

ナノの世界から未来が変わる 「きぼう」日本実験棟から生まれる実験成果に 期待が高まります

地球上に存在するさまざまな物質。

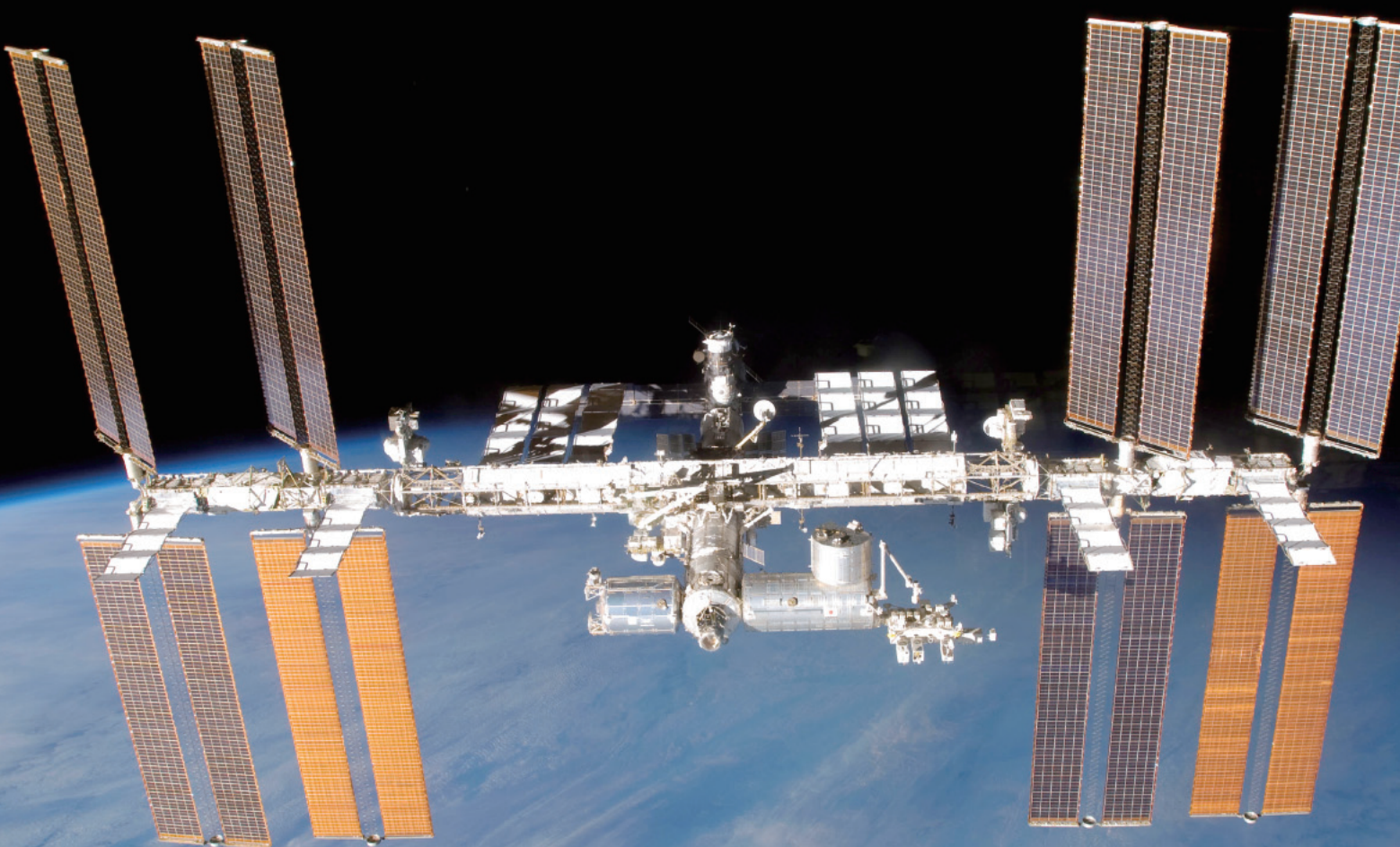
私たち人類は文明誕生以来、それらを加工して豊かな暮らしを獲得してきました。

そして今、新しい材料を生み出す研究所として期待されているのが国際宇宙ステーションです。

国際宇宙ステーションの「きぼう」日本実験棟では、ナノという原子・分子スケールでのパターン形成に

よって、さまざまな分野で利用可能な材料をつくる試みが行われています。

宇宙が育む私たちの未来のために、JAXAのチャレンジは世界をリードします。



実験概要

ナノスケルトン実験

実験期間：10日
実験温度：約40℃

試料容器には2種類の溶液が入られ、中央をクリップで止められた状態で保管されます。

宇宙飛行士が、クリップを外してかくはんし混合を行います。約40℃に保管して、ナノスケルトンをゆっくりと生成させます。

この実験は、JAXA、東京理科大学、東北大学、信州大学、横浜国立大学が共同して進めています。

反応前後の様子をスチルカメラなどで撮影します。地上に回収し、重力の影響などの解析を行います。

2010年2月打上

2010年4月帰還

2次元ナノテンプレート実験

実験期間：3ヶ月～3.5ヶ月
実験温度：約4℃

ペプチド溶液と透析膜に入った基板ホルダが中央のクリップで隔てられた状態で打上げられます。

宇宙飛行士は混合のため、クリップを外します。ペプチドは拡散によって半透膜を通過し、基板に並んでいきます。

この実験は、JAXA、名古屋工業大学が共同して進めています。

反応前後の様子をスチルカメラなどで撮影します。専用の容器で冷蔵保管して地球に持ち帰ります。

2010年4月打上

2010年8月帰還

独立行政法人
宇宙航空研究開発機構

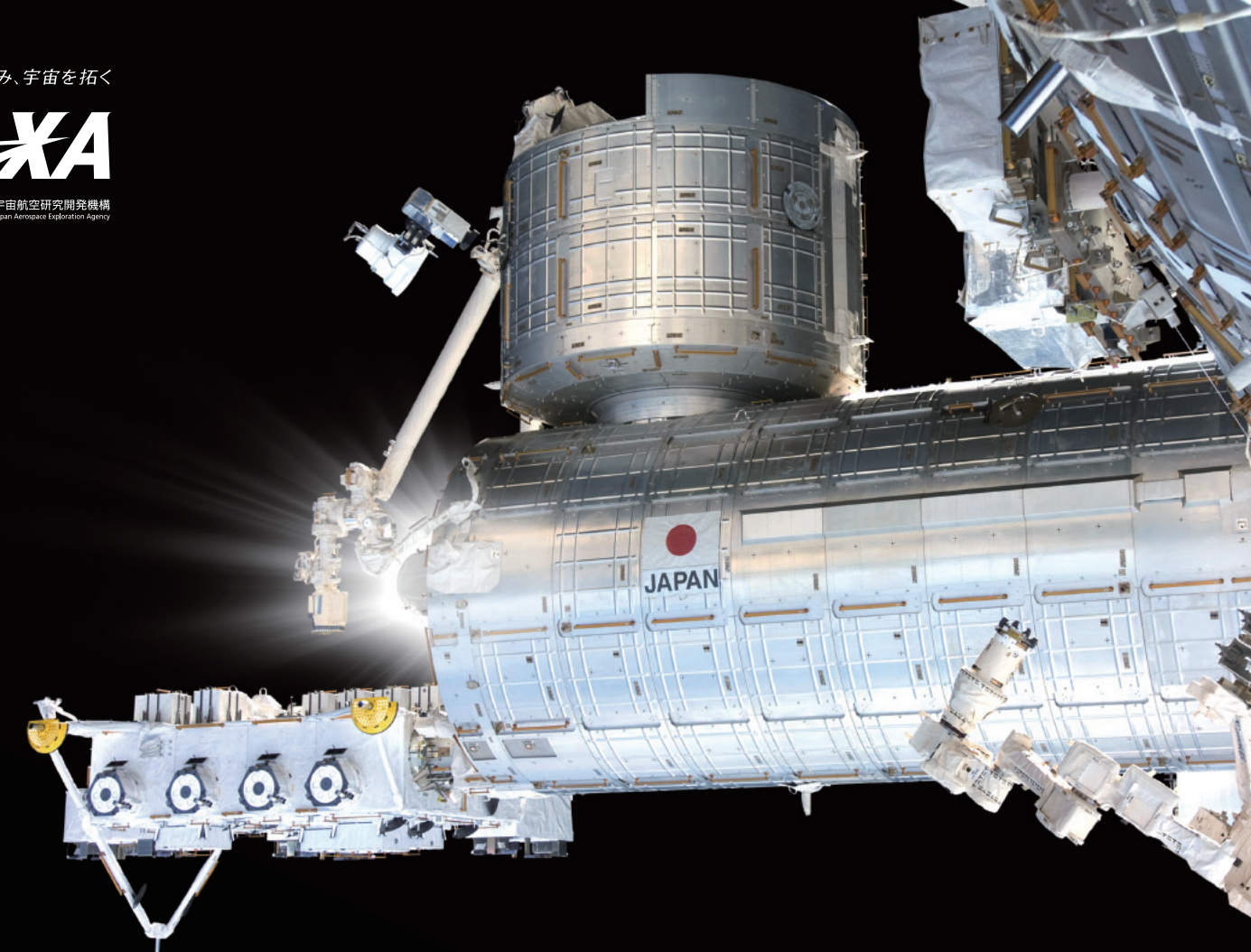
筑波宇宙センター 〒305-8505 茨城県つくば市千現2丁目1-1
TEL. 029-868-3074 (ISS広報代表) FAX. 029-868-3950
宇宙実験ホームページ……………<http://kibo.jaxa.jp/experiment/>

空へ挑み、宇宙を拓く



リサイクル適性(A)
この印刷物は、印刷物の紙をリサイクルできます。

空へ挑み、宇宙を拓く



宇宙の恵みが拓く 暮らしを豊かにする材料創成

国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟での

ナノスケルトン作製実験

2次元ナノテンプレート作製実験

Nanoskeleton 2D Nano Template

In International Space Station

高機能素材の生成を目指して ナノスケルトン作製実験

環境やエネルギーなど、多くの分野で期待される高機能素材づくりがはじまります。今回の実験で生成される素材はナノスケルトンと呼ばれています。ナノスケルトンとは、多孔質で骨格自体が高い機能性を有する材料で、わずか2種類の液体を混合するだけという簡便な方法で生成することができます。宇宙ではナノスケルトン生成時に悪影響を及ぼす対流や重さの違いによる液体の分離(例:水と油)を最小限にできるため、地上では困難な規則性の高いナノパターンを得ることができると期待されます。ここで得られた結果と計算化学シミュレーション、そして地上での実験を組み合わせ、地上で一番良いナノスケルトン生成条件を見出します。地上で大量生産することで、環境・エネルギー問題の解決や、医薬品等への応用が期待されています。

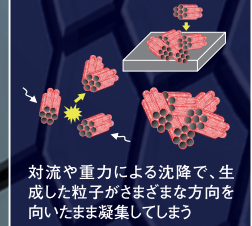
地上での問題点

▼結晶壁の欠陥生成



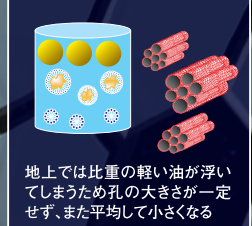
棒状ミセル表面のチタニア微結晶は、熱対流等の流れがある環境では分子の配列に乱れが生じ欠陥が生じてしまう

▼無秩序な凝集体の発生



対流や重力による沈降で、生成した粒子がさまざまな方向を向いたまま凝集してしまう

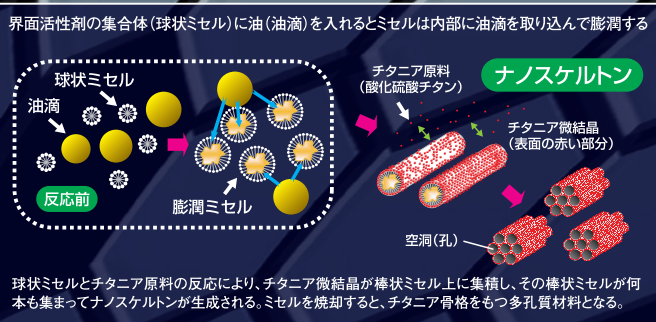
▼孔径の縮小・不均一化



地上では比重の軽い油が浮いてしまうため孔の大きさが一定せず、また平均して小さくなる

宇宙実験によりこうした問題による悪影響を正確に知ることができ、最適なナノスケルトン製造予測に役立ちます。

ナノスケルトンができるまで

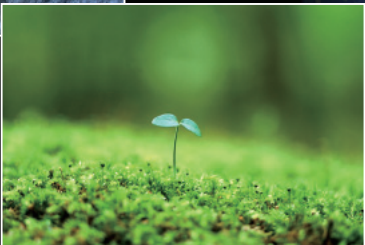


「きぼう」が生み出す 高機能触媒

複雑な工程を必要とせずに生成することができるナノスケルトンですが、高機能を持つ素材をつくるためには克服すべき課題がいくつかあります。地上とは違う環境下にある宇宙は重力の影響を最小限に抑えることができるので、理想的なナノスケルトンをつくることができます。

環境を浄化する有効材料として

ナノスケルトンが持つ光触媒作用は環境の浄化に応用できるものとして期待されています。光にあたって生じる強力な酸化力は、排ガスに含まれる窒素酸化物や硫酸酸化物を除去するほか、飲み水に含まれる有機塩素化合物を分解除去する効果もあります。また脱臭や抗菌、防汚といった分野での利用の可能性も広がっています。私たちはこの素材開発によって、世界的な地球環境問題への取り組みに積極的に貢献していきます。



より効果的な医薬品の開発

医薬品の分野でもナノスケルトンは有効です。ナノスケルトンの微細な孔に薬物を保持することにより、薬物を徐々に放出するカプセルとしての利用も期待されます。



分子の動きをコントロールして 次世代を彩る新素材を創成します

宇宙を舞台に新しい素材開発への扉が開きます。

現在話題となっているナノ素材(1ナノは10億分の1メートル)は、分子レベルでありながら

ユニークなパターンを形成し、これまでにはない特徴を持つことから世界中の注目を集めています。

今回実験されるナノ素材は、環境やエネルギー分野、半導体分野での活躍が見込まれていますが、そのパターン形成を利用した製品製造には、解決すべき問題点もあります。

それは地上のどこにいても加わる、重力という見えない力が大きく影響するということ。

宇宙での実験はこれを最小にして、分子にかかるさまざまな力を抑えることができます。

地上では生成が難しい材料をつくることができれば、私たちの生活への貢献はますます広がることになります。

エネルギー分野の革命的素材

ナノスケルトンの特質はエネルギー分野でも注目されています。ナノスケルトンに増感色素を加えた高機能色素増感太陽電池は、現在のものより高出力・低コストが見込めるだけでなく、有害な金属を含まないので環境面でも心配がありません。また原油からガソリンなどを取り出した後に残る重油を、触媒を使ってガソリンに変える技術にもナノスケルトンの機能は重要です。私たちは宇宙での実験を通じて、新しいエネルギー技術の創出への道を拓いていきます。



重油をガソリンへ変える技術が確立できれば、貴重な石油資源を有効に使うことができます。



酸化チタンに色素を加えて可視光を吸収させることで、出力が大幅に向上した高効率な太陽電池パネルの開発が期待できます。

宇宙船内の空気を浄化します

現在、宇宙ステーション内では空気清浄機によって船内の空気が清潔に保たれています。フィルター部分に吸着力に優れた光触媒能を有するナノスケルトンを使うことによって、効率よい空気の浄化が可能になります。



高品位の半導体素材を目指して

2次元ナノ テンプレート作製実験

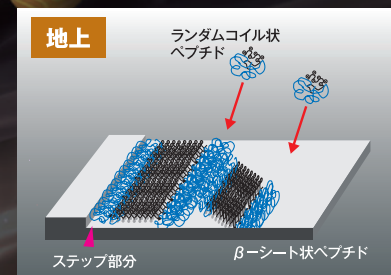
宇宙で形成されるナノレベルの物質が規則的に配列したマスクパターンからナノテンプレートをつくり、それを地上で製造用基板に転写して製品化することで、小型化・高機能化が進む半導体に応用しようというのがこの実験です。ナノテンプレートを使用してGaN等の電子材料基板を作製すると、基板中の欠陥が大幅に減少し、電子材料の大幅な省エネルギー化や高速化が図れるとともに、作製が難しい新電子材料を高効率・低コストで製造することが可能となります。

宇宙のゆりかごで育まれる ナノテンプレート

地上でもナノテンプレートをつくる試みは行われています。しかし沈み込みや対流が起こる重力下では、求める規則的なナノマスクパターンを得ることは難しいのが現実です。そこでこうした影響の少ない宇宙で実験が行われます。

地上での問題点

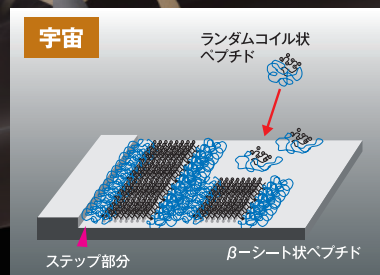
地上



ランダムコイル状ペプチド

対流により分子の付着速度が速くなり、規則正しい配列の形成を阻害する

宇宙

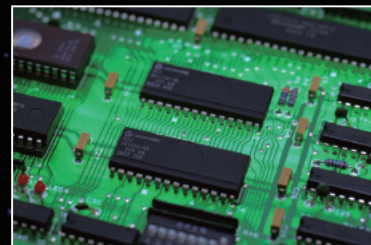


ランダムコイル状ペプチド

微小重力のもとでは、拡散によってゆっくり自己組織化が進む

そして私たちの暮らしがもっと豊かに

ナノテンプレートは、電子機器向けの半導体素子になります。地上に比べて良質の鋳型パターンがつくれるため、欠陥の少ない優れた特性をもつ化合物半導体基板の低コスト量産が期待できます。また、日本がトップシェアを誇る青色発光ダイオードへの利用や、近年の通信の大容量化に必要な増幅素子としての利用も期待されています。



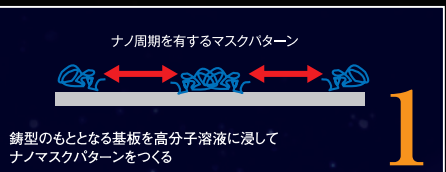
現在の水準でつくられる半導体素子より、さらに高性能化を実現するナノテンプレートによって、コンピュータの演算速度を飛躍的にアップさせることや省エネ化が期待されています。産業分野で重要な役割を担うコンピュータシミュレーションの能力が上げられ、製造のコストダウンやスピードアップが図れます。



発光ダイオードは電流を流すと光を出す半導体素子のことです。効率が良く耐久年数も長いので、最近では信号機に発光ダイオードが使われる割合が多くなっています。さらに街中の大型ディスプレイや電車の行き先表示板など、化合物半導体素子が生活の中に浸透しつつあります。ナノテンプレート実験は、身近なところへの大きな貢献が期待できます。

新素材の創成から産業化へのプロセス

1



ナノ周期を有するマスクパターン

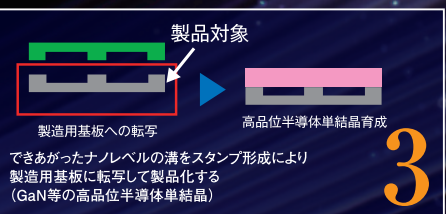
鋳型のもとなる基板を高分子溶液に浸してナノマスクパターンをつくる

2



形成したナノマスクパターンから地上でのネガコピー技術によってナノテンプレートをつくる

3



製品対象

製造用基板への転写

高品位半導体単結晶育成

できあがったナノレベルの溝をスタンプ形成により製造用基板に転写して製品化する(GaN等の高品位半導体単結晶)