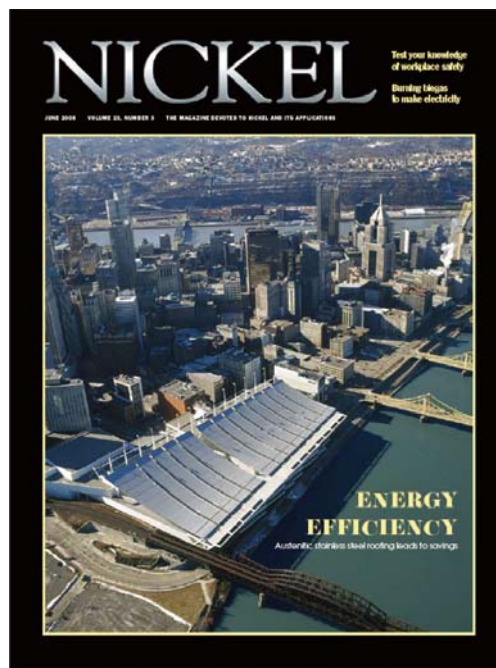


## 問題解決の大きな部分

ニッケル生産はエネルギー集約であるが、全体的にみると、これは地球の温室効果ガス排出量 1%の十分の一以下を占めるにすぎない。

これに比べ、ニッケルは世界中で温室効果ガス排出量を大幅に減らすのに役立つ多くの革新的な用途に使われている。

政府とニッケル以外の主要な民間企業で温室効果ガス排出量の削減方法を探している企業との間で現在なされている対話に参加するために、ニッケル協会は、UNEP が支援する計画である「気候アクション」のプラチナスポンサーである。ニッケル協会の Stephen Barnett 理事長は最近、「気候アクション」のリポーターの TV インタビューで、ニッケル産業がより持続可能な社会においてどのようにして重要な役割を果たしているか概略説明した(この様子はビデオで見ることができる。URL を参照)。また、Barnett 理事長は、上海で開催された中国のニッケル 2008 の会議での基調演説でそのメッセージを強調した。



温室効果ガス削減のために、気候変動政府間パネル(IPCC)は今後 20 年間で社会が取るべきアクションを次のように提案している。

- ・石炭燃焼プラントをガス燃焼プラントに替える。
- ・車の燃費をガロンあたり 30 マイルから 60 マイルに高める。
- ・世界全体で原子力発電所の発電量を 2 倍にする。
- ・エタノール燃料自動車の運転をもっと増やす。
- ・二酸化炭素捕捉及び分離装置を設置する。

これらのアクションのすべてがニッケル含有材料の使用を必要とする。: ガスタービンのスーパーアロイ、ハイブリッドカーのニッケル金属水素化物ハイブリッドバッテリー、原子力発電所及び原子力廃棄物貯蔵設備の耐食性ニッケル含有合金、エタノール生産工場と配送システムの耐食性ステンレス鋼及び二酸化炭素分離装置の耐食合金。

本号のニッケル誌には、今日ニッケルが役割を果たしているその他あまり目立たない方法について書かれている。例えば、ニッケル含有ステンレス鋼の屋根は、ペンシルバニア州ピッツバーグの大型コンベンションセンターの必要エネルギーを減らすのに役立っている(16~19 ページ)。過去 5 年にわたるこのビルの非常に優れたエネルギー効率のおかげで、最近評判になっている LEED の格付けシステムによる建築物の認証のためのルール改正の要求が早まった。ステンレス鋼の屋根は、冬季は熱が出て行くのを防ぎ、夏季は熱の入るのを防ぐだけでなく、ステンレス寿命が長いために建築物の低ライフサイクルコストに大きく貢献している。これらの持続可能性への貢献が現行の LEED 規則では完全には認められていないが、最近実施されているパブリックコメントの期間に状況が変わるかもしれない。

本号ではまた、インド国内全体で見られるバイオガスプロジェクトにおける精巧なガス前処理装置の部品に、どのようにニッケル含有材料が使われているかも書かれている。これらのプロジェクトは、バイオガスを補修して発電し、それによって廃棄温室効果ガスを利用し、世界の開発途上地域での石炭燃焼発電所の需要を減らしている(前述の ICPP 長期目標の一つ)。

以上述べた例はあるひとつのことを強調している。つまり、ニッケルが問題解決の大きな部分である。

パトリック・ホワイトウエイ  
編集責任者

## インドのバイオガスブーム

ニッケル合金がバイオガスプロジェクトにおいて重要な役割を演じる

温室効果ガス排出量が世界第5位で、排出量の増加が世界第2位のインドでは、バイオガス燃焼(有機物のバクテリア分解でできるメタンと二酸化炭素の混合物)による発電がこれらの温室効果ガスの排出を抑え、化石燃料の燃焼による発電所の需要を減少している。

より多くのバイオエネルギーの発生のために、米国カリフォルニア州の Capstone Turbine Corporation of Chatsworth は、2006年に西ベンガル州の Purulia での最初のマイクロタービン設置で得られた教訓にもとづき、今年、マイクロタービンの増設を計画している。

「開発の障害を理解するために新しい地域では4~5のバイオガスプロジェクトが必要である。その後で市場が成長し始める。」と、Capstoneの副社長で欧州、中東、アジア及びインドにおける事業部長の Tony Hynes は言う。

Purulia の設備は酪農場にあり、30キロワットのマイクロタービン2系統より成り立っており、一系統はバックアップ用である。これらは送電網につなげて、あるいは独立して運転することができる。「送電網が故障した場合は、酪農場につなぎ、運転を続ける。」と Hynes は説明する。

マイクロタービンにはニッケル合金の N06002、N07713、N07718、S30100、S34700 が燃焼室、回転タービン、ローター主軸及び復熱装置のハウジングの構成部分に使われる。これらはすべて最小のメンテナンスで連続運転する。

ニッケル合金の性能が非常に優れているので、同社は燃焼室とタービンヘッドの交換予定を数千時間延長することを考えている。このような延長は設備の長期かつトラブルのない操業が要求される現場の状態では望ましい。それらは「当初の交換期限をはるかに過ぎててもよく動いていると顧客は我々に語っている。」と Hynes は言う。

腐食性バイオガスをマイクロタービンで燃焼させる前にきれいにし圧縮する装置には、オーステナイト系ステンレス鋼が最も費用対効果のよい材料である。バイオガスは主としてメタンと二酸化炭素であり、汚染物質として硫化水素を含む。硫化水素が水に混合されると(バイオガスは常に100%水に飽和されている)、それは弱酸性(ヒドロ硫酸)になる。二酸化炭素は水の存在下ではマイルドな炭酸となる。

「バイオガスは非常に腐食性があるので、我々は大量のステンレスを使用する。」と、米国アイオワ州の Dubuque にある Unison Solutions 社の技術部長 Adam Brotherton は説明する。同社はバイオガス化及び供給の専門会社である。「ステンレスはヒドロ硫酸や炭酸といった酸に対し優れた耐食性がある。時に顧客はより耐久性のある S31600 や S31603 を希望するが、S30403 の耐久性は40~50年かもしれないが、S31603 の耐久性は100年である。我々はもっぱら S30400 や S30403 を使用している。」

代表的な圧縮及び清浄系は、ダイジェスターで厩肥を20~30日間発酵させ、そのスラッジの上層部からガスを取り出し、燃焼する前にそのガスを圧縮し、クリーンにする。

このプロセスの簡単な説明によると、ガスは最初に硫化水素を除去するフィルターを通る。このためのタンクはたいてい厚さ4.8もしくは6.4mmのステンレス鋼板で作られ、負圧に耐えられるようになっている。そのあと、ガスは圧縮装置を通り、一平方センチメートル当たり8.4キロ(kg/cm<sup>2</sup>)の圧力まで圧縮される。この過程で使用される配管は通常ステンレス鋼である。次にガスは、約4℃まで温度を下げて、水分をもつと除去するために熱交換器を通る。その後、ガスを27℃まで再加熱し、相対湿度を25%まで下げる。

引き続き、ガスはステンレス鋼製の濾過器を通り、ここでは潤滑剤やパーソナルケア製品に使われる化学品のシロキサンが濾過除去される。シロキサンは高温でガラス状の物質になるので、ガスを燃焼する前に除去しなければならない。この段階の後、バイオガスはエンドユーザーの装置、たとえばタービン、内燃機関、あるいは燃料電池に送られる。

## ひとつの材料、多様な目的

ニッケルステンレス鋼は広範囲の化学薬品を投入するのに信頼できる働きをする。

紙パルプ工場は、我々が毎日使用する紙製品を製造する過程で多くの特別な化学添加物を使用している。これらの化学薬品は、泡、生物を殺す性質のあるスライムの増加、一部の木材種から出るピッチ、リサイクルされたダンボールからの粘着性物質のような望ましくない状況を制御する。

これらの状態はそのままにしておくと、エネルギーコストがかさみ、また漂白剤のような化学薬品をもっと使用せざるえなくなるだけでなく、最終製品に欠陥が出る。製紙工程では工場用水を使用の前後で他の特殊な化学薬品を添加して処理するが、それによってボイラーの腐食を減じ、伝熱面のスケールの蓄積を防止する。

紙パルプ工場はこれらの化学薬品をウエットエンド管理や水処理の製造上重要な段階で正確な量を投入する多くの供給系がある。供給系は溶剤、酸、塩基、腐食作用のある殺菌剤のような強力な化学成分に耐えるものでなければならず、また何年もメンテナンスフリーで24時間動き、工場の作業員の安全を保証するものでなければならない。

ケベック州のVaudreuil-DoionのBuckman Canadaと材料供給者はこの10年間に約1,000の化学薬品供給装置を製造し、出荷した。これらは、特に腐食性の化学薬品に対する耐食性の点からS31603が時々選択されることもあるが、大部分はニッケル含有S30400とS31600で作られている。

ABS樹脂、黄銅、ゴム、アルミ、ファイバーグラス強化プラスチックのような材料は、一部の化学薬品に対して十分な耐食性がある。しかしながら、その他のある化学薬品は、これらの材料に膨張、濁り、軟化、硬化、腐食を起こすかあるいは完全に破壊してしまうであろう。

Buckmanは、同社の製品の大部分と適合性があり、またそれらを使用することで設計と在庫管理が簡素化されるので、S30400とS31600を好んだ。「これら2つのステンレス鋼のタイプは、我々の要求の大部分満たしてくれる。」と、Buckman社の設備部門担当のPeter Campisiは言う。

「理想的には、装置の修理や取替えを全くする必要がないことを望む。」と、Campisiは言うが、使用される化学薬品の影響、使用頻度、様々な環境要因で、ほとんどの場合、5年の実用寿命は大丈夫のようだと付け加えている。

「我々はできるだけメンテナンスなしに近づけるようにしているが、これはたいていの場合、もっと先行投資をすることを意味する。長期間においてこの取引は、それだけの価値はある。これが、我々はもっと安い代替品を使用できる時でも、多くの場合、S31600を標準材料として使用している理由である。」

紙パルプ工場にとってもうひとつの利点は、耐食性のあるステンレス鋼の建造物は漏れ難いことで、これは環境への化学薬品のロスが減らす一方、作業者に改善された安全な状態を与える。

## コンベンションセンターのグリーンデザイン

オーステナイト系ステンレス鋼の屋根の持続可能な利点には省エネが含まれる。

あなたの頭上にある屋根はいろいろなものを中に入れないようにする以上の働きがある。適切に断熱すれば、冬の間は熱を逃げないように、夏の間は熱をシャットアウトする。ニッケル含有ステンレス鋼 S30400 は熱伝導が低いので、屋根の断熱に役に立ち、建築物のエネルギー効率を高めることができる。S30400 を屋根材に選ぶ建築家はもうすぐ LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) 認証制度におけるステンレス鋼の低熱伝導性及びその他の性質も利用することができるようになるであろう。

ペンシルバニア州ピッツバーグの David L. Lawrence コンベンションセンターが 2003 年にオープンした時、LEED 認証制度でゴールド認定を得る米国最大のビルであった。LEED のゴールド認定の地位は、同センターの土地の再開発、代替輸送設備の設置、水使用量の削減、効率的なエネルギー使用、有毒物を排出しないあるいは少ない材料の使用及び革新的なデザインを評価している。ピッツバーグの TMT Architectural Metals Consulting の市場開発上級マネージャーでニッケル協会のコンサルタントである Catherine Houska は、「LEED 認証制度でニッケル含有ステンレス鋼の持続可能な特質を十分に説明されていれば、プラチナ認定であったであろう。」と言う。

「屋根材は展示ホール内の自然換気を促進する設計は持続可能な独創設計の一部である。」と、ニューヨークの Rafael Vinoly Architects PC のプロジェクトディレクターは言う。「美しさ、耐久性、低メンテナンスであることからステンレス鋼が選ばれ、それはピッツバーグの鉄鋼遺産に敬意を払っている。」

縦横の長さが 280×96 m の屋根は、23,000 m<sup>2</sup> の厚さ 0.6mm (24 ゲージ) の S30400 ステンレス鋼板 (重さ約 136 トン) で覆われている。ステンレス鋼屋根の日射反射率及び熱放射率は 2003 年に LEED で求められていた数値より低い (10 ページ参照)。従って、ステンレス鋼屋根はヒートアイランド削減のポイントを獲得できなかった。また、建物自体の省エネへの貢献度という点でもこの屋根は認められなかった (11 ページ参照)。

「グリーン」デザインの緊急性は、建築物はエネルギーの消費を削減する必要があり、そこに住む人々の健康や周辺の環境にリスクをもたらすことのない材料を使用する必要があるという意識の高まりを反映している。米国グリーンビルディング審議会 (USGBC) が LEED 評価制度を開発した時は、あらゆる建築物のための持続可能性の達成を指導、認定すること、持続可能な用地の開発、水の節約、エネルギー効率、材料や資源の選択、室内環境の品質のための最新の戦略を強調することを意図した。

LEED は 2000 年に導入され、現在は世界中の建築物の認証に使用されている。LEED の評価制度は、新築、既存の建築物、商業サイト、学校、住宅を含む建築のいくつかの部門を対象としている。また、用地計画、水の管理、エネルギー、材料の使用、室内環境の品質も評価する。LEED のポイントの獲得数により、建築物はブロンズ、シルバー、ゴールドあるいはプラチナの認定を得ることができる。LEED は熟慮した持続可能な建築物の概念と技術を一体化することを当初から展開しており、現在もそれは変わらない。2008 年 5 月、USGBC は LEED2009 の最新の改訂版に関するパブリックコメントを求めた。これはステンレス業界に重要な修正を提案する 30 日間の機会を与えた。(サイドバーを参照: ステンレスはいかに LEED の役割を果たすことができるか。)

LEED はステンレス鋼の使用について明確な手引きは示していない、ステンレス鋼は建築家が LEED ポイントを獲得するのに役立つ分野が 3 つある—既存建築物の建材の再利用、廃棄される建築廃材の転用、「新しい」ステンレス鋼のリサイクル率—。オーステナイト鋼の高いリサイクル率 (地理的位置によるが 60–85% の範囲) は新しい建築物に使用される材料のリサイクル率を上げるのに非常に寄与している。The Speciality Steel Industry of North America のレポートによれば、300 系ステンレス鋼の消費後のリサイクル率は約 75–85% である。Houska によれば、ステンレス鋼業界は設計者や建築家に自分たちの製品のリサイクル率を気づかせることにおいて少なくとも他の産業と同じくらいもっと積極的になれるはずである。

ステンレス鋼業界が「LEED の役割」を果たすことができる別の分野は、ヒートアイランドの減少である。このヒートアイランドは開発されていない田園の環境より非常に暖かくなっている都市地域を言う。最近の LEED 評価制度では、低及び急傾斜屋根の太陽反射率 (SRI) の要件を満たす屋根にはポイントを与えている。(10 ページ参照)

特殊塗装され屋根だけがこうした基準に合うと一般に考えられているが、米国ペンシルバニア州の Contrarian Metal Resources が資金を出して行った最近の試験では、そうではないことが証明されている。つまり、Contrarian's InvariMatte®仕上げステンレス鋼板は急傾斜屋根の SRI 要件にかなった。

ピッツバーグのコンベンションセンターの屋根に使用された非方向性のマット表面仕上げステンレス鋼板も、ピッツバーグの J&L Specialty Steel により製造された。研磨ブラストによるこの非反射素面の仕上げ品は Architex®といわれている。現在、これは Allegheny Technologies 社より Contrarian Metal Resources のために「InvariMatte」のブランド名で製造されている。

屋根の部分はケーブルで支えられるカウウォールの両端で片持梁で支持されている。アレゲーニー川にかかっているすぐ近くの橋のケーブルのような曲線をなしている。

内部ケーブルのところの天窗があり、上は屋根の構造が見える一方、光が下の展示ホールまで入っている。

屋根のパネルには長さ 7 メートルのものが供給された。ロジン紙、防水加工、配向性ストランドボードカバー及び鉄鋼製デッキ上の固い絶縁材でできているしっかり固定された複合組立品として、たたまれて連続的に押し出されたものである。板は押し出された組立品に固定されたステンレス製バツェンキャップでキッチンと支えられており、これは 膨張と収縮に対応するレールの働きをする。ペンシルバニア州グリーンズバーグの屋根加工業者 Overly Manufacturing Company のマネージャー James Mersich によると、屋根系に入った水はこの押し出された複合屋根から屋根のひさしあるいは雨樋をつたって流れ出る。

屋根の基部の大型の浅い雨樋が流れ出る水を集める。この雨樋は 1.2mm(18 ゲージ)で 2B(半反射)仕上げの S30403 で製造された。大きな部分は工場で溶接され、その後、現場で膨張継ぎ手間の長さ 9.1 m に溶接された。

雪と氷からの防護装置は、S30400 製のアングル、アタッチメントブラケット、ボルト、ワッシャー、ナットより成り、屋根から雪が滑り落ちるのを防ぎ、雨樋やその他の部分の損傷を防ぎ、歩行者を傷つけないようにしている。

#### サイドバー 1 : SRI とは？

2003 年にピッツバーグの David L. Lawrence コンベンションセンターが建設された時は、ヒートアイランド現象削減の LEED のポイントを獲得するには、屋根材は最低の日射反射値(表面から反射するエネルギーの率)と熱放射値(熱が吸収された後、屋根材が放出するエネルギーの率)に合格する必要があった。2006 年、LEED はこれらの値をひとつの日射反射指数(SRI)に替えた。ASTM E 1980 の基準に従い、SRI は、風速、熱放射率、太陽フラックス、空気温度を含む 8 つの異なったパラメーターを基に算出される。

LEED ポイントを獲得するために、低勾配の屋根(1:6 もしくはそれ以下)は SRI 値が最低 78 でなければならない。急勾配の屋根は SRI 値が最低 29 でなければならない。ピッツバーグコンベンションセンターの屋根の鋼材に使用されているステンレス鋼表面仕上げの InvariMatte の SRI 値は、中程度の風力条件での急勾配屋根で 39 である。センターの屋根は低勾配、急勾配の部分が両方あり、ヒートアイランド評価ポイントを得ると思われる。

「現実の世界は、SRI 制度が示しているよりもっと複雑である。」と、ペンシルバニアのアリソンパークにある Contrarian Metal Resources 社の James Halliday 社長は言う。「熱が屋根から反射する以上になされていることがたくさんある。ステンレス鋼のように熱伝導が低いということは絶縁や省エネに貢献している。」

ステンレス鋼の SRI はまた、他の屋根材に比べて建築物の寿命の点でもっと持続可能性があろう。なぜならステンレス鋼は耐久性があり、寿命を終えた時に完全にリサイクルされるであろうから。

#### サイドバー 2 : ステンレス鋼はどのようにして LEED に役立つか？

ニッケル含有ステンレス鋼には持続可能な建築デザインに貢献するものがたくさんある。リサイクル量、建築廃棄物からの材料の転用、建築物部品の再利用は現在の LEED 制度(バージョン 2.2)ですでに認められてい

る。しかしながら、ステンレス鋼の寿命は適切に述べられていない。LEEDの命題は建築物の完全なライフサイクルを考えるとということなので、これはステンレス業界には価値ある機会を与えるものである。

「最近の考え方では耐久性に言及することが多い。」と、米国グリーンビルディング審議会(USGBC)のTom Hicks 国際プログラム担当バイスプレジデントはニッケル誌に語った。「これは住宅評価制度の方により多く見られる。LEEDの最新版に製品の耐久性について述べている特別なものはなにもない。しかし、それをパブリックコメントの期間中に提案するかあるいは全く新しいクレジットとしてそれを提起する機会はある。」

ステンレス鋼の持つ持続可能な特質の多くを明確に認める LEED2009 に改訂させることは可能である。しかしながら、今のところ、前述の3つのカテゴリー以外にステンレス鋼の持続可能な性質でポイントを得るただひとつの方法は、以下の方法でLEED制度のルールをうまく適用することである。

LEEDの各クレジットは2つのパートがある：目的と要件である。EQ クレジット4.2の低排出材料：例えば塗装及びコーティングでは、目的は「屋内汚染を減らすこと」。要件は耐食あるいは防錆塗料を含む低揮発性有機成分の塗料及びコーティング剤を使用すること。申請者は、「屋内の鉄基盤をステンレス鋼へ代替することは、ステンレス鋼はコーティングを必要としないし、揮発性有機化合物を放出しないのでクレジットの目的に適うものであると主張できる。

「合理的な議論がなされるべき箇所である。」と、Hicks は言う。「人々は材料がクレジットの規定する部分にあわないと主張するかもしれないが、究極的なゴールには適うものである。もし、性能規格に合う別の方法があるならば、その条件を送ってほしい。」 LEED制度では、低排出材料はゼロエミッション材料を含む。

クレジットの目的に基づく認定の申請は、USGBCがCredit Interpretation Request(CIR)という方法で行われる。申請者は材料の性能の詳細あるいはその材料の製品の仕様を提出するように勧められると、Hicks は言う。それから、USGBCの技術顧問グループが論拠の利点を検討するという。CIRは他の判定の前例として使うことが可能であり、また別のプロジェクトチームがそれらを活用することもできる。

「我々はクレジットの目的に沿うように業界から情報のフィードバックを得るので、業界は代わりに遵守的方法で材料の性能あるいは目的の申請を提出することができる。」とHicksは言う。

LEEDの管理者も「革新とデザインプロセス」の下で「第三者(部外者)」の意見に対しオープンである。もしクレジットの申請が拒否された場合、不服申し立ての方法がある。

ステンレス鋼のポイントの申請を考えることが可能な分野が他にもある。TMR Architectural Metals Consultingの上級市場開発マネージャーのCatherine Houskaは2008年の報告書「建築におけるステンレス鋼の持続可能性の優位性」で、ステンレス鋼製屋根の排水はその他の材料の屋根の排水よりもきれいなはずであると主張する。従って、CIRに基づく暴風雨の雨水の水質管理でポイントを得るかもしれない。

全くLEEDの範疇にない概念が他にある。これらの場合は、ステンレス業界は、LEED2009の変更を要請するパブリックコメントを提出する機会がある。例えば、Houskaは、ステンレス鋼の屋根は、塗装屋根と比較して、その寿命の長さの認証を得るべきであると考え。「塗装屋根の多くが、塗料を除去せねばならず、問題はそのため使用しなければならない化学薬品にある。屋根の塗装が剥げ始めたら、ただ屋根を取り替えるだけと考える加工業者もいる。」

LEEDは配管材料をポイントの検討から明らかに除外している。しかし、日本では(ニッケル誌23-2の6ページ参照)、ステンレス鋼の配管とバルブが集合住宅の寿命を延ばす方法として提案されている。この結果、建造物の解体と再建設、材料の生産と輸送等から生じる二酸化炭素の排出源の多くが除かれるであろう。このこともLEEDでは認められるべきである。

「これは良い観察である。」とHicksは認める。「配管については短期的な環境への影響を見ているだけである。しかし、これは、LEED2009に対するパブリックコメントにより、配管のクレジットに対する我々の関心を起こさせる機会である。」

## 作業場におけるニッケルの安全使用管理手引書

ニッケルの多くはステンレス鋼及びニッケル合金の成分として使用されているので、たいていの人々がニッケルと直接接触することはない。しかしながら、ニッケルを生産あるいは使用する産業の労働者はニッケルに関わる健康へのリスクを避けるにはどうしたら良いか知っておくべきである。職場の医者や産業衛生の管理者のこれらのリスク管理を助けるために、ニッケル協会は、ニッケルのリスクに関するEUの最近の研究による最新のデータを反映させて「作業場におけるニッケルの安全使用」を改訂した。

どのくらいニッケルの安全な使用について知っているか。下記の質問に答えてあなたの認識度をテストしてみよう。これらに対する回答とさらに厳しいオンラインクイズは次のウェブサイトから入手できる。[URL]

「作業場におけるニッケルの安全使用」を希望する場合は、次のウェブサイトから入手できる。[URL]

1. 動物へのニッケル塩の毒性の影響が最初に調査された年は：

- a) 1775
- b) 1826
- c) 1958
- d) 2006

解答：1826

それ以来、ニッケルの人と環境への影響に関し、多数の報告書や論文が出されてきた。ニッケルの産業社会への重要性を考えると、作業環境における曝露評価の手引書が長い間必要とされてきた。このような最初の手引書が1993年、NiDI(現ニッケル協会)と協力してNiPERAによって作成された。1997年、第2版が出版された。「作業場におけるニッケルの安全使用」の今度の出版は第3版である。(ガイドブック「ニッケルの安全使用」の1：ガイドブックについて を参照)

2. ニッケルへの「ゼロ曝露」は：

- a) 遍在するので不可能
- b) 北極圏の北部でニッケルを採掘するに類似
- c) 不可能であり、望ましくない
- d) 個々に適切な保護具を使用することで達成できる

解答：a) 遍在するので不可能

ニッケルは一部のミクロ生物、動物、植物には必須の要素であることが示されている。それは遍在する(天然の水、土壌、空気に存在する)ので、我々は絶えず様々な量のニッケルに曝露されており、ニッケルは人にとっても多分必須のミクロ栄養素であろうというのが一般に支持されている見解である。(ガイドブックの1.1：要約を参照)

3. クラス II の一次ニッケル製品はニッケル含有量が 99.8%以下であり、3つの異なるタイプの製品を網羅している。すなわち、

- a) 5セント硬貨の「バッファロー」、「ビーバー」と2ユーロ硬貨
- b) ニカド電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池
- c) 種々の製品中の金属ニッケル、酸化ニッケル、フェロニッケル
- d) 塩化ニッケル、硝酸ニッケル、炭酸ニッケル

解答：c) 種々の製品中の金属ニッケル、酸化ニッケル、フェロニッケル

クラス I の製品はいろいろな形で市場に出ており、純電解板、ニッケル・スクエア、ラウンド、クラウン、球形ペレット、固めた純ニッケル粉末コンパクトのブリケット及び純ニッケル粉末が含まれる。クラス II の金属ニッケルはニッケル含有量 99.7%以上だが、99.8%以下の電気ニッケル製品及びブリケット及びニッケル含有量 98.7%以上のユーティリティニッケルショットである。クラス II の酸化ニッケル製品にはロンデ

ル(ニッケル含有量約90%の一部還元酸化ニッケルコンパクト)及び酸化ニッケルシスターコンパクト(ニッケル含有量約75%)がある。フェロニッケル製品には約20%から50%のニッケルが含まれる。(ガイドブックの第2章1.2:生産と用途を参照)

4. 合金を作る個々の金属と比較して、ニッケル含有合金は、
- a) 独自の性質を持つユニークな物質
  - b) 成分金属と同じ性質を示す金属の混合物
  - c) 不活性の貴金属
  - d) 社会での使用を禁止すべき異常な物質

解答: a) 独自の性質を持つユニークな物質

各種のニッケル含有合金は、個々の成分金属のそれとは異なる独自の物理化学的及び生物学的性質を持つユニークな物質である。したがって、ニッケル合金の潜在的毒性(発がん性を含む)は、金属ニッケル自身及びその他のニッケル含有合金の毒性の可能性とは別に考える必要がある。(ガイドブックの第1章1.5.2:金属ニッケル合金の要約を参照)

5. 作業場におけるニッケル曝露の最も高いリスクが発生するのは、
- a) 摂取
  - b) 吸入
  - c) 注入
  - d) 皮膚接触(皮膚曝露)

解答: b) 吸入

ヒトが、空力直径 $30\mu\text{m}$ 以上の粒子の約半分を吸う場合のみ。空力直径 $100\mu\text{m}$ と $200\mu\text{m}$ の間の粒子については、吸入の影響は急速に減少すると考えられている。吸った粒子のうち、空力直径 $10\mu\text{m}$ 以上の粒子のわずかな量が肺の下層部に沈着する。この部分での蓄積は主として $4\mu\text{m}$ 以下の粒子に限定される。吸った粒子の大部分が小さく、溶解するのですぐに血液中に吸収され排泄される。(ガイドブックの1.3:曝露源を参照)

6. 吸収されたニッケルが主として排出されるのは、
- a) 尿
  - b) 汗
  - c) 毛髪
  - d) ヒトの母乳

解答: a) 尿

また、吸収されたニッケルは便にも主として排泄される。ニッケルは汗、毛髪、母乳にも排泄される。(ガイドブック1.4:ニッケルの薬物動態学を参照)

7. ニッケルを使用する産業に従事する40,000人の作業者の調査で、ニッケル関連の呼吸器がんが見つかったのは、
- a) 作業者全員
  - b) ゼロ
  - c) 男性の作業者のみ
  - d) 女性の作業者のみ

解答: b) ゼロ

発がん性に関する動物データはヒトのデータと一致している。また、動物では、 $0.1\text{mg Ni}/\text{m}^3$ を越えるレベルで慢性呼吸器毒性が観察されたが、金属ニッケル粉に関する最近の規定に準拠した試験では発がん性は見られなかった。(ガイドブック1.5.1 金属ニッケルの毒性を参照)



8. 証拠の重さがニッケル合金は呼吸器への発がん作用はないことを示している。多くの合金について、この理由は、

- a) 表面反射率
- b) 高温強度
- c) 延性
- d) 耐食性

解答 : d) 耐食性

この耐食性の結果、対象組織への金属イオンの放出は減少する。また、呼吸器への非発がん性効果に関して、金属ニッケル合金に係るヒトの調査では、非悪性呼吸器疾患による死亡率の増加がないことが一般に広く示された。(この影響に関する動物データはない。)

(ガイドブック 1.5.2 金属ニッケル合金を参照)

9. 疫学情報によれば、精錬過程における溶解性ニッケル化合物への曝露に関連した呼吸ガンのリスクが増大するレベルは、

- a) 100 mg Ni/ m<sup>3</sup> 以上
- b) 1 kg Ni/ m<sup>3</sup> 以上
- c) 10 mg Ni/ m<sup>3</sup> 以上
- d) 1 mg Ni/ m<sup>3</sup> 以上

解答 : d) 1 mg Ni/ m<sup>3</sup> 以上

最近の2~3の調査では、これ(約0.5 mg Ni/ m<sup>3</sup>)より若干低い曝露は溶解性ニッケル曝露の作業者に観察された過剰呼吸器ガンと関連していたかもしれないと記されている。

(ガイドブック 1.5.3 溶解性ニッケルの毒性を参照)

10. 歴史的にみて、溶解性ニッケルとの接触が長い作業場(例えば、ニッケルめっきのリスクが高いとされる理由は

- a) 過剰なものの渇き
- b) アレルギー性のニッケル接触皮膚炎
- c) 抜け毛
- d) 緑内障

解答 : b) アレルギー性のニッケル接触皮膚炎

改善された産業界及び各人の衛生管理のおかげで、電気めっきのような作業場におけるニッケル敏感症に関する報告はこの数十年間では非常に少ない。

(ガイドブック 1.5.3 溶解性ニッケルの毒性を参照)

11. ニッケル生産、ニッケル合金の作業者に関するこれまでの疫学調査によれば、酸化ニッケルへの曝露が慢性的な呼吸器疾患による過剰な死亡率にいたることを示すものはほとんどない。非悪性呼吸器疾患の過剰リスクが現れた数少ない例で、過剰リスクが報告された高ニッケル曝露の作業者だけのいた唯一の作業場は、

- a) 暗い
- b) 湿気が多い
- c) ほこりっぽい
- d) 暑い

解答 : c) ほこりっぽい

このほこりっぽい状況を排除することで、1930代までにこうした場所は存在したリスクは大部分なくなったと思われる。胸部レントゲン写真によるニッケル作業者の2つの調査では、酸化ニッケルダストが重大な繊維性反応を引き起こす証拠はなかった。(ガイドブック 1.5.4 酸化ニッケルの毒性を参照)

12. ヒトに関するデータでニッケルカルボニルがその作用因であることを明確に示しているのは、
- a) ヒトへの高毒性
  - b) ヒトへの発がん性
  - c) ヒトには無害
  - d) 中性毒性

解答：a) ヒトへの高毒性

この急性毒性の点で動物データと一致している。しかし、動物による最大許容投与量を超えない投与で追加の長期的な発がん性試験が実施されなければ、既存のデータからニッケルカルボニルの発がん性の可能性を評価することはできない。この問題は、急性毒性を防ぐためのニッケルカルボニル曝露の技術的な管理と注意深いモニタリングがこの化合物への曝露の可能性を制限するので、単なる学問的関心でしかないかもしれない。

(ガイドブック 1.5.6: ニッケルカルボニルの毒性を参照)

13. リスク評価の目的のために、生産関係の作業員に関する記録と同様に保存されるべきであるのは、
- a) 事務員
  - b) サポートスタッフ
  - c) 請け負い業者
  - d) 上記すべて

解答：d) 上記すべて

ニッケル産業に雇用されているほとんどの作業員の記録は、全員でなくても、保存されるべきである。これには生産関係の作業員だけでなく、事務員やサポートスタッフも同様である。また、工場での臨時作業員あるいは長期的なメンテナンス関係従業員についても同様に考えるべきである。こうした作業員のある者は高曝露の可能性のある仕事に雇われるかもしれない。企業は各個人に対するユニークな確認法を設けるべきである。

(ガイドブック 1.6: ニッケル曝露作業員のリスク評価を参照)

14. リスク管理のために作業場における有害の可能性のあるあらゆる物質を確認し、曝露の監視と管理を行うことは重要である。現場のこれらの記録を補足して完全なものにするのに必要なデータは、
- a) 作業員の個々の雇用記録
  - b) 作業員それぞれの食習慣の記録
  - c) 作業中の汗の量に関するデータ
  - d) 作業服及び履物の素材が天然か人工かどうか

解答：a) 作業員の個々の雇用記録

この情報はリスク評価のためである。同様に、工場現場に存在するあらゆるニッケルの種類について確認すべきであり、使用される原料、生産される材料、副産物、汚染物質の台帳を完全にしておくべきである。通常の作業だけでなく短期的に最高の曝露が起こる場合でも(例えば保全の間)、これら原材料のモニタリングを考慮すべきである。さらに、すべての手順及び使用される設備(局所換気装置やガスマスクのような防止装置を含む)、工程の変更、供給原料の変更はすべて記録を作成すべきである。

(ガイドブック 1.6: ニッケル曝露作業員のリスク評価を参照)

15. 健康調査プログラムの作成において、原則的に考慮すべきことは、
- a) 性
  - b) 民族的な背景
  - c) 配属前の調査
  - d) 遺伝的素因

解答：c) 配属前の調査

これは、ニッケル及びニッケル化合物の影響を受ける可能性のある標的器官(特に呼吸器官系、皮膚のみならず、生殖系及び腎臓系も)の先在する医学的状态を確認することにかかわる。配属前の評価には原則的に健康基礎データ、病歴と職業曝露の詳細な履歴、喘息を含む現在あるいは過去のアレルギーの履歴(特にニッケル関連)、個人の習慣(特に喫煙)と趣味の確認、健康診断(胸部X線検査及びその他の肺機能テスト)、呼吸器官防具などの装着の適用性の検査を含むべきであるが、必ずしもこれらに限るべきではない。「定期検査」(最新データのため)もまた行うべきである。

(ガイドブック 1.6 ニッケル曝露作業者のリスク評価を参照)

16. スキンパッチテストは、定例的な雇用前手続きとして勧められない。その理由は、

- a) そのようなテストは応募者を神経質にさせる可能性がある。
- b) パッチは喫煙者のためのものである
- c) 結果は信頼性がない
- d) パッチをはがすことで傷つく

解答：a) そのようなテストは応募者を神経質にさせる可能性がある。

しかしながら、特殊な状況では、そうしたテストは臨床診断の目的のためには是認されるかもしれない。パッチテストはこの技術に熟練した経験者だけにより行われるべきである。

(ガイドブック 1.6 ニッケル曝露作業者のリスク評価を参照)

17. 曝露管理のための様々な技術的な方法の中で、最も広く採用されているのは、

- a) 換気
- b) 「空気供給」装置／作業着
- c) 自動生産設備
- d) ダストを抑えるスプリンクラー装置

解答：a) 換気

これは、換気が必ずしもすべての状況で最も有効であるということ述べているのではない。いろいろな方法から選択するには、作業の性質(たとえば、常にダストがあるような状態か)、扱う原料、可能性、規制を考慮すべきである。注：換気設計は複雑で、しかるべく訓練された技術者によってのみ行われるべきである。

(ガイドブック 1.8: 管理方法を参照)

## 純粋なコーヒーの味

変な味をなくすためにコーヒー焙煎業者にはニッケル含有ステンレス鋼が頼み

さびあるいは塗料のかけらの入ったダブルショットエスプレッソを望むものは誰もいない。それでも北米のコーヒー焙煎器業者の大部分が特に年数が立つにつれてこうした腐食による物質を放出する塗装された鋼鉄製のサイロを使用している。

焙煎マスターで、カナダの一流の専門コーヒー焙煎業者のひとつである Classic Gourmet Coffee の社長である John Rufino にとり現状は充分満足のいくものではなかった。その代わりに、同氏は、ホッパー、サイロ、その他コーヒー豆が触れる表面すべてに食品に使用するクラスのオーステナイト系ステンレス鋼 S30400(ニッケル含有量 8%)を使用する北米で最初のコーヒープラントを設計して建設した。

「ステンレス鋼は油あるいは湿気と反応しない。そしてそれはコーヒーにとって非常に重要なことだ。」と、30年間コーヒーの焙煎をやっている Rufino は言う。「コーヒーはスポンジのようで、風味を吸収する。だから保存容器はできるだけクリーンで多孔性でないものを望む。ステンレス鋼がまさにそれを提供する。」

Classic Gourmet の 1890 m<sup>2</sup>の工場の生産能力は一時間約 450kg で、中央カナダ及び遠くはデンマーク、韓国のコーヒー販売業者に供給している。これらの販売業者の多くは自分たちのコーヒーショップを営んでいる。Classic Gourmet が競争力で勝っている主な点は、高級な豆と Rufino が考案した焙煎方法を用い、常によいコーヒーを作り、顧客に教育と練習を提供することである。

グルメコーヒーを作るのは、実を手で取り、外皮をむいて青い豆をとりだし、好みの濃さと色に豆を焙煎し、ブレンドして味を均一にするという厳しい工程である。最後に、最近人気のある風味のあるコーヒーにするためにバニラやヘーゼルナッツといった風味が加えられるかもしれない。

「発想はコーヒー豆を傷つけずに風味をつけるというものである。」と、Rufino は言う。「この装置はまさにこの発想から設計されている。」

Classic Gourmet の工場では、生のコーヒー豆は 40 カ国以上から供給されており、品質管理のため前もって試料を採取する。それから選ばれた豆が購入され、貯蔵され、ほこりやその他のくずを取り除くためにクリーンにされる。その後、気送管でステンレス鋼サイロに送られ、そこで焙煎を待つ。コーヒー豆は 1 回分約 15 分の割合で焙煎され、空冷され、顧客に出荷するための包装を待つためそれぞれのサイロに運ばれる。香り(アロマ)を保つため、焙煎から 2 時間以内に 3 重のアルミ箔の袋に詰められる。この袋にはコーヒー豆のガスを抜くために鮮度維持用の一方向バルブがついている。

焙煎は精密さと専門的技術を要するコーヒー豆製造の過程で、よいものができるかどうかに関わる重要な段階であるが、焙煎の前後の貯蔵方法もまた品質全体にとり重要である。Classic Gourmet 社は、貯蔵用サイロにステンレス鋼のみを使用することで、生の豆の水分と焙煎された豆の酸性の油分が原因で起きる腐食を防止し、その結果、汚染をなくす。

生のまま、焙煎された、あるいは挽かれたコーヒーのいずれも工場内で運ぶ際に使用されるセルフクリーニング真空系は設備全体が S30400 ステンレス鋼製で、このダイナミックな部分での磨耗と破損が少ない。

有機コーヒーの人気が高まっているが、設備内での汚染を防止するステンレス鋼の力がますます重要になる。Rufino の予想では、同社の供給するコーヒーのわずか約 5%が有機コーヒーあるいは自由貿易であるが、この特別な市場が 3 ヶ月で約 15-20%の割合で成長している。有機製品のますます厳しくなる基準を満たすために、他の工場は設備の最新化あるいは別の生産ラインの設置を強いられるかもしれない。

Classic Gourmet 社の焙煎器の設計には高感度の温度制御系が含まれるが、これにより豆は一旦定められた温度に達すると焙煎され、天然ガスの消費を減らし、通常の焙煎器と比較して CO<sub>2</sub> の排出を 50%も削減することができる。

トロント郊外で輝いている工場は、Rufino の生涯をかけた夢の実現である。1970 年代、氏の最初のビジネスはパン屋であった。同氏は成功したにもかかわらず、顧客に提供するために買うことのできたコーヒーに決して満足しなかった。そこで自分自身で焙煎器を買い、求める風味を達成するまで焙煎とブレンドを試した。

結局は実際的な理由から、中等以後の教育を受けるために Rufino はパン屋を売ったが、その後も、フルタイムのエンジニアとして数年間働き続けた。

しかし、コーヒーにつく虫は依然として悩みの種であったため、これを解決するために、Rufino はパートタイムで再び焙煎を始めた。ある週末に、同氏は中国料理を注文した時、占いクッキーの中の紙片に次のように書いてあった。「自分でビジネスをした方がよい。」 同氏は翌日辞表を提出した。

それ以来、トロントの高級食料スーパーマーケットの Pusateris をはじめとする顧客基盤が広がり、Rufino のコーヒー焙煎業は引き続き、どんどん大きくなった。現在、最高品質の製品を約 1,000 の顧客に提供している。

## 大きくなったニッケル協会は未来に目を向ける

「転換の2006年の後、ニッケルの需要が力強い伸びを示し、また企業活動が極めて活発であったことを目の当たりにして、2007年はまさしく興奮した。」と、ニッケル協会の Tav Morgan 会長は、先ごろ出版されたニッケル協会の年報で述べている。

「世界のニッケル産業は、力強い需要、特に中国のステンレス鋼産業の需要を満たすために世界的に新規生産設備の建設に動いた。」と、Morgan は言う。

ニッケル協会は、2007年に世界での活動の規模を拡大することにより、より安価な材料を求めるユーザー及びEUから起こった規制強化の要求を起因とする代替の脅威に対応した。

ニッケル協会はニッケルの評判を高めること、政策決定側へ働きかけること、エンドユーザーを安心させること及び会員会社には常に新たな動きを知らせることに焦点を置くと Morgan は言う。

ニッケル協会の2008年の予算は、2007年の1,210万USドルからおおよそ2倍の2,340万USドルになり、会員数は18社から24社に増えた。

36ページの年報は、5主要分野—業務支援、市場開発支援、科学、コミュニケーション、資金管理—の活動のハイライトが載っている。また、持続可能性、EUの化学物質規制(REACH)及びニッケルのリスク評価に関する特別レポートも掲載されている。

ニッケル協会年報のダウンロード先：[www.nickelinstitute.org/annualreport](http://www.nickelinstitute.org/annualreport)

### ■気候変動イニシアティブ

国際持続可能開発及びUNEPの合同プロジェクトである気候アクションのスポンサーとして、ニッケル協会は政府と民間部門との両方と建設的な対話をしている。目的は温室効果ガス排出の削減方法を見つけることである。

ニッケル協会理事長の Stephen Barnett 氏は、先ごろ、気候アクションのTVインタビューで、ニッケル産業がより持続可能性ある社会にどのように貢献しているかについて概略を述べた。

インタビューの様子をビデオで見ることができる。  
[www.climateactionprogramme.org/climate\\_leaders/article/view\\_interview\\_nickel\\_institute/](http://www.climateactionprogramme.org/climate_leaders/article/view_interview_nickel_institute/)

Barnett氏は、その後、中国の上海で開催されたニッケル2008の基調講演でこの環境に対するメッセージをさらに強調した。

### ■コミュニケーション・広報担当理事

Olivier Beaunay がニッケル協会のコミュニケーション・広報担当理事に任命された。フランス出身の Beaunay 氏は Sciences-Po の広報学科を卒業した。歴史及び地理の学士号と民族学の学位も持っている。

フランス外務省の外交官でスタートし、その後、Erametに入り、ニューカレドニアとパリで10年間働いた。パリでは Eramet グループのコミュニケーション担当部長に任命された(2003年)。

特に危機及び問題の管理、メディアとの関係、一般大衆や政府との関係及び評判管理において経験を積んだ。2007年に Eramet をやめ、米国でフランス政府のためのPRコンサルタントになった。

Beaunay の主な職責は、ニッケル協会のチームとともに確実にニッケルを正当に守り発展させるために活発な新しいコミュニケーション戦略のかじをとって進めることである。

同氏は、ニッケル協会のトロント事務所に所属する。

## ステンレス鋼での榮譽

デザイナーの Henry Koppel の Complete Vision はすばらしい仕上がりである。

国際的なぜいたく品販売会社である George Jensen 社は、デザイナーの Henry Koppel の華麗で有機的なデザインを基にしたステンレス鋼の器とサラダサーバーの創作で、同氏の作品に榮譽を与えている。

Koppel (1918–1981) は、1946 年に George Jensen 社と共同制作を始めた彫刻家であった。Koppel の彫刻及び有機的なデザインは戦後のスカンジナビアのデザインを具現した。1970 年代、同氏はスターリングシルバーで独自の Caravel サラダボールをデザインしたが、それは決して沢山は作られなかった。

シンプル、なめらかで飾りのないスタイルをしている Caravel デザインは、Koppel の特徴である。1957 年に銀で製作された同氏の Caravel 平皿は、1963 年に受賞した格式の高い Der goldene Löffel 賞をはじめ数多くの賞を取った。

George Jensen 社は、100 以上の店がある国際的小売販売ネットワークを通じ多くの国で宝飾やその他のぜいたく品を販売している。同社の創業は 1904 年で、この年に銀細工師で彫刻家の Jensen がデンマークのコペンハーゲンで工場を始めた。同氏の宝飾、食器及び深容器のビジネスはたちまち成功した。Jensen の亡くなった 1935 年までには、同氏の小さな工場は、パリ、ロンドン、ベルリン、ニューヨークに店を持つ世界規模の会社に発展した。