第1回 資源対応力強化のための 革新的製銑プロセス技術開発 プロジェクト事後評価検討会 **資料5**



平成25年12月12日 経済産業省製造産業局鉄鋼課製鉄企画室 JFEスチール(株)、新日鐵住金(株)、(株)神戸製鋼所

<u>目 次</u>

1. プロジェクトの概要

2. 目的・政策的位置付け



4. 成果、目標の達成度

5. 事業化、波及効果

6. 研究開発マネジメント・体制等

<u>1. プロジェクトの概要</u>

概要	鉄鋼業では、低品位製鉄原料の利用拡大による資源対応力強化及び 省エネルギー化の促進が喫緊の課題となっている。このため、本事業で は現状の高炉設備をそのまま使用し、高炉内還元反応の高速化・低温 化機能を発揮する革新的製銑プロセス(低品位炭と低品位鉄鉱石の混 合成型・乾留により生成されるコークス代替還元材:フェロコークス)及び その操業プロセスを開発し、製銑プロセスの省エネルギーと低品位原料 利用拡大を両立させた革新的技術の開発を目指す。						
実施期間	平成21年度~平成24年度(4年間)						
	18.7億円(補助金額、補助率:1/2)						
予算総額		平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度		
	予算(億円)	3.5	4.2	7.0	4.0		
	JFEスチール 新日鐡住全体	√株式会社 失式会社	東北大学多	δ元物質科学 ▽ 空 に	研究所 空科		
実施者	者 株式会社神戸製鋼所 九州大学大学院工学研究院 東北大学大学院工学研究科						
プロジェクト リーダー	武田 幹治	JFEスチール	>株式会社(ス	、チール研究	所 主席研究員)	

<u>1. プロジェクトの概要</u>

~フェロコークスによる省エネ、CO2削減+資源対応力強化~



最近の製鉄資源高騰例

比較的安定的に推移してきた<u>石炭と鉄鉱石</u>の鉄鋼原材料の価格は、2004年以降に急激な上 昇に転じ、2008年には高品位炭が約3倍、鉄鉱石が約1.7倍とそれぞれ急騰した。2009年の 経済危機で価格が低下したものの、高止まり、価格の反転が認められ早急な対応が必要。



製造業のエネルギー消費原単位の推移



- ■エネルギー基本計画(2010年6月閣議決定) 2030年に向けた産業部門での目標として、「世界最高のエネルギー利用効率の維持・強化を図る。」とされ、その具体的 取組として鉄鋼分野では革新的製銑プロセス(フェロコークス)や環境調和型製鉄プロセス(COURSE50)が位置付けら れている。
- ■省エネルギー技術戦略2011

~産業部門の導入シナリオ図~



我が国CO₂排出量の約15%を占め、我が国産業部門中最大のCO₂排出業種(産業部 門全体の約43%)である鉄鋼業においては、そのCO₂排出の約7割を占める高炉プロ セスでの還元反応効率を飛躍的に向上させ、省エネルギー・CO₂排出削減に有効な革 新的製銑プロセスの開発が必要である。本プロセスは「エネルギー基本計画」(H22.6.18閣 議決定)において、「研究開発を推進し、2030年までの実用化を図る」とされている。

また、近年、鉄鋼原料資源の寡占化の進展、中国・インド等新興国における鉄鋼生産 の拡大等により、我が国鉄鋼業は、①資源確保、②鉄鋼製品の国際競争力の両面で 大きな課題に直面しており、資源対応力強化を図ることは、我が国にとって重要課題で ある。

高度成長期に建設されたコークス炉の寿命は約50年であることから、2020年以降、 本格的な更新時期を迎えるため、本プロセスは、それまでに大型実験機及びその評価 を完了させる必要がある。



以上の背景を踏まえ、 本研究開発は、我が国が直面するこれらの課題に照らしても早期に実現されること が望まれるため、国の補助により短期集中的に実施していくことが必要。





文科省で体型的基礎研究 > NEDO先導研究で新知見

本プロジェクトで最適プロセス開発

研究成果は、2012年度世界製鉄会議(ブラジル)などの国際会議で報告され、日本発信の新 技術として、COURSE50プロジェクトとともに高く評価されている。

3. 目標

(1) 狙い

低品位の製鉄原料を活用した資源対応力の高い製銑プロセスにより、製鉄プロ セス(高炉法)における省エネルギーを促進するとともに、資源対応力の強化 を実現する。

(2)内容と効果

- ・高炉内還元反応の高速化・低温化を可能にするフェロコークス(低品位石炭 と低品位鉄鉱石を砕いて固め乾留したコークス代替還元剤)の開発及びフェ ロコークスを用いた革新的高炉操業技術の開発を実施する。
- ・これにより現行高炉操業に対して最大約10%の省エネルギー及び約20% の高品位炭使用量削減等を実現する。

具体的には、以下を実施する。

①フェロコークスの組成・構造条件の探索【成型技術】
 ②フェロコークスの製造プロセス開発【乾留技術】
 ③フェロコークスによる高炉操業プロセス開発【高炉評価技術】

<u>3. 目標</u>

フェロコークスプロセスの原理(1)

- ・低品位の原料(石炭・鉄鉱石)を使用する(劣質原料利用拡大)。 ・製品強度を得るために圧密により、成型物を製造。
- ・乾留により、酸化鉄を金属鉄に還元。



11







~要素基礎技術プロセスの開発~



◎低品位石炭と低品位鉄鉱石を砕いて固める。

3. 目標

研究開発計画



<u>3. 目標</u>

研究開発の連関図



<u>3. 目標</u>

工業規模でのフェロコークス製造プロセスを実現するために以下の項目を確認・実証する。
 ①フェロコークスの組成・構造条件の探索
 ②フェロコークスの製造プロセス開発
 ③フェロコークスによる高炉操業プロセスの開発

上記の目標完遂のため、各々について目標を設定した。

開発項目	目標・指標	設定理由		
①フェロ コークス	成型設備を完成し、設備の操業技術を確立	成型・乾留一貫操業技術の確立に向けて、 成型設備の操業技術を確立するため。		
の組成∙ 構造条件 の探索	新規バインダーの試作、及び新規バインダーの性状、 配合量と成型物強度の関係の明確化	フェロコークスに適した新規バインダーの 工業的生産技術の確立に活用するため。		
②フェロ	循環ガス加熱による乾留炉での適正製造条件の確立	パイロット規模での製造技術、安定操業技		
コークス の製造	長期製造試験による安定製造技術の確立	術を確立し、次ステップへのスケールアップ検討が可能な技術を構築するため。		
プロセス 開発	大型高炉使用時の課題の明確化	大型高炉使用試験に向けた製造技術、使 用技術を検討するため。		
	離散要素法モデルによるスケールアップ検討、原料配 合設計に適用できるシミュレーションの実施	次ステップのスケールアップの指針を得る ため。		
③フェロ	混合分散状態制御因子の影響の明確化	フェロコークスの高炉装入、評価技術を構		
コークス による高 炉操業プ ロセスの 開発	生成融液が高温還元性状に及ぼす影響の明確化	築、次ステップのスケールアップ検討時の 効果推算精度向上技術を構築するため。		
	フェロコークス反応モデルの検証と精度向上			
	フェロコークス反応モデルを高炉数学モデルへ導入した 総合モデルの構築			

6

4. 成果、目標の達成度



17

<u>4. 成果、目標の達成度</u>

本事業での開発目標(成型技術、乾留技術、高炉評価・操業技術)を全て達成した。

開発項目	目標・指標	成果	達成度	
①フェロ コークス	成型設備を完成し、設備の操業 技術を確立	成型設備の操業技術を確立された。(原料粒度、バイン ダー添加量、成型温度、成型圧力など)	達成	
の組成• 構造条件 の探索	新規バインダーの試作、及び新 規バインダーの性状、配合量と成 型物強度の関係の明確化	成型物の強度支配因子を明確にした。また、パイロットプ ラントで連続成型を実施し、既存バインダー代替の可能性 が示された。	達成	
②フェロ コークス の製造 プロセス 開発	循環ガス加熱による乾留炉での 適正製造条件の確立	成型・乾留一貫システムの運転、操業技術を確立し、30t /dの製造能力を実証した。更に30日間の長期製造試験に	達成	
	長期安定製造技術の確立	よりプロセスの安定性が実証された。		
	大型高炉使用時の課題の明確化	約10%の省エネポテンシャルを確認し、高炉多量使用時 の課題を明確にされた。		
	離散要素法モデルによるスケー ルアップ検討、原料配合設計に適 用できるシミュレーションの実施	滞留時間分布の観点から炉形状の最適化を実施し、ス ケールアップの指針を示された。	達成	
③フェロ コークス	混合分散状態制御因子の影響の 明確化	粒子径比が対焼結鉱0.9程度が混合配置に望ましい。 効果を定量的に実証した。(TRZ:-100℃、RAR:-12.6kg/t)	達成	
による高 炉操業プ ロセスの	生成融液が高温還元性状に及ぼ す影響の明確化	熱保存帯低温化により、還元形態が変化し被還元性が向 上することを確認された。		
開発	フェロコークス反応モデルの検証 と精度向上	ガス化反応速度の解析結果に基づき、高炉数学モデルに 適用可能な反応モデルを構築された。		
	反応モデルを高炉数学モデルへ 導入した総合モデルの構築	フェロコークスの配置・配合率が還元材比に及ぼす影響を 調査し、最適配置・最適配合率を示された。	達成 18	

4. 成果、目標の達成度

実験室規模小型成型試験での試作とフェロコークスの物性評価 (1)–1

小規模連続式成型試験

成型原料の均一性、バインダーの分散性、成型後ハンドリング等を考慮した工業的な製造プロセス検討。



高速攪拌機(75L)

高圧成型機

実験室規模での攪拌、成型条件を構築

乾留前強度に及ぼす成型条件の影響を調査。その一要因である成型圧について検討。



<u>4. 成果、目標の達成度</u>

①-2 成型設備(30t/d)の開発



①-2 成型設備(30t/d)の開発

■30t/d規模の連続成型設備の設計及び建設



粉砕粒度、原料加熱温度、バインダー添加量が塊成物の強度に与える影響を定量化し、 30t/d規模の連続成型設備の設計・建設を実施した。

①-3 フェロコークスの強度向上のための新規バインダー開発(その1)

<u>開発目標</u>:新規バインダーを数種試作し、新規バインダーの性状、配合量とフェロコークス強度の関係を明確にする。 新規バインダーとしては、従来バインダー(石油系ASP)とは異なる、石炭溶剤抽出物系に注目する。

新規バインダー製造プロセスの特長

- 1) 安価、かつ、資源量に制約のない石炭を原料として、溶剤抽出でバインダーを製造
- 2) 重力沈降による製品分離
- 3) 抽出溶剤はナフタレン類を循環して使用
- 4) 高価な水素を使わない、穏和なプロセス





図 石炭溶剤抽出ユニットの外観

<u>4. 成果、目標の達成度</u>

①-3 フェロコークスの強度向上のための新規バインダー開発(その2)



表 成型水準

	石炭A	石炭B	鉱石A	ASP	HPC1	HPC2	SOP	備考
No. 1	26.6	39.9	28.5	2.0			3.0	比較材
No. 2	↑	↑	↑	1.0	1.0		1	ASP/HPC=1/1
No. 3	↑	↑	↑	1.0		1.0	1	↑
No. 4	↑	↑	↑		2.0		1	HPC=2
No. 5	Î	Î	Î			2.0	Î	↑

新規バインダーを用いたフェロコークスの試作試験を実施



①-3 フェロコークスの強度向上のための新規バインダー開発(その3)

100 ΟA 三次元応力解析を実施 10 **▲** B ・鉄粒子は気孔として扱う 1 [%] ・基質の弾性係数:24 GPa • D 0.1 割 気孔と鉄粒子の弾性 0.01 係数:24×10⁻⁴ GPa 気孔 0.001 ・ポアソン比:0.3 紩 0.0001 基質 0.00001 -10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 三次元X線CT画像解析によるフェロ 义 コークスの微視構造(解析領域:4.5× 最大主応力 [MPa] 4.5×4.5 mm, 分解能: 32 µm/pixel) 最大主応力のヒストグラム(新規バインダー 汊 配合率:A,0%;B,5%;C,10%;D,15%) Pore



表2 試料A-Dの微視構造解析結果

試料	Α	В	С	D
基質	28.9	28.9	35.3	31.4
気孔	67.2	67.4	61.6	65.7
鉄	3.9	3.7	3.1	2.9
_欠陥(空隙)	2.0	2.0	1.7	1.6

新規バインダーの配合を増加させた場合、'欠陥'の割合はわずかに 減少した程度であり、気孔壁厚さのほうが強度に影響する。

図 試料Aの鉄粒子の周りに存在する欠陥と微視構造

※欠陥を鉄粒子の周りに存在する空隙とする。





②-1 実験室規模での適正乾留条件探索



4. 成果、目標の達成度

②-2 30t/d規模パイロット竪型乾留炉の設計(その1)



4. 成果、目標の達成度

②-2 30t/d規模パイロット竪型乾留炉の設計(その2)

■乾式排出システムの検討

乾留直後、水冷したフェロコークスの乾燥条件が還元率に与える影響について調査した。

乾留後の乾燥条件

50

义

Α

B

С

乾留後の乾燥条件

水との接触で還元率が急激に低下

乾留後の乾燥条件と還元率の関係

D

F

A: 不活性ガス中室温まで冷却(水との接触なし) B:乾燥後5分間水冷 → 100°Cで乾燥 C:乾燥後15分間水冷 → 100℃で乾燥 D:乾燥後30分間水冷 → 100°Cで乾燥 E:乾燥後5分間水冷 → 24時間室温度乾燥 → 100°Cで乾燥 100 98.5 <u>90.</u>6 88.2 87.1 90 還元率(%) 80 70 69.9 60



連続式成型コークス製造法の開発(昭和53~61年)



金属鉄の再酸化防止のため乾式排出方式を採用

b7

②-2 30t/d規模パイロット竪型乾留炉の設計(その3)

■竪型乾留炉の設計

各要素技術の成果に基づき、循環ガス加熱によるパイロット竪型乾留炉の設計を実施した。



<u>4. 成果、目標の達成度</u>

②-3 30t/d規模パイロット竪型乾留炉の建設と実証

■竪型乾留炉の建設





パイロットプラント全景

义

計画通り2011年3月末 までに据付工事完了

<u>4. 成果、目標の達成度</u>

②-3 30t/d規模パイロット竪型乾留炉の建設と実証



②-4 長期製造試験と品質評価(その1)

■試験計画と実績

成型-乾留連続操業試験は、2012年5月~2013年2月、10ヶ月間に7次に亘る試験操業を実施した。

表 パイロットプラントの操業試験の経過概要





<u>4. 成果、目標の達成度</u>

②-4 長期製造試験と品質評価(その2)

■操業変動に対する技術の構築

成型物中の鉱石配合比率を安定化させるた め、鉱石別送ラインを増設した。





■エンジニアリングデータの取得

設備劣化状況を定量的に評価するため解体調査を実施した。



図 往復動プラウの平面図および側面図



約2年でプラウ堰の更新が必要(稼働率100%)32

4. 成果、目標の達成度

②-4 長期製造試験と品質評価(その3)

■安定操業技術の確立(第7次操業実績)

2013年1月8日~2月6日、第7次操業を実施した。



4. 成果、目標の達成度 長期製造試験と品質評価(その4) (2)-4■大型高炉でのフェロコークス使用試験 ■大型高炉試験用フェロコークスの備蓄 長期製造試験で製造した製品の備蓄を実施した。 操業要因を測定し、高炉使用時の課題を検討しする。 ダンプ輸送 フェロコークス置場 フェロコークス 投入ホッパー コークス 鉱石 ホッハー ホッハ゜ 高炉 装入BC 嚠 写真(2) 写真① 60 フェロ 40コークス比 (kg/t) 再酸化防止のため 20 0 屋根付き倉庫で保管 10 写真3 ∆PCR ΔCR 還元材 Û. 比格差 54m -10(kg/t) \triangle RAF -20 写真③ 1.10 通気抵抗への悪影響は認めらず 通気 П 抵抗 1.00 F2 フェロコークス 0.90 21m 1520 1510 HMT (°C) 1500 写真① 1490 写真2) 期間 I 期間 II Base 倉庫内の保管状況 义 义 フェロコークス使用時の操業推移 2012年8月から2013年2月にかけて 延べ5日間フェロコークスを高炉に装入

2.130トンの製品を備蓄

34

溶銑温度を維持しながら還元材比の低減を確認

<u>4. 成果、目標の達成度</u>

②−5 竪型乾留炉の流動シミュレーション

■離散要素法モデルによるシミュレーション

0s

义

DEM解析結果は冷間モデル観察結果とほぼ同等

冷間実験装置

义

離散要素法モデルを活用し、スケールアップモデルを開発するとともに、排出口の形状、排出方法が 滞留時間分布に及ぼす影響、炉内支柱の粒子降下挙動への影響など炉体構造などの影響を検討した。



600s

粒子降下举動

1200s

図 DEM 降下挙動

スケールアップモデルでの流動解析 1ユニット 矩形竪型乾留炉を並列 に5ユニット並べた形状 の装置を計算の対象 2.0m 正面 (1.25m 1.25m 1.55ユニット並べた形状 の装置を計算の対象



図 単ーユニット・5連ユニットの降下挙動

単ーユニットでは壁の影響が大きく、壁際の粒子降下が 遅延するが、5連ユニットでは端部のユニットを除いてほ ぼ均一な降下挙動。 4. 成果、目標の達成度

③-1-1 高炉内反応平衡制御手段の提示



③-1-2 高炉内反応効率改善のための操業条件の適正化



③-1-3.フェロコークスの反応モデル構築

フェロコークスのガス化挙動を高精度に表現可能な、高炉数学モデルに適用する反応モ デルを構築する。



③-1-4.フェロコークスの高炉数学モデル構築



 (1) 高炉数学モデルにフェロコークスの反応モデルを統合
 (2) フェロコークスの状態を表現するための、粒径・反応率・ 組成等の状態変数を新たに追加

フェロコークスの適正配置・配合率に関する評価機能を有する高炉数学モデルを構築

フェロコークス装入時の操業諸元

	基準操業	フェロコークス 100kg/t使用
η _{C0} (%)	49. 2	49.5
炉頂温度(℃)	232	217
コークス比(kg/t)	415	333
フェロコークス比(kg/t)	0	100
微粉炭比(kg/t)	104	104
炭素原単位(kg/t)	451	439



荷重軟化滴下試験結果との比較により、 高炉数学モデルによる計算結果の妥当性を確認







液体温度

FeO(I)→Fe(I)

OŁ

絋石

フェロコークス

39

③-1-5.高炉数学モデルによる実用フェロコークスの最適配置条件の提示

|最適配合量に関する検討(1次元解析)



配合量の増加に伴い炭素原単位は低下。100kg/tで最も低下。

|最適配置に関する検討(2次元解析)



最適配置とすべく、フラットなフェロコークスの排出パターンを指向

■焼結鉱の配置・被還元性に関する検討

	フェロコークス100kg/t使用						
	やや中 心側に 偏析	フェロ コークス/ 鉱石比 一定	フェロコークス/ 鉱石比一定 高被還元性焼 結使用				
JIS-RI(%)	64.1	64.1	83.4				
コークス比(kg/t)	305	302	263				
7ェロコークス(kg/t)	110	100	100				
微粉炭比(kg/t)	155	154	154				
還元材比(kg/t)	537	526	487				

フラット化 高被還元性

焼結鉱の使用



焼結鉱の被還元性の向上により、27kg/tの還元材比削減が可能

4. 成果、目標の達成度

③-2 高炉内反応効率改善のための炉内配置の適正化



目標達成度(約10%省エネポテンシャル)

千葉6高炉での高炉使用試験(フェロコークス原単位 43kg/t)により、高炉の還元材比の低減を確認した。フェロコークス原単位を室炉コークスの1/3を置換する原単位まで外挿すると溶銑1トン製造に必要な石炭はベースの90%となり、製銑系に投入する石炭の約10%の削減となる。

フェロコークスの使用量を増大するには、高炉の通気抵抗の確保、炉頂温度低下防止 など多くの課題が残されているが、約10%の削減ポテンシャルがあることは確認できた。



目標達成度(高品位炭の割合の20%削減)

革新的塊成物を高炉に装入して反応性が向上することにより、

①コークス用石炭の削減が可能。

②コークス用石炭の必要量が現状操業の約60%ですむ。

合わせて高品位炭の使用割合を低減するポテンシャルがあることを確認できた。



事業化見通し フェロコークスプロセスの位置づけ

<u>■メリット</u>

·鉄鋼資源動向

高品位石炭、鉱石の価格は高止ま りであり、安価資源利用技術への ニーズは変わらない。

<u>・コークス炉リプレース時期</u> 既存のコークス炉の寿命を50年と 想定しても2025年までには国内 の多くの炉が寿命を迎える。老朽 炉のリプレースに対応してフェロ コークス炉の導入が期待される。

■デメリット

・エネルギー環境

東日本大震災を契機に天然ガス価格が上昇、製鉄所のエネルギー補 填という観点ではコスト的に不利な 状況となる。



室炉

P/P実績ベース

開発目標

フェロコークスプロセスの経済性評価

室炉⊐-クス用の高品位炭の代わりに安価な微粘 炭、非粘炭を使用できるので石炭コストは低下 する。一方、バインダーとしてSOP,ASPを使用、乾 留、還元に加熱燃料が必要な分コストアップとな る。鉄分を控除したコークス製造コストとして約 25%低下する。今後の技術開発により達成可能 と想定される目標製造コストは約45%低下。	安価なフェロコークスの使用によりコークス使用 量が減少、還元材のコストは低下する。 将来的には、4%強の溶銑コスト低下と試算され れた。 あくまでも短期試験での実績をベースにしたもの で今後の精度向上が必要。				
試算前提 実績ベース: パイロットプラントの実績に基づき、今後 達成が見込まれる原単位をベースに試算。 開発目標:上記に加えて今後のコストダウン試算	」 実績ベース:千葉6高炉の試験実績をベース、原単位を 外挿した操業条件 開発目標:製造コストを開発目標を使用				
製造コスト(比率)	溶銑コスト(比率)				

室炉

P/P実績ベース

開発目標

実機化に向けた開発ステップ

250kg/tのベンチ炉から30t/dのパイ ロット炉にスケールアップし、フェロコーク スの製造技術、高炉での使用時の 課題抽出試験を実施、次ステップ への開発課題を明確化。



		項目	主要な成果	実用化への課題
	技術課	製造技術	30t/d 1ヶ月安定 製造実証	・混練成型設備スケー ルアッフ [°] ・乾留炉スケールアッフ [°]
	此史	新規バイン ダー	新規バインダ製造 実証 強度改善確認	・実機製造設備設 計 ・最適製造条件
		高炉操業技 術(1)	最適混合 鉱石均一混合	・粒径に応じた最適 装入方法
		高炉操業技 術(2)	モデル構築 効果定量化	・高配合比時の還 元材比低減促進
		高炉課題抽 出	43kg/t使用による 還元材比低減	・高配合時の通気、 炉頂温度
} 	実機化	省エネ評価	実績外挿により約 10%の石炭使用量 削減ポテンシャル	製鉄所供給エネルギ− 減への対応
設設	謙 題	経済性評価	経済性試算 製造コス 45%削減 溶銑コスト 4%削減	操業コスト精度向上 実機規模プロセス 設計、設備費評価

40



6. 研究開発マネジメント・体制等

6-1 研究開発計画(研究開発工程連関図)

(予算単位:百万円)







断熱性向上により各羽口温度が目標温度に到達

鉱石配合比率の変動抑制により強度向上

6-2.研究開発マネジメント・体制等

研究幹事会での方針決定、研究会での技術検討、討論を定期的に実施し、開発を遂行した。

経済産業省製鉄企画室

研究幹事会(年4回+随時)

プロジェクトリーダー:JFEスチール(株)武田幹治

					製造	委託
実施者	開刻	発課題	分担理由		Λ	(国)東北大学
JFEスチール (株)	〇〕 (30 〇章 造ご	連続成型設備 ht/d)の開発 革新的塊成物の製 プロセス開発	先導研究にてプロセス開発 → 30t/dパイロット設備の設計、建設 担当	を		 堅型乾留炉の流動 シミュレーション (国)東北大学
┛ (株)神戸 製鋼	〇新 発	新規バインダーの開	ハイパーコール(溶媒抽出)技術を保有 → 溶媒抽出、改質による 新規バインダー開発			新規バインダーの強度 発現機構の解明
_ 新日本製 鐵(株)	〇福 善の の	高炉内反応効率改 のための炉内配置 適正化	BIS炉での高炉評価技術保有 → 革新塊成物の配置、混合 方法の評価、最適配置			(国) 大阪大学 高炉内反応平衡制御のた めの操業条件の適正化
住友金属 工業(株)	O₫ 数ª	革新塊成物の高炉 学モデルの開発	先導研究にて、高炉数学モデル構築 → 革新塊成物の評価と最適条件 導出	築 の	V	(国)九州大学
▶ 注)新日本製鐵(株)、住友金属工業(株)は統合により新日鐵住金(株)				高炉 使用	実用塊成物の反応モ デル構築	
 資源対応力強化PJ研究会(年4回開催)						50

6. 研究開発マネジメント・体制等

費用対効果

費用:18.7億円(平成21年度~平成24年度補助金総額)

本プロジェクトでは、フェロコークス使用による、以下のポテンシャルを確認できた。 ①高炉の従来の石炭投入量を100とした場合、将来フェロコークス使用による石炭総投入量 は90となり、10%減少する ②内訳は、低品位炭が40から56に増加し高品位炭が60から34へ減少する



石炭の削減効果 * 34 = (100 - (10 + 23 + 25)) x 0.8