

2008年鉄鋼生産技術の歩み

Production and Technology of Iron and Steel in Japan During 2008

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

2008年の鉄鋼生産技術を振り返るに当たり、現下の日本鉄鋼業の概況を見る。

2008年は近代製鉄150周年に当たり鉄鋼関係者にとって、南部藩士大島高任（おおしま たかとう）が“日本式”の高炉での連続出銑成功に際しての労苦、以後の日本鉄鋼業発展の年月を振り返り今後を展望した節目の年であった。年の前半は外需、輸出拡大に対応した増産基調であったが、2007年来の米国金融問題が世界中に波及することとなり秋以降は一転して減産対応を迫られた変動の一年であった。根本的な産業の有り方が問われ、金融システムの改革に加えて実体経済の体力強化が求められることとなった。

日本の産業界にとって産業競争力を維持向上することに関して、世界の産業構造そのものの変化を念頭に技術を磨く時代がきたものと考えられる。つまり、国内においては人口動態から少子高齢化が避けられず、また、鉄鋼業をはじめとする素材産業への人的流入減の懸念が続いている。そこで、日本の鉄鋼業を取り巻く状況を見ておく。

1990年から2030年にかけて世界の人口動態、70億人のうち労働人口（15歳から64歳の人口で代表する）を見ると、先進国（日本、アメリカ、カナダ、ヨーロッパ、オーストラリア、ニュージーランド）合計ではおよそ8億人で安定しているのに対し、途上国では10数億人増加し世界では2020年に50億人を超える。鉄鋼業においても重要なBRICs諸国に着目すると、日本、ロシアでは7,000万から8,000万人で安定しているのに対し、ブラジルでは1億人から5,000万人程度増加が見込まれる。更に、中国が10億人弱で落ち着く一方でインドは8億人程度から急増し2020年代半ばに中国を抜いて10億人の労働人口を有する大国となることが予想されている（図1）。先進度の目安として鋼材消費を用いることがある。仮にインドを例にすると2004年で30kg/人・年で、世界平

均が140kg、アジア平均で100kgであった。インドの上記人口は2030年までにおよそ3億人増、鋼材消費がアジア平均に近づくとすると2,100万トン、世界平均では3,300万トンの需要増が想定される。世界2位クラスの鉄鋼企業1社相当が新たに必要となる計算である。

1.1 経済的環境

2008年を表すキーワードとして「変」、「change」があげられている。まさに“劇的変化”の年であった。9月15日を境とした経済界の激変に対し、鉄鋼業も例外ではなく各社急速な減産を余儀なくされて年越しを迎えた。日本の鉄鋼業は数年毎の景気変動を経験してきており、今回のような“100年に一度”の未曾有のリセッションに対しても必要以上に危機感を抱く必要がないとの意見もある。しかし、単なる景気変動を超えてシステムそのものに起因するキャッシュフローの不全については本質的対応が必要であることに加えて、実体経済においても様々な改革、イノベーションが求められ、かつその対応に迅速さが求められている。中国に関しては、米国債の最多保有国として対米関係が従来に増して重要である一方、同国内には確実な実需要が存在しており、正に鉄を必要としている状況に変わりはない。日本の鉄鋼業にとって中国

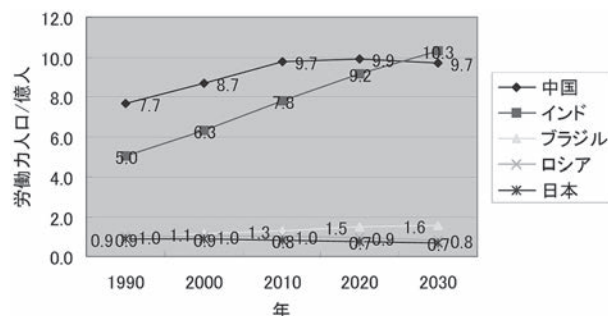


図1 労働力人口推移
出所：国連人口統計

を筆頭に BRICs 諸国の経済的回復と鉄鋼需要動向がこれまで以上に重要である。

BRICs とはもともと証券会社（ゴールドマンサックス社が投資対象国として 2003 年から使い始めた造語）が成長を期待して命名したものであるが、諸国の最近の経済的状况を見ておく。ブラジルの GDP は 7000 ドル / 人で自動車販売台数およそ 300 万台、現在 300 社の日系企業が活動しており今後 30 社程度が進出を検討しているとされる。2008 年後半の資源関係の低迷で消費（ローン、家電、自動車）が低調になり、内需拡大が景気回復を支えるものと期待されている。ロシアは GDP 9 年連続 6% 成長で景気加熱気味であったが、現下の世界的景気後退で 2009 年は 2～3% となり“巡航速度”となることが期待される。原油価格下落で景気が減退したが、経済のファンダメンタルは強く消費減速も深刻ではないことから政府資金の行方次第だが最も早い回復が期待される。インドは現政権（シン首相）5 年目で、2008 年末のムンバイテロがあり政情不安定であった。株、ルピー高が異常であったがサブプライムの直接影響は軽微と言われる。2008～2009 年 GDP は 7% 前後で 9% の成長計画を下回ると見られ、57 億ドルの公的資金を投入し、日本中心に企業の連携、M&A、多角化へ展開を図っている。タタ自動車のように話題を集めるが業界としては調整局面となろう。中国は上海万博向けのインフラ整備が盛んであるが、世界的リセッションにより欧米向け輸出が減速、2008 年 3/4 期 GDP 成長率 9.0% に低下した。2009～2010 年に 4 兆元の公共投資は景気失速阻止狙いで、外需から内需への転換を図っており、“世界の工場”から“世界のマーケット”へ変わろうとしている。2003～2007 年は GDP 10% 越（10.0、10.1、10.4、11.6、11.9）の急伸であったが、2008 年は 9.8% に低下、2009 年中国政府当局は 8～9% を予想している。ちなみに世界銀行は 7.5%、IMF 8.5%、OECD 8.0%、中国科学院は 9.3% と予想している。沿岸、内陸部の所得差（上海—貴州省で）10 倍以上、業種間では 200 倍以上と言われる同国の内政、外交ともに年々影響度を増している。

レバレッジ金融システムの破綻（08.9.15 リーマンショック）以降信用収縮が一気に進み、2008 年末からは実体経済への影響が顕著となって、産業界全体で減産に向かい 2009 年を迎えた。多くの業種、製造業において 3～4 割の生産余剰感が強まり、生産調整面では単月で対 2007 年比半減の製造業も散見された。ドル信用の基本をなす米国住宅市場の安定性が揺らいだことが直接のきっかけであった。そもそも米国では住宅価値を街を挙げて維持しようとする仕組みに支えられ、購入者が債務不履行に到っても保険により直接の被害が出ずに転売が進むことが前提とされてきた。今回のシステム破綻はその債権が実住宅を離れて証券化され、それを扱う金

融機関が銀行のような BIS 規制のない地下市場でレバレッジの対象とされたことに端を発するものであり、キャッシュフローを確保すべく各国の公的資金が大量に投入されてきている。日本では 75 兆円、米国では 8,000 億ドル、中国では 4 兆元といった巨額であったが、米国住宅在庫低減と中国内需拡大が鍵であり俄かな景気浮揚は期待されず、新たなシステムの構築と新たな成長分野の模索が続いている。

1.2 世界の鉄鋼業

2008 年の世界粗鋼生産量は 13 億 2972 万トンで、国別では、中国が 5 億 201 万トン、日本 1 億 1,874 万トン、米国 9,149 万トン、ロシア 6,851 万トン、インド 5,505 万トン、韓国 5,349 万トン、ブラジル 3,371 万トンの順であった。2008 年後半でのリセッションのため前年比約 1,700 万トン減となった。前年のデータであるが、2007 年粗鋼生産量を企業順で並べると (1) アセロールミタル社 116.4 百万トン、(2) 新日本製鐵（株）35.7 百万トン、(3) JFE スチール（株）34.0 百万トン、(4) POSCO 31.1 百万トン、(5) 宝山集団（バオスチール）28.6 百万トン、(6) タタスチール 26.5 百万トンであり、日本の粗鋼生産量合計とアセロール 1 社がほぼ等しい。近年伸長著しい中国は一国で 5 億 200 万トンを生産しており、数百社と言われる鉄鋼企業の上位 10 社で 1 億 6 千万トン生産しており全国の 3 割に上る程であり、全国土に分散した需要地立地の中規模企業の多いことがうかがえる。上海万博（2011 年）に向けたインフラ整備中であり、潜在的需要と成長力を有しているが、世界的景気後退を食い止めることが期待され、いち早く公的資金投入が決断された。

インド経済は自動車、白物家電の低迷から当面の鉄鋼需要はインフラ整備中心となるものと見られている。

韓国では自動車、機械、建設の受注が減少しており、POSCO が操業開始以来初の減産体制となり、鋼材輸出、輸入ともに減少している。今回の世界的リセッションの震源である米国においては、自動車産業の総崩れから産業構造の建て直しが急務であり、新大統領の“グリーンニューディール”による新産業の創出に期待が集まる。

月次粗鋼生産量では、中国がオリンピック対応に目処を付けた 6 月をピークとして 4,694 万トンから 11 月 3,519 万トンへ減少、一方他の国々においては金融ショック以降のリセッションに対応した大幅な減産が見られた（図 2）。米国では 9 月 784 万トンから 12 月 406 万トンへ、ロシアでは 8 月 634 万トンから 12 月 331 万トンへ、ブラジルでは 7 月 320 万トンから 12 月 165 万トンへ大幅減産であった。日本においては 3 月の 1,078 万トンピークに 10 月までは 1,000 万トンを越えていたが、自動車等の減産を受け 12 月には 748 万トンへと急速に調整が進んだ。年間での変動の大きかった国はロシア、プ

ラジルで、ピークに対して12月はほぼ半減している。これらの国々のうち、高炉での年間生産調整幅（年央での最大出銑と年末の比較）の大きかった順に、ロシア▲53.1%、ブラジル▲43.4%、米国▲39.8%、インド▲33.2%、中国▲22.8%、日本▲19.7%である。かなりの数の高炉が休止を余儀なくされたことがうかがえる。

1.3 日本の鉄鋼業

戦後最長の景気拡大といわれた好況感は2007年11月でピークを過ぎ、それまでの5年間余における日本企業の海外進出は、安価な労働市場を求める中国、ベトナム等への生産の移転を中心としたものから広く生産の中間財の流通を盛んにする分業体制へと変化しているとの指摘もあり、日本の景気変動の先行指標としてはアジアからの輸入動向が注目されてきている。

2007年粗鋼生産量が1億2,020万トンであったのに対し、2008年通期で1億1,874万トンとほぼ同レベルであったが、半期ベースでは、H18下5,069万トン、H19上5,980万トン、H19下6,171万トン、H20上6,150万トンと高水準であったが、H20下においては5,684万トンと減少した。9月までの月次粗鋼生産量は1,000万トンを越え、3四半期連続して過去最高を更新（2/四期は3,044万トン）、高水準の生産が続いたが、第3、4四半期に関してはそれぞれ3,045、2,640万トンであった。その減産のスピードは10月から12月に掛けて▲14%/月のペースであり、この間の高炉における減産対応は10月729万トンから12月612万トンで▲8%/月であった（図3）。今回は従来を上回るペースの高炉減産対応であったと言える。このような対応を可能ならしめたのは挿入物分布制御、炉体センシング技術を始めとする操炉技術進歩によることを銘記すべきであろう。

〈鋼材消費〉

国内鋼材消費については、2007年の建築法規改正に伴う建築確認遅れに端を発する建築数減少による建材消費落ち込

みから2008年上期においては若干の回復が見られたが、年末に向けて全向け先で減少、在庫増となった。国内鋼材市況は、年初以来の原材料先高感、製造業の高水準需要により急伸したが、8月以降のスクラップ価格急落、秋以降のリセッションで更なる価格修正圧力が強まった。輸出鋼材は2008年度上期（4～9月）においては、鋼材先高感と新興国の堅調な需要に加え中国の輸出抑制策により世界的に需給がバランス、2,000万トンとなり対前年同期156万トン増となった。

〈鉄鋼原材料〉

鉄鋼原料市況は、2007年に続き中国を中心としたアジア地域の経済成長に伴う実需の伸びで需給バランスは年前半タイトな状況が継続してきた。原材料供給の寡占化が進んでおり、鉄鉱石供給の7割はリオティント、BHPビリトン（2社ともオーストラリア）、ヴァーレ（ブラジル）が供給しており、日本はオーストラリアに6割を依存している。鉄鉱石の需要は中国を筆頭に世界的に伸び、2007年（7.8億トン）を上回り8億トン程度で過去最高が見込まれるが、供給力拡大が需要の伸びに追いつかない状況が2008年前半まで続いた。秋以降のリセッションによりスポット価格の急落あり、5月の最高値の3割程度まで下がった。年央からのリセッションに対応した価格体系への本格的改訂は年を持ち越した。原料炭はオーストラリア産出が過半で5社（BHPビリトン、リオティント、エクストラータ、アングロアメリカン、エルクヴァレー）が世界の6割のシェアを占め、日本の輸入の3割は前2社からによる。更なる統合に向けた買収計画もあり、鉄鋼業としては対山元交渉力の向上が重要である。

2008年初のオーストラリア・クイーンズランド州の豪雨で石炭出荷大幅減となったが、夏場以降生産が回復、安定した。良質強粘結炭需要は堅調で、ウクライナからの供給減、中国の輸出抑制策により供給能力が需要の伸びに追いついていない状況が続いた。一般炭はオーストラリアの出荷能力限界により中国、インドの需要の伸びに追いつかず最高値を記録したが、年後半は大幅に下落した。

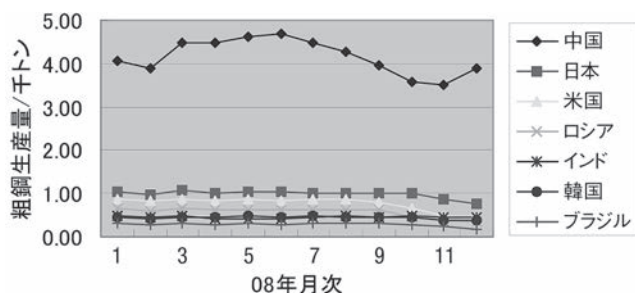


図2 2008年粗鋼生産量月次推移
出所：World Steel Association

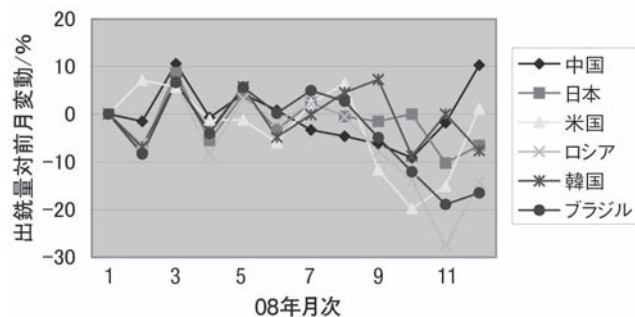


図3 2008年高炉出銑対前月変動
出所：World Steel Association

〈国内関連業界の状況〉

国内鋼材需要業界においては、2008年初からの前半の好調さと打って変わって秋以降の落ち込みが急であった。

住宅着工戸数は07年の改正建築基準法施行による急速な落ち込みと同様なレベルとなり、年間95万戸で3年連続の低下となった。国内自動車販売は年初やや持ち直すが、軽自動車では増えるものの四輪合計では年央から低下し、秋以降の激減、年間では486万台で3年連続して前年を下回る販売台数となった。生産では1156万台で前年割れ、各社減益となり生産調整が強化された。産業機械においては、民需、官公需ともに年初より受注額は連続して減少していたが秋以降一層の下げとなった。特に建設機械では年末には対前月約4割下げ、急速な悪化が鮮明となった。造船手持ち工事は年末6775万グロストンで10数ヶ月から2年分と高位にあるものの、秋以降の契約量減少を反映して竣工、引渡しはペースダウン傾向にある。年間新造船受注では対前年3割増の1975万グロストンで過去最高となる。

〈鋼材受注と鋼材価格〉

鋼材受注の月次推移では、2007年11月の建設向けが2006年同期比で約10%低下し、2008年明けの後は増勢を見せず秋以降、特に年末には3割に及ぶ落ち込みとなった。粗鋼生産では、暦年で1億1,874万トンで(2007年1億2,020万トン、1973年1億1,932万トンに次ぐ)史上3位あったが、2008年央からの減少傾向は四半期ベースでは、2/四期3106万トン、3/四期3,045万トン、4/四期2,639万トン、月次では10月1,010万トンが12月748万トンに急減した。国内向け出荷が2/四期以降低下したのに伴い年末の普通鋼在庫量は130%超の590万トンを超えた。特殊鋼分野においては、対前年では工具鋼、ステンレス鋼で減少したのに対し軸受鋼のみで15%程度伸びている。

原油および原材料価格の国際的上昇を反映した価格交渉により、鋼材価格は年央に最高値(H形鋼、厚板で13万円/トン)を付けた。その直後の金融ショック以降のリセッションにより年末にはH形鋼で9万円代、小型棒鋼では8万円まで低下した。一方、造船需要に支えられ厚板は大きな値動きは見られなかった。

秋以降の自動車等需要業界からの鋼材値下げ要請を踏まえ、鉄鋼業界としては原材料の値下げ交渉に着手、景況に合った落ち着き先を探る状況が続くものと考えられる。

〈鋼材輸出入〉

鋼材輸出入に関しては、輸入普通鋼のうち、韓国、台湾材は年末に掛けて減少を見せたが中国からの輸入は熱延薄板中心に増加傾向にあり年間600万トン程度となる。輸出鋼材と

しては、2007年には3,700万トンほどであったものが年初来引き続き堅調に推移し年計ではほぼ同水準となるも、年央からの特に年末での急減が見られた。2008年計での向け先内訳は、アジア2,534万トン、米国161万トン、中国678万トンであった。

2 技術と設備

2.1 日本鉄鋼業の技術的環境

2008年度当初においては、鉄鋼原料価格高騰の反面BRICs諸国の急伸、特に中国における大幅な増産により世界の粗鋼生産に当面は陰りがないものと思われていた。技術面から見た課題としては原材料高騰に対応した劣質原料の処理・利用技術開発と海外拠点における品質の確保に注意が集まっていたと考えられる。年の前後半で異なる対応を求められた2008年であったが、製造業における技術開発は経済状況を反映して、増産時には安定生産、機器管理に、減産時にはコスト削減と品質維持が中心となる傾向がある。

現下の世界的リセッションの引き金である「金融危機」が、金融リスクの証券化とそれを扱うシステムへの無規制(銀行のような自己資本比率規制がないことによりレバレッジを追求できる)の問題に端を発しているとは言え、メーカーは「ものづくりに専念」と言っている状況ではないことは自明である。技術は手段であり、目的は価値の創造、社会的QOL(生活の質)向上にあることを想起すれば、技術開発に当たる者、当該企業の果たすべき役割は限りないものである。このような時にこそプロセスの基本に立ち返り、現状の設備、工程を真摯に見つめ直し、景気改善局面ではユーザーメリットのある製品に結実できるようにすべきであろう。

我が国鉄鋼業の場合「競争と協調」を旨に戦後の発展をなしてきたが、特に“上工程”(製鉄プロセス、凝固プロセス)や環境技術においては共同で基礎から取り組むべきテーマがあるものと考えられる。後述するセクター別アプローチによる環境技術をはじめ資源リサイクル等業界として社会、世界へ貢献できる共通テーマが増えるものと考えられる。協会が要として果たす役割の重要性を再認識するものである。例えば、高炉内構造の宇宙線(ミュオン)による観察(2.6節参照)、2008年の産発プロジェクト展開鉄鋼研究に採択した「鉄鋼材料を対象とした凝固組織過程のその場観察手法の開発と応用」のように今まで直接観察していなかった鉄鋼材料凝固過程その場可視化(6.3参照)が好例である。

2.2 製鉄

2008年の鉄鋼生産量は、年末にかけての大幅な減産があり、8,617万トンと2007年比0.7%減となった。平均出鉄比

は2007年の2.08トン/㎡・日に対して、2.01トン/㎡・日と、2007年の高炉改修に伴う炉容積増加もあり減少した。

2007年の高炉改修は4基を数えたが、2008年は改修が無く2008年末の稼働基数は28基、内容積5,000㎡以上の高炉は11基である。

2007年の高炉の微粉炭吹き込み比 (PCI比) は、図4に示すように、平均は125kg/トンと前年から若干増加し、コークス比は平均370kg/トンと前年と比べ若干減少した。

コークス炉に関しては、新日本製鐵大分製鐵所にて、世界初の次世代コークス製造技術「SCOPE21」の実用1号機である第5コークス炉 (全64窯) を5月に新設した (3章参照)。また、JFEスチール西日本製鐵所では、コークス乾式消化設備 (CDQ) を有していない倉敷1、2コークス炉、福山5Dコークス炉へのCDQ設置を進め、CO₂削減・省エネルギーを図っている。

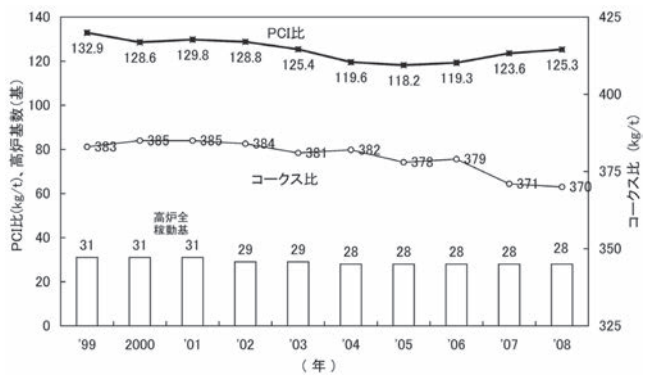


図4 高炉稼働状況の推移
出所：日本鉄鋼連盟資料

高炉の新技术については、新日本製鐵大分製鐵所が宇宙線ミュオンを利用した高炉内部測定技術 (2.6 参照) を開発した。同社の名古屋製鐵所他では、高炉の変動を早急に検知し3次元表示するシステム (リアルタイム 3D—VENUS) を開発した (2.6 項参照)。

JFEスチール東日本製鐵所京浜地区では、地球温暖化対策の一環として、スクラップ熔解用の新型シャフト炉を建設し、操業を開始した。同社が高炉操業等で培った最新のセンサー技術や排ガス回収技術等を導入することにより、スクラップというリサイクル資源を高いエネルギー効率により再資源化した。最新技術の導入により本炉では、CO₂発生を高炉法に比べて半減した。

2.3 製鋼

2008年の製鋼作業の状況を、表1の転炉作業成績および表2の電気炉作業成績に示す。転炉では生産高指数が年末を除き高い水準で推移している。また、銑鉄と溶銑の配合率が昨年に引き続き低下しており冷鉄源 (スクラップ) 使用がさらに増加している。また、電気炉の操業成績は昨年とほぼ同じ値を示しているが、合金鋼比率が前年より若干減少している。

圧延用鋼塊に占める連铸鋼片の比率を図5に示す。普通鋼は5年連続で99.8%、特殊鋼は95.8%と増加傾向にある。

製鋼関連の設備では、省エネを含む環境対応の高度化などに対応するための努力が続いている。2008年稼働を開始した主な設備は以下である。

表1 転炉作業成績

項目	年	2005年 平均	2006年 平均	2007年 平均	2008年 1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	2008年 平均
製鋼時間当りの生産高指数*		100	100	100	102	101	101	99	101
1回当りの製鋼時間指数*		101	102	104	101	102	102	103	102
銑鉄配合率 (%)		88.6	88.4	87.5	86.4	85.5	85.4	86.1	85.8
溶銑配合率 (%)		87.1	86.3	85.1	84.0	83.9	83.9	85.1	84.2
酸素原単位 (Nm ³ /t)		57.8	59.9	61.0	59.4	60.1	59.6	61.1	60.0
連铸比率 (%)		98.7	98.8	98.7	98.8	98.8	98.8	98.8	98.8
真空処理比率 (%)		75.4	74.7	74.8	75.1	74.7	75.6	75.5	75.5

*2002～2004年までの平均値を100としたときの指数値 出所：日本鉄鋼連盟資料

表2 電気炉作業成績

項目	年	2005年 平均	2006年 平均	2007年 平均	2008年 1～6月	7～12月	2008年 平均
製鋼時間当りの生産高指数*		101	105	108	109	108	109
良塊t当りの電気消費量 (kWh/t)		425.8	419.7	421.1	424.6	431.0	427.7
良塊t当りの酸素消費量 (Nm ³ /t)		20.0	20.7	21.7	22.6	22.1	22.3
良塊歩留り (%)		91.3	91.4	90.9	90.7	90.8	90.7
良塊連铸比率 (%)		87.6	89.3	88.9	88.5	88.6	88.6
合金鋼比率 (%)		40.0	40.2	40.3	40.2	38.0	39.1

*2002～2004年までの平均値を100としたときの指数値 出所：日本鉄鋼連盟資料

JFE 条鋼 (株) 仙台製造所は、原料であるスクラップを電気炉炉体に直結した予熱槽に連続的に装入し、エネルギー利用の高効率化を図る環境対応型高効率電気炉を導入した。従来の電気炉では原料の装入のために蓋を全開にしなければならず、エネルギー効率や生産性を低下させていたが、この電気炉は、炉内を密閉に近い状態に保ち、スクラップが予熱されているため、従来の電気炉に比べ電力消費量や時間当たりの生産性を画期的に改善している。

日本金属工業 (株) 衣浦製造所は、溶融還元炉を設置し、ステンレス製造工程で発生する副産物 (ダスト、スラッジ、スケールなど) を溶融還元処理し、ニッケル、クロムなどの有価金属の回収と産廃物の減量化を図った。これまで、ダスト、スラッジ、スケールなどの副産物は、多くが産業廃棄物として払い出されていたが、これを回収・再利用することで多大なコスト削減効果も見込まれている。

製鋼関連の主要な技術開発は以下のとおりである。

住友金属工業 (株) 鹿島製鉄所は、汎用連铸機内での凝固末期圧下法適用により中心部気孔を低減し、高品質極厚鋼板の製造を可能とする、凝固末期圧下法 (PCCS 法) を開発した。従来、高品質極厚鋼板の製造においては、スラブ中心部が凝固する段階で生じるセンターポロシティが圧延工程を経ても残存するため、大型のインゴットから大きな圧下比 (= 铸片厚 / 製品厚) の加工を経て製造されていたが、本法ではセンターポロシティの圧潰を効率的に行うために中心部と表面の温度差が大きい凝固末期においてロールにより圧下を加えるもので、汎用連铸機での極厚鋼板製造の可能性を見出した。

(株) 住金鋼鉄和歌山では、連铸機において鋼浴中に巻き込まれ難いモールドフラックスを開発した。従来、高塩基度かつ高粘性なモールドフラックスは、フィルムの結晶化の不安定さに起因すると考えられる铸型内熱流束変動の増大が実用化への障害であったが、Melilite 結晶を利用して高塩基性・高粘性なモールドフラックスの結晶化を安定させることに初めて成功した。

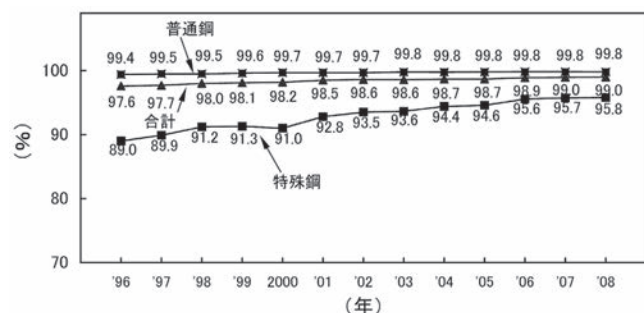


図5 圧延用鋼塊に占める連铸鋼片の比率
出所：経済産業省 経済産業政策局 調査統計部鉄工業動態統計室「鉄鋼・非金属・金属製品統計月報」

2.4 厚板・鋼管・条鋼

厚板の設備関係では、JFE スチールは、2008 年 1 月に東日本製鉄所京浜地区、西日本製鉄所倉敷地区、福山地区の 3 ミル合計で、月間生産量 50.7 万トン達成したが、西日本製鉄所 (福山地区) 厚板工場で、増強していた 3 基目の加熱炉を 12 月に稼働させ、年産 600 万トン体制を確立した。中部鋼板 (株) の基盤整備、新日本製鉄大分製鉄所の増強は、継続中である。開発・新製品関係では、高張力鋼板等、高機能製品が数多く発表された。JFE スチールは、球形ガスタンク向け DQ-HOP 型高張力鋼板が世界で初めて採用された他、船舶バラスタック用高耐食性厚鋼板、M-A 組織制御による低 YR780MPa 級鋼板、アレスト性能に優れた厚肉造船用鋼板、レーザ切断性に優れた厚板プレコート鋼板を開発した。住友金属工業は、溶接部の疲労強度を向上させた世界初の高張力鋼板を開発した。(開発・新製品の詳細は、新製品、トピックス参照)

条鋼の設備関係では、JFE 条鋼姫路製造所で中小形圧延設備のリフレッシュ工事が完了し、順調に稼働中である。今回のリフレッシュ工事は、第 1 列の粗圧延機を従来の 4 スタンドから 6 スタンドのコンパクトミルに更新し、中間のバーチカルミルを 1 基増設、ミルモーターも単独駆動に変更して圧延能力を増強した。

鋼管の設備関係では、住友金属工業和歌山製鉄所と特殊管事業所 (尼崎) が、中径管ミル段取り替えの高速化、小径管用熱処理設備増強、ネジ切り設備増強、13%クロム・高合金油井管精整設備増強の設備投資が完了し、シームレスパイプの生産能力が 10 万トン (9%) 増加した。また、特殊管事業所 (尼崎) では、世界的な需要拡大が予想される原発用蒸気発生器電熱管 (SG 管) の製造設備改造と生産能力を約 30% 増強した。

JFE スチール知多製造所でも、中径シームレス管の圧延設備、熱処理設備、精整処理設備を増強し、製造能力が年間 16 万トンから 25 万トンに増加した。

鋼管の製造技術関連では、JFE スチールが 980MPa 級の電縫鋼管を開発し自動車骨格構造部材に世界初で採用された。これは、水冷却方式連続焼鈍プロセスで製造された高延性 980MPa 級冷延鋼板を使用し、造管時の延性劣化抑制を目的に、JFE スチール独自の CBR 成形ミル (Chance free Bulge Rolling Mill: 張出し成形曲げ方式とゲージロール方式を採用した電縫管成形ミル) を組み合わせることで 980MPa 級では極めて高い加工性を有する電縫鋼管の開発に成功した。

棒線の設備関係では、各社とも自動車向け高級鋼の需要増加に対応すべく設備の改造や老朽更新に合せて生産能力を向上してきた。新日本製鉄は、室蘭棒鋼工場高剛性コンパクト

粗圧延機他、住友金属小倉は、仕上圧延機の更新を決定した。

2.5 薄鋼板

冷圧鋼板関係および表面処理鋼板関係では、主だった国内の設備投資は前年度にて一区切りした模様であり、2008年度においては特筆すべき設備投資は見受けられない。

商品分野においては、亜鉛めっき鋼板の分野において新たな商品の量産化の推進が認められる(新商品参照)。

熱圧鋼板関係では、(株)中山製鋼所のコイルボックスが稼働開始した。JFE スチール東日本製鉄所京浜地区の増強、日新製鋼(株)呉製鉄所の増強は継続中である。

2.6 計測・システム・分析

新日本製鐵では、宇宙線ミュオン(Cosmic-Ray Muon)が構造物を透過する際に、密度と厚みに対応して減衰する性質を利用して高炉内部の状態を推定する方法を開発し、大分2高炉において炉底外側部に測定装置を設置して測定を実施して観測結果から炉床湯溜り部分の密度および炉底レンガの残厚を推定した。また、高炉の変動を早急に検知するため、名古屋製鉄所においてステープ温度とシャフト圧力のセンサーデータを3次元で表示するシステム(「リアルタイム3D-VENUS」)を開発し、炉内状況のイメージの可視化、情報の共有化を図った。さらに、その表示更新周期を1秒として、緊急を要するアクションの判断に結びつけるとともに、シャフト・炉床部の温度・圧力以外の監視データも単一画面で監視可能とすることにより、異常現象の兆候見逃しによる対応の遅れを回避し、操業の最適化を実現した。

山陽特殊製鋼(株)においては、中径鋼管検査ラインに端面渦流検査設備を導入し、国内で初めて端面割れ検出を目的として表面粗さの影響を受けにくい④(シータ)プローブを導入した。

2.7 その他

住友金属工業製鋼所は、鉄道用一体圧延車輪の熱処理、機械加工ライン等を増強し、年産24万枚体制(20%増産)を確立した。

新日本製鐵君津製鉄所では、鉄鋼ダストのリサイクル施設として、鉄ダスト系副産物リサイクルで世界最大の処理能力(年間31万トン)を持つ回転炉床式還元炉が本格稼働した。JFE スチール西日本製鉄所福山地区では、同様にダスト中の鉄源と亜鉛を分離回収する設備を建設しており、ダストの回収と有効活用とともに亜鉛を含む市中スクラップの使用拡大を図る予定である。

3 環境

気候変動枠組条約第3回締結国会議(COP3、1997年)で採択され、2005年発効した京都議定書において、日本は1990年比で二酸化炭素排出量6%削減を約した。2008年は同議定書第一約束期間(2008～2013年)の初年度に当たった。また、2013年以降の枠組みについての結論を2009年末までに得ることとなっており、様々な議論が展開されている。1971年に始まった世界経済フォーラム(ダボス会議、2008年1月)以降、エネルギー安全保障と気候変動に関する主要経済国会合(MEM)、クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ(APP)、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)といった各種会合が持たれている。主要国首脳会議(洞爺湖サミット、2008年7月)においては、「2050年までに世界のCO₂排出量を半減する目標」を議長採決した。

WSA(World Steel Association:世界鉄鋼協会)は、2008年10月に米国のワシントンで総会を開催し、CO₂排出削減のセクター別アプローチを進めるための第1段階(Phase1)のデータ収集が順調に進んでいる事を確認し、2008年末の目標を設定した。

「鉄鋼セクターアプローチ」(global steel sector approach:鉄鋼1トン当たりのCO₂排出量を工程毎に算出し、工場単位で公表するもの)とは設備、プロセス能力が数値として表されることから改善すべき技術、設備要素が明確となるものである。この手法によれば、途上国設備に対し改善の優先順位を付けて技術協力することが可能となり、世界の鉄鋼業界で効率的なCO₂排出削減につなげられるものと期待される。

(社)日本鉄鋼連盟の統計(日本の鉄鋼業2008年版)によれば、日本の産業・エネルギー転換部門のCO₂排出の44%、日本全体の15%を排出している。日本の2006年度粗鋼生産量は1億1,874万トンとなり、1990年度との比較では5.4%増となったものの、省エネ対策を積極的に推進したことにより、エネルギー消費量は2.394PJで、1990年度比で5.2%の減少、エネルギー起源CO₂排出量は、1億9,326万トン-CO₂と試算され、1990年度比5.1%減となっている。

鉄鋼関係のCO₂削減に向けた研究開発では、経済産業省が、「美しい星50(Cool Earth50)」を実現するための「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」をとりまとめ(2008年3月)、その「21」の技術を実現するために、NEDO(新エネルギー・産業技術開発機構)が研究開発プロジェクトを公募した。革新的製鉄プロセス技術開発を、日本鉄鋼連盟と製鉄関係6社(新日本製鐵、JFEスチール、住友金属工業、(株)神戸製鋼所、日新製鋼、新日鉄エンジニアリング(株))が提案、7月に採択された。前述のAPP議長国である我が国ではNEDOの「インド共和国における鉄鋼産業に係わる省エネ

ギー環境対策に関する基礎調査」を日本鉄鋼連盟と鉄鋼関係 4 社（新日本製鐵、JFE スチール、住友金属工業、神戸製鋼所）に委託、開始した（2008 年 9 月）。また、経済産業省の「先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発費補助金」に係わる補助事業者として「700℃超級 USC 高効率プラント用材料の開発」を住友金属工業等が平成 20 年度に採択される等々、公的資金プロジェクトが推進されている。

CO₂削減の具体的施策として経済産業省資源エネルギー庁の補助により実施した「石炭高度転換コークス製造技術の開発（SCOPE21）」（1994 年度から 2003 年度、（財）石炭利用総合センターおよび日本鉄鋼連盟）の技術を導入した新日本製鐵大分製鉄所第 5 コークス炉は 2008 年 5 月竣工、順調に稼働している。JFE スチールは、東日本製鉄所（京浜地区）のスクラップを鉄源とする新型シャフト炉を火入れ（8 月）、順調に稼働させている。CDQ の建設は、JFE スチール西日本製鉄所倉敷地区（2009 年 2 月）、福山地区（2010 年 5 月）、住友金属工業和歌山製鉄所（2009 年 6 月）、で三井鉱山（株）北九州事業所（2011 年 4 月）が完工を予定されている。JFE 条鋼は、2008 年仙台製造所に、廃熱で原料を予熱する環境対応型高効率電気炉を新設した。これらの CDQ や電気炉の導入は、NEDO のエネルギー使用合理化事業者支援事業として採択されている。また、JFE 条鋼は、（有）都市ガス振興センターの 2008 年度エネルギー多消費型設備天然ガス化推進補助事業として、鋼片圧延工場加熱炉燃料の C 重油から天然ガスへの変更を推進している。

京都議定書には、発展途上国の温室ガス削減を支援するクリーン開発メカニズム（CDM）が定められているが、日本鉄鋼連盟や鉄鋼各社は、自主行動計画の目標を確実に達成させるべく、CDM 事業も、積極的に推進している。

廃棄物、副生物のリサイクル・再利用分野も積極的に推進されており、主なものとしては以下のとおりである。新日本製鐵君津製鉄所では、鉄ダスト系副産物のリサイクルをはかる 5 基目の回転炉床式還元炉（君津 No.3RHF）を稼働させた。JFE スチールは、西日本製鉄所福山地区にダスト中の鉄源と亜鉛を分離回収する設備を建設した。日本金属工業は、衣浦製造所に、ステンレス製造工程で発生する副産物を溶融還元し、有価金属の回収と産廃物の減量化を図る設備を稼働させた。住友金属工業は、和歌山製鉄所に製鋼スラグのリサイクルを促進する加圧式エージング設備を導入した。新日本製鐵は、コークス炉化学原料化法によるプラスチックリサイクル設備を 2000 年に名古屋、君津の両製鉄所で立ち上げて以降、八幡、室蘭、大分にも設置して全国をカバーする体制を整備したが、2008 年には廃プラ処理累計 100 万トン達成した。新日本製鐵と神戸製鋼所は、製鉄ダスト系副産物のリサイクルおよび還元鉄生産・利用に関する共同出資会社を

2008 年 10 月に設立した。

本会も、産発プロジェクトとして、電気炉ダスト副生物・発生物の資源化技術、稀少資源分離回収技術を検討する、ダストメイキングテクノロジーの開発研究を 3 年計画で 2008 年に開始した（6.3 節参照）。

また、製鉄所、製造所の直接の環境改善のみならず、厚板、熱延、鋼管等の高強度材や、クロムフリーの表面処理鋼板等、環境改善に貢献する新製品も、2008 年は、各社から数多く発表されている（新製品項参照）。

4 技術貿易・技術開発

4.1 技術貿易

2008 年の技術貿易の内訳について、本会維持会員企業（79 社）を対象に調査した結果を表 3 に示す。技術輸出は 2007 年の 17 件に対して 41 件と増加した。輸入は 2004 年以来 0 件であったが、2008 年には 1 件実施された。

輸出対象地域は、アジアが全体の 51% を占め、次いで北アメリカの 22% が続く。技術分野では加工・熱処理分野が全体の 76% を占め、次いで製鋼分野が 10%、原料・製鉄分野が 7% となっている。

図 6 に鉄鋼業の 2007 年度までの技術貿易収支を示す。技術輸出対価受け取り額は前年度よりも 9% 減少し、技術輸入対価支払い額は増加した。

4.2 研究費支出・研究者数

総務庁統計局「科学技術研究調査報告」による企業の売上

表 3 技術輸出・技術輸入状況
（期間：2008 年 1 月 1 日～12 月 31 日）

技術分野	地域	アジア	北アメリカ	中・南アメリカ	ヨーロッパ	オセアニア	アフリカ	計
技術輸出	A. 原料・製鉄	2		1				2
	1. 原料処理							
	2. 高炉			1				1
	B. 製鋼							
	1. 溶鉄予備処理							
	2. 転炉							
	3. 電炉							
	4. 連続・連続		2			1		3
	5. 付帯設備		1					1
	C. 加工・処理							
	1. 条鋼・線材	1	1	1				3
	2. 鋼管	4	3	2	1	3		13
	3. 厚板	1						1
	4. 薄板	7	1		1			9
	5. 表面処理	4	1					5
	6. 熱処理							
	7. 成形加工							
	8. 溶接棒・加工部品							
	D. 操業全般（研究を含む）	2						2
	E. 製鉄所全般							
	1. フォージビリティ・スチール	1						1
	計	21 (7)	9 (6)	4 (0)	2 (2)	2 (2)	3 (0)	41 (17)
技術輸入	C. 加工・処理							
	1. 条鋼・線材				1			1
	計							1 (0)

調査範囲：日本鉄鋼協会維持会員企業 79 社
（ ）内は 2007 年 1 月 1 日～12 月 31 日実績を示す。

高対研究費支出比率、従業員1万人当たりの研究本務者数、研究本務者1人当たりの研究費の推移を図7～図9に示す。売上高対研究費支出比率は、全産業が2002年以降ほぼ横這いで鉄鋼業は総売上高の増加により1998年以降減少傾向にあったが、研究費支出額の急増(2007年度は対前年度145億円増)により、2005年以降3年連続で1.00%程度となった。

鉄鋼業における従業員1万人当たりの研究本務者数は、2007年の312人から2008年は357人と大きく増加した。これは、総従業員数が139,332人から127,666人と大巾に減少したのに対し、研究本務者の数が4,345人から4,562人と増加したことによるものである。

研究本務者1人当たりの研究費は、鉄鋼業が低下して全産業に近づく傾向があったが、2005年以降の研究費支出額が急増したことから3年連続で2007年も増加した。

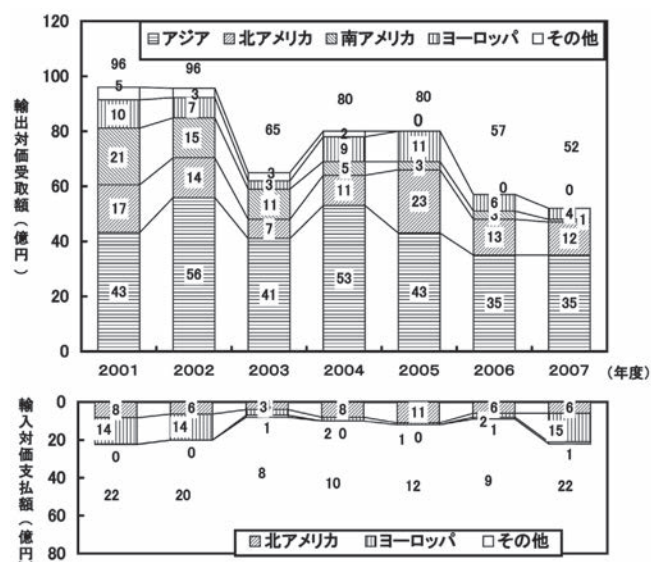


図6 鉄鋼業の技術貿易収支
出所：総務省統計局統計センター「科学技術研究調査報告」

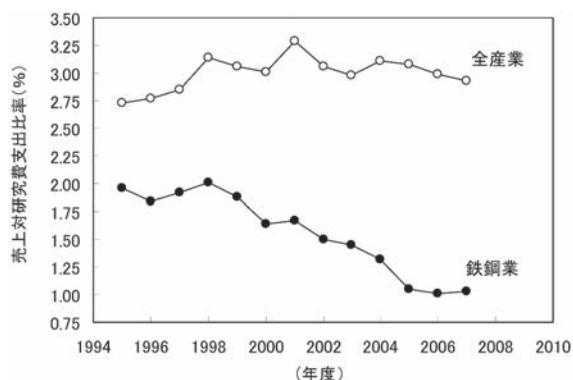


図7 売上高対研究費支出比率の経年変化
出所：総務省統計局統計センター「平成20年度科学技術研究調査報告書」

4.3 公的資金を活用した研究開発の動向

鉄鋼関連の公的資金による技術開発プロジェクトとしては、2008年度終了テーマは、①「革新的構造材料を用いた新構造システム建築物研究」、②「高機能チタン合金創製プロセス技術開発」、③「革新的製鉄プロセスの先導的研究」である。

2008年度着手のプロジェクトとしては、①「環境調和型製鉄プロセス技術開発」(2008～2012年度、高炉からのCO₂排出量削減技術と高炉ガスからのCO₂分離技術の開発、2008年度5.6億円)と②「先進超々臨界プラント(A-USC)技術開発」(2008～2017年度、700℃以上の高温蒸気に耐えうる材料の開発)である。

また、継続プロジェクトは、「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」(2007～2011年度、高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発と先端的制御鍛造技術の基盤開発、2008年度10億円)である。

公的資金を取得して行っている鉄鋼関連の研究・技術開発テーマについて、本会の主要な維持会員会社に調査した結果

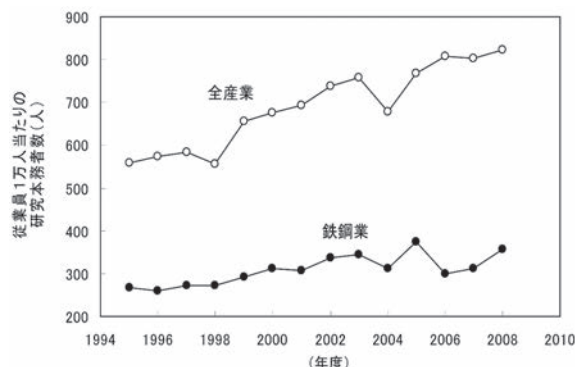


図8 従業員1万人当たりの研究本務者数の経年変化(人)
出所：総務省統計局統計センター「平成20年度科学技術研究調査報告書」

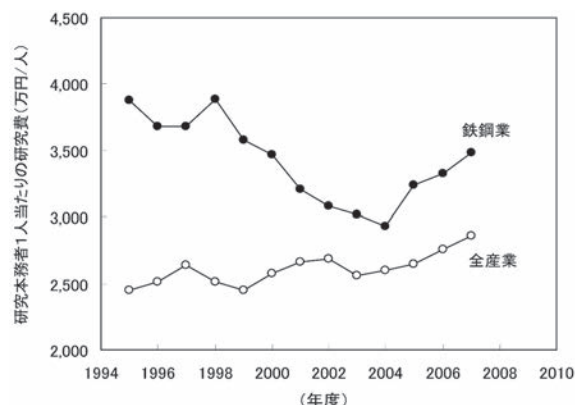


図9 研究本務者1人当たりの研究費の経年変化(万円/人)
出所：総務省統計局統計センター「平成20年度科学技術研究調査報告書」

を表4に示す。環境・エネルギー分野、材料分野などで多くのテーマが取り組まれている。

5 技術人材育成

全産業にわたり技術系人材の確保、育成が課題とされ、経済産業省、文部科学省が連携して「産学連携人材育成パートナーシップ」事業が一昨年から開始されている。本会は、H19年度から材料分野における人材育成の課題と対応を議論する材料分科会の共同事務局として取りまとめに協力、その結果を基にH20年度には産学連携による具体的な教材、カリキュラム作りと試行が(財)金属系材料研究開発センター(JRCM)中心に3年間の計画で展開されている。企業から先進的技術内容を提示し、大学人と協力して材料系学生向けの教材作りと試行授業を計画している。また、企業側からテーマ内容を提案し、教官にも参加いただく長期のインターン

シップ制度の試行も計画され、事業終了後はこれらの成果を業界とし継承できるようにする構想である。

従来の協会の育成事業(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)が業界横断的な技術系中核人材育成を目的とするのに対し、上記パートナーシップ事業成果は、大学と産業界の間のギャップを埋め、連携することで我が国の産業競争力の維持、向上を図るものである。

6 協会における技術創出活動

6.1 技術部会

本会では、鉄鋼生産技術に関する研究および技術開発課題発信を生産技術部門中心に行っており、その活動の種類および内容を表5に示す。特に本会特有の活動を推進している技術部会では、部会を活動内容によりグループ分けして学会

表4 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	インド共和国における鉄鋼産業に係る省エネルギー・環境対策に関する基礎調査	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2008	2008
	難利用鉄系スクラップの利用拡大のための先導的研究	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2008	2009
	革新的製鉄プロセス技術の先導的研究	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2006	2008
	廃熱による原料予熱型アーク炉導入による省エネルギー事業	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2006	2008
	コークス乾式消化設備導入による省エネルギー事業	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2008	2011
	エネルギー多消費型設備天然ガス化推進補助事業(鋼片圧延工場加熱炉)	(有)都市ガス振興センター	2008	2008
	スクラップ利用拡大技術の先導的研究	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2008	2009
要素技術	鉄鋼材料の革新的高強度化・高機能化基盤研究開発	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2007	2011
製品	先進超々臨界圧プラント(A-USC)技術開発(700℃超級 USC 高効率プラント用材料の開発)	経済産業省(資源エネルギー庁)	2008	2016
	革新的構造材料を用いた新構造システム建築物研究開発	経済産業省	2006	2008
その他	鉄鋼分野における産学人材育成パートナーシッププロジェクト	経済産業省	2008	2010

表5 技術部会の活動内容

技術創出活動の種類	活動内容
技術部会	現場技術水準の向上を目指し、鉄鋼生産に関する技術交流を図るとともに、各分野における技術課題を抽出、研究の実行を行っている。鉄鋼製造全般にわたる19部会*が活動し、各部会には鉄鋼企業の技術者、研究者の他大学研究者も参加している。年1～2回部会大会を開催し、また下部組織には技術課題を重点的に議論する「技術検討会」が置かれ、技術創出を担う活動が行われている。
技術検討部会	鉄鋼生産プロセスの各分野にまたがる分野横断的、または業際技術課題に対して、技術の方向と課題解決のための技術討議、調査等の研究活動を行っている。現在2部会**が活動している。
研究会	鉄鋼企業からのニーズと大学等研究機関からのシーズに基づき、重要なテーマについて産学協同で研究を行っている。2009年2月末現在23研究会が活動している。

* 技術部会 …… 製鉄部会、コークス部会、製鋼部会、電気炉部会、特殊鋼部会、耐火物部会、厚板部会、熱延鋼板部会、冷延部会、表面処理鋼板部会、大形部会、棒線圧延部会、鋼管部会、圧延理論部会、熱経済技術部会、制御技術部会、設備技術部会、品質管理部会、分析技術部会

** 技術検討部会 … 実用構造用鋼の金属組織と破壊特性技術検討部会、自動車用材料検討部会(第V期)

部門の学術部会に対応させ、産学連携を推進している。技術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、運営への相互乗り入れなどの交流が定着している。

一方、部会内の定期的な活動も活発に行っている。2008年度の部会大会は、本誌13巻9号640頁（上期大会開催一覧）、本号324頁（下期大会開催一覧）に掲載のように現時点で重要なテーマを共通・重点テーマとして取り上げて開催された。2007年度と同様35の大会（春季17大会、秋季18大会）が開催され、参加者延べ人数は2,867名（2007年度2,826名）、部会大会への大学研究者の延べ参加人数は61名（2007年度63名）と、前年度とほぼ同水準であった。

特に、品質管理部会大会が第100回という節目を迎え、記念講演会を開催した。

特定技術課題を共同で重点的に検討する技術検討会も、2008年度には22技術検討会（2008年度内の新規発足は8検討会）が活動し、「熱延 ROT 冷却技術」（圧延理論部会）等11件が終了、「モデル製鉄所 CO₂ 排出量削減の可能性調査」（熱経済技術部会）等8件が新規にスタートした。

また、若手技術者対象の講演会や異業種見学・講演会など部会活性化を狙った企画が2007年度に引き続き実施された。

6.2 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3年以内として活動している。

「自動車用材料」検討部会と（社）自動車技術会の材料部門

委員会が共同で組織している自動車用材料共同調査研究会で「ハイテンハンドブック」を編纂・出版した。出版を記念して、第156回秋季講演大会に併催したシンポジウムを開催（2008.9.24）した。ハイテン活用のガイドラインを材料メーカーとユーザーが共同してまとめたもので、内外の関心呼んだ。ハイテンの材料学的特徴、利用技術上および部品適用上の注意点が包括的にまとめられている。

「実用構造用鋼の金属組織と破壊特性」技術検討部会の活動が2008年度で終了する。最新可視化技術に関する文献調査と見学会の成果を溶接構造用鋼、機械構造用鋼における金属組織と破壊特性の両面から整理し、報告書にまとめた。

なお、本部会の後継として「実用構造用鋼における環境対応」技術検討会が2009年度から発足する予定である。

6.3 研究助成・研究会

大学等のアイデアを産業界に早期に活かしていく道を構築すべく協会として3年前から採択、支援している活動である「産発プロジェクト展開鉄鋼研究」制度において、初年度採択テーマ1件が2008年度で終了した。活動中の2テーマに加えて2008年度採択の2テーマが既に開始されており、溶鉄の凝固過程観察にSPring-8（大型放射光施設）を用い、炭素鋼凝固時のデンドライト形成のその場観察に道を開いた（表6参照）。

研究会は、2008年度23研究会が活動し、その内の6研究会が2009年3月に終了した。終了研究会の概要を表7に示す。

2007年度から始まった新研究会制度（知識集約型（A型）、

表6 「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	研究チーム 主査	研究期間	研 究 目 的
中性子利用鉄鋼評価技術の基礎検討に係る研究	友田 陽 (茨城大)	H18～20年度 (3年間)	大強度陽子加速器(J-PARC)による世界最高性能の大強度中性子ビームの利用がまもなく可能になる。そこで、中性子を用いた鉄鋼の微細組織解析評価、欠陥検査、強度・破壊評価等に関する他の手法ではできない技術を探査し、世界に先駆けて産業利用を開始する。
マルチスケールのアプローチによる鉄鋼材料の変形限界支配因子の解明	高木節雄 (九大)	H19～21年度 (3年間)	鉄鋼材料の強度・延性を決定する変形限界に焦点を当て、その支配因子について、マクロからナノに至るマルチスケールな組織解析手法を用いて基礎的に解明し、高性能かつ安全性の高い材料創製の指針を与える。
鉄鋼材料の大気腐食寿命を数値シミュレーションするための基盤技術構築に係る研究	武藤 泉 (東北大)	H19～21年度 (3年間)	1. 大気腐食反応が進行する時刻を特定し、反応のトリガーとなる気象因子と実反応時間を明確化することで大気腐食の数値シミュレーションの基盤を構築する。 2. 防食機構の異なる3鋼種(Znめっき鋼板、ステンレス鋼、耐候性鋼)に対し、各種大気環境での腐食挙動を再現できる装置「腐食環境シミュレータ」を開発する。
鉄鋼材料を対象とした凝固過程のその場観察手法の開発と応用	安田秀幸 (大阪大学)	H20～22年度 (3年間)	連続鋳造をはじめ凝固プロセスは、铸件品質に大きな影響を与えるプロセスで、品質向上、生産性向上のために、偏析とそれに関連する割れなど革新すべき課題がある。本研究では、課題解決の基礎となる放射光を用いた鉄鋼材料のその場観察手法を開発、Fe-Si、Fe-Al、炭素鋼における凝固現象のダイナミクスを明らかにする。
ダストメイキングテクノロジーの開発	長坂徹也 (東北大)	H20～22年度 (3年間)	ダストの形態制御と強磁場適用によるダストメイキングテクノロジーを開発し、オンサイト型の新しい製鋼ダスト処理エコプロセスの基礎を確立する。研究期間終了後は、実用レベルでのプラント試験を行うためにNEDO等の大型プロジェクト獲得を目指す。

技術開発型(B型)、鉄鋼関連新分野探索型(C型))は2009年度から新たに7研究会(表8)が活動を開始することになった。

謝辞

本稿の起草に当たって各段のご協力をいただいた日本鉄鋼連盟および本会関係者の労に対し、深く感謝の意を表します。

表7 2008年度終了の研究会

研究会名	研究期間	部会名	研究会主査	研究目的
マルチフェーズフラックスを利用した新精錬プロセス技術研究会	H17.4 ～ H21.3	高温プロセス部会	月橋文孝 (東大)	マルチフェーズフラックスにおける固相と液相の役割を明確にし、その反応と界面現象について研究し、新たな精錬剤の組成・ミクロ組織の設計指針を検討することで、マルチフェーズを利用した新たなプロセスを提案する。
複合造粒・層設計焼結研究会	H17.4 ～ H21.3	高温プロセス部会	葛西栄輝 (東北大)	低密度、低Fe品位、低強度を特徴とする褐鉄鉱資源への移行対応のため、焼結原料の複合造粒・原料層設計に基づく新焼結プロセス技術原理の確立を目的に、配合設計、造粒技術、層構造設計、品質設計の基礎研究を行う。
オンライン最適化技術を核とした次世代鉄鋼プロセス制御研究会	H17.4 ～ H21.3	計測・制御・システム工学部会	杉江俊治 (京大)	オンライン最適化、非線形制御、離散事象と連続事象のハイブリッド制御などによるフィードバック制御の高度化により、新製品開発などにおける操業条件変化に迅速に対応可能な次世代鉄鋼プロセス制御の基礎を確立する。
矯正工程の高精度化・高機能化研究会	H17.4 ～ H21.3	創形創質工学部会	阿高松男 (電機大)	鉄鋼製品の最終加工プロセスの矯正工程を材料の変形特性、矯正理論の両面から抜本的に見直し、矯正工程の高精度化・高機能化を目的とする。その成果は操業の円滑化、製品精度の向上などへと進展の可能性が大である。
超強加工の材料科学研究会	H17.4 ～ H21.3	材料の組織と特性部会	梅本 実 (豊橋科大)	超強加工による結晶粒の微細化、析出物の分解などの組織変化と強度や延性などの力学的特性の変化の原理を明らかにし、その原理を応用した機械部品の超寿命化と、超強加工を施す事による材料の特性向上を検討する。
建材用塗装鋼板の端面防錆機構解明および寿命予測研究会	H17.4 ～ H21.3	材料の組織と特性部会	篠原 正 (物材機構)	建材用塗装鋼板の端面腐食について、そのメカニズムの解明と寿命予測技術の確立を通じて、防錆特性に及ぼす影響因子解析を実施し、現行材料の改善を図るとともにクロメートフリー塗装鋼板の設計指針を提示する。

表8 2009年度発足の新研究会

研究会名	種類	部会名	研究会主査	研究会の概要
水素脆化研究の基盤構築	A型	材料の組織と特性部会	高井健一 (上智大)	水素脆化の研究に必須でありながら一研究機関では解決できない共通基盤を構築する。具体的には、微量拡散性水素を高い精度で再現性よく添加および分析できる技術、欠陥技術、水素脆化評価法などを構築する。
ミクロ・マクロ偏析制御	A型	高温プロセス部会	江阪久雄 (防衛大)	ミクロ偏析モデルを見直し、樹間の晶析出物を精度良く予測できるモデルを構築する。また、(液相+固相)の移動によって生起するマクロ偏析のメカニズムを理解し、モデル化等により、抜本的低減策を提案する。
低炭素焼結技術原理の創成	A型	高温プロセス部会	葛西栄輝 (東北大)	焼結層内の燃焼速度、熱移動解析に基づき、限界凝結材比を定量的に示す。バイオマスや金属鉄含有廃棄物など炭材以外の凝結材使用の可能性を検討し、CO ₂ 排出量ミニマムが実現可能な新しい技術原理を提案する。
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	B型	分析技術部会	田中龍彦 (理科大)	鉄鋼スラグ中フリーCaO分析方法を標準化し、更に分析精度向上やスラグ製造プロセスの研究開発における評価信頼性向上のためにCaOの形態別分離分析技術を開発し、鉄鋼スラグ利用性拡大を図る。
熱延ROT冷却モデル構築	B型	圧延理論部会	大久保英敏 (玉川大)	熱延ROTにおける冷却に関し、ラミナー衝突点、鋼板上水流動部について、数値解析により水流速度分布を明確化し、実験により各流動部位の熱伝達特性、スケールの影響を明らかにして、冷却モデルを構築する。
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	C型	計測・制御・システム工学部会	藤崎泰正 (神戸大)	現場で収集されている大量のデータと物理モデルの知見を活用して、直接計測できない素材状態やプロセス状態を、そのばらつきも含めて推定・制御し、ばらつきのない製造を実現する鉄鋼プロセス制御技術を開発する。
新世代中性子源を利用した鉄鋼元素機能	C型	評価・分析・解析部会	大沼正人 (物材機構)	中性子利用鉄鋼材料研究の効率的な推進を目指し、基礎基盤研究を産学官の密な協力体制の下で計画立案から実験およびデータ解析まで行い、非破壊プローブの特徴を活用した種々の環境下での時分割測定技術を確立する。

★新製品★

本会維持会員企業が2008年1月1日から12月31日までに発表した新製品を表9に示す。

表9 新製品 (2008年1月1日～2008年12月31日)

分類	会社名	製品名	内 容	発表時期
厚板	新日本製鐵	建築構造用高降伏点鋼 BT-HT400C/500C	鉄骨柱に必要な高い強度・靱性と従来鋼並みの溶接性を確保した高設計強度の柱専用厚鋼板。	2008.8
	JFEスチール	船舶用バラストタンク用 「JFE-SIPTM-BT」	船舶バラストタンクの塗装後の塗膜劣化を抑制する新しい高耐食性厚鋼板。	2008.2
		建築構造用 「HBL630」	オンライン加熱プロセスを活用したM・A組織制御による低YR引張り強さ780MPa級鋼	2008.10
		脆性き裂のアレスト性能に優れた高強度厚肉造船用鋼板	制御圧延法の高度化により製造される板厚60mm以上の脆性き裂のアレスト性能に優れた高強度厚肉造船用鋼板	2008.2
		レーザ切断性に優れたプレコート厚板	レーザ切断性と一次防錆性に優れた低Zn・TiO ₂ -Al添加タイプの無機ジंकプライマー塗布鋼板。	2008.2
	住友金属工業	FCA-W鋼 (耐疲労鋼)	本鋼は従来 (FCA鋼) の疲労き裂進展速度を抑制する機能に加え、溶接継ぎ手の疲労強度が高められる画期的な厚鋼板。	2008.3
薄板	新日本製鐵	ニッケスパーフレーム工法 (薄板軽量形鋼による枠組壁工法)	耐火・断熱性能等を有した薄板軽量形鋼造の工法が、実績評価を得て国土交通大臣の構造の安全性に関する認可を受けた。	2008.8
冷延	JFEスチール	高加工性1320Mpa級 超高強度冷延ハイテン	連続焼鈍、水焼入れで成形性、遅れ破壊特性、材質均一性に優れた超ハイテンを開発し自動車のバンパーR/Fに適用された。	2008.9
表面処理	JFEスチール	亜鉛-5%アルミ系 「エコガル」	亜鉛-5%アルミに微量元素を添加することにより、耐食性、加工性、表面外観、経時黒変性などに優れた表面処理鋼板。	2008.1
	住友金属工業	NEOコートT2	成形加工後の、有機溶剤による成形品の洗浄省略を可能にした、環境に優しい無機系クロムフリー処理電気亜鉛めっき鋼板。	2008.10
	神戸製鋼所	コーバデンジシールド	電子機器からの漏洩電磁波対策として、高導電性によるシールド効果に加え、電磁波を減衰し漏洩電磁波を低減させる鋼板。	2008.4
鋼管	新日本製鐵	高変形能X100ラインパイプ	パイプライン敷設場所の歪の影響が大きい地域に適した変形性に富む長距離高圧輸送用高強度X100ラインパイプを開発した。	2008.10
		溶接熱影響部靱性の優れたX80UO鋼管	溶接熱影響部のマイクロ組織の微細化技術を開発し、CTOD特性が優れたX80UO鋼管を開発した。	2008.6
	JFEスチール	高加工性980MPa級 電縫鋼管	高強度と高加工性を両立させた980MPaクラスの電縫鋼管を開発し初めてフロントピラーの補強材に採用された。	2008.11
		厚肉高変形X80ラインパイプ (HIPER X80)	厚肉の高変形X80が長距離パイプラインの地震地帯に本格採用された。本鋼管の採用により更なる厚肉化を抑制した。	2008.3
特殊鋼・条鋼、線材 棒鋼	新日本製鐵	低炭素非鉛快削鋼	MnS制御技術と特殊元素により、鉛快削鋼と同等以上の低炭素非鉛快削鋼を開発した。	2008.1
	住友金属工業	高強度肌焼ボロン鋼	高ねじり強度を有し、矯正性に優れたトランスミッションシャフト用高強度肌焼ボロン鋼を開発し、実用化した。	2008.4
ステンレス鋼	不二越	耐食・鏡面プラスチック金型用鋼 (FM ALLOY)PROVA-400	鏡面性に優れ (ピンホールが少ない)、被切削性を大幅に改善。高級プラスチック製品の成形に適した、高清潔プラ型用鋼。	2008.2
工具鋼	日立金属	新世代汎用プラスチック金型用鋼「HPM-MAGIC®」	高い靱性と優れた加工性を兼備し、樹脂製品製造のトータルコスト低減に貢献する、新しい40HRC級プリハードン鋼。	2008.4
鉄粉	JFEスチール	鉄系焼結材の切削加工工具の 磨耗低減材「JFM4」	「JFM4」は、新規複合酸化物粉末。鉄粉に少量添加することで、焼結材を快削化し、切削工具寿命を大幅に改善。	2008.8
粉末製品	山陽特殊製鋼	高靱性耐摩耗粉末ハイス SPMV6	JIS SKH40と同等の高い焼入焼戻し硬さと耐摩耗とともに約1.5倍の高靱性を有する粉末ハイス。	2008.4
その他鉄鋼製品	新日本製鐵	鋼管矢板基礎に用いる高剛性・高耐力継手	継手内に異形鉄筋を配する山形鋼による鋼管矢板連結継手。高継手強度、工期・工費縮減、矢板本数削減を可能とする。	2008.2
	住友金属工業	高効率クラッシュボックス	断面設計による座屈変形制御技術確立し、従来品に比べて20%超の軽量化を可能とする衝撃吸収部材を開発・実用化。	2008.1

☆生産技術のトピックス☆

2008 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. 高炉

神戸製鉄所第 3 高炉（4 次）改修

（株）神戸製鋼所

神戸製鋼所は、2007 年 11 月 1 日に神戸製鉄所第 3 高炉を吹き止めし、11 月 2 日からの 45 日間の改修工事期間を経て、12 月 17 日に火入れを行った。これは、高炉本体の更新を実施した改修の中で、日本最短に相当する。

第 3 高炉（3 次）は 1983 年 4 月の火入れ以降、24 年 7 ヶ月で吹き止めとし、高炉本体の更新では、本体をリング状に 5 分割して入れ替えを実施するリング工法を採用し、短期改修を実現した。

また、炉容積は従来の 1,845m³ から 2,112m³ まで拡大し、生産量の上方弾力性確保をした。加えて通気改善によるコークス比低減や低廉原料の使用拡大による、CO₂ 削減を図っていく。改修工事では鋳床設備における遠隔化操作を導入し、また、高炉改修に併せて、高炉スラグ・製鋼スラグ破碎整粒設備の合理化更新も実施した。

火入れ後 17 日後には、出銑量 4,000t-p/d を達成し、以後順調な操業を継続している。また、今回の改修で、高炉本体と炉底レンガの耐食性や熱伝導性を向上させたことから、25 年以上の長期稼動が可能と考えている。



図 神戸 3 高炉改修時のブロック工法

2. 厚板

溶接部の疲労強度を向上させた世界初の高張力厚鋼板「FCA-W 鋼」の開発

住友金属工業（株）

住友金属工業は、耐疲労特性に優れた高張力厚鋼板であ

る FCA 鋼をさらに進化させ、溶接部でも疲労強度の高い「FCA-W 鋼」を開発した。

鋼構造物の疲労設計では、どのような鋼板を用いても、溶接部の疲労強度は一定で、鋼板で溶接部の疲労強度を上げることとはできない、というのが常識であった。このため、所定の疲労強度を確保するために板厚を厚くしたり、補強部材をつけたり、応力集中回避のためのグラインダー加工などで対応してきた。

住友金属の開発した「FCA-W 鋼」は、厳密な成分調整によって、FCA 鋼の持つ疲労亀裂進展を抑制する機能に加え、溶接部での疲労亀裂発生をおさえる機能を持っている。この「FCA-W 鋼」の疲労亀裂発生を抑える機能は鋼構造物の疲労強度設計に直接反映できるので構造設計面での自由度を増すことができる。これにより、板厚増や補強部材を伴わず適用部位の寿命を長くすることが可能で、その結果、船体重量増の回避による燃費向上や、工作面ではグラインダー加工省略などのコスト削減効果が期待できる。

「FCA-W 鋼」の初適用となった LNG 船では、疲労強度の厳しい箇所（タンクカバーと上甲板の溶接部）に開発鋼を適用した。（図参照）適用にあたっては、世界有数の船級協会である日本海事協会が、船舶の疲労強度設計の基本となる「疲労設計線図」を、住友金属の試験結果をもとに、FCA-W 鋼を対象に新たに策定した。この設計線図によれば、FCA-W 鋼適用部位の疲労寿命は従来鋼に比べ、大きく改善（約 2 倍以上）されると評価されている。尚、FCA-W 鋼の疲労特性以外の機械的性質、溶接性、加工性などの厚板としての基本性能については、一般の高張力鋼と同等又はそれ以上である。

「FCA-W 鋼」の適用により、船舶だけでなく鋼構造物の安全性信頼性向上とライフサイクルコスト低減に貢献できるものと期待している。

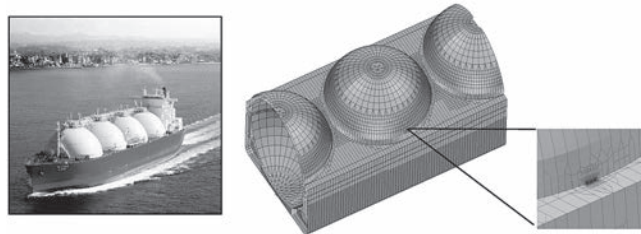


図 LNG 船の適用部位（日本海事協会 船体構造評価計算モデルによる）

厚板月間生産量 50 万トン超え達成

JFE スチール株式会社

JFE スチールでは、2008 年 1 月に東日本製鉄所（京浜地区）、西日本製鉄所（倉敷地区）、（福山地区）の 3 ミル合計で

月間生産量 50, 7 万トンを達成した。内訳は京浜：16.1、倉敷：18.4、福山：16.2 万トンであった。

これまで、JFE スチールでは厚板需要に対応すべく、3 ミルの能力向上のため、圧延能率向上や設備安定稼働の新たな技術開発と各地区間の技術の移転をすすめ、JFE 発足前の 2002 年度の年産 455 万トンに対し、2007 年度は、年産 570 万トンを達成している。さらには今中期 3 ヶ年計画の最終年である 08 年度中には、コンスタントに月産 50 万トン、年産 600 万トン体制を確立すべく、福山地区の 3 号加熱炉をはじめとする新たな設備の稼働と操業システムのレベルアップなどを行った。2008 年 1 月の月間 50 万トン超えはその第一歩であり、連続鋳造、加熱・圧延から精整・出荷に至る一貫能力の向上の結果である。引き続き、09 年以降の次期中期においても更なる増産を図るべく、検討を進めている。

今後、中国・韓国の新ミルの稼働が計画されている状況下で、JFE は、最新鋭の加速冷却装置 (Super-OLAC) やオンライン熱処理装置 ((HOP: Heat treatment On-line Process) といった厚板 TMCP 技術のパイオニアとして、生産量拡大と合わせて高級材の品質向上にも注力しており、至近下表に示すような厚板新商品を開発し実用化している。

表 厚板高機能新商品

分野	新商品
造船	厚肉高強度 YP460MPa 級鋼板
	脆性き裂のアレスト性能に優れた高強度厚肉造船用鋼板
	船舶バラストタンクの塗装後の塗膜劣化を抑制する新しい高耐食性厚鋼板。
建築	オンライン加熱プロセスを活用した低降伏比型引張り強さ 780MPa 級鋼
エネルギー	ガスタンク用 TS610MPa 級鋼板
建機	耐遅れ割れ性に優れた降伏強度 1100MPa 級鋼板

球形ガスタンク向けに DQ- オンライン焼戻し型高張力鋼板が世界で初めて採用

JFE スチール (株)

JFE スチールは、加速冷却設備 Super-OLAC による直接焼入れ熱処理 (DQ) とオンライン熱処理設備 HOP (Heat treatment On-line Process) による焼戻し熱処理 (T) を組み合わせることで、熱処理の完全オンライン化を可能にした DQ-T 型压力容器用 60 キロ級高張力鋼板『JFE-HITEN610U2』にて、中国ボイラー压力容器標準化技術委員会から材料承認を取得した。本製品は、2008 年 7 月に LPG タンク (容量 3,000m³) 向けに製造、出荷し、現地加工工場での球形タンク向けプレス加工、マンホール等の溶接加工において、その優れた溶接性・加工性が確認された。

『JFE-HITEN610U2』は、1996 年に日本溶接協会規格

WES3001「溶接用高張力鋼板」、WES3009「溶接割れ感受性の低い高張力鋼板の特性」の鋼種認定、2002 年に中国ボイラー压力容器標準化技術委員会の材料承認を取得しており、その優れた溶接性と加工性により压力容器用鋼板として広く用いられている。2008 年の中国ボイラー压力容器標準化技術委員会材料承認の定期更新にあたり、従来承認を得ていた DQ (直接焼入れ、Direct Quenching) - T (Tempering) プロセスに、オンライン熱処理設備 HOP の適用を追加申請し、材料の溶接性・加工性、HOP 設備の操業安定性の評価を経て、2008 年 5 月に承認を取得した。

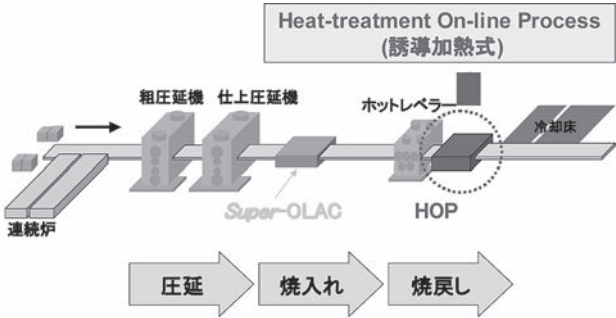


図 HOP (Heat treatment On-line Process) の配置図

3. 冷延

シリンダーヘッドガスケット用ステンレス鋼板

住友金属工業 (株)、(株) 住友金属直江津

自動車のシリンダーヘッドガスケット用に、成形加工後の疲労強度を 36% 向上させたステンレス鋼板 (NAR-301L HS1) を開発した。

ヘッドガスケットとは、自動車エンジンのシリンダーヘッドとエンジンブロックの間に挟んで使用される金属部品で、ビードと呼ばれる山形の加工を施すことにより、エンジンの振動や熱変形にも追従して、燃焼ガスや冷却水が漏れることを防止している。その材料には、高いシール性を確保するためのばね性と長期間のエンジン振動にも耐える疲労特性が要求される。



図 シリンダーヘッドガスケット

HS1では、ニオブや窒素を添加する独自成分系を採用し、低温焼鈍の適用など製造条件を総合的に見直すことによって、結晶粒径を1~2 μm まで微細化することに量産レベルで成功した。これにより疲労破壊の起点となるビード加工に伴う肌荒れを防止し、優れた疲労特性を実現した。2008年には日本金属学会の第31回技術開発賞を受賞している。

近年、燃費改善などのエンジンへの高性能化要求の高まりを背景に、それを支える高機能・高信頼性ガasket材として、採用メーカーや搭載車種が増加している。

高加工性 1320MPa 級超高強度冷延ハイテン

JFE スチール (株)

JFE スチールは、燃費向上によるCO₂排出量抑制に寄与する自動車用鋼板として、加工用薄鋼板としては世界最高強度レベルの1320MPa級高強度冷延ハイテンを開発した。本開発鋼板は、成形加工時の最大の課題であった加工品の寸法精度を、WQ方式連続焼鈍プロセス(JFE-CAL)のメリットのひとつである材質の均一性により克服し、高強度部品の量産化を可能とした。また、一般に材料の高強度化で懸念される遅れ破壊に対しても、前述のWQプロセスを生かした低炭素当量の成分設計により対応している。

本開発鋼板は、(株)丸順で冷間ロール成形され、本田技研工業(株)の北米向け「Fit」「CR-V」のバンパーレインフォースメント(以下バンパー R/F)用として2006年より採用されている。近年、バンパー R/Fには軽量化のためホットプレス工法やアルミニウム押し出し工法が採用された例があるが、いずれも、生産性や製造コストの課題があった。本開発鋼板は冷間加工による高強度部品の製造を可能としたことで、高い部品性能と低コストを両立させた。

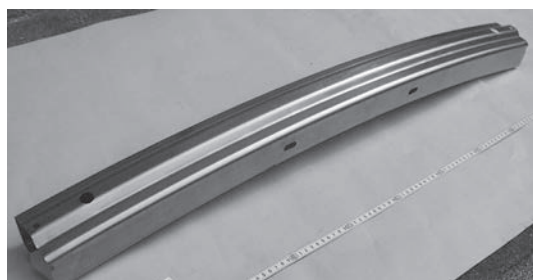


図 1320 級冷延ハイテンが採用されたバンパー R/F 部品

4. 高強度鋼

高強度非調質軟窒化クランク用鋼の開発

(株)住友金属小倉・住友金属工業(株)

住友金属小倉と住友金属工業は本田技研工業(株)と共同で、焼鈍処理を省略しても従来の焼鈍処理した鋼と同等以上の疲労強度と曲げ矯正性が得られる高強度軟窒化クランク用

鋼を開発し実用化した。

高出力エンジン用のクランクシャフトのように一層高い疲労強度が必要となる場合には、素材鋼自体の硬度も高く、窒素の侵入によって強化される表層領域の硬度もより一層高くなるので、軟窒化処理後にクランクシャフトの真直性のゆがみを矯正するいわゆる「曲げ矯正」において部品表面でのき裂の発生や伝播を抑制することは非常に難しく、軟窒化を行う前に結晶粒の細粒化を図るための焼鈍処理を施さないと所望の曲げ矯正性を得ることができなかった。製造工程におけるCO₂排出量の削減や低コスト化につながる工程の合理化のために、この焼鈍処理を省略できるような鋼種の開発が強く求められていた。高い疲労強度と優れた曲げ矯正性を両立させることのできる微細組織について検討を重ねた結果、フェライト分率を最適化し、CrやVのような析出強化に寄与する窒化物を生成しない0.2%程度のMoを添加することで目的の性能を達成した。Moの重要な役割は、鍛造まま組織に現れ易い粗大なパーライトコロニーを微細なベイニティックフェライトで微細分断化し、加えて固溶Mo原子が軟窒化処理中にクラスタリングを起こすことで降伏比が増大して高疲労強度化に寄与することである。

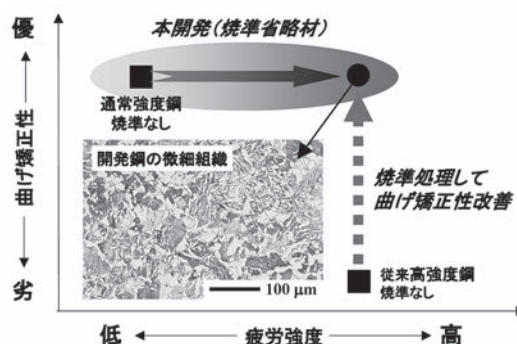


図 疲労強度と曲げ矯正性の両立に及ぼす焼鈍処理の効果と本開発の位置づけおよび開発鋼の微細組織

環境調和型ニッケル、モリブデンフリー高強度肌焼鋼「ECOMAX (エコマックス)」

山陽特殊製鋼(株)

山陽特殊製鋼は、JIS SCM420に対し、被切削加工性や冷間加工性を低下させずに、歯車の衝撃強度や耐ピッチング強度を向上させた、ニッケル、モリブデンを含有しない高強度肌焼鋼「ECOMAX」を開発した。

近年の環境問題に対応した自動車の燃費向上のために、自動車部品の小型軽量化を目指した高強度鋼へのニーズが高まっている。従来の高強度鋼には主に、Ni、Moなどが添加もしくは増量されているが、最近のNi、Moの高騰により、部品製造コストが上昇しており、また資源枯渇の点からもNi、Moを使用しない高強度鋼のニーズが特に高まっている。

る。

この様な環境の中、開発されたECOMAXは、Si、Mn、Crのバランスの最適化と微量元素の活用により高い機能と加工性の両立を目指し開発した鋼である。図にECOMAXの衝撃強度と耐ピッチング寿命を示すが、いずれもJIS SCM420よりも大きく向上している。また、加工面でもJIS SCM420に対し、被切削加工性は同等で、冷間加工性は優れており、部品の製造コスト上昇を抑制できる。

このように、ECOMAXは環境面 (Ecology) と経済性 (Economy) の両面で貢献できる材料であり、トランスミッションギヤ、ディファレンシャルギヤ、CVJ 部品などの各種浸炭部品に幅広く使用いただけるものと期待している。

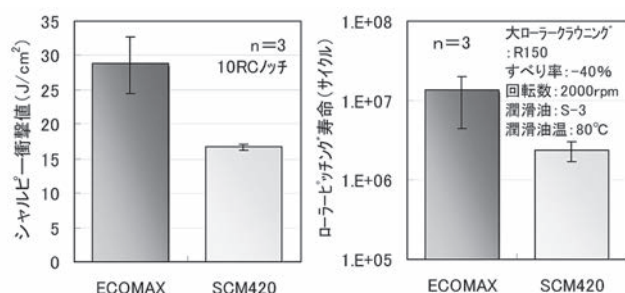


図 ECOMAXの耐衝撃特性とピッチング寿命

5. 鋼管

新型原子力発電所向け蒸気発生器用伝熱管の受注及び生産能力増強

住友金属工業 (株)

住友金属工業は、加圧水型軽水炉 (PWR) 用の蒸気発生器伝熱管 (SG 管) を生産する特殊管事業所 (兵庫県尼崎市) において、2008 年 10 月に年間 600t の SG 管の製造能力を約 30% 拡張するとともに、第三世代炉と言われる新型炉用長尺 SG 管が製造できるように設備改造を実施した。

住友金属工業は、従来型炉での実績と高い技術力が評価され、中国や米国向けに安全性や経済性をさらに高めた米ウエスチングハウス社の新型炉「AP1000」に使用される SG 管を世界で初めて受注した。SG 管はニッケル基の特殊合金 (Alloy690) で加工が難しく、かつ高い品質が要求されるため製造できるのは世界で住友金属工業を含め 3 社だけである。

住友金属工業では、特許技術の「高圧抽伸」と呼ばれる加工方法を適用して、寸法変動が非常に小さい SG 管を製造している。その結果、使用前及び使用中の渦流探傷検査の低ベースノイズ化が図られ、きずの検出感度を高めることにより高い信頼性が得られるのが特長であり、顧客からも高い評価を得ている (図)。

原子力発電所はエネルギー需要増加の背景の下、CO₂ 排出

を抑制できるエネルギー源として世界で多数の新設が計画されている。今後とも SG 管の需要は増加する見通しであり、高品質な鋼管の供給を通じてエネルギー産業への貢献を図る。

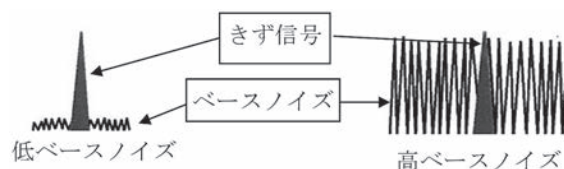


図 内面渦流探傷時のベースノイズときず検出性能の関係

高級油井管 新精整設備の増強

住友金属工業 (株)

中国をはじめとする BRICs の経済成長によるエネルギー需要拡大を背景にオイル・ガスの開発が活発化。高級油井管の旺盛な需要および顧客からの要望を受け、住友金属工業 (株) は和歌山製鉄所 (海南) に熱処理～ネジ～梱包直結の精整ラインを増強。2008 年 6 月末に立ち上げた。

従来、小径油井管では束ロット単位での識別管理が主体で、且つ製造履歴は紙ベースでの記録の保存であった。今回、客先の厳しい技術情報、品質保証要求に対応するため、ライン全面にプロセスコンピューターと自動識別装置を導入。顧客の技術要求に応えるために全数識別管理を実施し、1 本単位での鋼管の製造履歴および技術情報を電子化して長期保存および顧客への提供を容易化した。

本精整ラインではあらゆる規格グレードに対応出来るように非破壊検査装置をオンラインで配置。検査の高速化により生産性の向上を達成した。

また最近、油井コストの低減のために水平井戸が増加。水平井戸は施工時に高トルクが要求されるため、高トルク締め付けが可能な継手締結装置を導入した。

安全面においても作業員への安全対策強化対策として、ラ



図 和歌山製鉄所 (海南) 小径製品工場新精整設備

イン全面に防護柵と電磁ロック扉を適用。安全処置を施さないとライン内に入れないような機構とした。また、ライン立入回数低減のために、手作業が多く残る下工程を中心に徹底的な自動化を行い、顧客の厳しい安全要求事項にも合致したラインとした。

高強度ラインパイプの本格採用

JFE スチール (株)

2008 年、高強度鋼管 X80 および高変形 X80 鋼管が中国および北米のプロジェクトで本格的に採用された。

エネルギー消費量が世界的に増大するなかで、CO₂ 排出量の抑制が可能な天然ガス利用が推進されている。長距離輸送を担うパイプラインのコストを低減するためには X80 に代表される高強度鋼管を採用することが有効であることが知られている。しかし、長距離のパイプラインは、地震地帯や凍土地帯など過酷な環境に敷設されることがある。高強度鋼管を使用する場合、図 1 に示すように地震地帯における断層の活動や地盤の液状化、また凍土地帯では地盤の凍結により、パイプラインの大変形と局部座屈の防止が、安全性を確保する上で大きな課題となっていた。

材料の加工硬化特性を制御することによって、図 2 に示すように鋼管の肉厚を増加させることなく局部座屈性能を向上させ、安全性の確保と低コストを両立させる高変形高強度ラ

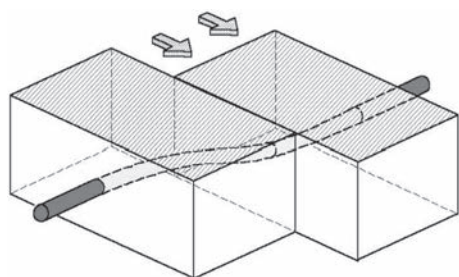


図1 断層の活動によって生じるパイプラインの変形

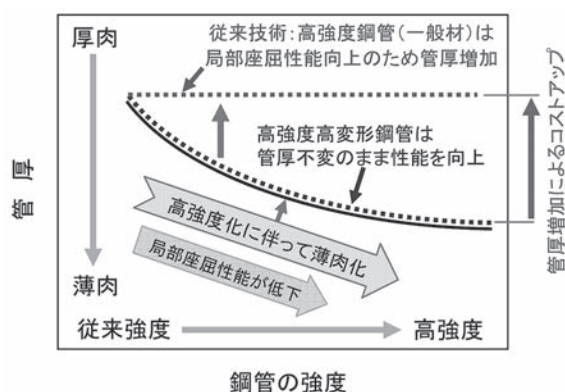


図2 高強度鋼管の変形性能向上

インパイプを開発した。このような鋼管の特性を需要家と共同で評価することによって、パイプラインの信頼性を損なうことなく高強度鋼管が使用できることを確認して、今回の本格採用が実現した。

6. 計測・制御・システム

宇宙線ミュオンを利用した高炉の内部測定

新日本製鐵 (株)

新日本製鐵は、高エネルギー加速器研究機構、理化学研究所と共同研究を行い、宇宙線ミュオンを利用して高炉の内部状態を検知する技術を開発した。

宇宙線ミュオンは素粒子の1つで、大型構造物も透過する強いエネルギーを持つが、密度×厚みに対応して透過量が減衰することを利用して物質内部の構造を計測できる。1m×1mのプラスチックシンチレータを10cm角の升目に区切って2枚平行に並べた検出器を用い、高炉透過側と反対側の強度比から理論計算と比較して密度分布を求めた。

2004年に改修した大分第2高炉において、まず吹き止め後に取り出した炉底部を計測し、残銑部とレンガ部の残存状況に対応した密度分布が得られることを確認した。次いで、稼働した高炉の炉床部分を約1か月間測定し、炉内の密度分布を推定した。推定された炉内鉄部の密度とレンガの密度差を利用して、実測値と計算値との対比からレンガの損耗量を算出した。この測定により、宇宙線ミュオンを利用して溶鉄・コークス・レンガの存在割合によって決まる高炉内部の密度分布と炉底レンガの損耗レベルを推定できることを明らかにした。

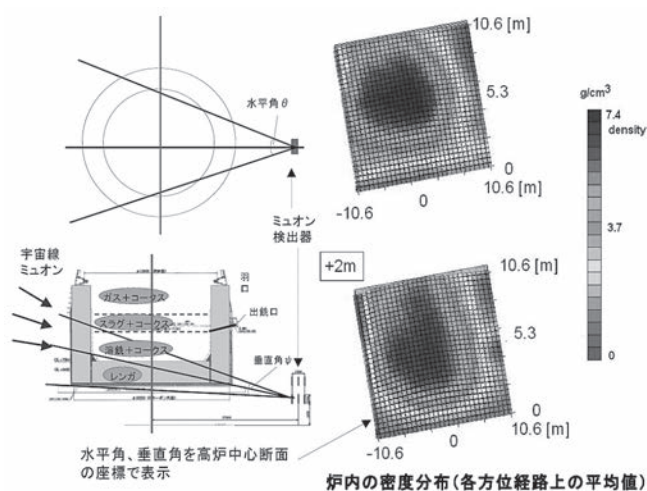


図 高炉でのミュオン測定方法および結果例

リアルタイム 3D-VENUS

新日本製鐵 (株)

新日本製鐵では、高炉の変動を早急に検知するため、高炉の炉体回りに設置されたステープ・炉床レンガの温度計やシャフト圧力計などのセンサーによる測定情報とその解析情報を2次元あるいは3次元的に表示するシステムを開発し、炉内のガス流れや原料の降下挙動など、炉内状況の推定の容易化、情報の共有化を図った。また、温度及び圧力の元情報だけでなく、時間変化や空間変化などの加工情報やそれ以外の監視データも単一画面で監視可能とした。

さらに画面情報の更新周期を1秒とし、シャフト圧変動の予防減風等の緊急を要するアクションの判断に結びつけると共に、異常現象の兆候見逃しによるアクション遅れなどを回避し、操業の最適化・迅速化が図れるようになった。

(VENUS ; Visual Evaluation and Numerical analysis System of Blast Furnace operation)

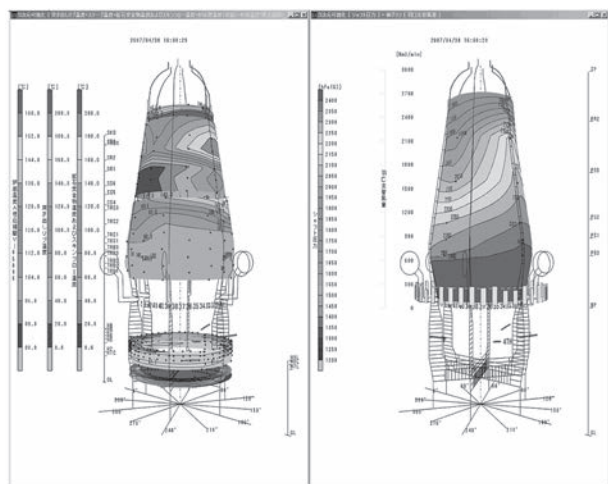


図 3D-VENUS の表示例

7. 環境

廃プラスチックリサイクル累計 100 万トン

新日本製鐵 (株)

新日本製鐵は、鉄連自主行動計画に掲げた省エネ・CO₂削減の実行と資源リサイクルによる循環型社会形成に貢献することを目的に、廃プラスチックの有効利用／コークス炉化学原料化法に積極的に取り組んでいる。

2000 年秋から廃プラスチックリサイクルに取り組み、2008 年 5 月 1 日に累計リサイクル量 100 万トンを達成した。これによる効果は、焼却処分量の削減による CO₂削減としては約 320 万トン、埋立て処分の回避としては約 400 万 m³に相当する。製鉄所別での累計処分量は、君津 43 万トン、名古屋 24 万トン、八幡 16 万トン、室蘭 12 万トン、大分 4 万トンである。

2000 年 4 月に施行された容器包装リサイクル法による一般

廃棄物系プラスチックを主な対象として、製鉄所内に、異物除去・破砕機・減容成形機等からなる事前処理設備とコークス炉への装入設備を設置してリサイクルを行うものである。2000 年に名古屋、君津、2002 年に八幡、室蘭、2005 年に大分の各製鉄所に設置し、全社合計処理能力は年 25 万トンであり、世界最大のプラスチックリサイクル能力を有する。ほぼ全国をカバーする体制で、各自治体から容器包装リサイクル協会に委託される容器包装プラスチックの 3 割前後をリサイクルしている。

既存のコークス炉を利用し、約 1,200℃でプラスチックを高温度乾留することによって、炭化水素油 (約 40%)、コークス (約 20%)、コークス炉ガス (約 40%) に熱分解し、化学原料、製鉄原料、エネルギー源としてほぼ 100%有効利用される。当該技術はグッドデザイン賞金賞 (2002 年)、日本エネルギー学会賞、日経地球環境技術賞 (2003 年) を受賞している。

製鋼スラグへの加圧式蒸気エージング技術の適用

住友金属工業 (株)

住友金属工業では、製鋼スラグのエージング処理に、高品質、高効率化のため加圧式蒸気エージング設備を導入している。

○エージング処理の課題

製鋼スラグを路盤材等で使用する際、残留生石灰の水和反応膨張を防止するエージング処理を行う。その処理は使用する前に水・蒸気により膨張反応を終了させるものであるが、自然エージングで 2 年、野積式蒸気エージングで 2 日を要し、膨大な敷地やシート掛け等の労力が必要となる。

○加圧式蒸気エージング設備の特徴と効果

本方式は、スラグを 0.6Mpa の加圧蒸気雰囲気下に置き、野積式蒸気エージングの 24 倍の反応速度を得て、一工程わずか 2 時間の高速処理を実現し、処理高速化・反応均一化による高品質高信頼性の路盤材の製造を可能とし



図 加圧式蒸気エージング設備概要

た。また実機ではスラグバケット自動搬入技術等により作業負荷も軽減されている。当社は和歌山製鉄所に本設備 2 基を導入し、処理用敷地縮小・コスト低減・省エネルギーなどの効果を発揮して循環型社会実現に貢献してきた。その実績が評価され、クリーンジャパンセンター資源循環技術システム表彰で経済産業省産業技術環境局長賞を受賞した。現在、本設備は他社への導入が進んでいる。

8. その他

ダイカスト金型用高熱伝導率材料 “DHA-Thermo”

大同特殊鋼（株）

大同特殊鋼は、ダイカストの生産性向上と鑄造組織改善を支援する金型用鋼として、熱伝導率が汎用鋼 JIS SKD61 の 1.7 倍である DHA-Thermo を開発した。

ダイカスト金型の低温度化は、焼付やヒートクラックの軽減、凝固速度の増大に対して有効である。このため、冷却効率の高い鋼、すなわち高熱伝導率鋼が従来から求められていた。

一般的に、熱伝導率と機械的性質は背反する関係にあり、低合金化によって熱伝導率を高めれば、金型として必要な強度や靱性の確保が困難となる。DHA-Thermo の開発においては、金型に必要な機械的性質を維持しつつ、高い熱伝導率

を併せ持つ成分系の選択が最大の課題であった。諸特性への寄与率が合金元素の種類によって異なる点に着目し、強度や靱性は JIS SKD61 と遜色なく、かつ熱伝導率が 1.7 倍となる成分バランスを見出した。

大同特殊鋼のダイカストマシンを用いた試験では、JIS SKD61 対比での型温低下が約 100℃となり、鑄造組織の微細化も確認できた。今後、型温制御の自由度を増す機能性金型材料 DHA-Thermo の適用によって、ダイカストの生産性向上や鑄造組織改善が期待できる。

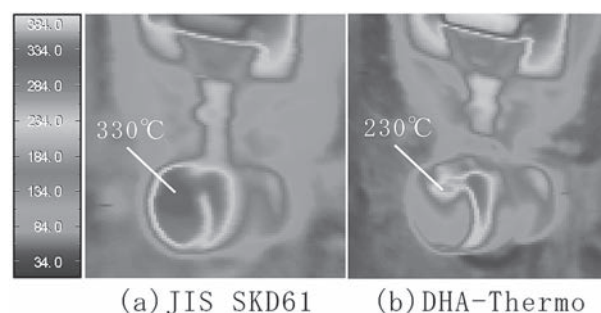


図 製品を取出した直後の金型温度

(2009 年 2 月 27 日受付)