌道高度：620 km
- 太陽同期軌道
- 軌道傾斜角：97.8°
- 周期：96.7分
- 赤道通過時刻：11:00am

■ システム構築経緯 (打上げ等)

- 2008年8月29日に打上げ



コンステレーション概観図



取得画像

(出所:RapidEye HP)

(参考) 米国の政府優先調達政策の事例

- 1 米国Space Imaging社の供給する高分解能地球観測データに関して、米国の国家機関は、基本3年、オプション1年の2回分について、同社からのデータの供給前に事前購入を契約した。
- 2 これは、米国政府が安定需要を供給して、官民パートナーシップを強化するとともに、米のリモートセンシング企業の競争力強化を狙ったもの。

IV まとめと今後の課題

1 まとめ

- (1) 今回、USEFの2009年12月の第7回宇宙産業シンポジウム開催に合わせて、(社)日本航空宇宙工業会の資料、USEF内の各種の調査結果、等により、短時間で概念形成、フレームワーク的なビジネスプロセスアプローチを形成し、これから見えてきた鳥瞰図的な現状認識、課題と対応の方向(提言)を取りまとめた。
- (2) 今後の日本の宇宙開発利用は、このアプローチを活用して、従来からの宇宙科学、技術開発、公共政策的なもの、等への取り組みと並行して、
 - i、iiの取り組みを至急、大幅に拡大していく必要がある。
 - i 日本の衛星の小型化・高機能化、衛星事業の産業化
 - ii グローバルマーケティング支援、東アジア・グローバル衛星協力、等
- (3) これらにより、欧州、等の宇宙産業からの遅れを取り戻し、また、中国、インド、韓国、等との競争力上の優位を確保するため、国の競争環境整備の拡充、衛星産業の競争力の水準と事業内容を、欧州並みにレベルアップすることが望まれる。

2 今後の対応の方向(提言)

本文中の各セクションで説明した対応の方向を以下に10点、順に整理する。

(イノベーション)

- ① 大学等との連携,等による技術ギャップ解消、人材育成、人材供給。
- ② 政府の開発の方向性の明示と適切な開発資金支援。
- ③ 顧客の用途別に、バスの規模別のラインナップ化。
特に50KG級、100KG級の超小型バス・ミッションの開発。
- ④ 複数衛星によるコンステレーション(機能の強化・全球化)、フォーメーション(新機能)技術の開発
- ⑤ 宇宙インフラの構築 (静止データ中継衛星、データベース、等)

(ビジネスモデル)

- ⑥ 利用価値提案と需要創造
 - i 従来の公共支出モデルに加え、企業・個人利用のサービスモデル・利用コミュニティ創出
 - ii 欧米のアンカーテナンシーのような官民協力による公的需要創造、リモートセンシング産業振興への国の支援(独のRapidEye、Infoterra、等)
- ⑦ 重要部品(センサー等)の国産化、安価な民間電子部品等の宇宙利用実証 **SERVIS2 衛星(6月2日打上げ予定)**
- ⑧ **バス標準の確立・進化とグローバル化に向けた取り組み とその中でのモジュール開発による中小企業の参入拡大。**

(グローバルマーケティング)

- ⑨ 顧客ターゲット地域・国・相手とそれぞれの要求機能と顧客満足要因の把握。
- ⑩ 顧客が民間、政府・公的機関、大学、地域支援スキーム・機関か による対応
 - i 対民間顧客:
 - ・利用価値の提案、商業対応
 - ii 対政府・公的機関・大学顧客:
 - ・利用価値の提案、ODA対応、多様な連携・官民協力
 - iii 対地域支援機関・グローバル協カスキーム:
 - ・東アジア規模での衛星情報利用スキーム・機関の創設検討
 - ・例えば、準天頂衛星のコンステレーションによる東アジア測位協力
 - ・例えば、英SSTLの100KG衛星による グローバルな災害監視コンステレーションフライトに準じた日本主導の東アジア・グローバル衛星協カスキームの検討

3 今後の課題

- (1) 従来型の宇宙開発はJAXAの活動にある様、有人宇宙、宇宙科学、テーマ毎の個別の研究・技術開発、等、公共政策的なものであった。USEFもこれに貢献。
- (2) 今後の衛星の国民生活・産業向けの開発に当たっては、欧州の宇宙政策、宇宙企業の活動状況、等を十分に参考にして、以下の3点の対応を行って、内外の国民生活・産業活動に十分に役立つ衛星・宇宙政策と衛星産業にしていく必要がある。
 - 1) 現在USEFで開発している新規の小型衛星とそのコンステレーション・フォーメーション的な運用、更には東大Gの超小型衛星の活用、等により、国内とグローバルに新たな利用価値創造に向けた提案をおこない内外の衛星利用の拡大と衛星事業の事業化・産業化を推進する。
 - 2) その際の仕組み・制度に関しては、民間主導の重要技術開発支援、PPP支援、恒久的な宇宙インフラ構築、等に向けた支援の仕組み・制度の創造と既存制度を再構築。
 - 3) グローバルな利用拡大に向け、東アジア・グローバルな衛星協力へ取り組む。

VI 参考文献

- OECD(2006)『スペース2030 宇宙利用の未来探査』技術経済研究所
茂原・鳥山(2002)『衛星設計入門』培風館
(社)日本航空宇宙工業会「20年度宇宙産業振興に関する中間報告書」
コリス・モンゴメリー(2004)『資源ベースの経営戦略論』東洋経済新報社
藤本隆宏『生産マネジメント入門・上下』日本経済新聞社
藤本隆宏(2007)『ものづくり経営学―製造業を超える生産思想』光文社
ジェイ・R・ガルブレイス(2002)『グローバル企業の組織設計』春秋社
伊丹・藤本・岡崎・伊藤・沼上(2006)『日本の企業システム第Ⅱ期』有斐閣
第1巻 組織とコーディネーション、第4巻 組織能力・知識・人材
三本松進(2005)「日本企業のグローバル経営とイノベーション」経済産業研究所
中小機構 (2008)「中小・ベンチャー企業のサービスモデル革新と生産性向上、
新産業創造に向けて」中小機構報告書(450頁 三本松執筆)
フューترون社(2009)「2009年版宇宙競争力指数」フューترون社
USEF(2009)「第7回宇宙産業シンポジウム問題提起資料」USEF(三本松執筆)