

特別講演

□第159回春季講演大会経営トップ特別講演
(平成22年3月28日)

日新製鋼の技術開発戦略「錆との戦い」

—お客様とともに—

Technology Development Strategy of Nisshin Steel for
‘Overcoming Rust’ together with Customer

鈴木英男

(株)日新製鋼 代表取締役社長

Hideo Suzuki



*脚注に略歴

1 日新製鋼の歴史

日新製鋼は1908年(明治41年)に創業した田中亜鉛鍍金工場と1911年(明治44年)に創業した亜鉛鍍(株)という民間会社に始まる。両社とも溶融亜鉛めっきを事業とした会社であった。その後、この二社はそれぞれ発展し、日亜製鋼(株)と日本鉄板(株)となり、1959年(昭和34年)に合併し、日新製鋼(株)が設立された。日本鉄板では合併前に既にステンレス鋼板の製造・販売も始めていたことから、日新製鋼は当初よりめっき鋼板とステンレス鋼板という薄板耐食材料を製造・販売する会社となった。

合併当初は粗鋼生産65万トン/年の鉄鋼会社であったが、その後、高炉の建設、設備の増強により、2008年には370万トン/年まで拡大した。日新製鋼の売上げ高構成は2008年度で表面処理鋼板40%、ステンレス鋼板43%、特殊鋼9%となっている。表面処理鋼板、ステンレス鋼板の比率が高いのは、日新製鋼が「錆との戦い」を繰り返してきた結果といえる。

現在の日新製鋼の普通鋼・特殊鋼生産設備を表1に、ステンレス鋼生産設備を表2に示す。普通鋼・特殊鋼の上工程生産設備として、高炉2基、転炉3基、連続鋳造機2基を有している。いずれも多品種・少量生産が可能な規模の設備としている。連続鋳造機では2基のうち1基を垂直型とし、高品質の特殊鋼の生産を可能としている。また、プレ圧延機を組み込んだ連続酸洗・冷間圧延設備を世界で初めて導入するなど、生産性の向上に取り組んでいる。めっき設備としては7ラインを有しており、多種類のめっき鋼板の生産を可能としている。ステンレス鋼生産設備としては、電気炉2基、転炉2基、連続式焼鈍酸洗設備・光輝焼鈍設備9基、冷間圧延機

7基を有し、ステンレス鋼においても多品種・少量生産が可能な体制としている。また、生産工程で発生したダストやスラッジから高価なNi、Crを回収する設備も有しており、資源の有効利用に取り組んでいる。

表1 普通鋼・特殊鋼生産設備

工程	設備名	数	参考事項	特徴
製鉄	高炉	2基	2,650m ³ ×1基 2,080m ³ ×1基	多品種・少量の生産が可能
製鋼	転炉	3基	90T×2基 185T×1基	
連铸	連続鋳造設備	2基	垂直型半地下式・1基 垂直曲げ型・1基	
熱延	熱間圧延機	1連	粗圧:2基 +仕上げ圧延機:7基	普通鋼・特殊鋼・ ステンレス鋼兼用
酸洗・冷延	プレ圧延式連続酸洗 ＆冷間圧延設備	1連	8段式(1基)+酸洗槽 +6段式(4基)	世界で初めて導入
表面 処理	溶融アルミめっき設備	1連	溶融めっき	特殊めっきを含む多様 なめっきライン群
	溶融亜鉛アルミめっき設備	1連		
	溶融亜鉛めっき設備	3連	電気めっき	
	電気銅めっき設備	1連		
	電気亜鉛めっき設備	1連		

表2 ステンレス鋼生産設備

工程	設備名	数	参考事項	特徴
製鋼	電気炉	2基	150T、160T×各1	
	転炉	2基	75T×2	
連铸	連続鋳造設備	1基	マンネスマンわん曲型	
焼鈍	熱延コイル連続焼鈍酸洗設備	2基	—	汎用品の大量生産と多品種・少量生産が可能
	冷延コイル連続焼鈍酸洗設備	4基	横型×3、縦型×1	
冷延	冷延コイル光輝焼鈍設備	3基	—	
	冷間圧延機	4基	20段可逆式(センジミル)	
		1基	12段可逆式(クラスターミル)	
		1基	20段連続式(タンデム・センジミル)	
		1基	連続焼鈍酸洗圧延設備(直結式タンデムミル)	
	ステンレス箔用冷間圧延機	1基	12段可逆式(クラスターミル)	
資源回収	サグマントーク型電気製錬炉	1基	連続式溶解	ダスト、スラッジからの有価金属(Ni, Cr)の回収

* 昭和43年3月慶應義塾大学法学部卒業、昭和43年4月1日新製鋼入社、平成5年6月グループ企画部長、平成7年6月経営企画部長、平成9年6月取締役総務部長兼経営企画部長、平成11年6月常務取締役、平成15年6月取締役上席常務執行役員、平成17年4月取締役副社長執行役員、平成18年4月代表取締役社長

2 経営理念とそれを実現するための体制、組織

日新製鋼では企業活動を通じて「お客様と共創した商品開発、および技術サービスの提供」を経営理念としている。全社一体となった活動を可能とするため、製造、販売、研究の各部門をクロスファンクショナルに結びつける商品開発部門を設けている（図1）。この部門はお客様との窓口であり、品質保証、開発関連の打合せ、技術的な相談への対応、マーケティングなど多くの業務をこなしている。商品開発部門の製造、販売、研究部門と密接なつながりを持った活動により、お客様に多様できめ細かな対応を可能とする体制を採っている。

3 表面処理鋼板とステンレス鋼板の 開発の歴史と開発事例

3.1 表面処理鋼板の開発の歴史

日新製鋼では1963年に合金化溶融Znめっき銅板を商品化して以来、図2に示すように溶融Alめっき銅板、溶融Zn-Al系合金めっき銅板、蒸着Znめっき銅板など多くのめっき銅板を商品化してきた。さらにお客様のご要望に基づき、電気Cuめっき銅板、溶融Al,Znめっきステンレス銅板、溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき銅板など特徴あるめっき銅板を開発してきた。これらの商品化と設備の増強により表面処理銅板の生産は、日新製鋼設立時に10万トン／年であったものが、2007年には225万トン／年まで拡大した。

3.1.1 熔融 Zn-6%Al-3%Mg めっき鋼板の開発

表面処理鋼板の開発例として、溶融Zn-6%Al-3%Mgめつ

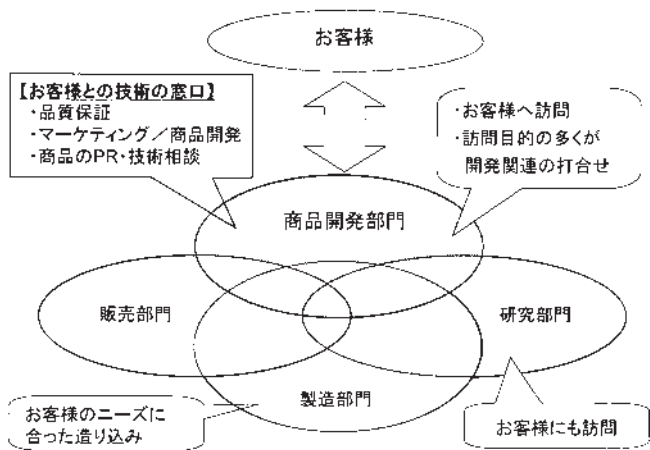


図1 製造、販売、開発が一体（クロスファンクショナル組織）となった開発活動

き鋼板の開発について紹介する。

1990年代、耐食性が必要な用途には、付着量(単位面積あたりのめっき金属の重量)が多い溶融Znめっき鋼板が使われていた。しかし、Znは可採年数が短いため、資源の節減の面から、低いZn付着量で高い耐食性が得られるめっき鋼板が求められていた。また、お客様からは切断端面の補修費用が高いこともあり、切断端面からの腐食を抑制して欲しいとの要望も寄せられていた。

日新製鋼では過去に蒸着Znめっき鋼板を商品化していた時期があり(1986~1999年)、その高耐食バージョンとして蒸着Zn-Mgめっき鋼板を研究していた。その過程でMgの添加によりZn系めっき鋼板の耐食性が大きく向上するという知見が確認されるとともに、切断端面の耐食性も向上することが見出された。この蒸着Zn-Mgめっき鋼板はプロセスが複雑であったことから商品化には至らなかったが、この時に得られた知見をベースに溶融Zn-6%Al-3%Mg鋼板が開発された。

(1) 防食機構と耐食性

溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき鋼板は図3に示す機構により高い耐食性が得られる。結露や雨によりめっき表面が水に濡

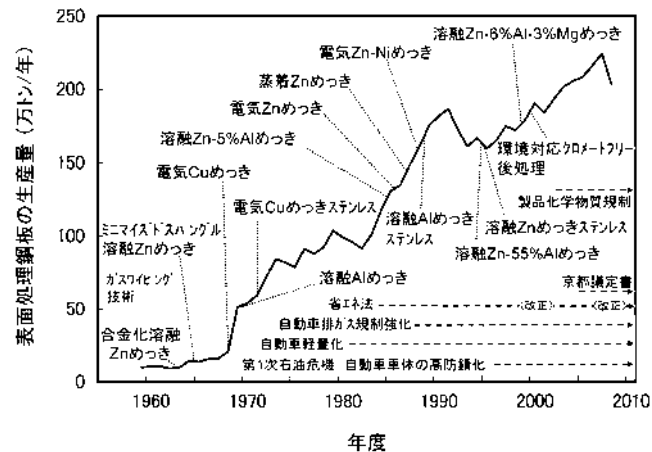


図2 日新製鋼の表面処理鋼板の生産量推移と開発の歴史

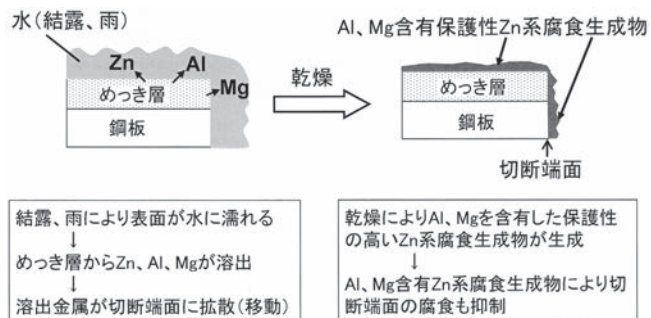


図3 溶融 Zn-6%Al-3%Mg めっき鋼板の平坦部と切断端面の防食機構

れるとめっき層からZn、AlおよびMgが溶出する。それらはめっき面と同様に水に濡れている切断端面にも移動し、その後の乾燥過程でAl、Mgを含有したZn系腐食生成物となり、めっき表面および切断端面を覆うことになる。このAl、Mg含有Zn系腐食生成物は保護性が高いので、その後の腐食が抑制される。すなわち、溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき鋼板の高耐食機構は、鍍（腐食生成物）で鍍（腐食）を防いでいることになる。屋外で18ヶ月暴露試験したサンプルの切断端面を分析した結果を図4に示す。切断端面にAl、Mg含有Zn系腐食生成物が存在していることがわかる。

沖縄で屋外暴露試験を行った結果を図5に示す。溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき鋼板は、溶融Zn系めっき鋼板に対して平坦部で4倍、切断端面部で3.5倍の耐食性を有している。

(2) 市場開発と拡販

溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき鋼板は、溶融Zn-5%Alめっき鋼板の代替が可能な高耐食めっき鋼板として1999年より生産・販売を開始した。当時、日新製鋼は溶融Zn-5%Alめっき鋼板を主に建材用として約20万トン／年販売していたが、建

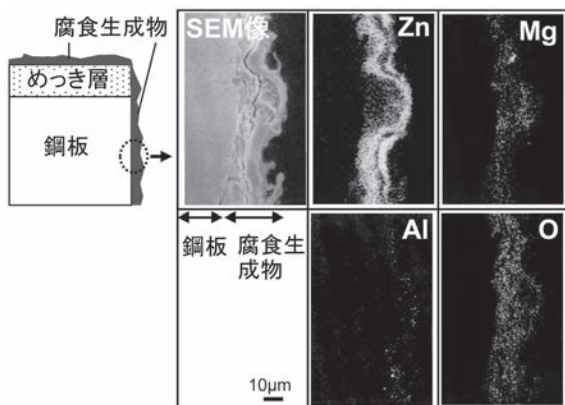


図4 屋外大気暴露試験18ヶ月後の切断端面の断面（暴露試験地：大阪府堺市）

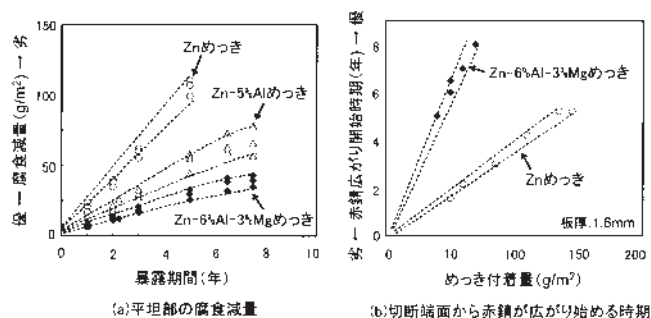


図5 屋外暴露試験での平坦部および切断端面の耐食性（暴露試験地：沖縄県中城村）

材だけでなく、土木、道路、農業、電気機器、自動車の各需要分野で溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき鋼板の拡販を進めた結果、2008年には60万トン／年まで販売量が増大した。以下に自動車部分野への用途展開について述べる。

自動車には電着塗装部品と並んで、後Znめっき部品が多く使用されている。後Znめっき部品は、図6(a)に示すように冷延鋼板もしくは熱延鋼板を部品に加工した後に電気Znめっきを行い、クロメート処理を行うことにより製造されていた。溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき鋼板の販売を開始したころは、欧州で6価クロムを含有する自動車部品の使用を禁止しようとする動きがあり、後Znめっき業界はクロメートフリー化（6価クロム非含有後処理化）を迫られていた。一方、後Znめっき工場は典型的な3K職場であり世代交代時期に廃業する工場も多くあった。そのため、自動車部品業界では後Znめっき業者の確保に苦慮していた。このような状況から、日新製鋼では、後Znめっき部品から溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき鋼板を使用した部品への切替えを提案した。

日新製鋼では、6価クロム規制に対応するため、溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき鋼板に適したクロメートフリー処理の開発を行った。その結果、表3に示すように、クロメート処理と同じ1μm以下の膜厚で防錆力があり、スポット溶接が可能なTi酸化物系のクロメートフリー処理を開発することができた。

このクロメートフリー処理を行った溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき鋼板を使用することにより、6価クロム規制への対応が可能となっただけでなく、図6(b)に示すように部品製造

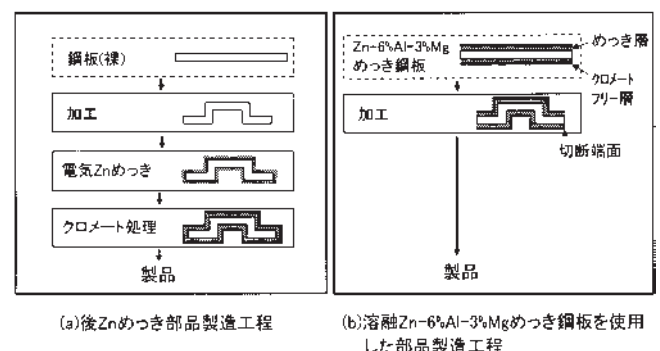


図6 後Znめっき部品製造工程と溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき鋼板を使用した部品製造工程

表3 クロメート処理と溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき鋼板のクロメートフリー処理の比較

処理	皮膜	膜厚	防錆力	表面導電性（抵抗溶接性）	6価クロム溶出
クロメート処理	Cr系酸化物	<1μm	○	○	あり
クロメートフリー処理	Ti系酸化物	<1μm	○	○	なし

工程の省略が可能となり、お客様のコスト低減に寄与できるものとなった。部品全体がZnめっきで覆われる後Znめっき部品と違い、切断端面は露出するが、耐食性試験やお客様での実車走行テストにより溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき鋼板の切断端面の耐食性が後Znめっき部品に対して遜色がないことが証明され、現在では30種類以上の自動車部品に採用されている。

3.2 ステンレス鋼板の開発の歴史

日新製鋼のステンレス鋼板の生産量と開発の歴史を図7に示す。ステンレス鋼板は、高度経済成長前の1950年代までは非常に高価な材料であったが、1958年に当時の日本国内総生産量と同等の生産能力を有する量産冷間圧延機（センジミアミル）を日新製鋼が国内で初めて導入し、汎用材料としての道を切り開いた。

時代とともに鋳造、精錬などの生産技術が進歩し、純度、精度などの面で高品質のステンレス鋼板の生産が可能となり、また、お客様のご要望にお応えする新しい鋼種を開発することにより、日新製鋼のステンレス鋼板の生産は拡大した。一方、腐食環境の厳しい沿岸地域の開発（ウォーターフロント開発）、世界的な自動車排ガスの段階的な規制強化、低炭素社会化などを背景にステンレス鋼板の需要は増加し続けた。その結果、日新製鋼設立時は約1万トン／年の生産量であったが、2007年には58万トン／年に拡大した。

3.2.1 長尺屋根用ステンレス鋼板の開発

腐食環境の厳しいウォーターフロントでの大型施設の屋根材として採用されているステンレス鋼板の開発について以下に紹介する。

屋根用として、お客様からメンテナンスフリー化が可能で（高耐食性）、長手方向の寸法変化が小さく（低熱膨張）、か

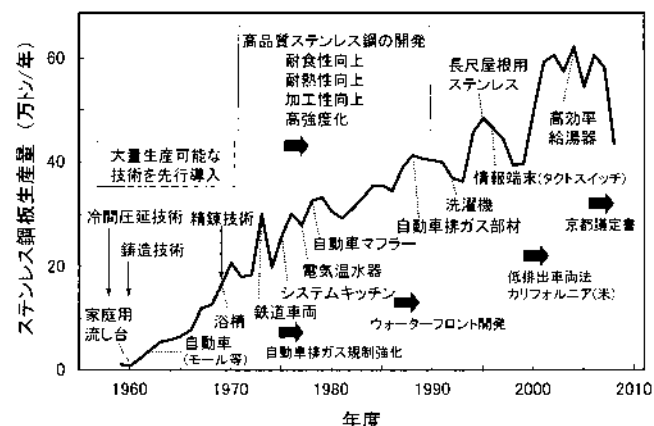


図7 日新製鋼のステンレス鋼板の生産量推移と開発の歴史

つ疵付き防止のために貼られる厚さ数十 μm の保護フィルムの剥離作業と廃棄の省略が可能なステンレス鋼板のご要望があった。このお客様の声にお応えして日新製鋼では特殊クリアー塗装高耐食フェライト系ステンレス鋼板を開発した。

(1) ステンレス鋼板成分と耐食性

フェライト系ステンレス鋼板の耐食性におよぼす合金元素の影響を図8に示す。Cr、Mo含有量の増加によりステンレス鋼板の耐食性は向上し、さらにNb、Ti、Alを複合添加することにより更に耐食性が向上することを見出した。これらにより高価なMoの低減が可能となり、コスト的にも魅力ある22%Cr-1%Mo-Nb,Ti,Al添加フェライト系ステンレス鋼板を開発することができた。

このフェライト系ステンレス鋼板を沖縄で15年間暴露試験した後の外観を図9に示す。本開発ステンレス鋼板と19%Cr+2%Moステンレス鋼板は、 $(\text{Cr}+3\text{Mo})\%$ で整理するといずれも同じ25%であるが、本開発ステンレス鋼板は19%Cr+2%Moステンレス鋼板よりも耐食性が良好で、錆の発生も少ないことがわかる。

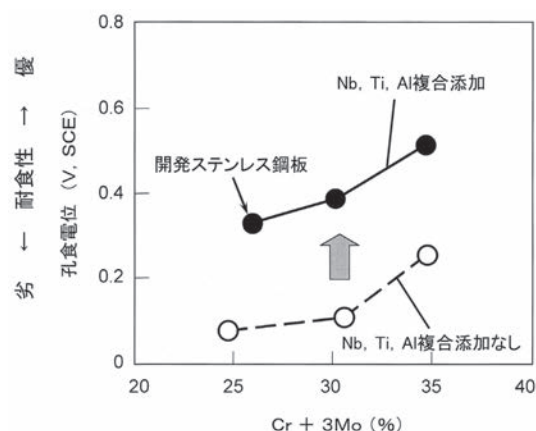
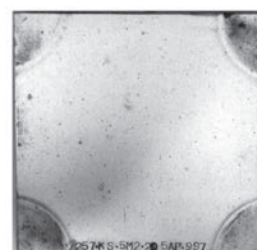
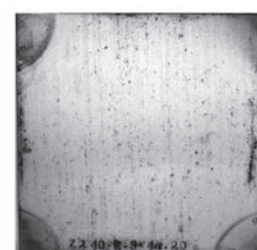


図8 フェライト系ステンレス鋼板の耐食性に及ぼす合金元素の影響（孔食電位測定結果、試験液；20%NaCl、80℃）



(a) 開発ステンレス鋼板
(22%Cr-1%Mo-Nb, Ti, Al添加)



(b) 19%Cr-2%Moステンレス鋼板

図9 屋外大気暴露試験15年後の外観（暴露試験地：沖縄県中城村、裸材）

(2) 保護フィルム省略が可能な特殊クリアー塗装

ステンレス鋼板は屋根に施工する前にロールフォーミングにより成形されるが、その時の疵付き防止のために保護フィルムが貼られていた。この保護フィルムの省略をめざし、疵付き防止機能を有する特殊クリアー塗装を開発した。図10に特殊クリアー塗装ステンレス鋼板と従来の保護フィルム付きステンレス鋼板の屋根施工工程を比較して示す。従来の保護フィルム付きステンレス鋼板では、施工現場でロール成形した後、保護フィルムを剥がし、その後、屋根に施工される。この場合、剥がした保護フィルムの廃棄処理が必要となる。これに対して、特殊クリアー塗装ステンレス鋼板では、保護フィルムの剥がし作業と廃棄処理を省略できる。また、特殊クリアー塗膜が施工後も残るため、もらい錆も防止される。もらい錆とはロール成形時や屋根施工時に発生する鉄粉や周囲より飛来する金属粉が鋼板表面に付着して、それらが起点となり発生する錆のことである。特殊クリアー塗装することで鉄粉や金属粉が付着しにくくなり、また、雨水で洗い流されやすくなることによって、もらい錆が抑制される。

本開発の特殊クリアー塗装フェライト系ステンレス鋼板の施工例を図11に示す。耐食性に優れ、かつお客様の抱えていた屋根施工における問題を解決したことにより、全国の多くの物件で特殊クリアー塗装フェライト系ステンレス鋼板を採用いただいている。

4 今後の日新製鋼

日新製鋼は「お客様とのマーケットの共創」を経営理念として開発活動を展開してきた。これからもお客様の利便性を追求する鉄鋼会社であり続け、「お客様の夢と理想の実現」を目指していく所存である。この理念をさらに進化させるため、以下の3つを推進する。

①多品種生産体制のブラッシュアップ

お客様とのマーケットの共創には、多品種・小ロットの

生産体制が必須であり、その確立を図ってきた。今後もこの姿勢を継続していくが、陳腐化した商品の統廃合などブラッシュアップを常に図り、弾力性のある強靱な生産体制を築き上げたい。

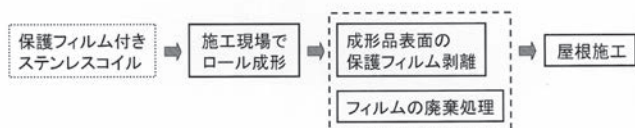
②お客様との共創型開発の強化

日新製鋼では、「お客様とともにマーケットを創造していく」という活動をさらに進化させるため、お客様の夢と日新製鋼グループの技術・商品が出会うための場、また日新製鋼からのソリューション提案の場として、昨年7月に日新製鋼堺製造所内にF-Tech. Plazaを開設した。その概要を図12、13に示す。F-Tech. Plazaは「展示ショールーム」と「やって見せる化工房」から構成され、「展示ショールーム」では日新製鋼グループの技術・商品の紹介、次世代開発への取り組みを展示している。また、「やって見せる化工房」ではソリューションとして提案する技術・工法を体感していただくためにお客様の目の前で実際に加工・接合の実験を行っている。このF-Tech. Plazaでの出会いをきっかけとして、お客様のニーズ・課題を日新製鋼グループとの共通の課題として捕らえることができるようになっている。今後、日新製鋼グルー



図 11 特殊クリアー塗装高耐食フェライト系ステンレス鋼板の施工例 (埼玉スーパーアリーナ)

◇保護フィルム付きステンレス鋼板を使用した工程



◇特殊クリアー塗装ステンレス鋼板を使用した工程



図 10 ステンレス鋼板製長尺屋根の施工工程の比較

F-Tech. Plaza: お客様とともに未来を切り拓く広場

～ お客様の夢と日新グループの技術・商品が出会うための「広場」～

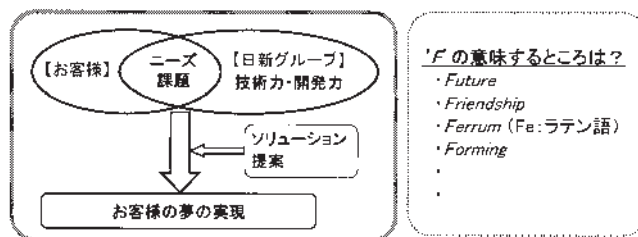


図 12 F-Tech. Plaza の設置の考え方

プがこれまで培ってきた技術をベースとして、素材のみにとどまらず、お客様での加工・接合にまで踏み込んでソリューション提案を行い、お客様の夢を実現させるための活動を推進する所存である。「F-Tech. Plaza」の頭文字「F」には、未来 (Future) に向かって、共に協力 (Friendship) して、鉄 (Ferrum) と加工 (Forming) を極めていきたいという思いを込めているが、活動の蓄積が日新製鋼の財産 (Fortune) になればと願っている。

③海外マーケットへの展開

日新製鋼では、表面処理部門とステンレス鋼部門を主体に海外での事業と技術協力を行ってきた。図14に日新製鋼の海外展開状況を示す。日本のお客様の海外進出がさらに加速し、また、海外での需要が増大していく中において、このネットワークを通じ、これまでに増して海外のお客様に対する販売・サービス体制整備を推進したい。

5 大学、研究機関への要望

これからの鉄鋼業界は、新興国の鉄鋼メーカーが台頭し大競争時代に突入する一方で、社会や産業の課題やニーズは益々高度化するものと考えられる。このような環境に対応するために、日本の鉄鋼業は世界に先んじて

①徹底したコスト削減に資する革新的生産プロセス技術の開発

②未だ知り尽くされていない鋼の性能をさらに高めた高級鉄鋼材料の開発

に取り組む必要がある。そしてこの二つに加えて、「夢と志」、「情熱と実現への粘り強さ」を持つことが必要不可欠であると考えている。

これからの時代へ対応していくためには、異なる分野の人材・技術・知識をコラボレーションできる環境の整備、多くの専門分野を集めた研究センターの設立などによる産業界と連携しやすい仕組み、さらに次世代を切り開く長期的視点を持つ新しい研究・技術開発が求められる。これは一企業で達成し得るものではなく、国を挙げて推進していただきたい。

これらの体制を支える人材は、大学・研究機関における育成と産業界への輩出に拠る。何事にも興味を持ち、原理原則を追求する探求力、進取の精神と成し遂げる情熱、柔軟な発想、実用化へ向けた異なる専門分野の人々をコーディネートする行動力を有する人材を待ち望んでいる。

日新製鋼は一昨年、創業100年、昨年、設立50年の節目を迎えることができた。これは日本製造業という土壌の中でお客様に育てていただいたこと、大学、研究機関からは開発の礎となる理論や知見と優秀な人材を送り出していただいたことの賜物である。100年に一度の危機と言われる現在において、これからも「鏝との戦い」を通じて社会に貢献する50年、100年に繋げていきたい。

(2010年4月28日受付)



図13 F-Tech. Plazaの概要 (2009年7月日新製鋼堺製造所内開設)

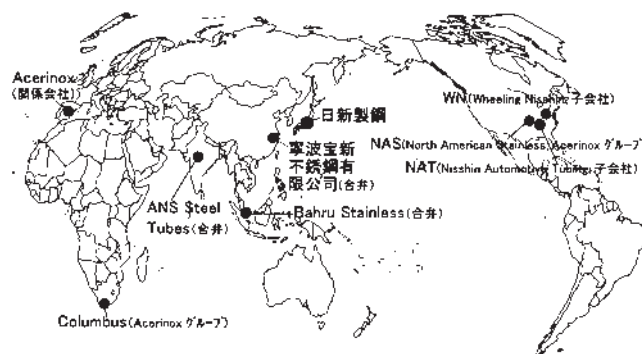


図14 海外展開状況