

2015年鉄鋼生産技術の歩み

Production and Technology of Iron and Steel in Japan during 2015

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

昨年(2015年)、日本鉄鋼協会は創立100周年を迎えた。創立の1915年(大正4年)には、「鉄と鋼」第1号が発刊されたが、そこには技術報告や商況、統計等の記事に先立ち、「本邦製鐵事業の過去及将来(野呂景義)」、「列強の製鐵事業(野田鶴雄)」、「八幡製鐵所の事業に就きて(服部漸)」など、日本鉄鋼協会の設立に尽力された諸氏より、我が国および各国の製鐵事業を解説する記事が寄稿された。現在の生産技術部門の起源は、創立から約10年経過した1925年に設立された、銑鐵、製鋼、鋼材、鋳物、鐵鋼科學の5つの「研究部会」である。戦後になり、日本鉄鋼協会と商工省鉄鋼局(後には通産省重工業局)、日本鉄鋼会(後には日本鉄鋼連盟)が共同主催する鉄鋼技術研究連絡会(後には鉄鋼技術共同研究会)として活動が行われた。その後、日本鉄鋼協会の組織としての「共同研究会」を経て、1995年の「リストラ80」によって、生産技術部門が学会部門と併設される形となり、生産技術部門に設

置された「分野別部会」が、現在の19の「技術部会」に繋がっている。本稿「鉄鋼生産技術の歩み」を過去に遡ってみると、第1回は1957年の「鉄鋼生産技術の展望(山岡武 鉄鋼技術共同研究会幹事長)」になる。そして、1982年からは「鉄鋼生産技術の歩み」とタイトルを変えて、1996年には「鉄と鋼」から会報誌「ふえらむ」に掲載誌を変えて現在に至っており、今回で通算60回の連載企画となる。

それでは、2015年の鉄鋼の生産技術を振り返ることにする。まず、日本を取り巻く政治情勢をみると、9月に集团的自衛権の行使容認を含む安全保障関連法案の成立、10月には環太平洋経済連携協定(TPP)の12か国での大筋合意、12月には2017年4月に消費税率を10%に引き上げる際の軽減税率の導入に関する与党合意、あるいは2016年1月から始まるマイナンバー制度導入への準備など、重要な出来事があった。次に、我が国の経済情勢は、政府の経済報告等によると、消費税率の引き上げの影響があった一昨年(2014年)に比べて、2015年の我が国の経済は大胆な金融政策、機動的な財政政

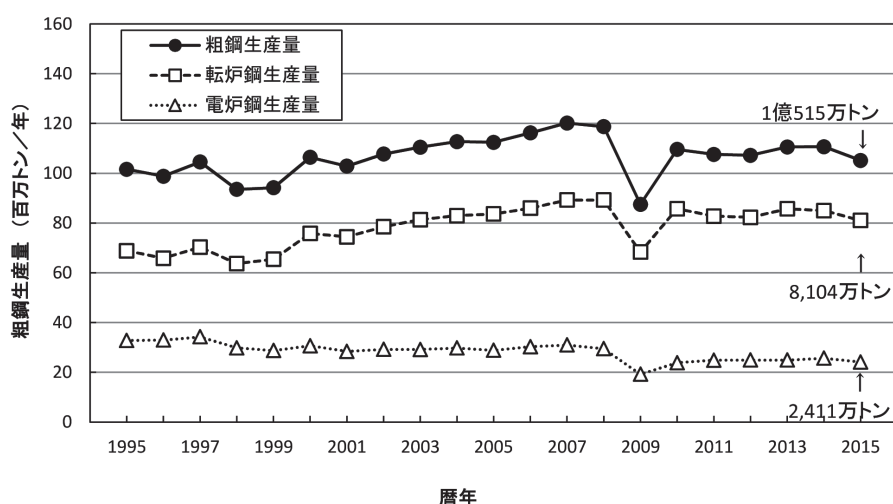


図1 我が国の粗鋼生産量の推移(暦年)^{3,4)}

政策、民間投資を喚起する成長戦略を柱とする経済財政政策の推進により、雇用・所得環境が改善し、原油価格の低下により交易条件が改善する中で、緩やかな回復基調が続いている、としている。しかしながら、年後半からは中国をはじめとする新興国経済の景気減速の影響や原油価格等の下落の影響があり足踏み状態が続くことになった。この結果、2015年度の実質GDP成長率は1.2%程度、名目GDP成長率は2.7%程度と見込まれている^{1,2)}。

このような我が国の経済情勢の中、2015年(暦年)の粗鋼生産量は1億515万トンとなり、前年よりも5.0%の減少となった(図1)^{3,4)}。日本鉄鋼連盟によると、2015年度の鉄鋼需要は、非住宅建築、産業機械、電気機械など設備投資関連が盛り上がり欠けたほか、自動車も国内販売の回復が遅れるなど、内需は総じて停滞している。また、外需は、中国の高水準な鉄鋼輸出等により世界的に需給緩和が進み、各地で通商問題が頻発するなど厳しい状況にある。この結果、鉄鋼各社では種々の経営対策を講じているものの2016年3月期の損益予想を下方修正せざるを得なくなった。特に、夏以降の中国経済の減速を受けて企業の投資に対する慎重姿勢が強まり、輸出も伸び悩んでいる。従来から指摘されていた中国の生産能力過剰が根本的な課題であり、中国国内の鋼材消費が減少している中、同国の鉄鋼輸出数量が初めて1億トンを超えるという事態となっており、中国の経済情勢の影響が極めて大きいと言える。

また、世界的に鉄鋼需給が緩和するなかで、鉄鉱石や原料炭等の鉄鋼原料開発のメジャー企業では、引続き過去最高レベルの生産を継続したために、一時期高騰していた鉄鉱石や原料炭の価格は2011年をピークに下落傾向となり、2015年もこの傾向が続いた(図2)。一方で、2015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海外への投資・進出が行われた。特に、自動車用材料に関する海外進出

の事例が多いなか、東南アジアの一貫製鉄所設立への資本参加等の形態で海外展開を図る事例もあった。以下に、2015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、鉄鋼企業のグローバル展開の状況、最近の中国情勢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2015年も継続し、各社とも過去最高水準の生産が行われた。JOGMECの金属資源レポート⁵⁾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6年ぶりに前年よりも減少し、銑鉄生産量も2012年頃から横ばい基調となっているが、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。特に、鉄鉱石の四半期価格の指標となる中国向けスポット価格は、アジア鉄鋼市場の需給緩和と、それに伴う鋼材価格の軟化が原因となり割安な鉄鉱石の購入が進んだことが価格下落を加速させた。また、原料炭についても需給関係は鉄鉱石と同様の状況であり、原料炭サプライヤーによる供給増が続いているが、原料炭価格の低迷が継続しているため収益悪化が顕在化しており、今後は減産への動きが鉄鉱石よりも進みやすいとの報道もあった。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⁶⁾。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、2015年には鉄鉱石は71ドル/トン、原料炭は94ドル/トンに低下し、概ね10年前と同じ水準となった。

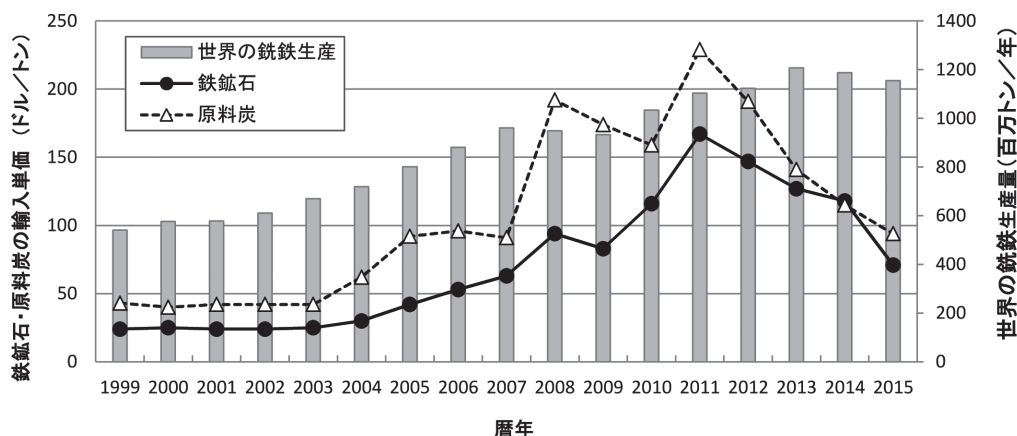


図2 世界の銑鉄生産量と鉄鉱石・原料炭の輸入単価推移(暦年)⁶⁾

1.2 鉄鋼需要産業の動向

(一社) 日本鉄鋼連盟の鉄鋼需給四半期報⁷⁾、(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、2015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】 2015年度の公共事業費(2014年度補正予算と2015年度当初予算との合算等) 予算規模が前年度から縮小したことや、2014年4月に大型発注のあった「東京外環道」工事の反動減から、上期の公共土木工事は減速した。下期に入っても回復の兆しがみられず、先行指標の公共工事請負金額は前年同期を下回る軟調な展開が続いている。一方、民間土木工事は、一部業種の国内回帰がみられ、設備投資も堅調に推移しており、年間を通して好調を持続する見込みとなった。

【建築】 2015年度の住宅建設は、消費税増税の反動から回復傾向を辿った。新設住宅着工戸数が2010年から80万戸台に落ち込んでいたが、昨年は90万戸台へ回復してきた。利用関係別には貸家が好調に推移したほか、持家も政府の住宅支援もあり回復傾向となり、分譲住宅の着工も堅調な推移となった。一方で、非住宅用建築物(事務所、店舗、工場等)は、企業収益の回復から着工の拡大が期待されたが、中国経済の停滞などによる投資マインドの冷え込みから総じて盛り上がりには欠ける状況が続いた。

【造船】 新造船起工量は2010年頃をピークに減少傾向が続いており、最近でも新造船市場は極めて厳しい状況にある。2015年7月からの船体構造に関する規制強化や2016年1月起工分からNOx排出規制強化になることから、駆け込み発注がみられ、多くの造船所が2018年頃までの手持ち工事を確保した。船種としては、油槽船、LNG船、コンテナ船等の受注割合が増加した。2015年度の起工量、鋼材消費量は下期にやや停滞感があるが、通年では概ね前年並みとなる見込みとなった。

【自動車】 2015年の新車の国内自動車販売台数は登録車が徐々に持ち直したが、軽自動車が軽自動車税引き上げの影響で減少し、通年でも減少することになった。一方で、完成車輸出は市場が好調な北米向けを中心に増加した。しかしながら、全体として国内完成車生産は減少し、日本自動車工業会によると、2015年の四輪車の生産台数は9,278,238台で、前年の9,774,665台に比べて、496,427台、5.1%の減少となった。これに伴い、鋼材消費量も減少した⁸⁾。

【産業機械】 建設機械の出荷は、排出ガス規制強化前の駆け込み需要の反動が出ている。ボイラー・原動機や金属加工・工作機械などの設備投資関連分野では外需の不透明感が強まり企業の投資が先送りされる等、盛り上がりを欠いた。一方で、

運搬機械は物流倉庫の建築増を背景に堅調に推移した。2015年の産業機械の受注額は、民需が増加したものの、官公需、外需が減少し、全体では前年比2.9%減となった。また、2014年に大幅に変動した原油価格は、2015年も下落傾向が継続し、年初には1バレル50ドルレベルであったが、年末には30ドルレベル台となった。このためエネルギー関連鋼材需要の回復も遅れた。

【電気機械】 重電関連は、新興国を中心に外需が力強さを欠いていること、企業の設備投資が先送りされる等の理由により減少傾向、国内の電力会社向けも一定の更新需要以外は厳しい受注環境となった。通信関連もLTE(高速通信) 関連投資の一巡から弱含みの推移となった。一方で、家電は消費税増税後の反動減が一巡し、薄型テレビでは一部機種で生産増が見られ、民生用電子機器も底入れが窺える状況となった。

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2015年も後述の表8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 我が国および世界の粗鋼生産状況

我が国の2015年(暦年)の粗鋼生産量は1億515万トンとなり、前年の1億1,067万トンに対して5.0%の減少となった。2013年、2014年と2年連続の1億1千万トン超えであったが、3年ぶりに1億1千万トンを下回った。炉別生産では、転炉鋼が8,104万トン(前年比4.6%減)、電炉鋼が2,411万トン(前年比6.1%減)となり、電炉鋼比率は22.9%(前年比0.3ポイント低下)となった(図1)。

世界の2015年(暦年)の粗鋼生産量は16億22百万トンとなり、前年の16億70百万トンに比べて2.9%の減少となった⁹⁾。

世界の粗鋼生産量は、リーマンショック後の2008年、2009年に対前年割れとなり、その後は右肩上がりであったが、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する結果となった。主要国の粗鋼生産量をみると、トップ10の中ではインド以外の各国が全て対前年減少となった(表1)。世界鉄鋼協会(WSA)によると、主要66か国の2015年の平均操業率は69.7%であり⁹⁾、前年(2014年)の73.4%よりも3.7ポイント低下した。

日本鉄鋼連盟では、2016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消費税増税前の駆け込み需要やオリンピック案件をはじめとする都市再開発等の始動から、全体で増加するとみられる。一方で、外需は中国の輸出増による世界的な需給緩和が継続し鉄鋼輸出は前年度を下回ると想定される。この結果、2016年度の粗鋼生産は、2015年度並みとみられるが、外需の下振れリスクに留意が必要である¹⁰⁾。

1.4 我が国鉄鋼企業のグローバル展開の状況

2015年も鉄鋼各社による海外事業への投資等のグローバル展開に関する報道があった¹¹⁾。日本鉄鋼協会の主要な維持会員会社における動向は以下の通りである。

新日鐵住金(株)では、2月にアフリカ最大の総合製鉄メーカーと食缶用ブリキの長期安定供給に合意、5月に北米での自動車用高成形性超ハイテンの製造対策を推進、9月にBNA(宝鋼新日鐵自動車鋼板有限公司)の溶融亜鉛めっき鋼板製造設備の新規稼働、10月にブルネイ国での鋼管継手加工会社が納入式を開催、11月に米国クランクシャフトの製造販売子会社ICI第4鍛造プレスラインの商業生産開始、12月に中国における新会社：日鉄住金冷圧鋼線(蘇州)有限公司の操業開始等が行われた。

JFEスチール(株)では、3月にアラブ首長国連邦(UAE)での大径溶接鋼管合弁事業の合意、7月に台湾プラスチックグループのベトナム一貫製鉄所プロジェクトへの参画、9月に同プロジェクトに関する契約の締結、10月に中国で嘉興JFE精密鋼管有限公司の開業式典を開催、12月にブラジル鉄鉱石事業の統合等が行われた。

(株)神戸製鋼所では、6月にタイにおける線材製造拠点設立の共同検討開始、11月に中国における線材二次加工拠点の能力増強等が行われた。

特殊鋼メーカーでは、大同特殊鋼(株)が、5月にタイの型鍛造事業の拠点を新設、山陽特殊製鋼(株)では、12月にメキシコにおける素形材事業会社の設立および素形材事業の開始、等が行われた。

1.5 最近の中国情勢について

2015年は、世界の粗鋼生産量が6年ぶりに減少し、特にこれまで右肩上がりであった中国が減産に転じた影響が大きかった。さらに、中国の内需低迷に伴って鋼材の輸出が進み、年間1億トンを超える過去最高水準の鋼材輸出となり、世界

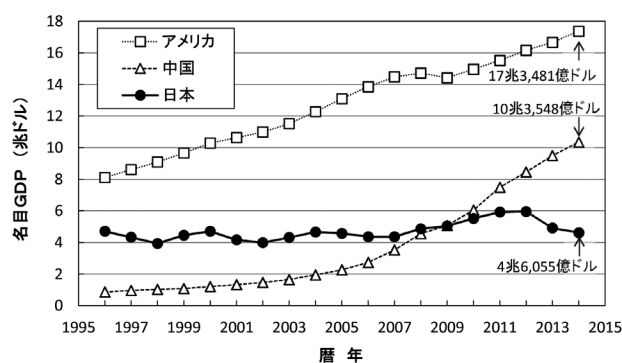
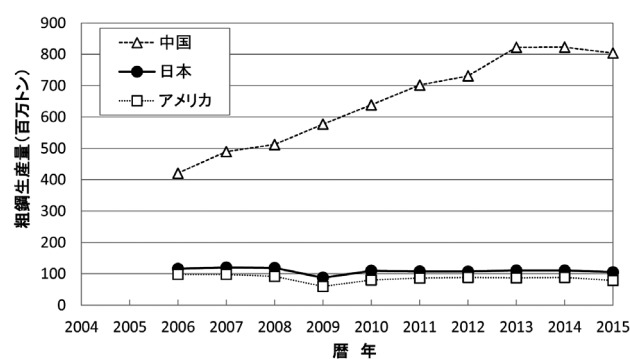
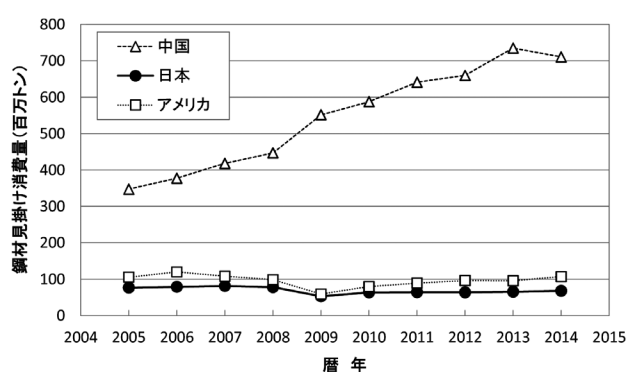
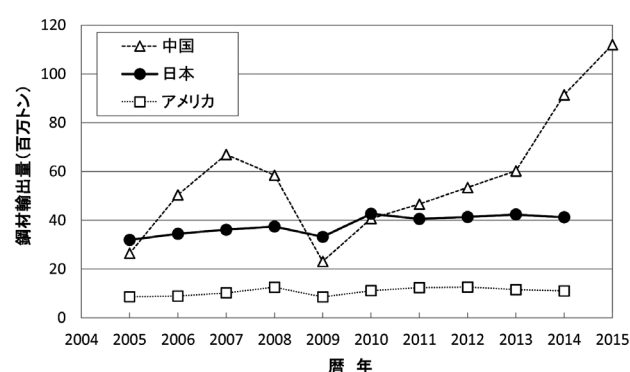
的な需給緩和が進んだ。そこで、最近の中国の経済情勢、鉄鋼需給の状況を振り返り整理してみる。

まず、中国の経済情勢は内需低迷による景気減速が続くが、中国のGDPは現在も右肩上がり経済成長を続けている。主要国の名目GDPを比較すると、2009年に我が国を抜いて米国に次いで世界2位となり、その後も年率10%を超えるペースで経済成長を続けている(図3)¹²⁾。しかしながら、実質GDPの成長率は2007年の14.2%をピークに徐々に低下しており、昨年後半から製造業の活動が全般的に減速傾向となり、2015年には6.9%の経済成長率になり7%を下回る状況となった。

このような経済情勢の中、鋼材の見かけ消費量は、これまで年々増加傾向となっていたが、2013年の7億35百万トン(2014年)には7億11百万トンとなり、前年よりも低下に転じていた(図4)⁹⁾。粗鋼生産量は鋼材見かけ消費量の推移よりも1年遅れて、2014年の8億23百万トンをピークに、2015年は8億4百万トンへ19百万トン、比率で約2.3%減少した(図5)⁹⁾。この間に、中国からの鋼材輸出货量も年々増加し、2015年には鋼材輸出货量が1億12百万トンとなり、はじめて1億トンを超える結果となった(図6)³⁾。さらに、この鋼材輸出货量の増加により、需給が緩和したため鋼材価格が下落し、我が国をはじめとする鉄鋼輸出国は企業の採算性も著しく悪化することとなった。2000年代からの中国の鋼材消費、粗鋼生産の急増は、総人口の約4割を超える人口が集中する沿岸部の需要が旺盛であるためとみられていた。また、需要部門では特に建設分野が約5割超を占めており関連分野も含めると実質は6～7割程度が建設分野で消費されていると言われている。この旺盛な需要が概ねピークを迎えたと考えられるが、今後は地域的には内陸部へ、需要部門では建設分野以外の自動車、家電、機械等の分野への需要が喚起され、ピーク後も高位安定的に推移するものとみられている。一方で、中国の粗鋼生産能力は必要な需要に対して、

表1 粗鋼生産量のトップ10(出所：WSA；百万トン)⁹⁾

	2015年 トップ10	2012年	2013年	対前年伸び率 2013/2012(%)	2014年	対前年伸び率 2014/2013(%)	2015年	対前年伸び率 2015/2014(%)
1	中国	731.0	822.0	12.4	822.8	0.0	803.8	▲2.3
2	日本	107.2	110.6	3.2	110.7	0.1	105.2	▲5.0
3	インド	77.3	81.3	5.2	87.3	7.4	89.6	2.6
4	アメリカ	88.7	86.9	▲2.0	88.2	1.5	78.9	▲10.5
5	ロシア	70.2	69.0	▲1.7	71.5	3.6	70.9	▲0.8
6	韓国	69.1	66.1	▲4.3	71.5	8.2	69.7	▲2.6
7	ドイツ	42.7	42.6	▲0.2	42.7	0.2	42.7	▲0.6
8	ブラジル	34.5	34.2	▲0.9	33.9	▲0.9	32.7	▲3.5
9	トルコ	35.9	34.7	▲3.3	34.0	▲2.0	31.5	▲7.4
10	ウクライナ	33.0	32.8	▲0.6	27.2	▲17.1	23.0	▲15.4
	世界 合計	1560.1	1650.4	5.8	1669.9	1.2	1621.6	▲2.9

図3 各国の名目GDPの推移 (暦年) ¹²⁾図5 各国の粗鋼生産量の推移 (暦年) ⁹⁾図4 各国の鋼材見掛け消費量の推移 (暦年) ⁹⁾図6 各国の鋼材輸出量の推移 (暦年) ³⁾

概ね4億トン規模の過剰能力を有していると言われており、2015年後半からは、今まで以上に、中国国内の鉄鋼生産構造を大幅に改善するべく政府レベルで生産設備の集約や統廃合等の施策を進めるための種々の対策がとられるようになってきた¹³⁾。

2 技術と設備

2.1 日本鉄鋼業の技術的環境

2015年の我が国の経済は全般的に足踏み状態が続き内需の回復が遅れたこと、新興国の景気減速による輸出の鈍化、中国の高水準な鋼材輸出から世界的な需給緩和が進んだことから、2015年（暦年）の粗鋼生産量は1億515万トンとなり、前年よりも5.0%減少した。年後半からは中国経済の停滞が顕著になり、あらためて過剰な生産能力が問題となったため中国政府も過剰生産能力解消と企業のM&A加速等の方針を打ち出した。一方で、2015年には我が国でも鉄鋼各社の設備集約に関する動きがあった。新日鐵住金では、3月に中期経営計画が発表され、そのなかで既発表の君津製鉄所の高炉2基体制への移行に加えて、八幡製鉄所小倉地区の小倉第2高炉休止を含む鉄源工程の最適体制構築の計画が示された。

神戸製鋼所では、既発表の神戸製鉄所の上工程を加古川製鉄所へ集約する計画に沿って、8月には新溶銑処理工場に2基目の脱りん炉の設備投資を行うとの発表があった。また、電炉業界では、大阪製鉄（株）の恩加島工場の製鋼工場の休止、共英製鋼（株）の大阪工場の製鋼工場の休止が決められるなど、生産集約への動きが進んだ¹¹⁾。

経済産業省では、我が国の基幹輸出産業であり、地域の経済、雇用創出を支える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」が取りまとめられ、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⁾。また、一昨年には製鉄所の設備事故が散見されたことも踏まえて、鉄鋼業の過去10年における産業事故の防止に向けた官民の取組状況を検証するための調査を行い、「鉄鋼業における産業事故防止に向けた対策について～望ましい13の取組～」が取りまとめられた¹⁵⁾。

次に、鉄鋼技術に関する研究開発関連の国家プロジェクトでは以下の進展があった。経済産業省、(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「環境調和型革新的製鉄プロセス開発」（COURSE50）では、第2ステップの重要課題である水素還元とCO₂分離回収を連動させる試験を行うた

めに新日鐵住金・君津製鐵所に建設されていた内容積10m³の試験高炉が9月に完成し試運転を開始した²²⁾。同じく経済産業省の新構造材料技術研究組合 (Innovative Structural Materials Association、略称：ISMA) で技術開発を実行中の「革新的新構造材料」プロジェクトでは、2013年の発足から2年が経過し鉄鋼材料では超ハイテン鋼板の開発において残留 γ 中の炭素濃度分布の制御等の研究成果が報告された¹⁶⁾。次に、内閣府の総合科学技術・イノベーション会議が主導する戦略的イノベーション創造プログラム (Cross Ministerial Strategic Innovation Promotion Program、略称：SIP) では本プログラムが推進する10テーマの一つに「革新的構造材料」が取り上げられ、サブテーマのマテリアルズインテグレーション領域では鉄鋼材料も関係する基礎的な研究開発が取り上げられた¹⁷⁾。また、文部科学省、(国研) 科学技術振興機構 (JST) が主管する産学共創基礎基盤研究プログラムでは、「革新的構造用金属材料創製を目指したヘテロ構造制御に基づく新指導原理の構築」が6年目を迎え、初年度の2010年に9件、2011年に3件、2014年に3件、そして2015年にも新たに3件の新テーマが採択された¹⁸⁾。10年レンジの研究開発プロジェクトであり、新たな構造材料開発の指導原理の構築が期待される。

また、日本鉄鋼協会では学協会レベルで新たな研究課題の発掘を目指して、生産技術部門に建設用鋼材利用検討WGを設けて、土木建築市場向けの課題発掘を開始した。本件に関しては、(一社) 日本鋼構造協会とも連携して、建設市場向けの新たな鋼構造システムの提案を検討している。さらに、既存のスラグ技術検討WGにおいても製鋼スラグの利用開発に向けた検討を行っており、合わせて新規テーマの企画立案が期待される。

上記のように、我が国の鉄鋼産業では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

2015年(暦年)の鉄生産量は8,101万トンであり、2014年の8,387万トンと比べ減少した¹⁹⁾。平均出鉄比も2014年の1.93トン/m³・日に対して、1.86トン/m³・日と減少している。2015年末の高炉稼働状況については、前年からの増減はなく27基であり、内容積5,000m³以上の高炉も14基で変化はなかった。

新日鐵住金は2000年から容器包装プラスチックのリサイクルを開始している。容器包装プラスチックはコークス炉へ投入され、化学原料となる油分40%、コークス20%、ガス40%にリサイクルされている。2015年3月に和歌山製鐵所へ容リプラ添加装置を導入し、コークス炉がある新日鐵住金の全ての製鉄所でリサイクルが開始された。

2.3 製鋼・鉄粉

2015年(暦年)の粗鋼生産は、1億515万トンであり、2014年の1億1,067万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7に示す¹⁹⁾。特殊鋼の連铸比率は、94.9%であり、前年と横ばいである。

JFE スチールは2015年1月に西日本製鐵所(福山地区)において第3製鋼工場3号転炉(330t/ch)を稼働し、同転炉を活用した最新の溶銑予備処理プロセスを導入した。脱珪工程で発生するSiO₂を一旦排出することで脱りん時の反応効率低下を抑止し、一般的な転炉工程と比較して副原料である石灰の使用量の大幅削減が可能となる。

神戸製鋼所は上工程集約の一環として、加古川製鐵所の製鋼工場の設備増強を進めており、新溶鋼処理設備(2LF)を2015年10月に先行して稼働させた。2LFは、トップランス

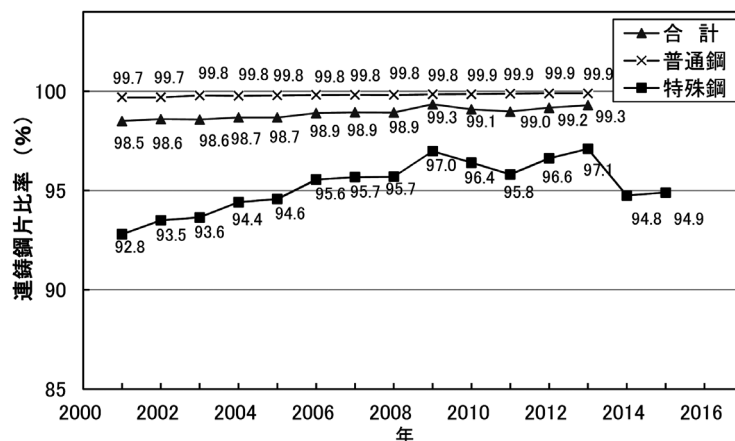


図7 圧延用鋼塊に占める連铸鋼片の比率¹⁹⁾

によるバブリング攪拌付きアーク加熱方式で、ヒートサイズ250t/ch、加熱用トランス容量36,500KVAである。溶鋼の脱硫、介在物制御などの精錬能力増強により、オンリーワン製品の生産比率向上に対応していく。

日新製鋼は2015年4月に周南製鋼所において垂直曲げ型スラブ連続鋳造設備(2CC)を新設した。新連鋳機の仕様は、生産能力80万トン/年、80トン/チャージ、1ストランド、スラブサイズ; 150～250mm厚み×700～1,650mm幅、最大鋳込み速度1.6m/min、機長25.8mである。これにより、ステンレス鋼スラブ品質改善、鋳造速度アップによる高生産性およびスラブ幅・重量拡大による製造可能範囲拡大を実現した。2CCの完工により2013年10月から実施してきた周南製鋼所の製鋼リフレッシュ工事は完了し、年間80万トンの体制により、衣浦製造所の製鋼工程を休止した。また、呉製鉄所においては2015年10月に2次精錬設備工程へ電極加熱式取鍋精錬炉を新設し、特殊鋼品質ニーズ高度化に対応する高纯净度鋼製造のため、介在物浮上分離などの精錬能力向上を狙う。

また鉄粉の分野では、JFEスチールは、2015年7月、東日本製鉄所千葉地区に高機能鉄粉製品を製造する設備を新たに増設した。これにより、該当製品の生産能力は従来の2.8万トン/年から3.5万トン/年へと25%増加した。

2.4 鋼材

2.4.1 薄板

自動車用の骨格部品には、耐衝突特性の向上と車体軽量化による燃費改善を両立するため、超ハイテンの適用が拡大している。JFEスチールは、超ハイテンでは困難とされていた、優れた伸び特性と穴広げ性を両立するプレス加工性に優れた980MPa級の高張力冷延鋼板を開発した。

建築建材分野では、新日鐵住金が、高耐食性めっき鋼板にバーリング加工を施した「高強度耐力壁」と、鉄系鋳造品を用いた「接合金物」を新たに開発し、全国で初となる4階建てスチールハウスの工事を順調に進捗中である。また日新製鋼はレーザ溶接軽量H形鋼を開発し平成27年4月より営業生産開始している。この軽量H形鋼はレーザ溶接を施しているため、高周波溶接よりも狭い溶接幅で深い溶け込みとなり、従来の形鋼にない小型の断面形状が得られ、薄肉化への対応も可能となること、原板に高耐食溶融亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっき鋼板を使用しているため、耐食性が良好であること、プレハブ住宅の構造材、鉄骨建築物など各種構造部材をはじめ、幅広い範囲に適用できることなどの特徴を持つ製品である。

2.4.2 厚板

新日鐵住金は、亀裂が入った際にも亀裂が停まる脆性亀裂

伝播停止特性と鋼材そのものに亀裂が入らないようにする脆性亀裂発生特性を併せ持つ大型コンテナ船用高強度厚鋼板の承認をDnV-GL船級から世界で初めて取得した。

JFEスチールは、引張強度780MPa級で最新TMCP技術により初めてオンライン製造での低降伏比化を実現し、納期短縮を可能にするとともに溶接施工性も兼ね備えた建築構造用高強度厚鋼板を開発した。

2.4.3 棒鋼・線材

大同特殊鋼星崎工場では、熱処理管理や製品試験の適合理化などNORSOK規格(石油・ガス用途向け材料の製造規格におけるグローバルスタンダードの一つ)に対応する品質保証体制を構築し、二相ステンレス鋼の丸鋼でのNOROSOK認証を取得した。

2.5 環境・エネルギー

2.5.1 政府の取組み

2015年11月30日から12月13日までフランスのパリにおいて、国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)、京都議定書第11回締約国会合(CMP11)が開催された²⁰⁾。

本会合において、新たな法的枠組みとなる「パリ協定」を含むCOP決定が採択された。「パリ協定」においては、

- ・世界共通の長期目標として2℃目標のみならず1.5℃への言及
- ・主要排出国を含むすべての国が削減目標を5年ごとに提出・更新すること、共通かつ柔軟な方法でその実施状況を報告し、レビューを受けること
- ・二国間クレジット制度(JCM)を含む市場メカニズムの活用が位置づけられたこと
- ・森林等の吸収源の保全・強化の重要性、途上国の森林減少・劣化からの排出を抑制する仕組み
- ・適応の長期目標の設定及び各国の適応計画プロセスと行動の実施
- ・先進国が引き続き資金を提供することと並んで途上国も自主的に資金を提供すること
- ・イノベーションの重要性が位置づけられたこと
- ・5年ごとに世界全体の状況を把握する仕組み
- ・協定の発効要件に国数及び排出量を用いるとしたこと
- ・「仙台防災枠組」への言及(COP決定)

が含まれている。

2.5.2 日本鉄鋼業の取り組み

日本鉄鋼連盟は、「鉄鋼業の環境保全に関する自主行動計画」を策定し、以下の目標を設定し取組んできた。

- (1) 粗鋼生産量1億トンを前提として、2010年度の鉄鋼生

産工程におけるエネルギー消費量を、基準年の1990年度に対し、10%削減。

- (2) 上記目標は、2008～2012年度の5年間の平均値として達成する。

同連盟は2013年12月に自主行動計画の実績をまとめ、目標期間5年間における実績の平均値は10.7%削減であり、自主行動計画の目標を達成したと報告した²¹⁾。また、CO₂排出量は1990年度比10.5%削減となった。

さらに2013年1月には「低炭素社会実行計画」を策定し、国内企業活動における2020年の削減目標としては、「それぞれの生産量において想定されるCO₂排出量(BAU排出量)から最先端技術の最大限の導入により500万トン-CO₂削減」を目指し、引き続き鉄鋼製造プロセスで世界最高水準のエネルギー効率の向上を図っていくべく取り組んでいる。2014年度における低炭素社会実行計画の取り組みの結果、低炭素社会計画参加会社合計の2014年度の粗鋼生産量1億651万トン(我が国鉄鋼業全体の粗鋼生産量は1億984万トン)に対しBAU排出量は1億8,644万トン-CO₂であり、一方この生産量に対応するCO₂排出量は1億8,745万トン-CO₂であり、BAU排出量からの削減実績は+101万トン-CO₂で、目標比+601万トン-CO₂であった²²⁾。このように2014年度の実績は、コークス炉効率改善や発電設備の高効率化及び省エネ強化等の自助努力による削減は着実に進展しているものの、目標設定において想定できなかった需要構造変化やコークス炉の耐火煉瓦の劣化等の増加要因により、BAUを上回る形となった²²⁾。

革新的技術開発については、高炉からのCO₂排出の抑制と高炉ガスからのCO₂分離・回収により、CO₂排出量を約30%削減する「革新的製鉄プロセス技術開発(COURSE 50)」に2008年度から取り組んでいるが、2012年度にフェーズ1Step1が終了し2013年度から5年間の予定でフェーズ1Step2の開発が開始された。Step2の取り組みは、a) 高炉からのCO₂排出削減技術として、10m³規模の試験高炉を建設しSTEP1で得られたラポレベルでの検討結果を総合的に検証、水素還元の効果을最大化する反応制御技術を確認し、その後のスケールアップのためのデータの取得を目指す。b) 高炉ガスからのCO₂分離回収技術として、実証試験高炉とマッチングできるCO₂分離回収コスト2,000円/トン-CO₂を可能とする技術を開発するため、高性能化学吸収液等の開発、物理吸着法の更なる効率化、未利用排熱活用技術の適応研究を実施し、更なるコスト低減技術の構築を図る。2015年9月に新日鐵住金君津製鐵所に10m³規模の試験高炉の建設を完了し、2016年の本実験に向けた試運転を開始した²²⁾。

また日本鉄鋼連盟は、低炭素社会実行計画の中で廃プラスチックの有効活用について、政府による集荷システムの確立

を前提に廃プラスチック等を100万トン活用することを目指しているが²²⁾、新日鐵住金和歌山製鐵所が容器包装プラスチックのコークス炉への添加装置を2015年3月に導入した。容器包装プラスチックはコークス炉へ投入され、タール、軽油等の油分約40%、コークス約20%、コークス炉ガス約40%等の化学原料に転換され、投入されたプラスチックのほぼ全量が有効利用されている。新日鐵住金では2000年から容器包装プラスチックのリサイクルを開始しているが、和歌山製鐵所への導入により新日鐵住金のコークス炉のある全製鐵所でリサイクルが開始されるようになった。

さらに鉄鋼スラグを環境修復や環境改善に適用した事例として、広島県が実施する「福山港 港湾海域環境創造工事(内港地区)」においてJFEスチールの製鋼スラグを原料とした底質改善材が採用された。JFEスチールと広島大学は、福山内港奥部で発生していた悪臭対策として、共同で海域のヘドロ状底泥から硫化水素臭抑制のためのフィールド実証試験を行い、硫化水素発生の抑制や底生生物の生息などの底質改善効果を確認した。これを受け、福山港内港(広島県福山市)の約66,000平方メートルにわたり2015年11月から2016年3月までの期間で、底質改善材約38,000トンが敷設される見込である。

エネルギー分野では、大同特殊鋼機械事業部が、円形の三相交流電気炉における不均一溶解を炉体回転により解消しインプットエネルギーを低減する炉体旋回式電気炉を開発した。2013年11月に大同特殊鋼知多工場に炉容150トン、鉄扉内径7,000mm、EBT出鋼方式、トランス容量120MVA、炉体旋回最大角50°の炉体旋回式三相交流電気炉を導入し、従来の旋回無しに対して、熱効率2.6%向上、投入エネルギー原単位4.1%低減、通電時間6.1%の短縮の結果を得た。

日本鑄鍛鋼(株)は、超々臨界圧火力発電プラント向蒸気タービン用COST-FB2ロータ材の製造技術を確認した。蒸気温度600℃超となる蒸気タービン用ロータ軸の材料にはコバルト、ボロン含有の高クロム耐熱鋼のCOST-FB2が採用されているが、大型でかつ過酷な条件で使用されるロータ軸材の製造においては、製品の健全性確保の面から高い清浄性および均質性が要求される。日本鑄鍛鋼は2012年より導入した145トンESR装置により、納入重量50トンをはじめとする大型COST-FB2ロータ軸材を多数製造し、2015年に合計20本納入した。さらに同社は、国際熱核融合実験炉(ITER)用高窒素ステンレス鋼極厚鍛鋼品の製造技術を開発した。極厚鍛鋼品の内部品質(超音波検査での透過性、機械的性質)を確保し、合理的となる最終製品形状に近く鍛造成形することは一般的に困難である。そこで、細粒化鍛造技術および熱間曲げ成形技術を開発し、実機向け鍛鋼品を製造している。

3 技術貿易・技術開発

3.1 技術貿易

図8に鉄鋼業の2014年度までの技術貿易収支の推移を示す。技術輸出対価受け取り額は前年度と比較して41%減少し、技術輸入対価支払い額は24%減少した²³⁾。

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、以下の3項目を整理した。その結果を図9～図11に示す²³⁾。

[売上高対研究費支出比率]

全産業はここ4年ほぼ横ばい、一方、鉄鋼業は2012年度に一旦減少したが、ここ2年は微増傾向である。

[従業員1万人あたりの研究本務者数]

全産業、鉄鋼業とも、2011年度まで増加傾向を継続してきたが、2014年度はいずれも2012年度と同様に落ち込みが認められる。

[研究本務者1人あたりの研究費]

2014年度は、全産業ではリーマンショック以前の2008年度レベルに回復していないものの増加傾向を示している。また、鉄鋼業では2013年度に比べ大幅に増加し、2008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、(独)新エネル

ギー・産業技術総合開発機構の「水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発事業」等が2014年度で終了したが、2015年度に新たに着手したプロジェクトは無かった。

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、管理法人；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、管理法人；新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO))、③経済産業省の「革新的新構造材料等技術開発」(2013～2022年度、2015年度予算；59.2億円)、④内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP:エスアイピー)」の「革新的構造材料」(2014～2018年度、管理法人；科学技術振興機構(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2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年度より政府の産学人材育成パートナー

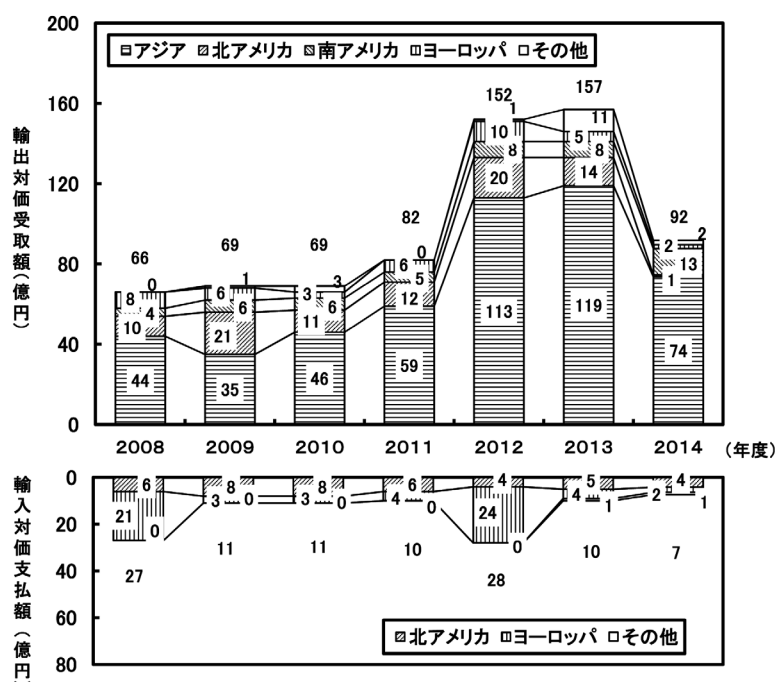
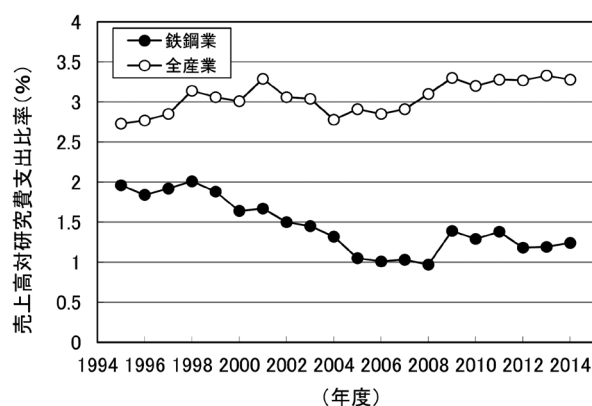
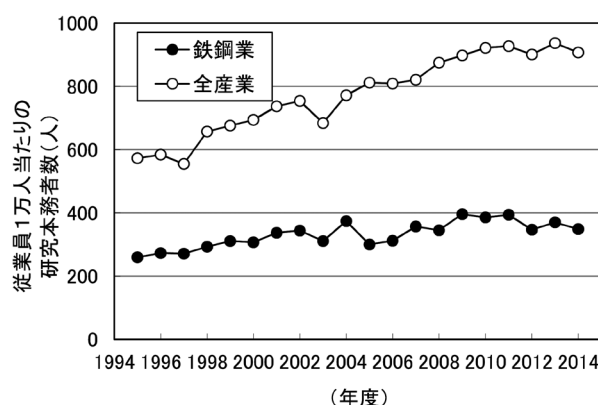


図8 鉄鋼業の技術貿易収支²³⁾

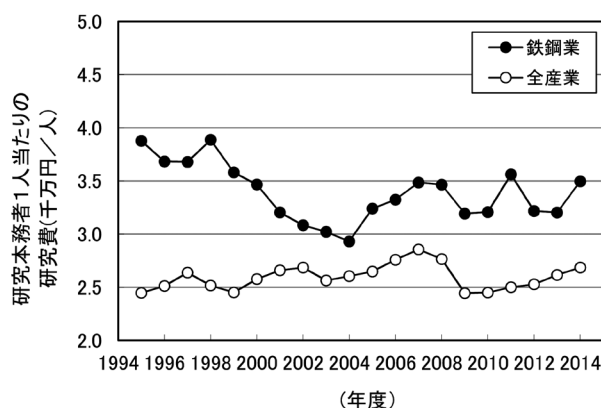
表2 鉄鋼業における公的資金取得研究テーマの一例

分類	事業名称	委託元	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	(国研) 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	(国研) 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	(国研) 科学技術振興機構	2010	2019
	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	(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構	2011	2015
	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	(国研) 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	(国研) 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

図9 売上高対研究費支出比率の経年変化²³⁾図10 従業員1万人当たりの研究本務者数の経年変化²³⁾

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講師から講義を行い、最終日に工場見学（2015年度は新日鐵住金と歌山製鐵所）を行う3.5日コースの講座で、11大学から23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、新日鐵住金君津製鐵所、神戸製鐵所加古川製鐵所、大同特殊鋼知多工場、新日鐵住金室蘭製鐵所の4箇所で開催され、トータル78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、経済産業省または企業講師による「鉄鋼技術特別講義」を12大学で実施し、トータル約2,000名の学生が聴講した。また、大学が企画する製鉄所見学のバス代を補助する事業も継続して実施している。

図11 研究本務者1人当たりの研究費の経年変化²³⁾

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3）。

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3）。2015年度は、2014年度から1件増え、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2,744名（そのうち大学等研究者の延べ参加人数は71名、2014年度から3名増）であり、2014年度の2,724名とほぼ同数であった。

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等を行い、国際交流活動も増えつつある。

特定技術課題を共同で部会毎に重点的に検討する技術検討会については、20テーマで活動した。

なお、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3）。2015年度は、「実用構造用鋼における信頼性向上」技術検討部会が終了し、報告書がまとまった。

「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、2014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、実験等の活動を行った。

5.3 研究助成

本会の研究助成に関する活動内容を表4に示す。「鉄鋼研究振興助成」では、2015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、2014年度から開始した35件と合わせて2015年度は合計71件が受給テーマに基づく活動を実施した。

「研究会」は、2015年度には18研究会が活動し、その内の5

表3 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 ・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）、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4 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：71件（2015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：18件（2015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：2件（2015年12月末現在活動中）

表5 2015年度活動 研究会

型	研 究 会 名	所属部会等	主 査	研究期間
I	生石灰高速滓化によるスラグフォーメーション	高プロ	小林 能直 (東工大)	2013～2015年度
I	資源対応型高品質焼結鉄製造プロセス	高プロ	村上 太一 (東北大)	2013～2015年度
I	革新的水素不動態表面構築の原理探求	材料	坂入 正敏 (北大)	2013～2015年度
II	粒子法による製鋼プロセス解析ツールの開発	製鋼	安斎 浩一 (東北大)	2013～2015年度
II	高亜鉛含有ダストの高度資源化	電気炉	長坂 徹也 (東北大)	2013～2015年度
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	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	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

表6 2016年度採択 研究会

型	研 究 会 名	所属部会等	主 査	研究期間
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

表7 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
GA皮膜加工特性の飛躍的向上に関する研究	GA鋼板の弱点であるプレス加工時のめっき皮膜加工性の飛躍的向上を目指し、Fe-Zn金属間化合物多結晶組織であるめっき皮膜の剥離現象を極限まで抑制する優れた加工特性を有するめっき皮膜の開発に向けた基礎研究を推進する。	山口 周 (東大)	2013～2015年度
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

研究会が同年度に終了した。2015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、6件が新規に活動を開始した(表5)。2016年度は新たに研究会 I が5件、研究会 II が3件採択された(表6)。「産発プロジェクト展開鉄鋼研究」は、2013年度採択のテーマが3月末で活動を終了し、2015年度採択の1テーマが活動中である(表7)。

参考文献

- 1) 平成28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/2015/1222mitoshi.pdf>, (参照日: 2016年2月5日)
- 2) 月例経済報告等に関する関係閣僚会議資料, 内閣府ホームページ, <http://www5.cao.go.jp/keizai3/getsurei/>

- 2016/01kaigi.pdf, (参照日: 2016年2月5日)
- 3) 日本鉄鋼連盟鉄鋼統計専門委員会: 鉄鋼統計要覧-2015年度版, 日本鉄鋼連盟, (2015年10月23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: 2016年2月5日)
 - 5) 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)
 - 6) 日本の鉄鋼業2015, 日本鉄鋼連盟, (2015年6月)
 - 7) 鉄鋼需給四半期報, 日本鉄鋼連盟, (2016年1月)
 - 8) 2015年12月の自動車生産実績, 日本自動車工業会ホームページ, <http://www.jama.or.jp/stats/product/20160129.html>, (参照日: 2016年2月5日)
 - 9) worldsteel鉄鉄・粗鋼生産量・時系列表2006～2015年, 日本鉄鋼連盟ホームページ, https://www.jisf.or.jp/date/iisi/documents/summary_2015CY_R2.pdf, (参照日: 2016年3月9日)
 - 10) 2016年度の鉄鋼需要の動向について, 日本鉄鋼連盟ホームページ, <http://www.jisf.or.jp/news/topics/151216.html>, (参照日: 2016年2月5日)
 - 11) 鉄鋼各社ホームページ, (参照日: 2016年2月5日)
 - 12) GDPの国際比較, 内閣府ホームページ, <http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/menu.html>, (参照日: 2016年2月5日)
 - 13) 日本鉄鋼連盟 輸出市場調査委員会: 中国の鉄鋼需給の現状と今後の展望, 日本鉄鋼連盟, (2008年1月23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/policy/mono_info_service/mono/iron_and_steel/downloadfiles/kinzokusozaio2plangaiyou.pdf, (参照日: 2016年2月5日)
 - 15) 鉄鋼業における産業事故防止に向けた対策について～望ましい13の取組～, 経済産業省ホームページ, http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/iron_and_steel/downloadfiles, (参照日: 2016年2月5日)
 - 16) 新構造材料技術研究組合ホームページ, <http://isma.jp/>, (参照日: 2016年2月5日)
 - 17) 戦略的イノベーション戦略プログラム, 総合科学技術・イノベーション会議ホームページ, <http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/index.html>, (参照日: 2016年2月5日)
 - 18) 産学共創基礎基盤研究プログラム「革新的構造用金属材料創製を目指したヘテロ構造制御に基づく新指導原理の構築」, 科学技術振興機構 (JST) ホームページ, <http://www.jst.go.jp/kyousou/theme/h22theme01.html>, (参照日: 2016年2月5日)
 - 19) 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: 2016年2月16日)
 - 20) 国連気候変動枠組条約第21回締約国会議 (COP21) 及び京都議定書第11回締約国会合 (COP/MOP11) の結果について, 環境省, ホームページ, <http://www.env.go.jp/earth/cop/cop21/index.html>, (参照日: 2016年2月4日)
 - 21) 日本鉄鋼連盟, 自主行動計画を達成 10年度エネルギー消費10%削減, 産業新聞記事, 産業新聞社, (2013年12月16日)
 - 22) 鉄鋼業の地球温暖化対策への取組 低炭素社会実行計画実績報告, 平成28年1月, 一般社団法人日本鉄鋼連盟, ホームページ, http://www.jisf.or.jp/business/ondanka/kouken/keikaku/documents/keikaku_gaiyou.pdf, (参照日: 2016年2月4日)
 - 23) 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: 2016年1月28日)

(2016年3月1日受付)

☆新製品☆

本会維持会員企業における最近の新製品を表8に示す。

表8 新製品一覧表

分類	会社名	製品名および動向	内 容
土木・建築	新日鐵住金	タフガード®マイルド	従来の亜鉛アルミニウム (Zn-Al) 合金めっきに、マグネシウム (Mg) を添加して耐食性を約5倍に向上させためっき線であり、更に意匠性、曲げ加工部や溶接部の耐食性に優れていることから金網等に幅広く活用できる滑面高耐食性めっき線である
		橋梁用高性能鋼 SBHS500W	東京ゲートブリッジに採用後、一般仕様SBHS500を2.2万ト適用。今回、奈良県沼田原橋に、耐候性仕様SBHS500W初めて採用
	J F E スチール	建築構造用 780MPa 級 TMCP 鋼板「HBL®630-L」	最新TMCP技術により引張強度780MPa級で初めてオンライン製造で低降伏比化を実現した建築用高強度鋼板
		露出柱脚工法「NCベースP」 (日本 Casting ㈱と共同開発)	ベースプレートに建築構造用 TMCP 鋼「HBL 385」を適用することにより、高強度鋼管柱に対応した露出柱脚工法
	日新製鋼	レーザ溶接軽量 H 形鋼	原板に ZAM®を用い、ウェブとフランジをレーザ溶接した溶接軽量 H 形鋼。従来 H 形鋼よりも小型・薄肉化が可能
		月星スワンカラー	フルモデルチェンジした塗装ステンレス鋼板。遮熱性・耐久性・加工性を高めた 20 色の色調から選定可能
自動車	新日鐵住金	疲労特性・加工性に優れた熱薄 590、780MPa 級ハイテンおよび熱薄 GA 780MPa 級ハイテン	疲労強度特性・加工性・外観の優れた熱薄 590、熱薄および熱薄 GA 780MPa 級ハイテンを開発し、順調に量産中
	J F E スチール	高伸びと高穴広げ型 980MPa 級高張力冷延鋼板	優れた伸び特性と穴広げ性を有し、複雑な形状の自動車車体構造部品への成形加工が可能な、高加工性超高張力冷延鋼板
産業機械	新日鐵住金	耐摩耗鋼	顧客要望にお応えし、耐摩耗鋼製造可能板厚を拡大。高靱性最高グレード ABREX®500LT : 80mm 迄、標準タイプ ABREX®450, 500 : 100mm 迄
造船	新日鐵住金	大型コンテナ船用 BCA と CTOD 保証付き厚鋼板	DnV-GL 船級から世界で初めて脆性亀裂伝播停止特性と脆性亀裂発生特性の両者を向上した大型コンテナ船用高強度厚鋼板の承認を取得
その他	大同特殊鋼	炉体旋回式電気炉	円形の三相交流式電気炉において、炉体を旋回することで、不均一溶解を解決し、省エネを実現する電気炉

☆生産技術のトピックス☆

2015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。

地球環境にやさしい高効率溶銑脱硫技術

JFEスチール (株)

JFEスチールは、溶銑予備処理プロセスにおいて、「脱硫剤投射法」「スラグホトリサイクル法」を開発し、全社の製鋼工場内の機械攪拌式溶銑脱硫設備に導入した。

一般的な機械攪拌式溶銑脱硫設備では、脱硫剤を溶銑上方から自然落下させて添加するが、脱硫剤が溶銑内に巻き込まれる際に直径数mm～数十mmの球状に凝集し、凝集体内部の脱硫剤が反応に寄与しないという課題があった(図1左)。「脱硫剤投射法」では、投射用ランスから、高速の搬送ガスと共に脱硫剤を溶銑上に吹き付けることにより、直接、溶銑内に添加することが可能となる。その結果、脱硫剤の凝集が抑制され、脱硫剤の反応効率が大幅に向上する(図1右)。さらに、「スラグホトリサイクル法」は、凝集状態である脱硫スラグが、冷却中に体積膨張により崩壊し、未反応面を創出する現象を利用し、次チャージ以降の処理に対して高温状態のまま再利用するものである。本法は、従来再利用していなかったスラグの熱量も回収できるため、資源の節約だけでなく、処理中の溶銑温度低下も抑制可能となる。両技術の適用により、従来の脱硫剤上添加法に対して、脱硫剤の反応効率は約2倍に向上、発生スラグ量は30%低減した。今後、更に高効率な溶銑脱硫法の開発に努め、世界最先端のエネルギー効率・資源循環率・環境保全技術を有する製鉄プロセスの確立に寄与していく。

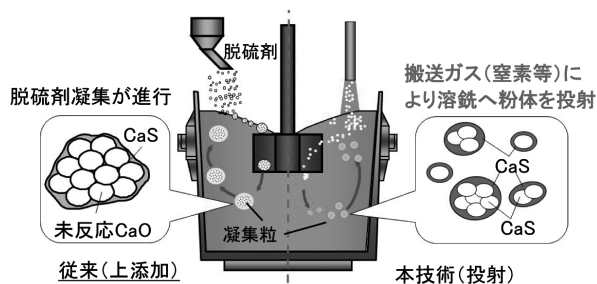


図1 従来の課題と脱硫剤投射法の概要

大型コンテナ船用BCAとCTOD保証付き厚鋼板

新日鐵住金 (株)

新日鐵住金は、大型コンテナ船用に、万が一亀裂が入った際にも亀裂が停まる脆性亀裂伝播停止特性 (BCA: Brittle Crack Arrest) と鋼材そのものに亀裂が入らないようにする脆性亀裂発生特性 (CTOD: Crack Tip Opening Displacement) の両方の特性を併せ持つ鋼材として、DnV-GL船級協会から

2015年5月に世界で初めて承認を取得しました。

DnV-GL船級協会より承認された鋼材は、大型コンテナ船の重要部材に使用される降伏強度390N/mm²の高強度厚鋼板である(最大板厚100mm)。溶接部などに潜在的に存在する欠陥から、万一、船体に脆性亀裂が発生した場合でも、同部位で亀裂を停止させることが可能であり、かつ、脆性亀裂発生への抵抗を高めた鋼材である。これによって、コンテナ船の安全性をより高い次元で実現するだけでなく、国際船級協会連合 (IACS) が規定する厳格検査プロセスの簡素化が可能となり、建造の効率化、コスト低減に寄与する。

2013年にIACSが、コンテナ船の重要部材への高アレスト鋼 (BCA鋼) 適用と、船舶建造時の溶接部超音波探傷検査方法に、これまでの検査方法よりさらに厳しい検査法の適用を規定化した。当社は、2006年に高アレスト鋼板を世界で初めて実用化し、これまで2万トンを超える高アレスト鋼を製造してきた。併せて、厳格な安全性が要求される海洋構造物向けCTOD保証構造用鋼を製造してきた高い技術力をベースに、厳格化された超音波探傷検査方法にも対応できる、脆性亀裂伝播停止特性 (BCA) と脆性亀裂発生特性 (CTOD) の両方の特性を併せ持つ鋼材を開発した。



図2 コンテナ船の重要部材

耐摩耗鋼「ABREX® (アブレックス)」の製造可能板厚を大幅拡大

新日鐵住金 (株)

新日鐵住金は、2012年10月の統合を機会に立ち上げた新しい耐摩耗鋼ブランド「ABREX® (アブレックス)」の製造可能板厚を大幅に拡大し、お客様のニーズにきめ細かくお応えするメニューを整えた。

ABREX®は、鋼材の摩耗を減らし、設備のメンテナンス周期延長や機械の軽量化等に寄与する環境にやさしい鋼材である。これまで、土木工事や資源開発に必要な建設機械や鉱山設備、各種廃材処理機械等に採用されてきた。

新日鐵住金は、ABREX®の標準タイプを硬さで4種類、低温(-40℃)で使用可能な高韌性タイプを硬さで3種類製造している。

今回、標準タイプのABREX® 450、500について、従来の製造可能板厚を50mmから100mmに拡大し、低温韌性タイプで最高級グレードのABREX®500LTは、従来の25mmから

80mmに大幅に拡大した。

ABREX®は、ブランド誕生以降、超高硬度の硬さ600クラスや板厚も薄手から厚手まで世界最高クラスの幅広いラインナップを取り揃えた。また、ABREX®は当社4箇所の製鉄所で製造し、それぞれの特徴を活かした供給体制を整えた。

表 ABREX規格毎の製造可能板厚

規格	製造可能板厚 (mm)
ABREX 400	4 ~ 100
ABREX 450	4.5 ~ 100
ABREX 500	4.5 ~ 100
ABREX 600	8 ~ 25
ABREX 400LT	4 ~ 60
ABREX 450LT	4.5 ~ 50
ABREX 500LT	4.5 ~ 80

建築構造用780N/mm²級TMCP鋼材「HBL®630-L」

JFEスチール (株)

JFEスチールが開発したTMCP型建築構造用低降伏比780N/mm²級鋼材「HBL®630-L」が、高層ビルの溶接4面ボックス柱材として採用された。

高層建築構造物においては、下層部の大きな吹き抜けや大スパンなど多様化する建築計画を実現するため、高軸力を支持できる高強度の柱材の要望が増えている。一方で、耐震安全性確保のために要求される低降伏比と高強度を両立させるために、従来は多段熱処理工程が必要であり工期がかかるといった課題があった。「HBL®630-L」は当社オンリーワン技術である厚板オンライン熱処理設備HOP®を適用し、オンラインで低降伏比化に必要な複相組織化を実現し、大幅な工期短縮を実現した。ミクロ組織としてベイナイト中に、より硬質の島状マルテンサイト (M-A) を分散させ、780N/mm²級という従来鋼の1.6倍の強度と低降伏比の両立を達成している。本鋼材は、当社西日本製鉄所福山地区で製造しており、2009年8月に国土交通大臣認定を取得している。

「HBL630®-L」が有する短納期、高溶接施工性の特長を生かして、当社がラインアップする「HBL®シリーズ」の他の強度グレードとともに、本鋼材の高層ビルや大規模建築物等への適用を積極的に進めていく。

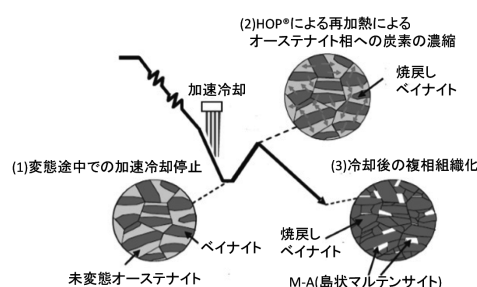


図1 780N/mm²級TMCP鋼材「HBL®630-L」の製造プロセスとミクロ組織制御

高伸びと高穴広げ性を両立した980MPa級高張力冷延鋼板

JFEスチール (株)

JFEスチールは、超ハイテンでは困難とされていた、優れた伸び特性と穴広げ性を両立する980MPa級の高張力冷延鋼板を開発した。これは従来の当社汎用型の980MPa級冷延ハイテンと比較し、伸び値は2割向上、穴広げ率も2倍に高くなっている (図1)。複雑な形状の部品を高強度化することにより、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。

近年、自動車用の骨格部品には、耐衝突特性の向上と車体軽量化による燃費改善が求められ、超ハイテンの適用が拡大している。しかし、複雑な形状の部品が必要とされるため、加工が難しい超ハイテンの使用は制限される場合もあった。従来から伸び特性と穴広げ性がそれぞれ個々に高い冷延鋼板はあったが、これらを両立し、かつ高いレベルで実現する開発は今回が初めてである。

一般的に、超ハイテンは伸び特性を向上させるために、延性に富む軟質相と、強度を担う硬質相を鋼板の金属組織中に共存させている。そのため、大きな硬度差が破壊の起点となり、伸びフランジ成形性に劣っていた。一方、穴広げ性に優れた超ハイテンは、金属組織が硬質相単一で構成されるため、延性に乏しくなっていた。このため、伸び特性と穴広げ性の両立は、超ハイテンの大きな課題であった。

今回、独自の熱処理技術により、金属組織中に軟質相と硬質相に加えて、中間的な硬度の相を分散し、組織中の硬度差を低減することに成功した。これにより、今まで難しいとされていた高延性材料の穴広げ性が、飛躍的に向上した。この手法を活用し、合金化溶融亜鉛めっき鋼板に続き、冷延鋼板でも高伸びと高穴広げを両立した980MPa級ハイテンがラインナップに加わった。

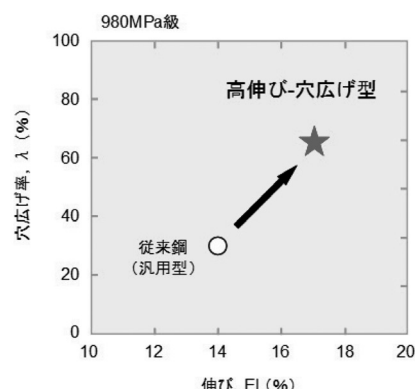


図1 本開発材料の伸び値と穴広げ率の関係

レーザ溶接軽量H形鋼

日新製鋼(株)

日新製鋼は、日新製鋼ステンレス鋼管(株) 尼崎工場において、従来の形鋼にない小型の断面形状と薄肉化ニーズに対応するために高耐食めっき鋼板であるZAM®を素材としたレーザ溶接軽量H形鋼を開発し、営業生産を開始した。

本製品は、これまでステンレス鋼管の製造で培ってきたレーザ溶接技術を応用したものであり、溶接ビード幅が狭く、めっき層のダメージ範囲が小さいという特長を有する。これにより耐食性に優れ、かつ美しいZAM®の肌を活かした良好な外観の溶接軽量H形鋼を提供できる。

現在、本製品は太陽光発電パネルの架台、屋外階段やウッドデッキの梁などに採用されている。さらに、建築基準法第37条第二号の規定に基づく性能評価を受け、国土交通大臣より建築構造物材料としての認定を取得しており、今後の需要の拡大が期待される。

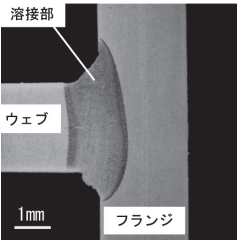


図1 溶接部の断面

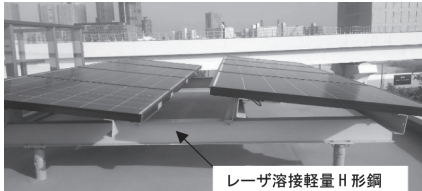


図2 太陽光発電パネルの架台への適用例

二相ステンレス鋼 丸鋼のNORSOK 認証取得

大同特殊鋼(株)

大同特殊鋼・星崎工場は、2014年および2015年にスーパー二相ステンレス鋼および汎用二相ステンレス鋼の丸鋼を対象に、石油・ガス用途向け規格「NORSOK」認証を国内の特殊鋼専門メーカーとしては初めて取得した。

近年、海外需要の拡大に伴い、海外ユーザーからの国際規格取得の要求が高まっている。「NORSOK」はノルウェーの石油産業界によって、石油掘削・生産に関する作業や設備等の安全性や価値の付加、費用効率を保証するために導入された規格である。世界各国における石油産業界の規格はそれぞれ異なったものであるが、石油・ガス用途向け材料の製造規格はNORSOKをベースに作られる事が多く、NORSOKはノルウェーのみならず事実上のグローバルスタンダードの一つとして機能している。なかでも「NORSOK M-650」は、材料

製造者が、対象となる鋼種を製造する十分な能力と経験、そして製造に必要な設備を有していることを規定した規格である。

大同特殊鋼・星崎工場は、熱処理管理や製品試験の適合化などNORSOK規格に対応する品質保証体制を構築し、認証を取得した。本認証取得により、より信頼性の高いステンレス鋼の製造・販売が可能となることから、今後大きな需要が見込まれる石油・ガス分野での二相ステンレス鋼ニーズに対応していく。

表 認証規格・鋼種の例

認証規格	材料規格		鋼種 (*)
NORSOK M-650	NORSOK	MDS D47	UNS S31803、S32205
	M-630	MDS D57	UNS S32750、S32760

(*) 上段：汎用二相ステンレス鋼、下段：スーパー二相ステンレス鋼

海域の環境改善に寄与する水・底質浄化資材：マリンストーン®
JFEスチール(株)

閉鎖性海域では、栄養塩を含んだ生活排水などの流入水の影響を受け、海底に栄養塩や有機物を多く含んだヘドロが堆積しやすくなる。ヘドロ堆積により、硫化水素発生による異臭、貧酸素化、富栄養化などさまざまな問題が生じる。「マリンストーン®」はJFEスチールが開発した、製鋼スラグを原料とした海域環境改善に寄与する資材である。主な特長は下記のとおり。

- ①ヘドロが堆積した底質上に散布(覆砂)することにより、底質中の硫化水素やリン酸イオンを化学的に吸着する。これにより、海底からの硫化水素などに起因する悪臭の発生やリンの溶出を抑制し、悪化した底層水や底質を化学的に「改質」する。また、硫化水素による酸素消費を抑えることにより、海底の貧酸素化や青潮の防止が期待できる。
 - ②表面と間隙が海底に生息する生物(底生生物)の付着基盤となり、生物生息環境を構築する。とくに二枚貝やホヤなどは懸濁物をろ過し、水・底質を浄化することが知られており、これらによる自浄能力向上が期待できる。
 - ③天然砂と比較して大きな粒径を有していることから、波浪などで流失し難く、安定性に優れるため、日光が届く浅海域では藻類・海藻類の着生基盤としても機能する。
- 当社は、本製品をはじめとする海域向けスラグ製品の適用拡大を通じて、海域環境保全に貢献していく。

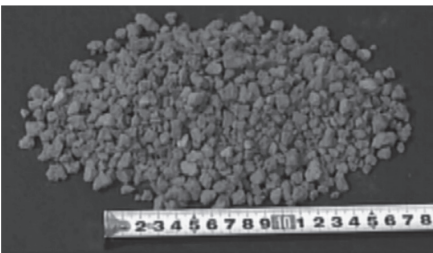


図1 マリンストーン® (粒径5～10 mm)

スチールハウス工法で初の4階建て物件が竣工

新日鐵住金（株）

新日鐵住金は、独自のスチールハウス工法である「NSスーパーフレーム工法®」で、国内初のスチールハウス工法による4階建て建物を大分製鐵所の明野北社宅物件において建設し、2016年1月に竣工した。

スチールハウス工法は、2012年9月の薄板軽量形鋼造告示の改正により従来の3階建てから、4階建てまでの建設が可能となった。この告示改正を受けて新日鐵住金とNSハイパーツ（株）は、名古屋工業大学の協力を得て、高耐食性めっき鋼板「スーパーダイマ®」にバーリング孔加工を施して地震エネルギー吸収能力を向上させた「高強度耐力壁（図1）」を開発し、4階建てスチールハウスの「構造評定」を取得した。さらに壁と床の「接合金物」には、日之出水道機器（株）を加えた3社で共同検討した鉄系鋳造品を採用し、4階建て建設を実現した。

新日鐵住金大分製鐵所では、老朽化した明野北社宅（24戸×4棟＝96戸）をスチールハウス工法で建て替え、全4棟のうち1棟に「4階建て」を採用することで、土地の有効活用が図られ、全戸南向きの配置や駐車場の集中配置が実現した。本工事は、多くのスチールハウス案件を手掛けてきたグループ会社の日鉄住金テックスエンジ（株）が施工し、2016年1月に竣工した（図2）。

「NSスーパーフレーム工法®」での4階建て完成を契機に、共同住宅市場でのスチールハウス工法の幅広い展開が大いに期待できる。

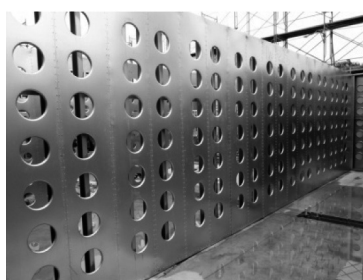


図1 高強度耐力壁



図2 4階建てスチールハウス

難加工部品用の成形技術を開発

JFE スチール（株）

JFE スチールは、自動車部品の性能やデザイン性の向上、軽量化ニーズに応えるため、難加工材や難加工部品に適用できる成形技術を開発した。本技術は軟鋼から超ハイテン材まで、強度にかかわらず適用可能である。

本技術は、加工の工程を二工程に分け、一工程目の形状を論理的に算出された最適形状とし、二工程目の加工で製品形状にする。従来から二工程での成形は行われていたが、一工程目の形状は経験や試行錯誤で設計されていた。本技術では一工程目の形状を断面長さ等のパラメータを用いて論理的に計算された最適形状とすることにより、難加工部品の成形が可能となる。

本技術の実用例として、エアスポイラー一体の自動車用バックドアを試作した。エアスポイラーは張出しが大きい形状のため成形が難しく、現状では樹脂製の別部品が取り付けられているが、樹脂部品は高価な上に、鋼材とのつなぎ目で見た目を損なうという問題がある。そこで本技術を適用し、鋼板からエアスポイラーを一体で成形することで、デザイン性が高く、かつ低コストであるバックドアの試作に成功した（図1）。今後、本技術の実生産への適用拡大に向け、お客様との共同開発を行っていく。

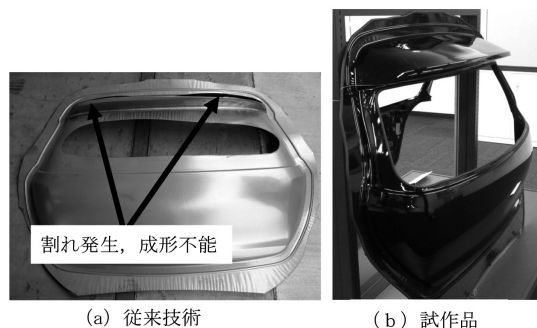


図1 スポイラー一体バックドア

超々臨界圧火力発電プラント向蒸気タービン用 COST-FB2
ロータ軸材の製造技術確立

日本鋳鍛鋼（株）

電力需要と環境問題への対応から、新興国において発電効率の高い超々臨界圧火力発電プラントの建設が旺盛であり、蒸気タービン用ロータ軸材にはコバルト、ボロン含有の先進型高クロム耐熱鋼である COST-FB2 が主に採用されている。日本鋳鍛鋼は、COST-FB2 をはじめとする先進型高クロム耐熱鋼の大型ロータ軸材の量産体制を確立した。

火力発電プラントにおける発電効率は、蒸気温度の向上と共に改善が図られ、現在の超々臨界圧高温タービンでは蒸気温度が600℃超に達する。そこで、ロータ材料には高いクリープ破断強度を有する先進型高クロム耐熱鋼が使用され

ているが、大型で且つ過酷な条件で使用される蒸気タービンロータ軸材の製造においては、健全性確保の観点から、高い清浄性および均質性の確保が必要であり、COST-FB2ロータ軸材の製造にはESR装置や大型鍛造プレスが用いられる。

日本鑄鍛鋼は、2012年より導入した145トンESR装置や、13,000トンプレスを用い、納入重量50トンをはじめとする大型COST-FB2ロータ軸材を多数製造、量産化技術を確認し、2015年に合計20本納入した。

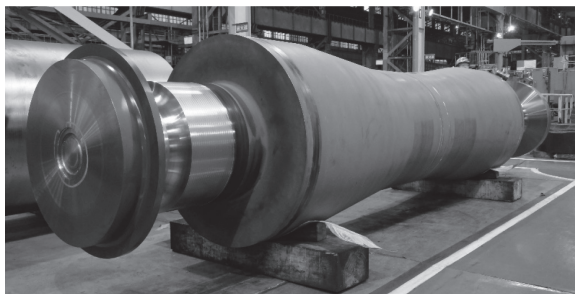


図 大型COST-FB2ロータ軸材（重量：50トン）

国際熱核融合実験炉（ITER）用

高窒素ステンレス鋼極厚鍛鋼品の製造技術の開発

日本鑄鍛鋼（株）

ITERのトロイダル磁場コイルケースは、4Kという極低温環境下で巨大な電磁力に耐えるために、高窒素オーステナイト鋼（JSME S KA1のFM316LNH鋼相当）鍛鋼品が用いられる。この中でWingと呼ばれる部材は湾曲した複雑形状で、納入重量10ton、最大1000mm厚さの極厚鍛鋼品である（図

1）。このような極厚鍛鋼品の内部品質（超音波検査での透過性、機械的性質）を確保しつつ、最終製品形状に近く鍛造成形する製造方法の確立は、オーステナイト系ステンレス鋼特有の粗大な結晶粒、および高窒素添加に起因する鍛造成形中の割れ発生等から、困難と考えられてきた。

そこで、日本鑄鍛鋼では、鍛造工程での結晶粒の細粒化および均質化を図り、内部品質を確保するために、大型オーステナイト系ステンレス鋼の製造実績および厚さ約400mmの本鋼種試作材等により得られた知見から、鍛造加工での表面割れを抑制し、かつ所定のひずみを厚さの中心まで均一に付与する細粒化鍛錬技術を開発した。さらに、鍛造成形について、小規模実験およびFEM解析から、厚みおよび長さ方向で非対称形状の素材のねじれ現象を抑制する方法を見出し、狙いの形状となる鍛造曲げ成形技術を開発した（図2）。

2012年に日本原子力研究開発機構と共同で実機大の試作を実施し、内部品質の確認を行い、本製造技術の妥当性を確認した。2013年以降現在多くの実機向け鍛鋼品を日本のITER計画への貢献の一部として製造している。

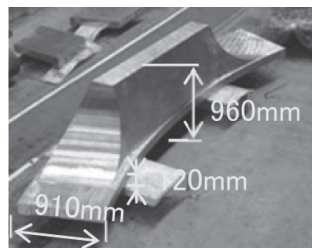


図1 Wing 製品形状

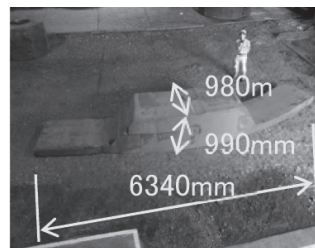


図2 鍛造後形状