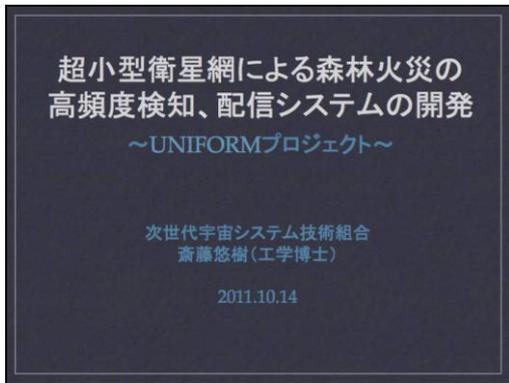


「超小型衛星網による森林火災の高頻度検知、配信システムの開発～UNIFORM プロジェクト
ト～」

齋藤 悠樹（次世代宇宙システム技術研究組合）



東大の超小型衛星センター¹¹¹では、50kg 級の非常に小さな衛星の開発が行われているが、我々はそれにより新しい宇宙市場をつくることを目的に、日々活動している。

今まで衛星はほとんど静止軌道上に上がっていて、240 機ぐらいあるのだが、日本製の衛星は1機しか上がっていない。そこで、日本はこれからもっと市場の力を巻き込んで、国に頼らない民間レベルでの宇宙市場を開拓していく必要がある。我々は小さな 50kg 級の衛星をたくさん作り、早い期間で安く開発し、新しい市場を開拓しようと思って日々研究開発を行っているのである。そのうち一つのプロジェクトが森林火災検知をミッションとしており、それが REDD プラスと絡んでくるのではないかと思う。



森林火災の検知に特化したプロジェクトとして、我々は UNIFORM¹¹²プロジェクトを行っている。複数の超小型衛星を打ち上げ、衛星網を構築すると、高頻度に観測ができる。そ

¹¹¹ <http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/nsat/main.html>

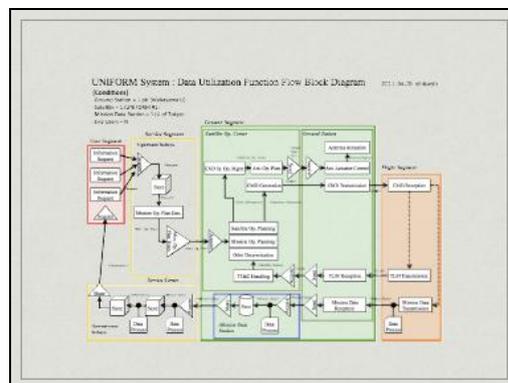
¹¹² UNiversity International FORMation Mission

れを、例えば炭素の備蓄量を測るという利用ではなく、準リアルタイムで消防隊に配信し、実際の消火に役立ててもらおうという発想で行っている。プロジェクトリーダーは和歌山大学の秋山先生で、文科省予算で2015年までの5年間のプロジェクトである。



日々我々がどのように開発しているか、簡単に紹介する。優秀なエンジニアがまじめに議論したり、議論しすぎて少し疲れてしまうこともある。面白いのは、50kg という小さな衛星なので、皆がクリーンルームの中に集まって楽しく作ることができる。教授陣が、国際学会でなぜかダンスをしているという不思議な写真もある。

我々のプロジェクトには四つのワーキンググループがある。もちろん衛星を作らなければいけないので、石橋さんをリーダーに Flight Segment のワーキンググループ、*倉原*さんをリーダーに地上局のネットワークの配備、私がリーダーを務める国際協力と将来の商業利用に特化したワーキンググループがある。



我々のプロジェクトのカバレッジは非常に広く、衛星を開発し、実際の地上局を配備し、共通のデータプラットフォームを作り、複数の衛星から下りてくるデータを一つの場所に

まとめ、多数のユーザーに簡単に利用してもらおうという構想の下に開発を行っている。

UNIFORM プロジェクトの目的は森林火災の検知なので、これが実際にどのぐらい消火に有効であるか、定量的評価ができれば非常にうれしい。実際に森林火災を発見すると、準リアルタイムで消防隊に連絡し、その結果、発見が遅れていれば本来燃えるはずであった森林の面積のどれぐらいがセーブされたのかを評価できればいいと思っている。実際に我々がターゲットとしているエリアは、インドネシアやブラジルなどの森林火災が社会問題になっている区域で、それらの国の消防隊と協力して、このような評価をしていきたい。

50cm立方と小型だが、熱感知可能なボロメータカメラと可視カメラを搭載

衛星仕様		地上局仕様	
質量	50 kg	5-band 3mアンテナ (10Mbpsアップリンク/40Mbpsダウンリンク)	
サイズ	50 x 50 x 50 cm	8-band 12mアンテナ (10Mbpsアップリンク)	
構成数	8-band DL/UL (HK) X-band DL (Mission)	8-band 12mアンテナ (10Mbpsアップリンク)	
消費電力	100 W (計測値)		
バッテリー	リチウムイオン 5.1 Ah (計測値)		
姿勢制御	3 Sun Sensors Star Tracker		
センサー	Fiber Optic Gyroscope Magnetometer		
姿勢制御	3-axis magnetic torque rods		
アクチュエーター	4-axis reaction wheels		
ミッション用カメラ	マイクロボロメータカメラ 可視カメラ		

← 衛星CAD外觀



松山大学地上局 (2mアンテナ)

We target...

Location	East-West	North-South	Season
Indonesia (Palangkaraya)	100km	300km	Jul. - Sep
Alaska (Fairbanks)	300km	800km	Jun. - Aug.
Siberia (Yakutsk)	1,000km	2,000km	Jun. - Aug.
Australia (Blue Mountains)	100km	300km	Jan. - Mar.
Med. sea (South Italy, Greece)	500km	250km	Dec. - Feb.
Nigeria	600km	600km	?
Zimbabwe	300km	300km	Aug. - Oct.
Buenos Aires	500km	1,000km	Jan. - Mar.

我々の衛星の簡単なスペックの特徴は、やはり 50kg という軽い重量で、サイズは 50cm × 50cm × 50cm である。また、搭載のミッションとして、マイクロボロメータカメラという熱を感知するセンサと可視カメラを積んでいる。

これは現時点で我々が注目している、森林火災が社会問題になっている地域である。オーストラリアでは 2009 年には大量の死者が出た火災が発生しており、ほかにもインドネシアなどの地域においては人々の消火に対するモチベーションが高いので、我々に協力していただけるだろうと思い、ピックアップしている。



我々が現在想定しているのは、太陽同期軌道で、いわゆる極軌道を回る軌道である。地球は自転しているのので、衛星が極軌道を飛ぶと、地球上のほぼすべてのエリアの観測ができる。それを複数機飛ばすことで、いろいろな場所を高頻度で観測できる。

我々のボロメータカメラは、観測幅が 100km ぐらいある。カメラなので、1 枚撮ったら次にまた 1 枚撮るといのように、衛星がある地点の上を通過すると、そのエリアの森林火災の情報が得られる仕組みになっている。

Sensor Comparison

Sensor	GSD	Time Resolution	swath
MODIS	1km	twice / day	2300km
AVHRR	1.1km	twice / day	2800km
ASTER	0.09km	twice / month	60km
UNIFORM constellation	200m	Frequent	100km
UNIFORM 1 sat.	200m	once / 3 days	100km

- "Uniform constellation" could be constructed not only through launching more uniform satellites, but also through just sharing quasi-real time data from other satellites on the same data platform.

既存の火災を検知する衛星と何が違うのかを比較した表である。一番有名な MODIS の観測幅は非常に広く、約 2300km ある。ただ、解像度は 1km×1km である。赤道付近を観測した場合、1 日に 2 回ぐらい同じ地点を観測できる。

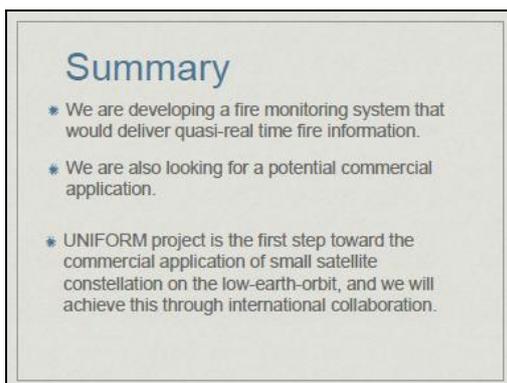
我々の UNIFORM サテライトの場合は、観測幅は 100km と非常に短いのだが、200m の分解能を持っている。1km と 200m は、消火隊にとっては大きな違いで、実際に森林だけがあるような、道路がなく消火隊がなかなか奥に入っていけない場所では、1km×1km のどこかで燃えていると言われても、迅速にその場に行くことは難しい。ところが、200m×200m であれば、道路がなくとも、比較的近くに行けば燃えている場所を確認できる場合もあるだろ

う。実際に消火の役に立てるような解像度だと思って、200m が選ばれた。

観測幅が小さいので、同じ場所を観測するためにかかる時間分解能は、実は3日に1回ぐらいと小さい。ところが、超小型衛星は軽くて早くて安く開発できるので、これを大量に飛ばすことにより、観測頻度を上げることができる。もちろん選ぶ軌道によっても観測頻度は変わってくるのだが、例えば赤道の周りを回すような軌道で回せば、赤道直下の観測が90分に1回できる。観測頻度が多いと、早期発見、早期消火に役立つことは当然だが、もう一つは被雲率の問題を回避できる一つの方法でもあり、雲がない瞬間を狙って写真を撮ることもできるだろう。

REDD プラスへのアプリケーションは、早期発見・早期消火により、本来排出されるであろう CO₂ の量が減ったのであれば、減った分の CO₂ をトレードできるのではないかと、我々はこの辺に関しては素人なのだが、ぼんやりと考えている。

商業利用などいろいろな可能性があるのだが、このプロジェクトを通じて共通のデータプラットフォームを作成する予定で、あらゆる一般の方々が簡単にアクセスして利用できるデザインにしようと思っている。今までは、特定の人に非常に高額な値段で衛星データを配信していたが、大量のユーザーに安く売ることによって収益を上げていこうという、新しいビジネスモデルができるのではないかと考えている。



Summary

- We are developing a fire monitoring system that would deliver quasi-real time fire information.
- We are also looking for a potential commercial application.
- UNIFORM project is the first step toward the commercial application of small satellite constellation on the low-earth-orbit, and we will achieve this through international collaboration.



ご静聴有難うございました

お気軽にお問い合わせください。

和歌山大学宇宙教育研究所所長/特任教授 秋山 演亮
- E-mail: akiyama@center.wakayama-u.ac.jp

次世代宇宙システム技術組合 研究員 齋藤 悠樹
- E-mail: saito.yuki@nestra.jp

東京大学 石橋 金徳
- Email: kanenori.ishibashi@nsat.t.u-tokyo.ac.jp

超小型衛星センターの一つのプロジェクトとして UNIFORM プロジェクトがあり、そこでは森林火災の検知に特化したミッションプロジェクトを遂行している。将来的には商業利用を考えており、そのうちの一つに、REDD プラスの枠組をうまく利用できるのではないかと考えている。

質疑応答

(Q1：林野庁 田中) 技術的な面としては、一定の温度を検出して、何度以上で火災と判断するのではないかと思うが、その場合、地上にある熱くなった車や海上にあるタンカーなども検知するのではないか。

(斎藤) そうなのだが、実はミッションペイロードは二つあり、一つが可視カメラである。100mの分解能の可視カメラで画像を比較し、火山など、森林火災でないと明らかに判断できるものに関しては、可視カメラの情報を利用して排除する。プロセス自体は衛星で火災だと検知するのではなく、撮ったものをすべて X-band で地上に降ろし、得られたデータを地上で解析して、火災かそうでないかを判別する。

(Q1：林野庁 田中) もう一つ、運用の点で面白いと思ったことは、例えばこれを途上国が自分で持って自分で運用することを目指しているのではないかと思うのだが、コスト的にどの程度を目指しておられるのか。

(斎藤) UNIFORM プロジェクトは国際協力のやりやすい枠組だと思っている。例えばブラジルやベトナム、インドネシアは衛星を作りたい、技術を日本から学びたいと思っている。彼らに日本に来てもらい、我々は技術を提供し、衛星を作って運用して回してもらうことができる。衛星の所有権は誰になるかという問題は今後議論していかなければいけないが、衛星の所有権が誰であれ、データを皆で共有できる枠組を作ろうと考えている。コストは衛星1機につき2億～3億円で、運用コストは把握しきれていない。