

特別講演

□第163回春季講演大会経営トップ特別講演
(平成24年3月28日)

大同特殊鋼の環境対応戦略

Environmental Strategy of Daido Steel

嶋尾 正

大同特殊鋼(株) 代表取締役社長

Tadashi Shimao



*脚注に略歴

1 はじめに

今回は特別講演という事で主に大同特殊鋼の環境対応と製品紹介などを含め、ご紹介させて頂きたいと思います。

まず「特殊鋼」を一言で語る事はとても難しい事です。一般的には鋼に元素を添加して特性を引き出すと言われます。むしろ理解して頂きやすいのは、例えば回転体や力がかかる場所、温度の高いところでの使用など、機械類の中で使用される事が多い材料で、通常は人の目に触れる事の少ない環境で使用される事が多い材料です。主に輸送機器や産業機器の中で適用されています。

特殊鋼生産は1990年頃までは右上がりに成長しており、これは日系の自動車のグローバル生産台数とほぼ近似する形となっています(図1参照)。90年を境に自動車の海外生産による部品の現地調達化により上昇カーブが崩れ、近年では更に自動車の燃費向上による軽量化の影響を受けていると言えます。

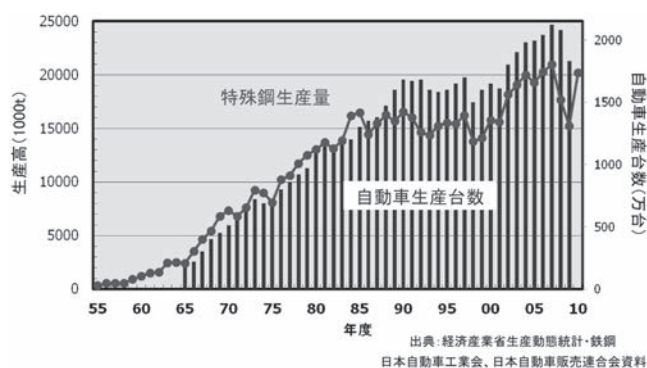


図1 日系メーカ生産台数と特殊鋼生産量

2 大同特殊鋼の沿革

大同特殊鋼は1916年福沢桃介が前身である電気製鋼所を設立しました(写真1参照)。この方は慶応大学を創立された福沢諭吉の娘婿にあたり、水力発電で「日本の電力王」と呼ばれた方です。木曽川水系の余剰電力を有効活用しようと考え、1.5tエルー式アーク炉にて電気炉事業を開始した事に端を発します。この炉は経済産業省の「近代産業遺産」に認定されています(写真2参照)。

1962年にモータリゼーションを予測し、伊勢湾の東海市に知多工場を新たに建設、操業を開始しました。また、大同特殊鋼は戦後に合併を繰り返してきた少し珍しい会社です。最終的には1976年に大同製鋼、日本特殊鋼、特殊製鋼の3社が合併して、それぞれの会社の特徴を持ち合わせる事により、



写真1 創業者福沢桃介翁

* 昭和48年3月早稲田大学第一商学部商学科卒業、昭和48年4月大同製鋼(株)(現 大同特殊鋼(株))入社、平成16年6月同社取締役、平成18年6月同社常務取締役、平成21年6月同社代表取締役副社長、平成22年6月同社代表取締役社長

現在の大同特殊鋼となりました。2016年には創業100年を迎えます。

大同特殊鋼の経営理念は次の通りです。

「21世紀社会に貢献する創造的、個性的な企業集団を目指し人を活かし、技術を極め 未知の領域に挑戦し続けます。」

地球環境への配慮と国際社会でも良き企業市民である事を念頭に、社会から求められる企業グループを創造していく事を目指しております。この理念を実行していく原動力は従業員ひとりひとりの強い意気込みと責任ある行動力であると考えています。

大同特殊鋼は特殊鋼鋼材だけでなく約2000種と言われる多くの鋼種を有しています。更に棒鋼や線材など様々な形状の製品を生産する事ができます (図2参照)。このため鋼のデパートと呼ばれる事もあります。常にユーザの要求に応えるべく、小ロットで多品種な製品をタイムリーに提供できる事を特徴としています。

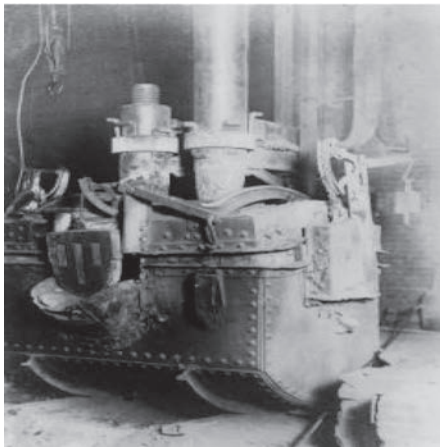


写真2 わが国最古の1.5tエルー式アーケ炉

【材料別】

- 特殊鋼鋼材
 - 構造用鋼
 - 肌焼鋼
 - バネ鋼
 - 軸受鋼
 - ステンレス鋼
 - マルエージング鋼
 - 耐熱鋼
 - 金型用鋼
- Ni/Co 基合金
- 溶接材料
- 電子材料
- Ti合金
- 金属間化合物(Ni-Ti, TiAl)
- Mg 合金
- Mn 合金
- Cr, Ta, Nb etc.
- Nd, Sm 基合金
- In, Ga 基合金
- 複合材料

【製品形状別】

- 特殊鋼鋼材
 - 棒、異形棒
 - 平
 - 角
 - 山形、溝形
 - 線
 - 板、帯、クラッド
 - 異形鍛造
 - 複雑形鍛造
 - 粉末(異形、球形)
 - 粉末成形品
 - 薄膜・素子

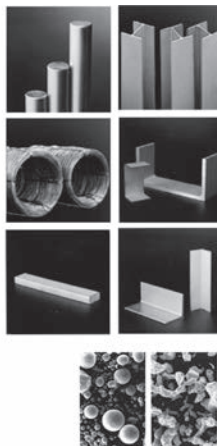


図2 大同特殊鋼の材料別、形状別一覧

3 環境対応の3つの柱

3.1 特殊鋼電炉はリサイクル業

私どもは電気炉を用いて特殊鋼を製造している会社で、特殊鋼電炉業と呼ばれます。原料の9割以上は社内、社外を含めたりサイクル品で、主に特殊スクラップを使用しています。日本国内のスクラップの発生量は約5100万t。そのうち国内リサイクルで使用されるのが約4500万t程度。電炉で消費するのは3000万t。残りは高炉メーカーが使用しています。一部は casting 用に使われますが、鉄スクラップのほとんどを鉄鋼業でリサイクル使用している事になります。現在、スクラップのうち600万tは輸出されており、日本で唯一資源を輸出しているのは、実はスクラップという事になります。

特殊鋼の品質の良さはスクラップ品質にも影響されますので、適切なスクラップ管理こそ良い品質の製品を生み出す鍵になります。またエンジニアリング部門を持っておりますのでリサイクルプロセス設備の製造にも取り組んでいます。

3.2 大同特殊鋼の環境対応の取り組み

特殊鋼電炉業はこのように壮大なりサイクルの中で成り立っており、産業界の中では多量のエネルギーを消費しています。その中で大同特殊鋼は、長年をかけて生産プロセスの省エネルギー化に取り組んでいます。

図3に知多工場の例を示しますが、電気炉5基から種類の異なる精錬、連続鋳造機を持ち、その全ての鋳片を分塊圧延機で半製品を造り、その後一旦冷やされた後に再度加熱されて製品圧延や最終圧延がなされます。

各工程では、排熱利用やリジェネレーター、燃料転換、直行率改善、一貫歩留まり向上活動、更にはモダリティシフトまで様々な取り組みで省エネルギー化、二酸化炭素排出削減を推進しています。

一例ですが、プロジェクト活動として現場を中心に燃焼最

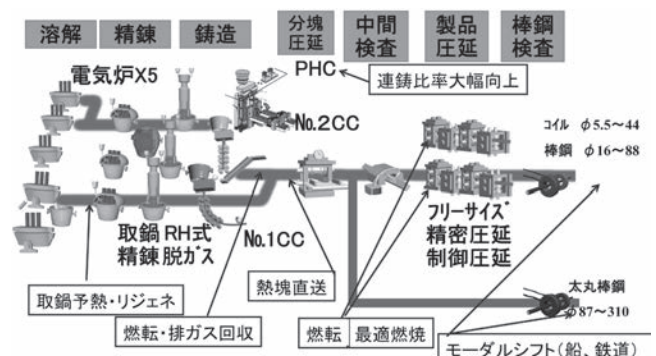


図3 大同の省エネ生産プロセス (知多工場)

適化の活動を5年掛かりで実施してきました。名古屋地区の対象67基の炉の燃焼最適調整など地道に取り組む事により、2010年度には二酸化炭素排出削減量は年9200tを実現しました。全社的には2005年度対比19%削減を実現し、若干の生産量の低下もありますが削減目標を大きく超える事ができました。

3.3 大同特殊鋼の環境対応製品戦略

私どもの製品を表1に示します。これはセグメント別にアプリケーションに対しどのような環境対応製品を有しているというものです。特殊鋼は自動車関連が多く全体の約5割です。その他工作機械など産業機械が約3割、この2つで全体の約8割方を占めています。これらを中心に環境技術を素材面から支え、ユーザへのきめ細かな対応でニーズに合わせた製品を開発しています。更には部品の省エネルギー化と共にユーザの製造工程の環境対応にも貢献できる事が私どもの目指しているところです。

3.3.1 自動車向け部材の開発

特殊鋼は自動車のエンジン、足回り、駆動部、懸架バネ等に用いられます(図4参照)。中型車(車重1.4t車)で約186kg、比率にして約14%使用されます。内訳は炭素鋼から低合金鋼までが6割程、それ以外は多種多様な特殊鋼が様々な部品として使用されています(表2参照)。

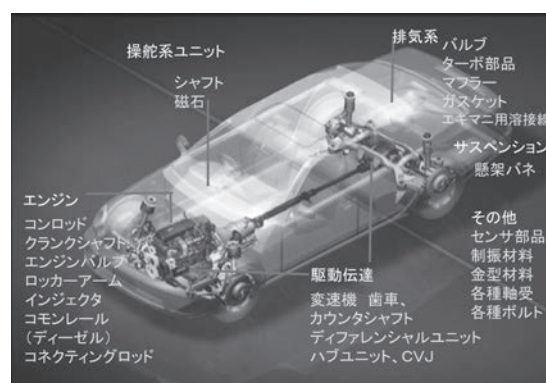


図4 自動車用特殊鋼使用部品例

表1 大同特殊鋼のセグメント別方向性

	特殊鋼鋼材	自動車・産業機械部品	電子・磁性材料	エンジニアリング	新素材
(A) 自動車向 自動車部品	ミッション歯車用鋼 コンロッド鋼 コモンレール用鋼 耐熱鋼、非調質金 型ソリューション	高速精密鍛造品 ターボ関連鍛造品 溶接ワイヤ	モータ用磁石 省資源磁石 リアクトル 燃料電池材	真空浸炭炉	高機能粉末 耐熱Ti合金
(B) 産業機械向 航空機、発電 船舶、医療	高合金鋼 耐熱鋼、軸受鋼 高窒素SUS鋼 極細線	航空機エンジンシャフト タービン用ブレード、ディスク 船舶用バルブ 新幹線車軸ベアリング MinRocking、ドリルカッター	FA用磁石 インバータ変換素子	下水汚泥炭化炉 太陽光発電	医療用Ti合金 制振合金
(C) 電子部品向 電子、家電、IT	HDD用SUS鋼 (ハブ、ビッド)	計測器部品	HDD、家電用磁石 ICカードフレーム、LED 磁気センサ	焼結炉 真空熱処理炉	ターゲット材 電磁波吸収シート

太字:環境対応製品

表2 自動車用特殊鋼の鋼種・部品別内訳

特殊鋼比率は、自動車1台で約186kg(14%) (重量1.4t車換算)

材質	重量(kg)									
	エンジン (マニホールド等)	駆動	ボルト	懸架 バネ	軸 部品	タイヤ コード	操舵	ブレーキ	排気 系	他
炭素鋼	3.5	24.2	30.0	14.3	14.6		6.2	0.7		0.2
Cr鋼	0.7	2.3			0.6		1.5	0.05		0.1
Cr-Mo鋼	0.6	5.6			1.5					
SNCM鋼		1.2								
快削鋼	20.5	2.5					2.1			
耐熱鋼	1.8									
Cr-SUS	21.5									
Ni-SUS									1.3	0.05
軸受鋼		0.3			3.7					
ばね鋼	1.3	0.8		12.1				0.6		
硬鋼線						9.9		0.08		
合計	49.9	37.0	30.0	26.4	20.3	9.9	9.7	1.5	1.3	0.3
重量比(%)	26.8	19.9	16.1	14.1	10.9	5.3	5.2	0.8	0.7	0.2

出典:特殊鋼倶楽部

自動車の環境対応に求められているものは

- ①排出量の少ない自動車そのものの小型化
- ②エンジン性能を維持しつつ排出量を削減するために直噴ターボ、DCT変速機やアイドリングストップ等の新機構を付与したエンジンの小型化であるダウンサイジング。
- ③発想を変えて駆動方式を大きく変更させる環境対応車としてのHEV、PHEV、EV化などです。

図5に示す通り自動車の内燃機関のエネルギー効率では、燃焼エネルギーの約2割しか使用されず、残りの8割は損失しているというのが実情です。例えば摩擦損失を低減していくために歯車の効率化や多段ミッションを活用するなどの対策を取りますが、それに対して素材では歯車の小型化・高強度化を進めていきます。燃焼効率の改善では、ターボチャージャーや直噴化等による排気損失の改善を進め、内燃機関や排熱の高温化等に取り組みます。また一番効率の大きな動力源変更に対しては、電動化を効率よく進めるために高特性磁石開発に取り組む、軟磁性部品の効率化を進めるという具合です。

歯車用鋼の開発については、長年に亘りユーザーと共同で開発を進めてきました。1980年以降、環境規制強化により、小

型化・強度化が進み、ベース鋼（JIS鋼）では能力不足となり、時代と共に歯元疲労強度の改善や面疲労強度の改善など、高強度歯車用鋼（DSG）や高靱性歯車用鋼（ALFA）、高面圧歯車用鋼（DPG）、高濃度浸炭用鋼など様々な歯車用鋼を開発してきました（図6参照）。従来はこのように素材としての知見で要求を満たす材料を開発するという手法でしたが、近年では材料+αのプロセス技術を含めた工程というトータルに開発が進められています。

エンジニアリング部門として開発している真空浸炭炉と研究部門で開発した真空浸炭用鋼（DEG）に加え、独自の炉操業ノウハウを凝集したソフトウェアのコンビネーションで実際にトータルソリューション製品としてユーザーに提供しました。この真空浸炭炉「ModulTherm®」はガス浸炭炉対比で大幅な二酸化炭素排出量削減とトータル生産性向上を実証しています（写真3参照）。本システムは社団法人日本機械工業連合会主催の「平成22年度優秀省エネルギー機器表彰」の「資源エネルギー庁長官賞」を受賞し、そのロゴマークの使用が許されています。

内燃・排熱の高温化への対応部品の代表としてターボチャージャーが挙げられます。ターボはその昔、高出力化が

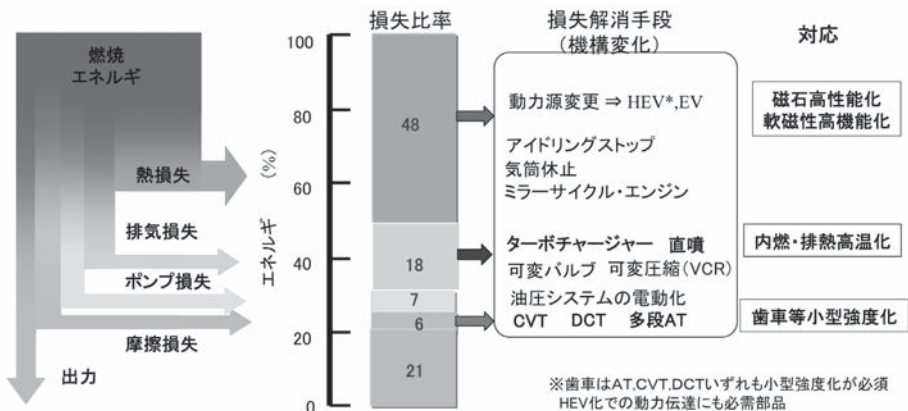


図5 内燃機関のエネルギー効率から機構の変化

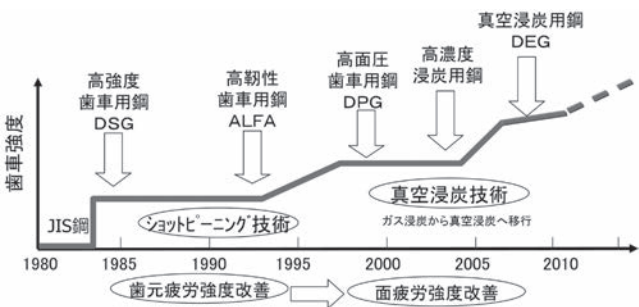


図6 歯車の小型強度化 要求技術と材料開発例



写真3 真空浸炭炉「ModulTherm®」

主流でしたが、近年では環境対応でエンジン性能を維持しながら小型化させてターボを付加するというダウンサイジング方式が欧州では主流であり、その搭載率は大幅に増加しています。ターボチャージャーは機能向上のため、より高温排熱となり、そのため更なる耐熱特性が必要となります。私どものグループ会社ではこのハウジングやインペラーをプロセスモデリングとロストワックス減圧吸引法により薄肉化を実現、また、世界で唯一素材にTiAlを採用する事で大幅な軽量化を実現しました。環境対応型ターボチャージャーとして世界に貢献しています(図7参照)。同様にエンジンバルブについても直噴化による高温、高耐食性と軽量化の両立を実現しています。

新駆動方式、例えばHEVは数多くのモータを使用します。これらのモータには高特性または高耐熱性の磁石が求められます。そのため高性能と省資源の両立を目指した磁石開発にも積極的に取り組んでいます。開発製品の磁気特性を図8に示します。新焼結磁石(PLP)では2013年に量産化を目指し

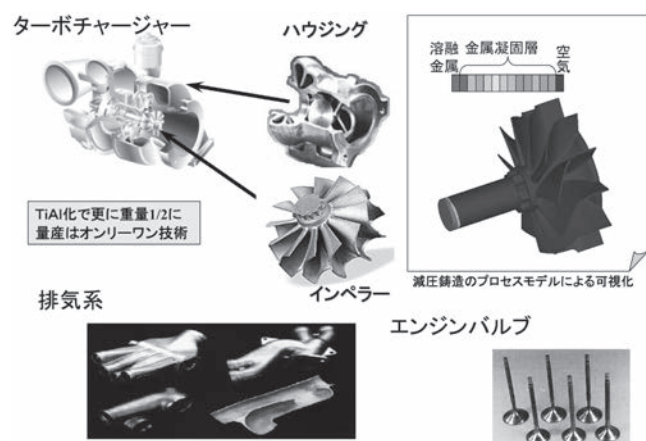


図7 内燃・排熱の高温化対応 耐熱鋼の開発

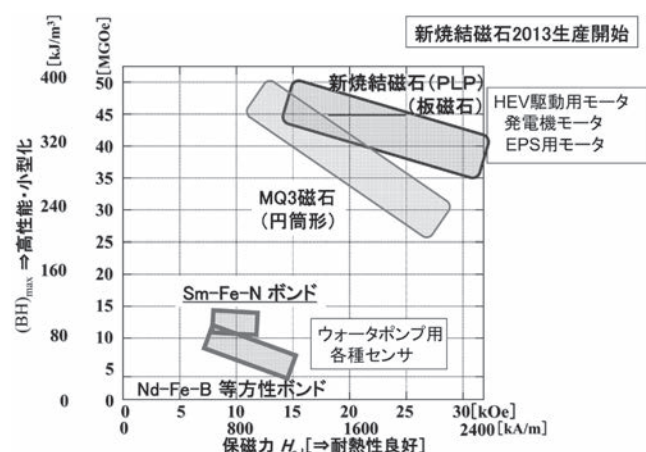


図8 磁石の高特性化 大同の磁石製品

ています。

その他、軟磁性材料として大同特殊鋼の粉末が使用されています。これはHEVに搭載されているインバータに粉末を整形して高性能のリアクトルを構成するもので、コストと電磁鋼板に負けない磁力を両立させています。その他、微粉微細化による低損失高周波小型化部品に軟磁性材料粉末の使用を期待しています。

3.3.2 産業機器向け製品

航空機エンジンのシャフト材料として開発されたマルエージング鋼(GE1014)は、従来比率20%以上の省エネを実現しています。これはユーザとの10数年にも及ぶ共同開発の成果と言えます。材料開発では溶解と精錬の徹底した改良によって、疲労破壊の起点になる介在物を極限まで低減する事ができ、高強度で疲労寿命や延性靱性を大幅に改善しています。これはボーイング777の長距離型の機種に搭載されています。飛行機の部品の中でもエンジンシャフトは最後まで壊れない事を前提として取り扱われ、途中で交換する事はありません。これは非常に信頼性の高い材料として要求されているものです。

今、話題となっているボーイング787では2種のエンジン様式があり、日本の飛行機メーカー2社では搭載エンジンが異なりますが、そのいずれもが私どものロングエンジンシャフトになると認識しています。

発電機の蒸気タービンブレードとして、火力発電も効率化が進められています。蒸気温度の高温化に対応するために、新しい耐熱材料が要求され、今後更にその傾向が強まります(図9参照)。高発電効率化で蒸気温度が600℃を超える高温になるため、VSRプロセス(減圧下大気完全遮断溶解)と4面鍛造機にて、高清浄度高強度フェライト系耐熱鋼を製造しています。

3.3.3 電子・家電向け環境社会への貢献

私どもはクリーンエネルギー発電装置として、集光式太陽光発電の開発にも取り組んでいます。ひまわりのように常に太陽の方角を向き、フレネルレンズで集光して発電するこの方式は、平板型の製品に比べ約2倍の発電効率があります。その形状の特性を活かし駐車場などの省スペースでの発電を期待しています(図10参照)。まだ適用前段階ではありますが、国内数カ所と海外でもスペインで長期間の実証テストを進めており、なかなか良いデータが出ています。本技術は2011年の「第25回中日産業技術賞」を受賞しています。

このような環境対応型の製品は今後も更に重要になって来ると考えられます。例えば自動車では、直近ではアジア圏の急

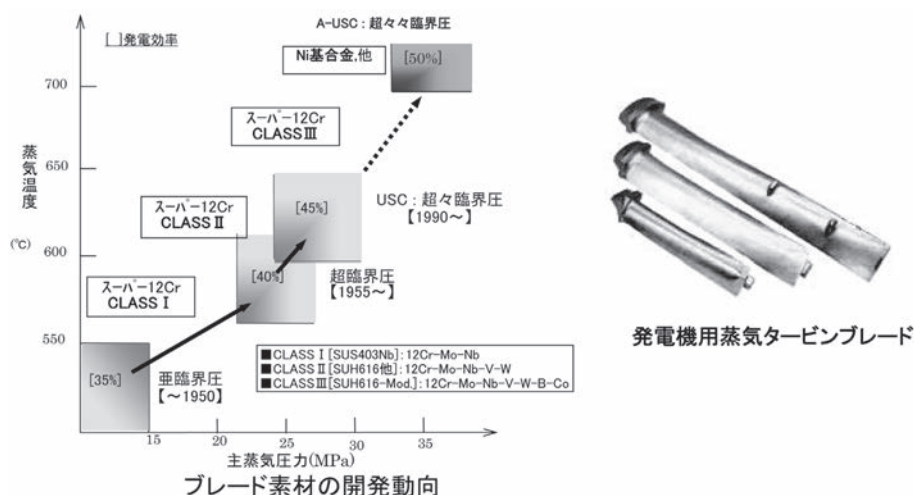


図9 発電の効率化部品（蒸気タービンブレード材）

光を集めて発電(820倍)

フレネルレンズ

自動で太陽を追いかけるシステム

セル

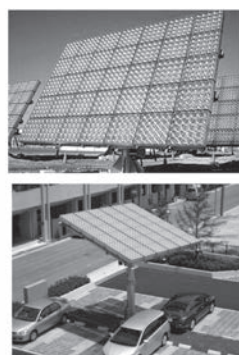


図10 集光式太陽光発電の紹介

成長により全体生産は伸びるでしょうが、その後は現地生産が進行すると予想しています。

産業機器については、喫緊のエネルギー需要問題に積極的に対応していく必要があります。

そのため、世界に負けない特殊鋼メーカーを目指し、コスト競争力と品質、製品開発、企業体質の強化を大同特殊鋼グループ一体となって取り組みます。その対応策のひとつとして、主力知多工場の合理化を進めます。これはスケールアップした状態で小ロット多品種を進めるために改善に取り組むもので、物流、熱効率改善と代替エネルギーの積極的活用という事でコスト低減と省エネルギーを両立させようとする少し欲張った電気炉を開発したいというコンセプトです。現在、2013年秋稼働予定で取り組んでいます。

4 ものづくりと人材育成

大同特殊鋼のものづくり力は、長年に亘り蓄積された材料技術、独自の開発力、そして、現場のものづくり力によって成り立っています。しかしながらこのものづくり力を支えるのはやはり「人」そのものが大切である事は言うまでもありません。また、グローバル化社会、内向き志向が指摘される中、企業が持続的に発展するためにも優秀な人材の確保・育成は大学と企業の産学協同で取り組んでいかなければならないと考えています。

5 終わりに

最後に、この21世紀これからの世界はアジアの時代と言っても過言ではありません。時代は大きく動いています。日本、中国、韓国、アセアン、インドを含めた南アジアには約30億の人が住んでいます。

この大きな潜在力を秘めた市場や人々に、まさにエネルギー環境を破壊する事なく、快適な社会や生活を実現するために、私ども大同特殊鋼はその品質と高い技術を駆使し、素材メーカーとして、世界の発展に引き続き貢献していきたい。それが我々の使命だと強く認識し、これからも努力してまいります。

(2012年5月7日受付)