

# Global trends in space technology 最新宇宙技術の世界の動向

株式会社ispace  
東北大学客員研究員  
青山学院大学客員講師  
田中利樹

# 講師紹介



田中利樹

1986年2月6日

兵庫県神戸市

東京大学航空宇宙工学専攻修士卒

不思議の海のナディアをみてエンジニアに

4つの衛星と1つの月探査機開発に参加

東京大学 研究員(2010~2014)

東北大学 客員研究員

株式会社ispace / GLXP HAKUTO

青山学院 客員講師

趣味バレーボール

# 最新動向



# 宇宙、とは

往古来今これ宙という、四方上下これ宇という  
(紀元前2世紀、「淮南子(えなんじ)巻十一 齊俗訓」)

「往古」「来今」

過ぎ去った昔、これから来る現在を含む未来  
を含む時間

「四方上下」

前後左右上下の全方向の空間

宇宙、とは

**NO BORDER**

宇宙、とは

地球規模の課題を捉える視点

地球規模の課題を捉える視点

地球規模の課題を捉える視点



地球規模の課題を解決する技術



# 変化する時代・国際課題

- 1957年 地球観測年 / スプートニク
- 1961年 ガガーリン「地球は青かった」
- 1962年 『沈黙の春』
- 1963年 ケネディー暗殺
- 1969年 アポロ11号月面着陸/最初のインターネット
- 1970年 最初のアースデイ / 大阪万博
- 1973年 第一次オイルショック
- 1981年 スペースシャトル初飛行
- 1985年 オゾンホール発見
- 1990年 ハッブル宇宙望遠鏡 / WWW開発
- 1986年 チェルノブイリ事故
- 1993年 インターネット商用化
- 1995年 阪神大震災
- 2000年 携帯電話の普及
- 2004年 スマトラ島沖地震
- 2005年 京都議定書発効 / 地球規模でのCO2削減取組み
- 2007年 IPCC第四次報告書/夏の北極開票面積最小
- 2011年 東日本大震災
- 2012年 iPS細胞ノーベル賞受賞
- 2013年 Voyager-1 太陽系脱出
- 2016年 VR元年
- 2020年 東京オリンピック・パラリンピック
- 2026年 リニア新幹線？衛星インターネット？
- 2041年 シンギュラリティー？
- 2050年 持続可能な社会実現なるか？

50年前

25億人

20年前

10年前

62億人

10年後

30年後

96億人

## アース・ジェネレーション

- 宇宙から地球を見た初めての世代
- 地球規模で思考、行動、連携できる初めての世代
- 宇宙船地球号
- インターネットにつながった初めての世代
- 地球環境問題に気づき、持続可能な社会を模索し始めた世代

## スペース・ジェネレーション

- 宇宙技術を利用して社会課題を解決していく世代

飛行機の発達

→ 時間距離の変化

人工衛星による観測

→ 観測領域の拡大

インターネットの普及

→ 同時性の拡大

携帯電話の普及

→ センサーネットワーク

WiFiの普及

→ 一人ひとりがセンサーに

スマートフォンの普及

→ 収穫量管理

人工衛星による観測網

→ 災害時の緊急連絡

衛星通信網

▪

▪

その時々で技術で、  
世界の課題を解決していく

# 将来課題を解決していくための知識

- 宇宙空間を利用した情報技術に関する知識を獲得すること
- 地球規模の課題と上記の技術の関連性を知り、将来の課題解決への勘を養うこと
- 講義で得た知識をもとに、宇宙開発に関する現時点での自分なりの考え方を培うこと

## 成績評価・課題

講義およびゲスト講義を聞き、最終回  
に課題に関する口頭発表を行う。

その他、ゲスト講義時の小レポート及  
び質疑応答



# 課題テーマ

「講義で得た知識を基に、5年後（もしくは10年後、15年後）の生活・環境に関する課題を予測し、宇宙技術を利用した解決に関して研究を行い、最終講義にて口頭発表を行う」

# 宇宙ステーションの次は？

2041  
Singularity?

10 YEAR ROADMAP

2020  
Tokyo  
Olympics

2026  
Linear Chuo  
Shinkansen



CO2排出権取引は？

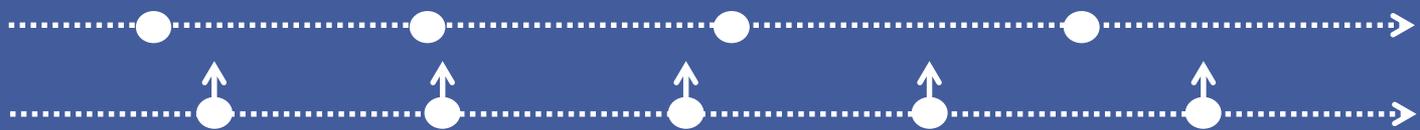
Age. 20

Age. 24

Age. 30

Age. 35

社会課題  
利用技術





Age. 20

Age. 24

Age. 30

Age. 35

社会課題

利用技術

東日本大震災

ヨーロッパ移民

スマートフォンの普及

LINE

BREXIT

リーマンショック

VR元年

iPad

準天頂衛星打ち上げ

SPACEX ISS輸送船

はやぶさ帰還

集团的自衛権

SNSの普及

炭素排出権取引

FACEBOOK

TPP交渉参加

スペースシャトル引退

1秒間に

facebook®

では、



1秒間に **48** 分のビデオが  
アップロードされる

(Youtube, August 2011)  
[http://www.youtube.com/t/press\\_statistics](http://www.youtube.com/t/press_statistics)



The screenshot shows a YouTube video player interface. At the top, the YouTube logo is on the left, and search, browse, and upload buttons are on the right. Below the logo is a search bar. The video title is "Surfing Manu Bay's barrel, Raglan New Zealand". Below the title are buttons for "goodpic", "10 videos", and "Subscribe". The video player shows a surfer riding a large barrel wave. The video progress bar indicates 0:44 / 8:21. Below the video player, there is a yellow banner that says "This video is public." and buttons for "Like", "Add to", "Share", and "Print". The view count is 16,876. On the right side, there is an advertisement for "17 Manly Hotel Deals" from check-in.com.au, and a "Suggestions" section with two video thumbnails.

YouTube

Search Browse Upload goodpic

Edit info Edit annotations Edit captions/subtitles AudioSwap Insight stats Promote

Surfing Manu Bay's barrel, Raglan New Zealand

goodpic 10 videos Subscribe

17 Manly Hotel Deals

check-in.com.au

Book Online Now! From \$22 AUD. Manly Hotels at up to 75% off

Check-in

Check-in.com.au/Manly\_Deals Ads by Google

Suggestions

Yahire Surf Tour: Only 4 Girls  
by Teahupoo3  
20,028 views  
Featured Video

Manu Bay, Raglan, New Zealand  
by gracesounds  
7,303 views

SURFING IN RAGLAN

This video is public.

Like Add to Share Print

16,876

世界は

変化

している

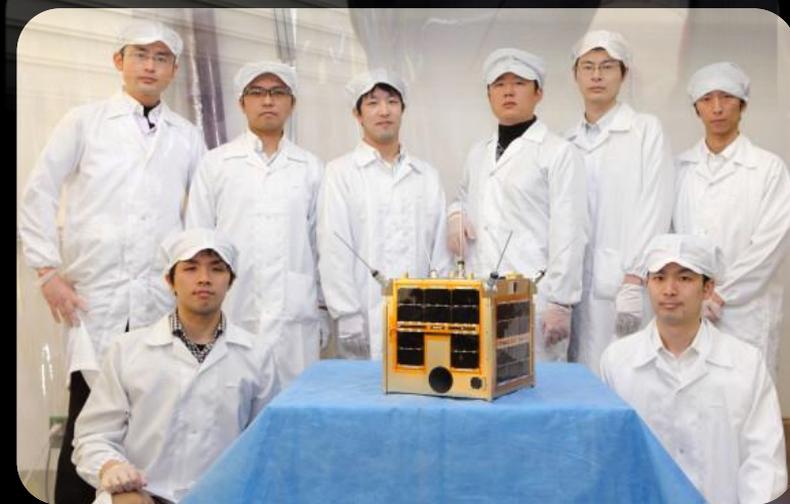
# 最新の情報



オムニバス講義

GLOBAL

# 各分野の最先端を走っている人からのレクチャー



最新の知識と

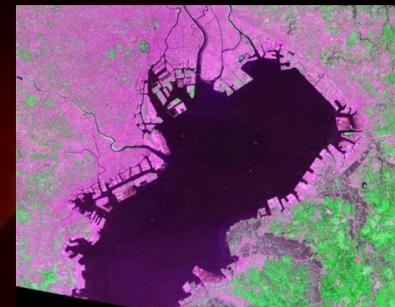
課題へのヒントを

## オムニバス講義

- 9/23 宇宙技術と空間情報(グループ分け、課題発表)
- 9/30 人工衛星を利用した空間情報技術 –リモートセンシング, 測位・衛星通信
- 10/7 超小型衛星による宇宙開発のパラダイムシフト
- 10/14 (ゲスト)「超小型衛星による最新技術動向」Axelspaceよりゲストスピーカー予定
- 10/21 (ゲスト)「宇宙開発産業の国際動向」ispaceよりゲストスピーカー予定
- 11/4 宇宙開発における国際間連携1 – 共同衛星開発、共同衛星利用
- 11/11 (ゲスト)「宇宙開発における国際間連携2 – 宇宙ステーション」宇宙飛行士山崎直子氏
- 11/18 簡易中間発表＋最終発表に向けた発表ツールの利用方法などに関する情報講義
- 11/25 人工衛星の運用と制約
- 12/2 宇宙開発におけるプロジェクトマネジメント
- 12/9 (ゲスト)「宇宙環境問題における国際協力」Astroscale よりゲストスピーカー予定
- 12/16 (ゲスト)「月開発国際レースGoogle lunar Xprize Challenge」HAKUTO
- 1/6 総括・総論
- 1/20 最終発表会

# 第二回：人工衛星を利用した空間情報技術 – リモートセンシング

- ・リモートセンシングとは？
- ・どういったことに使われている？
- ・日々利用される天気予報
- ・環境モニタリングへの活用
- ・REDD+など国際的な取り組み



# 第二回：人工衛星を利用した空間情報技術 – リモートセンシング

- ・出来る事
- ・教科書に書いてあるけど現時点で出来**ない**こと
- ・今、改善されていること
- ・どれくらいの画像が、どのくらいの期間でどのくらいの精度で撮影できるのか



# 第二回：人工衛星を利用した空間情報技術－測位・衛星通信

- Global Positioning System ?
- 準天頂衛星？Galileo?
- 衛星電話
- AIS?
- 災害時通信





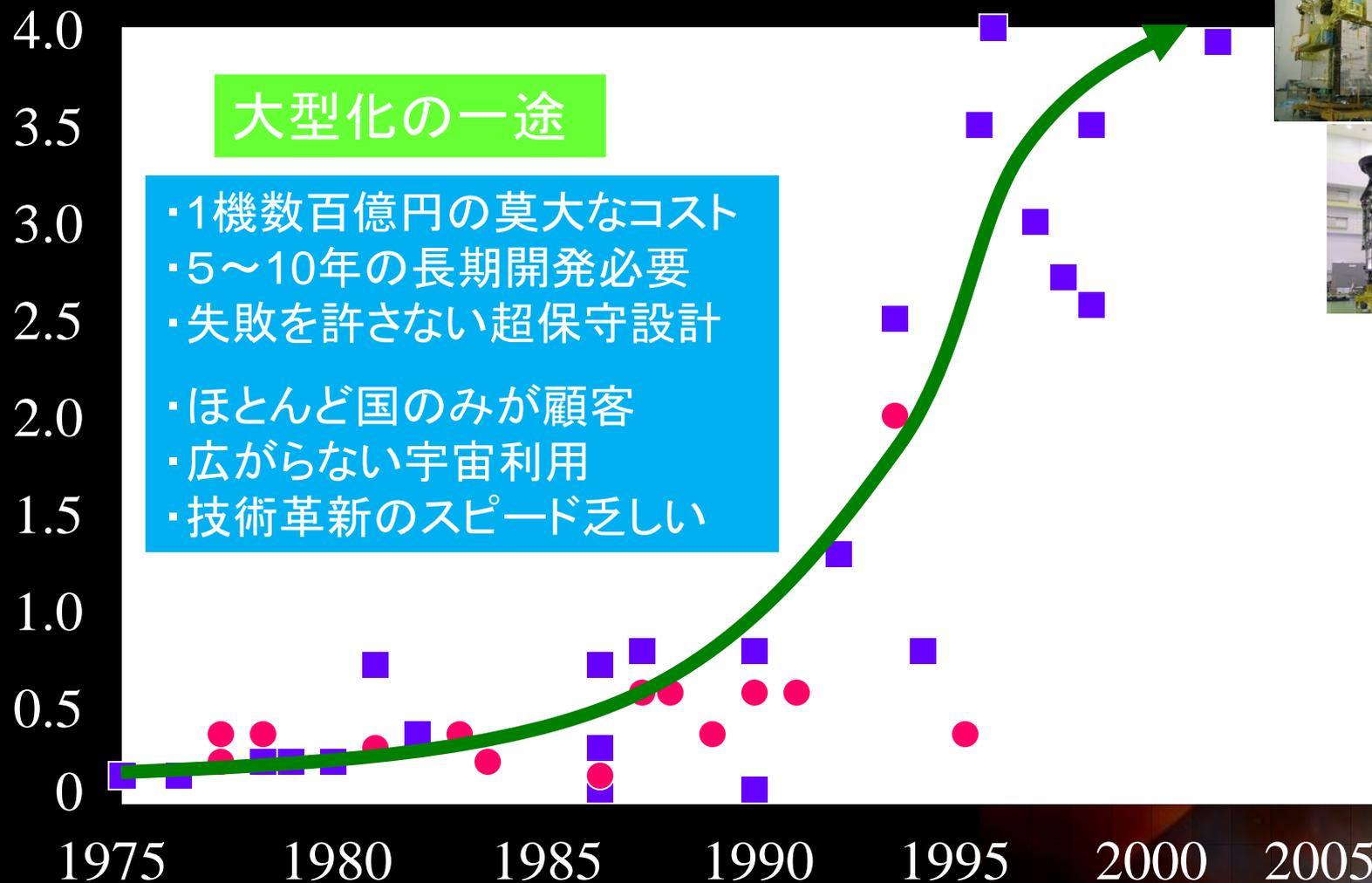
# 第三回：超小型衛星による宇宙開発 のパラダイムシフト

- ・低価格で短期間で製造できるため  
高頻度で打ち上げられる。

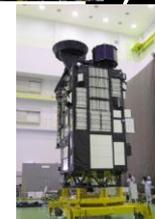


# 中・大型衛星による宇宙開発の閉塞化

衛星重量(トン)



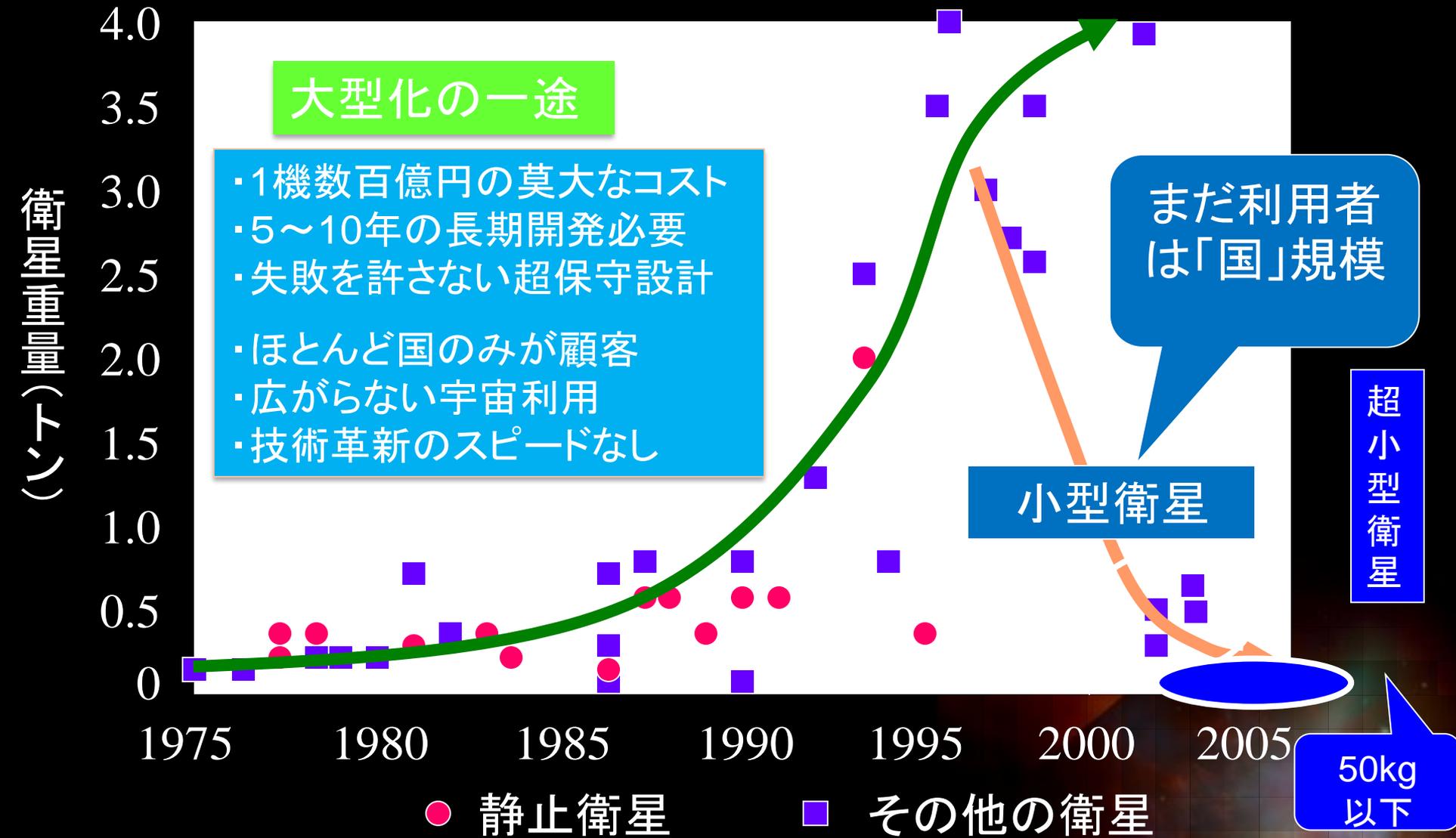
だいち  
(4t)



● 静止衛星

■ その他の衛星

# 小型衛星/超小型衛星化



# 第三回：超小型衛星による宇宙開発のパラダイムシフト

1国に1機



1企業に1機



(将来) 1団体1個人に一台??

・教育ツールとして小型衛星が宇宙開発途上国でも利用されてきている(ベトナムODAでの実施など)



XI-IV 1kg 10cm部品  
代300万円

だいち 4ト 400億円  
6.2m × 3.5m × 4.0m

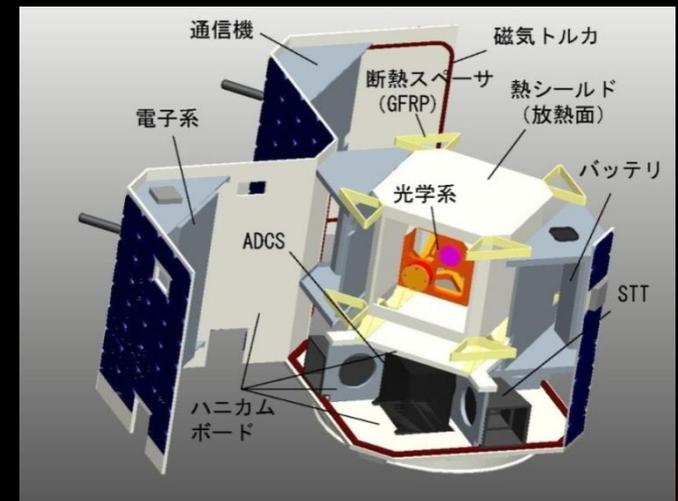
# For the practical use

## Nano-JASMINE project Space Science Mission “making the star map”

Size	50[cm cubic]
Mass	30[kg]
Control	3axis
COM	S-band 100[kbps]
Mission Life	2[year]

*almost the same performance  
as HIPPARCOS (1989).*

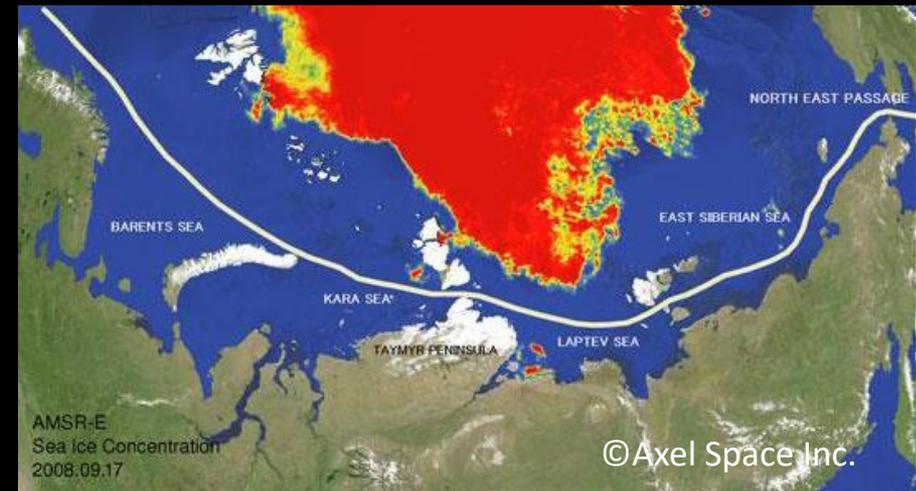
**As technologies mature,  
practical Nano/Micro-Satellite appear.**



# For the practical use

## Venture Company Axel Space

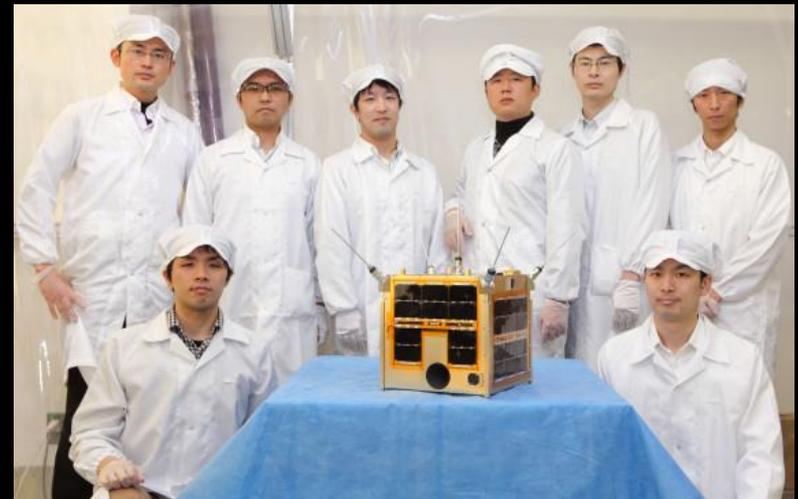
### Monitoring the Ice in the Arctic Ocean



<http://axelspace.com>

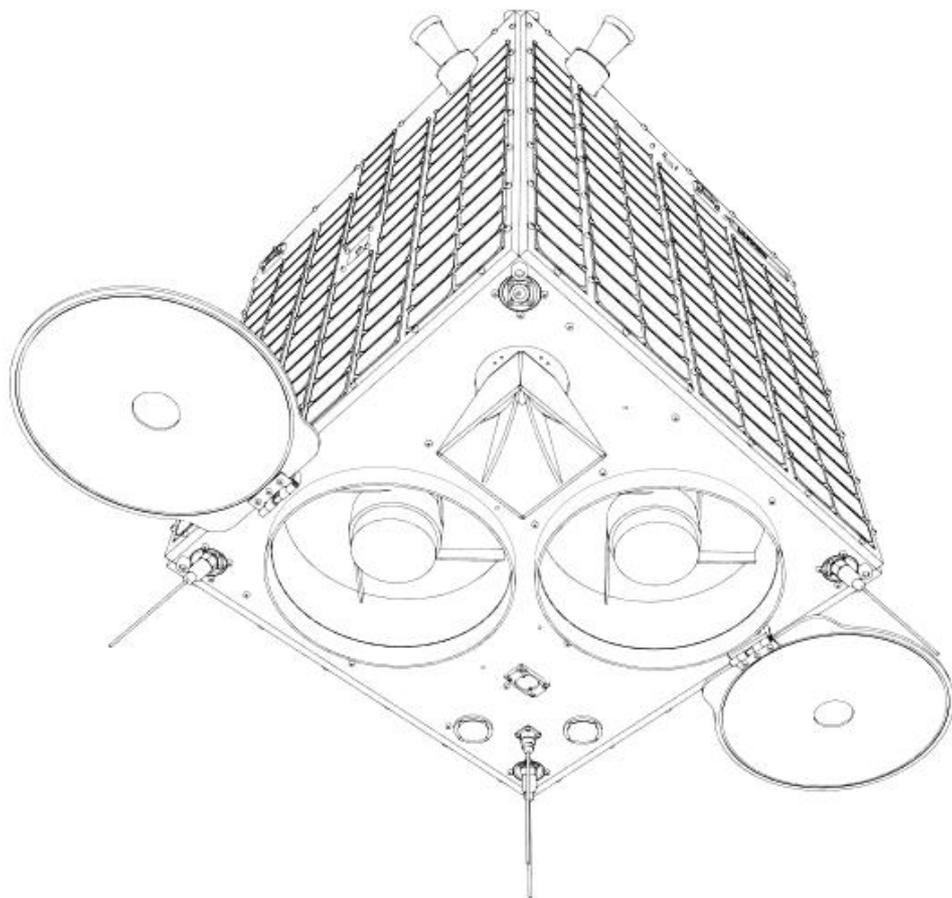
# 第四回：「超小型衛星による最新技術動向」Axelspaceよりゲストスピーカー予定

- ・大学発ベンチャー表彰2016  
経済産業大臣賞受賞
- ・小型リモートセンシング衛星の開発、運用を事業化
- ・JAXAから初めて、衛星の開発・運用のすべてを受注
- ・シリーズA投資ラウンドで総額19億円の資金調達を完了





さあ、地球探検に出かけよう。



## 「マイ衛星」を実現

宇宙利用はもはや国家だけの特権ではありません。  
低コスト・短期開発を実現する超小型衛星の  
登場で、民間企業や研究機関も、独自に宇宙を  
利用することができるようになりました。

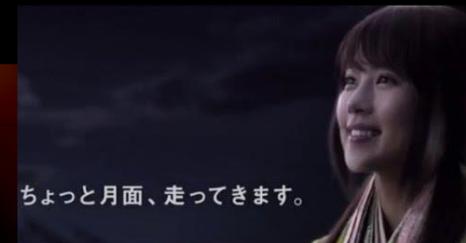
アクセルスペースは独自に築き上げてきた  
超小型衛星技術を生かし、貴社のニーズに合わせた  
最適な宇宙ソリューションをご提供します。

もちろん、超小型衛星の企画提案から  
設計製造、打ち上げ、運用に至るまで  
すべてワンストップです。

📄 「マイ衛星」について

# 第五回:「宇宙開発産業の国際動向」 ispaceより袴田さんを予定

- ・ispace/HAKUTO代表
- ・内閣府宇宙戦略室と共催で、日本及び世界の宇宙ベンチャー企業家を中心にしたカンファレンスSPACETIDE企画委員



NASAから民間に発注する時代とつづくに来ている

「民間企業が自分たちの力で画期的な技術開発ができるようになればNASAは、その企業と契約を結べばいいのです。われわれは巨額な予算を使わずに済みますし宇宙産業の発展にもつながります。これが最も安く効率的な方法だと考えたのです。」



「ベンチャー企業から大手メーカーまで民間企業に競技を促すことで、技術革新が加速し、宇宙開発の新たな手段が生まれる。」

## JAXA初、ベンチャー企業に衛星をまるごと発注

2016/07/27

宇宙開発

スペシャリスト：大員 剛

Powered by Google



Sponsored link

ROHM/ SiC Power  
Module

rohm.com



宇宙航空研究開発機構（JAXA）は2016年7月27日、人工衛星ベンチャー企業の株式会社アクセルスペースを、「小型実証衛星第1号機」の開発及び運用の契約相手に選定したと発表した。JAXAが人工衛星の開発から製造、運用までを一括して委託するのは初めての。 「小型実証衛星第1号機」は2017年度にイプシロンロケットで打ち上げられる予定。

「小型実証衛星第1号機」は、将来の人工衛星に利用できそうな革新的な部品などを実際に宇宙へ打ち上げ、信頼性などを実証するための衛星だ。JAXAは革新的な宇宙技術を試験したい企業や研究機関などを公募しており、その部品を搭載する衛星本体はJAXA側で用意するとしていた。そして、その衛星本体についても今回の契約で、ベンチャー企業に発注され

## 民間初の月面探査「HAKUTO」、JAXAと共同で月での科学データ収集を実施へ

2016/09/08

宇宙開発

スペシャリスト：塚本直樹

Sponsored link



Full SiC  
Modules

rohm.com



民間初となる月面探査プロジェクト「Google Lunar X Prize」に参加する、日本チームの「au x HAKUTO MOON CHALLENGE（以下、HAKUTO）」。優勝賞金2000万ドル（約20億円）とビッグなレースに参加するHAKUTOは新たに、JAXA（宇宙航空研究開発機構）と月遷移軌道や月面での科学データ収集に向けた共同研究契約を締結したと発表しました。

# SPACETIDE 2015

ここに来ると、  
宇宙ビジネスの新しい潮流がわかる。

民間が切り拓く、最先端の宇宙ビジネスを紹介するカンファレンス。

A conference for the rise of private space industry



# 第六回：宇宙開発における国際間連携1 – 共同衛星開発、共同衛星利用

## ・各国の衛星をシェアする？

Disaster Monitoring Constellation  
ネットワーク？

## ・衛星開発を通じた国際連携？

日本における共同衛星開発・利用。  
DIWATA-1。約8億円の開発費(2号機を含む)をフィリピン政府が負担し、  
フィリピン人留学生たちも参加して、  
北大や東北大で開発。  
その他、ベトナムODAによる衛星開発支援。



# 第七回:「宇宙開発における国際間連携2 – 宇宙ステーション他」元JAXA 宇宙飛行士 山崎直子さん予定

- ・元JAXA宇宙飛行士
- ・宇宙政策委員会委員  
(2012年7月 - )





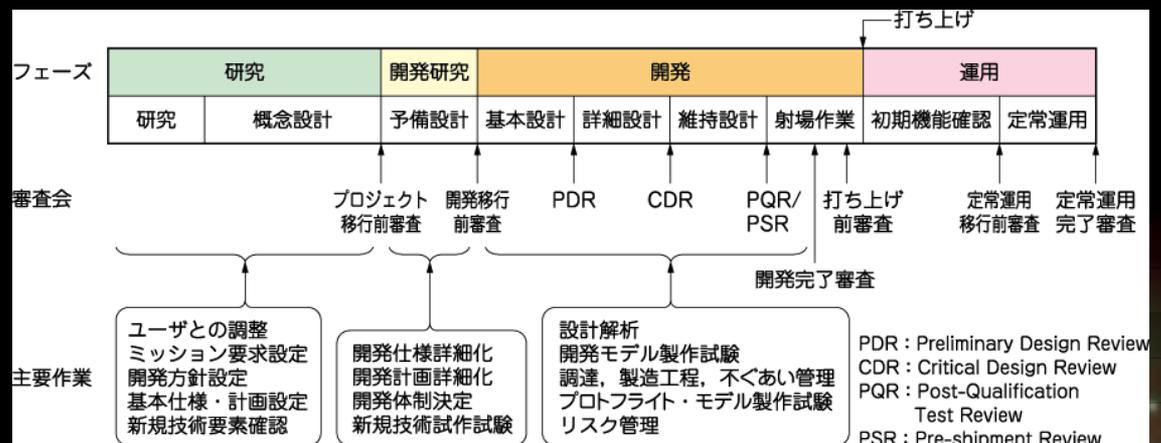
# 第九回：人工衛星の運用と制約

- ・JAXA相模原、もしくは東京大学の衛星運用センターの見学
- ・人工衛星の運用の時間的制約
- ・一日に通信できる回数
- ・一日に観測できる場所



# 第十回：宇宙開発におけるプロジェクトマネジメント

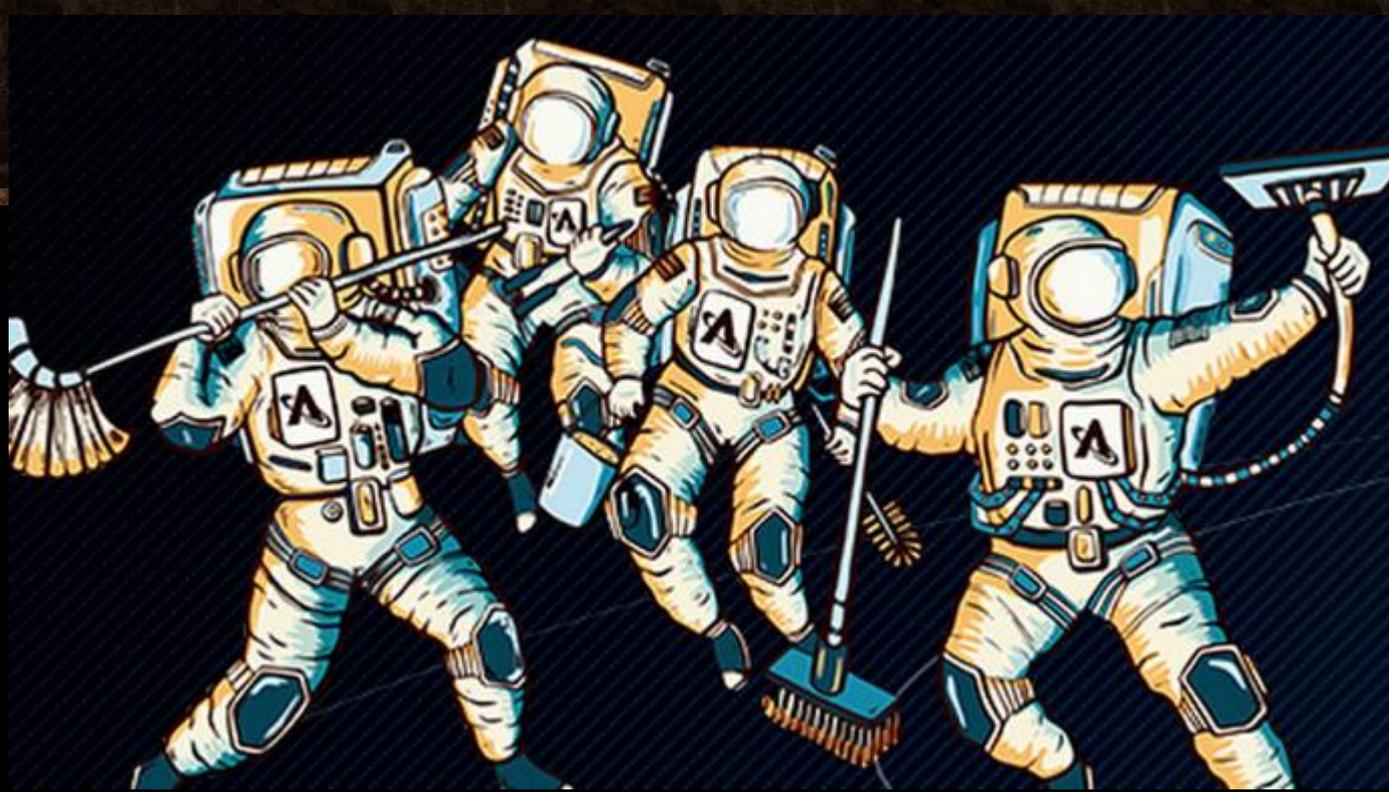
- ・人工衛星の開発工程とは？
- ・ミッション設計～打ち上げ・運用の流れ
- ・プロジェクトの最初から最後までどの位の時間がかかる？
- ・PCDAサイクル



# 第十一回:「宇宙環境問題における国際協力」Astroscale より伊藤さんを予定

- ・株式会社アストロスケール  
日本法人代表取締役
- ・宇宙ゴミ(スペースデブリ)の  
除去技術を開発するスタート  
アップ
- ・シリーズBラウンド約39.4億円  
を調達





ΠΛΑΝΗΤΗΣ

# 第十二回:「月開発国際レース Google lunar Xprize Challenge」 HAKUTOよりゲストスピーカー予定

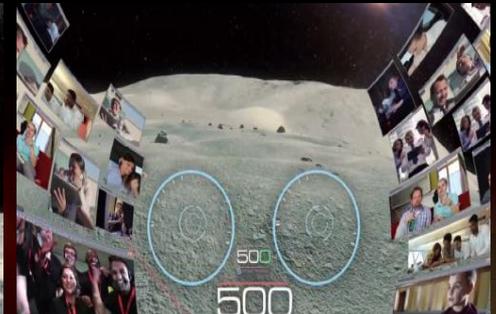
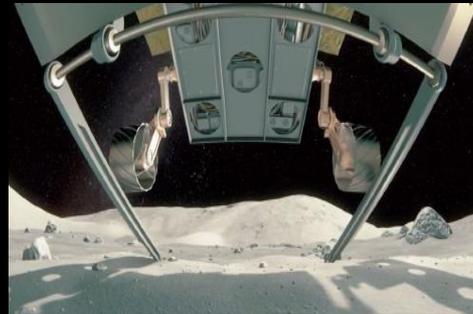
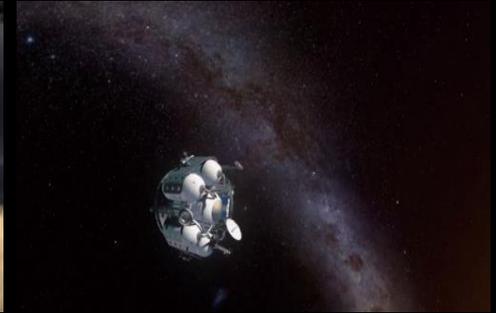
- ・月面探査ローバーの開発を行うスタートアップチーム
- ・民間資本による月面開発レースGoogle Lunar Xprize 中間賞受賞
- ・au × HAKUTO Moon Challengeを展開



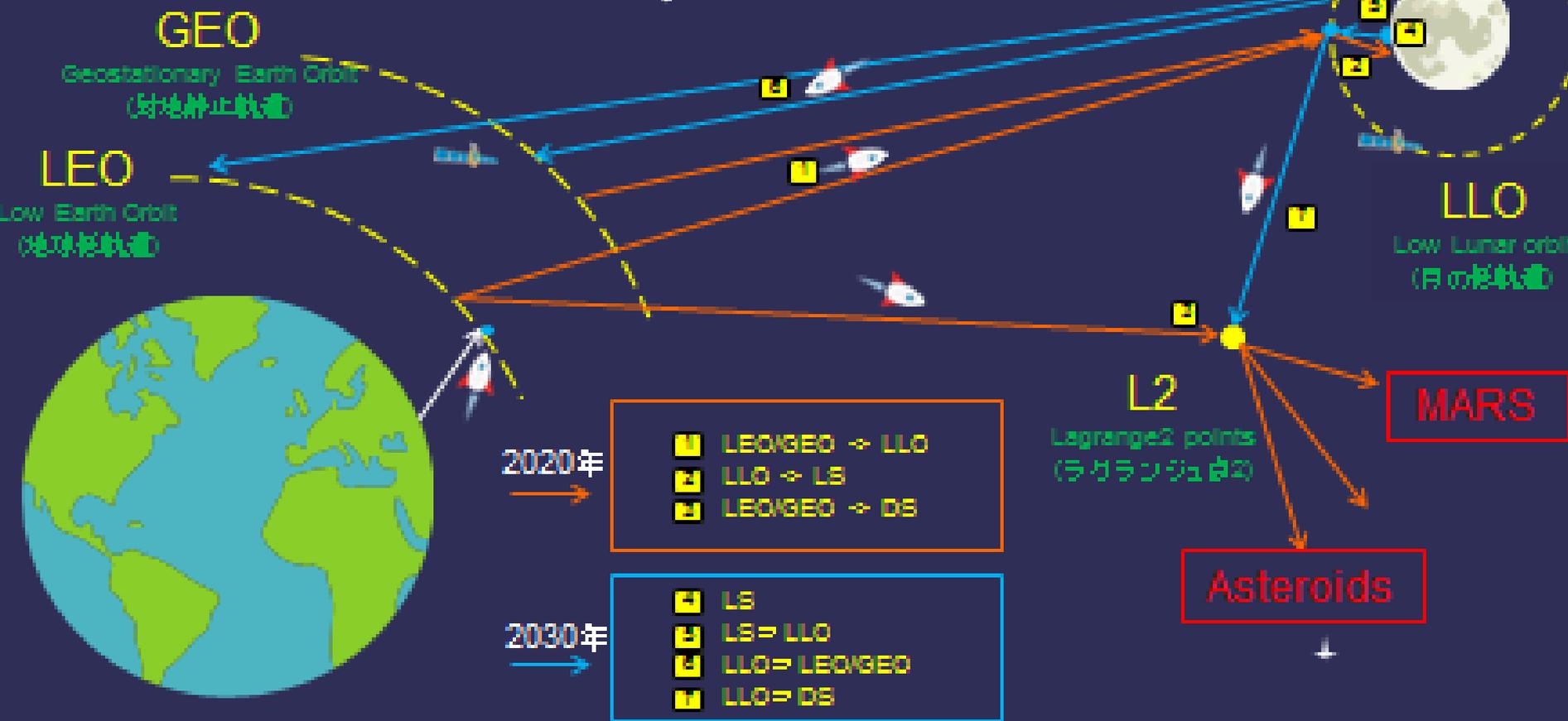
## 月を舞台にした国際レース Google Lunar XPRIZE

- Googleがスポンサーとなり、XPRIZE財団によって運営される、民間組織による月面ロボット探査を競う総額3,000万ドルの国際賞金レース「Google Lunar XPRIZE」

Google  
LUNAR XPRIZE®



# 宇宙活動の急速な拡大



## スペースX発表「2018年に火星への打ち上げを予定」

スペースXは早ければ2018年に無人宇宙船「ドラゴン」を火星に向けて打ち上げる予定だと発表した。同社の設立目標は「人類を火星に到達させる」ことであり、まさにこれはその第一歩となる。

IMAGES & VIDEO COURTESY OF SPACE X

TEXT BY ERIC BERGER

TRANSLATION BY MIHO AMANO/GALILEO

[ARS TECHNICA \(US\)](#) 



次回

人工衛星を利用した空間情報技術 –  
リモートセンシング・測位・衛星通信