

環境安心イノベーションプログラム・
エネルギーイノベーションプログラム

「環境調和型製鉄プロセス技術開発」

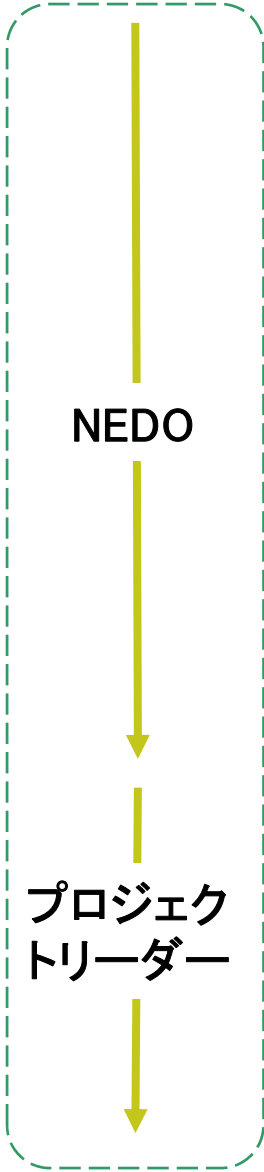
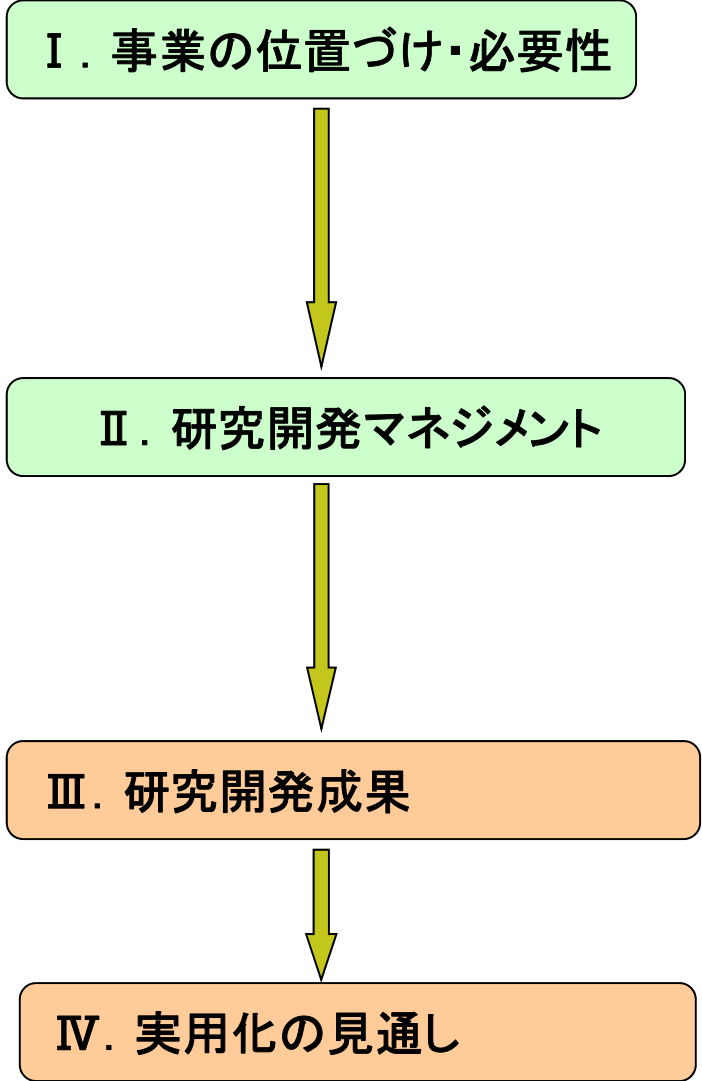
(COURSE50) 中間評価

(2008年度～2012年度 5年間)
プロジェクトの概要 (公開)

NEDO環境部

2010年 8月 4日

CO₂ Ultimate Reduction in Steelmaking Process
by Innovative Technology for Cool Earth 50



- (1)社会的背景
- (2)事業の目的
- (3)環境調和型製鉄プロセス技術開発プログラムでの位置付け
- (4)NEDOが関与する意義
- (5)国内外の研究開発の動向
- (6)実施の効果

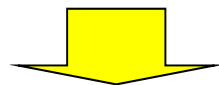
- (1)事業の目標
- (2)事業の計画内容
- (3)研究開発の実施体制
- (4)研究の運営管理
- (5)情勢変化への対応

- (1)開発目標と達成度
- (2)検討内容

- (1)実用化、事業化までのシナリオ
- (2)波及効果

社会的背景

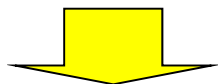
地球温暖化対策は喫緊の世界的、国家的課題



抜本的CO₂排出抑制、省エネ技術の必要性

事業の目的

鉄鋼業は我が国産業部門全体のCO₂排出の約43%、我が国全体でも15%を占有。鉄鋼業が排出するCO₂の約7割は高炉を用いた製鉄プロセスで発生



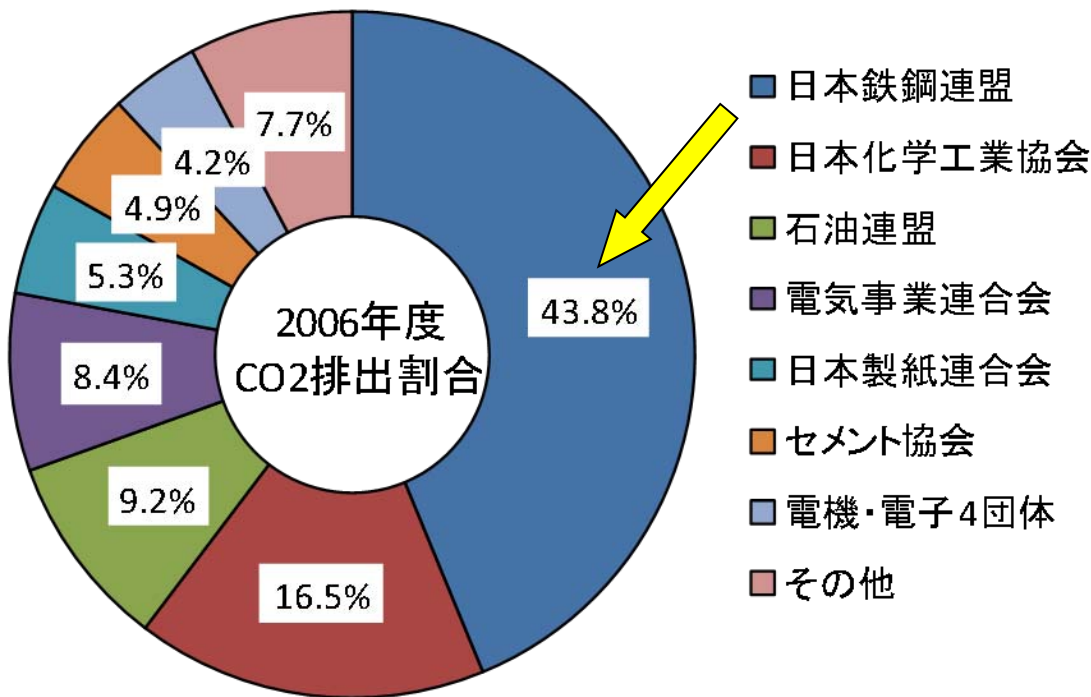
コークスの一部代替として水素で鉄鉱石を還元するとともに、高炉ガスからCO₂を分離・回収する技術を開発する

排出量単位:万トン-CO2)

業種(産業部門・エネルギー転換部門)	CO ₂ 排出量	割合
1 日本鉄鋼連盟	19,326	43.8%
2 日本化学工業協会	7,288	16.5%
3 石油連盟	4,062	9.2%
4 電気事業連合会	3,700	8.4%
5 日本製紙連合会	2,330	5.3%
6 セメント協会	2,184	4.9%
7 電機・電子4団体	1,846	4.2%
8 日本自動車部品工業会	698	1.6%
9 日本自動車工業会	559	1.3%
10 日本鉱業協会	483	1.1%
11 石灰製造工業会	312	0.7%
12 日本ゴム工業会	179	0.4%
13 日本染色協会	175	0.4%
14 日本アルミニウム協会	154	0.3%
15 板硝子協会	153	0.3%
16 日本ガラスびん協会	104	0.2%
17 日本自動車車体協会	101	0.2%
18 日本電線工業会	82	0.2%
19 日本ベアリング工業会	69	0.2%
20 日本産業機械工業会	60	0.1%
21 日本伸銅協会	59	0.1%
22 日本建設機械工業会	49	0.1%
23 日本ガス協会	38	0.1%
24 石灰石鉱業協会	36	0.1%
25 日本衛生設備機器工業会	33	0.1%
26 日本工作機械工業会	26	0.1%
27 石油鉱業連盟	25	0.1%
28 特定規模電気事業	19	0.0%
29 日本産業車両協会	7	0.0%
合計	44,154	100%

92.3%

産業・エネルギー転換部門29業種中
主要7業種で2006年度の約9割を排出。



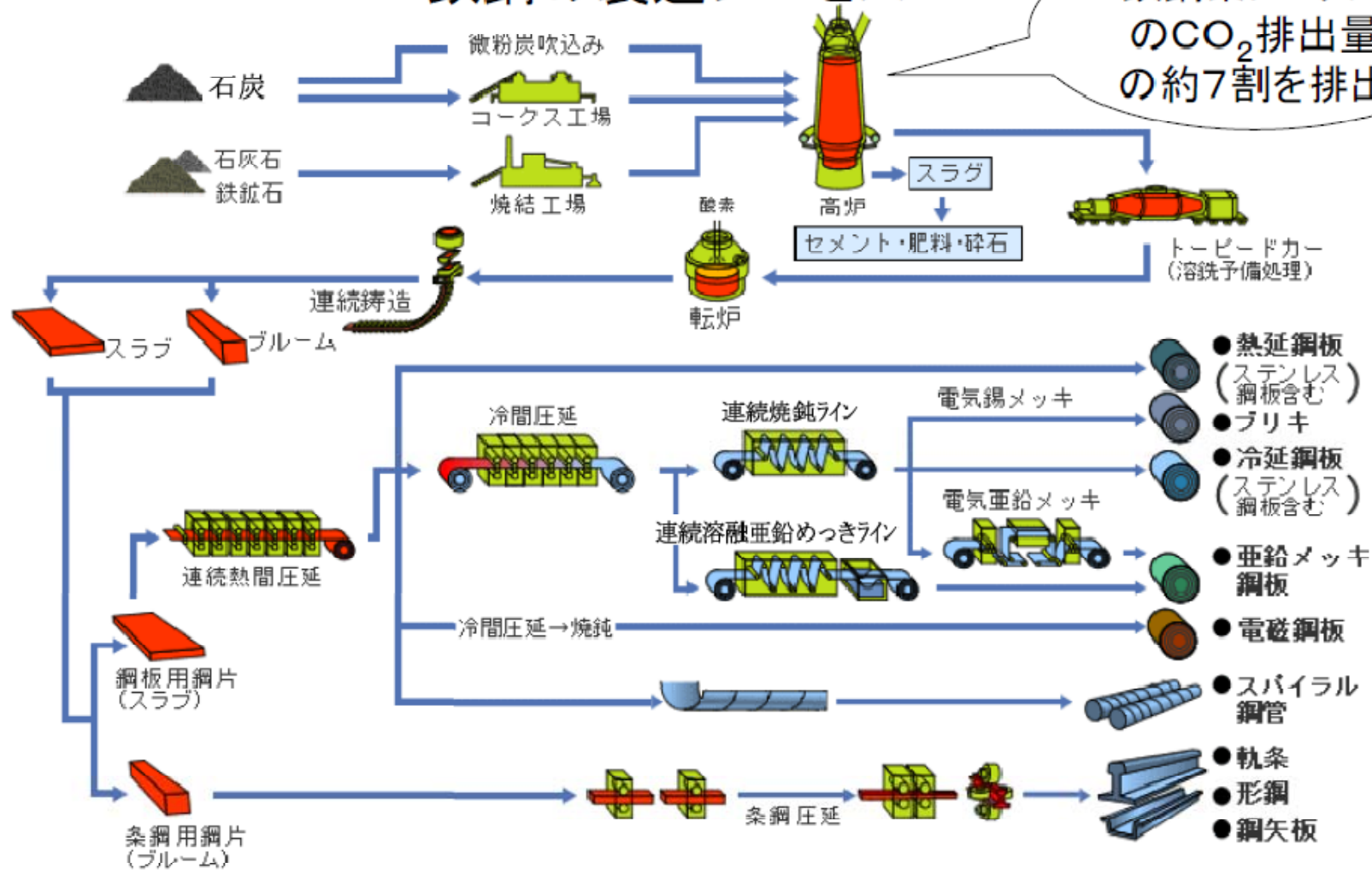
鉄鋼業が排出するCO₂の約7割は高炉を用いた製鉄プロセスで発生

鉄鋼の製造プロセス

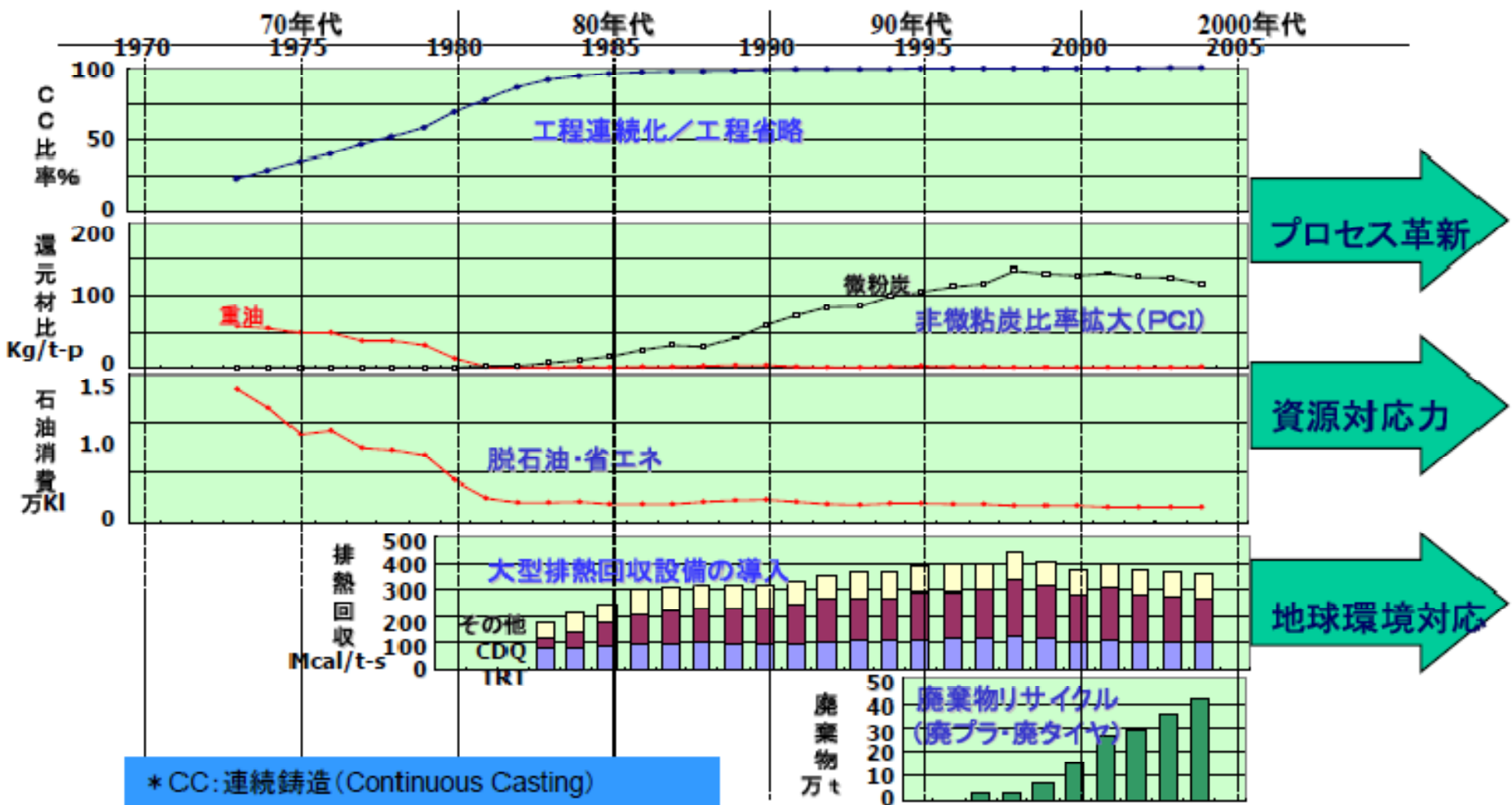
鉄鋼業トータルのCO₂排出量の約7割を排出

上工程

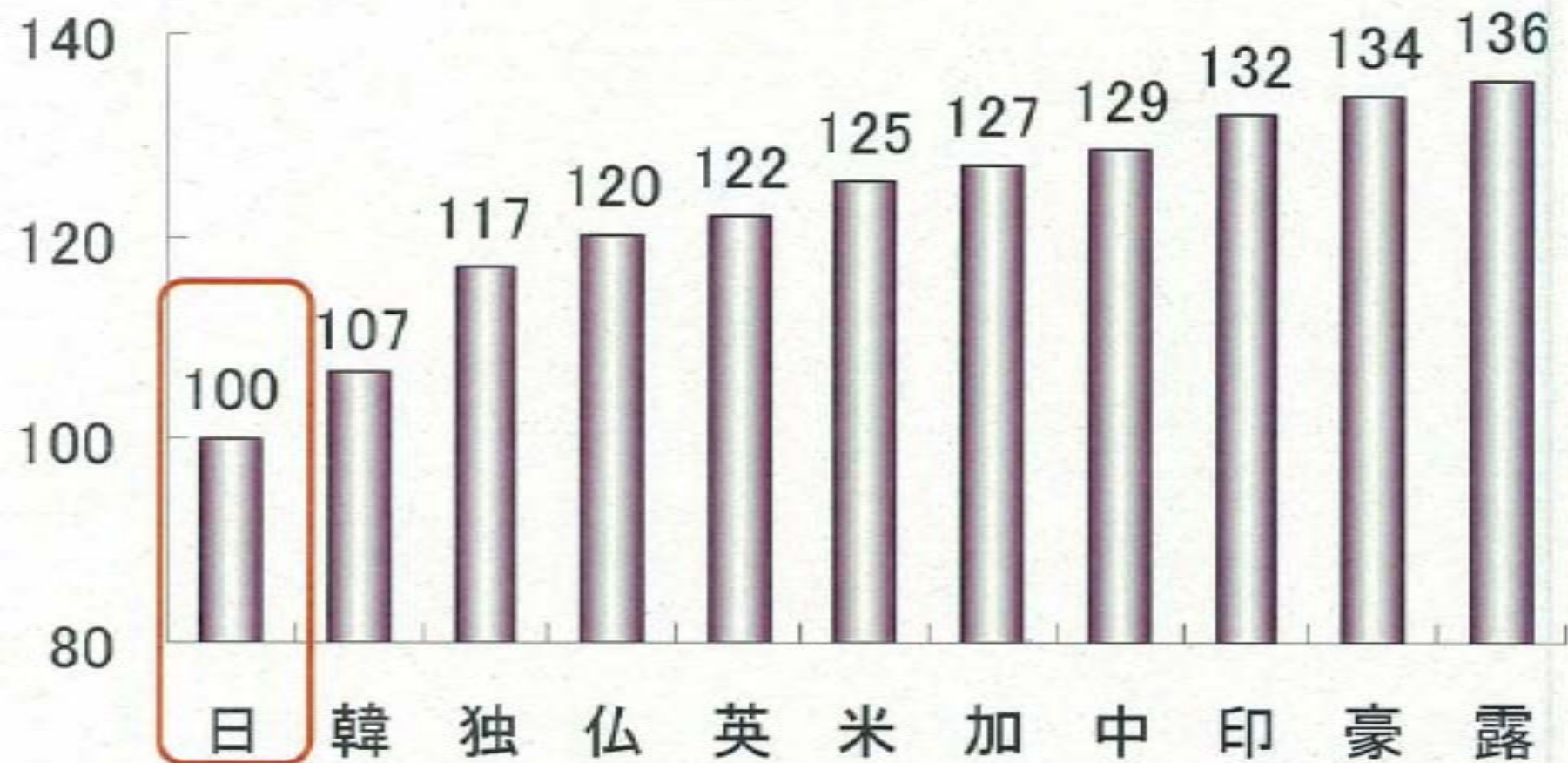
下工程



鉄鋼業における省エネルギー実施状況

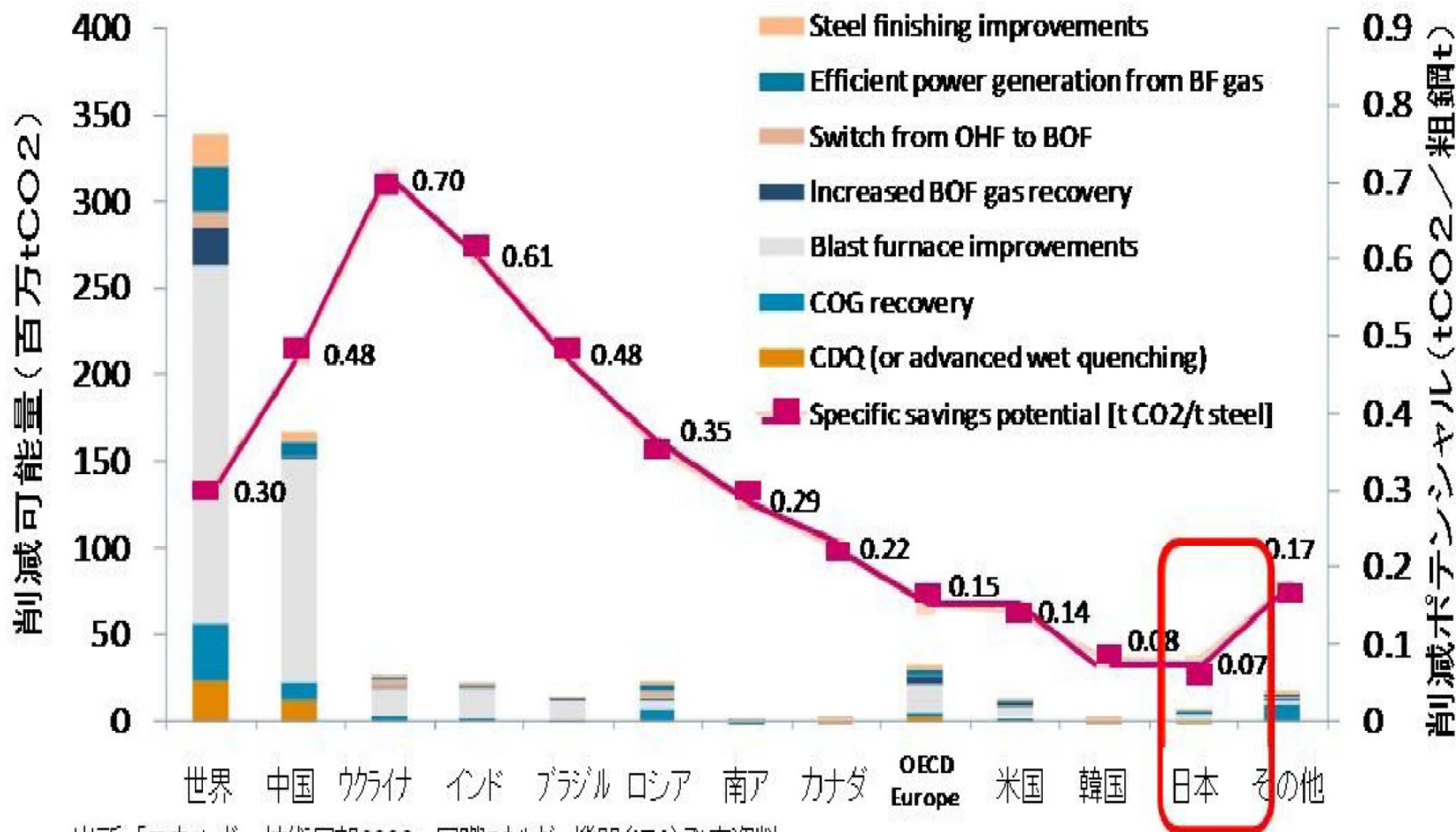


鉄鋼業(高炉・転炉法)のエネルギー原単位の国際比較



出展:「エネルギー効率の国際比較(発電・鉄鋼・セメント部門)」2008RITE

<鉄鋼業のCO2削減ポテンシャルに関する国際比較>



出所:「エネルギー技術展望2008」国際エネルギー機関(IEA)発表資料

国の施策等(本プロジェクトに係るもの)

●新・国家エネルギー戦略(2006年5月)

2030年のエネルギー需給見通しに基づき策定

省エネルギー目標として今後2030年までに少なくとも30%の効率改善を目指す。

●Cool Earth—エネルギー革新技术計画(2008年3月)

全世界の温室効果ガス排出量を現状に比べて2050年までに半減を目指す。

この実現に向けてCO₂を大幅に削減を可能とする21技術を選定。

●エネルギーイノベーションプログラム基本計画(2009年4月)

超燃焼システム技術 <環境調和型製鉄プロセス技術開発>

- ・高炉ガスからの効率的な二酸化炭素分離と中低温排熱の有効活用及び水素を炭素(コークス)の一部代替として鉄鉱石を還元する革新的製鉄プロセスの開発を行う。
- ・最終的な技術開発目標として製鉄プロセスにおけるCO₂排出量を30%削減することを目指す、2050年までに実用化する。
- ・研究開発期間:2008年度～2017年度

●エネルギー基本計画(2010年6月)

低炭素型成長を可能とするエネルギー需要構造の実現

産業部門の具体的取組として、本プロジェクトについて研究開発を推進し、2030年までの実用化を図る記述あり。

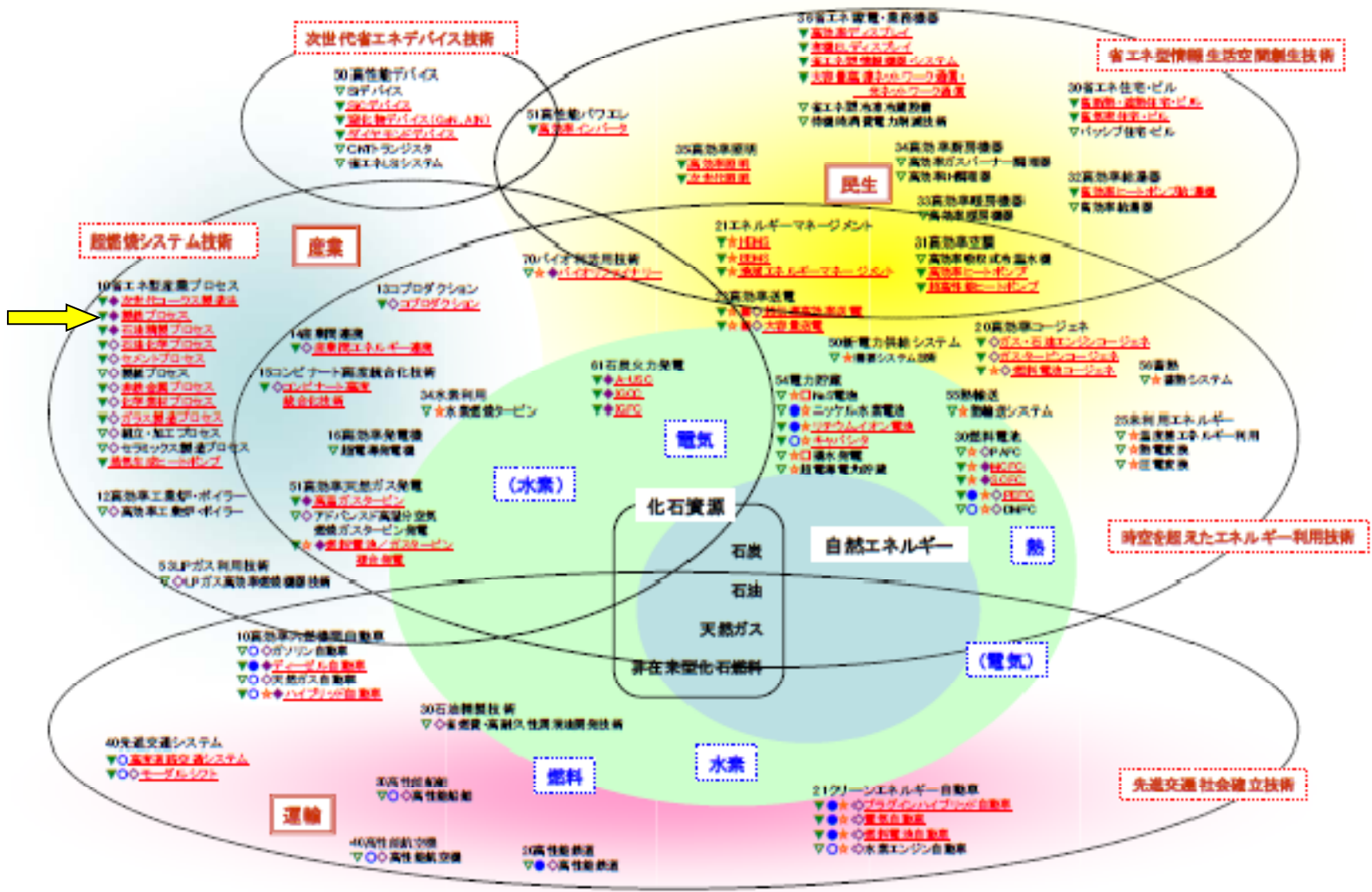
<Cool Earth－エネルギー革新技術計画に掲げられた革新技術>

－重点的に取り組むべきエネルギー革新技術－

エネルギー源毎に、供給側から需要側に至る流れを俯瞰しつつ、効率の向上と低炭素化の両面から、CO2大幅削減を可能とする「21」技術を選定。

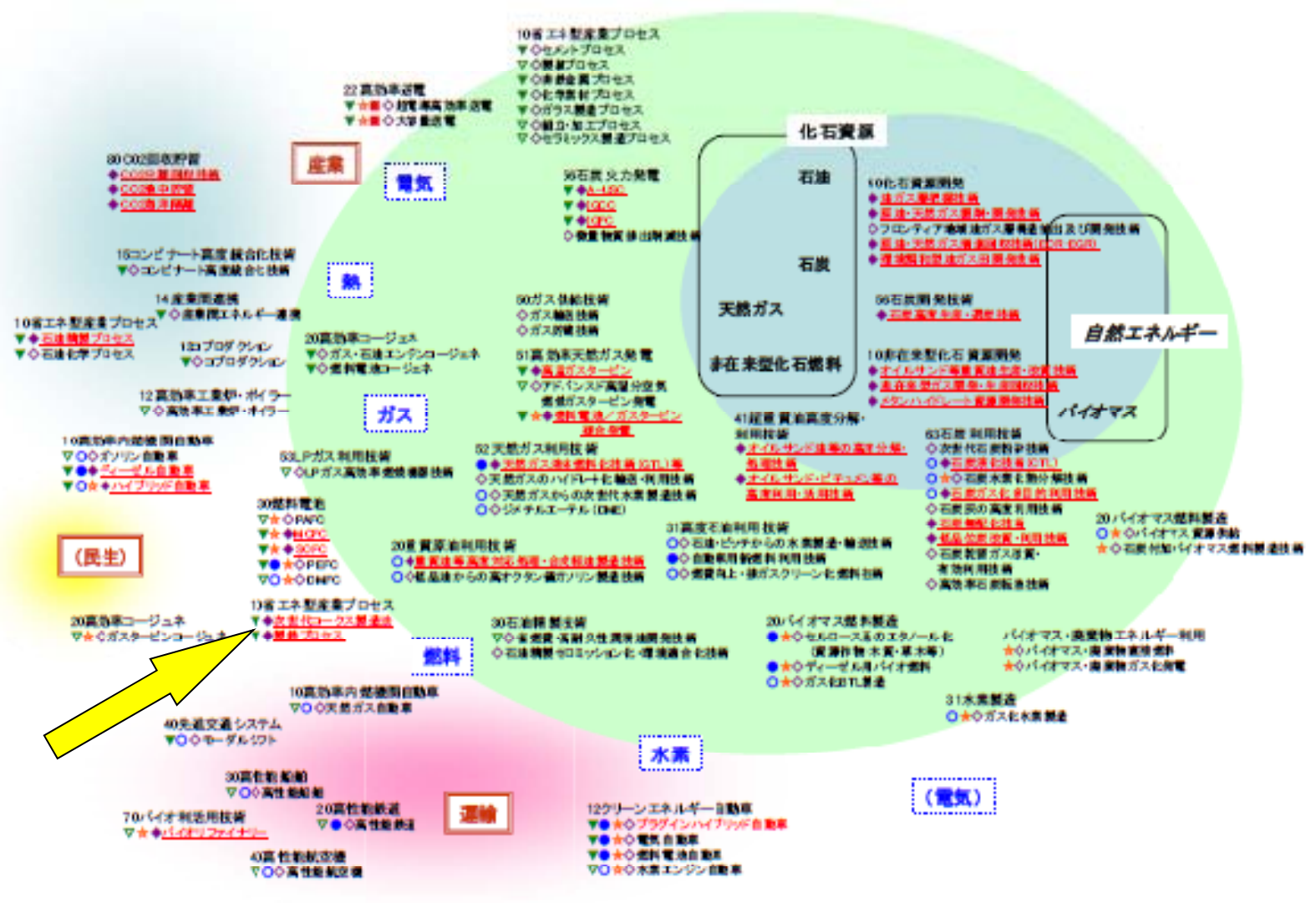


*EMS : Energy Management System, HEMS : House Energy Management System, BEMS : Building Energy Management System



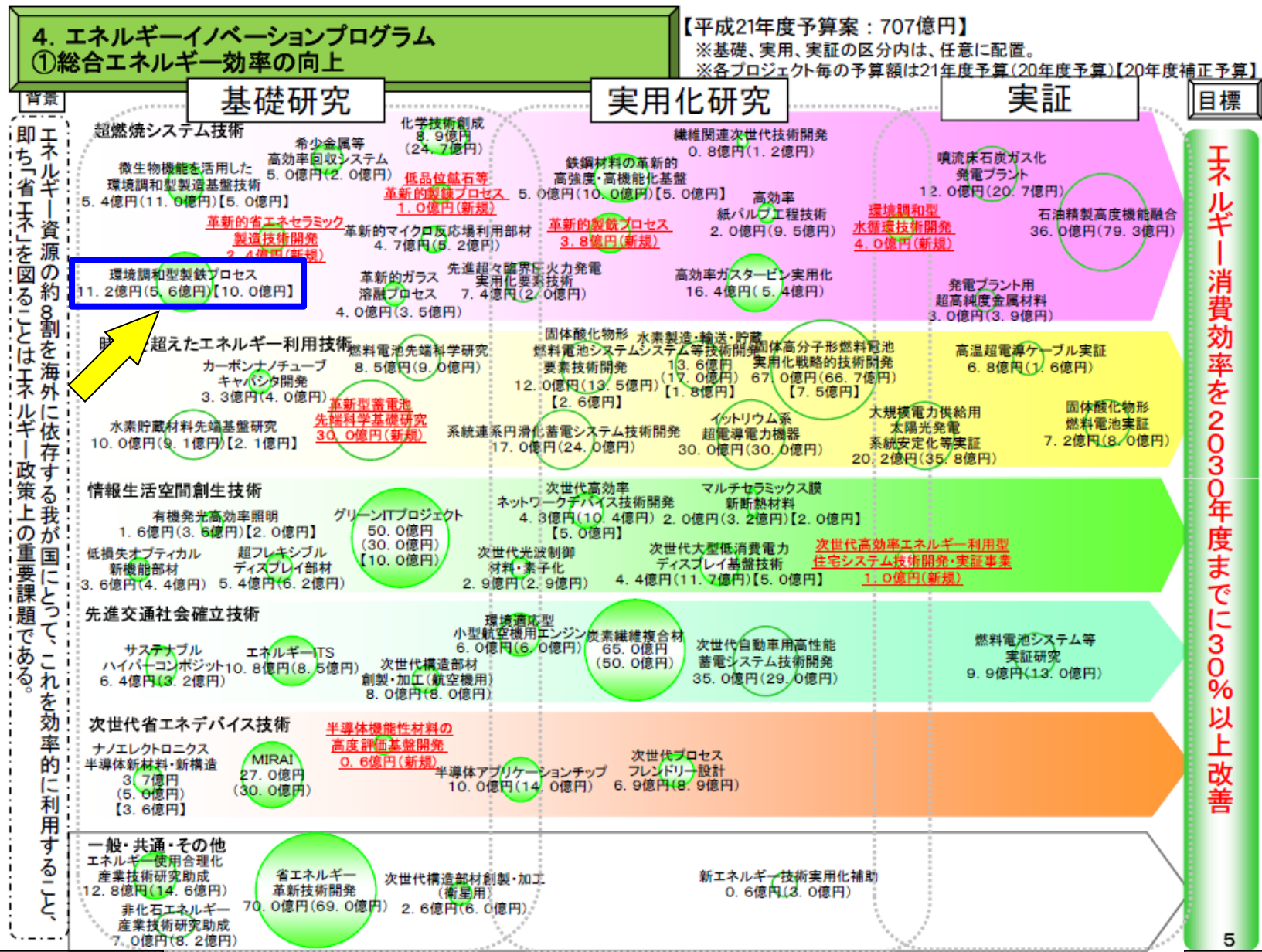
①「総合エネルギー効率の向上」に寄与する技術の技術マップ(整理図)

● 技術者の順に記した色抜きの記号(▽○★□◇)は、その技術が寄与する政策目標を示す(▽:総合エネルギー効率の向上、○:運輸部門の燃料多様化、★:新エネルギーの開発・導入促進、◇:原子力利用の推進と十分な確保となる安全の確保、□:化石燃料の安定供給とグリーン・有効利用)。
● 「総合エネルギー効率の向上」への寄与が大きいと思われる技術者を、色抜きの記号(▽)に、赤字・下線付きで記載した。



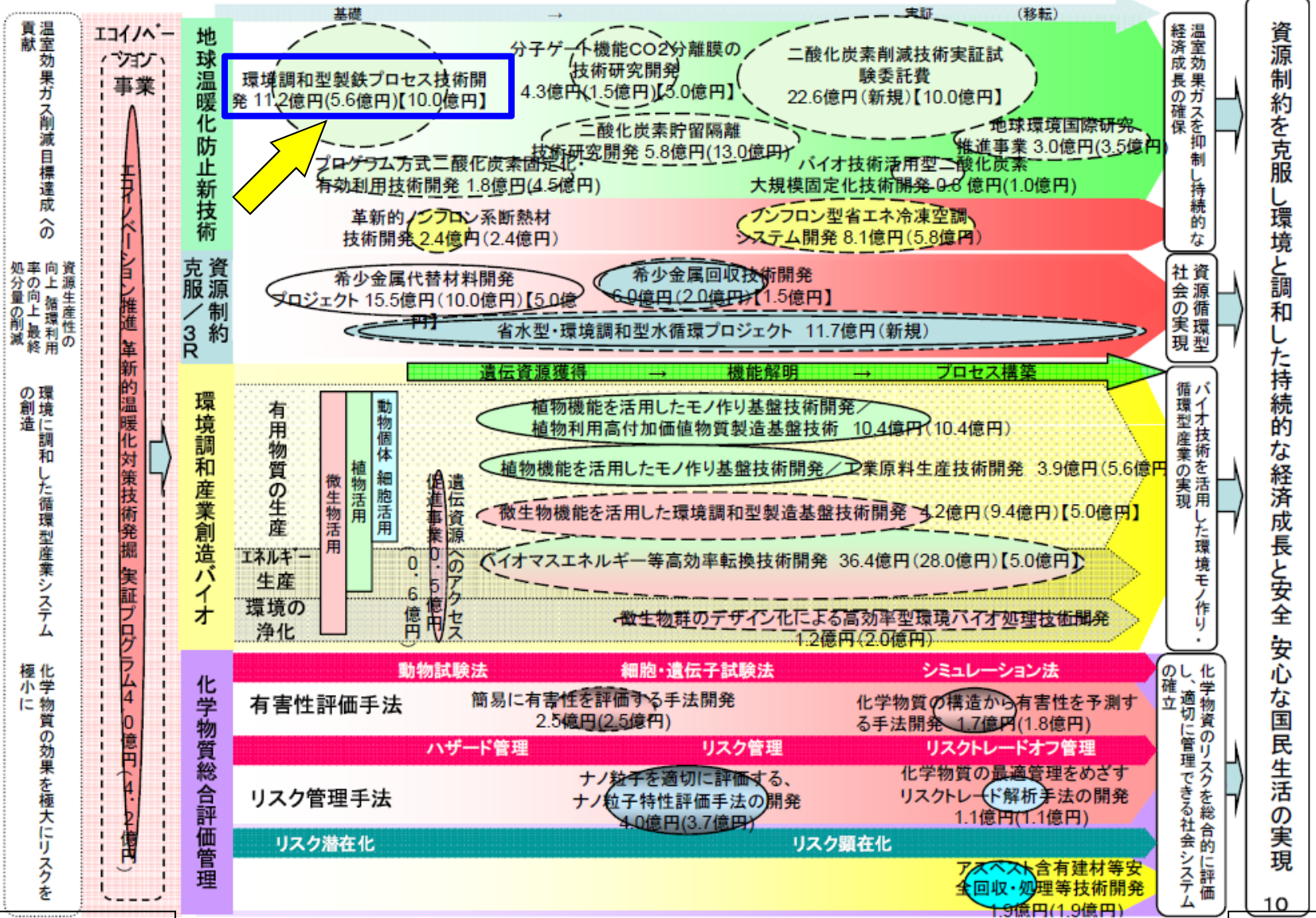
⑤「化石燃料の安定供給とクリーン・有効利用」に寄与する技術の技術マップ(整理図)

● 技術名の欄に記した色付きの記号(▽○★□◇)は、その技術が寄与する政策目標を示す(▽:総合エネルギー効率の向上、○:運輸部門の燃料多様化、★:新エネルギーの開発・導入促進、□:原子力利用の促進とその大規模化による安全の確保、◇:化石燃料の安定供給とクリーン・有効利用)。
● 「化石燃料の安定供給とクリーン・有効利用」への寄与が大きいと思われる技術名を、色塗りの記号(●)で、赤字で下線付きで記載した。



5. 環境安心イノベーションプログラム

【平成21年度予算額: 165億円】
※各プロジェクト毎の予算額は21年度予算(20年度予算)【20年度補正予算】



<技術戦略マップ2009/エネルギー分野>

- ①「総合エネルギー効率の向上」
に寄与する技術の技術ロードマップ(1/13)
- ⑤「化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用」
に寄与する技術の技術ロードマップ(6/13)(13/13)

No.	エネルギー技術 個別技術	2010	2015	2020	2025	2030~
1102H	10.省エネ型産業プロセス 製鉄プロセス	新焼結プロセス 高微粉炭比操業下でのダスト排出量低減 電気炉ダスト回生技術 電磁力利用鑄造技術 溶解還元製鉄法(DIOS)	事前炭化式ガス化熔融プロセス 革新的電磁鋼板技術 次世代圧延技術(鍍加工性特殊鋼等)	断熱型鑄造システム 回転炉床有用金属回収技術 超微細粒熱延鋼板製造技術 鍍片表面改質による循環元素無害化技術 高温耐熱耐食鉄鋼材料	熱・冷延統合プロセス 水素鉄鉱石還元技術 排熱回収技術 劣質原料使用技術(石炭・鉄鉱石) 創資源・創エネルギー型高炉 エネルギー(鉄/ガス)併産技術 電炉希釈バージン鉄製造(Draco) 希少金属分離回収技術 特殊鋼材専洗・高機能化技術 CO2回収技術 化学プロセスとのコプロダクション	
	新還元溶解製鉄法(ITmk3) 電炉用HDI製造プロセス	直接還元製鉄法(Fastmet) 電炉用HDI製造プロセス				
5801D	80.CO2回収貯留 CO2分離回収技術	分離回収コスト 4,200円/t-CO ₂	IGCCでの実証試験 2,000円/t-CO ₂	1,000円/t-CO ₂ (さらに分離膜の実用化で1,500円台に)		
	ガス化ガス・改質ガスからのCO2分離 【CO2回収技術】 膜分離技術 化学吸収法 物理吸収・吸着法 高効率酸素製造技術 酸素燃焼法 排熱有効利用					

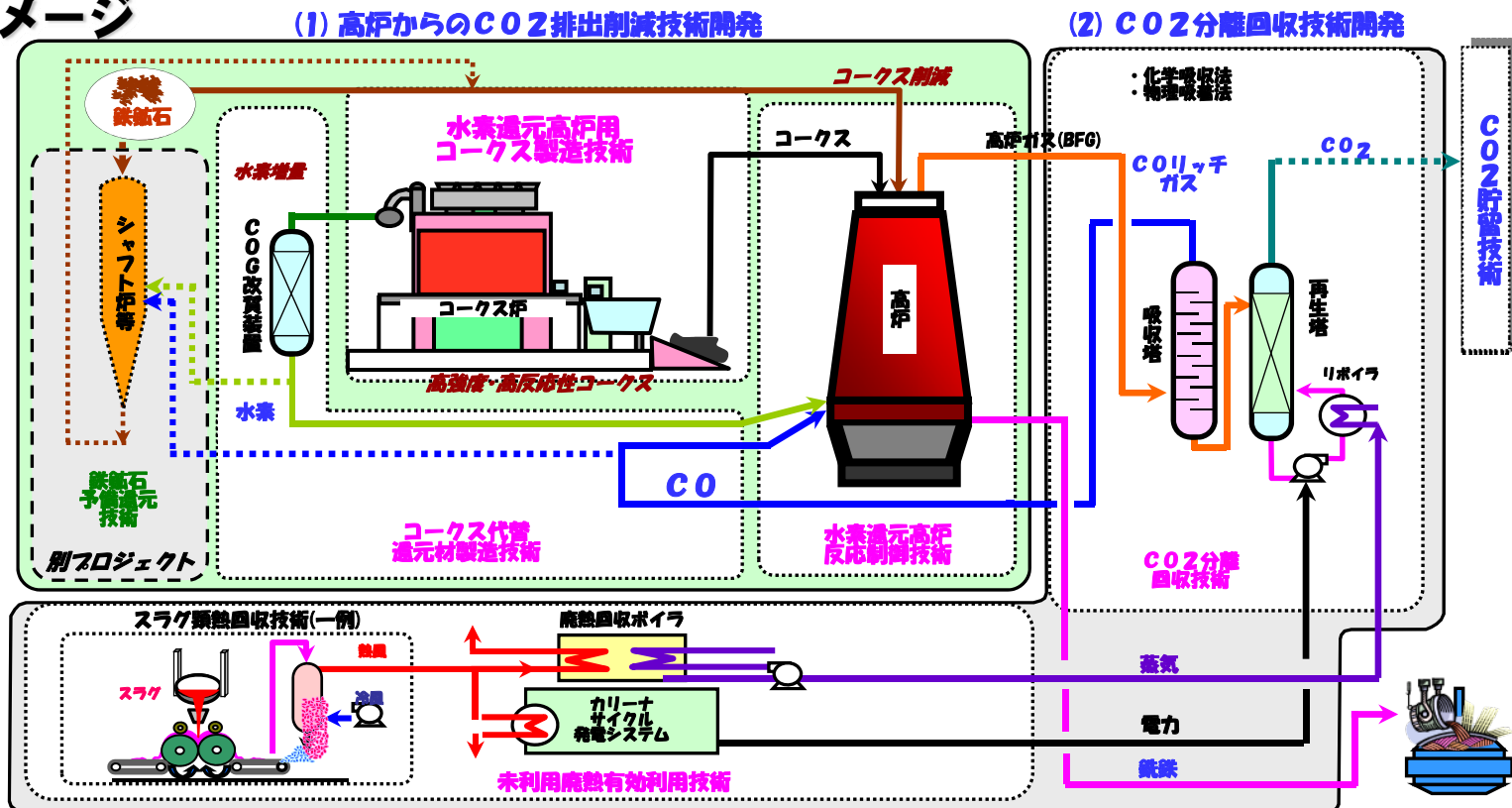
図中の で囲った項目が本プロジェクトでの開発項目を示す。

環境調和型製鉄プロセス技術開発

事業概要

コークス製造時に発生する高温の副生ガスに50%程度含まれる水素を増幅し、コークスの一部代替に当該水素を用いて鉄鉱石を還元する技術を開発する。また、二酸化炭素濃度が高い高炉ガスから二酸化炭素を分離するため、製鉄所内の未利用低温排熱を利用した新たな二酸化炭素分離・回収技術を開発し、全体で製鉄所から発生する二酸化炭素の約3割削減を目指す。

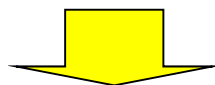
事業イメージ



NEDOが関与する意義

鉄鋼業としての抜本的なCO2削減技術の開発は、

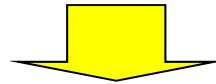
- 社会的必要性：非常に大、国家的課題
- 鉄鋼業の競争力強化に貢献
- CO2分離回収はエネルギー増加を招くため、民間の開発インセンティブが働きにくい
- 研究開発の難易度：非常に高
- 投資規模：非常に大＝開発リスク：非常に大



民間の能力を活用してNEDOが資金負担を行うことにより
研究開発を推進すべき事業

実施の効果（費用対効果）

費用の総額 (予定)	Phase I	Step1(本事業)	100億円
	Phase I	Step2	150億円



効果

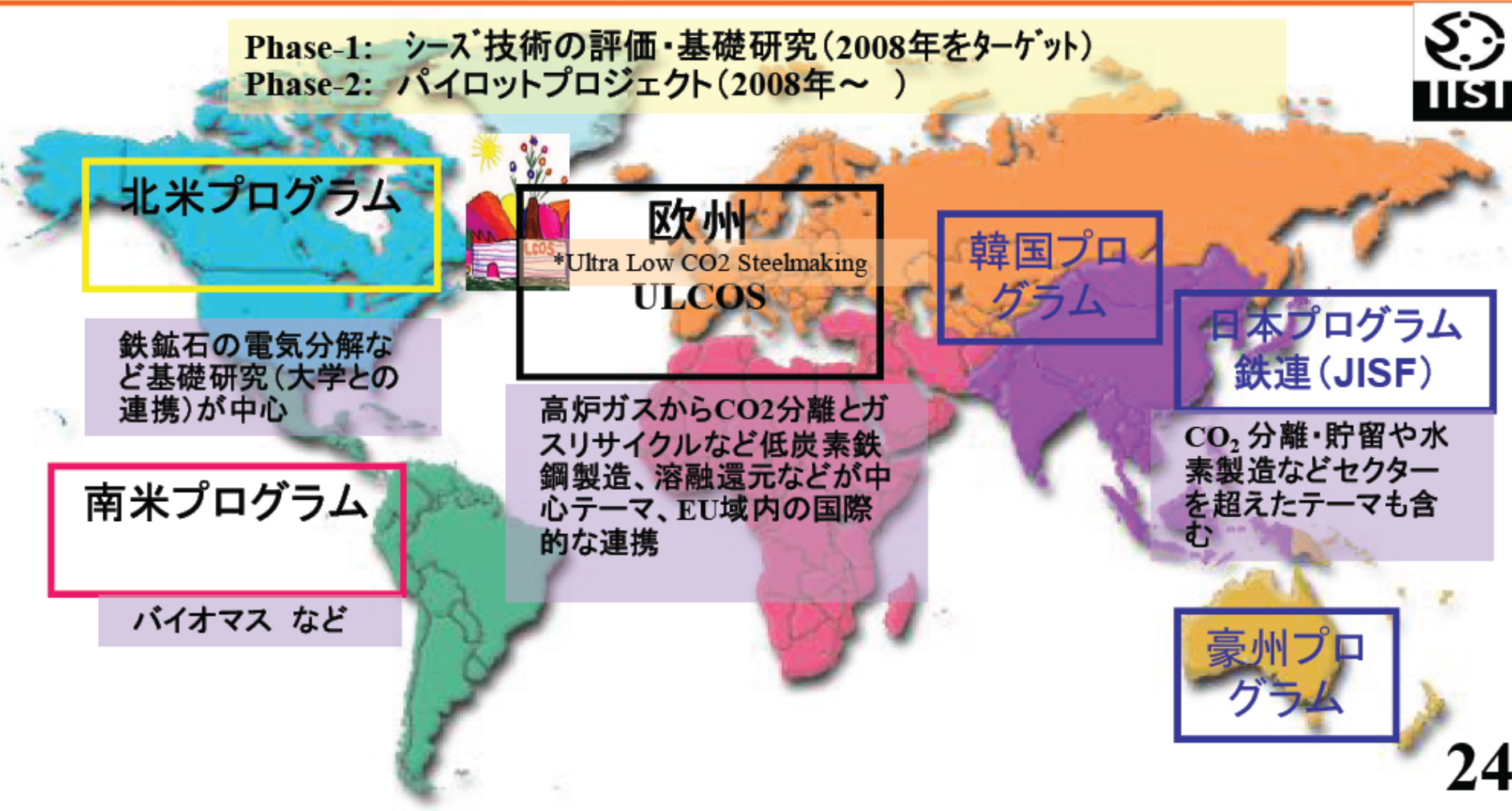
CO2削減により地球温暖化防止に貢献
○CO2排出量の約30%を削減

(3) 国内外の研究開発の動向

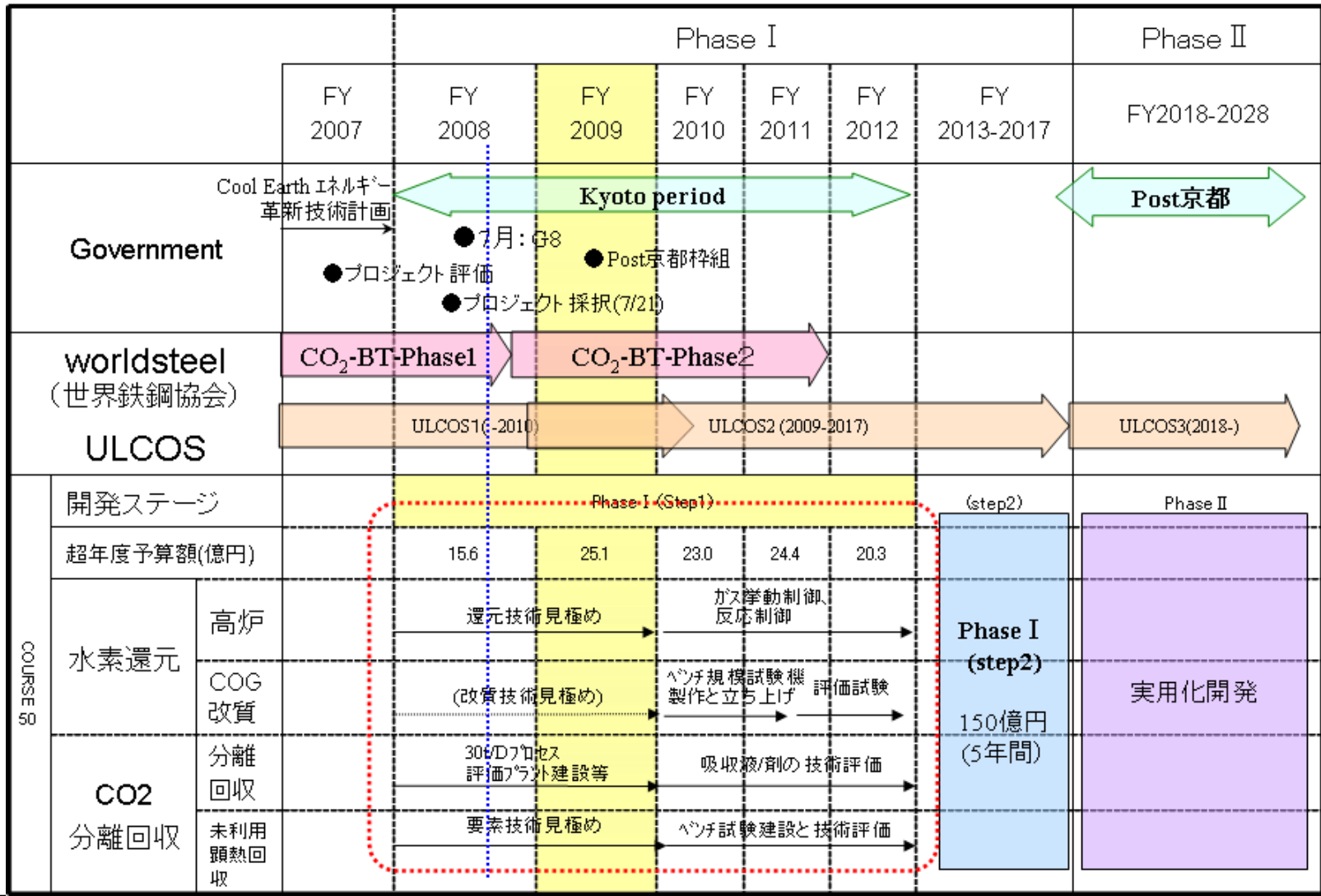
IISI-CO₂ ブレークスループログラム (2003. 10~)

Phase-1: シーズ技術の評価・基礎研究(2008年をターゲット)

Phase-2: パイロットプロジェクト(2008年~)



(3) 国内外の研究開発の動向; 事業目的の妥当性



事業の目標（研究開発概要）

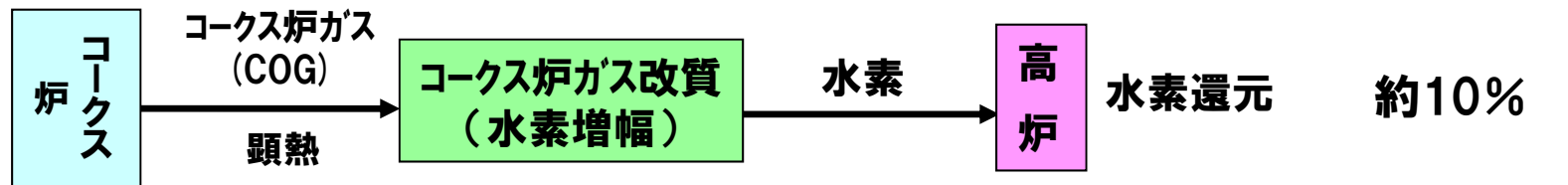
①高炉からのCO2排出削減技術開発

コークス製造時に発生する高温の副生ガスを改質して水素を増幅し、その水素を利用して鉄鉱石を還元する技術を開発する。

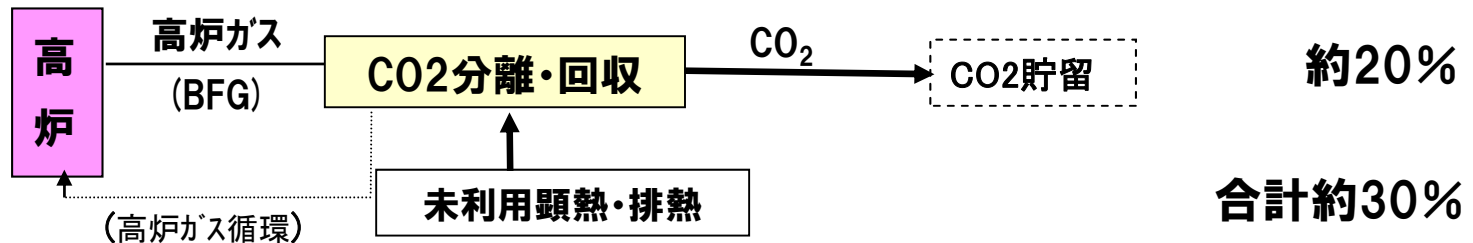
②高炉ガスからのCO2分離回収技術開発

高炉ガスからCO2を分離するために、新たな吸収液開発、物理吸着技術開発を行い、併せて製鉄所内の未利用排熱を活用して、CO2分離のためのエネルギーを削減する技術を開発する。

①高炉からのCO2排出削減技術開発(1-1 から 3)



②高炉ガスからのCO2分離回収技術開発(4-1-1 から 5-3)



事業の目標(2012年度 具体的な最終目標)

① 高炉からのCO₂排出削減技術開発

- ・水素などによる鉄鉱石還元メカニズムと反応制御の基礎技術を確立する。
- ・水素の増幅率を2倍とするコークス炉ガス(COG)改質技術を確立する。
- ・水素還元高炉用の高強度・高反応性コークス製造技術の開発については、高炉側からの要求仕様が現状未定であるため、中間評価を目途に目標を設定する。

② 高炉ガス(BFG)からのCO₂分離回収技術開発

- ・高炉ガス(BFG)からのCO₂分離回収コスト2,000円/t- CO₂ (「分離回収法開発ロードマップ(CCS2020)」に示された目標)を可能とする技術の見通しを得る。

事業の目標(研究開発実施項目)

①高炉からのCO₂排出削減技術開発

サブテーマ1: CO₂削減のための高炉でのコークス使用量削減を目的に水素などを用いて鉄鉱石を還元する反応制御技術を開発する。

サブテーマ2: コークス炉の800°Cの未利用排熱を利用し水素量を増幅するコークス炉ガス(COG)改質技術を開発する。

サブテーマ3: 水素還元用の高強度・高反応性コークス製造技術を開発する。

②高炉ガス(BFG)からのCO₂分離回収技術開発

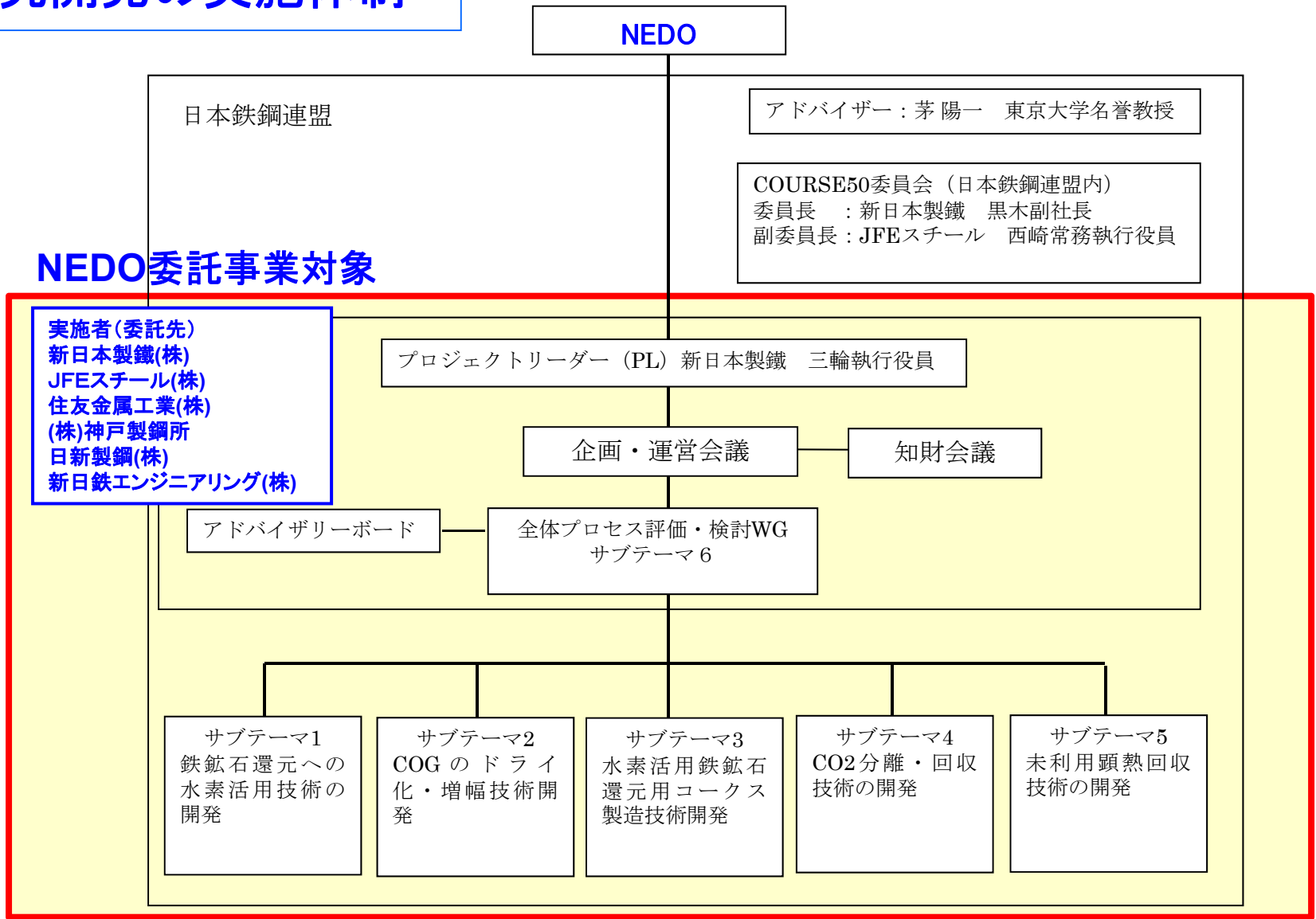
サブテーマ4: 高炉ガス(BFG)からのCO₂分離回収に係る吸収液や物理吸着法の開発を行う。

サブテーマ5: 製鉄所の未利用排熱活用拡大によるCO₂分離回収エネルギー削減(鉄鋼業のCO₂削減)に寄与する技術開発を推進する。

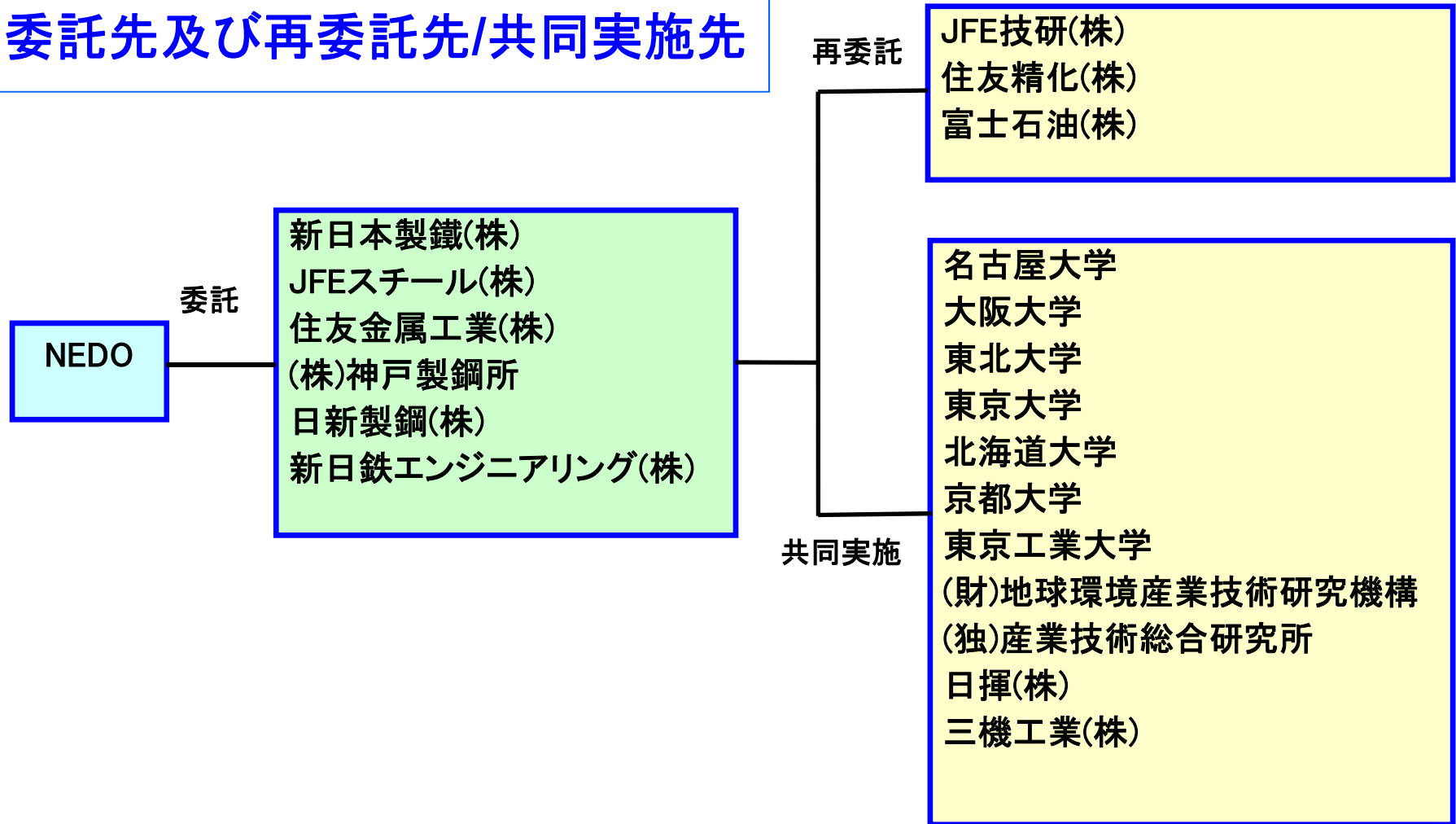
- ・尚、フェーズⅡ、次ステップ開発を経て、総合的に約30%のCO₂削減可能な技術の確立を目指す。

テーマ	目標	根拠
サブテーマ1 鉄鉱石還元への水素活用技術の開発	水素を多量に含有する改質COGを高炉で利用した場合の、高炉内鉱石還元挙動を明らかにするとともに、鉱石還元粉化検討、炉上部での熱補償検討、高炉内に局所的な挙動の評価を行い、CO2排出量削減について定量的な評価を行う。	本プロジェクトでのコアの技術であり、抜本的な削減を目指す、世界に類を見ない新たなアプローチである。
サブテーマ2 COGのドライ化・増幅技術開発	平成20年度～21年度は、民間自主研究において、「触媒の更なる高性能化・反応温度の低下」を指向した開発を実施した後、平成22年度より、実COGを用いた200 Nm ³ /hr規模の試験設備で水素増幅特性確認と、耐久性の評価を実施する。	長期連続運転を可能とする圧損抑制のための触媒形状と触媒槽プロセス設計も含めて、 本プロジェクトの根幹である改質ガス供給課題 である。
サブテーマ3 水素活用鉄鉱石還元用コークス製造技術開発	水素を活用した鉄鉱石還元で想定される高炉内の環境(ガス組成や温度分布)において、求められるコークスの特性を明らかにし、これを満足するコークスの製造技術を開発する。	従来の還元材のコークス投入量を減らし、CO2発生量を低減するため、 必須なコークス製造は重要な課題 。
サブテーマ4 CO2分離・回収技術の開発	パイロット規模の化学吸収試験設備や数種類の高性能吸収液等を用いて、BFGから二酸化炭素を分離回収する試験を実施、定量的なエンジニアリングデータを収集し、製鉄プロセスに及ぼす影響を実証的に評価すると共に製鉄プロセスとの統合モデルを検討、全体システム評価・検討の中で実用化時の二酸化炭素削減ポテンシャルや分離回収コスト低減効果进行评估する。	投入エネルギーの削減とコストダウンを実現が最重要課題であり、物理吸着を含めた 総合化によるシステム化が必須 であるため。
サブテーマ5 未利用顕熱回収技術の開発	選定した未利用顕熱・排熱活用技術の性能検証試験を完了し、BFG(高炉ガス)からのCO2分離回収量増加への寄与を評価。パイロット規模で、回収ガス温度が140℃以上、熱回収効率が30%以上(パイロット設備への供給前のスラグ熱容量が基準)となる顕熱回収条件を確認する。	SG4との組み合わせで検討を進めないと本来のCO2削減とならないため重要な課題 。
サブテーマ6 製鉄プロセス全体の評価	約30%CO ₂ 削減に各要素技術の開発目標(マイルストーン)との整合性をとり、全体調整やマネジメントを実施。	他分野に関わる課題が多いため、全体調整必須となるため 。

研究開発の実施体制



研究開発の実施体制
委託先及び再委託先/共同実施先



情勢変化等への対応

情勢	対応
世の中動向を広く情報収集をすべく、専門の機関によるご意見を伺う場として、アドバイザリーボードの設置(H21年度下期から)。	アドバイザリーボードに関しては、東北大/三浦教授、北海道大/秋山教授、東北大/長坂教授、群馬大/宝田教授、九州大/清水教授の5名に就任をお願いし、3月9日に実施。今後も年2回程度のペースで継続実施の予定である。
本プロジェクトは課題が非常に多岐に渡っているので、常にテーマ全体を見直しつつ、テーマそれぞれに、加速化これらの課題認識をベースとして、 COURSE50委員会 では、提言を行い、了承して、テーマの選択と集中を実施	H22年度以降は以下のように推進することとした。 ① 水素還元関係 →本プロジェクトでの大事なコア部分であり、可能な限り前倒しで推進する。 ② 化学吸収・物理吸着 →ベンチプラント等の建設を通して、スケジュール通り進める。 ③ 排熱回収や高性能コークス製造 →多少時間を掛けても確実に実施できるように、原理原則部分をしっかりと解明していく
必要に応じての体制の変化検討と研究テーマの選択と集中	新たな体制で臨むべく、その体制等は常に見直せるようにしており、適材適所の配置になるように工夫をしている。特に 大学等の保有する高いレベルでの知見を有効活用すべく、委託研究先を増やして、漏れがなく最適な産官学体制になるように工夫 をしている。開発期間の途中での第三者との共同実施も研究開発体制の変更で対応可能であるとのことから、適時最適な体制になるように検討を進めている。

加速財源投入実績（2008、09年度）

サブテーマ別予算の推移						(百万円)
	H20本予算	H20補正予算	H21本予算	H21補正予算	H22本予算	H20～H22 総額
1 鉄鉱石還元への水素活用技術の開発	26.1		101.3	329.8	395.2	852
2 COGのフライ化・増幅技術開発					504.0	504
3 水素活用鉄鉱石還元用コークス製造技術開発	119.0		267.3	29.8	67.3	483
4 CO2分離・回収技術の開発	244.0	914.6	621.4	248.1	812.0	2,840
5 未利用顕熱回収技術開発	137.3	84.9	118.5	783.6	77.6	1,202
6 全体プロセスの評価・検討	5.4		6.1	3.1	5.8	20
計(消費税を含む)	532	1,000	1,115	1,394	1,862	5,902

補正予算は、以下のような考えで、適時投入。

- ①水素還元関係→本プロジェクトでの大事なコア部分であり、可能な限り前倒しで推進する。
- ②化学吸収・物理吸着→ベンチプラント等の建設を通して、スケジュール通り進める。
- ③排熱回収や高性能コークス製造→多少時間を掛けても確実に実施できるように、原理原則部分をしっかりと解明していく。

・サブテーマ6による「アドバイザリーボード(年2回)」開催

外部有識者の意見を運営管理に反映

秋山 友宏 北海道大学エネルギー変換マテリアル研究センター 教授

清水 正賢 九州大学大学院工学研究院 教授

宝田 恭之 群馬大学大学院工学研究科 教授

長坂 徹也 東北大学大学院環境科学研究科 教授

○三浦 隆利 東北大学大学院工学研究科 教授(○:委員長)

以下を反映

- 1) 今回のシステム設計と各グループの連携が重要であり、マネジメントが重要
- 2) 国内外への発信が大事、HP整備や積極的な学会発表が重要
- 3) 試験高炉実験を計画してほしい 等々

・その他、以下の委員会を開催

「サブテーマフォロー会議(年12回)」研究内容の進捗状況確認と今後の方針を協議

「全体システム評価・検討WG会議(年8回)」技術全体のシステム化と実用化検討を協議

「企画・運営会議(年4回)」運営全体の進め方等を協議

「知財会議(随時)」出願方法の検討等

「COURSE50委員会(年2回)」全体の進捗確認と大きな判断等

テーマ	主な進捗と成果 ◎:スケジュール以上に加速進捗または加達成 ○:順調進捗	評価
サブテーマ1 鉄鉱石還元への水素活用技術の開発	炉内ガス中H ₂ の増加にもかかわらず、試験範囲においては、シャフト部温度低下や還元遅延等の懸念現象は見られていない。 水素吹込みによる鉄石還元率の予想以上の向上が得られ、インプットカーボン 10%削減の可能性をラボベースで確認した。羽口+シャフトで。	◎
サブテーマ2 COGのドライ化・増幅技術開発	H ₂ 2fyから研究に着手。ベンチプラント試験設備の現場設置方法を決定した。その他、プロセス検討、機械要素技術開発、ベンチプラント試験設備設計、土建・電気工事、官庁申請書類作成について取り組みを開始した。	○
サブテーマ3 水素活用鉄鉱石還元用コークス製造技術開発	「コークス強度到達目標の達成」に対しては、高性能粘結材の添加と配合炭嵩密度の調整で目標DI(150/15)=88に到達した。「作用機構の解明」については、コークス強度向上がHPC(乾留時に良好な軟化溶解性を示す)による配合炭の流動促進効果に起因することを明らかにした。	◎
サブテーマ4 CO ₂ 分離・回収技術の開発	CAT30による評価結果と合わせてスケールアップ則に乗っていることを確認。「CAT30での製鉄プロセスへの影響評価」は、 速報ベースだが、世界最小水準の熱消費量値を試験結果として得た。 物理吸着では「ガス分離性能の検証」、「ベンチ装置での運転研究」、「実機プロセスの検討」の3分野の研究開発を有機的に連携しながら実施。技術調査を主体としたCO ₂ 分離回収技術の低コスト化の検討と、モデル製鉄所におけるコスト評価も実施。	◎
サブテーマ5 未利用顕熱回収技術の開発	モデル製鉄所排熱状況の整理と排熱回収技術シーズ調査完了し、CO ₂ 分離回収可能量・コストの検討を実施し、ケミカルヒートポンプ技術及び、相変化物質による蓄熱・熱輸送技術を新たな開発課題として選定。 実機の製鋼スラグを40kg溶解できるプラズマ溶解炉、単ロール成形ラボ装置を製作し、目標とする製鋼スラグ顕熱回収の可能性を確認した。 スラグ顕熱回収ベンチ試験装置設計完了し、製作中。カーリーナ発電システムの実機データを採取することにより、熱効率改善と低コスト化の可能性を明らかにした。	○
サブテーマ6 製鉄プロセス全体の評価・検討	約30%CO ₂ 削減に各要素技術の開発目標(マイルストーン)との整合性をとり、全体調整やマネジメントを実施。 製鉄所全体についての総合的エネルギーバランス評価のためにツールを作成。世の中への積極的な宣伝を狙ってHPの作成・整理等も実施。	○

3. 研究開発成果について (1)(中間)目標の達成度

最終目標 (H24年度)	中間目標 (H22年度)	サブテーマ	達成 状況	
① 高炉からのCO2排出削減技術開発				
・水素などによる鉄鉱石還元メカニズムと反応制御の基礎技術を確立する。	最終目標を達成するための主要構成技術の目途を得る	1. 鉄鉱石還元への水素活用技術の開発	◎	
・水素の増幅率を2倍とするコークス炉ガス(COG)改質技術を確立する。		2. COGのドライ化・増幅技術開発	○	
・水素還元高炉用の高強度・高反応性コークス製造技術の開発については、高炉側からの要求仕様が現状未定であるため、中間評価を目途に目標を設定する。		3. 水素活用鉄鉱石還元用コークス製造技術開発	◎	
② 高炉ガス(BFG)からのCO2分離回収技術開発				
・高炉ガス(BFG)からのCO2分離回収コスト2,000円/t- CO2(「分離回収法開発ロードマップ(CCS2020)」に示された目標)を可能とする技術の見通しを得る。		4. CO2分離・回収技術の開発	◎	
		5. 未利用顕熱回収技術の開発	○	
	6. 製鉄プロセス全体の評価・検討	○		

(3)知的財産権、成果の普及

	H20	H21	H22	H23	H24	計
特許出願(成立特許)		1	10 ¹⁾			11件
論文(査読付き)		1				1件
研究発表・講演	1	23	18 ²⁾			42件
受賞実績						0件
新聞・雑誌等への掲載	4	14	1			19件
展示会への出展						0件

注1:H22特許出願はこの他に3件準備中

注2:H22研究発表は2010秋学会発表予定10件を含む

※ : 平成22年7月30日現在

テーマ	最終目標	達成見通し
サブテーマ1 鉄鉱石還元への水素活用技術の開発	改質COGの適正吹込み位置、方法の明確化、および改質COG中H ₂ 還元過程で生成する鉱石中微細気孔の生成とそれによる反応効率改善効果を確認する。改質COG 200 m ³ N/t-pig(COG 100 m ³ N/t-pig)の高炉への利用条件を明確化する。	ラボレベルでは確実に最終目標を達成できる。同時に、小スケールでの試験設備での実証も視野に入れて今後取り組む予定。
サブテーマ2 COGのドライ化・増幅技術開発	ベンチプラントレベル試験運転を行い、実COGを触媒改質することによる水素増幅率向上の検証とコークス炉操業のサイクルに合わせて触媒特性を長時間維持できるか見極める。	長時間試験のための設備工事等に時間を要する可能性が高いが、最終年度には一定の長時間テストが可能で、最終目標に到達できる予定。
サブテーマ3 水素活用鉄鉱石還元用コークス製造技術開発	高強度高反応性コークス製造技術を開発する。 ・開発目標:コークス強度[ドラム強度] DI \geq 88 ・想定される改質COG下におけるコークス熱間物性を評価する。	早期の段階で最終目標に到達できる予定で、開発を早期終了することを狙う。
サブテーマ4 CO ₂ 分離・回収技術の開発	吸収液特性(反応熱、吸収量等)のラボ測定値を基に平衡モデルにより算出したCO ₂ 分離回収エネルギーが2.0 GJ/t-CO ₂ 以下とする。ベンチ試験装置において、可燃ガス(CO+H ₂)の回収率 \geq 90%を満足するCO ₂ 回収率 \geq 80%または回収CO ₂ 濃度 \geq 90%のガス分離性能を検証する。	化学吸収及び物理吸収の個別課題はそれぞれ最終目標を達成できる予定。最終的な総合システム化に向けて、研究に重点を置き、推進する予定。
サブテーマ5 未利用顕熱回収技術の開発	選定した未利用顕熱・排熱活用技術の性能検証試験により、BFGからのCO ₂ 分離回収量増加への寄与を評価する。ベンチ規模で回収ガス温度が140℃以上、熱回収効率が30%以上となる顕熱回収条件を明確化する。低位熱発電システムの排熱有効利用率30%を可能とする技術を明確化する。	個別課題はそれぞれの最終目標を達成できる見通しである。
サブテーマ6 製鉄プロセス全体の評価	全体最適化を推進し、最終的に製鉄所における現状の全排出レベルに比較して約30%のCO ₂ 削減を可能にする技術の確立に資する。	早期終了課題と加速化すべき課題を抽出して、総合的に最終目標にすべての課題が到達し、プロジェクト最終目標が実現できるように努力する。

実用化スケジュール

2000 (H12) 2002 (H14) 2004 (H16) 2006 (H18) 2008 (H20) 2010 (H22) 2012 (H24) 2015 (H27) 2020 2030 2050 2100

COURSE50

Phase I (Step1)

水素による石炭の一部代替化

- ・還元基礎検討
- ・吹込方法の明確化
- ・ベンチ試験での水素増幅

JHFCプロジェクト (2001-)

COG増幅プロジェクト (2003-2006)

基盤技術整備
インフラ確立

グリーン電力・グリーン水素製造技術の開発

CO2貯留・モニタリング開発

COCSプロジェクト (2001-2008)

BFGからのCO₂分離回収

- ・プロセス評価プラントでの評価
- ・低温排熱回収による総合評価

国際連携

ULCOSプロジェクト (2004-)

Phase I (Step2)

ミニ試験高炉部分確性

分離回収設備とミニ試験高炉とのマッチング開発

Phase II

試験高炉確性 + 実炉部分確性

数百t/D設備と試験高炉との一貫操業開発

Post-COURSE50

実用化導入・普及

実用化導入・普及

水素製鉄

2030年頃
1号機を実機化する。
(前提条件)
○CO₂貯留技術確立
○経済合理性成立

水素還元

炭酸ガス分離回収

＜実機化に向けての考え方＞

平成20年7月に始動した本技術開発の内容は、大きく二つある。

一つ目の水素還元については、初年度は実験室規模の設備を用い、水素の還元材としての効果を概ね確認したところである。

二つ目の「高炉ガスからのCO₂分離・回収」については複数のCO₂分離技術を視野に入れているが、例えば化学吸収法については、吸収液の特性改善をラボレベルで行いつつ、君津製鉄所における30t/Dのプロセス評価プラントの建設を並行させており、平成21年度末より試験開始している。

今後の見通しであるが、2013年以降の5年間で、規模を大きくした開発を行い、2018年からの10年間で実証規模の試験を行うことで、2030年から、順次の実機移行を考えている。

＜実機化の見通しと条件＞

- ① 2030年までに技術を確立する。
- ② 実用化時期は2030年(実機化1号機は2030年)。
- ③ 本技術開発はCO₂分離回収までとしており、CO₂貯留については他プロジェクトの成果を活用する。
- ④ 実機化に際し経済合理性を有することが必要。

2008年～2012年	2013年～2017年	2018年～2028年
Phase I (step1)	Phase I (step2)	Phase II