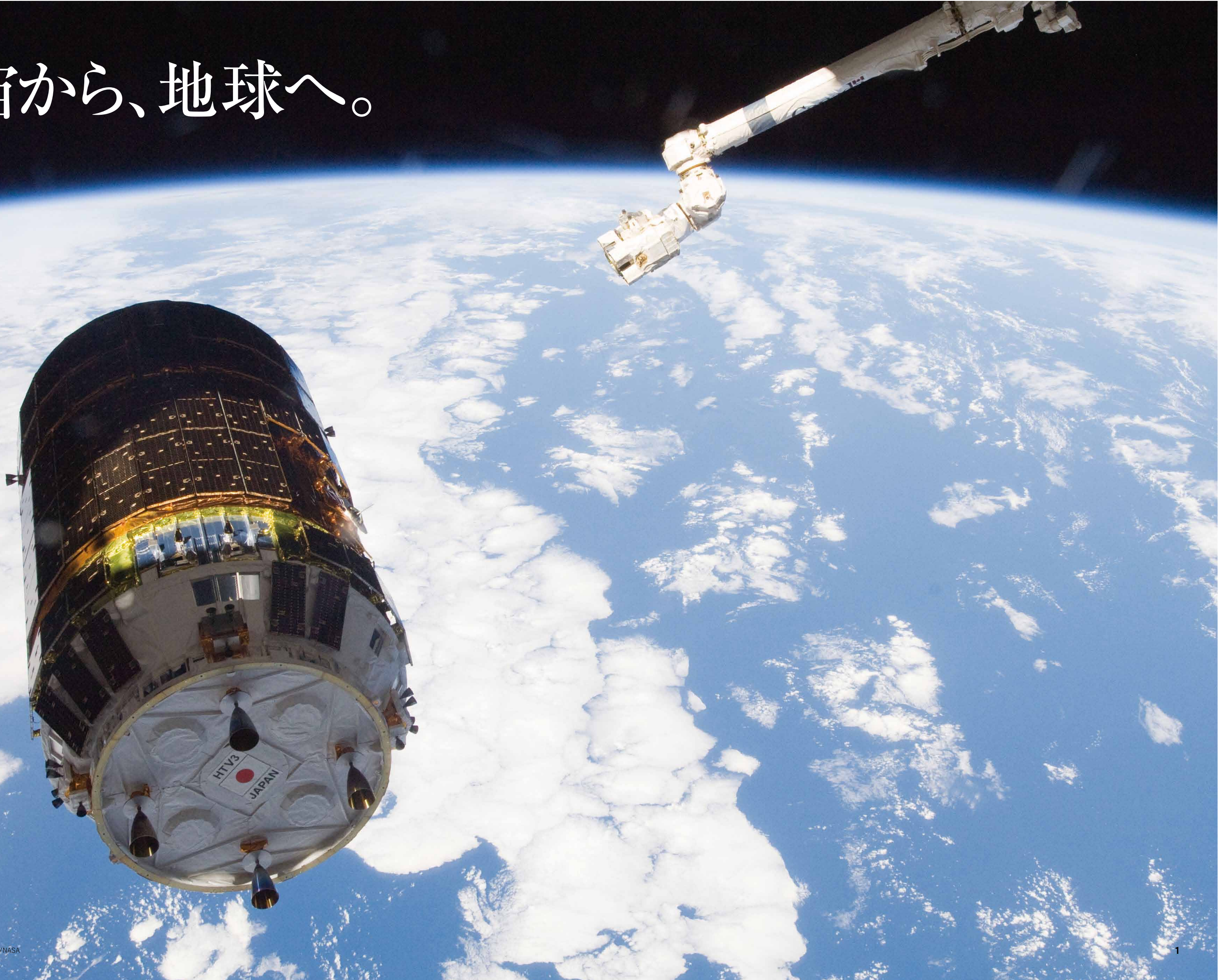


身近にある宇宙技術



宇宙から、地球へ。



LIFE × JAXA part 1

空からお魚を獲る

- ルポ 日本一のカツオー本釣り船基地 7
- ルポ JAFICをたずねて 15
- 解説 JAXAの「しずく」 17
- コラム 宇宙で、おいしい日本の魚介料理を 19

LIFE × JAXA part 2

身近で生きるロケット由来技術

- 座談会 高信頼の火薬技術
エアバッグとロケットを制御する火工品 23
- ルポ ロケット断熱技術が船を守る 27
- ルポ 固体ロケットの新たな挑戦 31

LIFE × JAXA part 3

太陽のチカラを集めて家庭へ

- ルポ 海に浮かぶ巨大発電所 35
- 座談会 メガソーラーを世界に
夢の実現へ産業連携を 39
- 解説 JAXAの「宇宙用太陽電池」 43

JAXAのとりのくみ 45

<表紙>

人工衛星による漁業情報を最初に利用したのはサンマ船でした（P.5「空からお魚を獲る」参照）

国際宇宙ステーションや人工衛星、ロケットなどの開発を通じて蓄積された技術は、身近な生活にも役立っています。

本冊子では、「ロケットとエアバッグの火工品」「断熱技術」「太陽電池」などの切り口で、宇宙と地上の技術の関連性や共通点、相違点などについて、現場ルポや関係者の対談を行いました。

また、宇宙技術の地上への活用の代表例として、人工衛星の観測データが漁業に活かされていることを、現場取材を元に紹介しています。

宇宙開発から生まれた技術と地上の技術がどこかでつながっていることを知っていただければ幸いです。

2013年4月 JAXA 産業連携センター

LIFE × JAXA part 1

空から

お魚を獲る

魚屋さんやスーパーマーケットの店先に並ぶ色とりどりの新鮮なお魚。

つくづく、海に囲まれた国に生まれた喜びを感じます。

最近、人工衛星がとらえた情報をもとに漁が行われているという話を聞いて、
宮崎県のカツオ船基地を訪ねることにしました。



松下博紀漁労長（右）とJAFICの高橋浩二さん（左）

AM8:00

日南市漁業協同組合 大堂津支所

大漁旗はためくカツオ船

大堂津漁港の岸壁には、カツオ船らしい白い大きな船が何隻も並んでいた。どの船もお正月の飾りの名残だろうか、枝付きの竹竿が高々と立てら

「以前は、90トンの船に乗っていました。竿をもつ乗組員は15、6人ほどで、カツオの群れを追って東シナ海を中心

れ、大漁旗が風にはためいている。休漁期だからか港は閑散としているが、船の整備を行っている人影がちらほら見える。

「第五松徳丸」と書かれた新しい船から降りてきたのは、松下博紀漁労長。カツオ漁一筋40年の大ベテランだ。第五松徳丸は19トンということだが、全長20メートルはある大きな船だ。

「九州近海の漁場でカツオを釣ったらすぐに最寄りの港に水揚げし、鮮度の良いカツオを安定供給することで、収益性も大きく改善できました」と松下漁労長は語る。

吉田勝明大堂津支所長も、「第五松徳丸は、小型船導入のバイオニアです。この港には100トンを超える大型カツオ船もありますが、大型船から小型船に乗り換えるには勇気が必要です。松下漁労長が率先して19トン船に切り替え、水産総合研究センターの小型船活用の優良事例に

も選ばれました。一人当たりの漁獲量が1.5倍になるなど大きな成果をあげたこと

もあって、大堂津では19トン船が3隻に増えました。消費者に新鮮なカツオをお届けでき、そして経営状態が安定すれば後継者問題も解決するし、給与や待遇が良くなっ

乗組員の確保もできるようになります」と高く評価する。



油津港にて



AM6:00

日南市漁業協同組合 油津本所

目には青葉山ほととぎす
初鰹

江戸時代の俳人山口素堂の有名な句にあるように、カツオは、春の訪れとともに日本の近海にやってくる。

カツオといえば、船べりに並ぶいなせな若衆たちが海に竿をふるうと、まるで空中を舞うように次々とカツオが釣りあげられる勇壮な一本釣りが思い浮かぶ。そのカツオ一本釣り漁に人工衛星が一役買っているというので、松飾りがとれた正月すぎ、日本一のカツオ船基地がある宮崎県に向かった。宮崎空港からフェニックスの並木が続く道を南にひた走る。天然記念

物「鬼の洗濯板」をはじめ日南海岸国定公園の雄大な眺めを楽しむうちに、1時間ほどで日南市に到着した。

早朝6時、夜がまだ明けない日南市漁業協同組合の油津漁港に向かうと、こうこうとライトを灯した漁船が接岸しており、威勢よく水揚げが始まっていた。

丸々と太ったマグロがセリ場に並べられ、市場関係者が手際よく尾びれの部分を切り落としていく。そこにセリに参加する人々が集まって、切り口の色や弾力、脂の乗りぐあいなどを真剣な眼で吟味していく。

「目がバッチリと大きなマグロがメバチ、胸びれが長いのがピンチョウ、表面が黄み

を帯びているのがキハダ」と高橋重美業務部長に素人にわかるように説明していただいた。

種子島東方の沖で操業してきた延縄船の初水揚げということだ。この日一番の大物は77・8キログラムもあった。顔も身体も細長いヤガラや、かなづち頭のシュモクザメも混じっている。市場の生簀には、他の船が水揚げしたホウボウ、グジ（アコウダイ）、サクラダイ、ヒラメといった高級魚も泳いでいる。

しかし、カツオはわずか一匹しか揚がっていない。

「カツオのシーズンは3月からです。正月前後のこの時期は、春からの出漁に備えて船の整備をしています。この

先の大堂津、目井津、外浦の漁港に行くと、整備中のカツオ船が見られますよ」と高橋業務部長。

カツオ漁では人工衛星の情報を使って漁場を探していると聞いてきたのですがとたずねると、「今はハイテクの時代だからね、マグロ延縄船やカツオ一本釣り船に漁業情報システムがどんどん搭載されています。そのシステムも整備中の今なら見学できます」と教えていただいた。

そこで、JR日南線に沿ってさらに南に走り、日南市漁業協同組合大堂津支所へ向かった。

日本一のカツオ一本釣り船基地



経験と勘が物言う 漁場探索

カ

ツオ一本釣り漁は、3月、4月の初カツオのシーズンから脂ののった戻りカツオを追う10月まで続く。第五松徳丸は、夕方出港し、夜明けに餌場の生簀で生きのいいカタクチイワシを積みこんで漁場へ向かう。

カツオの群れに遭遇すると船べりからシャワーのように水を注いで海面を泡立たせる。カツオは泡立ちを見てイワシの群れがいると思って浮上してくる。すかさず撒き餌をし

ながら、8人の乗組員が一斉に竿を出して一本釣りを行う。まさに時間との戦い、体力の限界との勝負だ。しかし、うまく漁場が見つからなければカツオを求めて広大な洋上を走り続けなければならない。この時、頼りになるのが人工衛星の観測データなどをもとにつくられた漁業情報である。「カツオの群れは、暖かな黒潮に乗ってやってきます。その黒潮を見つけるために船には水温計を積んでいます。どこに黒潮が流れているか見つけるのは大変でした」と松下漁労長。

盛りの若いカツオは、黒潮に乗って餌が豊富な北の海をめざす。そして、2年ほど回遊して成長したカツオは南の海に定着し繁殖を行う。この回遊するカツオを狙うのが一本釣りである。もともと暖かい海に暮らすカツオは20℃以上の高い水温域を選んで泳ぐ。カツオの群れが好む水温域を見つけるのは、この時期から黒潮はこう流れる、この潮目に沿っていけばぶつかる、といった長年の経験と勘がすべてだった。特にカツオが集まりやすいのは、高温域と低温域の境界（潮目）だ。プランクトンが多く小魚が集まる

宇宙から水温、 潮目をとらえる

かし、トリヤマを見つけれられるのは双眼鏡を使った目視でおよそ6キロメートル、高価なレーダーを使ってもせいぜい10マイル（約16キロメートル）が限界だ。

空から潮目やトリヤマを見つけることができればいいのだが、飛行機やヘリコプターは常時飛ぶことができない。人工衛星なら、トリヤマは無理でもカツオが好む高温域や潮目をとらえることが可能だ。そこで、1980年代から研究が進められ、人工衛星のデータや気象庁の波高、風



吉田勝明 大堂津支所長

向などの情報を活用して漁業情報をまとめ、船舶無線を使って漁船に提供できるようになった。漁労長はこうした漁業情報を基に、カツオの群れがいそうな漁場を知ることができるようになり、漁場まで最短距離で向かうことで燃油の節約にもつながったのである。

第五松徳丸は、(社)漁業情報サービスセンター(JAFIC)が提供する海況・気象情報サービス「エビスくん」を搭載している。

「海況・気象情報はいろいろな組織・企業が提供していますが、『エビスくん』は使えますね。毎日最新情報に更新されるし、洋上で情報を容易に入手できます。大事なことは入手した情報が実際に使えるかどうかということですが、漁師の長年の経験と勘ともよく一致して漁場を効率よく見つけられます」と松下漁労長。

吉田支所長も、「使えら



大堂津港にて

いう情報は漁師間ですぐに伝わりますから、大堂津でも9隻のカツオ船のうち5隻がエビスくんを導入しています。それに、エビスくんは魚に関する市況情報も提供してくれるので、市況情報をもとに素早く最寄りの港に水揚げすることもできます」と評価する。

JAXAの情報を活用する 「エビスくん」

そ
のJAFICの高橋浩二・情報企画プロジェクトチーム

リーダーが大堂津を訪れており、第五松徳丸や第十一漁徳丸の船舶電話の変更に合わせた設定作業と使用法の説明を行っていた。

「エビスくんの最大の特徴は、パソコンで簡単に情報が得られることです。それまではファックスで各船舶に水温図などの情報を提供していましたが、3年前からエビスくんを通じて水温図だけでなく、潮流情報、波高、海面高度など幅広い情報を提供しています。海面高度というのは、水温の高いところでは海面が高くなっていますが、その周

イクロ波を測定できるので、今では全海域の水温を計測でき、精度も上がりました」

カツオ船だけでなく、サンマ船やマグロ船にも導入され、全国で300隻以上がエビスくんを搭載しているそうだ。

支所の脇の陽だまりでは、おじいちゃん、おばあちゃんたちが仲良く並んで針にイカの切り身をつけている。「アゴ(トビウオ)の仕掛けだよ。ここはアゴ漁も盛んでな」「アゴを使った『魚うどん』はわしらが作ったんだ」「昔はアゴもカツオもたくさん獲れた。今は魚が減った」「人工衛星で漁場を見つければいいね、時代は変わったな」

「魚うどん」はトビウオのすり身を麺状に伸ばしたもので、大堂津支所の婦人連が地元の名物として商品化に力を入れている。しこしこした歯ざわりで、おいしかった。



陽だまりでトビウオ漁の仕掛けづくり



大堂津発祥の「魚うどん」

AM11:00 外浦漁業 協同組合

大型カツオ船の
若き後継者

J A F I C の高橋さん、外浦漁協のカツオ船のエビスくんのチェックに行くというので、同伴させていただいた。日南市の最南端にあたる外浦漁港の目の前は太平洋である。そのせいか、ここでは120トンクラス的大型カツオ船が目立つ。

外浦漁業協同組合の坂元貴彦業務部長は、「この港も1977年の第二次オイルショックを境に魚価の低下、燃油価格の上昇もあって厳しい経営が続いています。88年から減船も行われ、最盛期には29隻あった大型カツオ船は8隻にまで減りました。大型のFRP船をつくる造船会

社も廃業するなどますます厳しい状況です。2000年代に入っても燃油価格の高止まりが続く、後継者問題や乗組員確保も頭の痛い課題です」と語る。

新造船は数億円、ソナー（魚群探知機）、レーダーも数千万円もかかる。それだけの投資に見合う魅力があるかどうか。日本の漁業を守るためにも安定した経営の確保が重要であり、エビスくんが大いに貢献していると坂元部長は期待する。

経験と勘を補う漁業情報

力

ツオ船における漁労長の役割は絶大である。一歩港を出れば、漁に関してすべて漁労長の判断に任せられる。どの海域に向かうのか、航海中も漁労長は漁業情報や気象情報

そういう中、外浦には若い漁労長がいる。「第七十八福徳丸」の河野功さん46歳。船長（船主）を受け継いだ若き後継者だ。

をにらんで検討を続ける。操業中も次の漁場を探り、常に市況を把握してどのタイミングで漁を切り上げ、どの港に水揚げするか考える。

意外なことだが、入港数、水揚げ量によって港ごとに魚価が大きく変動するのだ。それを読みきって漁を続けるか港に直行するかを的確に判断しないと船の経営は成り立たない。それだけに、漁労長には船主の全幅の信頼を得るだけの経験や知識が豊富なベテランが就くことが多い。

「そうした経験不足を補ってくれるのがエビスくんです。いろいろな他の情報サービスも検討したうえで選びました。特に、役立っているのは、この先1週間の風や波などの変化を伝える天候予測。天候次第で魚価は大きく変動しますし、何より安全操業にとって強い味方となっています。これからもエビスくんを使いこなすことで、実績を高めたいと思っています」と河野漁労長。

2年前の東日本大震災では、餌となるカタクチイワシの生簀に被害が出たこともあって、全国的に餌の確保が難しくなった。そうした情報



「第七十八福徳丸」にて



も重要だ。

河野漁労長は、乗組員の居住環境の改善にも力を入れている。昔は大部屋に雑魚寝だった部屋を個室化した。最盛期ともなれば漁場に1カ月以上滞在することになるので個室は若い乗組員に好評だ。

PM1:00 南郷漁業 協同組合

安全と豊漁を祈願する
お神楽

宮

崎市へ戻る道すがら、南郷の目井津漁港に立ち寄った。

おりから、港近くの小高い丘に鎮座する霧島神社で新年の例祭が行われていて、境内は海の安全と豊漁を祈願する漁業関係者で賑わっていた。大漁旗に彩られた神殿では、独特の面をつけた踊り手が勇壮な神楽を舞っており、地元テレビ局も取材に来ている。

大型カツオ船がひしめく目井津漁港もお祭りを祝って、どの船も見事な大漁旗をはためかせている。今朝は、近海マグロが100本以上揚げたということでお祝い気分も最高潮だった。



霧島神社のお神楽

港の際には、洒落たデザインの「港の駅めいっ」ができていて、観光客が多く立ち寄っている。地元産のアゴの干物やカツオの生ぶしなどが人気だ。磯料理が自慢のレストランも賑わっていた。

油津、大堂津、南郷、外浦。日南市の各漁協を巡ってみて、JAXAの「しずく」をはじめとする人工衛星からの情報、漁業現場に大きく貢献している実態を知ることができた。さらに、衛星の情報

を活用して効率の良い漁業をめざしている漁業関係者の姿に接して、日本のカツオ漁の将来に対して明るい気持ちをもって日南海岸を後にすることができた。



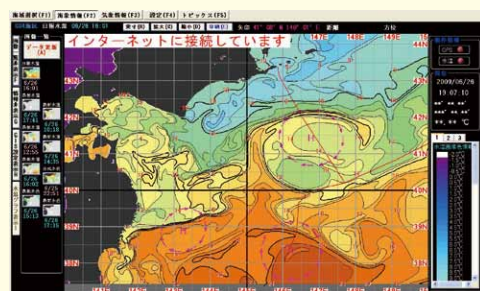
「エビスくんは全国300隻に広がりました」

(社) 漁業情報サービスセンター (JAFIC)
資源管理課兼情報企画プロジェクトチームリーダー
高橋浩二さん



漁業情報サービスを導入している船は3年前まで50隻程度でした。3年前にエビスくんが登場し、カツオ船、サンマ船、マグロ船など全国で300隻に広がっています。

漁業情報システムは実績につながって初めて評価されます。競合するサービスも多いので、できるだけ現地に足を運び、ユーザーの利便性につながるサービスを心がけています。もちろんお客様のためですが、お客様の声を直に伺うことで、エビスくんのサービスを広げ、データの精度をいっそう高めることができます。また、2012年末から始まったJAXAの「しずく」の水溫情報も、雲など天候に左右されない、精度が高いと好評で、エビスくんの普及拡大につながっています。



高精度水溫日報図 提供：JAFIC
(様々な観測データを集約した全天候型の高精度水溫情報)

PM3:00 宮崎県漁業 協同組合連合会

日南市の各漁協の港を巡ったあと、宮崎市内にある宮崎県漁業協同組合連合会をたずねて、阪元和輝指導部次長に漁業情報サービスについてお話を伺った。

——宮崎県漁連での漁業情報サービスの利用についてお聞きします。

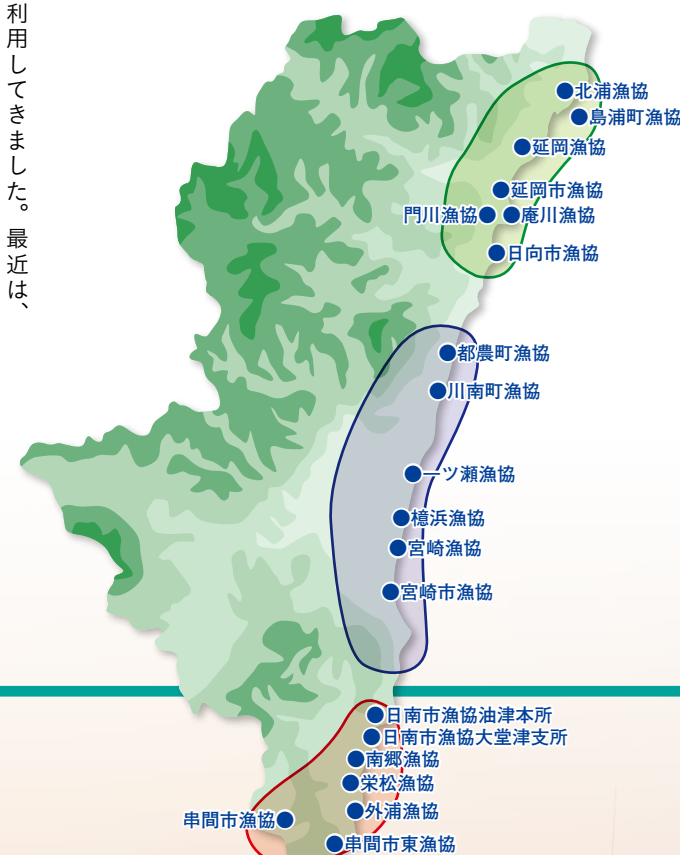
宮崎県は漁業が盛んな県です。県北は養殖と巻き網、マグロ延縄、県南はカツオ一本釣りが中心ですが、特にカツオ一本釣りでは全国一の実績があります。

漁の内容では、巻き網やマグロ延縄のような集団操業と、カツオ一本釣りに代表される単船操業があります。カツオ船は単船で漁場を探すことが多いので、早くから漁業情報サービスを

水産資源を守り、安全操業のために

——JAFIC、JAXAに期待する——

宮崎県漁業協同組合連合会指導部次長
阪元和輝さん



利用してきました。最近、マグロ延縄船でも普及しています。

——JAFICの漁場情報サービスについてどのように評価していますか。

宮崎県ではJAFICの

シェアが高いですね。それは、JAFICの努力が大きいと思います。創設時から漁業支援に取り組み、漁業に

熟知しているだけでなく、漁業関係者との対話を通じてサービスを充実してこられました。土日にも情報提供する、1週間先の海況情報を提供するなど現場の評価はいいですね。

——今後、JAFICに対してどんな情報を期待していますか。

やはり、現場に役立つ精度の高い情報の提供です。JAXAの「しずく」により、雲に左右されないで正確な海水温情報が提供されるようになりました。今後は、海面高度情報や水色情報に注目しています。海面高度情報はカツオよりも深いところを回遊するマグロをとらえるために有効だと考えていますし、プランクトンの存在を示す水色情報は養殖分野にも貢献すると思います。

——JAXAが計画している次期観測衛星では、プランクトンの分布も高精度にとらえることができます。



——宮崎県漁連として今後の取り組みとJAFICおよびJAXAへの要望をお願いします。

日本の水産業は燃油高、魚価低下に加え、水産資源の減少も懸念されています。衛星情報を通じて効率よく操業することは漁業経営にとってきわめて重要ですが、一方で乱獲を心配する声もあります。我々は資源を守

それが実現すると、宇宙からの目が日本の漁業振興に大いに役立つと期待しています。ぜひ、早期の打ち上げ・運用を願っています。

るために休漁期間を設け、総量規制を行っています。国際的な競争もあつて厳しい状況です。科学的なデータを活用し、資源を守り持続的な管理計画漁業を進めていくためにJAFIC、JAXAにご協力をいただきたいと思っています。

また、漁業情報サービスは安全操業にもつながっています。いっそうの情報の充実に期待しています。

「海の安全、救難・救命に宇宙の目を」

宮崎県漁船保険組合
今塩屋円専務理事



海で、第一に考えるべきは海難事故の防止と、事故発生後の速やかな救難・救命活動です。昨年は宮崎県下漁協所属の漁船の火災事故も起きており、安全操業のために漁業情報サービスや宇宙からの目に期待しています。

海難事故では何より人命救助が最優先されねばなりませんが、漁船事故の場合、海を仕事場とする者の連帯として、漁を休んで僚船が現場に向かい長期間にわたって捜索活動や救難活動を行うケースも少なくありません。その費用は漁船保険でも一部補てんされますが、零細な事業者にとって

そうした活動が大きな経済的負担ともなっています。

現在でも、漁業情報サービスを通じて届けられる風向・風速、台風予測などの天候情報が安全操業に役立っていますが、人工衛星を使って救難信号のキャッチ、事故船の位置の確認、付近を航行する商船や漁船への緊急通報などを効果的に行う体制づくりを熱望しています。

JAXAの衛星が海難事故防止、救難・救命に貢献し、JAFICの漁業情報サービスがさらなる安全操業につながるよう、いっそうのご協力を願っています。

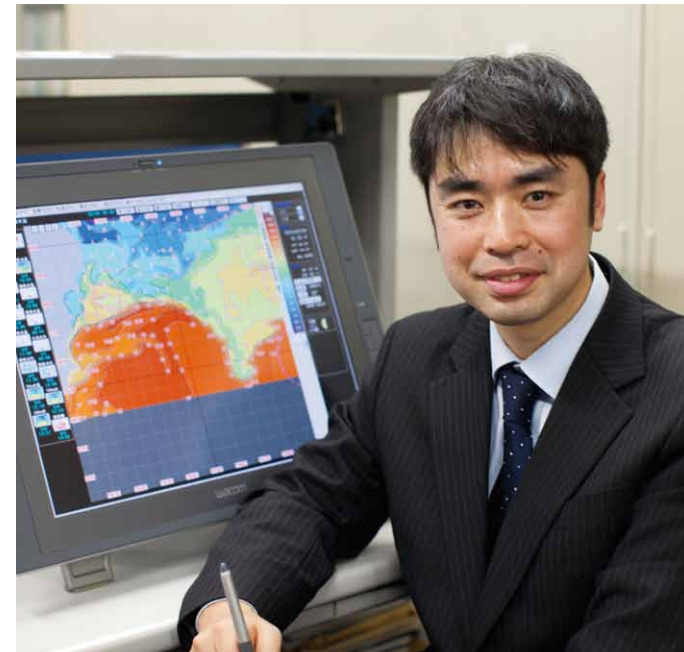
JAFICのある豊海には、東京水産振興会の「豊海おさかなミュージアム」がある。大型ビジョンによる神秘的な海洋生物の映像、最新の水産技術の紹介、魚の文化や料理などをクイズを交えて知るコーナーなどがある。



〒104-0055 東京都中央区豊海町5-1 豊海センタービル2F
 ●問い合わせ 東京水産振興会TEL:03-3533-8111
 ●開館時間 10:00～16:00(月～金)
 ●休館日 土・日・祝日
 ●交通 JR東京駅、東京外口門前仲町より都営バス「豊海水産埠頭行」終点下車

JAFICをたずねて

社団法人 漁業情報サービスセンター (JAFIC)



水温図の前にて、中園博雄さん

毎日、情報更新され、進化を続ける「エビスくん」
 漁業関係者の強い味方となっている海況・気象情報サービス「エビスくん」の情報は、どのようにつくられ、海の上の漁船に届けられているのだろうか。
 東京・豊海にあるJAFICのオフィスをたずねた。

「高精度水温日報図」などを午前中に発信

水産関連の会社や倉庫が集まる湾岸エリア・東京豊海の朝は早い。JAFICでも7時に出社した中園博雄主査がすでに情報づくりにとりかかっていた。

「JAFICが収集しているのは、JAXAの『しずく』や米国の『NOAA』などの人工衛星データに加え、気象庁の各種データ、さらに海上を航行している航空機や船舶の観測データまで多岐にわたっています。これらのデータを整理・加工して、夕方の漁に間に合うよう午前中に発信しますから、けっこう忙しいですね」と語りつつ、手際よく高精度水温日報図を作成していく。

「NOAA」の画像は洋上の雲のため虫食い状態になっている。そこに「しずく」の画像を重ねて空白を埋め、14、18、20などと数値が入ったカラフルな等温線を描いていく。「サンマが好むのは13℃、カツオは20℃です。この渦のようところが漁場ポイントになっています」と中園さん。「NOAA」データが中心だった頃は、前日の水温図を参考にフリーハンドで等温線を引きことも多く苦労したそう。

沖の漁船に最新情報を届けよう

JAFICが人工衛星データを導入したのは1980年代。自ら「NOAA」のデータを受信し、JAXA経



プロジェクトメンバーの二平章さん

由で米国の衛星などのデータを加え、水温分布情報を入力してきた。このデータを使い2000年頃から、今は情報企画プロジェクトチームメンバーである二平章さんが、茨城県から海上で操業する漁船に直接情報を提供するシステムの検討をはじめ、全国のカツオ船などで実証実験を開始した。

「使いやすく安価な通信環境をテーマにしました。当時、最適なコンピュータソフトがなく、JAXAの支援をいただきながら自前で開発しました」と二平さんは振り返る。

JAFICでも、2003年にファックスを使って情報提供するサービスがスタート。最初のユーザーは千葉県銚子

のサンマ船だった。

その後、パソコンの普及をふまえて、中園さんらが前身にあたるソフト開発を進め、2009年からは「エビスくん」の商品名で本格的なサービスを開始した。初年度に「エビスくん」を使用する船が100隻を超えたというから、現場での高い評価がうかがえる。「エビスくん」はパソコン1台でサービスが受けられ、操作が簡単なため、サンマ船、カツオ船、マグロ延縄船、大型イカ釣船など全国で300隻以上が導入している。

「昨年の『しずく』運用開始で水温図はさらに高精度化されました。JAFICでは小型イカ釣船など沿岸漁船向けに携帯電話やスマートフォンへの情報サービスを始めていますが、機能・精度もいっそう高めていきたいと思っています」と二平さんは今後を語る。

漁業振興のために、継続的な観測情報を

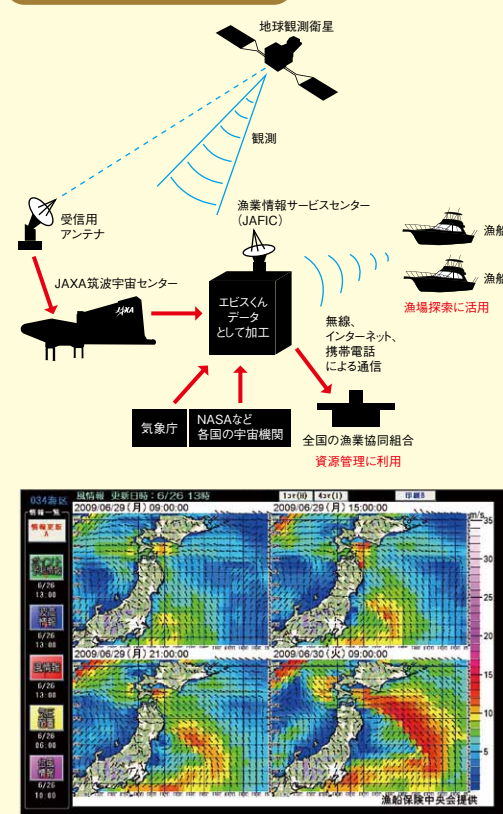
JAFICは「すべては漁業者のために」をモットーに、現場の漁師さんが求めるサービスを幅広くお届けしています。

漁業は勘と経験が物をいう世界ですから、若い人にとっては大変です。日本の漁業振興のために、漁業の明日を担う若い人はもとより、すべての漁業者の力になりたいと考えて、漁場情報サービスを開発し、その普及に努めてきました。

人工衛星データは、広大な海をあまねくとらえることができるので、早くから導入・利用を進めてきました。当初は雲があると水温情報が取れないので苦心して補正していましたが、米国の地球観測衛星「Aqua」に搭載されたJAXAの改良型高性能マイクロ波放射計AMSR-Eにより、曇っていても観測でき、正確な水温分布図ができるようになりました。

ところが、2011年にAMSR-Eが寿命のため観測を停止し、困っていました。国産衛星で安定したデータが欲しいと願っていたところ、2012年5月にJAXAの「しずく」が打ち上げられ、「Aqua」をしのご高精度な

衛星データを使った漁業とは？



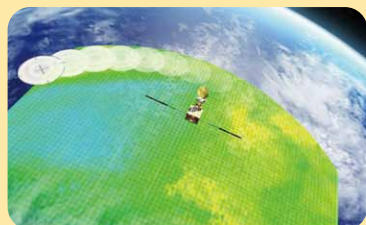
風向風速予測 (1週間先まで動画で見られる) 提供: JAFIC

データが得られるようになりました。社会インフラともいえるべき漁業情報を提供している私たちの責務は、漁業者に安定した情報を欠かさずお届けすることです。JAXAには観測データの継続的な提供を願っていますし、さらに、次期衛星によって漁業関係者が熱望している「衛星水色」「海面高度」などのデータ提供を期待しています。



(社) 漁業情報サービスセンター (JAFIC) 専務理事 為石日出生さん

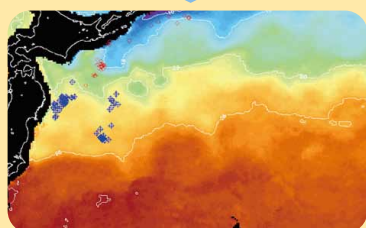
「宇宙から魚を獲る」しくみ



1

人工衛星(「しずく」
など)で観測

2

JAXAの受信局で
受信後、筑波宇宙セ
ンターで処理を行い、
関係機関に配布

3

JAFICで他の漁業
情報と合わせて、加
工処理

4

全国の漁業協同組
合などに提供

5

海上で漁業情報を
漁船が受信し、漁場
探索などに活用

6

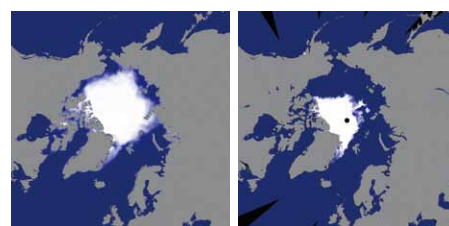
新鮮な魚を食卓へ

漁業分野

魚は種類によって適した水温がある。これまで海表面から放射される赤外線測定して水温を測るのが一般的だったが、赤外線は雲を透過しにくいので雲のある所は測定できない。「しずく」のAMSR2により、雲の影響を受けずに高精度な測定ができるようになり、漁場の探査だけでなく、水産資源の保護にも役立つ情報を提供している。

気候分野

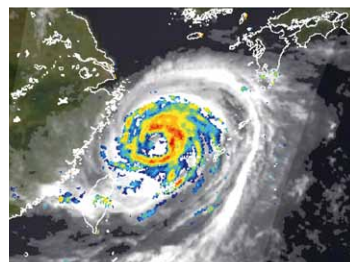
地球温暖化により、北極海や南極の氷が減り、世界的に氷河もどんどん後退している。「しずく」は、海水を継続的に観測し、地球温暖化の進行をチェックしている。



2012年9月16日、「しずく」がとらえた北極海の海水分布(右)。左の1980年代の9月の分布と比べると、海水の減少は明白だ

天気予報

海面水温、水蒸気量、雲水量、降水の強さなどを広域かつ正確に観測し、毎日の天気予報に生かすことはもちろん、集中豪雨や台風の予報精度をさらに高めている。



「しずく」が観測した2012年8月10日の台風11号による雨分布。降水の強い場所が赤色で示されている

干ばつの観測

土壌が含んでいる水分量を測定することで、農業地帯で進んでいる干ばつの様子をリアルタイムで把握し、適切な対策を打つための情報を提供している。

ある。
GCOMでは、水循環に関する観測を行うGCOM-Wシリーズと対になる、気候変動観測衛星(GCOM-C)シリーズも計画されている。GCOM-Cは雲、大気中のちり(エアロソル)、海面色、植生、雪氷などを精密に観測し、現在、その1号機が製造中である。これらの衛星が実現すれば、海面水温だけでなく、魚の餌となるプランクトンの分布や赤潮などの様子もわかるようになる。



JAXAの「しずく」

水蒸気、雲、雨、
雪・氷、風などを測る



宇宙から地球の「水」を見守る

—— 第一期水循環変動観測衛星「しずく」(GCOM-W1) ——

2012年5月18日に、JAXAの種子島宇宙センターからH-IIAロケット21号機で「しずく」(第一期水循環変動観測衛星: GCOM-W1)が打ち上げられた。「しずく」は、地球表面の水蒸気量、雲水量、降水量、海面水温、海上風速、海水、積雪量、土壌水分量を観測している。

「しずく」の目が2日で
全地球を観測

「しずく」の最大の特色は、高度700キロメートルの宇宙から高性能マイクロ波放射計2(AMSR2)で、地球の表面から放射される微弱なマイクロ波(きわめて波長の短い電磁波、レーダーや電子レンジにも応用されている)を、高い精度でとらえることだ。

AMSR2のアンテナは、1.5秒間に1回のペースで回転しながら地表面をくまなくとらえ、わずか2日間で地球上の99%以上の面積を昼夜1回ずつ観測する。

「しずく」が観測したデータは、JAXAの筑波宇宙センターで処理されて、さまざまな利用分野に提供されている。今回紹介した漁業情報データの高精度化に貢献するだけでなく、干ばつの状況把握を通じた農業への貢献や天気予報の精度向上、気候変動分野への貢献など幅広い分野で活躍している。

次期衛星でさらに詳しく
観測

「しずく」は、JAXAが中心となって宇宙から地球全体の環境変動を長期間継続して観測する「地球環境変動観測ミッション(GCOM)」の最初の衛星で



1994年、スペースシャトル「コロンビア」の日本食パーティで提供された「たこ焼き」

ISSでクルーと食事する若田光一宇宙飛行士。今回のソユーズ搭乗にも缶詰が搭載される
©JAXA/NASA

宇宙で、おいしい日本の魚介料理を

◆おしながき

「サバの味噌煮」「サンマの蒲焼」「イワシのトマト煮」。

国際宇宙ステーションで宇宙飛行士が堪能した缶詰です。

（株）マルハニチロホールディングスが開発した魚料理の「宇宙日本食」を紹介します。

が行われた。プロジェクトに加わった（株）マルハニチロホールディングスの西本真一郎主管研究員が、当時の印象を語る。

「試作した3品とも持参しましたが、1品

だけということなので「サンマの蒲焼」を出品しました。その際、宇宙飛行士の若田光一さんとレディック・ポーさんから「他の試作品もあるなら、ぜひ食べてみたい」といわれ、残る2品もお出ししました。本音をいうと、「サバの味噌煮」は委員会の先生から「魚料理は宇宙生活で不足になりがちなカルシウムが豊富であり、日本のおふくろの味としてもどうしてもほしい」という要



左から、魚缶を開発したマルハニチロの西本さん、岡本さん、佐藤さん

30年近い宇宙食研究を生かして

マルハニチロと宇宙食の関わりは、統合前の大洋漁業時代にまでさかのぼる。1985年に今日の国際宇宙ステーション（ISS）につながる「米宇宙基地計画」に向けて、宇宙開発事業団（NASDA・JAXAに統合）が委託した「宇宙食勉強会」に参加したのがきっかけだ。

1993年には、日本人女性初の宇宙飛行士誕生に合わせ実施された広報イベント「向井千秋さん宇宙料理コンテスト」に技術協力し、公募で選ばれた宇宙食メニューを製造した。五目いなり、五目炊き込みごはん、肉じゃが、

きんぴら、鮭の南部焼き、さらに、たこ焼き、果物シロップまで、実に9品目。これらの宇宙食は、翌年打ち上げられたスペースシャトル「コロンビア」に積み込まれ、船内で開かれた向井さん主催の日本食パーティーに提供されて大好評だったそうだ。

その実績もあって、2004年にJAXAが委託していた食品化学工学会の宇宙日本食専門委員会から、日本らしい料理として魚介料理の「宇宙日本食」開発の声がかかった。

「宇宙日本食」缶詰はこうして生まれた

プロジェクトチームには、中央研究所の研究者に加えて、食品加工で豊富な経験と技術をもつ技術者など5名が集まり、メニューの検討、試

望に添えてつくったものの、国際的に認知された醤油味に比べて味噌味は受けるかどうか自信がありませんでした」そこで、若田さんにおさる「外国の方には味噌味はだめでしょうか」とたずねると、「ポーの食器を見てください。完食していますよ」という言葉が返ってきた。ポーさんからも「大変おいしかった」という感想を聞いて、関係者一同大感激した。

こうして、「サバの味噌煮」「サンマの蒲焼」「イワシのトマト煮」の3品ともに「宇宙日本食」に認証され、製造が進められた。開発担当者の話では、少量生産する宇宙日本食は手づくりに近いので、おいしいそうだ。

3品は、他の「宇宙日本食」とともに、2008年に初めてスペースシャトルに積み込まれ、2009年に若田さんがISSの「きぼう」日本実験棟の組み立てのために3カ月間滞在したときも、「日本の味」として大いに貢献したのである。

「試食会まで時間がなかったので、プロジェクトメンバーは休日をもとより台風の日にも集まって開発にあたっ

作、評価を進めた。そして、最終的に「サバの味噌煮」「サンマの蒲焼」「イワシのトマト煮」の3品を提案することになった。

メンバーだった（株）マルハニチロ食品の営業企画部開発営業課課長の岡本清さんが振り返る。

「ISSには冷蔵庫がないので、18カ月以上常温で保存できることが大前提です。そこで、レトルト殺菌技術を応用し、当初はパウチ（袋）で製造していました。でも、パウチからスプーンですくって食べるのでは味気ない、地上と同じように缶詰でおいしく食べてもらおう、ということ

で、宇宙空間で使いやすい改良された缶詰容器に変更しました」

無重力空間では、開封した際に液汁が飛びちると重要な機器に影響が及ぶことも心配される。そこで、調味液に粘り気を出すことにした。魚臭さを嫌う外国人宇宙飛行士もいる。こ

の問題は、270℃の過熱水蒸気でこんがり焼くことでおいを抑えた。船内で食べやすいように、サバもサンマも一口大にカットした。さらに、1993年の宇宙食づくりを経験した先輩の話から、「宇宙では若干味が薄く感じられる」という宇宙飛行士の感想があったので、やや濃い目の味付けにするなど、きめ細かく工夫をこらした。

「缶についても、そのまま食べていただけるように開封した切り口が滑らかになる加工を施し、食べ終えた後は重ねられる形状としました」と岡本さん。

「きぼう」を組み立てた若田さんが賞味

試作品が完成すると、2005年1月にJAXA筑波宇宙センターで試食会



宇宙の魚缶シリーズ（市販されている宇宙日本食認証食品）



提供：マルハニチロホールディングス

宇宙日本食とは



国際宇宙ステーションに長期滞在する日本の宇宙飛行士に、日本食を食べて気持ちよく任務を遂行してもらうために開発された。食品会社が提案する食品を、「常温保存で18カ月間品質保持」などの基準にてらしてJAXAが認証している。

2013年3月現在、ラーメン、赤飯、おにぎり、カレー、わかめスープ、緑茶、野菜飲料ゼリー、黒飴、羊羹、ガムなど27品目が「宇宙日本食」に認証されている。

「宇宙日本食を実際に食べられないのでしょうか」。そんな声に添えて、JAXAは同じ製法・容器の食品に「搭載同等品マーク」、同じ製法の食品に「認証食品マーク」を提供している。マークのついた食品を購入することができる。

りのために宇宙食などの研究に取り組みんでいきま

す」と佐藤部長は総括している。



LIFE × JAXA part 2

身近で生きる ロケット由来技術

人工衛星を載せて宇宙へ飛び立つロケット。

ロケットを制御する火工品と共通する技術が自動車のエアバッグに使われています。

また、打ち上げ時の風圧や高温から衛星やロケットを守るフェアリングの断熱技術が、住宅の断熱塗料にも応用されています。





座談会
NISSAN × JAXA



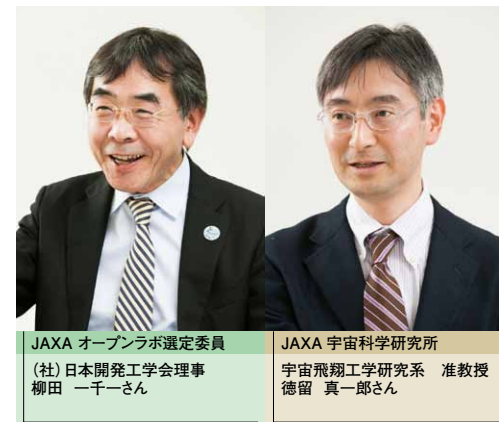
NISSAN

高信頼の火薬技術

エアバッグとロケットを制御する火工品

車の衝突時に、人命を守るエアバッグ。火薬の力で瞬時に袋をふくらませて身体を受け止める。一方、ロケットの切り離しや姿勢の制御にも火薬の力が生かされている。共に火薬を使うエアバッグとロケット部品。いずれも、「安全性」「信頼性」の要となる最重要部品である。その共通点や開発で連携できるテーマなどについて関係者の皆さんに話し合ってもらった。

2013年2月8日 於：日産自動車先進技術開発センター（神奈川県厚木市）



JAXA オープンラボ選定委員
(社) 日本開発工学会理事
柳田 一千一さん

JAXA 宇宙科学研究所
宇宙飛行工学研究系 准教授
徳留 真一郎さん



JAXA オープンラボ選定委員
(株) 大阪証券取引所執行役員
三宅 綾さん

JAXA オープンラボ選定委員
(独) 中小企業基盤整備機構
新事業支援部チーフアドバイザー
加藤 義信さん

◆0.03秒で開くエアバッグ、宇宙でも利用

徳留 筑波宇宙センターと相模原キャンパスで固体ロケットの推進系を研究しており、2013年夏に打ち上げ予定のイプシロンロケットの開発にも携わっています。

エアバッグとロケットの火工品（火薬を利用した機能部品）は技術的な共通点が多いだけでなく、エアバッグは宇宙でも使われています。1997年に米国が打ち上げた火星探査機マーズ・バスターファイナダーは、パラシュートで減速したうえでエアバッグを広げて探査機を軟着陸させました。小型探査機には有

効な方法として私たちも注目しています。

上原 自動車のエアバッグは、1980年代から本格的に商品化され、最初に運転席と助手席に装備され、後部座席が開発されたことがありました。1996年には側面衝突に備えるサイドエアバッグが生まれ、その後、オープンカーにも対応できるカーテンエアバッグも開発しています。

私は、前面衝突用のエアバッグを担当しています。

松井 側面衝突用エアバッグを担当しています。

エアバッグ開発では、①衝突時に適切に開くこと。②意図せず開かないこと。③乗員を守ることで、膨らんだあと速やかにガスを抜くことで乗員

ハンドルに組み込まれたエアバッグの仕組みを紹介する上原さん



エアバッグは、衝撃を検知する「センサー」、ガス発生装置「インフレーター」、システムを制御する「コントロールユニット」で構成される。バッグには排気穴が設けられており、膨らみきると収縮して乗員をソフトに受け止める。

加藤 私は日産自動車のOBですが、入社当時は、ロケットの開発を荻窪事業所で行っていました。ロケットで培った火工品技術は、エアバッグ開発に生かされているのです。

松井 大先輩の仕事なので直接には見聞きしていませんが、火薬を扱う安全・信頼技術として確実に受け継がれています。



下橋 学さん

松井 宏樹さん

上原 和浩さん

◆いざという時に必ず機能する重要部品

徳留 火工品に使われる火薬の燃焼は一瞬だから、その解析と評価が難しいですね。ここに、ロケット開発50周年記念として、2005年に千葉県の幕張メッセで行ったベンシルロケットの水平発射再現実験の映像があります。

加藤 幸い、私自身はエアバッグが作動する事故は経験していませんが、使わなければ使わなくてもいい部品です。しかし、いざというときには必ず機能しないと困る。そうした絶対的な信頼性確保は、ロケット開発にもつながります。

徳留 ロケットにも絶対に使いたくない部品として「指令破壊装置」があります。飛行経路を外れたり圧力が異常に上昇したりして、ロケットをコントロールできなくなったときに、地上に落下して危険を及ぼさないために空中で火薬を使って破壊する装置です。これまで、そうしたケースは経験しないで済んでいますが。

上原 すごい発想ですね。私たちもエアバッグの挙動をとらえるのに、高速カメラ撮影やコンピュータ解析など

上原 ロケットではどのような目的で火工品を使用しているのでしょうか。

下楠 車は、炎天下から水

徳留 ロケットの固体推進薬への点火とは別に、ロケットや人工衛星を制御するのに数多くの火工品を使用しています。たとえば、ロケットの切り離しでは、圧縮したバネをベルトで固定して打ち上げ、火薬の力でベルトを切ることでバネを作動させます。火薬を詰めた金属管を張り巡らせ、点火すると秒速6000〜8000メートルの超高速で指令を伝える「導爆管」もあります。

◆安全性・信頼性の確保のために

徳留 エアバッグにおける火工品の開発で重要なことはどのようなことですか。

松井 エアバッグの生産自体は部品メーカーが行いますが、車両メーカーとしての責務は、車に搭載したうえでの安全性と信頼性の確保です。火薬は錠剤のような固形物ですが、車の振動で割れたり粉になったりすれば異常燃焼につながるおそれがあります。

下楠 車は、炎天下から水

火工品における安全・信頼性の評価基準や解析も、エアバッグ開発と同様の手法をとっていることがわかりました。

点下の環境にさらされます。悪路での激しい振動、エンジンから発生するノイズ（電磁波）など、常に厳しい環境に置かれます。それらを想定して、苛酷な試験を行って電子部品や火薬などの信頼性を確保しています。

柳田 昔、道路のトンネルなどに設置する火災報知器を開発したことがあります。温度、湿度、排気ガスなど厳しい環境に長期間さらされますから、通常の耐久試験だけでは十分

理しています。ガス発生による気圧の問題についても、車体に設定されているドラフ

ター（吸排気口）などから自然排出されるため、問題ないですね。

◆異分野の技術交流の促進を

加藤 オープンラボの仕事でJAXAの研究施設にうかがう機会がありますが、車と宇宙航空分野の要素技術で共通する部分が少なくないと感じています。風洞実験室は両者に欠かせないし、瞬時に起きる現象を解析するシミュレーション技術もJAXAは充実しています。日産自動車時代、私はパワートレイン（エンジン・ミッション）の開発、生産に携わっていましたが、内燃機関の本質は燃焼技術にあります。JAXAは燃焼の解析技術装置も充実しており、材料開発技術もあります。両者が連携するメリットはかなりあると考えています。



側面衝突用エアバッグを担当する松井さん

松井 ぜひ、JAXAを見学したいと思います。共同研究という以前に、JAXAの方々とこうした対話ができる機会を望みます。

査機「はやぶさ」は、さまざまなトラブルを想定した多重化システムにより、7年後に帰還しましたが、要所でその制御を支えたのも火工品です。

柳田 エアバッグが素早く開く仕掛けは面白い。人工衛星の太陽電池パネルを広げるのに、日本の折り紙技術が使われています。エアバッグではどんな工夫をされていますか。

松井 狭いところからカバールを押しつけて瞬時に出てこないといけないので、コンパクトにたたむパッキング技術と、カバールが人に当たらないようにする技術など、さまざまな開発が必要です。

上原 後部座席の側面衝突では、乗員とシートとの距離が近いのでさらに速く開くようにしています。ここまで短い時間になると技術的にきわめて厳しいのですが、安全のために努力しています。

柳田 音や気圧の問題はどうですか。急に膨らむと鼓膜をいためないか心配です。

上原 エアバッグ作動音に関しては、安全規格を設けて管

徳留 火工品もそうですが、6ナイン（故障率100万分の1レベルの信頼性）を確保するために、JAXAは実績を優先しています。裏返せば、なかなか新しいことにはリスクを考えて挑戦しにくい。点火の電流を流すスイッチもいまだに機械式リレーを使っています。エアバッグではどうしていますか。

松井 パワー半導体ですね。

徳留 量産性を考えれば半導体にすべきですね。日本のロケットはコストが高いといわれます。今回のイプシロンロケットは低価格化が大きなテーマです。エアバッグなどでの高い実績をふまえて、スイッチを半導体化したいと思っています。

三宅 ここまで伺って、エアバッグとロケットの火工品の共通点が理解できました。エ

エアバッグのための部品をつくる中小企業も多いのではないですね。

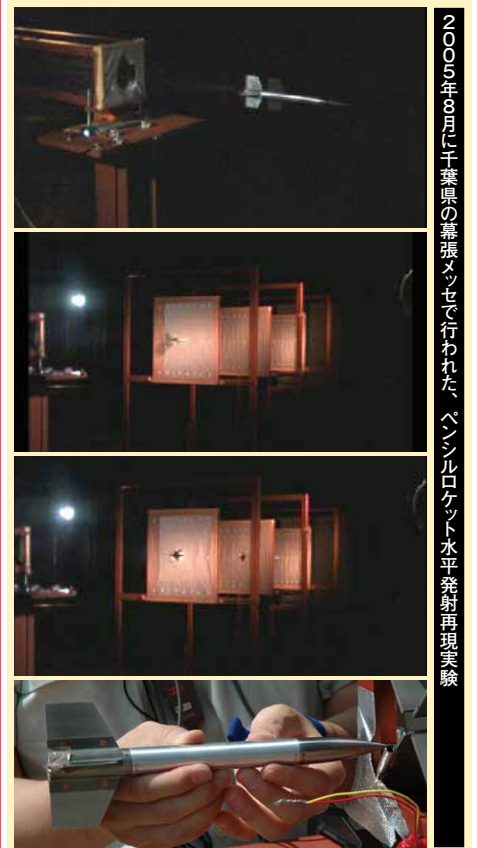
上原 エアバッグメーカーに部品を納める会社は多くあります。

三宅 私は証券取引所に上場する中小企業の支援を行っています。JAXA（米国防航空宇宙局）で使われた「JAXAに採用された」という話をよくお聞きます。日産なりJAXAなりの仕様に合わせて特注でつくるケースが多いと思います。こうした中小企業の特化した技術は他の分野にも展開できるはず。その橋渡しができればいいと思っています。

徳留 JAXAも、国際競争力のあなるロケットを開発するために、さまざまな分野、企業との交流を深めていきたいと考えています。



提供：日産自動車



2005年8月に千葉県の幕張メッセで行われた、ベンシルロケット水平発射再現実験

ロケット断熱技術が船を守る



ガイナが塗られたデッキを紹介する高城さん。一等航海士として年間8カ月航海する



自動車船「CRYSTAL ACE」



グレーのガイナを塗ったガレージトップデッキ

JR鶴見駅から、横浜港の大黒埠頭に向かう。横浜ベイブリッジをくぐると、右手前方に白と青のツートンカラーの大きな船が見えてきた。船は近づくにつれて巨大さを増し、6階建てのビルほどもある。商船三井の自動車船「CRYSTAL ACE（クリスタルエース）」だ。

この最新鋭船に、ロケットの断熱材技術を応用した高性能塗布式断熱材「ガイナ（GAINA）」が使われているというので、見学させていただいた。

サッカーができそうな
広大なデッキ

CRYSTAL ACEが接岸する岸壁で、機関長として豊富な経験を持つ、（株）商船三井自動車船部船舶・海技グループの栗田和彦部長代理と一等航海士の高城尚美課長代理に出迎えていただいた。

最初に、船内のエレベーターで最上部のデッキ（ガレージトップデッキ）に案内していただいた。とにかく広い。サッカーでもできそうなデッキには、ヘリポートまでつく

られている。とにかく高い。デッキから真下の岸壁を見下ろすと、豆粒のような自動車が整然と並んでいる。ざっと数えて1000台はあるうか。『CRYSTAL ACE』は、最新鋭自動車船として2012年から就航しています。全長約200メートル、幅32・3メートル、深さ34・5メートル、総トン数6万2000トンで、13層のガレージに約6400台（標準小型車換算）を積むことができます」と高城さんに説明していただいた。

何と、眼下を埋め尽くす

かったかのように固定作業を行う。

「車の左右の間隔は、握りこぶし1個分のわずか10センチ、前後も30センチです」。

まさに、神業というほかない。それでも限られた空間に車を積むのだから神経も使うし、少しでも作業環境を良くすることが重要だということを実感した。

安全でクリーンな「エコ・シップ」を

商

船三井は、環境負荷低減のためにさまざまな取り組みを行っている。

「基本方針は、海洋・地球環境の保全に努め、安全でクリーンな輸送サービスを提供することです。船は24時間燃料を使いますから、高効率のエンジンの採用はもとより、風圧抵抗を軽減するために船首部を斜めにカットする、万一の事態に備えて燃料タンクを二重化する、船内照明をLEDにするなど、安全と省エネ・排出ガス低減につながる対策を幅広く進めて、『エコ・シップ』化してきました」と栗田さん。

MOL



車の6倍以上を積めるということだ。

「このガレージトップデッキ4500平方メートルに、高性能塗布式断熱材『ガイナ』が塗られています。グレーにしているのは当社のコーポレートカラーであると同時に、乗組員の目をいためないよう反射を抑えるためです。ガイナが塗られたデッキと、塗られていない手すりを同時に触ってみてください」と高城さん。

春にしては強い日差しがさんさんと降り注いでいる。手すりはかなり温まっているの

船底に塗る塗料でも、世界に先駆けて「錫フリー塗料」を採用してきた。船底にカキやフジツボが付着すると水の抵抗が増えるため、一般的に貝類が嫌う錫を混ぜた塗料が船底に使用されてきたが、錫が海に溶け出すことで生態系に影響をおよぼさないよう、世界で禁止された。その10年も前から商船三井は錫を含まない塗料に全面的に切り替えてきた。最近も、より滑らかで水の抵抗が少ない超低燃費型船底塗料を共同開発・採用している。

こうした塗料の開発は、塗料会社と施工を行う造船会社と共同で進められるが、商船会社は実証実験の役割を担っている。外洋は、波浪や塩害、強烈な紫外線、寒暖の急激な変化など、研究室の耐久テストだけでは十分に検証できない苛酷な環境である。そこで、実際に船舶に試作塗料を塗布し、航海を通じて耐久性や性能・効果などを評価するフィールドテストが欠かせない。その結果を塗料会社フィードバックすることで、高品質・高性能・高耐久性の塗料が開発されてきたのである。

航海を通じた苛酷な
実証実験で採用

「ガイナ」は、どのような評価され、採用されることになったのだろうか。

実は、ガイナの船舶への適用を推進したのが、栗田さんなのである。

「2005年頃、断熱塗料について大手塗料会社と共同研究を進める一方で、陸上で使われている塗料で良いものがないか、インターネットを使ってリサーチしました。そこで、ロケットの断熱材技術から生まれた高性能断熱塗料があることを知りました。早速、メーカーの（株）日進産業を訪ねたのですが、突然の訪問に相当驚いたようですね」（栗田さん）

ガイナは、工場や倉庫の屋根、住宅の屋根や内装、さ



栗田さん



高城さん

らには炎天下で使われるキャンピングカーなどに幅広く利用されている。しかし、もともと陸上用の塗料であり、苛酷な外洋の環境は想定されていない。船舶への施工実績もなかった。

そこで、栗田さんは、他の有力な断熱塗料候補と共に、船の必要所所に試験的にガイナを塗ってそれぞれ温度センサーをつけ、赤道から北極海までさまざまな航海を通じて表面温度のデータを集める実証実験を行った。この結果、ガイナのきわめて高い断熱性能と耐久性が立証されたのである。

こうして、2007年の新造船からガイナが正式に採用され、2013年1月までに累計40隻の船舶に使われている。

「この間、改善しなければならぬ点はほとんどなかった

たですね。特に、水性セラミック塗料なので錆に強いのが良い点です。自動車船では2008年竣工の『SWIFT ACE』から『CRYSTAL ACE』、さらに2012年6月竣工の世界初の新造ハイブリッド自動車船『EMERALD ACE』に採用しています。

『EMERALD ACE』は、ガレージトップデッキに太陽光発電パネルを800枚装備していますが、ガイナもグレーではなく白にしています。というのも、太陽光を効率よく利用するためデッキで反射した光も利用する両面タイプの太陽光発電パネルを採用しているの、より反射効率の高い白色としたわけです」と栗田さんに解説していただいた。

ちなみに、『EMERALD ACE』の太陽光発電システムは160キロワットの発電能力がある。航海中に発電した電力を大容量のリチウムイオン電池に蓄えておき、停泊中はディーゼル発電機を止めて、自然エネルギーによる電力だけを使う「港内ゼロエミッション」を実現している。

「船舶維新」へ
宇宙技術との交流を

「安全」全でクリーンな輸送サービスのために、やれることはまだまだあります」と栗田さんは、今後の取り組みについて語る。

商船三井では、次世代船舶構想「船舶維新」プロジェクトのもと、実現可能な技術を用いて、CO₂の排出量削減などを図る「ISHIN」シリーズの開発を進めている。その先駆けのひとつが、世界初の新造ハイブリッド自動車船『EMERALD ACE』だ。

食料品の輸送でも
大きな効果

「CRYSTAL ACE」のラウンジで、トゥシャール・モカシ船長に、ガイナの効果についてうかがった。

「これからパナマまで21日かけて航海します。私が特に心掛けていることは、気象予測と、品質管理、乗組員の健康



トゥシャール・モカシ船長



世界初の新造ハイブリッド自動車船「EMERALD ACE」 提供：商船三井

「そうした大きな取り組みとともに、安全と環境負荷低減に少しでも効果があることはほとんどん取り入れる方針です。これまでも作業中に海に転落したときに浮かぶ防寒服などを開発していますし、従来の8倍の寿命をもつ省エネ蛍光灯も開発中です。こうした取り組みは、荷主、造船会社、専門メーカーと一体になって進めることが重要であり、日進産業のようにこれまでお付き合いのなかった専門企業との交流を広げて新たな材料・技術を取り入れたいと考えています。」

ガイナが「JAXA COSI-

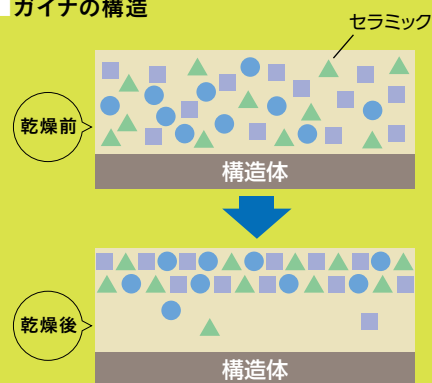
断熱セラミック ガイナ(GAINA)

ロケットのフェアリングと呼ばれる先端部には人工衛星が格納されている。フェアリングは打ち上げ時に強い風圧と高温にさらされるので高性能な断熱材が欠かせない。軽量で薄くても十分な耐熱・耐熱衝撃・耐衝撃加重があり、塗料として接着性が良く塗装しやすいことが条件となる。こうした厳しい条件をクリアして生まれた断熱材技術をもとに、（株）日進産業が商品化したのが高性能塗布式断熱材「ガイナ」である。ガイナは厚さ1ミリ以下でマイナス100℃からプラス150℃までの広い温度環境で断熱効果がある。ペンキのように簡単に塗装できるので、建物の屋根や壁から電子部品まで幅広く活用されている。



提供：日進産業

■ガイナの構造



ガイナは特殊なセラミックビーズを混ぜた水性塗料で、自然乾燥するうちに表面がセラミックコーティング化され、断熱・保温・遮音・防露・防汚などの効果を発揮する。

固体ロケットの新たな挑戦

わずか 23 センチのペンシルロケットからスタートし、半世紀にわたり進化を遂げてきた JAXA の固体ロケット。
世界が認める先進の技術力は、新たな宇宙時代の扉を開こうとしている。



大隅半島の山の中にある内之浦宇宙空間観測所。展示されているのは、1980年代に活躍した M-3S ロケット

1963年に日本初
人工衛星打ち上げ

鹿児島県にある JAXA 内之浦宇宙空間観測所は、「日本のロケット開発の聖地」である。

「日本の宇宙開発の父」糸川英夫教授が中心となってロケット開発に着手したのは、1955年。長さわずか23センチの超小型ロケット（通称ペンシルロケット）の水平発射実験が東京・国分寺市で行われた。ここから、K（カッパ）、L（ラムダ）と続く本格的なロケット開発が始まった。



1970年、日本で初めて打ち上げられた人工衛星「おおすみ」

L-4S ロケット5号機の打ち上げ

世界最高水準の
固体ロケット

ロケットには、固体ロケット（固体燃料ロケット）と液体ロケット（液体燃料ロケット）の2つの代表的なものがある。JAXA 観測ロケット実験室の吉田裕二副室長が、両者の特色を説明する。

「固体ロケットの燃料は合成ゴムと酸化剤を混ぜ合わせたもので、見た目は砂消しゴムのような感じです。この燃料を燃やして推進力を得るわけですが、巨大なロケット花火を想像していただくわ

かりやすいでしょう。液体ロケットは別々のタンクに入った液体水素と液体酸素を燃焼室に送り込んで燃やします。バルブで燃料を調節できる液体ロケットは制御がしやすいのに対し、固体ロケットはいったん点火したら、燃料が燃え尽きるまで飛ぶしかありません。制御が難しいのです」

しかし、固体ロケットは液体ロケットに比べ、構造がシンプルでコストが安いというメリットがある。資金的余裕のなかった日本が最初に固体ロケットの開発を選択したのは、ある意味必然だった。後に、日本は液体ロケットの国産化にも成功（H-IIロケット）するが、固体ロケットは日本独自の進化を遂げる。「おおすみ」を載せたLロケットに続き、大型のM（ミュー）ロケットを開発し、これまでに内之浦から観測ロケットを含む400機近い固体ロケットが打ち上げられた。

「固体ロケットは外国技術の移入ではなく、すべて国産の技術です。打ち上げのルールなども自前で作りました。技術レベルも世界最高水準にあると言えるでしょう」と吉田さん。

2010年に小惑星イトカワから「奇跡の帰還」を遂げた小惑星探査機「はやぶさ」も、2003年に世界最大級にして最高性能を誇る固体ロケットM-Vロケットで打ち上げられた。

宇宙の敷居を下げる
イプシロンロケット

内之浦宇宙空間観測所は大隅半島の東、海岸線に山際が迫る急斜面に立地する。



相模原キャンパスで観測ロケットの業務調整をする吉田

2003年に内之浦から「はやぶさ」を打ち上げたM-V ロケット5号機

このような場所を切り開いてつくられたロケット発射場は世界でもほとんど例がない。50年前は道路事情も悪く、起工式翌日の新聞も「陸の孤島内之浦、極東のケープ・カナベラル（当時の米国のロケット発射場、現在はケネディ宇宙センター）に変身」と伝えている。

本家はともかく、「極東のケープ・カナベラル」内之浦には、SF映画に登場する秘密基地のような雰囲気がある。豊かな緑と東に太平洋を望むロケーションは、誰しもワクワクさせられるはずだ。2つあるロケット発射場も期待を裏切らない。KSセンターはS-310、S-520、S-520の3種類の観測ロケットの発射台地。組立室で組み立てたロケットは、ランチャー（発射装置）に載せられランチャードームへ移動する。発射時にはドームの天蓋が開くのだが、天蓋の開閉は往年のテレビ番組「サンダーバード」を思わせる。

観測ロケットとは、高度100キロメートルから1000キロメートルを飛行し、数分後に落下するまでの間に大気などの観測や実験を行う

小型ロケット。2013年7月にも、S-310とS-520が発射される予定だ。ロケットが放出するリチウムガスなどによって赤い発光雲をつくり、その変化を地上の5カ所から観測するのが目的だ。観測で得られたデータは今も謎の多い高層大気の研究に役立てられる。

一方、KSセンターの下の台地にあるのがMセンターで、Mロケットの打ち上げに使われてきた。Mロケットは2006年に役目を終え、現在、後継機のイプシロンロケット用とするため急ピッチで改修工事が進められている。

最新のイプシロンは全長24メートル、直径2.5メートルの固体ロケット。打ち上げ能力は1.2トンとM-Vロケットの約3分の2だが、打ち上げコストはM-Vの約半分で済む。さらに、Mロケットは設置から打ち上げまでに42日間を要したが、イプシロンは7日間である。

内之浦の荒川聡開発員は、イプシロンは「宇宙への敷居を下げる」ことを目的にしたロケットだという。

「より経済的によりタイムリーにロケットを打ち上げら



内之浦で打ち上げに向けた準備を行う荒川

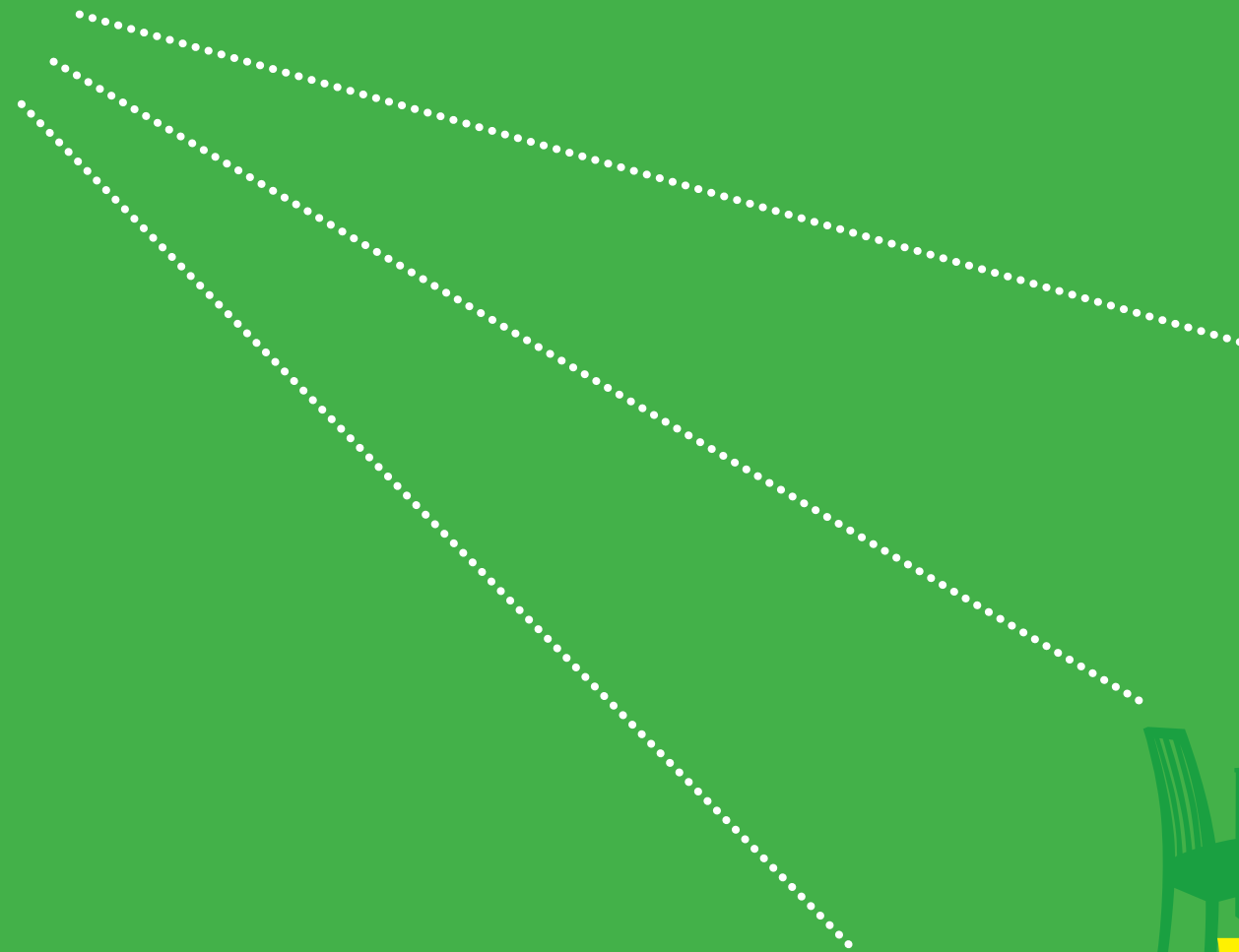


ランチャードーム内部



打ち上げに向けて着々と準備が進む発射台

太陽の チカラを 集めて



家庭へ

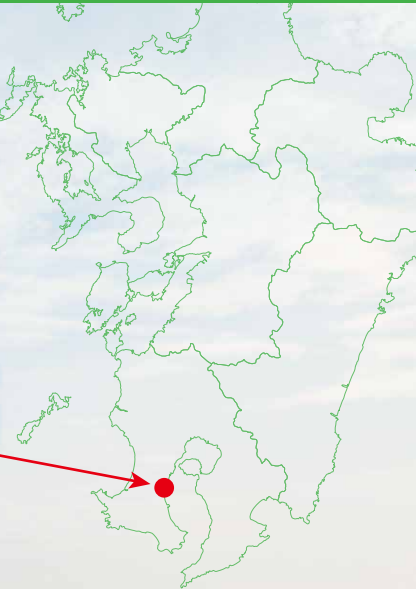
LIFE × JAXA part 3

住宅や工場の屋根に設置されたソーラーパネル。

太陽の恵みを利用し、自宅や敷地内で発電できる方法として普及が進んでいます。

太陽電池は人工衛星に搭載され、宇宙でも使われています。

海に浮かぶ 巨大発電所



錦江湾公園から眺めた七ツ島

桜島を望む鹿児島市の錦江湾に巨大なメガソーラー発電所が誕生しようとしている。鹿児島だけでなく日本の各地でメガソーラーの建設が進んでいるが、ここ「鹿児島七ツ島メガソーラー発電所」の出力は7万キロワットと国内最大級で、一般家庭2万2000世帯分の電力を供給することが可能であり、今後のメガソーラーのモデルケースとして高い注目を集めている。

太陽電池の実用化第1号は人工衛星

青

空の下、住宅の屋根に取り付けられたソーラーパネルが降り注ぐ太陽の光を浴びて黒や青に輝く姿は、すっかり日本の日常風景となった。その普及は住宅の屋根やビルの屋上にとどまらず、鉄道の駅舎やバス停の屋根、街灯、ガレージの屋根、公園の時計、交通標識など、さまざまな場所にパネルが設置されている。

太陽光発電とは太陽電池によって太陽光を電気エネルギーに変換する発電方法である。太陽電池にはいくつかの種類があるが、もっとも普及しているのがシリコン太陽電池。土や岩石の主成分であるシリコン（ケイ素）を原料にしてつくられる。一般的な太陽電池は約15センチ四方の大きさで「セル」と呼ばれる。このセルをつなぎ合わせてまとめた電力を得られるようにしたものがソーラーパネルである。

太陽電池の歴史は半世紀以上に及ぶ。世界で初めて半導体の結晶を用いた太陽電池が米国のベル研究所で作ら



うねりがなく整然と並ぶパネル

れたのは1954年。実用化の第1号は人工衛星で、1958年に米国で打ち上げられたヴァンガード1号に世界で初めてソーラーパネルが搭載された。宇宙空間は昼夜や天候の影響を受けないため、太陽光発電には最適なのである。

974年にスタートした国のプロジェクト「サンシャイン計画」で本格化した。その後、1980年に薄型の太陽電池が開発されると、電卓用の電源として広く使われた。電力用として太陽光発電の開発気運が高まったのは1990年以降のことである。

日本で太陽光発電が普及し始めたのは環境問題がきっかけである。日本はエネルギー資源のほとんどを海外から輸入しているが、太陽エネルギーはクリーンな自然エネルギーであり、石炭や石油のように購入費用や輸送の手間がいらない。蒸気やガスを使ってタービン発電機を回す火力発電とは異なり、太陽光発電は高速で回転する部分がないため、ロスが少なく潤滑油はもちろん冷却設備も要らない。メンテナンスも簡単だから、無人灯台の電源などにうってつけといえる。

また、設置する場所の条件に合わせて発電規模を変えられることも太陽光発電の大きなメリットだ。住宅用の小規模な発電システムから発電出力が数万キロワットの大規模ソーラー発電所まで建設が可能なのである。

アートを思わせる景観

一般に1メガワット（1000キロワット）以上の出力がある大規模な太陽光発電所を「メガソーラー」と呼んでいる。2011年の東日本大震災以後、日本各地でメガソーラーの計画・建設が始まったが、これを強く後押ししたのが2012年7月からスタートした「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」。再生可能エネルギーでつくられた電気を国が定める価格で一定期間、電力会社が買い取ることを義務づける制度である。再生可能エネルギーには風力、地熱などがあるが、太陽光の買い取り価格がより高いこともあって、事業の採算性が確保しやすいため、相次いでメガソーラーが建設されようとしている。

なかでも日本最大級のメガソーラーとして大きな注目を集めているのが、鹿児島市で建設が進む「鹿児島七ツ島メガソーラー発電所」である。

京セラ（株）、（株）HHI、（株）九電工など7社が出資して、2012年9月から総事業費約270億円をか

—— 般に1メガワット（1000キロワット）以上の出力がある大規模な太陽光発電所を「メガソーラー」と呼んでいる。2011年の東日本大震災以後、日本各地でメガソーラーの計画・建設が始まったが、これを強く後押ししたのが2012年7月からスタートした「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」。再生可能エネルギーでつくられた電気を国が定める価格で一定期間、電力会社が買い取ることを義務づける制度である。再生可能エネルギーには風力、地熱などがあるが、太陽光の買い取り価格がより高いこともあって、事業の採算性が確保しやすいため、相次いでメガソーラーが建設されようとしている。

けた工事が始まっている。2013年秋には完成し、その後、電力会社への売電が開始される予定だ。

出力は7万キロワット。現在稼働中のメガソーラーで最大のもの（川崎市の扇島太陽光発電所）が1万3000キロワットだから、そのスケールの大きさがわかる。

ここで生み出される電力は一般家庭の2万2000世帯分、鹿児島市の全世帯数の約9%にも相当する。

実際に現地を訪ねてみて驚かされるのは敷地の広さである。東西に約1300メートル、南北に900メートル、面積127万平方キロメートルは、東京ドーム約27個分に当たる。この広大な土地に、完成時には縦990ミリメートル、横1650ミリメートル、重さ約20キログラムのソーラーパネル（出力242ワット/枚）がおよそ29万枚も敷き詰められるというのだから、さぞや壮観に違いない。



「工事は順調です」（北さん）

メガソーラー
発電所が
できるまで

1

まずは土地をならすことから。GPS搭載グレーダーが何度も行き来して土地を平らにする



2

測量が行われパネルなどの位置が決められる



3

送電線などが地中に埋め込まれる。ポイント毎に立ち上げられた電線の束が並ぶ様子は非常にシュール



4

基礎部分の枠組みが組み立てられ、コンクリートが流し込まれる



5

コンクリートが固まったところで枠組みをはずすと基礎部分が現れる



6

架台が載せられ、さらにパネルが並べられていく



7

各セクションの電線が繋がれば、太陽光で発電された電気が供給されていく



液状化に対応できる固定ボルト



京セラ独自の防汚用の溝

家

庭用ソーラーもメガソーラーも、エネルギー変換効率の

太陽が輝く限り、
希望も輝く

た。基礎や架台は風洞実験を重ねた上で設計され、大型台風にも耐えられる強度である。基礎に架台を固定するためのボルトが上に16センチも飛び出しているのは、地震による液状化により架台が上下したとしても架台のレベル調整を可能にするためだという。また、この地では大地震による津波の高さは6メートルになる想定されているが、このエリアは高さ8・5メートルの堤防にしっかりと守られている。

向上、パネルや工事費用のコストダウン、パネルのさらなる長寿命化など技術テーマは数多くある。しかし、何より二酸化炭素など温室効果ガスを排出しない環境面の優位性がある。「鹿児島七ツ島メガソーラー発電所」が稼働すれば、年間で約2万5000トンの二酸化炭素削減が期待できる見込みだ。堀之内さんによれば、まだ完成前にもかかわらず見学の申し込みは引きもきらないそうである。この発電所が日本の太陽光発電の進むべき道を示しており、これからのメガソーラーづくりのモデルケースとなると世界的にも注目されている。

「太陽が輝く限り、希望も輝く」とはドイツの詩人シラーの言葉だが、メガソーラーは子どもたちの未来を希望で輝かせるものでなくてはならない。エネルギーの未来は子どもたちの未来とつながっている。 ■

案内をしていただいた京セラソーラーコーポレーションの作業所長の北道弘さんでさえ、現地入りして最初に思ったのはプロジェクトの規模感だったそうだ。

「何しろ経験したことのない大プロジェクトなので、不安がないと言えはウソになります。これまでに私自身が建設工事を担当した最大のメガソーラーは2メガワットです。その35倍もの発電所をつくるわけですから、どんな苦労が待ち受けているかと思いました。でも、今のところ工事は順調です。予定より少し早いペースで進んでいます」

私たちが訪れた2月中旬の段階でソーラーパネルの設置は約4万枚。まだ全工程の7分の1程度に過ぎないが、それでも東南の角地に組み込まれた見学用ステージから眺める風景は偉容と呼ぶにふさわしい。パネルの白い縁が不思議な幾何学模様をつくり、巨大なアートを思わせる。この日はあいにくの曇天だったが、天気に恵まれれば北東方向には桜島の雄々しい姿も見えるという。

ソーラーパネルに近づいて側面から見てわかるのは、パネルが形成する一列、一列の美しさだ。素人目には寸分の狂いもないように整然と並んでいるように映る。

「まったくうねりがなくて、その影が発電効率にも微妙に影響しかねません。緻密な整地により、この広い土地の高低差はプラス・マイナス2センチ以内に抑えているのです」

そう話す北さんに最先端のプロジェクトに携わる誇りと責任感が伝わってくる。

七ツ島の名の通り、かつてこの一帯には小さな7つの島があった。それが埋め立てられ、工業用地に生まれ変わったのは1970年代のこと。造船工場として利用が検討されたが、おりからの造船不況の影響もあって、有効活用を見いだせない状態が長い間続いた。その遊休地が今、再生可能エネルギーの新たな時代



完成予想図 提供：京セラ

メガソーラーに最適だった遊休地

のページをつくらうとしている。

建設工事を統括する九電工の堀之内五十一さんは語る。これほどメガソーラーに適した土地はそうそうないでしょう。広だけでなく、土地利用にあたって大きな制約がなく、三方を海に囲まれ、日照条件に恵まれています。変電所までの距離が400メートルと短いのも見逃せない利点です」

しかし、遊休地の時代が長かったため、草木は伸び放題だった。湿地帯もあれば、いたるところに2〜3メートルのこぼこがあった。メガソーラーの建設以前に、こうした荒地を平らにならすことから始めなければならなかった。ちなみに、2012年秋に京セラが再生可能エネルギーの推進をうたった企業CMで少女が草原を駆けるシーンの撮影は、この地で行われたとのこと。その頃まで草地の区画が残っていたのである。

整地に際しては除草や草木の伐採だけでなく、敷地内すべて根まで抜いた。根を取り除くことで再び生えてこない状態にしたのである。そして切土、盛土を繰り返し、砕石を敷いて更地にする。土地を平らにするために活躍したのがGPS受信機を搭載したグレーダーという地ならし用の建設機械である。GPS位置情報を受信して、基地局データ（緯度経度と現場座標を固定させた）を無線機で送信し、重機の現在地の精度を上げ、ゾーンレーザを使い、高さの補正を厳密に行うことにより、真つ平らな整地ができた。

鹿児島市といえば気になるのが桜島の降灰だが、風向きなどから、この地に火山灰が大量に降り注ぐことは年に数えるほどしかないことが過去の気象データで確かめられている。しかも、ここで使われる京セラ製のパネルには独自の防汚用の溝が施されており、火山灰やちりなどは雨水とともに自動的に流される仕組みになっている。

災害時の対策も万全を期し



「こんな土地は他にはないでしょう」
(堀之内さん)



いろいろな応用製品
提供：京セラ



1975年に他の4社とジャパンソーラーエナジー社を設立しました。

柳田 私はエンジニアリング系の学会で技術の振興にあたっています。専門はエレクトロニクスです。太陽電池実

中村安 バス停のような小さくてもいい電源、遠隔地の電源、大型のメガソーラーでは、ニーズ、コスト、変換効率も異なってきますね。宇宙でもロケットの打ち上げ経費を考えると、より高効率の太陽電池が求められます。

◆世界の果てをめぐり太陽電池を事業化

中村安 人工衛星の電源は初期から太陽電池が主役となってきました。当初はシリコンセルが主流となっていました。現在では3接合型太陽電池が主流になっています。太陽電池は宇宙では長く使われてきましたが、今は住宅用にまで普及しています。

宇宙用では、強い紫外線、放射線、また短時間で高温・低温の熱サイクルにさらされる厳しい環境に耐えるだけでなく、軽いこと、打ち上げの振動で壊れないこと、たまたで広げられる構造などが求められます。

池田 太陽電池のマーケティングを担当しています。当社が太陽電池に取り組むきっかけは、1973年の第一次オイルショックです。京セラ創業者の稲盛和夫が、国産エネルギーの必要性を痛感し、21世紀につながる自然エネルギーとして太陽エネルギーに注目しました。

辻 私も商社マンとして1975年に米国から太陽電池を輸入しましたが、全然売れなかった。そこで国産製品に切り換えてスペインなどに輸出しました。

池田 事業としての大きな変化は、1990年代前半に電力会社（系統電力）につながって売電できるシステムが可能となったことです。現在は、系統電力系の事業が8割になり、ようやく黒字化できるようにになりました。

しかし、電気のない地域に電源を届ける仕事も重要です。先輩が苦労して設置し、また電気が利用できて喜んでいただいた世界の人々のことを忘れないで、応用製品事業も継続していきたいと思っています。



研究部長 松原 康弘さん

マーケティング部長 池田 一郎さん



JAXA オープンラボ選定委員
双日（株）機械部門顧問
辻 孝夫さん

JAXA オープンラボ選定委員
（独）中小企業基盤整備機構
新事業支援部チーフアドバイザー
加藤 義信さん

JAXA オープンラボ選定委員
（社）日本開発工学会理事
柳田 一幸さん



JAXA 研究開発本部
電源グループ開発員
中村 徹哉さん

JAXA 特任参与
中村 安雄さん

メガソーラーを 世界に 夢の実現へ産業連携を

座談会
KYOCERA × JAXA



提供：京セラ

太陽電池は半世紀前に人工衛星に搭載された。その技術は、変換効率向上と劇的なコストダウンによって住宅用に広く普及し、メガソーラー発電所につながっている。地球温暖化防止に貢献する再生可能エネルギーとしての太陽電池の将来、「宇宙太陽光発電システム」の夢などをめぐって、宇宙と地上の研究者・関係者に話し合ってもらった。

2013年2月7日 於：京セラ滋賀野洲工場（滋賀県野洲市）

◆進化を続ける太陽電池

加藤 自動車会社でパワートレインの開発・生産にあたってきました。機械技術者として思うのは、発電機や風車などは動く部分があり、そのロスが出るし、メンテナンスも必要です。太陽電池は可動部がない点で、きわめて筋のよい技術だと思います。

3 接合の太陽電池の話ができましたが、どのような電池なのでしょう。

中村徹 ロケットの限られたスペースに納めることができ、人工衛星に必要な電力をまかなうためには、より変換効率の高い太陽電池が求められます。

3 接合太陽電池は、太陽光の長い波長、中間の波長、短い波長の光をそれぞれ異なる太陽電池に吸収させ、光エネルギーを効率よく電力に変換することができま

す。宇宙と地上では太陽光の質が違い、仕様も異なるので単純な比較はできませんが、変換効率28%を実現しています。理論的にはより高い変換効率も可能です。

加藤 一方、地上用の太陽電池の技術テーマはいかがでしょう。

松原 太陽電池の基板、素子の研究開発を担当しています。京セラは宇宙



用は手がけていませんが、地上用でも赤道地域から極地まで全世界に設置されるため、気温差、酸性雨や塩害などを考慮した高い耐久性が必要です。当社では、初期に生産・設置

用は手がけていませんが、地上用でも赤道地域から極地まで全世界に設置されるため、気温差、酸性雨や塩害などを考慮した高い耐久性が必要です。当社では、初期に生産・設置

したパネルが、30年を超えても変わらず発電しており、私たちがめざした品質を証明しつつあります。

◆「チーム・ジャパン」で競争力向上を

辻 そうした努力が、大規模なメガソーラー発電所を可能にしたわけですね。当社も海外だけでなく、国内でも累計80メガワットのメガソーラープロジェクトが動いています。

池田 社会インフラとなるメガソーラー発電所は、電気の設定供給とトータル発電量の確保といった責務が伴います。

近年は競争も厳しくなっていますが、適正な利益を出して事業を継続することが大切だと考えており、より高効率、高品質の製品の開発に力を入れています。2011年の東日本大震災以来、国内の住宅用やメガソーラーの需要がさらに拡大しており、日本メーカーの製品が評価され、導入いただいています。世界が

化によりコストは20分の1程度になり、生産量もおよそ300倍に拡大しました。

舞台となるさまざまなことに多くのことが求められます。

辻 海外で耳にするのは「日本は要素技術に優れているが、システムをまとめるのは苦手」。発電や水処理技術はすごいし、鉄道車両もすごい。しかし、電気・水道事業として料金徴収まで面倒を見る、列車の運行までパッケージにするとなると、欧米企業が強い。

◆「宇宙太陽光発電システム」の実現をめざして

中村安 日本が宇宙開発に取り組んで半世紀を超え、社会との縁が深まってきたことを喜んでいきます。最初は、科学的好奇心や宇宙を目指すという夢の実現でしたが、宇宙

い。世界のユーザーは、マスタープランづくりから人材開発までトータルサービスを望んでいます。

メガソーラーや宇宙開発でも、日本の要素技術は世界一です。これら優れた技術を結集して「チーム・ジャパン」をつくるのが、これからは重要だと考えています。

その一例が「宇宙太陽光発

電システム(SSPS)です。天候などに左右されない宇宙で発電してマイクロ波やレーザーを使って地上に届けようというもので、2030年代の実現を目標に現在要素技術を研究開発しています。

辻 私たちも宇宙衛星発電所の試算をしています。実現すれば、地震で系統電力が故障しても衛星の向きを変えるだけで電力を届けられるなど「夢」を描いています。

柳田 まさに、宇宙開発がフロントランナーになって、次の世代の商用太陽電池に受け継いでいくことが理想です。フロントランナーが技術をオープンにして広く共有すること、ブレイクスルー(技術の壁を突き抜けること)のヒントが生まれます。日本の力を高めてほしい。

加藤 太陽光発電分野は、中小企業も幅広く活躍できる領域です。バッグに太陽電池を組み込んで携帯電話を充電する、ヘルメットに仕込んでLEDライトに使うなどの商品も生まれています。産業連携で重要なのは多分野の技術者が一緒に知恵を



長年、市場開拓に取り組んできた池田さん

池田 当社も色素増感型や3接合も含めたさまざまなタイプの基礎研究に取り組んでいますし、事業ベースでの研究

◆産業連携で、新たなブレイクスルーを

中村安 JAXAの産業連携の目的は、宇宙の成果を地上に還元する「スピノフ」に加えて、多分野の優れた技術を受け入れて宇宙技術のクリティカル効率化を高める「スピノイン」にあります。

私たちは狭い世界において、協力関係にある企業に限られています。地上の技術革新を積極的に宇宙開発に活かしていくことがいっそう重要だと考えています。

加藤 太陽光発電分野は、中小企業も幅広く活躍できる領域です。バッグに太陽電池を

開発にも目標を設定しながら着実に成果を出していこうとしています。

絞ることです。

JAXAがフロントランナーとして技術革新の芽を育て、メーカーが商品として新たなブレイクスルーにつなげることに取り組んでいます。

池田 事業としては、国際的な競争力のある自立した事業にすることが使命です。そのためにもメイドインジャパンとして商品の優位性を高めていきたいと思っています。

松原 5年、10年先を見越して開発を進めてきましたが、それだけでは競争に生き残れません。宇宙から地上へというような大胆な発想と視野を広げること、トップリーダーとして事業を発展させていきたいと考えています。

中村徹 宇宙の技術が地上に役立つために最先端の領域を極めたいと考えています。同

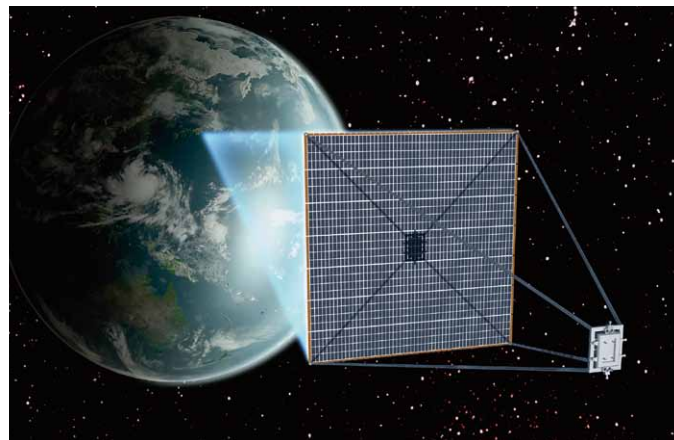
時に、地上が求めるニーズにも応えて身近な生活に役立てたいと願っています。

SSPSにおいては、コスト、メンテナンス技術など多くの課題があります。一つずつ解決して実現させたいと思っています。

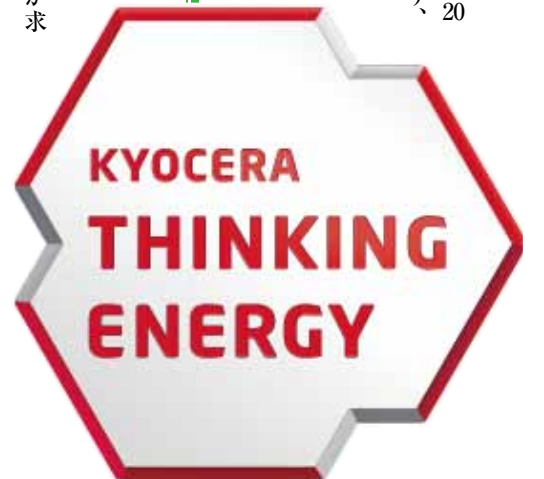
現在JAXAでは、打ち上げコストの削減が期待できる太陽電池として、薄膜多接合太陽電池の開発に取り組んでいます。これは、従来の3接合太陽電池と比較してより高い変換効率の実現が可能であるとともに、重量を10分の1

にできるフレキシブルなタイプの太陽電池です。こういった新しい技術を成熟させて、SSPSのような大きな成果を支えていきたいですね。

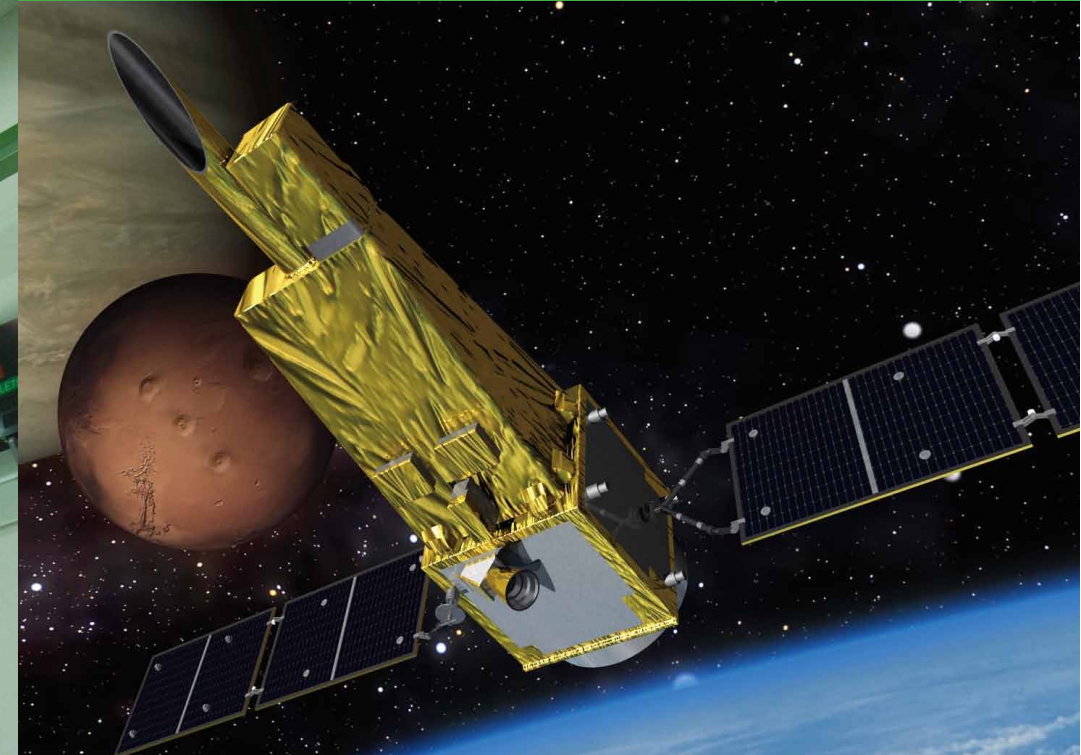
中村安 宇宙発電は国家的なエネルギー政策の一環として行われるプロジェクトだと考えています。JAXAはその宇宙セグメントの技術開発のためSSPSを研究しています。



宇宙太陽光発電システムのイメージ



“京セラは、技術力でエネルギーを変える”をスローガンとした環境エネルギー関連事業の新ブランドロゴマーク



惑星分光観測衛星と搭載される次世代電源系機器NESSIE(左の写真の中央)。黒い部分が薄膜多接合太陽電池(左右に展開される太陽電池パネルは、従来の3接合太陽電池)

コン太陽電池が使われてきた。シリコン太陽電池の変換効率は約17%だが、太陽光の長波長、中波長、短波長をそれぞれ異なる光吸収層(InGaP/GaAs/Ge※)で光を電気に変換することで高い変換効率を実現できる「3接合太陽電池」が開発され、変換効率は約28%まで高まった。しかし、「3接合太陽電池」は重くなるのが課題だった。

そこで、JAXAの研究開発本部電源グループは、フィルム状の軽くて曲げられる「薄膜多接合太陽電池」の開発を進めてきた。

JAXAでは、「3接合太陽電池」を構成する3種類の太陽電池のうち、全体の厚さ約150マイクロメートル(百万分の一メートル)のうち約140マイクロメートルを占めるGa太陽電池を除いて、InGaP太陽電池とGaAs太陽電池の2層を積層した「薄膜2接合太陽電池」を製作し、変換効率約25%を実現した。

「薄膜2接合太陽電池」の厚さはわずか10マイクロメートル程度で、軽いうえに自由に曲げることもできる。この性質を活かして、障子紙を貼るように、フィルムでラミネー



薄膜多接合太陽電池

トした太陽電池アレイシート(太陽電池素子が集積されたシート)をフレームに貼ることで超軽量太陽電池パネルを製作することが可能となった。しかも、「薄膜2接合太陽電池」は、3接合太陽電池よりも宇宙放射線による発電量の劣化も少ないことが今までの実験で確かめられている。

JAXAではさらに、薄膜太陽電池の高効率化を目指した研究も進めている。「薄膜2接合太陽電池」にさらに一層、従来の「3接合太陽電池」とは異なる発電層を加えることで、薄さを保ちつつ発電効率を30〜32%まで上げる「薄膜3接合太陽電池」の研

究開発を進めている。

2013年夏に打ち上げられる惑星分光観測衛星には、将来の高性能電源技術の開発に向けて次世代電源系機器NESSIEを搭載。NESSIEの中核部品として、薄膜太陽電池の高効率化を目指し、「薄膜多接合太陽電池アレイシート」に加え、安全性が高く長寿命・大電流の放電電が可能で「リチウムイオンキャパシタ」などの新技術が採用されている。宇宙実証を通じて、将来の宇宙用電源、宇宙用太陽電池として、惑星探査機などにも活用が期待される。

JAXAの「宇宙用太陽電池」

次世代の薄膜多接合太陽電池が、いよいよ人工衛星に

2013年夏に、内之浦からイプシロンロケットで惑星分光観測衛星の打ち上げが予定されています。惑星分光観測衛星は、金星、火星、木星など惑星観測を目的としていますが、次世代電源系機器NESSIEの宇宙での実証も重要なテーマ。NESSIEには太陽電池の大幅な軽量化を実現する「薄膜多接合太陽電池」が搭載されます。

（世界最先端の日本の）太陽電池技術

人工衛星に初めて太陽電池を搭載したのは、1958年に打ち上げられた米国のヴァンガード1号である。

日本では、1971年に打ち上げられた日本初の科学衛星「しんせい」に太陽電池が搭載された。26面体の衛星の24面に太陽電池が貼られ、電離層や宇宙線などの観測とそのデータ送信に必要な電力15ワットをまかなった。

その後、高性能の太陽電池の開発、宇宙空間に太陽電池パネルを広げる技術の進歩などにより、人工衛星の発電能力は大きく向上した。2012年に打ち上げられた「しずく」(第一期水循環変動観測衛星:GCOM-W)は、変換効率の高い「3接合太陽電池」を採用することで、発電能力が3.9キロワット(寿命末期時)にパワーアップしている。

このように地球を周回する人工衛星は、大型化にもともなっており強力な太陽電池を必要としている。さらに、火星や木星、土星などに向かう惑星探査機には、太陽から遠く、

このように地球を周回する人工衛星は、大型化にもともなっており強力な太陽電池を必要としている。さらに、火星や木星、土星などに向かう惑星探査機には、太陽から遠く、

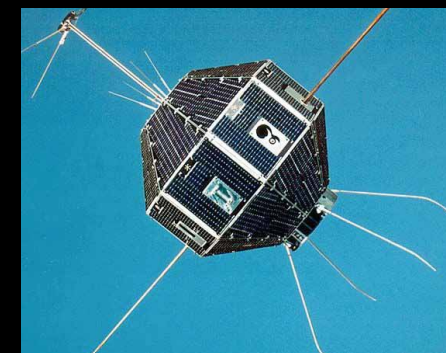
さかるにつれて光がどんどん弱まっていくので、光が弱くても十分な電力を得るために大面積の太陽電池パネルが求められる。しかし、実用化されているタイル状の太陽電池は重くてかさばり、より大型のロケットが必要だ。そこで、フィルムのように薄くて軽い太陽電池が注目されている。

日本は、こうした次世代の太陽電池の開発で世界の最先端にあり、2013年夏に打ち上げ予定の惑星分光観測衛星で、将来の宇宙用太陽電池として期待される「薄膜多接合太陽電池」の宇宙実証が予定されている。

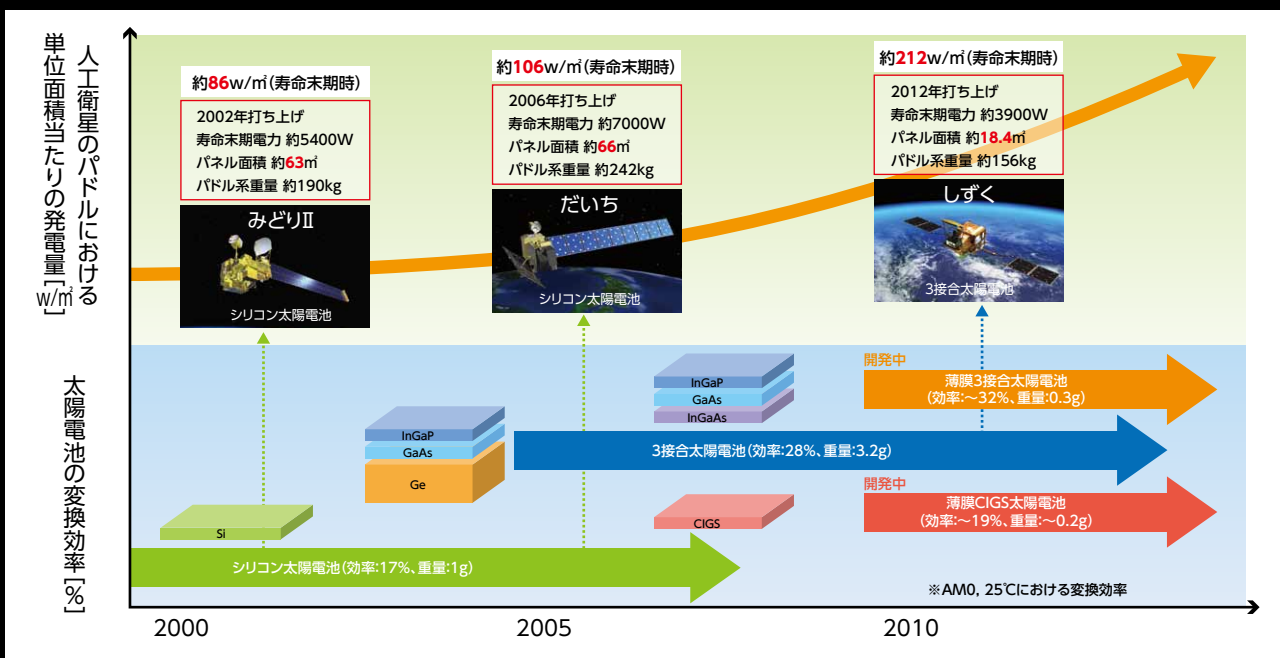
（軽くて曲げられる）宇宙用太陽電池

宇宙用の太陽電池は、打ち上げ時の振動、200℃におよぶ温度差、宇宙の放射線などに耐え、ロケットの負担を抑えるために軽くて高い変換効率が求められる。

これまで、人工衛星には主にシリ



初めて太陽電池が搭載された人工衛星「しんせい」



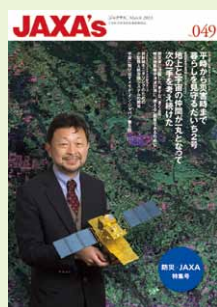
宇宙用太陽電池の進化

JAXAをもっと知るには



JAXAホームページ

まもなく打ち上げられる人工衛星や探査機、宇宙飛行士のフライト日程など、最新情報が載っています。
<http://www.jaxa.jp/>



機関誌 JAXA's

JAXAのプロジェクトを詳しく、迫力あるビジュアルで紹介した機関誌。定期購読サービスもあります。

◆ JAXAの各事業所の展示施設(一部)を紹介します。

筑波宇宙センター「スペースドーム」

人工衛星の試験モデルやロケットエンジン、「きぼう」日本実験棟の実物大モデルなど、リアルな宇宙開発に触れられる展示室です。

〒305-8505
茨城県つくば市千現2-1-1 / 開館時間: 10:00~17:00、月曜定休



相模原キャンパス

「はやぶさ」が生まれた相模原キャンパスの展示室には、歴代の科学衛星などを展示しています。

〒252-5210
神奈川県相模原市中央区由野台3-1-1 / 開館時間: 9:45~17:30、年中無休

調布航空宇宙センター

航空技術や宇宙技術など分野ごとに研究内容を紹介します。実際に使用した機体をはじめ、模型やパネルを展示しています。

〒182-8522
東京都調布市深大寺東町7-44-1 / 開館時間: 10:00~17:00 / 休館日: 土、日、祝日、年末年始(12/29~1/3)



4

地上と宇宙を結ぶ輸送システム

人工衛星の打ち上げやISSへの物資補給など、地球と宇宙を結ぶ輸送手段であるロケットを開発・運用しています。



H-IIAロケット
18号機→



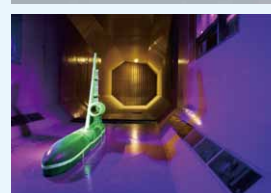
H-IIBロケット2号機

関連記事 ▶ 「身近で生きるロケット由来技術」P.21

5



実験用航空機「飛翔」

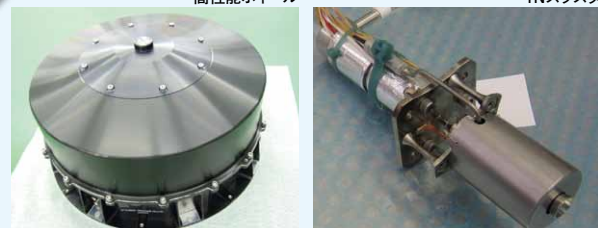


風洞試験模型

航空技術の研究

安心で豊かな社会の実現に貢献することを理念とし、日本の航空産業の国際競争力強化、航空輸送システムの技術革新に取り組むとともに、航空に関する環境技術や安全技術などの研究を行っています。

6



高性能モーター

1Nスラスト

基礎基盤技術の研究

宇宙・航空分野の技術力の根幹となる最先端研究や試験研究設備の維持・向上を進めるとともに、ロケットや人工衛星の部品・コンポーネントの技術開発、将来の宇宙構想実現のための未踏技術への挑戦や軌道上実証などに取り組んでいます。

関連記事 ▶ 「JAXAの宇宙用太陽電池」P.43

このほか、教育支援、産業界との連携、国際協力なども積極的に行っています。

2



ISSの「きぼう」での星出彰彦宇宙飛行士 ©JAXA/NASA



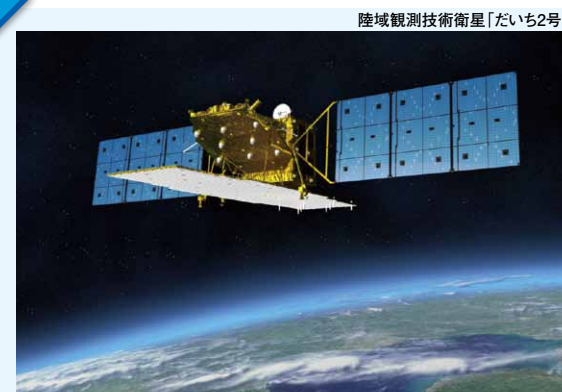
宇宙環境の活用

国際宇宙ステーション(ISS)を利用した様々な実験や観測を通じて、医療やバイオテクノロジー、材料研究、教育など幅広い分野へ貢献しています。また、この利用を支えるため、「きぼう」日本実験棟の運用管制、宇宙ステーション補給機「こうのとり」(HTV)による安定した物資の輸送を行っています。

←宇宙ステーション補給機「こうのとり」3号機

関連記事 ▶ 「宇宙で、おいしい日本の魚介料理を」P.19

1



陸域観測技術衛星「だいち2号」

人工衛星による宇宙利用

全球の森林分布図

地球温暖化の原因とされる温室効果ガスの観測や、地球規模での災害監視、衛星測位システムなど、暮らしを支える人工衛星を開発・運用しています。

関連記事 ▶ 「空からお魚を獲る」P.5

3



X線天文衛星(ASTRO-H) ©池下章裕

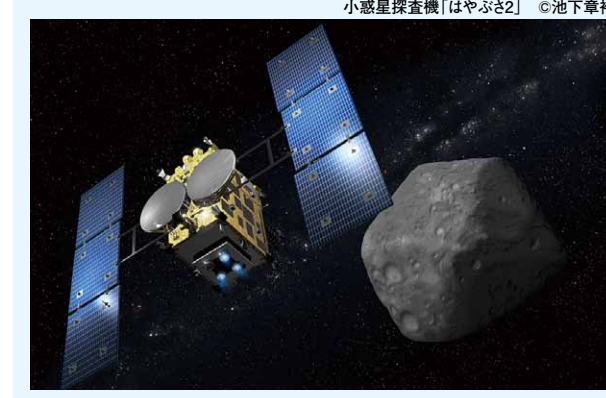
宇宙の謎に迫る研究

宇宙の起源・構造・進化の謎を解き明かし、惑星の誕生のプロセスや生命の起源を解明するため、宇宙の観測や研究を行っています。



ASTROCAM7000HS 提供:三菱重工業

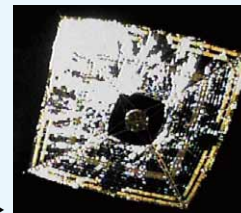
小惑星探査機「はやぶさ2」 ©池下章裕

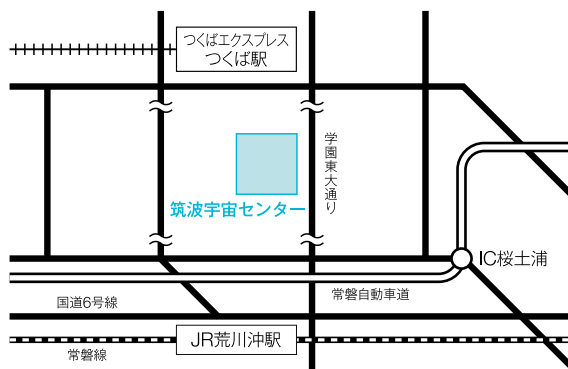


月・惑星の探査

月の起源や進化を探る月探査計画、太陽系が生まれた時の状態が残っている小惑星へのサンプルリターン計画など、探査機や搭載する観測装置の開発・運用を行っています。

小型ソーラー電力セイル実証機「イカロス」→





宇宙航空研究開発機構 産業連携センター

〒305-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1

TEL:050-3362-6040

E-mail:aerospacebiz@jaxa.jp <http://aerospacebiz.jaxa.jp>