

2016年鉄鋼生産技術の歩み

Production and Technology of Iron and Steel in Japan during 2016

日本鉄鋼協会 生産技術部門

The Technical Society, the Iron and Steel Institute of Japan

1 日本鉄鋼業の概況

2016年の我が国の経済情勢は、政府の経済報告等によると、雇用環境・所得環境が改善し、緩やかな回復基調が続いているが、年前半では海外経済で弱さがみられたほか、国内経済についても、個人消費および民間設備投資は、所得、収益の伸びと比べ力強さを欠いた状況となっている。この結果、2016年度の実質GDP成長率は1.3%程度、名目GDP成長率は1.5%程度と見込まれている^{1,2)}。

(一社)日本鉄鋼連盟によると、2015年度の鉄鋼内需は、総じて停滞していたが、2016年度は建設市場における公共・民間土木工事や住宅建設が回復基調となった。一方で、製造業における設備投資等に関わる産業機械、電気機械は総じて力強さを欠いた。また、自動車関連では熊本地震等による影響で年央まで低迷していたが、その後の挽回生産や新型車効果等から下期に持ち直しが見られた。外需は先進国新興国ともに緩やかな回復傾向に転じたことから世界の鉄鋼需要も僅かながらも前年を上回った。

このような情勢を反映し、我が国の2016年(暦年)の粗鋼生産量は1億477万トンとなり、前年の1億513万トンと概ね同レベル(0.3%減少)となった(図1)^{3,4)}。国内の業界動向をみると、新日鐵住金(株)が日新製鋼(株)を子会社化することで検討を開始し、高炉および電炉各社でも設備休止や集約が進展した。また、中国をはじめとする鉄鋼生産能力過剰問題に対しては、G20構成国等により本問題を話し合う「鉄鋼の過剰生産能力問題に関するグローバル・フォーラム」が12月に正式に発足した。

鉄鋼原料となる鉄鉱石や原料炭に関しては、その価格が2011年をピークに下落傾向となり、2016年もこの傾向が続いていたが(図2)⁵⁾、原料炭に関しては、2016年後半より豪州の有力炭鉱の操業トラブルや中国の炭鉱操業規制等によって価格が従来の3倍以上に急騰しており、コストアップ要因として2017年以降の動向が大いに懸念されるところである。

2016年も鉄鋼各社は各社の海外戦略に沿って、種々の製品分野において東南アジア、ブラジル、メキシコ等の海外への投資・進出が行われた。一方で、2016年6月には英国におい

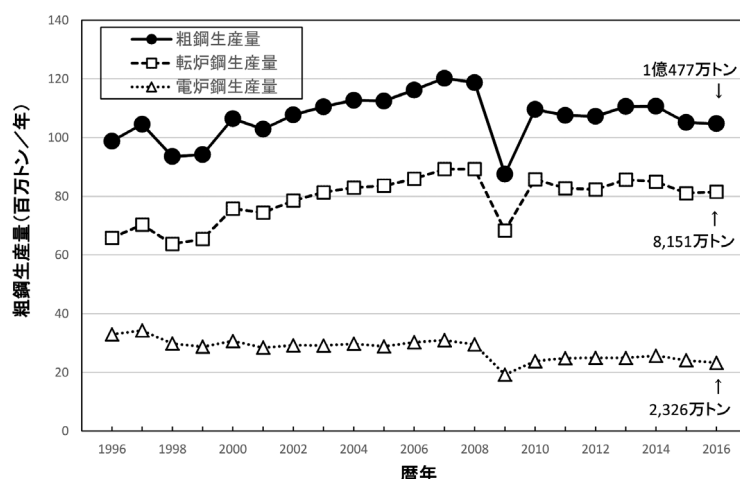
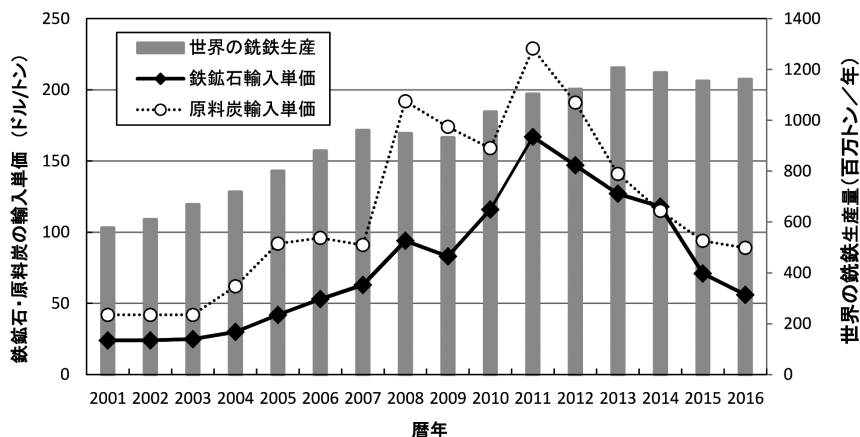


図1 我が国の粗鋼生産量の推移(暦年)^{3,4)}

図2 世界の鉄鋼生産量と鉄鉱石・原料炭の輸入単価推移（暦年）⁵⁾

て国民投票により、英国の欧州連合（EU）離脱が選択され、11月には米国の大統領選挙が行われ新政権が誕生することになったが、鉄鋼業界にとっても、今後の欧米諸国の保護主義的な動向が懸念される展開となった。

また、2016年は地球温暖化対策についても新たな展開があった。国際的には、2015年12月に第21回気候変動枠組条約締約国会議（COP21）でパリ協定が採択された。その後国内では、このような動向も踏まえて地球温暖化対策計画が2016年5月に閣議決定された。パリ協定が2016年11月に発効され鉄鋼業界としては、既に日本鉄鋼連盟を中心に取組を行っている低炭素社会実行計画を着実に実行していくことを再確認した。

以下に、2016年の我が国鉄鋼業を取り巻く状況として、鉄鋼原料の動向、鉄鋼需要産業の動向、我が国および世界の粗鋼生産の状況等について概要をまとめる。

1.1 鉄鋼原料の動向

鉄鉱石は鉄鉱石3大メジャー（ヴァーレ、リオ・ティント、BHPビリトン）の寡占化並びに増産基調が2016年も継続し、各社とも過去最高水準の生産が行われた。（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）の金属資源レポート⁶⁾によると、各社とも徹底したコスト削減で得た価格競争力を武器に激しいシェア争いを続けているとみられる。一方で、世界の粗鋼生産量は前年と横ばい、銑鉄生産量も2012年頃から横ばい基調となっている。鉄鉱石の生産量が高位に維持され供給量が過剰となっているために、鉄鉱石の価格は2011年をピークにして下落傾向が続いている。また、原料炭についても2016年9月頃まで需給関係は鉄鉱石と同様の状況であった。しかし、鉄鋼メーカーの原料炭契約価格の公表値によれば、2016年10月以降原料炭契約単価が高騰した⁷⁾。豪州の原料炭サプライヤーの操業トラブルによる供給減少が引き

金との報道があった⁸⁾。図2には、世界鉄鋼協会、財務省通関統計等による、世界の銑鉄生産量と鉄鉱石および原料炭の輸入単価の推移を示す⁵⁾。これによると、2011年には鉄鉱石は167ドル/トン、原料炭は229ドル/トンの最高値となっていたが、2016年には鉄鉱石は56ドル/トン、原料炭は89ドル/トンに低下し、概ね10年前と同じ水準となった。原料炭の契約価格高騰は、契約と輸入の時差のため輸入単価に影響しなかった。

1.2 鉄鋼需要産業の動向

日本鉄鋼連盟の鉄鋼需給四半期報⁹⁾、（一社）日本自動車工業会、（一社）日本造船工業会、（一社）日本電機工業会等のホームページによると、2016年の鉄鋼需要産業の動向は概略以下のとおりである。

詳細については、原典あるいは日本鉄鋼連盟、国土交通省、および各工業会のホームページを参照されたい。

【土木】2016年度の土木建設は、公共土木の公共事業費（2015年度補正予算と2016年度当初予算、第一・二次補正予算との合算等）予算規模が前年度から拡大したことや、2016年9月に「東京外環道」工事の大型受注や「新国立競技場」の受注等もあり、上期の公共土木工事は大幅に増加した。下期に入ってから、熊本地震や台風10号等の災害復旧・復興や、東京五輪関連の社会インフラ等の整備等も期待され、引き続き盛り上がるものと思われる。一方、民間土木工事は、首都圏を中心とした駅前再開発が進展、リニア中央新幹線（東京-名古屋間）の着工等から、年間を通して好調を持続する見込みとなった。

【建築】2016年度の住宅建設は、消費税率引上げを見越した駆け込み需要が見られる中、緩やかな回復傾向を辿った。利用関係別には低金利な住宅ローンの後押しから持家が回復傾向を辿ったほか、貸家は相続税対策も加わって高い伸びを続

け、住宅市場の牽引役となった。一方で、非住宅用建築物（事務所、店舗、工場等）は、年度下期にかけてオリンピック案件の始動が見られたものの、不安定な為替の動きに加えて、新興国経済の停滞、英国EU離脱、米国大統領交代等の世界経済の先行きへの不透明感から、企業の設備投資は盛り上がり欠ける状況が続いた。

【造船】 世界的な船腹過剰、海運市況低迷が続く中、2016年1月のNOx排出規制強化に伴う反動減もあって、受注環境は厳しく、造船所では手持ち工事を取り崩す状況にある。また、船主側からの納期後倒し要請も伝えられ、こうした受注減に加え、艤装期間の長いLNG船、大型コンテナ船等の建造ウェイト上昇といった船種構成変化も相まって、起工量、鋼材消費量とも減少する見込みとなった。他方、輸出船契約の動向は、船体構造に係る規制が強化される2015年7月およびNOx排出規制が強化される2016年1月を前に駆け込み発注が見られ、多くの造船所が2018年頃まで手持ち工事を確保したが、2016年以降は低迷が続いている。

【自動車】 2016年の国内新車販売台数は、軽自動車の燃費不正問題の影響等が長引き、登録車のうち特に普通乗用車が新型車効果で増加したが、通年では微減となった¹⁰⁾。一方で、完成車輸出は中東・アフリカ向けが低迷しているものの、欧州、アジア向けの回復や、一部メーカーの国内拠点活用動きが下支えし、増加する見込みであり、この結果、完成車生産は増加、鋼材消費量は若干増加の見通しとなった。日本自動車工業会によると、2016年の四輪車の生産台数は9,204,590台で、前年の9,278,321台に比べて、73,731台、約0.8%の減少となった¹¹⁾。

【産業機械】 化学機械は老朽化設備の更新や性能向上に繋がる機械への需要、運搬機械はネット通販業者の伸長に伴う運搬機器関連の増加や物流設備の省エネ・省力化投資から増加する反面、排ガス規制強化による駆け込み需要後の反動減から、鋼材消費ウェイトの大きい建設機械をはじめ、内燃機関、農業機械、産業車両も減少基調を辿っている。また、ボイラー・原動機も、日本経済の景気回復の遅れ等から発電設備の設置を先送りする動きが見られ、金属加工・工作機械も不安定な為替の値動きや中国向けスマートフォン関連需要が期待外れとなり、産業機械全体では、前年度を下回ると見込まれた。2016年の産業機械の受注額は、民需、官公需等が増加したものの、外需が大幅に減少し、全体では前年比4.9%減となった。

【電気機械】 家電は省エネ・高付加価値製品に対する需要に支えられ底堅く推移したほか、民生用電子も自動車生産の持ち直しに伴いカーナビが堅調に推移したことから前年水準を維持した。一方で、重電関連は国内火力発電向けの発電機は堅調なものの、外需が弱含んでいることに加え、製造業の設

備投資の慎重化が下押し要因となった。通信関連は固定電話のIP網への移行に向けた局用交換機の更新が完了したことなどから減少となった。

このような鉄鋼の需要産業の動向に対して、本会維持会員企業においては2016年も後述の表9に詳細を示す通り、土木・建築分野、自動車分野を中心に新たな製品が開発された。

1.3 我が国の粗鋼生産状況

我が国の2016年（暦年）の粗鋼生産量は1億477万トンとなり、前年の1億513万トンに対して0.3%の減少となった。2008年のリーマンショック以降、2013年、2014年と1億1千万トンを超えていたが、2016年は1億トン台をキープしたものの、2年連続で前年を下回る結果となった。炉別生産では、転炉鋼が8,151万トン（前年比0.5%増）、電炉鋼が2,326万トン（前年比3.3%減）となり、電炉鋼比率は22.2%（前年比0.7ポイント低下）となった（図1）。また、鋼種別では、普通鋼が8,074万トン（前年比1.2%減）、特殊鋼が2,403万トン（前年比2.5%増）となった。

日本鉄鋼連盟では、2017年度の鉄鋼需要見通しを発表している。これによると内需は、東京五輪関連をはじめ都市再開発・交通インフラ整備の加速による建設投資の拡大が見込まれ、製造業においても省力化・省エネ化投資は堅調が見込めるため、総じて前年を上回るとみられる。一方で、外需は世界経済が緩やかな回復傾向を辿るものの、中国の輸出増による世界的な需給緩和、通商問題の頻発が懸念されるため、鉄鋼輸出は前年度並みと想定されている。この結果、2017年度の粗鋼生産は、2016年度を上回る見通しであるが、世界的な政治リスク、急激な為替変動による外需の下振れリスク、原材料価格の上昇等に、留意が必要である¹²⁾。

1.4 世界の粗鋼生産状況

World Steel Association (WSA：世界鉄鋼協会)によると、世界の2016年（暦年）の粗鋼生産量は16億2,852万トンとなり、前年の16億1,537万トンに比べて0.8%の増加となった¹³⁾。世界の粗鋼生産量は、一昨年の2015年にこれまで増産を続けていた中国が前年よりも減少に転じたことにより、6年ぶりに前年より減少したが、2016年は再び増加に転じるようになった。主要国の粗鋼生産量をみると、トップ10の中では中国が再び増加に転じたこと、インドは継続的に増加傾向にあることが特徴である（表1）¹³⁾。一方で、主要66か国の2016年の平均操業率は69.3%であり¹³⁾、前年（2015年）の69.7%よりも0.4ポイント低下した。

中国の粗鋼生産量は対前年比率が増加に転じたが、これまでの年率10%を超えるような伸びはピークを迎え一段落してきた。中国政府は2016年初めに過剰生産能力に対する合

表1 粗鋼生産量のトップ10 (出所: WSA; 百万トン)¹³⁾

	2016年 トップ10	2013年	2014年	対前年伸び率 2014/2013 (%)	2015年	対前年伸び率 2015/2014 (%)	2016年	対前年伸び率 2016/2015 (%)
1	中国	822.0	822.8	0.1	798.8	▲2.9	808.4	1.2
2	日本	110.6	110.7	0.1	105.1	▲5.1	104.8	▲0.3
3	インド	81.3	87.3	7.4	89.0	1.9	95.6	7.4
4	アメリカ	86.9	88.2	1.5	78.8	▲10.7	78.6	▲0.3
5	ロシア	69.0	71.5	3.6	70.9	▲0.8	70.8	▲0.1
6	韓国	66.1	71.5	8.2	69.7	▲2.5	68.6	▲1.6
7	ドイツ	42.6	42.9	0.7	42.7	▲0.5	42.1	▲1.4
8	トルコ	34.7	34.0	▲2.0	31.5	▲7.4	33.2	5.4
9	ブラジル	34.2	33.9	▲0.9	33.3	▲1.8	30.2	▲9.3
10	ウクライナ	32.8	27.2	▲17.1	23.0	▲15.4	24.2	5.2
世界 合計		1650.4	1669.9	1.2	1615.4	▲3.3	1628.5	0.8

理化計画を表明し、この方針に沿って、国有大手の宝鋼集団（上海市）と武漢鋼鉄集団（武漢市）が再編協議を行い、12月には中国宝武鋼鉄集団として設立大会が行われた。まさに、中国鉄鋼業界の大型再編の動きが本格化してきたといえる。

インドは2016年も年率7%を超える高い前年比率で粗鋼生産量を伸ばした。今後も想定される人口の増加、それに伴う重工業向けや建設市場向け等の社会インフラ、自動車産業、電気機器産業等の鋼材需要が続伸することが予想されるので、今後も引き続き粗鋼生産量の伸びが続くものと予想されている。

2 技術と設備

2.1 日本鉄鋼業の技術的環境

昨年（2016年）は上工程での設備集約並びに集約計画の発表が相次いでおり、鉄鋼各社は最適生産体制を構築し生産性の向上と競争力の強化を進めている。新日鐵住金は、君津第3高炉を休止（2016年）した他、八幡製鉄所の鉄源工程の最適体制構築計画の方針変更を発表した。戸畑地区の新ブルームCC設置（2018年度末目途）、小倉第2高炉休止（2020年度末目途）、小倉地区製鋼工場（精錬・CC）休止（2020年度末目途）、戸畑地区CC1基休止（2020年度末目途）を行い、棒線品種並びに軌条品種の生産性向上と商品対応力強化を狙っている。また、(株)神戸製鋼所は鋼材事業の構造改革の一環として、2017年度を目途に、神戸製鉄所の上工程設備を加古川製鉄所に集約することを2013年に発表した。加古川製鉄所にブルーム連続铸造設備と溶鋼処理設備を新設し、加古川第2分塊工場の能力増強投資を実施したうえで、神戸製鉄所の高炉をはじめとする上工程設備を休止する計画が立てられた。このうち、機械攪拌式脱硫設備2基と脱りん炉は2014年4月に稼働開始し、2016年度には2基目の脱りん炉の建設も進められ2017年度には営業運転する予定である。これにより、上工程の余剰設備能力の解消と、コスト競争力強化を狙ってい

る。さらに、新日鐵住金と日新製鋼は、2017年3月を目途に新日鐵住金が日新製鋼を子会社化すること、およびこれを前提に、日新製鋼が呉製鉄所第2高炉休止による鉄源合理化を含む構造対策を検討し、その代替鉄源として新日鐵住金が日新製鋼に継続的に鋼片を供給することについて検討を開始することを2016年2月に発表した。

一方で日本鉄鋼各社は古い設備の保全並びに維持管理によるトラブルの未然防止や稼働率の向上に取り組んでいる。コークス炉の老朽化対策として従来炉の基礎部を流用するパドアップ工法による改修や新設が進められており、2016年に新日鐵住金では3件、JFEスチール（株）で1件の工事が完了した。

2015年に経済産業省では、金属素材産業の競争力強化を図るための方策として「金属素材競争力強化プラン」を取りまとめ、Ⅰ. 技術開発戦略、Ⅱ. 国内製造基盤強化戦略、Ⅲ. グローバル戦略の3つの戦略が示された¹⁴⁾。この中で、金属素材産業が直面する課題として、i) ユーザーからの素材に対するニーズの高度化と多様化、ii) 海外競合者のキャッチアップ、iii) 国内需要の減少やエネルギー・環境制約、人と設備の制約等、iv) デジタル化が及ぼす変革インパクト、を掲げた。Ⅰの技術開発の方向性としては、材料設計技術の開発、製造技術の開発、分析・評価技術の開発、人材育成、デジタルデータを用いた予防保全、資源・エネルギーの有効活用技術の開発、環境への負荷を考慮した素材開発、が示された。Ⅱの国内製造基盤強化としては、産業事故の防止、事業再編による競争力強化、エネルギー・環境問題への対応、デジタル化が及ぼす変革への対応、等が示され、Ⅲのグローバル戦略の一つとして、原材料供給リスクへの対応としてリサイクルを含めた資源循環が挙げられた。

我が国の鉄鋼産業は、異なる素材との組み合わせによる新しい価値の追求等、素材間協調にも配慮しつつ、素材間競争が進む中、例えば加工性の高い超高張力鋼の開発等、ユーザーニーズに答える製品開発を粛々と進め一層激化する国際

競争に打ち勝つべく産学官が連携して技術レベルの向上に努めている。以下には、鉄鋼技術の分野別に主要な技術動向や維持会員企業の技術的なトピックスを紹介する。

2.2 製鉄

2016暦年の鉄鉄生産量は8,019万トンであり、2015年の8,101万トンと比べ減少した¹⁵⁾。2016年末の高炉稼働状況については、新日鐵住金は君津第3高炉（内容積4,822m³）を3月12日休止したため、26基となった。神戸製鋼所は、加古川第3高炉を9月25日から12月23日の工期にて改修し、内容積を4,500m³から4,844m³に増加した。内容積5,000m³以上の高炉は14基で変化はなかった。平均出鉄比は2015年の1.86トン/m³・日に対して、1.92トン/m³・日と増加した。

近年の製鉄分野では、コークス炉の改修と高炉休止の動きが注目される。老朽化したコークス炉の改修は逐次進捗している。新日鐵住金が鹿島第1コークス炉F炉団増設、第2コークス炉E炉団増設、君津第4コークス炉A炉団、B炉団改修につづいて2016年には第5コークス炉の改修に着手した¹⁶⁾。JFEスチールは、西日本製鉄所倉敷地区の第6コークス炉B炉団増設、第1コークス炉A炉団、第3コークス炉A・B炉団、第2コークス炉A・B炉団、千葉地区の第6コークスA炉団の改修に続いて第6コークスB炉団改修に着手した¹⁷⁾。一方、製鉄工程のコスト競争力向上のために高炉の休止が進行している。新日鐵住金が2016年に君津第3高炉を休止し、君津製鉄所は高炉2本の生産体制となった¹⁶⁾。2017年に神戸製鋼所が神戸第3高炉を休止する予定である¹⁸⁾。日新製鋼は呉第2高炉の2019年以降の休止を予定し、呉製鉄所の高炉1本による生産体制とすると発表した¹⁹⁾。2020年には新日鐵住金の小倉第2高炉を休止するとの発表があった¹⁶⁾。比較的内容積の小さな高炉が停止し、高炉の稼働本数が減少するものの、1本当たりの平均内容積は増加する予定となっている。

焼結機の改修、新設の動きはなかったものの、JFEスチー

ルは、焼結機の点火炉に用いる高効率ジェットバーナーを開発し、2015年11月から西日本製鉄所倉敷地区の焼結機に導入した。このバーナー導入により従来に比べて燃料ガス使用量を30%低減し、年間2,100tのCO₂排出量を削減した。

2.3 製鋼

2016暦年の粗鋼生産は、1億477万トンであり、2015年の1億513万トンと比べ減少した（図1）。圧延用鋼塊に占める連铸鋼片の比率を図3に示す¹⁵⁾。特殊鋼の連铸比率は、95.2%であり、前年の94.9%と比べて微増した。

電気炉操業コストの低減を図る目的で、愛知製鋼（株）は、電気炉の排熱を蒸気回収し、一部を発電設備に供給する設備の建設に着手した²⁰⁾。中山鋼業（株）は、電気炉排ガスの廃熱をスクラップ予熱に利用する「次世代環境対応型高効率アーク炉」の導入を決定した。JFE条鋼（株）姫路製造所などに導入された「環境対応型高効率アーク炉（従来炉）」を改善したもので、既存設備の利用範囲を広げ初期投資、コストの抑制、工期の短縮を図りながら、従来炉と同等の省エネ効果を実現するものである。また、従来炉はすべて交流式アーク炉であったが、直流アーク炉へ初めて適用する事例である²¹⁾。

製鋼工程におけるコスト競争力改善の取り組みの一環として設備集約が進んでいる。2016年3月に共英製鋼（株）が圧延用鋼塊のビレットを製造していた枚方事業所大阪工場を閉鎖した²²⁾。同3月には大阪製鐵（株）が恩加島工場の製鋼工程を休止し、堺工場に集約した²³⁾。新日鐵住金の八幡製鐵所は戸畑地区にブルーム連铸機を新設し2019年の稼働を見込み、2021年には小倉地区の製鋼工場を休止すると発表した¹⁶⁾。神戸製鋼所は、上工程集約のため2017年に神戸製鉄所の製鋼工場を休止する予定であり、加古川製鉄所に第6連铸設備、溶鋼処理、脱りん処理設備を建設中である¹⁸⁾。これらの工場は、製鋼工程を停止後、他所が製造する圧延用鋼塊を圧延工程に供給し最終製品を製造する予定である。

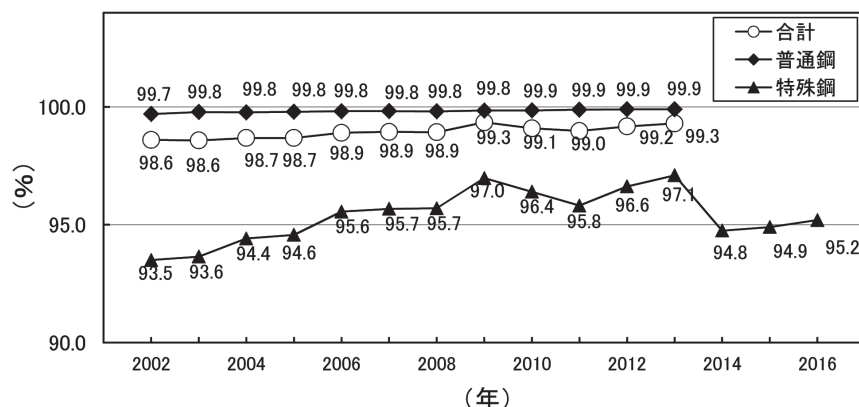


図3 圧延用鋼塊に占める連铸鋼片の比率¹⁵⁾

2.4 鋼材

2.4.1 薄板

新日鐵住金は、排気ガasket用高機能ステンレスばね鋼板の実用化をした。これは、高温化する自動車排気系で使用されるガasket用に600℃程度まで実用強度を維持できる高耐熱性のステンレスばね鋼板を開発・実用化したものである。この開発に対して、2016年11月に日本ばね学会より技術賞が授与された。

JFEスチールは、1,470MPa級超高強度冷延鋼板を開発し、バンパーレインフォースメント用として採用された。冷間加工による自動車構造用部品の強度としては、世界最高強度レベルとなる。JFEスチール独自の焼入れ(WQ)方式の連続焼鈍プロセスの極めて高い冷却速度(1000℃/sec以上)を活用して、遅れ破壊に悪影響を及ぼす合金添加元素を極限まで低減することで、1,470MPa級の高い強度と耐遅れ破壊特性を両立させた。

東洋鋼板(株)は、ステンレス基材上にAuやPt、Pdなどの貴金属を無電解めっきする際の表面改質技術を開発し、高被覆、かつ極薄のめっき皮膜形成を可能とした。この技術は、ステンレス基材上に貴金属を無電解めっきする前に、表面改質を行い、①不活性なCr酸化物の除去、②活性な金属結合状態を有するFe基、Ni基が濃化した表層を発現することにより、置換めっきが容易に進行しやすくなり、膜厚が極めて薄い領域においても被覆率の高いめっきを達成するのである。

また日本冶金工業(株)は、高ニッケル合金の広巾コイルの製造を可能とした。過酷な腐食環境下で使用される高ニッケル合金は溶接作業の効率化のため広巾コイルのニーズが高い。しかし高温強度が非常に高いため、熱延ミルでは1メートル巾コイル製造が限界であった。日本冶金工業では開発技術を組み込み、熱延時の圧力負荷を軽減し4フィート巾化に成功した。

2.4.2 厚板

新日鐵住金は、塗装の塗替周期延長を可能にする新たな耐食鋼を開発した。鋼材に添加した微量スズ(Sn)の効果により、同じ塗装条件・使用環境下で塗膜欠陥部における鋼材腐食量や塗膜剥離面積が、従来鋼に比べ大幅に抑制し、ライフサイクルコスト(LCC)縮減を実現する。

JFEスチールは、衝突時の安全性を高める船舶用高強度高延性厚鋼板を開発した。この鋼板は、ミクロ組織を最適に制御することで、従来鋼と同等の溶接施工性を維持しつつ、同一強度の従来鋼と比べ高い伸び特性を有し、船舶の衝突時に破断までの吸収エネルギーを、従来鋼に比べ2割以上向上させる。さらにJFEスチールは、大入熱溶接施工対応

TMCP型中厚YP460MPa級厚鋼板を開発した。この鋼板は、高能率の各種大入熱溶接施工に対応し、溶接熱影響部の強度および靱性が確保できる。

日本冶金工業は、スーパー二相厚板形状のNORSOK認証範囲を拡大した。2015年に汎用二相、スーパー二相、スーパーオーステナイトステンレス鋼の厚板・熱帯形状でNORSOK規格認証を取得し、2016年にはスーパー二相の認証範囲を拡大、つまりS32750の厚板形状の板厚範囲を31mm以下から40mm以下に拡大し、新規鋼種としてS32760の厚板形状で認証を取得した。石油・ガス分野への適用拡大が期待できる。

2.5 システム

海外を中心に、鉄鋼企業が製品出荷時に提供するミルシートが何者かにより偽造され、顧客から問い合わせを受けるケースが多くなっている。JFEスチールは、鉄鋼製品向けミルシート偽造判定システムを稼働させた。このシステムは、偽造防止用紙に印字されたマトリックス型二次元コードをスマートフォンで読み込むことにより正規ミルシート内容を参照することができ、その画面から直接問い合わせもできるシステムで、2016年3月から知多製造所で製造された鋼管のミルシートに導入された。

また、JFEスチールは外航船による鋼材輸送における配船費用処理システムを2015年12月に稼働させた。外航船の鋼材輸送においては期間や数量などの条件が変更になるケースが多発し、書面にて事後清算していたが、インターネットを介してクラウドサービスを活用することにより商社や船会社を含む社内外の関係者がリアルタイムに費用処理を行うことができるシステムを構築し、処理にかかる期間を半減した。

2.6 環境・エネルギー

2.6.1 政府の取組み

2016年11月7日から18日まで、モロッコのマラケシュにおいて、国連気候変動枠組条約第22回締約国会議(COP22)、京都議定書第12回締約国会合(CMP12)等が行われた。また、11月4日にパリ協定が発効したことを受けて、15日から18日までパリ協定第1回締約国会合(CMA1)が行われた²⁴⁾。

今回のCOP22を通じて、(i)包摂性に基づく意思決定の確保、(ii)パリ協定の実施指針をめぐる議論の推進、(iii)日本の気候変動分野での国際協力についての発信、の日本の主な3点の目標はおおむね達成できたと評価される。また、パリ協定の早期発効およびCMA1の開催を歓迎するとともに、全ての国が関与する形で今後も交渉が行われることとなったことが高く評価される。実施指針等に関する議論を促進する観点から、採択の期限が2018年に決まったことも重要な成

果である。ただし、一部途上国より、先進国のみの取組を求めるべきとのパリ協定採択以前の主張が繰り返されたこと等により、今次会合においては主張の違いが明確になったことから、今後どのように建設的かつ速やかに議論を進めていくかが課題となる²⁴⁾。

2.6.2 日本鉄鋼業の取組み

日本鉄鋼連盟は、京都議定書第一約束期間に実施した「自主行動計画」に続き、現在、2020年度をターゲットとした低炭素社会実行計画フェーズⅠを推進している。また、2014年11月には、我が国の約束草案（2030年度目標）の策定に先駆け、2030年度をターゲットとする低炭素社会実行計画フェーズⅡを策定した。これらの自主的な取組みの基本コンセプトは、「エコプロセス」、「エコプロダクト」、「エコソリューション」の3つのエコと「革新的技術開発」の4本柱である²⁵⁾。

エコプロセスは鉄鋼生産プロセスにおける省エネ／CO₂削減努力を目指すものであり、エコプロダクトは高機能鋼材の供給による製品の使用段階での削減に貢献するもの、そしてエコソリューションは日本鉄鋼業が開発・実用化した省エネ技術の移転普及による地球規模での削減に貢献するものである。革新的技術開発としては、革新的製鉄プロセスの開発（COURSE50）と革新的製鉄プロセスの開発（フェロコークス）に主に取り組んでいる。表2に低炭素実行計画の目標を示す²⁵⁾。

COURSE50事業は2008年度から取り組んでいるが、フェーズⅠ STEP1（2008－2012年度）では主に水素による鉄鉱石還元と高炉ガスからのCO₂分離回収等の要素技術開発を行った。主な成果として、水素還元によるCO₂低減効果（－3％）を確認した。さらにCO₂分離回収の所要エネルギー量を2GJ／トン-CO₂まで半減する技術を開発した²⁶⁾。続いて2013年度から5年間の予定でフェーズⅠ STEP2が開始され

た。STEP2では各要素技術を統合したパイロットレベルの総合実証試験を行い、実証規模試験を行うフェーズⅡにつなげていくため、a) 高炉からのCO₂排出削減技術として、12m³の試験高炉により高炉からのCO₂排出量を削減する技術を確認すること、b) 高炉ガスからのCO₂分離回収技術として、高炉ガスからのCO₂分離回収コスト2,000円／トン-CO₂を可能とする技術を確認することを目標としている²⁷⁾。

12m³試験高炉を新日鐵住金君津製鐵所に建設し、2015年12月に熱間試運転にて初出銑を行なった。2016年7月には約3週間の第1回の試験操業を実施し、8月下旬から解体調査を実施した。水素還元によるCO₂排出の1割削減の目標に対して、目標は未達ではあるがほぼ当初の期待通りに炭素投入量を減少させることが確認された。さらに高炉内部の数学モデルによる3D数値シミュレーション結果と試験高炉の操業結果がほぼ合致し、シミュレーションの精度の高さが確認された²⁸⁾。

フェロコークス事業は、2006年度から3年間、経済産業省の産学共同プロジェクト「革新的製鉄プロセスの先導的研究」で推進され、さらに2009年度から4年間（国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）・経済産業省の「資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発」プロジェクトとして実施された。このプロジェクトは2012年度で一時的に終了したが、製造能力300トン／日規模のフェロコークス製造の実証プラントを建設し、長期操業技術の確立と製鉄工程における省エネルギー効果の確認を目的としたプロジェクトを推進することが2016年に決められた。2017年度から5年間の予定で「環境調和型製鉄プロセス技術の開発（フェロコークス活用製鉄プロセス技術）」の公募がNEDOから予告された。

フェロコークスとは、低品位の石炭と鉄鉱石を原料とし、成型、乾留により、微細な金属粉を内包した高反応性の成型

表2 日本鉄鋼連盟の低炭素社会実行計画の目標²⁵⁾

		フェーズⅠ	フェーズⅡ
エコプロセス		BAU※1比500万t-CO2の削減目標	BAU※1比900万t-CO2の削減目標
エコプロダクト		約3,400万t-CO2の削減貢献（推定）	約4,200万t-CO2の削減貢献（推定）
エコソリューション		約7,000万t-CO2の削減貢献（推定）	約8,000万t-CO2の削減貢献（推定）
革新的技術開発	革新的製鉄プロセスの開発（COURSE50）	水素による鉄鉱石の還元と高炉ガスからのCO2分離回収により、生産工程におけるCO2排出量を約30％削減。2030年頃までに1号機の実機化※2、高炉関連設備の更新タイミングを踏まえ、2050年頃までに普及を目指す。	
	革新的製鉄プロセスの開発（フェロコークス）	高炉内還元反応の高速化・低温化機能を発揮するフェロコークス及びその操業プロセスを開発し、製鉄プロセスの省エネルギーと低品位原料利用拡大の両立を目指す革新的技術開発を行う。	

※1：BAUとは、Business as usualの略称であり、本目標では、2005年度を基準としてそれぞれの粗鋼生産量において想定されるCO2排出量を意味する。

※2：CO2貯留に関するインフラ整備と実機化に向けて経済合理性が確保されることが前提。

コークスである。金属鉄が高炉での還元反応速度を速めるため、従来に比べ少ないコークス量（炭素量）で酸化鉄を還元できる。CO₂排出量削減と省エネルギーを図ることができ、現行高炉操業に対して最大約10%の省エネルギーおよび約20%の高品位炭使用量削減を目標としている。

2009年度開始のプロジェクトでは、主にJFEスチール東日本製鉄所（京浜地区）に設置した30トン／日規模の製造設備で製造した2,100トンのフェロコークスを用いて、2012年度にJFEスチール東日本製鉄所（千葉地区）第6高炉にて5日間の使用試験を実施し、コークス使用量の約10%をフェロコークスに置き換え高炉操業における影響を評価した。高炉への装入方法の適正化等により操業への悪影響もなく、還元材比、コークス比が計画通り低下することを実証した²⁹⁾。

個別鉄鋼企業の取り組みとしては、JFEスチールが焼結鉄の製造工程において焼結原料に点火するための高効率バーナの開発を行った。このバーナは、二つのバーナを組み合わせることにより火炎の安定化と高速化を同時に達成し、加熱面での熱伝達の促進により高いエネルギー効率を得ることができる。JFEスチールはこの技術を2015年11月に西日本製鉄所倉敷地区の焼結工場に導入し、従来に比べて燃焼ガス使用量の約30%の低減と、年間約2,100トンのCO₂削減に寄与した。なお、この技術開発は平成28年度の地球温暖化環境大臣表彰を受賞した。

また、大同特殊鋼（株）は、熱処理用の焼鈍炉などの間接加熱に用いる省エネ型燃焼システムを開発した。本システムはラジアントチューブバーナにおいて、チューブ排気側に新たに開発した高輻射材と高効率熱交換器を設置し、排ガス顕熱を効率的にチューブ側に輻射伝達するとともに、排ガスと燃焼空気の熱交換により排ガス顕熱の回収を効率的に行うものである。これらの高輻射材と高効率熱交換器の素材は熱伝導率が高く熱衝撃に強い炭化けい素を採用し、さらに熱交換器は、3Dプリント技術の採用により従来は製造困難であった複雑形状の広い熱交換面積を有している。その結果、リジェネレイティブバーナに肉薄する省エネ性能を達成し、同社の従来システムと比較して燃料ガス原単位10.2%減の省エネ効果を確認した。

2.7 建築・土木

新日鐵住金は、従来の鋼管杭の現場溶接に対して短時間接合が可能な機械式継手を開発した。継手の構造に4段のギア構造を採用することでコンパクト化、軽量化を達成した。適用範囲は、鋼管径400～1600mm、鋼種SKK400、SKK490に加えて570MPa級の鋼管に対応する。2016年2月に（一財）土木研究センターの建設技術審査証明を取得し、同年8月に八幡製鉄所内の工事に初適用した。

JFEスチールは、建築構造用低降伏点鋼材を地震エネルギーを吸収する鋼板パネルとして用い、巨大地震や長周期地震動に対する超高層建築をはじめとする建築物の被害を抑制できる建築構造用制震デバイスを開発し、（一社）日本建築センターの評定を取得した。また建築向けの冷間ロール成形角形鋼管に対する耐火被覆（吹付けロックウール）を40%以上削減して、国土交通大臣より耐火構造の認定を取得した。

また土木向け製品として、JFEスチールは（株）大林組およびジェコス（株）の3社と共同で、地下壁の施工に際し仮設土留め壁として利用した特殊な鋼矢板と鉄筋コンクリートを一体化させて本設の合成地下壁を構築する工法を開発し、（一財）国土技術研究センター（JICE）より建設技術審査証明を取得した。これは、T形鋼および定着用鉄筋をハット形鋼矢板にあらかじめ溶接した合成構造用鋼矢板を用いることで、鋼矢板と鉄筋コンクリートとの接合強度を高めたもので、壁厚を縮小できるというメリットなどがある。さらにJFEスチールは、土木向けに鋼製リングを2重構造として現地で組み立てた後、鋼製リング間にコンクリートを充填する大口径合成構造ケーソン工法を開発した。

3 技術貿易・技術開発

3.1 技術貿易

図4に鉄鋼業の2015年度までの技術貿易収支の推移を示す³⁰⁾。技術輸出対価受け取り額は前年度と比較して13%増加し、技術輸入対価支払い額は約4倍に増加した。

3.2 研究費支出・研究者数

総務省統計局「科学技術研究調査」の結果の概要にある統計表の第3表 企業における研究活動にあるデータを用いて、

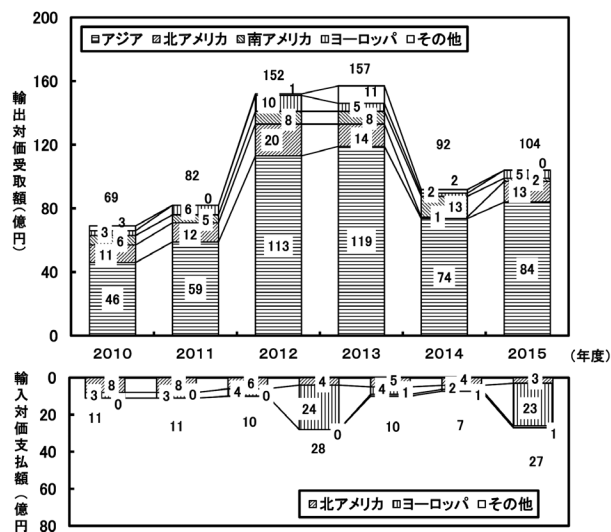


図4 鉄鋼業の技術貿易収支³⁰⁾

以下の3項目を整理した。その結果を図5～図7に示す³¹⁾。

〔売上高対研究費支出比率〕 全産業はここ5～6年横ばいが続いていたが、2015年度は過去20年で最高水準まで増加し、鉄鋼業も2002年度のレベルまで増加している。

〔従業員1万人あたりの研究本務者数〕 全産業は2013年度までの増加傾向から転じ、ここ2年は微減傾向であり、鉄鋼業は2011年度まで増加傾向で最高値を示したが、2012年度以降落ち込み状態が続いている。

〔研究本務者1人あたりの研究費〕 2015年度は、全産業では2004年度の底から1999年度レベルまで増加している。また、鉄鋼業ではリーマンショックによる落ち込みから毎年順調に増加し、2007年度レベルまで回復した。

3.3 公的資金を活用した研究開発の動向

鉄鋼関連の技術開発プロジェクトに関し、NEDOの「次世代10MW級海洋温度差発電プラントのコア技術研究開発」が2015年度で終了したが、2016年度に新たに経済産業省の「超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト」(2016～2020年度、2016年度19.5億円、委託先NEDO) がスタートした。本

事業の狙いは、主に有機系材料を対象とした従来に無い材料設計シミュレーションの開発や人工知能を活用した材料開発支援等を、革新的な試作プロセス開発や評価計測技術開発と共に行うことで、これまで“経験と勘”に基づいた材料開発文化に変革の兆しを誘発すると共に、競争力の高い日本の素材産業の優位性を確保することである。

主要継続プロジェクトは、①文部科学省の「ヘテロ構造制御金属材料プロジェクト」(2010～2019年度、委託先：(国研)科学技術振興機構(JST))、②経済産業省の「環境調和型製鉄プロセス技術開発(COURSE 50) Step2」(2013～2017年度、委託先：NEDO)、③経済産業省の「革新的新構造材料等技術開発」(2014～2022年度、2016年度予算：43.5億円)、④内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」の「革新的構造材料」(2014～2018年度、委託先：JST) などである。

公的資金を取得して行っている鉄鋼関連の研究・技術開発テーマの主なものを表3に示す。プロセス、環境・エネルギー分野、材料開発分野などで多くのテーマが取り組まれている。

4 技術系人材育成

本会では、業界横断的な人材育成を目的として、企業人材育成事業(鉄鋼工学セミナー、鉄鋼工学セミナー専科、鉄鋼工学アドバンスセミナー)および学生人材育成事業を継続して実施してきている。

学生人材育成については従来行ってきた「学生鉄鋼セミナー」に加え、2011年度より産学人材育成パートナーシップ事業を継承し、修士学生対象である「鉄鋼工学概論セミナー」、学部学生対象である「最先端鉄鋼体験セミナー」を実施している。「鉄鋼工学概論セミナー」は、鉄鋼基礎工学と現場での技術開発について大学および企業側講師から講義を行い、最終日に工場見学(2016年度はJFEスチール東日本製鉄

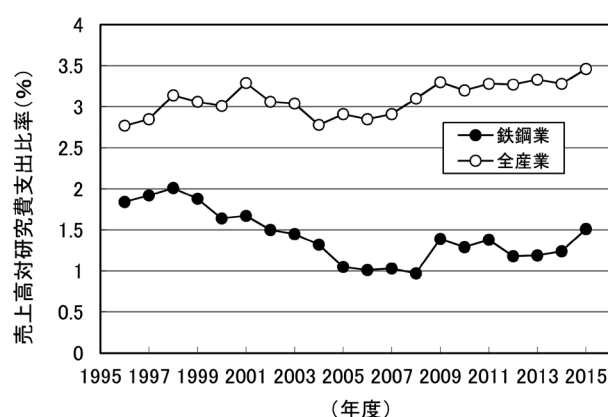


図5 売上高対研究費支出比率の経年変化³¹⁾

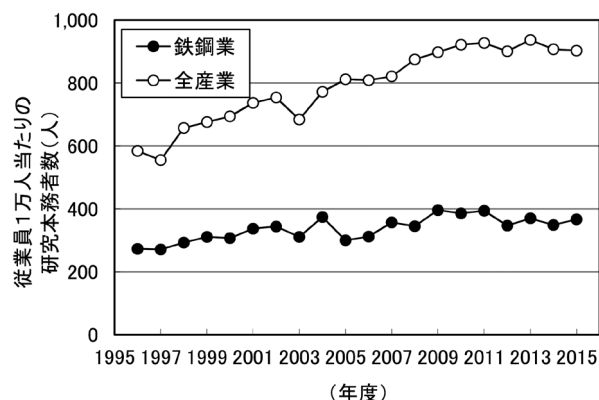


図6 従業員1万人当たりの研究本務者数の経年変化(人)³¹⁾

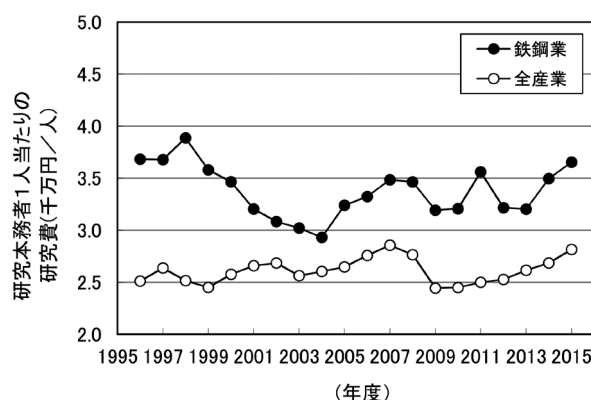


図7 研究本務者1人当たりの研究費の経年変化(万円/人)³¹⁾

所千葉地区)を行う3.5日コースの講座で、15大学から26名の参加者があった。「最先端鉄鋼体験セミナー」は鉄鋼に関する最先端技術や将来の展望を紹介し、工場見学を行う1日コースの講座であり、新日鐵住金鹿島製鐵所、JFEスチール西日本製鐵所福山地区、神戸製鋼所加古川製鐵所の3箇所で開催され、トータル73名が参加した。

その他、鉄鋼企業の経営幹部による「経営トップによる大学特別講義」を10大学で、経産省または企業講師による「鉄鋼技術特別講義」を15大学で実施し、トータル約1,800名の学生が聴講した。また、大学が企画する製鐵所見学のバス代を補助する事業も実施している。

5 本会における技術創出活動

本会では、生産技術部門に属する技術部会および技術検討部会が中心となって鉄鋼生産技術に関する技術情報の調査、技術開発課題の抽出と課題解決に向けた活動を行っている(表4)。

5.1 技術部会

鉄鋼製造にかかわる特定分野毎の活動を推進している技術部会は、部会大会を定期的に開催し、現時点で重要な課題

を共通・重点テーマとして活発な議論を行っている(表4)。2016年度は、2015年度同様35の部会大会(春季17大会、秋季18大会)が開催された。参加者延べ人数は2,798名(そのうち大学等研究者の延べ参加人数は66名、2015度から5名減)であり、2015年度の2,744名から約50名増加した。

また、学術部会との連携も定着しており、部会大会や若手育成のための企画への大学研究者の参加、学術部会との合同企画等、交流が推進されている。さらに部会によっては、国際会議への参加や海外技術の調査および工場等の見学、海外からの訪問団受入れ等を行い、国際交流活動も増えつつある。部会毎の特定技術課題を共同で重点的に検討する技術検討部会については、19テーマで活動した。従来から継続している若手技術者対象の講演会や異業種見学・講演会等についても、新たに企画する部会が増える傾向にある。

5.2 技術検討部会

分野横断的、業際的技術課題を検討する技術検討部会は、原則として期間を3年以内として活動している(表4)。2016年度は、新たに「一貫製造プロセス造り込みによる実用構造用鋼の極限特性追求実用構造用鋼における信頼性向上」技術検討部会が活動を開始した。

表3 鉄鋼業における公的資金取得研究テーマの一例

分類	事業名称	委託先	開始年度	終了年度
プロセス	環境調和型製鉄プロセス技術開発(COURSE50) Step2	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2013	2017
	戦略的エネルギー技術革新プログラム	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2014	2016
要素技術	先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発費補助金	経済産業省	2008	2016
	ヘテロ構造制御金属材料プロジェクト	(独)科学技術振興機構	2010	2019
	元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型> 構造材料	文部科学省	2012	2021
	ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2014	2017
	戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) 革新的構造材料	内閣府	2014	2018
製 品	先進超々臨界圧プラント(A-USC)技術開発	経済産業省	2008	2016
	次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料開発	経済産業省	2012	2016
	革新的新構造材料等技術開発	経済産業省	2013	2022
	水素利用技術研究開発事業	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2013	2017
その他	次世代3D積層造形技術総合開発	経済産業省	2014	2018
	超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト	(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2016	2020

表4 生産技術部門における技術創出活動の主体

種 類	活動内容
技術部会	・対 象：鉄鋼製造全般にかかわる特定分野 ・部会種類：製鉄、コークス、製鋼、電気炉、特殊鋼、耐火物、厚板、熱延鋼板、冷延、表面処理鋼板、大形、棒線圧延、鋼管、圧延理論、熱経済技術、制御技術、設備技術、品質管理、分析技術、以上19部会 ・参 加 者：鉄鋼企業の技術者、研究者、大学等教職員 ・活動目的：現場技術水準の向上を目的とした鉄鋼生産に関する技術交流、各分野における技術課題の抽出と課題解決、若手技術者の育成、産学連携による技術向上、海外との技術交流 ・活 動：部会大会(年1～2回)、特定テーマを扱う技術検討会、若手育成のための講習会等各種企画、等
技術検討部会	・対 象：鉄鋼生産プロセスの各分野にまたがる分野横断的、または業際的技術課題 ・部会種類：自動車用材料検討部会(第Ⅶ期)、一貫製造プロセス造り込みによる実用構造用鋼の極限特性追求実用構造用鋼における信頼性向上技術検討部会、压力容器用材料技術検討部会、以上3部会 ・活動内容：技術の方向と課題解決のための技術討議、調査等の研究、他学協会との情報交流、等

表5 日本鉄鋼協会の研究助成制度

種 類	活動内容
鉄鋼研究振興助成	・主旨：鉄鋼研究の活性化、鉄鋼の基礎的基盤的研究の支援、若手研究者の育成 ・募集：公募により毎年採択、受給期間は2年間。 ・特徴：研究者個人を対象、若手枠を設置 ・件数：72件(2016年度受給者数)
研究会	・主旨：鉄鋼研究の活性化、技術革新の基盤創生、産学連携による人的研究ネットワーク構築 ・募集：提案、公募により毎年度採択、活動期間は原則として3年間 ・特徴：大学等研究機関からのシーズ主導の基礎的・先端的テーマを扱う「研究会Ⅰ」と鉄鋼企業からのニーズ主導の応用的・産業的テーマを扱う「研究会Ⅱ」を設置 ・件数：21件(2016年12月末現在活動中)
鉄鋼協会研究プロジェクト (旧産発プロジェクト展開 鉄鋼研究から名称変更)	・主旨：鉄鋼業の技術課題の解決、重要かつ基盤的領域の研究、国家プロジェクト等への展開 ・募集：公募により採択、活動期間は原則として3年間 ・特徴：鉄鋼企業からのニーズ主体のプロジェクト ・件数：1件(2016年12月末現在活動中)

表6 2016年度活動 研究会

型	研 究 会 名	所属部会等	主 査	研究期間
I	固液共存体の挙動制御によるマクロ偏析低減	高プロ	大野 宗一(北大)	2014～2016年度
I	熱間圧延ロール	創形	小森 和武(大同大)	2014～2016年度
I	鉄鋼インフォマティクス	材料／創形	足立 吉隆(鹿児島大)	2014～2016年度
I	小型中性子源による鉄鋼組織解析法	評価分析	大竹 淑恵(理研)	2014～2016年度
II	円周ガイド波による配管減肉検出技術Ⅱ	設備技術	西野 秀郎(徳島大)	2014～2016年度
II	鉄鋼スラグ中フリーMgO分析法の開発と標準化	分析技術	洪川 雅美(埼玉大)	2014～2016年度
II	スケールの伝熱特性支配因子調査	圧延理論	須佐 匡裕(東工大)	2014～2016年度
I	高度循環製鉄に向けた鋼中遷移金属・循環元素の熱力学	高プロ	小野 英樹(阪大)	2015～2017年度
I	スマート製鉄システム	環境／高プロ	加藤 之貴(東工大)	2015～2017年度
I	先進的多軸応力試験による鋼板成形の高度化	創形	桑原 利彦(農工大)	2015～2017年度
I	鉄系金属ガラスの粘性流動成形技術開発	創形	川崎 亮(東北大)	2015～2017年度
I	水素脆化の基本要因と特性評価	材料／評価分析	高井 健一(上智大)	2015～2017年度
II	新規コークス製造プロセス要素技術	コークス	青木 秀之(東北大)	2015～2017年度
I	通気性確保に向けた高炉内融着現象の制御	高プロ	埜上 洋(東北大)	2016～2018年度
I	適応的エリアセンシング手法を用いた知能化設備異常診断	計測	玉置 久(神戸大)	2016～2018年度
I	溶鋼リアルタイム分析	評価分析	出口 祥啓(徳島大)	2016～2018年度
I	鉄鋼中の軽元素と材料組織および特性	材料／評価分析	沼倉 宏(大阪府立大)	2016～2018年度
I	未利用熱エネルギー有効活用	環境	沖中 憲之(北大)	2016～2018年度
II	アルカリ溶出抑制のための製鋼スラグ凝固組織制御	スラグ技術検討WG	柴田 浩幸(東北大)	2016～2018年度
II	鉄鋼材料の土壌腐食機構の解明	建設用鋼材利用検討WG	西方 篤(東工大)	2016～2018年度
II	高機能溶融亜鉛めっき皮膜創成とナノ解析	表面処理鋼板	貝沼 亮介(東北大)	2016～2018年度

「自動車用材料検討部会」では、自動車メーカーとの新たな協力関係のあり方を模索しつつ、見学会、(公社)自動車技術会への話題提供等を行った。

また、「压力容器用材料技術検討部会」では、2015年度に引き続き、鋼材規格検討WG、化学プラント用鋼材の水素脆化評価WG、高強度耐熱鋼WGがそれぞれ調査検討、実験等の活動を行い、高強度耐熱鋼WGは報告書を取りまとめた。

5.3 研究助成

本会の研究助成に関する活動内容を表5に示す。「鉄鋼研究振興助成」では、2016年度から受給開始となる対象者とし

て新たに36件(若手11件)が採択され、2015年度から開始した36件と合わせて2016年度は合計72件が受給テーマに基づく活動を実施した。

「研究会」は、2016年度には21研究会が活動し、その内の7研究会が同年度に終了した。2016年度には、研究会Ⅰ(シーズ型)、研究会Ⅱ(ニーズ型)の各研究会で、8件が新規に活動を開始した(表6)。2017年度は新たに研究会Ⅰが5件、研究会Ⅱが2件採択された(表7)。「鉄鋼協会研究プロジェクト」としての採択は、2016年度は無かった。産発プロジェクト展開鉄鋼研究として2015年度採択の1テーマが活動中である(表8)。

表7 2017年度採択 研究会

型	研究会名	所属部会等	主 査	研究期間
I	スラグ・介在物制御による高清浄度クロム鋼溶製	高プロ	三木 貴博(東北大)	2017～2019年度
I	革新的LCAによる鉄鋼材料の社会的価値の見える化	環境	醍醐 市朗(東大)	2017～2019年度
I	鋼板のテンションレベラモデリング高度化	創形	濱崎 洋(広島大)	2017～2019年度
I	鉄鋼のミクロ組織要素と特性の量子線解析	材料/評価分析	佐藤 成男(茨城大)	2017～2019年度
I	バイオフィルム被覆によるスラグ新機能創出	評価分析/環境/高プロ	平井 信充(鈴鹿高専)	2017～2019年度
II	資源環境調和型焼結技術創成	製鉄部会	村上 太一(東工大)	2017～2019年度
II	熱延ROT冷却モデル構築Ⅱ	圧延理論部会	永井 二郎(福井大)	2017～2019年度

表8 鉄鋼協会研究プロジェクト(旧産発プロジェクト展開鉄鋼研究)のテーマ

研究テーマ	研究目的	主 査	研究期間
鋼の脆性き裂伝播挙動機構理解深化とLNG貯槽次世代材料設計指針提案	LNG貯槽用鋼材を構造材として使用した場合に、脆性き裂伝播停止特性の付与により、絶対に大規模破壊事故に至らない材料設計が可能であることを実証し安心して使用する基礎環境を整える。	川畑 友弥 (東大)	2015～2017年度

参考文献

- 1) 平成29年度の経済見通しと経済財政運営の基本的態度, 内閣府ホームページ,
<http://www5.cao.go.jp/keizai1/mitoshi/2017/0120mitoshi.pdf> (参照日: 2017年2月15日)
- 2) 月例経済報告等に関する関係関係会議資料, 内閣府ホームページ, <http://www5.cao.go.jp/keizai3/getsurei/2017/01kaigi.pdf> (参照日: 2017年2月15日)
- 3) 日本鉄鋼連盟鉄鋼統計専門委員会: 鉄鋼統計要覧-2016年度版, 日本鉄鋼連盟, (2016年10月24日)
- 4) 鉄鋼生産速報 暦年, 全国鉄鋼生産高/全国鋼材生産高, 日本鉄鋼連盟ホームページ, <http://www.jisf.or.jp/data/seisan/index.html> (参照日: 2017年2月15日)
- 5) 日本の鉄鋼業2015, 日本鉄鋼連盟, (2015年6月)
- 6) 資源メジャーの最新生産動向, JOGMEC ホームページ, http://mric.jogmec.go.jp/periodical/kinzoku_report201601.html (参照日: 2016年2月5日)
- 7) JFEグループインベスターズ・ミーティング資料, (2017/01/31), 24, JFEホールディングスホームページ, <http://www.jfe-holdings.co.jp/investor/zaimu/g-data/jfe/29/29-setumei170131-03.pdf> (参照日: 2017年2月21日)
- 8) 鉄鋼新聞, (2017年1月4日)
- 9) 鉄鋼需給四半期報, 日本鉄鋼連盟, (2016年1月)
- 10) 統計データ, (一社) 日本自動車販売協会連合会ホームページ, <http://www.jada.or.jp/contents/data/hanbai/index12.html> (参照日: 2017年2月21日)
- 11) 自動車統計月報, 50 (2017) 10, (一社) 日本自動車工業会

- ホームページ, http://www.jama.or.jp/stats/m_report/pdf/2017_01.pdf (参照日: 2017年2月21日)
- 12) 2017年度の鉄鋼需要見通し, 日本鉄鋼連盟ホームページ, <http://www.jisf.or.jp/news/topics/161216.html> (参照日: 2017年2月15日)
- 13) worldsteel鉄鉄・粗鋼生産量・時系列表2007～2016年, 日本鉄鋼連盟ホームページ, http://www.jisf.or.jp/data/iisi/documents/summary_2016CY.pdf (参照日: 2017年2月15日)
- 14) 金属素材競争力強化プランの概要, 経済産業省ホームページ, <http://www.meti.go.jp/press/2015/06/20150619002/20150619002.pdf> (参照日: 2017年2月22日)
- 15) 経済産業省 経済産業省生産動態統計 統計表一覧(経済産業省生産動態統計), http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08_seidou.html (参照日: 2017年2月21日)
- 16) 2016-3Q決算説明会資料, 30, 新日鐵住金ホームページ, http://www.nssmc.com/common/secure/ir/library/pdf/20170202_500.pdf (参照日: 2017年2月21日)
- 17) ニュースリリース, (2016.1.27), <http://www.jfe-steel.co.jp/release/2016/01/160127.html>, JFEグループTODAY2016, 34, JFEホールディングスホームページ, <http://www.jfe-holdings.co.jp/investor/library/group-today/2016/pdf/all.pdf> (参照日: 2017年2月21日)
- 18) Annual report 2015, 9, 神戸製鋼所ホームページ, http://www.kobelco.co.jp/english/ir/library/annualreport/2015annual/_icsFiles/metafile/2015/08/24/

annualrepot_2015.pdf (参照日：2017年2月21日)

- 19) 平成28年度第2四半期決算説明会資料, 9, 日新製鋼ホームページ, <http://www.nisshin-steel.co.jp/news/> (参照日：2017年2月21日)
- 20) ニュースリリース, (2016.5.20), 愛知製鋼ホームページ, https://www.aichi-steel.co.jp/news_item/20160520.pdf (参照日：2017年2月21日)
- 21) プレスリリース, (2016.11.17), スチールプラントックホームページ, <https://steelplantech.com/news/4636/> (参照日：2017年2月21日)
- 22) 72株主通信, 7, 共英製鋼ホームページ, http://contents.xj-storage.jp/xcontents/54400/85fa72c2/0366/4a42/a749/799025854752/2016062_7223033432s.pdf (参照日：2017年2月21日)
- 23) ニュースリリース, (2015.5.28), 大阪製鉄ホームページ, http://www.osaka-seitetsu.co.jp/investment/pdf/brief_20150528.pdf (参照日：2017年2月21日)
- 24) 国連気候変動枠組条約第22回締約国会議 (COP22)、パリ協定第1回締約国会合 (CMA1) 及び京都議定書第12回締約国会合 (CMP 12) の結果について, 環境省, ホームページ, <http://www.env.go.jp/press/files/jp/104193.pdf> (参照日：2017年1月17日)
- 25) 鉄鋼業界の取り組み 低炭素社会実行計画, 日本鉄鋼連盟ホームページ, <http://www.jisf.or.jp/business/ondanka/>

kouken/keikaku/ (参照日：2017年1月26日)

- 26) NEDO 委託事業 環境調和型製鉄プロセス技術開発について, 新エネルギー・産業開発機構環境部, 日本鉄鋼連盟 COURSE50 委員会, (2016年3月23日)
- 27) 環境調和型製鉄プロセス技術開発プロジェクト進捗状況 日本鉄鋼連盟 COURSE50 委員会, 神戸製鋼所, JFE スチール, 新日鐵住金, 新日鐵住金エンジニアリング, 日新製鋼, (2016年3月23日)
- 28) 水素還元製鉄法の技術開発, 国家プロジェクト「COURSE50」, 日韓鉄鋼新聞, 鉄鋼新聞社, (2016年9月15日, 2017年1月4日)
- 29) 資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発事業の概要について 経済産業省製造産業局鉄鋼課製鉄企画室, JFE スチール, 新日鐵住金, 神戸製鋼所, (2013年12月12日)
- 30) 総務省統計局統計 科学技術研究調査 調査の結果 統計表一覧, <http://www.stat.go.jp/data/kagaku/kekka/index.htm> (参照日：2017年2月21日)
- 31) 総務省統計局統計 科学技術研究調査 調査の結果 統計表一覧 結果の概要, <http://www.stat.go.jp/data/kagaku/kekka/index.htm> (参照日：2017年1月27日)

(2017年2月28日受付)

☆新製品☆

本会維持会員企業における最近の新製品およびその動向を表9に示す。

表9 新製品およびその動向一覧表

分類	会社名	製品名および動向	内 容
自動車向け製品	新日鐵住金株式会社	3次元熱間曲げ(3DQ)角型鋼管による自動車骨格部品開発	(株)エイチワン、日鉄住金鋼管(株)と共同で3DQにより自動車ボディ骨格部品であるフロントピラーを開発、安全・軽量化に寄与
	J F E スチール株式会社	1,470MPa 級超高強度冷延鋼板	冷間加工できる世界最高強度の冷延鋼板を開発。バンパー補強部品として実用化。自動車骨格部材用へ適用可能
	株式会社 神戸製鋼所	高生産性ホットスタンプ用冷延鋼板	ホットスタンプの下死点保持時間短縮を可能とする鋼板で、プレス生産性の低さを克服し多工程プレスを可能とするもの
		1,300, 1,500 MPa 級マルテンサイト鋼板	優れた曲げ加工性、抵抗溶接性、耐遅れ破壊特性を兼備し、バンパーレインフォースメントとして実用化
厚板 造船向け製品	J F E スチール株式会社	耐摩耗性サイレントチェーン用鋼	微粒子の介在によって生じるアブレッシブ摩耗に対して優れた耐摩耗性を有する鋼材
		衝突時の安全性を高める船舶用強度高延性厚鋼板「SAFEED®」	ミクロ組織最適制御により高い延性を確保し、船舶衝突時の高い安全性(高吸収エネルギー)を実現可能な高強度厚鋼板
		大入熱溶接対応 TMCP 型中厚 YP460MPa 級厚鋼板	高能率の各種大入熱溶接に対応し、溶接熱影響部の強度および靱性を向上させた TMCP 型中厚 YP460MPa 級高強度鋼板
土木向け製品	J F E スチール株式会社	JWALL-II (ジェイウォールツー)	ハット型鋼矢板にC T鋼を取り付けた専用の鋼矢板(ビートルパイル)とコンクリートとの合成地下壁工法
		大口径アーバンリング工法 (アーバンウォール工法)	鋼製リングを2重構造として現地で組み立てた後、鋼製リング間にコンクリートを充填した合成構造ケーソン工法
建築向け製品	J F E スチール株式会社	JFE コラム BCR の耐火被覆低減工法	JFEコラムBCRに対する耐火被覆(吹付けロックウール)を40%以上削減できる耐火被覆低減工法
		制振壁 (JFE シビルと共同開発)	建築構造用低降伏点鋼材を地震エネルギーを吸収する鋼板パネルとして用いた制振壁
エネルギー	大同特殊鋼株式会社	D I N C S®	ラジアントチューブバーナーの排気側に、新開発高効率熱交換器を設置し排熱回収を行うバーナーシステム。炭化珪素を素材とした3Dプリント技術により耐熱性が高く理想的な形状の熱交換器を実現。シンプルな構成でリジェネレイティブバーナー同等性能を達成
金属加工	大同特殊鋼株式会社	STAR-TM ³ ®(スターティーエムキューブ)	冷間鍛造金型への適用で寿命3倍を実現。高硬度(4500HV)と密着性を兼ね備えた硬質皮膜用Ti-Mo系ターゲット材

☆生産技術のトピックス☆

2016年の注目すべき技術開発、新設備、新製品などの概要を紹介する。

塗装周期延長鋼「コルスペース®」

新日鐵住金（株）

橋梁や港湾設備などの鋼構造物の多くは塗装によって防食されるが、十分な膜厚の確保が難しい部材鋭角部や、塗装欠陥部では、腐食に至るケースがあり、これは、塩害が厳しい環境ほど顕著である。今後、経年劣化が進んだ鋼構造物が増えるにつれ、塗装塗替え等を含む補修や更新に関わる経済的コストの増大が予想されている。このような背景から、社会インフラの基盤となる鋼構造物のライフサイクルコスト（LCC）の縮減を可能とする新たな長寿命化技術が渴望されていた。

新日鐵住金は、このような社会ニーズに応えるべく、JIS規格に適合した（適合規格：JIS G3101（SS）、JIS G3106（SM）、JIS G3140（SBHS））、塗装周期延長鋼「コルスペース®」を開発・実用化した。コルスペース®は、微量添加Snが、Feの溶解反応を抑制するというメカニズムを発見し、利用した新鋼材である。

コルスペース®は、塗膜剥離面積を普通鋼の約半分に抑制することが確認されている。そのため、普通鋼が新設後30年毎、100年間で3回塗装塗替えされる場合、コルスペース®では、新設後50年で塗装塗替え不要、100年で1回となる。即ち、LCCで約半減の効果が期待できる。

コルスペース®は、橋梁や港湾設備に、累計約5千トン採用され、今後、塩害の厳しい環境で使用される社会・産業インフラを支える鋼構造物の塗装塗替え周期延長に伴う維持管理費削減や環境負荷低減による益々の社会貢献が期待されている。

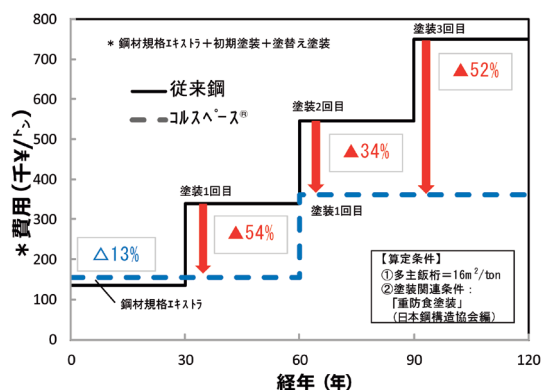


図1 LCCの計算例



図2 新日鐵住金名古屋製鐵所に新設したアンローダー（港湾荷役機械）

衝突時の安全性を高める船舶用高強度高延性厚鋼板「SAFEED®」

JFE スチール（株）

JFE スチールは、三菱重工船舶海洋株式会社と共同で、船舶衝突時の安全性を高めることができる高強度厚鋼板「KA32-HD20」および「KD32-HD20」（商品名：『SAFEED®』*）を新たに開発し、LPG（液化石油ガス）運搬船に、世界で初めて適用した。

船舶の衝突は、その積載物の流出により深刻な環境被害をもたらす懸念があることから、衝突時の破損リスク低減が求められており、特にLPG船等の可燃性ガスを積載した船舶においては、破損リスクの低減が極めて重要となる。破損リスク低減の方法としては、設計段階で破損しにくい船体構造とするほか、今回のような衝突時の安全性を高める鋼板を使用する方法が考えられる。

今回開発した鋼板は、鋼の化学成分および圧延条件の適正化により、鋼板のミクロ組織を最適に制御することで、従来鋼と同等の溶接施工性を維持しつつ、同一強度の従来鋼と比べて高い伸び特性を得ることに成功した。三菱重工船舶海洋での船舶衝突シミュレーションでは、本鋼板を船側外板に適用することで、衝突時に鋼板が破断するまでに吸収することができるエネルギーを、従来鋼を使用した場合と比べて2割以上向上できることが確認された。本鋼板は、一般財団法人日本海事協会より「KA32-HD20」、「KD32-HD20」として認証を取得している。

本鋼板の適用により、船体構造を変えることなく、船舶側面から衝突された際の破損リスクを大きく低減することができるほか、船体構造との組合せによりさらなる衝突安全性の向上効果も期待でき、LPG船と同様に高い安全性が求められるLNG船や原油タンカー等への適用も効果的である。

*SAFEED：SAFE Excellent Ductility steel の略。

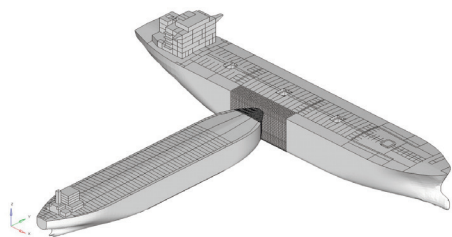


図3 船舶衝突の概念図

LNG 船用中厚 YP460 級厚鋼板

JFE スチール (株)

JFE スチールは、川崎重工業株式会社と共同で、液化天然ガス (LNG) 運搬船用として中厚 (板厚50mm以下) の降伏応力 (YP) 460MPa級の高強度厚鋼板を開発・実用化し、MOSS型^{*1}LNG船に世界で初めて適用した。

LNG需要は今後中国を中心としたアジアが牽引すると見られており、一方で供給元としてはシェールガス革命により増産整備が進んでいる米国が特に注目されている。LNG輸出基地計画の多い米国東岸からアジアへのLNG輸送は、2016年6月に拡張工事の完了したパナマ運河を通行することで運行日数が大幅に短縮される。このため拡張後のパナマ運河を通峡可能なMOSS型の最大船型の設計を可能とする、高強度化、軽量化につながる中厚鋼のニーズが高まっていた。

今回開発した鋼板は、高精度水冷装置『Super-OLAC® (On-Line Accelerated Cooling)』、および熱影響部の靱性劣化を抑制する『JFE EWEL®』技術による溶接熱影響部の組織制御を通して、溶接部の強度と靱性を両立することに成功した。これにより、造船所での建造効率向上に必要な、各種大入熱溶接施工^{*2}に対応しながら、従来のLNG船に使用されている降伏応力355MPa級もしくは390MPa級鋼板に比べ、降伏強度にしておよそ15～30%の向上を達成した。当鋼板は最大船型の設計を可能とする船体強度の向上に寄与するとともに、船体軽量化による輸送エネルギーの低減を実現する。

- *1 MOSS型：＝球形独立型タンクを円筒形の支持構造 (スカート) で固定する方式。
- *2 大入熱溶接：＝一般的な小入熱多層盛溶接に比較して、一度の溶接で投入される熱量が大きく高能率な溶接方法。サブマージアーク溶接やエレクトログラスアーク溶接など。



図4 高強度厚鋼板が適用されたMOSS型LNG船 (写真提供：川崎重工業株式会社)

NORSOK 認証範囲拡大

日本冶金工業 (株)

NORSOKは石油掘削・生産に係る作業や設備等の安全性を担保するため、北海油田の開発を進めていたノルウェーの石油産業界によって1990年代半ばに導入された規格である。各種の施設・工法などと共に、材料についても要求事項を定めており、現在では世界的に石油・ガス開発における標準的な規格の一つになっている。

日本冶金工業は、熱処理管理やトレーサビリティなど品質保証体制を整え、2015年3月、汎用二相鋼 (S31803, S32205)、スーパー二相鋼 (S32750)、スーパーオーステナイトステンレス鋼 (S31254) の厚板形状で規格認証を取得し、2015年12月にはそれぞれの鋼種について熱帯形状でも認証を取得した。2016年11月にはS32750厚板形状の板厚範囲を「31mm以下」から「40mm以下」に拡大し、新規鋼種としてスーパー二相鋼S32760の厚板形状で認証を取得した。

NORSOK認証範囲の拡大により、高機能材材販マーケットの1つである石油・ガス分野において、アジア・ヨーロッパのファブリケーターや問屋をメインターゲットに、NORSOK認証を裏付けとした高品質な汎用二相鋼、スーパー二相鋼、そしてスーパーオーステナイト鋼の、より一層の需要取込み拡大が図れるものと考えている。

表1 取得した認証規格、鋼種

認証規格	材料規格	鋼種	日本冶金相当鋼種
NORSOK M-650	NORSOK M-630	MDS D45 UNSS31803 UNSS32205	NAS329J3L
		MDS D55 UNSS32750 UNSS32760 (新規)	NAS74N NAS75N
		MDS R15 UNSS31254	NAS185N

高ニッケル合金の4フィート幅コイル

日本冶金工業 (株)

日本冶金工業は、高ニッケル耐食合金「NAS625」(UNS N06625) の4フィート幅コイル製造に2016年4月に成功し、さらに2016年9月に「NASNW22」(UNS N06022) の4フィート幅コイル製造に成功した。

過酷な腐食環境下で使用され、近年は溶接作業の効率化のため広幅コイルのニーズが高い。しかしこのクラスの合金は高温域での強度が非常に高いため、4フィート幅熱延コイルの生産に成功したのは世界でも1、2社に限られる。従来、日本冶金では1メートル幅コイル製造が限界であった。先行して2015年12月に高ニッケル耐食合金「NASNW276」(UNS N10276) の4フィート幅コイル製造を成功しており、ここで用いた開発技術を組み込み、熱延条件を最適化することで熱延時の圧力負荷を軽減している。

主な需要分野はプレート式熱交換器、オイル・ガス精製機器、化学タンク、水処理設備などであり、海外からの引き合いが活発である。使用環境に応じて、3鋼種から適切な鋼種を選択していただけるよう、技術サービスを含めて販売体制を整えている。

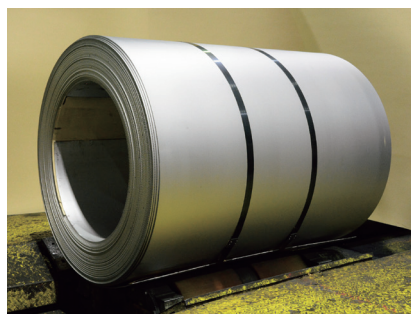


図5 NASNW276 4フィート幅熱延コイル

冷間加工用 1470MPa級超高強度冷延鋼板

JFEスチール (株)

JFEスチールは、1470MPa級冷延ハイテンを新たに開発し、バンパーレインフォースメント (以下、「バンパー R/F」) として実用化した。

バンパー R/Fは、衝突時に乗員を保護する自動車前後部の部材で、近年の衝突規制の厳格化から素材鋼板の高強度化が求められている。しかし、高強度化するほど成形加工が難しくなり、また遅れ破壊が発生する懸念も出てくることから、これまでは主に980MPa級ハイテンが使用されていた。また、ホットプレス工法が採用された例もあるが、生産性および製造コストに課題があった。

そこでJFEスチールは、西日本製鉄所福山地区にある独自のWQ方式連続焼鈍プロセス (JFE-CAL) を活用し、冷間加工用の鋼板としては世界最高強度の1470MPa級冷延ハイテンを開発した。これはWQ方式の極めて高い冷却速度 (1000℃ / 秒以上) を利用して高強度化し、遅れ破壊の原因となる合金元素を極限まで低減することで、1470MPa級の高強度と耐遅れ破壊特性を両立させたことによる。今後は、今回実用化したバンパー R/Fだけでなく、ドアインパクトビームや骨格部品など、高強度が求められる他の自動車部品への展開も期待でき、一層の車体衝突性能の向上と、軽量化による燃費向上へ貢献する。



図6 バンパー R/F

表面改質技術によるステンレス基材上への 貴金属めっき皮膜の高被覆・極薄化

東洋鋼鈑 (株)

東洋鋼鈑は、ステンレス基材上にAuやPt、Pdなどの貴金属を無電解めっきする際の表面改質技術を開発し、高被覆、かつ極薄のめっき皮膜形成を可能とした。従来、Auのような貴金属を無電解めっきする際には、ステンレスとAuとの密着性を向上させるため、下地Niめっきを行う必要がある。この場合、Auめっき層に生成されたピンホールが耐食性を悪くするため、Auめっき層を厚膜化する必要があり、コストが高くなる課題があった。そこで、ステンレス基材上に貴金属を無電解めっきする前に、表面改質を行い、①不活性なCr酸化物の除去、②活性な金属結合状態を有するFe基、Ni基が濃化した表層を発現することにより、置換めっきが容易に進行しやすくなり、膜厚が極めて薄い領域においても被覆率の高いめっきを達成した。

本技術を用いた耐食性の例を図7に示す。本技術を用いたAuめっきは、従来のAuめっきに比べ、同一皮膜厚みでは1/100の溶出量、同一溶出量では1/10の皮膜厚みが可能となった。本技術は、導電性および耐食性が必要な用途に低コストで適用可能であり、今後拡大が見込まれるエネルギー関連分野等で高機能商品として展開を図っていく予定である。

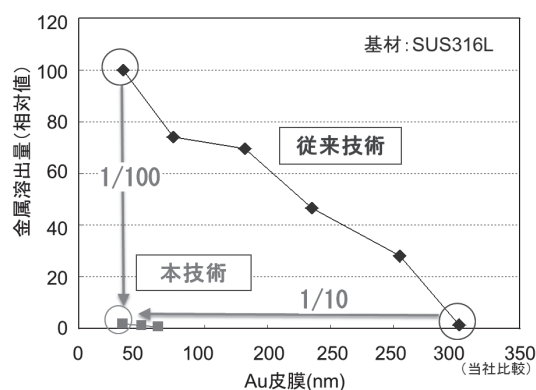


図7 耐食性評価結果の一例 (pH1.0硫酸中90℃ -100時間浸漬後)

鋼矢板を活用した合成地下壁構築技術『J-WALLⅡ工法』

JFEスチール (株)

JFEスチール株式会社、株式会社大林組およびジェコス株式会社の3社は共同で、地下壁の施工に際し、仮設土留め壁として利用した特殊な鋼矢板と鉄筋コンクリートを一体化させて本設の合成地下壁を構築する『J-WALLⅡ工法』を開発し、国土技術研究センター (JICE) より建設技術審査証明を取得した。

近年、都市部の各所で再開発が行われているが、狭あいな土地で必要な幅の地下空間を確保しなければならないというケースが少なくない。従来は、仮設の土留め壁を構築した後

に、別途、本設の地下壁を構築する工法が多く採用されているが、この場合、仮設と本設の別々の2つの壁を構築する必要がある。そのため、用地境界が設定されている場合には内部空間面積が狭くなってしまう、逆に、内部空間の必要幅が決まっている場合には工事に必要な敷地面積が大きくなってしまいうという課題があった。さらに、上述のような厳しい施工条件の下での地下壁構築工事には時間がかかることから、全体工期や工費を圧迫しており、工期短縮やコストダウンを実現する工法が望まれていた。

今回、3社は共同で『J-WALLⅡ工法』を開発、T形鋼および定着用鉄筋をハット形鋼矢板にあらかじめ溶接した合成構造用鋼矢板『ビートルパイル』を用いることで、鋼矢板と鉄筋コンクリートとの接合強度を高めたことにより壁厚を縮小できるというメリットなどがある。

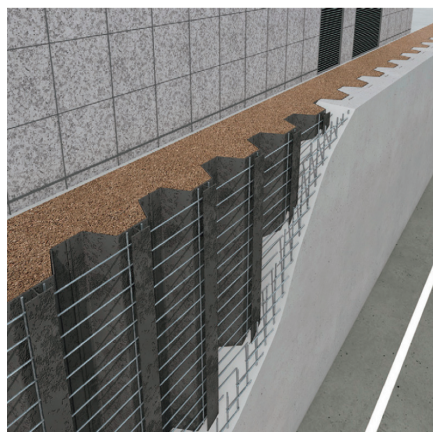


図8 工法イメージ

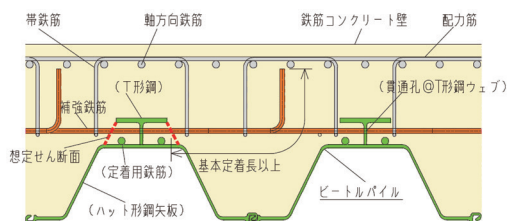


図9 構造断面(例)

鋼管杭・鋼管矢板の機械式継手ガチカムジョイント®

新日鐵住金(株)

新日鐵住金は、鋼管杭・鋼管矢板の機械式継手として、ガチカムジョイント®を開発した。

鋼管杭は現場で溶接接合しながら施工することが一般的であるが、近年のインフラの補強・更新工事や都市内の再開発工事では、狭隘地や空頭制限下での短尺鋼管杭の継ぎ施工や工事時間制約下での急速施工が求められている。

一方で、構造物への要求性能の高度化・多様化から、鋼管杭は大径化、厚肉化、高強度化が進んでおり、溶接時間も増

加傾向にある。ガチカムジョイント®はこのようなニーズに対応した現場での溶接接合が不要な機械式継手である。

ガチカムジョイント®(図10)は、ピン継手、ボックス継手、回転抑止キーで構成され、円周方向に均等に分割された4段のギア同士が噛み合う構造である。接合はボックス継手のギア溝にピン継手のギアを挿入し、ピン継手をギア幅長だけ回転させ、回転抑止キーを取付けることのみで完了できる。部品数が少なく接合作業に優れており、大径で板厚の厚い鋼管杭でも短時間で確実に接合できる。継手本体は鋼管本体と同等以上の強度を有し、適用範囲は、鋼管径400から1600mm、鋼種SKK400、SKK490に加えて570N/mm²級の鋼管に対応する。2016年2月に一般財団法人土木研究センターの建設技術審査証明を取得し、同年8月には新日鐵住金八幡製鐵所内の杭基礎工事で施工時間の短縮のために初採用された。

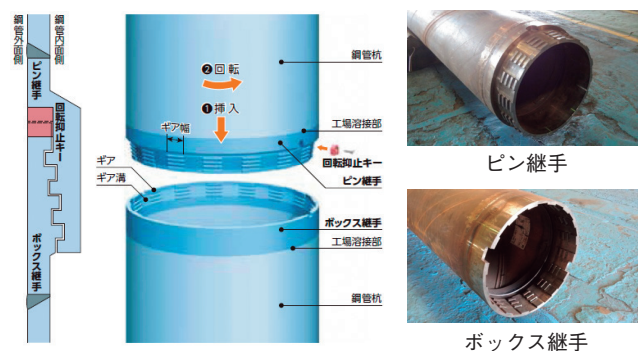


図10 ガチカムジョイント®

JFEコラムBCRの耐火被覆低減工法

JFEスチール(株)

JFEスチール(株)は、建築構造用冷間ロール成形角形鋼管「JFEコラムBCR」を用いた鋼管柱の吹付けロックウールの耐火被覆厚を40%以上低減し、国土交通大臣の耐火構造認定を取得した。

鉄骨造の耐火被覆材料やその厚みは、建築基準法およびその関連法規で定められた要求性能に応じて、評価機関による所定の耐火試験を経て認定される。

鉄骨造建築物の柱には耐火被覆材として吹付けロックウールが多く使用されている。今回「JFEコラムBCR」を用いた柱に限り、従来認定に比べて吹付けロックウールの被覆厚を1時間耐火は25mmから15mm(柱の適用サイズは□-200×12~□-550×25)、2時間耐火では従来の45mmから25mm(柱の適用サイズは□-250×16~□-550×25)へ低減し、認定を取得した。これは構成材料(耐火被覆材、鋼管柱)の熱特性を詳細に検討し、仕様設計したことによるものである。これにより「JFEコラムBCR」が使用される鉄骨造建築物において、耐火被覆工事費削減と柱の仕上げ寸法縮小による居室有効面積の拡大が実現する。

さらに、外壁を耐火被覆の一部として活用する合成耐火構

造についても、鉄骨造建築物の外壁材として使用頻度の高いALC板を対象に、吹付けロックウールとの組み合わせで1時間および2時間耐火の認定を取得した。
※「BCR」は日本鉄鋼連盟の登録商標です。

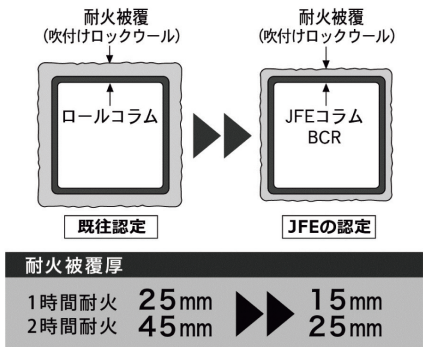


図11 耐火認定概要図

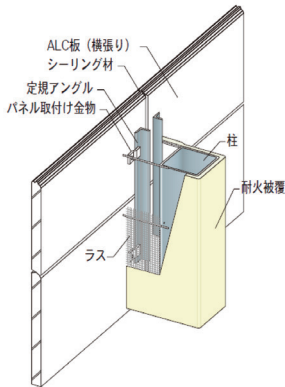


図12 合成耐火構造概要図

外航船による鋼材輸送における配船費用処理システム構築

JFEスチール（株）

JFEスチールは2015年12月に、外航船による鋼材輸送における配船費用処理システム『輸出配船支援システム』を稼働させました。本システムの稼働により、お客様との間の配船費用処理を遅滞無く効率的に進めることが可能となります。配船費用処理業務について、システムを活用して処理を行うことは、国内の鉄鋼業界では初めての試みです。

外航船の鋼材輸送においては、期間や数量などの条件をあらかじめ定めた上で船積みを行います。実際には、天候不順や荷揃え状況によって、当初の条件どおりにならないケースが多く発生します。その際、早出滞船料など配船費用を事後に精算することとなりますが、従来は書面にて処理を行っていたため、社内外の関係者確認や進捗確認の負荷が大きく、グローバルマーケットへの対応の必要から輸出量が拡大する中で、効率的かつ迅速な処理が課題となっていました。

そこで本システムを2015年12月に立ち上げました。クラウドサービスを最大限活用することで、商社や船会社を含む

社内外の関係者がリアルタイムに連携して費用処理を行うことで、処理にかかる期間を半減します。また、処理遅延を防止するためのステータス管理機能を有することで、進捗状況を容易に把握できるようになりました。

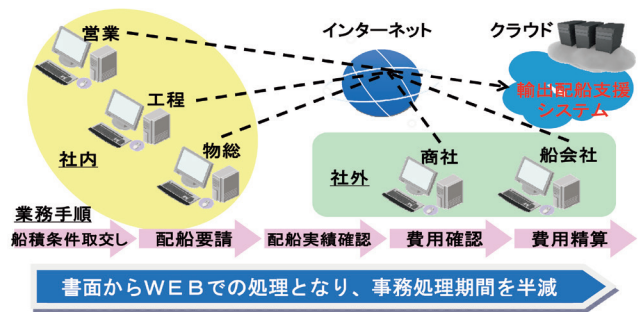


図13 『輸出配船支援システム』概念図

排気ガasket用高性能ステンレスばね材の実用化

新日鐵住金（株）

新日鐵住金は、(株) 本田技術研究所と共同で、耐熱性に優れた排気系ガasket用のステンレスばね材（NSSMC-NAR-AH-4 3/4H）を開発・実用化した。

燃費向上や排出ガスの清浄化を目的に自動車の排気温度は上昇傾向にあり、排気系部品の連結部で使用される排気ガasketには、従来よりも耐熱性に優れたばね材が必要となった。このような環境では、比較的高価なニッケル基の耐熱合金などが採用されてきたが、本開発では経済的な高耐熱性ばね材を目指し、通常のステンレス鋼の範疇となる成分と製造工程のなかで、優れた耐熱性を実現した。

AH-4は窒素添加による固溶強化を活用する高耐熱合金で、火力発電設備の高温構造部材として開発された。この材料を冷間圧延で加工硬化させることにより、ガasket材に求められる初期硬度（400HV超）を確保した。さらに600℃の環境に長時間保持されても硬度低下がほとんどなく、熱劣化耐久性に優れたばね材であること等が特徴である。

本開発は、2016年に日本ばね学会より「技術賞」を受賞した。



図14 NSSMC-NAR-AH-4製の排気系ガasket