

解 説

ステンレス鋼の市場動向，商品開発の歩みと今後の展望

Product Development on Market Trend of Stainless Steel and Its Future Prospect

大 村 圭 一*
Keiichi OMURA

國 岡 信 哉
Shinya KUNIOKA

古 川 雅 三
Masami FURUKAWA

抄 録

1958年の広幅鋼帯による冷間圧延薄板の生産開始から50年，我が国のステンレス鋼は着実に数量を伸ばしてきた。これは，社会要請や市場動向に合致した商品をタイムリーに開発，投入してきた成果と言える。これまでの市場動向および商品開発の歩みを需要分野別に振り返るとともに，近年の“安全，安心”“地球環境”などの社会情勢，社会要求の変化に対応していくべきステンレス鋼商品の，今後の動向について展望した。

Abstract

In Japan, since the first commercial operation of the wide width cold-rolling mill in 1958, the production of stainless steel has steadily extended for 50 years. This growth has been brought by the right time development of new stainless steels having higher performance as well as utilizing methods as the appropriate solutions for customer requirements currently reflecting the social requests and the market trend. In this report it is reviewed that the progress of stainless steel and its application corresponding to the trend in typical markets and then it is also surveyed that the future trend of the stainless steel with the social conditions such as “security, relief” “global environments”.

1. はじめに

我が国のステンレス鋼は，1958年に広幅帯鋼による冷間圧延薄板の生産が開始され，品質，コストの両面で大幅な改善が図られるようになって以降，普及が急速に拡大した。1970年代初頭に，日本のステンレス鋼の生産量は年産約160万トン（世界シェア約33%）に達し，米国を抜き世界一となった¹⁾。以来，ステンレス鋼の生産量は着実に右肩上がりで推移し，1990年代には既に量的な安定期に入っていた日本でも2007年の生産量は約400万トンに，また全世界では2800万トンに達し，世界的には年率5%程度での拡大が継続している。

本稿では，これまでの需要及び市場の拡大と発展に対応した新日鐵住金ステンレス（株）の商品開発の歩みを概括し，さらに多様化，高度化するニーズに応じて進化し続けるステンレス鋼の今後の商品開発について展望する。

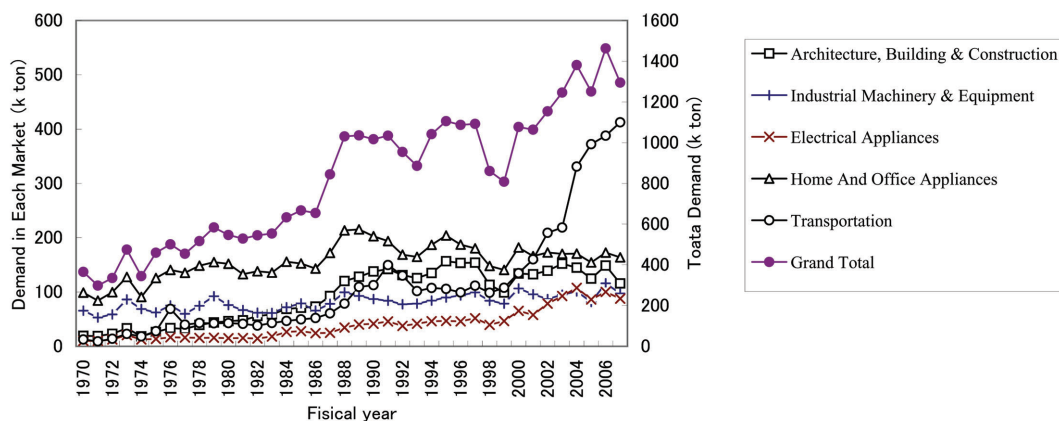
2. 生産量の推移と需要構造の変遷²⁾

国内の需要分野，市場動向の変遷を図1，表1³⁾に示す。

ステンレス鋼の本格的な発展は，冷間圧延鋼板の寸法精度，形状及びコストに飛躍的改善をもたらした広幅帯鋼製品の登場と，高度経済成長に伴う近代的住宅の建設ラッシュから始まった。これらを背景とした1960～70年代の流し台に代表される家庭用・業務用機器がステンレス鋼需要の強力な牽引役となり，ステンレス鋼が今日のように日常生活に溶け込んだ一般的な素材となるさきがけとなった。一方で生産設備機器や各種プラントなどの産業用機器向けがステンレス鋼の主要な需要分野であった。その後1980年代からは，建材を中心とした建設用，輸送用機器向け，及び電気機器用での需要拡大が進み，1990年代では，環境対策を背景とした自動車排ガス向けに代表される輸送用機器向けが数量を伸ばし，今日に至っている。

その時々々の社会情勢を反映した短期的変動はあるにせよ，ステンレス鋼が各分野で需要量を拡大してきたのは，耐食性を基本とする多様な特性が活用できる用途が拡大しただけではなかった。変化し続けるニーズに対応した新鋼種や新用途の開発，利用加工技術の整備，提供，及び先進設備の導入や製造技術開発による品質向上とコスト低減の

* 新日鐵住金ステンレス（株） 商品技術部 担当部長 （現 商品開発部 担当部長） 東京都千代田区大手町2丁目6番1号 〒100-0004 TEL:(03)3276-4890



JSSA : Statistical Yearbook of Orders for Stainless Steel Flat Products by Market Classification
 Note : Heat resisting steel is included in each demand from 2004 to 2007

図1 ステンレス鋼板の主要用途別受注量の推移(内需)
 Changes in domestic demand of flat products of stainless steel for typical market classification in Japan

表1 ステンレス鋼板の主要用途別の受注量推移(内需)
 Changes in domestic demand of flat products of stainless steel for typical market classification in Japan

Market classification (major category)	1977		1987		1997		2007		2007/1977 Growth (%)
	Deman (k ton)	Share (%)	Deman (k ton)	Share (%)	Deman (k ton)	Share (%)	Deman (k ton)	Share (%)	
Architecture, building & construction	32	7	93	11	154	14	116	9	361
Industrial machinery & equipment	60	13	78	9	99	9	97	8	162
Electrical appliances	16	4	25	3	52	5	88	7	539
Home and office appliances	135	30	172	20	180	17	164	13	121
Transportation	(36)	(8)	61	7	112	10	413	32	1,147
Others	175	38	416	49	495	45	418	32	239
Grand total	454	100	844	100	1,092	100	1,295	100	285

JSSA : Statistical Yearbook of Orders for Stainless Steel Flat Products by Market Classification
 Note : Heat resisting steel is included in the demand of 2007

推進の結果でもあると言える。

図2に新日鐵住金ステンレスのフェライト系およびマルテンサイト系ステンレス鋼の主要商品を、図3にオーステナイト系およびオーステナイト・フェライト系(以下二相鋼)の主要商品を、開発年と孔食指数で整理して示す。以下に、ステンレス鋼の代表的な需要分野における新日鐵住金ステンレスの対応の一端を概括する。

3. 用途別需要分野での新日鐵住金ステンレスの対応

3.1 家庭用及び業務用機器分野

食器や器物、刃物、腕時計、暖房器具、事務用品など日常生活に欠かせない機器類からステンレス鋼の本格的普及が始まったが、中でも流し台がその代表であった。コンクリートやタイル貼りであったシンクへの SUS 304 (18Cr-8Ni) 薄板プレス成形品の適用から始まり、1970年代中ごろに登場したシステムキッチンでは、合板製であったキャビネット構造が次第にステンレス鋼化されオールステンレス鋼製へと進化した。これらは、ステンレス鋼の優れた耐食性、加工性と清潔感が広く受け入れられたためである。現在の家庭用流しでは、大型の皿や鍋も洗うことが出来る

スペースを確保するために、間口形状が単純な矩形ではない所謂異形シンクが主流となっている。

こうしたシンクの進化に対応して、新日鐵住金ステンレスでは、SUS 304よりもプレス成形性と時期割れ抵抗に優れたNSSC® 27A (17Cr-7Ni-2Cu)を早期開発し、活用されてきた。最近の異形シンク向けでは、軟質でかつ高加工域での成形余裕が一段高いNSSC 27AS (17Cr-7Ni-2Cu-LC, N)を開発し、広く活用されている(写真1(a))。

一方、業務用厨房機器では、毎日の手入れが行き届くために当初からフェライト系SUS 430 (17Cr)が用いられてきたが、より大型で深いシンク用として、深絞り性を大幅に改善した高純度フェライト系のNSSC 430D (17Cr-Ti-LC, N)が利用されている。

さらにこの分野における新日鐵住金ステンレスの代表的な対応としては、80℃を超える温水環境での耐すき間腐食性と耐応力腐食割れ性(耐SCC性)とが要求される太陽熱温水器へのNSSC 190 (19Cr-2Mo-Nb, Ti-LC, N)の適用、ストーブなど暖房用燃焼機器部材向けのフェライト系耐熱ステンレス鋼NSSC HOM (14.5Cr-4.5Al-Ti-LC, N)、NSSC 405Si (13Cr-2Si)、及びNSSC FH11 (18Cr-2.5Si-Nb-LC)、ならびにビスやかごなど汎用線材向けのNSSC 160R

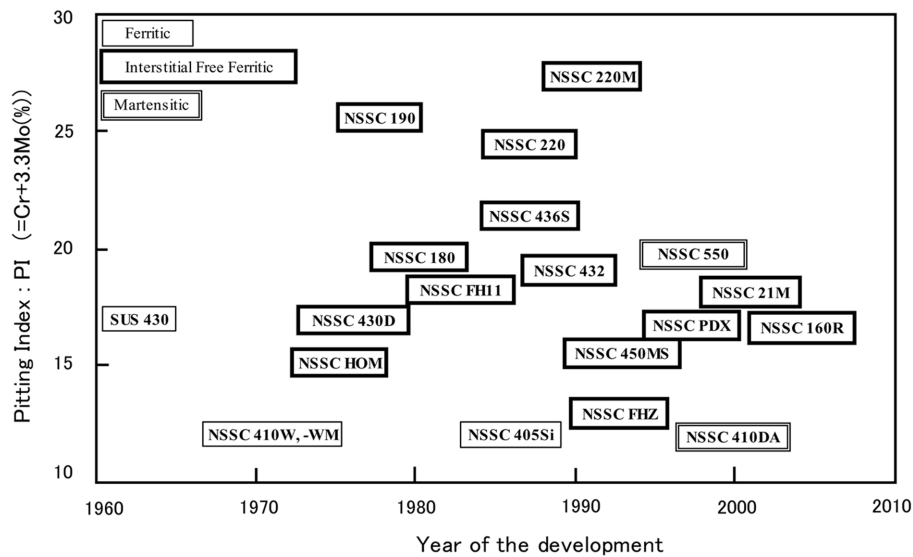


図2 新日鐵住金ステンレス(株)のフェライト系及びマルテンサイト系ステンレス鋼の代表的な商品鋼種
Representative ferritic and martensitic grades of NSSC®series in the relation between development time and pitting index: PI (=Cr+3.3Mo (%)) of the each steel

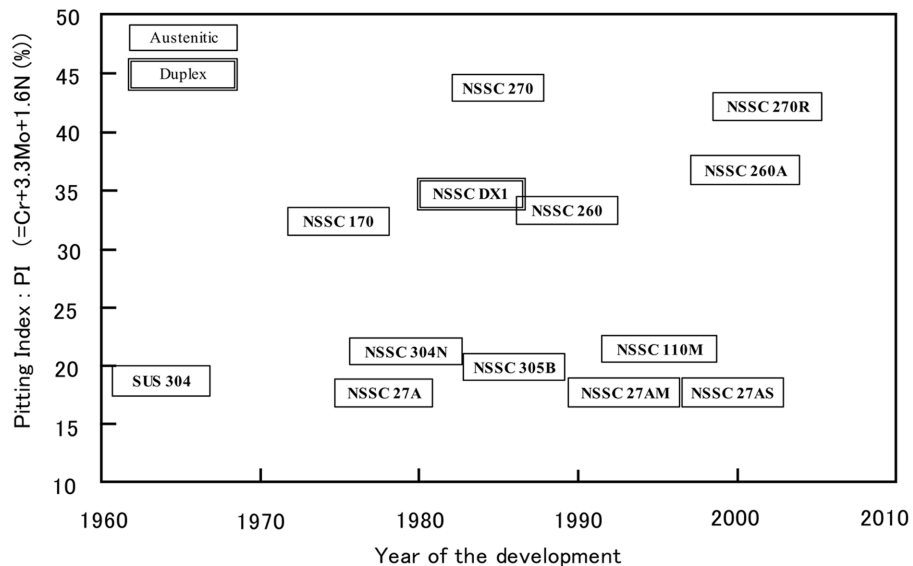


図3 新日鐵住金ステンレス(株)のオーステナイト系及び二相系ステンレスの代表的な商品鋼種
Representative austenitic and duplex grades of NSSC®series in the relation between development time and pitting index: PI (=Cr+3.3Mo+1.6N (%)) of the each steel



(a) Odd-shaped sink (NSSC 27AS)



(b) Fasteners and cooking net made of NSSC 160R wire rod

写真1 家庭用・業務用機器分野での適用例
Application example of home utensils and kitchen ware (including professional use)

(17Cr-0.4Cu-Nb-LC) の開発と適用などがある (写真 1 (b))。また、浴室やキッチン周りの意匠性パネル用には、

SUS 430をベースとした塗装鋼板やラミネート鋼板で、要望に応えてきた。

3.2 産業機器分野

元来、ステンレス鋼の本格的利用は、化学産業から始まった。古くは、硝酸などの化学プラントや製紙機械等であり、最近では食品設備機器、さらには環境対策としての排煙脱硫設備等である。また、火力、原子力発電設備や海水淡水化プラントなどにも多量のステンレス鋼が不可欠な素材となっている。これらは、高い耐食性、耐熱性や優れた機械的性質、溶接性などの、ステンレス鋼の優れた素材特性を活用した用途である。この分野では、鋼板（厚板、薄板）、鋼管、棒線など様々な形状とサイズが要求されるため、特性バランスが良く汎用性の高い SUS 304 (L) 及び SUS 316 (L) 等の規格鋼種が広く使用されており、新日鐵住金ステンレスでは、構成部材としての厚板、厚板クラッド、薄板、棒線の各品種製品に加え、溶接鋼管素材の鋼板や溶接材料用線材の安定供給にも努めてきた。極めて厳格な品質管理・保証が要求される原子力発電部材にも新日鐵住金ステンレスの製品が役に立っている。

元々特殊な環境で使用されることが多い産業機器分野では、時代を追う毎に使用環境の多様化、厳格化や長寿命化が求められてきた。

これに應えるために、新日鐵住金ステンレスではオーステナイト系の NSSC 170 (25Cr-13Ni-0.9Mo-0.3N)、NSSC 270 (20Cr-18Ni-6Mo-0.7Cu-0.2N-LC)、NSSC 260 (20Cr-15Ni-3Mo-1.5Cu-0.2N-LC)、NSSC 270R (20Cr-23Ni-6Mo-LC)、NSSC 260A (22Cr-16Ni-3.5Mo-2Cu-0.2N-LC) や二相鋼の NSSC DX1 (22Cr-5Ni-3Mo-0.13N-LC) 及びフェライ



Tank of unrefined soy sauce (NSSC 270)

写真 2 産業機器分野の適用例
Industrial usage

ト系の NSSC 190L (19Cr-2Mo-Nb-V-ULC, N) 等の各種の高耐食ステンレス鋼を開発し、広く活用されてきた。脱硫・脱硝装置や焼成装置などには古くから NSSC 170 が、高温湿潤ガス環境と硫酸露点環境とが繰り返され厳しい腐食環境となる石炭焚火力発電ボイラーの煙突内装や硫酸プラント、排煙脱硫装置には NSSC 260 が活用されている。また、高濃度塩素イオン環境となる海水淡水化プラントや、製塩装置、醤油タンクなどの食品プラントには、スーパーステンレス鋼の NSSC 270 が活用されている（写真 2）。

3.3 建材・建設分野

この分野でのステンレス鋼の適用はサッシ、ドア、手摺などへの SUS 304、SUS 316 (17Cr-10Ni-2Mo) から始まり、種々の研磨や着色、クリヤー塗装などメタリックな外観を活かした多種多様な表面仕上げによる意匠性の付与技術開発に伴い、内外装材として定着した。

海岸線が長く、大都市は殆どが海塩粒子の飛来環境下にある日本では、大型建造物の屋根・壁用の材料には高い耐食性が不可欠であり、屋根の長尺・大型化には低熱膨張材料が必要である。こうした要請に基づいて、新日鐵住金ステンレスは高純度フェライト系の NSSC 220 (22Cr-0.8Mo-Nb-LC, N) をいち早く開発し、1989 年に幕張メッセの屋根に適用された（写真 3 (a)）。これは、大型屋根にフェライト系が適用された世界初の例で、これ以降、高純度フェライト系が大型建造物の外装材に多用されるようになった。

新日鐵住金ステンレスでは、耐食性をさらに改善した NSSC 220M (22Cr-1.6Mo-Nb, Ti-LC, N) を開発し、国内外の多くの物件で適用されてきた（写真 3 (b)）。一方、沖縄のような極めて厳しい塩害地域ではオーステナイト系スーパーステンレス鋼の NSSC 270 が活用されている（写真 3 (c)）。さらに、屋根・壁用として、アルミニウムめっきや塗装鋼板商品（ナルカラー）も保有し、多様な要求に 대응している。

ステンレス鋼が外装材として認知され、汎用材の地位を得るまでには、防眩性ダル仕上げとその均一性の確保という、意匠用素材特有の厳しい外観要求に応える安定製造技



(a) Makuhari messe (NSSC 220)



(b) Sapporo dome (NSSC 220M)



(c) Wing of Naha Air Port Building (NSSC 270)

写真 3 建築分野での適用例
Roofing examples in construction and architecture

術開発と、沖縄や本州各地の環境測定に基づく適材選定基準の確立等の地道な研究活動が大きな役割を果たしてきた^{4,5)}。

さらにこの分野では、2000年6月に建築構造用ステンレス鋼材 JIS G 4321 (SUS 304A, SUS 304N2A, SUS 316A, SCS13AA-CF) のオーステナイト系 4 鋼種が新設され、新日鐵住金ステンレス厚板製品を素材とした溶接 H 形鋼等の構造材が見えないところで多くの建造物を支えている。また、新日鐵住金ステンレスでは、建築構造材は強度上の耐久性が重要であり、点さび程度の腐食は問題にならないとの判断に基づき、強度、靱性、溶接性に優れ、かつ廉価な低 C の 11Cr ステンレス鋼について、2002 年に建築基準法第 37 条の認定 (認定番号: MSTL-0084, MSTL-0085) を取得し、2003 年には、裸の鉄鋼材料として初の建築基準法品確法等級 3 認定 (認定番号 406) をも取得し、新日鐵住金ステンレス初の建築構造用クロム鋼 “YUS 410W-MS (11Cr-Ni-LC, N)” を商品化した⁶⁾。

さらに新日鐵住金ステンレスは、ステンレス協会の活動として 2004 年から開始されたステンレス鋼鉄筋の JIS 化検討に際し、SUS 304, SUS 316 などとともに SUS 410 系を加えることを提唱し、2008 年に新設された、ステンレス鋼鉄筋として初の JIS 規格である JIS G 4322 (鉄筋コンクリート用ステンレス鋼異形棒鋼) に織込まれた。新日鐵住金ステンレスは、SUS 410 系鉄筋について独自に建築基準法第 37 条認定 (認定番号: MSRB-0035) をも取得し、商品名 NSSD® 410-295 (11Cr-LC) として 2008 年には象徴的な物件に採用されるに至っている⁷⁾ (詳しくは、後章 “ストック型社会実現に向けた、建築・土木構造へのステンレス鋼の適用技術開発” を参照)。

土木分野における新日鐵住金ステンレスの対応としては、古くから水門扉当りなど高強度高耐久用途には NSSC 304N (18Cr-8Ni-Nb-0.2N) や NSSC 410W (12Cr-LC)、高速道路の防音壁や高架橋ルーバーには NSSC 301L (17Cr-7Ni-LC) や NSSC 436S (18Cr-1.2Mo-Ti-LC, N)、トンネル



Protection lining for pier of marine construction (NSSC 270)

写真 4 土木分野での適用例
Civil engineering application

の内装板には NSSC 180 (19Cr-0.3Ni-0.4Cu-Nb-LC, N) や NSSC 220M の特殊塗装鋼板の適用推進などがある。最近では、海洋構造物の橋脚の防食ライニングとして NSSC 270 の薄板を板巻き溶接する工法が開発され^{8,9)}、1990 年代後期の発電所や港湾埠頭橋脚への適用 (写真 4) を始めに、現在行われている羽田空港拡張の棧橋方式部分の橋脚では約 400 トンが採用された。

3.4 電気機器分野

この分野では、耐食性の他、高級感、清潔感というステンレス鋼の持つ付加価値を活かし、塗装鋼板や樹脂からの転換という形で着実にステンレス鋼化が進み、現在では、多様な鋼種、表面仕上げやクリヤー塗装が採用されている。

代表例は、1990 年代の樹脂製洗濯機ドラムのステンレス鋼化である (写真 5 (a))。全自動化による洗濯槽そのものの脱水時高速回転化 (750rpm 以上) が必須となり、強度と軽量化 (薄肉化) との両立、洗剤や漂白剤に対する耐食性、加工性と溶接性、高級感と清潔性及びコストなどから、NSSC 430D (17Cr-0.3Ti-LC, N) が採用され、以後最近の縦型に至るまで全自動洗濯機のドラムの標準材として使用されている。

さらにこの分野では、耐汚染性や耐指紋性と意匠性とを兼ね備え、要求に応じて抗菌性をも付与できるクリヤー塗装商品を開発し、電子レンジや食器洗浄機、炊飯器、湯沸



(a) Washing machine drum
(NSSC 430D)



(b) Door panel of refrigerator
(NSSC PDX coated with transparent resin)



(c) Hot water tank for electric boiler
(NSSC 190)

写真 5 家電分野での適用例
Home appliance usage

かしポットなど多くの家電製品の外装材に適用拡大してきた。中でも、存在感のある冷蔵庫の扉への適用（写真5(b)）に際しては、普通鋼塗装鋼板との成形金型兼用と高い外観均一性が求められ、超高加工性のNSSC PDX（17Cr-0.2Ti-ULC, N）に単板印刷方式でクリヤー塗装することでこの課題を解決した。その後、ロールコート技術改善が進み、現在では連続塗装ラインでの製造も可能となっている。

本分野における新日鐵住金ステンレスの代表的な商品のNSSC 190¹⁰は、耐SCC性に優れた材料であり、特に電気温水器の缶体用の標準的な材料として初期から広く用いられてきた（写真5(c)）。最近の電気温水器はCO₂削減に寄与するヒートポンプ加熱方式（エコキュート）が主流となっているが、その温水缶体も主要材料はNSSC 190である。

電気機器でのオーステナイト系の新日鐵住金ステンレス独自商品としては、深い角形のプレス成形性と80℃を超える高温水や洗剤環境での耐食性及び耐SCC性を高めたYUS 27AM（17Cr-7Ni-1.5Si-2Cu）が食洗機の洗浄槽に、高温塩化物環境下での耐SCC性を高めたNSSC 110M（18Cr-10Ni-2Si-0.8Mo-2Cu）が熱交換器に適用されている。

IT機器への新日鐵住金ステンレスの商品としては、1998年にハードディスクドライブ（HDD）のカバーにステンレス鋼制振鋼板が採用され、一時は全体の30%に搭載された。さらに、HDD部品としては、読み取りヘッド支持部品にSUS 304が、駆動系ハブには快削ステンレス鋼線材が用いられている。

3.5 輸送機器分野

3.5.1 船舶用

この分野では、ケミカルタンカーやLNG船がステンレス鋼の主な適用先である。ケミカルタンカーでは、積載物の種類や重量に応じて要求レベルの異なる厚板製品が選定される。主な材料は、概ね1万トン以下のクラスでは汎用規格鋼のSUS 304L、SUS 316L、2万トン級では高強度要求が加わるためSUS 316LN、4万トン級では、さらに耐海水性要求が加わるため二相鋼のNSSC DX1などである。粗製りん酸や硫酸などの腐食性薬剤をも積載対象とするものでは、NSSC DX1やこの用途向けに開発したNSSC 260Aが広く適用されている。また、ステンレス鋼と普通鋼とのクラッド厚板製品も活用されている。

3.5.2 自動車・二輪車分野

自動車用ステンレス鋼の需要量は、排ガス対策が本格化した1980年代末から顕著に増加し始め、一時的停滞の後、1990年代後半以降は増加の一途となった結果、今日では、輸送用機器向けのステンレス鋼の約80%を占めている。

自動車用ステンレス鋼の初期の需要を支えたのは、モ-

ル用のNSSC 180（19Cr-0.3Ni-0.4Cu-Nb-LC, N／旧YUS 180）である。この材料は、1979年のMo高騰時に、SUS 434（17Cr-1Mo）の代替材料として、自動車会社からの要請によりステンレス鋼各社が一斉に開発を行った際に生まれた鋼種である。MoレスでかつBA仕上げでの安定した耐食性の確保が必須であった。当時はハードルが高かった極低C化精錬技術、及び当該鋼種特有の熱間圧延スケール疵防止技術と焼鈍酸洗工程でのスケール疵の除去・無害化技術など、一貫製造にまたがる一連の製造技術確立を全社プロジェクト体制で推進した。

その結果、一般環境での耐食性がSUS 304に匹敵する高純度フェライト系ステンレス鋼商品として1982年に完成し、殆どの自動車メーカーで採用された。当時、旧日本ステンレス（株）でも同様の鋼種開発を進め、NAR 160（16Cr-0.4Cu-Nb-LC）を完成させた。自動車メーカーにモール用として採用された材料は、YUS 180とNAR 160が大宗を占めていた（新日鐵住金ステンレスの発足時にNSSC 180に統合）。

NSSC 180は、耐食性のみならず、加工性、高温強度、溶接性など多くの特性が高い水準でバランスよく整っていることが、その後の様々な用途開拓の中で明らかとなり、エキゾーストマニホールドや触媒のケース材等の自動車排ガス材のほか、家電外装や建築金物、器物など多彩な用途で活用されている。特に、Niの高騰の際には、多くの特性でバランスのとれたこの材料は、国内外で、SUS 304の代替材料として広く活用いただくようになり、最盛期には月産8千トンに達する新日鐵住金ステンレスの主力商品の一つに成長した。

環境対策が重要な技術課題である自動車では、1980年代にエキゾーストマニホールドやマフラーのステンレス鋼化が始まり、1990年代後半以降は排ガス系の殆どがステンレス鋼化された。新日鐵住金ステンレスの対応商品としては、エキゾーストマニホールド用としてNSSC FHZ（13Cr-1Si-Nb-LC）、NSSC 450MS（14Cr-0.5Mo-0.3Nb-0.1Ti-LC）、NSSC 190EM（18Cr-1.6Mo-Nb, Ti-LC, N）等、マフラー用にはNSSC 409L（11Cr-Ti-LC）及びそのアルミニウムめっき製品、NSSC 432（17Cr-0.5Mo-0.2Ti-LC, N）、NSSC 436S、フレキシブルチューブ用にNSSC 305B（19Cr-13Ni-3.5Si）、二輪のマフラー（触媒担体兼用）にはNSSC 21M（18Cr-2Al-Ti-LC）など、それぞれの要求性能、機能を追及した新商品を継続的に開発し、広く活用されている。

最近では、燃料の蒸発・発散対策にも目が向けられ、その対応として、燃料給油管には耐SCC性と耐塩害腐食性に優れ、かつ過酷な拡張加工が可能な溶接管の素材として、製造工程と条件とに独自の技術を織込んだNSSC 436Sが適用されている。

さらにこの分野では、エンジンの高出力化とアスベスト問題から、エンジンガasketの芯材にSUS 301Lのばね



Railway car (SUS 301L, SUS304)

写真6 輸送用機器の適用例
Transportation

特性を独自技術で改善した高強度薄手商品や二輪ディスクブレーキ専用のNSSC 410DA (12Cr-0.07C) などの特徴ある独自商品が活用されている。

3.5.3 鉄道車両、その他の輸送機器

メンテナンスが容易でリサイクル性にも優れているステンレス鋼製の車両(写真6)は、今日では馴染み深いものになっている。使用材料は、骨材などの強度部材には溶接部の耐食性と強度からSUS 301Lのハード材が、パネルなどの構成部材はSUS 304が主体である。これらはJISの規格鋼種ではあるが、強度部材用のSUS 301Lハード材は、車両専用規格としてグレード毎に強度と伸びとが狭い範囲で細分化されており、板厚公差も厳格でかつ製造ロットが比較的小さいことなどから一種の難製造材である。

また、パネル用のSUS 304は表面外観が厳格であり、これも難製造材の一つである。従来、SUS 301Lハード材は新日本製鐵(株)が、パネル用のSUS 304は住友金属工業(株)がトップメーカーであったことから、両社を継承する新日鐵住金ステンレスは、本分野への主たる素材供給者として貢献する形となっている。最近では、通勤車両の軽量化を目的として、骨材を使わずに、SUS 304製のハニカムパネルで車両を構成する技術検討も行われている¹¹⁾。

3.6 その他の製品

新日鐵住金ステンレスの前身である新日本製鐵(株)の独自鋼種名にはYUSが付くが、おそらくはその第一号で、1972年前後に商品化された溶接構造用のYUS 410Wと、その改良鋼であるYUS 410W-Mは、現在そのままNSSCブランドに引き継がれている。NSSC 410W-Mは、古くから冷凍車や海上冷凍コンテナの骨材として活用されてきた。コンテナの製造が日本から台湾、韓国、中国へと移るのに従って、この材料も出荷先を変えてきた。従来、海上冷凍コンテナの外装にはNSSC 410Wが、内装にはSUS 304が適用されてきたが、Ni高騰時には内装材としてSUS 304に換わって一部でNSSC 180が適用されるようになった。

NSSC 550(13Cr-2Ni-2Mo)は、高硬度と高耐食性とを両立したマルテンサイト系の新日鐵住金ステンレス独自の線材商品である¹²⁾。この鋼種は、適正な焼入れ焼き戻し処理



High strength fastener

写真7 NSSC 550の商品例
Application examples of NSSC 550

により、0.2%耐力1150N/mm²、引張強さ1750N/mm²、ヴィッカーズ硬さ(Hv) 550程度の極めて高い強度と硬度を発揮し、かつSUS 304と同等以上の耐食性を有する一方で、線材製品として重要な圧造性をも具備しているため、建材などに使用されるセルフタッピングねじ、高強度釘、各種の高強度ピン、高強度チェーンなどに適用されている(写真7)。

4. ステンレスを取り巻く情勢変化と新日鐵住金ステンレスの対応

4.1 原料価格乱高下

世界で最も多く使用されているステンレス鋼は、SUS 304であるが、その組成は、18%Cr-8%Niと高価なNiを多量に含有したオーステナイト系ステンレス鋼である。主要元素であるNiは、生産国が限られること(表2)¹³⁾もあり、高価かつ価格変動が大きいという欠点があり、それがステンレス鋼の高騰、急激な価格変動の主要因となっている。とくに2005年以降は、中国を中心とした東アジア圏でのステンレス鋼生産の増加による需給のアンバランスを背景に、Ni価格は従来の6倍に到りその後、急落するなど、極端な変動を記録した(図4)。

4.2 省資源に寄与するステンレス鋼の拡大

前述の原料価格乱高下影響を回避すべく、Niをほとんど含まないフェライト系ステンレス鋼や、Ni添加量を削

表2 Ni鉱石の主要生産国と生産量(2007年)
Production of nickel ore (2007)

Country	Production (× 10 ³ Ni-tons)	Ratio (%)
Russia	288	18
Canada	255	16
Indonesia	188	12
Australia	184	12
New Caledonia	125	8
Colombia	101	6
Philippines	80	5
Others	379	24
Total	1600	100

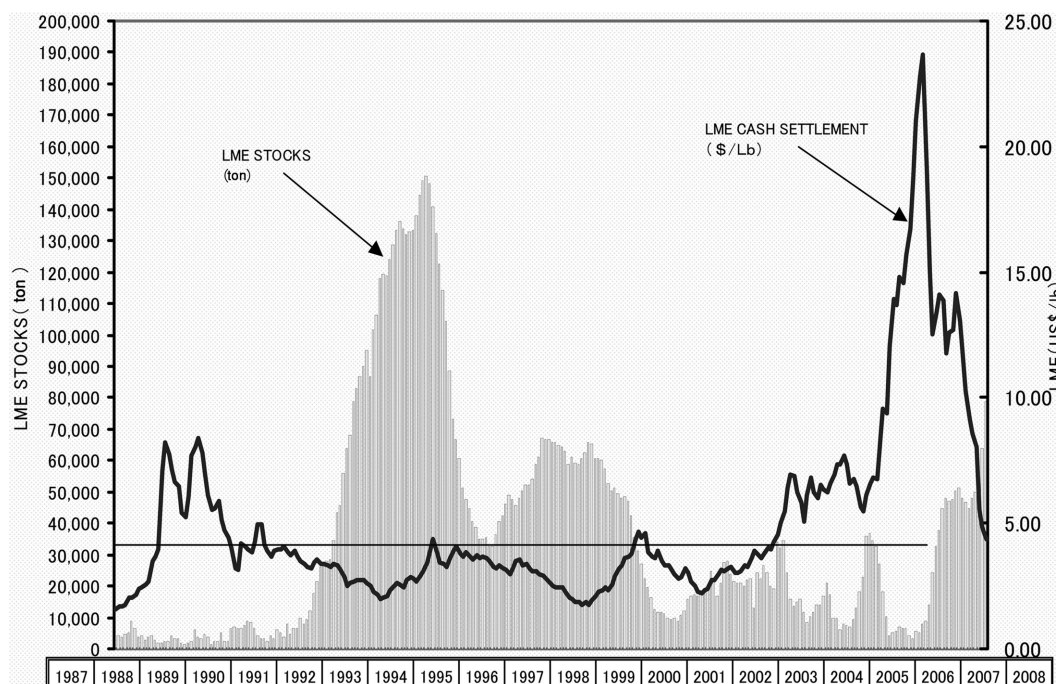


図4 LME ニッケル価格と在庫量推移
LME Ni cash settlement and stocks

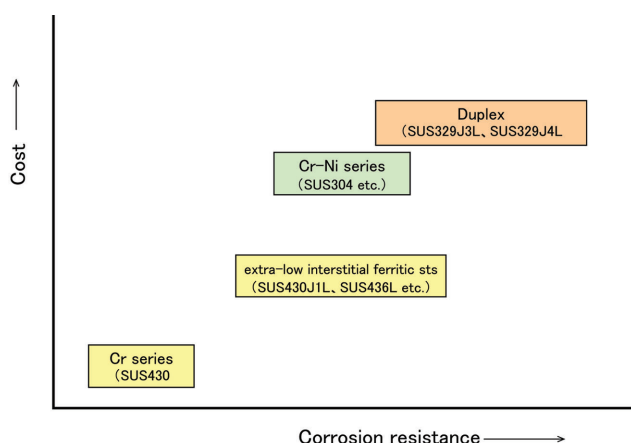


図5 高純度フェライト鋼、二相鋼の位置付け
Commodity concept of extra-low interstitial ferritic and duplex steels

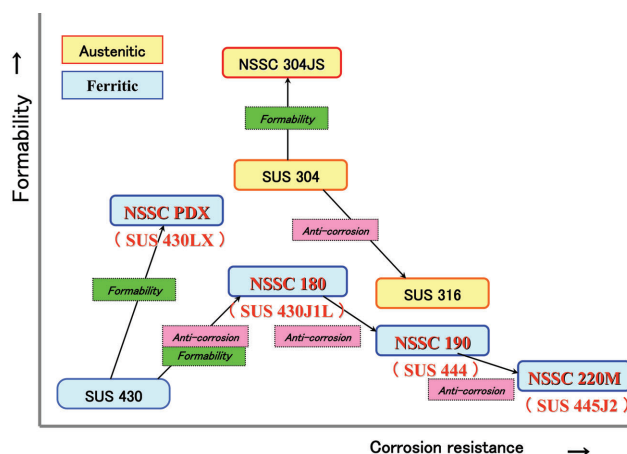


図6 NSSCの高純度フェライト鋼種特性概念図
Performance balance of typical NSSC ferritics

減した二相系ステンレス鋼が注目されている（図5）。以下にその概要を述べる。

4.2.1 高純度フェライト系ステンレス鋼

フェライト系ステンレス鋼の代表であるSUS 430は、17%Crの組成でNiを含有しないため安価なこともあり、市中で一般的に使用されている。しかし、耐食性には限界があり、また加工性においてもオーステナイト系ステンレス鋼に比べ劣るため、適用範囲は、腐食環境のマイルドな屋内使用かつ軽加工の用途など限定的であった。VOD法など近年の精錬技術の進歩により、工業ベースでの極低C、N化が可能となり、さらにTi、Nbなどの安定化元素を添加することにより、フェライト系ステンレス鋼の欠点を改善し、耐食性、加工性、溶接性を飛躍的に向上させた高純

度フェライト系ステンレス鋼（以下高純度フェライト鋼）が開発された。新日鐵住金ステンレスの代表的な高純度フェライト鋼の特性概念図を図6に示す。高純度フェライト鋼の歴史は古く、1980年頃まで遡るが、従来は、自動車用モール材や排気系材料、電気温水器缶体など特殊用途への適用が大部分であった。現在は、前述のNi高騰を背景に、高純度フェライト鋼のなかでも耐食性、加工性のバランスに優れ、またJIS規格鋼種（SUS 430J1L）でもあるNSSC 180は、SUS 304代替材として、厨房機器、家電内外装、食品タンク、建材金具、配管カバーなどへと、その適用範囲を急激に広げている（写真8）。

しかしながら、SUS 304に比して、高純度フェライト鋼は、完全に同一のパフォーマンスではないため、使用環境に応じた鋼種選定や、鋼種特性に合わせた加工法、加工条



写真 8 NSSC 180適用例
Application examples of NSSC 180

表 3 二相系ステンレス鋼の代表的性質
Typical characters of duplex (SUS 329J4L)

	—	Duplex	Austenitic steel	
		SUS 329J4L 25Cr-6Ni-3Mo-N-LC	SUS 304 18Cr-8Ni	SUS 316 18Cr-12Ni-2Mo
Mechanical properties	Grade symbol			
	Nominal composition			
	Ys (N/mm ²)	676	314	275
	Ts (N/mm ²)	846	618	588
Physical description	El (%)	24.4	59	58
	Hardness (Hv)	279	170	170
	Density (10 ³ · kg/m ³)	7.8	7.93	7.98
	Specific heat (0-100℃) [kJ/(kg · K)]	0.46	0.50	0.50
Corrosion resistance	Thermal conductivity (100℃) [W/(m · K)]	16.3	16.3	16.3
	Linear expansion coefficient (0-100℃) [10 ⁻⁶ · K ⁻¹]	10.5	17.3	16.0
Formability	Pitting potential [mV vs SCE]	Approx. 800	Approx. 300	Approx. 400
	Eriksen value (mm)	9.04	13.2	12.7
	CCV (mm)	63.4	38.0	38.4

件の設定、溶接条件設定が必要である。例えば、加工性の観点では、SUS 304が高エリクセン値を活かして主として張出し成形が用いられるのに対して、高純度フェライト鋼では、高ランクフォード値を活かした絞り成形の方向にチューニングを行うなどの工夫、対応が必要となる。これらチューニングに際しては、材料特性の把握と加工ノウハウの蓄積に加えて、需要家との密接な情報交換が欠かせない。新鋼種開発と、これらいわゆるソリューション技術との組み合わせが、適用範囲を広げてきた大きな要因といえる。

4.2.2 二相系ステンレス鋼

二相系ステンレス鋼（以下二相鋼）とは、文字通りフェライト／オーステナイトの二相が混在した金属組織を有したステンレス鋼であり、合金添加元素の両相へのバランスの取れた分配の結果、少ない合金添加元素量でありながら、優れた耐食性と高強度の特性を示す（表 3）。廉価、高耐食の特性を活かして、海水淡水化装置や各種化学プラントなどへの適用が進められている。今後、高強度特性を活用しての、薄手・軽量化や安全性向上への寄与が期待され

ている。

5. 今後の展望

5.1 社会要求変化

新興国での資源使用量の急増、地球温暖化と異常気象、建築、土木を中心とした社会インフラストラクチャーの老朽化、食に対する不信や凶悪犯罪の増加など、社会環境は大きく変化している。これらを背景とした、中長期的な社会要求のキーワードは、(1)省資源、(2)安心、安全、(3)環境、新エネルギー対応と考え、以下にこれらキーワードに対する新日鐵住金ステンレスの商品面での対応を述べる。

5.2 社会要求変化に対する新日鐵住金ステンレスの対応

(1) 省資源

省資源への取組みとしては、前述の高純度フェライト鋼と二相鋼への取組みを継続強化していく。高純度フェライト鋼の具体的商品としては、エアコン配管用高純度フェライト鋼フレキシブル管（写真 9）の販売を開始している。



写真9 エアコン配管用フェライト系フレキシブル管
Flexible tube for air conditioner

これは、高純度フェライト鋼の特徴を活かして、軽量化、施工性、廉価化を実現した商品であり、既存の銅配管のような高価な金属使用を抑制できることから、家庭用、業務用としての拡大が期待されている。

また、鋼種メニューの拡充や、オーステナイト、フェライトの両方を揃えた新日鐵住金ステンレス商品メニューの特徴を活かして、昨今の合金原料価格変動に応じて需要家が最適、最有利な鋼種を選定できるよう、選定ガイドの充実も図っていく。二相鋼では、従来の厚板系にとどまらず、薄板、棒線へと商品メニューを拡大し、需要家利便性の向上を図る。さらに二相鋼の特徴である高強度の活用による薄手化が可能となり、軽量化による使用量削減が期待されている。

(2) 安心、安全

高度成長期に建造された建築構造物は、築後約40年を経過し老朽化が深刻となり(写真10)、補修、再建が必要な時期を迎えつつある。ステンレス鋼は、耐食性を始めとする優れた特性から、これら建築構造物への適用での信頼性向上効果や寿命延長効果が大きい。具体的には、腐食環境の厳しい海洋土木構造物や、コンクリート被り厚アップが困難な建築物、橋梁、鉄塔などへのステンレス鋼構造物材適用が挙げられる。Niを含まずコスト的に有利なフェライト系ステンレス鋼鉄筋NSSD 410(図7)が、2008年にJIS化され、設計施工指針に織り込まれたことで適用の動



写真10 鉄筋コンクリート構造物の劣化例
Deterioration of reinforced concrete structures

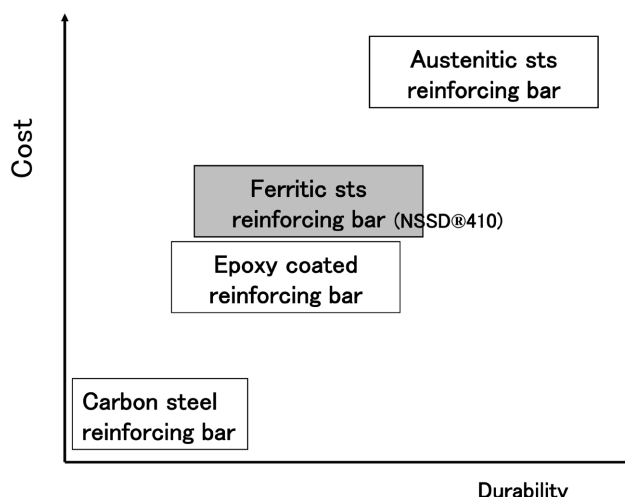


図7 NSSD® 410の位置付け
Commodity concept of NSSD® 410



写真11 歴史的建造物適用例(東京根津神社、福岡東長寺)
Application examples for historical buildings and structures
(Nezu shrine (Tokyo), Tocho-Ji temple (Fukuoka))

きが加速すると想定される。

現在までに200年住宅モデル事業や、超長寿命が期待される歴史的建造物(写真11)等にも採用されている。また前述の二相鋼も耐食性に加えて、高強度という特徴を活かした薄手・軽量化によるコストダウン効果が顕著であり、既に欧米では多くの分野での適用(橋梁、橋脚等)が進められており^{14,15)}、国内においても今後、本格検討が始まるものと期待される。

(3) 環境、新エネルギー対応

環境面では、地球規模での温暖化防止対策としての省エネルギー対策と脱化石燃料化(新エネルギー利用技術開発)への対応が急がれる。自動車における省エネルギーへの取り組み例では、①軽量化:高強度鋼適用による薄手化(二相鋼)、高耐食鋼適用による腐食代レス化、②排ガス高温化、排熱回収化:排ガス高温化に対応可能なエキゾーストマニホールド用鋼材開発、排ガス潜熱回収に伴う高耐食鋼開発などが挙げられる。同様の視点での熱効率向上施策検討は、ガス、石油等の分野でも進められており、廉価・高耐食ステンレス鋼の開発や評価技術確立への要求が大きい。

一方、新エネルギー関連では、①バイオ、劣質燃料対応、②普及型燃料電池用廉価鋼開発、③太陽光発電対応、④原子力発電、核融合技術開発など数多く上げられるが、いずれのフィールドでもステンレス鋼の寄与、活躍への期待は大きいと考えている。

6. 一貫品質保証力強化に対する取組み

品質保証は物造りの基本であり土台である。これが磐石でないと商品開発には取組めず、また、いかにより開発をしても商品として成立させることはできない。“一貫品質保証力”とは、製造から顧客が使用するまで一貫での品質保証力である。顧客の要望を正しく理解し、これに合致した設計、製造を行い、顧客の満足度を確認し、改善を次に繋げる。このPDCAを確実に回すことであり、これは品質コンプライアンスの基本プレーでもある。営業、ミル、輸送、二次加工、顧客と多くの関係者が関与するが、一つひとつの情報を正しくタイムリーに共有化することが重要である。

新日鐵住金ステンレス内では独自のデータベース“市場情報共有システム”を開発し、これらをシステムチックに運用している。情報の入力者（報告者）は各自の得た情報をシステムに登録する。情報の活用者は誰でもいつでもその情報を読むことができる。情報は報告だけの一方通行ではなく、誰でもコメントが記入できる対話型の特長を備えている。これにより、情報入力者は、自らの動きや意見を社内にアピールでき上司のアドバイスや反応が分かる。情報活用者は、知りたい情報を得やすく冷静な視点で情報が把握できる。情報を共有化することでその価値を高め、これをデータベースとして残すことで会社の財産にもなる。事例活用により横展開するときの危険予知、無駄防止および、人材育成にも有効である。現在、品質保証に係わる品質情報だけでなく、商品の開発や市場動向などの情報共有化にも日々活用している。

7. おわりに

ステンレス鋼の市場開拓と商品開発は、社会環境の変化と顧客ニーズの発掘によって拡大、進歩して来た。ステン

レス鋼が有する優れた“耐食性”と用途に応じた“意匠性”および“トータルコストミニマム化”等への貢献は、今後とも継続発展させる価値が大きいと思われる。ステンレス鋼素材としての省資源への取組みは、最重点課題の一つとして取り組んでいくが、成分調整的な発想から脱却できる方策についても深掘りを進めたい。また、ステンレス鋼の素材だけでなく、顧客の利用加工技術まで含めたソリューションを今まで以上に提供することにより、用途拡大がさらに進むようにしたい。

さらに、今後の成長分野として期待されている環境・新エネルギー対策、“安全、安心”につながる土木・建築分野への利用拡大はステンレス鋼の発展だけでなく、社会貢献の面からも大いに挑戦すべきものと判断している。ステンレス鋼の歴史は、まだ約100年程度であり未開拓分野も多いと思われる。将来を見据えながら、顧客のニーズを的確に把握し（先取りを含め）、新商品創出に挑戦して行く所存である。

参考文献

- 1) ステンレス協会編：ステンレス鋼便覧。第3版。東京、日刊工業新聞社、1995、p.13
- 2) 大村圭一：特殊鋼。50(10)、4(2001)
- 3) ステンレス協会：ステンレス鋼板用途別受注統計年報
- 4) 中田潮雄 ほか：新日鉄技報。(361)、25(1996)
- 5) 武藤泉：メンテナンス。(201)、17(1997)
- 6) 天藤雅之：ステンレス建築。(28)、22(2006)
- 7) 天藤雅之：コンクリートテクノ。27(11)、25(2008)
- 8) 佐藤弘隆 ほか：新日鉄技報。(377)、34(2002)
- 9) 河合康博 ほか：新日鉄技報。(385)、86(2006)
- 10) 小野山征生 ほか：鉄と鋼。63(5)、641(1977)
- 11) 及川昌志 ほか：新日鉄技報。(379)、84(2003)
- 12) 高野光司 ほか：新日鉄技報。(361)、43(1996)
- 13) JOGMEC：金属資源レポート。2008-9、p.8
- 14) The Concrete Society, Guidance on the Use of Stainless Steel Reinforcement. Technical Report No.51, London, 1998
- 15) Gedge, G.: Proceedings International Bridge Conference. Pittsburgh, 2005



大村圭一 Keiichi OMURA
新日鐵住金ステンレス(株) 商品技術部 担当部長 (現 商品開発部 担当部長)
東京都千代田区大手町2丁目6番1号
〒100-0004 TEL:(03)3276-4890



國岡信哉 Shinya KUNIOKA
新日鐵住金ステンレス(株) 商品技術部 商品技術室長 (現 技術部 生産技術室長)



古川雅三 Masami FURUKAWA
新日鐵住金ステンレス(株) 商品技術部 品質技術室長 (現 商品開発部 商品技術室長)