

2012年鉄鋼生産技術の歩み

Production and technology of Iron and Steel in Japan during 2012

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

2012年は一昨年に発生した東日本大震災の影響が続き、被災地の製鉄所では完全復旧に向けた取り組みが行われたが、原発問題に伴う電力料金の値上げ問題が顕在化し、電炉企業をはじめとする鉄鋼業界にとって深刻な問題となった。

一方で、鉄鉱石や原料炭等の原燃料価格の動向は依然不安定であり、欧州の財政危機問題や中国の経済成長の鈍化、昨年の秋頃まで続いた円高問題等により鉄鋼需要は伸び悩んだ。このような情勢の中、新日鐵住金（株）や日新製鋼ホールディングス（株）等の新会社が発足し、さらには鉄鋼流通加工業界や鉄鋼関係商社等を含む鉄鋼業界の再編の動きが進んだ。

1.1 鉄鋼原料の動向

2004年頃から中国の需要拡大に伴い鉄鉱石や原料炭等の鉄鋼原料の需給が逼迫し、原料価格も高騰していたが、最近の中国市場の伸びが減速したこともあり、需給状況が変化してきた。中国市場の動向を睨んで、鉄鉱石のサプライヤー企業では予定していた鉄鉱石生産設備への設備投資や拡張計画を見直す動きも出てきた。原料価格については、鉄鉱石（豪州・粉鉱石）は高騰前の2004年では約25\$/トンであったが2011年前半には約170\$/トンまで高騰していた。これが、一昨年から昨年にかけて下落傾向となり2012年末で100\$/トンレベルとなった。原料炭（豪州・強粘結炭）も同様の推移を示しており、一時期約320\$/トンまで高騰していた原料炭価格が2012年末で約170\$/トンレベルとなった。

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等によると、2012年の鉄鋼需要産業の概略の動向は以下のとおりである。

建設関係の土木分野では年々削減傾向にあった公共事業関

係費が2011年度補正予算や2012年度当初予算で震災復興に関わる予算が約3.3兆円規模で計上されたため、増加傾向に転じた。また、建築分野では各種住宅施策のほか復興需要もあり、緩やかな回復基調にある。

自動車関係では、上期中はエコカー補助金効果から高い伸び率となり、2012暦年の新車販売（輸入車含む）は前年比27.5%増の537万台と4年ぶりに500万台を超えた。また、2012暦年の四輪車の生産台数は994万台で対前年18.4%の増加となった¹⁾。

機械関係では、産業機械分野で、欧州や中国の経済減速を受けて外需が年後半に急激に減速したことにより、建設機械、工作機械で前年水準を下回る状況となった。

また、電気機械分野でも外需停滞の影響が出ており、特に電子機器ではエコポイント制度の終了や国際的な競争激化のため生産指数は大幅減となった。

造船関係では、新たな受注面で厳しい状況が続いており、新造船起工量は対前年比20%程度減の見込みとなった。

このような鉄鋼需要産業の動向に対して、本会維持会員企業においては2012年も新たな製品が開発された。土木・建築向けでは、耐食性や溶接性に優れた橋梁用の高性能鋼や現場施工性に優れた鋼管杭等が開発された。自動車向けにはホットプレス用の耐酸化性と耐食性に優れた鋼板や、冷間鍛造性に優れ、金型寿命の改善が可能な高強度歯車用鋼、高纯净度で高信頼性の長寿命軸受鋼等が開発された。電機機械向けには、精密加工用の細粒化ステンレス鋼、エネルギー分野向けではより耐食性が向上したラインパイプ用のステンレス鋼管等が新商品として発表された。これらの詳細については、表8に示す通りである。

1.3 グローバル化の展開

2012年も鉄鋼各社の海外展開に関する種々のニュースが報じられた。新日鐵住金では豪州ブルースコープ社と東南ア

ジア、米国における海外建材薄板事業の合併事業合意（旧新日鐵、8月）、米国WSPヒューストンOCTG社の工場設備の買収合意（10月）、タイにおける棒線二次加工事業の会社の統合（10月）、メキシコやインドにおける自動車用鋼管事業の展開（旧新日鐵、8月、2月）等が進められた。

JFEスチール（株）では、ベトナムで高炉一貫製鉄所のFS検討開始（3月）、インドJSWスチール社への自動車用鋼板や無方向性電磁鋼板の製造技術供与（8月、12月）、伊藤忠丸紅鉄鋼（株）と協力してタイ・サハピリアスチールに出資、冷延合併の出資拡大（10月）等があった。

（株）神戸製鋼所では、中国における線材二次加工拠点の設立（1月）、共英製鋼（株）はベトナムで電炉一貫製鉄所を展開（4月）、丸一鋼管（株）はメキシコに自動車用鋼管の現地生産を決定（1月）、また、鉄鋼系商社の海外鉄鋼投資が拡大されインド、インドネシア、メキシコで鋼材サービス拠点が拡充された。

1.4 粗鋼生産量

このような情勢の中、我が国の2012暦年の粗鋼生産量は1億723万トンと前年に比べて微減となったが、リーマンショック以降3年続けて1億トン台の生産となった。炉別生産では、転炉鋼が8,231万トン、電炉鋼が2,493万トンで、対前年比率では転炉鋼が43万トン減少、電炉鋼は8万トンの増加となった（図1）²⁾。

世界の粗鋼生産量は、昨年2012年は対前年1.2%増の15億4,780万トンとなった³⁾。一昨年に初めて15億トンを超え右肩上がりであるが、対前年伸び率は鈍化した。2012年の粗鋼生産量のトップ10の国は、中国、日本、米国、…等で、表1に示す通りである。中国の対前年伸び率は3.1%となり、ドイツ、ブラジル、ウクライナでは数%の減少となった。

また、世界の鉄鋼業の2012年末の操業率は73.2%であり³⁾、一昨年から低下傾向が継続している。特に、中国の過

剰生産能力が顕著であり中国鉄鋼企業の収益悪化の要因ともなっている。

日本鉄鋼連盟では、2013年度の国内鉄鋼需要見通しを発表している。これによると需要は消費税増税前の駆け込み需要や設備投資の回復等から建設分野は増大が見込まれるが、製造業では造船向けの減少、自動車等の海外生産シフト等により強い回復には至らず、海外市場も需給関係が不透明であるため、粗鋼生産量は前年度水準を若干下回るという見通しである⁴⁾。

以下に、2012年の鉄鋼生産技術の歩みを振り返る。

2 技術と設備

2.1 日本鉄鋼業の技術的環境

2012年は世界的な経済停滞のなか、我が国の粗鋼生産量も一昨年とほぼ同規模の1億トン強にとどまった。鉄鋼原料は需給バランスの変化から高騰していた原料価格も低下傾向となったが、資源保有国における資源ナショナリズムの動きもあり不安定要素が拡大した。鉄鋼需要産業は業種により需要動向に差異があるが、自動車や家電分野では海外進出が拡大する中で鉄鋼企業の海外展開も進んだ。また、鉄鋼産業にとって重要なエネルギー問題に関しては、東日本大震災後の原発の影響が続き、電力価格の値上げ等の問題が生じた。

鉄鋼技術分野での大型国家プロジェクトとしては、抜本的なCO₂削減を狙った「環境調和型製鉄プロセス技術開発（COURSE 50）」プロジェクトが5年間のフェーズ1を終了し次ステップへ展開することになった。また、2013年度からの新たな国家プロジェクトとして、「革新的新構造材料」に関する技術開発の検討が進められた。

以下、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

2012暦年の銑鉄生産量は、8,141万トンであり、2011年の8,103万トンと比べ0.5%増となった⁵⁾。平均出銑比は2011年

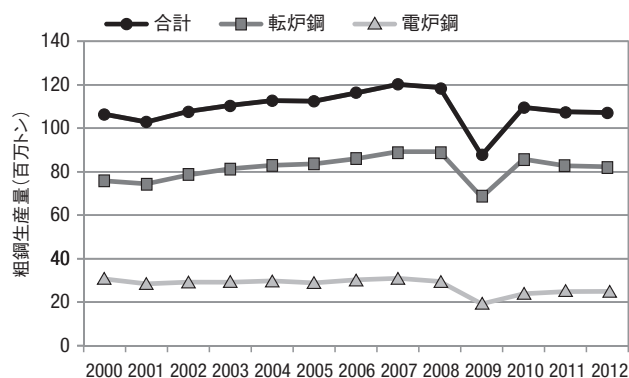


図1 我が国の粗鋼生産量の推移（暦年）²⁾

表1 粗鋼生産量のトップ10³⁾

	2012年 トップ10	2010年 (百万トン)	2011年 (百万トン)	対前年伸び率 2011/2010 (%)	2012年 (百万トン)	対前年伸び率 2012/2011 (%)
1	中国	638.7	695.5	8.9	716.5	3.1
2	日本	109.6	107.6	▲1.8	107.2	▲0.3
3	アメリカ	80.5	86.2	7.1	88.6	2.5
4	インド	68.3	72.2	5.7	76.7	4.3
5	ロシア	66.9	68.7	2.7	70.6	2.5
6	韓国	58.9	68.5	16.2	69.3	1.2
7	ドイツ	43.8	44.3	1.0	42.7	▲3.7
8	トルコ	29.1	34.1	17.0	35.9	5.2
9	ブラジル	32.9	35.2	6.8	34.7	▲1.5
10	ウクライナ	33.4	35.3	5.7	32.9	▲6.9

の1.91トン/㎡・日に対して、1.88トン/㎡・日に減少した。

2012年末の高炉稼働状況については、2011年末が26基に対して27基と1基増加した。内容積5,000㎡以上の高炉は2011年末と同様13基である。

新日鐵住金（旧新日鐵）君津製鐵所第2高炉は、約17年の3次操業実施後改修工事に入り、2012年5月に火入れを行った。内容積を3,273㎡から4,500㎡に拡大、炉頂装入装置を並列ホッパー型に変更、出鉄口数を2本から4本に増やし、操業の安定化・コスト競争力のある高炉へ生まれ変わった。

JFEスチール西日本製鐵所（福山地区）では、2012年5月に累計出鉄量が4億トンを突破した。1966年8月に同地区の最初の高炉が稼働して以来45年9ヶ月での達成で、国内単一事業所としては初めてである。

2.3 製鋼・鉄粉

2012暦年の粗鋼生産は、1億723万トンであり、2011年の1億760万トンと比べ、0.3%減となった（図1）。

圧延用鋼塊に占める連鑄鋼片の比率を図2に示す⁵⁾。普通鋼は99.9%と高水準を維持しているが、特殊鋼でも96.6%と増加している。

神戸製鋼所神戸製鐵所では、コスト競争力を引き上げるため、転炉精錬前の脱珪・脱りん・脱硫の機能分担を最適化する予備処理ステーションを2012年11月より稼働させた。製鋼段階でのスラグ発生量を削減して鉄の歩留を向上させ、年間10億円のコストダウンを計画している。

JFEスチール東日本製鐵所（千葉地区）では、ステンレス鋼製造のためのクロム鉱石溶融還元炉において、鉱石バーナー加熱添加技術が開発、設置された。クロム鉱石を純酸素バーナーの高温火炎で加熱しながら炉内に添加することで、エネルギー効率が向上した。

JFEスチール東日本製鐵所（京浜地区）では、操業データベースを活用した製鋼プロセス制御技術が開発された。データベースに蓄積された操業実績に基づいて操業の都度新たなモデルを構築する技術を脱硫、脱りん工程のモデリングに適用し、副原料あるいは酸素の投入量を最適化することによ

り、成分ばらつき低減を達成した。本技術は後に全地区に展開された。

山陽特殊製鋼（株）では、インゴット鑄造設備のみであった第一製鋼工場に60トン連続鑄造設備を新たに設置した。新連続鑄造設備は既設の第二製鋼工場と同一の大断面垂直型であり、高品質特殊鋼の安定生産が可能である。

鉄粉分野では、JFEスチール東日本製鐵所（千葉地区）で、海綿鉄微粉砕設備が増強された。自動車部品に使用される粉末冶金用や新規分野の農業、環境分野の需要増大に対応するため、鉄粉工場で海綿鉄の微粉砕機を3基から4基に増設し、還元鉄粉の製造能力を月間2,700トンから3,000トンへ22%引き上げた。

2.4 鋼材

2.4.1 薄板

新日鐵住金ステンレス（株）は、平成24年2月に光製造所薄板工場の圧延付帯設備3ラインを廃して1基に集約・新設した。旧設備の機械部品を一部流用・改造しつつ、ディスクレーザー溶接機導入や、レイアウト効率化、自動化設備導入等により、従来比2倍以上の大幅な生産性向上と物流の効率化並びに品質向上を達成した。

2.4.2 厚板

新日鐵住金（旧住金）は2011年12月鹿島製鐵所厚板工場に、世界最大級のレベラーを導入し、ハイエンド化、差別化を狙った一連の設備投資を完了した。2012年度は、圧延能力が前年度比で約10%拡大、新たな設備をフル活用し更なる拡販を進めている。

神戸製鋼所は加古川製鐵所厚板工場の熱処理炉の増設工事を完了し、2013年1月から営業運転を開始した。この熱処理能力増強により、着実な需要が見込まれるエネルギー分野向けの拡販を進め、市場でのプレゼンス向上と収益改善を目指す。

2.4.3 鋼管関連

新日鐵住金、住友鋼管（株）、日鉄住金プラント（株）の3社は、共同で3次元熱間曲げ焼入れ（3DQ）の量産加工技術を開発した。これにより、金型を使わずに複雑な形状の超ハイテン鋼管部材を製造することが可能となった。

JFEスチールは、電縫管溶接品質の非破壊評価技術を開発し⁶⁾、東日本製鐵所（京浜地区）および知多製造所に導入した。東日本製鐵所（京浜地区）では24インチ大径電縫管工場に適用し、オンラインフェーズドアレイ超音波探傷装置により溶接部全長をリアルタイムで探傷し、微小欠陥の非破壊検査が可能になった。これにより低温靱性に優れた電縫管の品質保証に貢献している。

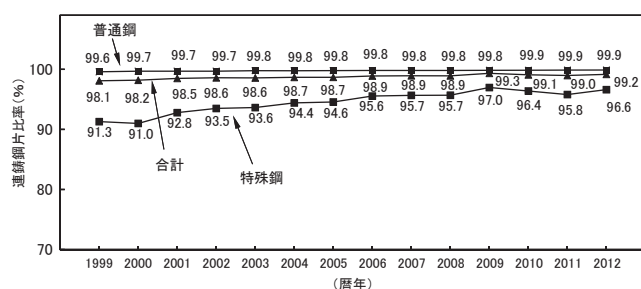


図2 圧延用鋼塊に占める連鑄鋼片の比率⁵⁾

2.5 計測・システム・分析

JFE スチールは局所回帰モデルを用いたオンラインプロセス自動制御手法を開発し、脱硫プロセス制御システムに適用・実用化した。データベースに蓄積された操業実績に基づいて操業の都度新たなモデルを構築し、脱硫、脱りん工程の制御に適用し、副原料あるいは酸素の投入量を最適化することにより成分のばらつき低減を達成した。

JFE スチールは東日本製鉄所（京浜地区）厚板工場の熱処理設備向けの生産計画システムを開発した。納期余裕度を調整可能な製造ロット集約処理と生産能率を最大化する製造処理ロット順序決定処理とを組み合わせ、さらに2つの熱処理炉の生産計画を相互に連携して作成するシステムを構築することにより、納期余裕適正化と生産能率向上を同時に実現した。

東洋鋼板（株）は、表面処理鋼板や冷延鋼板等の各種鋼板用途に特化した表面検査装置の共同開発を（株）アヤハエンジニアリングと2006年から開始し、2011年に商品化（商標登録名：i-TOP）した。

JFE スチールでは、複数の製鉄所、配送センターからお客様への製品配送を一元的に計画・管理する「製品配送計画システム」を開発し、配送効率を向上させるとともに、CO₂排出量低減も達成した。

2.6 環境・エネルギー

2.6.1 政府の取組み

2012年11月26日から12月8日までカタール国のドーハにおいて、気候変動枠組条約第18回締約国会議（COP18）、京都議定書第8回締約国会合（CMP8）が開催された⁷⁾。

「強化された行動のためのダーバン・プラットフォーム特別作業部会（ADP）」、「京都議定書の下での付属書Ⅰ国の更なる約束に関する特別作業部会（AWG-KP）」、「条約の下での長期的協力の行動のための特別作業部会（AWG-LCA）」、及び2つの補助機関会合における事務レベルの交渉を経て、ハイレベル・セグメントにおける協議の結果「ドーハ気候ゲートウェイ」として一連のCOPおよびCMP決定等が採択された。これにより、AWG-KPおよびAWG-LCAは終了し、来年以降のADPにおける交渉の段取りに合意した。この結果、「2020年以降の新しい法的枠組みに関する2015年までの合意に向け交渉の基礎的アレンジメントを整えた」とのメッセージを世界に示すことができた⁷⁾。

2.6.2 日本鉄鋼業の取組み

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、以下の取組み内容を推進している⁸⁾。

①鉄鋼生産工程における省エネルギーへの取組み

- (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（エネルギー消費量の10%削減に見合うCO₂排出量は9%削減として設定）。
- (2) ただし、粗鋼生産が1億トンを上回る状況においても京都メカニズムの活用等も含め目標達成に最大限努力する。
- (3) 上記目標は、2008～2012年度の5年間の平均値として達成する。

②社会における省エネルギーへの貢献

- (1) 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。
- (2) 製品・副産物による社会での省エネルギー貢献
- (3) 国際技術協力による省エネルギー貢献
- (4) 未利用エネルギーの近隣地域での活用
- (5) 民生・業務・運輸における取り組みの強化

③革新的技術開発への取り組み（COURSE50）

- (1) 高炉ガスからのCO₂分離回収技術
- (2) コークス炉ガス改質水素による鉄鉱石の還元技術

上記自主行動計画（参加会社：90社）の2011年度の実績は、粗鋼生産量が10,238万トンと、1990年度比2.2%減の中、省エネ対策を積極的に推進することにより、2011年度のエネルギー消費量は2,212PJと、1990年度比で9.3%の減少となった。また、エネルギー起源CO₂排出量は183.7百万トン-CO₂と、1990年度比8.5%の減少となった⁸⁾。

また、日本鉄鋼連盟は、日本鉄鋼業の目指す方向として「日本鉄鋼業は、世界最高水準のエネルギー効率の更なる向上を図るとともに、日本を製造・開発拠点としつつ、製造業との間の密接な産業連携を強化しながら、エコプロセス、エコプロダクト、エコソリューションを世界に発信し、日本経済の成長や雇用創出に貢献するとともに、地球温暖化対策に積極的に取り組む」ことを明らかにしている。

このうち、エコプロダクトについては、最終製品として使用される段階において、2011年度で2,208万トン-CO₂の排出削減に貢献をしていると推定している⁸⁾。

また、エコソリューションについても世界最高水準の省エネ技術を、途上国を中心に移転・普及し、地球規模での削減に2011年度で約4,300万トン-CO₂の貢献をしていると推定している⁸⁾。

「革新的製鉄プロセス技術開発（COURSE 50）」の目指す方向は、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%削減することを目標とし、2030年までにCO₂貯留に関するインフラ整備と実機化に経済合理性が確保されることを前提にして1号

機の実機化を図り、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ものである。水素による鉄鉱石還元技術については、スウェーデンLKAB社の試験高炉での実験を立案し、2012年4月～5月に試験操業を実施し水素の羽口吹込みおよびシャフト吹込みの各試験において、排出CO₂量の減少を確認した。また、上記還元技術に使用する水素の製造技術として、コークス炉ガス(COG)中のタールを熱分解することにより水素分を増幅する技術開発に取組み、触媒大型反応器(ベンチプラント)による実COGを用いた約30Nm³/h規模の試験を実施し水素の増幅率が2倍になることを確認した⁸⁾。

JFEスチールは、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」において高炉4社などが共同開発中の新たな高炉原料「フェロコックス」の試験製造プラントを東日本製鉄所京浜地区で2011年11月に本格稼働させた。試験製造プラントは、低品位石炭と鉄鉱石の混合成形設備と型乾留炉からなる30t/dの設備で、成型、乾留技術を確立するとともに、2012年には本格的な長期操業試験に取り組んだ。本技術により、高炉で現在使用しているコークスの約3割をフェロコックスに置き換えた場合、製鉄プロセスへの投入エネルギー量が約10%低減し、低品位原料の使用比率向上、並びにCO₂排出量低減効果が期待される。

新日鐵住金ステンレスは、2012年9月にステンレス製造工程で生じるダストやスケール等の副生物から、クロム、ニッケルなどのレアメタルを回収する設備を光製造所に導入した。本設備は経済産業省の「レアアース等利用産業等設備導入事業」の補助金を一部活用して既設RHF工程を増強したもので、副産物のほぼ全量をリサイクル使用することにより年間で1千トン強のレアメタルリサイクル量の拡大ができるようになった。

3 技術貿易・技術開発

3.1 技術貿易

図3に鉄鋼業の2011年度までの技術貿易収支を示す⁹⁾。技術輸出対価受け取り額は前年度と比較して16%増加し、技術輸入対価支払い額は10%減少した。

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」の結果にある企業等の第1表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4～図6に示す⁹⁾。

3.2.1 売上高対研究費支出比率

全産業・鉄鋼業とも支出比率が前年対比で増加した。一

方、2012年の鉄鋼業の研究費総額は1,633億円で2011年対比8.1%増加したが、開発研究に費やされた比率は69%と昨年対比若干低下した。

3.2.2 従業員1万人あたりの研究本務者数

全産業は、順調に増加傾向を継続している。一方、鉄鋼業も同様であるが、その度合いは低い。なお、鉄鋼業の研究本務者総数は、約4,500人で2009年並みに減少した。

3.2.3 研究本務者1人あたりの研究費

2010年は、全産業では若干増加傾向を示しているが、特に鉄鋼業はほぼリーマンショック以前の2008年レベルに回復した。

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、2012年度終了した主要プロジェクトは、①「環境調和型製鉄プロセス技術開発(COURSE 50)」(2008～2012年度)、②「資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発」(2009～2012年度)、③「難利用鉄系スクラップの利用拡大のための研究開発」(2010～2012年度)などである。①のCOURSE 50はフェーズ1のStep1が終了したもので、継続してStep2(2013～2017年度)へ移行する予定である。

2012年度着手の主要プロジェクトとしては、文部科学省の「元素戦略プロジェクト〈研究拠点形成型〉(構造材料)」(2012～2022年度、2012年度1.5億円)である。

また、主要継続プロジェクトは、①「ヘテロ構造制御金属材料プロジェクト」(2010～2019年度)、②「先進超々臨界圧

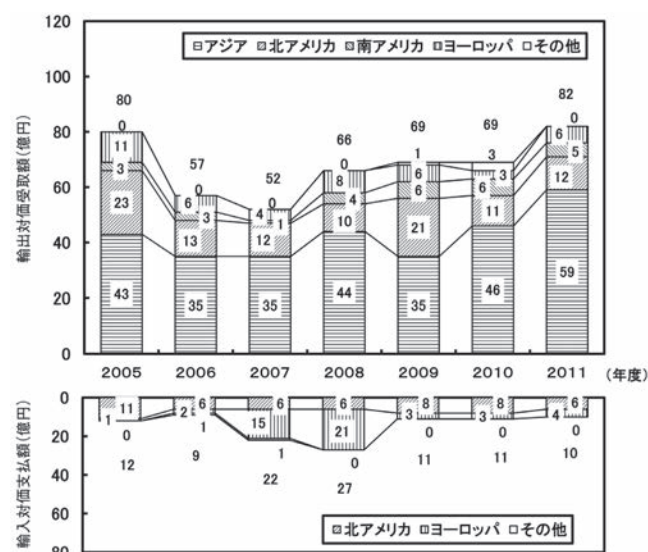


図3 鉄鋼業の技術貿易収支⁹⁾

プラント (A-USC) 技術開発」(2008～2016年度) 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。

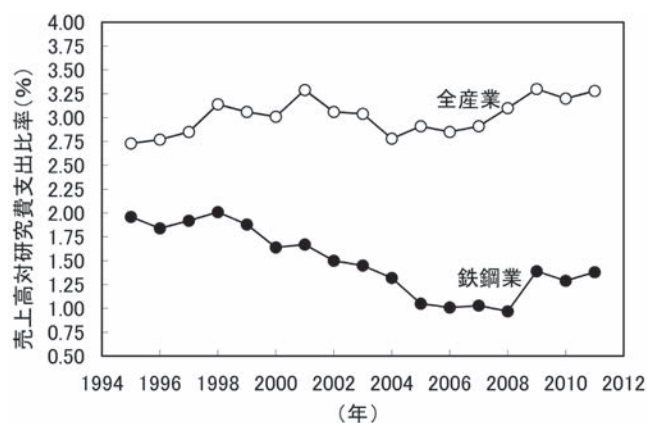


図4 売上高対研究費支出比率の経年変化⁹⁾

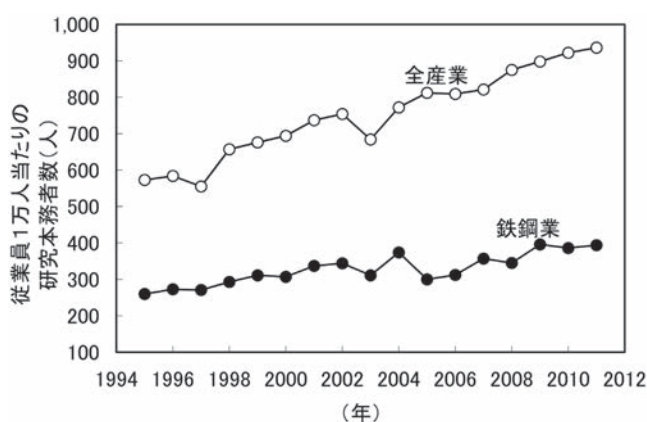


図5 従業員1万人当たりの研究本務者数の経年変化 (人)⁹⁾

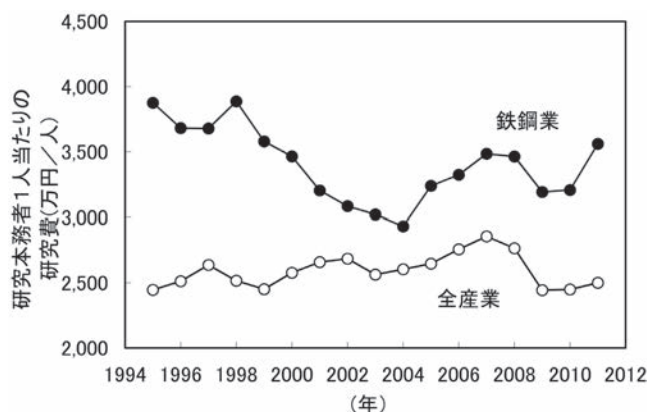


図6 研究本務者1人当たりの研究費の経年変化 (万円/人)⁹⁾

4 技術系人材育成

本会では、これまでも業界横断的な技術系中核人材育成を目的として、各種の育成事業（鉄鋼工学セミナー、鉄鋼工学セミナー専科、鉄鋼アドバンスセミナー、学生鉄鋼セミナー）を実施している。2012年度は2011年度と同様、主に基礎教育強化事業を本会の育成事業に取込み、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」を継続実施した。「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（2012年度はJFEスチール東日本製鉄所（千葉地区））を行う4日コースの講座で、12大学から32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、新日鐵住金室蘭製鐵所、鹿島製鐵所、広畑製鐵所、JFEスチール西日本製鐵所（倉敷地区）の4箇所で開催された。材料系以外の学生も対象とし、トータル50名が参加した。

ものづくり産業である鉄鋼産業の魅力を伝えて業界への関心を喚起する目的で、鉄鋼企業の経営幹部が順次講義を行う「大学特別講義」を2011年度に引き続き実施した。実施大学は2011年度と同様、国立7大学および東工大、横国大、早大の10大学で、トータル約1,300名の学生が聴講した。

上記セミナーおよび講義はいずれも昨年度と同様たいへん好評であり、来年度以降も継続して実施していく予定である。

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3）。

5.1 技術部会

本会特有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・重点テーマとして調査等を行い、活発な議論を行っている（表3）。2012年度の部会大会は、2011年度とほぼ同様に34の大会（春季17大会、秋季17大会）が開催された。参加者延べ人数は2,767名（2011年度2,745名）であり、そのうち大学等研究者の延べ参加人数は55名（2011年度61名）と、2011年度とほぼ同水準であった。

また、技術部会は、学術部会との産学連携が定着し、部会大会への大学研究者の参加や、学術部会との合同企画など交

流が推進されている。

特定技術課題を共同で重点的に検討する技術検討会も、2012年度には19技術検討会が活動し、「圧延油除去プロセス（表面処理鋼板部会）等6件が終了、「製鋼工程における環境集塵プロセス技術」（製鋼部会）等9件が新規にスタートした。

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・講演会などに加えて、海外技術の調査やプラントツアー等、さらなる部会活性化を狙った企画が実施された。

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期間を原則3年以内として活動している（表3）。

2012年度は、新たに「実用構造用鋼における信頼性向上」を共通テーマとした技術検討部会が活動を開始した。

「自動車用材料検討部会」は、2010年度から開始した第VI期が最終年度を迎え、2012年度は今後の進め方の検討と、表面硬化処理第Ⅲ期WG、特殊鋼低コスト化技術WGのまとめが行われた。

また、压力容器用材料技術検討部会では、鋼材規格検討WG、化学プラント用鋼材の水素脆化評価WG、高クロム鋼WGの3つの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

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・製品	環境調和型製鉄プロセス技術開発（COURSE50）	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2008	2012
	資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構、経済産業省	2009	2012
	難利用鉄系スクラップの利用拡大のための研究開発	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2010	2012
	レアアース等利用産業等設備導入補助	経済産業省	2011	2012
	国内立地推進事業費補助金 二次募集	経済産業省	2012	2014
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	資源エネルギー庁	2008	2016
	次世代パワーエレクトロニクス技術開発（グリーンITプロジェクト）	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2009	2012
	収束イオンビーム/レーザーイオン化法による単一微粒子の履歴解析装置	(独)科学技術振興機構	2010	2012
	水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発事業	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2010	2014
	ヘテロ構造制御金属材料プロジェクト	科学技術振興機構	2010	2019
	製鉄プロセスにおける排熱を利用した熱発電技術の研究開発	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2011	2012
	アジア基準認証推進事業費補助金	経済産業省	2011	2012
	エネルギー最適化設計ソフトの開発	経済産業省	2011	2014
	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
製 品	先進超々臨界圧プラント(A-USC)技術開発	経済産業省（資源エネルギー庁）	2008	2016
	FCA鋼の鉄道台車枠適用開発に関する技術	国土交通省（(独)鉄道・運輸機構）	2009	2012
	低炭素社会を実現する新材料パワー半導体プロジェクト	経済産業省	2010	2014
	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
その他	複雑系数理モデル学の基礎理論構築とその分野横断的科学技術応用	(独)日本学術振興会	2010	2014
	閉鎖性海域における水環境改善技術分野における実証対象技術	環境省	2011	2012
	「油ガス田坑井内に使用する鋼管選定のケーススタディー」に係る委託業務	(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構	2012	2012

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、計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に向けた活動、若手技術者の育成 ・活 動：部会大会(年1～2回)を開催
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VI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、計3部会 ・活動内容：技術開発の方針と課題解決のための討議、調査等の研究活動

究振興助成」では、2012年度の助成対象者として新たに41件（若手19件）が採択され、2011年度に採択された36件と合わせて2013年度には合計77件が助成されることになった。

「研究会」は、2012年度24研究会が活動し、その内の12研究会が2013年3月に終了した。

2012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、7件が新規に活動を開始した（表5）。なお、知識集約型（A型）、技術開発型（B型）、鉄鋼関連新分野探索型（C型）の3分類の旧型研究会制度は2012年度ですべて終了する。2013年度からは新たにⅠ型研究会が4件、Ⅱ型研究会が2件採択された（表6）。

「産発プロジェクト展開鉄鋼研究」は、2010年度から2012年度採択の3テーマが活動中である。また、2013年度新規案件として、新たに1件が採択された（表7）。

参考文献

1) 2012年12月の自動車生産実績, (一社) 日本自動車工業会ホームページ, 参照日: 2013年1月31日
<http://www.jama.or.jp/stats/product/20130131.html>

2) 鉄鋼生産速報 (一社) 日本鉄鋼連盟 ホームページ記事, 参照日: 2013年1月31日
<http://www.jisf.or.jp/data/seisan/index.html>

3) World crude steel output increases by 1.2% in 2012, WSA (World Steel Association) ホームページ記事, 参照日: 2013年1月22日
[http://www.worldsteel.org/media-centre/press-](http://www.worldsteel.org/media-centre/press-releases/2012/12-2012-crude-steel.html)

[releases/2012/12-2012-crude-steel.html](http://www.worldsteel.org/media-centre/press-releases/2012/12-2012-crude-steel.html)

4) 2013年度の鉄鋼需要の動向について, (一社) 日本鉄鋼連盟ホームページ記事, 参照日: 2012年12月18日
<http://www.jisf.or.jp/news/topics/documents/2013tekkojuyo.pdf>

5) 経済産業省 経済産業政策局 調査統計部 工業動態統計室「鉄鋼・非金属・金属製品統計月報」ホームページ記事, 参照日: 2013年1月31日
http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/resourceData/01_tekko/kakuho/01_tokei/01_tekko/h2daais201212khc.xls

6) 井上智弘, 鈴木雅仁, 岡部能知, 松井譲: JFE技法, 29 (2012), 17.

7) 報道発表資料 ー平成24年12月10日ー 国連気候変動枠組条約第18回締約国会議 (COP18) 及び京都議定書第8回締約国会合 (COP/MOP8) の結果について (お知らせ), 環境省, ホームページ記事, 参照日: 2013年2月26日
<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=16085>

8) 鉄鋼業の地球温暖化対策への取組 自主行動計画進捗状況報告, 一般社団法人日本鉄鋼連盟, ホームページ記事, 参照日: 2013年2月26日
<http://www.jisf.or.jp/business/ondanka/kouken/joukyo/documents/121214gaiyo.pdf>

9) 総務省 統計局統計センター「科学技術研究調査報告」
(2013年2月28日受付)

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、鉄鋼の基礎的盤的研究の支援、若手研究者の育成 ・募集: 公募により毎年度採択、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: 77件(2012年度)
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(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(研究会Ⅱ)を設置 ・件数: 24件(2012年12月末現在)
産発プロジェクト 展開鉄鋼研究	・主旨: 鉄鋼業の技術課題の解決、重要かつ基盤的領域、産官学の連携 ・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: 3件(2012年12月末現在)

表5 2012年度活動 研究会

型	研究会名	部 会	主 査	研究期間	
A	水素脆化研究の基盤構築	材料	高井健一(上智大)	2009～2012年度	終了
A	ミクロ・マクロ偏析制御	高プロ	江阪久雄(防衛大)	2009～2012年度	終了
A	低炭素焼結技術原理の創成	高プロ	葛西栄輝(東北大)	2009～2012年度	終了
B	鉄鋼スラグ中フリーCaOのキャラクタリゼーション技術の標準化	分析技術	田中龍彦(理科大)	2009～2012年度	終了
C	ばらつきのない製造を実現する大量データ活用型モデルベース制御技術	計測	藤崎泰正(神戸大)	2009～2012年度	終了
C	新世代中性子源を利用した鉄鋼元素機能	分析	大沼正人(NIMS)	2009～2012年度	終了
A	合金化溶融亜鉛めっき鋼板の皮膜特性に及ぼす鋼中Si添加の影響	材料	山口 周(東大)	2010～2012年度	終了
A	計算工学による組織と特性予測技術Ⅱ	材料	小山敏幸(NIMS)	2010～2012年度	終了
A	劣質・未利用炭素資源コークス化技術	高プロ	青木秀之(東北大)	2010～2012年度	終了
A	精錬反応プロセスにおける混相流・多重スケール解析技術の開発	高プロ	嶋崎真一(東北大)	2010～2012年度	終了
A	鋼中非金属介在物粒子の多面的評価	分析	井上 亮(東北大)	2010～2012年度	終了
B	熱延ROT冷却モデル構築	圧延理論	大久保英敏(玉川大)	2010～2012年度	終了
I	鉄鋼材料の組織と延性破壊	材料	高木節雄(九大)	2011～2013年度	継続
I	低炭素高炉実現を目指した固気液3相の移動現象最適化	高プロ	植田 滋(東北大)	2011～2013年度	継続
I	炭素循環製鉄	環境エネ社会	加藤之貴(東工大)	2011～2013年度	継続
I	素材産業から見た自動車リサイクル	環境エネ社会	松八重一代(東北大)	2011～2013年度	継続
II	鉄鋼分析における技術基盤の再構築を指向した統合型データベース開発	分析技術	上原伸夫(宇都宮大)	2011～2013年度	継続
I	電磁振動印加時の物理現象解明	高プロ	岩井一彦(名大)	2012～2014年度	新規
I	非金属介在物と硫化物・窒化物の固相内反応	高プロ、振興助成	柴田浩幸(東北大)	2012～2014年度	新規
I	加工プロセスにおける酸化被膜の影響	創形	宇都宮裕(阪大)	2012～2014年度	新規
I	高強度鋼の破壊靱性	材料	栗飯原周二(東大)	2012～2014年度	新規
I	ワイヤレスセンサネットワークの鉄鋼応用	振興助成(計測)	榎 学(東大)	2012～2014年度	新規
II	鋼材矯正後残留応力の予測・評価	圧延理論	早川邦夫(静大)	2012～2014年度	新規
II	円周ガイド波による配管減肉検出技術	設備技術	西野秀郎(徳島大)	2012～2014年度	新規

表6 2013年度採択 研究会

型	研究会名	部 会	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	採択
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	採択
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	採択
I	コンパクト中性子源を利用した新組織解析法(FS)	評価	大竹 淑恵(理研)	2013年度	採択
II	粒子法による製鋼プロセス解析ツールの開発	製鋼	安齋 浩一(東北大)	2013～2015年度	採択
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	採択

表7 産発プロジェクト展開鉄鋼研究の研究テーマ

研究テーマ	研 究 目 的	主 査	研究期間
海洋環境での製鋼スラグの利用技術開発	製鋼スラグの有効利用のため、製鋼スラグ及びその混合材による、海洋域造成材、海洋植物成長促進のための材料としての利用、海洋環境の修復・保持材としての利用効果を明らかにする。	月橋文孝 (東大)	2010～2013年度
4Dイメージング実現による鉄鋼材料研究の飛躍的高度化	軽金属で開発されてきた3D/4Dイメージングと応用技法を鉄鋼材料に適用可能にし、鉄鋼の変形・破壊過程を4D「その場観察」し、局所的な変形挙動や3Dミクロ構造との関係を定量評価して塑性変形・破壊機構を解明する。	戸田裕之 (豊橋科技大)	2011～2013年度
製鋼スラグによる東日本大震災で被災した沿岸田園地域の再生	東日本大震災で被災した沿岸田園の除塩、土壌改良に対する製鋼スラグの有効性の確認と、農業利用のためのスラグの組成・組織制御技術の開発を行う。	北村信也 (東北大)	2012～2014年度
GA被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被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形成されるめっき被膜の剥離現象を極限まで抑制するための基礎研究を推進する。	山口 周 (東京大)	2013～2015年度

☆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

用 途	会社名	製品名	内 容	発表時期
土木・建築	新日鐵住金	スズ添加・新耐食鋼	高塩害環境下における塗装塗替え期間延長による LCC 削減が期待される耐食鋼。	2012.6
		橋梁用高性能鋼 「SBHS400W」	SBHS は、高強度・高靱性で、溶接性に優れた橋梁用高性能鋼材。	2012.9
		ハイパービーム VE® 「NSYP®345B」	従来の建築構造用鋼材 (SN490B) に対し、設計基準強度を 20N/mm ² 高めた(325→345N/mm ²)490N 級の外法一定 H 形鋼。	2012.9
	JFE スチール	先端翼付き回転貫入鋼管杭 「つばさ杭®」	先端に 2 枚の平板を交差させて取り付けけた鋼管杭。回転貫入により完全無排土で施工でき、押込・引抜で大支持力が可能。	2012.9
		建築構造用高性能 590N/mm ² 級 TMCP 鋼材 「HBL®440」	高強度と低降伏比を両立させ、溶接施工性を向上させた建築構造用高性能 590N/mm ² TMCP 鋼材。	2012.5
自動車	新日鐵住金	自動車外板にも適用可能な 冷延 590TRIP ハイテン	優れた伸び特性と外観品位を有し、世界で初めて外板として適用が可能となった冷延 590TRIP ハイテン鋼板。	2012.5
	JFE スチール	ホットプレス用 酸化防止皮膜鋼板 「JAG™」	自動車部品の軽量化に対応し、耐酸化性と耐食性に優れたホットプレス用酸化防止被覆鋼板。	2012.9
	神戸製鋼所	高強度冷間鍛造歯車用鋼 KSG シリーズ	クロムモリブデン鋼並の強度を有するとともに、冷間鍛造性に優れ、金型寿命の改善等が可能な高強度歯車用鋼。	2013.1
		TBF 型 1180MPa 級 自動車用冷延ハイテン	車体軽量化、衝突安全向上を両立させる高加工性ハイテン鋼板。ボディ骨格の主要部品に世界で初めて全面採用された。	2011.10
	山陽特殊製鋼	高信頼性長寿命軸受鋼 「PremiumJ2」	新しい製鋼技術と検査技術を開発・組合わせることで清浄度の信頼性を高め軸受の小型化を可能とする高信頼性長寿命鋼。	2012.5
	日本高周波	冷間工具 「KD11MAX」	板金プレス成形における金型寿命の向上と金型寿命の向上と金型のつくりやすさを向上させた汎用冷間工具。	2011.6
産業機械	山陽特殊製鋼	熱間金型用鋼 「QT41・HARMOTEX」	合金元素を減少させながら鋼材の組織をより最適化することにより、従来材より靱性と軟化抵抗性を向上させた熱間金型用鋼。	2012.7
電機機械	新日鐵住金	精密加工用の 細粒化ステンレス鋼板	SUS304 の成分系で結晶粒径を 5μm まで微細化。曲げ加工後の肌荒れの防止や湿式エッチング加工後の表面平滑化に有効なステンレス鋼板。	2012.1
		新意匠鋼板 「NS ジンコート®カラー」	需要家側での塗装工程省略を目的に意匠性と耐食性等の基本性能をトップコート一層で実現させた着色鋼板。	2012.1
エネルギー分野	新日鐵住金	ラインパイプ用高耐食 二相ステンレス鋼管 「SM2505-65 (DP25U)」	溶接施工後熱処理をせずとも十分な耐 SCC 性を発揮し、かつ既存鋼より経済性に優れたラインパイプ用二相ステンレス鋼。	2012.9
		高強度マイルドサワー用 低合金油井管 「SM-125ES」	125ksi 級の低合金油井管として世界最高レベルの耐サワー性能(≤0.1bar H ₂ S)を達成した大深度油井開発に適した油井管。	2012.10
		海洋構造物用 Grade80	オイルメジャーがメキシコ湾で建設中の大型海洋構造物向けに世界で初めて開発したグレード 80 の厚鋼板。	2012.2
	JFE スチール	ラインパイプ用 TMCP 型 ステンレスクラッド鋼板	母材の強度・靱性と合わせ材の耐食性を兼ね備え、かつ経済性に優れた TMCP 型ラインパイプ用クラッド鋼板。	2012.10
	新日鐵住金 ステンレス	大入熱溶接が可能な リーン型二相ステンレス鋼 「NSSC® 2120」	SUS304 の 2 倍の強度を有し、溶接性に優れ Ni 量を削減した、SUS304 代替可能な省資源型の二相ステンレス鋼。	2012.4

☆生産技術のトピックス☆

2012年の注目すべき技術開発、新設備、新製品などの概要をご紹介します。

1. クロム鉬石溶融還元炉における

鉬石バーナー加熱添加技術の開発

JFEスチール(株)

JFEスチールは、クロム鉬石溶融還元炉において鉬石バーナー加熱添加ランスを開発し、東日本製鉄所千葉地区製鋼工場に導入した。

JFEスチールの上底吹き酸素転炉型溶融還元炉は、粉粒状のクロム鉬石を炉内に添加するクロム鉬石投入ランスを有するオンリーワン技術である。ステンレス鋼のCr源のひとつとしてクロム鉬石を利用することが可能であるため、Cr原料選択の自由度の高いプロセスである。

しかしながら、クロム鉬石の溶融還元ではエネルギー源として炭材を使用しており、二酸化炭素排出量削減などの環境負荷軽減のためには、エネルギー原単位削減による炭材使用量の低減が大きな課題であった。

今回導入した技術は、従来のクロム鉬石投入ランスに水素系ガスを燃料とする純酸素バーナー機能を付与し、炉内でバーナー火炎を介して粉粒状のクロム鉬石を添加することが可能である。上底吹き酸素による炭材燃焼のエネルギーの一部代替として水素系燃料バーナーを利用するため、燃料として利用される炭材使用量の削減が可能である。また、バーナー火炎により加熱された鉬石粒子が伝熱媒体として機能するため、バーナー燃焼熱を炉内の溶銑およびスラグに効率的に伝熱することが可能である。その結果、鉬石量あたりの供給エネルギー量が約20%低減した。

本技術の導入により、溶融還元炉でのCr原料選択の自由度が従来以上に向上するとともに、エネルギー原単位の削減による環境負荷軽減が可能となった。

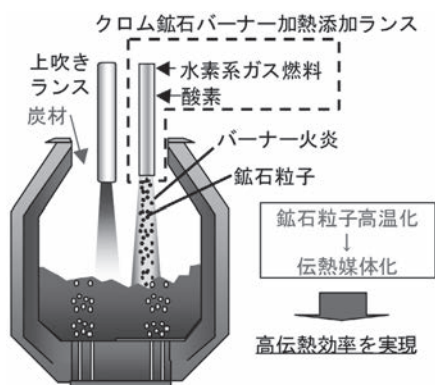


図 クロム鉬石バーナー加熱添加ランスによる溶融還元法の概要

2. 大入熱溶接が可能なリーン型二相ステンレス鋼

“NSSC®2120”

新日鐵住金ステンレス(株)

新日鐵住金ステンレスはSUS304代替で使用可能な新しい二相ステンレス鋼“NSSC®2120”を開発・商品化した。既にASTM規格に登録(UNS S82122)されており、日本海事協会より製造法承認を取得済み、国土交通省の新技術情報提供システム「NETIS(QS-120023-A)」にも登録されている。

NSSC®2120(21Cr-2Ni-3Mn-1Cu-N)は、低Ni・低Moのリーン型二相ステンレス鋼ゆえ価格安定性に優れ、SUS304の約2倍の強度を持つことから、薄肉・軽量設計が可能。

また、耐孔食性・耐酸性・耐応力腐食割れ性において、SUS304同等以上の性能を有しており、従来のSUS304代替タイプの二相ステンレス鋼の課題であった溶接性を改善し、SUS304と同等の大入熱溶接を世界で初めて可能にした。

以上の特性から、ケミカルタンカーや海水淡水化装置などの大型構造物から、貯水・食品などの容器・タンク、更には溶接H形鋼を含めた土木・建築分野まで、SUS304あるいは普通鋼(+塗装)の代替として、広範囲の用途での使用が期待されている。

商品メニューは、板厚は60mm～0.8mmまでで、厚板製品、ホットコイル製品、冷延製品の全てに対応可能。また船舶向けについては、通常熱処理材、TMCP(熱処理省略)材、クラッド材の3種類を供給可能である。

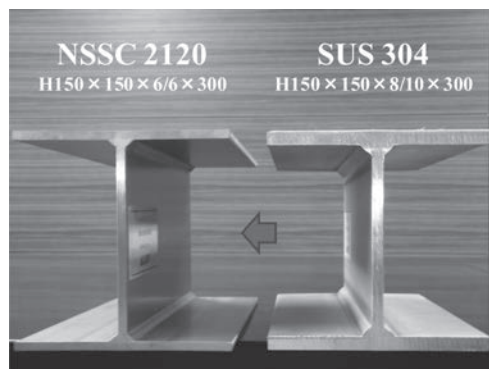


図 溶接H形鋼(同強度となるようにNSSC2120とSUS304で製作)

3. 橋梁用鋼板「エコビュー®」国土交通省NETISに登録

(株)神戸製鋼所

神戸製鋼所は、従来の溶接構造用圧延鋼材にTi、Ni、Cuを適量添加し、塗膜劣化部の生成さびを緻密化させ、塗膜下腐食の進行抑制を図ったロングライフ塗装用鋼板「エコビュー®」を開発、商品化し、これまでに12橋以上、約3,000トンの実績を上げてきた。さらに、「エコビュー®」適用橋梁での実橋暴露試験を通して想定通りの性能が発揮できている。

ことを確認してきた。

今般、国土交通省に上記の実橋暴露試験による防食性能が評価され、2012年10月25日付で国土交通省の新技术情報提供システム (NETIS) に登録された (登録番号: KK-120027-A)。

「エコビュー®」を塗装橋梁に適用した場合、従来鋼に比べて塗装塗り替え周期が1.5倍に長期化させることが可能と考えられ、神戸製鋼所の試算例では、橋梁の耐用年数を100年とした場合、約15%のライフサイクルコスト低減に寄与する。

さらに、橋梁の架設環境、部位別腐食環境等を考慮して、適材適所で採用することで、塗装欠陥部からの急激な腐食進行を抑制し、効率的な維持管理が図られることである。

神戸製鋼所は、「エコビュー®」のNETIS登録を契機に、鋼橋の約7割を占める塗装橋梁への「エコビュー®」の利用技術提案を積極的に推進し、鋼橋の安全性を確保しつつ、ライフサイクルコスト最小化に取り組んでいく。

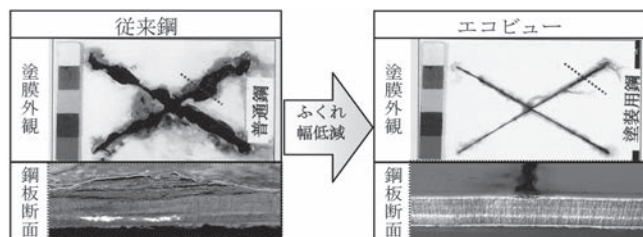


図 従来鋼とエコビューとの複合サイクル試験結果

4. TMCP型ラインパイプ用ステンレスクラッド鋼板

JFEスチール (株)

JFEスチールはラインパイプ原板用途にTMCP型圧延クラッド鋼板の製造技術確立した。クラッド鋼板は母材の機械的特性と合わせ材の耐食性を兼ね備え、かつ経済性に優れた高機能鋼板であり、エネルギー開発分野の成長とともに、近年需要が高まっている。また、高強度な母材を用いることにより鋼板の薄肉化も可能でありラインパイプの重量削減と施工コスト低減にも寄与する。

ラインパイプ用鋼は優れた母材の強度・靱性バランスとともに良好な溶接性が求められるため、鋼板の化学成分を制限した上で機械的特性を向上させることのできるTMCPにより製造される。しかし、クラッド鋼板では合わせ材の接合強度も圧延により確保する必要があるため、圧延条件に制約があるなどの理由から、TMCPの適用は容易ではなかった。JFEスチールはクラッド鋼板製造プロセスに適した母材成分設計と圧延・冷却条件の最適化およびSuper-OLAC®による高精度な冷却コントロールにより、接合強度と母材の機械的

特性を両立する量産製造条件を確立した。

すでに、API規格のX65グレードの母材にSUS316Lを合わせたラインパイプ原板を受注し製造を完了している。今後も製造能力の拡大を図るとともに、各種の腐食環境に対応できる耐食鋼を合わせ材としたクラッド鋼板の開発を強化し、ラインパイプの製造コスト低減に貢献していく。

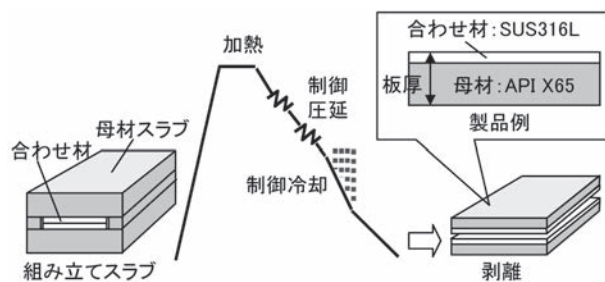


図 TMCP型圧延クラッド鋼板の製造プロセス

5. 7%ニッケル鋼板の実用化

新日鐵住金 (株)

ニッケル量を従来の9%ニッケル鋼板 (9%Ni鋼板) から20%低減した7%ニッケル鋼板 (7%Ni鋼板) が世界最大容量230,000m³の地上式LNGタンクに採用された。

LNGの大容量タンクには、-162℃という低温で破壊に対する高い抵抗性と強度を有する鋼板が必要とされ、従来、ニッケルを9%含有する9%Ni鋼板 (JIS G 3127 SL9N590) が使用されてきた。7%Ni鋼板は、高価で希少な金属資源であるニッケルの保護とLNGタンク建設コストの縮減を目的に新日鐵住金が開発を進めてきた鋼材であり、高度な加工熱処理 (TMCP) による組織の微細化と化学成分の最適化により、焼入焼戻しにより製造される従来の9%Ni鋼板に比べ、ニッケルの添加量を20%低減しながら9%Ni鋼板と同等の性能を発現する鋼材である。実用化に当たり、ガス事業者およびタンク製造業者と共同で、-196℃での大型破壊試験などタンクの安全性を検証する様々な試験を行い、大容量地上式LNGタンクへの適用を検討した結果、平成22年度に経済産業省より7%Ni鋼板がガス工作物の技術基準に適合するとともに

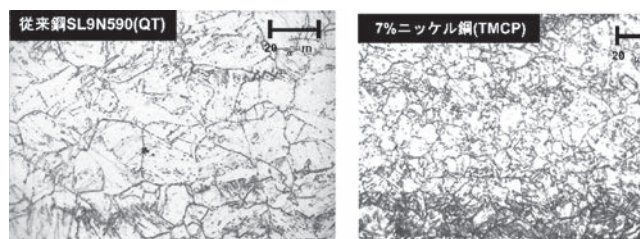


図 7%Ni鋼板の金属組織例

JIS G 3127の9%Ni鋼板と同等の性能を有していると評価された。これにより、世界最大容量230,000m³の地上式LNGタンクで最大厚約50mmを含む約3,500トンの7%Ni鋼板が採用される事となった。7%Ni鋼板は2013年に種類の記号をSL7N590としてJIS G 3127(低温压力容器用ニッケル鋼鋼板)に登録され、また、国内2件目への適用も予定されている。省資源型高機能鋼材として今後の需要拡大が期待される。

6. 高伸び型高張力合金化溶融亜鉛めっき鋼板

JFEスチール(株)

自動車の骨格部品では、車体軽量化による燃費向上と衝突時の安全性の確保を目的に、ハイテン化が進められている。同時に、防錆寿命保証の長期化のために合金化溶融亜鉛めっき(以下、GA)鋼板の使用比率が高まっている。キャビン周りの主要な骨格部品でも、ベルトラインより下部に配置される部品では防錆性を要求されており、高強度のGA鋼板が必要となっている。これら部品は自動車の車体の設計形状から難成形であることが多く、高強度と高成形性を兼ね備えるハイテン材の開発が望まれている。

これに対し、JFEスチールでは、独自のプロセス技術の導入により、新しい成分設計に基づく高伸び型のGAハイテン商品群を開発している。高伸び型のGAハイテンでは、フェライト相とマルテンサイト相からなるDP組織において、

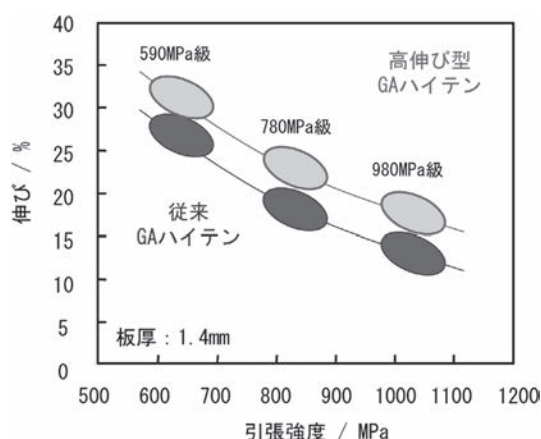


図1 高伸び型ハイテンGAと従来ハイテンGAの伸び特性の比較



図2 高伸び型980MPa級ハイテンGAの成形例
(センターピラーモデル金型)

フェライト相の加工硬化能を高めることで優れた延性を達成し、絞り、張出し成形性を高めている。このとき、各々の構成相の体積分率を調整することにより、590MPaから980MPaまでの幅広いTSグレードに対応している。高伸び型のGAハイテンの伸び特性を従来のGAハイテンと比較して図1に示すが、高伸び型は従来の材料に比較して、全伸び値が約2割高い水準にあり、大幅なプレス成形性の改善を実現している。

このような延性の改善により、図2に事例を示すような難成形部品に対しても高強度GAハイテン材を積極的に適用することが可能となり、キャビン廻りの骨格部品における防錆性能と衝突性能の両立が期待され軽量化(薄肉化)に大きく寄与する。

7. 新グレードの軸受鋼「PremiumJ2」の開発・商品化

山陽特殊製鋼(株)

山陽特殊製鋼は軸受の長寿命化・小型化を可能とする新グレードの軸受鋼「PremiumJ2」を開発し、量産化技術を確立した。

近年、自動車の燃費向上を目指した部品小型化のニーズが高まっており、中でも軸受の小型化は周辺部品にも派生するため、自動車の軽量化に非常に有効と考えられる。軸受使用時、鋼中の非金属介在物が高応力の転がり疲れを受ける領域に存在すると、それを起点としてき裂が生成・伝ばし、はく離をもたらすことが知られている。これまでの研究により、軸受の小型化に対応するには寿命ばらつきの下限値を向上させることが有効であり、そのためには特定の大きさ以上の有害な非金属介在物を低減させる必要があることを見出した。「PremiumJ2」は「短寿命はく離の原因となる有害な非金属介在物を極限まで低減させる製鋼技術」と、「従来から用いられているASTM E45 A法やJIS G0555などに規定された評価

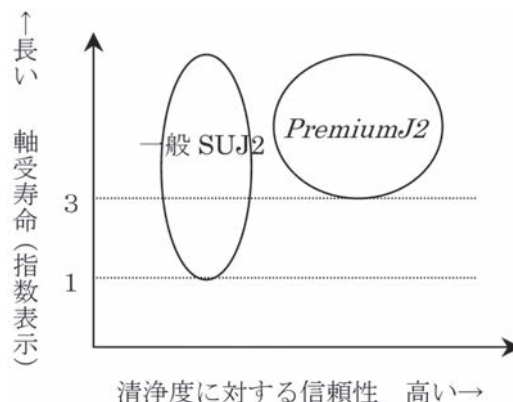


図 転がり疲れ寿命のばらつき改善イメージ

方法に比べ、有害な非金属介在物の存在頻度を大体積で評価する検査技術を開発・組み合わせることで、信頼性をより高めた高信頼性長寿命鋼である。

図に示すように、軸受を模擬した転がり疲れ寿命試験において、一般的な軸受鋼に比べ「PremiumJ2」は、寿命下限値が3倍程度改善するという結果が得られており、軸受の短寿命はく離の抑制、ならびに小型化が期待できる。

8. 熱間金型用鋼「QT41-HARMOTEX」の開発

山陽特殊製鋼（株）

山陽特殊製鋼は従来の熱間金型用鋼の材料特性を大幅に改善した新熱間金型用鋼「QT41-HARMOTEX」を開発した。

被加工材の温度が900～1200℃程度で使用されるハンマー鍛造などの金型には、代表的な熱間金型用鋼としてJIS規格鋼SKT4が使用されており、山陽特殊製鋼ではSKT4に改良を加えた熱間金型用鋼QT41を開発、量産化している。しかし、近年の塑性加工技術の進歩に伴い、製品の複雑形状化が進み、金型への負荷はますます増大しており、金型材料には一層の割れ・欠けや磨耗・ヘタリに対する抵抗性の向上による長寿命化が求められている。その対応策として開発された「QT41-HARMOTEX」は、合金元素を減少させながら鋼材の組織を最適化することにより、種々の材料特性を向上させている。図に示すように、炭化物の形態制御によって、靱性は従来材の約2倍に向上しており、金型使用時の割れ・欠けを抑制する。また、組織の熱的安定性を高めたことで、軟化抵抗性は従来材の約1.5倍に改善しており、金型の長期使用時の磨耗・ヘタリを抑制する。

なお「QT41-HARMOTEX」は、すでに一部ユーザーに納入しており、良好な評価を得ている。ターゲットとしている主な用途は、自動車部品製造に使用されるハンマー鍛造用型やダイホルダーなど、特に高い耐久性が要求される金型や鍛造機部品が挙げられる。

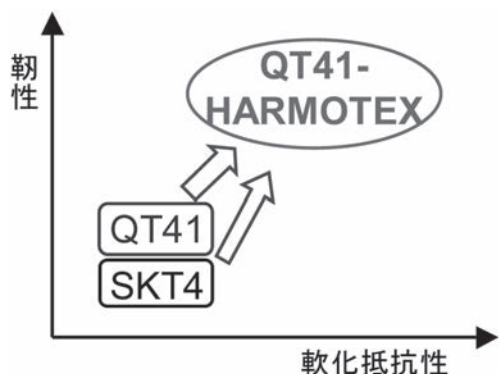


図 「QT41-HARMOTEX」の位置付け

9. 回転貫入鋼管杭「つばさ杭®」の適用可能範囲を拡大

JFE スチール（株）

JFE スチールが開発した「つばさ杭®」は、鋼管の先端に取り付けた2枚の半円状の平板の先端翼を特徴とし、回転貫入により施工する鋼管杭である。無排土、低騒音・低振動、地下水汚染なしを実現した環境にやさしい工法であり、最大で杭径の3倍の直径を持つ先端翼により大きな支持力が期待できる。

建築基礎向けに、従来は中径サイズ（杭径318.5mm～609.6mm）を主な適用対象としていたが、適用範囲の拡充と施工性の向上に取り組み、小径サイズ（最小径114.3mm）を追加するとともに、従来の閉端タイプ（図1）に加えて、施工時に土を管内に取り込むことで硬質地盤における大径杭の貫入性を向上させた開端タイプ（図2）を追加した。その結果、閉端タイプ、開端タイプともに114.3mm～1200mmの範囲で押し込み支持力性能に関する国土交通大臣認定を取得し、幅広い構造物への適用が可能となった。

また、耐震補強などの観点で社会的要請が高くなっている引き抜き抵抗力についても、全ての杭径で（財）日本建築総合試験所の建築技術性能証明を取得し、設計で大きな引き抜き抵抗力が求められる構造物への適用性を向上させた。

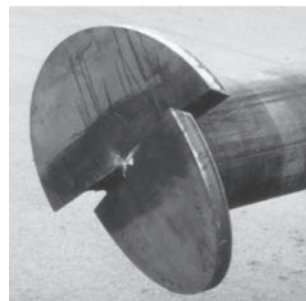


図1 閉端タイプ



図2 開端タイプ

10. シームレスラインパイプ用高耐食二相ステンレス鋼管「SM65-2505 (DP25U)」の開発

新日鐵住金（株）

新日鐵住金はシームレスラインパイプ用高耐食二相ステンレス鋼管「SM65-2505 (以下DP25U)」を開発した。

従来、フローライン用途としてスーパーマルテンサイト系ステンレス鋼（S13Cr鋼）が使用されており、北海・北アフリカを中心に広く適用されている。S13Cr鋼は炭酸ガスを含む腐食性環境における溶接継手部でのSCCを防止するため溶接後熱処理（以下PWHT）の実施が必要であった。

新日鐵住金ではPWHTを省略可能で且つ炭酸ガスや炭酸ガスに微量硫化水素を含んだ高温環境での耐食性を満足する

合金系を研究し25%Cr-1%Mo-5%Ni-2.5%Cu鋼を開発した。Crを25%含有させることで動態皮膜を強化し、S13Cr鋼を上回る高耐食性を実現した。またPWHTが省略可能であることによりユーザーでの溶接施工性が大幅に向上した。

DP25Uは16”までのサイズが製造可能であり、今後増加する大深度の油井・ガス井開発への適用が検討されている。

表1 DP25U、S13Crの成分(単位:wt%)

材料	C	Cr	Ni	Mo	Cu	N
DP25U	0.02	25.0	5.0	1.0	2.5	0.2
S13Cr	0.01	12.0	6.5	2.5	-	-

表2 DP25U、S13Crの溶接継手部の4点曲げ試験結果

材料	PWHT	Cl ⁻ (mg/L)	温度 (°C)	試験結果
DP25U	無	180,000	175	No SCC
S13Cr	無	180,000	110	SCC
	有			No SCC

11. i-TOP (鋼板用表面検査装置) の開発・商品化

東洋鋼鈑 (株)

東洋鋼鈑は表面処理鋼板、冷延鋼板等、各種鋼板用途に特化した表面検査装置を開発・商品化した。

東洋鋼鈑は1980年代よりアナログCCDラインセンサーカメラを用いた表面検査装置を自社開発し、社内で運用していた。しかし、近年カメラのデジタル化およびPCの能力向上に伴い、フィルム・紙用途を中心に安価な汎用表面検査装置が開発された。東洋鋼鈑は同装置の鋼板用途への適用を図るため、2006年から(株)アヤハエンジニアリングと共同開発を開始した。

同装置はCCDラインセンサーの信号を二次元化後に、地合ノイズの除去、欠点信号の強調等の画像処理を行う汎用表面検査装置に、東洋鋼鈑内で実績のある光学系、装置構成、検査レシピ、運用方法等を組み合わせ、鋼板用途に特化した

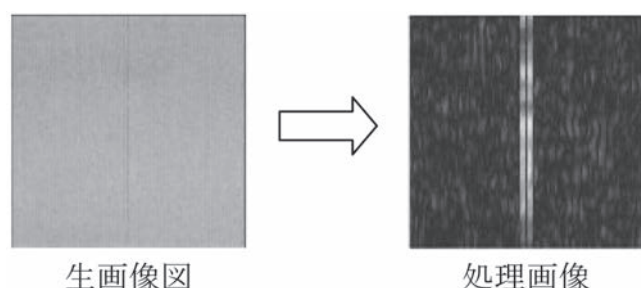


図 画像処理例：スケール欠点強調処理

表面検査装置として提供している。

同装置の特徴を以下に示す。

1. 表面に防錆油が塗布されている冷延鋼板等において、油の影響が少ない光学系・画像処理の提案。
2. 鋼板特有の長手方向欠点を強調する画像処理。(図)
3. 東洋鋼鈑内での知見を活かした設備構成の提案。

同装置は2011年に商品化。(商標登録名:i-TOP) 納入ユーザーから、使い易さを含めた運用面で好評を得ている。今後、鋼板検査の標準機を目指して展開していく。

12. 操業データベースを活用した製鋼プロセス制御技術の開発

JFE スチール (株)

JFE スチールは局所回帰モデル(図1)を用いたオンラインプロセス自動制御手法を開発し、本技術による脱硫プロセス制御システムを実用化した。

従来、溶銑中の硫黄濃度を目標値にするためのフィードフォワード制御が、回帰モデルをもとに行われていた。さまざまな鋼種毎に与えられた多数のモデルパラメータを環境変化の生じるたびにスタッフが統計解析を行い調整していたが、その作業負荷が高く精度維持に限界があった。

新しく開発した脱硫制御システムにおいては、データベースに蓄積された大量の実績データから予測の必要が生じる毎に局所的にフィッティングする予測モデルを用いた。先入れ先出しにより更新される実績データセットをもとにモデルパラメータをリアルタイムに自動的に計算させることにより、スタッフによるパラメータテーブルのメンテナンス負荷を低減するとともに、予測精度ならびに制御精度を向上させることができる。実機に適用したところ、処理後硫黄濃度制御誤差の根平均二乗誤差は約45%低減した。

本技術は汎用性があるものと大いに期待できる。今後も、物理モデルの構築が困難、または環境変化によりモデルの精度の維持が困難な他のさまざまな鉄鋼プロセスの制御に対して、本手法の適用範囲を拡大していく予定である。

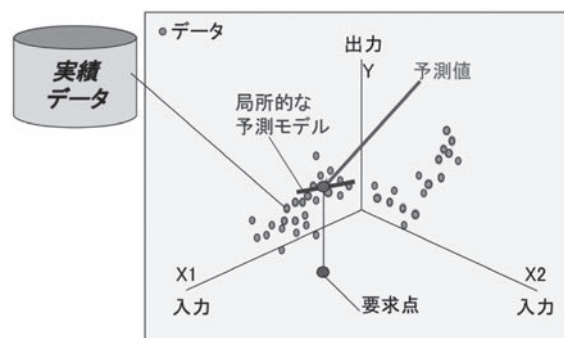


図1 局所回帰モデリング(計測と制御 Vol.49, No.7, pp.441 から引用)

13. 製品配送計画システムの開発

JFEスチール（株）

JFEスチール東日本製鉄所における製品配送はトラック、セミトレーラによる陸上輸送が中心である。近年、燃料価格の高騰等により物流コストの増加を招いており、コスト削減への取り組みが急務である。

以上の課題に対して、東日本製鉄所の出荷3拠点（千葉、京浜地区、東京物流センター）で個別に行われていた配送業務を統合し、「一つの製鉄所と呼ぶにふさわしい製品配送計画システム」を開発した。

製品配送計画システムで中核となる技術は、統合された3拠点の出荷材源と配送車両に対して、最適な配送ロットとルート作成する配車計画エンジンである。

図に示すように配車計画エンジンはメタヒューリスティック法の1つである反復局所探索法をベースに配送ロット作成と配送ルート選択を交互に繰り返しながら、配送コスト（車両固定費、燃料費）が最小となる配車計画を作成する。また、大規模な配車計画に対応するため、近傍探索の単位を積み荷単位、顧客単位、車両単位、配送回数単位と探索段階に応じて可変とすることで、探索効率の向上を図った。

事前の効果検証により7%の配送効率向上を確認し、実機化を推進した。本製品配送計画システムは2010年度より日々の配送業務に活用されている。

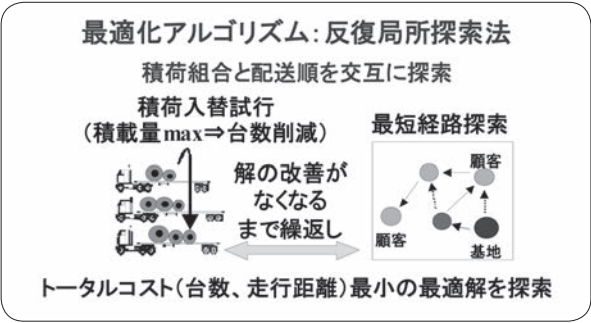


図 配車計画エンジンアルゴリズム

14. 厚板熱処理計画システムの開発

JFEスチール（株）

JFEスチールでは高強度・高機能厚板に対するニーズの高まりに応えるべく、生産能力を拡大してきた。

JFEスチール東日本製鉄所京浜地区厚板工場の熱処理設備向けの生産計画システムを開発し、納期余裕適正化と生産能力向上の両面において効果を得た。

熱処理工程は厳密な温度管理と在炉時間管理が要求されるため、種別（焼入れ、焼ならし、焼き戻し、焼きなまし）や設定温度毎に製造ロットをまとめるのが効率がよい。しかし注

文の納期は必ずしもまとまっていないため、納期余裕の確保と生産能力の向上はトレードオフ関係にある。

今回開発したシステムは、納期余裕代を調整可能な製造ロット集約処理と生産能力を最大化する製造処理ロット順序決定処理とを組み合わせ、さらに2つの熱処理炉の生産計画を相互に連携して作成することにより、納期余裕適正化（製造リードタイムのバラつき削減）と生産能力向上（オフライン検証：対実績+5%）を同時に実現した。

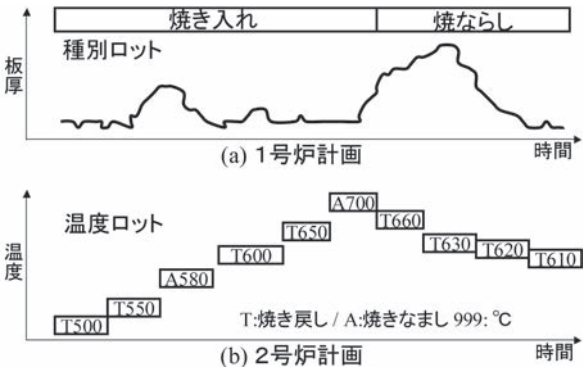


図 熱処理計画の結果例

15. 高品質電縫鋼管溶接部の超音波非破壊評価技術

JFEスチール（株）

JFEスチールは電縫鋼管溶接部の微小酸化物の分布をオンラインで非破壊評価可能な探傷技術を開発した。

電縫鋼管は従来からラインパイプをはじめとして広範囲の用途に用いられているが、溶接時に生じる微量の酸化物の影響により溶接部の機械的特性が不足する可能性があり、極寒冷地向けなど特に厳しい用途への使用には制約があった。開発した非破壊評価技術（図1）は、電子走査、および焦点位置や超音波の送受信方向を制御可能なフェーズドアレイ超音波探傷技術を活用した点集束タンデム探傷法により、従来の溶接部斜角探傷法と比べて10倍以上の高い感度を実現した。

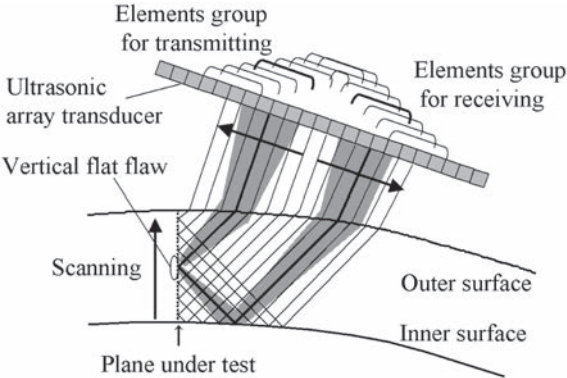


図1 フェーズドアレイUTを用いた点集束タンデム法

さらに、高精度シーム追従技術により、微小酸化物の分布をオンラインリアルタイムにマッピングするとともに溶接部の機械的特性を全長評価可能とした。

本技術は、溶接部の信頼性を飛躍的に向上させた電縫鋼管「マイティーシーム®」の検査技術として京浜地区と知多地区に導入しており、電縫鋼管の用途拡大への貢献が期待される。

16. 高天井用高効率反射笠「SetsuDenミラー」

東洋鋼鋳（株）

東洋鋼鋳は金属の中でも光の波長の長短に関りなく安定して高い反射率が得られる銀を各種金属表面にめっきする技術を用いて、全反射率95%の「銀鏡めっき金属板ミラーコートK」を開発し、更にミラーコートKの利用技術として照明反射板用途として「SetsuDenミラー」を生み出した。

「SetsuDenミラー」は既存反射笠の特性を分析研究し「ランプ光源のパワーを全て生かす形」と「反射光を照射面にバランス良く配光できる形」を追求した結果、既存反射笠を40%以上上回る照明効率特性を得ることができた。（特許 第4982592号）さらに、2012年度の環境省による環境技術実証事業の地球温暖化対策技術分野に選定され性能実証された。

昨今照明のLED化が声高に叫ばれているが「SetsuDenミラー」はLEDよりも発光効率の優れたセラミックメタルハライドランプ、ナトリウムランプとの組み合わせにより、設置高さ20m以上の大型施設への設置で「節電しても明るい効果」がローコストで得られる「スマート節電」が評価され、鉄鋼各社、コイルセンターで多数の導入実績がある。

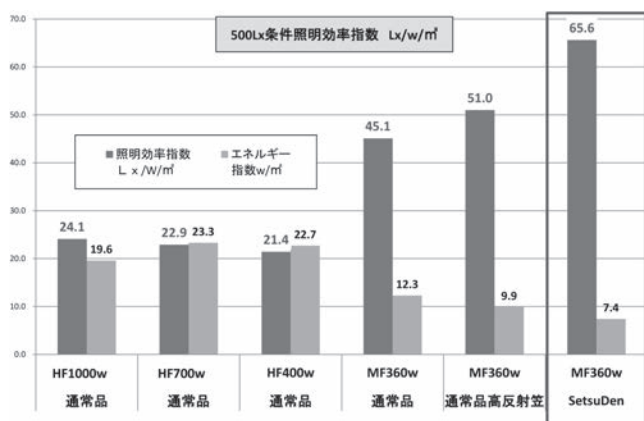


図 照明効率指数とエネルギー指数の比較

17. 切削改善材「JFM®4」を添加した鉄粉の自動車部品 初採用および「JFM®3」を添加した鉄粉の採用拡大

JFE スチール（株）

JFE スチールでは、鉄粉に少量混合することにより、最終製品である焼結部品の切削加工における工具寿命を格段に改善する切削改善材2種を開発した。ひとつは、旋盤切削性改善に寄与する「JFM4」であり、他方はドリル穿孔性を改善する「JFM3」である。本稿では、これらの製品の特長と採用状況を報告する。

旋盤切削性改善に寄与するJFM4は、SiO₂等からなる複合酸化物微細粉末であり、鉄粉および副原料粉末に0.2mass%程度添加され、焼結部品用原料として使用される。JFM4は、焼結部品中に均一に分散しており、旋削部位の摩擦熱によって軟化・伸展して被削材外部に抽出され、工具表面に潤滑・保護膜（ベラーク層）を形成する。ベラーク層の存在によって、工具－被削材間の摩擦力が低減され、加工時の工具磨耗が抑制される（図1）。

この度、この特長が評価され、旋削加工の多い自動車用歯車部品に初採用された。

一方、ドリル穿孔性を改善するJFM3は、軟質の無機化合物混合粉末より成り、JFM4と同じく焼結部品原料粉末に1mass%弱添加して使用される。JFM3は焼結体の空孔のサイズ分布と相似の粒度分布を持つことが特長で、焼結体中の気孔を効率よく塞ぎ、気孔に起因する材質の不均質性が緩和

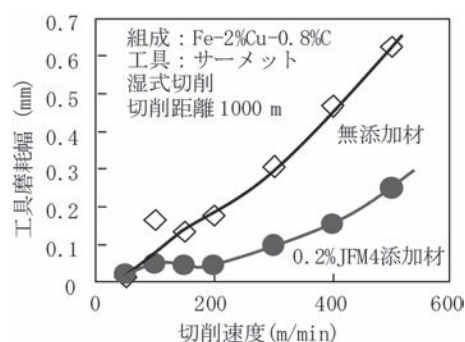


図1 JFM4添加焼結材の旋削時の工具磨耗

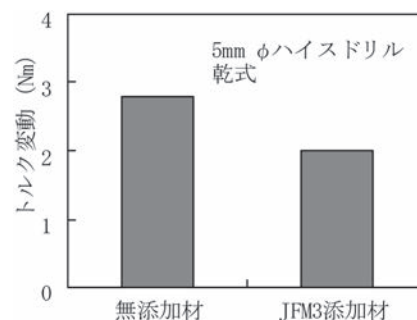


図2 JFM3添加焼結材の穿孔加工時にドリルが受けるトルクの変動量

されるため、ドリルへの断続的な衝撃力となる切削抵抗の変動を軽減する(図2)。さらに、応力集中点として切り屑を微細化し、穿孔部位外部への排出性を改善するため、被削片の巻き込みによるドリル回転の拘束が解消され、突発的なドリル折損が抑制される。

このような特徴が評価され、複数の油抜け穴を穿孔加工するショックアブソーバピストン等への採用が広がり、今後も、さらなる適用例の増加が期待される。

18. 液状化対策用「NSSMCハイドレール鋼管杭」の 津波避難ビルへの採用

新日鐵住金(株)

新日鐵住金の液状化対策に効果を発揮する「NSSMCハイドレール鋼管杭」が共英製鋼(株)開発センター兼避難ビルに採用された。

「NSSMCハイドレール鋼管杭」は、鋼管杭に排水部材を設けることで周囲地盤の液状化を抑制し高い水平安定性を保つことができ、通常の基礎杭に見られる、杭近傍地盤が液状化し反力が失われやすいという弱点を補うことから、杭の仕様、本数などのスリム化が可能となる。また、鋼管杭であるので、津波避難ビルに要求される、津波に対する大きなせん断抵抗力も備えているので、液状化地盤に設けられる災害避難ビルに特に適している。

共英製鋼名古屋事業所の現場では、径1,200～900mm、板厚19～9mm、長さ30m強のスパイラル鋼管製の杭が18セット採用された。当ビルは、RC造3階建て+屋上、屋上フロア部の高さは地上16mで、2012年9月に完成し、現在供用中である。



図1 共英製鋼開発センター兼避難ビル



図2 NSSMCハイドレール鋼管杭

現在、東日本大震災からの復興、南海トラフ巨大地震などへの備えが喫緊の課題となっている。今後、「NSSMCハイドレール鋼管杭」は、災害避難ビルを初め液状化地盤に設けられる構造物に採用され、安全性、安定性向上に資することが期待される。

19. 地下鉄用操舵台車の量産適用

新日鐵住金(株)

新日鐵住金は、東京地下鉄株式会社と共同で、曲線区間で、輪軸を曲線方向に操舵し、滑らかに通過する台車を開発した。

鉄道車両用台車は、前後2対の輪軸が台車と平行に保持されるため、曲線区間を走行する時に、先頭輪軸の車輪レール間にアタック角が発生し、車輪レール接触部ですべりと抵抗力を受けながら車輪が回転する。

この作用によって、曲線区間を走行する際、大きな高周波振動、騒音、車輪摩耗、レール摩耗等の問題が発生するため、特に曲線の多い地下鉄では、地上や車上から塗油を行い、摩擦係数を下げることが対策としてきた。しかし塗油による対策は、力行、制動時に、空転、滑走が発生するため、潤滑メンテナンスの負担が大きかった。そこで輪軸を操舵し曲線を滑らかに通過する操舵台車を開発した。

2012年春から営業運転を開始した東京メトロ銀座線1000系車両用のSC101台車を図1に示す。操舵台車が地下鉄新形式車両に採用されるのは国内初である。

今後も、操舵台車の曲線通過性能を高め、さらなる最適化を図っていく予定である。

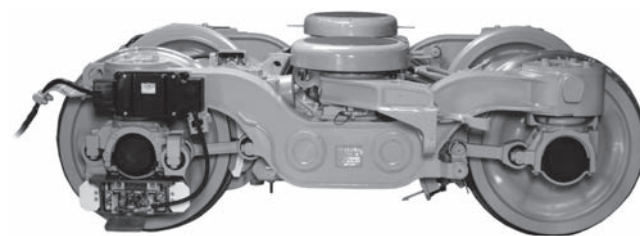


図 東京メトロ銀座線 1000系車両用 SC101 台車