

カスピ（KaSpi）-1 提案（詳細）

2009 年 1 月 7 日

特定非営利活動法人関西宇宙イニシアティブ

【はじめに】

○カスピ KaSpi

関西からの初めての宇宙開発として進められて来た「まいど一号」の打ち上げが一年以内に迫った平成 20 年 3 月 28 日、関西における宇宙開発の灯を燃やし続け、発展させることを目的に、「関西宇宙イニシアティブ(KaSpi)」が設立されました。

KaSpi は関西における宇宙開発について語り、提案し、行動すると共に、関西における様々な宇宙開発への努力を支援することを目指しています。

○これからの宇宙開発

スプートニクから半世紀、世界の宇宙開発は着実に進んで来ました。数十年前にはこれほど多くの人々が航空機で旅行するとは予想もされなかったように、これから数十年の後には、宇宙技術も人々の生活の中に大きく取り入れられて来るものと思われます。

現在の宇宙開発の大きな流れを見ると、軍事関係を除けば、①先端科学技術開発系（宇宙ステーション、月・惑星探査等）、②定常業務系（通信、気象・地球観測、測位等）が中心となっています。これからの宇宙開発はこれに市民（一般大衆）の参加・利用が大きくなって来ると思われます。技術は進歩すると市民の参加・利用で予想されないほど大きく発展・変貌します。情報通信技術の成熟でインターネットや携帯電話が市民のものとなり、この十数年で社会生活が画期的に変わったことを私たちは目の当たりにしました。宇宙技術の発展で次は宇宙開発の世界で同じようなことが起こると予測されます。

○関西における宇宙開発

関西における宇宙開発は、これからの宇宙開発が進み飛躍的な発展を遂げる方向、「市民参加」に焦点を当てて進みたいと考えています。

特に少年・少女の参加に力を入れ、宇宙を通じて若者が科学に興味を持つことに貢献したいと願っています。

また、関西発の技術や開発された衛星技術がビジネスに繋がるよう支援をして行きたいと思っています。

【市民参加型の宇宙と宇宙ふれあい広場】

市民は一般に宇宙開発を国の事業と認識しています。計画を立てるのも、衛星や打ち上げ用のロケットを作るのも、打ち上げた後の衛星操作も、市民とはかけ離れた人達が

とてつもないお金をかけてやっている、と思っています。公開される宇宙の写真や活動の様子を見てそれなりに楽しんでいるのですが、自分とは関係のない、文字通り「遠い」存在です。

KaSpl は宇宙を、市民にとって「近い」存在、すなわち「宇宙の大衆化」を実現したいと考えています。その第一号が、市民が「ふれる」ことができる、市民参加型のふれあい衛星「カスピ（**KaSpl**）-1」です。

この様な市民参加の拠点として「宇宙ふれあい広場」（以下、広場）を提案します。

市民は広場から、衛星の操作を体験し、操作に従う衛星を広場のスクリーンでリアルタイムに見ることができます。

広場には、双方向通信機器・衛星の簡便操作機器・スクリーンなどを備えます。また広場の規模に応じて、宇宙や、宇宙開発に使われている様々の分野の科学の最新の知見や情報を、静止画像や動画で展示し、インストラクターが質問や疑問に答えます。可能な広場では、宇宙で使われている科学の簡単実験も体験できます。

広場の形態としては科学館や天文台、学校の空き教室などを利用した固定広場、宇宙ふれあい設備を乗せ、遠隔地や病院などを訪問する移動広場、携帯電話やパソコンからメイン広場経由で衛星につながるインターネット広場など様々なものが考えられます。

【カスピ（**KaSpl**）-1 の概要】

KaSpl の最初の活動として、**KaSpl** 設立の動機となった関西での宇宙開発の灯を燃やし続けるために、「まいど一号」のフォローオン小型人工衛星 **KaSpl** -1 を提案することになりました。

KaSpl -1 は、市民が衛星運用に参加する世界初の市民参加型衛星です。カメラと電光表示板を搭載し、地球、衛星、電光表示文字と言うユニークな映像をリアルタイムで地上に提供します。市民のオリジナルメッセージを宇宙へ運び、宇宙ネオンサインとしても使える新しい宇宙情報メディアの誕生です。

提案の内容は、**KaSpl** のメンバーと大阪府立大学の学生が中心となって作成したものです。

【**KaSpl** -1 を実現するためには】

KaSpl -1 は基本的に「まいど1号」を拡張することで実現できるよう考えられています。従って「まいど1号」で培った技術を継承・発展することで基本的に実現できます。しかしそのミッションがこれまで世界的に類を見ないユニークなものなので、実現する上での技術的な課題もまた存在します。そこでここではまず **KaSpl** -1 の持っている技術的な特徴と、実現する上で重要な課題をまとめてみたいと思います。

項 目	要 求
システム 設計方針	・「まいど」の技術を最大限利用すること。 ・H-IIA ロケットのピギーバック搭載が前提であること。 ・重力・電力に設計段階においてマージンを見込むこと。 ・ロケット打ち上げを所掌する機関の安全性要求を満足すること。

システム 設計	飛行時間：1年以上 重量：50kg以下 サイズ：50cm立方以下 軌道：地球周回低高度円軌道 軌道傾斜角：任意
姿勢制御系	・可視時間帯において搭載カメラから地球（半球状・辺縁）の撮像が可能なこと。 ・異常姿勢でもシステムが生存を確保でき、サービスを一時中断した後に復帰することができること。 ・軌道制御の機能は想定しなくてよい。
通信系	・操作者は送られてくる画像を見ながら、実時間で操作できること。 ・リアルタイムに近い感覚で画像を連続して地上に送信できること。
地上局	・可視時間帯での市民によるリアルタイムコマンドが可能であること。
構造系	・H-IIA に搭載・分離可能な機構をもつこと。 ・H-IIA の機械環境条件を満足すること。 ・吊り上げ時の支持点を持っていること。 ・製作・地上試験時には必要だが、飛行に不要な装備品や部品の取り外しが可能なこと。
熱制御系	・打ち上げ時、および、軌道上で、搭載機器の保管（オフ）、あるいは、動作（オン）が正常に行われる温度範囲、温度変化に保たれること。
電源系	・日陰時間中に電力を確保可能なこと。 ・日照中の異常姿勢においてもバス系に電力を供給できること。 ・ロケット上では衛星電源がオフで、分離時にオンとなることを可能とすること。
データ 処理系	・テレメトリ系：画像データ、姿勢、温度、電圧、電流等のテレメトリデータを取得できること。 ・コマンド系：リアルタイムで画像取得、姿勢変更・制御等のコマンドが可能なこと。
地上試験系	・衛星システムのバス系・ミッション系の機能確認・実証試験が可能なこと。
ミッション系	・操作者からのメッセージコマンドにより、カメラ視野内にある電光掲示板に文字が実際に衛星搭載部に表示されること。 ・操作者からの撮像コマンドにより、衛星が地球、宇宙、衛星自身が同時に写る画像を取得し、リアルタイムに、操作者が見る地上の画像表示装置にその画像を表示すること。 ・日陰・日照の双方において電光掲示板の文字の撮像が可能であること。

【KaSpl-1 の技術検討】

私たちは先に挙げたおもな技術課題について、早速検討を開始しました。ここでは、**KaSpl -1** を実現する上で最も重要ないくつかの技術課題について取り上げ、それらが十分実現可能であることを示します。

○宇宙用電光掲示板

宇宙空間でメッセージを表示させ、地球を背景にした美しい画像を撮影するには、宇宙用電光掲示板（メッセージボード）が必要です。この様なメッセージボードは世

界的に見てもこれまで作られたことがありません。そこでまずこの様なメッセージボードをどのように実現すればよいかを検討しました。メッセージボードを実現する上でとても大切なのが輝度つまりメッセージの明るさです。宇宙空間で見ると地球はとても明るいのです。この地球を背景にして、きれいにメッセージを写すためには、メッセージボードはとても明るく表示できなければなりません。そこで、**KaSpl -1** に搭載するメッセージボードにはLCDの10倍明るいLEDチップ集積ボードを採用、地球背景でもくっきり鮮やかなメッセージを伝えます。35字以上の文字表示に対応し、絵文字やイラストも美しく表示できます。LEDはこれまで宇宙で使用された実績もあり安心して使用できるデバイスです。私たちは、軌道上で地球を背景にした時に撮影する画像の明るさについて詳細に検討を行い、LEDチップ集積ボードでメッセージボードが実現できることを確認しました。

○地球と電光掲示板を写すカメラ

地球と電光掲示板を写すカメラには、民生用デジタルカメラ技術を活用しようと考えています。実績のある民生用デジタルカメラを搭載し、関西の民生技術の高さを実証します。撮像条件は次のような条件を満たすように設計していきます。

- (A) 撮影対象物を衛星に搭載するメッセージボードと、地球とし、そのどちらもピントが合った状態にする。
- (B) 衛星のスピンドレートが 3 rpm 以内の時ぶれがなく撮影できる。
- (C) 画像の画角を 30 deg 以上 50 deg 以下とする。
- (D) 地球とメッセージボード両方が適正露光の条件で撮影できる。
- (E) ボード上に最低 50 字以上表示し、それを撮影した画像から読み取ることができる。
- (F) ボード上に人間の顔を表示し、それを撮影した画像から顔を認識することができる

○撮った画像を地上で楽しむ

誰でもどこでも撮影に参加できるように、インターネットや携帯ネットなどの回線をフルに活用して、誰でも気軽に衛星実験に参加できるシステムを構築することで、衛星実験への市民参加を実現します。メッセージの受付はもちろん、撮影した画像もインターネットや携帯ネットなどを使って、メッセージを託した人に送ります。こうしたシステムは様々なイベントや様々な場所でのデモンストレーションにも活用できます。

ここで問題なのが衛星から地上への通信回線です。人工衛星から地上への回線は、地上の回線に比べて細く、撮影した画像素そのままですぐに送ることができません。そこで、インターネットなどで活用されている画像圧縮技術を活用します。通信速度が 8Mbps の場合、毎秒約 7 枚の JPEG 画像 (131.25KB) を送ることができます。日本上空 1 パスの通信時間を 10 分とすると、JPEG で 4570 枚もの画像が送信可能です。

○姿勢制御方式

衛星の姿勢制御にはいくつかの方法があります。衛星の姿勢をリアクションホイールなどを使って宇宙空間で一定の方向に制御する三軸制御、地球の重力に引っ張って

もらうことで姿勢を安定させる重力傾斜安定、衛星を回転させコマの原理で姿勢を安定させるスピン安定などです。三軸姿勢制御は衛星を向きたい方向に自在にコントロールできる反面、システムも複雑で衛星を動かす上でのリスクも伴います。これに対して重力傾斜安定は構成が比較的簡単で抜群の安定性を誇るのですが、姿勢を自由に動かすことができません。そこで **KaSpl-1** の姿勢制御方式は、操作性・安定性のバランスを見ながら、三軸姿勢制御、重力傾斜安定、スピン安定の3方式を並行して検討しています。三軸姿勢制御方式は、コストはかかりますが姿勢制御の自由度が最も大きく、衛星の姿勢を短時間で自由に変更することができます。一方、重力傾斜方式は最も安定性が高く、スピン安定は「まいど1号」と同じ方式で、「まいど1号」技術を継承し、コストを低く抑えることができます。

発展的には可能であれば衛星の姿勢も市民の皆さんに操作を体験していただき、宇宙遊泳を体験していただくことも考えています。そのような可能性や将来のミッションプランなどもにらみながら引き続き検討を進めていきます。

【**KaSpl-1** の将来展望】

私たちは **KaSpl-1** を皮切りに、宇宙の大衆化、関西発の宇宙開発を目指して前進を続けます。

第一歩として、別組織（企業、大学等からなるコンソーシアム等）により、ミッション:「宇宙を窓口にして、科学分野への興味を引出す」を中心に考えた小型衛星**KaSpl-1**を製作します。その際、出来る限り「まいど1号」の技術を継承するが、製作着手より3年以内の完成、打ち上げを目指し、「早く、安く」を実現します。

KaSpl-1の開発・製造と並行して、衛星の運用体制を確立するとともに、一般市民、子供たちが衛星操作等に参画する場“宇宙ふれあい広場”の設置準備を行います。

KaSpl-1が打ち上がった後、“広場”を広く市民に開放して、市民に宇宙を身近に感じてもらおうと共に、宇宙科学、技術に親しんでもらう場とします。

KaSpl-1を発展させ、将来の小型衛星の技術、利用および産業化の展開を図るためには、宇宙実験、天文観測などの科学利用から衛星通信、海洋・地表監視などの実用・商業利用にわたる幅広い利用を考える必要があります。そのための活動を行うには関西の産学官の結集が必要不可欠であるとともに、若い専門家たちの活動拠点として関西研究センター（JAXA関西宇宙センター等）を設立することが重要になると思われます。この拠点を核にして、社会への還元、新規技術の開発、専門家の養成と雇用の促進など将来展開の可能性が格段に広がることが期待されます。