

## 総力特集

### AeroAstro 社の最新衛星プログラム

**Dr. Rick Fleeter**

**CEO, AeroAstro, Inc.**

**Ashburn, Virginia USA**

**日本語訳：本誌編集委員 小淵 知己**

#### 緒言：

1988年にAeroAstroが設立された当時、マイクロサット(microsatellite)に特化した会社のアイデアは非現実的で、たぶん独特で、確かに先を行き過ぎていました。認められている「小型衛星」の会社も、プログラムも、また出資ソースも全然ありませんでした。15年後、マイクロサットは急速な成長を遂げ、衛星市場の中で最も普及した一分野になりました。NASAは、その全体の研究プログラムを、より小型の衛星に変更しており、より小型の静止衛星は、固定通信において、新しい隙間産業として注目されています。GlobalStar、およびIridiumの小型衛星群を用いたLEO通信システムは運用中であり、また、たくさんの小型衛星リモートセンシング・システムが商用運用中です。小型衛星は、また軍用プログラムでも利用されています。小型衛星の強みは、最小の施設で、設計、製作が簡単にできることにあります。従って本質的に信頼性があり、基盤要求を簡略化できます。その為、多様なアイデアとたくさんの開発者を生み出しました。例えば、宇宙開発を行っている100以上の国々に加えて、大企業、小企業、政府研究機関、大学、趣味人など。AeroAstroは小型、低価格、単純な衛星の使用を大衆化する役割を果たすという事に、また市場の拡大に、さらに小型、単純な衛

星システムの開発者の数を増やす事に、様々な目的に順応しています。私達は、会社の設立理由、すなわち、

- 最も広いユーザー、顧客にアクセス可能な宇宙を創造する事
- 私達のビジョンは「全ての人々のために宇宙を創造する」事
- 私達が進めているすべての活動、それは宇宙にアクセスできる人々と組織の数をどれだけ最終的に増大させられるか？

を目標としています。このビジョンに基づき、私達が進めている4つの率先している事を紹介したいと思います：

- SPORT：宇宙輸送のための小形ペイロード軌道運搬モジュールです。
- KitCore：より多くのユーザーが自分の宇宙船を作ることを実現するのに便利なモジュール式の宇宙船アーキテクチャです。KitCoreはラジオ、センサー、および他の低価格で高密度に小型化された多様な目的の衛星に使用できる機器と結び付けて、スペースにアクセスするための別の方法を提供する過程にあります。
- 自主製作衛星を好まないユーザー、或いはより複雑なミッションのための完全な衛星システムは、KitCoreアーキテクチャと付加機器を活用し、AeroAstroで

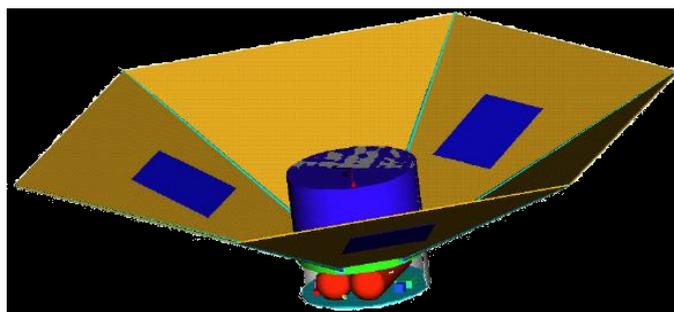
製作されます。

- SENS : 簡単、廉価、グローバルなほぼリアルタイムのデジタル・メッセージング・サービスが、2003年初めに北米全土で2年間サービスに入る事が計画されています。

#### . SPORT: Small Payload ORbit Transfer Vehicle

歴史的に、小型衛星プログラムは、低価格打ち上げロケットに依存しました。-しばしば、打ち上げ費用は大きいペイロードの基準価格以下に設定されました。(10,000ドル/kg) その為、初期のマイクロサットは数万ドルでSTS(スペースシャトル)やArianeで打ち上げられました。しかし、専用の小型衛星打ち上げ用のPegasusロケットを使った場合は、多くの同時代の小型衛星打ち上げには、10倍の費用が掛かりました。そしてまた、ArianeのASAPやDeltaおよびH-Aロケットの同様な余剰ペイロードでの打ち上げは-LEO軌道へのマイクロ、ナノ、ピコ衛星(それぞれ100kg迄、10kg迄、1kg迄)投入では無く、手頃な価格で、頻繁に、静止トランスファー軌道(GTO)に打ち上げる事ができます。SPORTは、2つの推進システムを搭載したナノサットです。-1つは化学物質を用いた推進系、もう1つは、空気力学を応用したものです。SPORTは、数キログラムから最高数百キログラム迄の小型衛星がどのようなGTOへ低価格で投入されても、目的のLEOへ再投入する為に支援する事ができます。GTOに投入後、化学推進システムは、わずかな空力の領域迄、すなわち近地点、約100から200kmまでの領域へ下げるために用いられます。

SPORT / ペイロード衛星断面の約100倍のパラシュートを宇宙で展開します。近地点で空力の抗力は遠地点の数十倍になります。その抗力の99%とその際の熱をパラシュートに吸収する事で、ペイロードに、重要な機械的、熱的な負荷を掛けないように設計されています。



SPORT衛星を減速用パラシュート(金色の部分)の下に搭載する事でシールドされたマイクロサット(青い円筒状の部分)

遠地点が、要求された円軌道高度に下降した時に、パラシュートが噴出されます。その非常に低い弾道係数とパラシュートのクモの巣構造は、衛星の再投入と大気での高温化で完全に酸化されます。SPORTモジュールは、再度、近地点を上げるために、化学推進システムを使用し、LEOの望む円軌道に乗せません。SPORTは約10の要因によって、化学推進系のV要求を減少しますので、実際にGTOからLEOまでの移動を高効率に輸送を可能としました。同じSPORTシステムは、microとnanosatellitesをMolniya軌道への投入から太陽同期LEO軌道まで輸送できます。空気の抗力を用いることなく、基本的なSPORTモジュールはGTOから宇宙空間へ、また、1つのLEO軌道から別の軌道への軌道変更に適しています。(例えば、スペース

ステーションで打ち出された後に軌道を上げるなど) 宇宙の軌道上で SPORT は衛星ペイロードを切り離す事も、それ自身の軌道変更或いは破壊もでき、衛星バス、通信、リモセン、科学、技術実証、或いはユーザーの決めたいペイロードになる事もできます。また、静止軌道投入ロケットはたくさんあり、それらの主ペイロードの余剰ペイロードとして打上げられる事が、より一般的になっています。小型衛星はより小ささを進化させており、それを専用の打上げロケットで打上げる事の非効率性は、より大きくなっています。輸送の経済的スケールメリットは、市場でも政治でもなく、物理的な面で決まります。SPORT は大きい衛星、小さい衛星の自然な共生を可能にしています。

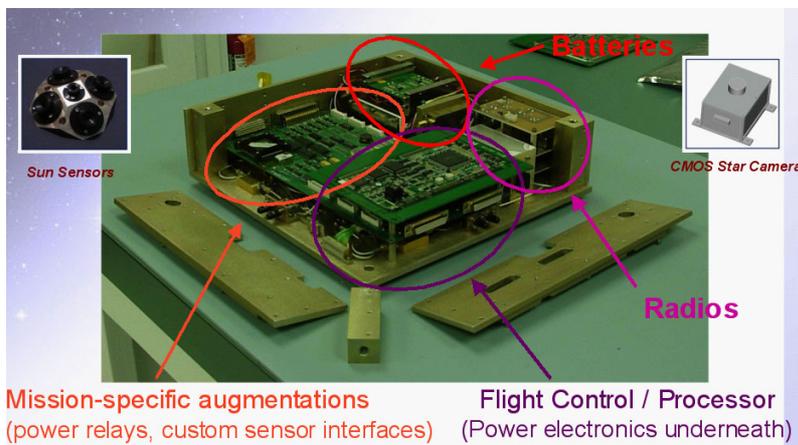
- 私達はいつ、どこへでも、望むときに行く事ができ、そして、大型のロケットは大口顧客に対し費用を抑制する為に特別な財源が必要であったが、SPORT はそれを可能にしました。

#### . KitCore

私達古顔に対し、若いエンジニアは、どのように物を作るかを知っていないように思えます。私達は真空管ソケットのリード線のはんだ付けを経験しました。- 例えば、グリッド、スクリーン、プレート、陰極、フィラメント等。若い世代は、三極真空管または他のデスクリートの回路要素も、私達が知っているほど、あるいは全く知りません。彼らが知っているものはモジュールです - 例えば、プロセッサ、メモリー、MUX、A/D、および D/A 等。彼らは電源を設計しません。- 彼らは広い負荷条件のもとで、指先大の黒いプラスチック

ブロープを買い、電源供給が可能であるものの熱を吸収し、完全に正確な純粋な DC を供給する。しかし、今日の若いエンジニアは、私達が決して夢にも見なかった複雑なシステムを作り上げます。100 万個のトランジスタが挿入されたチップは、私達が経験したよりも 100,000 倍以上の三極真空管が、表面実装ボード数百個のコンポーネントの 1 つになっています。10 億 (10<sup>9</sup>) ゲートを持つ回路が普通になっています。今日のマイクロサットは、複雑さを同時に増加させた製品であり、デスクリートのコンポーネントを減らし、より根本的な回路要素を扱っている負荷をエンジニアから解放するモジュールへフォーカスをおいています。同じ事が、会社、コンサルタント、および個人のパーソナルコンピュータの世界にあります。デスクリートのモジュール - マザーボード、I/O、電源、オペレーティングシステム、およびアプリケーションソフトウェアを使って - ブロックを積み上げるように注文型コンピュータを作り上げます。PC をモデルとして考え、AeroAstro は 計算、通信、電力供給、命令、感知、作動、および構造に対し、デスクリートのモジュールから衛星を設計しました。目先の特定の作業には過剰構造、過度に重い、電力不足、複雑、高価-或いは不十分である共通的なバスを製作する試みより、ユーザーは利用可能な構造ブロックから必要なシステムを作り上げます。ユーザーは、個々のデスクリートのサブシステムの複雑さから解放されます。例えばラジオのように、宇宙実証されたモジュールから個々のミッションが要求する事を正確に、さらにより複雑でより適した衛星を自

由に設計できます。キットベースの衛星開発システムのコアは、Kit-Core 衛星ボードで、その中には全ての衛星に要求される基本的な機能である - 計算、通信、電力管理、単一ボードの I/O を含んでいます。さらに重要な事は、姿勢制御センサー、アクチュエーター、追加太陽電池パネル、バッテリー、外部ラジオ、構造、ペイロード、プロセッサ、メモリー、および他の機能強化機能、どのような特定のミッションでも必要とする多種多様なインターフェースをサポートします。これは PC マザーボードが CD-ROM、USB、PCMCIA、各種のディスプレイ、外部キーボード、他の入力装置（例えばトラックボール、カメラ、およびマイクロフォン）とユーザーが選択した "add in" 装置と似ています。



**NASA のために AeroAstro により組立てられた SPASE 衛星は、単一ボード衛星の概念とミッションカスタマイズのための単一ボードを組み込んでいます。**

マイクロサットの一番の魅力は、ユーザ自ら衛星を製作し、コストとミッションをコントロールするグループとその組織の手腕に掛かっている事です。少しの契約者に

掛けて、ユーザーコミュニティの依存を永続させ、コストを搾取され、複雑化するよりもむしろ、AeroAstro の KitCore はその依存性を断ち切るように設計されました。実証されたモジュールとインターフェースを使用することによって、経験豊かな開発者からのアドバイスとミッションの信頼性は、専門的に製造された衛星とさえ競争する或いはそれを越える事が出来ます。

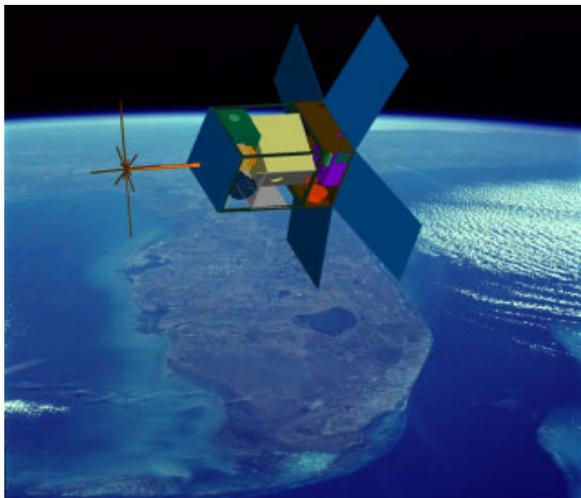
### ・統合衛星システム

すべての衛星ユーザーが彼ら自身の衛星を製作することに関心があるわけでも、製作できるわけでもない。私達は、PCs 或いはアマチュア望遠鏡のように衛星がキットで全てユーザーが製作されることを期待しているわけでもありません。伝統的に

AeroAstro は、衛星システム開発者であり、私達のスペースビジネスの最も大きい部分は、特定のミッションに合うように調整された完成された衛星でありそれは残す積りです。しかし、私達の衛星アーキテクチャは KITCore 哲学によって根本的に変更されました - 私

達は私達の衛星を私達自身のキットで作ります。STP-Sat は、US 空軍スペーステストプログラムにたいし、5 種類迄のデスクリートな宇宙科学と技術ペイロードをサポートする為、AeroAstro で製作されています。私達の最も複雑な衛星 STP は、他のプログラムで、実証されたサブシステムを使って、3 軸安定 ( $0.1^\circ$ ) で、300 ワットクラス電源、1MBit/s のダウンリンク、高

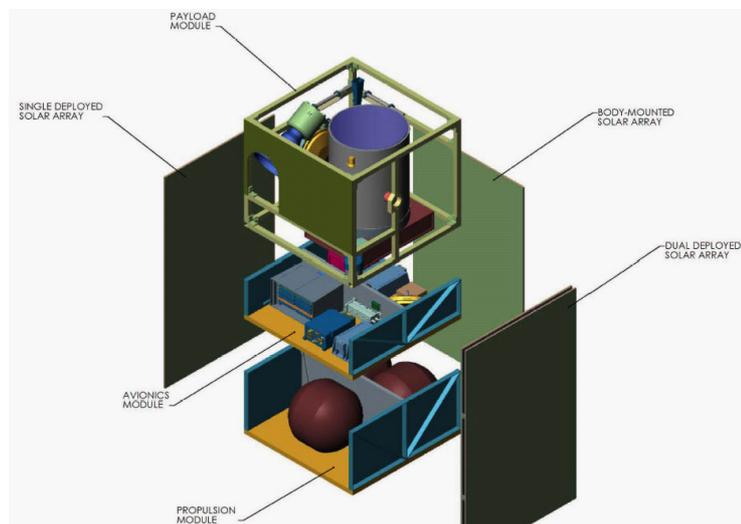
速商用プロセッサを用い、バーチャル的に完全冗長なシステムで構成されており、すべてで約 140kg のパッケージにしています。



**STP-Sat は、US 空軍のために AeroAstro で現在開発中です。衛星はデルタロケットの余剰ペイロードを使って打上げられます。**

STP のデザインは、いくつかの他ミッションのための第一歩として使用される予定です。STP および他のミッションのためにシステムを再構成して私達は、Micro-Observatory と超多重スペクトルペイロードをサポートする 1/2 ペガサスクラス衛星を開発しました。Micro-Observatory は、新しいユーザー層のために、手頃なミッションコストで、専用のイメージプラットフォームの制御と周期的なカバレッジ、アプリケーション特有のイメージ処理を提供します。なぜなら、そのモジュラー設計のために、Micro-Observatory は、その機能を個々のユーザーの要求合わせて再設計できます。多くの地上製品は、大量生産価格決定において消費者が望んでいるものを正確に提供する「注文型大量生産」を含んでいます。Micro-Observatory はこの概念

を宇宙に採用しました。すなわち衛星開発の通常の仕様、設計、評価、製作、組み立て、サイクル試験の不再発費用なしの注文型で製作された衛星です。



**Micro-Observatory Imaging 衛星は、Kit-Core で開発されたモジュールとリモートセンシングのために再配置された STP を用いています。**

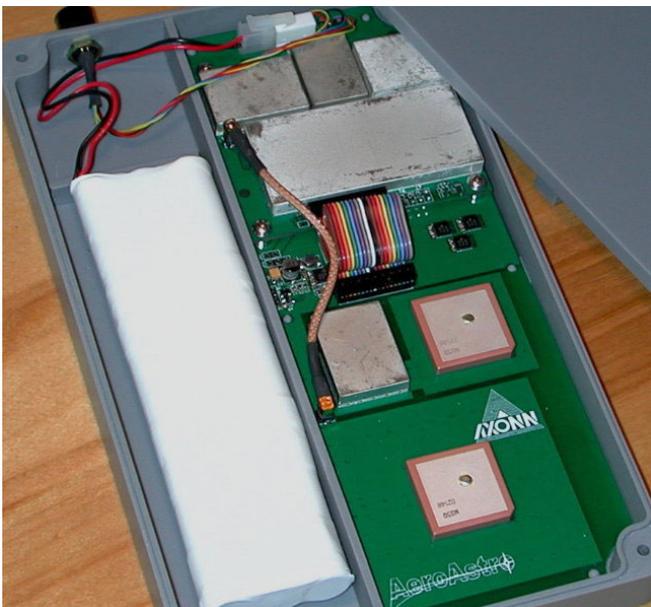
#### IV. LEO 通信

今日までに上げられたすべての商業用 LEO 通信システムは技術的には成功しましたが、ビジネスとしては失敗に終わりました。最も話題になった 3 の破産プログラム-Iridium、Globalstar、および Orbcomm は合計で \$20B の投資損失になっています (\$2x10<sup>10</sup>)。FAI の LEO 衛星群および TRW の MEO Odyssey は-それほど顕著な理由も無く、あまりにも高すぎた為に失敗しました。WorldCom や Global Crossing のような巨大企業の通信セクタの他の華々しい失敗と結び付けられて、LEO 衛星群に基づくグローバル準リアルタイム通信システムに対する AeroAstro の話は、最も勇敢で、最悪で、滑稽であると解釈されるかも

しれない。人の記憶は選択的です。現在、私達皆がパームパイロットや携帯用ザウルスを使っています。私達はアップルのニュートンや Windows CE プラットフォームの失敗で数十億ドルを失った事を忘れていません。現在のデジタル携帯電話の圧倒的な成功は、集合的なメモリー 数百万ドルの投資後に 1976 年にベル研究所が携帯電話の開発を止めたという事実を記憶から忘れ去られています。-なぜなら、彼らはそれのための現実の市場を見つけることができなかつたためです。新しい技術の正しい用途、適正を検討するには、高価な繰り返し故障に対し、時間と金と能力を必要とします。SENS はそれぞれ、広帯域リニア S-バンドトランスポンダおよび高利得アンテナを搭載し Globalstar LEO 衛星の既存のグローバルネットワークに便乗して運用されます。私達の SENS (センサー通知システム) は Globalstar 衛星とそのゲートウェイの既存ネットワーク経由、非常に簡潔な一方向メッセージを送るために、Globalstar の帯域内のほんの僅かな帯域を用いて 2.5mega chip スペクトル拡散、RF の 1 秒長バースト信号経由で、ちょうど 100 Bits/sec. で送信しています。SENS は一方向通信システムであり、トランスミッターは、時間 (2 回/日) またはイベントに基づいて作動させます (例えば、国を横断するトラックの冷蔵コンテナの温度変化など)。SENS は地上用途に対する、AeroAstro の宇宙哲学への転換です。私達は常に、単純、単一機能、廉価、信頼性があり少なくとも基本的なユーザーニーズに合った解決策を捜しています。他の通信システムがウェブアクセス、ファックス、およびテキスト通信および電

子メールを試みる間、私達は、世界にはこれらのステータス及び位置を報告することを必要としているが、ウェブ或いは電子メールのように利益を得る事は出来ない数百万の対象があるということを経験しました。例えば、数千台の陸路トラックの位置、数百万の出荷コンテナ、または数千万匹の犬、および猫、また数百万の子供、或いは数百の荷物。SENS はちょうど 2 つの目的で設計されました - 低価格センサートランスミッターと巨大な能力。SENS の現在の能力は、広帯域チャンネル内のたくさんの狭帯域メッセージを多重化する為に、CDMA 方式を採用し、メッセージ長に明確な規則を決めた結果、世界中の数億人のユーザーをサポートできます。さらなる能力は、既存の帯域幅の中で送信機の変更なしに、市場需要によって、オンラインでもたらず事が出来ます。Globalstar システムの輝かしい効果の中で、それらの本質的単純性を通して送る、短いメッセージシステムで、現在 200 ドルで購入できます 結局数十ドルに入る価格。私達が STx と呼ぶ自己完結型の SENS 送信機ユニットは、5 年間自動運用ができます。ポジション報告ユニットはインターフェースも、ユーザーがサービス可能なパーツも、持たずそれらが納入した日から作動します。トラックコンテナへの搭載は数秒で未熟練者でも出来ます。1 つのまたは数千の目的の位置データは、直ちに個人のウェブアカウント経由でクライアントにアクセス可能です。お客様に因る以外に、メッセージに人的交流はありません。-コンピュータユーザーが、ウェブページをダウンロードする事に請求される以上に、メッセージは計

られる事も支払請求される事もない-  
この SENS 送信機は、保守無しで、7 年間、



内臓のリチウムイオンバッテリーと GPS  
ポジション決定を使って動作します。

40年前の衛星は、最初にテルスター衛星で、結局、静止軌道通信衛星で、通信に革命をもたらしました。それらは、-LEO と GEO の地球イメージの結合を経て、地球探査および地球のイメージを大改革しました。今日の革命はナビゲーションにあります -GPS システムによりまた、まもなくヨーロッパの Galileo によって進められるでしょう。SENS は、全ての対象、たとえ \$100 の価値しかないものの位置及びステータス情報を提供する事によって、位置データを消費者、企業に、低価格、高容量、高速移動対象に対しアクセス可能にすることによって、ナビゲーション革命の中で、重要な役割を果たすと期待されています。

## V 次にやるべき事

AeroAstro は小さい会社です-ボストン、マサチューセッツ、および Ashburn、バージニアの事務所を合わせて 65 人の会社です。私達は、どうしても、宇宙の中でマイクロサット/ナノサットの得意分野においてさえ 巨大な広さを測ることは出来ません。教育はマイクロサットにおいて主要な役割を演じ、世界中の大学では、経験のために、宇宙の新しい機能を追跡するために、衛星を製作しています。ナノサットは、増大する大型衛星を保護し、診断し、究極は修理する事に役割を演じる事になるでしょう。

マイクロサットとナノサットの擬似ランダム群と組織化された衛星群は、同期したフィールド測定、高利得アンテナ、および地球画像の為の合成開口他の応用に提供されるでしょう。マイクロサットのユーザーは-会社、国、および教育、Amsat(アマチュア衛星連盟)を含む趣味人と多種多様なグループです。開発者とユーザーのこの増大する多様性は、マイクロサットの力と約束を強めています。マイクロエレクトロニクス技術だけがコンピュータ業界の巨大な成長を起こしませんでした。テクノロジーは新鮮な、大口ユーザーコミュニティに計算機アクセスを可能にしました。その成長を助長している応用は、ワードプロセッサ、スプレッドシート、デスクトップ・パブリッシング、ゲーム、ウェブブラウザ、商業、即時メッセージ、および医学、輸送、配布、テスト、および生産の数百のアプリケーションおよび企業特定の機能等で、それらの新しいユーザーから生まれました。

私達がより多くの人々の身近な手の届く所に、より多くの宇宙機能を紹介する事で、数多くの宇宙での応用が私達の産業とともに成長すると思います。 AeroAstro は、少ない中から新しいアプリケーションを見つけ、投資し、それらを潜在的なユーザーに売る必要があります。私達の仕事は段々に、宇宙をどのように使うかに対する新しいアイデアを持った人々や組織、あるいは、だれがそれらの概念とアプリケーションを実現するかを考える新しいユーザーと時間を使う必要があると思っています。私達の仕事は、もはや、マイクロサットの価値を説教する必要も、聞く事も必要ではありません。

以上