

2010年鉄鋼生産技術の歩み

Production and Technology of Iron and Steel in Japan During 2010

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

我が国の経済は、2008年の世界金融危機を克服し、一昨年
から昨年に掛けて、外需や政府の経済対策による需要創出や
雇用の下支え効果により、だいぶ持ち直してきた。この結果、
2010年度の国内総生産の実質成長率は3.1%程度、国民の景
気実感に近い名目成長率でも1.1%程度と3年ぶりのプラス
成長が見込まれている(図1)。しかしながら、2010年の後半
から、急速な円高の進行や海外経済の減速懸念により、経済
情勢の足踏み状態が続いている。(内閣府：月例経済報告(平
成23年1月)、平成23年度の経済見通しと経済財政運営の基
本的態度(平成23年1月24日))

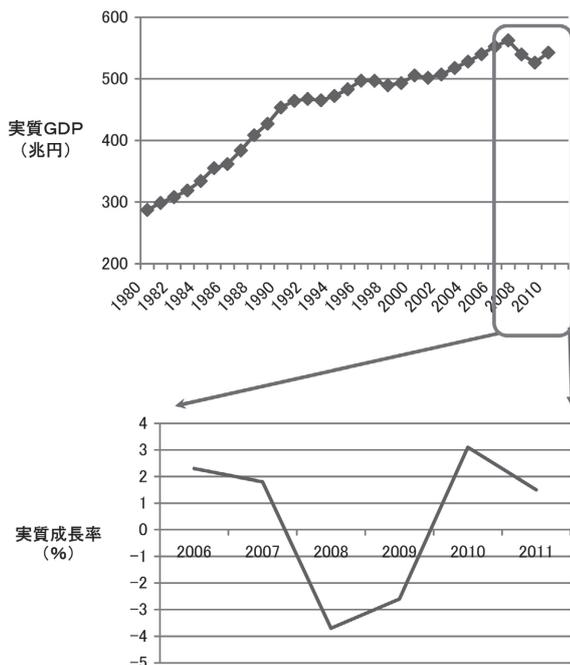


図1 我が国の国内総生産(GDP)、実質成長率の推移
出所：内閣府資料から作成

また、2010年の中国の国内総生産は、実質で対前年10.3%
増加し、我が国を抜いて米国に次いで世界2位になった。

我が国の長年にわたる成長率の低迷、デフレ傾向を脱する
新たな成長戦略が喫緊の課題となっている。政府では、2010
年6月に経済、財政、社会保障の強化を図るために、グリーン
イノベーション、ライフイノベーション等の7つの戦略分野
における国家戦略プロジェクトを定めた「新成長戦略」を取
りまとめた。戦略を早期に実現するための諸施策の推進が望
まれる。

このような中、2010年の我が国の鉄鋼業は、高い成長率を
示すアジア諸国を中心とした新興国向けの輸出の回復や政府
の景気刺激策による内需の回復等により粗鋼生産量は暦年で
は2年ぶりに1億トンレベルを回復し、世界金融危機以前の
約90%を超える水準となった(図2)。

しかし、足元では、景気対策の終了や急激な円高の影響等
により昨年の夏以降は足踏み状態が続いており、予断の許せ
ぬ状況となっている。一方で、昨年には2011年度税制改正
において法人実効税率が5%引き下げられることが閣議決定
されたこと、地球温暖化問題ではCOP16において京都議定
書の延長回避が図れたこと、資源問題では資源大手サプラ
イヤーの統合問題が断念されたこと等の鉄鋼業にとって重要な
展開があった。

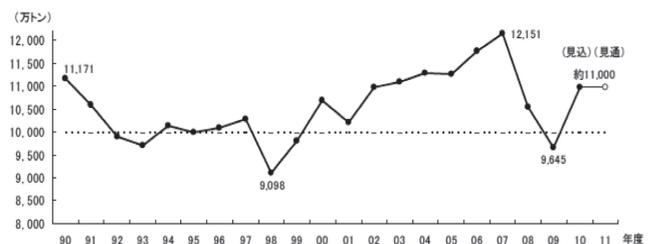


図2 我が国の粗鋼生産量の推移
出所：日本鉄鋼連盟資料より抜粋

我が国の鉄鋼業としては、継続して地球温暖化や資源問題を克服しつつ、国際競争力を確固たるものにしなが、更なる成長を図っていく必要がある。

以下に、2010年の鉄鋼生産技術の歩みを振り返る。

1.1 世界の鉄鋼業の概況

2011年1月21日に世界鉄鋼協会(WSA: World Steel Association)が発表した2010年の世界粗鋼生産量は14億14百万トンで、国別では表1に示す通りとなった。この情報によると、以下のような特徴点をあげることができる。

- ①最近の世界粗鋼生産量は、2007年の13億46百万トンがピークであったが、2008年後半の世界金融危機の影響で2008年、2009年は対前年比マイナスであった。2010年には、この影響を克服し、対前年比15%の伸びとなり、世界粗鋼生産量の新記録となった。
- ②2009年は、世界金融危機の影響で粗鋼生産量は減少したが、2010年は、ほぼ全ての主要国が対前年比2桁を超える伸びとなった。日本、韓国やEU主要国では20%代の伸びであったが、特に米国は38.5%の大幅な伸びとなった。
- ③一方で、中国、インドの粗鋼生産量の推移は特徴的である。2009年には、世界的な経済情勢の悪化の影響を受けて、軒並み減少であったが、中国、インドは逆に増加し金融危機等の影響が強く見られなかった。2010年に関しても、対前年比1桁の伸びであるが、着実な成長を窺わせる結果となった。中国の2010年の粗鋼生産量は6億27百万トンとなり、世界の粗鋼生産量の約44%となった。

次に、主要鉄鋼企業における粗鋼生産量の状況について、見てみる。Metal Bulletinのレポートによると、2009年(2010年6月公表) 暦年では、1位のArcerol Mittalの73.2百万トン

表1 世界各国の粗鋼生産量推移
出所: WSA資料より作成

順位	国・地域	2005	2006	2007	2008	2009	2010	対前年 増加率
1	中国	353.2	419.1	489.3	500.3	573.6	626.7	9.3
2	日本	112.5	116.2	120.2	118.7	87.5	109.6	25.2
3	アメリカ	94.9	98.6	98.1	91.4	58.2	80.6	38.5
4	ロシア	66.1	70.8	72.4	68.5	60.0	67.0	11.7
5	インド	45.8	49.5	53.5	57.8	62.8	66.8	6.4
6	韓国	47.8	48.5	51.5	53.6	48.6	58.5	20.3
7	ドイツ	44.5	47.2	48.6	45.8	32.7	43.8	34.1
8	ウクライナ	38.6	40.9	42.8	37.3	29.9	33.6	12.4
9	ブラジル	31.6	30.9	33.8	33.7	26.5	32.8	23.8
10	トルコ	21.0	23.3	25.8	26.8	25.3	29.0	14.6
11	イタリア	29.3	31.6	31.6	30.6	19.8	25.8	29.7
12	台湾	18.9	20.0	20.9	19.9	15.9	19.6	23.7
13	メキシコ	16.2	16.4	17.6	17.2	14.0	17.0	22.1
14	スペイン	17.8	18.4	19.0	18.6	14.4	16.3	13.6
15	フランス	19.5	19.9	19.2	17.9	12.8	15.4	20.1
16	カナダ	15.3	15.5	15.6	14.8	9.3	13.0	39.9
17	イラン	9.4	9.6	10.1	10.0	10.9	12.0	10.0
18	イギリス	13.2	13.9	14.3	13.5	10.1	9.7	▲3.7
19	南アフリカ	9.5	9.7	9.1	8.3	7.5	8.5	13.3
20	ベルギー	10.4	11.6	10.7	10.7	5.6	8.1	43.5
	その他計	128.6	135.4	142.0	131.8	104.0	119.8	
	世界合計	1144.1	1247.2	1346.1	1327.2	1229.4	1413.6	15.0

(百万トン) (%)

に続いて、中国の河北鋼鉄集団、上海宝鋼集団、武漢鋼鉄がいずれも30百万トンを超える規模で続く結果となった。我が国では、韓国のPOSCOに続いて新日鐵が6位、JFEスチールが9位だった(表2)。

特に、中国では鉄鋼企業の再編により、企業グループでの規模が拡大し、世界の上位30社に12社が入る状況となっている。中国1位の河北鋼鉄集団は2008年に河北省に本拠を置く、唐山鋼鉄集団等の企業再編によって発足した。中国では、前述のように国内総生産も2桁成長という高い経済成長を持続しており、顕著な事例として自動車生産台数(乗用車、バス・トラック)を見てみると、2009年に1,379万台で世界トップとなったが、更に2010年には対前年比32%増加の1,826万台となり、我が国の963万台の概ね倍の規模となった((社)日本自動車工業会:自動車統計月報(vol.44 No.10))。

このような動向により、世界粗鋼生産設備稼働率は、2008年秋以降の世界金融危機前における約90%超レベルから、2008年末には約58%へ低下したが、2009年末には約70%超のレベルに回復し、昨年2010年の前半には約80%を超える水準に回復した(図3)。

1.2 日本の鉄鋼業の概況

我が国の経済情勢は世界金融危機の影響を克服し、2010年の前半は諸対策の効果により持ち直してきたが、急速な円高等により2010年の後半からやや足踏みの状態にある。以下に、我が国の鉄鋼業の概況を振り返る。

表2 主要鉄鋼企業の粗鋼生産上位30社
出所: Metal Bulletin資料より作成

順位	会社名	国・地域	2008年	2009年	対前年 増加率
1	Arcelor Mittal	ルクセンブルグ	103.30	73.20	▲29.1
2	河北鋼鉄集団	中国	33.28	40.24	20.9
3	上海宝鋼集団	中国	35.44	38.87	9.7
4	武漢鋼鉄	中国	27.73	30.34	9.4
5	Posco	韓国	34.70	29.53	▲14.9
6	新日本製鐵	日本	36.88	27.61	▲25.1
7	江蘇沙鋼	中国	23.30	26.39	13.3
8	山東鋼鉄	中国		26.38	
9	JFEスチール	日本	33.80	26.28	▲22.2
10	Tata Steel	インド	24.39	21.90	▲10.2
11	鞍山鋼鉄	中国	16.04	20.13	25.5
12	首鋼集団	中国	12.19	17.29	41.8
13	Severstal	ロシア	19.21	16.74	▲12.9
14	Evrz	ロシア	16.30	15.28	▲6.3
15	US Steel	アメリカ	23.22	15.23	▲34.4
16	馬鞍山鋼鉄	中国	15.04	14.83	▲1.4
17	Gerdau	ブラジル	19.60	13.50	▲31.1
18	Sail	インド	13.66	12.69	▲7.1
19	Nucor	アメリカ	18.20	12.68	▲30.3
20	湖南華菱鋼鉄	中国	11.25	11.81	5.0
21	Riva Group	イタリア	18.03	11.32	▲37.2
22	Thyssen Krupp	ドイツ	16.00	11.00	▲31.3
23	住友金属工業	日本	13.88	10.81	▲22.1
24	Novolipetsk(NLMK)	ロシア	10.40	10.61	2.0
25	Imidro	イラン	9.54	10.52	10.3
26	中国鋼鉄	台湾	12.76	10.11	▲20.8
27	包頭鋼鉄	中国	9.83	10.07	2.4
28	日照鋼鉄	中国	7.47	9.91	32.7
29	Magnitogorsk(MMK)	ロシア	11.90	9.61	▲19.2
30	太原鋼鉄	中国	9.20	9.47	2.9

(百万トン) (%)

1.2.1 鉄鋼需要産業の動向

土木建築関係では、道路、下水道、治山治水等の公共土木工事受注額が連続して前年同月比マイナスであったが、民間土木工事受注額が不動産業や運輸通信業でプラスとなったため、年後半から回復基調となった。また、新設住宅着工戸数がローン金利優遇策や住宅エコポイント制度等の諸施策の効果によりプラスに転じ、年後半から年率換算着工戸数が80万戸超となり持ち直してきた。

自動車関係では、前半はエコカー補助金制度等の効果により国内新車販売台数は対前年比増加の傾向であったが、9月初旬に補助金制度が終了したため減少傾向に転じた。生産台数は、2010年暦年では、年前半の販売好調に支えられ、963万台に回復した。

産業機械関係では、年初から内外需ともに回復傾向となり、特に外需が好調なボイラ・原動機、土木建設機械、金属加工工作機械において増加傾向が続いている。

電気機械関係では、重電機、薄型テレビ等の需要が好調な民生用電子、電子部品等が年間を通じて回復基調となり前年水準を上回る見込である。

造船関係では、新たな建造許可が年末には170万グロスト

ン/月レベルとなっており、手持ち工事量も2008年度の約6,400万グロストンレベルから約4,800万グロストンへ減少している。造船の活動水準は2010年も微増ながら、横ばいの状況が続いている(表3)。

1.2.2 鉄鋼生産状況

2011年1月20日の(社)日本鉄鋼連盟の発表によると2010年の我が国の粗鋼生産量は1億960万トンで、前年2009年の8,753万トンから2,207万トン増加して、2年振りに1億トン台を回復した。これまでの最高水準であった2007年の1億2,020万トンには及ばないが、かなりの回復となった。ただし、四半期毎の推移でみると、年初のペースに比較して年後半では経済情勢を反映して停滞気味となった。炉別生産では、転炉鋼が8,576万トン、電炉鋼が2,385万トンで、いずれも前年比約25%の増加となった。また、鋼種別では、普通鋼が8,492万トン(前年比約26%増加)、特殊鋼が2,468万トン(前年比約53%増加)となった。特に、特殊鋼では機械構造用炭素鋼、構造用合金鋼、工具鋼、高抗張力鋼等の殆どの鋼種で増加となったため、前年比で大きな増加となった。日本鉄鋼連盟では、2011年度の粗鋼生産量は1億1,000万トン程度水準を維持する見通しとしている(図2)。

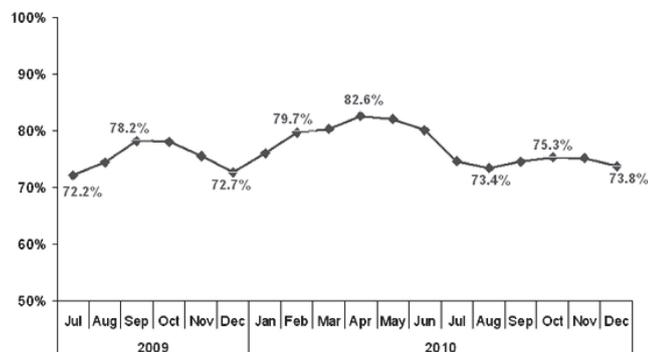


図3 鉄鋼設備稼働率の推移
出所：WSA資料より抜粋

1.2.3 鉄鋼原材料の動向

2010年は、中国、インド等のアジア地域の経済成長に伴う実需の伸びに加えて世界的な経済情勢の回復に伴って、粗鋼生産量は過去最高レベルとなった。このため、主要な鉄鋼原材料である鉄鉱石、原料炭ともに供給がタイトな状況になった。

2004年以降、毎年高騰が続いていた鉄鉱石や原料炭の価格は、世界金融危機の影響で粗鋼生産量が減少したため、2009年度に一旦低下したが、2010年に入ってから粗鋼生産の伸びとともに再び高騰した。鉄鉱石では、年後半には、塊鉄石、粉鉄石(豪州ヘマタイト鉄対日価格)とともに2008年レベルを遥

表3 鉄鋼需要産業の動向
出所：日本鉄鋼連盟資料より作成

	建設(土木)				建設(新設住宅)				自動車		産業機械		造船			
	公共工事 受注額	前年 同期比	民間工事 受注額	前年 同期比	着工戸数	前年 同期比	年率換算	前年 同期比	生産台数	前年 同期比	受注額	前年 同期比	建造許可 実績	前年 同期比	手持ち 工事量	前年 同期比
2008年度	73,161	1.2	22,809	5.7	1039.2	0.3	—	—	10,006	▲15.1	101,691	▲21.9	22,693	44.4	63,755	▲2.8
2009年度	68,541	▲6.3	18,344	▲19.6	775.3	▲25.4	—	—	8,865	▲11.4	82,951	▲18.4	18,257	▲19.5	51,504	▲19.2
2009年 7-9月									2,144	▲26.6	19,177	▲37.5	4,904	18.3	59,108	▲2.8
10-12月	17,816	▲10.6	3,702	▲21.7	204.6	▲20.9	791.4	11.0	2,468	▲4.9	21,223	1.0	4,010	▲39.0	55,904	▲5.4
2010年 1-3月	17,315	▲19.0	5,333	▲19.7	186.5	▲6.6	837.1	5.8	2,541	57.8	25,425	37.7	4,227	▲41.6	51,504	▲7.9
4-6月	8,623	▲24.5	4,817	7.4	195.2	▲1.1	759.7	▲9.2	2,301	34.5	21,389	24.9	4,243	▲17.1	49,765	▲3.4
7-9月	18,264	▲16.9	4,778	▲0.9	212.7	13.8	812.3	6.9	2,482	15.8	26,655	39.0	4,799	▲2.1	49,237	▲1.1
2010年 10-12月																
9月									925	11.4	9,321	16.5	2,299	27.1	49,237	▲1.3
10月	5,184	▲25.0	1,752	31.6	71.4	6.4	813.4	▲2.8	752	▲8.4	7,519	20.0	2,000	77.6	48,310	▲1.9
11月	4,987	▲8.4	1,668	48.6	72.8	6.8	847.1	4.1	802	▲8.2	7,455	29.8	1,739	25.7	47,718	▲1.2
12月																

(億円) (%) (億円) (%) (千戸) (%) (千戸) (%) (千台) (%) (億円) (%) (千G/T) (%) (千G/T) (%)

※自動車生産台数(2010暦年): 963万台

かに超えトン当たり150\$レベルになった。また、原料炭についても同様の傾向にあり、強粘結炭(豪州産対日価格)ではトン当たり220\$レベルに高騰した。(鉄鋼会社HP資料等)

また、年後半には豪州での記録的な洪水により、特に原料炭では操業停止や減産による多大な影響を生じ、鉄鋼各社による代替ソースの確保努力を行うもののスポット購入等により価格への影響も懸念されるとの報告もあった。

1.2.4 鋼材輸出入の動向

2010年の鉄鋼輸出実績は4,340万トンで2008年の3,813万トンを超えて史上最高となった。鋼材の内訳は、普通鋼鋼材が2,931万トン、特殊鋼鋼材が778万トンで、特に特殊鋼の増加が顕著であった。最大の輸出先は韓国(1,096万トン)で、以下、中国(751万トン)、タイ(484万トン)台湾(396万トン)であった。

一方で、鉄鋼輸入実績は、721万トンで主要な仕入れ先は韓国、台湾、中国であった(日本鉄鋼連盟公表)。

2010年暦年の粗鋼生産量は、1億1千万トンレベルと世界金融危機前の90%を超える水準まで回復し、企業収益も改善の兆しが見られるようになった。2011年も同レベルの粗鋼生産量が見込まれるが、現下の円高の影響や資源高騰、地球温暖化への対応を図りつつ、グローバルな市場での国際競争力の強化を図ることが一層重要な課題になるものと考えられる。

2 技術と設備

2.1 日本鉄鋼業の技術的環境

一昨年、2009年は世界金融危機の影響により、大幅な減産から増産への対応が必要であったが、2010年は概ね1億トン強のレベルで推移した。技術的には、ますますグローバル化するユーザーに対応した高度な製品技術を追求するとともに原燃料資源の劣質化、価格高騰への対応、エネルギーや地球温暖化問題への対応技術が引き続き重要な課題となっている。

一方で、2010年には、鉄鋼各社のこれまでの海外展開に加えて、インド、タイ、ベトナム、マレーシア等のアジア諸国、ブラジル、メキシコ等の中南米諸国に対して、自動車用鋼板・

表面処理技術、各種鋼管製造技術、新鉄源技術等で新たな海外展開が積極的に行われた。

鉄鋼技術分野での大型国家プロジェクトとしては、引き続き、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(COURSE50)」プロジェクト、製鉄プロセスの効率化や省エネルギーを目標とする「資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発」、鉄鋼材料及び鋼構造体を高機能化する基盤的研究開発を行う「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」(いずれも経済産業省)が推進された(第3.3項参照)。

政府の科学技術政策に関しては、総合科学技術会議で2011年度からスタートする第4期科学技術基本計画の検討が進められ、鉄鋼技術分野との関連では、課題達成型のイノベーションとして、地球温暖化対策に向けたグリーンイノベーションの推進、我が国の産業競争力の強化等の重要課題に関する施策が盛り込まれた。

以下に、各分野別に主要な技術動向を概説する。

2.2 製鉄

2010年の鉄生産量は、2008年末から2009年にかけての大幅な減産から回復したため、8,228万トンと2009年の6,694万トンと比べ22.9%増となった(2008年は8,617万トン)。平均出鉄比は2009年の1.73トン/m³・日に対して、1.95トン/m³・日と、大幅に増加した。

個別高炉改修と休止・バンキングなどの動きを表4に示す。2010年末の稼働状況については、2009年末が26基に対して27基と1基増加した。内容積5,000m³以上の高炉は1基増加し13基となった。

JFEスチール(株)西日本製鉄所倉敷地区第3高炉は、2009年10月より改修に入り、2010年2月11日に火入れを行った。内容積を4,359m³から5,055m³に拡大し、高炉制御室および制御システムを全面更新した。また、高耐蝕性レンガの採用、炉体冷却設備の強化等の炉寿命延命対策も施し、従来以上の長寿命化を図っている。

同社ではまた、2009年2月から休止していた西日本製鉄所福山地区第3高炉の改修工事を決定し、2011年5月に工事を完了する予定である。炉容積の拡大もあわせて、福山地区に

表4 個別高炉の動き(2010年)

月日	吹き止め(一時休止)高炉 炉内容積	火入れ高炉 炉内容積	備考
2月11日	—	JFEスチール 倉敷3高炉 5055(m ³)	改修期間: '09年10月1日~'10年2月11日 炉内容積増加: 4359(m ³)→5055(m ³)

今後の高炉改修予定
JFEスチール 福山3高炉(2011年5月改修工事完了予定)

おける粗鋼生産能力は年間1,300万トンとなり、西日本製鉄所粗鋼生産能力2,300万トン、全社粗鋼生産能力3,300万トン体制が確立することになる。

コークス炉に関しては、JFEスチール西日本製鉄所倉敷地区第6コークス炉(B団)増設部が12月15日に稼働を開始した。「SCOPE21」で開発された要素技術である低NOx燃焼システムを採用し、環境負荷低減にも十分配慮したものとなっている。

2.3 製鋼

2010年の粗鋼生産は、製鉄同様、前年より大幅に回復している(図2)。

圧延用鋼塊に占める連铸鋼片の比率を図4に示す。毎年順調に連铸比率が増え、普通鋼が99.9%、特殊鋼は96.4%に達している。

新設備としては、新日本製鐵(株)君津製鐵所にて、真空脱ガス設備が設置された。これはエネルギー向け厚板製造や自動車用鋼板等の高級鋼需要への製造対応力を強化するため、鋼の二次精錬設備である脱ガス設備を増設し、2010年4月より本格稼働を開始したもので、設備能力は約200万トン/年である。

JFEスチール西日本製鉄所福山地区では、総額約500億円を投入し、第3製鋼能力増強工事(第7連铸機建設・スラブ手入設備建設・5RH増強)を実施した。第7連铸機は単ストランドとしては世界最大級の240万トン/年の能力で、これまでに培った操業技術を集積し2010年4月稼働以降ノーブレーションアウトを継続し、業界トップクラスの垂直立ち上げで10月には21万トン/月の世界最高レベルのストランドあたり粗鋼生産量を達成した。さらに高度なモールド内溶鋼流動制御技術を導入し、自動車用鋼板等、国内外の高級鋼需要に対応している。また、連铸機建設に合わせて、スラブ手入設

備(能力100万トン/年)・第5真空脱ガス設備の増強(能力310万トン/年)も実施した。同社東日本製鉄所京浜地区では、製鋼能力増強(No2RH建設など)を行った。すなわち高級鋼の需要拡大に対応するため、総額180億円を投入し、第2真空脱ガス設備の増設(能力95万トン/年)、第1連続铸造機の機長延長を実施した。第1連続铸造機は垂直曲げ型の铸片軽圧下設備を保有する連铸機で、本設備投資によりさらに約70万トン/年の高級鋼製造が可能となった。

(株)住友金属小倉では、2010年10月に脱りん炉を稼働させて、環境・品質・コスト・物流をキーワードとした一連の製鋼革新投資を完成させた。脱りん炉ではスラグ排出量の抑制に加え、同社開発の粉体上吹き法の導入により、短時間での高効率脱りん処理が可能となっている。

新技術としては、住友金属工業(株)鹿島製鉄所および(株)住金鋼鉄和歌山では、RH酸素上吹き用スパイクノズルを開発・適用した。スパイクノズルは、数値解析により設計されたRH酸素上吹き用新型ノズルであり、高酸素流量でもスピitting発生抑制が可能という特徴を有している。これにより、二次精錬が高速化され、生産効率向上が可能となった。

トピックスとしては、住友金属工業の、低りん鋼の高効率生産と環境負荷低減の同時実現、があげられる。これは、溶銑脱りん剤として用いていた高融点の塊生石灰を、粉体にして酸素ガスとともに上吹きランスから溶銑浴面上の高温の火点へ吹き付けて、生石灰の溶解と脱りん反応を促進できる「新溶銑脱りん法(SRP-Z)」を開発したものである。更に、取鍋スラグを脱りん剤としてリサイクルすることで、脱りん率の顕著な向上とスラグの路盤材化を実現している。

その他、日本金属工業(株)衣浦製造所では、電気炉で発生するスラグを再生碎石として製品化することで下層路盤材を製造し、愛知県のリサイクル資材制度「あいくる」の認定を取得した。自然碎石の代替として資源節約の観点から、あいくる材として登録された資材は県の公共工事で率先利用される。

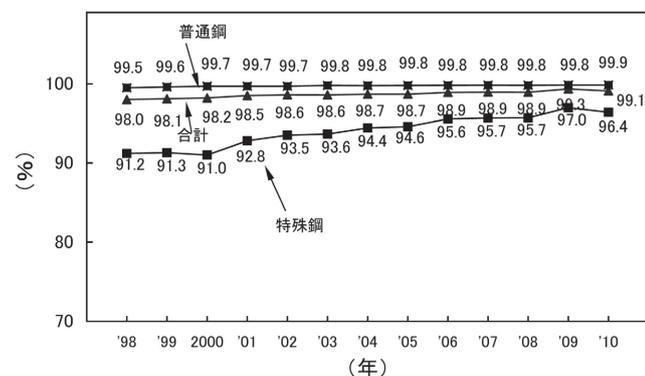


図4 圧延用鋼塊に占める連铸鋼片の比率
出所：経済産業省 経済産業政策局 調査統計部鉄工業動態統計室「鉄鋼・非金属・金属製品統計月報」

2.4 厚板・条鋼・鋼管

2.4.1 厚板関連

JFEスチールは、東日本製鉄所京浜地区厚板工場の仕上げ圧延機の直後に、高度エンジニアリング技術を用いた冷却システムを配置し、従来に比べて圧延能率や目的の温度的中精度を著しく高めた世界初の水冷中圧延を実現した(呼称:スーパーCR)。

住友金属工業は、鹿島製鉄所の厚板用加速冷却装置を全面更新した(呼称: DAC-n)。これによりグレードX100以上の超高強度ラインパイプ母材の量産化対応や厚板品質高度化を推進しエネルギー分野での一層の差別化が可能となった。本装置は2010年8月に完工し、2011年1月に本格商業生産に入る。

新日本製鐵は、大分製鐵所の厚板製造ラインに対し一貫生産能力および高性能鋼製造能力向上のため、粗圧延機と第2剪断ラインを新設。これらにより、生産能力が大幅に向上し、月産23万トン達成した。

2.4.2 条鋼関連

- ・棒鋼の設備に関しては、合同製鐵(株)船橋製造所にて、直送圧延率向上のため、①連铸機から粗圧延機の間にビレット搬送装置を新設、②保温カバーを連铸機シャー以降に設置、③中間圧延機1基のモーター容量を1.4倍にアップさせた。これにより粗圧延投入時のビレット温度が従来と同等になり直送率が50%強まで上昇した。2011年初頭には80%まで引き上げて燃料原単位を50%圧縮する予定である。JFE条鋼(株)仙台製造所では、表面欠陥の出やすい鋳片角部を重溶削できるホットスカーフに更新してスカーフニングの効率化とビレットの表面品質向上を図った。
- ・形鋼の設備に関しては、トピー工業(株)豊橋製造所にて、LNGサテライトを建設して加熱炉の燃料を重油からLNGへ燃料転換し、CO₂排出量を年間13万5千トン削減した。
- ・線材の設備に関しては、新日本製鐵釜石製鉄所にて、加熱炉出口側にフラッシュバット溶接機を設置して製造ライン上でビレットを接合し、エンドレス圧延法を確立した。これにより大単重コイルが供給可能になり、効率生産にも寄与した。現状の適用率は20%であるが、50%まで高める予定である。
- ・線材の製造技術に関しては、住友金属小倉で高炭素Cr鋼線の製造に適用されていたダイス伸線と焼鈍処理に替わり、3方ロール圧延機のロール形状を最適化することで製造途中での断線を抑制し、寸法形状が安定した冷間圧延法を開発し、これにより圧延での製造が可能となりコスト削減とリードタイム短縮を達成した。

2.5 計測・システム・分析

住友金属工業において、自動車の衝突安全性を評価するための落錘試験装置に対し、錘体吊り下げ台車と高精度ガイドレールを導入して改良して高精度化を行った。これにより、試験体に一定の角度で荷重を加える試験が高精度で実施できるようになった。

JFEスチールでは、鋼管に内圧をかけた状態で曲げ変形を与え、外径48インチ(1219mm)の高強度鋼管の曲げ座屈限界変形量と曲げ破壊限界量が調査できる検査装置を世界で始めて開発した。

2.6 環境・エネルギー

2.6.1 政府の取組み

2010年11月29日から12月10日までメキシコのカンクンにおいて、気候変動枠組条約第16回締約国会議(COP16)、京都議定書第6回締約国会合(CMP6)が開催された。本会議および会合における成果としては概ね以下のとおりである。

- ①COP16では、「コペンハーゲン合意」に基づく、2013年以降の国際的な法的枠組みの基礎になり得る、包括的でバランスの取れた決定が採択された。その一部として、同合意の下に先進国および途上国が提出した排出削減目標等を国連の文書としてまとめた上で、これらの目標等をCOPとして留意することとなった。これにより、我が国が目指す、すべての主要排出国が参加する公平かつ実効的な国際枠組みの構築に向けて交渉を前進させることとなった。
- ②CMP6では、京都議定書第二約束期間に対する各国の立場を害しない旨脚注で明記しつつ、COPと同様に先進国の排出削減目標をまとめた文書に留意することとなった。

2.6.2 日本鉄鋼業の取組み

日本鉄鋼連盟の統計(出典:平成22年12月、『鉄鋼業における地球温暖化対策の取組』、自主行動計画参加会社の実績値集計)によれば、2009年度の粗鋼生産量は9,372万トンと、1990年度比10.5%減となった。このような中、省エネ対策を積極的に推進することにより、2009年度のエネルギー消費量は2,018PJと、1990年度比で17.2%の減少となった。また、エネルギー起源CO₂排出量は165.6百万トン-CO₂と、1990年度比17.5%の減少となった。

日本鉄鋼連盟は、2010年12月に「鉄鋼業の環境保全に関する自主行動計画」として、以下の取組み内容を明らかにした。

a) 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。

b) 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・運輸における取組みの強化

c) 革新的技術開発への取組み (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

また、日本鉄鋼連盟は、2009年11月に「日本鉄鋼業の地球温暖化問題への取組みの考え方」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」ことを明らかにした。

このうち、エコプロダクトについては、2020年の目標として、3,000万トンのCO₂排出削減効果を推定しており、2009年度で1,881万トンの貢献をしていると推定している。

また、エコソリューションについても、2020年の目標として、7,000万トンのCO₂排出削減効果を推定しており、2009年度で3,300万トンの貢献をしていると推定している。

2.6.3 鉄鋼各社の取組み

新日本製鐵棒線事業部釜石製鐵所は、経済産業省系の補助制度を活用し、林地残材バイオマスの既設石炭火力発電所（発電出力149,000KW）での石炭混焼試験を2010年10月から開始した。今後は、操業状況を見極めながら段階的に混焼率を上げていき、2011年3月まで実証試験を継続する。将来は混焼率2%で年間5,000トンの林地残材バイオマス資源を活用し、年間約7,000トンのCO₂削減を見込んでいる。

新日本製鐵と(株)神戸製鋼所は、「製鉄ダスト系副産物のリサイクル及び還元鉄の生産・利用に関する共同事業の推進」の一環として、新日本製鐵広畑製鐵所構内に回転炉床式還元炉(RHF)、ホットブリケットマシンを新たに建設し、関西圏全体での効率的な製鉄ダストのリサイクルとゼロエミッション推進に取り組む。今回建設のRHFは、原料処理能力が約22万トン/年、2011年10月の稼働を予定。

JFEスチールは、2010年8月にインドネシアにおいて「マリブロック™」を用いたサンゴ礁再生の本格的な実証試験を開始した。「マリブロック™」は、鉄鋼製造工程で副産物として生じる鉄鋼スラグに二酸化炭素を吹き込み固化したもので、サンゴや貝殻と同じ主成分を有し、海草やサンゴ着生効果を持つ藻場・サンゴ礁造成用ブロックである。

なお、環境改善に貢献する新製品が、各社から幾つか発表されている。詳細は新製品項を参照されたい。

2.7 その他

2.7.1 スラグ、ダスト関連

- ・スラグ：2010年は、高炉各社がスラグの海洋利用を目指した実証試験を拡大している。高炉スラグや製鋼スラグを用いて、新日本製鐵が藻場再生用ブロック、JFEスチールがサンゴ再生用ブロック、住友金属工業と神戸製鋼所が人工漁礁を製造し実証試験を展開中である。
- ・ダスト：スチールプラントック(株)が電炉から発生するダストからZn、Feの回収と無害化を実現した溶融還元方式の処理プロセスを実用化し、その1号機を台湾で稼働させた。

2.7.2 大型油圧式自由鍛造プレス関連

2010年は、世界的エネルギー需要の成長を見越した原子力発電関連、あるいは石油精製関連や船舶関連の大型鍛鋼品事業拡大のため、(株)日本製鋼所では1万4千トン油圧プレス、神戸製鋼所では1万トン油圧プレス、日本鑄鍛鋼(株)では1万3千トン油圧プレスが竣工した。これに合わせ日本製鋼所と日本鑄鍛鋼では世界最大の650トン鋼塊実用化開発にも着手した。

これ以外でも、山陽特殊鋼(株)では5千トン油圧プレス、太平洋製鋼(株)では8千トン油圧プレスの導入が決定している。

2.7.3 その他

愛知製鋼(株)では、急拡大が予想されるネオジウム系異方性ボンド磁石用磁粉の量産工場が竣工した。粉体の特性を生かした流体搬送技術を開発して連続工程・自動化生産を可能とし、完全無酸化雰囲気での製造も可能となった。生産能力は、2012年度で月産100トンを目指す。

3 技術貿易・技術開発

3.1 技術貿易

2010年の1年間における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5に示す。技術輸出は2009年の17件に対して15件と減少した。輸入は2010年には実施されなかった(2009年は1件)。

輸出対象地域は、アジアが全体の33%を占め、次いで北アメリカ、中南米が続く。技術分野では鋼管分野が100%を占めている。

図5に鉄鋼業の2009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3%増加し、技術輸入対価支払い額は大きく減少(-59%)した。

3.2 研究費支出・研究者数

総務省統計局「科学技術研究調査結果」にある企業等第1表のデータに従い、以下の3項目に関する推移を図6～図8に示す。

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増加した。両者とも売上高と研究費が減少したが、売上高減少額に比較し研究費減少額がさほど大きくないためである。

2010年の鉄鋼業は売上高減少額が大きく、これを反映して支出比率が1.39と増加した（前年対比+0.42）。

表5 技術輸出・技術輸入状況（期間：2010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	その他	計	
技術輸出	A. 原料・製鉄	1. 原料処理						
		2. 高炉						
		1. 溶銹処理						
	B. 製鋼	1. 溶銹予備処理						
		2. 転炉						
		3. 電炉						
		4. 連鑄・造塊						
		5. 付帯設備						
	C. 加工・処理	1. 条鋼・線材						
		2. 鋼管	5	4	3		1	2
		3. 厚板						
		4. 薄板						
		5. 表面処理						
		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）								
E. 製鉄所全般	1. フェージング/スケール							
	2. 製鉄所計画・設計							
	3. 総合的操業指導							
	4. その他							
計	5 (7)	4 (3)	3 (2)	(2)	1	2 (3)	15 (17)	
技術輸入	C. 加工・処理	1. 条鋼・線材						
		計						0 (1)

調査範囲：日本鉄鋼協会維持会員企業 79社
 ()内は2009年1月1日～12月31日実績を示す。

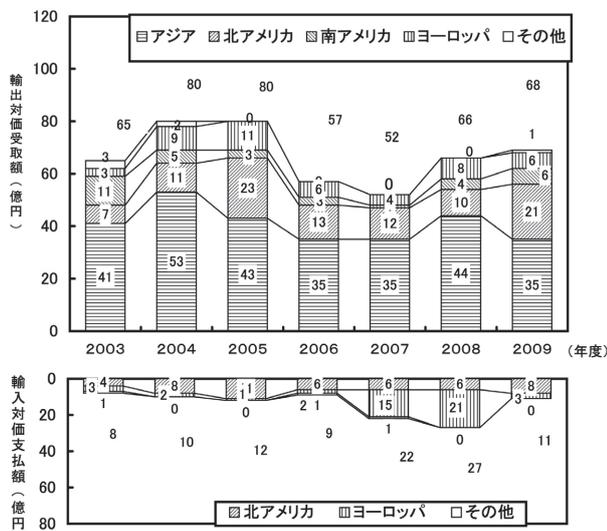


図5 鉄鋼業の技術貿易収支
 出所：総務省統計局統計センター「科学技術研究調査報告」

3.2.2 従業員1万人あたりの研究本務者数

鉄鋼業では従業員数の減少が大きかったため、2009年の345人から2010年は396人と大きく増加した。一方、全産業も増加傾向が継続した。全産業の研究本務者数は、約49万人

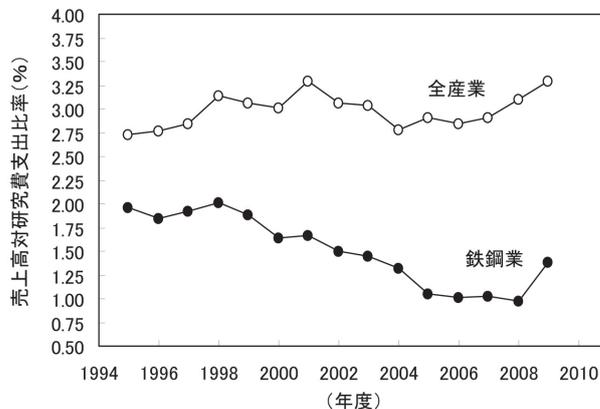


図6 売上高対研究費支出比率の推移
 出所：総務省統計局統計センター「平成22年科学技術研究調査結果」

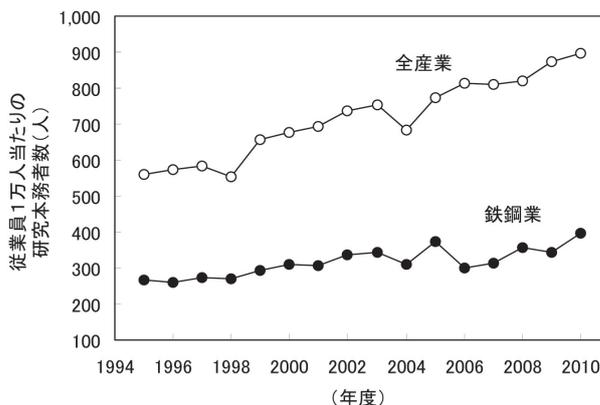


図7 従業員1万人当たりの研究本務者数の推移
 出所：総務省統計局統計センター「平成22年科学技術研究調査結果」

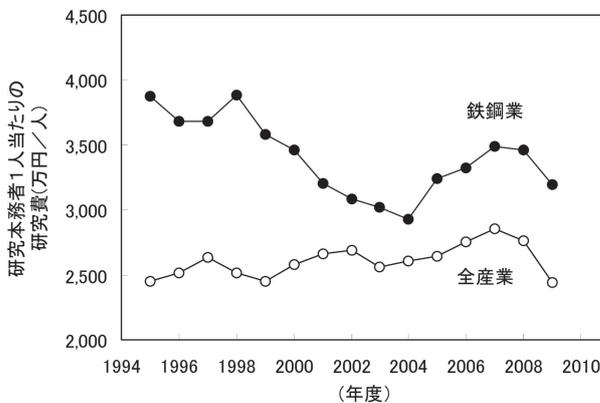


図8 研究本務者1人当たりの研究費の推移
 出所：総務省統計局統計センター「平成22年度科学技術研究調査結果」

と前年度とほぼ同等であった。

3.2.3 研究本務者1人あたりの研究費

2009年の経済環境の影響で、全産業・鉄鋼業とも研究費が大きく減少した反面、研究本務者数の減少が少なかったため、研究本務者1人あたりの研究費は、いずれも大幅に減少した。

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ては、2010年度終了テーマは、①「腐食試験装置に関する調査」、②「チタン革新製造プロセス開発」などである。

2010年度着手の主なプロジェクトとしては、①「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)、②「水素製造・輸送・貯蔵システム等に使用する金属材料開発および国際標準化、規制見直しに資する評価試験法の開発、材料データの取得に関わる研究開発」(2010～2012年度)、③「複雑系数理モデル学の基礎理論構築とその分野横断的の科学技術応用」(2010～2012年度)、④「収束イオンビーム/レーザイオン化法による単一微粒子の履歴解析装置」(2010～2012年度)、⑤「超急冷遷移制御噴射技術で非晶質/ナノ組織金属の大面积薄膜開発」(2010～2011年度)などである。

また、主要継続プロジェクトは、①「資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発」(2009～2011年度、低廉次世代コークスの製造とそれを利用した高炉操業プロセスの開発、2010年度4.2億円)、②「戦略的原子力技術利用高度化推進」(2009～2011年度、主要原子力資機材研究開発等の支援、2010年度14.8億円)、③「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、2010年度18.6億円)、④「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、2010年度3.5億円)、⑤「先進超々臨界圧プラント(A-USC)技術開発」(2008～2016年度、2010年度7.4億円)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・技術開発テーマについて、本会の主要な維持会員会社に調査した結果を表6に示す。プロセス、環境・エネルギー分野、材料開発分野などで多くのテーマが取り組まれている。

4 技術人材育成

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)を実施しているが、2010年には2011年度から開始する以下の新事業の企画立案を行った。

一つは、大学と産業界の人材育成のギャップを埋め、連携することで我が国の産業競争力の維持、向上を図る目的で、2008年度から、経済産業省の施策として実施してきた「産学連携人材育成パートナーシップ」事業の継承である。この事業の中では、基礎教育強化事業や目的型インターンシップ事業、開発マネジメント事業を試行してきたが、2011年度から、主に基礎教育強化事業を本会の育成事業に取込んで実施する予定である。

また、大学学部生の低学年を対象に、ものづくり産業であ

表6 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	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
	低炭素型雇用創出産業立地推進事業	経済産業省	2010	2010
	平成21年度「生産効率向上の研究」：「腐食試験装置に関する調査」	(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構	2009	2010
	戦略的原子力技術利用高度化推進	経済産業省(資源エネルギー庁)	2009	2011
	チタン革新製造プロセス開発	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2009	2010
	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	2009	2011
	農工循環資源を利用した亜寒帯沿岸域藻類によるCO ₂ 吸収実証モデル事業	経済産業省(北海道経済産業局)	2009	2010
要素技術	水素製造・輸送・貯蔵システム等に使用する金属材料開発および国際標準化、規制見直しに資する評価試験法の開発、材料データの取得に関わる研究開発	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2010	2012
	収束イオンビーム/レーザ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
	超急冷遷移制御噴射技術で非晶質/ナノ組織金属の大面积薄膜開発	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2010	2011
	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
	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
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
	複雑系数理モデル学の基礎理論構築とその分野横断的の科学技術応用	(独)日本学術振興会	2010	2014
その他	産炭国共同基礎調査 コークス製造適用性評価(インドネシア)	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2010	2010

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番に講義を行う大学特別講義を新たなプログラムとして実施する予定である。

5 協会における技術創出活動

5.1 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が中心となって行っている。その活動の種類および内容を表7に示す。

特に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。2010年度の部会大会は、2009年度とほぼ同様に35の大会（春季17大会、秋季18大会）が開催された。参加者延べ人数は2,860名（2009年度2,667名）であった。部会大会への大学研究者の延べ参加人数は64名（2009年度61名）と、2009年度と同水準であった。

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、2010年度には16技術検討会が活動し、「耐火物の破壊モデル構築」（耐火物部会）等6件が終了、「熟練技能が必要な分析手法の技術伝承」（分析技術部会）等10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2009年度に引き続き実施された。

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3年以内として活動している。

「実用構造用鋼における環境対応」を共通テーマとした技術検討部会の活動が2009年度から活動を開始し、今年度は

引き続き溶接構造用鋼、機械構造用鋼における環境対応（省資源・省エネルギー／CO₂削減）技術の調査研究が行われた。

「自動車用材料」検討部会は、2010年度から第Ⅵ期の活動を開始した。特に、CO₂削減の主要技術となるパワートレーンの改善、ハイブリッドカー、電気自動車などの環境対応車における技術開発やライフサイクルアセスメントでの評価などに対する鉄鋼材料へのニーズ抽出することを重点課題としている。

5.3 研究助成・研究会

「鉄鋼研究振興助成」では、2011年度の助成対象者として新たに41件（若手20件）が採択され、2010年度に採択された33件と合わせて2011年度には合計74が助成されることになった。

「研究会」は、2010年度23研究会が活動し、その内の6研究会が2011年3月に終了した。

2010年度には、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）の各研究会で、6件が新規に活動を開始した（表8）。なおA、B、C型研究会制度は2010年度で終了し、2011年度からは新たに研究会Ⅰ（シーズ型）、研究会Ⅱ（ニーズ型）制度が導入されることとなり、新規案件として6研究会が採択された（表9）。

「産発プロジェクト展開鉄鋼研究」では、2007年度採択の2件が2010年度で終了した。2009年度は、残念ながら新規採択がなかったが、2010年度採択の1テーマが活動中である。2011年度案件としては、新たに1件の採択が決まっている（表10）。

謝辞

本稿の起草にあ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。

(2011年3月2日受付)

表7 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。現在2部会**が活動している。また、来年度からは新たに日本压力容器研究会が压力容器用材料技術検討部会となる予定である。
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。2011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 …… 自動車用材料検討部会（第Ⅴ期）、実用構造用鋼における環境対応技術検討部会

表8 2010年度活動 研究会

No.	型	研究会名	部会	主査	研究期間
1	終了	A 銻石・炭材の近接配置による高炉の還元平衡制御	高プロ	清水正賢(九大)	H19～H22年度
2	終了	A マテリアル・ビジョン2100	環境社会	稲葉 敦(工学院大)	H19～H22年度
3	終了	A 加工硬化特性と組織	材料	東田賢二(九大)	H19～H22年度
4	終了	C エージェント技術による製鉄所「現場力」の維持・発展	計測	玉置 久(神戸大)	H19～H22年度
5	終了	C バイオフィルムと鉄鋼材料との相互作用	材料	佐藤嘉洋(大市大)	H19～H22年度
6	終了	B マルチフェーズ利用による溶銹脱磷プロセスシミュレーション	製鋼	伊藤公久(早大)	H20～H22年度
7	終了	B リスクアセスメント手法による設備管理方法	設備技術	酒井信介(東大)	H20～H22年度
8	継続	A 非金属介在物の固相内組成組織制御	高プロ	北村信也(東北大)	H20～H23年度
9	継続	A 高温材料のフィジカル・メタラジー	材料	土井 稔(愛知工大)	H20～H23年度
10	継続	A 鋼管二次加工性評価試験方法の標準化	創形	三原 豊(香川大)	H20～H23年度
11	継続	C グリーンエネルギー製鉄	環境社会	月橋文孝(東大)	H20～H23年度
12	継続	A 水素脆化研究の基盤構築	材料	高井健一(上智大)	H21～H24年度
13	継続	A ミクロ・マクロ偏析制御	高プロ	江阪久雄(防衛大)	H21～H24年度
14	継続	A 低炭素焼結技術原理の創成	高プロ	葛西栄輝(東北大)	H21～H24年度
15	継続	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)	H21～H24年度
16	継続	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(阪大)	H21～H24年度
17	継続	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)	H21～H24年度
18	新規	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)	H22～H24年度
19	新規	A 計算工学による組織と特性予測技術Ⅱ	材料	小山敏幸(名工大)	H22～H24年度
20	新規	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)	H22～H24年度
21	新規	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	熊谷剛彦(北大)	H22～H24年度
22	新規	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)	H22～H24年度
23	新規	B 熱延ROT冷却モデル構築	圧延理論	大久保英敏(玉川大)	H22～H24年度

表9 2010年度採択 研究会

No.	型	研究会名	部会	主査	研究期間
1	採択	I 鉄鋼材料の組織と延性破壊	材料	高木節雄(九大)	H23～H25年度
2	採択	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)	H23～H25年度
3	採択	I 炭素循環製鉄	環境社会	加藤之貴(東工大)	H23～H25年度
4	採択	I 素材産業から見た自動車リサイクル	環境社会	松八重一代(東北大)	H23～H25年度
5	採択	II 粒子法による製鋼プロセス解析ツール開発	製鋼	鈴木俊夫(東大)	H23年度
6	採択	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)	H23～H25年度

表10 産発プロジェクト展開鉄鋼研究の研究テーマ

採択	研究テーマ	主査	研究期間	研究目的
2008年度	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)	H20～22年度 (3年間)	連続製造をはじめ凝固プロセスは、鑄片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。
2010年度	海洋環境での製鋼スラグの利用技術開発	月橋文孝 (東大)	H22～24年度 (3年間)	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。
2011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	戸田裕之 (豊橋科技大)	H23～25年度 (3年間)	軽金属で開発されてきたX線トモグラフィーを活用した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」、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。

★新製品★

本会維持会員企業において2010年に開発が終了した新製品を表11に示す。

表11 新製品一覧表

分類	会社名	製品名	内容	発表時期
建築向け製品	J F E スチール	建築構造用 550N/mm ² TMCP 鋼材「HBL385B-L」	最適な化学成分と熱加工制御の組合せによって降伏比 80% 以下、降伏耐力 385N/mm ² 以上、引張強度 550N/mm ² 以上を実現。	2010. 8
		建築構造用低降伏比 780N/mm ² 鋼材 「JFE-HITEN780TB」 「JFE-HITEN780TC」	最適な化学成分と製造工程の組合せによって降伏比 85% 以下、降伏耐力 630N/mm ² 以上、引張強度 780N/mm ² 以上を実現。	2010. 3
	住友金属工業	建築構造用 1000N/mm ² 級 熱間圧延鋼材「SSS1000」	建築構造用圧延鋼材（鋼板）では世界初の従来鋼比で 2 倍の引張強さを持つ 1000N/mm ² 級の建築用鋼材。	2010. 6
	日本金属工業	塗装ステンレス鋼板 「スワンカラー F 遮熱」	従来の耐候性はそのままに遮熱性能を高めた新しいフッ素樹脂 塗装ステンレス鋼板	2010. 4
土木向け製品	J F E スチール	高強度 SC 杭 高強度「つばさ杭」	国内最大強度となる 570N/mm ² 級鋼管杭『JFE-HT570P』を用いた 高強度 SC 杭を開発。『JFE-HT570P』を適用した『つばさ杭』の 国土交通大臣認定も取得。	2010. 12
自動車向け製品	J F E スチール	ユニハイテン	自動車外板パネル部品向けに開発した 440MPa 級 BH 鋼板。 部品の降伏強度を高めて耐デント性を向上させ、軽量化に寄与。	2011. 1
	住友金属工業	高強度電磁鋼板「SXRC」	マイクロ組織制御により、高強度と低エネルギー損失を両立した ハイブリッド車等の高効率モータ用電磁鋼板。	2010. 1
		トラック・バス用 新アルミホイール	ポスト新長期排ガス規制適合車に使用される高輝度・軽量かつ 耐久性に優れた新・ISO方式の一体鍛造アルミホイール。	2010. 6
	神戸製鋼所	高強度懸架ばね用鋼 「ACROS1950」	高い腐食耐久性と、合金コスト高騰リスクの低減を両立できる 1200MPa 級懸架ばね用鋼。	2010. 12
日新製鋼	自動車エンジン・スタマホールド [®] 用 フェライト系ステンレス鋼 「NSSEM-C」	高価な元素の Mo を含まないで SUS444 系と同等の耐熱性を有 する。熱疲労特性に優れ、自動車エンジン・スタマホールド [®] に採用。	2010. 1	
産業機械向け 製品	新日本製鐵	Ni 低減型 LNG タンク用鋼 (6%Ni 鋼)	極低温使用環境から従来は 9%Ni 鋼が使用されていたが、TMCP 技術との組み合わせなどから Ni 量を 6% にまで低減した。	2010. 9
	J F E スチール	「JIP FM1300」	Ni を含有せず、Mo 合金鋼粉の表面に Mo を被覆した鉄粉。焼結 し浸炭焼入れで引張り強さ 1300Mpa 以上を得られる。	2010. 8
エネルギー分野 向け製品	新日本製鐵	高変形能 UOE ラインパイプ	極低温 (-40℃) 環境下の地震地帯で使用可能な高変形能及び 極低温靱性を兼ね備えた UOE ラインパイプ。	2010. 12
	J F E スチール	マイティーシーム [®]	電縫溶接部の酸化物の形態や分布を制御し、アレイ UT による 高精度の全長保証した溶接部品質に優れた高性能電縫鋼管。	2010. 12
その他製品	J F E スチール	カブテンコート TM AQUA	開発処理剤から発生する VOC 量を 80% 以上削減した、環境に やさしい耐候性鋼の水系さび安定化補助処理剤。	2010. 6
		「SP3」	パーライトラメラ組織を極限まで微細化させた重貨物鉄道用 高耐摩耗レール。	2010. 4
	住友金属工業	電磁式動揺防止制御装置	鉄道車両の横揺れを打ち消す方向に電磁アクチュエータを配備 ・動作させることで、乗り心地を大幅に改善する装置。	2010. 9
	神戸製鋼所	スチールコード用 SD 線材	スチールコード製造工程における中間熱処理省略やダイス寿命 改善を実現できる、高い伸線性を実現した線材。	2010. 12
	新日鐵住金 ステンレス	省資源型高耐食高純度 フェライト鋼 NSSCFW シリーズ [®]	Sn 添加技術により、高耐食性と極めて高い加工性に加え、さら なる省資源化・価格安定化を実現したステンレス鋼。	2010. 7 2010. 12
		日立金属	「DAC-MAGIC」	耐ヒートクラック性、耐冷却孔割れ性、被削性の 3 つの特性を 高次元で満足した高性能ダイカスト金型材料
	日本金属工業	下層路盤材 (クラッシュラン 鉄鋼スラグ)	鉄鋼スラグから下層路盤材を製造。愛知県リサイクル資材評価 制度「あいくる」の認定を取得。	2010. 6
	日本冶金工業	「NASNM17」	独自開発の加工性に優れた 17Cr-17Mn-7.3Ni 組成の非磁性軟質 ステンレス鋼。	2010. 4

☆生産技術のトピックス☆

2010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. 低りん鋼の高効率生産と環境負荷低減の同時実現

住友金属工業（株）

住友金属工業は、溶銑脱りん工程において、脱りん剤である高融点（2000℃以上）の生石灰を粉体にして酸素ガスとともに溶銑へ吹き付けて生石灰の溶解を促進させることにより、高効率で溶銑脱りんできる技術（SRP-Z）を開発し、世界で初めて実用化に成功した。現在、本技術は住友金属工業／鹿島製鉄所、住金鋼鉄和歌山、住友金属小倉で実施されている。

また、鹿島製鉄所では取鍋スラグの脱りん炉へのリサイクルを実現した。取鍋スラグ中の Al_2O_3 は生石灰の溶解を促進することが知られていたが、スラグの泡立ちを促進するため炉口からのスラグ横溢が生じ操業が困難だった。生石灰粉体を吹き付ける本技術はスラグの泡立ちが抑制できるため、取鍋スラグを脱りん促進剤として有効利用することが可能になった。

さらに、新プロセスSRP-Zは脱りん能力の向上に加えて、以下の副次効果を生み出している。

- (1) 生石灰利用率向上による生石灰原単位の削減
- (2) 生石灰の溶解率向上による脱りんスラグの路盤材化負荷軽減（養生時間の短縮）
- (3) 粉体上吹きによるダスト低減

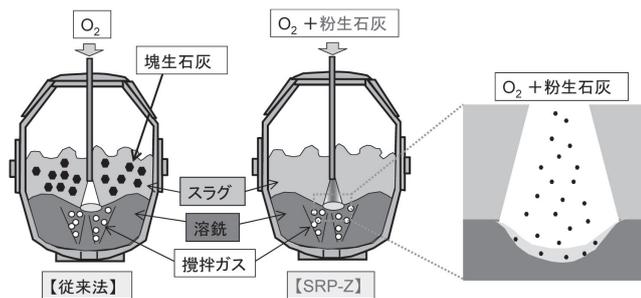


図 粉体上吹き溶銑脱りん法の概念図

2. 原油タンカー用高耐食性鋼板「NSGP®-1」

新日本製鐵（株）

新日本製鐵と日本郵船（株）は、原油タンカーの貨物油タンク底面の腐食を防ぐ高耐食鋼性鋼板「NSGP®-1」を共同で開発した。日本郵船は、NSGP-1を原油タンカーに世界で初めて全面的に採用しており、新日本製鐵の累計出荷量は6隻分で1万トンを超えた。

NSGP-1材は、腐食防止のための塗装を省略することが出

来ることから、船舶の安全性を高めるとともに地球環境に優しい鋼板である。

一般に耐食鋼は多量の合金を添加するため、溶接性が低下するが、本鋼材は少量の合金を最適に組み合わせることで、従来の鋼板に比べ約5倍の耐食性を実現しながら、溶接や加工を従来の鋼材と全く同等に施すことが可能である。

2010年に原油タンカーの貨物油タンクの腐食防止措置を規定した国際条約が採択され、塗装とともに日本提案の耐食鋼が有効な耐食技術として認められた。これは1999-2002年に産学官共同で実施された（社）日本造船研究協会第242研究部会「原油タンカーの新形コロージョン挙動の研究」による貨物油タンク内の腐食の基礎的実態の明確化、NSGP-1の5年に渡る実船適用結果と日本郵船の全面的採用が大きな役割を果たしている。2013年1月以降の契約船から腐食防止措置が義務化されるため、本格的な需要増大が期待されている。



図 NSGP-1を採用した超大型原油タンカー（日本郵船（株）提供）

3. 橋梁用高降伏点鋼板「SBHS」JIS化後初採用

新日本製鐵（株）

新日本製鐵製造の橋梁用高降伏点鋼板SBHS (Steels for Bridge High Performance Structure) が、東京都福生市とあきる野市を結ぶ多摩川に架かる「永田橋」（東京都建設局発注）に採用された。SBHSがJIS規格材として制定されて以降、初の物件（鋼重約600トン）である。

SBHSは従来鋼と比べ、高強度・高韌性で、溶接性、冷間加工性にも優れた橋梁用高性能鋼材である。構造設計上の基準強度である降伏強度が従来鋼より10～20%高く、軽量化など経済的な設計が可能となる。また、強度向上を溶接性や加工性を阻害する合金類の添加ではなく、制御冷却プロセス（CLC- μ ）を駆使した鋼材組織の造り込み技術で実現しているため、溶接性や冷間加工性にも優れている。

「永田橋」は、国内初となるスペーストラス構造形式で、4径間連続・全長約250mの大型橋梁。パイプトラス構造で

あることから、極厚かつ冷間曲げ加工、現場溶接可能な鋼材が必要となり、最大板厚67mm、高靱性200J、降伏強度500N/mm²のSBHS500が採用され、曲げ半径5トンの強冷間曲げ加工により鋼管を製造した。発注者によると複合トラス形式を採用することで透明感が増し、自然との調和が図れ、軽量化によるコスト縮減が可能となった。新日本製鐵製造のSBHS500はこの軽快感のある美しい橋梁の実現に貢献している。

SBHSの前身であるBHS (Bridge High Performance Steel) は、産学共同で開発され2004年に(社)鉄鋼連盟橋梁用鋼材研究会により日本鉄鋼連盟製品規定が策定された。BHS500は“東京ゲートブリッジ”等に約17千トン採用され、新日本製鐵は約16.5千トンを製造している。これら実績を踏まえ2008年にJIS G3140“橋梁用高降伏点鋼板”が制定された。橋梁用厚板に関するJIS規格鋼材としては、実に40年振りとなる新規格制定である。また、「橋梁用高性能鋼BHSの開発・実用化」として2010年度JSSC業績表彰協会賞を受賞(東工大三木教授、橋梁用鋼材研究会)した。



図1 永田橋(東京都西多摩建設事務所提供)



図2 東京ゲートブリッジ(国土交通省東京港湾事務所提供)

4. 省資源型高耐食高純度フェライト系ステンレス鋼 NSSC FWシリーズ

新日鐵住金ステンレス(株)

新日鐵住金ステンレスは、独自に開発した世界初の微量Sn(錫)添加によるフェライト系ステンレス鋼の耐食性を飛躍

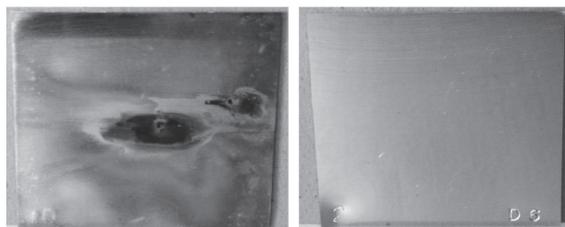
的に向上させる技術(図)を用いて、新たに「省資源型高耐食高純度フェライト系ステンレス鋼NSSC®FW(フォワード)シリーズ」を開発・商品化した。

NSSCFWシリーズ(FW1、FW2)は、当社の高純度化技術と微量Sn添加技術の組合せによるものであり、Snは、不働態皮膜の安定性を高め、また不働態被膜の再生能にも寄与しているものと考えている。

NSSCFW1(14Cr-0.1Sn鋼)は、既存の17%Cr鋼であるSUS430、SUS430LX以上の耐食性と高加工性を実現しており、Cr含有量を約20%削減している。NSSCFW2(16Cr-0.3Sn鋼)は、SUS304と同等もしくはそれ以上の耐食性と優れた加工性を有していると同時に、CrおよびNiの含有量をSUS304に対し、合わせて約40%削減することに成功している。

FWシリーズは、大幅な省資源化を達成したフェライト系ステンレス鋼で、価格安定性にも優れており、2大代表鋼種(SUS304、SUS430)に続く、第3の代表鋼種とすべく、適用拡大を図っている。なお、NSSCFW1は2010年日経優秀製品・サービス賞/最優秀賞(日経産業新聞賞)を受賞した。

浸漬試験, 168時間後の外観



14Cr

14Cr-0.1Sn
(NSSCFW1)

80°C, 0.5%NaCl水溶液, 168hr浸漬
30mm×30mm, #600研磨仕上

図 Sn(錫)添加効果

5. 自動車外板用440MPa級BH鋼板(ユニハイテン™)

JFEスチール(株)

自動車ボディ外板の中でもドア、フード、ルーフなどの蓋物部品には、耐デント性(耐へこみ性)が要求され、340MPa級BH鋼板が多く用いられている。蓋物部品のハイテン化による薄肉化では、高い耐デント性、張出し成形性、およびパネル面品質(耐面ひずみ性)が必要となる。JFEスチールは、このような要求に対し、フェライトとマルテンサイトからなるDP鋼をベース組織とし、第二相の分率・分散形態を制御することで低降伏強度、高EL、高n値、高BHを同時に確保した外板パネル用440MPa級「ユニハイテン™」を開発した。

下図はプレス加工によりドアモデルに成形し耐デント性を検証した結果で、ユニハイテンで340MPa級BH鋼板から同

等の耐デント性を維持しつつ薄肉化が可能である。ユニハイテンは、2011年1月発売の新型車のドアに、440MPa級としては国内で初めて採用され車両の軽量化に貢献しており、今後、さらなる適用拡大が期待される。

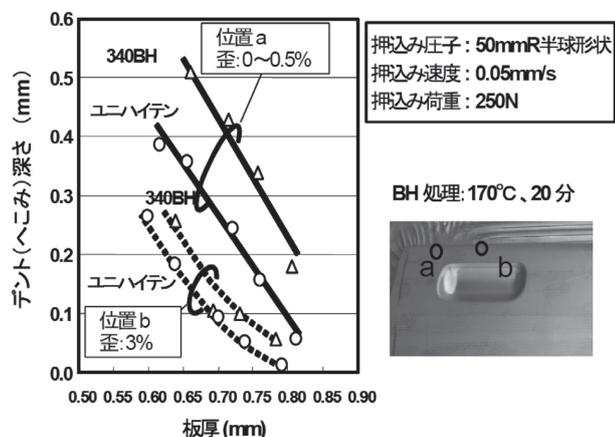


図 340MPa級BH鋼板とユニハイテンの耐デント性比較

6. 高機能溶融亜鉛めっき鋼板（スーパーダイマ）がメガソーラー架台に大量採用

新日本製鐵（株）

太陽光発電設備向けに新日本製鐵の高機能溶融亜鉛めっき鋼板「スーパーダイマ®」が大量に採用され、2010年以降メガソーラーたけとよや扇島太陽光発電所など5件を受注、受注総量は2000トンを超える。ソーラーパネルを支える架台用鋼材としてスーパーダイマの持つ高耐食性、トータルコスト削減などが評価されたもので、政府のクリーンエネルギー政策である太陽光発電関連で貢献している。

スーパーダイマはめっき層成分が亜鉛を主に、約11%のアルミニウム、約3%のマグネシウム、微量のシリコンからな



図 メガソーラーたけとよ完成予想図 ((株) 東芝提供)

る高耐食性めっき鋼板であり、2000年に販売を開始し、これまでに各種土木建築製品として使用されてきた。

太陽光発電設備の架台として、電力会社は従来、後めっき材を設計仕様としていたが、スーパーダイマは後めっき材に比べ耐食性が高いこと、プレめっき鋼板であり後めっき時の熱変形を考慮しなくてもよいという利点があり、ゲージダウン（重量削減）によるコストダウンが図れた。（後めっき材の鋼板板厚4.5-6.0mmに対してスーパーダイマでは同2.3-3.2mmで採用）

7. 重貨物鉄道用高耐摩耗熱処理レール“SP3”

JFE スチール（株）

JFE スチールでは、耐摩耗性を向上させた重貨物鉄道用の熱処理レール“SP3”を開発した。

耐摩耗性向上には、パーライト組織を構成する層状のセメントタイト相とフェライト相の間隔（ラメラ間隔）を微細化することによる高硬化が有効である。共析組成の0.8%炭素鋼について、パーライト変態の駆動力を最大化させるための合金設計と、圧延後のオンライン加速冷却条件の最適化を図ることで、SP3では0.07 μ mという微細ラメラ間隔を達成した。ちなみに、国内の普通レールでは0.25 μ m程度である。その結果、レール頭部の硬度はブリネル硬さでHB420、レール寿命を支配する内部（25mm深さ）でもHB390と最高水準の高硬度を有している（図1）。

北米の重貨物鉄道において2008年より実路線による評価試験を進めてきた。摩耗の激しい複数の曲線区間にSP3を敷設し（図2）、レール摩耗や表面状態を観察した結果、SP3は従来型のプレミアムレールと比較して、さらに10%以上摩耗

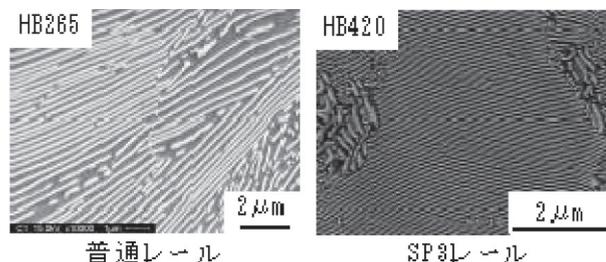


図1 普通レールとSP3のラメラ組織の比較



図2 SP3の実線敷設状況

量が減少すること、レール表面に剥離などの大きな損傷は見られず良好な耐疲労損傷性を有することが実証された。SP3適用によりレールの長寿命化を図ることで、メンテナンスコスト低減に大きく寄与するものと期待している。

8. 細径高炭素クロム鋼線の製造技術の開発

(株)住友金属小倉

住友金属小倉と住友金属工業は、ニードルベアリングなどに用いられる細径の高炭素クロム鋼線の製造に関して、従来に比べ、製造工程の削減と、製品出荷のリードタイム短縮を可能にする製造技術を開発した。

これまでの製造方法では、直径2ミリ程度の高炭素クロム鋼線は、ダイス伸線で製造するのが一般的でした。従来のダイス伸線方法には、高い形状精度、寸法精度が得られるという長所があるが、軸受用鋼材のように、球状化焼なましを行った鋼材を、連続して伸線すると内部割れによる断線に発展するケースがある。そのため、一旦ある程度伸線した後に、再度、焼きなまし処理を施して材料の加工性を高くしてから、さらに目標のサイズまで細く伸線する必要があった。そのため、製造工程は複雑化し、製品出荷までのリードタイムも長くなっていた。

本開発では、仕上げ加工前までの中間加工を、従来のダイス伸線法から、内部の引張応力が小さい冷間圧延法に変更した。細径材の冷間圧延法には、従来、形状と寸法管理が難しい問題があった。今回、3方ロール圧延機を採用し、さらにロール形状の最適化などにより、内部割れ断線が発生しにくく、形状と寸法の安定した製造技術の開発に成功した。この開発により、中間加工工程を冷間圧延で代替可能となり、大幅な工程省略が可能となった。

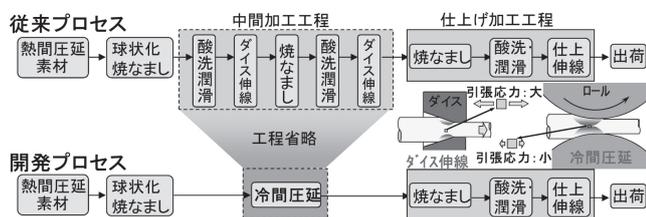


図 従来の製造プロセスと開発プロセスの比較

9. 国内最大の設計基準強度をもつ高強度鋼管杭が実プロジェクトで初採用

新日本製鐵(株)

新日本製鐵は、国内最大の設計基準強度400N/mm²をもつ建築構造用の高強度鋼管杭「NSPP®520」の開発を行い、国内で初めて、2007年12月26日付で国土交通大臣認定を取得

し、大型物流倉庫の基礎杭として約2000トンが採用され、杭施工を完了した。

建築構造用の鋼管杭としては、一般的に設計基準強度235N/mm²であるSKK400 (JIS規格) および設計基準強度325N/mm²であるSKK490が用いられる。本高強度鋼管杭はSKK490と比べて設計基準強度を23%向上させたものであり、板厚を最大で21%、鋼材重量を最大で20%削減することができる。また、板厚を削減することにより鋼管杭の現場縦継ぎ溶接にかかる施工時間を短縮し、鋼材重量を削減することで杭のハンドリング等の施工性を向上することができることから施工コスト削減が図れる。

本プロジェクトでは、先端拡大根固め杭工法「TN-X工法」の鋼管杭として採用されたが、今後は回転圧入工法「NSエコパイル®」、SC杭、一般中掘り工法及び打撃・振動工法などに、経済性に優れた高強度鋼管杭の適用が期待される。

表 高強度鋼管杭「NSPP®520」の機械的性質
出典：新日本製鐵(株)資料

鋼種	基準強度 F値 (N/mm ²)	機械的性質				
		降伏点 YS (N/mm ²)	引張強さ TS (N/mm ²)	降伏比 YR (%)	伸び EL (%)	シャルピー vEo (J)
高強度鋼管杭 NSPP®520	400	600以下 400以上	720以下 520以上	90以下	20以上	27以上
(参考) SKK400	235	235以上	400以上	規定なし	18以上	規定なし
(参考) SKK490	325	315以上	490以上	規定なし	18以上	規定なし

10. NSエコパイル®(回転圧入鋼管杭)が市街地での道路橋基礎工事推進に大きく貢献

新日本製鐵(株)

静岡県内で建設が進む東駿河湾環状道路の高架橋基礎工事において、新日鉄エンジニアリング(株)と新日本製鐵が開発し、これまで主に建築、鉄道分野で実績を積み重ねてきた回転圧入鋼管杭「NSエコパイル」工法が本格採用となり、被圧水や工事に伴う騒音・振動の問題解決に大きく貢献し、無事完了した。

東駿河湾環状道路は、伊豆縦貫自動車道の一部で現東名・新東名および国道1号と伊豆地域を結ぶ環状道路として建設が進められている。このうち、三島塚原ICから大土肥区間(3.0km)は国土交通省沼津河川国道事務所が、大土肥から函南塚本IC区間(1.9km)については国土交通省から委託された静岡県が事業主体となり、地域の協力を得ながら早期の供用開始を目指して順調に事業を進めている。静岡県が事業主体となっている大土肥・函南塚本IC区間では橋脚の基礎工事が2008年10月から2010年8月末まで約2年に渡り施工されてきており、このほど無事完了した。当該現場の特徴は、

杭を施工する地盤が、箱根山系を水源とした高い圧力（参考：被圧水頭最大GL+10m）を受けている豊富な地下水を含んでいること、径の大きい玉石が混ざった土層であり、一部では非常に硬い支持層（参考：凝灰角礫岩）となっていることである。さらに、現場は家屋が近接した市街地内であるため、騒音・振動や地下水といった住環境に十分配慮した工法が求められていた。



図 NSエコパイル
提供：新日鉄エンジニアリング（株）

11. 大径鋼管（鋼管径1400mm）を用いた「TN-X工法」の施工領域を拡大

新日本製鐵（株）

新日本製鐵と（株）テノックスが共同開発した「TN-X工法」は、先端拡大根固め杭工法としては国内初となる大径鋼管（鋼管径1300～1400mm）を用いた施工深度70mまでの施工技術を確認し、2010年8月付で（財）ベターリビングの技術評価を取得した。

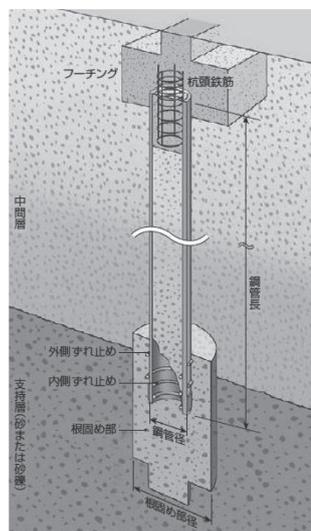


図1 TN-X工法概略



図2 拡大根固め部

出典：カタログ「TN-X工法」（新日本製鐵（株）、（株）テノックス）

「TN-X工法」は、鋼管杭と杭先端に築造した拡大根固め部が一体として鉛直荷重に抵抗することで、国内最大クラスの支持力性能を発揮できる低騒音・低振動・低排土の杭工法である。これまでは、鋼管径600mm～1200mmでは施工深度75m、鋼管径1300mm～1400mmでは施工深度50mが限界であったが、今回、新たに本工法の技術評価を取得したことにより、東京湾臨海地域をはじめ支持層が深い地域へ、耐震性に優れた大径鋼管を用いたTN-X工法の適用範囲が広がり、経済性に優れた基礎構造を構築することが可能となる。

12. 溶接部性能を飛躍的に向上させた

ラインパイプ用電縫鋼管「マイティーシーム®」

JFEスチール（株）

JFEスチールでは、従来品に比べ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®」を開発した。「マイティーシーム®」はこれまで主にシームレス鋼管やUOE鋼管が使用されていた寒冷地などの石油・ガス用のラインパイプに適用される。本技術は京浜地区の24インチ電縫鋼管工場に導入済み。知多地区の26インチ電縫鋼管工場にも導入予定である。

JFEスチールでは従来から電縫鋼管の溶接部の性能向上に取り組み、高級ラインパイプ用電縫鋼管を製造してきた。しかし極寒冷地の低温下では、溶接時に発生する酸化物の影響で靱性が局部的に著しく低下する可能性があるため、電縫鋼管の使用を避ける傾向があった。そこで酸化物の形態や分布を制御することにより溶接部の特性を改善した電縫溶接技術を開発・商品化した。

商品化にあたっては以下の独自技術開発を行った。

- ①電磁伝熱有限要素法による電縫溶接現象の解析。
- ②上記解析結果による安定溶接条件の確立。
- ③溶接シームのシャルピー衝撃試験値を評価可能な酸化物探傷条件の調査。
- ④上記探傷条件をオンラインで実現する高感度フェイズドアレイ超音波検査技術の開発。

技術的には以下の特色がある。

- ①管全長にわたって良好な低温靱性を確保する製造技術。
- ②電縫溶接部に存在する酸化物の分布をフェイズドアレイ超音波検査でオンライン測定、機械的性質を全長評価。

13. 世界初の大口徑・高強度鋼管の実管曲げ試験装置

JFEスチール（株）

JFEスチールは、外径48インチのパイプライン用高強度鋼管の曲げ変形性能を実証する実管曲げ試験装置を世界で

初めて開発した。この試験装置は、鋼管に内圧を負荷した状態で曲げ変形を与え、座屈限界と破壊限界の変形量を調べるものである。当社は他社に先駆けて高強度で変形性能に優れたラインパイプ「HIPER®」を開発し、これまで多くの実証試験を行ってきたが、今回の開発により、外径48インチの高強度「HIPER®」の変形性能を実管で実証することが可能になった。

天然ガスパイプラインは地震地帯や凍土地帯に敷設されることがあり、パイプラインの安全性を向上させるため、鋼管には外力に抵抗する強度だけでなく、地盤の変形に追従するしなやかさが要求されるようになってきている。「HIPER®」はこの要求に応えるために開発された鋼管で、材質設計によって曲げ変形性能を向上させている。このため、管厚を増加させることなくパイプラインの安全性を向上させることが可能であり、建設コストを削減させることができる。実管の性能を実証(写真)することにより、第二西気東輸パイプラインの地震地帯には、外径48インチ、X80グレードの「HIPER®」が採用された。

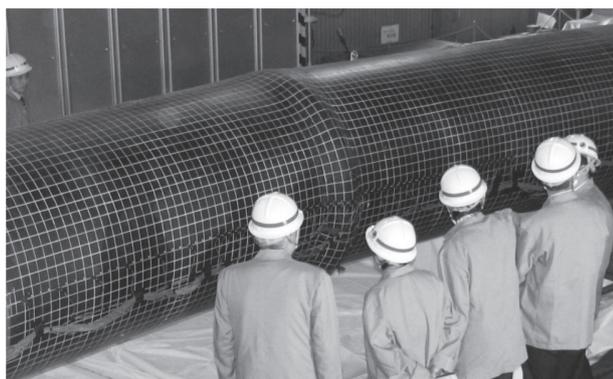


写真 48インチ鋼管の実証実験の結果

14. 衝突安全性能を評価する高精度落錘試験技術

住友金属工業(株)

住友金属工業は、自動車衝突安全性能の向上に貢献すべく、2002年から落錘試験装置を開発し、自動車車体・部品の衝突試験データを蓄積してきた。

近年、事故の実態をより正確に反映するため、衝突安全規則も多様化・複雑化しており、落錘試験装置の更なる進化が求められている。今般、これらのニーズに対応し、より錘体の発射姿勢の精度を高めた落錘試験装置を開発した。主な開発内容は以下の通り。

- 超高精度錘体吊上台車の新設：落錘試験装置の筒体先端から伸びるワイヤーは、新設の錘体吊上台車に接続し、この台車の下にマグネットをつないだ。
- 高精度ガイドレール新設：筒体側壁に上下方向に新たな高

精度ガイドレールを設置し、錘体吊上台車の姿勢を制御する。

この装置により、錘体を常に“まっすぐ”正確な位置で試験体に当てることが可能となった。また、試験体を必要角度傾けて設置するか、錘体の下面を必要角度傾斜した形状にするだけで、斜突試験を非常に高精度で実施可能となった。これにより、方向による強弱の無い衝突性能(ロバスト性能)を有する部材の開発・評価が可能となった。



図1 波崎1号落錘試験装置の外観

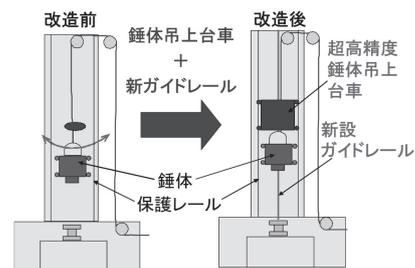


図2 落錘試験装置高精度化の概要

15. 14,000トン自由鍛造プレスの新設

(株)日本製鋼所

日本製鋼所室蘭製作所は海外を始とした大型鍛鋼品の需要に対応するため2007～2011年度で総額800億円を投入する大型設備投資を進めている。新たに建設された第2鍛錬・第2熱処理工場(15,830平方メートル)に同計画の主力設備である世界最大級の14,000トン自由鍛造プレスが設置され2010年4月に生産を開始した。これにより既設鍛錬工場の14,000、8,000と3,000トンの3基のプレスと合わせて鍛錬能力が3割向上する。



図 14,000トン自由鍛造プレス

新プレスは最大650トンの鋼塊から原子力発電プラントの原子炉圧力容器部材や蒸気発生器部材など主に大径鍛鋼素材を鍛錬成形する。

製鋼、機械工程の増強を含めたこれら一連の設備投資計画は2011年内に完了し、これにより原子力発電プラント向け部材の年間製造能力は2007年度と比較して2011年度には約3倍になる。

16. 新しい高性能ダイカスト金型用鋼DAC-MAGIC

日立金属(株)

近年、ダイカストのハイサイクル化、製品の大型化および型製作リードタイムの短縮が求められる中で、金型材料の特性としては韌性と高温強度だけでなく、耐大割れ性、耐ヒートクラック性、内冷孔割れ特性および被削性がもとめられている。そこで、これらの特性を兼備した高性能ダイカスト金型用鋼DAC-MAGIC[®]を開発した。従来、汎用のSKD61クラスのDAC[®]とDAC-Pに対し、高性能鋼としては高温強度の高いDAC10と韌性が高いDAC55が使用されてきた。今回開発したDAC-MAGICは高温強度がDAC10と同等で、かつ韌性はDAC55レベルであり、従来の高性能鋼の優れた特性を兼備させている。これらの特性は炭化物析出強化の利用を低減し、粗い針状ベイナイトの割合を低減させることにより実現させた。

耐ヒートクラック性について試験片にてテストした結果を図1に示す。4000サイクル試験後、SKD61とDAC55において深いクラックが発生しているのに対し、DAC-MAGICは深いクラックが発生しておらず、良好な耐ヒートクラック性を示していることがわかる。内冷孔割れ特性については内冷孔を模擬した環境で試験を行い、DAC-MAGICがSKD61とDAC55に比べ優れていることが確認された。実際のユーザにおける金型評価においても2倍以上の寿命が得られている。また、型製作の際に必要な被削性についても従来の高性能材DAC55よりDAC-MAGICが優れることを確認している。

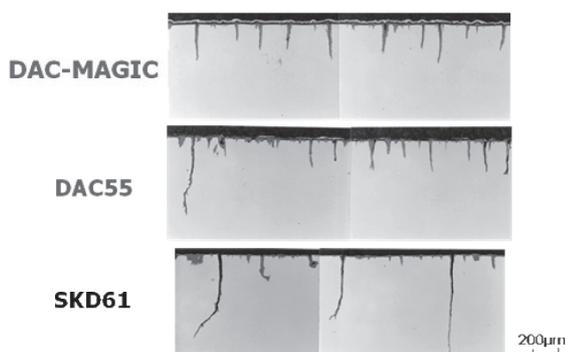


図1 ヒートクラック試験後(4000Cycle) 断面マイクロ組織

る。なお、本鋼は日刊工業新聞社の2010年十大新製品賞を受賞した。

17. SOFC用金属インターコネクタ材の開発

日立金属(株)

日立金属は、高温(700～1000℃程度)で作動する高効率の燃料電池として実用化が期待される固体酸化物形燃料電池(以下、SOFC)の耐久性向上という課題に対応するため、耐酸化性等を大幅に向上させたインターコネクタ用合金ZMG[®]232J3、ZMG[®]232G10を開発し、2011年4月よりサンプル提供を開始した。

金属インターコネクタ(図)は、セラミックス製のセル(燃料電池の単位)間を作動温度で電氣的に接続するために用いられる。このため、作動温度での「①良好な耐酸化性」、「②良好な電気伝導性」、「③セル材料等に近い熱膨張係数」が必要とされる。

日立金属はこれらの特性を満たすべく、Fe-22Cr系フェライト合金ZMG[®]232Lを2005年に開発し、国内外の燃料電池メーカーに評価を頂いている。

さらに、寿命4万時間を目標としたSOFCの耐久性向上を狙って、ZMG232Lをベースに、スピネル層、クロミア層から成る導電性のある酸化皮膜の薄膜化・緻密化を図った合金設計に取り組み、耐酸化性、導電性を約2倍に向上させた新合金ZMG232J3、ZMG232G10を開発した。

本稿の一部は、新エネルギー・産業技術総合開発機構からの委託研究「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」にて実施した内容を含む。

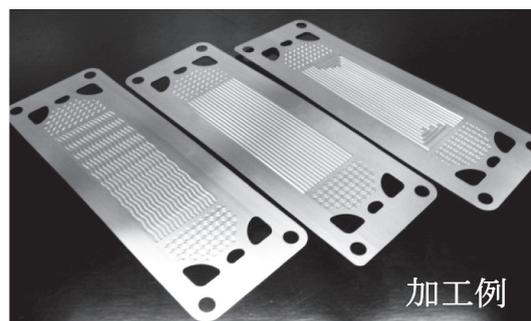


図 金属インターコネクタ(加工例)

18. プレス成形法による

二重管式エキゾーストマニホールドの開発

(株)住友金属直江津・住友金属工業(株)

住友金属直江津と住友金属工業は、トヨタ自動車(株)および(株)三五と共同で、難加工性ながら耐熱性に優れるス

ステンレス鋼板 (NAR-AH-4) を用いたプレス成形法によるエキゾーストマニホールド (以下、エキマニ) を開発し、部品の薄肉・軽量化と排気ガスの清浄化を達成した。

AH-4は火力発電設備の高温構造部材として開発された高性能な耐熱合金だが、高強度の難加工材のため、複雑なプレス成形が要求されるエキマニには採用することが困難だった。

本開発では、数値解析を駆使して薄肉化したAH-4でのプレス加工法を開発することにより、エキマニへの適用を実現した。AH-4の適用により、従来の耐久性を維持したまま25%の薄肉化・軽量化を達成し、同時に熱容量低減で冷間始動直後に排出される排気ガスの清浄化に大きく貢献した。

エキマニへの高耐熱ステンレス鋼板の適用は、低燃費化のために上昇する排気ガス温度への対応を可能とするので、自動車の環境性能向上への寄与が期待される。

本開発は、(財) 素形材センター会長賞 (2009年) を受賞した。



図 二重管構造のエキマニ
左：外観、右：NAR-AH-4製のエキマニ内管

19. 乗り心地を向上させる電磁式動揺防止制御装置の開発

住友金属工業 (株)

鉄道は大量輸送の代表であり、ECOな乗り物である。その便利さゆえに多くの乗客の安全を守り、乗り心地の快適さが求められる。住友金属工業では、鉄道車両の横揺れを打ち消

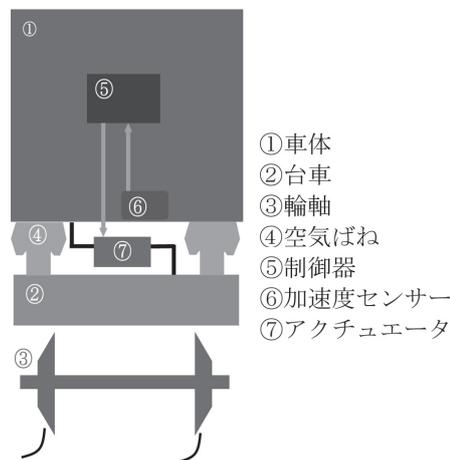
す方向に電磁アクチュエータ (図1) を配備・動作させることで、高速でも安全に、かつ乗り心地を大幅に改善する動揺防止制御装置を開発した。

動揺防止制御装置とは、鉄道車両で問題となる車体左右方向の振動 (横揺れ) を加速度センサーで検知して、その振動を打ち消す方向にアクチュエータで制御力を発生させるシステムである。住友金属工業では、このシステムに新規開発した電磁アクチュエータを採用した。電磁アクチュエータはモータの回転をローラーねじで直線運動に変換するため、従来の空気圧式アクチュエータに比べて応答性に優れており、高速鉄道車両の厳しい環境下でも飛躍的に乗り心地を向上させた。

開発した電磁式動揺防止制御装置は、今後さらにスピードアップする鉄道車両の顧客サービス拡大への必須装置として採用されていくと考えている。



図1 電磁アクチュエータ



- ①車体
- ②台車
- ③輪軸
- ④空気ばね
- ⑤制御器
- ⑥加速度センサー
- ⑦アクチュエータ

図2 動揺防止制御装置の概要