

# 1. 有人・無人宇宙技術の習得(9/9)

## ■ 世界第3位の宇宙滞在実績と、世界レベルの有人運用技術

- ISS計画への参加により、宇宙飛行士の搭乗実績、船外活動実績等の国別の順位は、米露に続く世界第3位まで上昇。我が国が有人宇宙活動における人材育成やノウハウの蓄積が進んでいることの表れ。
- 若田飛行士のISS船長への就任により、有人宇宙基地や搭乗員の管理、緊急時の対応のノウハウ等を蓄積すると共に、我が国が、国際協力で有人宇宙活動を行う上で中核的な役割を担うレベルに達していることを示した。
- ISSや「こうのとり」の運用に係る地上管制を各極と連携しながら我が国自らが実施した結果として、非常事態の対応も含めた有人宇宙システムの統合的な運用に関するノウハウの蓄積、将来の国際宇宙探査等で必要となる管制員や運用支援員等の育成につながっている。

➡ 将来の国際宇宙探査において日本が重要な役割を担う上で、ISSで習得する技術やノウハウが生かせる。

- 宇宙先進国として、世界有数の長期宇宙滞在実績と技術を着実に蓄積。
- これまでに11人の宇宙飛行士を養成し、8人が計16回の宇宙飛行を行い、うち4回は長期滞在を経験。実績とノウハウを蓄積している。
- 若田飛行士は、アジア人初のISS船長にも就任。日本が有人宇宙技術において対等なパートナーと認識されている証。第2、第3のISS船長を輩出することによって、宇宙分野での国際的な日本の位置付けがより強固なものになる。
- 「きぼう」の運用管制員を日本で育成・認定。英語が母国語ではない日本においても国際的な交渉スキルと技術を有する人材を多数輩出。ISSのような大規模施設を安全・安心に運用するマネジメント技術は、将来の国際宇宙探査にも生かせる。
- 搭載実験装置の安全審査権限をNASAから委譲され、日本単独で「きぼう」の安全管理責任を担っており、米国や欧州と対等な立場まで高めた。

	国名	日数
1	ロシア	約23,600日
2	アメリカ	約16,700日
3	日本	約929日
4	カナダ	約506日
5	ドイツ	約493日

各国の宇宙滞在累積日数(H26/5/14時点)  
(ISS以前のミール、シャトル等の実績含む)



「きぼう」の運用管制@筑波宇宙センター

## 2. 産業の振興(1/6)

### 【成果】

- 「きぼう」の開発・運用には約650社、「こうのとり」の開発・運用には約400社の日本企業が参画。ISS計画への参画がもたらす産業振興効果は“ものづくり”大国ニッポンを支える中小企業にまで浸透。その結果、高い安全性と信頼性を要求される大規模システムの設計・解析・統合技術など、企業における高度かつ裾野の広い有人宇宙技術の習得に繋がり、宇宙産業基盤の向上・維持・成熟に貢献。
- 特に、「こうのとり」は、打上げ手段であるH-IIBロケットとともに、年間約1回の打上げにより日本の宇宙産業のアンカーテナンシーとなっている。
- 参画企業は、世界レベルの技術力をアピールして企業ブランドを向上させると共に、習得した技術やノウハウ等をベースに、関連事業への展開、同技術の海外への輸出など新たなビジネスを拡大。
  - 「こうのとり」で開発したISSへの接近技術は、米国の民間輸送機にも採用され、「こうのとり」の近傍通信システムの製作を請け負った日本企業は、米国輸送機「シグナス」の開発企業から約60億円で受注するとともに、JAXAはシグナス運用の訓練やオペレーション支援を受託。
  - 米国の民間ISS補給機「シグナス」や「ドラゴン」のドッキング方式として、「こうのとり」のランデブー・キャプチャー技術が採用され、JAXAはシグナス運用の訓練やオペレーション支援を受託。また、安全評価の支援作業を行っている。
  - その他、アポジエンジンやISS用リチウムイオン電池などで日本企業の海外受注につながっている。
  - ソフトウェアの安全評価手法は、自動車業界、航空機業界等の非宇宙産業へも適用されている。

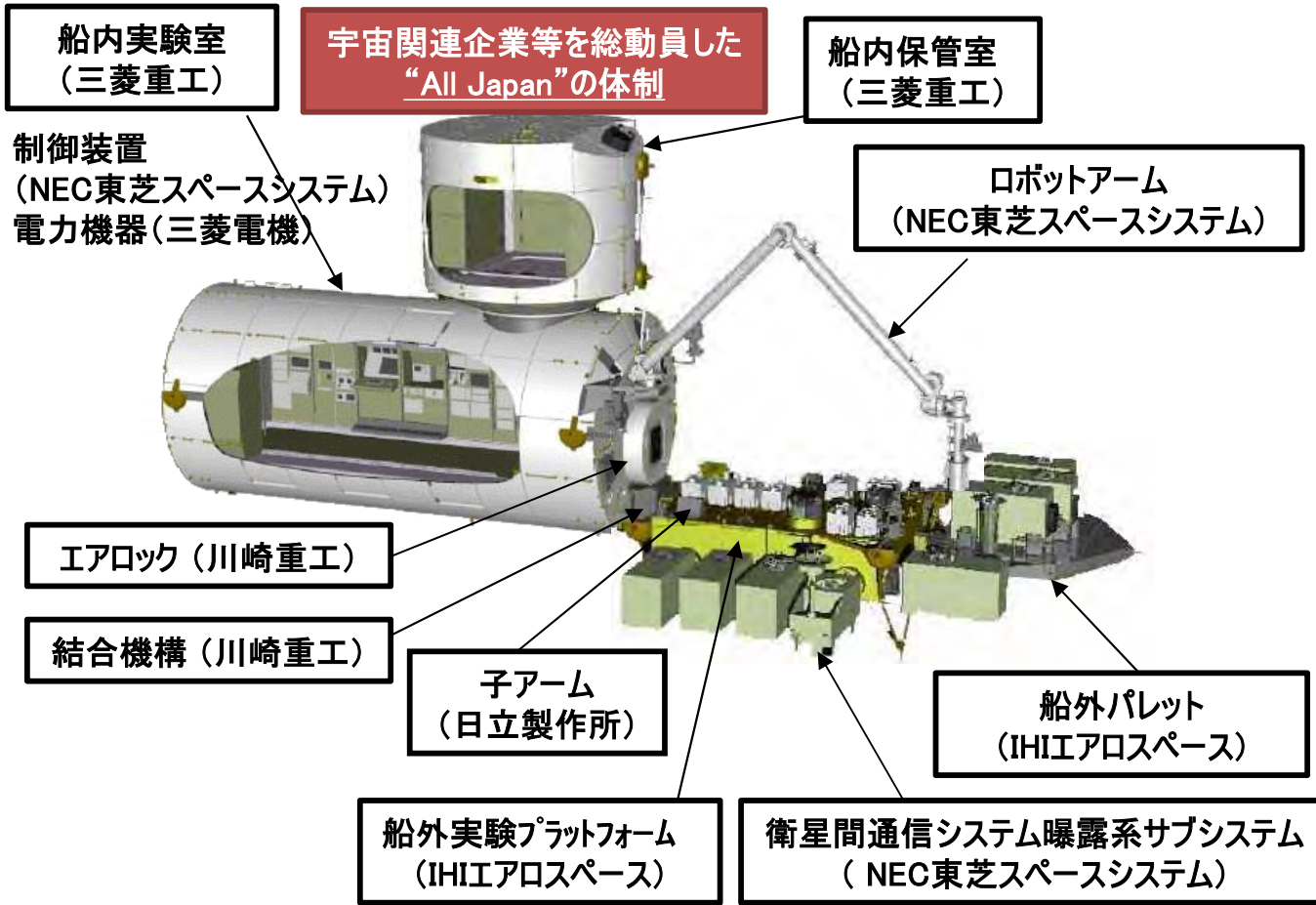
### 【今後の課題】

- 将来においても我が国宇宙産業が有人宇宙分野における国際的な競争力を持ち続けるためには、2020年以降のISSやそれに続くプログラム等により、日本の有人宇宙技術基盤の維持・向上、技術の継承、人材の継続的な育成が必要。
- 今後多くの国の参画が予想される国際宇宙探査において我が国宇宙産業が中核的な位置付けを獲得するためには、唯一の軌道上実験施設である「きぼう」をテストベッドとして活用し、宇宙探査に向けた新たな技術を産業界とともに実証・習得していく必要がある。

## 2. 産業の振興(2/6)

### ■ 多くの日本企業が関わる「きぼう」日本実験棟の開発・運用

- 日本実験棟「きぼう」の開発及び運用に関わった企業数は、国内約650社(※)。
- 「きぼう」の開発・運用への参画は、企業における高度かつ裾野の広い有人宇宙技術の習得に繋がり、結果、産業基盤の維持と成熟に大きく貢献。
- 参加企業は、技術力を国内外にアピールでき、海外企業との新たなビジネスチャンスの獲得や将来の国際共同プロジェクトにおけるポジション担保にも繋がる。



### 支える中小企業の技術例

←プラズマ浸炭処理技術を活かし、軽く強く、耐食性が優れるボルト。200回以上の繰り返し締め付け・緩めにも焼き付きを起こさない。  
ISS-きぼう結合チタンボルト(榊田中・大阪市)

←アルミニウムやステンレスを0.01ミリ単位で加工。送風口に取り付ける羽の角度を1枚ずつ微調整し適音に。  
船内実験室の空調設備 (川西航空機器工業(株)・兵庫県)

←国際宇宙ステーション関連部品などのマーキングや超精密溶接 (東成エレクトロビーム(株)・東京都)

↑タンパク質結晶生成装置・溶液結晶化観察装置内 CCDカメラ(竹中システム機器(株)・京都府)

アルミ合金180kgから4.8kgまでの、  
→ 高品質かつ高精度な切削加工  
ステーション骨組(榊瑞木製作所・愛知県)

※該当企業ホームページ情報及び報道内容による



# 2. 産業の振興(3/6)

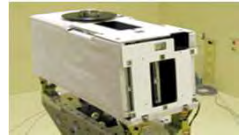
## ■ 「こうのとりのり」開発・運用で我が国の宇宙技術は世界トップレベルへ到達

- これまで蓄積されてきた国内宇宙企業の先端技術を結集し、国家基幹技術として開発。国内約400社が開発・製造・運用に参画。
- 2009年～2016年に合計7機を打上げ予定。定期的な製造・運用は、アンカーテナンシーとして参加企業の技術基盤維持にも寄与。
- 2011年のスペースシャトル退役後は、大型船外機器、船内実験ラックを輸送できる唯一の手段であり、ISS全体の運用を支える重要な役割を担う。
- 将来、軌道間輸送の技術として、国際宇宙探査や低軌道輸送サービス等に生かせる。

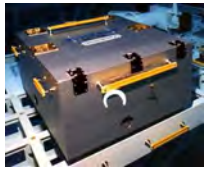
「こうのとりのり」のみが輸送可能な物資



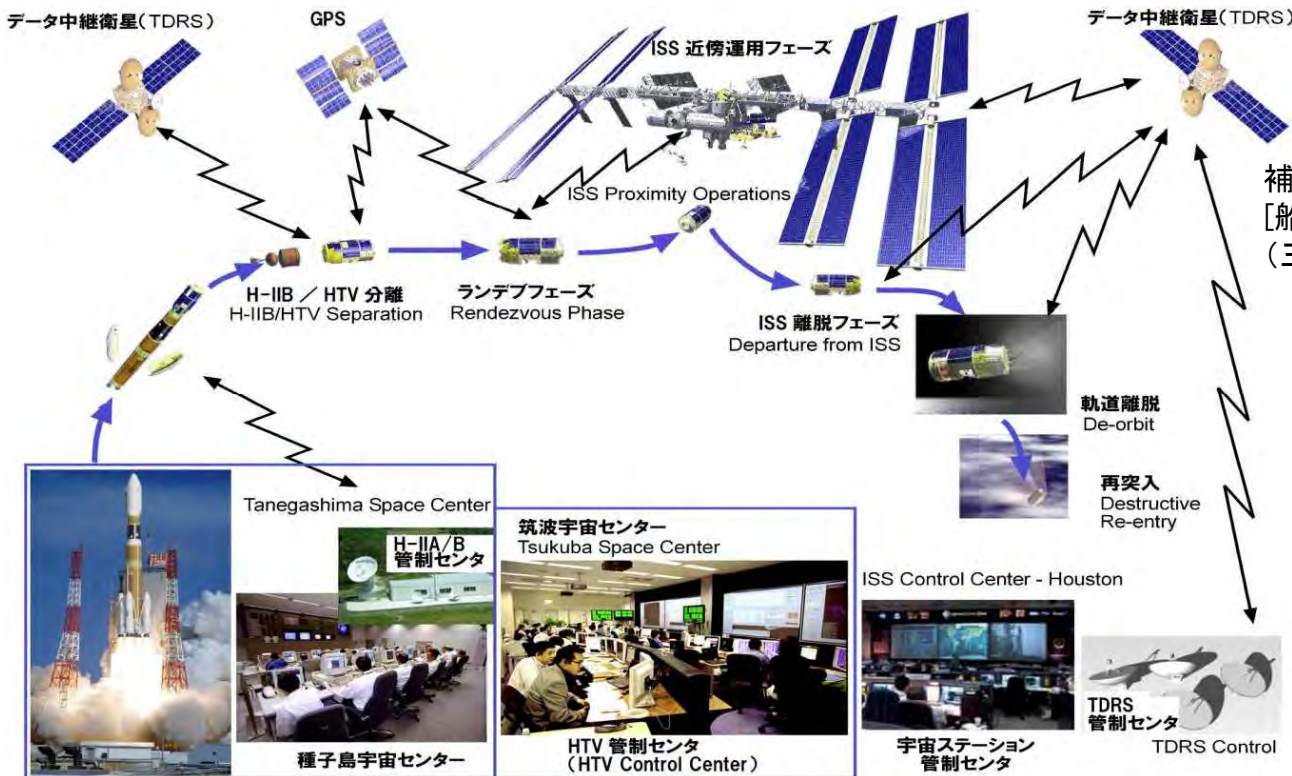
船内実験ラック



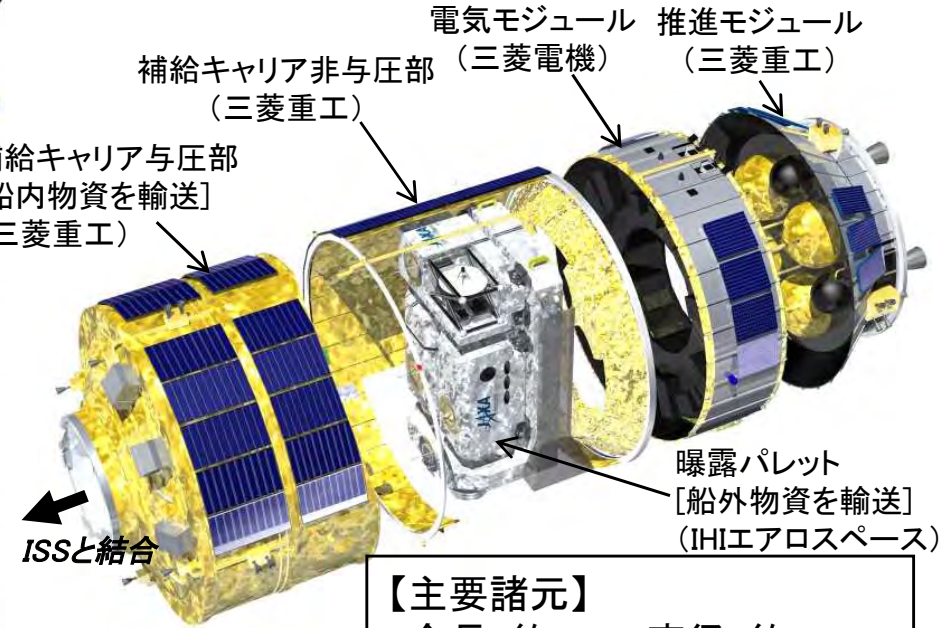
大型船外実験装置



大型船外機器 (ISSシステム補用品)



(運用概念図)



(機体概要)

- 【主要諸元】**
- ・全長: 約10m, 直径: 約4.4m
  - ・質量: 約10.5トン(補給品除く)
  - ・補給品搭載能力: 最大6トン

## 2. 産業の振興(4/6)

### ■ ISS計画で習得した技術が海外受注につながった例

#### ● 「このとり」の近傍接近システム（通信装置）

- 三菱電機が「このとり」用に開発した安全にISSにドッキングさせるための近傍通信システムが、米オービタルサイエンス社の宇宙貨物輸送機「シグナス」(右図)に採用されている。  
(<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2009/1022-a.html>)
- 受注総額は約60億円(6,600万米国ドル)で、2010年から2014年にかけて9機分を順次納入する予定。

#### ● 米国民間輸送機（シグナス）のランデブー運用支援

- HTVで開発したランデブー・キャプチャー技術は、ISSに併進しながら徐々に接近し、距離10mの真下からゆっくりと上昇し、ISSのロボットアームによって捕獲する技術。従来の方式と比べてISSへの衝突の危険性が低く、安全性が高い。
- 「このとり」技術実証機(1号機)の成果を受け、米国の民間ISS補給機「シグナス」や「ドラゴン」のドッキング方式として採用された。
- 「シグナス」は、HTVで開発した近傍接近システムを使用するため、JAXAはシグナス運用の訓練やオペレーション支援を受託した。また、安全評価の支援作業を行っている。(右図)  
(<http://www.orbital.com/Antares-Cygnus/2009-2011/>)



米国民間補給機がISSへ接近するイメージ



トランスポンダ



ダイプレクサ



安全評価管理



オペレーション



## 2. 産業の振興(5/6)

### ■ ISS計画で習得した技術が海外受注につながった例

#### ● 「このとり」のアポジエンジン

- IHIエアロスペースは、HTV3号機以降に搭載する500Nスラスタ(HBT-5)と120N RCSスラスタ(HBT-1)を開発。世界初のモノメチルヒドラジンを燃料とするスラスタで、従来の輸入スラスタと比較して幅広い作動範囲で熱安定性を達成するなど、運用性を向上させた。
- JAXAとのスラスタ開発をもとに開発した静止軌道投入用の500Nの推力を有するアポジエンジンは、世界最高性能の燃費を誇り、54台の輸出実績と33台の打上げ実績を持つ。海外顧客からも高い評価を得ている。  
(<http://www.ihico.jp/ia/product/satellite.html>)



アポジエンジン(左)と元になった500Nスラスタ(右)

#### ● 国際宇宙ステーション用リチウムイオン電池

- 株式会社GSユアサの100%出資会社GSユアサリチウムパワー社は、国際宇宙ステーション用のリチウムイオン電池を受注した。2016年以降、順次軌道上の現行品と換装される予定。
- 同電池は、H-IIBロケットや人工衛星・HTV等で開発された宇宙用リチウムイオン電池の同等品で、現在ISSに使用されているニッケル水素電池と比べ質量・体積ともに約3倍の高エネルギー密度を実現している。
- 高い信頼性とISSの厳しい安全要求を満たした大容量(200Ah)リチウムイオン電池の「このとり」での実証実績は、本電池を受注することにつながった。( [http://www.gs-yuasa.com/jp/nr\\_pdf/20121130.pdf](http://www.gs-yuasa.com/jp/nr_pdf/20121130.pdf) )



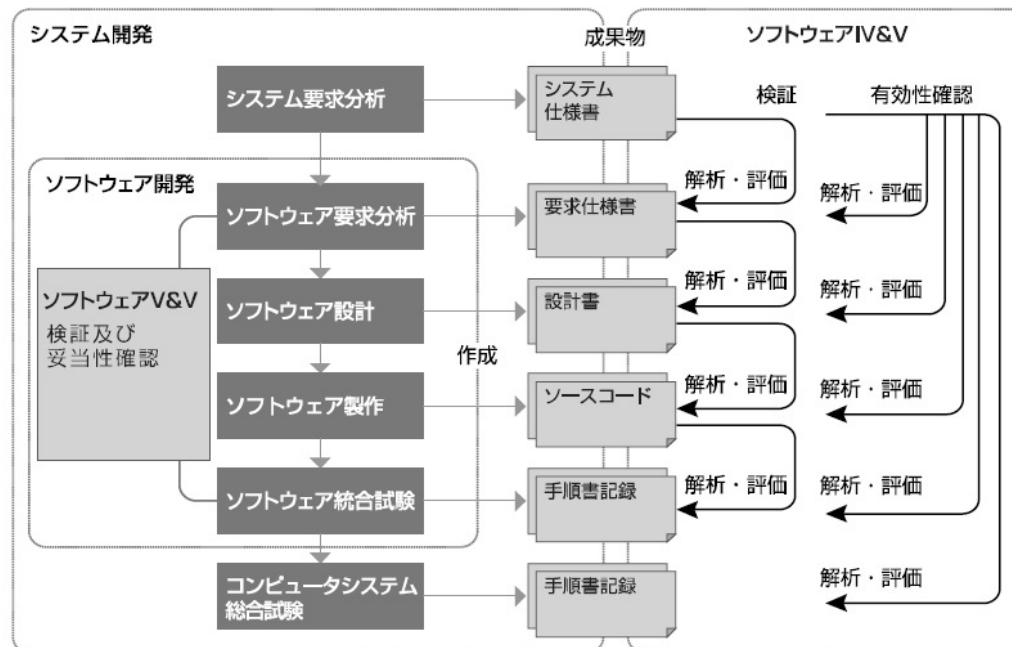
宇宙用リチウムイオン電池

## 2. 産業の振興(6/6)

### ■ 地上の他産業分野への展開例 ～ソフトウェアの安全評価技術

#### ● ソフトウェアの安全評価技術が航空機や自動車開発に活用 ～安心・信頼性向上への貢献～

- 宇宙産業：  
JAXAは、独立検証評価技術(IV&V技術)をH-IIA/H-IIIB/イプシロンのロケット及び衛星のソフトウェアにも適用し、開発手戻りの低減、運用段階での高い信頼性・安全性の確保を実現した。
- 地上産業：  
宇宙分野で培ったIV&V技術が、航空機業界や自動車業界に展開され活用されている。また、JAXAのIV&V技術解説書は、ガイドブック及びハンドブックとして産業界に配付され、多くの業界で使用されている。更に、経済産業省の「製品・システムにおけるソフトウェアの信頼性・安全性等に関する品質説明力強化のための制度構築ガイドライン」に繋がり、産業界における高信頼ソフトウェアの検証・評価のルール作りに貢献。



IV&Vとは、ソフトウェアの開発組織とは独立した組織が、独立した技術及び開発組織に影響を受けずに、ソフトウェアの課題や問題を洗い出し、潜在するリスクを軽減する活動

ソフトウェア独立検証と有効性確認(IV&V)のイメージ

# (参考) 有人宇宙技術のスピノフ事例



- 消臭機能を有する新素材「ムッシュオン」東レ(株)
- 「ムッシュオン」を使った高機能ビジネスシャツ「ハイブリットセンサー」フレックスジャパン(株)



ゴールドウィンHPより

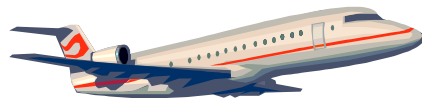
- 加齢臭と汗の匂いを大幅に減らす宇宙下着の技術が応用された消臭下着、枕カバー (株)ゴールドウィン



- 宇宙服の研究開発を基にした暑熱環境下での作業に役立つ冷却ベスト (公財)日本ユニフォームセンター/日本帝国繊維(株)



- 日本人宇宙飛行士用に開発された宇宙食カレーハウス食品(株)



- 宇宙分野で培った独立検証評価技術 (IV&V技術) が、航空機業界や自動車業界に展開され活用



コンフォーカルサイエンスHPより

- タンパク質の立体構造解析向けの実験キット「C-Tube」 (株)コンフォーカルサイエンス

- 微小重力環境を模擬する理化学実験装置「3Dクリノスタット」 (株)エイ・イー・エス



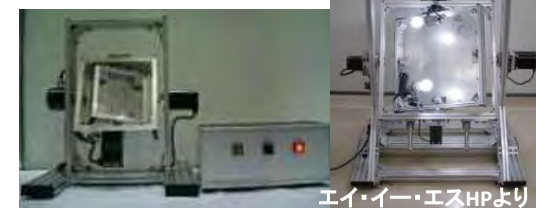
千代田アドバンスト・ソリューションズHPより

- 細胞医療の効率性と安全性を高める「自動細胞加工培養システム」 (株)メディネット、千代田アドバンスト・ソリューションズ(株)、(株)アステック、(株)細胞科学研究所、ニプロ(株)



エイ・イー・エスHPより

- 水棲生物飼育用の水質浄化バイオフィルター (株)エイ・イー・エス



エイ・イー・エスHPより



エイ・イー・エスHPより

- 宇宙飛行士模擬訓練・体験サービス (株)エイ・イー・エス