

1999年鉄鋼生産技術の歩み

王寺睦満* 日本鉄鋼協会 生産技術部門 前部門長
Mutsumi Ohji

Production and Technology of Iron and Steel in Japan during 1999

1 日本鉄鋼業を取り巻く経済情勢

東南アジア経済の金融危機に端を発する混乱は、各国の努力により最悪を脱し、回復基調に入った。また、米国経済もその景気の過熱を懸念されつつも長期間に亘る高水準を維持している。この中で2年連続のマイナス成長を続けてきた日本経済も、依然として設備投資個人消費の冷え込みが続く中、政府「緊急経済対策」による大型公共投資の下支え、民間企業の命運を賭けたりストラ策が功を奏し、ようやく底を打った感がみられる。

しかしながら、消費面を見れば完全失業率は317万人4.7%と雇用流動性に乏しい日本経済にあっては非常に高い水準に達しており、住宅、自動車等の個人インフラ部門での消費は依然として低レベルにある。一方投資面においても大きな需給ギャップの存在、円高等もあり企業は設備

投資には慎重な姿勢を保ったままであり、民間設備投資は本格的回復軌道が形成されていない。

こうした中鉄鋼の需給についてみると、国内の鉄鋼需要は大きな冷え込みが続いたが、大型公共事業の直接需要増、東南アジア向け輸出回復により、99年の粗鋼生産量は前年対比約65万トン増の9,420万トンと約0.7%の微増となったものの、1971年(8,856万トン)以後2番目の最低記録となった。

普通鋼熱延鋼材についてみると、普通鋼国内出荷は5,486万トンと前年対比約92万トンの減少となり、輸出は1,710万トンで36万トン、2%増となり出荷合計では7,232万トン、0.8%減となった。受注ベースでみると建設部門は先に述べた公共投資の影響もあり若干の回復を見たが、産機、造船、自動車等製造部門の回復は遅れ、厚板、薄板、形鋼等の主要品種が低迷した。そのため生産面でも輸出を伸ばした熱

表1 鉄鉄、粗鋼生産および主要鋼材生産実績推移

単位：千トン

		1996年	1997年	1998年	1999年					対前年度 増減%
		総生産量	総生産量	総生産量	総生産量	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	
生 産 種 別	粗鋼生産量	98,801	104,545	93,548	94,195	21,594	22,722	24,174	25,705	0.7
	転炉鋼	65,853	70,295	63,717	65,453	14,836	15,294	17,198	18,125	2.7
	電気炉鋼	32,948	34,250	29,832	28,743	6,758	7,428	6,976	7,581	-3.8
	高炉鉄鉄生産量	74,593	78,510	74,979	74,518	17,660	17,912	18,971	19,975	-0.6
	普通鋼熱延鋼材	77,974	81,927	73,379	73,277	17,050	17,347	18,996	19,884	-0.1
	H形大型形鋼	8,027	8,400	7,989	6,652	1,585	1,587	1,783	1,697	-20.1
	中小型形鋼	2,071	2,044	1,698	1,632	393	420	411	408	-4.0
	小型棒鋼	12,912	13,019	11,883	11,850	2,836	2,980	2,978	3,056	-0.3
	一般線材	2,619	2,981	2,864	2,896	697	739	720	740	1.1
	中厚板	8,812	9,127	8,246	7,628	1,962	1,818	1,923	1,925	-8.1
	広幅帯鋼	37,307	40,194	35,090	36,934	8,167	8,408	9,792	10,567	5.1
	特殊鋼熱延鋼材	15,332	16,517	14,774	14,222	3,414	3,488	3,604	3,716	-3.9
	構造用鋼	6,261	6,711	5,541	5,430	1,307	1,288	1,364	1,471	-2.0
	ステンレス鋼	3,225	3,263	2,767	2,651	648	661	686	656	-4.3
	パネ、軸受鋼	1,129	1,171	996	1,008	249	247	249	263	1.2

* 本会会長

延広幅帯鋼を除き、各鋼種とも前年を下回る結果となり、熱間圧延鋼材生産で0.1%減の7,328万トンとなった。

一方特殊鋼熱延鋼材の生産についても、前年比3.7%減の1,422万トンと普通鋼以上に低迷した(表1)。

1999年の全鉄鋼輸出は、米国向けがAD提訴の影響で大幅に減少したが、ASEAN、韓国、中国の経済回復を受けて近年の水準としては高目に推移し、全体として好調だった前年を更に約57万トン上回る約2,821万トンとなった。品種別では鋼塊、半製品が韓国、台湾をはじめとする東南アジア向けに前年比2倍増の約220万トンと大きく増加し、普通鋼鋼材についても冷延薄板や亜鉛めっき鋼板類が回復した反面、前年急伸長したH型鋼、厚中板等が減少した。

一方、輸入については、1999年の全鉄鋼輸入量で前年比15万トン減の約648万トンと昨年に引続く減少傾向の中で、

韓国、台湾からの輸入は併せて75%強と安定したシェアを保っている(図1、2)。

鉄鋼業の従業員数は、1999年12月時点で202,058人と前年末に較べ約1万2千名、5.7%の減少と、昨年5.4%減を上回り、平成6年以降7年連続の年率5%以上の減少となった。その内訳を見ると鉄鋼部門7.0%、加工部門3.7%、その他部門3.4%の減少である。

原料面では、鉄鉱石、石炭輸入は微増を見たものの、ほぼ昨年並の水準であった。

このような環境にあつて、各社の鉄鋼部門投資は低調に推移し、高炉の巻き替え以外の大きな投資は見られなかった。しかしながら一部の企業では所単位の分社化、事業部化の動きが活発になってきている。また、製品分野毎の企業間連携の動きも増えてきている。

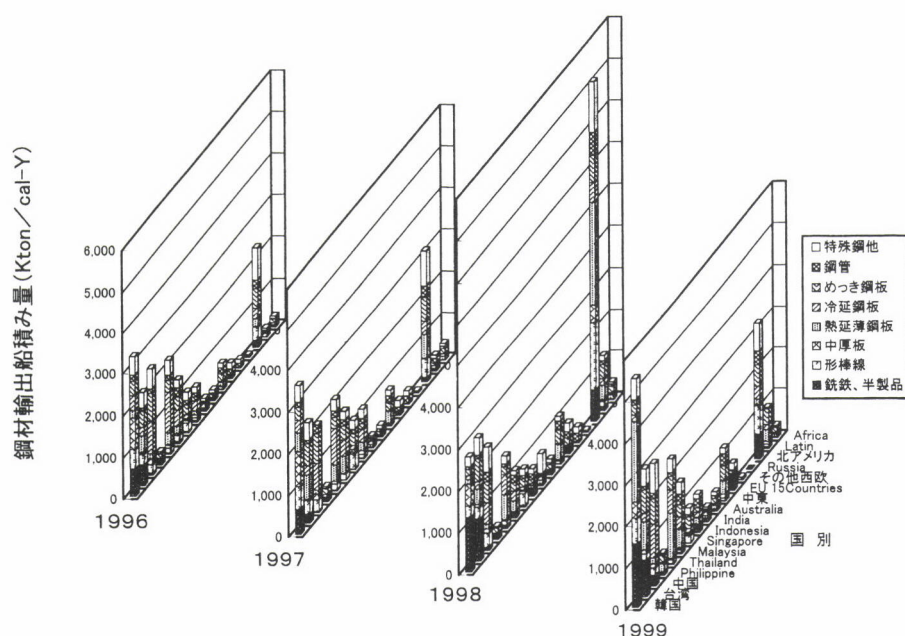


図1 国別、品種別鋼材輸出実績推移

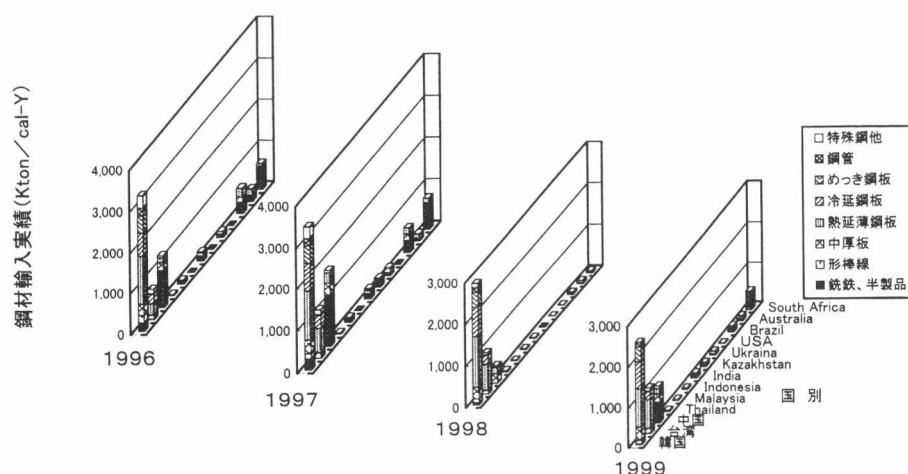


図2 国別、品種別鋼材輸入実績推移

2 技術と設備

2.1 製鉄

1999年の鉄生産量は、7,452万t前年比0.6%の減少となった。平均出鉄比も前年の1.90t/m³・日に対して、1999年1.83t/m³・日と減少した。

特に、川崎製鉄(株)千葉5高炉においては、1998年12月から7ヶ月間、高炉ガス回収を主体とし、出鉄比1.0前後の超低出鉄比で安定した操業技術を確立することにより、高炉の下方生産弾力性を向上させた。また、同社水島2高炉では、1979年3月20日から1999年12月27日で連続稼動日数7,587日の記録を達成し、高炉の炉寿命世界一となった。同高炉は稼動25年を目指して、現在も記録を更新中である(トピックスP. 293参照)。なおこれまでの記録は同社千葉6高炉の7,586日であった。

高炉の微粉炭吹き込み量は、図3に示すように、微粉炭吹き込み比(PCI比)、1999年平均132.9kg/tと前年比2.5%の増加となり、各社ともにさらにPCI比の増加に取り組んでいる。

NKK京浜1高炉では、炉中心部にコークスを装入する新コークス装入装置を設置し、通気性を確保した中で、原料コスト低減を図った。

焼結鉱製造プロセスでは、(株)神戸製鋼所加古川焼結機において、原料装入の安定化と原料偏析強化を目指しローラーフィーダーを用いた偏析強化型原料供給装置を設置した。川崎製鉄(株)千葉では、磁力利用の原料装入装置を設置し、同社はこれで全焼結機への磁力利用原料装入設備の導入を完了した。また新日本製鉄(株)では名古屋1,2焼結機で、電気集塵機を省略し、焼結主排ガスの脱硫と除塵とともに活性炭の移動層のみで行う世界初の焼結主排ガス処理設備を稼動させた。

一方、コークス炉では、その延命対策として、川崎製鉄(株)千葉5コークス炉において、窯口から4フリュー分のレンガを新素材の低膨張溶融珪石を使用し、新築炉法を採用することにより、従来2ヶ月程度要していた工期を14日間で完了できる窯口レンガの短期間積替技術を確立した。また、住友金属工業(株)では、炭化室中央溶射装置を、和歌山、鹿島の全コークス炉に導入し、炉壁欠損・亀裂補修を実施している。

資源リサイクル関連では、NKK福山、京浜において塩化ビニールを含む一般廃棄物系プラスチックに対応可能な高炉原料化設備と高炉吹き込みを行うための設備一式を建設中である。これにより、同社のプラスチック高炉原料化能力は年10万t体制となる。さらに、高濃度の塩化ビニールに対応するため、京浜水江地区に高濃度塩化ビニールの脱塩

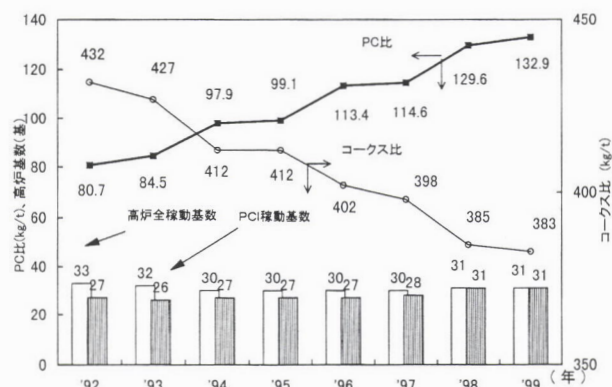


図3 高炉への微粉炭吹き込みの増加
(出所: 日本鉄鋼連盟)

素プロセス実証炉を建設している。(株)神戸製鋼所では、石炭を還元剤とし、回転炉床により鉄鉱石を短時間で還元するファストメット法の技術を用いて、鉄および炭素を主成分とする製鉄ダスト類を効果的に脱亜鉛・還元し、リサイクルする技術を確立した(トピックスP. 292参照)。

2.2 製鋼

製鋼作業の状況については、表2に転炉作業成績および表3に電気炉作業成績を示す。各数値に顕著な変化は見られないが、電気炉における製鋼時間当たりの生産高指数の減少が目立つ。

二次精錬処理比率(96~98)を表4に示すが、電気炉における処理比率の向上が続いている。

圧延用鋼塊に占める連铸鋼片の比率は、図4に示すように全体では微増しているものの、普通鋼、特殊鋼とも大きな変化は認められない。

製鋼工程における個別の動きでは、品質向上、コスト低減、自動化・省力化を目指した最適プロセスを実現させる動きが各社に見られた。

製鋼工場全体としては、住友金属工業(株)和歌山における世界最高速吹錬時間の最新鋭製鋼工場竣工(トピックスP. 294参照)、および住友金属工業(株)鹿島のRH、第3連铸機増強を主体とした第二製鋼工場増強の2件である。

溶銑予備処理では、新日本製鉄(株)室蘭、君津の待機中転炉を予備処理炉として活用する転炉型溶銑予備処理法の確立(トピックスP. 293参照)、(株)神戸製鋼所加古川の銑床脱珪・混銑車脱リン脱硫方式による、脱炭スラグを全量リサイクルする溶銑予備処理設備の稼働、NKK京浜の福山に続くゼロスラグ製鋼法の全面的な実用化が挙げられる。

連铸分野では、川崎製鉄(株)千葉の第3連铸機へ切断速度が従来の1.5倍のスラブ高速切断トーチ(切断酸素圧力30kgf/cm²仕様)の導入、新日本製鉄(株)室蘭の200mm角中断面铸造+コンパクト大圧下ミルの組合せによる高品質・

表2 転炉作業成績

年	1996年 平均	1997年 平均	1998年 平均	1999年 1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	1999年 平均
製鋼時間当りの生産高指数*	102	104	104	104	104	107	106	105
1回当りの製鋼時間指数*	101	100	98	98	99	97	99	98
鉄鉄配合率(%)	93.3	92.5	95.5	96.2	95.4	93.4	93.4	93.6
溶鉄配合率(%)	92.6	91.6	94.2	95.1	94.2	91.3	91.2	92.8
酸素原単位(Nm ³ /t)	58.7	58.7	59.2	61.4	60.6	60.4	59.4	60.4
連铸比率(%)	98.9	99.1	99.2	99.2	99.3	99.3	99.3	99.3
真空処理比率(%)	61.3	61.1	61.6	63.0	62.9	61.6	62.4	62.4

*1993～1995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)

表3 電気炉作業成績

年	1996年 平均	1997年 平均	1998年 平均	1999年 1～6月	7～12月	1999年 平均
製鋼時間当りの生産高指数*	110	114	116	105	105	105
良塊t当りの電力消費量(kWh/t)	396.4	400.9	402.5	407.5	406.0	406.8
良塊t当りの酸素消費量(Nm ³ /t)	24.0	24.1	22.5	20.8	20.8	20.8
良塊歩留り(%)	91.3	91.1	91.5	91.6	91.2	91.4
良塊連铸比率(%)	88.6	88.9	89.4	88.8	87.6	88.2
合金鋼比率(%)	32.0	32.6	32.3	35.0	36.8	35.9

*1993～1995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)

表4 転炉、電気炉鋼の二次精錬処理比率の推移

(単位：%)

転炉鋼	二次精錬処理比率	1996年	1997年	1998年	1999年
		80.3	79.2	79.2	80.4
	内真空処理比率	61.3	61.1	61.6	62.4
電気炉鋼	二次精錬処理比率	87.7	91.0	92.7	92.4

(出所：日本鉄鋼連盟)

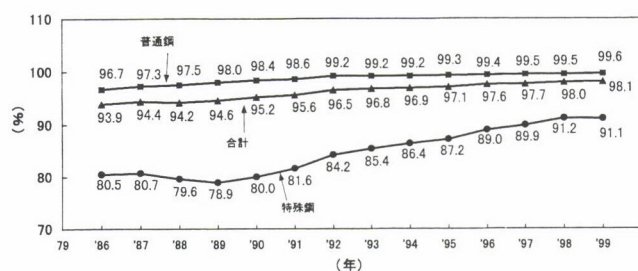


図4 連铸比率の推移 (出所：日本鉄鋼連盟)

高生産性ピレット製造ラインの確立、NKK福山第三製鋼の自動化・機械化設備導入を主とするタンディツシュ整備場リフレッシュの動きが見られた。

その他として、住友金属工業(株)鹿島の転炉OGダクト冷却排熱を回収するカーナ発電設備導入、NKK福山のスラブ溶削作業時に発生するダレ除去や自動化装置導入による作業環境改善と工期短縮、大同特殊鋼(株)渋川の高付加価値高合金の溶解能力増強を目的とした9t真空誘導炉の稼

動と一次溶解設備集約の完了が挙げられる。

また、関連基盤技術開発としては、(財)金属系材料研究開発センター(JRCM)においてナショナルプロジェクトとして環境調和型次世代製鋼技術の研究(新製鋼プロジェクト)ならびにエネルギー合理化金属製造プロセス開発(電磁気力プロジェクト)の研究開発が推進されている¹⁾。

前者については、1998年3月に完成した総合システム評価研究設備を用いて、1998年に実施した電気炉型に引き続き、攪拌浴型および充填層型のスクラップ予熱・溶解炉の一連の試験を実施し、各炉方式に関する工業化FS(フィジビリティスタディ)を実施してきた。本研究開発事業は2000年3月末に終了した。

後者については、1999年初からのピレット商用連铸機を用いた電磁铸造技術の実証研究に加えて、年末からはベンチ・スケール連铸機にてスラブへの適用研究にも着手した。また、9月から、超伝導電磁石を用いた鋳型内溶鋼流動制

御技術の研究をスラブ・ベンチ・スケール連铸機を用いて開始した。

2.3 厚板・鋼管・条鋼

厚板関係では、NKK京浜厚板工場1号加熱炉予熱帯に日本ファースと共同開発した蓄熱式バーナが導入され、省エネと加熱時間短縮が図られた(トピックスP. 295参照)。新日本製鐵(株)名古屋、君津、大分の厚板3ミルで制御モデル完成度アップ、生産ロット拡大、ダウンタイム削減など全工程で合理化を実施し労働生産性が5年前の約2倍となった。また、君津では圧延ラインの制御系更新を行い、計算機制御による自動化を徹底し圧延の一人運転を実現した。(株)神戸製鋼所加古川では次の4件が挙げられる。

①動的陽解法による厚板ローラレベラ矯正過程の3次元解析モデルで板材の変形/応力状態の定量化が可能な解析手法を確立。②近接γ線板厚計が不要な温度予測型FF-AGCを開発し、パス間時間に伴う変形抵抗変化に対しても板厚の均一化を可能とした。③厚鋼板の形状品質向上および物流改善を目的に、ロールたわみの補正を油圧シリンダ化することで矯正中のたわみに応じた補正を可能とする多機能強力ローラレベラの導入、④レーザ走査・光伝送ロッド受光によりコンパクト化と悪環境下の測定精度を確保した仕上ミル直近キャンバー計を設置し、パス中のキャンバー測定を可能とした。

棒鋼・線材関係では、(株)神戸製鋼所神戸にて第7線材工場のリフレッシュが完了した。この内容は、低温圧延対応の中間水冷帯と仕上圧延機、精密圧延可能なサイジングミル、線材調整冷却設備他である。新日本製鐵(株)室蘭では、独コックス社製最新鋭3ロール圧延機の導入により、ロール組み替え作業時間が従来の1/3となった。住友金属工業(株)関西では、自由鍛造用油圧式3000tプレスを導入した。本設備はマニピュレータとプレスの連動による最新の自動制御で、80ストローク/分、停止精度±1mmと正確さとスピードが向上した。

形鋼関係では、愛知製鋼(株)刈谷にて、既存の二重式圧延機を用いた独自の圧延工法を開発し、ステンレスH形鋼の圧延生産に成功した。

2.4 薄鋼板

2.4.1 熱延

川崎製鉄(株)千葉ではエンドレス圧延が可能な第3熱延ラインで、高周波誘導シートバー加熱装置が稼動した。これにより、エンドレス圧延の生産性と品質安定性が向上し、さらにエンドレス圧延には不向きであった、温度管理の厳しい薄物(高級ブリキ材)などの連続圧延が可能となった

(トピックスP. 295参照)。

日本高周波鋼業(株)富山では平板圧延設備が設置され、工具鋼の内製圧延が可能となった。製品寸法は厚さ75mm、巾305mmまで製造可能である。

2.4.2 冷延

大同特殊鋼(株)知多の鋼帯用連続光輝焼鈍炉が従来の4基に加えて1基増設され、高級鋼帯製品の熱処理能力が増強された。今後予測される電子材料の需要増に対応するものである。

2.4.3 表面処理(その他)

大同特殊鋼(株)は、エチレン生成プラントの熱分解反応管の内面をプラズマ粉末溶接法(PPW)によって表面改質し、管寿命を3倍に向上させる技術を開発した。PPW処理によって管内面での炭化固形物形成が抑制されることによる。

2.5 計測制御、設備管理、その他

計測制御関係では、川崎製鉄(株)千葉においてカメラで検出した疵を有害疵とノイズに分離する技術を開発し、表面性状不均一な酸洗板の品質管理を強化した。また、同社千葉・水島では微少ヒートクラックによる過大研削防止のため広帯域表面波プローブを開発し、ロール原単位が大きく向上した。大同特殊鋼(株)技術開発研究所では、実体にあった「はすば歯車」の疲労試験を実施するためトルク制御精度の高いヘリカルスプライン方式の試験機を設置した。また、同社築地では有害電波発生源の特定、対策シミュレーションなどを可能とするため電波暗室を設置した。

設備管理では、NKK福山において保全マンのスタッフ業務への転換、社内外一貫業務の効率化、情報の共有化等をサポートする新設備管理システムを始動させた。

その他として、大同特殊鋼(株)技術開発研究所では、鍛造・圧延などで発生するチタン屑をスクラップとして使用可能な大きさに破碎する水素化破碎技術を開発した。



技術輸出・技術輸入

1998年の鉄鋼業の技術貿易収支(総務庁統計局：科学技術研究調査報告)は図5に示すように、輸出対価受取額が昨年に続き減少し、その収支差黒字額は97年比30%減の71億円と2年連続の減少となった。

1999年における技術貿易の内訳(件数ベース)について、本会維持会員会社を対象に調査した結果を表5に示す。技術輸出は昨年の85件に対し、93件で、輸入は2件であった。

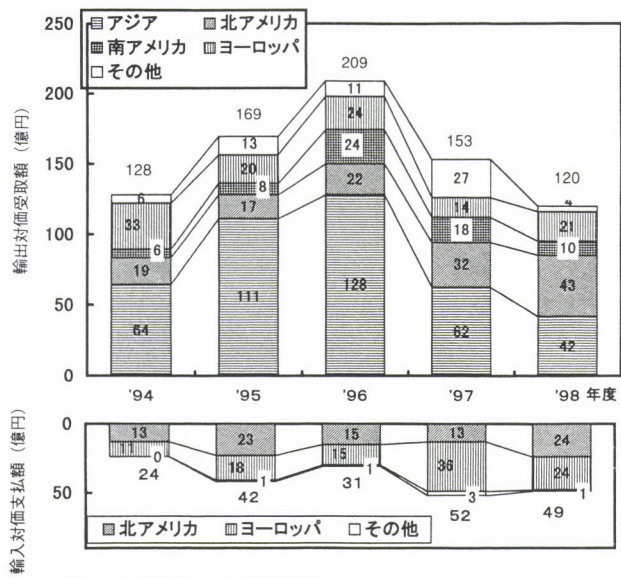


図5 鉄鋼業の技術貿易収支
(出所：総務庁統計局：科学技術研究調査報告)

表5 技術輸出・技術輸入状況
(期間：平成11年1月1日～12月31日)

技術分野		地域						(件)
		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	1・コークス	4						4
	2・原料処理	2						2
	3・高炉			1				1
	1・電炉	1	13	1				15
	2・炉外精錬	2	2			1		5
	3・連铸・造塊	4	4	1				9
	4・付帯設備	2						2
	1・束調・線材	1	1			1	1	4
	2・鋼管	3	1	2	2	1	1	10
	3・厚板		1					1
	4・薄板	6	6		2		2	16
	5・表面処理	6		1				7
	6・熱処理	1						1
	7・溶接棒・加工部品	2						2
	1・フィジビリティ・スタディ				3		1	4
	2・総合的操業指導		1	1	3			5
技術輸入	3・整備保全				1			1
	4・その他	2	1	1				4
	合計	36	30	8	11	3	5	93
	1・その他	1	1					2
	合計	1	1	0	0	0	0	2

調査範囲：日本鉄鋼協会維持会員会社 44社

輸出対象地域は、アジア・北アメリカが多く、技術分野では加工・処理および電炉等製鋼関連で全体の77%を占める。

4 研究費支出

企業における1987年以降1997、あるいは98年までの研究者・研究費支出の推移を図6、7、8および9に示す。全産業の社内使用研究費、売上高対研究費比率は、91～92年をピークに低下した後、94年から増加に転じている。鉄鋼業

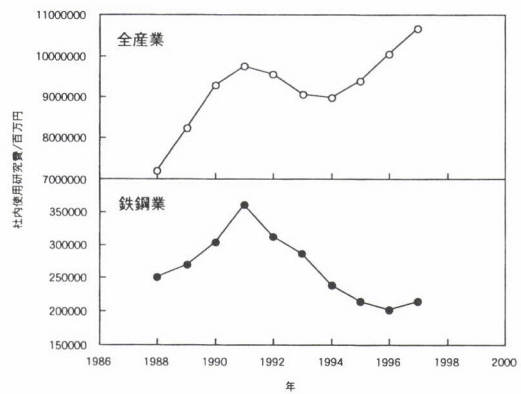


図6 社内使用研究費の経年変化
(出所：総務庁統計局平成10年度科学技術研究調査報告書)

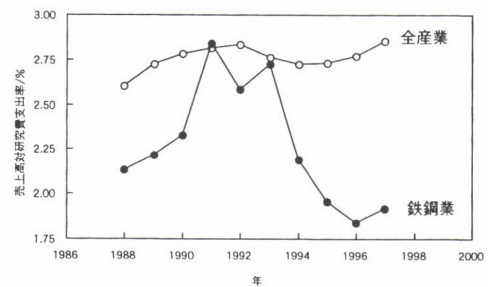


図7 売り上高対研究費支出率の経年変化
(出所：総務庁統計局平成10年度科学技術研究調査報告書)

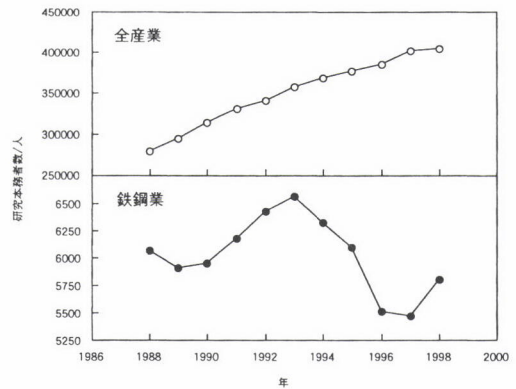


図8 研究本務者数の経年変化
(出所：総務庁統計局平成10年度科学技術研究調査報告書)

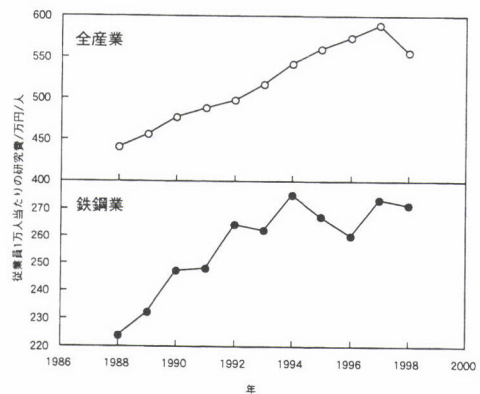


図9 従業員1万人当たりの研究費の経年変化
(出所：総務庁統計局平成10年度科学技術研究調査報告書)

では落ち込みからの回復が全産業に比して遅れており、96年以降になってようやく回復の兆しが認められる。全産業での研究本務者数は研究支出とは連動せずにコンスタントに増加しているが、鉄鋼業では研究支出とある程度連動した変動が認められ、ピーク時を相当下回った水準にある。しかし、従業員1万人あたりの鉄鋼業の研究費は多少の乱高下はあるものの全産業とほぼ同様な傾向を示している。

5 日本鉄鋼協会における技術創出活動

本会では、鉄鋼生産技術に関する活動を生産技術部門で行っており、その活動組織を表6に掲げる。

(なお、鉄鋼に関する学術的基礎的研究は、学会部門の専門分野別部会、またその下部組織であるフォーラムで行っている。)

5.1 分野別部会

1999年度の部会大会は、本誌12号866頁(上期大会開催一覧)、本号356頁(下期大会開催一覧)に掲載した通りであるが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、活発な議論を展開している。

また、技術創出を目指す産学連携強化のために進めてきた部会大会への大学研究者の参加も定着をみせ、学会部門専門分野別部会との合同開催や相互乗り入れなど積極的な交流を実施する部会も増えている。

1999年度に発足した技術検討会は下記の14技術検討会であり、年度内に終了するものも含めて50技術検討会が活動した。

- ・特殊溶解技術(特殊鋼部会)
- ・高炭素鋼及び高級条鋼の品質改善(特殊鋼部会)
- ・インゴット造塊技術の改善(特殊鋼部会)
- ・ステンレス鋼の品質改善・スラグ処理(特殊鋼部会)

- ・ロール組替短縮(熱延鋼板部会)
- ・調質・精整の要員効率化(冷延部会)
- ・省力化・自動化(表面処理鋼板部会)
- ・記念誌作成(大形部会)
- ・棒線圧延解析のためのFEM利用(線材部会)
- ・棒鋼・線材圧延3次元FEM解析システムフォローアップ(圧延理論部会)
- ・機械試験定期実態調査(品質管理部会)
- ・機械試験の不確かさ(品質管理部会)
- ・有害試薬を用いない分析法(分析技術部会)
- ・熱延設備の修繕費削減と寿命延長(設備技術部会)

5.2 研究会

1999年度には、6研究会が発足し、7研究会が終了した。それぞれの活動目的、活動成果を表7に掲げる。また、継続研究会(1999年終了研究会を除く)についても表8に示す。

5.3 技術検討部会

「自動車用材料検討部会」は、第II期の活動を1998年度から始めた(2000年度まで)。また、前年度に引き続き、「実用構造用鋼の材質造り込み技術検討部会」(1999年度終了)、「次世代街区フォーラム検討部会」(2000年度まで)が活動中である。

表6 分野別部会・研究会の活動内容

技術創出活動の種類	活動内容
分野別部会	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20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。
研究会	鉄鋼企業からのニーズと大学等研究機関からのニーズに基づき、重要なテーマについて産学協同で研究を行っている。基礎的研究を行う研究会は学会部門に、応用的研究の場合は生産技術部門に設置される。
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、または業際的技術課題に対して、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。

*分野別部会…製鉄部会、コークス部会、製鋼部会、電気炉部会、特殊鋼部会、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、中小形部会、線材部会、鋼管部会、圧延理論部会、熱経済技術部会、耐火物部会、制御技術部会、品質管理部会、分析技術部会、設備技術部会

表7 1999年度における新規研究会の活動目的と終了研究会の活動成果

研究会名	活動目的/活動成果	活動期間 (年度)	所属部門
新規 高度電磁力利用マテリアル・プロセス 学会	EPM技術の高度化とプロセス化による、介在物電磁分離、精錬反応効率化、電磁超音波、混相流制御等の基礎研究進展、および強磁場利用材料プロセスによる結晶配向制御と新規機能材料の合成、に関する研究を行う。	1999～2002	学会
鉄鋼業と環境・リサイクル	鉄鋼業の問題循環型社会の構築等、環境・リサイクル関連課題への取り組み方を検討し、新産業システム創出に対する指針を明らかにする。Eco-System、Eco-Materialとしての方向性Eco-Processとしての技術、Core Competence分析等について検討する。	1999～2000	学会
製鋼スラグを栄養源として利用した海洋植物プランクトン増殖によるCO2固定化	製鋼スラグを用いて藻類プランクトンを増殖させることにより大気中CO2固定化を図る。そのアプローチは、1)多元系製鋼スラグからの特定成分溶出技術の開発 2) 藻類プランクトン増殖と光合成に適正な海水中への溶出成分の検討 3)生態系におよぼす影響評価法検討、よりなる。	1999～2002	生産技術
大量データをベースにした省力化のための診断・制御の高度化	省力化のための大量データをベースにした診断・制御の高度化に必要な方法論及び基盤技術の研究を行う。従来の物理モデルベースの診断・制御に代わり、これまでに蓄積されている設備・技術ノウハウ等に関するデータベースとオンラインのプロセス情報をベースとした診断・制御実現のための方法論と基盤技術を研究する。	1999～2002	学会
鉄鋼材料における微量添加物の挙動説明と利用促進研究会	添加物は微量でも鋼材の諸特性を大きく向上させる省資源元素である上、取り除きやすいので鉄鋼リサイクルの点からも有用である。しかし、その挙動と特性との関係はさほど明らかにはなっていないので、他元素との相互作用、固溶・析出・粒界偏析挙動などの詳細をあきらかにし一層の利用に寄与する。	1999～2002	学会
析出制御マテリアル	焼き入れ・焼戻し、焼鈍、時効、表層改質などの種々の熱処理による組織材質の変化機構を明確にし、その定量的変化の予測と制御を可能にする基盤を確立する。また、未解明な機構を明確にし、モデル化に必要な理論と熱力学的データベースを構築することにより熱処理のさらなる高機能化/マテリアルの創出を目指す。	1999～2002	学会
終了 耐熱鋼・耐熱合金の高強度化	高純度ニッケル鋼において得られた成果を踏まえ、耐熱鋼の高強度化をはかり耐熱合金についてはコンパニメント析出発電における一方凝固合金や単結晶合金の開発を意図して、 γ' 相のラフト化とグーブ抵抗との関連、 γ' 相によるラフト組織の相安定性等基盤的なテーマを研究した。	1995～1999	学会
新塊成鉱の基礎	従来にない塊成鉱（特に焼結鉱）の組織と構造の形成、その特性の制御技術に関する研究・開発は重要であり、特に新たな視点に立った研究の基盤造りとシーズの発掘を目指した。	1996～1999	生産技術
技術系ヒューマノリス	独創的・先端的な諸科学・技術創造のための経営資源、とりわけ技術系ヒューマノリスの確保と運用を目的とし、資源賦存状況、研究開発活動への運用状況、リソースマネジメントの実施状況等を量的・質的・心理的側面から学際的に研究し、リソース活用最適化条件を明らかにした。	1996～1999	学会
計算機支援による組織制御	鋼中の炭素化合物、硫化物の固溶析出に関する計算予測手法の開発、鉄鋼の種々の物性値の推定手法の開発ならびに拡散型相変態の動力学的の開発に関する研究を遂行する。さらにこの手法を工具鋼、耐熱鋼、ステンレス鋼等の高合金鋼へも適用し鉄鋼材料の組織制御法の新たな展開をはかった。	1996～1999	学会
有害試薬を用いない新高感度分析技術	溶媒抽出法に利用可能な無害溶媒の探索研究、溶媒抽出法に代わるイオン交換分離法、共沈分離法、電解分離法、ガス分離法の開発等を行い吸光度法、原子吸光法、ICP発光分析法/質量分析法との組み合わせにより、Se, Sn, Pb, As, V, W等の新高感度分析法を創出することを目的に活動を行った。	1995～1999	学会
製鋼スラグ極少化	スラグの利材化だけでなく発生量そのものを大幅に低減すべく、その基盤技術である予備処理と転炉製鉄技術を見直し、その徹底をはかると同時にスラグのリサイクル技術の研究しスラグ発生量の極小化技術を開発することを目的に活動を行った。	1997～1999	生産技術
天然ガス輸送用超高压パイプラインの安全性評価	破壊時のガス減圧挙動数値シミュレーション技術の確立と、高グレード鋼管の材料特性評価法の確立を行い急速に発展する天然ガスパイプラインの超高压化の対応することを目的に活動を行った。	1998～1999	生産技術

表8 活動中の研究会一覧(1999年度終了研究会を除く)

研究会名	活動期間(年度)	所属部門
高炉炉下部機能強化	1997～2000	学会
鋼板表面の光学的特性のモニタリング	1997～2000	学会
相分解による組織形成過程	1997～2000	学会
自動車用材料の高速変形	1997～2000	生産技術
鉄鋼生産・運用・物流計画問題のモニタリングと最適化	1998～2001	学会
製鋼工程管理分析技術の高速化と高感度化	1998～2001	学会
石炭粒子の粘結機構の解析	1998～2001	生産技術

★新製品★

本会維持会員会社各社が1999年1月1日～12月末までに発表した新製品を表9に示す。

表9 新製品(1999年1月1日～12月31日)

区分	会社名	製品名	概説	発表時期
普通鋼・条鋼、線材	川崎製鉄	超大型外法一定H形鋼	国内最大のウェブ高さ1000mmの外法一定H形鋼を圧延により製造	1999.2
特殊鋼・条鋼、線材	住友金属工業	冷鍛高周波焼入用鋼 SURF鋼	低炭素鋼並みの冷鍛性と、機械構造用中炭素鋼並みの焼入性を合わせ持つ冷鍛高周波用鋼	1999.3
	神戸製鋼所	高強度弁ばね用鋼KHV10N	合金添加量の最適化と介在物制御技術の組み合わせにより約40%の疲労強度向上が可能	1999.10
	神戸製鋼所	新冷間鍛造用鋼 KTCH	制御圧延・制御冷却技術と成分調整の組み合わせにより工具寿命を向上した冷間鍛造用鋼	1999.12
	大同特殊鋼	新快削鋼 E,EEシリーズ	鋼中介在物の形態制御により、Pbを含有せずに被削性と強度の両面に優れた新しい快削鋼	1999.4
	大同特殊鋼	高温軸受用鋼 STJ2	高温(250℃)までの使用温度域で寸法変化を起こさず、長寿命で、かつ耐表面損傷特性にも優れる軸受鋼	1999.5
	愛知製鋼	加工強化型冷鍛用鋼 PLASTEEL-H(PH45)	優れた冷間鍛造性と冷間鍛造のままでもS45C焼入れ焼戻し品と同等の強度特性を実現	1999.1
	山陽特殊製鋼	掘削部品用鋼 BIT-S	岩盤掘削部品に用いられる、安価で空気焼入れ可能な高強度高靱性鋼	1999.5
	山陽特殊製鋼	QPD5N	高周波焼入れ性に優れた高硬度マルテンサイト系耐食鋼	1999.9
	三菱製鋼	冷間鍛造用浸炭用鋼 LSCRシリーズ	冷間成形性が良好であり、冷間成形後の浸炭特性が現用鋼と同等で、粒が粗大化しない。	1999.1
	三菱製鋼	高濃度浸炭用鋼 MAC14	優れた耐磨耗性を付与するため、高い炭素ポテンシャルの雰囲気浸炭処理が行なえる	1999.9
	三菱製鋼	超高温浸炭用鋼 SCM420H-NT SCR420H-NT	従来の処理温度以上の温度で短時間で効率よく炭素を浸透、拡散できる	1999.9
厚板	NKK	海岸耐候性鋼	NiとMoの複合添加効果を活用した飛来塩分の多い地域でも耐候性が優れる鋼板	1999.3
	NKK	建築用590N/mm ² 級厚鋼板	高強度、高い耐震性、高い衝撃特性に加え、溶接施工性を大幅に改善した建築用厚鋼板	1999.3
	川崎製鉄	極低炭素ペイナイト型耐候性厚鋼板	非調質タイプの570N/mm ² 級鋼で、優れた溶接施工性を付与したJIS規格適合の耐候性鋼板	1999.9
	川崎製鉄	極低炭素ペイナイト型690N/mm ² 級厚鋼板	調質処理を省略した690N/mm ² 級高張力厚鋼板で極低炭素化により優れた溶接施工性を有す	1999.9
	住友金属工業	オースフォームドペイナイト鋼	高靱性で、かつ熱処理工程の省略ができる等の優れた性能を有するTS570MPa級鋼板	1999.5
	住友金属工業	橋梁用LP鋼板 longitudinally profiled steel plate	最大テーパ率5mm/MIに対応可能な橋梁用LP鋼板。溶接工数、フィラブレの省略可能	1999.12
	神戸製鋼所	予熱低減大入熱溶接型耐候性鋼板	TMCP活用による低PCM化を達成し、厚肉材の予熱フリーや大入熱溶接が可能な鋼板	1999.9
	神戸製鋼所	海浜・海岸耐候性鋼板	高Cu-Ni-Ti系を特徴とし、高塩分環境下における高裸耐食性と高溶接性を両立した鋼板	1999.9
	神戸製鋼所	予熱軽減型1.25%Cr-0.5%Mo鋼板	C量の低減とNi、Nbの適量添加により、予熱軽減とSR割れ特性の改善を両立させた鋼板	1999.9
	神戸製鋼所	寒冷地仕様予熱軽減・大入熱溶接型橋梁用鋼板	大入熱溶接と予熱軽減の可能な寒冷地仕様(-20～-50℃)の橋梁用鋼板	1999.9
	神戸製鋼所	大入熱エレクトロガス溶接の適用可能な船体構造用高張力鋼板	大入熱エレクトロガス溶接の可能なVLCCシャーストレキ用降伏点355N/mm ² 級鋼板	1999.12
	熱延	80キロ級熱延ハイテン	独自の結晶粒制御技術により疲労強度等を大幅に向上させた80キロ級熱延ハイテン	1999.10
熱延	川崎製鉄	新Mコート(高潤滑熱延鋼板)	従来のMコートを改良し、潤滑末処理と比べ摩擦係数30%低下により①プレス成形性を5倍に高め、②プレス油を不要にした等の特徴。千葉第1酸洗塗装設備で製造	1999.10
	川崎製鉄	スーパーHSLA	既存鋼板HSLAに比べ、強度維持し、延性と穴あけ加工性を3割向上、衝撃エネルギー吸収性100%向上。この自動車用高成形性熱延鋼板はTi微量添加、圧延制御に工夫し、平均結晶粒2μmでHSLAの半分以下にした。千葉第3熱間圧延設備駆使。	1999.3
	住友金属工業	590MPa級残留オーステナイト鋼板	440N級鋼板並の優れた加工性を保有し、自動車足回り部品の軽量化に寄与する鋼板	1999.8
	熱延・冷延	神戸製鋼所	自動車用新590N級高成形性高張力鋼板	1999.8
冷延	NKK	自動車パネル用ハイテンSFGハイテン	独自の結晶粒制御技術により加工後靱性、加工性等を向上した冷延、溶融鍍金ハイテン	1999.11
鋼管	新日本製鐵	油井管ドープフリー・プレミアム・ジョイント(PJ)	油井管継手に固体潤滑処理を施す事により、グリス塗布を省略して環境、作業性を改善	1999.4
	NKK	超高級電縫管	大容量のレーザー溶接法により製造可能となった13クロム系の超高級電縫管	1999.6
	NKK	原油タンカー用新型鋼管(NK-MARINECOP)	特殊成分と熱制御により耐食性と溶接性を両立させたタンカー内配管用鋼管	1999.8
	川崎製鉄	シームレス角パイプ	マンネスマン・シームレス管製造プロセスを利用した寸法・形状の優れた角形鋼管	1999.5

区分	会社名	製品名	概説	発表時期
粉末・粉末製品	川崎製鉄	銅偏析防止プレミックス粉	従来製品と比べCuの偏析が70%、焼結時の寸法変化のばらつきが20%低減する。	1999.6
	大同特殊鋼	高耐食性ステンレス粉末	Cr,Bを添加して焼結条件の改善を図ることで組織を緻密化することにより、耐食性を改善したステンレス鋼粉末	1999.4
	大同特殊鋼	高流動性粉末	特殊な潤滑材をブレンドすることで流動性を高めることにより、焼結品の製品寸法精度改善を図ったステンレス鋼粉末	1999.4
	山陽特殊製鋼	コア用合金粉末	温度特性に優れ、かつ損失の少ない圧粉コア用Fe-Si-Al系合金粉末	1999.11
ステンレス鋼	日新製鋼	高加工用抗菌ステンレス鋼「NSS AM-4」	耐食性と抗菌性を兼ね備えた高加工用のCu析出型オーステナイト系ステンレス鋼	1999.5
	大同特殊鋼	ステンレス 軽レール	腐食環境下の寿命延長を目的に、国内で初めてSUS304製レールを商品化。今後水辺周り等への需要を見込む	1999.3
	愛知製鋼	冷間鍛造用析出硬化型ステンレス鋼 SUS630	冷間鍛造前の硬さを従来のSUS630より軟らかくした析出硬化型ステンレス鋼	1999.2
	愛知製鋼	高周波焼入用ステンレス鋼 AUJ440-IH	耐食・耐磨用途に向けた高周波焼入用マルテンサイト系ステンレス鋼	1999.9
	愛知製鋼	高級刃物用ステンレス鋼 ACUTO440	SUS440Aと比較して、切れ味が持続し錆びにくい刃物用ステンレス鋼	1999.11
	山陽特殊製鋼	QX5	高効率ごみ焼却、発電ボイラチューブに使用される耐高温腐食性に優れた材料	1999.1
工具鋼	大同特殊鋼	プレハードン冷間工具鋼 CX1	初めてのHRC50級プレハードン工具鋼 金型製作工期の短縮、コストダウンに寄与	1999.11
	大同特殊鋼	冷間ダイス鋼 DCX	SKD11対比、被削性・溶接補修性を改善し、さらに良好な靱性を有する冷間ダイス鋼	1999.11
	山陽特殊製鋼	PCM40	被削性、溶接性、表面仕上げ性に優れたプリハードンタイプの精密プラスチック金型鋼	1999.5
	日本高周波鋼業	KMX3	SKH51と同等の耐磨耗性を持ち、被研削性、被削性、靱性に優れる高速度工具鋼	1999.1
	日本高周波鋼業	CDCプロセスによる高速度鋼	CDCプロセスにより鉄鋼では最高レベルの硬さ1000HVが得られる高速度工具鋼	1999.3
表面処理	新日本製鐵	クロメートフリー溶融亜鉛めっき鋼板(シルバージンク21)	環境負荷物質であるクロムを含有せず、耐食性、耐指紋性、塗装性に優れた表面処理鋼板	1999.1
	新日本製鐵	自動車用クロメートフリー電気亜鉛めっき鋼板(ジンコートMZ)	無機系クロメートフリー被膜処理を施し、自動車用鋼板としての諸特性に優れたEG鋼板	1999.5
	新日本製鐵	錫亜鉛合金めっき鋼板(エココートT)	鉛を含有せず、加工性、耐食性、はんだ性、塗装性等に優れた燃料タンク用表面処理鋼板	1999.6
	NKK	ブラウン管補強用高機能薄板	独自技術により磁気シールド特性と高強度を両立したブラウン管補強用高機能薄板	1999.1
	川崎製鉄	高導電性クロムフリー鋼板	電磁波ノイズ漏洩義務つけのOA機器向けに、導電性を飛躍的に高めた鋼板。クロムフリー皮膜の内、無機成分を改質して、表面電気抵抗値を世界最高レベルに小さく(従来比0.1mΩ:1~100Ω万)、高耐食性も維持。	1999.9
	日新製鋼	溶融Zn-Al-Mgめっき鋼板「ZAM」	めっき組成をZn-Al(6%)・Mg(3%)とした高耐食溶融めっき鋼板	1999.2
	東洋鋼板	シルバートップ・エコ	環境に優しいクロムフリー特殊電解処理鋼板で耐食性、導電性良好。塗装・無塗装両仕様。	1999.12
その他鉄鋼製品	新日本製鐵	コンクリート中詰め鋼製セグメント	鋼製セグメントの鋼製内部にコンクリートの中詰めした2次覆工不要のトンネル覆工材	1999.10
	NKK	つばさ杭	先端部に円盤状の翼を付けた鋼管杭。無排土による低振動、低騒音施工が可能となる	1999.1
	住友金属工業	泡消火用YFFジョイント	多分岐配管構造の新継手を実用化。プレハブ加工と組立で、大幅なコストの削減が可能。	1999.11
	大同特殊鋼	TiAl合金製ターボ用ホットホイール	従来の超耐熱鋼製のホットホイールをチタン合金化し、軽量化することで、ターボのラグを軽減した製品	1999.4
	東洋鋼板	ファインクラッド	高真空下における表面活性化接合法を製造プロセスに適用したクラッド材	1999.2

★トピックス★

1 新鉄源・合金鉄

ファストメット法による石炭直接還元技術と製鉄ダストリサイクルへの応用

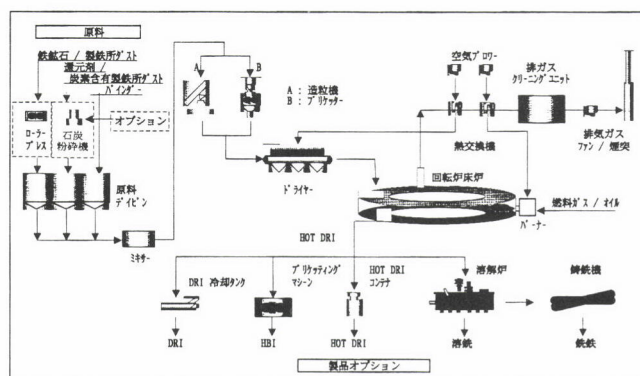
(株)神戸製鋼所

(株)神戸製鋼所は電炉または転炉で使用するスクラップの代替として還元鉄を安価に製造するファストメットプロセスを開発した。本プロセスは粉鉱石と粉炭を混合、造粒し、回転炉床炉にて高温下で短時間で還元し、高品位の還元鉄を効率よく製造するプロセスである。

またファストメットプロセスでは粉鉱石だけでなく製鉄所より発生する高炉・転炉・電炉ダスト、圧延スラッジ等も原料として使用することが可能であり、これらダスト類

を還元処理して鉄源としてリサイクルする用途にも適している。また、炉内においてペレットが静止状態で高温還元されるため、ダスト中の亜鉛・鉛の分離回収が非常に効率よく行えるだけでなく、ダイオキシンの分解にも有効であり、今後の製鉄ダストリサイクル対策として大いに期待される。

ファストメット法による商業1号機(ダスト年間処理能力19万トン)は、新日本製鐵(株)広畑にて2000年春から運転が開始される予定である。



FASTMETプロセスフロー

水島合金鉄(株)では、高炭素フェロマンガンを小型豎型炉(内容積 398m³)で製造し、その溶湯を脱炭して中低炭素フェロマンガンを製造している。近年の中低炭素フェロマンガンに対するユーザーの品質要求の多様化、厳密化に対応する為、豎型炉での出湯1タップ(55t/タップ)毎に[Mn] 70~84%範囲の溶湯を1%単位で任意の値に吹き分ける製造法を確立した。本法は、以下の2つの特徴を有する。

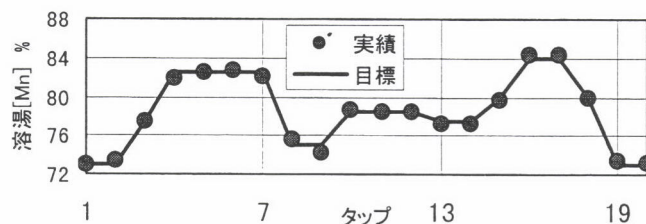
①[Mn]%別の装入鉱石の最適分布制御による均一な荷下がりと炉況安定化

[Mn]%を変更するには、数種類のMn鉱石の配合比率を大幅に変更するため、炉内のガス流分布が乱れ、通気が悪化する。そこで、Mn鉱石の配合比率に応じてベルレス装置により装入物分布を変更する装入制御法を開発し、均一なガス流分布で、安定した荷下がりと炉況を維持する操炉技術を確立した。

②原料配合技術と豎型炉内でのトラベリングタイムの予測精度向上

[Mn]%別の原料選定及び配合法について、実機操業解析に基づく最適配合標準を確立した。またこれと安定した荷下がりから、[Mn]%別に安定したトラベリングタイムを得ることができ、装入物の配合変更時期を標準化することができた。実操業では、より精度を上げる為に目標[Mn]%と実績[Mn]%の差異分析を行い、次の配合にフィードバックし、原料配合及び配合変更時期を微調整している。

目標[Mn]%と実績[Mn]%との差異は、平均で[Mn] 0.3%以内に収めることができています。



(実施例) タップ毎の溶湯[MN]%推移

2 高炉

水島製鉄所第2高炉の連続稼働世界新記録の達成

川崎製鉄(株)

川崎製鉄(株)水島第2高炉(内容積; 2,857m³、能力; 6,000t/日)は1979年3月の第3次火入れ以来順調に稼働を継続している。1999年の12月27日には連続稼働日数が7,587日(約20年9ヶ月)に到り、従来の同社千葉第6高炉第1次(内容積; 4,500m³、能力; 10,000t/日)の記録(7,586日)を破り高炉炉寿命世界一を達成した。

さらに、同高炉は累計出鉄比においても14,422t/m³(1999年12月31日時点)を達成しており千葉第6高炉が樹立した日本記録(13,385t/m³)を抜き去り現在も記録を更新中である。

従来から高炉の寿命を決定する要因はシャフト鉄皮と炉底レンガの損傷といわれているが、同高炉においては以下のような設備、操業技術により長寿命を達成している。

- 1) シャフト鉄皮に関して、設備面では鉄皮を保護するステープ冷却設備の技術改善(川鉄式ステープ)により、その信頼性が従来に比べ大幅に向上し、現状でもステープの配管の損傷は0.7%と非常に少ない。操業面では高炉装入物の半径/円周方向分布制御により炉内原料分布の偏差を低減し、炉内ガス流を調整することで炉体への熱負荷を低減出来ており、さらに高炉炉況診断システムにより長期にわたり安定した炉況を維持できている。
- 2) 炉底レンガの損傷に関しては、炉底部に設置した温度情報に基づき炉内の凝固層のプロフィールを推定するモデルを開発し、これを活用し操業条件を変更することでその損傷進行を防止している。

同高炉においては今後とも炉寿命及び累計出鉄比の記録を更新しながら稼働25年を目指し、安定操業を図って行く計画である。

3 転炉・二次精錬

転炉型溶銑予備処理(LD-ORP)の拡大適用

新日本製鉄(株)

溶銑脱磷予備処理プロセスは、昭和50年代中盤以降の極低磷鋼等高純度鋼製造対応プロセスとして開発・実機化さ

れた。その後、汎用鋼を含め適用拡大がなされ、現在では精錬における基幹プロセスとなっている。

新日本製鐵(株)では、1982年世界初のトーピードカー方式の溶銑脱燐プロセスを君津製鉄所に(後に八幡製鉄所にも導入)、1986年には溶銑鍋方式による脱燐プロセスを大分製鉄所にて実用化した。

また1989年には名古屋製鉄所において、転炉方式の全量溶銑脱燐予備処理プロセスを開始した。本法は、転炉が本来有している設備の特徴である、大きな炉内容積を活用し、スラグのスロッピングや溶銑の飛散がない状態で、大量の酸素ガスを高速で吹き込むことができる上に、炉底からのガス供給設備を利用し強撹拌条件を得ることが可能であり、約10minでの高速脱燐処理が実現でき、他方式に較べ極めて高い生産性を有している。

更に転炉型方式の特徴は、気体酸素を使用するためにいわゆる熱裕度が大きく、従ってスクラップ多量使用ができ、生産弾力性確保やCO₂削減に優れていること、また自身へのスラグリサイクル量拡大に適した方式であること、加えて操業中のスラグ中塩基度を低く設定しても脱燐が可能であるために、発生するスラグの商品再利用価値が高いこと等、今後の地球環境保全にもマッチしたプロセス特徴を有している。

そこで、既設転炉の稼働率を上げ余裕時間を生み出すことによって、投資ミニマムで転炉型脱燐プロセスの適用拡大を進め、新たに室蘭・君津両製鉄所において稼働を開始している。



転炉型精錬(予備処理～脱炭)プロセスフロー

大口径二次精錬技術

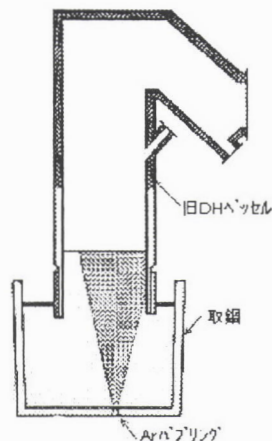
新日本製鐵(株)

近年、極低炭素鋼への更なる高純度化や大量生産のニーズは、自動車用深絞り鋼板は元より、ステンレス鋼といった特殊鋼においても高まっている。この市場ニーズに対し、製鋼プロセスではRHやDH、VOD等の真空二次精錬設備の脱炭能力強化にて今日まで対応してきている。

新日本製鐵(株)では、八幡製鉄所において、大径単一浸漬管と取鍋底からのAr吹き込みを併用した新形状高速脱ガス反応装置(RED A: Revolutionary Degassing Activator)を実機化し、C 10ppm未満の超極低炭素鋼を安定して製造している。

通常極低炭素濃度での脱炭反応には、いわゆる反応停滞

域が存在し、この領域では真空中に暴露されている自由表面での反応が最も重要である。RED Aでは、大径浸漬管と深い位置からのガス吹き込みにより、真空表面において他方式よりも少量のガス吹き込みで大きな気泡活性面を得ることができ、超極低炭素鋼を短時間に効率的に溶製している。



RED Aの概要

また脱水素や脱介在物等の精錬機能も向上でき、更にガス吹き込み量が少量で済むため真空槽内への地金付着も軽微となる等、優れた機能を有している。既設脱ガス設備からRED Aへの改造は、極めて安価・短期間に可能であり、RED Aを君津製鉄所にも設置、更に八幡製鉄所ではステンレス鋼溶製にも適用拡大し、従来のプロセスに較べC+Nの低減が図られ、効率的な高純度ステンレス鋼溶製プロセスを確立している。

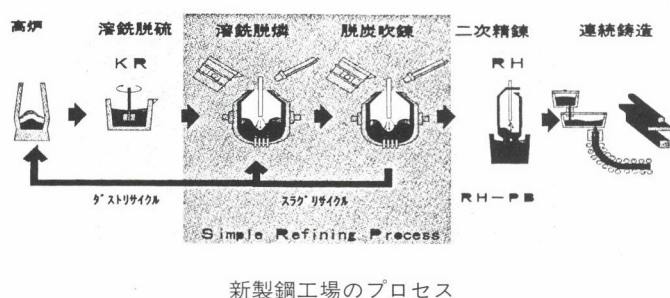
和歌山製鉄所新製鋼工場の稼働

住友金属工業(株)

住友金属工業(株)和歌山において、上底吹き転炉型溶銑脱燐法を初めとする同社の高能率・高品質製造技術を集大成させた新製鋼工場が稼働した。

主要設備として、KR方式の溶銑脱硫設備2基、上底吹き210トン脱燐炉1基、上底吹き210トン脱炭炉2基、粉体上吹き機能付きRH2基を保有する。

特徴としては、①世界最速の高速吹錬、②全量溶銑予備処理・全量RH処理による高純度鋼の量産プロセス、③転炉ラウンドCC-シームレス製管ミルラインを直結した世界初の同期プロセスにある。これにより、将来の高品質ニーズに対応した高級シームレス鋼管の高能率・短納期製造体制が実現した。



新製鋼工場のプロセス

4 熱延・厚板

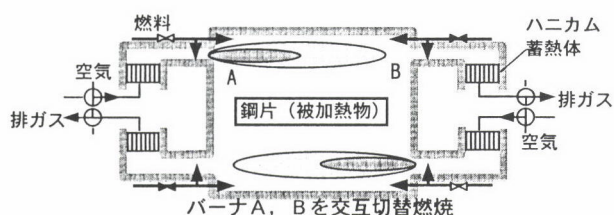
環境調和型蓄熱式バーナ加熱システム

NKK

NKKは日本ファース工業と共同で環境に優しい省エネルギー技術として限界熱回収と超低NO_x化を両立したセラミックハニカム蓄熱バーナ加熱システムを開発した。大型連続式加熱炉としては世界で初めて福山製鉄所第1熱延の加熱炉に全数採用したのをはじめ、社内各所に導入され順調に稼動している。

従来の加熱炉廃熱回収装置はレキュペレーターと呼ばれる金属式熱交換器を炉の出口に設置して燃焼用空気の予熱回収を行っていたが、金属の耐熱温度制限から800~900Kの予熱空気温度しか得られなかった。また欧州を中心に用いられはじめたセラミックボールを用いた蓄熱バーナではNO_x急増の問題より予熱空気温度は1270K前後に止まっていた。これに対し当技術はコンパクトで熱回収性能の良いセラミックハニカムを蓄熱体として用いることにより、炉内温度に限りなく近い(炉温△20K程度)予熱空気温度を得ることが可能となり、従来炉より25%以上の省エネルギーを達成した。またNO_x発生量も火炎の平坦化技術の採用により従来基準値の30%以下値までの大幅な低減を達成した。

この技術は加熱炉のみならず熱処理炉、溶解炉等種々の炉にも適用でき、鉄鋼の他、非鉄、自動車、化学食品等の分野で広く採用されつつある。特に基盤技術として採用されたナショナルプロジェクト「高性能工業炉技術開発」の成果により、1998年度、1999年度と多数の高性能工業炉FT(フィールドテスト)が行われており、産業界全般に寄与する新しい省エネルギー技術として定着しつつある。



蓄熱バーナの動作原理(加熱炉断面図)

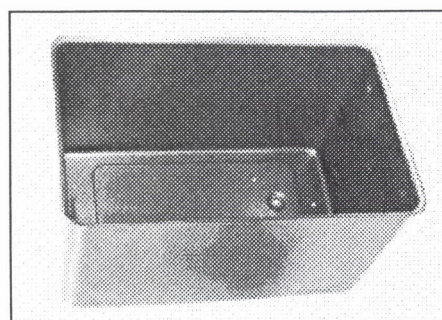
千葉製鉄所第3ホットストリップミルで種々の新製品量産化

川崎製鉄(株)

川崎製鉄(株)千葉は1995年5月に新熱延工場(第3ホットストリップミル)を稼動させた。第3ホットストリップミルは、需要家からの製品精度向上、製造可能範囲拡大(特に薄物化)、高品質化ニーズに応えることを目指して建設された。本ミルの特長は、①世界初の仕上げエンドレス圧延技術導入、②高精度制御機能附帯、③高定格荷重、大容量モータ採用、等である。

稼動以来、上記特長を活かした種々の新製品開発を行ってきたが、1999年はこれらの開発品が需要家のニーズとマッチングし、市場に商品として受け入れられ、安定量産期に到達した。以下の製品が量産化されている主な新製品である。

- ①板厚1.2mm未満の輸出用極薄熱延黒皮銅板
- ②冷延代替薄物広幅熱延銅板(本銅板母材の溶融亜鉛めっき銅板を含む)
- ③自動車用440MPa級薄物熱延銅板
- ④超高r値冷延銅板
- ⑤590~780MPa級Super HSLA熱延銅板

仕上げエンドレス圧延技術による角筒成形品への適用例
($t=1.2\text{mm}$) (W/400mm×L/250mm×H/250mm)

非調質極低炭素ベイナイト型厚銅板

川崎製鉄(株)

川崎製鉄(株)は高強度で低温靱性に優れ、さらに溶接性に優れた銅材を圧延まで、すなわち非調質で製造する技術確立し、それによる非調質極低炭素ベイナイト型厚銅板を開発した。

近年、溶接構造物の安全性の向上とリードタイム短縮およびコスト削減の観点から、従来以上に高強度・高靱性であるとともに溶接性も飛躍的に向上させた銅を幅広いサイズに渡って、しかも非調質で製造することが求められている。

このような要求に対し、総合技術としてのTMCP法をもってしても対応することは容易でなかったが、銅の組織を極低炭素ベイナイト化することが解決の一方法であるこ

とを見出した。

この組織はC量をフェライト中の最大固溶量(約0.02%)以下とし、さらにボロンなどのマイクロアロイイングにより変態温度を約700℃以下に低下させることで実現される。この極低炭素ベイナイト鋼のCCT図は、広い冷却速度範囲においてほぼ一定のベイナイト組織を示し、その結果、鋼の加熱後の冷却速度による硬度変化が従来鋼とまったく異なるものとなる。

まず、低い冷却速度の領域では、極低炭素ベイナイト組織鋼はC量が低いにもかかわらず、従来鋼より高い硬度を示す。このため極厚鋼材を低いC量で、かつ熱処理なしで製造できる。一方高い冷却速度領域では逆に、極低炭素ベイナイト組織鋼は従来鋼より低い硬度となる。これは、板厚の厚い鋼材を冷却した際の表層と内部の硬度差をなくし、また溶接熱影響部の硬さを顕著に低減させる。

極低炭素ベイナイト組織のこのような特徴を利用して開発した570N/mm²級非調質極低炭素ベイナイト型厚鋼板は溶接施工性が極めて良好なこと、製造リードタイムが短いことなどが評価され、橋梁用を中心に普及が進んでいる。またさらに、田園や海浜での耐候性能を付与した極低炭素ベイナイト型溶接構造用耐候性厚鋼板や引張強度を690N/mm²級まで高めた非調質厚鋼板も開発しており実用化が進んでいる。

5 冷延・表面処理

東予製造所酸洗設備営業生産開始

日新製鋼(株)

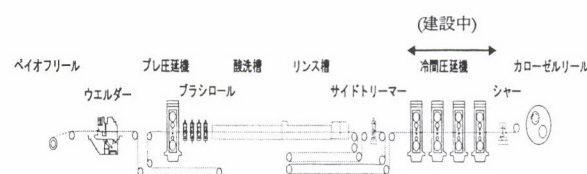
日新製鋼(株)東予は、1999年10月1日普通鋼酸洗設備では世界初の、「pre-descaling」式酸洗設備の営業生産を開始した。

本酸洗設備は、酸洗槽前にデスケラーとして6HiのUCミルを設置し、デスケール性を大幅に向上するとともに、ホットコイルに「軽圧下」を加え表面肌の改善、板の平坦度の改善が図れる。また、プレデスケリング効果によって酸洗効率が向上し、酸洗槽及び塩酸回収装置ともに設備費が低減できた。

本プロセスは、圧延油、板形状・クラウン制御システムおよびファインスケールの処理方法等周辺技術の開発により、実現できた。

現在本酸洗設備は、約3万T/月の生産で順次鋼種を拡大中である。

なお、この新酸洗設備稼動開始に伴い、堺製造所No.1酸洗設備(1CP：昭和38年稼動)を休止した。また、2000年度中に冷間圧延機と連続化を予定している。



Main specifications

Thickness: 0.8~6.0mm

Width: 600~1350mm

Line speed: Entry Max600(m/min)

Exit Max550(m/min)

Acid: Hydrochloric Acid

Product Capability: 90,000MT/month

「プレ圧延式酸洗設備～冷間圧延設備」概念図

溶融Zn-Al-Mgめっき鋼板「ZAM」

日新製鋼(株)

日新製鋼(株)では、東予製造所の新めっきラインの稼動に向けて、今までにない新しいめっき鋼板の研究開発を進め、従来の①亜鉛系、②アルミ系、③亜鉛-アルミ系に次ぐ「第4の溶融めっき鋼板」となる亜鉛-アルミ-マグネシウム系の溶融めっき鋼板「ZAM」を開発した。

マグネシウム(Mg)が亜鉛系めっき鋼板の耐食性を向上させる元素であることは古くから知られていたが、安定してめっき層中に%オーダーのMgを含有させることは技術的に難しいとされてきた。

日新製鋼(株)では、めっき浴組成とめっき設備、操業条件の最適化により、3%のMgを含有するめっき鋼板「ZAM」の開発に成功、工業化に至った。ZAMは、めっき層に含まれるアルミニウムとマグネシウムの相乗効果により、従来の亜鉛めっき鋼板の10倍程度の耐食性を有している。また、めっき層中のマグネシウムは、切断端面部の耐食性を従来の亜鉛系、亜鉛-アルミ系よりも長時間持続させるため、その特性は屋根、壁用途に使用されている55%アルミ-亜鉛系めっきと同等である。

また、めっき層の硬さが従来のめっき鋼板よりも高く、成形加工時の耐疵付き性にも優れており、使い勝手の良い製品となっている。

これらの特徴から、次世代の長寿命型鉄骨住宅用の構造材や住宅関連部材を中心に、農業用資材、道路関連資材、自動車、家電、産業機器関連資材等幅広い分野での需要が見込まれている。

高加工用抗菌ステンレス鋼板「NSS AM-4」

日新製鋼(株)

日新製鋼(株)では、衛生面・環境面で人に優しい商品として、業界に先駆けて耐食性と抗菌性を兼ね備えた「銅(Cu)析出型」のフェライト系ステンレス鋼NSS AM-1の販売を開始し、以後幅広く顧客のニーズに対応すべく、同

じく銅の析出処理による高級部材用途を対象にしたオーステナイト系ステンレス鋼「NSS AM-3」を開発し、レパトリーの拡大を図ってきた。

このたび、従来のNSS AMシリーズと同等の抗菌性を有しながら、さらにシステムキッチンのシンクに代表されるような高度な成形を可能にした、高加工用の銅析出型オーステナイト系ステンレス鋼「NSS AM-4」を商品化し、システムキッチンのシンク材へ採用されている。

近年のシステムキッチンは高機能化され、シンク部分の形状にも高度な加工性が要求されている。今回の「NSS AM-4」は独自の成分配合により「高加工性」と「安定的

抗菌性」の双方を実現したものである。

「NSS AM-4」の成分は、Fe-17%Cr-7%NiをベースにCuを4%程度含有させたもので、SuS304と同等の加工性を有し、耐時期割れ性、穴抜け性に優れている。

日新製鋼(株)が開発した抗菌ステンレス鋼は、製造過程で特殊な熱処理を施すことにより、添加した銅を微小な粒子(ϵ -Cu相)に変化させ鋼中に析出させているため、銅の溶出が多く、優れた抗菌作用を発揮するものである。

参考文献

- 1) JRCM NEWS, 159, (2000)

謝辞

本稿の起草にあたって、格段のご協力を頂いた通商産業省基礎産業局鉄鋼課技術振興室(鉄鋼業における諸情勢)、(社)日本鉄鋼連盟(各種統計資料)ならびに本会関係者の労に対し、深く感謝の意を表します。

(2000年2月15日受付)