

## 5 . 内閣府・評価助言会議

## 5.1 はじめに

新たな千年紀を迎えるにあたり、人類の直面する課題に応え、新しい産業を生み出す大胆な技術革新に取り組むこととして、平成 12 年度より政府・内閣府主導のもとにミレニアム・プロジェクトが開始され、本課題はその多くの分野のうち、「リサイクル・リユース技術の導入・開発」で実施されている 11 の事業のうちの一つである（文部科学省管轄事業）。

それぞれ各事業が対応した実現目標を設定して実施しているが、具体的な事業内容の構築に当たっては、省庁横断的な取り組みと、官民の十分な連携を図ることはもとより、明確な実現目標の設定、複数年度にわたる実施のための年次計画の明示や、各界の有識者による評価・助言体制が必要である。本課題については、定期的に行われる「リサイクル・リユース等推進評価・助言会議」において、研究推進状況の報告、委員による評価、助言を受けての取り組み方針の答申を行っている。平成 12 年 6 月に第 1 回が開催されてから、これまでに約年 2 回のペースで開催され、年度初頭に昨年度の研究内容の報告を行い、これに対する委員の評価、助言を受ける形で、年度中に対応方針の報告を行い、これまで 10 回を数えている。（平成 17 年 4 月現在：最終平成 16 年度内容については平成 17 年度中に審議）

本課題は、前期においては、対象の絞込みの不明確さ、経済性、回収プロセスの検討不足、進捗状況の遅さなどの指摘を受けたものの、後期では、助言会議での提言に応えた形で研究を遂行し、年次目標をよく達成するとともに、鉄製造技術の現象論的解明をはじめ、実機レベル適用に向けた凝固・加工一貫プロセス模擬試験機の開発への着手、不純物利用材料の創製に成功した点などが評価され、おおむね良い実施業績とされた。

本章では、本会議での研究報告、評価、答申における実際の資料を紹介し、本研究の全体像を概括する。

## 5.2 内閣府助言会議委員構成

（議長）平岡 正勝	京都大学名誉教授
茅野 充男	秋田県立大学生物資源科学部生物生産科学科学科長
東畑 透	（社）日本自動車工業会 環境委員会リサイクル・廃棄物部会副部長 日産自動車（株）リサイクル推進室長
平野 敏右	東京大学名誉教授 独立行政法人消防研究所理事長
田中 信壽	北海道大学大学院工学研究科教授
細田 衛士	慶應義塾大学経済学部教授
松田 美夜子	生活環境評論家

### 5.3 第9回(平成16年6月開催:平成15年度終了時点報告)事業実施報告書

#### ミレニアム・プロジェクト「リサイクル・リユース技術の開発・導入」事業実施報告書

【省庁名：文部科学省】

事項	説明
実施施策名	10. 高品質のリサイクル鉄製造技術
実施目標	リサイクル鉄（スクラップされた鉄をリサイクルして生産される鉄）の活用促進のため、強度に優れた高品質のリサイクル鉄を製造技術を確立する。
政策への活用方針	本プロジェクトは、スクラップ鉄の高度利用に道を開き、今後大量に更新時期を迎える建築物の鉄骨、廃棄自動車回生材などの再利用への適用など、循環型社会構築に大きく寄与することが期待される。今後基礎的検討をさらに進め、スクラップ鉄からの創製鋼の特性向上に関する指導原理の確立に努め、段階的に実用化に向けての検討を行う。
平成15年度までの事業実施状況	<p>（総括：目標に対する達成状況、政策への活用に向けた事業の進捗状況、来年度以降の課題）</p> <p>平成12年度に開発、平成13年度に導入した不純物均一化技術のハード（装置）によって、不純物均一分布制御因子の整理をさらに進め、平成14年度には10キロオーダーの析出素塊について高強度化の試みを行った。また、15年度は、数10キロオーダー素塊創製設備整備のために必要な製造条件を検討し、凝固・加工一貫プロセス模擬試験機の開発に着手した。今後、プロセスパラメーターと創製組織、特性の関係を総合的に明らかにし、実プロセスへの適用を目指した検討を行う。</p> <p>（具体的な事業実施内容）</p> <p>高リン含有鋼におけるMn-Si脱酸・凝固時のリンの挙動について熱力学的予測と実験データをほぼ整合させた。</p> <p> casting 粒径と冷却速度の関係を古典的粒成長モデルで定式化した。</p> <p>急冷凝固薄板材の機械的性質と組織、介在物などとの関係を明らかにした。</p> <p>リサイクル鋼創製設備の整備を行い、Cu、Snなどを含む急冷凝固材の創製に成功した。</p> <p>せん断付与圧延によって塑性歪みを従来圧延より効果的に導入できることを示した。</p> <p>自動車及び家電に関するリサイクル材料技術の検討を行うため、研究実施機関主催ワークショップ内で国際検討会を開催した。</p> <p>欧米（米、独）におけるリサイクル鉄利用薄スラブ生産プロセスの現状、研究開発状況について調査した。</p>
平成16年度以降の事業実施計画・方針（本年度の改善点）	平成16年度は、これまで得られた不純物均一化技術、高強度化技術、及びこれまで導入、整備を行ってきた数10キロオーダー素塊のリサイクル鋼創製設備を利用し、急冷凝固、新加工プロセスを複合化した高品質のリサイクル鉄製造技術の指導原理を確立させる。また、国内から欧米、アジアなどを含む各国のスクラップ鉄利用プロセスの現状と展望、研究開発状況等の調査結果をまとめ、本プロセス実用化に不可欠な技術的課題を抽出する。
関係機関や民間との連携の状況	本課題は実用化前研究であり、実機レベルでの模擬試験や、実プラントへの適応性の検討など、民間との連携が不可欠であり、強度2倍、寿命2倍の新世紀構造材料（超鉄鋼）研究で培ってきた協力体制を継続しつつ、これまで試作材の創製や、研究課題の検討などを連携して行ってきた。現在も、実プラントを念頭においた技術課題検討会などの交流を定期的に行っており、この連携は今後も推進していく。
当該テーマにかかる外的な研究環境（国際動向、研究動向等）など参考事項	現在、鉄鋼産業界では、世界的に薄スラブCCを始めとするCC-コンパクト熱間圧延プロセスが普及しつつあり、その多くは鉄のリサイクルを念頭においている。本課題では、米国や独国における製造プロセスの調査や研究開発状況の把握を行った結果、世界的な潮流に研究の方向性が合致していたことがわかり、今後も世界的に連携して本プロセスを推進することの必要性を痛感した。今後、これら欧米各国との交流、連携体制を視野に入るとともに、アジアでは日中韓の主催する鉄鋼研究国際会議でスクラップ鉄利用プロセスの適切な研究指針を検討していく。

## 5.4 年次計画と達成状況

事業名 10. 高品質のリサイクル製鉄製造技術

	12年度	13年度	14年度
当該年度の目標	不純物均一化技術のハード開発と1キロ分析素塊の作成	10キロ分析素塊での不純物均一分布制御因子の整理	10キロ分析素塊で強度1.5倍化の高性能化実現
当該年度の具体的課題	不純物均一化技術の実験装置を開発し、1キロレベルの素塊を得る。 加工熱処理の検討が可能な実験設備を整備し、加工組織を解析する。 得られた素材の主に機械的性質とミクロ組織の関係を解析する。 開発材料の表面欠陥を高精度に検出する装置を開発する。	凝固冷却速度を変化させた場合の凝固組織変化を系統的に解明する。 加工方式を変化させた場合の加工組織変化を系統的に解明する。 ミクロ組織を変化させた場合の機械的性質の変化を実験的に調べる。 開発材料の表面欠陥を高精度に検出する装置を高度化する。	溶解・脱酸・凝固過程における鋼、酸化物中不純物の挙動をさらに明らかにする。 凝固冷却速度を制御した不純物含有分析用素塊を創製する。 加工方式を変化させた場合の板材の機械的性質を明らかにする。 変形モードを変化させた場合の機械的性質の変化を実験的に調べる。 不純物を含有した棒材の高強度化・高疲労強度化を行う。 表面欠陥検出装置を高度化する。 リサイクル材料技術に関する調査を行う。
実施体制(委託先等)	文部科学省金属材料技術研究所	独立行政法人物質・材料研究機構	独立行政法人物質・材料研究機構
進捗状況(実施に当たって生じた問題点等を含む)	概ね目標達成。リンを含有する分析素塊を作製し、ミクロ組織や不純物偏析を解析した。 概ね目標達成。圧延時の角度の違いによる変形および集合組織への影響を見いだした。 概ね目標達成。結晶粒微細化を施した鋼において、変形組織の違い、応力-ひずみ関係の予測に関する基本的知見を得た。 概ね目標達成。開発材料の表面欠陥を高精度に検出する装置を開発した。	目標達成。不純物元素であるリンを含有する鋼について、凝固冷却速度を変えて、金属組織や不純物の偏析を解析した。 また、凝固したままの素材の機械試験を行い、リンによる強度、のび上昇を確認した。 ほぼ目標達成。圧延時の変形の仕方の違いによる集合組織(結晶方位の不均一分布)の違いを見つけた。 目標達成。結晶粒を変化させた場合の応力-ひずみ関係に関する知見を整理できた。 目標達成。開発した材料の表面の欠陥の高精度検出可能な装置をより高度化した。	目標達成。鋼の凝固中及び酸化物中のリンの熱力学的・動力学的挙動を検討した。 ほぼ目標達成。薄スラブCCを模擬できる溶解・凝固試験装置の基礎試験を行った。 ほぼ達成。せん断ひずみを付与することにより、靱性が改善することを示した。 目標達成。リンと炭素を利用した超微細棒材を創製し、高強度・高疲労強度化できた。 目標達成。粒径と高速変形応力の関係を整理することができた。 目標達成。表面欠陥検出装置をさらに高精度化した。 ほぼ目標達成。自動車及び家電リサイクルに関する調査を行い、公開のワークショップを開催した。
自己評価	概ね目標を達成し、順調にスタートできている。	ほぼ目標を達成した。次年度以降の系統的、総合的展開の基盤を築いた。	ほぼ目標を達成した。次年度以降の実機レベルへの応用化前研究への基盤を築いた。

	15年度	16年度
当該年度の目標	数10キロオーダー素塊のリサイクル鋼創製設備整備	数10キロオーダー素塊でのプロセス制御因子の解析
当該年度の具体的課題	溶解・脱酸・凝固時の不純物挙動の熱力学的予測と実機との整合を検討する。 冷却条件を変化させた際の凝固組織との関係を明らかにする。 急冷凝固材の特徴を調査する。 大型化や実験条件の変化に対応した創製試験設備の整備 加工方式を変化させた場合の内質に及ぼす効果を明らかにする。 リサイクル鋼創製プロセスに関する調査を行う。	数10キロオーダーでの、急冷凝固、新加工プロセスに関するプロセスパラメータと組織及び特性に関する総合的知見のとりまとめを目指す。
実施体制(委託先)	独立行政法人物質・材料研究機構	独立行政法人物質・材料研究機構
進捗状況(実施に当たって生じた問題点等を含む)	ほぼ目標達成。りん含有鋼のMn-Si脱酸実操業データとの整合を取ることができた。 目標達成。冷却速度と铸造 粒径との関係を定式化することができた。 ほぼ目標達成。急冷凝固材中の組織、介在物について特徴的な現象を捉え、機械的特性との関係を明らかにした。 ほぼ目標達成。シミュレーターの铸造部、冷却システムを改善し種々の実験条件に対応させた。またCu、Sn入りの不純物鋼の創製に成功した。 目標達成。せん断付与と圧延の利用により、従来圧延よりも効果的に結晶粒を微細化できることを明らかにした。 目標達成。欧米各国における現状と研究開発状況を調査し、研究推進方向の妥当性を確認した。	...
自己評価	ほぼ目標を達成した。実プロセスを睨んだ総合的基礎研究を遂行することができた。	

## 5.5 委員による評価、助言と対応方針

### 評価・助言を踏まえた事業の取組状況

#### 10. 高品質のリサイクル鉄製造技術（12～16年度、文部科学省）

項目	評価・助言	評価を踏まえた対応状況
1. 現状分析	<p>開発投資が大きい感があるが、将来的な必要性から評価できる。スクラップ鉄の高度利用が必要となる時期についても考察、説明されたい。</p> <p>スクラップ材の需要促進、鉄鉱石の消費削減への寄与も大きく、適切なテーマ設定であるが、異物分離プロセスなど多方面からのアプローチも検討の必要がある。</p> <p>全体的な方向としては、現在のままでよい。</p> <p>当初は位置づけが明確でない感があったが、この1年で急速に研究が進んだと評価している。</p>	<p>国内の鉄スクラップ発生量は年々増大しており、資源循環型社会、環境調和型社会の実現に大きく資する本プロセスの実用化は喫緊の課題と考えられる。現在は、経済を取り巻く厳しい状況、既設の鉄製造設備の長寿命化により、逼迫度は抑えられているが、国内の鉄需要量と鉄スクラップ発生量の差は年々縮小しており、2030～2040年頃には需給が拮抗し、鉄スクラップのみで需要を賅うことが可能になると予想されている。それまでには本技術の導入、実施が不可欠と考えられる。</p> <p>スクラップ鉄の分別・分離に関しては、手分解法、シュレッダー法とも、コスト面、技術面に関して解決するべき点が多くあることが調査により明らかになってきている。しかしながら、現在、わが国ではリサイクル法の施行に関連した政策により、北九州市エコタウンなどで分離リサイクル事業が推進されており、銅などのように大きな影響を及ぼす不純物元素を高濃度に含んだ部品(例えば自動車中のワイヤーハーネス)を優先的に取り除くなど、選別プロセスを工夫することにより、着実に業績を上げつつある。本課題では、ほとんど分別エネルギーを投じなかった全混合のケースで、どこまで不純物を許容できるか、あるいは積極利用できるかという見地から遂行しており、実際の実施にあたっては、不純物含有で到達した品質と、選別に投じるエネルギーの兼ね合いから、選別プロセスと組み合わせることが妥当と考えられる。</p>
2. 実施目標の達成度	<p>目標は達成されつつある。</p> <p>鉄製造技術の現象論的な部分に関しては、着実に目標を達成している</p> <p>強度1.5倍が可能な条件が確認されており、目標を達成している。</p>	
3. 改善点	<p>リサイクル率の上昇、不純物濃度の上昇、リサイクル鉄の需要に関するシナリオの明示が必要。</p>	<p>家電リサイクル法、自動車リサイクル法の適用などもあり、マテリアル全体から見たリサイクル率は外的要因からも年々上昇すると考えられ、この点からも本プロセスの実現は重要と考えられる。不純物元素ごとに濃度などの動向を明確に把握することは、プロセス選択上も重要と認識しており、市場スクラップ中の不純物濃度の動向に関して調査を実施した。その結果、建造物廃材中の硫黄、銅、錫濃度などは高いことがわかった。また、本課題で調査した結果は、これまでの調査により</p>

	<p>コスト、エネルギー評価の結果をより分かりやすく示して欲しい。</p> <p>目標品質を絞り込むのではなく、スクラップ材（種類、成分）ごとの特性にあった目標品質を設定するほうが現実的。</p> <p>鉄の循環とストックの状況を押さえた上でのリサイクル鉄の需給バランスに関するシナリオの明示が必要。</p>	<p>予測された不純物濃度範囲に入っており、今後も建造物の老朽化・廃棄が進むことから、市中スクラップ中不純物濃度が増大する傾向は続くと考えられる。一方自動車鋼板、部材そのものの不純物は総じて低く抑えられており、その品質を生かしたりサイクルループ構築も考えられる。ただし、従来の知見と異なる点もあるので、現在フォロー調査を継続して行っている。</p> <p>新プロセス評価のための調査におけるエネルギー、コスト、環境負荷などは、どの範囲までを対象として計算するかという前提条件が不明確になりがちである。今後も調査を続ける上で、常に適切な前提条件の設定、確認をしながら、行ってまいりたい。前年度提出した新プロセスと既存高炉プロセスの比較に於いて、消費エネルギー、CO<sub>2</sub>発生量についてはランニングコストで、設備コストに関してはフィールドコストを除いた設備導入コストで提示している。</p> <p>スクラップ材から再生材への最も効果的な回生の仕方であるリユースに対し、本プロセスは全スクラップ混合溶解という視点から検討している。ただし、ご指摘のように、スクラップ種別の特性にあった目標品質設定は実プロセス上大変重要であるので、現在、例えば自動車用部材としては、板材と棒材に分けて研究を遂行しているが、それぞれのスクラップ種別に両部材に対応させることなども念頭に入れたプロセス構築を考えてまいりたい。その際、各部材ごとの製造プロセス制御因子を明らかにするために、現在、溶解から凝固、圧延までの試験シミュレーターの改造を継続的に行っている。また、スクラップ中不純物濃度調査により、部材によって大きく濃度が異なることが明らかとなっており、スクラップの品位別に製品を製造するときにも対応できるよう、幅広いプロセスウィンドウを持った研究を継続してまいりたい。</p> <p>需給関係はスクラップ鉄の価格に大きく影響し、数年単位で大きく変動している。年々国内のスクラップ排出量は増大、逆に需要は減少しており、今後30年ほどで需給が逆転し、鉄スクラップが安価に入手できる可能性がある。すでに国内スクラップ蓄積量は10億トン前後に達しており、90年代半ばより我が国はスクラップ鉄の純輸出国となっている。需要先は韓国、中国などのアジア圏であり、今後堅調な輸出を見込んだとしても、国内での循環量が増大するのは必至である。この点からも、今後、市場スラップの発生動向、不純物濃度の動向について、綿密な調査を継続していくとともに、資源循環型社会に向けて積極的な提言を行ってまいりたい。</p>
4. その他	<p>スクラップ鉄発生事業者との連携も考慮し、最小資源化が可能となる方策に転換していく必要性を感じる。また、再生材独自の特性を生かせる需要先の発掘も必要。</p>	<p>ご指摘のとおり、大変重要な点なので、これまで北九州エコタウンのように家電、自動車、OA用品、医療器具など総合的にリサイクルを推進している事業者を訪問、調査し、今後の連携、協力体制も視野に入れた取り組みを進めている。特に自動車に関しては、スクラップの動向の把握も含めて事業者と緊密な連携をはかってまいりたい。また、再生材の適用対象部材に関しては、現在エンドユーザーや部品メーカーとも意見交換を定期的に行い、需要の開拓を行っている。また今回、</p>

		<p>米国のスクラップ鉄利用プロセスの現状を調査し、スクラップ中不純物ごとの特徴をよく把握したプロセス構築や、不純物の長所・短所を見極めた適切な製品適用範囲の選択を行っていることが認識された。今後、このような考え方を研究成果の積極的利用プロセス提言の際に反映してまいりたい。</p>
--	--	---

## 5.6 研究報告概要

### 10. 高品質のリサイクル鉄製造技術(事業の成果等の概要)

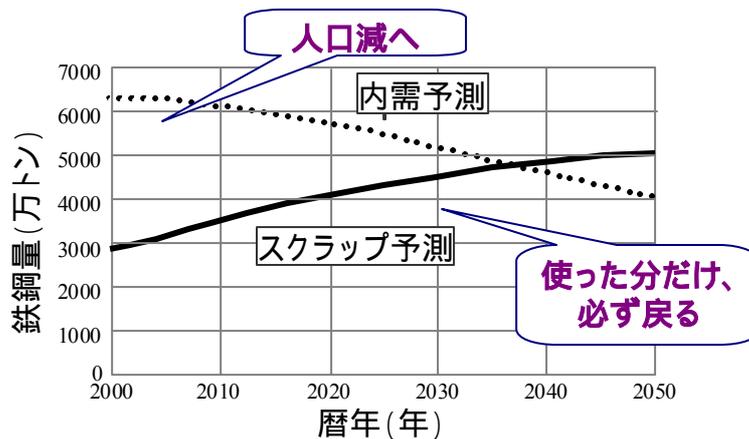
#### 年次展開と政策助言

	年次目標	
平成12年度	不純物均一化技術のハード開発と1キロ分析素塊の作成	→ シーズ発掘から制御因子の整理、強度1.5倍化実現へ
平成13年度	10キロ分析素塊での不純物均一分布制御因子の整理	
平成14年度	10キロ分析素塊で強度1.5倍以上の高性能化実現	→ 実機レベルでの適用性の検討
平成15年度	数10キロオーダー素塊のリサイクル鋼創設設備整備	
平成16年度	数10キロオーダー素塊でのプロセス制御因子の解析	

#### 評価・助言会議等でのコメント

- ・社会的適合性の評価分析が必要 環境面、コスト面での評価を実施
- ・応用対象を絞って検討すべき 社会的、技術的意義の大きさより自動車を一つの対象に
- ・近年のスクラップの動向調査が必要 不純物濃度など継続的に調査
- ・リサイクル鉄の需要、今後の展開に関するシナリオ、戦略も重要、欧米、アジアを中心に動向調査を進め、協力を検討。

#### リサイクル鉄利用の重要性の増大



数十年後には内需とスクラップ発生量が拮抗し、国内でのリサイクル鉄循環が非常に重要に

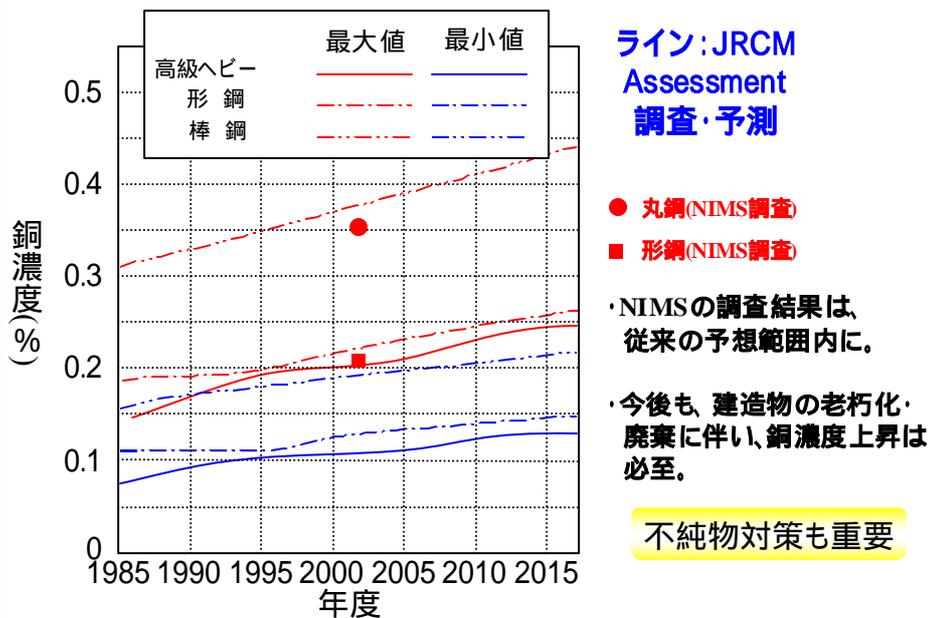
## 調査活動の推進

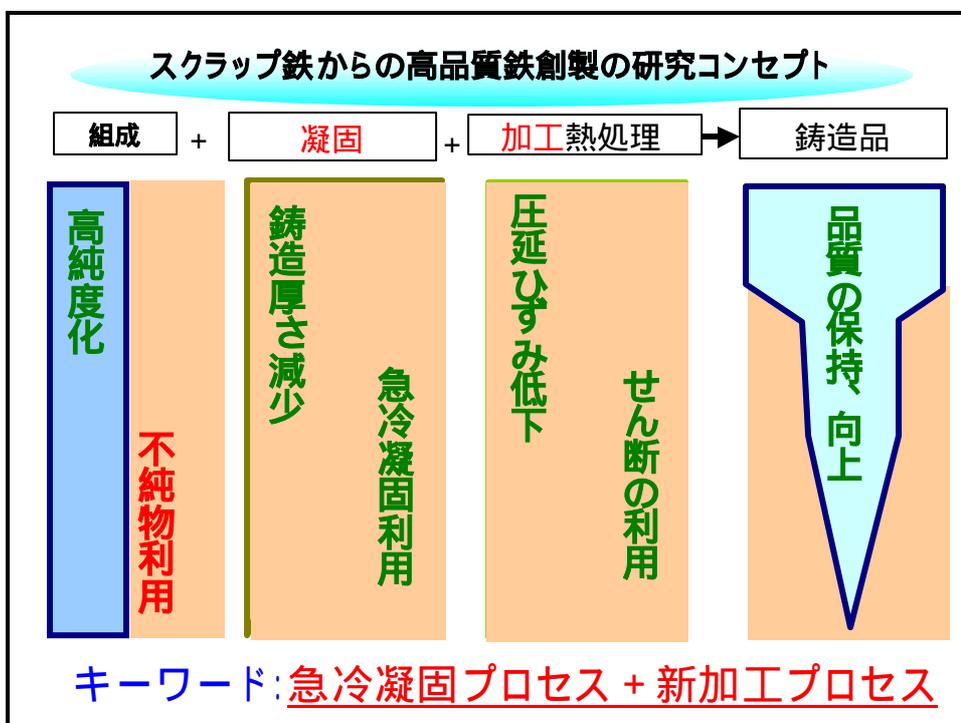
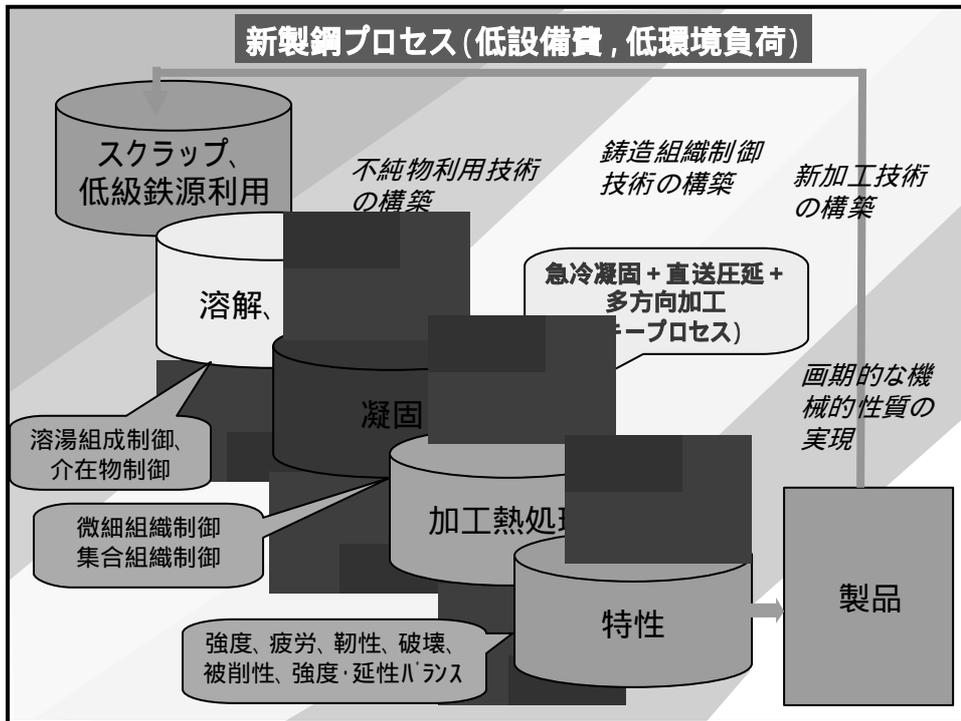
市中くずの不純物成分分析調査(速報)

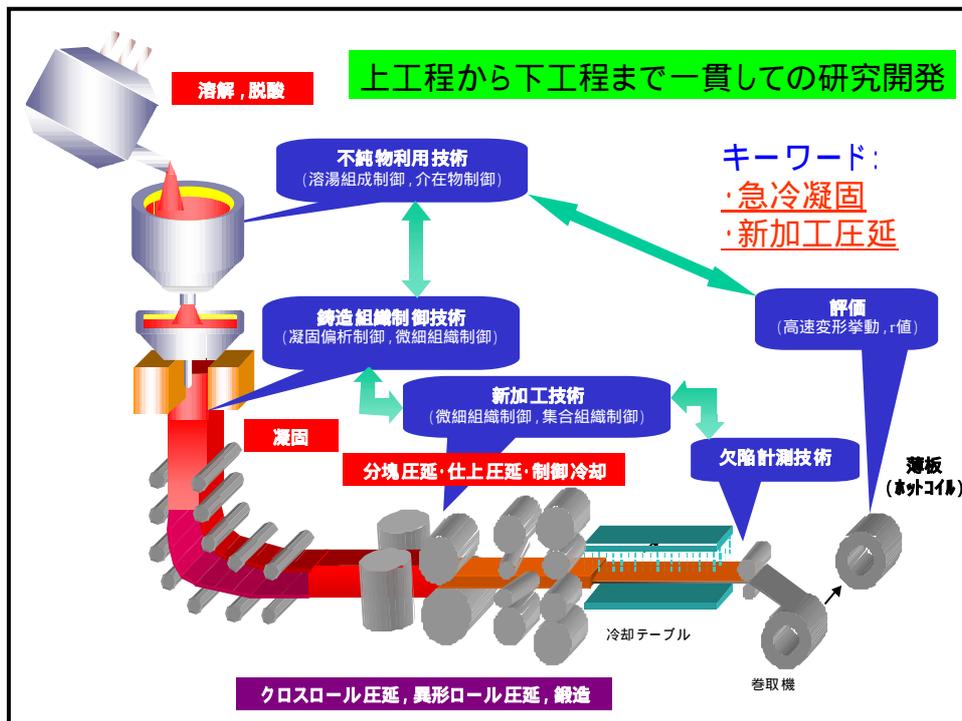
くず種類	N	分析平均値(wt%)			
		P	S	Cu	Sn
形鋼	7	0.017	0.040	0.211	0.036
丸鋼	7	0.021	0.034	0.354	0.027
自動車 body(P)	3	0.012	0.015	0.010	Tr.
自動車 body(S)	9	0.012	0.014	0.017	Tr.
飲料缶	3	0.009	0.022	0.010	0.022

スクラップ鉄の動向を調査するため、市中スクラップ鉄中の不純物濃度をくず種類ごとに調査した結果、リンや硫黄などに比較して、銅や錫は自動車スクラップではあまり多くないことが分かった。従来の知見とは異なるため、今後、慎重なフォロー調査が不可欠。

## 市場スクラップ中不純物銅濃度の予測



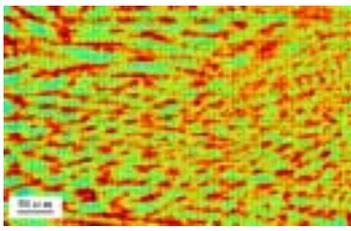




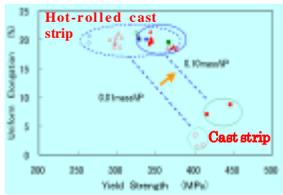
### 高リン含有薄板の創製

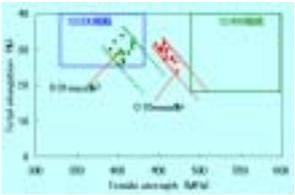


広幅ホットストリップ創製試験  
(三菱重工・広島の利用)



鑄片中のP偏析状態 (CMA)

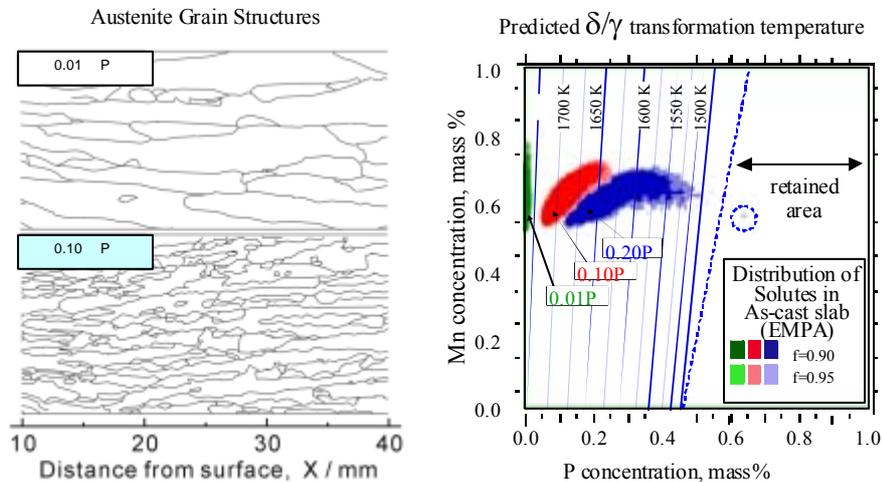




**不純物Pは急冷凝固により微細に分散  
再加熱圧延では強度・延性バランス向上**

**従来材の1.5倍の強度の再生材を得る可能性**

## 不純物リンによる、粒成長の抑制

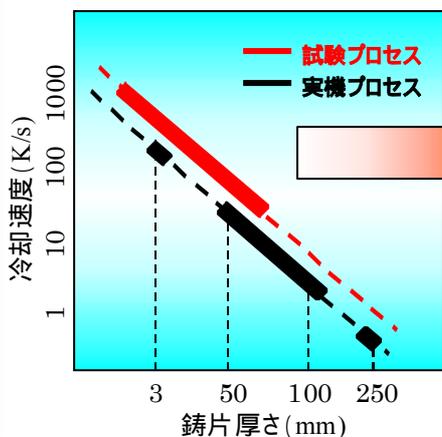


不純物リンを0.1mass%含有した100mm厚スラブの組織を調べ、粒が微細化していること、その機構として、フェライトが低温まで残留して、粒の成長を抑制している可能性が示された。

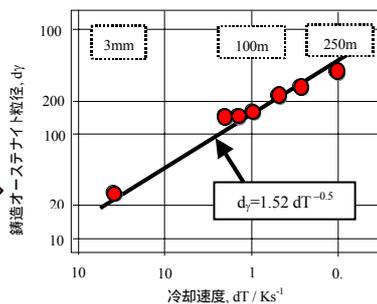
## 急冷凝固プロセスにより得られた研究成果の例

鑄片が薄いほど  
凝固冷却速度は速くなる

組織微細化の可能性



冷却速度と組織の関係

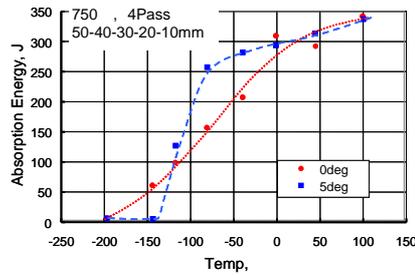
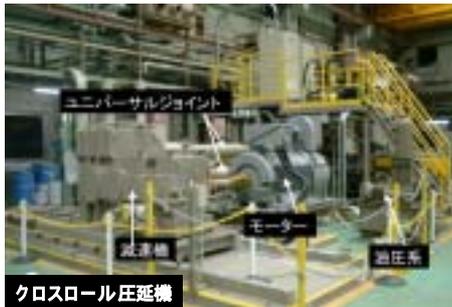


冷却速度が大きいほうが  
組織(鑄造粒)が細くなるという  
経験則を、定式化することができた。

## シーズからの新しい基礎検討のための実験

### 新しい加工モードプロセスの検討

クロスロールを用いて鋼板にせん断ひずみを導入した場合の  
 靱性改善効果調べた。

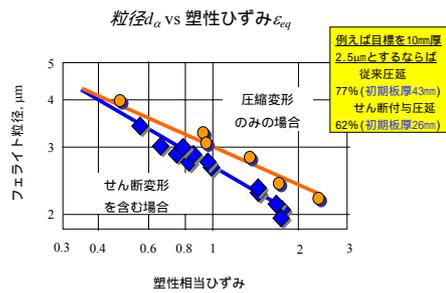
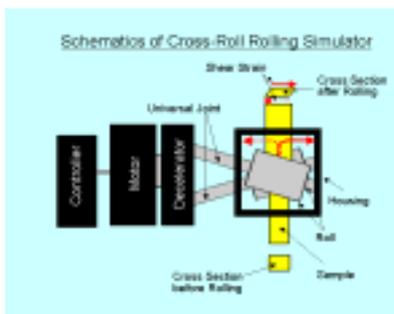


シャルピー試験衝撃値と温度の関係

**クロスロール圧延後により延性-脆性遷移温度が低くなり、  
 鋼板の靱性が改善されることが分かった。**

## 加工モードの変化により得られた研究成果の例

### 鋼の圧延時にクロス角をつけたロールで圧延する



Low Carbon Steel: 0.15C-1.5Mn-0.3Si (wt.%)  
 Reverse Cross-Roll Rolling 750 , 4 Pass: 50-10mm

Improvement in Toughness and Formability and grain refinement effect

**クロスロール圧延によるせん断ひずみ導入により、従来圧延よりも  
 同じ塑性歪みにおける結晶粒微細化効果が高くなることがわかった。**

## 強度1.5倍化への試み

### 板材の創製

急冷凝固を利用した場合

[実験条件]

- ・ 鋳造方法: ストリップキャストイング
- ・ 鋳片厚さ: 3mm
- ・ 不純物リン濃度 0.1mass%

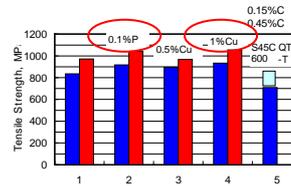
材料	YS (MPa)	TS (MPa)	El (%)
本薄鋳造片素材	446	621	9.4
SS400製品(例)	265	412	30.0

### 棒材の創製

炭素・リン添加、  
超微細粒化を利用した場合

[実験条件]

- ・ 炭素濃度 0.45mass%
- ・ 溝ロール圧延



形状の異なる鋼に対し、強度1.5倍化に目処をつけることができた。

## リサイクル鋼 模擬素塊 創製実験設備の整備



### 溶解・凝固シミュレーターの導入

薄スラブCCを模擬した溶解～鋳造装置を導入、30～100mm厚インゴットの創製を可能にした。組織は実機スラブをよく模擬できていることを確認した。

これまで、連続鋳造機からの  
鋳造まま組織観察は大変困難。



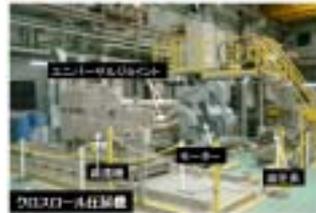
種々の実験・冷却条件に対応できる、  
薄スラブ組織シミュレーターを  
開発することができた。



### せん断付与圧延機の導入

クロスロール圧延試験装置を導入、0～10°の角度をつけた圧延により、せん断歪導入材の創製に成功した。

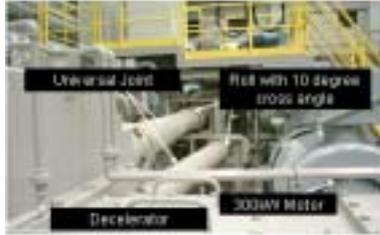
従来は、形状制御のため最大2°まで  
のクロス角が実プロセスで適用。



クロス角を増大させ、せん断を積極的に  
利用することにより、内質制御にも  
効果があることを始めて示した。

シーズの発掘から、

基礎試験用  
溶解・鑄造シミュレーター



小規模  
せん断付与圧延機

実プロセスへの展開まで

パイロットプラント例  
ストリップキャスター



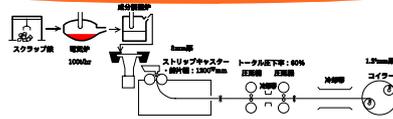
シミュレーターの導入・開発、パイロットプラントによる鑄片の試作を行った。

試作品への展開



高リン含有鋼により作製したガードレール

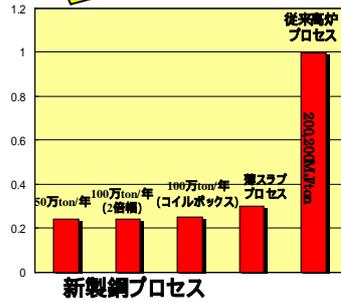
## 新プロセスのエネルギー収支・環境負荷・経済性の調査 (評価・助言会議コメントへの対応; 試算前提の明示)



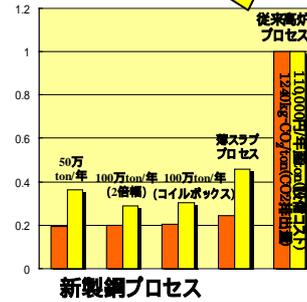
消費エネルギーは  
従来プロセスの1/3

CO<sub>2</sub>排出量は1/5、  
設備コストは1/3

<新プロセスイメージ>



全消費エネルギー



CO<sub>2</sub>発生量、設備コスト

・新プロセス(電炉、ストリップキャストプロセス)、薄スラブプロセスは消費エネルギー、CO<sub>2</sub>排出量、設備コストとも従来プロセス(高炉、スラブ圧延プロセス)より小さく、**循環型社会構築の上で妥当性がある。**  
・消費エネルギー、CO<sub>2</sub>排出量はランニングコストで示しており、設備コストはフィールドコストを除いた装置導入コストとなっている。

## 世界における、リサイクル鉄利用プロセスの動向調査、 各国との連携

- **米国** ミニミルを中心にスクラップ鉄利用プロセスの先進国。リサイクル鋼適用範囲の適切な選択、**生産性、操業の安定性の向上、** 鑄造技術などリサイクル阻害要因の抑制努力は学ぶ点多い。**鑄造まま組織の研究の重要性を認識。**
- **ドイツ** 官学を挙げて連携した鉄鋼研究を実施。**環境問題からCO<sub>2</sub>削減に対する意識が高く、薄スラブプロセス研究が盛ん、製鉄機械開発でも一歩リード。**
- **アジア** 現在高炉プロセスによる大量生産を誇る中国も近い将来**リサイクル問題を視野に入れた取り組みの提唱が必要。** 韓国も高炉、電炉がバランスよく発展。定期的に共催の国際会議などを開催し、意見交換、研究協力など、**活発な交流。**

世界的な鉄鋼研究の潮流における、**本課題の重要性を再確認。**  
今後も欧米、アジアの動向の調査を継続し、  
各国との交流、協力関係を構築していく。