

# NICKEL MAGAZINE

ニッケルとその用途に関する専門誌

ニッケル誌、第38巻、第2号、2023年

## 輸送：ニッケル・イン・モーション

進展著しいインドの鉄道

脱炭素化におけるニッケル触媒

持続可能な海洋燃料





## ケーススタディ28 ウォルバート・ナラに架かる橋



**所在地:** オシワラ地区センター、ムンバイ

**プロジェクトオーナー:** ブリハムンバイ市有公社 (BMC)

**供給業者:** ジンダル・ステンレス

**ステンレス鋼の重量:** 450トン

**等級:** デュプレックス 2205 (UNSS32205)

スリムな半島に位置するムンバイ市には、440以上の橋があり、1250万人の交通の便を図っています。ミリナルタイ・ゴール高架道路は、インドで最も人口の多いこの都会での混雑緩和を目指した大規模なインフラプロジェクトです。このプロジェクトは複数の段階を経て実行されてきました。最近では、高架道路の延長部であるウォルバート・ナラの橋がオシワラ地区センターに建設され、急速に発展するこの郊外の長期的なニーズに対応しています。

ブリハムンバイ市有公社 (BMC) が、このプロジェクトを発注し、2022年に完成しました。

このプロジェクトの目標は、将来数十年にわたって極端な気象、海水、下を流れる汚水といった過酷な条件に対応できる新しい橋を建設することでした。新しい橋には、高い腐食抵抗性と高い強度を持つ材料が必要でした。ステンレス鋼はこの課題に理想的な素材でした。

すべての橋桁と構造部材は、ジンダ

ル・ステンレス社から供給された二相ステンレス鋼 2205 (UNSS32205) を使用して建造されました。この素材が選ばれた理由は、高い強度とニッケル、モリブデンを含むことによる優れた腐食耐性です。

ニッケル含有ステンレス鋼を使用することにより耐用期間中のメンテナンスが容易となり、そのため経済的に賢い選択となる上に、橋全体の二酸化炭素排出量を削減します。橋桁や構造部材には合計で450トンのステンレス鋼が使用されました。

NI

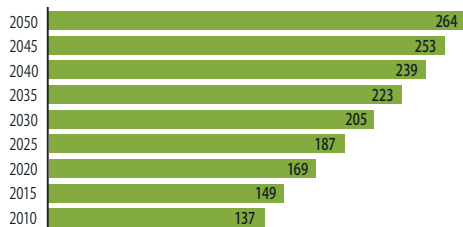
# 論説

## ニッケル・イン・モーション

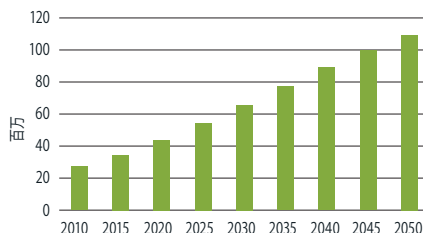
人工知能はおそらくこの社説を執筆するのに役立つかもしれませんが。最近数か月間でアクセス可能になった革命的な技術であるChatGPTにとっては、それに使っても多分大したリスクにはならないでしょう。しかし、生死に関わる状況でAIを使うとなると、そのアドバイスの正確性はどのようなのでしょうか？もし、あなたがAIをいち早く使い始めているのであれば、14ページの「専門家に聞く」を参照して、材料選択のためにこの新しい技術をどのように使用するかのヒントを得てください。

OECD

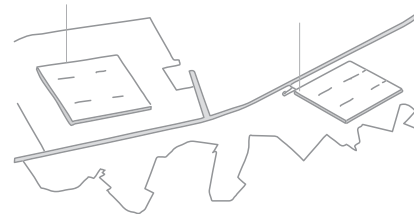
インドの都市部における1,000人当たりのモーターバイク台数



インドの都市部におけるモーターバイク総台数



100 電池エーカー工場 40 増設二輪エーカー車工場



オラ・エレクトリック

適切な材料を仕様を含めることは、持続可能な交通システムを実現するための基本です。本号のニッケル誌では、お馴染みの金属が輸送分野にもたらす多様な貢献と、人々や物資を可能な限り持続可能で最も低炭素な方法で移動させるための役割に焦点を当てています。その価値ある役割は目立ちません。しかしながら、ニッケルは輸送インフラに耐久性と柔軟性をもたらし、それにより寿命を延ばし、貴重な資源を節約しています。本号では、ニッケルが電気自動車のバッテリーや再生可能燃料の製造に使われる触媒など、輸送関連アプリケーションに機能性を加える方法についても詳しく紹介しています。

ニッケルが物事を動かすのに役立つ素晴らしい例がインドにあります。電車、スクーター、橋などに使われているニッケルが、この広大な国の活動とその膨大な人口の移動にどのように役立っているか、読んでみてください。

ニッケルは、私たちの日常生活において多岐にわたる役割を果たしていますが、その存在はしばしば見過ごされがちです。新シリーズ『なぜニッケル？』では、ニッケルの専門家たちが、この驚異的な元素に初めて触れる方にも分かりやすいように、ニッケルの興味深い働きをいくつか説明します。人工でない知能、それをあなたの身近にいる若い人たちと共有してください。

クレア・リチャードソン  
ニッケル誌 編集長

インド最大のスクーターメーカーのオラ社は、インドで最も人気のある交通手段をガソリンから電気へ移行させるためのソリューションを提供しています。気候変動対策を進めるための転換を支援するNMCバッテリーとギガファクトリーについて16ページの記事を読んでみてください。

# 目次

- 02 ケーススタディNo.28  
ウォルバート・ナラに架かる橋
- 03 論説  
ニッケル・イン・モーション
- 04 ニッケルの注目話題
- 06 全速前進  
進展著しいインドの鉄道
- 10 ニッケル触媒  
脱炭素化
- 12 持続可能な海洋燃料  
推進する力
- 13 ニッケルベース合金  
B合金・100周年
- 14 技術に関するQ&A
- 15 なぜニッケル？
- 15 ステンレス鋼種詳細
- 16 オラ社電動スクーター  
ミッション・エレクトリック、インド

Nickel magazine はニッケル協会が発行しています  
[www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org)

ハドソン・ベイツ博士(社長)  
クレア・リチャードソン(編集長)  
[communications@nickelinstitute.org](mailto:communications@nickelinstitute.org)

執筆者: Parul Chhabra, Gary Coates, Steve Deutsch,  
Rohit Kumar, Richard Matheson, Geir Moe, Kim Oakes,  
Juerg Schweizer, Odette Ziezold

デザイン: コンストラクティブ・コミュニケーションズ

記事事項は読者に対する一般情報としてまとめられたもので、これに基づき具体的な適用もしくは判断根拠とすることにつきましては専門的意見を聞いてください。記事事項は技術的に正確であるとされていますが、ニッケル協会、その会員、職員及びコンサルタントはこれら事項の一般的あるいは特定目的の適用についての適合性について保証するものではなく、記載に関するあらゆる責任・責務を負うものではありません。

ISSN 0829-8351

Hayes Print Groupよりカナダで再生紙に印刷

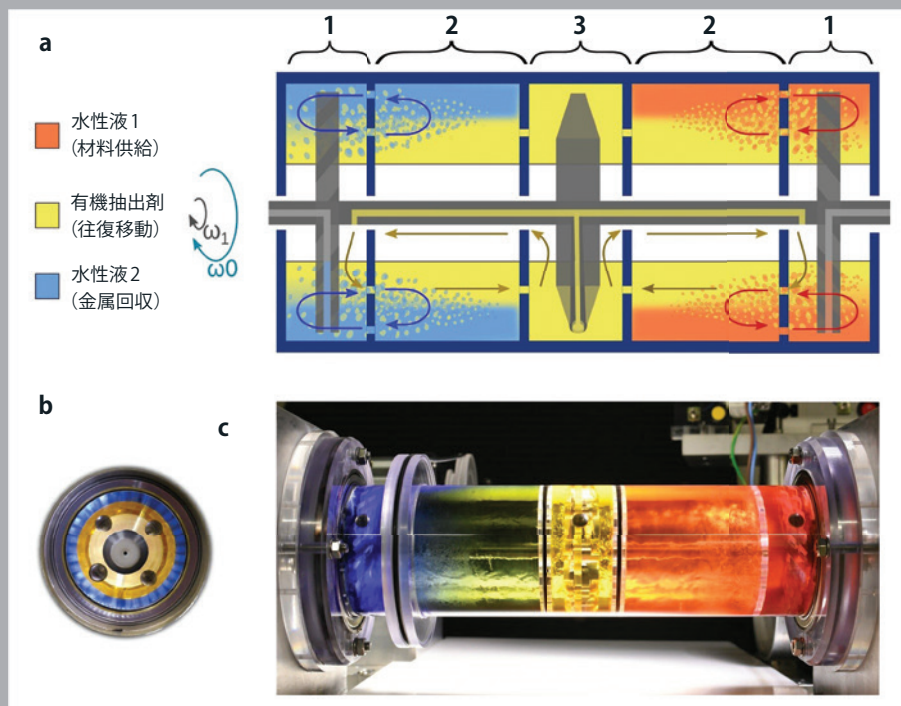
ストック画像クレジット:  
表紙: iStock@Dinesh Hukmani  
8頁: iStock@Dinesh Hukmani,  
12頁: iStock@ tawatchaiprakobkit  
12頁: iStock@ Vectorian 13頁: iStock@RYiosha

# NICKEL NOTABLES

## ニッケル・ニュース



## 新たな一ひねり



韓国の基礎科学研究所 (IBS) の研究チームは、使用済みのリチウムイオン電池からリチウム、ニッケル、コバルトなどの貴重な金属を再利用する新しい方法を開発しました。この方法は、複雑な金属混合物を単一の容器内で処理する水平回転反応器を使用しています。隔膜を使用する従来の反応器とは異なり、この反応器は異なる液体を混合させることなくしっかり攪拌できます。このプロセスは、金属を数分のうちに分離することができます。この研究では、同心円状の液体反応器を使用することで、現行の方法よりも効率よく、より少ない抽出剤で使用済み電池から貴重な金属を抽出できること、またより広範な条件下でも機能することが分かりました。

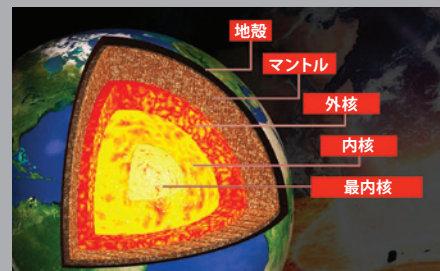
# 流星を見るような発見

英国ケンブリッジ大学のチームは、オーストリアの研究チームと協力して、希土類磁石の代替となる可能性がある物質の新しい製法を見つけました。それが「テトラターナイト」で、これは「宇宙の磁石」とも呼ばれ、数百万年かけて隕石内で自然に形成されます。リンジー・グリア教授の説明によると「合成テトラターナイトは、地球の地殻に豊富に存在するニッケル、鉄、リンの元素から作られた希土類を含まない永久磁石の可能性があり、大量の粗鉱から少量の希土類を抽出する必要がなくなります。リンを添加することにより、テトラターナイトは数秒で生成できるようになりました」これは、電気自動車などで使用される高性能永久磁石などの低炭素技術において重要な役割を果たす可能性があります。



ウィキメディア・コモンズ

# 第五の層

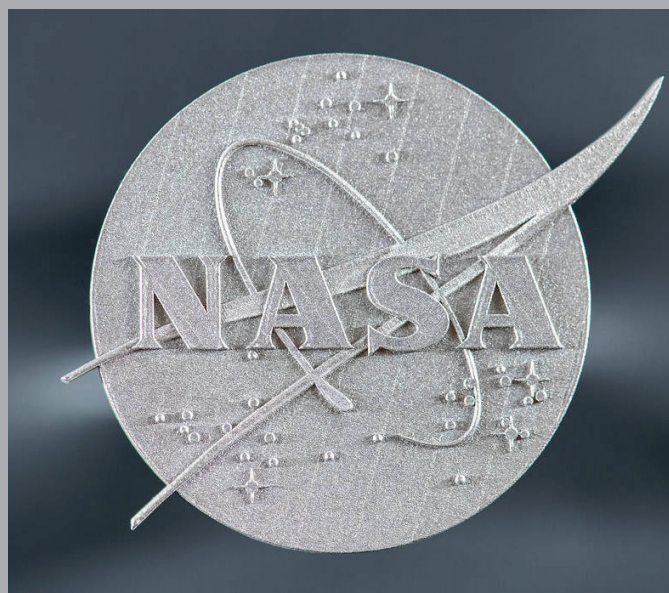


オーストラリア国立大学

オーストラリア国立大学 (ANU) のチームは、地球が第五の層、内核に固体の鉄ニッケル合金の球があるという証拠を発見しました。科学者たちは、最大地球の直径を5往復する地震波を研究することで、隠れた内核を見つけました。これまでの研究は一回限りの反射を観察していただけでした。地震波は、内部で異なる結晶構造を示すような角度で、中心に近い場所を調査しました。『ネイチャー・コミュニケーションズ』誌に発表された研究結果は、地球の中心を調査することが惑星の形成と進化を理解する上で重要であると述べています。ANUの研究者たちは、最も内側の核が地球の磁場の形成を説明するのに役立つ可能性があると考えています。

# 新合金の打ち上げ

NASAとオハイオ州立大学の革新チームは、画期的なブレークスルーを具現化しました。極限環境下での新しい3D印刷可能な合金です。GRX-810と呼ばれるこの合金は、ニッケル、コバルト、およびクロムから成っています。これにより、航空機や宇宙船のエンジン内部のより強く耐久性のある部品の開発が可能となるかもしれません。GRX-810は、「ナノスケール酸化物分散強化 (ODS) 合金」と呼ばれ、1,080°C (2,000°F) を超える温度に耐えることができます。酸素原子を含む微粒子が合金全体に広がって強度を高め、破壊点に達するまでより過酷な条件に耐えます。NASAの「革新的ツール・技術プロジェクト」の副プロジェクトマネージャーであるデール・ホプキンズ氏は、「この新しい合金は大きな成果です」と述べています。



アメリカ合衆国航空宇宙局

# 全速前進 急拡大するインドの鉄道網に おけるニッケル

## 鉄道



毎日の乗客数  
2,200万人



毎日の貨物量  
350万トン



INDIAN RAILWAYS

強度、耐久性、エネルギー効率、メンテナンス要件の低減という点で、ニッケル含有ステンレス鋼には他に比べようのない利点があります。

メトロ（都市の高速大量輸送旅客鉄道）から幹線まで、インド鉄道（IR）は単独経営下にある世界最大級の鉄道ネットワークであり、毎日2,200万人以上の乗客と約350万トンの貨物を取り扱っています。160万人以上の従業員を擁する世界最大級の営利事業体としても知られています。人口増加、都市化、工業化といった変化のペースに対応するため、インドの鉄道部門は急速な発展を遂げており、より速く、より効率的で、広大なネットワークの構築を目指しています。インドの鉄道インフラの野心的な未来に向けて、その長期的な持続可能性を確実なものとするための投資を慎重に行う必要があります。そこで極めて重要な役割を果たすのがニッケル含有鋼です。

メトロも幹線もそうですが、インドの鉄道システムの近代化は様々な側面を抱えています。それは、貨物と旅客システム両方の高速化、ネットワーク全体の電化、都市内と都市間の鉄道路線の急速な拡大などです。このようなとてもない転換を行うには、革新的な鉄道技術を取り入れ、かつてない規模で駅やプラットフォームを開発する必要があります。

### 大都市で増え続けるメトロ

2002年にデリーで初めて開通したメトロ鉄道システムは、インドのほぼすべての主要都市で見かけるようになり、すでに運行しているか、あるいは様々な建設段階にあります。こうしたメトロシステムは非塗装のオーステナイト系ステンレス鋼を広範囲に採用しており、メトロの客車の車体はほぼ100%ニッケル含有鋼で作られています。これらの

素材は、軽量で高強度であり、優れた耐久性と弾力性を備えています。メトロの各客車には、約8トンの301LN系（UNS S30153）ステンレス鋼が使用されており、冷間加工による降伏強度は345~690 MPa（50~100ksi）に及びます。利点としては、軽量化、エネルギー効率の向上、塗装が不要なこと、必要なメンテナンスの大幅な減少などが挙げられます。

すでに、3,000両以上のメトロ用客車が運行されており、今後3~5年以内にさらに3,000両が増備される予定になっています。この急増する需要に対応するため、3つのメトロ鉄道車両工場が稼働中で、2つの工場が、建設が進んだ段階にあり、さらに2つの工場が計画段階にあります。こうした動き

は、インドがメトロ車両製造の世界的な拠点になる可能性があることを示しています。

### すべての駅にステンレス鋼

インドのメトロネットワークは、現在は660の運用中の駅があり、さらに228の駅が建設中であり、213の駅が計画段階にあります。その上、将来的にはさらに500の駅が建設される予定です。メトロシステムは一日中ずっと広範囲に運行されるため、インフラ、特に駅のメンテナンスにはコストがかかり、骨の折れる作業となります。

メンテナンスの必要性を最小限に抑え、保守性を高め、寿命を延ばすため、手すり、被覆材、天蓋、カウンター、看板、その他様々な実用的機能向けにニッケル含有ステンレス鋼を使用することが強く推奨されます。ここに挙げたすべての用途の入札では、304系(S30400)ステンレス鋼の使用が指定されています。現在までに完成した、または建設中のメトロ駅では、約3万トンのステンレス鋼が使われました。

現在進行中の新しいメトロ鉄道システムの建設は、インドの20以上の都市を急速に変革させています。現在、インドの各都市では840km以上のメトロ路線が運行されており、さらに480kmが建設中で、その上に375kmの計画が承認されています。また、およそ1,060kmの路線案が今後の開発に向けて、検討されています。



## メトロ



客車一両あたり8トンの301LN系ステンレス鋼

現在 3,000 のステンレス鋼製客車

今後 3-5 年に新たに 3,000 のステンレス鋼製客車



現在のメトロ路線は 840 km

さらに480kmが建設中  
計画が375 km



現在の駅は 660

さらに 228 の駅が建設中

計画が213 駅

## 鉄道



現在の鉄道車両は60,000

さらに7,000の鉄道車両を  
製造中

2024年には7,800の鉄道車両



毎年29,000トンの304系ニッケル  
含有ステンレス鋼

3,600トンの付属設備用316L系



現在ある駅は8,000

現在開発中の駅は100

再開発の対象となる駅は1,275





## 幹線が量産体制に移行

幹線列車はインド鉄道の重要な部門であり、都市間の旅客と貨物の輸送を円滑に行っています。このネットワークで運行されている鉄道車両は60,000両以上あります。

2018年以降、インド鉄道は幹線列車や快速列車を含むすべての客車製造にステンレス鋼のみを採用しています。屋根、トラフ床、トイレインレイ、バイオトイレ消化槽、貯水タンク、入口通路など、腐食しやすい部分はすべて、ニッケルを含むオーステナイト系ステンレス鋼を使用しています。サイドパネルとエンドパネルは、客車のカテゴリ要件に基づいて塗装されたユーティリティ・ステンレス鋼を使用しています。

インド鉄道が最近発表した客車の年間生産計画では、ステンレス鋼の需要増加を見込んでいます。今年合計7,000両が製造されますが、来年は7,800両が製造される予定です。これにより、年間2万9000トン以上のニッケル含有304系ステンレス鋼が必要となります。さらに3,600トンの316L系(S31603)ステンレス鋼が、バイオ消化槽などの客車用付属設備に使用されます。

新型客車の設計が開発され、政府が軽量化に重点を移すにつれて、側壁用に調質圧延したニッケル含有オーステナイト系ステンレス鋼が検討されています。これにより、今後2年間は市場でのシェアが拡大するでしょう。

## 大規模再開発計画

インドには幹線鉄道やその他の鉄道の駅が8,000ほどあり、建設プロジェクトの優先順位を決めるため、包括的な再開発計画が策定されました。約100の駅が、自立した商業用施設として再開発中です。特に、デリー、アーメダバード、ムンバイの主要鉄道駅では、合計12億5,000万米ドル以上を投資して再開発が進められています。他の著名な5つの駅でも大規模な工事が進行中です。このような大規模な政府プロジェクトでは、耐食性、耐久性、加工のしやすさ、メンテナンスの必要性の低さまたは少なさから、ファサード、手すりシステム、各種設備にニッケル含有ステンレス鋼が選ばれています。

今年初め、インド鉄道はアムリット・バーラト鉄道駅改革計画(Amrit Bharat Station Scheme)を発表し、再開発の対象として、全国でさらに1,275の鉄道駅を選定しました。来年度には300億米ドルの予算が計上されるため、ニッケル含有ステンレス鋼がこうした開発でも重要な役割を果たすと予想されます。これにより、インドの重要な鉄道網は、世界で最も人口の多い国における都市化と工業化という課題に対して、持続可能な解決策を提供し続けることになります。

インドの鉄道インフラが拡大するにつれ、ニッケル含有材料の採用がますます重要になっています。それにより、鉄道網の長期的な持続可能性とその成功を確実なものとし、国の経済成長を支え、急増する人口の需要に応えることができます。

インドの鉄道部門でニッケルを活用することは、それを、今後数十年にわたって国家に貢献する効率的で弾力性のあるネットワークに変えるためには必要不可欠です。

# ニッケル触媒 輸送における脱炭素化の様々な方法

ニッケルベースの触媒は、陸上、海上、また空輸でのモノとヒトの輸送動力にエネルギーを供給する鍵となっています。バイオディーゼル、再生可能ディーゼル及び持続可能航空燃料(SAF)の生産における役割に加え、ニッケル触媒は水素生産の水電解にも使用されます。水素はさらに、直接燃焼、燃料電池に使用、他の再生可能燃料の水素処理に使用され、またメタノールやアンモニアなど他の燃料に転換されます。水素は他の化学品のネットゼロ生産または鉄鉱石からの鉄鋼生産にも使用されます。

## 電解装置

AEM 陰イオン交換膜

AWE アルカリ水電解装置

PEM 高分子電解質膜／プロトン交換膜

SOEC 固体酸化物形電解セル

## 電解装置と燃料電池

現在利用可能な電解装置には4つのタイプがあります：高分子電解質膜（プロトン交換膜 PEMとも呼ばれる）、アルカリ水電解装置（AWE）、陰イオン交換膜（AEM）及び固体酸化物形電解セル（SOEC）です。PEMが最も効率的ですが電解触媒としてプラチナとイリジウムを必要とします、一方他3装置はニッケルベースの電解触媒を使用します。ニッケルを使用するタイプのう

ち、AWEが最も商業的に広く使用されています。AWEではニッケルは電解セルの陽極、陰極及びフローフィールドの成分の各部分で使用されています。

フローフィールドは電解液と発生ガスの移動を容易にするため、緩いニッケルメッシュで構成されています。通常陽極は焼結繊維からなる人工ニッケルメッシュで作られ、陰極は同様のニッケル繊維メッシュを触媒でコーティングしたものです。これらの触媒はサ

**AWEセルの拡大図** AWEでは陽極、陰極、及び電解セルのフローフィールドの成分の各部分でニッケルが使用されています。



プレイヤー企業の固有技術によるものですがNiFeOx（ニッケル鉄混合酸化物）は広く使用されています。

### 様々な触媒の長所と短所

比較的安い資本コストのためAWEの利用が増えてきましたが、生産コストを最小限に抑え、再生可能な電力の需要に応えるためAEM及びSOECの導入が進んでいます。AEMは、AWEに比べ電気効率が低いという利点がありますが、同じような材料を使用しているため、よくAWEとPEMの中間とみなされます。AWEと同様、AEMは流速をコントロールし電流の供給にニッケルメッシュを使用し、またニッケル触媒も利用します。AWEに使用される比較的単純な触媒とは対照的に、AEMの触媒はより加工度を高めたものとなっています。高性能の陽極触媒としては、カーボン紙に担持されたニッケル鉄二層水酸化物及び発泡ニッケルに担持されたニッケルコバルトセレン合

金などが検討されています。陰極触媒の多くはニッケルメッシュに担持されたニッケル鉄やニッケルコバルト合金です。

SOECは高温（600°C以上）で稼働し、廃熱の工業使用を統合する機能により高効率が可能になります。SOECでは触媒は、多くの場合金属ニッケル粉ですが、高温の稼働下でイオンの伝導性を持つ金属酸化物の電解質に直接担持されます。

### 代替不能なニッケル

これらは、ニッケルを使用した触媒やその他の構成部品が、脱炭素化された将来において果たす役割のほんの一例に過ぎません。ニッケルは比較的安価で腐食性物質に対して不活性であり、電解装置に特有の性能を発揮するため、これら新技術において代替不可能な存在となっています。

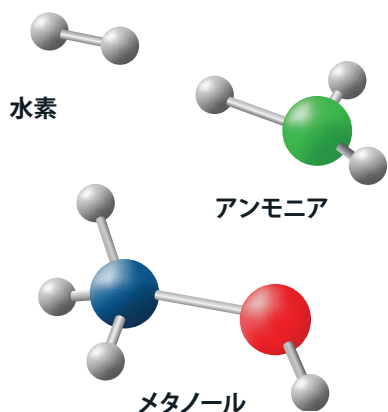
北米初の水素燃料電池の旅客列車は、2023年ケベックからバー・サン・ポールまでの路線でデビューを果たしました。



# 持続可能な海洋燃料の 開発を舵取り



ニッケル含有ステンレス鋼は、持続可能な海洋燃料の製造に不可欠です。



国際海事機関(IMO)は、2050年までに温室効果ガス総排出量(GHG)を少なくとも50%削減することを目指しており、ニッケル含有ステンレス鋼は、検討されている選択肢の中で重要な役割を担うことになるでしょう。この削減目標を達成するために、海運産業が必要としているのは、低炭素、カーボンニュートラル、ゼロカーボン燃料です。主な選択肢は水素、アンモニア、メタノールの3つになります。メタノールは室温で液体なので最も扱いやすいのですが、アンモニアと水素が液体となるのは、それぞれマイナス33℃、マイナス253℃です。

## 水素

水素は燃料として燃焼させても、あるいは燃料電池にして発電することでも利用できます。しかし、マイナス253℃での液体水素の貯蔵はより複雑で体積エネルギー密度も低いため、メタノールやアンモニアよりも大きなタンクが必要となります。燃料としての水素は、積み荷としての水素を船舶用燃料としても使う専用の海洋タンカーが建造されれば、実現可能かもしれません。

現在、水素は天然ガスの蒸気改質によって製造されています。カーボンニュートラルやゼロカーボンを実現するためには、再生可能エネルギーや原子力を利用した水の電気分解、あるいは蒸気改質(ただし炭素回収を含む)による製造が必要です。

水素はその特異性のため、材料についての要件が厳しくなります。例えば、ニッケル含有ステンレス鋼は、水素による透過や特性劣化に耐性があり、マイナス253℃での水素貯蔵には、極低温でのニッケル含有ステンレス鋼の靱性が重要です。

## アンモニア

アンモニアは大きな関心を呼んでいます。毒性は強いのですが、窒素肥料の製造では日常的に取り扱われています。内燃機関を直接代替するものとしてアンモニアを使用する計画には、日本郵船による既存のタグボートのLNGからアンモニアへの転換や、バイキング・エナジー社による洋上補給船のアンモニア燃料電池への転換などがあります。アンモニアは、高温高压下で金属触媒を使用し、大気中の窒素と水素を反応させるハーバー法によって製造されます。ニッケル含有ステンレス鋼は、このプロセスのいくつかの段階において不可欠なものとなっています。

## メタノール

メタノールは現在、船舶用燃料として使用されていますが、天然ガスから製造される炭素ベースの燃料です。カーボンニュートラルなメタノールはバイオマスから製造できますが、二酸化炭素と水素を反応させてメタノールを製造するという技術もあります。開発が進むにつれ、ニッケル含有ステンレス鋼は、温室効果ガスを削減する持続可能な海洋燃料の生産に不可欠なものとなっています。

Ni

# Bタイプニッケルベース合金 (ニッケルモリブデン)100周年

「C」族として知られるニッケル基合金 (Ni-Cr-Mo) が 1930 年代初期に主力製品として登場する以前にはニッケル-モリブデン合金の組成について研究されていました。その結果1921年にはニッケル-モリブデン合金の一定組成範囲のものについて特許が付与され、1923 年々にニッケル60%モリブデン約30%の合金B(Ni-Mo)の導入へと繋がりました。

Bタイプ合金は塩酸、硫酸、酢酸、リン酸など還元性の酸に対する極めて強い抵抗力を有します。ただし、残念ながらBタイプ合金は酸化環境において耐食性が劣ります。従って酸化媒体や鉄塩や銅塩が存在する場合には急速に通常より早く腐食破壊を起こす可能性があり、推奨できません。塩酸が鉄や銅に接するとこのような塩が発生することがあります。

第二次世界大戦以前、Bタイプ合金は航空機エンジンのスーパーチャージャー・タービンブレードに性能アップと出力増加のために使用されていました。しかしこれはやがて他のスーパーアロイに取って代わられました。

1970年代に登場したB-2タイプ合金はオリジナルのBタイプ合金の組成を改良したものです。その特徴はシリコンおよび炭素の含有を減らし、熱安定性を高め粒界炭化物の生成を妨げるのを目指しました。耐食性が増したことは溶接の際に熱された部分にとり特にメリットとなりました。

B-3タイプでは組成がさらに改良され、熱安定性や製造特性および応力腐食割れに対する抗力が増しました。

モリブデンが主に酸性還元環境における耐食性に寄与しますが、工業的に役立つ機器に加工し、溶接することが出来るエンジニアリング合金の基盤となるのはニッケル基なのです。



Bタイプ合金は主に塩酸及び硫酸環境下で使用されていますが、酢酸、リン酸及び蟻酸の環境下でも使用されます。具体的用途としては反応容器、熱交換器、バルブ、ポンプ及び配管などです。

| Bタイプ合金の典型的組成 |          |        |      |       |     |             |   |       |
|--------------|----------|--------|------|-------|-----|-------------|---|-------|
| 合金           | (UNS番号)  | 導入時期   | ニッケル | モリブデン | クロム | シリコン<br>最大値 | 鉄 | 炭素最大値 |
| B            | (N10001) | 1923年  | 残分   | 28    | 1   | 1           | 5 | 0.05  |
| B-2          | (N10665) | 1970年代 | 残分   | 28    | 1   | 0.10        | 2 | 0.02  |
| B-3          | (N10675) | 1990年代 | 残分   | 28    | 2   | 0.10        | 2 | 0.01  |



# 専門家に聞く 技術サポートに寄せられる 【よくある質問】

Geir Moeは専門技術士であり、ニッケル協会の技術サポート・サービスの責任者です。同氏は世界各地に配属された素材の専門家らと共に、技術的アドバイスを求めるニッケル含有材料のエンドユーザーや仕様を設定する方々のサポートをしています。同氏の専門家チームは、ステンレス鋼、ニッケル合金、ニッケルメッキなどの幅広い用途に関する技術的なアドバイスを無料で提供し、ニッケルを安心してご利用いただけるよう努めています。

Q: ChatGPTのようなAIによって生成されるニッケル含有材料の特性や用途に関する回答の、信頼性はどれくらいでしょうか？

A: ChatGPTは、OpenAIによって開発された大規模な言語モデルです。いくつかのデータセットを用いて教育されており、その大部分はウェブベースです。しかし、それは監督されずに行われる学習であり、費用と時間を要する専門家のガイダンスを必要とする監督のもとで行われる学習ではありません。AIは、次に来る単語を確率に基づいて予測することで応答を生成します。その結果は確率に基づいているため、回答の中でデータの出典を参照することはできません。したがって、最終的に回答の品質は学習中に提供された情報の品質に左右されます。

ニッケル含有材料に関する情報の多くは、デジタルで自由に入手することはできない有料の出版物の中にある

か、専門家の知識にあります。ニッケル協会の出版物はデジタル化されているので検索可能ですが、私たちの知る限り、ChatGPTの教育に使用されるデータセットには組み込まれていないようです。これらの出版物は以下のウェブサイトから無料で利用できます：[nickelinstitute.org](http://nickelinstitute.org)

私たちはいくつかの簡単な質問でChatGPTをテストして、その回答に感銘を受けました。しかし、どんな場合でもエラーはあります。OpenAIでさえ、回答が誤解を招いたり、正確でない場合があることを認めています。したがって、回答は情報の検索に焦点を当てる際の助けとして役立つかもしれませんが、最終的な結論として当てにすべきではありません。 NI


## オンライン版ニッケル誌


[WWW.NICKELINSTITUTE.ORG](http://WWW.NICKELINSTITUTE.ORG)


ニッケル誌の無料購読とウェブサイト掲載のお知らせを希望する場合：[www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org)

ニッケル誌を7か国語でウェブサイトに掲載  
[www.nickelinstitute.org/library/](http://www.nickelinstitute.org/library/)

ニッケル誌のバックナンバーの検索：2009年7月号以降のニッケル誌を掲載（英語版のみ）  
[www.nickelinstitute.org/library/](http://www.nickelinstitute.org/library/)

Twitterでフォローしてください   
[@Nickellnstitute](https://twitter.com/Nickellnstitute)

LinkedInでつながって下さい   
ニッケル協会のページをご覧ください

ニッケル協会YouTubeチャンネルで   
ニッケル関連のビデオが見られます  
[www.youtube.com/user/Nickellnstitute](http://www.youtube.com/user/Nickellnstitute)



ニッケルはナノワイヤからステンレス鋼合金まで様々な形で存在します。しかし如何なる特性がニッケルを日常品においても不可欠な要素としているのでしょうか？

# なぜニッケル？

トースターの熱線に使われるニッケル

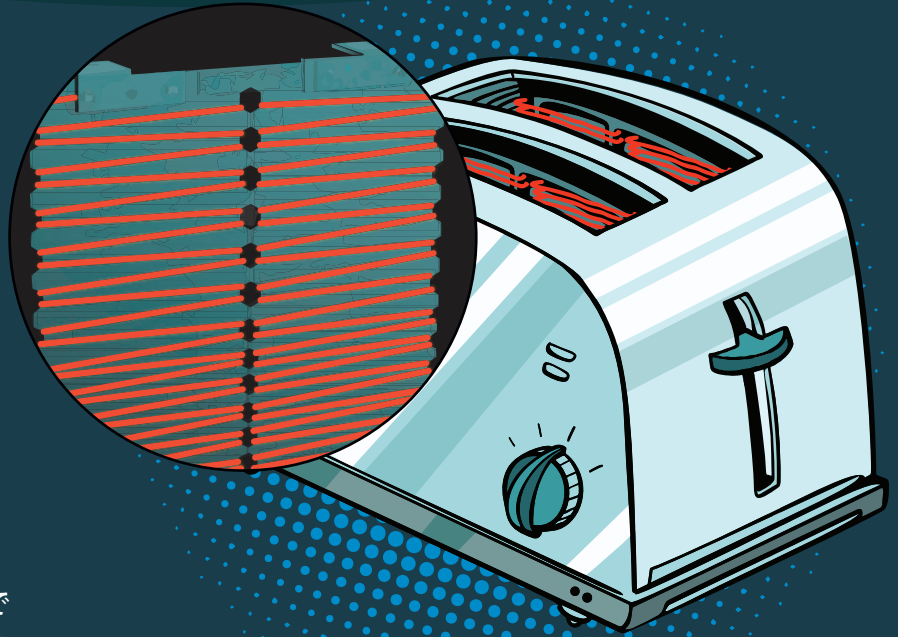
## 一般的なトースター

パンが広く食され、スライスされた形で売られている国では、多くの家庭のキッチンには電気トースターがあります。トースターがパンを熱し、外側をこんがりしたきつね色にして触感と味を美味しくします。

## しかしどんな仕組みなのでしょう？

熱は電気が流れる細い直径のワイヤから出ます。ワイヤは電流に対する強い抵抗により赤くなりますが、実は熱は我々が熱くは感じて目に見えない赤外線から出ます。

このワイヤはニクロムと呼ばれる合金で作られますがニッケルが約80%、クロムが20%です。実際の作動時にはワイヤは620°C (1150°F)という極めて高い温度に達します。しかしパンの周りの空気は150°C(300°C)に過ぎません、これでも指はやけどしますが。



## なぜニッケル？

ニクロム中のニッケルはワイヤが何度も加熱と冷却を繰り返すにも拘らずもろくなるのを防ぐのに必要です。ニッケルとクロムの組み合わせにより急速に加熱し高温を維持するのに必要な電気抵抗が得られます。クロムが大気中の酸素との反応を防ぎ、時間が経ってもワイヤの厚みは減りません。

## UNS DETAILS

Chemical compositions (% by weight) of the alloys and stainless steels mentioned in this issue of Nickel.

| UNS             | 炭素           | クロム           | 鉄           | マンガン        | モリブデン         | 窒素            | ニッケル          | 磷            | 硫黄           | シリカ          |
|-----------------|--------------|---------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| S30153<br>6ページ  | 最大値<br>0.03  | 16.0-<br>18.0 | 残分          | 最大値<br>2.00 | -             | 0.07-<br>0.20 | 6.0-<br>8.0   | 最大値<br>0.045 | 最大値<br>0.030 | 最大値<br>1.00  |
| S30400<br>7ページ  | 最大値<br>0.08  | 18.0-<br>20.0 | 残分          | 最大値<br>2.00 | -             | -             | 8.0-<br>10.5  | 最大値<br>0.045 | 最大値<br>0.030 | 最大値<br>1.00  |
| S31603<br>9ページ  | 最大値<br>0.030 | 16.0-<br>18.0 | 残分          | 最大値<br>2.00 | 2.00-<br>3.00 | -             | 10.0-<br>14.0 | 最大値<br>0.045 | 最大値<br>0.030 | 最大値<br>1.00  |
| S32205<br>2ページ  | 最大値<br>0.030 | 22.0-<br>23.0 | 残分          | 最大値<br>2.00 | 3.00-<br>3.50 | 0.14-<br>0.20 | 4.50-<br>6.50 | 最大値<br>0.030 | 最大値<br>0.020 | 最大値<br>1.00  |
| N06003<br>15ページ | 最大値<br>0.15  | 19.0-<br>21.0 | 最大値<br>1.00 | 最大値<br>2.5  | -             | -             | 残分            | -            | 最大値<br>0.01  | 0.75-<br>1.6 |



## インド、電動車両へ移行

OLA ELECTRIC



オラ・エレクトリック社は「我々は10億人の可動性を創造するミッションに専心する」と言い、2025年以降はインド国内ではガソリン二輪車は一台も売らないようにする事を誓う「ミッション・エレクトリック」を宣言しました。電気スクーターへの大転換は気候変動危機に対しても大きなポジティブな影響を与えるでしょう。

それは国内の路上で走行する車輛の80%を超える最も人気があり便利なヒトの輸送手段です。政府の補助金支給は化石燃料から電気への変換を引き起こし、いまやインドでは130万台を超える電気二輪車が混雑する道を走っています。これでもまだ僅か4.6%で、今後7年で80%にするという意欲的な目標が掲げられています。

大手電気スクーターメーカーの一社であるオラ社は電気スクーターの大幅増産を目指しています。オラ・エレクトリック社の創設者CEOであるバベシュ・アッガーワル氏によれば「EV革命の核心は電池である。オラ社は最も先端の電池研究センターを建設中で、より早く規模を拡大し革新を進めて、世界で最も先進的で手頃な価格のEV製品をスピーディーに作りだすことができる」と述べています。

オラ・エレクトリック社は2022年7月にインド初の独自開発のリチウムイオン電池NMC 2170を公開しました。従来、インドEVメーカーは韓国、台湾、中国、

及び日本の電池に依存していました。

アッガーワル氏いわく、「最先端の“高ニッケル筒型オラ電池”は陰極側にNMCを使用；陽極側にはグラファイトとシリコンを使用しています。特定の化学的性質と素材を利用することで限られたスペースにより多くのエネルギーを蓄え、電池のライフサイクル全体も延ばすことになります。つまり一度の充電でより長距離の走行が得られます」

自社建設したギガファクトリーが2023年後半に稼働するとオラ社は自社スクーター用のNMC 2170電池の大量生産を始めます。

NI