



## パラボラアンテナ工場に潜入

オリンピック中継や国際会議など、今や情報は瞬時に世界へ配信されます。そんな情報化社会を支えるパラボラアンテナ。材料はアルミニウムが使用されています。アルミニウムをどのように加工しアンテナは生まれるのか、製造現場に向かいました。

インパクトのある広告で  
アルミ認知度アップ



日本アルミニウム協会では5月のGW明け、東京・大阪の主要駅を中心に広告展開を実施しました



### スパッタリング

製品の機能を支える  
薄膜形成技術



みるみる

のびて、板に変身

厚いものから薄いものまで

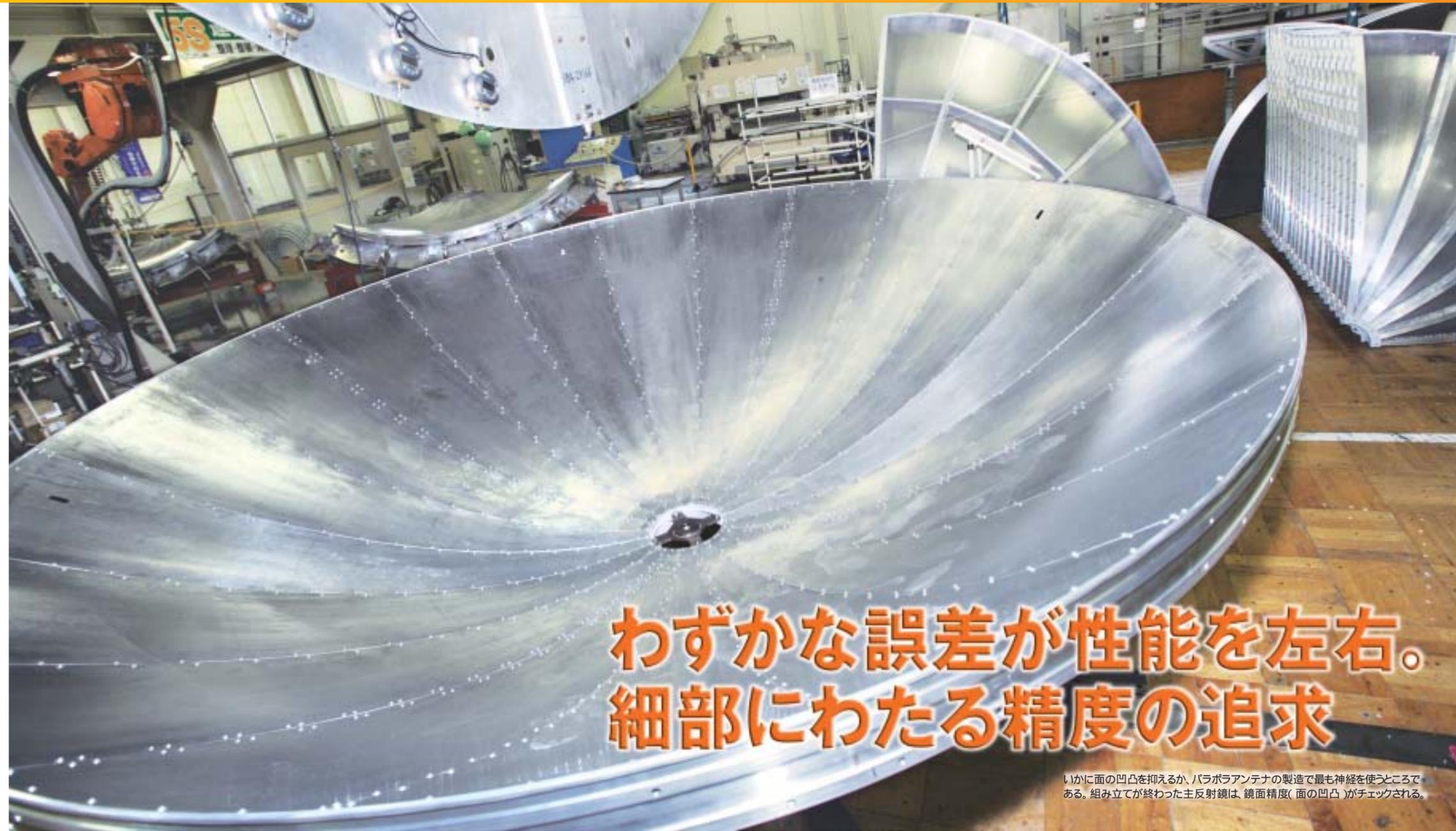


## 情報化社会を支えるパラボラアンテナ

1964(昭和39)年に開催された東京オリンピックでは、世界で初めて衛星放送によって生中継が行われました。開会式、閉会式、レスリング、バレーボール、体操、柔道などの映像が世界に配信されました。衛星放送をはじめとして今やお馴染みとなった衛星通信ですが、これを支えているのがパラボラアンテナです。

静止衛星のように遠く離れ、波長も短くなると空間での電波の損失が大きく、地球には微弱な電波しか届かなくなります。そこでお椀型のパラボラアンテナの登場です。放送や通信に用いられるマイクロ波は光に近い性質を持つため、レンズの焦点に光を集めるように、パラボラアンテナは電波を中央の1点に集めることができます。これによって微弱な電波が効率よく送受信できるのです。

電波を効率よく送受信できるパラボラアンテナは、衛星通信の他にも多重無線通信や電波天文観測など、さまざまな用途に使用され、直径も家庭用の1m未満のものから30m以上の大型のものまで、用途により多彩です。周囲を見渡せばビルの屋上など至るところにパラボラアンテナを発見することができます。そんな情報化社会を支えるパラボラアンテナはアルミニウム製(小型のもの除く)。アンテナがどのようにつくられるのか。今回は直径3mの主反射鏡(パラボラアンテナのお椀部分)の製造の様子をレポートします。



# わずかな誤差が性能を左右。 細部にわたる精度の追求

いかに面の凹凸を抑えるか、パラボラアンテナの製造で最も神経を使うところである。組み立てが終わった主反射鏡は、鏡面精度(面の凹凸)がチェックされる。

### 今回の取材先 日本電気(株)・アンテナ(株)

多くのアンテナ納入実績を誇るNEC。同社のアンテナ製造を担うアンテナ(株)の那須塩原事業場にうかがいました。ここでは衛星通信およびマイクロ波通信回線用パラボラアンテナをはじめとした通信用アンテナ機器、電波応用機器等が製造されています。昭和29年の創業以来アンテナの製造を手がけ、最近では世界トップシェアを誇るアンテナ関連機器も手がけています。



## 成形

板厚1.6mmのアルミ板材を切断したスキンは、一回の加工で求める三次元曲面に成形することができる曲面成形機で、所定のカーブがつけられます。



曲面成形機

## 組立

成形後、トリミングされたスキンは補強材のアルミ押出材にリベット接合されます。スキンが5枚接合されるとパネルが完成します。



自動でリベットが打ち込まれる。もちろんリベットもアルミ製。主反射鏡1基で約1000本のリベットが使用される。



パネル完成



裏側をみると、スキンの曲面に合わせてアルミ押出材がリベット接合されている。

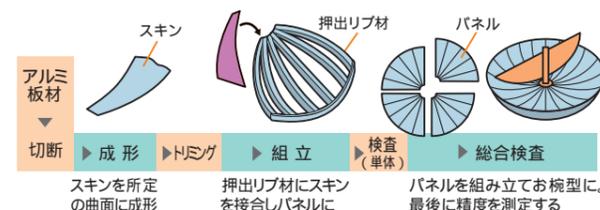
## 総合検査

パネル4つを組み合わせてお椀型に。精度が厳しくチェックされた後、塗装が施されて主反射鏡は完成です(支持構造物との組み立てはアンテナ設置場所で行われます)。

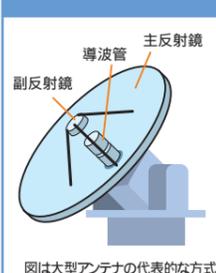


### 主反射鏡の製造工程

製造方法はメーカーによりさまざまですが、ここでは直径3mのアンテナの場合、5枚のスキンを組み合わせてパネルをつくり、このパネルを4つ組み合わせてつくり上げます。



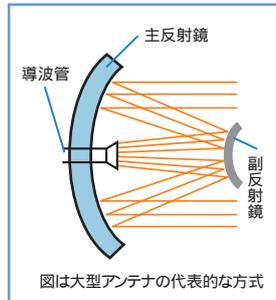
### パラボラアンテナの構造



## 最も重要となるアンテナの鏡面精度

はるか遠く宇宙からの微弱な電波もキャッチできるパラボラアンテナ。高い性能を発揮するには、製造にあたり、どのような点が重要になるのでしょうか。アンテナ(株)代表取締役社長・木野村氏、製造部長・柴田氏、生産技術部長・吉久氏、社会インフラ衛星ビジネス統括部長・葛屋氏にお話をうかがいました。

パラボラアンテナの主反射鏡の製造で重要となるのが、鏡面精度です。曲面の凹凸をいかに小さくするかがアンテナの性能に関わってくるのです。パラボラアンテナは電波が反射鏡の曲面に跳ね返って焦点に集まることで、効率よく電波を送受信するアンテナです。この曲面の凹凸が大きいとアンテナの性能が低下し、空中を飛び交うさまざまな電波との干渉をひき起こす原因となります。そのため鏡面精度は1mmRMS\*に抑えなければなりません。これは複数の部材を最終的に組み上げた時の面の凹凸を1ミリ以下にしなければならないということです。例えば直径32mのアンテナでは、複数のスキンで構成したパネルの数は180にもおよびます。パネル単体の曲面精度を確保することはもちろんのこと、複数のパネルを組み上げたときのパネル間の調整誤差を抑えることも重要となります。周波数が高くなるとさらに高い鏡面精度が要求され、直径10m級のアンテナで0.5mmRMSが要求される場合もあります。



電波は主反射鏡、副反射鏡に跳ね返って1点に集められ効率よく送受信される。

高い曲面精度を確保するため、同社ではアンテナ直径に合わせて加工方法を変えています。直径3m以上では曲面成形機による成形、直径0.3m~3mではスピニング成形、直径0.3m~2.4mではプレス成形、小型や特殊なものは切削加工されています。

RMS:表面粗さの評価方法

## 高精度な加工を可能とするアルミニウム

鏡面精度が求められるパラボラアンテナは、その製造にあたって、適度な硬さと伸び、強度を持つ材料が必要となります。また重さも重要です。パラボラアンテナは電波指向性が強く電波の来る方向へある程度向ける必要があり、可動するタイプもあります。さらにアンテナの多くは山頂など、高所に設置されます。軽量な材料であれば可動がスムーズに行え、施工性も良好です。

このような理由から材料には加工性にすぐれ軽量なアルミニウムが使用されています。小型や特殊なものはFRP製ですが、ほとんどのパラボラアンテナはアルミ製となっています(A5052、A6063合金等を使用)。主反射鏡のスキンはもちろんのこと補強材も、接合に使用するリベットもアルミニウムが使用されています。

最近ではアンテナ周辺機器の性能が向上したことで、パラボラアンテナの小型化が進み、生産数が増えているのは直径3~4mのマイクロ波通信回線用パラボラアンテナです。官公庁や企業の専用回線用として用いられています。庁舎等の屋上を見上げればタワーに設置されている姿を発見できるかもしれません。電波が飛び交う今日。頭上には高精度につくり込まれたアルミ製アンテナが活躍しているのです。



主反射鏡のスキンはもちろんのこと、補強材やリベットもアルミニウムが使用されている。副反射鏡、導波管などもアルミ製。A5052、A6063合金等が採用されている。



アンテナ(株)代表取締役社長  
木野村 重夫 氏



同社 製造部長  
柴田 仁 氏



同社 生産技術部長  
吉久 利文 氏



同社 社会インフラ衛星ビジネス  
統括部長  
葛屋 亮司 氏

### パラボラアンテナ設置例

防災情報通信に利用されている衛星通信アンテナ



直径7.6m



直径1.8m

# 知ってなるほど ア 用 語

## 製品の機能を支えるミクロン単位の薄膜形成技術

# スパッタリング

肉眼では見えないほどの薄い膜を作る技術、スパッタリング。スパッタリングによるアルミニウムの膜は、電子機器の小型化、高性能化を支えています。

### 製品の小型化を支えるミクロの膜

携帯電話は、開発された当初は車に乗せなければ移動できないほど大きなものでしたが、現在では、ポケットの中に入るほど小さくなりました。このような、電子機器の小型化に貢献する技術の一つに薄膜を形成する技術があります。これは、さまざまな製品の表面に数マイクロメートル以下の厚さの膜を作る技術です。半導体産業においてIC(集積回路)に微細な配線を作るなど、製品に導電性や絶縁性、磁気特性、光反射性などの機能を持たせるために、薄膜が付けられるようになりました。

薄膜の材料には、金属系材料、無機質材料、有機質材料など多くの種類があります。金属系材料の中でもアルミニウムは、導電性が高い、放熱性が高い、見た目が美しい、などの特性を持っています。そこでアルミニウム薄膜は、LSIの配線や、CDの光反射膜、製品の表面の装飾的なコーティングなど、多岐に渡って利用されています。

### はじき飛ばして、くっつける

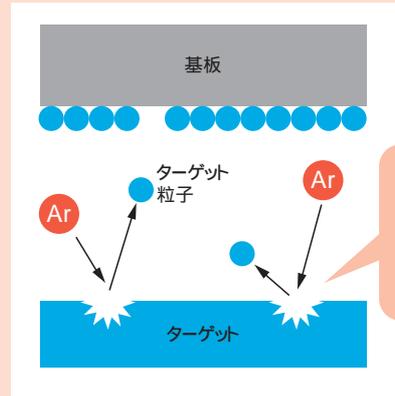
高機能なエレクトロニクス製品に利用される代表的な薄膜形成技術がスパッタリングです。

スパッタリングで薄膜を付ける製品のことを基板、薄膜の原料となるものをターゲットとよびます。スパッタリングで薄膜を作るには、真空中に基板とターゲットを向き合わせて配置します。そしてターゲットに、イオン化させたアルゴンなどを衝突させることにより、はじき出されたターゲット成分を基板の表面に付着させるのです。

スパッタリングでは、アルミニウムを始め銅などの金属やシリコンなど、多くの種類の薄膜を作ることができます。またさまざまな材質の基板に薄膜を付けることができ、さらに膜の厚さも数ナノメートルから1,000マイクロメートルと目的に応じて作ることができます。

アルミニウムによるスパッタリングでは、電気を流す微細な配線を作ることができます。しかし、配線が細くなるほど電気の損失が大きくなってしまいうため、電気抵抗の小さい超高純度のアルミニウムがターゲット材として使われます。

### スパッタリングの原理



Ar:アルゴン

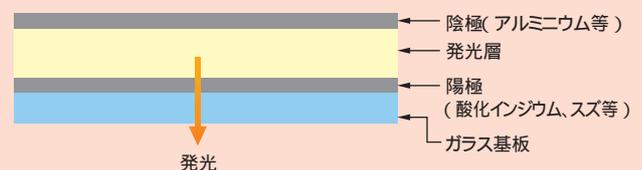
### 次世代ディスプレイを支えるスパッタリング

近年、アルミニウムやチタン、銅などのスパッタリング用ターゲット材の需要が拡大しています。これは、フラットパネルディスプレイやデジタルカメラなどのデジタルエレクトロニクス製品が急速に普及したためです。特に液晶ディスプレイやプラズマディスプレイは大型化が進んでおり、配線や電極として大量のターゲット材を使用します。

たとえば次世代ディスプレイとして知られる有機ELディスプレイには、高純度アルミニウムが欠かせません。有機ELディスプレイは、蛍光物質を2枚の電極膜ではさみ、電圧をかけることにより蛍光物質を発光させるというシンプルな構造をしています。陰極として効率よく発光を引き出すためアルミニウムの薄膜が使われています。

さまざまなエレクトロニクス製品の小型化に伴ない、より微細な薄膜や配線を作るスパッタリング技術の重要性はますます高まっています。製品にさまざまな機能を実現するため、今後もスパッタリング技術は幅広く適用されていくことでしょう。

### 有機ELディスプレイの構造例





## 厚いものから薄いものまで

たとえば、手打ち蕎麦をつくる時、生地は麺棒を使って薄くのばします。麺棒に力を加えながら回転させると、生地は平らに薄く伸びていきます。これと同じように回転するロールとロールの間にアルミニウムの塊(スラブ)を通すことにより、薄く伸ばしていく加工方法、これが圧延です。

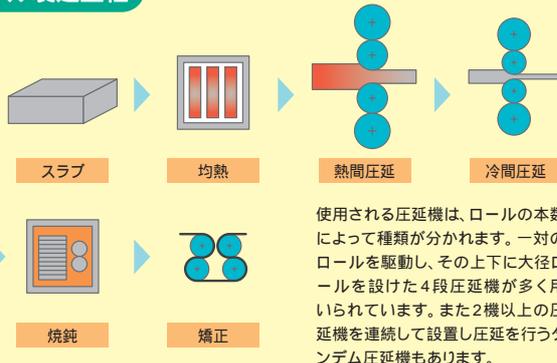
圧延によって厚さ6mm以上の厚い板(厚板と呼ぶ)、6mm未満の薄い板(薄板と呼ぶ)、さらには厚さ0.006~0.2mmの箔も製造することができます。圧延によって生まれた板材は、飲料缶や自動車のボディ、建材、電気機器、船舶、航空機など、さまざまな製品に使用されています。

## 「熱間」と「冷間」 どちらも薄板の圧延には必要です

圧延加工は、大きく「熱間圧延」と「冷間圧延」に分けられます。硬い金属はまず熱して軟らかくしてから伸ばします。これが熱間圧延です。400~600℃にスラブを加熱し、軟らかくなった状態でロールに高い圧力をかけて圧延が行われます。粗圧延と仕上げ圧延と呼ばれる二工程が行われ、厚さは1/100程度に薄くなります。

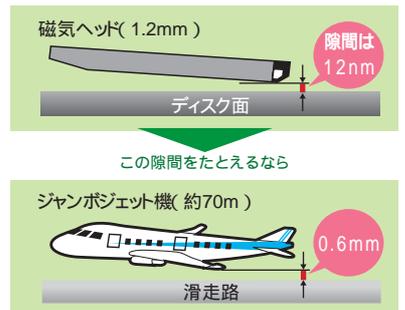
薄板をつくる場合はさらに、熱間圧延後に常温で圧延する冷間圧延を行います。なぜ薄板は常温で圧延する工程が必要になるのでしょうか。薄板の場合、求められる精度はマイクロオーダーになります。しかし温度が高いと板が膨張したり収縮したりして数マイクロ程度すぐに変化してしまいます。そのため安定した温度で圧延を行う必要があるのです。

### コイル製造工程



## まるで金太郎飴。どこをとっても同じ厚さ

手打ち蕎麦では、生地を伸ばす時、麺棒に加える力加減ひとつで生地は部分的に厚くなったり、薄くなったりして、均一に伸ばすのはなかなか難しいものです。アルミニウムの圧延となると、この難しい板厚の制御がはるかに高いレベルで要求されます。たとえば最も高い精度が要求されるディスク基板では、最終製品のハードディスクドライブの磁気ヘッドとディスクの隙間はわずか12nm。板のわずかな凹凸も許されません。そのため圧延加工では自動板厚制御(AGC)や自動平坦度制御(AFC)技術などを用いて、高品質な板の生産が行われています。長いもので数万メートルにおよぶアルミ板材。そのどこをとっても厚みは一定。そこには高い技術が込められているのです。



ハードディスクドライブの磁気ヘッドとアルミディスクの隙間はわずか12nm。その隙間をたとえるならジャンボジェット機が滑走路の0.6mm上をすれすれに飛んでいる状態です。



アルミニウム板を巻き取ったものをコイルと呼びます。大きいコイルは直径が2mにおよぶものもあります。このコイルを切断して板にしたり、細長く切り幅の狭い条にしたりして、その後さまざまな製品に加工されます。約1万mの薄板から、アルミ缶を約140万缶もつくることができます。

# 地下鉄車体に、駅構内に、ウェブに。 インパクトのある広告でアルミ認知度アップ



銀座線渋谷駅

## アルミPR車両が走る

【車体広告】(2008年5月12日～6月23日)東京メトロ銀座線

## アルミリサイクルマークが駅を彩る

【駅貼りポスター】(2008年5月12日～5月22日)  
東京・大阪の大学最寄駅を中心とした全51駅



銀座線渋谷駅



JR線お茶の水駅



JR線池袋駅

日本アルミニウム協会では、5月のGW明け、東京・大阪の主要駅を中心に広告展開を実施しました。これは、アルミニウムに対する認知度アップとアルミ業界へのリクレーティング支援を目的として実施したもので、東京メトロ地下鉄銀座線の車体広告、駅貼りポスター(東京・大阪の51駅)、当協会ホームページ上で展開しました。とくに地下鉄の車体広告は車両の扉付近にメッセージ性の高いキャッチコピーを配し、地下鉄を利用する多くの人々の視線を集めました。また、車体広告に連動した内容のポスターを大学最寄駅中心に掲載することで印象を深めるとともに、当協会ホームページ上でアルミニウムの特性と同業界で働く魅力を詳しく説明し、学生向けにわかりやすいIPRを行いました。メディアを活用した大々的な広告展開はインパクトが強く、多くの話題を集めました。

## アルミ業界で働く魅力、ウェブ上で詳しく説明

【アルミニウム13のコト】

日本アルミニウム協会ホームページにおいて展開

<http://www.aluminum.or.jp>





スウェーピング加工により、先端に行くほど細くなっている旗ポール  
(1972年札幌オリンピック会場)

アルミ旗ポールは美しい光沢とスウェーピング加工(先端に行くほど直径が細くなるような成形加工)、すくれた耐久性により人気を博し、1964年の東京オリンピックでの採用を契機に大量に設置された。以前に比べ最近旗を掲揚することが少なくなったといわれている。

写真提供:昭光通商(株)

あの日の青空によく映えた

# アルミ旗ポール

どこまでも抜けるような空と、はためく国旗。いまなお多くの人のまぶたに焼き付いている風景。

1964年10月、東京オリンピック。

旗頭、旗印、旗揚げ。

旗を見るとき、私たちは何かしら晴れがましいものを覚える。

昔は、旗は杉の間伐材や竹を旗竿として掲げたものだった。

1960年代に入るとアルミニウムの旗ポールが登場。

今まで見たことのない光沢に、人々は新しい時代の到来を実感した。

東京オリンピックのメイン会場である東京・国立競技場には

ひとときわ高い3本の表彰ポールがそびえている。

金銀銅のメダリストたちをたたえ、ここに国旗が掲揚された。

各競技会場や選手村には数百本を超える旗ポールが設置されたという。

ようやく訪れた成長の気運のなか、

伸びゆく日本の姿は世界に向けて発信された。

日本の、いちばん晴れやかな日。

アルミニウムのポールには、秋空の青がはつきりと映りこんでいたに違いない。