

**令和6年度地球観測技術等調査研究委託事業  
“将来衛星システムにかかる技術調査分析”  
中間成果報告 技術調査・分析資料【詳細版】**

**-電源技術-**

アルサーガパートナーズ株式会社  
2024/10/11



# 目次

---

- 1. はじめに/調査方針**
- 2. 調査報告**

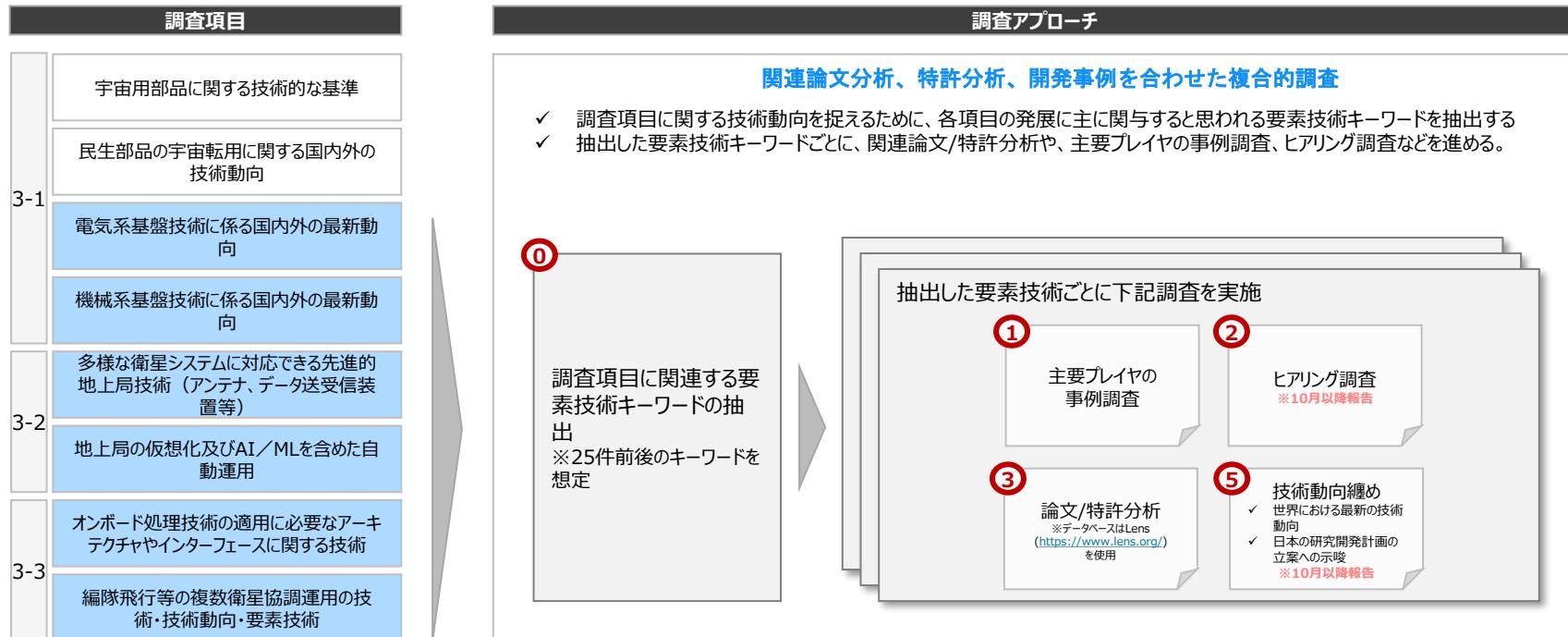
# はじめに

本資料は、文部科学省殿から委託された下記委託業務について、中間段階での成果を報告するものである

令和6年度 地球観測技術等調査研究委託業務  
将来衛星システムにかかる技術調査

# 調査方針：関連論文分析、特許分析、開発事例を合わせた複合的調査

下記調査項目については、まず関連する要素技術のキーワード抽出を行い、各要素技術について、web調査だけでなく、論文/特許分析、ヒアリング調査も含めて複合的に技術動向をリサーチしている



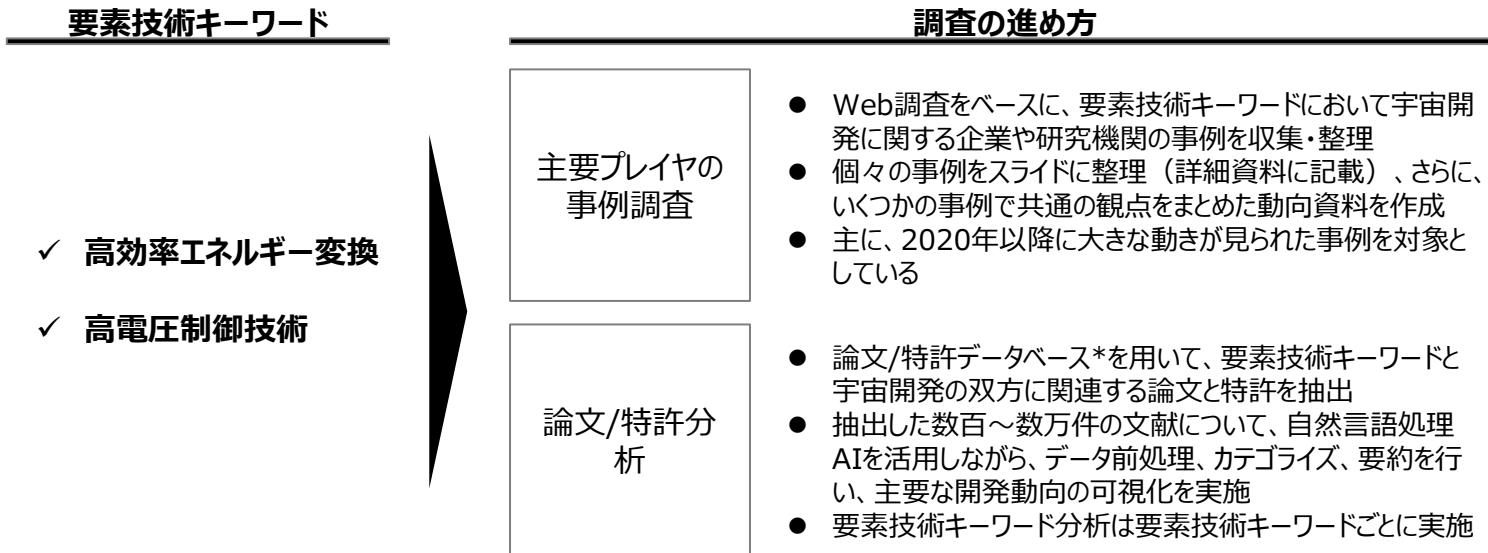
# 目次

---

1. はじめに/調査方針
2. 調査報告

# 電源技術調査の要素技術キーワードと進め方

宇宙空間での電源の確保や利用に関する、高効率エネルギー変換（太陽電池、新型電池、核エネルギー活用含む）、および高電圧制御技術を対象として開発動向を調査・整理した



\*データベースはLens(<https://www.lens.org/>)を使用

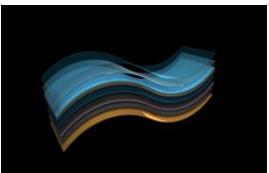
---

## 主要プレイヤの 事例調査結果

## 宇宙向けの太陽電池製造技術の開発

宇宙用の太陽電池製造技術が進化しており、高効率・高耐久性・軽量化・柔軟性など、宇宙環境に適した特性を持つ製品の開発が活発化している。具体的には、トリプルジャンクションGaAs太陽電池や、月面のレゴリスから太陽電池を自律製造する技術、CIGSとペロブスカイトを用いた次世代タンデム太陽電池モジュールなど様々な開発が進んでいる。

### 関連する開発事例

組織名	概要	発表年	出典
 AZUR SPACE A 5N PLUS COMPANY	AZUR SPACE Solar Power GmbHは、トリプルジャンクション技術を用いた高効率GaAs太陽電池「3G30-Advanced」を開発している。同製品は、III-V族化合物半導体材料をゲルマニウム基板上に成長させ、高いエネルギー変換効率を実現している。製造プロセスの最適化と高度なインプロセス制御により、高スループットと高信頼性を両立し、人工衛星や宇宙探査機の電源として広く利用されている。	-	<a href="https://www.azurspace.com/index.php/en/technology">https://www.azurspace.com/index.php/en/technology</a> <a href="https://www.azurspace.com/index.php/en/products/products-space/space-solar-cells">https://www.azurspace.com/index.php/en/products/products-space/space-solar-cells</a>
	Blue Originは、月面のレゴリスから太陽電池を自律製造するシステム「Blue Alchemist」を開発している。溶融レゴリス電解により高純度シリコンを生成し、太陽電池を製造する技術である。副産物として酸素も得られ、推進や生命維持に活用可能であり、持続的な月面活動を支える基盤技術となることが期待されている。	2023	<a href="https://www.blueorigin.com/news/blue-origin-awarded-nasa-partnership-to-turn-lunar-regolith-into-solar-power-systems-on-the-moon">https://www.blueorigin.com/news/blue-alchemist-powers-our-lunar-future</a>
	Flexell Spaceは、Airbus Defence and Space GmbHと共に、CIGSとペロブスカイトを組み合わせた次世代の宇宙用タンデム太陽電池モジュールを開発している。従来より50%以上軽量で柔軟性を持ち、同等の性能と効率を維持することを目指している。小型衛星や曲面を持つ宇宙機の表面にも適用可能な設計であり、宇宙産業の進化に寄与すると期待されている。	2024	<a href="https://www.hanwha.com/newsroom/news/press-releases/hanwha-systems-flexell-space-collaborates-with-airbus-on-next-generation-space-solar-cell-development.do">https://www.hanwha.com/newsroom/news/press-releases/hanwha-systems-flexell-space-collaborates-with-airbus-on-next-generation-space-solar-cell-development.do</a>

# 宇宙向けの柔軟な太陽電池技術の実現

宇宙向けの柔軟で軽量な太陽電池技術の開発が加速している。従来の剛性が高いガラスで覆われたソーラーアレイに代わり、CIGS薄膜、極薄型シリコンヘテロ接合セル、微小太陽電池を編み込んだメッシュ素材など、新たな素材と構造が採用されている。低成本で長寿命の電源を必要とする衛星コンステレーションの増加に伴い、この分野の技術革新が重要視されている。

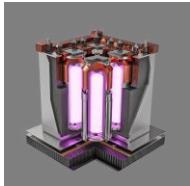
## 関連する開発事例

組織名	概要	発表年	出典
 Ascent Solar Technologies, Inc.	Ascent Solar Technologiesは、宇宙環境向けの高効率CIGS薄膜太陽電池「Titan」を開発。「Titan」は17.55%の変換効率で、一平方フィートあたり17Wを提供する。超軽量で柔軟性と耐久性に優れ、単独またはアレイで使用可能。多様な構成に対応し、部品点数の削減で組み立てや試験の効率化を実現。小型から大型衛星、深宇宙ミッションまで幅広く適用可能で、宇宙機の設計自由度と運用効率を向上させる。	-	<a href="https://ascentsolar.com/space">https://ascentsolar.com/space</a> <a href="https://investors.ascentsolar.com/news-details/2023/Ascent-Solar-Develops-Titan-A-Solar-Module-Optimized-for-Space-using-17.55-Record-Efficiency-Technology-Eyes-Q1-for-Initial-Product-Deliveries/default.aspx">https://investors.ascentsolar.com/news-details/2023/Ascent-Solar-Develops-Titan-A-Solar-Module-Optimized-for-Space-using-17.55-Record-Efficiency-Technology-Eyes-Q1-for-Initial-Product-Deliveries/default.aspx</a>
 mPower	mPowerは、微小太陽電池を髪の毛ほどの幅で編み込んだ柔軟で軽量なメッシュ状太陽電池素材「DragonSCALES」を開発。従来の剛性が高いソーラーアレイに比べ、柔軟性と軽量性に優れ、宇宙機の重量と体積を削減できる。標準的な半導体・太陽電池の微細加工技術で大量生産が可能でコスト削減を実現。形状や設計のカスタマイズが容易で、LEO衛星から軍事・アウトドア用途のポータブル電源まで幅広く応用が期待されている。	2024	<a href="https://mpowertech.com/dragonscales-to-power-up-small-satellite-in-december-2/">https://mpowertech.com/dragonscales-to-power-up-small-satellite-in-december-2/</a> <a href="https://mpowertech.com/technology/">https://mpowertech.com/technology/</a>
 Solestial	Solestialは、放射線損傷を低温で自己修復可能な宇宙用極薄型シリコンヘテロ接合太陽電池を開発。セル厚は最小20μmで、独自の欠陥制御により65~90°Cの宇宙環境下で放射線損傷を回復させ、高効率を長期間維持する。商用シリコンウェハを使用し、自動化された生産設備で大量生産が可能。セル効率20%を達成し、柔軟で超薄型のため軽量なソーラーブランケットに最適。衛星コンステレーションや宇宙開発プロジェクト向けに、低成本で長寿命の電源ソリューションを提供する。	-	<a href="https://solestial.com/the-cea-validates-solestials-breakthrough-radiation-curing-technology/">https://solestial.com/the-cea-validates-solestials-breakthrough-radiation-curing-technology/</a> <a href="https://solestial.com/product/solar-cell/">https://solestial.com/product/solar-cell/</a> <a href="https://solestial.com/product/flexible-solar-power-modules/">https://solestial.com/product/flexible-solar-power-modules/</a>

# 核エネルギーを活用したコンパクトな電源システム

放射性同位体の核崩壊を利用したコンパクトな電源システムが注目されている。素材科学と核燃料製造の革新により、トリチウムやアメリシウム-241などの豊富で入手可能な同位体を活用し、長期間にわたり安定した電力を供給可能な装置が実現している。これらのシステムは、宇宙や深海などの過酷な環境下で、センサーや通信機器、小型衛星、ローバーなどに利用されている。

## 関連する開発事例

組織名	概要	発表年	出典
 City Labs, Inc.	City Labs社は、トリチウムのベータ崩壊を利用した長寿命電池「NanoTritium™」を開発。トリチウムの緩やかな崩壊で発生する電子を電力に変換し、20年以上にわたり低電力のマイクロ電子機器へ連続的に電力を供給可能。化学反応に依存せず、温度変化や放射線の影響を受けないため、過酷な環境下でも高い信頼性を実現。小型軽量な設計により、センサーや小型衛星などへの組み込みが容易。	2024	<a href="https://citylabs.net/long-lasting-space-power-sources/">https://citylabs.net/long-lasting-space-power-sources/</a> <a href="https://citylabs.net/products/">https://citylabs.net/products/</a>
 UDRI	UDRIは、アメリシウム-241を熱源とした高効率スターリング発電技術を用い、月面ミッション向けのプラグアンドプレイ式パワーシステム「Harmonia」を開発。アメリシウム-241の放射性崩壊による熱を利用し、長期間にわたり安定した電力供給が可能。コンパクトな設計とプラグアンドプレイのアーキテクチャにより、ローバーや通信機器など多様な機器に宇宙飛行士が容易に電源を供給できる。	2023	<a href="https://udayton.edu/udri/news/2023-07-25-to-the-moon-and-beyond.php">https://udayton.edu/udri/news/2023-07-25-to-the-moon-and-beyond.php</a>
 Zeno Power	Zeno Powerは、21世紀の素材科学と核燃料製造の革新により、豊富で利用可能な同位体を用いた新設計のラジオアイソトープ電源システム（RPS）の商用化を進めている。放射性同位体の壊変による熱をクリーンエネルギーに変換するコンパクトな装置である。従来のプルトニウム238などに代わる新たな同位体の採用により、大量生産が可能となり、商業および政府の需要に迅速に対応。宇宙探査や海底観測など、過酷な環境での電力供給に活用され、ミッション期間の延長に貢献。	2021	<a href="https://www.zenopower.com/">https://www.zenopower.com/</a>

## 宇宙向けの新規電池技術の開発

宇宙向けの新規電池技術の開発が活発化している。これらの技術は、安全性、エネルギー効率、長寿命、極限環境での動作を重視している。具体的には、広い温度範囲で動作可能な全固体リチウムイオン電池、重希少鉱物を使用しないリチウム硫黄電池、衛星用ニッケル水素電池の再開発によるグリッド規模エネルギー貯蔵システムなどが挙げられる。。

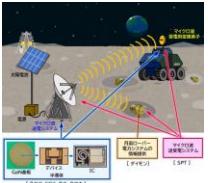
### 関連する開発事例

組織名	概要	発表年	出典
 EnerVenue	EnerVenueは、NASAの衛星用に開発されたニッケル水素電池技術をグリッド規模のエネルギー貯蔵システムに適用することで、コスト競争力のあるエネルギー貯蔵システムを開発している。長寿命（3万回の充放電）、高効率（90%の往復効率）、高い安全性などの特性により、再生可能エネルギーの貯蔵やグリッドの安定化への応用が期待される。	2023	<a href="https://spectrum.ieee.org/grid-scale-battery-storage-nickel-hydrogen">https://spectrum.ieee.org/grid-scale-battery-storage-nickel-hydrogen</a> <a href="https://enervenue.com/energy-unrestricted/">https://enervenue.com/energy-unrestricted/</a>
 JAXA, 日立造船	JAXAと日立造船は、全固体リチウムイオン電池『Space As-Lib』を宇宙環境での使用を目指して開発している。ISS「きぼう」での実証実験により、世界初となる宇宙での充放電に成功。広範な温度環境（-40℃から120℃）で安定動作し、安全性が高く、宇宙機器の小型・軽量化や省スペース化に貢献する電池として期待されている。	2022	<a href="https://www.jaxa.jp/press/2022/08/20220805-1_j.html">https://www.jaxa.jp/press/2022/08/20220805-1_j.html</a>
 Lyten	Lytenは、3Dグラフェン™を用いたリチウム硫黄電池を開発し、重希少鉱物を排除して高エネルギー密度と軽量化を実現している。ニッケルやコバルトを使用せず、既存のリチウムイオン電池より最大50%の重量削減を達成。電気自動車、ドローン、衛星、防衛用途など多様な分野への応用が予定されている。	2022	<a href="https://lyten.com/2022/01/18/press-release-lyten-receives-national-security-innovation-capital-contract-to-accelerate-battery-technology-for-commercial-and-national-security-use/">https://lyten.com/2022/01/18/press-release-lyten-receives-national-security-innovation-capital-contract-to-accelerate-battery-technology-for-commercial-and-national-security-use/</a> <a href="https://lyten.com/products/lithium-sulfur-batteries/">https://lyten.com/products/lithium-sulfur-batteries/</a>

# 宇宙活動で活用可能な無線電力伝送技術の開発

宇宙活動において、無線電力伝送技術を活用して、月面や惑星表面でのエネルギー供給やローバー、基地の長期運用を可能にする研究開発が活発化している。具体的には、高効率無線充電システムやブルーレーザーによるパワービーミング技術、GaN on GaN整流素子を用いた高周波帯無線電力伝送システムなどが開発されている。これらの技術により、有線ケーブルの制約や重量・コストの問題を解消し、厳しい宇宙環境下での安定した電力供給を実現できる。

## 関連する開発事例

組織名	概要	発表年	出典
 Astrobotic, WiBotic	Astrobotic社とWiBotic社は、高効率無線充電技術を月面ローバーに適用することで。月夜間の14日間におけるローバーの生存を可能にする研究を進めている。有線充電の課題を解決し、極端な温度変化やレゴリス環境下でも安定した電力供給を実現している。無線充電によりローバーの自由な移動と長期間の稼働が可能となり、月面での科学・商業活動の促進に貢献する。	2022	<a href="https://www.astrobotic.com/astrobotics-wireless-charging-system-for-the-moon-can-survive-lunar-night/">https://www.astrobotic.com/astrobotics-wireless-charging-system-for-the-moon-can-survive-lunar-night/</a> <a href="https://www.wibotic.com/news-releases/nasa-taps-wibotic-astrobotic-bosch-and-uw-to-develop-wireless-charging-for-lunar-robots/">https://www.wibotic.com/news-releases/nasa-taps-wibotic-astrobotic-bosch-and-uw-to-develop-wireless-charging-for-lunar-robots/</a>
 NUBURU, Inc.	NUBURU社は、ブルーレーザー技術を宇宙でのパワービーミングに適用することで。遠隔地の月面や惑星基地への電力供給を実現する研究を進めている。高価な配線の輸送を不要にし、ブルーレーザーの高出力・高輝度を活用して光のガイドウェイを形成する。これにより、電力伝送だけでなく、宇宙飛行士への視覚的ガイダンスや高帯域幅のデータ通信も可能となる。	2023	<a href="https://ir.nuburu.net/news/news-details/2023/NUBURU-Announces-Contract-With-NASA-for-Next-generation-Blue-Laser-Space-Technology/default.aspx">https://ir.nuburu.net/news/news-details/2023/NUBURU-Announces-Contract-With-NASA-for-Next-generation-Blue-Laser-Space-Technology/default.aspx</a>
 名古屋工業大学	名古屋工業大学は、GaN on GaN技術を24GHz帯無線電力伝送に適用することで。月面での無線給電を実現する研究を進めている。高効率な送受電機と高耐放射線性のGaN整流素子を搭載し、高出力・長距離伝送を可能としている。システム全体の高効率化と小型化を図り、月面での探査活動の効率化や拡大に貢献することが期待される。さらに、地上でのIoTデバイスやセンサーネットワークへの応用も見込まれる。	2023	<a href="https://www.nitech.ac.jp/news/pres/s/2023/10571.html">https://www.nitech.ac.jp/news/pres/s/2023/10571.html</a>

## 放射線耐性を備えた化合物半導体パワーデバイスの実用化

放射線耐性を備えた化合物半導体パワーデバイスの実用化が進展している。GaNやSiCなどの広帯域ギャップ材料を用いたデバイスは、高い耐圧、低オン抵抗、低スイッチング損失、優れた熱伝導率などの特性を持ち、従来のシリコンベースのデバイスを超える性能を発揮する。これらのデバイスは、高信頼性と高効率が求められる宇宙空間や高放射線環境での電力変換やモータードライブなどに応用されており、小型・軽量化と高電力密度化を実現している。

### 関連する開発事例

組織名	概要	発表年	出典
<b>EPC Rad Hard GaN family</b> <i>&gt; 1 Mrad &amp; 85 MeV/mg/cm<sup>2</sup> LET</i> 	<p>EPC社は、宇宙搭載ミッションや高信頼性環境向けに、耐放射線GaN FET「EPC7004」を開発している。同製品は耐圧100 V、オン抵抗7 mΩ、パルス電流160 Aを実現し、小型ながら高性能な電力変換を可能にしている。GaNデバイスの特性を活かし、高スイッチング周波数での動作を実現し、総線量1 Mrad以上の耐放射線性能と高度な単一イベント効果（SEE）耐性を備えている。宇宙用途や衛星、航空機搭載電子機器などの活用が期待される。</p>	2022	<a href="https://epc.com/corporate/100v-160a-85mev-mg-cm2-let/">https://epc.com/corporate/100v-160a-85mev-mg-cm2-let/</a>
<b>IceMOS Technology Corporation</b> 	<p>IceMOS Technology社は、NASAと協力し、広帯域ギャップ材料であるシリコンカーバイド(SiC)のドレインを組み込んだ放射線耐性高電圧パワートランジスタを開発している。低オン抵抗性能を活用し、宇宙船の電力システム効率を向上させる技術である。シリコンMOSFET技術とMEMSプロセス技術を組み合わせ、高dv/dt耐性や高いUIS耐性を実現し、過酷な環境下での安定動作を可能にしている。</p>	2021	<a href="https://icemostech.com/sic-embedded-drain-mosfet-empowers-moon-to-mars-mission.html">https://icemostech.com/sic-embedded-drain-mosfet-empowers-moon-to-mars-mission.html</a>
<b>EPC Space</b> 	<p>EPC Space社は、宇宙空間や高信頼性環境向けに、超低オン抵抗・超低ゲート電荷の放射線耐性GaNトランジスタを拡充している。小型の気密パッケージに収められ、高電力密度で低コスト・高効率なソリューションを提供する。GaNベースのパワーデバイスは、シリコンデバイスに比べ、高いブレークダウン電圧、低いゲート電荷、低スイッチング損失を持ち、高スイッチング周波数での動作が可能である。これにより、宇宙ミッション機器のDC-DC電源やモータードライブなどの小型・軽量化と高効率化に貢献する。</p>	2022	<a href="https://epc.space/2022/07/ultra-low-on-resistance-100-v-and-200-v-rad-hard-gallium-nitride-gan-power-devices-increase-power-density-for-demanding-space-applications/">https://epc.space/2022/07/ultra-low-on-resistance-100-v-and-200-v-rad-hard-gallium-nitride-gan-power-devices-increase-power-density-for-demanding-space-applications/</a>

# 高効率トリプルジャンクションGaAs太陽電池「3G30-Advanced」

## AZUR SPACE Solar Power GmbH

### 概要

AZUR SPACE Solar Power GmbHは、先進的なトリプルジャンクション技術を用いた高効率GaAs太陽電池「3G30-Advanced」を開発している。同製品は宇宙空間での使用を想定し、高出力と高耐久性を実現している。



### 開発 内容

「3G30-Advanced」は、III-V族化合物半導体材料を用いたトリプルジャンクションGaAs太陽電池であり、ゲルマニウム基板上に複数のIII-V層を成長させて製造されている。各層は異なるバンドギャップを持ち、太陽光スペクトルの異なる波長域を効率的に吸収することで、高いエネルギー変換効率を実現している。また、製造プロセスの最適化と高度なインプロセス制御により、高スループットと高い信頼性を両立している。

「3G30-Advanced」は、エネルギー変換効率が28%から32%と高く、宇宙用太陽電池として優れた性能を発揮している。これまでに150万枚以上のトリプルジャンクションGaAs太陽電池が出荷され、その信頼性と性能が実証されている。特に、インドの月探査ミッション「Chandrayaan-3」では、推進モジュール（758W）、着陸機（738W）、ローバー（50W）に同製品が採用され、ミッションに必要な電力を安定的に供給している。

### 目的 /背景

「3G30-Advanced」は、人工衛星や宇宙探査機などの宇宙用電源として広く利用されており、その高効率と高耐久性から過酷な宇宙環境下でのミッションに適している。今後は、さらなる性能向上と新たな要求への対応を目指し、技術開発と製品改良を継続していく予定である。また、地上での集光型太陽光発電（CPV）システムなど、宇宙以外の分野への応用も視野に入れており、再生可能エネルギー市場での活躍も期待されている。

# 1Uから16UのCubeSatミッションに対応した高信頼性電力供給システム「STARBUCK-NANO」

## AAC Clyde Space

### 概要

AAC Clyde Spaceは、1Uから16UのCubeSatミッションの体積と電力需要を満たすために特別に設計された、STARBUCK-PICOおよびSTARBUCK-NANO CubeSat EPSボードを開発している。これらのボードは高い信頼性と堅牢性を持ち、世界で最も多く使用されている電力システムの一つである。



### 開発内容

STARBUCK-PICOおよびSTARBUCK-NANO CubeSat EPSボードは、1Uから16UまでのCubeSatミッションの体積と電力需要を満たすために特別に設計された電力供給システムである。これらのボードは最大8.2Vの電圧、3.3V、5V、および12Vのレギュレートされた電力バスを備え、10のラッピングカレントリミッタを持つパワーディストリビューションモジュールを搭載している。PC104カード一枚にCubeSatミッションに必要な電力変換器を統合しており、小型衛星の省スペース化に貢献している。さらに、最大電力点追従（MPPT）を採用することで、CubeSatのソーラーアレイからの電力生成を最大化し、高効率なバッテリ充電機構を実現している。

STARBUCK-PICOおよびSTARBUCK-NANO CubeSat EPSボードは、その飛行実績により、世界で最も多く使用されているCubeSat電力システムの一つとなっている。最大16UのCubeSatミッションに対応し、特に1Uから12Uのプラットフォームサイズにおいて、低軌道（LEO）での最適化が施されている。

### 目的/ 背景

STARBUCK-PICOおよびSTARBUCK-NANO CubeSat EPSボードは、1Uから16UまでのCubeSatミッションにおける電力供給に活用されている。特に、低軌道での小型衛星やマイクロサテライトの電力管理に適しており、様々なミッションでの使用が期待されている。また、互換性のあるPHOTONソーラーパネルやOPTIMUSバッテリレンジと組み合わせることで、ISS有人飛行の設計要件を満たすことが可能である。

## 宇宙環境向けに最適化されたCIGS薄膜太陽電池モジュール「Titan」

### Ascent Solar Technologies, Inc.

#### 概要

アメリカのAscent Solar Technologies, Inc.は、宇宙環境向けに最適化された高効率のCIGS薄膜太陽電池モジュール「Titan」を開発している。同モジュールは17.55%の変換効率を持ち、一平方フィートサイズで17ワットの出力を提供する。出荷は2024年第1四半期を予定している。



#### 開発内容

「Titan」は、宇宙環境に特化して設計された超軽量で柔軟なCIGS薄膜太陽電池モジュールである。一平方フィートのサイズで、柔軟性と耐久性に優れ、単独でもアレイとしても使用可能である。また、同社のSpace Hardware Developer Kitsの標準構成要素として設計され、ボディマウント型、折りたたみ展開型、ロール展開型など多様な構成に対応している。部品点数の削減により、宇宙機の組み立て、統合、試験工程の効率化を実現している。

「Titan」は、特定出力2100 W/kgを実現し、一平方フィートのサイズで17ワットの出力を提供する。重量はわずか10グラムであり、非常に高い軽量性を持つ。変換効率は17.55%に達し、宇宙空間でのエネルギー生成に高い性能を示している。NASAの国際宇宙ステーションでの実験では、予測を上回る性能を発揮し、競合他社製品より優れた結果を示した。年間5MWを超える生産能力があり、大規模な需要にも対応可能である。

#### 目的/ 背景

「Titan」は、宇宙空間での発電ソリューションとして、小型衛星から大型衛星、深宇宙ミッションまで幅広い用途に適している。高い柔軟性と軽量性により、宇宙機の設計自由度を向上させ、組み立てや展開の効率化に貢献する。今後は、NASAのLISA-Tミッションなどの実証を通じて、さらなる信頼性と性能の向上を目指している。また、生産体制を強化し、次世代の宇宙開発ニーズに応える計画である。

出典

<https://ascentsolar.com/space>

<https://investors.ascentsolar.com/news/news-details/2023/Ascent-Solar-Develops-Titan-A-Solar-Module-Optimized-for-Space-using-17.55-Record-Efficiency-Technology-Eyes-Q1-for-Initial-Product-Deliveries/default.aspx>

<https://investor.ascentsolar.com/news/news-details/2024/Ascent-Solar-Technologies-to-Fly-Space-Solar-Modules-on-NASAs-Upcoming-LISA-T-Mission/default.aspx>

## 月面ローバーの月夜間生存を可能にする高効率無線充電システムの開発

### Astrobotic, WiBotic

#### 概要

Astrobotic社とWiBotic社は、Bosch社、ワシントン大学、NASAグレン研究センターの協力のもと、月面ローバーが14日間の月夜を生存できる高効率無線充電システムを開発している。同システムは、極限の温度変化やレゴリス環境下でも安定した電力供給を実現し、従来の有線充電の課題を解決している。



#### 開発内容

開発された無線充電システムは、WiBotic社の送信回路を用いて、電力源から電力を無線でデバイスに送信する。送信アンテナコイルはランダーの外部に設置され、月面の極端な温度変化や、レゴリスによる厳しい環境下でも動作可能である。また、無線充電により有線ケーブルの制約を排除し、ローバーの自由な移動と長期間の稼働を可能にしている。さらに、自律航行ロボットがランダーや月面に設置された基地局から無線で充電を受ける設計となっている。

同システムは、極限温度環境下での動作が実証され、-180°Fから220°Fの温度変化にも対応可能である。レゴリスで覆われた状態でも電力伝送性能に劣化が見られず、4cmのレゴリス被覆下での試験でも性能が維持された。システム全体で80～85%の効率を達成し、目標要件を上回る性能を示した。これにより、ローバーや大型インフラが14日間の月夜を生存し、長期的な科学活動やミッションの遂行が可能となった。

#### 目的/背景

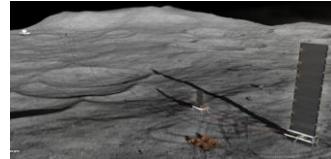
本システムは、月面ローバーや居住施設、資源利用プラントなどの長期間稼働に不可欠であり、月面での科学活動や商業活動の促進に貢献する。今後は、ロケット打ち上げ時の振動や衝撃に耐える宇宙仕様のエンジニアリングモデルの製造と、フルスペースクオリフィケーションテストが予定されている。長期的には、月面全体に無線充電システムとエネルギー管理ソフトウェアを展開し、有人・無人の多様な車両にエネルギーを供給する月面無線電力網の構築を目指している。

## 月・火星での持続的活動を支える40キロワット核分裂表面電力システム

### NASA

#### 概要

NASAは、2018年に終了したKilopowerプロジェクトを基に、月や火星での持続的な活動を可能にするため、最低40キロワットの電力を供給できる核分裂表面電力システムを開発している。このシステムは小型・軽量で、場所や天候、太陽光や他の資源の有無に関係なく稼働可能であり、30世帯分の電力を10年間継続して供給できる。



#### 開発内容

核分裂表面電力システムは、月面や火星での持続的な活動を支えるために設計された、小型で軽量な核分裂発電装置である。従来のプロジェクトの成果を拡大し、最低40キロワットの電力を供給できるように開発されている。このシステムは、場所や天候、太陽光や他の資源の有無に関係なく稼働可能であり、安定した電力供給を実現する。核分裂反応によって発生した熱エネルギーを電力に変換し、探査活動に必要な各種機器やシステムに電力を供給する。また、その設計においては安全性と信頼性が重視されており、長期間の無人運転にも対応できるようになっている。

この核分裂表面電力システムにより、最低40キロワットの電力供給が可能となり、30世帯の家庭を継続的に10年間電力供給できる規模である。これにより、月や火星での探査活動や基地の建設、持続的な有人・無人ミッションが実現可能となる。また、場所や天候、太陽光の有無に左右されないため、安定した電力供給が期待できる。今後、月面での実証実験が予定されており、これにより持続可能な運用や基地キャンプの設置への可能性が開かれる。

#### 目的/ 背景

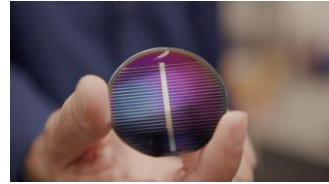
この核分裂表面電力システムは、月や火星での探査活動、基地の建設、長期的な有人・無人ミッションにおける電力供給に用いられる予定である。特に、太陽光発電が困難な極地や長い夜の続く環境でも安定した電力を提供できる。そのため、持続可能な宇宙探査や長期滞在の基盤となる。

## 月面レゴリスから太陽電池を自律製造するシステム「Blue Alchemist」

### Blue Origin

#### 概要

アメリカのBlue Originは、月面のレゴリスから太陽電池を製造するシステム「Blue Alchemist」を開発している。この技術は、溶融レゴリス電解により鉄、シリコン、アルミニウムを抽出し、高純度のシリコンを生成するものである。



#### 開発内容

「Blue Alchemist」は、月面のレゴリスを溶融レゴリス電解により処理し、鉄、シリコン、アルミニウムを抽出する技術である。抽出されたシリコンは99.999%以上の高純度に精製され、太陽電池の製造に利用される。副産物として得られる酸素は、宇宙船の推進や宇宙飛行士の生命維持に利用可能である。また、溶融レゴリスの効率的でスケーラブルな非接触プロセスを開発し、月面でのレゴリス特性の変動にも対応できる設計となっている。さらに、有害な化学物質を使わず、太陽光とシリコンのみで高純度シリコンの精製を実現している。

副産物からカバーガラスを製造し、月面で10年以上使用可能な太陽電池を実現している。さらに、この技術は水や有害な化学物質を一切使用せず、二酸化炭素の排出もゼロであるため、地球上での環境負荷低減にも寄与する可能性がある。

#### 目的/ 背景

「Blue Alchemist」は、月面での無限の電力供給を可能にし、持続的な人類の月面活動を支える基盤となることが期待されている。将来的には、月面での完全な現地資源利用（ISRU）を実現し、地球からの資源持ち込みを最小限に抑えることを目指している。また、この技術はNASAの月から火星へのインフラ開発目標に合致しており、今後の宇宙開発における国際協力の推進にも寄与する。

## 宇宙での太陽光発電と無線電力送信を実現するマイクロ波アレイ送信技術「MAPLE」

### California Institute of Technology

#### 概要

California Institute of Technologyは、宇宙空間で太陽光を収集し、地上へ無線で電力を送信する軽量かつ柔軟なマイクロ波送信システム「MAPLE」を開発している。同システムは、宇宙での無線電力伝送と地球への電力ビーム送信を初めて実現した。



#### 開発内容

「MAPLE」は、軽量で柔軟なマイクロ波電力送信機のアレイで構成され、低コストなシリコン技術で製造されたカスタム電子チップによって駆動されている。送信機間の建設的および破壊的干渉を利用し、エネルギーの焦点や方向を動く部品なしで制御することが可能である。これにより、電磁波のコヒーレントな加算を用いて、所望の位置にのみエネルギーを効果的に送信できる。また、送信機から約1フィート離れた受信機アレイを使用し、受信したエネルギーを直流電力に変換してLEDを点灯させることで、宇宙空間での無線エネルギー伝送を実証した。さらに、宇宙の過酷な環境にも耐え得る設計となっており、広い温度変化や宇宙放射線にも対応している。

「MAPLE」は、2023年3月3日に宇宙での無線電力伝送を成功させ、初めて地球への電力ビーム送信を実現した。2023年5月22日には、Caltechキャンパスの屋上に設置された受信機で送信エネルギーを検出した。これにより、送信機が打ち上げや宇宙空間の環境下でも正常に動作することが確認された。また、個々の送信素子の干渉パターンを評価し、システムの不規則性を特定することで、次世代システムの改良に必要なデータを取得した。

#### 目的/ 背景

「MAPLE」は、宇宙空間の無尽蔵の太陽エネルギーを活用し、地球上のあらゆる場所に安定した再生可能エネルギーを供給することを目的としている。特に、エネルギーインフラが未整備の地域や自然災害の被災地などの活用が期待されている。今後は、より大規模な太陽電力衛星の開発や、送信効率の向上、コスト削減などの技術的課題の解決に取り組む予定である。

# トリチウムベータボルタイック電池による20年以上連続電力供給システム「NanoTritium™」

## City Labs, Inc.

### 概要

City Labs社は、トリチウムのベータ崩壊を利用した長寿命電池「NanoTritium™」を開発している。この電池は、トリチウムの緩やかな崩壊により発生する電子を電力に変換し、20年以上にわたり低電力のマイクロ電子機器に連続的な電力を供給することができる。過酷な宇宙環境でも高い信頼性を持ち、温度変化や放射線の影響を受けずに機能する。



### 開発内容

「NanoTritium™」は、トリチウムのベータ崩壊によって放出されるベータ粒子を半導体によって電力に変換する電池である。トリチウムの半減期は12.32年であり、その緩やかな崩壊により長期間にわたり安定した電力を供給する。従来の化学電池とは異なり、化学反応に依存せず、温度変化や放射線などの環境要因に影響されないため、極限環境下でも信頼性の高い電力供給が可能である。小型で軽量な設計により、センサーや小型衛星などのマイクロ電子機器への組み込みが容易である。同技術により、従来の電池に比べて2倍以上の寿命を持つ電力供給が実現した。これにより、宇宙空間でのセンサーや小型衛星のミッション期間が延長され、信頼性が向上した。実際に、月の南極での極低温環境下でのセンサー展開や、小型衛星の画像センサーへの応用、トリチウムを利用したイオンエンジンの開発など、具体的な成果が上がっている。また、各種実証実験においても、安定した電力供給と性能向上が確認されている。

### 目的/ 背景

「NanoTritium™」は、過酷な環境下でのセンサーや通信機器、小型衛星などの電力源として活用される。また、宇宙探査ミッションにおいて、長期間にわたる信頼性の高い電力供給が求められる分野での利用が見込まれる。今後は、さらなる出力の向上や小型化、効率改善を進め、多様なマイクロ電子機器への適用を拡大する予定である。

## 高効率・高信頼性・放射線耐性を実現した120W DC-DCコンバータ「xMOR」シリーズ

### Crane A&E

#### 概要

Crane A&Eは、新たに120WのDC-DCコンバータ製品群「xMOR」シリーズを開発している。このシリーズは、高効率・高信頼性・放射線耐性を備え、宇宙探査や軍事用途など航空宇宙・防衛業界に向けて提供されている。



#### 開発内容

「xMOR」シリーズは、Crane A&Eの新たな120W DC-DCコンバータ製品群であり、各種用途に対応するcMOR、hMOR、rMOR、sMORの4つのモデルから構成されている。cMORは高信頼性・コスト効果の高い商用航空宇宙・防衛アプリケーション向けのオフ・ザ・シェルフソリューションであり、同期化やソフトスタート機能を備えている。hMORはClass Hに準拠し、軽量で高効率、ミッションクリティカルな防衛アプリケーション向けに最適化されており、迅速な起動をサポートする。rMORは新宇宙向けの放射線耐性ソリューションであり、広い入力電圧範囲と高効率を持長とし、放射線に敏感な環境での電力システムに適している。sMORは深宇宙向けのClass Kソリューションで、極めて高い信頼性を提供し、故障が許されないミッションで活躍する。

「xMOR」シリーズは、その技術により具体的な成果を挙げている。cMORは同期化とソフトスタート機能を備え、商用航空宇宙・防衛分野で高信頼性とコスト効率を実現している。hMORはClass Hに準拠し、軽量で高効率、最大120Wの出力を持ち、迅速な起動によりシステムの素早いブートアップを可能にしている。rMORは最大92%の効率と15Vから50Vの入力電圧範囲を特徴とし、放射線に敏感な環境での電力システムにおいて優れた性能を発揮している。sMORは120Wの出力と、トータルドーズ100kradおよび86MeVのLETを保証する放射線性能を持ち、深宇宙のミッションクリティカルなアプリケーションで信頼性を提供している。

#### 目的/ 背景

「xMOR」シリーズは、宇宙探査や軍事能力の限界に挑戦する新技術を支えるために設計されており、低軌道衛星、深宇宙ミッション、長時間飛行ドローン、次世代の高精度なミサイルなど、幅広い用途での活用が期待されている。

## 高効率・高信頼性を実現する耐放射線GaN FET「EPC7004」

# Efficient Power Conversion Corporation

概要

Efficient Power Conversion Corporation (EPC) は、宇宙搭載ミッションや高信頼性が要求される環境向けに、耐放射線 GaN FET「EPC7004」を開発している。同製品は耐圧100 V、オン抵抗7 mΩ、パルス電流160 Aを実現し、小型かつ高性能な電力変換ソリューションを提供している。



## 開発 内容

「EPC7004」は、耐放射線特性を強化したGaN基盤のパワーFETであり、宇宙空間や高信頼性が必要な環境での電力変換に適している。GaNデバイスの特性である高い破壊強度、低いゲート電荷、低スイッチング損失、優れた熱伝導率、非常に低いオン抵抗を活かし、従来のシリコンベースのデバイスよりも高いスイッチング周波数での動作が可能となっている。また、総線量1 Mrad以上の耐放射線性能と、LET 85 MeV/(mg/cm<sup>2</sup>)に対する単一イベント効果(SEE)耐性を備えており、厳しい宇宙環境下でも高い信頼性を維持する設計となっている。さらに、チップスケールパッケージにより実装面積を6.56 mm<sup>2</sup>に抑え、小型・軽量化を実現している。

「EPC7004」の導入により、従来のシリコンデバイスと比較してオン抵抗が大幅に低減され、パルス電流は160 Aまで対応可能となっている。これにより、スイッチング周波数が高まり、電力密度が向上し、効率的な電力変換が可能となっている。また、耐放射線性能が総線量1 Mrad以上であり、LET 85 MeV/(mg/cm<sup>2</sup>)に対するSEE耐性を持つことで、宇宙空間での高放射線環境下でも安定した動作が確認されている。これらの性能向上により、回路の小型化・軽量化とシステム全体の信頼性向上が実現されている。

## 目的 /背景

「EPC7004」は、宇宙用途や衛星、航空機搭載電子機器、イオンスラスター、Lidar、モーター駆動、DC-DCコンバータなど、高信頼性と耐放射線性能が求められるアプリケーションでの活用が期待されている。特に、厳しい環境下での高効率な電力変換やモーター制御に貢献する。

山曲

<https://epc.space/documents/datasheets/EPC7004B-datasheet.pdf>

## ニッケル水素電池を用いた長寿命で安全なグリッド規模エネルギー貯蔵システムの開発

### EnerVenue

#### 概要

EnerVenueは、NASAの衛星用に開発されたニッケル水素電池技術を再開発し、グリッド規模のエネルギー貯蔵施設への適用を進めている。同社のニッケル水素電池は、3万回の充放電サイクル寿命、耐火性能、高効率など、リチウムイオン電池を上回る特性を持ち、コスト競争力のあるエネルギー貯蔵システムを開発している。



#### 開発内容

このニッケル水素電池は、ニッケル水酸化物をカソード、水素をアノードとし、電極を加圧ガスタンク内に配置している。充電時には触媒反応で水素ガスが生成され、放電時には水素が酸化して水に戻る原理で動作する。ニッケル-モリブデン-コバルト合金の触媒を使用し、高価なプラチナ触媒を代替してコスト削減を実現している。また、-40°Cから60°Cの広い温度範囲で動作し、高効率（90%の往復効率）と低インピーダンスを実現している。さらに、安全性が高く、熱暴走のリスクがないため、冷却や防火システムなどの付帯設備を必要としない。

この電池は、3万回以上の充放電サイクルに耐え、30年以上の寿命を持つ。90%の往復効率を達成し、リチウムイオン電池よりも高効率である。広い温度範囲で動作するため、冷暖房や換気、防火システムなどが不要で、設置および運用コストの削減につながる。

#### 目的/ 背景

この電池は、再生可能エネルギーの貯蔵やグリッドの安定化、大規模な定置型エネルギー貯蔵システムとしての利用が期待されている。安全性が高く、長寿命でメンテナンスコストが低いため、総所有コストの削減に貢献する。

## 動作電圧を28-100Vから300-600Vに向上させた衛星用スリップリングアセンブリ

### EPFL

#### 概要

EPFLは、衛星の動作電圧を従来の28-100Vから300-600Vへと3倍以上に向上させるスリップリングアセンブリを開発している。この技術により、高出力衛星の性能向上や電気的損失の低減が可能となり、電気的故障に対する耐性も高まる。

#### 開発内容

このスリップリングアセンブリは、衛星の高電圧ニーズに対応するために設計されており、運用中の電気的絶縁やアーク放電の発生を防ぐ高度な設計が施されている。従来、衛星の電気部品の絶縁は真空状態に依存していたが、打ち上げ時から宇宙空間への移行に伴う圧力変化による電気的故障のリスクがあった。新しいスリップリングアセンブリは、特殊な設計と材料を用いることで、様々な圧力条件下でも安定した電力伝送を可能としている。また、回転部分と固定部分の接点設計を最適化し、長期間の運用でも信頼性を維持することができる。

このスリップリングアセンブリは、400～500V、8Aの条件下で最大40kWの電力伝送を実現し、低圧（10<sup>-5</sup> mbar）から最もクリティカルな圧力値（約1 mbar）までの広い圧力範囲で安定した動作が確認された。さらに、25,000回の回転試験後も性能を維持し、これは静止衛星の通常運用30年での約11,000回の回転数を大幅に上回る結果である。加速寿命試験では、アーク放電の発生なしに高電圧性能を発揮し、次世代宇宙機の電圧バスを高める能力が確認された。

#### 目的/ 背景

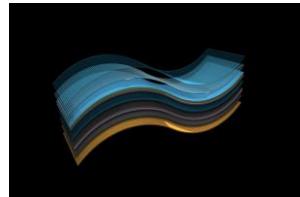
このスリップリングアセンブリは、高出力化が求められる次世代高電圧衛星において、太陽電池パネルからの高電圧電力を効率的かつ信頼性高く供給するために利用される。これにより、衛星の電気推進システムの直接駆動が可能となり、エネルギー・質量の節約やミッションの柔軟性向上に寄与する。今後、この設計は軌道上の実証試験が予定されており、さらなる高電圧化や長寿命化に向けた課題解決が進められる。

## CIGSとペロブスカイトを用いた次世代宇宙用タンデム太陽電池モジュール

### Flexell Space

#### 概要

Flexell Spaceは、Airbus Defence and Space GmbHと共に、CIGSとペロブスカイトを組み合わせた次世代の宇宙用タンデム太陽電池モジュールを開発している。このモジュールは、従来のモデルより50%以上軽量でありながら、同等の性能と効率を維持することを目指している。柔軟性と高出力、低コストを実現し、衛星や宇宙船の多様な表面形状に適応可能な設計となっている。



#### 開発内容

開発されている宇宙用タンデム太陽電池モジュールは、CIGS薄膜太陽電池とペロブスカイト太陽電池を積層して構成されている。CIGSは銅、インジウム、ガリウム、セレンからなる化合物を光吸収層とする薄膜型の太陽電池で、低コストで軽量・薄型、高い光吸収特性を持つ。ペロブスカイトはABX<sub>3</sub>結晶構造を有する材料で、溶液プロセスにより安価で容易に大量生産が可能である。これらを組み合わせたタンデム構造により、異なる波長の太陽光を効率的に吸収し、高い変換効率を実現する。また、セルは柔軟性があり、巻き取りや展開が可能で、必要な電力出力に応じて調整できる。小型衛星や曲面を持つ宇宙機の表面にも適合し、多様な設計ニーズに対応する。この宇宙用タンデム太陽電池モジュールにより、従来のモデルと同等の性能と効率を維持しつつ、重量を50%以上削減することが可能となった。柔軟な構造により、衛星や宇宙船の表面形状に合わせて適応でき、設計の自由度が向上した。CIGSとペロブスカイトの組み合わせにより、製造コストが低減され、大量生産と迅速な供給が実現した。

#### 目的/ 背景

この宇宙用タンデム太陽電池モジュールは、衛星や宇宙船の電力供給源として活用され、特に小型衛星や複雑な形状の宇宙機での応用が期待されている。軽量で柔軟性が高いため、打ち上げコストの削減と設計の柔軟性向上につながる。また、低コスト・高効率な特性から、新興の宇宙ビジネスや長期の宇宙探査ミッションにも適用可能である。

# 月面での長期有人探査を支える、水と太陽エネルギーから酸素・水素・電気を製造する循環型再生エネルギーシステム

## Honda

### 概要

Hondaは、月面探査車両の居住スペースとシステム維持に電力を供給するための「循環型再生エネルギーシステム」について、JAXAとの研究開発契約を締結した。同システムは、Honda独自の高圧水電解システムと燃料電池システムを組み合わせ、水と太陽エネルギーから酸素・水素・電気を継続的に製造することを想定している。



### 開発内容

「循環型再生エネルギーシステム」は、Hondaの高圧水電解システムと燃料電池システムを組み合わせたものである。太陽光発電で作られた電気を用いて高圧水電解システムで水を電気分解し、酸素と水素を生成する。生成した酸素と水素はタンクに貯蔵され、夜間には燃料電池システムで酸素と水素から電気を生み出し、居住スペースに電力を供給する。高圧水電解システムは、水素を圧縮するためのコンプレッサーが不要であり、コンパクトな設計が可能である。また、質量あたりのエネルギー密度が高く、蓄電池よりも軽量であるため、宇宙輸送における積載容量や質量の低減に貢献する。

「循環型再生エネルギーシステム」により、月面の長い夜間でも継続的に電力を供給することが可能となる。蓄電池のエネルギー密度が約200Wh/kgであるのに対し、再生型燃料電池システムは480Wh/kg以上のエネルギー密度を有しているため、同じエネルギーを蓄えるために必要な質量が蓄電池よりも小さく、地球から月への輸送コストを削減できる。また、酸素と水素を生成・貯蔵することで、居住空間の呼吸用酸素の供給や、月面離着陸機の燃料としても活用可能である。さらに、水と太陽エネルギーがあれば酸素・水素・電気を生み出せるため、持続的な月面活動を支える基盤となる。

### 目的/ 背景

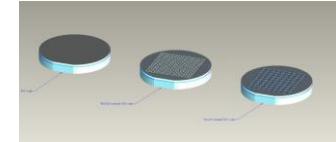
「循環型再生エネルギーシステム」は、月面での長期有人探査において、夜間の電力供給や酸素の供給、燃料の生成など、持続的な活動を可能にする技術として期待されている。また、宇宙での技術開発で得られた知見を地上へフィードバックし、2050年のカーボンニュートラル実現に向けて、太陽エネルギーと水を利用したクリーンなエネルギー供給手段の開発にも役立っていく計画である。今後は初期段階の試作機であるブレッドボードモデルを製作し、システムの実用化に向けた研究開発を進めていく予定である。

# ワイドバンドギャップ材料を用いたシリコンカーバイドドレイン搭載放射線耐性高電圧パワートランジスタ

## **IceMOS Technology Corporation**

### 概要

**IceMOS Technology Corporation**は、NASAと協力し、広帯域ギャップ材料のシリコンカーバイドドレインを組み込んだ放射線耐性高電圧パワートランジスタを開発している。このトランジスタは低オン抵抗性能を活用し、宇宙船の電力システム効率を向上させる技術である。



### 開発内容

このトランジスタは、シリコンカーバイドを用いたエンジニアードレインを採用し、広帯域ギャップ材料の低オン抵抗性能を利用している。これにより、高電圧動作時の抵抗損失を低減し、効率を向上させる。また、放射線耐性を備えており、宇宙空間での使用に適している。さらに、シリコンMOSFET技術とMEMSプロセス技術を組み合わせることで、高dv/dt耐性や高いUIS (Unclamped Inductive Switching) 耐性を実現し、過酷な環境下での安定動作を可能にしている。

このトランジスタにより、宇宙船の高電圧配電バスへの適用が可能となり、 $I^2R$ 損失を最小化して電力供給の効率を向上させた。放射線耐性を有するため、深宇宙ミッションにおいても高い信頼性を維持できる。さらに、高電圧配電を通じて電力消費を削減し、長期間の宇宙探査に貢献した。この成果は、データセンターや電気自動車の急速充電器など、地上の高電圧電力管理システムにも応用可能である。

### 目的/ 背景

このトランジスタは、宇宙船の電力システム効率と信頼性を向上させ、深宇宙ミッションの電力課題を解決する。また、地上ではデータセンターや電気自動車の急速充電器などの高効率電力管理に応用が期待される。

## ESA認定の60V～650V対応、CoolMOS™技術を用いた耐放射線PowerMOS MOSFET

### Infineon Technologies AG

#### 概要

Infineon Technologies AGは、独自のCoolMOS™スーパー・ジャンクション技術に基づく耐放射線PowerMOS MOSFETを開発・提供している。それらはESAのESCC-5000認証を取得し、60Vから650Vまでの電圧クラスをカバーし、4種類のパッケージで展開している。また、子会社のIR HiRelを通じて、DLA認定の耐放射線MOSFETも提供している。

#### myInfineon

Join today for key website benefits,  
including online document access  
and design support.

Register now >

#### 開発内容

これらの耐放射線PowerMOS MOSFETは、CoolMOS™スーパー・ジャンクション技術を採用し、オン抵抗の低減と高効率なスイッチングを実現している。ESAのESCC-5000規格に準拠しており、宇宙や軍事用途で要求される厳格な品質適合試験をクリアしている。また、密封されたパッケージやベアダイ形式で提供され、さまざまな設計要件に対応可能である。IR HiRelブランドでは、MIL-PRF-19500 JANSレベルまでの高信頼性製品を提供し、過酷な環境下での使用に適している。

これらのMOSFETは、60Vから650Vの電圧範囲をカバーし、特に650VのPowerMOSは市場で最高電圧のQPL認定耐放射線MOSFETとして評価されている。数千に及ぶ宇宙関連のプロジェクトで採用され、現在も多数の衛星や宇宙機に搭載されて運用中である。また、顧客はこれらの製品を使用することで、過酷な軍事・宇宙環境下でも性能と信頼性を維持できている。さらに、輸出規制の対象外であるため、世界中の供給が可能となっている。

#### 目的/ 背景

これらの耐放射線PowerMOS MOSFETは、宇宙機の電源システムや衛星バス・プラットフォーム、ペイロードなどに広く利用されている。高信頼性と高性能によって、軍事・宇宙用途での長寿命化と信頼性向上に貢献している。

## 直接PCB実装可能な耐放射線MOSFET搭載のSupIR-SMDパッケージ

### IR HiRel

#### 概要

IR HiRelは、耐放射線MOSFETを格納した直接PCB実装可能なSupIR-SMDパッケージを開発している。これは、宇宙システム設計者が直面する表面実装型気密封止パワーパッケージのPCBへの確実な実装という課題を解決し、高性能宇宙電力システムの鍵となるソリューションである。



#### 開発内容

SupIR-SMDパッケージは、耐放射線MOSFETを格納し、PCBへの直接実装が可能な表面実装型パッケージである。このパッケージは、衛星バス配電システム、ペイロード用電源、宇宙グレードのDC-DCコンバータ、その他の高速スイッチング設計など、高性能な宇宙用電力システムに適用される。従来のデッドバグ方式による実装と比較して、SupIR-SMDは最短の熱伝導経路を構築し、電力システムの効率化を図ることが可能である。また、MIL-PRF-19500およびJANS認定を取得しており、最も厳格な信頼性テストにおいてその性能が証明されている。

SupIR-SMDパッケージは、一般的な宇宙アプリケーション向けパッケージソリューションに比べ、フットプリントを37%削減し、質量を34%軽量化し、電流密度を33%増加させた。また、より直接的な熱経路により高い熱伝導率を実現し、システムの信頼性を維持しながら電力システムの効率化を可能とした。従来のデッドバグ方式では熱放散効率が最適でなく、MOSFETの電力容量が減少する問題があったが、SupIR-SMDはこれを改善した。

#### 目的/ 背景

SupIR-SMDパッケージは、宇宙用電力システムにおいて、衛星バス配電システム、ペイロード用電源、宇宙グレードのDC-DCコンバータ、その他の高速スイッチング設計での利用が期待されている。PCBへの直接実装が可能であるため、システムの小型化や軽量化に寄与する。

## SLIMの薄膜太陽電池シート・SUSラミネート電池・統合化電力制御器

### JAXA

#### 概要

JAXAは、軽量な探査機システムを実現するため、SLIMの電源系において新技術を積極的に採用している。具体的には、薄膜3接合太陽電池シート、SUSラミネート型リチウムイオン二次電池セル、統合化電力制御器を用いて、小型・軽量化を図った電源系を開発している。



#### 開発内容

この電源系は、シャープが開発した薄膜3接合太陽電池シートを採用している。このシートは13μmと極めて薄く柔軟性があり、透明な樹脂フィルムで挟んだ構造となっている。柔軟な特性を生かし、SLIMの燃料タンク周りの曲面CFRPパネル上にも設置することで、小型・軽量化を実現している。また、宇宙科学研究所と古河電池が共同開発したSUSラミネート型リチウムイオン二次電池セルを採用し、外装重量の削減と組電池の機構重量の削減を実現している。さらに、統合化電力制御器は、電力制御、ヒーター制御、スラスタバルブ制御を一つのコンポーネントに集約し、ソフトウェアによるデジタル制御を導入することで、コンポーネント数と部品数を削減し、小型・軽量化を達成している。

これらの電源系コンポーネントにより、SLIMの電源系は大幅な小型・軽量化を実現した。薄膜3接合太陽電池シートは、従来より10倍以上薄い13μmの厚さで、曲面パネルにも設置可能となり、支持構造物を最小限に抑えられた。SUSラミネート型リチウムイオン二次電池セルは、金属缶タイプに比べて外装重量を削減し、組電池の機構重量も削減した。統合化電力制御器は、従来のアナログ回路をデジタル制御に置き換え、部品数を削減することで、小型・軽量化を達成した。これらにより、電源系全体の質量は大幅に削減され、SLIMの「軽量な探査機システム」の実現に貢献した。

#### 目的/ 背景

この電源系は、軽量・小型の探査機システムを実現し、月惑星探査ミッションにおける省資源化に貢献することが期待されている。また、新規技術の宇宙機搭載におけるノウハウを蓄積し、今後の宇宙探査機開発に活用できる。

# 宇宙環境での使用を目指した全固体リチウムイオン電池『Space As-Lib』の世界初充放電実証

## JAXA, 日立造船

### 概要

JAXAと日立造船は、広い温度範囲で使用可能で安全性の高い全固体リチウムイオン電池『Space As-Lib』を共同開発している。ISS「きぼう」での実証実験により、世界初となる宇宙での充放電に成功した。



### 開発内容

『Space As-Lib』は、固体電解質を用いた全固体リチウムイオン電池であり、-40°Cから120°Cという広範な温度環境下で安定した動作が可能である。有機電解液を使用しないため、液漏れの心配がなく、固体電解質が難燃性であることから発火や爆発のリスクが極めて低い。また、揮発成分を極小化しているため、真空環境下でも膨張にくく、宇宙空間での使用に適している。これらの特性により、宇宙機器の小型・軽量化や省スペース化が求められる小型機器への適用が可能となる。さらに、船外実験装置など従来のリチウムイオン電池では難しかった用途にも活用が期待されている。

『Space As-Lib』は、ISS「きぼう」日本実験棟の船外実験プラットフォームに設置され、2022年3月5日に宇宙空間での充放電が世界で初めて確認された。これにより、真空や放射線、微小重力などの宇宙環境下でも正常に動作することが実証された。今後の実験では、宇宙環境下での特性データを取得し、容量劣化の推移などを評価する予定である。この実証により、従来のリチウムイオン電池では困難であった宇宙機器への幅広い適用可能性が示された。

### 目的/ 背景

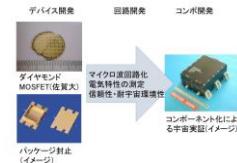
『Space As-Lib』は、月面に設置する観測機器や小型ローバーなど、極限環境下でのエネルギー供給が必要な宇宙機器への適用が期待されている。将来的には、大容量化を実現し、大型ローバーや宇宙探査機への利用も視野に入れている。また、地上では高温・低温や真空環境下で使用する産業装置や、高温滅菌が必要な医療機器などへの展開も検討している。今後は、宇宙環境下での長期間運用における信頼性評価やさらなる性能向上に向けた研究開発を進める予定である。

# ダイヤモンド半導体による宇宙通信向け高出力マイクロ波電力増幅デバイスの開発

## JAXA、佐賀大学、吳工業高等専門学校

### 概要

JAXA、佐賀大学、吳工業高等専門学校は、文部科学省の委託により、ダイヤモンド半導体を用いた宇宙通信向けマイクロ波電力増幅デバイスの開発を進めている。この取り組みは、人工衛星搭載の送信用マイクロ波電力増幅デバイスの高出力化と小型高効率化を目指し、宇宙放射線に強い半導体材料であるダイヤモンドを活用するものである。特に、窒化ガリウム素子を超える高周波特性と信頼性を実現することを目指している。



### 開発内容

本開発デバイスは、ダイヤモンド半導体の高いバンドギャップエネルギーと熱伝導率を活かし、マイクロ波帯での高出力・高効率な電力増幅を可能にする。ダイヤモンドMOSFETチップのゲート電極をサブミクロン化することで、高周波動作を実現する。また、チップのパッケージ化と基板への実装により、マイクロ波特性の最適化を図る。さらに、独自のドーピング技術により、大口径ダイヤモンドウェハへの安定したドーピングが可能となり、長時間の安定動作を実現する構造を持つ。本技術の開発により、ダイヤモンド半導体デバイスの高周波特性向上が確認された。ダイヤモンドパワー半導体によるスイッチング素子の長時間安定動作が初めて達成され、宇宙放射線に対する高い耐性も実証された。これにより、人工衛星搭載の送信出力が従来より増大し、サイエンスデータの通信スループットが飛躍的に改善されることが期待されている。また、地上局送信設備の小型化・高効率化にも寄与し、深宇宙探査機との超遠距離通信性能の向上が見込まれる。

### 目的/ 背景

本デバイスは、宇宙通信用の人工衛星搭載送信機や地上局送信機に活用され、小型高効率な通信システムの構築に貢献する。また、イオンエンジンのプラズマ発生源など推進系への応用も期待されている。今後は、宇宙実証を目指して耐宇宙環境性のさらなる評価と信頼性向上を図り、超小型衛星等を活用した実験により実用化を推進する予定である。

## NASA基準準拠のキューブサット向け次世代スペースバッテリー

### KULR Technology Group

#### 概要

KULR Technology Groupは、NASAの有人飛行基準を満たすキューブサット用のスペースバッテリーを開発している。



#### 開発 内容

KULR Technology Groupが開発するスペースバッテリーは、NASAの有人飛行基準に準拠し、厳しい宇宙環境下でも安全かつ信頼性の高いエネルギー供給を提供するよう設計されている。このバッテリーは、KULRのKULR ONE Spaceプラットフォームを活用し、最先端の熱管理技術とリチウムイオンバッテリーの安全技術を組み合わせている。さらに、Voyager SpaceのNanoracksとの共同開発により、キューブサットの性能向上に特化した設計となっている。

このスペースバッテリーは、2023年末に最初のプロトタイプが納入され、厳しいプロジェクト要求に応えた。このバッテリーの導入により、キューブサットの衛星アプリケーションにおける信頼性と安全性が向上し、宇宙ミッション中の重要な期間における性能が強化された。また、NASAの有人飛行基準を満たしていることから、将来的には有人ミッションへの適用も期待されている。

#### 目的 /背景

このスペースバッテリーは、キューブサットをはじめとする衛星や宇宙船において、安全で信頼性の高いエネルギー供給を実現し、次世代の宇宙探査に貢献することを目的としている。

## 低消費電力で小型、高信頼性の耐放射線性を備えた小型衛星向けFPGA製品

### Lattice semiconductor

#### 概要

Lattice semiconductorは、低消費電力で小型、高信頼性の耐放射線性を備えた小型衛星向けFPGA製品を開発している。このFPGA製品は、拡張性が高く、政府や企業が利用する新興の小型衛星分野をサポートするためのものである。



#### 開発 内容

このFPGA製品は、低消費電力で小型化された信頼性の高いFPGAであり、耐放射線性を持つことが特徴である。内蔵のエラーデテクションと訂正機能やトリプルモジュラ冗長性などの緩和技術を提供し、再構成可能なFPGAにおける放射線の影響を軽減する。

このFPGA製品は、米国およびヨーロッパの複数の機関による独立した検証により、宇宙システムが求める性能、信頼性、ライフサイクルの要求を満たすことが確認されている。

#### 目的 /背景

このFPGA製品は、政府や企業が利用する小型衛星を含む宇宙システムや、過酷な環境でのアプリケーションに適用される。放射線耐性を必要とする小型衛星分野の新たなニーズに対応し、信頼性の高い通信やデータ処理を実現することが期待されている。

## スターリングエンジンで6-20kWe発電する核分裂炉搭載の宇宙機電力システム「JETSON」

### Lockheed Martin

#### 概要

ロッキード・マーチンは、高出力の核電気推進技術と宇宙機設計を成熟させるために、空軍研究所から33.7百万ドルの契約を獲得した。同社は、従来の宇宙機能力をはるかに超える機動性、状況認識、発電能力を提供する核電気推進システム「JETSON」を開発している。



#### 開発内容

「JETSON」は、核分裂炉で発生した熱をスターリングエンジンに伝達し、6キロワットから20キロワットの電力を生み出す宇宙機電力システムである。これは、従来の太陽電池アレイの4倍の出力を持ち、連続的な日照を必要としない。反応炉は、NASAとエネルギー省が主導した2018年の「KRUSTY」デモンストレーションの設計と知見を活用している。生成された電力は、ロッキード・マーチンのLM2100衛星で使用されるホールスラスターなどの電気推進に利用される。また、打ち上げ時は非活性状態で、地球から遠く離れた安全な非減衰軌道に到達するまで起動しないよう設計されている。

本システムにより、宇宙機は従来の太陽電池パネルが一般的に得られる約600ワット（電球6個分）をはるかに上回る6キロワットから20キロワットの高出力電力を生成できるようになる。これにより、太陽から遠く離れた深宇宙や影になる領域でも安定した電力供給が可能となる。また、高出力の電力により電気推進の効率が向上し、宇宙機の機動性や状況認識能力が大幅に強化される。

#### 目的/ 背景

「JETSON」は、高い機動性と大電力を必要とする軍事および民間の宇宙ミッションへの活用が見込まれている。特に、太陽光が得られない深宇宙や影の多い環境での長期ミッションに適している。

## 重希少鉱物を排除し、軽量高エネルギー密度を実現した3Dグラフェン™搭載リチウム硫黄電池

### Lyten

#### 概要

Lytenは、重希少鉱物に依存せず、高エネルギー密度と軽量化を実現するため、3Dグラフェン™を用いたリチウム硫黄電池を開発している。この電池はニッケルやコバルトなどを使用せず、豊富な資源を利用して製造される。既存のリチウムイオン電池に比べ、最大で50%の重量削減を達成し、電気自動車やドローンなど多様な用途での採用が予定されている。



#### 開発内容

Lytenのリチウム硫黄電池は、3Dグラフェン™を用いて硫黄カソードとリチウムメタルアノードを組み合わせ、高エネルギー密度を実現している。重希少鉱物であるニッケル、コバルト、グラファイト、鉄、リンなどを使用せず、豊富に存在する硫黄とリチウムを活用している。さらに、3Dグラフェン™はメタンから抽出した炭素を利用しており、環境負荷を低減している。この電池は既存のリチウムイオン電池の製造装置を活用して製造可能であり、新たな大規模な設備投資を必要としない。また、この電池の製造は再生可能エネルギーを活用し、地元で調達可能な原材料を使用することで、サプライチェーンの短縮とカーボンフットプリントの削減を実現している。

Lytenのリチウム硫黄電池は、従来のNMCリチウムイオン電池に比べ、重量を最大50%削減し、LFP電池と比べると最大75%の軽量化を達成している。製造プロセスでは、サンノゼのパイロットラインにて、シリンダー型およびパウチ型セルで90%以上の歩留まりを実現している。また、原材料に重希少鉱物を使用しないことで、カーボンフットプリントを最大60%削減している。これにより、電気自動車やドローン、衛星などの性能向上と環境負荷の低減に貢献している。さらに、Lytenのリチウム硫黄電池は、従来のリチウムイオン電池よりも高いエネルギー密度を持ち、電気自動車の航続距離の延長やドローンの飛行時間の増加に寄与している。

#### 目的/ 背景

Lytenのリチウム硫黄電池は、電気自動車、トラック、ドローン、衛星、防衛用途など、移動体の電動化に最適な性能を有している。2024年にはドローンや衛星、防衛用途への商用バッテリー供給を予定しており、2025年にはマイクロモビリティやモバイル機器への展開を計画している。また、サプライチェーンの完全なローカライズを進め、製造コストのさらなる低減と環境負荷の削減を目指している。今後は、欧州連合やその他の地域での生産体制の確立も予定している。

## 総線量と単一イベント効果に耐性を持つ宇宙用耐放射線DC-DCコンバーターSAシリーズ

### Microchip Technology

#### 概要

Microchip Technologyは、宇宙環境に対応した総線量（TID）と単一イベント効果（SEE）に耐性を持つ耐放射線DC-DCコンバーター「SAシリーズ」を開発・提供している。これらのデバイスは、220kHzの固定周波数で動作し、外部同期が可能である。また、表面実装部品を使用し、特定のアプリケーションや要件に合わせた柔軟なカスタマイズが可能である。



#### 開発内容

SAシリーズは、宇宙環境での使用を想定した耐放射線DC-DCコンバーターであり、総線量（TID）および単一イベント効果（SEE）に対する耐性を持つ。動作周波数は220kHzに固定されており、外部の周波数源と同期させることも可能である。これにより、システム全体の干渉やノイズを最小限に抑えることができる。さらに、表面実装部品を採用しており、柔軟なカスタマイズが可能で、特定のアプリケーションや要件に適合させることができる。また、Mil-Std-461、Mil-Std-883、Mil-Std-202などの規格に適合しており、信頼性と性能が保証されている。

#### 目的/ 背景

SAシリーズは、宇宙環境での高信頼性電源供給が求められる衛星や宇宙探査機の設計において重要な役割を果たす。放射線耐性と高効率な電力変換により、ミッションの信頼性と寿命を向上させることができる。

## 放射線耐性を持つリアルタイムLinux対応RISC-VベースSoC FPGA「PolarFire」

### Microchip Technology

#### 概要

Microchip Technologyは、飛行実績のある放射線耐性PolarFire FPGAファブリック上に、リアルタイムLinux対応のRISC-Vベースマイクロプロセッササブシステム（MSS）を備えた、放射線耐性PolarFire SoC FPGAを開発している。



#### 開発内容

放射線耐性PolarFire SoC FPGAは、リアルタイムLinuxに対応したRISC-Vベースのマイクロプロセッササブシステム（MSS）を搭載し、飛行実績のある放射線耐性PolarFire FPGAファブリック上に構築されている。SRAMベースのデバイスとは異なり、低消費電力とゼロコンフィギュレーションアップセットを実現する。さらに、RISC-Vベースのソリューションスタック開発を支援する広範なMi-Vエコシステムによってサポートされている。Gigabit Ethernet、CAN、USBなど多様な周辺機器を備え、高速シリアル通信やPCIeへの対応も可能である。

#### 目的/ 背景

放射線耐性PolarFire SoC FPGAは、宇宙空間や高放射線環境での組込みシステムに適している。放射線耐性と低消費電力を両立することで、衛星通信や宇宙探査機器など長期間の安定動作が必要な分野での活用が期待される。リアルタイムLinux対応により、開発者は既存のソフトウェア資産を有効活用できる。

# 髪の毛ほどの幅の微小太陽電池を編み込んだ柔軟で軽量なメッシュ状太陽電池素材「DragonSCALES」

## mPower

### 概要

開発組織であるmPowerは、髪の毛ほどの幅の微小太陽電池を編み込んだ柔軟で軽量なメッシュ状太陽電池素材「DragonSCALES」を開発している。



### 開発内容

「DragonSCALES」は、髪の毛ほどの幅の微小な太陽電池セルを柔軟で軽量なメッシュに編み込んだ太陽電池素材である。従来の剛性が高くガラスで覆われたソーラー・アレイとは異なり、柔軟性と軽量性に優れ、宇宙機の重量と体積を削減できる。また、標準的な半導体および太陽電池の微細加工技術を用いて大量生産が可能であり、コストを大幅に抑えることができる。さらに、形状や設計のカスタマイズが容易であり、さまざまな用途に適応できる。微細なセルを相互接続することで、構造の柔軟性と電気的な信頼性を両立している。また、物理的な耐久性や電気的な回復力、放射線耐性に優れ、過酷な環境下でも長寿命を実現している。これにより、ミッションの信頼性を高め、宇宙空間での運用に最適化されている。

「DragonSCALES」は、従来のソーラー・アレイと比較して、宇宙機の電力供給コストを大幅に削減できることが期待されている。その柔軟性と軽量性により、重量と体積を削減し、打ち上げコストの低減に寄与する。地上での試験では、高効率の発電能力と宇宙環境での安定性が確認されている。また、DragonSCALESを搭載したソーラー・アレイは、初の軌道上実証実験が予定されており、性能のデータ収集が行われる予定である。さらに、標準的な製造技術を用いることで大量生産が可能となり、数千機に及ぶ低軌道衛星の市場に対応できると期待されている。

### 目的/ 背景

「DragonSCALES」は、低軌道衛星をはじめとする宇宙機の電力供給に利用されることが期待されている。軽量で柔軟な特性から、宇宙空間での効率的な展開や運用が可能となる。また、遠隔地でのポータブル電源としての活用が検討されており、軍事用途やアウトドア用途での市場開拓が進められている。

## ブルーレーザーによる宇宙空間での高効率パワービーミング電力伝送技術の開発

### NUBURU, Inc.

#### 概要

アメリカのNUBURU社は、独自のブルーレーザー技術を活用して、宇宙空間におけるパワービーミングの実現可能性を示すプロジェクトを進めている。NASAのSBIRプログラムを通じて、高価な銅やアルミニウムの配線を輸送せずに、遠隔地の月面や惑星基地に電力を供給するソリューションを開発している。



#### 開発内容

このパワービーミング技術は、NUBURU社の独自のブルーレーザーを用いて、宇宙空間での電力伝送を可能にするものである。ブルーレーザーは高出力・高輝度であり、その波長は宇宙空間でのレーザー伝送に適している。この技術は、月面や火星の大気によるレイリー散乱や、月面表層の細かいレゴリス粉塵の散乱を利用して、光のガイドウェイを形成し、遠隔地への電力伝送だけでなく、宇宙飛行士への視覚的なガイダンスも提供できる。また、高帯域幅のレーザー通信リンクを備えており、レーザーの安全性を確保しつつ、離れた居住地間でのデータ伝送も可能である。

このパワービーミング技術により、従来必要だった銅やアルミニウムの配線を遠隔地に輸送する高コストを削減できる。また、ブルーレーザーの高い出力と輝度により、宇宙空間での電力伝送効率が向上し、必要な機器のサイズと重量を大幅に削減できる。さらに、レーザーの散乱特性を利用して、宇宙飛行士への視覚的ガイダンスを提供し、月や火星の表面に光のガイドウェイを形成することが可能である。高帯域幅のレーザー通信リンクにより、離れた居住地間で安全にデータ伝送を行える。

#### 目的/ 背景

このパワービーミング技術は、遠隔地の月面や惑星基地への効率的な電力供給に利用され、重く高価な配線の輸送を不要にすることで、宇宙ミッションのコストとリスクを削減できる。また、宇宙飛行士への視覚的ナビゲーションや、居住地間の高速データ通信にも役立つ。今後、初期段階では技術の科学的、技術的、商業的なメリットと実現可能性を確立し、その後、商業的に実用可能な製品の開発を進め、宇宙適格なハードウェアの革新的な開発を続ける予定である。

## 表面実装技術による高密度・短期間製造を実現したソーラーパワーシステム「SMTソーラーパワーシステム」

### Sierra Space

#### 概要

Sierra Spaceは、特許取得済みの表面実装技術（SMT）を用いたソーラーパワーシステムを開発している。このシステムは、高密度の電力供給、製造時間の大幅短縮、高い信頼性を実現しており、衛星産業に新たな価値を提供するものである。



#### 開発内容

このソーラーパワーシステムは、表面実装技術（SMT）を活用して自動化されたソーラーパネルの製造プロセスを実現している。SMTソーラーパネルは、全面バックコンタクト型のソーラーセルを使用し、標準的な電子機器製造のピックアンドプレース方式で組み立てられる。この技術により、人手を介さない製造とソーラーパネル性能の大幅な向上が可能となっている。また、完全に柔軟なプリント回路基板（PCB）に取り付けられ、直径4インチのマンドレルに巻き取ることに成功している。これにより、小型から大型までの展開型ソーラーパネルの自動化生産と高密度化、リードタイムの短縮が可能となる。

このシステムにより、毎分5ワット以上の生産能力を実現し、従来の製造方法に比べリードタイムを大幅に短縮している。SMTソーラーパネルは高い電力密度を持ち、800W以上の電力供給が可能である。NASAのVIPERローバーでは、-235°Cから+160°Cの過酷な熱環境に耐えることが実証されている。さらに、複数のGEOおよびLEOミッションで採用され、打ち上げ後1年以上にわたり問題なく動作している実績がある。

#### 目的/ 背景

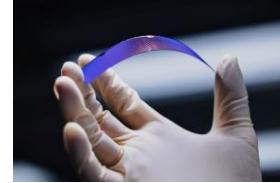
このソーラーパワーシステムは、衛星コンステレーション市場の需要に応えるものであり、高速かつ低成本で製造可能な宇宙用ソーラーアレイとして期待されている。また、月面探査機やローバーへの適用により、過酷な環境下での電力供給を可能にする。

## 放射線損傷を低温自己修復可能な宇宙用極薄型シリコンヘテロ接合太陽電池

### Solestial

#### 概要

Solestialは、宇宙用の極薄型シリコンヘテロ接合太陽電池を開発している。この太陽電池は、低温での放射線損傷自己修復機能を持つため、長期間にわたり高効率を維持できることが特徴である。



#### 開発内容

この太陽電池は、極薄型（最小20ミクロン）のシリコンヘテロ接合技術を採用し、独自の欠陥制御により、放射線損傷を自己修復する機能を持つ。低温でのアニーリングにより、宇宙環境での通常の動作温度（65°Cから90°C）で放射線損傷を回復させ、効率低下を最小限に抑えることができる。また、商用のシリコンウェハを利用し、自動化された生産設備で大量生産が可能なプロセスフローを有する。シリコンヘテロ接合技術により、低温でのセル製造を実現し、20%の高効率を達成している。セルは柔軟で超薄型のため、宇宙用の軽量なソーラーブランケットとして最適である。また、逆耐圧が高く、ホットスポット耐性があるため、バイパスダイオードの数を減らすことができる。

この太陽電池は、10年間の低軌道（LEO）での放射線被曝に相当する試験後、90°Cで1サンの光照射下でアニーリングを行った結果、開放電圧が初期値の96%を維持し、低下はわずか4%にとどまった。一般的なIII-V多接合太陽電池が同条件で10-15%の効率低下、地上用シリコン太陽電池が35-40%の劣化を示すのに対し、Solestialの太陽電池は大幅に劣化が少ないことが確認された。また、自動化された生産により、従来技術に比べて製造コストを90%削減することが可能である。

#### 目的/ 背景

この太陽電池は、低成本で長寿命の宇宙用電源を必要とする衛星コンステレーションや宇宙開発プロジェクトに適している。2025年には年間10MWの生産能力を持つ製造施設の稼働を目指しており、将来的にはセル効率を23%に向上させる計画である。また、ペロブスカイトとのタンデムセル開発により、さらなる効率向上も期待されている。

# 低軌道衛星向け放射線耐性を備えたパワー・アナログ・ロジックIC

## STMicroelectronics

### 概要

STMicroelectronicsは、低コストのプラスチックパッケージに収められた放射線耐性のパワー、アナログ、ロジックICの新シリーズを開発し、信頼性の高い小型低成本衛星の設計と量産を簡素化している。



### 開発内容

新しい放射線耐性ICシリーズは、宇宙ミッションで培ったノウハウと商用IC生産の専門知識を活用し、LEO環境の課題に耐えうる競争力のある価格の堅牢な製品を提供している。シリーズには、データコンバータ、電圧レギュレータ、LVDSトランシーバ、ライドライバ、論理ゲートなど9つのデバイスが含まれており、発電・配電、オンボードコンピュータ、テレメトリ、トランシーバなどのシステムで使用されている。これらのコンポーネントは、STの車載用認定ICで使用されている生産ラインで組み立てられ、高品質での大量生産が可能となっている。

シリーズのコンポーネントは、LEOミッションプロファイルに対応する放射線耐性を実現し、全イオン化線量（TID）50krad（Si）まで耐性があり、全非電離線量や单一イペントラッチャップ（SEL）に対しても $62.5\text{ MeV}\cdot\text{cm}^2/\text{mg}$ まで高い耐性を持っている。これらの部品は追加の認証やアップスクリーニングを必要とせず、ユーザーの大幅なコストとリスク削減に貢献している。

### 目的/ 背景

これらのコンポーネントは、地球観測やブロードバンドインターネットなどのサービスを提供する新世代の小型低成本LEO衛星での使用を目的としている。設計と生産を簡素化することで、数千単位で構成される大規模な衛星コンステレーションの展開を可能にしている。

## 軌道上でレーザーパワービーミングを実証する宇宙無線エネルギー・レーザーリンク「SWELL」

### U.S. Naval Research Laboratory

#### 概要

米国海軍研究所は、レーザーパワービーミングを宇宙空間で実証するシステム「SWELL」を開発している。SWELLは2023年にDoD Space Test Program-H9 (STP-H9) のペイロードとして国際宇宙ステーションへ打ち上げられ、起動後1～2年間運用される予定である。これは宇宙でのレーザーパワービーミングの初の実証となる。



#### 開発内容

「SWELL」は、宇宙空間でのレーザーパワービーミングを実証するためのシステムである。2023年に国際宇宙ステーションへ打ち上げられるDoD Space Test Program-H9 (STP-H9) のペイロードとして設置され、起動後は1～2年間運用される。SWELLはレーザーを用いてエネルギーを無線で伝送する実験を行い、宇宙でのエネルギー伝送技術の実現に向けたデータを収集することを目的としている。これは軌道上でのレーザーパワービーミングの初の実証であり、将来の宇宙エネルギーシステムの構築に向けた重要な一步となる。

#### 目的/ 背景

SWELLの用途は、宇宙空間でのレーザーパワービーミング技術の実証を通じて、無線エネルギー伝送の実用化に向けた知見を得ることである。今後の開発予定として、SWELLで得られたデータを基に技術の改良や大規模なエネルギー伝送システムの構築が考えられる。

## アメリシウム-241を用いた月面ミッション向けプラグアンドプレイ式スターリング発電システム「Harmonia」

### UDRI

#### 概要

UDRIは、アメリシウム-241を熱源とした高効率スターリング発電技術を利用し、月面ミッション向けのプラグアンドプレイ式パワーシステム「Harmonia」を開発している。同システムは、極寒の月面環境下での長期運用を可能にする信頼性の高い電力供給を目指している。



#### 開発内容

「Harmonia」は、アメリシウム-241の放射性崩壊による熱を高効率のスターリング変換技術で電力に変換するプラグアンドプレイ式パワーシステムである。従来のプルトニウム-238ではなく、長寿命のアメリシウム-241を熱源とすることで、長期間にわたる安定した電力供給を可能にしている。また、コンパクトな設計により、ローバーや通信プラットフォームなど多様な機器に相互運用的に使用できる。さらに、熱源のプラグアンドプレイアーキテクチャにより、宇宙飛行士が必要に応じて様々な機器の電源として利用することができる。

このシステムにより、月の長い夜である2週間に及ぶ極寒の期間や永遠に太陽の当たらない領域でも、長期間にわたるミッションの電力需要を満たすことが可能となる。アメリシウム-241の長い半減期を活用し、数年間持続する電力供給を実現する。また、コンパクトな設計と相互運用性により、機器の重量とペイロード効率が向上し、ミッションコストの削減につながる。

#### 目的/ 背景

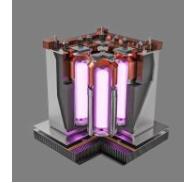
「Harmonia」は、長期間にわたる月面ミッションや、南極地域などの未踏の領域への探査に活用されることが期待されている。宇宙飛行士が熱源をバッテリーのように扱えることで、ミッションの柔軟性と効率性が向上する。今後、2027年までに拡張された月面ミッションへの対応を目指し、設計・開発が進められている。

## 商用ラジオアイソトープ電源システム

### Zeno Power

#### 概要

Zeno Powerは、ラジオアイソトープ電源システム（RPS）の新たな商用化を進めている。



#### 開発内容

ラジオアイソトープ電源システム（RPS）は、壊変する放射性同位体からの熱を一定のクリーンエネルギーに変換するコンパクトな装置である。従来、プルトニウム238を使用したRPSはNASAのボイジャーやニュー・ホライズンズなどの宇宙ミッションで利用され、国防総省はストロンチウム90を用いたRPSを遠隔地や海洋環境で運用してきた。Zeno PowerのRPSは豊富で利用可能な同位体を使用した新設計を採用し、商用利用を可能とする。

RPSは、宇宙や海底といった過酷な環境で、長期間にわたる安定した電力供給を実現し、従来は2週間程度であったミッション期間を数年に延長することが可能となる。Zeno Powerは、2025年から顧客へのRPS提供を開始する予定である。

#### 目的/ 背景

RPSは、宇宙探査や海底観測など、過酷な環境での電力供給に活用されている。特に月の夜間における機器の運用やミッション期間の延長に貢献している。今後は、海底での分散型エネルギー生成と配給を目指すDEPTHISプログラムを通じて、さらなる応用が期待される。また、2025年からの顧客へのRPS提供開始に向け、必要な熱源の開発など重要なステップを進めている。

# 軽量・高剛性の太陽電池・アンテナ搭載膜を展開し、大電力発電・大容量通信・高分解能観測を実現する「HELIOS」

## サカセ・アドテック株式会社

### 概要

サカセ・アドテック株式会社は、太陽電池・アンテナを搭載した軽量・高剛性の膜を折り畳んで収納し、宇宙で展開する軽量膜展開構造物「HELIOS」を開発している。これにより、大電力発電・大容量通信・高分解能観測を実証する。



### 開発内容

軽量膜展開構造物「HELIOS」は、太陽電池とアンテナを搭載した軽量・高剛性の膜を折り畳んで収納し、宇宙空間で4本の円筒形CFRP（炭素繊維強化プラスチック）ブームとモータを用いて展開するシステムである。三軸織物技術を活かしたCFRP製のアンテナ材料を用いており、薄膜構造でありながら高い剛性を有する。展開機構には電動伸展方式を採用し、地上での展開実験を容易に行えるように工夫されている。また、太陽電池膜は1m<sup>2</sup>で200W/kgという世界最高の出力/質量比を実現している。

軽量膜展開構造物「HELIOS」は、太陽電池膜によって1m<sup>2</sup>で200W/kgという世界最高の出力/質量比を達成した。また、5Gアンテナによるビームフォーミング技術や、薄膜アンテナ素子による干渉計の実証に成功した。地上展開実験では、重力や空気抵抗の影響を受ける中、展開機構の工夫により全展開を実現した。これにより、宇宙空間での信頼性と実用性を確認し、実績を積むことができた。さらに、ブームの巻取り収納機構を改良し、展開挙動の安定化を図った。

### 目的/ 背景

軽量膜展開構造物「HELIOS」は、大電力が要求される月周回や月面探査などの深宇宙探査計画や、小型衛星のコンステレーションプログラムでの活用が期待される。今後、200W/kg級の太陽電池膜を事業化し、超小型衛星の高性能化に貢献することを目指している。

# 放射線による損傷を自己修復する宇宙用耐放射線集積回路の開発

## テキサスA&M大学

### 概要

テキサスA&M大学は、宇宙での放射線損傷を自己修復する集積回路を開発している。本技術は、センサ回路によってチップ内を監視し、異常を検知すると自動で補償を行い、放射線による性能劣化を回復させるものである。衛星や宇宙船などの宇宙用電子機器の信頼性向上が期待される。



### 開発内容

この集積回路は、チップ内にセンサ回路を組み込み、各部分の動作を常時監視することで放射線による性能劣化を検出する。異常が検出されると、センサ回路がメイン回路のパラメータを調整し、動作を正常な状態に戻す。また、マイクロヒーティングシステムを用いて、放射線によって誘発されたデバイスの欠陥を修復する。さらに、総イオン化線量テストや単一イベント効果テストを実施し、放射線環境下での動作特性を評価している。

この技術により、放射線による長期的な性能劣化を自動補償し、宇宙環境での回路の動作寿命を延長することが可能となった。総イオン化線量テストでは、放射線曝露後も回路の正常な動作が維持されることが確認された。単一イベント効果テストでは、高エネルギー粒子による瞬時の電流パルス（グリッチ）に対する回路の耐性が向上していることが示された。これらの結果は、設計した集積回路が放射線環境での信頼性を高めることを示している。

### 目的/ 背景

この集積回路は、衛星や宇宙探査機などの宇宙用電子機器において、放射線耐性と自己修復能力を備えることで、機器の信頼性と寿命を向上させることが期待されている。これにより、商用宇宙飛行や深宇宙探査などの分野で、高性能かつ省電力な電子システムの実現に貢献する。

## 宇宙から地球へクリーンエネルギーを供給する宇宙太陽光発電システム「SOLARIS」

### ESA

#### 概要

欧州宇宙機関（ESA）は、宇宙太陽光発電によるクリーンエネルギーの地球への供給を目指し、新たなプログラム「SOLARIS」を通じて、高効率な太陽電池、無線電力伝送、軌道上ロボット組立技術の開発を進めている。同プログラムは、技術的、政治的、計画的な実現可能性を確立し、2025年に完全な開発プログラムへの移行を判断するための基盤を築いている。



#### 開発内容

「SOLARIS」は、宇宙空間で太陽光を収集し、無線で地上にエネルギーを送電する宇宙太陽光発電システムの実現を目指す。高効率の太陽電池パネルを用いて軌道上でエネルギーを集め、無線電力伝送技術によりマイクロ波やレーザーを使って地上へ送電する。また、軌道上での巨大構造物の組立やメンテナンスを可能にするロボット技術も開発している。これらの技術を組み合わせることで、地上の天候や昼夜に左右されない、24時間安定したクリーンエネルギーの供給を目指している。

同プログラムは、商業規模の宇宙太陽光発電所に向けた2つの並行した概念設計研究を開始し、アーサー・D・リトル社とタレス・アーラニア・スペース・イタリア社がそれぞれ主導している。無線電力伝送技術や軌道上組立技術の進展により、24時間365日安定したエネルギー供給が可能となり、電力網の安定性向上や大規模な蓄電ソリューションへの依存減少が期待されている。

#### 目的/ 背景

「SOLARIS」は、宇宙太陽光発電によって地球のクリーンエネルギー需要に応え、気候変動を緩和することを目的としている。今後、技術開発と研究を進め、2025年末までに商業規模の宇宙太陽光発電システムの完全な開発プログラムに進むかを決定する予定である。

# 高純度大口径ダイヤモンドウェハを用いた新動作原理の次世代半導体デバイス

## 佐賀大学、アダマンド並木精密宝石株式会社

### 概要

佐賀大学とアダマンド並木精密宝石株式会社は、新動作原理による次世代のダイヤモンド半導体デバイスを共同で作製し、世界最高水準の出力電力を得た。



Diamond substrate Size 15mmx15mmx 0.5mm

### 開発内容

このダイヤモンド半導体デバイスは、アダマンド並木精密宝石が開発した高純度かつ大口径のダイヤモンドウェハを用い、佐賀大学が考案した新動作原理を採用している。従来はドーピング層とキャリア走行層が近接しており、キャリア移動度の低下やデバイス寿命の短さが課題であった。今回、ドーピング層をキャリア走行層から8ナノメートルだけ空間的に分離することで、キャリア移動度の向上とデバイス劣化の抑制を実現した。また、大口径ダイヤモンドウェハの使用により、デバイスの大面積化と高性能化を可能にしている。

このダイヤモンド半導体デバイスは、電力性能として $179\text{MW}/\text{cm}^2$ を達成し、従来のダイヤモンドデバイスの約20倍に相当する世界最高値を示した。これにより、GaNデバイスに1桁まで迫る性能を有し、今後の研究開発でこれらを凌駕することが期待される。さらに、キャリア移動度の向上により高周波・高出力特性が改善され、デバイスの劣化も抑制された。数年以内にBeyond 5G実用化レベルの出力 $3000\text{MW}/\text{cm}^2$ に到達する見通しが立っている。

### 目的/ 背景

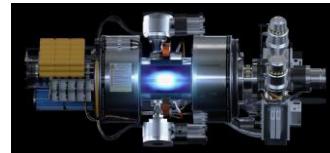
このダイヤモンド半導体デバイスは、Beyond 5G基地局や通信衛星、テレビ放送地上局、レーダーなどの高周波・大電力応用での活用が期待されている。真空管を置き換えることで、エネルギー効率の向上や環境負荷の低減に寄与する。また、今後はデバイス周辺技術の開発を進め、出力 $3000\text{MW}/\text{cm}^2$ を目標に実用化を推進する予定である。

# 高真空チャンバーと磁気ボトルによるプラズマ閉じ込めを実現した卓上サイズの核融合装置「The Orbitron」

## Avalanche Energy

### 概要

Avalanche Energyは、卓上サイズの小型核融合装置「The Orbitron」を開発している。この装置は、高真空チャンバーと磁気ボトルを用いてプラズマを閉じ込める技術を特徴としており、独自の物理現象によりコンパクトサイズを実現している。また、重水素や三重水素の燃料をイオン化し、ビームとして融合炉に注入するシステムも備えている。



### 開発内容

「The Orbitron」は、高真空チャンバー内で核融合プラズマを閉じ込める小型核融合装置である。融合炉は同軸型のチャンバーで構成され、周囲には高エネルギー電子をトラップするよう調整された磁気ボトルが配置されている。中央の電極は高エネルギーイオンを軌道に引き込み、深い真空間環境により長時間その軌道を維持することが可能である。燃料注入システムは、重水素や三重水素をイオン化し、高エネルギーのイオンビームとして融合炉に加速・注入する機能を持つ。エネルギー変換システムでは、融合反応で放出された高エネルギー粒子がチャンバー内壁を加熱し、その熱エネルギーを熱サイクルを通じて電気エネルギーに変換する。

### 目的/ 背景

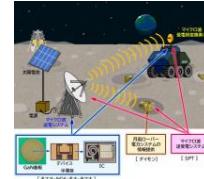
「The Orbitron」は、その小型化により多様な応用が期待されており、研究機関や産業分野でのエネルギー供給源として活用できる。特に、クリーンエネルギーとしての核融合技術の普及に貢献し、エネルギー問題の解決策となる可能性がある。

# 月面での無線給電を実現するGaN on GaN整流素子搭載24GHz帯電力伝送システム

## 名古屋工業大学

### 概要

名古屋工業大学は、GaN on GaN技術を用いた24GHz帯無線電力伝送システムを開発している。高効率な送受電機と高耐放射線性のGaN整流素子を搭載し、月面での無線給電を可能にする。また、地上での小型・高効率な応用も目指している。



### 開発内容

同システムは、24GHz帯の高出力無線電力伝送を実現するため、GaN on GaN整流素子を用いた高効率な受電機と送電機で構成されている。GaN基板上に形成されたGaN整流素子は、高い耐放射線性を備え、月面の厳しい環境下での利用に適している。送電機は、地上向けの無線電力伝送デバイスを基に開発され、高出力・長距離伝送に対応している。また、システム全体の高効率化と小型化を図り、地上での応用にも適している。さらに、GaN on GaN技術は、将来のミリ波・テラヘルツ波帯での通信や無線システムの高周波化にも対応可能である。

### 目的/ 背景

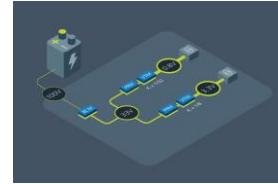
同システムは、月面での無線電力伝送によるエネルギー供給を可能にし、探査活動の効率化や拡大に貢献することが期待されている。また、地上では小型・高効率な無線電力伝送システムとして、IoTデバイスやセンサーネットワークへの応用が見込まれる。将来的には、GaN on GaN技術を活用した高周波帯域での通信や無線システムへの展開も目指している。さらに、今後はLEADなどの月探査の機会を利用して、月面での実証実験を行う予定である。

# ソフトスイッチング技術を搭載した放射線耐性電源モジュールによる宇宙用電源システム

## Vicor

### 概要

Vicorは、ソフトスイッチング技術を用いた放射線耐性の電源モジュールを開発している。これらのモジュールは、LEOおよびMEO衛星向けの新たな宇宙用電源システムに最適であり、高密度で信頼性が高く、スケーラブルな電力供給を実現する。



### 開発内容

これらの電源モジュールは、ソフトスイッチングの一種であるゼロ電圧スイッチング（ZVS）技術を採用しており、切り替え損失を削減し、電力変換効率を向上させている。ZVSにより、高電圧入力から低電圧出力への変換においても効率を保つことが可能であり、高周波スイッチングによる放射線環境下での電圧ストレスやEMI（電磁干渉）の低減に寄与している。また、Vicorのモジュールは小型であり、ASICなどの近傍に配置することで、パワーデリバリーネットワーク（PDN）の最適化を実現している。さらに、放射線耐性のアクティブコンポーネントと車載グレードのパッシブコンポーネントを組み合わせ、信頼性の高い電源システムを構築している。

これらのソフトスイッチング技術を用いた放射線耐性電源モジュールにより、スイッチング時の電圧スパイクやリンクギングが低減され、電力変換効率が向上している。ZVS技術の採用により、高サイドFETのターンオン時の損失を削減し、特に高電圧から低電圧への変換においても高い効率を維持している。また、モジュールの小型化により、ASICやFPGAなどの高性能通信デバイス近傍に配置可能となり、PDNのインピーダンスを低減し、大電流供給時の電圧ドロップを抑制している。さらに、完全な冗長化されたパワートレインを並列に動作させることで、单一事象機能中断（SEFI）を軽減し、放射線環境下での信頼性を向上させている。

### 目的/ 背景

これらの放射線耐性電源モジュールは、LEOおよびMEO衛星などの新しい宇宙用途に適しており、宇宙空間での高い放射線環境下でも信頼性の高い電力供給を実現する。

## 宇宙空間や高信頼性環境向け超低オン抵抗・超低ゲート電荷の放射線耐性GaNトランジスタ

### EPC Space

#### 概要

EPC Spaceは、宇宙空間や高信頼性環境向けの超低オン抵抗・超低ゲート電荷の放射線耐性GaNトランジスタを拡充している。新製品は小型の気密パッケージに収められ、高電力密度で低成本・高効率なソリューションを提供している。



#### 開発内容

これらのトランジスタは、超低オン抵抗と極めて低いゲート電荷を特徴とし、高電力密度で低成本・高効率なソリューションを可能にしている。小型の気密パッケージに収められており、フットプリントが非常に小さい。GaNベースのパワーデバイスは、シリコンベースのデバイスに比べて、より高いブレーカダウン電圧、低いゲート電荷、低いスイッチング損失、優れた熱伝導率、低オン抵抗を備えており、高いスイッチング周波数で動作することで、高電力密度や高効率、よりコンパクトで軽量な回路の実現を可能にしている。

#### 目的/ 背景

これらのトランジスタは、衛星や宇宙ミッション機器のDC-DC電源、ロボットのモータードライブ、計測装置やアクションホイール、深宇宙探査機、イオントラスターなどでの利用が期待されている。

---

論文/特許分析結果

# 高効率エネルギー変換技術調査

論文・特許調査

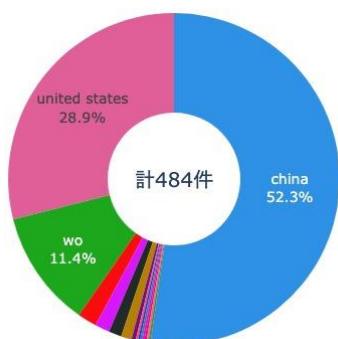
## 論文・特許数の推移

## 高効率エネルギー変換技術に関する論文・特許の年次推移

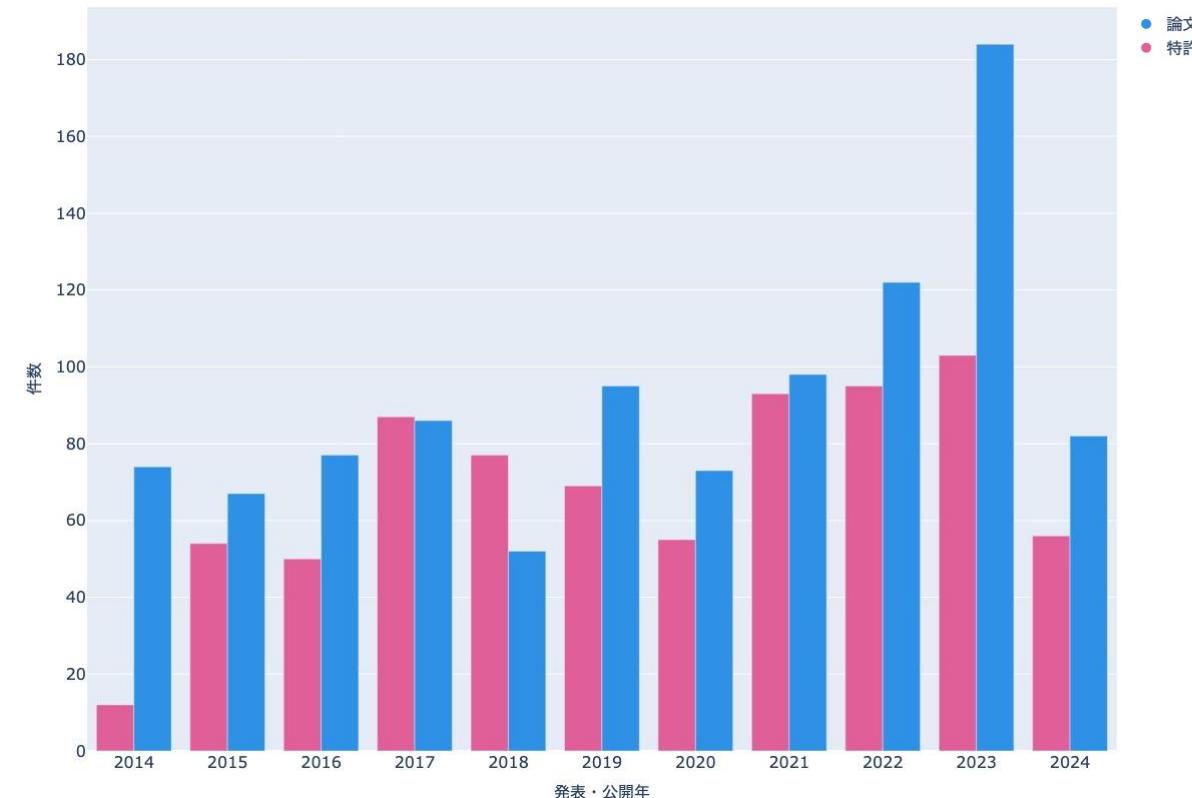
国別論文数



国別特許数



論文・特許数の推移



※ 論文の国は第一著者の所属組織で、特許の国は親特許の出願先の国で定義  
※ n/a:論文DBの登録情報から国名が特定できなかったもの

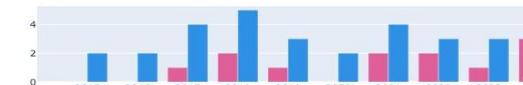
## 技術カテゴリー一覧

## カテゴリー

## 論文/特許数推移

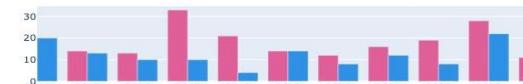
## 論文数増加率\* 特許数増加率\*

無線電力伝送とエネルギー変換を実現するレクテナ技術



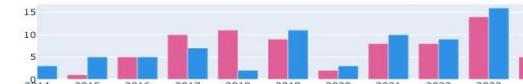
0.0% 0.0%

太陽光を効率的に電力に変換するための先進的な集光技術



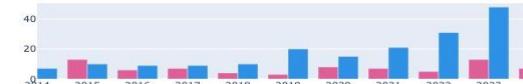
57.1% 100.0%

宇宙太陽光発電とマイクロ波によるエネルギー転送技術



45.5% 55.6%

高効率太陽電池と新材料を用いたエネルギー変換技術の研究



140.0% 333.3%

Ga2O3を用いた高温パワーエレクトロニクスのエネルギー効率向上技術



40.0% -75.0%

熱エネルギーと電気エネルギーの変換を最適化する複合材料技術とその応用



119.0% 18.8%

\*2019年から2023年での増加率。

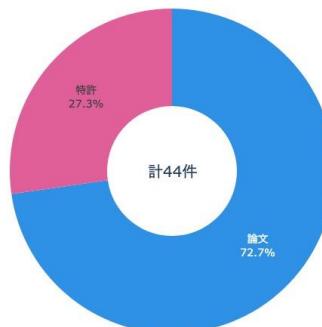
2019年, 2023年何れかの文献数がゼロの場合はnaと表記している

# 無線電力伝送とエネルギー変換を実現するレクテナ技術

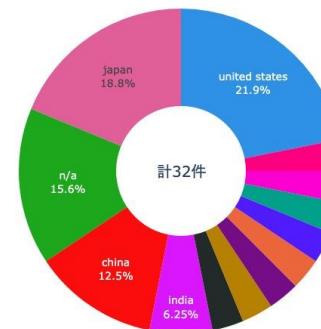
## 概要

このトピックは、無線電力伝送やエネルギー変換に関する技術を包括的に扱う。具体的には、電子サイクロトロンコンバータやレクテナ技術を用いて電磁波を直接電流に変換する方法、マグネットロンによるマイクロ波エネルギーの生成、ハイブリッド光起電モジュールによる太陽光のマイクロ波への変換が含まれる。また、インピーダンスマッチングや効率的なエネルギー転送を実現するための回路設計、クラスF技術やハイブリッド半導体集積回路の活用、レクテナアレイや円偏波マイクロストリップパッチアンテナの設計も重要な要素である。これらの技術は、エネルギー効率の向上や再生可能エネルギーの利用促進に寄与する。

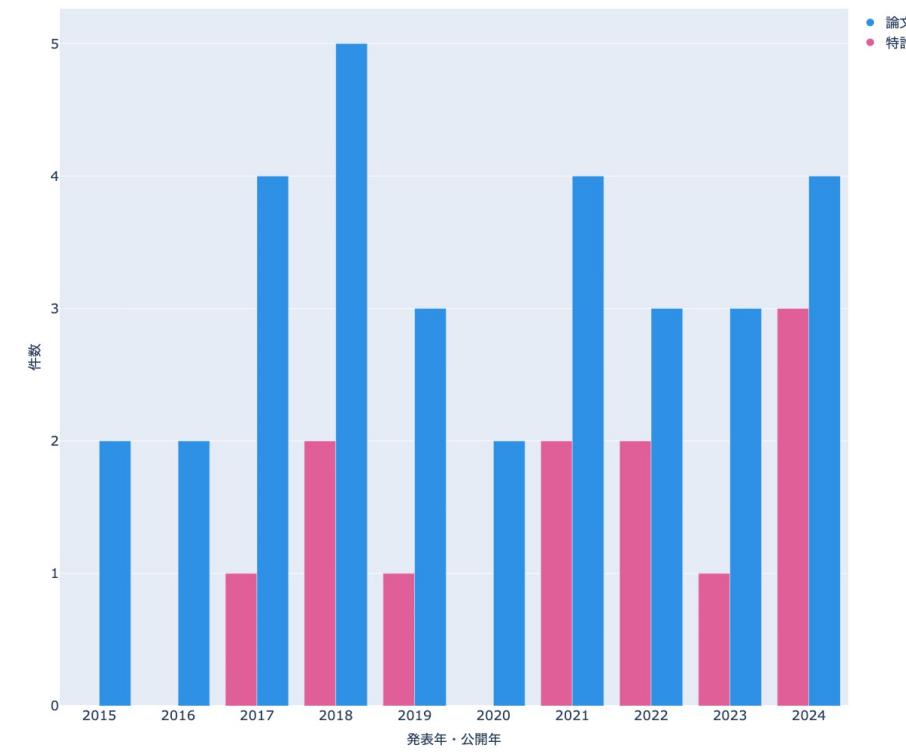
## 特許・論文比率



## 論文国別比率



## 論文・特許数推移



## 宇宙太陽光発電の地上伝送技術の進展

宇宙太陽光発電の地上伝送技術は、無線電力伝送システムを用いて宇宙で生成された電力を地上に効率的に供給することを目指している。特に、レクテナ技術を活用したマイクロ波を用いることで、エネルギー変換効率の向上が期待されている。この技術は、持続可能なエネルギー供給の実現に寄与し、地球上のエネルギー問題の解決策として注目されている。

### 開発状況

宇宙で生成された太陽エネルギーを地上に効率的に伝送することを目的として、無線電力伝送技術の開発が進められている。これにより、持続可能なエネルギー供給の実現を目指している。

### 課題

宇宙太陽光発電を地上に伝送する際、電磁波の効率的な変換が課題となっている。特に、変換効率を高めるためのレクテナ技術の開発が求められており、これによりエネルギー損失を最小限に抑えることが重要である。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
特許	WIRELESS POWER TRANSMISSION SYSTEM, POWER TRANSMITTING SYSTEM, POWER RECEIVING SYSTEM, POWER TRANSMITTING DEVICE, POWER RECEIVING DEVICE AND SPACE PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION SATELLITE	高高度の送電装置から地上の受電装置へ安定した電力を伝送する無線電力伝送システムを開発。電磁波をビーム状に指向し、効率的なエネルギー伝送を実現する。	softbank corp	2024	JP2024052265
論文	A long-distance high-power microwave wireless power transmission system based on asymmetrical resonant magnetron and cyclotron-wave rectifier	非対称共振マグネットロンとサイクロトロン波整流器を用いた長距離高出力マイクロ波無線電力伝送システムを提案。10 kmの距離で8.5 kWのDC電力を供給可能。	university of electronic science and technology of china	2021	<a href="https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.12.026">https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.12.026</a>
論文	Electron cyclotron converters of microwaves in wireless power transmission systems	電子サイクロトロンコンバータを用いた無線電力伝送システムを開発。変換効率80%以上を達成し、地上と衛星間のエネルギー伝送に有望。	Lomonosov Moscow State University	2020	<a href="https://doi.org/10.22363/2312-8143-2020-21-4-254-259">https://doi.org/10.22363/2312-8143-2020-21-4-254-259</a>
論文	A 5.8-GHz Rectifier Using Diode-Connected MESFET for Space Solar Power Satellite System	5.8 GHzの太陽宇宙電力衛星システム用整流器を開発。ダイオード接続MESFETを使用し、RF-DC変換効率を73.2%に向上させた。	lund university	2022	<a href="https://doi.org/10.1109/tmtt.2022.3194199">https://doi.org/10.1109/tmtt.2022.3194199</a>

## 衛星を介したIoTデバイスへの電力供給革新

衛星を介したIoTデバイスへの電力供給革新は、レクテナ技術を活用して、地上インフラが未整備な地域でも安定した通信と電力供給を実現することを目指している。特に、衛星からの電磁波を効率的に電力に変換する技術が進化しており、遠隔地や過疎地でのIoTデバイスの利用が促進される。これにより、グローバルなIoTネットワークの構築が期待されている。

### 開発状況

衛星を介したIoTデバイスへの電力供給の効率を向上させることを目的とし、地上インフラが未整備な地域でも安定した電力供給を実現することを目指している。

### 課題

衛星を介した電力供給において、レクテナの効率的な電力変換が課題となっている。特に、電磁波からの電力変換効率を高めるための技術開発が求められている。

### 関連論文/特許

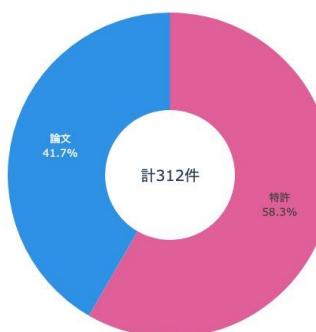
	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
特許	DIRECT SOLAR ENERGY TO DEVICE TRANSMISSION	この技術は、衛星を利用して太陽エネルギーを直接デバイスに送信するシステムを提案している。レクテナを用いて電磁波を交流に変換し、最終的にデバイスを駆動する直流に整流する。持続可能で効率的なエネルギー伝送を目指している。	rl patents llc	2023	US20230130351
論文	Adaptive Ku-Band Solar Rectenna for Internet-of-Things- (IoT)-over-Satellite Applications	提案された技術は、IoTアプリケーション向けの適応型Kuバンドソーラーレクテナである。ナノサテライトを利用して、遠隔地でのIoTデバイスへの効率的なエネルギー供給を可能にする。特定条件下でのRFからDCへの変換効率は23.2%に達する。	tunis el manar university	2021	<a href="https://doi.org/10.1155/2021/9934025">https://doi.org/10.1155/2021/9934025</a>
論文	Multi-band Rectenna Integrated with Solar Cells for Microwave Energy Harvesting System	この研究は、マルチバンドソーラーパネルアンテナを統合したハイブリッドレクテナシステムを提案している。LバンドからXバンドまでの周波数帯で動作し、低RF入力信号での電力変換効率を向上させることを目指している。	national institute of technology	2022	<a href="https://doi.org/10.1109/mapco_n56011.2022.10046803">https://doi.org/10.1109/mapco_n56011.2022.10046803</a>
特許	METHOD AND SYSTEM FOR WIRELESS POWER TRANSMISSION IN SPACE	宇宙での無線電力伝送方法は、レーザー装置を備えた衛星群を利用して、他の衛星や車両に電力を送信するシステムを提案している。太陽光が必要なため、日食期間の短縮が重要である。	torino politecnico	2024	WO2024057258

# 太陽光を効率的に電力に変換するための先進的な集光技術

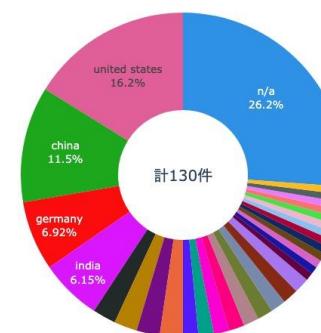
## 概要

このトピックは、太陽光エネルギーを効率的に収集し、電力に変換するための技術に関するものである。具体的には、反射面や集光器、追尾システム、柔軟な太陽電池アレイ、集中型光起電力（CPV）技術などが含まれ、宇宙環境でのエネルギー収集を最適化するために設計されている。これにより、効率的なエネルギー収集や電力供給が可能となり、持続可能なエネルギーソリューションの提供が期待される。さらに、電力管理や構造支援のためのトラス組立て、バッテリー管理システム、柔軟性を持つソーラーセル、支持構造の設計も重要な要素である。

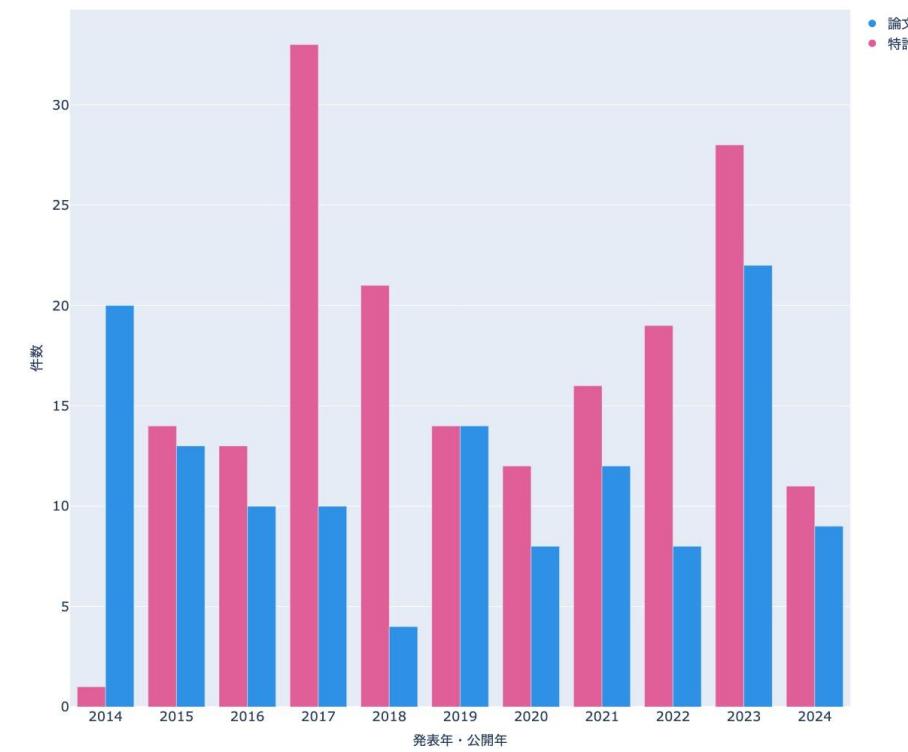
特許・論文比率



論文国別比率



論文・特許数推移



## 衛星を活用した太陽光集光技術の進化

衛星を活用した太陽光集光技術は、太陽光を効率的に電力に変換するための新たな手法として注目されています。特に、移動プラットフォームへの太陽光集光や、衛星を介した地上への送電技術が進化しています。これにより、集光効率と電力変換効率が向上し、商業電力網の強化や遠隔地への電力供給が期待されています。近年はこれらの技術に関する研究が増加しており、注目が高まっています。

### 開発状況

衛星を活用した太陽光集光技術の開発目的は、集光効率と電力変換効率の向上を図ることです。また、これにより商業電力網の強化や遠隔地への電力供給を実現することを目指しています。

### 課題

衛星を用いた太陽光集光技術の適用において、集光効率や電力変換効率を最大化するための技術開発が進められています。特に、衛星の位置制御や光の指向性の最適化が課題となっています。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	A Novel Space Large Deployable Paraboloid Structure with Power and Communication Integration	SSPCIは、太陽光と通信アンテナを統合した構造で、宇宙機の効率を向上させることを目的としています。地上実験で信頼性が確認され、将来の宇宙機に有望な解決策とされています。	xidian university	2019	<a href="https://doi.org/10.1155/2019/3980947">https://doi.org/10.1155/2019/3980947</a>
特許	SYSTEM FOR REDIRECTING SUNLIGHT TO A MOBILE PLATFORM	移動プラットフォームへの太陽光集光システムは、衛星と連携してエネルギー変換効率を向上させることを目的としています。光ビームをターゲットに向ける革新的な手法が採用されています。	boeing co	2020	US20200382051
論文	GoSolAr – A Gossamer Solar Array Concept for High Power Spacecraft Applications using flexible Photovoltaics	GoSolArプロジェクトは、柔軟な薄膜太陽電池を用いた高出力宇宙機用のゴッサマーソーラーレイを開発しています。CIGSセルの効率向上が期待され、将来の宇宙ミッションに貢献します。	german aerospace center	2019	<a href="https://doi.org/10.1109/aero.2019.8741868">https://doi.org/10.1109/aero.2019.8741868</a>
論文	Design of a Solar-tracking Mechanism in the EPS of ÆtherSat	ÆtherSatのEPS用に設計された太陽追尾機構は、小型衛星の太陽光変換効率を向上させることを目的としています。商用部品を使用した軽量で経済的な設計が特徴です。	mit-adt university	2021	<a href="https://doi.org/10.1109/puneco.n52575.2021.9686485">https://doi.org/10.1109/puneco.n52575.2021.9686485</a>

# 太陽追尾システムによるエネルギー効率の向上

太陽追尾システムは、太陽光を効率的に電力に変換するための技術として注目されています。特に、宇宙や海洋での通信システムにおいて、太陽光の追尾機能を持つメカニズムが導入され、エネルギー変換効率が向上しています。これにより、持続可能なエネルギー供給が可能となり、宇宙や海洋での通信システムにおいて重要な役割を果たすと期待されています。

## 開発状況

太陽追尾システムの開発は、宇宙や海洋での通信システムにおけるエネルギー効率を向上させ、持続可能なエネルギー供給を実現することを目的としています。これにより、より安定した通信環境を提供することが期待されています。

## 課題

太陽追尾システムを宇宙や海洋の通信システムに適用する際、環境条件に応じた最適な追尾技術の開発が求められています。特に、システムの重量や耐久性、エネルギー効率のバランスを取ることが課題です。

## 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	Optimal Sizing and Siting of PV and Battery Based Space Microgrids Near the Moon's Shackleton Crater	月のシャクルトンクレーター近くの宇宙マイクログリッドにおける太陽光発電とバッテリーシステムの最適配置を研究。タワーの高さが太陽エネルギー収集に与える影響を分析し、最適な構成を提案。	aalborg university	2023	<a href="https://doi.org/10.1109/access.2023.3239303">https://doi.org/10.1109/access.2023.3239303</a>
特許	Solar photovoltaic supply type marine satellite communication antenna system	海洋通信アンテナシステムにおける太陽光発電の効率を向上させるための設計。追尾システムを用いてアンテナの位置を最適化し、エネルギー消費を効果的に減らす。	taizhou kepuni comm equip co ltd	2019	CN208970755
特許	SYSTEMS AND METHODS FOR POINTING PHOTOVOLTAIC ARRAYS	宇宙船における太陽光発電アレイの指向性を最適化するシステムと方法を提案。影の影響を最小化し、光源からの入射光を最大限に活用することを目指す。	blue origin llc	2023	US20230202684
特許	用于太阳翼的光伏板及用于卫星的太阳翼	衛星用の太陽翼に設計された光伏板は、構造強度と安定性を向上させるための独自の構造を持ち、使用中の圧縮解放機構による亀裂のリスクを低減。	galaxy aerospace beijing network tech co ltd	2023	CN219514019

## 柔軟で展開可能な太陽電池アレイの革新

柔軟で展開可能な太陽電池アレイ技術は、宇宙空間での効率的な電力生成を目指して進化しています。特に、Z字型折りたたみ式のブランケット型アレイが注目され、展開時に最大の表面積を確保し、収納時にはコンパクトに折りたたむことが可能です。この技術は、宇宙ミッションにおける電力供給の最適化を実現し、将来的には地球外インフラへの応用も期待されています。

### 開発状況

宇宙空間での電力供給を最適化するため、柔軟で展開可能な太陽電池アレイの開発が進められています。これにより、電力生成の効率を向上させ、宇宙ミッションの成功率を高めることを目的としています。

### 課題

柔軟で展開可能な太陽電池アレイを宇宙空間で使用する際、展開メカニズムの信頼性や耐久性を確保するための技術開発が必要です。特に、振動や温度変化に対する耐性を高めることが課題となっています。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	Membrane Deployment Technology Development at DLR for Solar Sails and Large-Scale Photovoltaics	Gossamer-1プロジェクトは、宇宙での大規模な軽量膜構造の展開技術を開発しました。この技術は、太陽帆や光電発電機に応用され、信頼性の高いエネルギー生成を実現します。	german aerospace center	2019	<a href="https://doi.org/10.1109/aero.2019.8741630">https://doi.org/10.1109/aero.2019.8741630</a>
特許	Z-fold flexible blanket solar array	Z字型折りたたみ式の柔軟なブランケット型太陽電池アレイは、宇宙での電力生成を最適化します。展開時に最大の表面積を確保し、収納時にはコンパクトに折りたたむことが可能です。	maxar space llc	2024	US12028016
論文	GoSolAr – A Gossamer Solar Array Concept for High Power Spacecraft Applications using flexible Photovoltaics	GoSolArプロジェクトは、柔軟な薄膜光電池を用いたGossamer Solar Arrayを開発し、宇宙船の電力需要を満たすことを目指しています。CIGSセルの効率向上が期待されています。	german aerospace center	2019	<a href="https://doi.org/10.1109/aero.2019.8741868">https://doi.org/10.1109/aero.2019.8741868</a>
論文	Concept for a Gossamer solar power array using thin-film photovoltaics	Gossamer Solar Power Array技術は、展開可能な薄膜光電システムを用いて宇宙ミッションの電力供給を強化します。CIGSセルの効率は21%以上に達しています。	german aerospace center	2019	<a href="https://doi.org/10.1007/s12567-019-00276-6">https://doi.org/10.1007/s12567-019-00276-6</a>

## レーザーを用いた遠隔エネルギー伝送技術の進化

レーザーを用いた遠隔エネルギー伝送技術は、地上や航空機、衛星間でのエネルギー供給を効率化する新しい手法として注目されています。特に、三次元調整モジュールを用いた位置調整により、正確なエネルギー伝送が可能となり、遠隔地でのエネルギー供給の信頼性が向上します。この技術は、持続可能なエネルギー供給の一環として、地上と宇宙空間でのエネルギー利用を最適化することが期待されています。

### 開発状況

遠隔地や宇宙空間でのエネルギー供給の効率と信頼性を向上させることを目的とし、レーザーを用いたエネルギー伝送技術の開発が進められています。これにより、持続可能なエネルギー供給の実現を目指しています。

### 課題

レーザーを用いたエネルギー伝送技術の適用において、レーザーと光電変換モジュールの効率を最適化する必要があります。特に、エネルギー損失を最小限に抑えるための技術開発が求められています。

### 関連論文/特許

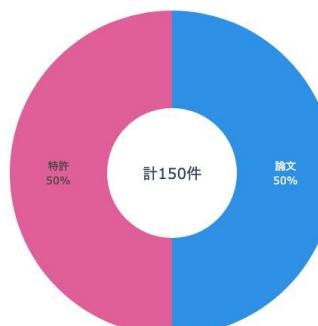
	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	Wireless Laser Power Transmission: A Review of Recent Progress	レーザー電力伝送技術の効率向上を目的とし、無人航空機や衛星への遠隔電力供給を研究しています。特に、レーザーと光電変換の効率化が課題です。	nanjing university of aeronautics and astronautics	2019	<a href="https://doi.org/10.1109/tpel.2018.2853156">https://doi.org/10.1109/tpel.2018.2853156</a>
特許	A intelligent laser energy supply system for long -range free space	長距離自由空間でのエネルギー伝送を目的としたインテリジェントレーザーエネルギー供給システムを研究しています。正確なレーザー伝送を実現するための位置調整が特徴です。	tianjin lantian solar tech co ltd	2019	CN208738930
論文	Seebeck Effect Generators for Orbit-to-Ground Power Supply	軌道から地上への電力供給を目的とし、セーベック効果発電機を用いた研究を行っています。レーザーを用いたエネルギー伝送の効率化が期待されます。	georgia southern university	2023	<a href="https://doi.org/10.2514/6.2023-1955">https://doi.org/10.2514/6.2023-1955</a>
特許	Far-field large-area laser spot distributed measurement system and energy distribution reconstruction method	遠距離大面積レーザースポット分布測定システムを用いて、レーザーエネルギー伝送の効率を向上させる方法を研究しています。エネルギー管理システムが特徴です。	shandong inst space electronic tech	2023	CN117073835

# 宇宙太陽光発電とマイクロ波によるエネルギー転送技術

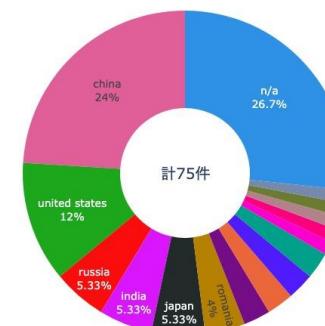
## 概要

このトピックは、エネルギーの生成や転送に関するさまざまな技術を扱う。太陽光発電システムや宇宙太陽光発電衛星、マイクロ波無線電力伝送技術が中心であり、これにより効率的なエネルギー利用が実現される。特に、宇宙での太陽エネルギーの収集と地球への送信、ロボットの自動化、新素材を用いたエネルギー変換技術が注目されている。これらの技術は、持続可能なエネルギー供給や新しい通信手段の確立に寄与し、長距離通信や複数のアクセス端末のサポートも可能にする。

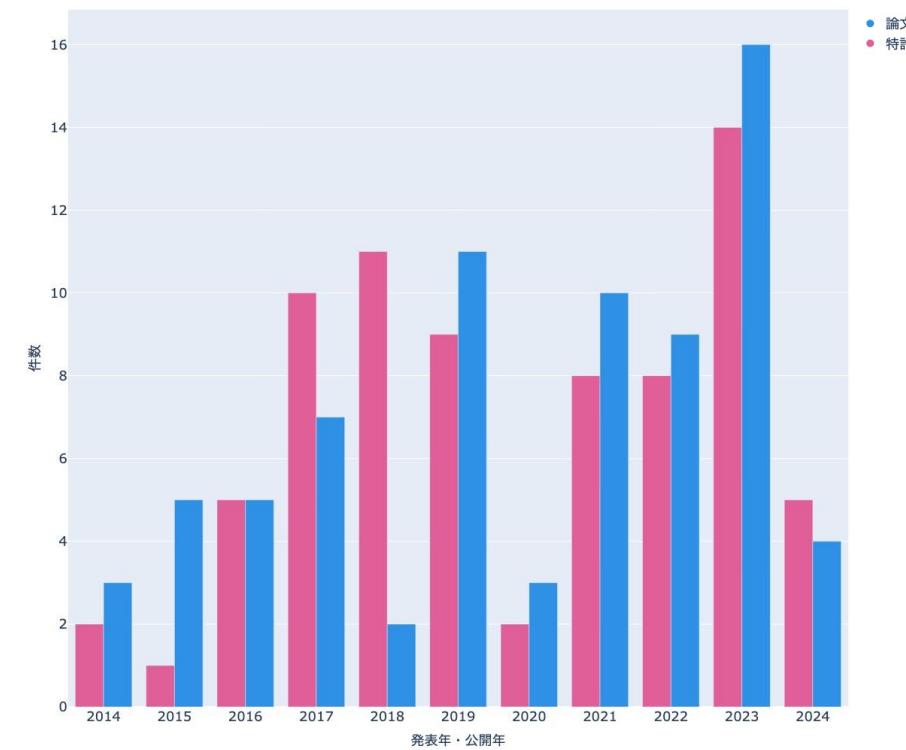
特許・論文比率



論文国別比率



論文・特許数推移



## 宇宙太陽光発電とマイクロ波送信技術の進展

宇宙太陽光発電（SSPS）とマイクロ波送信技術の進展により、地球上への持続可能なエネルギー供給が可能となる。SSPSは宇宙空間で太陽光を集め、マイクロ波として地球に送信することで、天候に左右されない安定したエネルギー供給を実現する。この技術は、地球上のエネルギー不足を解消し、クリーンエネルギーの普及を促進する可能性がある。特に、マイクロ波送信の効率化や受信アンテナの改良により、エネルギー伝送の効率が向上している。

### 開発状況

宇宙太陽光発電におけるエネルギー伝送効率を改善することを目的とした開発や、持続可能なエネルギー供給の実現を目指した開発が進められている。

### 課題

宇宙太陽光発電を地球に適用する際に、マイクロ波送信の効率化や受信アンテナの改良が必要であり、これらの技術の開発が進められている。

### 関連論文/特許

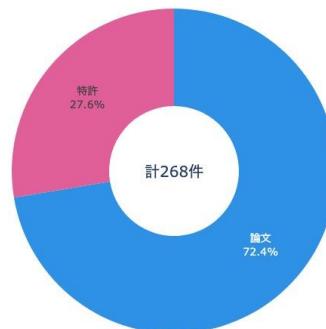
	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	Solving all the world's energy problems for once and forever	この技術は、軌道上のパワーサテライトを利用して無線でGW級の電力を地球上に送信し、世界のエネルギー問題を解決することを目的としている。低炭素で持続可能なエネルギー供給を実現する。	indiana university – purdue university indianapolis	2023	<a href="https://doi.org/10.1007/s12667-023-00598-9">https://doi.org/10.1007/s12667-023-00598-9</a>
論文	LEO Satellite-Based Space Solar Power Systems	LEO衛星を用いた宇宙太陽光発電システムは、太陽光を集めて地上に送信する。約100基のLEO衛星で、静止軌道衛星と同等のエネルギー収集性能を達成可能である。	university of cyprus	2023	<a href="https://doi.org/10.1109/icassp59220.2023.10193588">https://doi.org/10.1109/icassp59220.2023.10193588</a>
論文	Space solar power satellite for the Moon and Mars mission	月や火星のミッションを支援するための宇宙太陽光発電衛星の開発が議論されている。無線電力伝送により、従来の発電方法の限界を克服し、エネルギー管理を強化する。	Kyushu University	2022	<a href="https://doi.org/10.1016/j.jsse.2021.10.008">https://doi.org/10.1016/j.jsse.2021.10.008</a>
論文	Off-planet power supply	大規模な衛星を軌道に展開し、太陽光を効率的に電力に変換し、地球上にマイクロ波として送信する技術が提案されている。持続可能なエネルギー供給を目指す。	na	2022	<a href="https://doi.org/10.1049/et.2022.0915">https://doi.org/10.1049/et.2022.0915</a>

# 高効率太陽電池と新材料を用いたエネルギー変換技術の研究

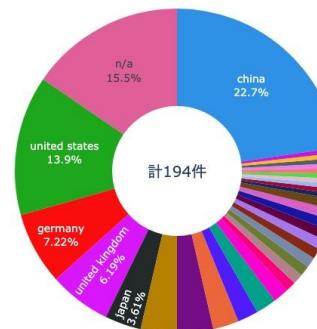
## 概要

このトピックは、太陽光発電に関する高効率技術と新材料の研究に焦点を当てている。具体的には、GaAsを用いた多接合太陽電池やペロブスカイト材料を利用した高効率太陽電池、CZTS太陽電池などが含まれる。これらの技術は、宇宙アプリケーションや電気自動車向けのワイヤレス電力伝送技術において特に重要であり、エネルギー変換効率を最大化するための新しいアプローチが模索されている。さらに、透明基板や薄膜層の使用、製造プロセスの革新、放射線耐性や光劣化特性の改善が進められており、これにより性能向上とコスト削減が期待されている。

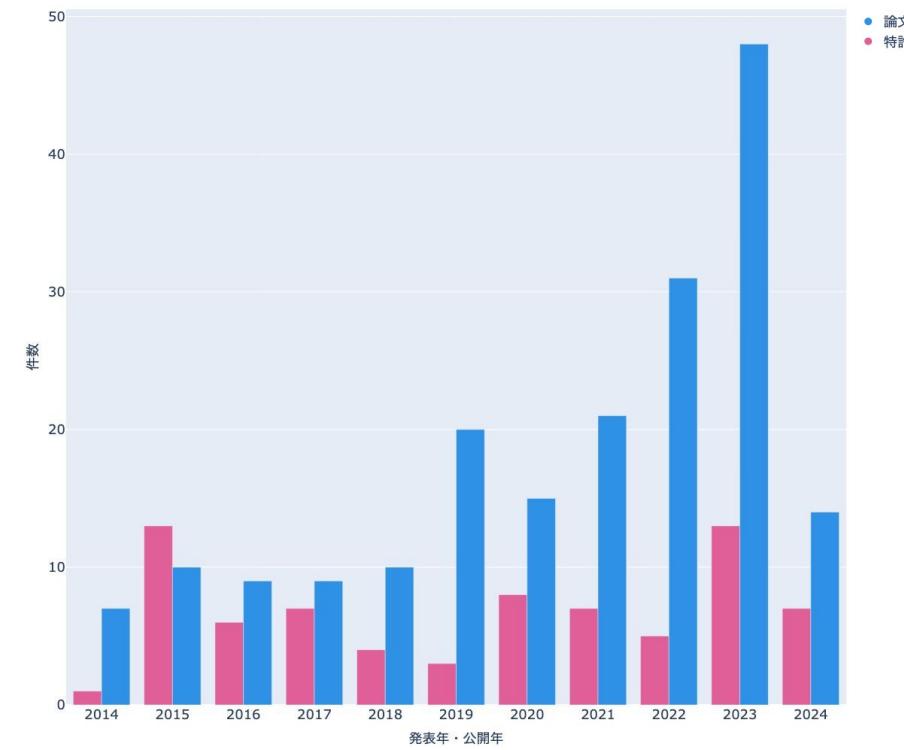
特許・論文比率



論文国別比率



論文・特許数推移



## 宇宙向け高効率太陽電池の耐久性向上技術

宇宙向け高効率太陽電池の開発では、柔軟性と軽量性を兼ね備えた設計が注目されています。特にInGaP/GaAsタンデム太陽電池やシリコンヘテロ接合太陽電池が、宇宙環境での耐久性を高めるために薄膜保護層や反射防止コーティングを採用しています。これにより、紫外線や高エネルギー粒子からの保護が強化され、エネルギー変換効率が向上しています。これらの技術は、宇宙探査や衛星通信におけるエネルギー供給の信頼性を向上させることが期待されています。

### 開発状況

宇宙環境での太陽電池の耐久性と効率を向上させることを目的とし、特に軽量で柔軟な設計を実現することで、宇宙探査や衛星通信におけるエネルギー供給の信頼性を高めることを目指しています。

### 課題

宇宙環境での高効率太陽電池の使用において、紫外線や高エネルギー粒子による劣化を防ぐための耐久性向上技術の開発が進められています。これにより、長期間にわたる安定したエネルギー供給が求められています。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
特許	Flexible Solar Panels and Photovoltaic Devices, and Methods and Systems of Producing Them	単一の半導体ウェーハから作られた柔軟で機械的に強靭な太陽電池の開発を目的としています。これにより、衝撃吸収性が向上し、軽量で適応性のある設計が可能となります。	solarpaint ltd	2023	US20230261126
論文	In situ investigation of perovskite solar cells' efficiency and stability in a mimic stratospheric environment for high-altitude pseudo-satellites	擬似衛星用にペロブスカイト太陽電池の効率と安定性を模擬成層圏環境で調査しています。極端な温度条件下でも高い性能を維持することが示されました。	swansea university	2020	<a href="https://doi.org/10.1039/c9tc04984c">https://doi.org/10.1039/c9tc04984c</a>
論文	Study of flexible packing and stability of GaInP/GaAs solar cells	宇宙用の柔軟なGaInP/GaAs太陽電池の研究で、ポリマー薄膜での封止により、湿気や酸化からの保護が強化され、長期安定性が確認されました。	University of Science and Technology of China	2023	<a href="https://doi.org/10.7498/aps.72.20230352">https://doi.org/10.7498/aps.72.20230352</a>
論文	Effectiveness of poly(methyl methacrylate) spray encapsulation for perovskite solar cells	ペロブスカイト太陽電池の長期安定性を向上させるために、ポリメチルメタクリレートスプレー封止の効果を調査しています。軽量で柔軟性を損なわずに安定性を提供します。	swansea university	2024	<a href="https://doi.org/10.1088/2515-7655/ad20f5">https://doi.org/10.1088/2515-7655/ad20f5</a>

## 多接合太陽電池によるエネルギー変換効率の向上

多接合太陽電池技術は、太陽光スペクトルを複数の区間に分割し、光子エネルギー変換効率を向上させることで、宇宙および地上でのエネルギー変換効率を大幅に改善しています。特に、III-V族半導体を用いた多接合太陽電池は、45%以上の効率を達成し、従来の技術を凌駕しています。近年は、カスケード型太陽電池や集光型光起電力システムの開発が進み、さらなる性能向上が期待されています。

### 開発状況

多接合太陽電池の開発目的は、エネルギー変換効率を最大化し、宇宙や地上での持続可能なエネルギー供給を実現することです。特に、放射線耐性や温度変動に強い設計を目指しています。

### 課題

多接合太陽電池を宇宙や地上で使用する際、放射線耐性や温度変動に対する耐久性が課題となっています。これに対応するため、材料の選定や構造の最適化が求められています。

### 関連論文/特許

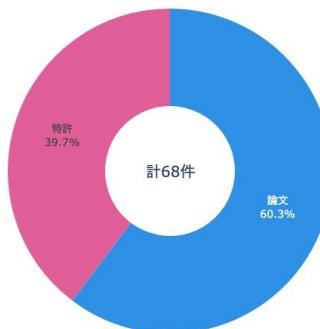
	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
特許	Multijunction solar cells	多接合太陽電池は、複数の太陽サブセルを積層することで、太陽エネルギー変換効率を向上させます。各サブセルは異なる波長の光に最適化されており、従来の単接合太陽電池を大きく上回る効率を実現しています。	solaero tech corp	2024	US12051760
論文	Multijunction solar arrays for space and terrestrial applications	多接合太陽電池は、太陽光スペクトルを分割して光子エネルギーを効果的に変換することで、45%以上の効率を達成しています。宇宙および地上での応用が進んでいます。	Ioffe Institute	2020	<a href="https://doi.org/10.22363/2312-8143-2020-21-4-271-280">https://doi.org/10.22363/2312-8143-2020-21-4-271-280</a>
論文	A Brief Review of High Efficiency III-V Solar Cells for Space Application	III-V族多接合太陽電池は、宇宙での高効率と放射線耐性を求める中で開発されました。新しい材料と構造により、軽量で高効率な電力供給が可能です。	Yunnan Normal University	2021	<a href="https://doi.org/10.3389/fphy.2020.631925">https://doi.org/10.3389/fphy.2020.631925</a>
論文	Solar Energy in Space Applications: Review and Technology Perspectives	III-V多接合太陽電池は、宇宙での高効率と信頼性から注目されています。新技術として、軽量で柔軟なCIGSやペロブスカイト太陽電池も開発されています。	university of messina	2022	<a href="https://doi.org/10.1002/aenm.202200125">https://doi.org/10.1002/aenm.202200125</a>

# Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を用いた高温パワーエレクトロニクスのエネルギー効率向上技術

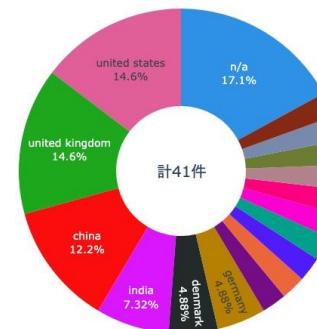
## 概要

このトピックは、ガリウム酸化物 (Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) を用いた超広帯域ギャップ半導体技術やオンラインジャンクション温度測定法、非従来型エネルギー効率の向上に関するものである。Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は高温パワーエレクトロニクスに適しており、効率的なエネルギー変換が可能である。オンラインジャンクション温度測定法は、パワーモジュールの信頼性を向上させ、リアルタイムでの温度監視を実現する。さらに、電気自動車やヒートポンプシステムの導入により、エネルギー消費の削減と環境負荷の軽減が期待される。

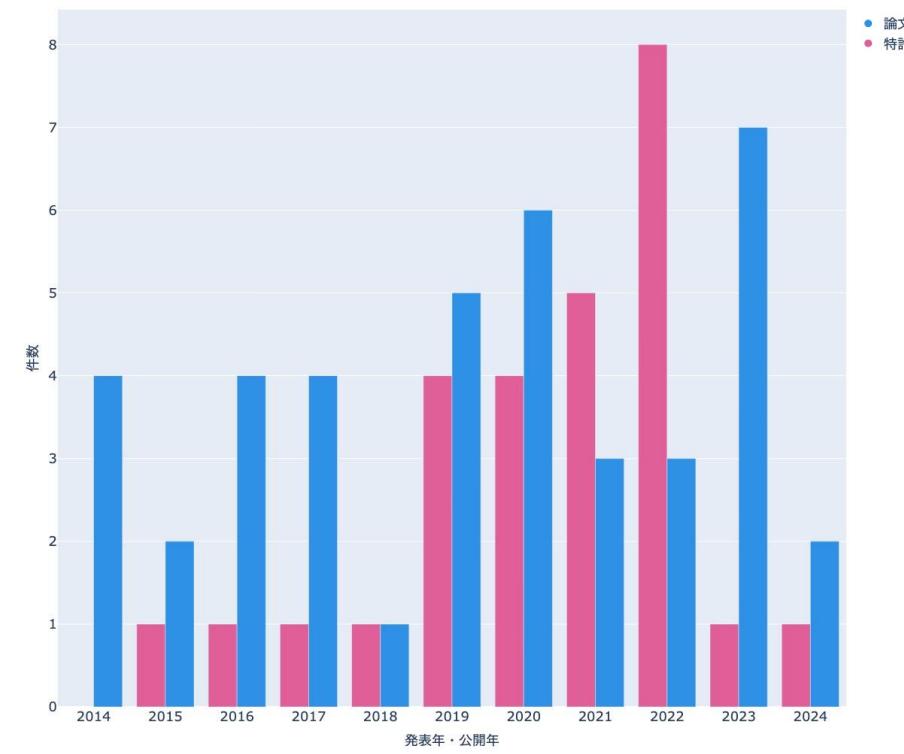
特許・論文比率



論文国別比率



論文・特許数推移



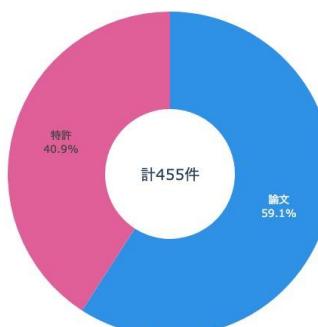
※ 論文の国は第一著者の所属組織で定義  
※ n/a:論文DBの登録情報から国名が特定できなかったもの

# 熱エネルギーと電気エネルギーの変換を最適化する複合材料技術とその応用

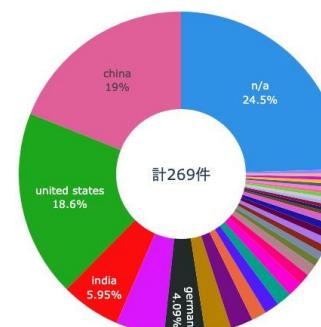
## 概要

このカテゴリーは、熱エネルギーと電気エネルギーの変換を最適化するための複合材料技術に関するものである。具体的には、スパッタリングプロセスにおける不活性ガスと水の導入による複合材料の生産プロセスの最適化、自己組織化単分子膜を用いたNiO<sub>x</sub>ナノクリスタルの表面特性調整、熱電発電機を利用した廃熱の有効活用などが含まれる。これにより、材料の均一性や特性が向上し、製造効率が高まり、持続可能なエネルギー利用が期待される。

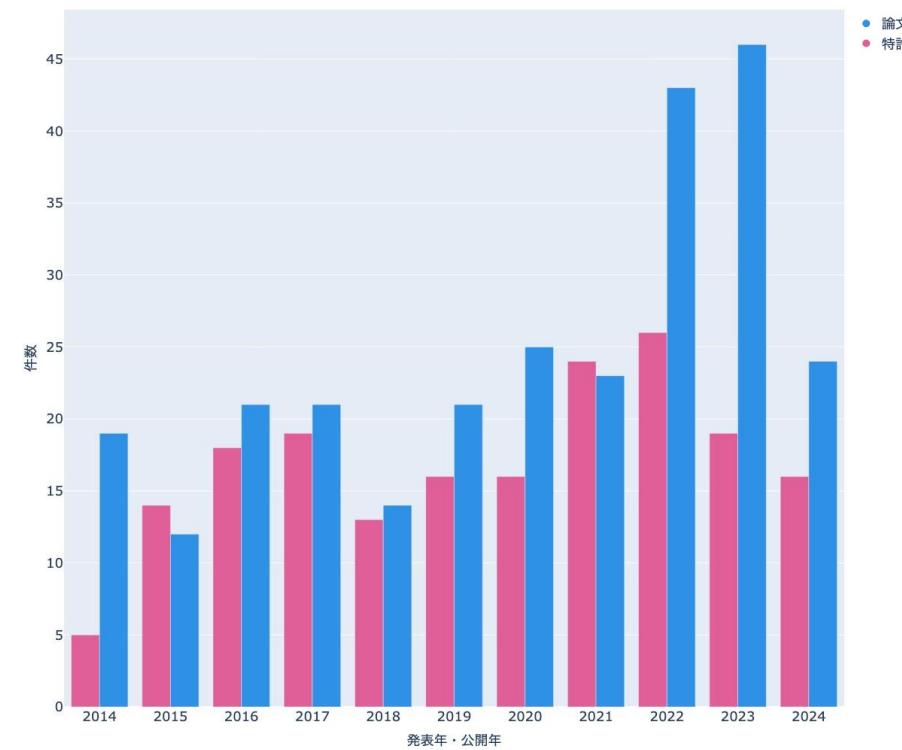
特許・論文比率



論文国別比率



論文・特許数推移



## 低品位熱を電力に変換する熱電材料の進化

低品位熱を電力に変換する熱電材料の進化は、エネルギー効率の向上と持続可能なエネルギーソリューションの実現に寄与しています。特に、GeTeベースの材料やAg<sub>2</sub>Sのような熱電材料の性能向上が進んでおり、航空宇宙、自動車産業、消費者向け電子機器などの応用が期待されています。近年は、これらの技術の研究が増加しており、注目が高まっています。

### 開発状況

低品位熱を効率的に電力に変換することを目的とした開発が進められており、これによりエネルギー効率の向上と持続可能なエネルギー利用の実現を目指しています。

### 課題

低品位熱を電力に変換する際に、熱電材料の効率を最大化するための技術開発が進められています。特に、材料の熱伝導率や電気伝導率の最適化が課題となっています。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	Introducing a new concept for enhanced micro-energy harvesting of thermal fluctuations through the Marangoni effect	マランゴニ効果を利用して、周囲の熱変動を電力に変換する新しい概念を紹介しています。この方法は、特に宇宙空間のような微小重力環境で効果的です。	technical university of madrid	2022	<a href="https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117966">https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117966</a>
特許	Solar power generation and thermoelectric power generation integrated system for artificial satellite	人工衛星用の統合システムは、太陽光発電と熱電発電を組み合わせ、効率的なエネルギー変換を実現します。これにより、衛星システムのエネルギー出力が向上します。	beijing institute tech	2020	CN111092596
論文	Negative Energy Consumption of Thermostats at Ambient Temperature: Electricity Generation with Zero Energy Maintenance	負のエネルギー消費技術は、周囲の熱エネルギーを電力に変換し、エネルギー効率の高い建物や車両、宇宙船での応用が期待されています。	fudan university	2019	<a href="https://doi.org/10.1103/physrevapplied.11.024053">https://doi.org/10.1103/physrevapplied.11.024053</a>
論文	Analysis of thermoelectrics used in the aerospace industry for power generation by the seebeck effect	航空宇宙産業における熱電発電の研究は、セーベック効果を利用して熱エネルギーを電気エネルギーに変換することに焦点を当てています。	universidad politécnica metropolitana de hidalgo	2022	<a href="https://doi.org/10.35429/jsl.2022.27.9.20.28">https://doi.org/10.35429/jsl.2022.27.9.20.28</a>

## カーボンナノチューブ複合材料によるエネルギー変換の革新

カーボンナノチューブ複合材料は、エネルギー変換デバイスの効率を向上させるために注目されています。これらの材料は、軽量で柔軟性があり、優れた熱管理と電磁干渉シールド性能を持つため、航空宇宙やウェアラブル電子機器などの過酷な環境での応用が期待されています。特に、熱エネルギーと電気エネルギーの変換効率を高める研究が進んでおり、次世代のエネルギー変換技術としての可能性が高まっています。

### 開発状況

カーボンナノチューブ複合材料を用いて、エネルギー変換デバイスの効率を向上させることを目的としています。これにより、航空宇宙やウェアラブル電子機器などの分野での実用化を目指し、過酷な環境下でも高性能を発揮するデバイスの開発が進められています。

### 課題

カーボンナノチューブ複合材料をエネルギー変換デバイスに適用する際、材料の特性を最適化するための技術開発が必要です。特に、熱管理や電磁干渉シールド性能を向上させるための表面改質や複合化技術が求められています。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	Flexible, Reliable, and Lightweight Multiwalled Carbon Nanotube/Polytetrafluoroethylene Membranes with Dual-Nanofibrous Structure for Outstanding EMI Shielding and Multifunctional Applications.	カーボンナノチューブヒボリテトラフルオロエチレンを用いた軽量で柔軟な膜が開発されました。これにより、優れた電磁干渉シールド性能と熱変換特性が実現され、航空宇宙やウェアラブル電子機器での応用が期待されています。	shandong university	2024	<a href="https://doi.org/10.1002/smll.202308992">https://doi.org/10.1002/smll.202308992</a>
論文	Surface-reconstruction of NiOx nanocrystals makes a breakthrough in flexible solar cells	NiOxナノクリスタルの表面特性を改善し、柔軟なペロブスカイト太陽電池の効率を向上させました。これにより、建物や車両への統合が可能となり、次世代のエネルギーソリューションとして注目されています。	The University of Hong Kong	2022	<a href="https://doi.org/10.1016/j.joule.2022.07.006">https://doi.org/10.1016/j.joule.2022.07.006</a>
特許	10kW-level space nuclear energy closed type Brayton cycle thermoelectric conversion system	宇宙船の電力供給のために設計された10kW級の閉サイクルブレイトンサイクル熱電変換システムは、高効率でコンパクトな設計が特徴で、宇宙や水中推進システムでの応用が期待されています。	beijing inst control eng	2020	CN112049692
論文	Toward Self-Powered Sensing and Thermal Energy Harvesting in High-Performance Composites via Self-Folded Carbon Nanotube Honeycomb Structures.	自己折りたたみカーボンナノチューブ構造を用いた高性能複合材料は、温度差を電力に変換し、自己電源センサーとして機能します。これにより、航空宇宙やウェアラブル電子機器での応用が可能です。	queen mary university of london	2023	<a href="https://doi.org/10.1021/acsami.3c08360">https://doi.org/10.1021/acsami.3c08360</a>

## 超臨界CO<sub>2</sub>ブレイトンサイクルによるエネルギー変換

超臨界CO<sub>2</sub>ブレイトンサイクルは、熱エネルギーと電気エネルギーの変換を最適化する技術として注目されています。この技術は、推進と発電を統合し、エネルギー利用を最大化しつつシステム構造を簡素化します。特に宇宙探査や航空宇宙用途でのモジュール化された実装が可能で、効率的なエネルギー変換を実現します。近年、この技術に関する研究が増加しており、将来的な宇宙ミッションの持続可能性と性能向上が期待されています。

### 開発状況

超臨界CO<sub>2</sub>ブレイトンサイクルを用いたエネルギー変換システムの効率を向上させ、宇宙探査や航空宇宙用途での持続可能なエネルギー利用を実現することを目的としています。これにより、将来的な宇宙ミッションの性能向上を目指しています。

### 課題

超臨界CO<sub>2</sub>ブレイトンサイクルを宇宙用途に適用する際、システムの効率を最大化しつつ、構造を簡素化するための技術開発が求められています。特に、宇宙環境での信頼性と持続可能性を確保することが課題です。

### 関連論文/特許

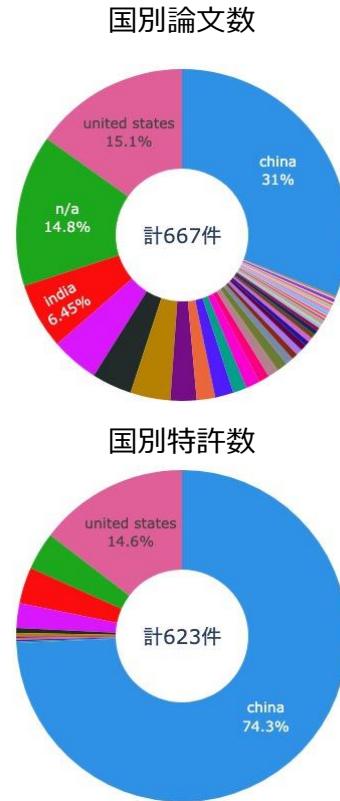
	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	Characteristics and optimization of SC <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Brayton cycle system for high power sodium-cooled fast reactor on Mars	超臨界CO <sub>2</sub> ブレイトンサイクルを用いたシステムが、火星探査のための高出力エネルギー源として設計されています。高出力、エネルギー密度、コンパクトさが特徴で、火星の過酷な条件に適しています。	harbin institute of technology	2021	<a href="https://doi.org/10.2298/tsci2106659z">https://doi.org/10.2298/tsci2106659z</a>
特許	集推进和发电两用的空间超临界二氧化碳核动力系统	宇宙用の超臨界CO <sub>2</sub> 核動力システムは、推進と発電を統合し、エネルギー利用を最大化します。モジュール化された実装が可能で、航空宇宙用途に適しています。	nuclear power inst china	2023	CN115862914
特許	Nuclear drive Brayton device	核駆動ブレイトン装置は、核エネルギーを効率的に電気エネルギーに変換します。超臨界CO <sub>2</sub> を用いることで、高効率なエネルギー変換を実現し、信頼性を向上させています。	shanghai nuclear eng res & design inst co ltd	2020	CN111946415
論文	Operations of a Radioisotope-based Propulsion System Enabling CubeSat Exploration of the Outer Planets	放射性同位体を利用した推進システムは、キューブサットの外惑星探査を可能にします。ブレイトンサイクルを用いて高出力通信をサポートし、効率的な推進を実現します。	center for space nuclear research	2014	<a href="https://doi.org/10.2514/6.2014-1680">https://doi.org/10.2514/6.2014-1680</a>

# 高電圧制御技術調査

論文・特許調査

# 論文・特許数の推移

## 高電圧制御技術に関する論文・特許の年次推移



※ 論文の国は第一著者の所属組織で、特許の国は親特許の出願先の国で定義  
 ※ n/a:論文DBの登録情報から国名が特定できなかったもの

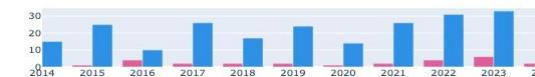
## 技術カテゴリー 一覧

## カテゴリー

## 論文/特許数推移

## 論文数増加率\* 特許数増加率\*

## 電極設計最適化と高電圧機器の性能評価技術



37.5% 200.0%

## 高パルス電圧生成と太陽光エネルギー変換技術



58.3% 12.5%

## ASIC設計と航空宇宙向け電力変換技術



-14.3% -50.0%

## 広帯域ギャップ半導体を用いた高電圧デバイスの性能向上



14.3% 100.0%

## 宇宙機器の電気的安全性を確保する保護技術



50.0% -20.0%

## 宇宙・航空宇宙向けの高効率電力管理と変換技術



28.6% -16.2%

## 高電圧アプリケーション向けの絶縁技術と材料特性向上



112.5% -12.5%

\*2019年から2023年での増加率。

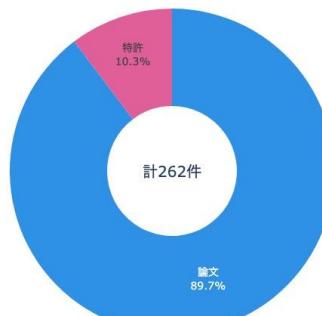
2019年,2023年何れかの文献数がゼロの場合はnaと表記している

# 電極設計最適化と高電圧機器の性能評価技術

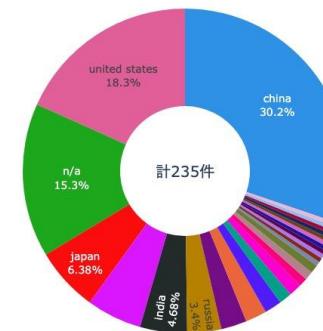
## 概要

このトピックは、電極形状がフラッシュオーバーに与える影響や回転子の性能を評価するための技術に関するものである。場の重ね合わせ理論を用いて電極の設計最適化を行い、電気推進システムや高電圧機器の安全性向上を目指す。また、Simulink/Matlabを活用したモデリングにより、PVセルの性能予測や宇宙環境下での放電現象の分析が行われ、さらにモンテカルロシミュレーションを通じて高電圧操作の信頼性を評価する。これらの研究は、宇宙機器の性能向上に寄与することが期待される。

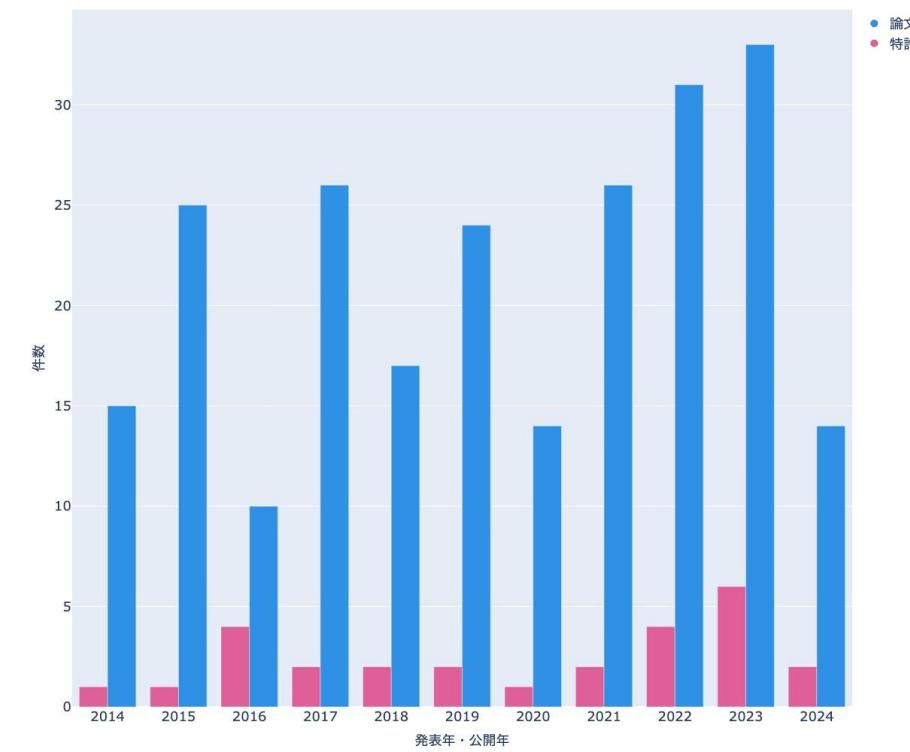
特許・論文比率



論文国別比率



論文・特許数推移

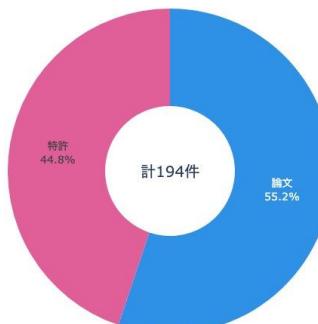


# 高パルス電圧生成と太陽光エネルギー変換技術

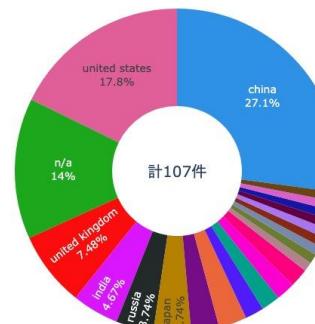
## 概要

フライバック回路は、トランジスタのインダクタンスと寄生キャパシタンスの共鳴を利用して高パルス電圧を生成し、効率的な電力変換を実現する。光エネルギーを電力に変換する技術としては、太陽光発電セルやレーザー光を用いた無線エネルギー伝送があり、宇宙機や小型衛星の電力供給の効率化に寄与する。また、7500 kVの高出力電圧を短時間で実現する技術は、ブラシレス発電機やモジュラーソーラーアレイに応用され、持続可能なエネルギー利用の促進に貢献する。

特許・論文比率



論文国別比率



# 航空宇宙高電圧機器における電極設計の最適化

航空宇宙分野における高電圧機器の電極設計の最適化は、性能向上と信頼性確保に重要です。特に、電極の形状や材料選定が放電特性や絶縁性能に影響を与え、アーケ放電やフラッシュオーバーのリスクを低減します。これにより、航空機の高電圧システムの安全性が向上し、電力効率の改善が期待されます。

## 開発状況

航空宇宙機器における高電圧システムの信頼性と安全性を向上させることを目的とし、電極設計の最適化を通じて放電リスクを低減し、効率的な電力供給を実現することを目指しています。

## 課題

航空宇宙分野で高電圧機器を使用する際、低圧環境での放電リスクが増大します。これに対処するため、電極設計の最適化が求められていますが、材料選定や形状設計における課題が残っています。

## 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	Design considerations for higher electrical power system voltages in aerospace vehicles	航空宇宙機器の高電圧システム設計における課題を論じ、特に高電圧が引き起こすアーケ放電やフラッシュオーバーのリスク管理方法を示しています。	university of manchester	2016	<a href="https://doi.org/10.1109/ipmhvc.2016.8012771">https://doi.org/10.1109/ipmhvc.2016.8012771</a>
論文	Flashover of insulation materials induced by electrostatic electromagnetic pulse	絶縁材料のフラッシュオーバー特性を研究し、電極形状が電界強度に与える影響を分析。宇宙環境での安全性向上に寄与する知見を提供します。	hebei university of science and technology	2022	<a href="https://doi.org/10.1108/compel-02-2022-0085">https://doi.org/10.1108/compel-02-2022-0085</a>
論文	PD Detection and Monitoring of High Voltage Cabling in an Aerospace Environment Using a UHF Radio Sensing System	航空宇宙環境での高電圧ケーブルの部分放電をUHFラジオセンサーで検出し、低圧条件下での絶縁劣化を監視する手法を提案しています。	aerospaceHV	2023	<a href="https://doi.org/10.1109/eic55835.2023.10177322">https://doi.org/10.1109/eic55835.2023.10177322</a>
論文	Development of a Test Method for Validation of Creepage Distances in High Voltage Aerospace Power Systems	高電圧航空宇宙電力システムにおけるクリープ距離の検証方法を開発し、環境条件が絶縁材料に与える影響を評価しています。	university of manchester	2020	<a href="https://doi.org/10.1109/eic47619.2020.9158720">https://doi.org/10.1109/eic47619.2020.9158720</a>

## 航空宇宙高電圧機器の性能評価技術の進化

航空宇宙分野における高電圧機器の性能評価技術は、信頼性と安全性の向上に寄与しています。特に、部分放電の検出技術が進化し、絶縁システムの劣化を早期に発見することで、予防的メンテナンスが可能となっています。新しい絶縁材料や設計手法の開発も進んでおり、航空機器の長寿命化に貢献しています。

### 開発状況

航空宇宙機器の安全性と信頼性を向上させるために、高電圧絶縁システムの性能を改善し、部分放電の発生を抑制することを目的とした技術開発が進められています。

### 課題

航空宇宙分野で高電圧機器を使用する際、低圧環境での部分放電や絶縁劣化が課題となっています。これに対処するため、絶縁材料の特性を最適化する技術の開発が求められています。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	Experimental Study of Visual Corona under Aeronautic Pressure Conditions Using Low-Cost Imaging Sensors	低成本のCMOSイメージセンサーを用いて、航空機の高電圧機器におけるコロナ放電を検出する研究です。従来の方法に比べて、コストと複雑さを大幅に削減しつつ、測定の感度と精度を維持しています。	polytechnic university of catalonia	2020	<a href="https://doi.org/10.3390/s20020411">https://doi.org/10.3390/s20020411</a>
論文	Unexpected Electrical Breakdown Characteristics and Protection of PPU in Space Electric Propulsion System	電気推進システムの電力処理ユニットにおける低圧放電の課題を扱い、部分放電検出に基づく絶縁評価法を提案しています。適切な絶縁保護が高電圧条件下での放電を防ぐことが示されています。	China Academy of Space Technology	2024	<a href="https://doi.org/10.1088/1742-6596/2784/1/012001">https://doi.org/10.1088/1742-6596/2784/1/012001</a>
論文	PD Detection and Monitoring of High Voltage Cabling in an Aerospace Environment Using a UHF Radio Sensing System	航空機の高電圧ケーブルにおける部分放電をUHFラジオセンシングシステムで検出する研究です。低圧環境での絶縁劣化を防ぐための重要な知見を提供しています。	aerospaceHV	2023	<a href="https://doi.org/10.1109/eic55835.2023.10177322">https://doi.org/10.1109/eic55835.2023.10177322</a>
論文	Insulating Gases for Partial Discharge Management of Electrical Machines in Aerospace Applications	航空宇宙用電気機器の部分放電管理のための高誘電強度ガスの開発を扱っています。高電圧での運用を可能にし、信頼性と長寿命化を実現するための重要な成果を示しています。	the university of manchester	2023	<a href="https://doi.org/10.1109/tte.2022.3208506">https://doi.org/10.1109/tte.2022.3208506</a>

# 集中光学による太陽光エネルギー変換の効率化

集中光学技術を太陽光エネルギー変換に適用することで、宇宙空間でのエネルギー収率を大幅に向上させる研究が進んでいる。具体的には、光学的集中技術を用いて太陽光を効率的に集光し、発電効率を高めることで、宇宙ミッションにおける持続可能なエネルギー供給を実現している。特に近年は、宇宙環境での高効率なエネルギー変換技術に関する研究が増加しており、注目が高まっていると考えられる。

## 開発状況

宇宙における太陽光エネルギー変換の効率を改善すること目的とした開発や、持続可能なエネルギー供給システムの実現を目指した開発が進められている。

## 課題

集中光学技術を宇宙での太陽光エネルギー変換に適用する際に、宇宙環境特有の過酷な条件下での効率的なエネルギー収集と変換を実現するための技術開発が進められている。

## 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
特許	PHOTOVOLTAIC MODULE COMPRISING A CONCENTRATION OPTIC WITH SUBWAVELENGTH PATTERNS AND SOLAR GENERATOR FOR SATELLITE COMPRISING SAID MODULE	この光起電力モジュールは、集中光学デバイスを統合し、太陽光を効率的に集光することで、宇宙環境でのエネルギー変換効率を向上させる。特に衛星用途に適している。	thales sa	2016	US20160020348
特許	LARGE-SCALE SPACE-BASED SOLAR POWER STATION: EFFICIENT POWER GENERATION TILES	宇宙ベースの大規模太陽光発電ステーションは、効率的な発電タイルを用いて太陽放射を集め、電力を生成する。持続可能なエネルギー生産に貢献することが期待される。	california inst of techn	2015	WO2015187739
論文	High efficiency 6-junction solar cells for the global and direct spectra	6接合逆転メタモルフィック太陽電池は、集中直射日光下での高効率を目指して設計されており、最大効率47.1%を達成している。宇宙での応用が期待される。	national renewable energy laboratory	2019	<a href="https://doi.org/10.1109/pvsc40753.2019.9198950">https://doi.org/10.1109/pvsc40753.2019.9198950</a>
論文	Photovoltaic Investigation on the Lunar Surface (PILS): Design Considerations and Ground Testing	月面での太陽電池技術を実証するPILSプラットフォームは、将来の月面ミッション向けた高電圧太陽電池アレイの開発を支援する。地上試験を経て、2022年に運用予定。	nasa glenn research center	2022	<a href="https://doi.org/10.1109/pvsc48317.2022.9938687">https://doi.org/10.1109/pvsc48317.2022.9938687</a>

## 小型衛星向け分散型電力供給システムの進化

小型衛星向けの分散型電力供給システムは、モジュール化された太陽電池アレイと低電力MPPTモジュールを統合し、軽量でコンパクトな設計を実現しています。これにより、マイクロサテライトの電力管理が効率化され、迅速な展開と大量生産が可能となっています。特に、熱管理機能を備えた設計により、宇宙環境での安定した電力供給が実現され、信頼性が向上しています。

### 開発状況

小型衛星の電力供給システムの効率性と信頼性を向上させることを目的とし、分散型システムの開発や、熱管理機能の強化を通じて、宇宙環境での安定した運用を目指しています。

### 課題

小型衛星の電力供給システムにおいて、効率的なエネルギー管理と信頼性の向上が課題となっています。特に、宇宙環境での温度変動に対応するための技術開発が求められています。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
特許	一种星载多波束T/R相控阵与太阳能供电自动展开系统	このシステムは、太陽エネルギーを電力に変換するモジュールと多波束アンテナアレイを備え、信号の送受信を行います。電力管理モジュールは、電圧を安定化し、電流、電圧、温度を監視します。	chengdu starnavi microwave tech co ltd	2023	CN116260499
論文	Designing efficient Electric Power Supply System for Micro-Satellite	マイクロサテライト向けの効率的な電力供給システムの設計と実装を紹介しています。COTSコンポーネントを使用し、モジュール化、冗長性、電力効率を重視した設計が特徴です。	national university of computer and emerging sciences	2016	<a href="https://doi.org/10.1109/icecube.2016.7495225">https://doi.org/10.1109/icecube.2016.7495225</a>
論文	Overview of Architectures for Satellite's Regulated Bus Power System	衛星の電力供給システムのアーキテクチャを分析し、太陽電池アレイとバッテリーの電力調整、充電制御戦略、バス電圧の安定化について議論しています。	instituto nacional de técnica aeroespacial	2020	<a href="https://doi.org/10.1109/ciycee49808.2020.9332665">https://doi.org/10.1109/ciycee49808.2020.9332665</a>
特許	Missile-borne micro-satellite energy control system	ミサイル搭載のマイクロサテライト向けエネルギー制御システムは、シンプルな構造と高い信頼性を特徴とし、宇宙での効率的なエネルギー管理を実現します。	48th res inst china electronics technology group corp	2018	CN107994669

# ASIC設計と航空宇宙向け電力変換技術

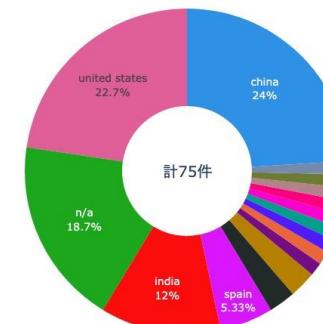
## 概要

このトピックは、ASIC設計におけるBiCMOSプロセス、航空宇宙向けの電力変換技術、パルス幅制限回路に関するものである。BiCMOSプロセスは高周波および高電圧のバイポーラ接合トランジスタを統合し、高性能な回路設計を可能にする。航空宇宙用途では、COTSベースの二相ポイントオブロードコンバータやシリコンカーバイドMOSFETを用いて電力供給の安全性を向上させる。さらに、パルス幅制限回路は高電圧アプリケーションにおいて信号の整形やノイズ低減を実現し、システムの安定性を向上させる。

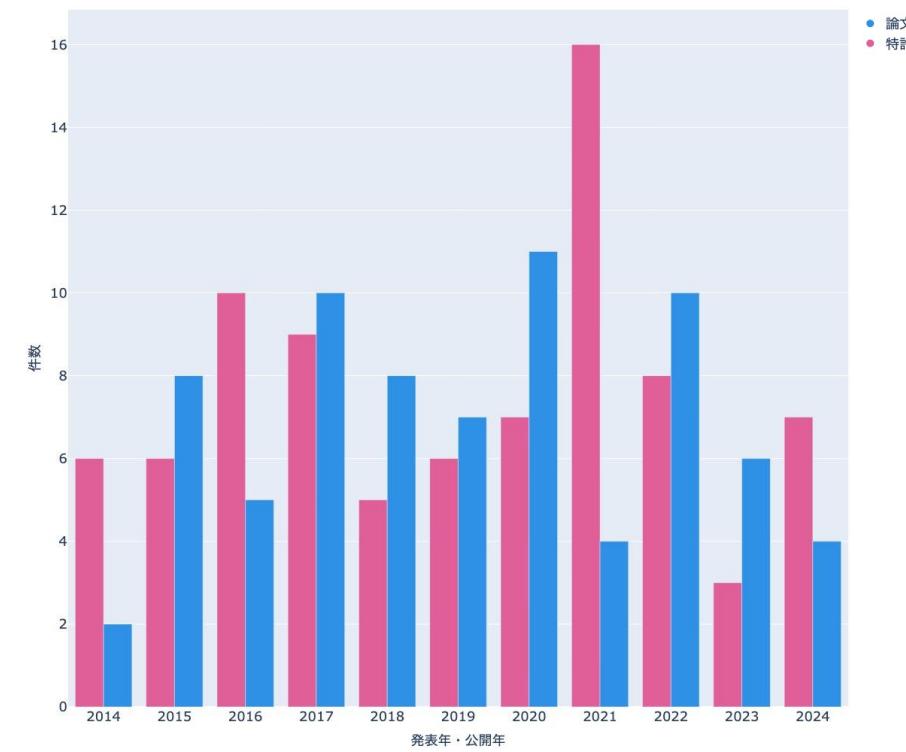
特許・論文比率



論文国別比率



論文・特許数推移



## 機能性材料による絶縁技術の進化と応用

機能性材料を用いた絶縁技術の進化により、航空宇宙分野での電力変換技術が大きく改善されています。特に、機能性勾配材料や多層絶縁構造を活用することで、電界ストレスの制御と絶縁強度の向上が実現されています。これにより、高電圧システムの信頼性が向上し、航空宇宙機器の安全性と効率性が高まることが期待されています。近年、この分野の研究が増加しており、注目が集まっています。

### 開発状況

航空宇宙分野における高電圧システムの信頼性と安全性を向上させることを目的とし、機能性材料を用いた絶縁技術の開発が進められています。これにより、次世代の高電圧システムにおける効率的な電力変換を実現することを目指しています。

### 課題

機能性材料を絶縁技術に適用する際に、電界ストレスの制御と絶縁強度の向上を図るための技術開発が求められています。特に、航空宇宙分野での高電圧システムにおいて、信頼性と安全性を確保するための課題が存在します。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
特許	Heat dissipation structure suitable for spacecraft high-power device	この発明は、宇宙船の高出力デバイス向けに設計された放熱構造に関するもので、絶縁セラミックシートやT字型絶縁スリーパーを用いて、23%以上の温度上昇抑制と10kV以上の絶縁抵抗を実現しています。宇宙船の高出力デバイスの絶縁と放熱に広く適用されることが期待されています。	beijing satellite mfg factory co ltd	2020	CN111867324
特許	A HIGH VOLTAGE DIRECT CURRENT CABLE TERMINATION APPARATUS	高電圧直流ケーブルの終端装置は、電界制御部材と電界勾配材料層を備え、電界を管理します。特に宇宙や高ストレス環境での安全なケーブル終端に重要であり、信頼性の高い運用が可能です。	abb research ltd	2016	CA2799594
論文	Nonlinear Conductivity Characteristics of Modified Polyimide Composite Materials with Inorganic Filler	無機フィラーを用いた改良ポリイミド複合材料の研究は、宇宙環境での空間電荷の放電能力を向上させることを目的としています。電界強度 $1.93 \times 10^7$ V/mでの抵抗率の低下が確認され、宇宙船での適用が期待されます。	electric power research institute	2015	na
論文	Influence of modifying on the dielectric and conductive properties of polyimide composite	ポリイミド複合材料の誘電および導電特性を向上させる研究は、宇宙環境での深部誘電体充電を軽減することを目的としています。ガラス繊維と金属酸化物を用いた改良により、非線形導電性が向上しました。	xi'an jiaotong university	2015	<a href="https://doi.org/10.1109/icpadm.2015.7295429">https://doi.org/10.1109/icpadm.2015.7295429</a>

## ASIC設計における高信頼性と冗長性の向上

ASIC設計における高信頼性と冗長性の向上は、特に宇宙空間での通信システムや電力供給システムにおいて重要なトレンドです。デュアル冗長性やフォールトトレラント設計が注目され、単一障害点の影響を最小限に抑える技術が開発されています。これにより、システムの安定性と信頼性が大幅に向上し、宇宙空間での高信頼性が求められるシステムにおいて重要な役割を果たしています。

### 開発状況

宇宙空間での高信頼性を実現するために、ASIC設計におけるフォールトトレラント技術や冗長性の向上を目指した開発が進められています。これにより、通信システムや電力供給システムの安定性を確保し、長期的な運用を可能にすることを目的としています。

### 課題

ASIC設計において、宇宙空間の過酷な環境に対応するために、放射線耐性や温度変動に強い設計が求められています。これにより、システムの信頼性を確保しつつ、冗長性を高める技術の開発が進められています。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	Design and Implementation of Multiple Output DC-DC Converter with Output Power Sequencing	この研究は、宇宙用途向けの多出力DC-DCコンバータの設計と実装を目的としています。特に、出力電力のシーケンシングを通じて、衛星の電力管理を強化することを目指しています。	centum electronics limited	2021	<a href="https://doi.org/10.1109/i2ct51068.2021.9417822">https://doi.org/10.1109/i2ct51068.2021.9417822</a>
論文	Design of a stable single sided <scp>11T</scp> static random access memory cell with improved critical charge	FC11T SRAMセルは、放射線によるソフトエラーの課題に対処するために設計されました。従来の6T SRAMセルに比べ、読み取り安定性とクリティカルチャージが向上しています。	chandigarh university	2022	<a href="https://doi.org/10.1002/jnm.3076">https://doi.org/10.1002/jnm.3076</a>
論文	Design and Implementation of Low power Multi-Output Flyback Converter for Nano-Satellite Applications	この研究は、ナノ衛星向けに設計された低電力多出力フライバックコンバータの設計と実装を扱っています。高効率でコンパクトなサイズを維持しつつ、安定した性能を提供します。	bmsce	2023	<a href="https://doi.org/10.1109/icaeeci58247.2023.10370982">https://doi.org/10.1109/icaeeci58247.2023.10370982</a>
論文	An SET-free, fully-digital point-of-load regulator for next-generation spacecraft power systems	次世代宇宙船電力システム向けに設計された完全デジタルのポイントオブロードレギュレータを紹介します。放射線誘発の单一イベント効果を最小限に抑えることを目指しています。	arizona state university	2016	<a href="https://doi.org/10.1109/aero.2016.7500865">https://doi.org/10.1109/aero.2016.7500865</a>

# 広帯域ギャップ半導体を用いた高電圧デバイスの性能向上

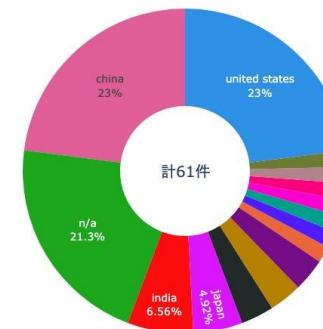
## 概要

このトピックは、半導体デバイスの性能向上に関する技術に焦点を当てている。特に、GaNやSiCなどの広帯域ギャップ半導体を用いた高電圧デバイスやナノデバイス技術が重要である。新しいゲート構造やドーピング技術を通じて、電気的特性の最適化や耐放射線性能の向上が図られ、宇宙用途や高エネルギー環境での信頼性が高まる。さらに、エピタキシャル構造のモノリシック統合や漏れ電流を抑えるバリア層の導入により、デバイスの効率を向上させる手法が探求されている。

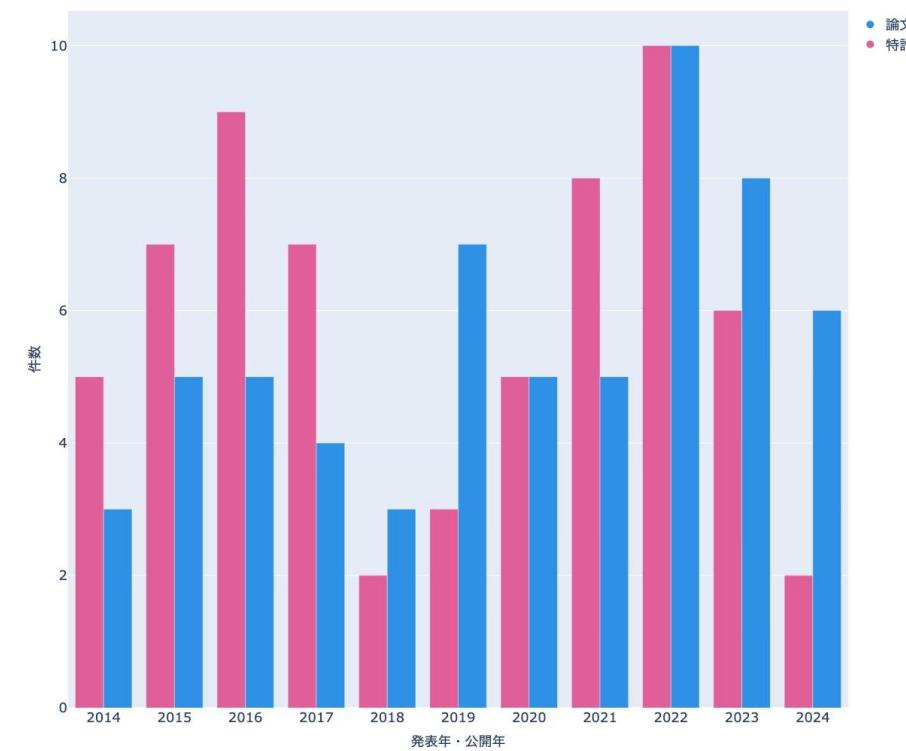
特許・論文比率



論文国別比率



論文・特許数推移



## SiCを用いた高電圧デバイスの性能向上

シリコンカーバイド（SiC）を用いた高電圧デバイスの性能向上が注目されています。特に、異なる半導体層を組み合わせることで、ブレークダウン電圧の向上と低オン抵抗を実現し、電力管理システムの効率を改善しています。宇宙技術や高電圧制御が求められる場面での応用が期待され、近年はこの技術に関する研究が増加しています。

### 開発状況

高電圧デバイスにおけるSiCの特性を最大限に活用し、ブレークダウン電圧の向上と低オン抵抗を実現することを目的とした開発が進められています。また、宇宙技術における高電圧制御の実現を目指しています。

### 課題

SiCを高電圧デバイスに適用する際に、デバイスの信頼性と効率を向上させるための技術開発が進められています。特に、電界の最適化や放射線耐性の向上が課題となっています。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	Numerical analysis of high-voltage RESURF AlGaN/GaN high-electron-mobility transistor with graded doping buffer and slant back electrode	提案されたRESURF AlGaN/GaN HEMTは、グレードドーピングバッファと斜面バック電極を特徴とし、電界を平坦化してブレークダウン電圧を向上させます。この技術は特に宇宙環境での高電圧アプリケーションに重要です。	ningbo university	2019	<a href="https://doi.org/10.1049/mnl.2018.5421">https://doi.org/10.1049/mnl.2018.5421</a>
特許	SIC TRANSIENT VOLTAGE SUPPRESSOR	SiCトランジエンット電圧サプレッサーは、シリコンカーバイドを用いて高電流を処理し、均一なアーバンシェブレークダウンを実現します。特に宇宙関連技術での高電圧管理に適しています。	microsemi corp	2017	<a href="https://www.wipo.int/patents/search/en/PCT/2017/135940">WO2017135940</a>
論文	An Improved Single-Event Effect Performance SiC MOSFET of Hole Extraction Pillar Combined With Multilayer P-Shield Structure	HEMP-MOS技術は、単一イベント効果に対する耐性を向上させるために、ホール抽出ピラーより多層Pシールド構造を統合しています。宇宙用途での高電圧制御において有望です。	university of electronic science and technology of china	2024	<a href="https://doi.org/10.1109/ted.2023.3346372">https://doi.org/10.1109/ted.2023.3346372</a>
論文	Simulation Study of Single-Event Burnout Reliability for 1.7-kV 4H-SiC VDMOSFET	1.7-kV 4H-SiC VDMOSFETの単一イベントバーンアウトに対する信頼性を向上させるための研究です。強化された構造により、宇宙用途での高電圧制御が可能です。	hangzhou dianzi university	2022	<a href="https://doi.org/10.1109/tmdr.2022.3188235">https://doi.org/10.1109/tmdr.2022.3188235</a>

### III-N材料による高電圧デバイスの効率化

III-N材料を用いた高電圧デバイスの効率化が進んでおり、特に二次元電子ガス（2DEG）チャネルの形成により、電子の効率的な閉じ込めと高電圧制御が可能となっています。この技術は宇宙関連技術における高電圧アプリケーションでの利用が期待され、デバイスの安定性と効率が向上しています。近年、III-N材料の特性を活かしたデバイス開発が注目されています。

#### 開発状況

高電圧デバイスにおけるIII-N材料の特性を改善し、宇宙関連技術での高電圧アプリケーションの実現を目指した開発が進められています。これにより、デバイスの安定性と効率を向上させることができます。

#### 課題

III-N材料を高電圧デバイスに適用する際に、材料の特性を最適化するための技術開発が進められています。特に、電子の閉じ込め効率や高電圧制御の向上が課題となっています。

#### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
特許	HIGH VOLTAGE III-NITRIDE SEMICONDUCTOR DEVICES	III-Nデバイスは、バッファ層と2つのIII-N材料層を持つ構造で、2DEGチャネルを形成します。これにより、高電圧制御と電子閉じ込めが効率化され、宇宙技術での応用が期待されます。	transphorm inc	2014	US20140342512
論文	(Invited) Development of 4 Inch and 6 Inch GaN-on-Si for High-Voltage Operation	GaN-on-Siデバイスは、高電圧動作において優れた特性を持ち、宇宙や産業用途での応用が期待されます。高品質の絶縁バッファ層が漏れ電流を抑制し、性能を向上させます。	iqe (united kingdom)	2014	<a href="https://doi.org/10.1149/ma2014-01/41/1506">https://doi.org/10.1149/ma2014-01/41/1506</a>
特許	High voltage III-nitride semiconductor devices	高電圧III-N半導体デバイスは、2DEGチャネルを形成し、電子の効率的な閉じ込めを実現します。宇宙関連技術での高電圧制御に適しています。	transphorm inc	2016	US9293561
論文	Enhancement of AlGaN/GaN High Electron Mobility Transistor Off-State Drain Breakdown Voltage via Backside Proton Irradiation	AlGaN/GaN HEMTのオフ状態破壊電圧を向上させるため、背面プロトン照射技術を用いています。宇宙環境での放射線耐性を高めることができます。	university of florida	2014	<a href="https://doi.org/10.1149/ma2014-01/41/1518">https://doi.org/10.1149/ma2014-01/41/1518</a>

## 放射線耐性強化による高電圧デバイスの信頼性向上

放射線耐性を強化する技術が高電圧デバイスの信頼性向上に寄与している。特に、AlGaN/GaN HEMTやSiC MOSFETにおいて、放射線環境下での耐性を高めるための設計が進んでおり、宇宙環境での信頼性向上が期待される。これにより、放射線によるデバイスの劣化を抑制し、宇宙技術における高電圧制御において重要な役割を果たすと考えられる。

### 開発状況

宇宙環境における高電圧デバイスの信頼性を向上させることを目的とし、放射線耐性を強化する技術の開発が進められている。これにより、デバイスの長寿命化と性能維持を実現することを目指している。

### 課題

高電圧デバイスを放射線環境で使用する際に、放射線による劣化を防ぐための耐性強化が必要である。特に、デバイスの性能を維持しつつ、放射線による劣化を抑える技術の開発が求められている。

### 関連論文/特許

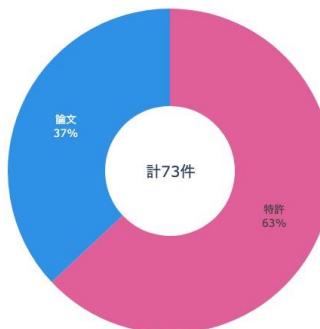
	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	SEGR Analysis of Super Junction VDMOS using HfO <sub>2</sub> as Gate Dielectric	HfO <sub>2</sub> をゲート絶縁体として用いたVDMOSのSEGR解析により、放射線耐性が向上。高k誘電体とスーパーベンチング技術の統合で、宇宙環境での信頼性が高まる。	national institute of technology raipur	2022	<a href="https://doi.org/10.1109/icaect54875.2022.9808021">https://doi.org/10.1109/icaect54875.2022.9808021</a>
特許	一种抗单粒子烧毁效应整流二极管及其加固制备方法	高電圧整流ダイオードの放射線耐性を強化する技術を開発。局所的なキャリア寿命制御により、宇宙船での信頼性が向上し、実用化が期待される。	chinese space tech research institute	2022	CN114242793
論文	Radiation hardening by process technology for high voltage nMOSFET in 180 nm embedded flash process	180 nm eFlashプロセスでの高電圧nMOSFETの放射線耐性を強化。部分チャネルイオン注入法により、放射線下での漏れ電流を大幅に低減。	Southeast University	2022	<a href="https://doi.org/10.7498/aps.71.20221172">https://doi.org/10.7498/aps.71.20221172</a>
論文	(Invited) Development of 4 Inch and 6 Inch GaN-on-Si for High-Voltage Operation	GaN-on-Siデバイスの高電圧動作を強化。オフ状態のブレーカダウン動作とリーキ電流の抑制により、宇宙通信や電力トランジスタでの応用が期待される。	iqe (united kingdom)	2014	<a href="https://doi.org/10.1149/ma2014-0141/1506">https://doi.org/10.1149/ma2014-0141/1506</a>

# 宇宙機器の電気的安全性を確保する保護技術

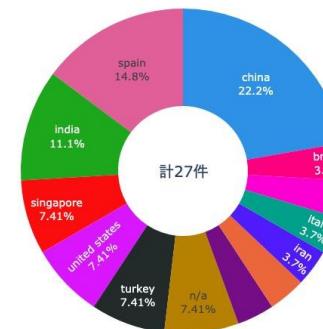
## 概要

このトピックは、宇宙機器や衛星システムにおける電気的安全性を確保するための各種保護技術に関するものである。過電流保護、過電圧保護、ラッチアップ防止機能、高抵抗接地装置、ソフトスタート機能、オーバーカレント保護回路、サージ保護回路などが含まれ、これらは電気的故障や異常状態から機器を守る役割を果たす。特に、宇宙環境においては、放射線や高電圧の影響を受けやすいため、信頼性の高い電力システムの実現に寄与する。バッテリーの過充電や過放電を防ぐための回路設計や短絡保護機能も重要な要素となる。

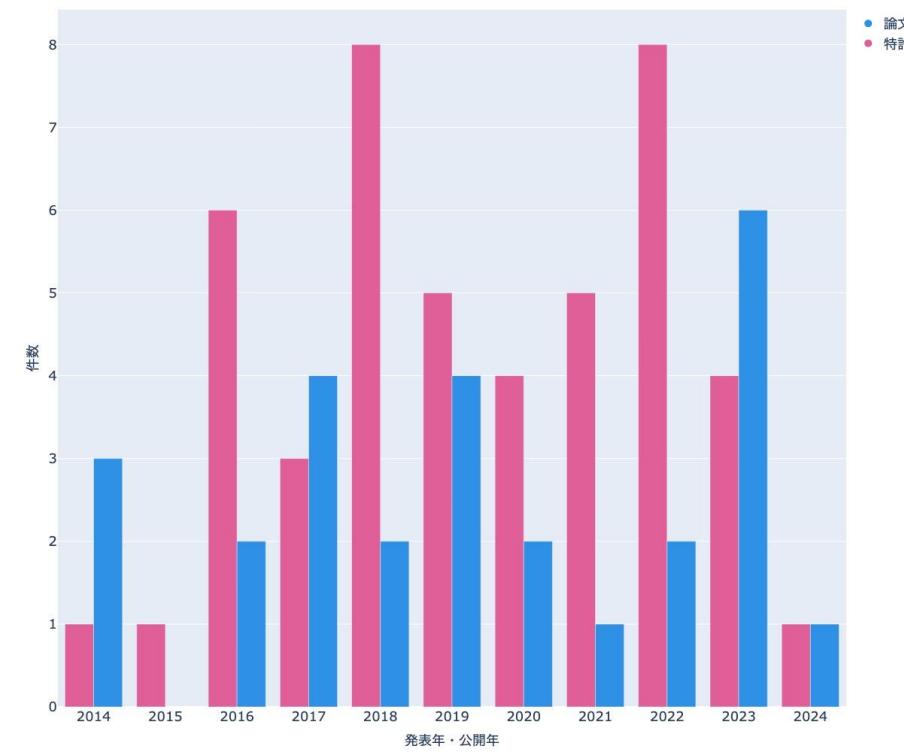
特許・論文比率



論文国別比率



論文・特許数推移



## SEL保護技術による宇宙機器の信頼性向上

SEL保護技術は、宇宙機器の信頼性を向上させるために重要な役割を果たしています。特に、放射線による単一イベントラッチアップ（SEL）を防ぐための技術が注目されています。これには、電力インターフェース回路やSEL検出システムの開発が含まれ、迅速な電源切断と復旧を可能にします。これにより、宇宙機器の誤動作を防ぎ、特に低消費電力の電子機器においてその影響を最小限に抑えることが求められています。

### 開発状況

宇宙機器の信頼性を向上させることを目的とし、SELによる誤動作を防ぐための技術開発が進められています。これにより、宇宙空間での電子機器の安全性と効率性を高めることが目指されています。

### 課題

宇宙空間での放射線によるSELの発生は、電子機器の誤動作を引き起こす可能性があり、これを防ぐための技術開発が必要です。特に、低消費電力の機器においては、SELの影響を最小限に抑えるための技術が求められています。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
特許	一种电源供电异常后自动保护和恢复的方法	この発明は、電源供給異常後の自動保護と復旧方法を提供し、宇宙技術分野に属します。全電圧を監視し、電源復旧を促進することで、機器の信頼性を確保します。	xian raypeak photoelectric tech co ltd	2022	CN114301275
論文	The power supply unit onboard the HERMES nano-satellite constellation	HERMESミッションは、ガンマ線バーストなどの高エネルギー現象を探査するために、商用部品を用いた電源ユニットを開発し、SELイベントからの保護を実現しています。	national institute for astrophysics	2022	<a href="https://doi.org/10.1111/12.2628540">https://doi.org/10.1111/12.2628540</a>
特許	Discharging circuit overvoltage protection system used for spacecraft	宇宙機器用の放電回路過電圧保護システムを提案し、既存の問題を解決するために自動リセット機能を備えたシンプルで実用的な設計を提供します。	shanghai inst space power sources	2018	CN107546725
特許	Recoverable power interface circuit resistant to single event latchup	低消費電力の宇宙機器用に設計された回復可能な電力インターフェース回路は、SEL障害に対する耐性を持ち、迅速な電源切断と復旧を可能にします。	univ beihang	2014	CN103762558

## 過電圧・過電流保護技術による宇宙機器の安全性向上

過電圧・過電流保護技術は、宇宙機器の電力供給の安定性を維持し、機器の損傷を防ぐために重要です。特に、バッテリー放電レギュレータや高電圧バスの過電流保護回路が開発され、高効率で信頼性の高い電力管理を実現しています。これにより、宇宙機器の長寿命化と安全性の向上が期待されます。近年、これらの技術に関する研究が増加しており、注目が高まっています。

### 開発状況

宇宙機器における電力供給の安定性と信頼性を向上させることを目的とした開発が進められており、特に過電圧・過電流保護技術の実現を目指しています。

### 課題

宇宙機器に過電圧・過電流保護技術を適用する際、電力供給の安定性と機器の信頼性を確保するために、これらの技術の最適化が求められています。

### 関連論文/特許

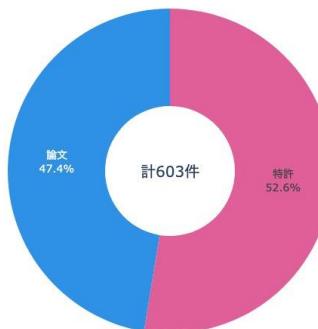
	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
特許	一种电源供电异常后自动保护和恢复的方法	この発明は、電源供給異常後の自動保護と回復方法を提案し、宇宙技術分野に属します。全電圧を監視し、信頼性を確保するための電力復旧を促進します。	xian raypeak photoelectric tech co ltd	2022	CN114301275
特許	Simple and high-reliability overvoltage protection circuit	宇宙機器の電力変換システム向けに設計された簡単で高信頼性の過電圧保護回路を紹介します。複数の回路を一つの保護回路で管理し、信頼性を向上させます。	shanghai inst space power sources	2020	CN112054483
論文	The RHRPMICL1A Integrated Current Limiter: Radiation Tests and High Voltage Application	RHRPMICL1A統合電流リミッタは、通信衛星向けに設計された放射線耐性の集積回路で、高電圧アプリケーションにおける信頼性と効率を向上させます。	stmicroelectronics	2019	<a href="https://doi.org/10.1109/espc.2019.8932083">https://doi.org/10.1109/espc.2019.8932083</a>
特許	一种商业卫星用42V锂离子蓄电池过放电保护电路	商業衛星用42Vリチウムイオンバッテリーの過放電保護回路を紹介します。簡単な設計で、バッテリーパックの安全設計に大きな価値を提供します。	shanghai inst space power sources	2023	CN219204133

# 宇宙・航空宇宙向けの高効率電力管理と変換技術

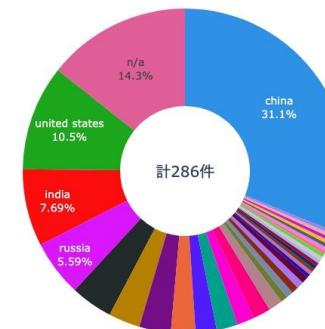
## 概要

このカテゴリーは、宇宙船や航空宇宙アプリケーションにおける電力管理と変換技術に関するものである。具体的には、最大電力点追従（MPPT）機能を持つ太陽電池アレイの調整、高周波リンクを用いた電圧調整、ソフトスイッチング技術やインターブーストコンバータ、DC-DCコンバータの設計が含まれる。これにより、宇宙船や航空機のエネルギー効率が向上し、安定した電力供給が実現される。

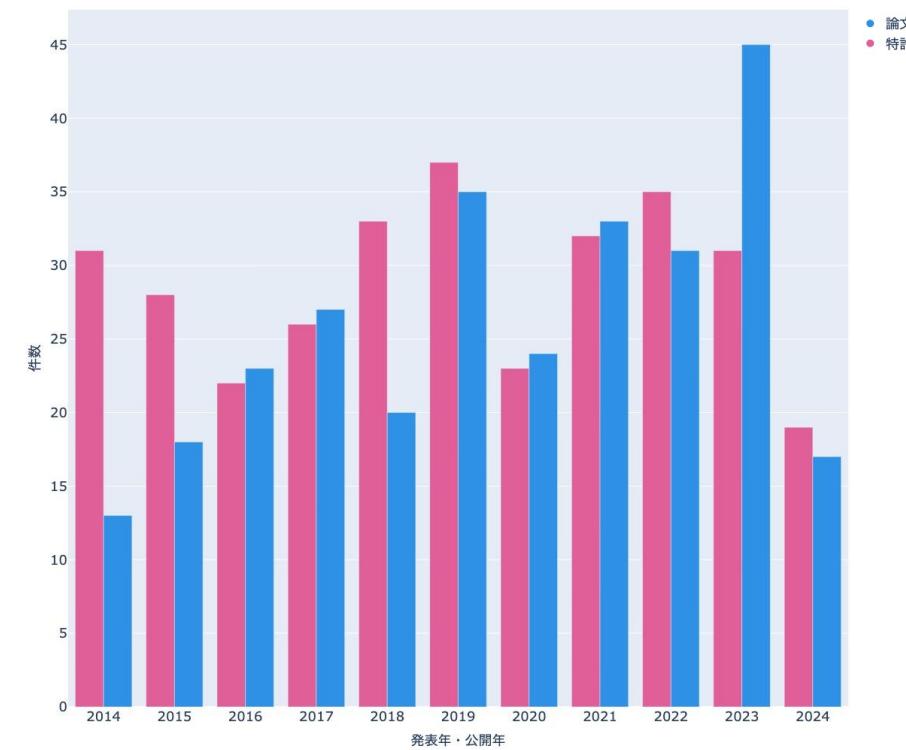
特許・論文比率



論文国別比率



論文・特許数推移



## MPPT技術による宇宙機電力供給の効率化

MPPT技術を宇宙機の電力供給システムに適用することで、太陽電池からのエネルギー収集効率を最大化し、電力供給の信頼性を向上させる研究が多く見られる。具体的には、電力損失を削減し、システムの安定性を向上させることで、宇宙機の運用寿命を延ばし、ミッションの成功率を高めることが期待される。特に近年はMPPT技術の改良に関する研究が増加しており、注目が高まっていると考えられる。

### 開発状況

宇宙機における電力供給システムの効率と信頼性を改善することを目的とした開発や、太陽電池からのエネルギー収集効率を最大化することを目指した開発が進められている。

### 課題

MPPT技術を宇宙機の電力供給システムに適用する際に、太陽電池アレイの出力特性を最適化するために、電力損失を最小限に抑えつつ、システムの安定性を確保する技術の開発が進められている。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
特許	ENERGY MANAGEMENT CONTROL SYSTEM SUITABLE FOR SOLAR-POWERED UNMANNED AERIAL VEHICLE AND CONTROL METHOD THEREOF	無人航空機のエネルギー管理システムにMPPT技術を用いることで、エネルギー使用の最適化と安定した電力供給を実現している。特に、航空宇宙分野での信頼性向上が期待される。	univ zhejiang	2022	US20220032780
特許	一种太阳电池阵功率调节电路	太陽電池アレイの電力損失を削減するために、MPPT制御回路を用いた電力調整回路を開発。宇宙機の高信頼性電力供給に貢献することが示された。	cetc blue sky tech co ltd	2023	CN116520931
論文	GaN FET based CubeSat Electrical Power System	GaN FETを用いたCubeSatの電力システムは、MPPT技術を活用し、効率的な太陽エネルギーの収集とバッテリー充電を実現。小型宇宙機での応用が期待される。	ibm	2015	<a href="https://doi.org/10.1109/apec.2015.7104529">https://doi.org/10.1109/apec.2015.7104529</a>
特許	FPGA-based small satellite MPPT control system	FPGAを用いた小型衛星のMPPT制御システムは、リチウムバッテリーの高効率充電を実現し、空間放射線の影響に対する安定性を確保。信頼性の高い電力管理が可能。	univ northwestern polytechnic	2015	CN104868551

## GaNデバイスによる高効率電力管理技術の進化

GaNデバイスを用いた高効率電力管理技術は、宇宙・航空宇宙分野での電力変換効率の向上と軽量化を実現しています。特に、DC-DCコンバータの開発が進んでおり、電力密度の向上や放射線耐性の強化に寄与しています。これにより、次世代の宇宙探査や通信衛星における電力管理の効率化が期待されています。

### 開発状況

宇宙空間での電力管理の効率化と信頼性向上を目的とし、GaNデバイスを用いた高効率DC-DCコンバータの開発が進められています。これにより、次世代の宇宙探査や通信衛星の電力管理を最適化することを目指しています。

### 課題

GaNデバイスを宇宙・航空宇宙分野に適用する際、放射線耐性や高効率を維持しつつ、軽量化を図ることが課題となっています。これに対応するための技術開発が進められています。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	Efficient 200W Low Voltage DC/DC for Redundant On-Board Processing Systems	通信衛星の冗長オンボード処理システム向けに、200Wの放射線耐性を持つ高効率DC/DCコンバータが開発されました。93.5%以上の効率を達成し、宇宙環境での信頼性と効率性を確保しています。	infineon technologies	2019	<a href="https://doi.org/10.1109/espC.2019.8932052">https://doi.org/10.1109/espC.2019.8932052</a>
論文	Design and Optimization of a Current-Driven Phase-Shift Full-Bridge Converter with GaN Devices and Large Conversion Ratio	GaNデバイスを用いた電流駆動型位相シフトフルブリッジコンバータが、宇宙船の電気推進用に設計されました。高効率と高電力密度を実現し、宇宙環境での信頼性を向上させています。	harbin institute of technology	2020	<a href="https://doi.org/10.1109/icet49382.2020.9119575">https://doi.org/10.1109/icet49382.2020.9119575</a>
論文	GaN FET-Based, Scalable DCDC Converter Development for Space and Stratospheric Applications	GRASSHOPPERプロジェクトは、GaN FETを用いた共振スイッチングモード電源を開発し、宇宙および成層圏での高出力と効率を実現しています。750Wの出力を提供し、広い入力電圧範囲に対応しています。	c3s llc.	2023	<a href="https://doi.org/10.1109/espC59009.2023.10298180">https://doi.org/10.1109/espC59009.2023.10298180</a>
論文	Gallium Nitride-based 48V-to-1V Point-of-Load (PoL) Converter for Aerospace Telecommunications and Computing Applications	48Vから1Vへの高変換比を持つハイブリッドスイッチドキャパシタコンバータが、航空宇宙通信およびコンピューティングシステム向けに設計されました。高密度ゲートドライブソリューションを探用し、放射線耐性を強化しています。	university of california	2024	<a href="https://doi.org/10.1109/apeC48139.2024.10509202">https://doi.org/10.1109/apeC48139.2024.10509202</a>

## ソフトスイッチング技術による電力管理システムの信頼性向上

ソフトスイッチング技術を電力管理システムに適用することで、宇宙・航空宇宙分野における電力供給の信頼性と効率を改善する研究が多く見られる。具体的には、スイッチング損失の低減や電磁干渉の抑制を実現しており、次世代の宇宙探査や通信衛星への応用が期待される。特に近年はGaNデバイスを用いた高効率コンバータ技術に関する研究が増加しており、注目が高まっていると考えられる。

### 開発状況

宇宙・航空宇宙分野における電力供給システムの信頼性と効率を改善することを目的とした開発や、次世代の宇宙探査や通信衛星の電力供給の効率化を目指した開発が進められている。

### 課題

ソフトスイッチング技術を宇宙・航空宇宙分野に適用する際に、スイッチング損失や電磁干渉の特性を適正化するためにGaNデバイスを用いた高効率コンバータ技術の開発が進められている。

### 関連論文/特許

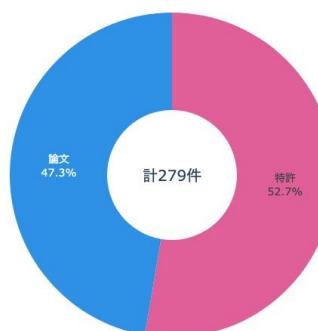
	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	Frequency and Duty Ratio Control of Bidirectional Class-E2 Converter	小型衛星の電力システム向けに設計された双方向クラスE2 DC-DCコンバータを研究。GaN FETを用いてMHz周波数での高効率を実現し、プロトタイプで91.5%の効率を達成。	university of minnesota system	2021	<a href="https://doi.org/10.1109/compel52922.2021.9645960">https://doi.org/10.1109/compel52922.2021.9645960</a>
論文	IECON - An Improved Weinberg Converter with Low Output Current and Voltage Ripple	静止衛星のバッテリ放電レギュレータ向けに改良されたWeinbergコンバータを提案。出力電流と電圧のリップルを低減し、衛星電力システムの信頼性と効率を向上。	kookmin university	2019	<a href="https://doi.org/10.1109/iecon.2019.8927072">https://doi.org/10.1109/iecon.2019.8927072</a>
論文	High Efficiency and High Power Density Weinberg Converter Reducing Conduction Loss and Output Current Ripple for Space Applications	衛星システム向けのWeinbergコンバータを改良し、導通損失と出力電流リップルを低減。補助スイッチとコンデンサを追加し、高効率と高電力密度を実現。	korea advanced institute of science and technology	2019	<a href="https://doi.org/10.1109/apec.2019.8722146">https://doi.org/10.1109/apec.2019.8722146</a>
論文	High Efficiency Resonant DC/DC Converter Based on GaN Device and Planar Transformer	航空宇宙用途向けに設計された高効率共振DC/DCコンバータを紹介。GaN HEMTと平面トランジistorを使用し、低電圧・高電流出力での効率を最適化。	shanghai institute of space power sources	2020	<a href="https://doi.org/10.1109/itoec49072.2020.9141850">https://doi.org/10.1109/itoec49072.2020.9141850</a>

# 高電圧アプリケーション向けの絶縁技術と材料特性向上

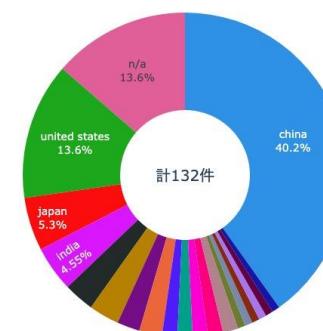
## 概要

このカテゴリーは、高電圧アプリケーションにおける絶縁技術や材料特性の向上に関するものである。ポリイミド複合材料やエポキシ樹脂接着剤、ナノコーティング技術を用いて絶縁性能を向上させる方法や、機能的にグレーディングされた材料（FGM）を用いた電場分布の最適化が含まれる。これにより、高電圧送電線の安定性や絶縁強度の向上が図られる。

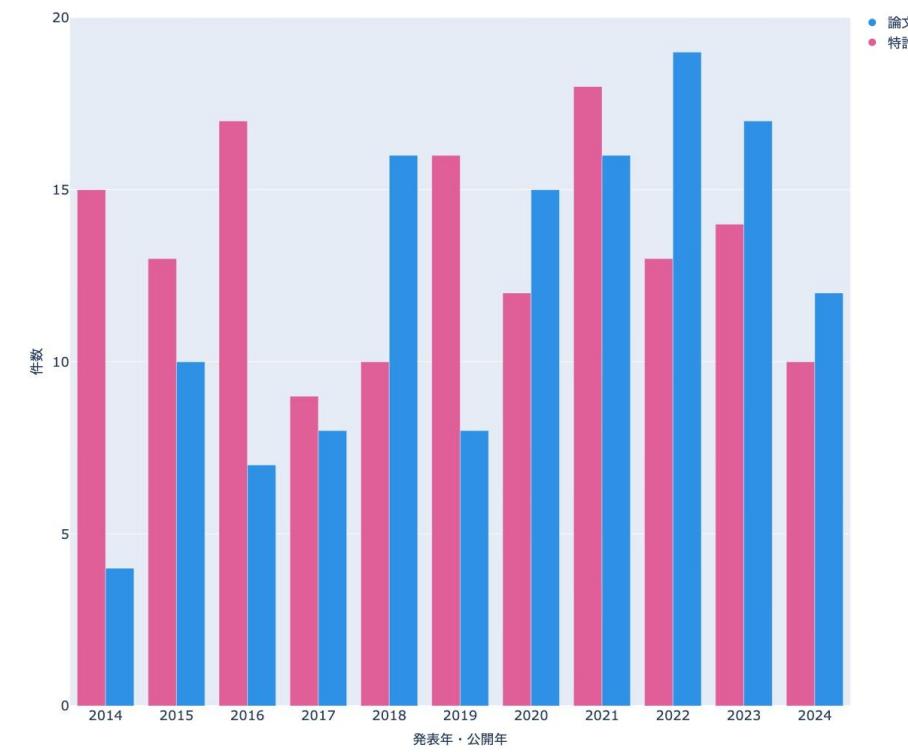
特許・論文比率



論文国別比率



論文・特許数推移



## ポリイミド複合材料による絶縁性能の向上

ポリイミド複合材料の絶縁性能向上に関する研究が進んでいる。特に、無機フィラーを添加することで、非線形導電性や表面フラッシュオーバー電圧の向上が確認されている。これにより、宇宙空間での静電放電リスクを低減し、絶縁性能を強化することが可能となる。これらの技術は、宇宙機器の信頼性向上に寄与し、将来的には高電圧制御が求められる他の分野にも応用が期待される。

### 開発状況

宇宙空間での静電放電リスクを低減し、絶縁性能を強化することを目的としたポリイミド複合材料の開発が進められている。これにより、宇宙機器の信頼性向上を目指している。

### 課題

ポリイミド複合材料を宇宙空間で使用する際に、静電放電や表面フラッシュオーバーのリスクを低減するために、材料の導電性や絶縁特性を最適化する必要がある。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
論文	Silane modified Cr2O3/polyimide nanocomposite films with excellent surface insulation performance for space applications.	宇宙空間での静電放電を防ぐため、シラン修飾Cr2O3ナノ粒子をポリイミドフィルムに組み込み、絶縁性能を向上させた。特に、真空中での表面フラッシュオーバー電圧が大幅に改善された。	xi'an jiaotong university	2024	<a href="https://doi.org/10.1088/1361-6528/ad709a">https://doi.org/10.1088/1361-6528/ad709a</a>
論文	Ultra-light fluorinated polyimide foams with excellent thermal insulation, low dielectric loss and high heat resistance	超軽量フッ素化ポリイミドフォームを開発し、優れた熱絶縁性と低誘電損失を実現。これにより、航空宇宙分野での応用が期待される。	shenyang university of chemical technology	2024	<a href="https://doi.org/10.1002/app.55588">https://doi.org/10.1002/app.55588</a>
論文	Lightweight, Durable, and Multifunctional Electrical Insulation Material Systems for High Voltage Applications	新たに開発された多層構造のポリマー絶縁材料は、従来の絶縁システムに比べて絶縁破壊電圧と絶縁強度を大幅に向上させた。高電圧用途に適している。	glenn research center	2018	<a href="https://doi.org/10.2514/6.2018-5013">https://doi.org/10.2514/6.2018-5013</a>
論文	Charge Transport Characteristics of ZnO/Polyimide Nanocomposite Under Vacuum DC flashover	ZnOナノ粒子をポリイミドに組み込み、宇宙環境での静電放電を抑制。最適なZnO濃度で表面フラッシュオーバー電圧が向上し、信頼性が増した。	xi'an polytechnic university	2021	<a href="https://doi.org/10.1109/ceidp50766.2021.9705326">https://doi.org/10.1109/ceidp50766.2021.9705326</a>

## 新規セラミック材料による絶縁特性の向上

新規セラミック材料の開発は、絶縁特性の向上を目指して進められている。特に、低温焼結が可能なマイクロ波誘電体セラミックや新しい化学組成を持つ材料が注目されており、これらは高い誘電定数と低い共振周波数温度係数を持つ。これにより、モバイル通信や衛星通信システムの信頼性と性能が向上し、環境への影響を最小限に抑えつつデバイスの性能を向上させることが期待される。

### 開発状況

高電圧アプリケーションにおける絶縁材料の特性を改善し、モバイル通信や衛星通信システムの性能向上を目指す。これにより、環境負荷を低減しつつ、デバイスの信頼性と効率を高めることを目的としている。

### 課題

新規セラミック材料を高電圧アプリケーションに適用する際、材料の誘電特性や焼結温度を適正化する必要がある。これにより、信頼性の高い絶縁特性を実現するための技術開発が求められている。

### 関連論文/特許

	タイトル	概要	組織名	発表年/公開年	URL/特許公開番号
特許	Low inherent sintering temperature microwave dielectric ceramic	この発明は、低温焼結が可能なマイクロ波誘電体セラミックを提供し、環境に優しくコスト効果が高い。高誘電定数と低共振周波数温度係数を持ち、モバイル通信や衛星通信システムに適している。	univ fuzhou	2015	CN104909743
論文	Tunability Behavior of (Ba, Ca)(Zr, Ti)O Ceramic Capacitors Powered by Thermally Induced Phase Transitions With Applications to Nonlinear Transmission Lines	(Ba, Ca) (Zr, Ti) O <sub>3</sub> セラミックコンデンサは、非線形伝送線路における高周波生成に適しており、モバイル防衛や衛星通信での使用が期待される。高い誘電率と非線形性を示す。	federal university of são paulo (unifesp)	2022	<a href="https://doi.org/10.1109/tps.2022.3172032">https://doi.org/10.1109/tps.2022.3172032</a>
論文	Microstructures and Dielectric Constants of Ba <sub>0.05</sub> SrxCa <sub>0.95-x</sub> TiO <sub>3</sub> (x=0, 0.225, 0.475, 0.725 and 0.95) Synthesized by the Solution Combustion Technique	Ba <sub>0.05</sub> SrxCa <sub>0.95-x</sub> TiO <sub>3</sub> は、電子デバイスにおける高電圧制御に重要な材料であり、微細な粒子サイズと高い誘電定数を持つ。宇宙用途での性能向上に寄与する。	kasetsart university	2018	<a href="https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.766.197">https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.766.197</a>
特許	一种用于制备小损耗超高压交流瓷介电容器的介质材料及其制备方法	この発明は、低損失超高压交流セラミックコンデンサ用の誘電材料を提供し、電力システムや航空宇宙での使用に適している。高い誘電定数と絶縁強度を持つ。	beijing seven star flight electronic co ltd	2023	CN115959904