

# 日本の宇宙技術の 主なスピンオフ事例

平成18年3月

宇宙航空研究開発機構

本書は財団法人未来工学研究所への委託調査結果をもとに作成したものです。

移動式高性能  
プラネタリウム



燃料電池（携帯電話）



燃料電池（自動車）



傾斜機能材料  
（急須など）



傾斜機能材料  
（電気シェーバー）



宇宙で育てた  
バラの香水



## 生活・暮らし・社会で広がる 宇宙開発の成果

介護用  
ロボットアーム



宇宙用半導体チップ



果樹糖度センサー



傾斜機能材料  
（野球スパイク）



スポーツ・レクリエーション

エアバック



釣果予測プログラム



視覚障害者用  
点図ディスプレイ



携帯用軽量車椅子







## ■ スピンオフとは

宇宙開発でこれまでに開発された技術は、単に宇宙開発だけで終わらずに、私たちの生活の、さまざまな場面で役立てられています。これがスピンオフ（SPIN OFF=技術移転）とよばれるものです。

たとえば医療機器や照明装置などで使われるレーザー技術は、アポロ計画のとき、地球と月の距離を正確に測定するために生まれた技術でした。スペースシャトルの宇宙服の技術の応用からは、足への衝撃が少なく、ジャンプ力の高いバスケットボール・シューズが開発されています。さらに、コンピュータの高性能化、小型化は、宇宙開発で生まれたIC（集積回路）のおかげです。

このように、宇宙開発の過程で生みだされた新技術は、私たちの日常に数多く見ることができます。

## ■ 拡大するスピンオフの可能性

我が国においても、宇宙航空研究開発機構（JAXA）における研究開発の成果が、人々の暮らしや安全の確保、環境問題や医療・福祉、産業などに貢献している事例を見ることが出来ます。

宇宙開発が今後、情報社会の進展などと共に一層高度化し、様々な分野に裾野が拡大していくことが考えられますが、それに伴って宇宙開発の成果も様々な形で人々の暮らしや社会にますます貢献していくことが期待されます。

この資料は、JAXAの宇宙航空に関する研究開発成果のスピンオフ事例だけでなく、国内の宇宙関連企業等によるスピンオフの代表的な事例や今後貢献が期待される研究開発の事例などを紹介するものです。



## 目次

1  
暮らしへの貢献

2  
安全・安心  
への貢献

3  
環境問題への  
貢献

4  
医療・福祉への  
貢献

5  
社会インフラ  
への貢献

6  
産業分野  
への貢献

7  
教育分野への貢  
献

8  
趣味・エンターテ  
インメントへの貢  
献



分類区分	A: JAXA技術のスピノフ事例でライセンス契約に基づくもの B: JAXA技術のスピノフ事例だがライセンス契約のないもの(論文発表成果等) C: 当該企業がJAXAと接点を持つことによって生まれたもの D: その他の宇宙関連技術によるもの
------	---

ページ	分類	スピノフ事例	実施企業
<b>1. 暮らしへの貢献</b>			
6	B	宇宙工学上の構造設計技術 ⇒ ダイヤカット缶(チューハイ「氷結」)	麒麟ビール、東洋製罐
7	B	宇宙往還機の方法技術 ⇒ 傾斜機能材料(野球スパイク、腕時計、シェーバー)	ミズノ、シチズン時計、松下電工
9	B	宇宙での太陽電池パネル展開技術 ⇒ ミウラ折り(地図)	オルパ
10	C	スペースシャトル「デイスカバリー号」に搭載されたバラ ⇒ 宇宙で咲いたバラの香りの香水	資生堂
11	—	(参考)「微気候デザイン(自然環境を活かした健康的な住空間)」によるまちづくり	
<b>2. 安全・安心への貢献</b>			
14	C	固体ロケット点火用火工品技術 ⇒ 自動車エアバッグ(エアバッグのガス発生器に用いるイニシエーター技術)	アイ・エイチ・アイ・エアロスペース(日産自動車)
15	A	地球観測用分光偏光放射計 ⇒ 路面凍結モニタリングシステム	横河ブリッジ
16	C	ロケットのフレキシブルジョイントに関する技術 ⇒ 建物の地震対策用の免震用積雪ゴム	ブリジストン
17	C	ADEOS-II搭載の太陽電池パネルのモニタ用全方位カメラ技術 ⇒ 地上用監視カメラ	三菱電機、長崎菱電テクニカ
18	A	スーパーコンピューターのネットワークセキュリティ ⇒ 内部セキュリティ維持管理システム	シーア・インサイト・セキュリティ
19	A	成層圏プラットフォーム飛行船の海上回収技術 ⇒ GPS式波浪計測システム	ゼニライトブイ
20	—	(参考)災害監視への活用研究	
<b>3. 環境問題への貢献</b>			
22	A	ロケットのフェアリング部分の断熱材 ⇒ 建築用等の塗布式断熱材	日進産業
23	A	宇宙での有機廃棄物処理技術 ⇒ 地上用ごみ処理設備(焼酎かす、家畜糞尿等)	カラサワファイン
24	A	宇宙用発電システム(スターリングエンジン) ⇒ 低公害・高効率発電システム	松下電器産業
25	A	航空機用ジェットエンジン ⇒ 発電用低公害ガスタービン	新潟原動機



分類区分	A: JAXA技術のスピンオフ事例でライセンス契約に基づくもの B: JAXA技術のスピンオフ事例だがライセンス契約のないもの(論文発表成果等) C: 当該企業がJAXAと接点を持つことによって生まれたもの D: その他の宇宙関連技術によるもの
------	---

ページ	分類	スピンオフ事例	実施企業
<b>4. 医療・福祉への貢献</b>			
28	C	衛星に搭載されたX線ドップラー望遠鏡のカメラ駆動部のバランスング技術 ⇒ 医療用顕微鏡・スタンド	三鷹光器
29	A	数値シミュレーション技術・可視化技術 ⇒ 医療用画像処理設備	日本SGI
30	A	ISS「きぼう」搭載予定の細胞培養装置 ⇒ 医療研究用細胞培養装置	千代田アドバンス・ソリューションズ*
31	C	ISS「きぼう」搭載予定のCCDカメラのアイデア ⇒ カプセル型内視鏡	アールエフ
32	A	人工衛星運用作業用に開発したディスプレイ ⇒ 視覚障害者用点図ディスプレイ	ケージーエス
33	A	多関節ロボット(偏心流体継手) ⇒ 歯科治療用機器	コーナン電子
33	C	宇宙実験者の支援機器 ⇒ 医療研究機器	三菱重工業
<b>5. 社会インフラへの貢献</b>			
36	B	ロケット打上げ時の爆風シミュレーションプログラム ⇒ 500系のぞみやリニアモーターカー等の先頭車両設計	JR総研、JR東海
37	A	太陽光熱発電に関する技術 ⇒ 太陽光熱複合発電システム	中華人民共和国
<b>6. 産業分野への貢献</b>			
40	C	地球観測衛星の光学センサに関する画像解析技術 ⇒ 果物の非破壊糖度センサ	熊本テクノリス財団、三井金属鉱業
41	B	宇宙用耐放射線半導体チップ(SOI) ⇒ 高信頼性産業機器、高信頼性LSI	三菱重工業、沖電気
42	C	太陽コロナの仕組みを探るX線望遠鏡の技術 ⇒ 半導体用縮小投影露光装置	三鷹光器
43	A	宇宙用複合材燃料タンク技術 ⇒ 燃料電池車用高圧水素タンク	富士重工業
44	C	望遠鏡による星の精密座標測定技術 ⇒ 携帯電話搭載カメラ用レンズの精密測定	三鷹光器



分類区分	A: JAXA技術のスピノフ事例でライセンス契約に基づくもの B: JAXA技術のスピノフ事例だがライセンス契約のないもの(論文発表成果等) C: 当該企業がJAXAと接点を持つことによって生まれたもの D: その他の宇宙関連技術によるもの
------	---

ページ	分類	スピノフ事例	実施企業
45	B	「はやぶさ」搭載のコンデンサ技術 ⇒ おもちゃ、デジタルカメラ、液晶プロジェクタ 等	エルナー
46	B	先進複合材研究成果 ⇒ データベース、ISO/JIS	アイヴィス・エンジニアリング・ソリューションズ*
47	B	宇宙往還機の材料技術 ⇒ 傾斜機能材料(光ファイバ、切削工具材)	旭硝子、三菱マテリアル
48	B	ジェットエンジン設計解析技術 ⇒ 広範な技術分野を支える設計解析の高度化	ヴァイナス
49	A	ジェットエンジン燃焼解析技術 ⇒ 各種エンジンの性能向上につながる計測器	東日コンピュータアプリケーションズ*
50	A	人工衛星用の抵抗器 ⇒ 国際電話の海底ケーブル中継器の抵抗器	多摩電気
50	A	衛星航法補強システム ⇒ 複合航法装置、位置方位基準器	多摩川精機
51	B	宇宙工学の研究から生まれた構造設計技術 ⇒ 全天候型ドーム	清水建設
51	D	惑星探査ロボットの技術・アイデア ⇒ レスキューロボットへの応用	東工大、NPO法人国際レスキューシステム研究機構
<b>7. 教育分野への貢献</b>			
54	A	宇宙用発電システム(スターリングエンジン) ⇒ 教材用スターリングエンジンキット	コンセプトプラス
55	—	(参考)宇宙教育教材・教育ツール	
56	—	(参考)画期的な教育・広報普及、研究の推進	
<b>8. 趣味・エンターテインメントへの貢献</b>			
58	A	微小なスペースデブリ検出技術 ⇒ アマチュア天文家向け天体検出ソフト	アストロアーツ
59	A	宇宙実験用バイオフィルター ⇒ 熱帯魚用水槽浄化材用バイオフィルター	エー・イー・エス
60	D	惑星軌道データ ⇒ 釣果予測プログラム	ナンバーアイ
61	—	(参考)移動式小型高性能プラネタリウム (メガスター)	
62	—	(参考)創作活動への貢献「宇宙芸術」	





# 暮らしへの貢献



## 製缶技術への活用

構造設計技術



チューハイ用ダイヤカット缶



陽圧ダイヤカット缶

左側：開栓前の内圧がかかった状態、

右側：開栓後ダイヤ模様が現れたもの

提供：東洋製罐(株)

缶チューハイとして商品化され、  
「グッドパッケージング賞」を受賞  
(画像提供：麒麟ビール(株))



缶チューハイに「ダイヤカット缶」とよばれるアルミ缶があります。ダイヤカット缶の胴の部分には、トラス（三角形の骨格構造）を立体的に組み合わせた、切子細工のような独特の形の加工がほどこされています。

ダイヤカット缶に用いられている形状は「PCCPシェル」（Pseudo-Cylindrical Concave Polyhedral Shell）とよばれ、宇宙工学の研究から生まれたものです。1960年代にNASAのラングレー研究所で日本人研究者（三浦公亮氏）が行った、円筒形の構造体に力が加わって生じる変形パターンの研究。そのアイディアが、20年以上の時を経て缶のデザインに応用されました。



# 宇宙往還機のパ料技術

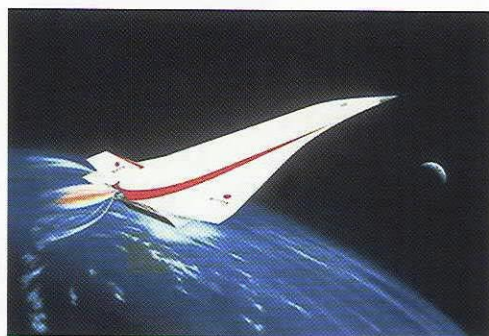
## ⇒ 広がる傾斜機能材料の活用(1)

宇宙往還機のパ料技術開発の過程で、傾斜機能材料の概念が生まれました。

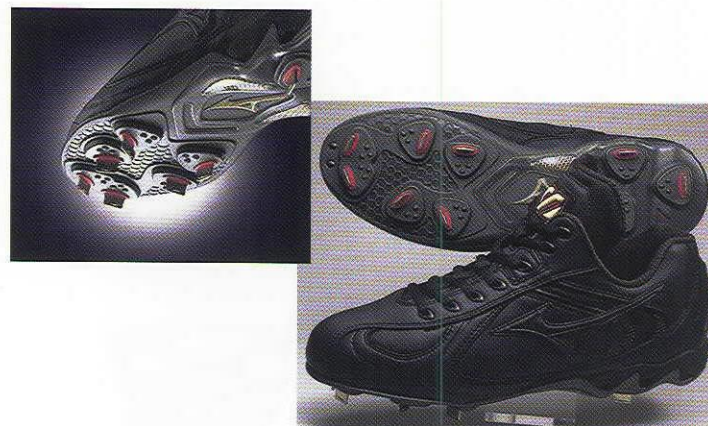
傾斜機能材は使用環境にに応じて必要な機能を得るために材料組成を傾斜分布させて特性を制御するものであり、1つの材料に複数の機能を取り込むのに有効な材料です。

傾斜機能材料の発想自体はJAXAで生まれたもので、科学技術振興機構(JST)と共同でデータベースを公開しています。

この傾斜機能材の考え方は、スパイクシューズや電気カミソリの刃などで幅広く利用されています。



### 野球スパイク



従来はコストの安い工具鋼を金具部分に使っていたが、激しい野球の動きの中で生じる突発的な衝撃による土砂磨耗に耐えられなかった。これに対処するため、極めて耐摩耗性に優れている超硬合金を金具先端部分に傾斜的に配し、コストの増加を最小限に抑えつつ機能UPを実現。

提供:ミズノ株



## 広がる傾斜機能材料の活用(2)

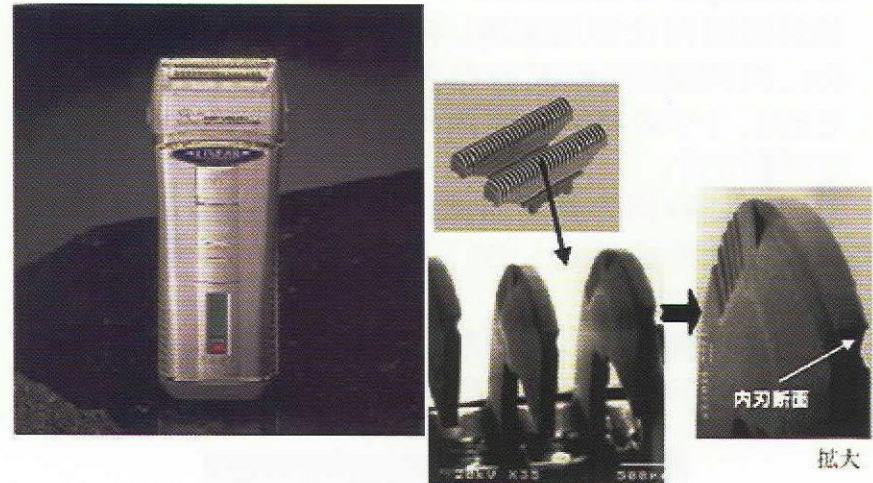
### 腕時計



チタンは軽く、ノンアレルギー材料であることから、腕時計のベゼル、バンドなどの時計外装に用いられるが、硬度が低く耐傷性が劣るという欠点がある。そこで、特別な表面処理技術を用いて表面硬化されたチタンを外装に使うことによって、この問題を解決。2つの素材を張り合わせているのではなく、傾斜機能になっているので、表面硬化層が剥離(はくり)しにくくなっている。

提供:シチズン時計(株)

### シェーバー



基材に高靱性(しなりがいい)のステンレスを、刃先に高硬度な金属を配することにより、心地よい剃り味とシャープな切断面の深剃り(刃先角 $60^{\circ} \cdot 30^{\circ}$ のシャープなエッジ)を実現。また、高硬度の素材は加工性が悪くコストUP要因となるが、高硬度の部分は刃先だけなのでシンプルな量産工程を可能にしている。

提供:松下電工(株)



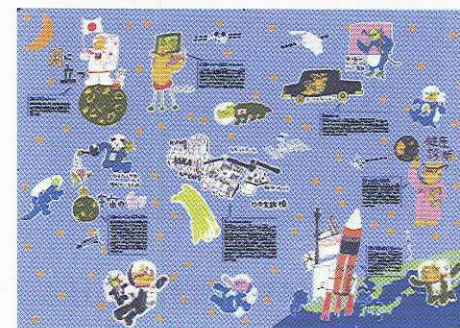
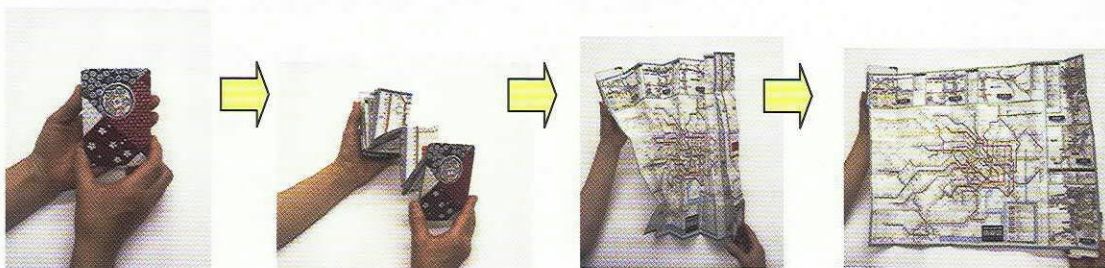
## 太陽電池パネルの展開技術 ⇒ 地図

### ミウラ折り

三浦公亮氏(東京大学名誉教授・文部科学省宇宙科学研究所)が考案した、地図の折り方です。対角線部分を持って、さっと左右に引っ張れば一瞬にして広がり、たたむのも瞬く間、という簡単便利なものです。現在、各方面で活用、実用化がスタートしています。

ミウラ折りは、宇宙空間で効率よく太陽電池のパネルを広げるために考えられたアイデアです。1995年に日本で打ち上げられた衛星「宇宙実験・観測スペース・フライヤー(SFU)」では、一辺が6mのパネルの展開実験が行われ成功しました。今後、宇宙の展開・構造物に広く活用されていくことが期待されます。

左右に引っ張ると簡単に広がり、折りたたむのも簡単です。

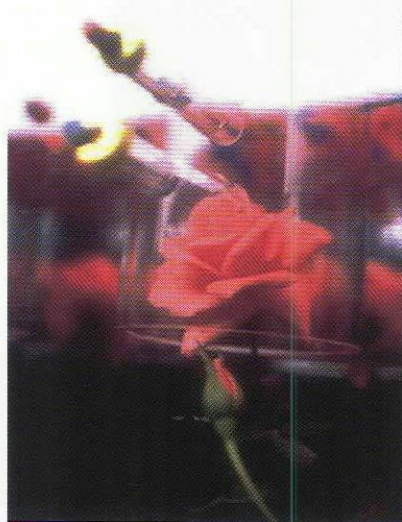


ミウラ折りは、地図を始め、路線図や博覧会の見取り図、製品カタログなどさまざまなものに活用されています。JAXAが作成した宇宙技術のスピンオフマップにもミウラ折りが使われています(上図)。

**miura-ori®**



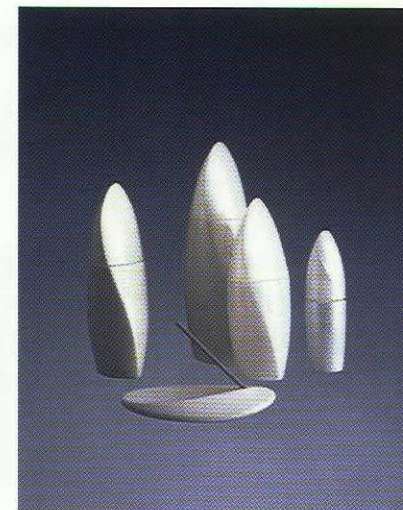
## 宇宙で咲いたバラの香り ⇒ 香水



スペースシャトルの実験装置内で香りの成分が抽出されました。

提供:アイ・エフ・エフ日本(株)

1998年10月に打ち上げられたスペースシャトル「ディスカバリー号」には実験対象としてバラ「オーバーナイトセンセーション」が搭載されました。向井千秋宇宙飛行士が宇宙で花を咲かせたバラから香りを抽出、その香りを再現した香料「スペースローズ」を配合した香水が開発され、「資生堂 ZEN」と名付け2000年から発売されました。



宇宙で育てたバラの香りを再現した香水を開発。

「資生堂 ZEN」と名付け2000年に発売(写真右)。

提供:資生堂

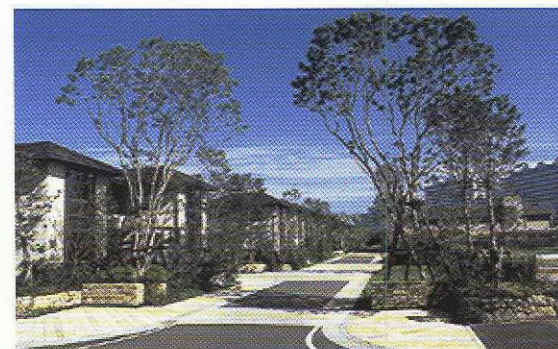
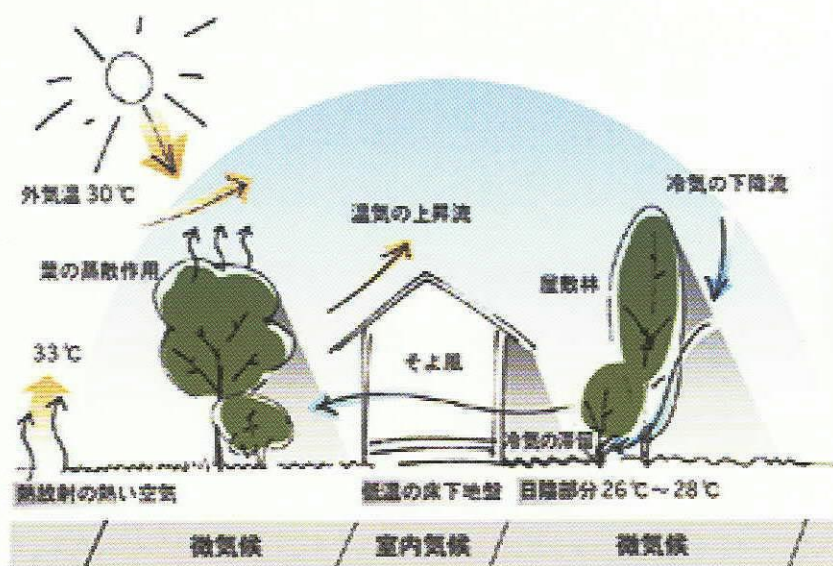


## (参考)「まちづくり」への貢献

### ＜宇宙技術の発想の利用＞

「宇宙開発技術の住宅への応用に関する研究会」で得られた発想、知見(宇宙における環境制御、物質循環など)も取り入れて、健康的な住環境の創造、自然環境の保全と再生、エネルギーダイエットを目指した「微気候(びきこう)デザイン」を提案。

((財)住宅都市工学研究所／ミサワホーム(株)／東京工業大学大学院 梅干野研究室)



マリナイースト21碧浜(千葉県浦安市)









# 安全・安心への貢献



## 交通の安全・安心

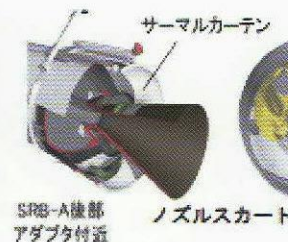
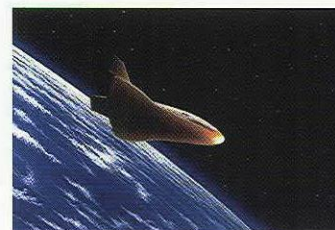
### 自動車用エアバッグ



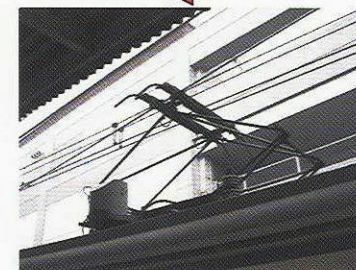
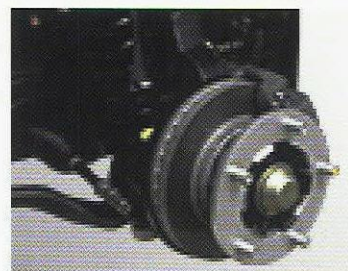
エアバッグ用ガス発生器に用いるイニシエータ技術に  
固体ロケット点火用火工品技術が応用されました。

提供：(株)アイ・エイチ・アイ・エアロスペース／写真：日産自動車

### 自動車用ブレーキなど



活用が期待される



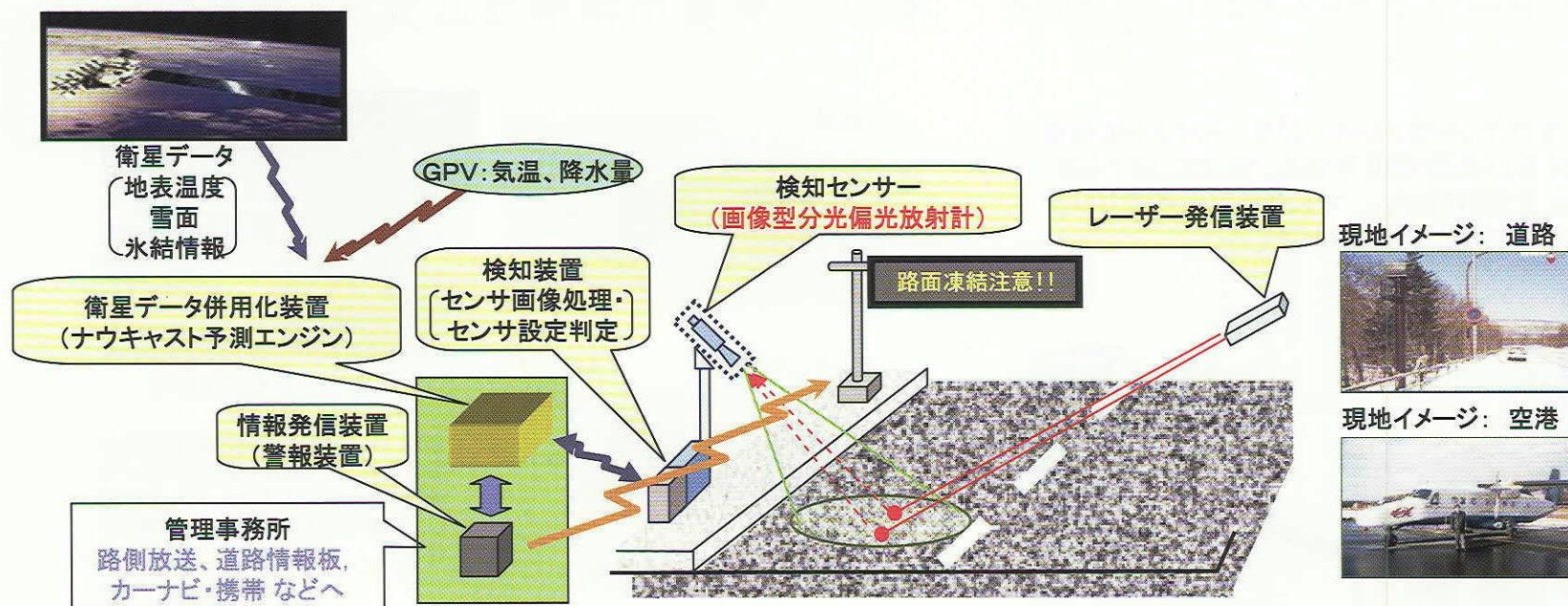
固体ロケットノズル材料または宇宙往還機ノーズコーン材料として開発したカーボン／カーボン複合材料技術が自動車用ブレーキ(左図)やパンタグラフ擦り板(右図)等への適用が期待されています。



## 航空機搭載型

## 地球環境観測用分光偏光放射計(LCTF)

## 路面凍結モニタリングシステム



JAXAでは、地球環境観測用に航空機搭載型の画像型分光偏光放射計(LCTF)を開発してきましたが、これを応用して、通常のカメラでは判定が困難な、道路面や空港滑走路の乾燥、湿潤、凍結、積雪、圧雪状態を自動的に判断するシステムを開発しています。判定結果は道路管理事務所に送られ、路側放送、道路情報板、カーナビ、携帯などに配信され、道路交通安全に利用されます。さらに、このシステムに、衛星によって観測した広域地表面データを併用することにより、モニタリングシステムの設置された箇所だけでなく、より広域の路面状況予報システムにすることが可能です。

((株)横河ブリッジ、(有)アストロン、(株)エーティック、(株)ビジョンテック、(株)MTS雪氷研究所)

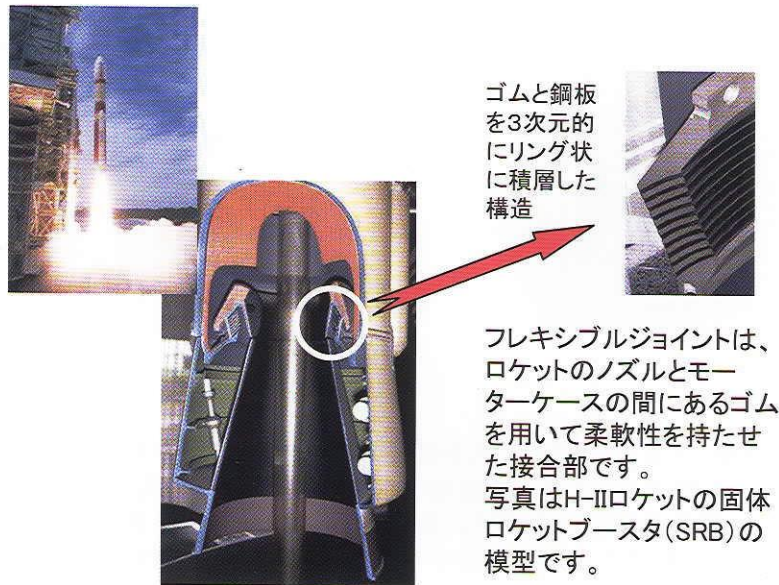
## 【安全・安心への貢献】



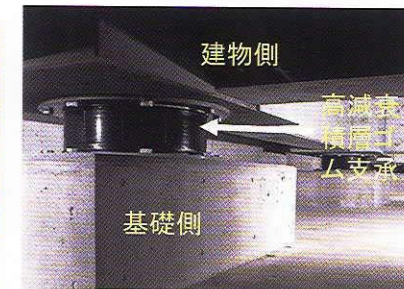
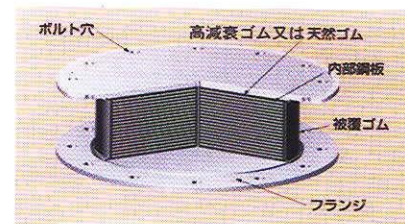
## 防災

### H-IIロケットのジョイント技術

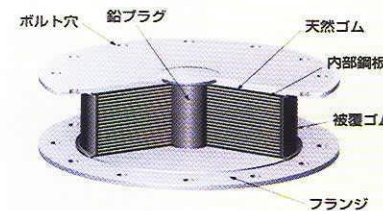
H-IIロケットのフレキシブルジョイントの製造技術及び品質管理手法を、地上における建築免震用積層ゴム、マルチラバーベアリング研究に応用し、開発されました。



### 免震用積層ゴム支承(建築用)



積層ゴム支承の設置例



積層ゴム支承の種類

積層ゴム支承は建物と基礎の間に設置され、建物の荷重を支えながら地震時には水平方向へせん断変形し、建物へ伝わる地震の力を減少させます。

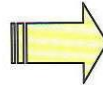
薄いゴムシートと鋼板を交互に積層することで、建物の荷重を支えながら、地震時には水平方向の柔らかいバネ特性と変形性能を活かして、建物用免震装置として用いられています。現在用いられている積層ゴム支承にはゴム材料に天然ゴムを用いた、天然ゴム系積層ゴム支承と、減衰性能を付加した高減衰系積層ゴム支承、さらに天然ゴム系積層ゴム支承の中央部に鉛プラグを挿入した鉛プラグ入り積層ゴム支承(上図)があります。

提供: 株式会社ブリヂストン

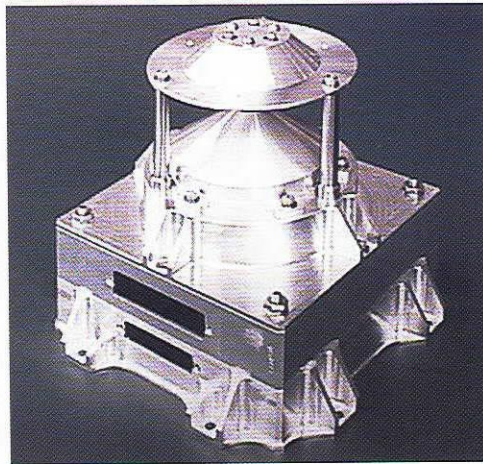


## セキュリティ

地球観測衛星搭載カメラ



地上用監視カメラ



AEOOS-II搭載全方位カメラ Galaxa



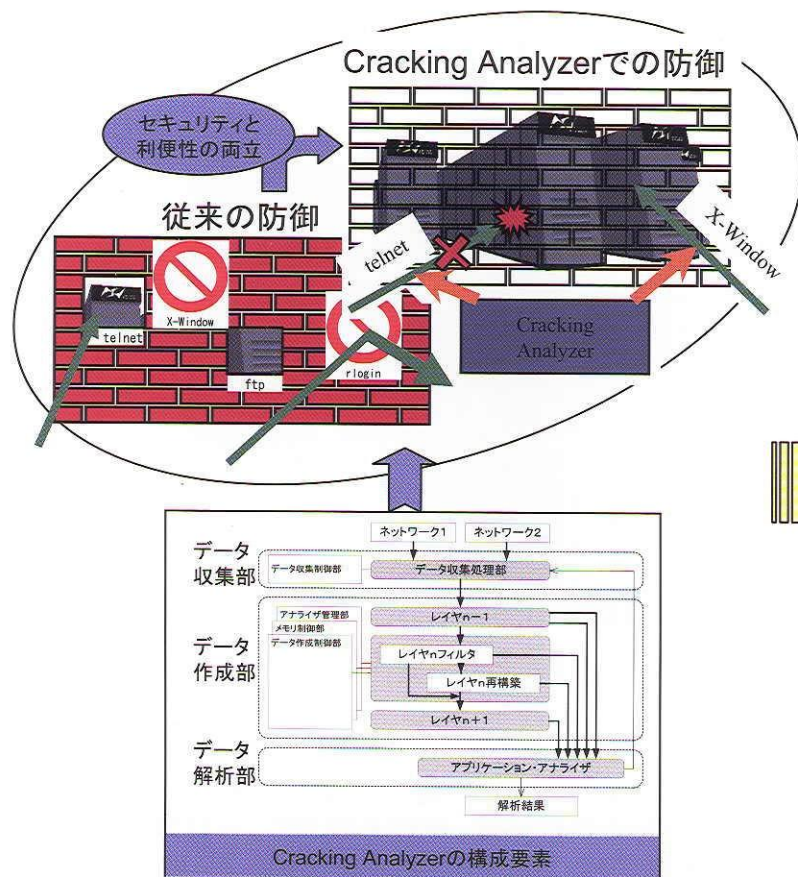
地上用監視カメラ

地球観測衛星AEOOS-II等に搭載された衛星の太陽電池パネルのモニタ用全方位カメラに関する基盤技術は、地上の監視カメラにも採用されています。衛星製作時の鏡面製作などのノウハウが、地上用監視カメラの製作過程において応用されています。この地上用監視カメラは1台で部屋全体を高解像度、低歪みで360°一括撮影することができ、サッカーフォーメーションの分析や、災害救助ロボットの目としても活用されています。

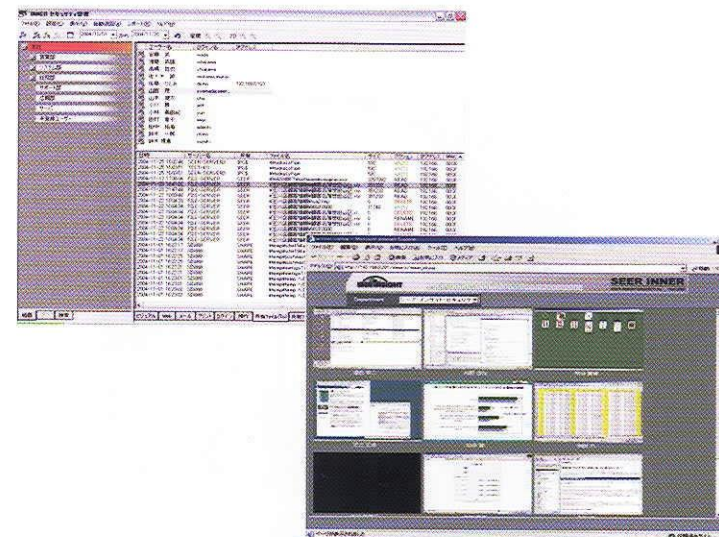
提供：三菱電機(株)／長崎菱電テクニカ(株)



# ネットワークセキュリティ



ネットワークセキュリティ解析プログラム “Cracking Analyzer” (JAXA)



スーパーコンピュータのネットワークセキュリティ対応用としてJAXAが開発した技術を応用した内部セキュリティ維持管理システム。JAXAの研究成果に基づき科学技術振興事業団（JST: 現科学技術振興機構）の研究成果最適移転事業の支援を受けて商品化されました。

提供: 「シーア・インサイト・セキュリティ(株)／(株)ネットマークス」

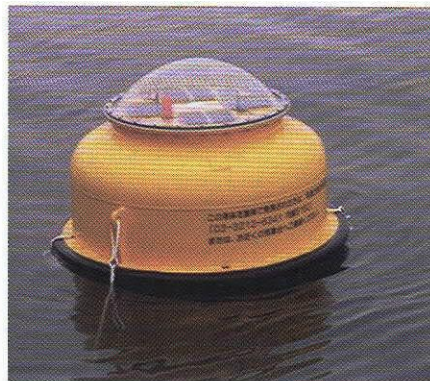


## 海の安全・安心

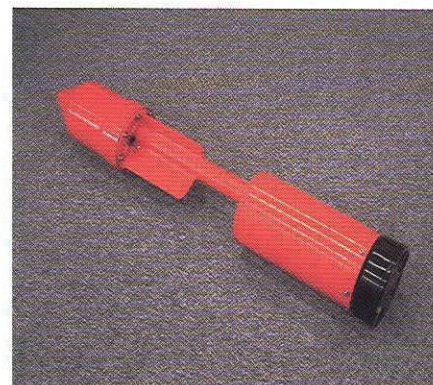
飛行船の海上回収技術



GPS式波浪計測システム



気象庁提供



(株)ゼニライトバイ提供

JAXAでは、高速飛行実証機の航法装置開発時に蓄積されたGPS技術を基盤とし、研究開発を行った成層圏滞空試験機の海上回収ミッションによる技術を開発してきました。

この技術が、気象観測や海難救助のための「GPS式波浪計測システム」として製品開発され、これまでに気象庁が石廊崎沖、室戸沖で利用した実績があります。津波予測にも使えないかという検討も行われており、今後の拡大展開が期待されています。

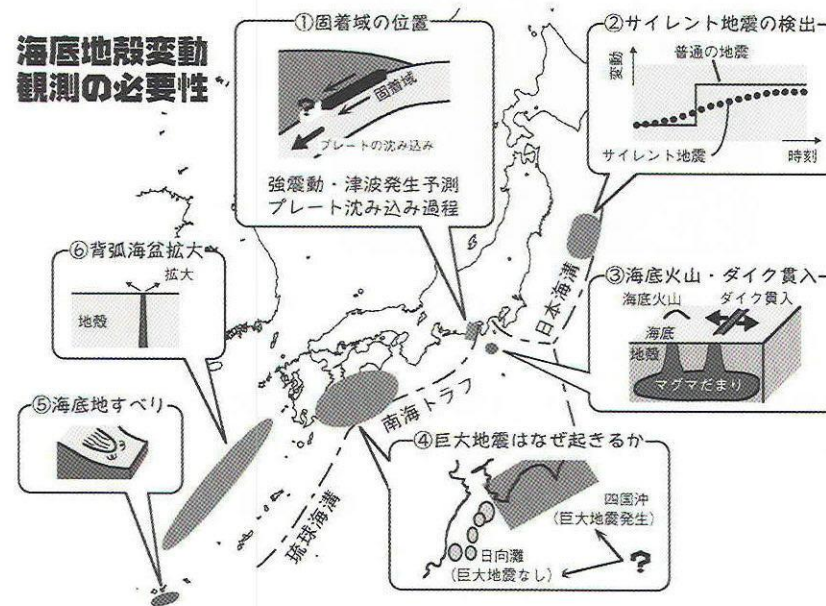
【安全・安心への貢献】



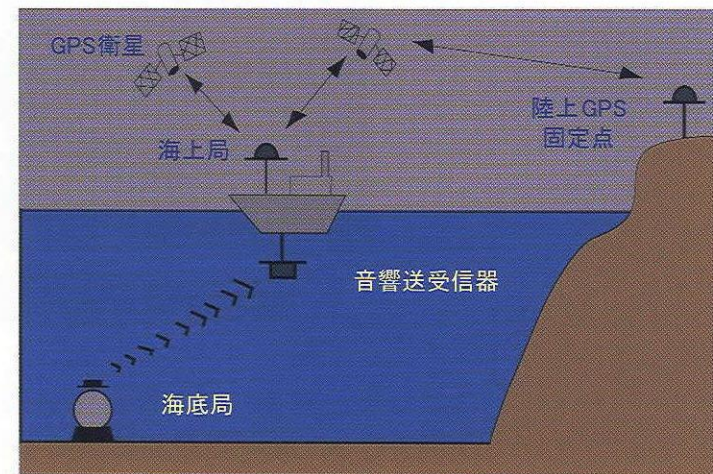
## (参考)◆災害監視への活用研究

### 海底地殻変動観測の精度向上のための技術開発

沈み込みプレート境界付近における水平方向の海底地殻変動を観測するために、JAXAでは、名古屋大学大学院環境学研究科および東北大学大学院理学研究科と協力して海上キネマティックGPS測位と精密音響測位を結合した海底精密測位システムの精度向上を目指した研究を実施しています。



海底地殻変動観測システム



震源域の直上で2-3cm程度の精度で位置が決定できれば、地下の応力や歪み蓄積過程が確度高く推定できると考えられる。





# 環境問題への貢献



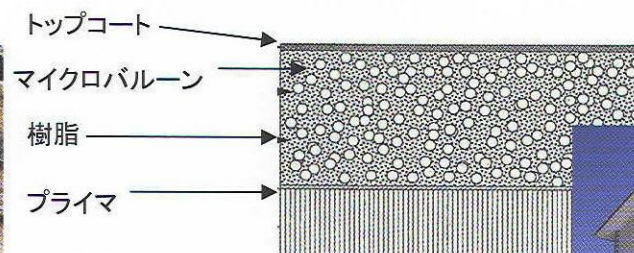
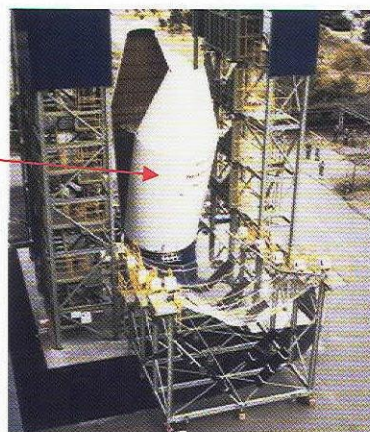
## ロケット断熱材 ➡ 建築、電子機器用断熱材

ロケット先端部(フェアリング)用に開発された断熱材技術は、軽量で熱制御性に優れ、かつ優れた施工性を有しています。

この技術を応用して、(株)日進産業が、幅広い温度帯の建築、車両、設備、部品等の産業ニーズに応えることのできる「高性能塗布式断熱材」を開発し販売することになりました。

従来の断熱材がどちらかというと「保温材」に近かったのに対し、この「高性能塗布式断熱材」は、効率的な断熱性能を発揮することによってエアコンの稼働率が下がり、消費電力が減って二酸化炭素の発生も減少させることで、地球温暖化の防止にも寄与します。

JAXA技術を利用した高性能塗布式断熱材は、 $-100^{\circ}\text{C}$ ～ $+600^{\circ}\text{C}$ までの幅広い温度帯に対応できるもので、このうち、 $-100^{\circ}\text{C}$ ～ $+150^{\circ}\text{C}$ までの温度帯に対応できるものについては、既に販売が開始されています。



提供:(株)日進産業



## 宇宙における有機廃棄物の連続処理技術

⇒ 地上用ごみ処理設備



JAXAの長期有人宇宙活動を実現するための自給自足型生命維持技術「有機廃棄物の再資源化技術」の研究を応用して、(株)カラサワファインが地上用ごみ処理設備として製品化を進めています。

酒・焼酎等の食品産業界での製造過程で出る有機廃棄物、畜産業界等から出る家畜ふん尿等の有機廃棄物等を、水資源とエネルギー資源として再利用するもので、環境問題に貢献することができます。



## 宇宙用発電システム ➡ 低公害・高効率発電システム

工場廃熱や焼却炉廃熱等を有効利用した新しい発電システム



### スターリングエンジン

スターリングエンジンは外燃機関の一種で、シリンダ内に密封された作動流体を外部から加熱・冷却することにより得られる圧力変動を利用して動力を取り出すことができます。

従来から同エンジンは理論的な熱効率が高いため、エネルギーの有効利用に有望だと評価されてきましたが、民生用としてはコストなどの面で問題があり実用化されていませんでした。

しかし、最近になって京都議定書の締結など地球環境問題に対する意識の高まりから、排熱もエネルギー源として利用できる同エンジンの低公害性・高効率性が注目され、民生用として実用化が検討されています。

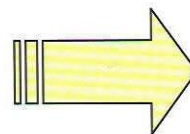
JAXAでは、スターリングエンジンの中でも、信頼性が高く機械的損失も少ないフリーピストンスターリングエンジンの先端的な研究開発を実施しています。

平成17年4月、JAXAとの共同研究成果に基づき松下電器産業(株)が事業化のためのベンチャーを起業しました。



## 航空機用ジェットエンジン

⇒ 発電用低公害ガスタービン



新潟原動機(株)提供

JAXAで開発した航空機用ジェットエンジンの超低NO<sub>x</sub>燃焼技術を適用した発電機用のガスタービンの商品開発が進められています。

この再生サイクルガスタービン(RGT3R)は、50%から最大出力までの全範囲でNO<sub>x</sub>排出が20ppm以下で、低NO<sub>x</sub>燃焼が困難な液体燃料使用のものとして世界で最もクリーンなガスタービンです。





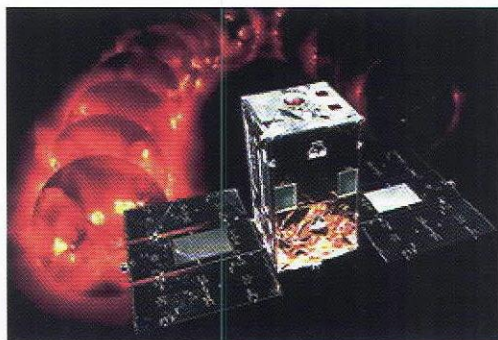




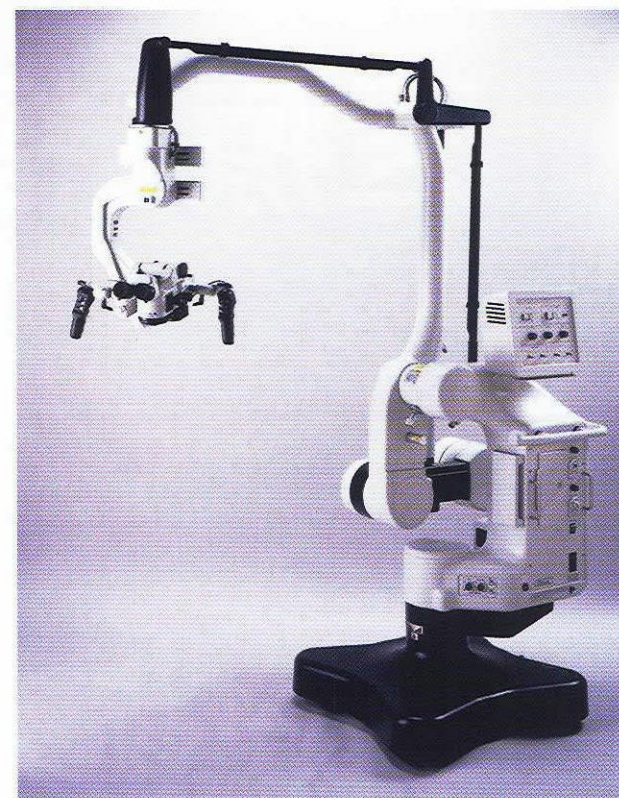
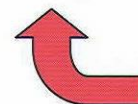
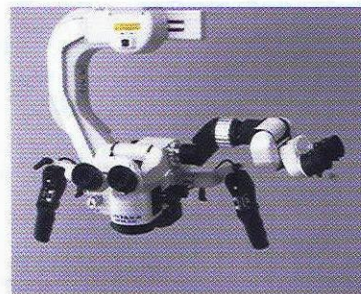
# 医療・福祉への貢献



## 宇宙観測カメラ駆動技術 ➡ 医療用顕微鏡・スタンド



太陽観測衛星「ようこう」に搭載されたX線ドップラー望遠鏡の技術が活用されました。(1991年8月打上げ)



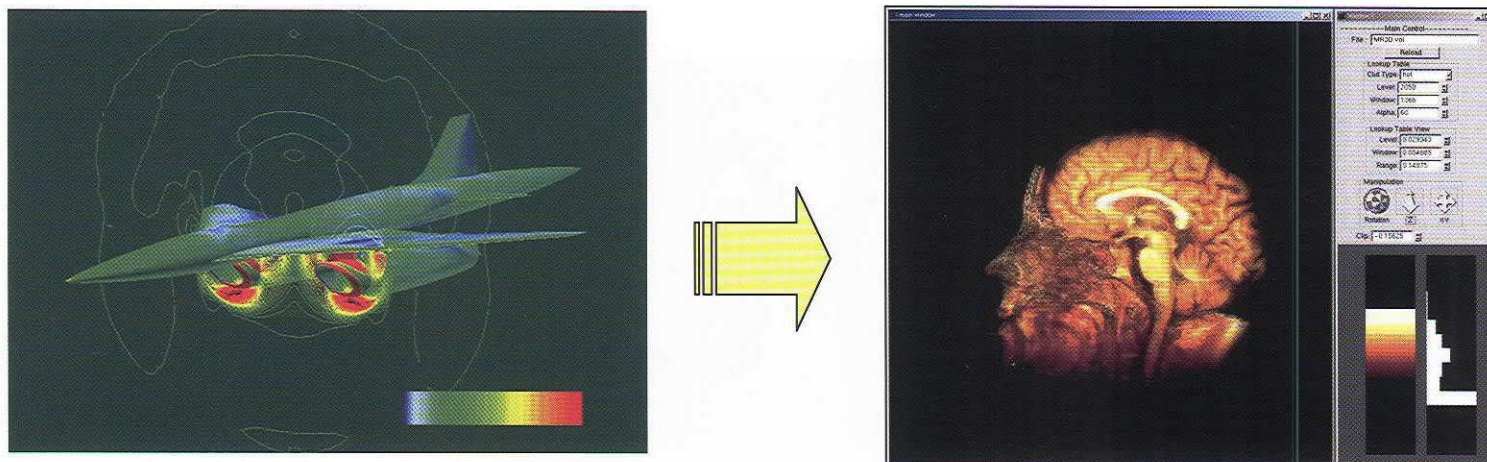
宇宙観測用機器(X線観測機器)用駆動部のバランスシステムを活用した脳外科手術用顕微鏡・スタンド。

バランスシステムとは、顕微鏡をその重点付近を中心に動かす構造にすることでバランスさせるもので、手術顕微鏡・内視鏡を乗せたスタンドを、医師や看護婦が手術中に片手で自在に動かすことができます。操作感触が軽く、長時間の外科手術において医師の疲労を大幅に軽減することが出来ます。

提供：三鷹光器(株)



## 数値シミュレーション技術の医療分野への活用



JAXAで開発したスーパーコンピュータによる数値シミュレーション技術を応用した可視化ツールをもとに医療用画像処理ソフト(心臓の動きや血管内の血液の流れなどを可視化)に応用し、基本部分について製品化されました。さらに医療用で培った技術をフィードバックし、一般的な工学用可視化ツールを開発する予定です。ゲーム、テレビ業界、エンターテインメント分野等への活用も考えられます。

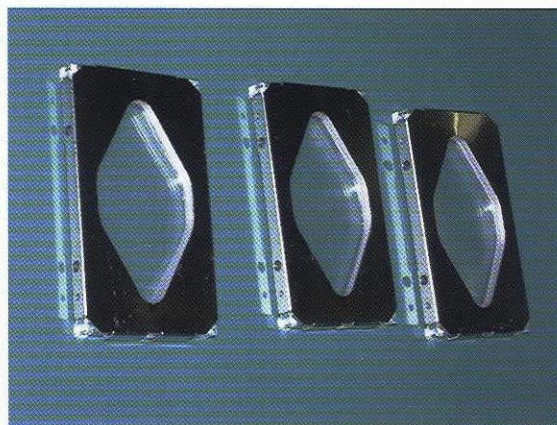
アプリケーション画像提供: 日本SGI(株)。データ提供: Siemens Medical Systems, Inc.



## 国際宇宙ステーション「きぼう」搭載細胞培養装置



## 医療研究用細胞培養装置



JAXAで、国際宇宙ステーション用として開発された「細胞培養装置」の技術をベースに、地上での医療分野等での研究用の利用が検討されています。

近年のバイオテクノロジーの進展により、ヒト細胞を利用した人工臓器の開発等の医療分野における研究においては、自動細胞培養技術の導入が必須となっています。本技術は、高品質・高信頼性の上、自動化・省力化が進んでいる点で有望な技術で、医療技術の進展に役立つと期待されています。

提供：千代田アドバンスト・ソリューションズ(株)

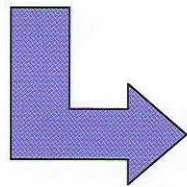


## カプセル型内視鏡

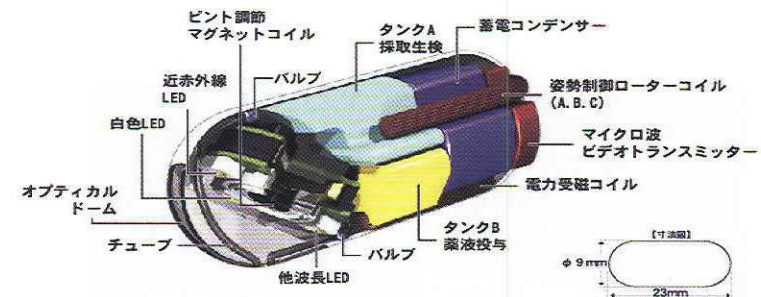
国際宇宙ステーション用CCDカメラのアイデアから飲む胃カメラへ。



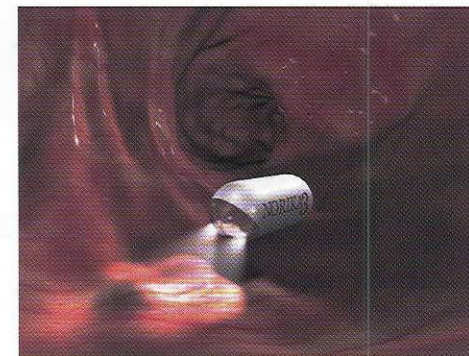
「きぼう」搭載用に検討された  
小型CCDカメラ



宇宙用カメラの発想  
が活かされました。



内部構造

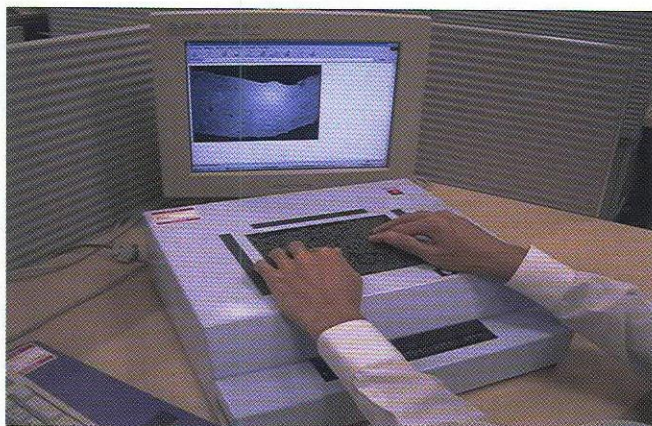


超小型カプセル型CCDカメラと無線で制御・操縦するコントローラ、電力送信と姿勢制御用のコイルを内蔵したベストで形成されています。外形は直径9mm、長さ23mmのピル型、筐体部分は樹脂を使用しています。国際宇宙ステーションの日本モジュール「きぼう」での植物実験モニター用CCDカメラとしての開発経験とアイデアが活かされています。

提供：(株)アールエフ



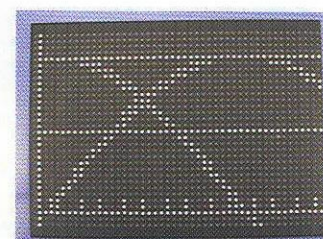
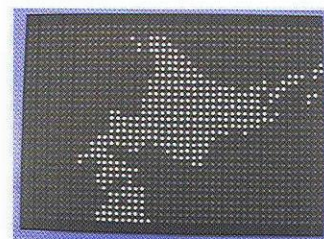
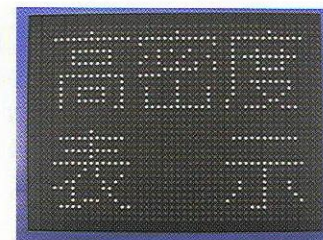
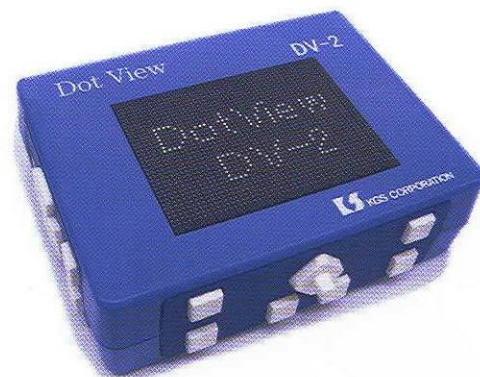
## 視覚障害者用点図ディスプレイ



目の不自由な人たちがコンピュータを操作できるよう、ディスプレイに表示される図形や動画を手触りで識別できるように作られたシステム。パソコンに接続して図形情報を点図の形でリアルタイムに表示できます。

JAXAの「宇宙開発ベンチャー・ハイテク開発制度」を通じて、人工衛星の運用作業用に開発したものが商品化され、大学や図書館、職場などで活用されています。

提供：ケージーエス(株)

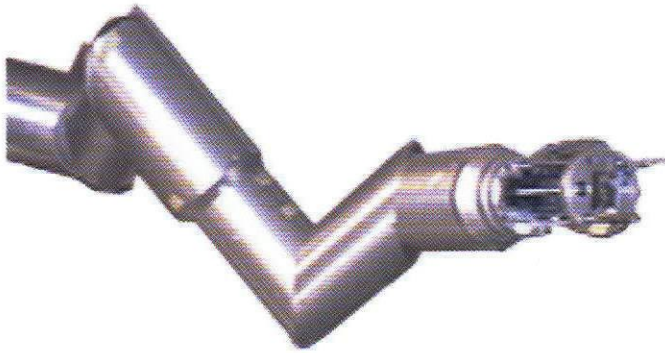


文書のレイアウトや図表の作成など、点字や音声だけでは難しかったグラフィカルな操作に力を発揮します。画面を触りながら、マウスのクリックやドラッグの操作ができ、GUIの環境をより深く理解することが出来ます。表示部は32ドット×48ドット。



## 広がる応用化研究

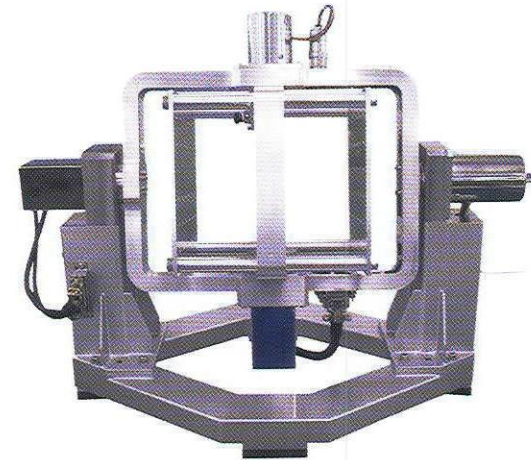
### 多関節ロボット



STOL実験機「飛鳥」の開発過程で生まれた「偏心流体継手」を宇宙・航空分野や民生分野へ応用することにより開発された技術。

医療用機器や介護用ロボットアームなどへの発展が期待されています。

### 医学研究機器



3Dクリノスタット

宇宙実験者の支援機器として開発された技術を地上の医学研究機器に適用。

直交する2軸により3次的に対象物（試料）を回転させることにより、重力方向を連続的に変化させ、対象物が重力刺激を感受するまえに方向を変えと共に、対象物にかかる重力ベクトルの合計を時間的にほぼゼロの状態にします。

提供：三菱重工業㈱神戸造船所





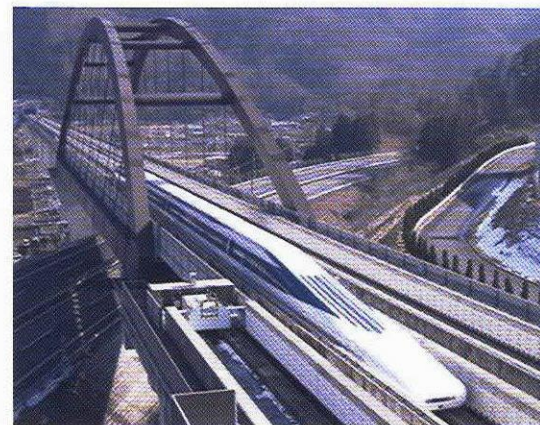
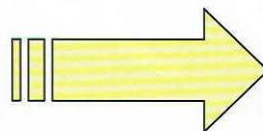
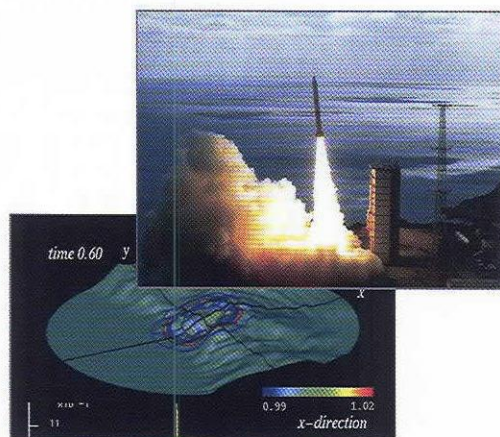


# 社会インフラへの貢献



## 爆風伝播シミュレーションプログラム

⇒ リニアモーターカーの先頭車両設計



提供: (株)JR東海・総研

JAXAでは、ロケット打上時の万が一事故に備え、事故が起こった場合の爆風の強度が遠方でどの程度減衰するか地形の影響を含めてシミュレーションすることにより、保安距離の算定に役立てていました。この技術が、トンネル微気圧波を低減させるための高速鉄道の先頭車両の設計・評価に応用されています。

JR西日本の500系新幹線の先頭車両設計に利用されたほか、現在、JR東海及び総研で実験中のリニアモーターカー最新車両である山梨実験線リニア車両の先頭車両もこの方法で設計されています。

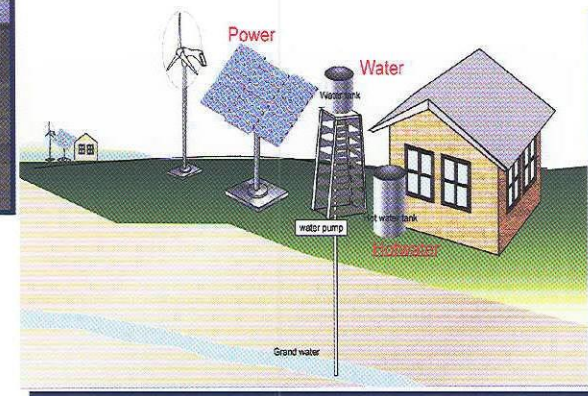
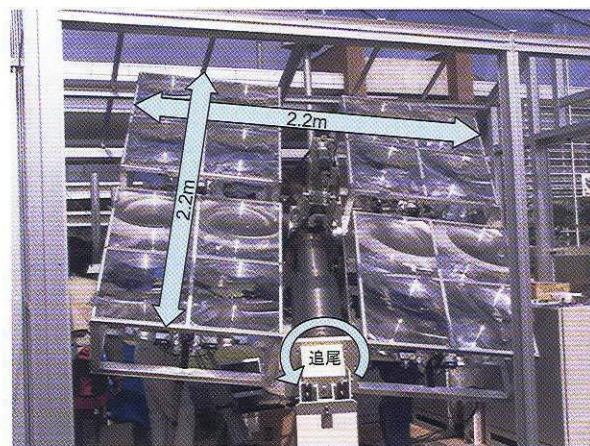


## 太陽光熱複合発電システム

一般的な太陽光システムでは使えない光(赤外線)を利用し、従来より大幅な発電量が得られ、廃熱の利用が可能な太陽光複合発電システムを日本企業および中国と共同で開発中。

JAXAが行ってきた研究により創出された、可視光と赤外線の両方を利用するという概念(特許出願済み)が、今回のシステムに生かされています。

メンテナンスフリーの発電方式のため、砂漠地帯等での運用に適合といった将来有望なエネルギー利用システムであり、内モンゴル地区等の中国西部での実用化に向けての耐久試験が予定されており、将来的には、世界中の未電化地帯での実用化も期待されています。





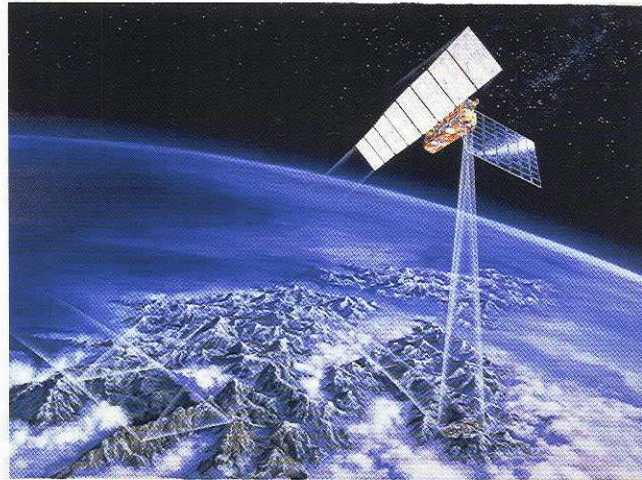




# 産業分野への貢献

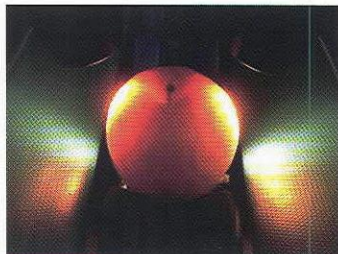


## 果樹糖度センサー



地球観測衛星JERS-1の光学センサー開発の過程から派生した画像解析技術を応用し、みかん、すいか、メロン用の糖度非破壊測定センサの開発に応用されています。

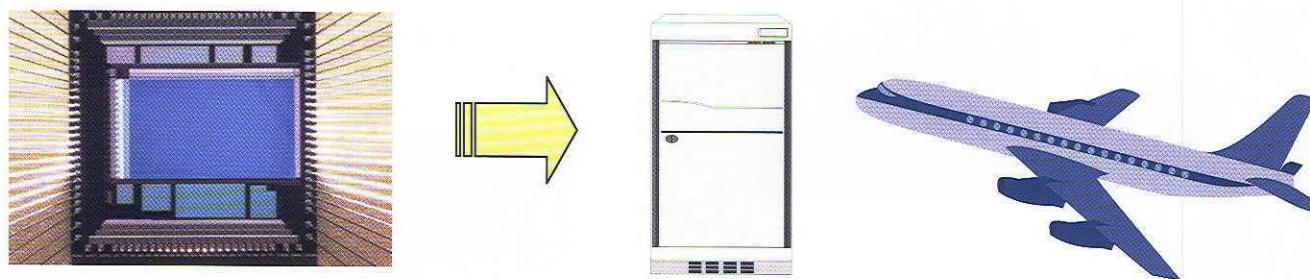
近赤外線を当て、通過した光のスペクトルを分析することで、糖度と酸度を一瞬に測定できます。



提供：(財)熊本テクノポリス財団／三井金属鉱業(株)



## 宇宙用半導体チップ(SOI) ⇒ 民生分野の電子機器への応用



近年、半導体分野では、部品内部の不純物材料から発生する放射線や、地上に降り注ぐ中性子線の問題により、ソフトエラー（放射線によるビット反転エラー）の問題が強く危惧されています。JAXAでは、衛星搭載用部品としてこのようなソフトエラーの発生率が極めて低い半導体を開発しました。

本開発に携わった三菱重工や沖電気が、本半導体を、高性能サーバや車載コンピューターなどのメモリー素子として応用することを目指して、製品化研究が行われています。



## 太陽コロナの仕組みを探る X線望遠鏡の技術



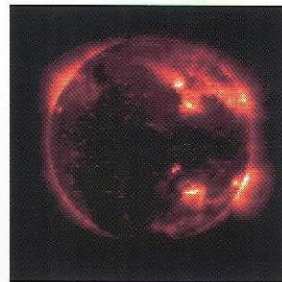
## 半導体用縮小投影型(逐次)露光装置

### X線ステッパー (EUVL)

X線観測用天体望遠鏡の製造技術を応用し、半導体用縮小投影型(逐次)露光装置を開発。同装置で線幅 $0.04\mu\text{m}$ のICの露光パターンを得ることに成功。この技術により半導体メモリに於いては現在の1000倍の集積能力を持つことが可能です。



ロケットに組み込まれるXUV  
ドップラー望遠鏡(XDT)  
1999年1月に固体ロケット  
S520-22号機で打上げられた、



世界で初めて高解像度の  
太陽のコロナが撮影された



ドップラー望遠鏡(XDT)



提供：三鷹光器(株)



## 宇宙用複合材燃料タンク技術 ⇒ 燃料電池車用高圧水素タンク

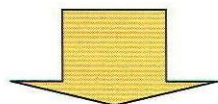


宇宙往還機などの極低温燃料タンクの研究で得られた技術（液晶ポリマーフィルムライナー技術）を燃料電池車用の高圧水素ガスタンクのライナー材に適用。新しくブロー成形技術を開発し、高性能と低コストを両立。現在商品化を研究中。

提供：富士重工業(株)



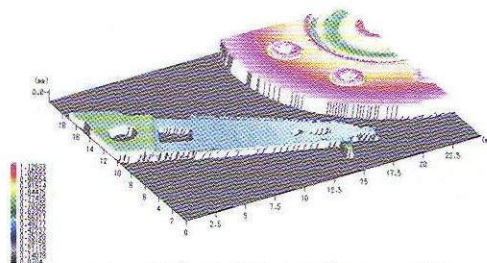
## 望遠鏡による星の精密座標測定技術



## 携帯電話搭載カメラ用レンズの精密測定



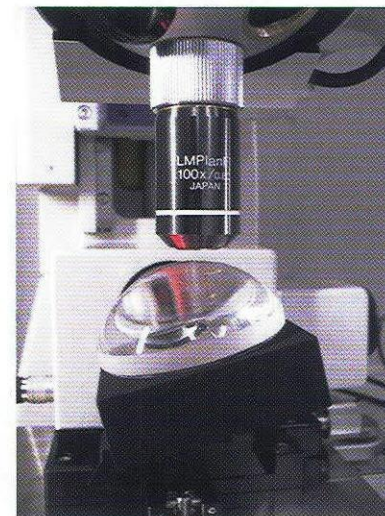
携帯電話のデジタルカメラ用  
非球面レンズを精密測定



ハードディスクドライブ用ヘッドの  
精密測定にも活用されています。

## 超精密非接触三次元測定装置

宇宙観測ロケットの姿勢制御関連機器や望遠鏡の精密座標測定器の原理と機能などが大面積、高画質が要求される情報機器のキーパーツに応用されました。広範囲、高分解能、高精度に測定が行え、高精度バージョンでは分解能1nmを達成。携帯電話やデジカメ用非球面レンズ、ハードディスクドライブ用ヘッド、大型ディスプレイの液晶導光板、マイクロレンズアレイなどの精密測定に生かされています。



レーザプローブ式三次元測定器

提供：三鷹光器



## 大容量コンデンサ



はやぶさ(MUSES-C)

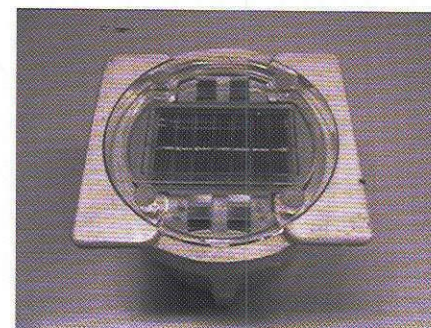
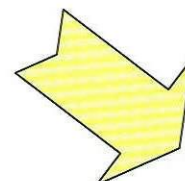
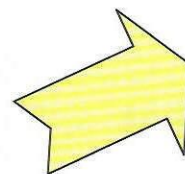
DZシリーズ写真

はやぶさに載っているのは  
右側の端子形状のもの。

容量は2.5V50F

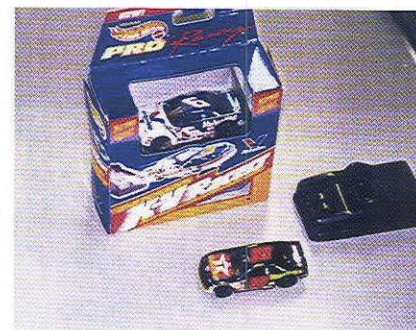


電気二重層コンデンサ



道路灯

昼間太陽電池から充電し、  
夜間LEDを点滅させる。



おもちゃ

右側の黒いボックスに電池が入っ  
ており車にクイックチャージして走らせる。

小惑星探査機はやぶさ(MUSES-C)に搭載さ  
れた宇宙用コンデンサ技術の一部が応用されて  
います。低温環境下での動作性能が大きく向上。  
おもちゃやデジタルカメラ、液晶プロジェクタや道  
路灯(太陽光発電)などに使用されています。

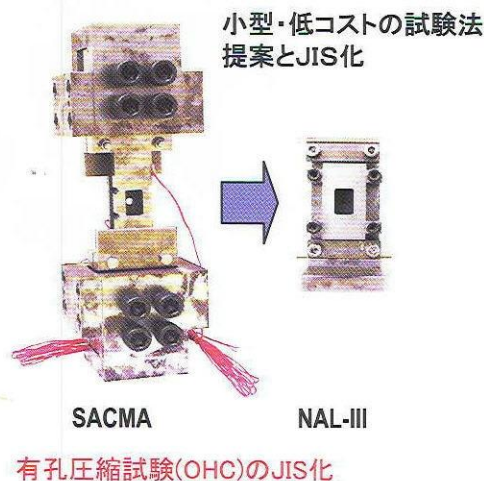
提供:エルナー(株)



# 広がる先進複合材の活用

## 先進複合材料力学特性データベース JAXA-ACDB

炭素繊維強化プラスチック(CFRP)は航空宇宙分野を中心に実用化が進められ、現在では様々な分野で構造に欠かせない材料となっています。JAXA-ACDBは、先進複合材料の力学特性データを公開しており、航空宇宙機などの製品開発する際の初期段階で材料をスクリーニングする場合や、その他下記のような様々な分野のユーザーに利用されており、アクティブユーザ数も着実に増加してきています。また、このデータベースは商品化もされています。



## 先進複合材料の試験法標準化 ISO/JIS

炭素繊維強化プラスチック(CFRP)は宇宙航空分野を中心に実用化が進められ、現在では様々な分野で構造には欠かせない材料となっている。これまでに蓄積した試験ノウハウ、治具などを生かして ISO及び JISに対して、試験法を提案し、試験法の標準化を進めています。これらは、近年の先進複合材料の利用増大に伴い、様々な分野のユーザに利用されています。

### ・ISO への提案

CFRP衝撃後圧縮特性(CAI)試験方法  
セラミックス多孔体の弾性率試験方法

ISO/TC61  
ISO/TC207

### ・JIS における規格化

CFRPの目違い切欠き圧縮による層間せん断強さ試験方法  
CFRPの有孔圧縮強さ試験方法  
CFRPの有孔引張り強さ試験方法

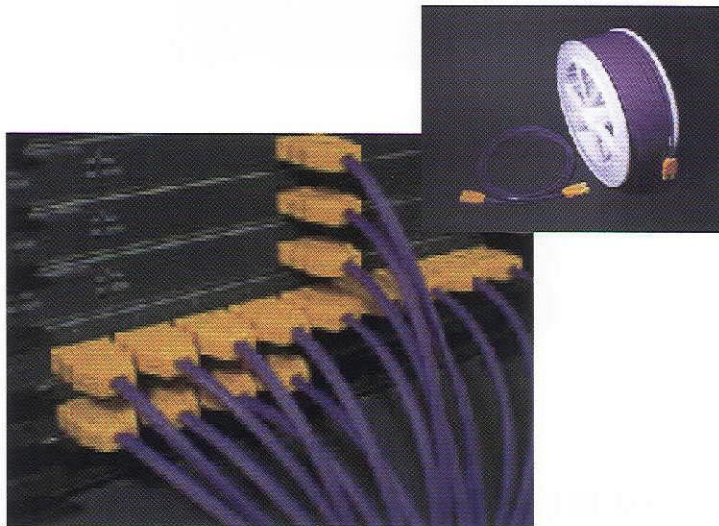
長繊維強化セラミックス複合材料の弾性率試験方法  
ファインセラミックス多孔体の弾性率試験方法  
長繊維強化セラミックス複合材料の曲げ強さ試験方法  
長繊維強化セラミックス複合材料の無孔圧縮強さ試験方法  
長繊維強化セラミックス複合材料の有孔引張り強さ試験方法

JIS R1644  
JIS R1659  
JIS R1663



## 傾斜機能材料の活用

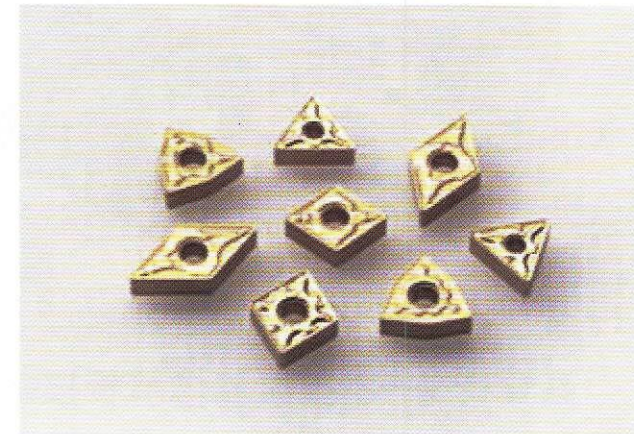
### 光ファイバへの活用



全フッ素グレーデッドインデックス型マルチモードプラスチック光ファイバ。  
屈折率の低い材料の中に屈折率の高い材料を線状に埋め込み加工することで、光を閉じこめ、電気配線のように光を曲げたり分岐したりする回路のような光導波路デバイスの働きをする。

提供：旭硝子(株)

### 切削工具材への活用



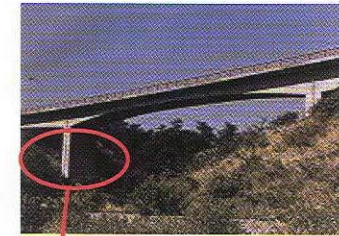
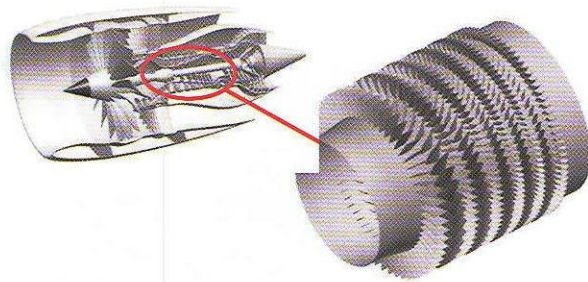
新開発の表面傾斜構造を持つ超硬母材とトリプル構造のCVD(化学気相蒸着)コーティング層との組み合わせにより耐塑性変形性と耐欠損性を同時に向上させたスローアウェイチップ切削工具用材種“UE6020”です。

提供：三菱マテリアル(株)

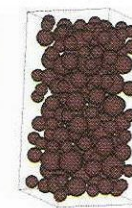


## ジェットエンジン設計解析技術

⇒ 広範な技術分野を支える設計解析を高速化



モデル表面



モデル内骨材



解析結果

## 高負荷ターボ要素流体解析技術

- JAXAで開発した航空エンジンのターボ要素の流体解析技術を適用した汎用高速解析ソフトウェアの商品開発が進められています。
- このJAXA流体解析技術を適用した設計解析ソフトウェアである、ヴァイナス社の「Super Matrix Solver」は、従来の数十倍のスピードで大規模なマトリックス計算を実行可能とし、建築土木、原子力、樹脂加工、超伝導技術など、広範な技術分野で設計解析に要する時間を飛躍的に短縮するものであり、新技術のブレークスルーや製品開発の効率化を実現します。
- Super Matrix Solverは、(財)ソフトウェア情報センターからソフトウェアプロダクトオブザイヤー2003として表彰されました。

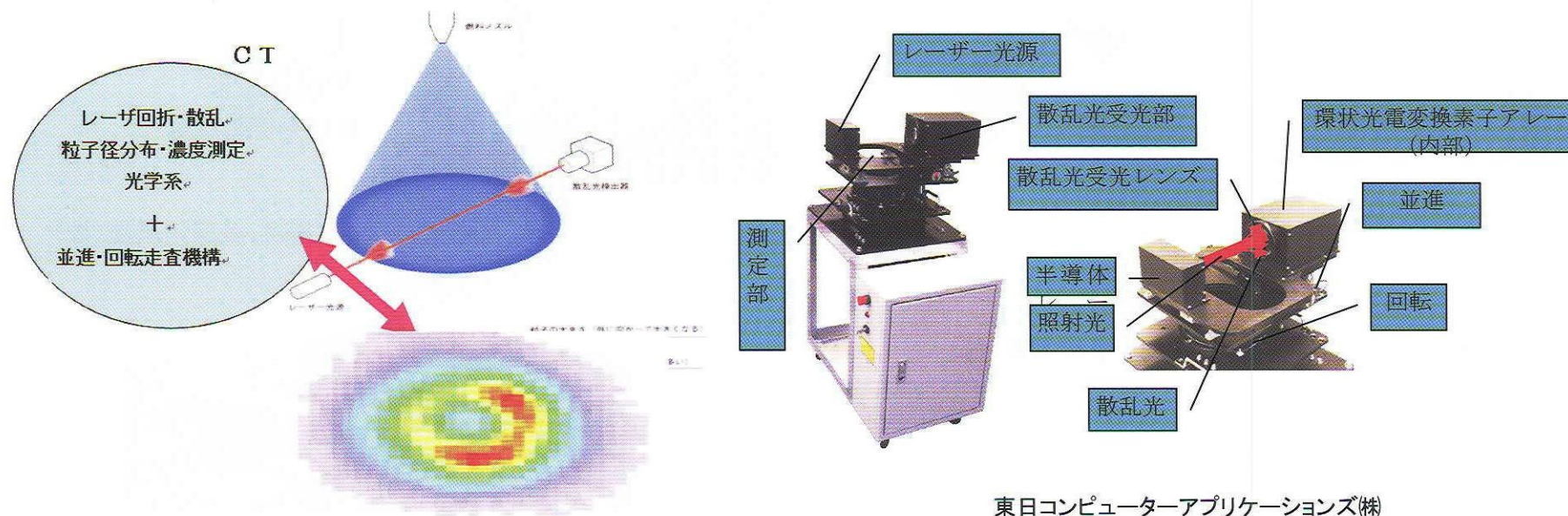


## ジェットエンジン燃焼解析技術

### ⇒ 各種エンジンの性能向上につながる計測器

JAXAでは、低NO<sub>x</sub>燃焼技術の開発を効率的に進める為に光学的噴霧構造解析装置についての研究を行っています。この研究成果を基に「レーザ回折噴霧構造解析装置」の商品化されています。この装置は、ジェットエンジンやガスタービンの連続燃料噴霧、ディーゼルエンジンや筒内噴射ガソリンエンジンなどの間欠燃料噴霧、塗料や磁性材のスプレー等の構造回折に有用な計測器で、これまでレーザ回折では不可能であった噴霧内の局所の濃度、粒度分布が極めて正確に測定できるものです。

この装置によって噴霧構造解析が行えるようになると、各種エンジンの性能向上や耐久性向上、エミッション低減に繋がる技術開発が効率的に行えます。この装置は、噴霧やスプレーが関係する産業、医療、学術分野の発展に貢献できると考えられており、既に自動車メーカ等で活用されています。



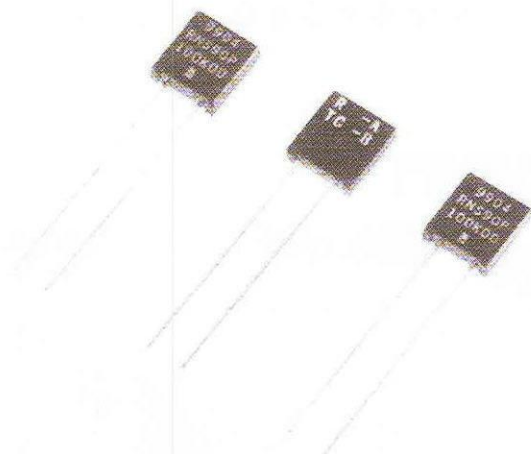
## 【産業分野への貢献】



## その他の事例

### 国際電話の海底ケーブル中継器

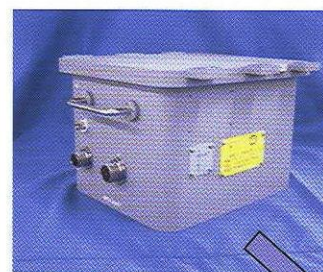
人工衛星用の部品として開発した「抵抗器」が、国際電話の海底ケーブル中継器や半導体製造装置に利用されるなど、幅広い分野で製品化、活用されています。



提供: 多摩電気(株)

### GPS補強型慣性航法装置(GAIA)

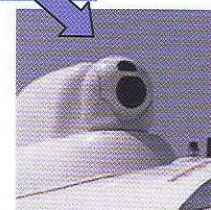
JAXAが開発したMSAS(衛星航法補強システム)及びGPSを利用して、位置/姿勢等を高精度に決定する装置(複合航法装置、位置方位基準器)が開発されました。



複合航法装置



位置方位基準器

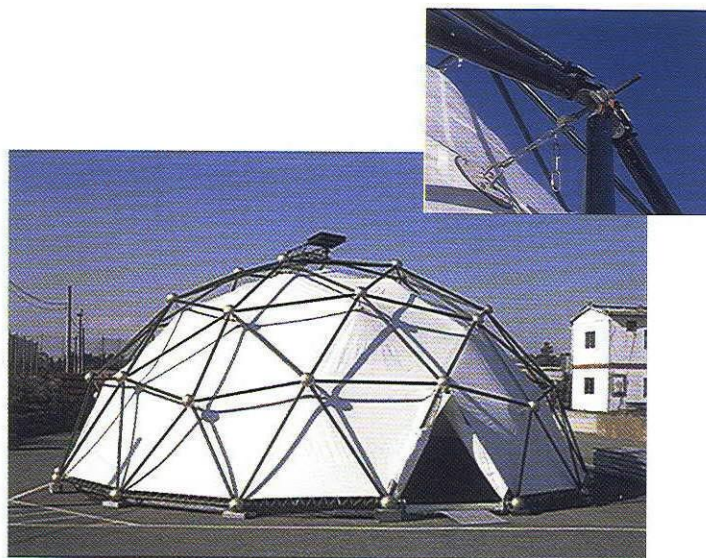


提供: 多摩川精機(株)





## 全天候型ドーム



「スペースドーム」

宇宙における展開構造技術を応用した全天候型ドーム。ワンタッチジョイントと規格化された軽量小型部材の組み合わせにより、簡単迅速な施工でイベント会場や仮施設、アトリウムなど様々な用途に活用されている。組立・解体時間は、直径12.5mのものでフレームと膜張りで約2時間。最大規模は直径25m。

提供：清水建設(株)

## 惑星探査ロボット ⇒

### レスキューロボットへの応用研究



東京工業大学 広瀬研究室とNPO法人国際レスキューシステム研究機構が共同開発した、瓦礫内探査ヘビ型ロボット「IRS 蒼龍(そうりゅう)」。防塵(ぼうじん)、防水を施し、赤外線センサー等を装備。

広瀬研究室では惑星探査ロボットの開発も行われており、その成果やアイデアなどが活用されている。

(NPO法人国際レスキューシステム研究機構  
／ 東京工業大学 広瀬研究室)









# 教育分野への貢献



## 教材用スターリングエンジン・キット



提供: コンセプトプラス株式会社

JAXAにおけるスターリングエンジンに関する研究成果に基づき、宇宙発電用に研究されているスターリングエンジンのしくみを教室などで手軽に学ぶことが出来る教材用キットが開発されました。

学校等の教育現場で幅広く活用されています。



### 地球にやさしいスターリングエンジン

スターリングエンジンは、1816年にスコットランドの牧師ロバート・スターリングが発明した、ピストンの直線運動を直接利用した高効率エンジンで、太陽熱・廃熱を利用できる、地球にやさしいエコ(低公害)エンジンです。

このキットはどんな熱源も利用可能なスターリングエンジンの特徴を生かしてお湯をエネルギー源にして運転できます。うまく調整すると、マグカップ一杯のお湯で、約1時間くらい(お湯の温度が50度くらいに下がるまで)運転することができます。



## (参考)宇宙教育教材・教育ツール

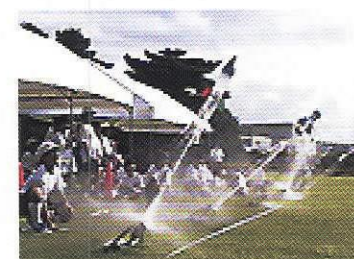
人工衛星からの画像データやこれまでの宇宙開発の映像資料などを基に副教材を製作、学校の理科の副教材やJAXAが開催する各種宇宙授業などで活用されています。

### 地球観測衛星データを使った教育用コンテンツ、ツール

地球観測データを簡易に扱えるソフトウェアを開発。  
地球観測に関する知識が分かりやすく習得出来ます。



提供: 宇宙技術開発(株) URL: <http://www.sed.co.jp/>



JAXAでは青少年教育活動向けテキストや指導ガイドなど、各種宇宙教育教材を制作しています。また、JAXAが主催するコズミックカレッジや学校、科学館などで使用されています。各種教材は以下のホームページからダウンロードできます。

[http://spaceinfo.jaxa.jp/spacef/cosmic/index\\_teach.html](http://spaceinfo.jaxa.jp/spacef/cosmic/index_teach.html)



## (参考)画期的な教育・広報普及、研究の推進

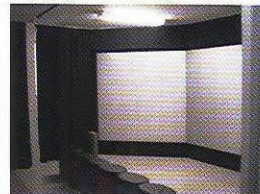
### コンピュータグラフィックスによる宇宙シミュレーション

#### 「4次元デジタル宇宙(4D2U)プロジェクト」

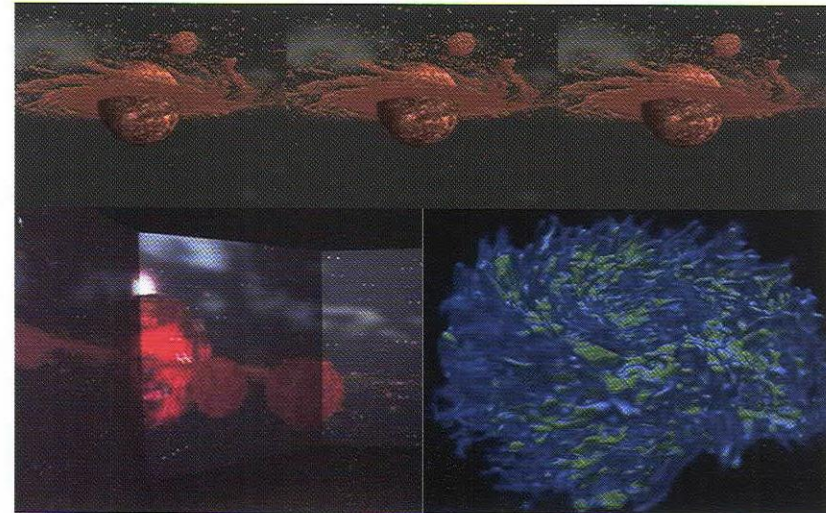
宇宙を立体映像で表現することで、一般向けには学校教育や社会教育の場でのわかりやすい教材として、天文学やその関連分野の研究者向けには研究支援ツールとしての活用が期待できます。

立体映像は、最新の観測やスーパーコンピューターを使ったシミュレーションから得られたデジタルデータを基に製作されています。

4次元可視化実験システム  
「4次元デジタル宇宙シアター」



提供：国立天文台



天文台内外で計算された、スーパーコンピューターによる最新のシミュレーションデータを基に、立体映像を製作。巨大衝突説に基づいた、最新の月形成シナリオ(上図、左下図)や、ブラックホールの周囲に存在するガス円盤の運動(右下図)などを可視化しています。

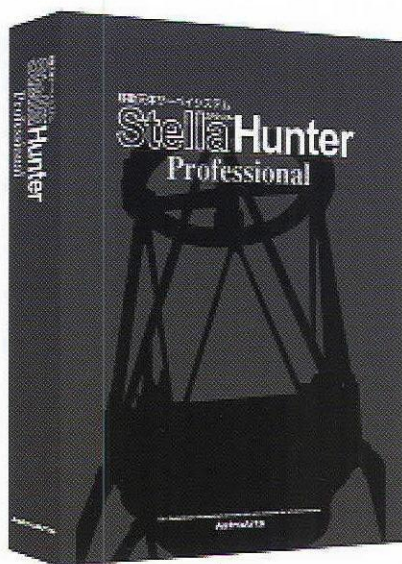




# 趣味・エンターテインメント への貢献



## 微小なスペースデブリ検出技術 ⇒ アマチュア天文家向け天体検出ソフト



### 「ステラハンター・プロフェッショナル」

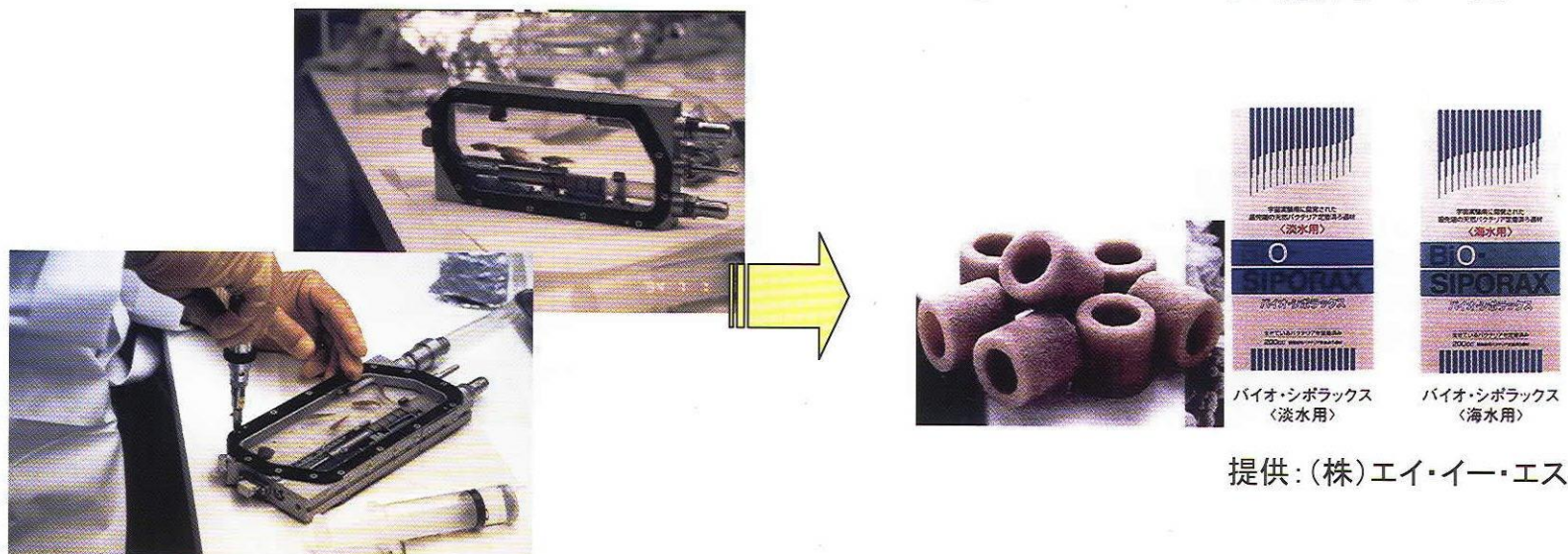
JAXAで開発した微小なスペースデブリを検出する「移動体検出方法」などにより、1枚の画像では確認できなかった彗星・小惑星の検出を可能にするソフトが開発販売されました。40枚の画像で2倍の口径の望遠鏡に匹敵する微光天体が見つかります。

提供：(株)アストロアーツ



## 宇宙実験用バイオフィルタ

⇒ 熱帯魚用の水槽浄化材



向井千秋宇宙飛行士が搭乗した1994年7月に打上げられたスペースシャトルコロンビア号内で行われた水棲生物実験に利用されたバイオフィルタ(水浄化材)が、熱帯魚用の水槽浄化材として移転され、商品化されました。



## 釣果予測プログラム

### ー 惑星の軌道データで釣果予測プログラムの精度が向上

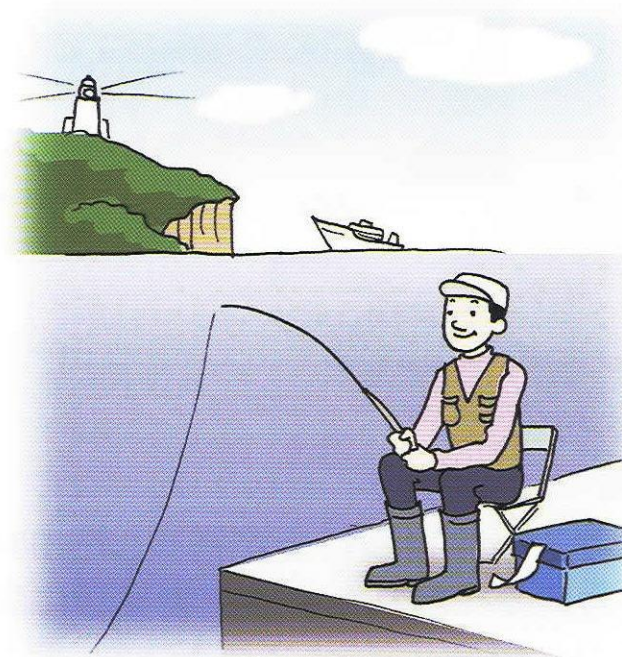
いつ、どこで、どんな魚が一番良く釣れるのか科学的に予測できる釣果予測プログラム。日本各地で釣り上げられた3万5千匹の魚データに、太陽、月、地球等太陽系惑星の軌道を入れた潮時計算を重ねあわせ、元宇宙航空関連企業のロケット技術者が15年かけて完成した。木星の軌道データを追加し木星引力の影響を考慮することでプログラムの精度が向上した。

また、コンピュータを使ったロケット軌道計算プログラムを活用し、投げ釣りの重りの飛び方、糸の太さと飛距離の関係と釣りに科学を導入。

(株) ナンバーアイ

未来釣果予測サイト「mamboo」

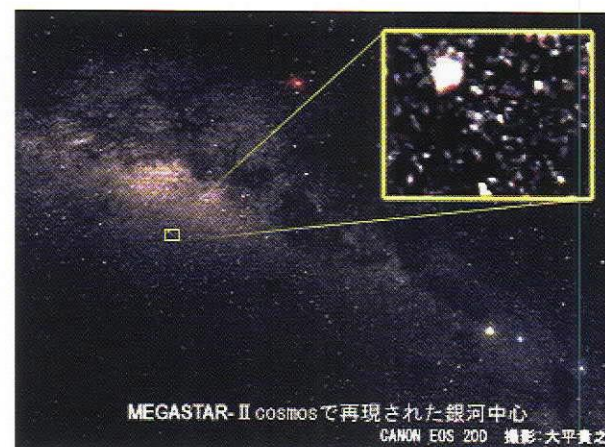
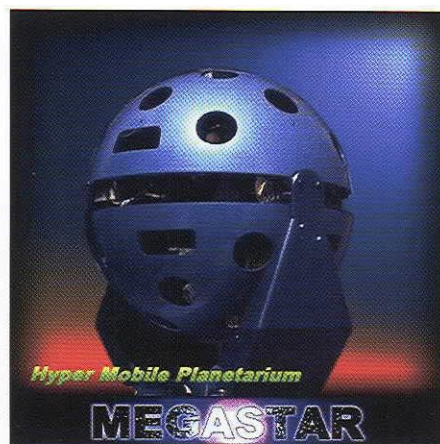
<http://www.mamboo.noi.co.jp/>





## (参考)移動式小型高性能プラネタリウム

ロケットの慣性誘導の考え方がプログラムを洗練



宇宙で見た星空をそのまま再現し、天の川すらも星の集団で再現するスーパープラネタリウム「メガスター」シリーズ。最新機では500万個の星を投影できる。「メガスターII」は、世界で最も先進的なプラネタリウム投影機としてギネスに認定されました。(2004年12月)

また、JAXAが運営する宇宙オープンラボ制度において、このメガスターをベースに、魅力的な宇宙教育コンテンツを提供するビジネスモデルの構築を目指しています。

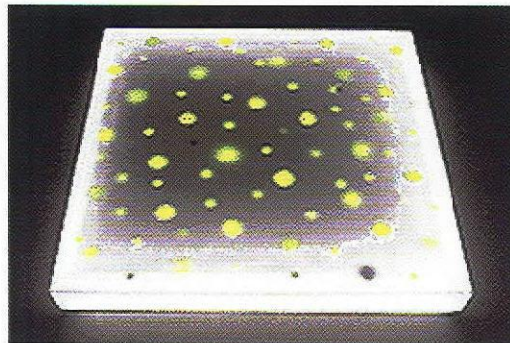
メガスターの開発では、ロケットの慣性誘導の考え方がプログラムを洗練する際に活用されています。

提供:(有)大平技研



## 創作活動への貢献 「宇宙芸術」

宇宙技術を用いた芸術作品や宇宙をテーマにした創作活動などを通じて科学技術と芸術の融合が進み、新しい分野が開拓されてきている。



逢坂卓郎“生成と消滅”

“宇宙線”をシンチレーターで捕らえ3000個の発行ダイオード(LED)の光に変換する。補色残像効果もねらう装置空間。宇宙観測にも使われる「光電子増倍管」(左上図)が用いられている。

(逢坂卓郎 筑波大学教授)



カプセル「心の場」

福嶋敬恭

京都市立芸術大学美術学部長



宇宙航空研究開発機構特別資料 JAXA-SP-05-004

---

発 行 平成18年3月1日  
編集・発行 宇宙航空研究開発機構  
〒182-8522 東京都調布市深大寺東町7-44-1  
URL : <http://www.jaxa.jp/>  
印刷・製本 (株)ピー・シー・シー・

---

本書及び内容についてのお問い合わせは、下記にお願いいたします。

宇宙航空研究開発機構 情報システム部 研究開発情報センター  
〒305-8505 茨城県つくば市千現2-1-1  
TEL:029-868-2079 FAX:029-868-2956

---

© 2006 宇宙航空研究開発機構

※ 本書の一部または全部を無断複写・転載・電子媒体に加工することを禁じます。



