

特別講演

□第171回春季講演大会経営トップ特別講演
(平成28年3月23日)

日新製鋼の技術開発

—お客様とともに創り上げる技術・商品—

Technology Development of Nisshin Steel

-Technology and Commodities Created Together with Customer-

三喜俊典

日新製鋼(株)
代表取締役社長

Toshinori Miki



*脚注に略歴

1 はじめに

日本の鉄鋼業界は大きな転換期を向かえている。これまで新興国向けの建設、自動車需要を中心に受注を拡大し生産量を伸ばしてきたが、ここにきて中国を中心とした世界的な鉄鋼の過剰生産や国内の労働人口減少による市場縮小といった課題に向き合っていかなければならない。このような状況下において、日新製鋼は安価原料の使用拡大、生産効率改善に向けた設備投資、省エネルギーなどを中心とした合理化・コスト削減活動を積極的に展開し、より柔軟性をもった企業に変化していく努力を続けている。一方、当社には「お客様とともに創り上げる技術・商品」という創業当初から脈々と受け継いでいる経営理念がある。本講演では、当社の主力商品である表面処理鋼板およびステンレス鋼板の開発事例を通じて日新製鋼の技術・商品開発について紹介する。

2 日新製鋼の歴史

日新製鋼(株)は1908年(明治41年)に日本初の民間のめっき会社として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)という会社に始まる。図1に示すように両社はそれぞれ発展し、日亜製鋼(株)、日本鉄板(株)となり、1959年(昭和34年)に両社が合併し、日新製鋼(株)が設立された。日本鉄板では合併前にステンレス鋼板の製造販売を始めていたことから、日新製鋼は設立当初より

亜鉛めっき鋼板とステンレス鋼板の薄板耐食材料を製造・販売する会社となった。日本金属工業(株)は1932年(昭和7年)に設立され、1934年(昭和9年)に日本で初めてステンレス鋼板の工業生産に成功し、ステンレス鋼板の一貫製造メーカーとして発展してきた。2012年に、日新製鋼(株)と日本金属工業(株)の経営統合により日新製鋼ホールディングス(株)が誕生し、2014年に日新製鋼ホールディングス(株)と旧・日新製鋼(株)、日本金属工業(株)の3社が合併して新生“日新製鋼(株)”のスタートを切った。

当社は図2に示すように表面処理、ステンレス、特殊鋼の薄板分野で業容を拡大してきた。旧・日新製鋼(株)が発足

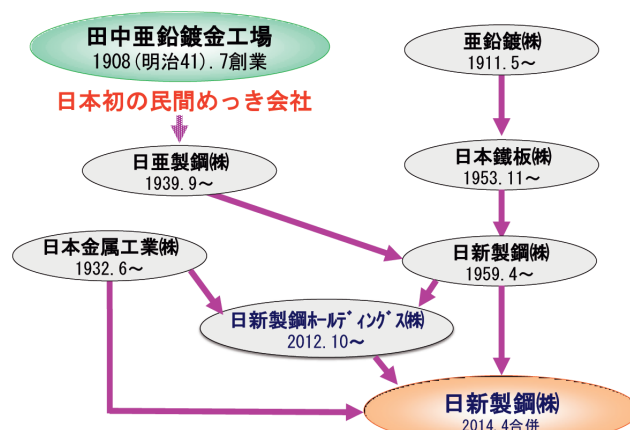


図1 日新製鋼の沿革

* 日新製鋼(株)代表取締役社長、昭和50年4月日新製鋼株式会社入社、平成11年6月同社堺製造所生産管理部長、平成12年4月同社東予製造所副所長、平成12年6月同社東予製造所所長、平成14年10月同社商品開発部長、平成15年6月同社執行役員商品開発部長、平成17年4月同社執行役員堺製造所所長、平成19年4月同社常務執行役員堺製造所所長、平成20年4月同社常務執行役員名古屋支社長、平成22年4月同社常務執行役員、平成22年6月同社取締役常務執行役員、平成22年10月同社取締役常務執行役員日新鋼管株式会社代表取締役社長、平成23年4月同社代表取締役社長CEO(最高経営責任者)、平成24年10月同社代表取締役社長CEO(最高経営責任者)、日新製鋼株式会社代表取締役社長CEO(最高経営責任者)、平成26年4月同社代表取締役社長CEO(最高経営責任者)。

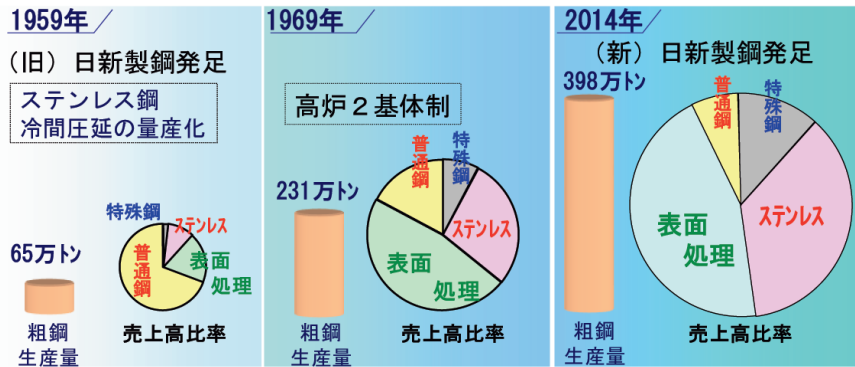


図2 当社の粗鋼生産量および売上高比率の変遷

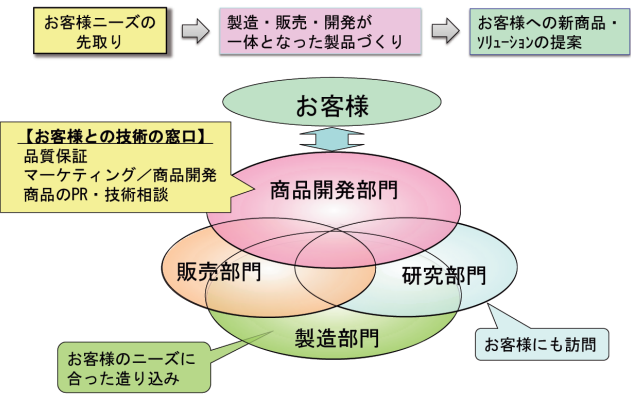


図3 製造・販売・開発が一体となった開発活動

表1 日新製鋼の表面処理鋼板の製品群 (一部)

分類	めっき	主な用途			特徴
		輸送	建築	電機	
めっき鋼板	溶融Znめっき	○	○		・多様な表面処理 (めっき、塗装) 製品群
	溶融Zn-55%Alめっき	○	○	○	
	溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき	○	○	○	
	溶融Alめっき		○	○	
	溶融Alめっきステンレス	○	○		
	電気Znめっき			○	・環境対応クロムフリー処理 対応済
塗装鋼板	電気Cuめっき	○		○	
	塗装溶融Zn-55%Alめっき		○		
	プレコート鋼板			○	
	機能性プレコート鋼板			○	
	塗装ステンレス		○		

した1959年には粗鋼生産量65万トン/年で普通鋼の比率が高かったが、高炉2基体制が整った1969年には粗鋼生産量は発足当初の3.5倍の231万トン/年まで増加し、表面処理鋼板とステンレス鋼板の比率が大幅に増えた。新生“日新製鋼(株)”が誕生した2014年には粗鋼生産量は398万トン/年となり、表面処理鋼板、ステンレス鋼板と特殊鋼で売上高の92%を占めるまでになった。

3 経営理念を実現するための体制

経営理念である「お客様とともに創り上げる技術・商品」を実現するために、当社では製造・販売・研究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3)。この部門はお客様との技術の窓口であり、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の業務を担当している。製造・販売・研究と一体となった活動により、お客様へのきめ細やかな対応とともに新商品やソリューションの提案を可能とする体制をとっている。

4 当社製品と開発事例

4.1 表面処理鋼板

当社は1963年に合金化溶融Znめっき鋼板を商品化して以来、溶融Alめっき鋼板、溶融Zn-Al系合金めっき鋼板、蒸着Znめっき鋼板や各種塗装鋼板を商品化してきた。さらに、電気Cuめっき鋼板、表面処理ステンレス鋼板、溶融Zn-6%Al-3%Mgめっき鋼板など当社の特徴を活かした独自性の高い表面処理鋼板を開発してきた。また、無機系、有機系のクロメートフリー処理を開発し、環境対応型表面処理鋼板を商品化済みである。これらの商品を表1に示すように輸送機器、建築、電機・機械など多様な分野で広く採用いただくことで、表面処理鋼板の生産量が拡大してきた。

4.2 溶融Zn-6% Al-3% Mgめっき鋼板の開発

溶融Zn-6% Al-3% Mgめっき鋼板はめっき中にMgを数%オーダーで含有するめっき鋼板として当社が世界に先駆けて1999年に開発した製品である。その開発には蒸着Znめっき鋼板で培った技術が活かされている。

1990年当時、Znは資源枯渇金属とされ、価格が上昇傾向に

あったことから、お客様からZnめっき鋼板の耐食性を確保しつつZn使用量を削減したいという要望があった。当社は1987年に世界初の広幅コイルでの連続真空蒸着Znめっき設備 (ZVD) にて蒸着Znめっき鋼板を生産していたこともあり、蒸着Znめっき鋼板の耐食性を向上させる研究に取り組んだ。図4に示すZn/MgZn₂/Zn三層構造の蒸着Zn-Mgめっき鋼板は、約5 μ mのめっき厚みでも優れた耐食性を有していた。しかし、蒸着Zn-Mgめっきは製造プロセスが複雑で量産化に問題があったことから、製品化は実現しなかった。

1990年代にプレハブ住宅メーカーから100年住宅構想が打ち出され、当社では従来の熔融Zn-5% Alめっき鋼板の約5倍の耐食性を有する高耐食熔融Zn-Al-Mgめっき鋼板の基礎研究に着手した。1つめの技術課題は、熔融亜鉛浴中へのMgの安定添加技術であった。Mgは非常に酸化しやすいため熔融Zn浴に添加すると選択的に酸化してしまう。種々の実験を行うなかで、AlとMgの複合添加がMgの選択酸化を抑制できることを見出した。2つめの課題は高耐食性を発揮するための最適なZn, Al, Mgの配合比率であった。AlとMgの添加量を変動させた試験片を作製して耐食性等の特性を調査し、Zn-6% Al-Mg系めっきにおいてMgを2%以上添加すると飛躍的に耐食性が向上し、約3%でその効果が飽和することを明らかにした (図5)。また、Zn-Al-3% Mg系めっきのAl

添加量としては、約6%で耐食性向上効果はほぼ飽和することから、製造性等を考慮し最適組成としてZn-6% Al-3% Mgを選定した。

Zn-6% Al-3% Mgめっき鋼板は腐食環境下でめっき表面に生成するMg含有Zn (OH)₂主体の皮膜が緻密で保護性が高いため、めっき層の腐食の進行が抑制される。図6にZnめっき鋼板、Zn-5% Alめっき鋼板、Zn-6% Al-3% Mgめっき鋼板の塩水噴霧試験4時間後のめっき表面およびZn-6% Al-3% Mgめっき断面を示す。Znめっき鋼板の表面には板状で粗いZnO主体の腐食生成物、Zn-5% Alめっき鋼板の表面には針状でやや粗いZn (OH)₂+ZnO主体の腐食生成物が生成している。これに対してZn-6% Al-3% Mgめっき鋼板の表面は微細なMg含有Zn (OH)₂皮膜で覆われている。Zn-6% Al-3% MgめっきはZn/Al/MgZn₂三元共晶組織を主体とし、MgZn₂相がめっき全体に均一に分散しているので、腐食初期にMg含有Zn (OH)₂皮膜が生成し、高い耐食性が確保される。Zn-6% Al-3% Mgめっき鋼板は、図7に示すように沖縄での屋外暴露試験において熔融Zn系めっき鋼板に対して約4倍の優れた耐食性を有している。

熔融Zn-6% Al-3% Mgめっき鋼板は2000年に東予製造所で生産を開始した。建材用途等で採用されて以来、その耐食性が広く認知され、お客様とともに様々な用途への適用検討を重ねてきた結果、農業分野、自動車部材、電設資材、太陽光架台などに採用が拡大した (図8)。これまでに、米国 (ASTM)、豪州 (AM)、JIS規格で高耐食性めっき鋼板として

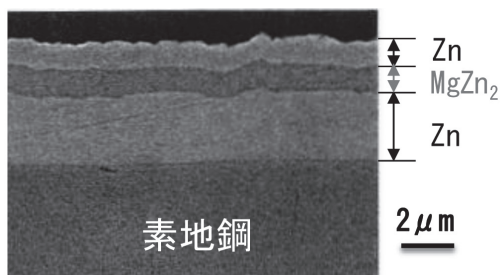


図4 蒸着Zn-Mgめっき鋼板の断面組織

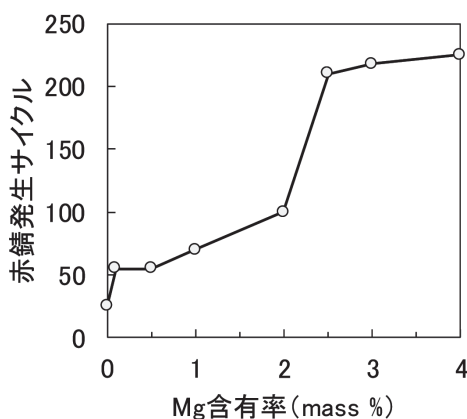
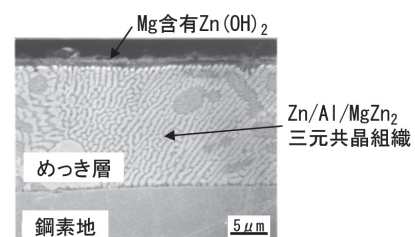
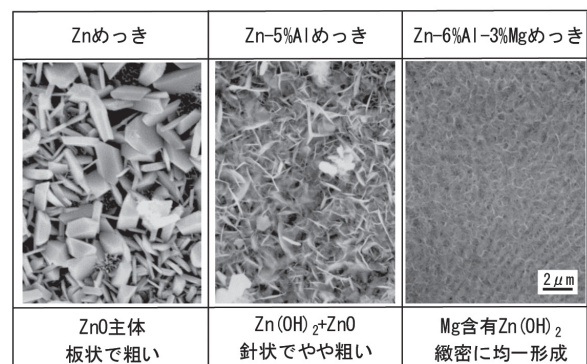


図5 Zn-6% Al-Mg系めっき鋼板の耐食性とMg含有率の関係 (めっき付着量: 90g/m², 複合サイクル腐食試験; JIS H8502)



Zn-6%Al-3%Mgめっき断面

図6 塩水噴霧試験4h後のめっき表面、断面の腐食状態

の材料認定を受け、現在では生産拠点を国内3工場と北米におき、年間で約80万トン生産するまでに至っている。

4.3 ステンレス鋼板

当社はオーステナイト系、フェライト系、マルテンサイト系および2相系と多種多様なステンレス鋼板を製造している。表2に主なステンレス鋼板の製品例を示す。1958年に量産冷間圧延機（ゼンジミアミル）を当社が国内で初めて導入し、汎用材料としての道を切り拓いた。その後、鑄造、精錬などの生産技術が進歩し、高品質のステンレス鋼板の生産が可能となり、お客様のご要望にお応えする形で新しい鋼種を開発し、その適用用途と生産量を拡大してきた。

4.4 エキゾーストマニホールド用耐熱ステンレス鋼の開発

エキゾーストマニホールド（以下、エキマニと称する）は図9に示す自動車排気ガス経路部材の一部であり、エンジン

の燃焼室から排出される高温の燃焼ガスを集めてフロントチューブに導く耐熱部品である。

1975年に大気浄化法、燃費改善法が制定され、排気ガスの規制強化に対応するために、自動車排気系部品の低熱容量化、軽量化が強く求められるようになった。それまで使用されてきた鑄物製エキマニではこの排気ガス規制への対応が難しくなり、ステンレス製エキマニの適用が急速に広がった。図10にエキマニ用ステンレス鋼の開発の変遷を示す。適用初期には既存のフェライト系ステンレス鋼SUS430J1L（19% Cr-0.5% Cu-0.45% Nb）が主に用いられ、鑄物製に比べてエキマニ部分の重量を約半分に低減することができた。しかし、排気ガス規制が一層厳しくなり、エンジンの燃焼効率向上のために排気ガスの高温化が進み、エキマニ用として耐熱性に優れたステンレス鋼が求められるようになった。

表2 日新製鋼のステンレス鋼板の製品群（一部）

	鋼 種	特 性	特 徴
オーステナイト系	SUS304	ステンレス鋼の代表鋼種	
	SUS301	冷間圧延により高強度が得られる	
	NSS305M3	加工後も非磁性を有する高強度鋼	
	NSS304ES	極軟質で深絞り性、形状凍結性に優れる	
フェライト系	SUS430	フェライト系ステンレス鋼の代表鋼種	・各種多様なステンレス製品群 ・各品種で高い機能を有する当社独自鋼種を開発
	NSS430M2	SUS430よりも良好な耐食性、加工性を有する	
	NSS442M3	SUS304の代替可能な耐食性を有する	
	NSS WCR	溶接部の耐食性に優れる	
マルテンサイト系	SUS410	代表的な13Cr系ステンレス鋼	
	SUS420J2	焼入れ硬化性が大きい	
	NSS WR-1	耐摩耗性に優れる	
	NSS HT1770	打抜き加工性良好、時効硬化により高強度化	
2相系	NSS R-4	塩化物環境下で高耐孔食性を有する	
	NSS431DP-2	301, 304のばね材から代替可能な高強度	

NSS : Nisshin Steel Stainless (当社独自鋼種)

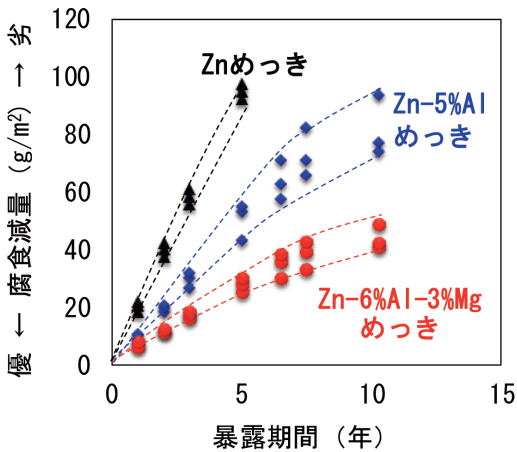


図7 屋外暴露試験における耐食性（暴露地：沖縄県中城市）

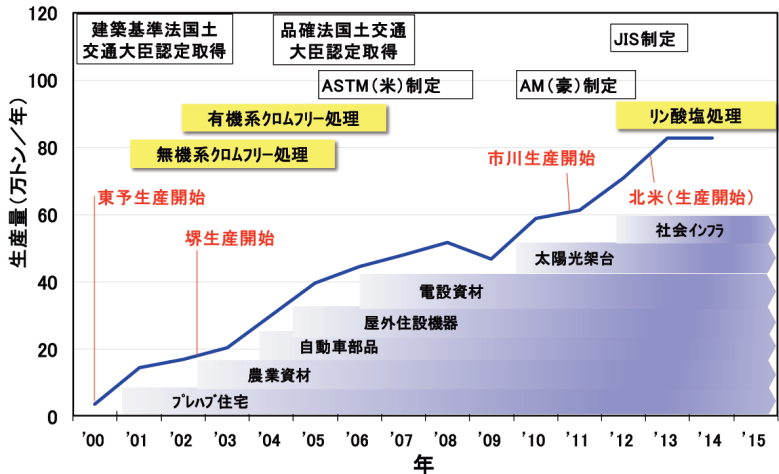


図8 溶融Zn-6% Al-3% Mgめっき鋼板の生産量推移と開発の歴史

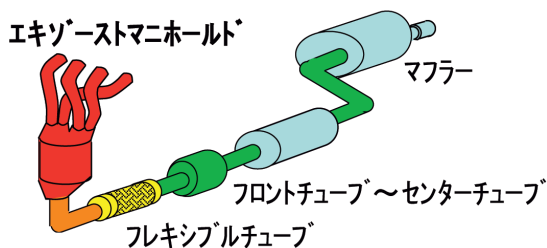


図9 自動車排気ガス経路部材の構成

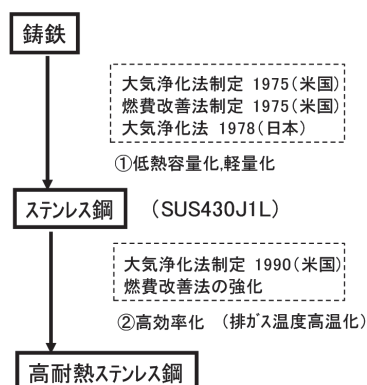


図10 エキマニ用ステンレス鋼の開発の変遷

高温の排気ガスに曝されるエキマニは室温から900℃までの加熱冷却を繰り返し受けることから、この温度域での熱疲労特性や高温強度、耐高温酸化特性が必要となる(図11)。熱疲労特性、耐高温酸化特性(耐スケール剥離性)の観点からオーステナイトよりも熱膨張の小さいフェライト系ステンレス鋼をベースとし、加工性、溶接性、低温靱性を保ちながら耐熱性を向上させる成分設計が開発の重要なポイントとなった。当社は自動車排ガス浄化装置や温風暖房器向けの耐熱用オーステナイト系ステンレス鋼の開発を通して、過去にNb、Moの微量添加が高温強度(600℃)の上昇に有効であるとの知見を得ていた。そこで、Nb、Moに着目してフェライト系ステンレス鋼の高温強度に及ぼす成分元素の影響について検討を行った。その結果、図12に示すようにフェライト系ステンレス鋼においても900℃における高温強度が、Nb、Moの添加により大幅に上昇することを見出した。さらに、加工性、溶接性、低温靱性を確保しつつ、耐熱性を向上させる適切なNb、Mo添加量を抽出し、18%Cr-2%Mo-0.65%Nb鋼を開発した。開発鋼は900℃においてSUS430J1Lの約2倍の高温強度を有し、熱疲労破断回数はSUS430J1Lの約1.6倍の寿命を示すことから、エキマニ用材料として優れた特性を有していることがわかる(図13、14)。

さらに、本開発で得られたフェライト系ステンレス鋼の成分設計と材料特性(高温強度、熱疲労特性、耐高温酸化特性、

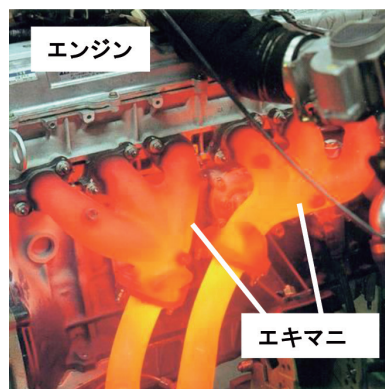


図11 エキゾーストマニホールドの耐久試験一例

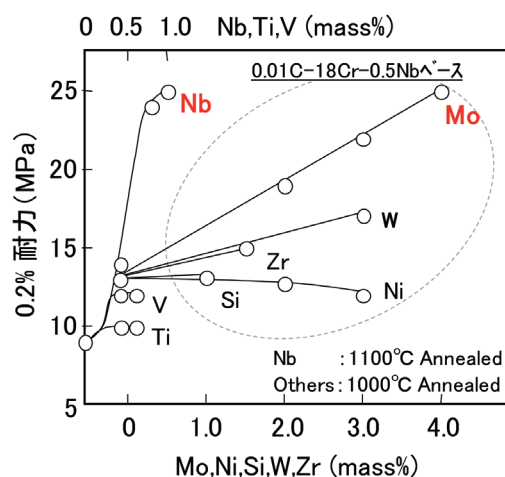


図12 フェライト系ステンレス鋼(18Crベース)の900℃における0.2%耐力に及ぼす成分元素の影響

加工性、靱性、溶接性)の知見を活用し、高温強度と素材コストのバランスを考慮した14%Cr-0.9%Si-1.1%Mn-0.4%Nbを開発した。このようにエキマニ用途に適したステンレスを開発し、お客様のニーズや要望にお応えする商品レパートリーを持つことで、本分野での国内トップシェアを確保している。

5 今後の日新製鋼

日新製鋼(株)は、お客様の利便性を追及する鉄鋼会社として、お客様と共に「夢」と「理想」の実現を目指している。具体的な方向性は①表面処理鋼板、ステンレス鋼板および特殊鋼といったコア製品の拡販戦略を強化すること、②海外マーケットにおいても国内と同様の商品・技術サービスを提供できる体制を築くこと、③コア製品とソリューション提案の掛け算による“お客様との共創型開発”を強く推進することである。今後、当社の商品・技術とお客様との接点を一層

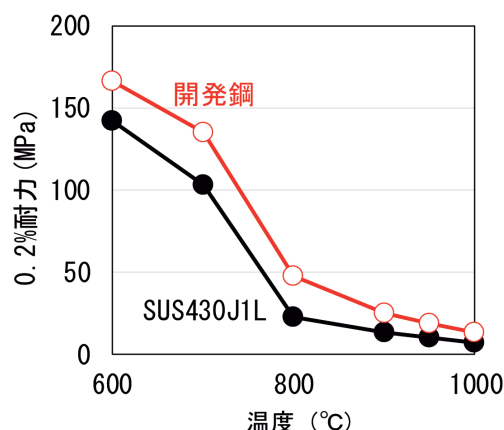


図13 開発鋼（18% Cr-2% Mo-0.65% Nb）とSUS430J1Lの高温強度の比較

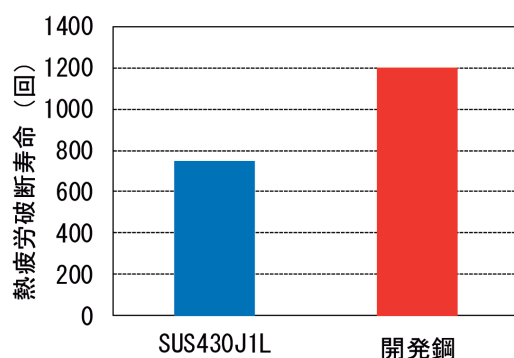


図14 開発鋼（18% Cr-2% Mo-0.65% Nb）とSUS430J1Lの高温強度の比較（200-900℃加熱冷却繰返し試験）

深化させ、お客様と共に新たな市場を創り出すことで日新製鋼ブランドをさらに強化していく（図15）。

6 おわりに

新興ミルの台頭、東アジア圏のメガコンペティションの激化、さらに社会や産業の課題・ニーズの高度化などかつてない厳しい環境下で日本鉄鋼業、日新製鋼が持続的に発展するためには、「技術開発」および「人材育成」が最も重要と考える。

近年、マルチマテリアル化の技術開発が活発に行われて

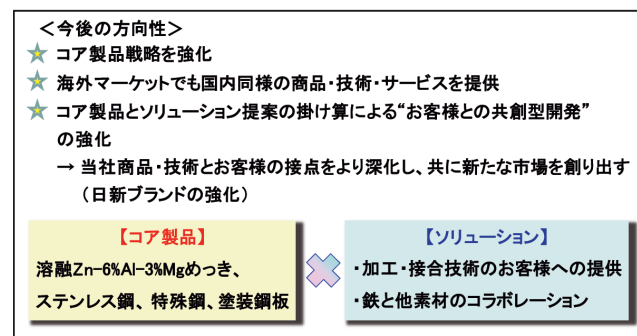


図15 当社の今後の方向性

いる。例えば、自動車分野において軽量化の観点から樹脂、CFRP、プラスチック、非鉄金属（Al, Mg, Ti等）の採用や、それらの素材と鉄鋼材料とのコラボレーションが検討されている。鉄鋼業は従来より鉄のみならず非鉄金属や鉄を高性能化するための塗装分野で樹脂なども扱ってきた。これら蓄積した要素技術を活用することで、マルチマテリアル化の研究開発においても鉄鋼業界がリードしていくものと期待している。

表面処理鋼板、ステンレス鋼板の開発事例で述べたように、当社の「技術開発」のベースは“お客様のニーズに応える技術・商品を提供すること”と“技術の蓄積”にある。“しっかりと技術を確立すれば必ずどこかで生きてくる”を念頭に、今後もお客様の声に常に耳を傾け、お客様のニーズに応える開発活動を積極的に進めていきたい。

これらを成し遂げるためには「人材育成」が不可欠である。会社の発展を支えるのは何事にも興味をもち原理原則を追求する探求力、柔軟な発想力、行動力を有する人材である。当社は自社内での活動のみにとどまらず、大学や研究機関との連携、産学協同の取り組みを通じて「人材教育」に力を注いでいきたい。

日新製鋼はこれまでお客様に育てていただいた会社である。これからも素材メーカーとしてお客様とともに発展していくことが我々の使命だと強く認識し、日々努力していく所存である。

（2016年5月16日受付）