

平成 18 年度CDM／JI事業調査

インド・未利用資源を有効利用した無焼成レンガ製造事業調査

報 告 書

平成 19 年 3 月

亀井製陶株式会社

『 インド・未利用資源を有効利用した無焼成レンガ製造事業調査 』

目 次

はじめに（提案プロジェクトの概要と企画立案の背景）	4
第1章 インド国の概要	
1.1 インド国の地勢と歴史	7
1.2 政治状況	10
1.3 経済状況	12
1.4 社会一般	16
第2章 インドのエネルギー・環境問題とCDM	
2.1 エネルギーの現状と問題	18
2.2 環境問題	32
2.3 インドの CDM 事業に対する取り組み	33
第3章 インドのレンガ産業	
3.1 レンガ産業の現状	36
3.2 レンガ製造プロセス	37
3.3 物性比較	42
3.4 労働弊害	44
第4章 プロジェクトの内容	
4.1 プロジェクトの概要	45
4.2 無焼成固化技術	45
4.3 無焼成レンガ製造プロセス	55
4.4 プロジェクトの実施体制	59
4.5 環境への影響	60
第5章 PDD の作成	61
・ベースライン方法論	66
・活動期間／クレジット期間	70
・バウンダリー	72
・ベースラインの妥当性	73
・追加性の証明（技術バリア）	73
・リーケージ	77
・排出係数の決定	82
・本プロジェクトの CO2 ガス排出削減量	89

・モニタリング計画	89
第 6 章 事業性調査と資金計画	
6.1 参加企業	99
6.2 事業性調査	99
6.3 資金計画	103
第 7 章 利害関係者のコメント	
7.1 コメント対象者	104
7.2 コメントのまとめ	104
7.3 コメントへの対応	104
添付書類 :PDD(英文、フォーマット Ver03)	

はじめに

本報告書は、財団法人地球環境センターが公募した「平成18年度 CDM/JI 事業調査」案件において、亀井製陶株式会社が提案し採択された内容を元に、クリーン開発メカニズム(CDM)としてのプロジェクトの実現可能性について調査した内容と、有効化審査を目指したプロジェクト設計書(PDD)の構成となっている。

『 インド・未利用資源を有効利用した無焼成レンガ製造事業調査 』

回	実施時期	主な目的	訪問先
第一回	2006年9月 21～29日	○ムンバイ地域におけるプロジェクト実現可能性調査(以下調査項目) 1.工場予定地の調査 2.スラグセメント工場調査 3.石炭火力発電所の調査 3-1 原料としての石炭灰の調査 3-2 処分場の実態調査 4.その他原料となりうる廃棄物の調査 6.輸送方法、距離、燃費等の調査 7.既存レンガ工場の調査 7-1 生産量、生産方法 7-2 石炭(カロリー、使用量、産地等) 7-3 粘土(コスト、使用量、物性) 7-4 人件費(作業別、出身地等) 7-5 製品輸送距離等 7-6 利害関係者のコメント 8.首都デリーにおいて関係省庁訪問調査 8-1 環境森林省 8-2 石炭省	Stresscreet 社 Indorama cement 社 Reliance energy 社 インド環境省 インド石炭省 ムンバイ工科大学 MSB レンガ社 MMP レンガ社 SVM レンガ社 YGK レンガ社 SGM レンガ社 VGM レンガ社 KBK レンガ社 AAA レンガ社 ACP レンガ社

第2回	2006年11月11～19日	<p>○OUP(ランプール)地域におけるプロジェクト実現可能性調査(以下調査項目)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.工場予定地の調査 2.スラグセメント工場調査 3.石炭火力発電所の調査 <ol style="list-style-type: none"> 3-1 原料としての石炭灰の調査 3-2 処分場の実態調査 4.その他原料となりうる廃棄物の調査 6.輸送方法、距離、燃費等の調査 7.既存レンガ工場の調査 <ol style="list-style-type: none"> 7-1 生産量、生産方法 7-2 石炭(カロリー、使用量、産地等) 7-3 粘土(コスト、使用量、物性) 7-4 人件費(作業別、出身地等) 7-5 製品輸送距離等 7-6 利害関係者のコメント 	ACC 社 Badarpur Thermal Power Station 社 AA レンガ 社 FBI レンガ 社 DB レンガ 社 RAJ レンガ 社
第3回	2006年12月16～27日	<p>○オリッサ(サンバルプール)地域におけるプロジェクト実現可能性調査(以下調査項目)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.工場予定地の調査 2.スラグセメント工場調査 3.石炭火力発電所の調査 <ol style="list-style-type: none"> 3-1 原料としての石炭灰の調査 3-2 処分場の実態調査 4.その他原料となりうる廃棄物の調査 6.輸送方法、距離、燃費等の調査 7.既存レンガ工場の調査 <ol style="list-style-type: none"> 7-1 生産量、生産方法 7-2 石炭(カロリー、使用量、産地等) 7-3 粘土(コスト、使用量、物性) 7-4 人件費(作業別、出身地等) 7-5 製品輸送距離等 7-6 利害関係者のコメント 	Jypti Transformers & Electricals 社 ACC 社 Hindalco 社 Shyam Power Limited 社 Priti Oil 社 RK レンガ社 BB レンガ社 RB レンガ社 BB レンガ社 PB レンガ社 KK レンガ社 OSI レンガ社 DEV レンガ社 BBB レンガ社 V55 レンガ社 JMS レンガ社

<要約>

- 1) インドでは活発な経済活動を背景に、建築物の主要材料であるレンガ産業においても旺盛な需要があり、この結果燃料となる石炭の燃焼から大量のCO₂、SO_x、NO_x、ばいじんが放出されている。また、レンガの原料となる粘土の大量採取による荒地化の問題や水資源が少ない国での地下水の大量消費、劣悪な労働条件下での労働災害も大きな社会問題となっている。
- 2) インドでは「CDM」に関して官民挙げて熱心に取り組んでおり、世界各国の中で、これまでに政府承認を与えた件数で最も多いのはインドである（2005年11月15日現在181件）。
- 3) 現地カウンターパートとともに、既設のレンガメーカーを買収、労働力と販売ルートを確保したうえで、既存レンガを「無焼成レンガ」に置き換えることを計画、それにより、
 - ① 石炭の消費を抑制（省エネルギー）
 - ② 原料の90%以上をフライアッシュなどの副産物を利用することによる資源保全(省資源)
 - ③ 機械製造による安定的な品質の確保
 - ④ 水資源の30%以上の節約
 - ⑤ 1ライン(年間製造量約 5800万個)で30,000トンのCO₂削減が期待できる。ことが判明。資源保全や環境保全、労働条件の改善と併せてCO₂発生量の削減に結びつけ、クレジットの獲得につながるCDM事業の可能性について、その採算性、実現性を調査した。
- 4) 当プロジェクトの財務分析を行った結果、CERを加味しない場合は税引前でIRR=23.56%、税引後で10.27%であり、一般的に投資実施レベルとされている20~25%を下回った。
- 5) CER価格は市場価格であり国際的な需要と供給のバランスから決まる。現状の実勢価格はUS \$10/t-CO₂前後で、この場合は税引前でIRR=35.83%、税引後で24.11%である。将来のCER価格予測は極めて難しいが、当該調査の結果からは現状の条件下(CER価格、初期投資額、など)で当該プロジェクトのCDM事業化は可能であることが判明した。
- 6) 今後、本調査終了後にも更に検討を重ね有効な条件を模索する。また別途弊社の負担においてPDDのバリデーションを実施する予定である。
- 7) このPDDを活用して当該案件を事業化する場合には、発生するクレジットの取引については日本政府と相談する。

第1章 インド国の概要

1.1 インドの地勢と歴史



図 1-1 インド国及び近隣諸国

(出典:mapsofindia)

インドはインド亜大陸を構成する国で、南北は北緯 8 度～北緯 36 度、また東西は東経 68 度～東経 96 度に渡る広い国である。国土はパキスタン、ネパール、中国、ブータン、バングラディッシュ、ミャンマーと国境線を接している。本調査の舞台はインド全域であるが、各地での現地調査の結果 **Sambalpur、Orissa (サンバルプール、オリッサ州)**でスタートすることが適当であると判断した。Orissaはインド東部地区に位置しており、ベンガル湾に面している。

(1) 国土

インドは 25 州、1 特別区(ニューデリー)、及びフユニオン領地から構成されており、首都はデリー。

1) 面積: 3,287,263 平方km (日本の約 8.8 倍)

2) 人口: 1,027,020 千人(2001 年3月1日現在)

人口増加率 1.8%(1990~2000 年の平均:世界銀行)

3) 首都:ニューデリー(人口 1,378 万人 2001 年3月1日現在)

1.1.2 インドの歴史

インドの中世以降の歴史は「ヨーロッパ列強国の侵略とインド独立運動」に集約される。以下に 17 世紀以降のインドの歴史を簡単にまとめる。

(1) 英、仏の侵略

英、仏は 17 世紀初頭それぞれ東インド会社を設立して、インドへの進出を開始し、イギリスはマドラス(1639)、ボンベイ(1661)、カルカッタ(1686)、フランスはポンディシェリー(1647)、シャンデルナゴール(1637)を占領して、インド侵略の根拠地を設定した。

(2) プラッシーの戦い(1757)

インドに根拠地を築いた英、仏は帝国の内乱に乗じて、盛んに土侯を買収して、その勢力を固めていたが、フランスの東インド会社総裁デュプレクスが帰国すると、イギリスの東インド会社書記のクライヴは七年戦争を利用して、フランスとベンガル王侯との連合軍をプラッシーに破り、インドにおけるイギリスの地位を確立した。

(3) インド植民地化

この様にして東インド会社のベンガル支配が実現すると、イギリス政府は、インド統治法案(1773)を公布して同会社を改組し、インドの統治を本国議会の監督下においた。そしてそれ以後は、産業革命のための商品市場と原料市場としてインドの植民地化を強行した。

(4) インド帝国の成立

ムガル帝国の滅亡後、イギリスはインド統治法を公布して、東インド会社を解散と同時にインドをイギリスの直轄領とし、イギリス議会の責任を持つインド総督が統治することになった。また 1877 年には、インド帝国を樹立し、ヴィクトリア女王がインドの皇帝を兼ねることとなった。

(5) インド統治政策

イギリスはインド人の宗教的対立(イスラム教徒とヒンドゥー教徒)や政治的対立(藩王国などの対立)を利用して、諸勢力の均衡をばかり、反英感情の鎮静をはかった。また、灌漑・交通施設などの整備による農業開発や鉱業開発によって、イギリス産業への原料市場化を本国の利益本位で推進した。

(6) ベンガル分割令(1905)

強硬な帝国主義者インド総督カーゾン(1899~1905)が反英機運成長の抑圧と増税を目的に、西部のヒンドゥー教徒と東部のイスラム教徒の離間を策して、ベンガル州の分割を実施すると、国民会議派の急進派ティラクらは自治と国産品愛用を叫んで反映抗争への一歩を踏み出した。

(7) カルカッタ大会(1906)

反英機運の高まった日露戦争後のインドでは、分割令の翌年カルカッタにて国民会議派の大会が開かれ、以後会議派は反映運動を全国的に展開した。しかし、同年における親英的な全インドームスリム連

盟の成立、会議派内部の急進派と穏健派との対立、イギリスの弾圧などで反映抗争も衰えた。

(8) 第一次世界大戦

対戦勃発後、インドは自治獲得のため多くの兵員・物資を提供して、戦後の自治を約束されたが、戦後イギリスは国防法(1915)の失効に対処して、ローラット法(1919)を実施し、民族運動に対する弾圧の方針を示した。ローラット法が実施されると、その翌月ガンディー(1869～1948)が罷業を布告して同法に抗議した。翌月パンジャープの反英運動に対するイギリスの大弾圧(アムリットサル事件)が行われたので、インドの反英抗争は急速に激化した。そこでイギリスはインド統治法を制定し、インドの公職就任、自治権の付与、中央と地方の議会設置などを認めた。

(9) ガンディーの反英闘争

ローラット法の実施と虐殺事件後、ガンディーの指導のもとで第一次非暴力・不服従運動(1919～1922)と自治の獲得をめざす運動が展開された。この運動は一時挫折したが、1929年の国民会議で完全自治が採択されると、第二次非暴力・不服従運動(1929～1934)が全国的に実行された。これに対しイギリスはインドとの妥協をはかるため、1930年以後3回にわたって英印円卓会議を開いたが、ガンディーの協力を得ることに失敗した。

(10) 第二次世界大戦とインドの独立

大戦が終了すると独立の機運が高まるなか、1949年ボンベイで水兵の反乱と労働者のストライキが発生し、英首相アトリーはインド独立承認を表明し、翌47年2月インド完全独立許容宣言を行った。

しかし、統一インドを主張する会諸派と分離独立を主張する連盟との対立が生じ、同年8月、ヒन्दウー教徒のインド連邦とイスラム教徒のパキスタンとに分かれて、自治領としての独立が実現した。また翌年にはセイロンも自治領として独立した。

(11) インド共和国の成立

インド連邦は1950年1月餅憲法が成立すると、自治領の地位を離れて独立の共和国となり翌年から第一次五ヵ年計画を実施した。1952年の総選挙の結果、国民会議派が第1党を占めると、ネルーが首相、プラサドが大統領に就任して、1945年にはネルーが中国の周忌来首相と平和五原則を声明、続いて翌年にはバンドン会議に参加して平和十原則を宣言し、以後中立主義外交を進めて、東西両陣営の対立緩和に貢献した。

(12) 中印国境紛争

1950年の中国によるチベット解放と1959年のダライ=ラマのインド亡命で国境地帯が緊張し、1962年の戦闘で中国に敗れた。ネルーの死後、シャストリ政権のもとでも、1965年にラダク地区で中国との国境紛争が再発した。一方、分離独立以来パキスタンとの間でもカシミールの帰属をめぐる国境紛争が続いた。

(13) 1970年代の動向

1966年、故ネルーの娘インディラ=ガンディーが首相に就任し、農業生産の不振、党内対立で斜陽化した国民会議派の再建に努める一方、1974年に核実験に成功して世界6番目の核実験をおこなった。しかし1977年の総選挙で敗北して、人民党モラルジ=デサイ政権が成立した。デサイ政権は政治の自由化や政情安定化につとめたが、政治的混乱が続いた。

(14) 1980年代の動向

1980年に政権を回復したインディラ=ガンディーは国内では財界と協力しつつ国際的には親ソ路線を

とり、父ネルー以来の独自の社会主義路線を推進したが、パンジャブ問題で対立していたシーク教徒に1984年に暗殺された。その後、息子のラジブ＝ガンディーが後を継いだ。しかし、経済の停滞と汚職疑惑により、1989年国民戦線に政権を譲った。

(15) 1990年代の動向

1991年の選挙中にラジブ＝ガンディーは暗殺されたが、国民会議が政権を獲得した。外交面ではこれまでの親ソ路線から、中国、アメリカとの関係改善に着手した。しかし、パキスタンとの対立を背景に1996年に国連で採決されたCTBT(包括的核実験禁止条約)の署名を拒否した。同年の総選挙でヒンドゥー至上主義を掲げるインド人民党が第1党を獲得したが、国民会議派を中心とする統一戦線内閣が成立した。しかし、1998年の選挙で勝利したインド人民党パジパイ政権は、パキスタンからの脅威を口実に原爆実験を強行し、核保有を宣言した。

(参考:「世界史の整理」三省堂)

1.2 政治状況

第2次世界大戦後のインド政治略史を以下に示す。

- ・1947年イギリス領より独立
- ・1950年インド憲法の制定
- ・1952年日印国交樹立、第1回総選挙
- ・1950年代～1990年代インド国民会議派が長期間政権を担当(一部年代を除く)
- ・1990年経済自由化を推進
- ・2004年 कांग्रेस党を第一党とする連立政権が成立

1.2.1 現状の政治体制

(1) 政体: 共和制

(2) 元首: A.P.J.アブドゥル・カラーム大統領

(3) 議会: 二院制(上院 245 議席、下院 545 議席)

(4) 政府: 首相名 マンモハン・シン(人口比 2%のシーク教徒としての初の首相)

外相名 ナトゥル・シン

(5) 内政: 第14回下院議員選挙は、2004年4月から5月にかけて行われ、結果は大方の予想に反し、 कांग्रेस党が第一党に返り咲き、与野党が逆転した。その結果 कांग्रेस党を中心とする10数政党の連立政権、統一進歩連合(UPA)政権(マンモハン・シン首相)が発足した。新政権はインフラ整備や産業振興などではインド人民党(BJP)が率いた前政権の基本方針を継承する。だが経済発展重視を鮮明にしていた前政権に対し、人口の約70%を占める農民や低位カースト、貧困層への配慮を強調している。また左翼政党の主張を受け入れて国営企業民営化などにも慎重な姿勢を示している。

1.2.2 日本との政治関係

わが国外務省のインド外交の基本姿勢および日印関係をまとめると、以下のとおりである。

(1) 台頭する政治・経済大国

1990年代以降、インドは経済自由化・改革を着実に進め、高い経済成長を達成。特に豊富な人材等を背景にIT産業は飛躍的に発展しており、その経済規模は世界第12位、アジア第4位。最近のインド経済の発展振りは世界から注目を集めている。

対外的にもインドは

- 1) 米国との安全保障面を含む関係強化、
- 2) ASEAN諸国を初めとする東アジア地域との経済連携強化
- 3) 国連やWTO等において多角的且つ積極的な外交を推進。

等国際場裏での発言力を確実に拡大してきている。

(2) 地政学的重要性

インドは我が国と中東諸国とのシーレーン上に位置し、エネルギー安全保障の観点からも重要。

(3) 共通の価値観・システム

インドは世界最大の民主主義国家であり、我が国とは民主主義、市場経済といった価値観・システムを共有している。

1.2.3 最近の日印外交関係

- ・2000年8月の森総理インド訪問の際、日印首脳間で「21世紀における日印グローバル・パートナーシップ」の構築に合意。
- ・2001年12月には、バジパイ首相が訪日し、小泉総理との首脳会談後に「日印共同宣言」を発表
- ・2002年7月、フェルナンデス国防相が訪日。9月、ニューヨークにおいて日印首脳会談を実施。
- ・2002年は、1952年4月28日の国交樹立から50周年。一年を通じ各種の記念事業を実施。これら記念事業に、4月末に中山太郎日印友好議連会長、10月には森前総理が総理特使として訪印。
- ・2003年1月、日印グローバル・パートナーシップを戦略的な観点から更に強化するため川口外務大臣が訪印し、カラーム大統領、バジパイ首相及びシンハ外相等と会談。4月には、ミシュラ・インド首相首席補佐官兼国家安全保障顧問が訪日し、戦略対話を実施。5月には、石破防衛庁長官が、わが国防衛庁長官として初めてインドを訪問。
- ・2003年12月には、東京においてシンポジウム「インド：台頭するグローバル・パワー〈新時代の日印協力戦略〉」を開催、印、米、中から有識者を招き、インドの重要性及び日印関係につき議論が行われた。
- ・UPA政権との関係では、2004年6月のACD会合にて日印外相会談を行い、また7月には荒井外務大臣政務官がインドを訪問して印側政府要人等との意見交換を行った。
- ・2004年夏以降、日印間の要人往来が活発化しており、日本から中川経産大臣(2004年8月、2005年1月)、谷垣財務大臣(2005年1月)、竹中経済財政・郵政民営化大臣(2005年1月)、石川海保庁長官(2005年1月)、安倍自民党幹事長代理(2005年3月)が訪印し、印側はからチャタジー下院議長率いる上下両院議員団(2004年11月)、マランIT通信大臣(2005年1月)、カマル・ナート商工大臣(2005年4月)が訪日。
- ・活発な要人往来を通じて日印関係強化の気運が醸成される中、2005年3月には、印(デリー)において、

日印シンポジウム「日本とインド:21世紀のアジアにおけるパートナーとしての課題と責任」が、森前総理、川口総理補佐官、カマル・ナート商工大臣等日印両国の政・財界を含む著名人の参加を得て開催され、新しい時代の日印協力のあり方につき議論が行われた。

- ・2005年4月、小泉総理が訪印し、マンモハン・シン首相との日印首脳会談において、日印グローバル・パートナーシップに戦略的方向性を付加し、二国間協力をアジア及び世界での協力に拡大していくことに合意。日印共同声明とその行動計画である「8項目の取組」を発出。
- ・なお、我が国は印に対する最大の二国間ドナーで、印は前年度に引き続き、2004年度も我が国円借款の最大の受け取り国となった(2003年度:1,250億円、2004年度:1,345億円)。
- ・2005年夏には国連安保理改革に関わる提案(常任理事国の4カ国増)に関し、ドイツ、ブラジルと共に新提案を作成。

1.3 経済状況

1.3.1 経済状況一般

インドは独立以来、混合経済体制下で重工業を重視し輸入代替工業化政策を進めてきたが、91年、外貨危機を契機として経済自由化路線に転換し、産業ライセンス規制緩和、外資積極活用、貿易制度改革、為替切り下げと変動相場制移行等を柱とした経済改革政策を断行した。その結果、危機を克服したのみならず、90年代中盤には3年連続で7%を超える高い実質成長率を達成。2000年度以降、国際原油価格高や世界経済の減速等の対外的な要因の影響もあって、経済成長率は2000年度4.0%、2001年度は5.4%、2002年度は4.3%と落ち込んだが、2003年には、8.2%と高成長を記録した。

UPA新政権では、総選挙を通じ明らかとなった農村・貧困・雇用対策の重要性を踏まえ、「雇用を伴った経済成長」を掲げ、年率7~8%の経済成長を雇用を伴う形で実現するとしている。また、「人間の顔を持った経済改革」を目指し、外資出資比率の引き上げや、インフラ分野での自由化には積極的な姿勢を示しつつも、雇用により大きな影響を及ぼす労働諸法の改正や国営企業の民営化には慎重な姿勢を見せている。

世界的に見ると、インドはブラジル、ロシア、中国を合わせた「BRICs」と呼ばれる地域大国のひとつである。BRICs諸国は人口大国であり世界の人口の45%を占め、また国土面積では全世界の30%を占める。またGDPの伸びが大きく、ある予測では2050年にはGDPは中国、アメリカ、インド、日本、ブラジル、ロシアの順になる。物価を勘案した購買力平価ベースのGDPでは、現在でもインドは日本に次ぎ4位である。

1.3.2 主要経済指標

表 1-1 年間 GDP 成長率の推移

(単位:%)

計画	期間	目標	実績
第1次計画	1951～56	2.1	3.60
第2次計画	1957～61	4.5	4.21
第3次計画	1961～66	5.6	2.72
第4次計画	1969～74	5.7	2.05
第5次計画	1974～79	4.4	4.83
第6次計画	1980～85	5.2	5.54
第7次計画	1985～90	5.0	6.02
第8次計画	1992～97	5.6	6.68
第9次計画	1997～2002	6.5	5.35
第10次計画	2002～06	8.0	—

(出典: Government of India, Tenth Five Year Plan, Vol.1)

表 1-2 主要経済指標

指標	内容
(1) 主要産業	農業(全人口の 59%, GDP の 26%を占める)、工業、鉱業
(2) GDP	・8,544 億ドル(2006 年:IMF 資料) ・GDB 成長率 8.4%(2005 年度:インド政府資料)
(3) 物価上昇率	4.3%(2005 年度:インド政府資料)
(4) 外貨準備高	1,754 億ドル(2006 年 12 月:インド政府資料)
(5) 通貨	ルピー
(6) 為替レート	1ルピー=約 2.7 円(2007 年 1 月現在) 1米ドル=約 44 ルピー (2007 年 1 月現在)

(出典:外務省ホームページ「各国・地域情勢インド」)

1.3.3 一人当たり GDP の世界比較

表 1-3 一人当たり GDP の比較 (単位:ドル、%)

		一人当たり GDP			平均伸び率		
		96 年	00 年	04 年	93~96 年	97~00 年	01~04 年
BRICs	中国	667	853	1,269	9.6	5.5	11.3
	インド	397	452	608	8.9	2.1	10.1
	ブラジル	4,927	3,604	3,417	21.5	△10.7	4.3
	ロシア	2,644	1,778	4,093	28.8	△13.4	24.7
アジア NIES	香港	24,212	24,638	23,667	7.2	△2.6	△0.6
	韓国	12,258	10,891	14,098	16.1	△1.7	11.5
	シンガポール	25,512	23,042	24,740	12.6	△3.4	6.0
	台湾	12,991	13,823	13,260	6.7	1.2	2.0
ASEAN 4	インドネシア	1,267	785	1,165	11.0	△12.8	14.7
	マレーシア	4,764	3,844	4,625	11.7	△6.0	8.1
	フィリピン	1,184	977	1,014	12.8	△5.3	4.2
	タイ	3,038	1,987	2,521	13.4	△7.6	11.2

(出典:JETRO 夏季公開講座「新興インド市場の可能性と構造改革」2005 年 8 月)

表 1-3 に示す様に、インドは 97 年～00 年に特にアジア諸国を襲った「通貨危機」においても、プラス成長を継続し、その後も高い伸び率を継続している。04 年における一人当たり GDP は 608 ドルであるが、インドには貧困層が約 25～30%存在するとされていることから、それを除外して考えると、一人当たり GDP は約 850 ドル程度となり、インドネシア、フィリピンのレベルに近づく。

1.3.4 貿易状況一般

表 1-4 貿易状況 (単位:億ドル)

項目	内容					
	2001 年	2002	2003	2004	2005	
(1) 貿易総額	輸出	438.3	527.2	638.4	835.4	1030.9
	輸入	514.1	614.1	781.5	1,115.2	1,491.7
(単位:億ドル)(インド政府資料)						
(2) 主要貿易品目	輸出	宝石、基礎化学品・医薬品、既製服、綿糸・綿布、石油製品				
	輸入	原油、宝石類、金、電気製品、機械類				
(3) 主要貿易相手国	輸出	米国、UAE、中国、シンガポール、英国、香港、(日本は第 10 位)				
	輸入	中国、米国、スイス、独、豪州、ベルギー(日本は第 10 位)				

(出典:外務省ホームページ「各国・地域情勢インド」)

1.3.5 日本との貿易

(1) 対日貿易（インド政府資料）

(イ) 貿易額

表 1-5 対日貿易額

(単位:億ドル)

	(2001 年度)	(2002 年度)	(2003 年度)	(2004 年度)	(2005 年度)
日本への輸出	15.1	18.6	17.1	21.3	24.8
日本からの輸入	21.5	18.4	26.7	32.4	40.6

(ロ) 主要品目 (2003 年)

日本への輸出 宝石類、鉄鉱石、海産物

日本からの輸入 機械製品、電気製品、光学製品

日本との貿易高はさほど多くはない。日本への輸出品は第1次産業製品が主体である。これはインドの工業製品のレベルが低く、現状では輸出できるレベルにはないためである。しかし近年インドでは、IT 技術が著しく発展しソフトウェアの輸出が伸びてきた(これは貿易額の中には含まれていない)。

これらの技術が工業製品の中に組み込まれて行くなかで、輸出仕様製品が増加していく可能性がある。

(2) 日本からの直接投資(単位:億円)

表 1-6 日本からの直接投資額

(2001 年度)	(2002 年度)	(2003 年度)	(2004 年度)	(2005 年度)
181	378	99	150	298

(出典:外務省ホームページ「各国・地域情勢インド」)

(3) 日系企業進出状況

表 1-7 日系企業のインドへの進出状況

企業数	231 社(2003 年8月現在)
主な進出企業 (進出年)	旭硝子(57)、松下電器(72)、スズキ自動車(82)、ホンダ技研工業(85)、三洋電機(87)、シャープ(89)、トヨタ自動車(99)、アイシン精機(99)
特徴・問題点	現地販売を目的とした自動車・二輪車、同部品、家電メーカーなどが進出している。地域的には、北部地区(ニューデリー周辺)、西部地区(ムンバイ、プネ地区)が多いが、バンガロールなど南部地区にはソフトウェア開発拠点がある。他方、インフラ未整備、許認可手続きの煩雑さ、外資比率制限などの問題点も指摘される。

(出典:JETRO ホームページ「国・地域別情報」)

1.3.6 日本の援助実績

表 1-8 わが国のインドに対する援助実績 (単位:億円)

種別	金額	年度
有償資金協力	1,345	2004 年度
無償資金協力	30	2004 年度
技術協力実績	10	2003 年度

(出典:外務省ホームページ「各国・地域情勢インド」)

1.4 社会一般

1.4.1 言語

インド憲法では 18 の言語が公用語として、認定されている。これ以外に 844 の方言が使用されている。公用語はヒンディー語であるが、英語も日常的に使用されている。

1.4.2 宗教

インドの宗教はヒンドゥ教(82.7%)、イスラム教(11.2%)、キリスト教(2.6%)などである。インドは世俗主義を掲げており、全ての宗教を平等に敬うという長年の伝統を守っている。その意味で、個人のレベルでは宗教的対立は少ない。一方国家レベルで見ると、政治・外交に宗教問題が大きく影を落としている実態がある。その典型が現在インドがかかえる最大の懸案事項である「カシミール問題」である。

1.4.3 カースト制度

ヒンドゥー社会におけるカーストは本来「色」を意味するヴァルナと「出生」や「血」を指すジャーティーから成っている。古代的身分制度であるバラモン(僧侶)、クシャトリア(王族、武士)、ヴァイシア(平民)、シュードラ(隷属民=農民や牧畜民)の4種姓は、ヴァルナのことである。中世になると、職業の世襲化と出生が一体化してきて、ジャーティーそのものが身分を意味するようになった。そして、これらの身分制度は、ポルトガル語の「血統」「種」を表す「CASTA」という言葉から由来し、「カースト」と言われるようになった。そのカーストの背骨がヴァルナであり、ジャーティーはその背骨につながる各部位の骨である。この骨は 2,000~3,000 もあるといわれている。ジャーティーによって区分された職業や上下関係は長らくインド社会を縛ってきた。その影響は今日においても婚姻、祭祀などにも強く残っている。この制度は社会集団の中では習慣として強く残っているものの、最近特に都心などにおいては政治、経済の発展で古くさい分化の行動様式が崩されてきている。それは、とりもなおさず、バラモンを頂点とした階級制度の地滑りの現象とでもいえよう。すなわち、かつてはヒンドゥーの絶対的な権威の座にあったバラモン層は、社会や経済が大きく変わっていく中で自らの権威を維持出来なくなっている。その一方で、職業選択の不自由さが徐々に無くなりつつあることで、後進カーストの中からビジネスに成功し、大金を得る人たちも増えてきた。旧制度の崩壊が進みつつあるといえる。

(参考:「インドのしくみ」中経出版)

1.4.4 教育、人口その他

成人労働力の教育年数は平均 2.4 年である。ほとんどの児童が小学校に入学するものの農村部においては 50%以上が卒業しない。女性の場合は、約 1/3 のみが中学校に進学している。全体的には約 33%の児童が無教育の状態にある。またこの結果識字率は約 64%(1998 年)で、国民の 1/3 は字の読み書きが出来ない。また平均寿命は 60 歳である。これは栄養不足および伝染病による乳幼児の死亡率が高いためである。さらに貧困や伝統が深刻な男女不平等を生んできている。

改善は続いているにもかかわらず、インドの女性は男性に比べ栄養や教育について低い扱いを受けている。人口も男性が多く、男性 1,000 人に対し女性は 927 人である。他諸国と異なり、35 歳以下の死亡は女性が男性を上回っている。政府はこの様な状況の打開・促進に取り組んでいる。従来のスローガン“*The Health for all*”(全国民のための保健政策)から“*The Health for under Privileged*”(恵まれない人々のための保健政策)に置き換えられ、保健省の予算も大幅に増額された。また人口 100 人当たりの出生者数(出生率)は 2001 年では 1.93%である(日本は約 0.9%)。

第2章 インドのエネルギー・環境問題とCDM

2.1 エネルギーの現状と問題

2.1.1 エネルギー情勢

インドは1980～2001年の約20年間に平均年率5.6%の実質GDP成長率で発展してきた。この間人口は年率2%で増加した。しかし急速な経済発展に伴い、工業化、都市化、モータリゼーションが進行し、エネルギー需要はこの間実質GDP成長率を上回る年率6.0%(一次エネルギーベース)で増大した。また発電量は年率8.1%で伸び、対GDP弾性率1.5という電力多消費型の経済成長であったことがわかる。ただし、コスト割れの低電気料金や、送電ロス(盗電を含む)40%という効率の悪さも背景にある。この急速に伸びる電力需要を賄ったのが豊富な国産石炭である。石炭火力は総発電量の55%(1980年)から78%(2001年)に比率が増大し、年率10%近くで石炭火力発電量は伸びた。この増大する石炭消費が大気汚染を初めとする環境問題を深刻化させた。

また、大気汚染のもう一つの原因である自動車用石油消費量が急速に増加し、一次エネルギー供給ベースで20年間に年率5.9%で伸びた。モータリゼーションの進行に加え、薪炭、牛糞等の非商業エネルギーから利便性の高い石油へのシフトが進んだためである。自動車用の天然ガス利用は大気汚染防止対策としてCNG(圧縮天然ガス)車などの導入が行われているが、その比率は極めて小さい。

大気汚染等環境問題への対策の鍵は低いエネルギー効率の改善にあり、それにはコストをカバー出来る価格水準の形成が極めて重要な政策となるだろう。経済発展に伴うエネルギー消費の急拡大を、エネルギー安全保障の視点でみると、環境保全と共通する課題が多い。インド経済は今後も高い成長率が継続するものと予想される。エネルギー需要の伸びはGDP成長率や人口の変化に大きく依存するが、2001年時点のインドにおける一人当たりの商業エネルギー消費量は表2-1に示す様に0.316toeで、他のアジア途上国と比較すると未だかなり低いレベルである。

表2-1 人口一人当たりの一次商業エネルギー消費量の推移 (単位:toe/人)

国	一人当たりエネルギー			年平均伸び率(% (1995～2001年))
	1995年	2000年	2001年	
インド	0.270	0.317	0.316	2.7
中国	0.714	0.735	0.726	0.3
タイ	0.839	0.953	1.020	3.3
マレーシア	1.740	2.020	2.070	2.9
フィリピン	0.368	0.429	0.414	2.0
インドネシア	0.410	0.478	0.499	3.3
ベトナム	0.122	0.183	0.207	9.2
日本(参考)	3.950	4.130	4.100	0.6

(出典:省エネルギーセンター「アジア開発途上国省エネルギー」インド)

インドでは家庭用を中心に、エネルギー需要の40%強を薪、動物の糞、穀物残液などのバイオマスに依存している。従って、将来的にはGDPの高成長率や人口の増加により、商業エネルギーの需要が急増すると考えられる。

2.1.2 エネルギー基本政策

インドのエネルギー基本政策は後述する関連6省庁による政策方針が計画委員会において調整⇒統合された後、総合エネルギー政策として国家経済基本政策の基本である「5ヵ年計画」に織り込まれる。2001年における一次商業エネルギー消費量で見ると、インドは世界で第6番目にランクされ、全世界の消費量の3.6%を消費する国になっている。そして同国の経済成長、人口増加等にともないエネルギー需要は今後増大していくことは必至である。第10次5ヵ年計画(2002～2006年)では、GDP成長率8%の経済発展においてエネルギー需要が年率5.2%で増加していくことが見込まれている。従って、このようなエネルギー需要拡大に対応するエネルギー供給確保が非常に重要である。しかし国内のエネルギー生産、特に石油に関しては需要が伸びているにもかかわらず、生産量はむしろ減少傾向が続いており、輸入量が年々増加している。このような状況から、第10次5ヵ年計画においての今後のエネルギー政策の課題は以下の様な状況であり、近年インドでは、これらの課題を解決するための様々な動きが見られている。

- (1) 石炭、電力の生産量の増加
- (2) 炭化水素燃料資源の開発促進
- (3) 輸入石油の安定確保
- (4) エネルギー部門の再構築と規制緩和によるエネルギー効率改善構造改革(含む、電力供給不足の解消と電力部門の規制緩和)
- (5) エネルギー効率技術・プロセス・機器の導入による需要管理
- (6) 環境汚染の低減化プロセスへの移行促進(含む、石炭消費が引き起こす環境問題への対応)
- (7) 統括的エネルギー対策

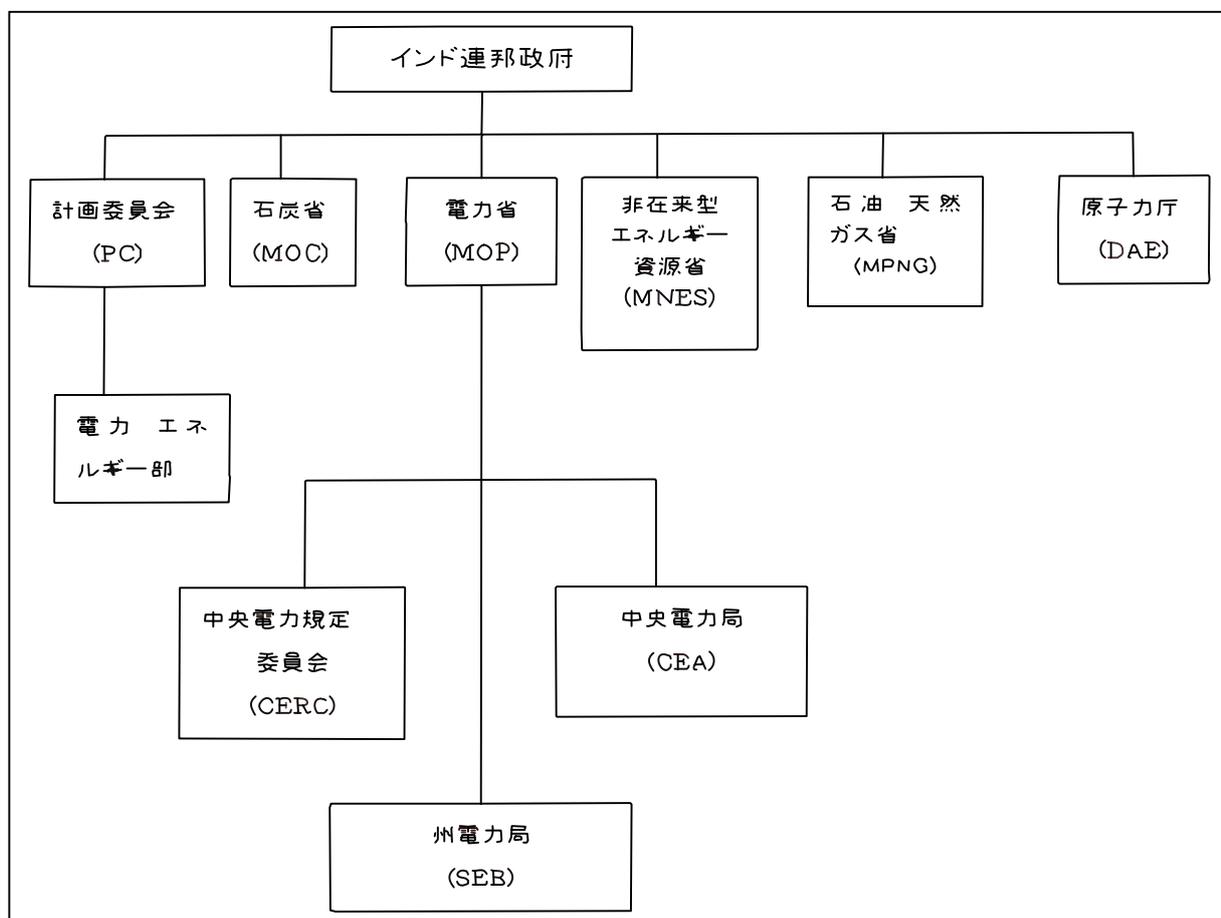
2.1.3 エネルギー政策担当機関

インドのエネルギー関連行政機関は、下記6省庁である。

- 計画委員会(PC : Planning Commission)
- 石油・天然ガス省(MPNG : Ministry of Petroleum and Natural Gas)
- 石炭省(MOC : Ministry of Coal)
- 電力省(MOP : Ministry of Power)
- 非在来型エネルギー資源省(MNES : Ministry of Non-conventional Energy Sources)
- 原子力庁(DAE : Department of Atomic Energy)

またこの他、国営企業の民営化プロセスの立案等は民営化省(MOD : Ministry of Disinvestment)が担当する。州政府においては、原子力・石炭政策への関与は制限されているが、電力および新エネルギー導入分野での独自の政策立案・実行を図ることは出来る。また、地域の電力部門の管轄として州電力局(SEB : State Electricity Boards)が存在する。電力部門においては、MOPの管轄下に電力税・助成金政策を取り決める中央電力規定委員会(CERC : Central Electricity Regularity Commission) 技術・経済面を担

当する中央電力局(CEA : Central Electricity Authority)を設置している。以下ににインドのエネルギー関連行政組織図を示す。



エネルギー関連行政組織図

(出典:省エネルギーセンター「アジア開発途上国省エネルギー」インド)

2.1.4 エネルギー資源

インドは石油、石炭、天然ガスといったエネルギー資源を保有しており、特に石炭資源に恵まれている。しかし、石油埋蔵量はそれほど多くなく、年々増加する石油需要に反して国内の石油生産量は減少しており2001年では石油需要の約70%を輸入で補っている。また、豊富な埋蔵量を持つ石炭は主に発電用に使用されるが、国内炭には多量の灰分(通常35~45%)が含まれており、発電効率の低下、大量のアッシュ発生、SPM(浮遊性粒子物質)による大気汚染等の問題を抱えている。このため発電や産業用に使用される良質の石炭は輸入しており、年々その輸入量が増加している。インドにとっては、この高灰分の石炭利用技術の改良・開発が今後のエネルギー政策に大きな影響を与えることは明白である。また石油代替エネルギーとしてのクリーンエネルギーである天然ガスの利用促進や水力/地熱の開発促進、原子力利用の強化も視野に入れた供給構造の多角化が進められると思われる。

表 2-2 インドのエネルギー資源

	確認可採埋蔵量		世界シェア (%)	R/P 比 (年)
	数量(億バレル)	原油換算(億 ton)		
石油	54	7	0.5	19.4
石炭	844	504	8.0	235.0
天然ガス	7600	7	0.5	26.9

(出典:省エネルギーセンター「アジア開発途上国省エネルギー」インド)

表 2-3 一次エネルギー生産実績推移 (単位:重油換算 toe,%)

	1995 年		2000 年		2001 年		年平均 伸び率 (1995~2001)
	数量	構成比	数量	構成比	数量	構成比	
国産生産合計	386,180	88.4	427,520	80.4	438,099	82.4	2.1
石油	38,011	8.7	35,140	6.6	34,727	6.5	-1.5
石炭	135,686	31.1	156,781	29.5	163,750	30.8	3.2
天然ガス	15,591	3.6	23,062	4.3	23,209	4.4	6.9
原子力	1,981	0.5	4,412	0.8	5,035	0.9	16.8
水力	6,254	1.4	6,412	1.2	6,366	1.2	0.3
地熱	5	0.0	136	0.0	169	0.0	79.8
小計	197,528	45.2	225,943	42.5	233,256	43.8	2.8
バイオマス	188,652	43.2	201,583	37.9	204,843	38.5	1.4
輸入合計	54,164	12.4	99,872	18.8	101,948	19.2	11.1
石油	48,565	11.1	85,296	16.0	87,695	16.5	10.4
石炭	5,455	1.2	14,444	2.7	14,122	2.7	17.2
電力	144	0.0	132	0.0	132	0.0	-1.4
輸出合計	3,788	0.9	8,772	1.7	10,971	2.1	19.4
石油	3,734	0.9	8,135	1.5	10,043	1.9	17.9
石炭	43	0.0	621	0.1	912	0.2	66.4
電力	11	0.0	16	0.0	16	0.0	6.4

(出典:省エネルギーセンター「アジア開発途上国省エネルギー」インド)

2.1.5 一次エネルギー生産

1950~2001 年におけるインドの一次エネルギー生産量の伸びは年平均 2.1%で、商業エネルギーは同 2.8%増加した。石油の生産は同 1.5%と減少した中で、石炭と天然ガスがそれぞれ同 3.2%、同 6.9%の伸びを示した。また原子力発電が同 16.8%と大きな伸びを示している点が注目される。一方、石油と石炭の輸入量がそれぞれ同 17.9%、同 66.4%と大幅に増加しており、特に石油の自給率は 1995 年の 46%から 2000 年には 31%に低下している。

表 2-4 一次エネルギー生産実績推移

(単位: 重油換算 toe、%)

	1995 年		2000 年		2001 年		年平均 伸び率 (1995~2001)
	数量	構成比	数量	構成比	数量	構成比	
国産生産合計	386,180	88.4	427,520	80.4	438,099	82.4	2.1
石油	38,011	8.7	35,140	6.6	34,727	6.5	-1.5
石炭	135,686	31.1	156,781	29.5	163,750	30.8	3.2
天然ガス	15,591	3.6	23,062	4.3	23,209	4.4	6.9
原子力	1,981	0.5	4,412	0.8	5,035	0.9	16.8
水力	6,254	1.4	6,412	1.2	6,366	1.2	0.3
地熱	5	0.0	136	0.0	169	0.0	79.8
小計	197,528	45.2	225,943	42.5	233,256	43.8	2.8
バイオマス	188,652	43.2	201,583	37.9	204,843	38.5	1.4
輸入合計	54,164	12.4	99,872	18.8	101,948	19.2	11.1
石油	48,565	11.1	85,296	16.0	87,695	16.5	10.4
石炭	5,455	1.2	14,444	2.7	14,122	2.7	17.2
電力	144	0.0	132	0.0	132	0.0	-1.4
輸出合計	3,788	0.9	8,772	1.7	10,971	2j	19.4
石油	3,734	0.9	8,135	1.5	10,043	1.9	17.9
石炭	43	0.0	621	0.1	912	0.2	66.4
電力	11	0.0	16	0.0	16	0.0	6.4

(出典:省エネルギーセンター「アジア開発途上国省エネルギー」インド)

インドのエネルギーの 82%が国産である。その中では、バイオマスと石炭の比率が高い。また石油、天然ガスも合計で必要エネルギーの約 10%を国内で産出している。一方輸入エネルギーでは石油が必要エネルギーの約 17%を輸入している。

2.1.6 一次エネルギー消費

表 2-5 一次エネルギー消費 (単位:重油換算 toe,%)

	1995 年		2000		2001		年平均 伸び率 (1995~2001)
	数量	構成比	数量	構成比	数量	構成比	
国内消費合計	436,705	100.0	523,557	98.5	531,453	100.0	3.3
石油	82,107	18.8	112,215	21.1	112,294	21.1	5.4
石炭	141,982	32.5	175,621	33.0	179,422	33.8	4.0
天然ガス	15,591	3.6	23,062	4.3	23,209	4.4	6.9
原子力	1,981	9.5	4,412	0.8	5,035	0.9	16.8
水力	6,254	1.4	6,412	1.2	6,366	1.2	0.3
地熱	5	0.0	136	0.0	169	0.0	79.8
電力	133	9.9	116	0.0	116	0.0	-2.3
小計	248,053	56.8	321,974	60.6	326,611	61.5	4.7
バイオマス	188,652	43.2	201,583	37.9	204,843	38.5	1.4

(出典:省エネルギーセンター「アジア開発途上国省エネルギー」インド)

2035 年までに中国を抜いて世界一の人口大国となる見通しのインドは、資源獲得の国家戦略を強力に推進している。現在 10 億の人口を抱えるインドの石油消費量は、現在の様に 6%程度の経済成長率が続いた場合、20 年後には 3 倍強に拡大する見通しである。70%という原油輸入依存度が、20 年後には 86%に膨らむと見込まれている。このためインドは中近東以外に最近ロシアに急接近しており、既に極東の油田開発にも着手している。またインドはエネルギー源の分散と環境保護をはかるため、天然ガスへの転換を推進している。しかし国内生産の余力が少ないので、近隣の産出国からのパイプラインの建設を計画し、交渉を進めている。

2.1.7 最終エネルギーの消費動向

(1) 用途別消費動向の推移

表 2-6 用途別エネルギー使用実績

用途	1995 年		2000 年		2001 年		年平均伸び率 1995~2001
	数量	構成%	数量	構成%	数量	構成%	
工業	104,738	30.5	100,620	26.5	99,502	26.2	-0.9
輸送	37,335	10.9	44,511	11.7	44,555	11.7	3.0
農業	7,735	2.2	7,378	1.9	7,646	2.0	-0.2
商業	2,130	0.6	3,361	0.9	3,306	0.9	7.6
家庭	187,063	54.4	211,863	55.8	214,543	56.5	2.3
その他	4,877	1.4	10,484	2.8	10,115	2.7	12.9
合計	343,878	100	378,226	99.6	379,667	100	1.7

(出典:省エネルギーセンター「アジア開発途上国省エネルギー」インド)

表2-6に示す様に、インドではエネルギー用途別では家庭用エネルギーの消費量が最も多く、工業用は26%である。参考までに日本では産業部門用が約44%で最も多く、以下運輸部門、業務部門と続き、家庭用は15%である。これは工業化の進展度の差異に基づくもので、将来インドも工業化に伴い、日本の姿に近づくものと、予測される。

(2) エネルギー源別の用途

表2-7 エネルギー源別消費用途(2001年) (単位:ktoe,%)

燃料源	用途	工業	輸送	農業	商業	家庭	その他	合計
石油	消費量	26,414	43,832	0	0	20,939	8,749	99,664
	構成比	26.5	44.0	0.0	0.0	21.0	8.5	100.0
石炭	消費量	26,325	0	0	1,320	4,997	0	32,642
	構成比	80.6	0.0	0.0	4.0	15.3	0.0	100.0
天然ガス	消費量	10,653	0	122	0	401	0	11,176
	構成比	95.3	0.0	1.1	0.0	3.6	0.0	100.0
バイオマス	消費量	22,293	0	0	0	181,506	9	203,799
	構成比	10.9	0.0	0.0	0.0	89.1	0.0	100.0
電力	消費量	13,815	723	7,524	1,986	6,698	1,636	32,382
	構成比	42.7	2.2	23.2	6.1	20.7	5.1	100.0
合計	消費量	99,500	44,555	7,646	3,306	214,541	10,115	379,663
	構成比	26.2	11.7	2.0	0.9	56.5	2.7	100.0

(出典:省エネルギーセンター「アジア開発途上国省エネルギー」インド)

(3) 用途別のエネルギー源

表2-8 用途別エネルギー源(2001年) (単位:ktoe,%)

燃料源	用途	工業	輸送	農業	商業	家庭	その他	合計
石油	消費量	26,414	43,832	0	0	20,939	8,749	99,664
	構成比	26.5	98.4	0.0	0.0	9.8	83.8	26.3
石炭	消費量	26,325	0	0	1,320	4,997	0	32,642
	構成比	26.5	0.0	0.0	39.9	2.3	0.0	8.6
天然ガス	消費量	10,653	0	122	0	401	0	11,176
	構成比	10.7	0.0	1.6	0.0	0.2	0.0	2.9
バイオマス	消費量	22,293	0	0	0	181,506	9	203,799
	構成比	22.4	0.0	0.0	0.0	84.6	0.0	53.7
電力	消費量	13,815	723	7,524	1,986	6,698	1,636	32,382
	構成比	13.9	1.6	98.4	60.1	3.1	16.2	8.5
合計	消費量	99,500	44,555	7,646	3,306	214,541	10,115	379,663
	構成比	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(出典:省エネルギーセンター「アジア開発途上国省エネルギー」インド)

表 2-7、表 2-8 よりインドの特異なエネルギー事情が概観できる

- ・エネルギーの最大用途である家庭用はバイオマスが約 85%を占めている。石油は 10%、電力は僅か 3%である。10 億の民の家庭を支えているエネルギーは薪、動物の糞等を主体とするバイオマスである。
- ・一方工業用は、石油、石炭、天然ガス、電力、バイオマスが各々 10~26%を占めており、先進工業化国に比しバイオマス、石炭の比率が高い。

2.1.8 省エネルギー法の施行

エネルギーの効率化または節約は、産業、輸送、農業、家庭の 4 つの主要経済部門にまたがる多面的な活動である。省エネルギー対策は 10 年前に始められたが、法的強制力に基づく奨励策と抑止策を定める制度の整備が適切に行われなかったため、期待された結果が得られていない。またインド政府の従来のエネルギー政策は、供給サイドに関する諸問題の解決に重点が置かれていたが、第 9 次 5 ヵ年計画においては需要サイドにおけるエネルギー政策にも大きな焦点を当てている。それにもとづいて、電力省から提出されて省エネルギー法案(The Energy Conservation Bill 2000)がインド国会を通過し、インド官報に 2001 年 10 月 1 日に「2001 年 N0.52 Act」として告知された。この法案は「省エネルギー法 2001(The Energy Conservation Act 2001)」として発効した。この法律のキーポイントは次のとおりである。

- (1) 電力省の下に、従来のインドのエネルギー政策を扱ってきたエネルギー管理センター(EMC : Energy Management Center)を母体としたエネルギー効率局(BEE : Bureau of Energy Efficiency)を設置し、全産業横断的に省エネルギー政策を推進。
- (2) BEE、中央政府、州政府の職務・権限を明確化
- (3) エネルギー多消費産業として 15 業種(アルミニウム、肥料、鉄鋼、セメント、パルプと紙、塩化アルカリ、砂糖、繊維、化学製品、鉄道輸送、港湾公社、輸送、石油化学と石油精製、発電所と配電会社、商業施設)を指定し、これらの業種で一定の基準値を超える事業所について、年次報告書の提出、エネルギー診断の実施、エネルギー診断士(国家資格として認定された者)の設置等を義務付け。
- (4) 州政府に省エネルギー基金を設置
- (5) 罰金制度として、省エネルギー基準に適合しない機器の製造・販売、輸入、輸出、省エネラベルの表示、エネルギー診断の実施、エネルギー診断士の指名、報告書の提出、省エネ基準の遵守、ビルの省エネ基準に関する違反者に 1 回当たり 10,000 ルピーの罰金を課す。ただし法律施行後の 5 年間は猶予期間とする。

従来は、各省庁の担当する範囲において、様々なエネルギー政策一対策が実施されてきたが、国家としての包括的な省エネルギー政策や長期計画は策定されていない。上述の「省エネ法」が成立したことで、今後は国家としての総合的な省エネ政策、長期計画が整備・実施されることが期待される。

しかし、実際には現時点では BEE は人員的に不十分あり、目的とする業務の遂行が十分に出来ていないのが実情である。ほとんどの業務において TERI(Tata Energy Research Institute)が受託しているもようである。

2.1.9 エネルギーとしての石炭

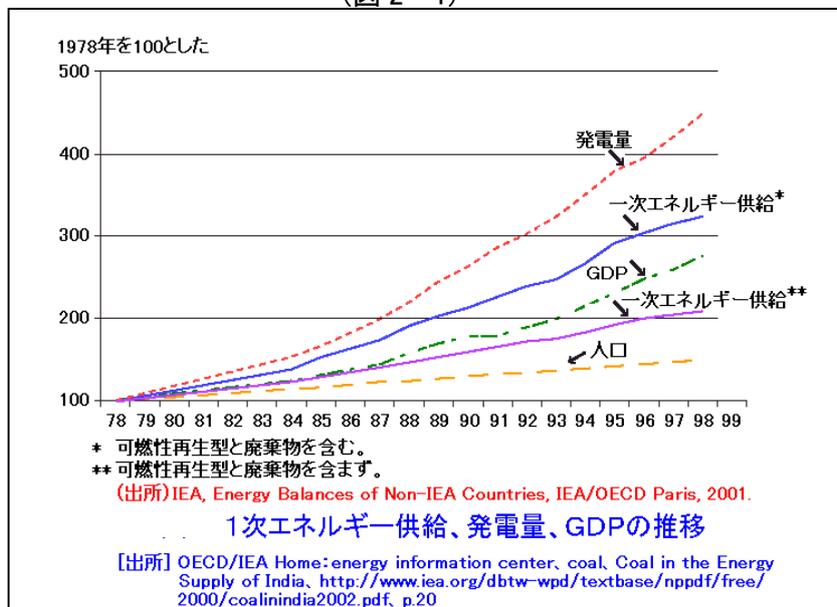
(1) インドのエネルギー概要

インドは、アメリカ合衆国、中国、ロシア、日本、ドイツに次ぐ世界で 6 番目に大きいエネルギー市場で

ある。経済と人口の大きさと比較して、国内のエネルギー生産は少ない。世界のエネルギー生産中、インドのシェアは米国 21%、ヨーロッパ 12%と比較して、2.3%にすぎない。英国による植民地支配下で、エネルギーの基盤はあまり開発されず、経済活動は主として非商業的なエネルギー源に依存していた。輸送と農業は、人力及び家畜の力を使ってきた。

今日、商用エネルギー需要は、人口・経済成長、そして急速な都市化とともに急上昇してきた。

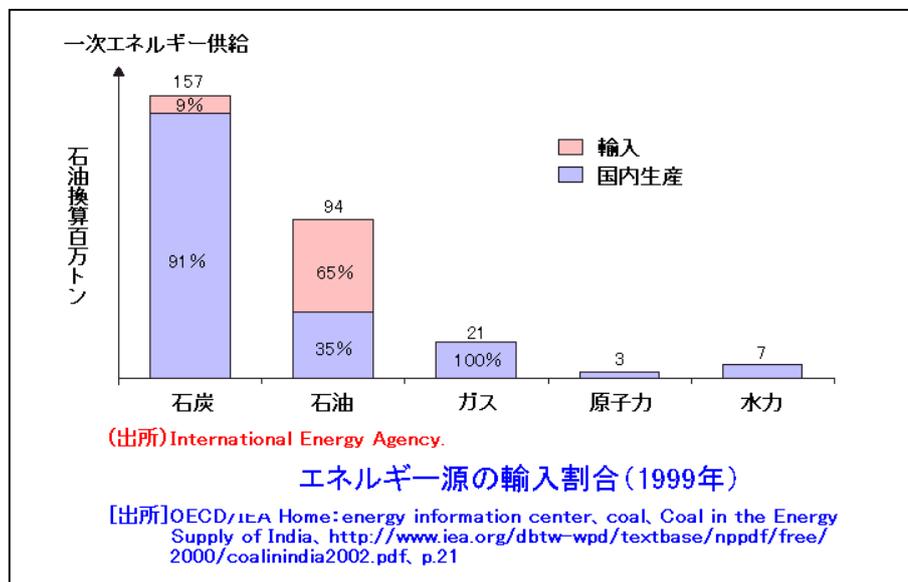
(図 2-1)



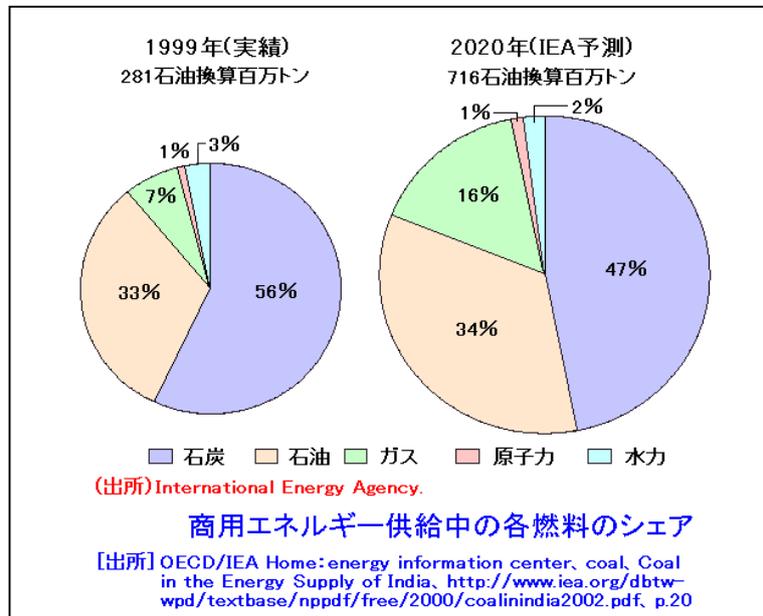
発電は、1947年の4.1TWhから1998年に442TWhに上昇した。

50万以上の町区(全体の90%を占める)は、現在電力網に接続されている。しかし、一人当たりの電力消費は、1950年の15.6kWhと比較して、1998年416kWhと世界で最も低い。インド政府の長期目標は、エネルギー供給を10億人以上の住民(その36%は貧困層)に確保することにある。

1999年、1次エネルギー供給(TPES)は480Mtoe(石油換算100万トン)、そのうち、可燃性再生可能エネルギーと廃棄物エネルギー(CRW)が約198Mtoe、41.2%であった。可燃性再生可能と廃棄物エネルギーを含めて、石炭は、最も重要なエネルギー源で、33%のシェアであり、20%のシェアの石油と石油製品がこれに続く。(図2-2)に示すように、



石炭供給の90%以上は国内生産であるのに、原油と石油製品供給の半分以上は輸入されている。国産エネルギー源はエネルギー供給の80%になるが、その約半分が可燃性再生可能と廃棄物エネルギーである。非商業的な性質とデータの信頼性に関連した問題のため、可燃性再生可能と廃棄物エネルギーを除くと、1999年、石炭は全1次商用エネルギーの56%のシェアを持つ最も重要なエネルギー源である（図2-3）。



- ・天然ガス資源量は560Mtoe以上であると見積もられており、そのほとんどがムンバイ(マハラシュトラ州)の沖合にある。国有会社は、1999年に天然ガス20.7Mtoeを生産した。しかし、パイプラインと流通システムは不適切で、生産されたガスの約5分の1を無駄に燃やしている。天然ガス消費の約3分の2が、肥料と他の石油化学産業で使われ、残る3分の1は発電に使われる。
- ・現在の原油資源量は760Mtoe以上である。原油と石油製品の生産は、1999年に33.2Mtoeになった。原油の46.4Mtoeと石油製品の15.7Mtoeが輸入された。国内の原油の約2/3は、ムンバイの沖合で生産される。原油回収率は世界の平均より低く、約30%である。
- ・1999年に、水力は約81.4TWhの電力で、全体の18%強を生産した。北部及びヒマラヤの地域は、水力開発の広いサイトを提供している。他にも適当なサイトが北東部地域にあるが、開発は遅い。南部では、雨による強い季節変動を持つ大きい資源があり、発電に使われている。
- ・10基の原子炉(主に加圧水型原子炉)は2225MWの容量で運転されており、8基の追加が計画されている。全発電量中の原子力のシェアは、最近の20年間、約2.5%で変わらない。
- ・再生可能エネルギー
 インドの再生可能エネルギープログラムは主要な再生可能エネルギー源をカバーしている。バイオガス、バイオマス、太陽エネルギー、風力エネルギー、小さい水力及び他の未来技術。非在来/再生可能エネルギー源は田園の貧しい家庭のエネルギーとして使われている。1次エネルギー供給の中で、バイオマスのシェアは、1950年代の70%から今日30%へと減少して、商用の資源による置換が増加している。

(2) 石炭資源

インドの地質調査は、214Bt(1Bt:10億t)の無煙炭資源があると見積もっている。石炭資源は、1200mの深さにある。確認埋蔵量 84Bt 強は世界の確認埋蔵量の7%になる。確認埋蔵量は、現在の生産水準で約 275 年の供給に相当する。インドには、また、28Bt の褐炭資源がある。

東部と中心部に無煙炭の 27 の主要鉱区がある。主要鉱区を 表 2-9 に示す。

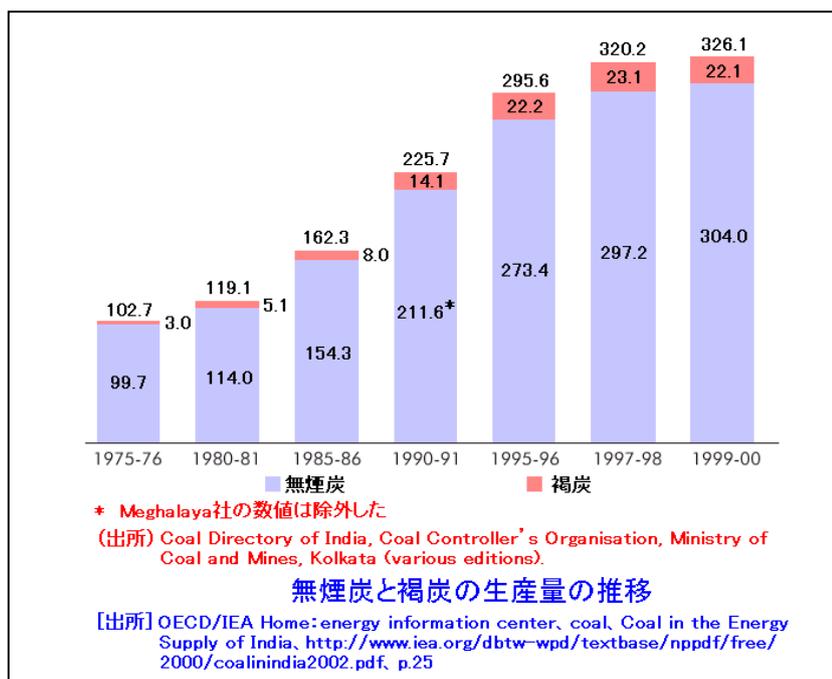
無煙炭の主要な鉱区

州	確認埋蔵量シェア(%)	鉱区
アーンドラ・プラデーシュ	9	Godavari Valley
ビハール	42	Jharia, East and West Bokaro, North Karanpura
マディヤ・プラデーシュ	16	Korba, Mand Raigarh, Hasdeo-Arrand
マハラシュトラ	5	Wardha Valley, Kamptee
オリッサ	14	Talcher, Ib Valley
ウッタル・プラデーシュ		
アルナーチャル・プラデーシュ	1	鉱区無し
アッサム、メガラヤ、ナガランド		
バングラ(西ベンガル)	13	Raniganj

(出所) R.K. Sachdev, Overview of the Energy Sector and Importance of Coal, Coal Trans India, Conference Proceedings, New Delhi, March 1997.

[出所] OECD/IEA Home:energy information center, coal, Coal in the Energy Supply of India, <http://www.iea.org/dbtw-wpd/textbase/nppdf/free/2000/coalinindia2002.pdf>, p.103

確認埋蔵量 84Bt の約 85%は 100m以下の深さにあるので、露天掘りができる。褐炭の確認埋蔵区は、南部のタミル・ナードゥ州等、西部のグジャラート州とラジャスターン州、北部のジャンム・カシミール州にある。図 2-4 に、無煙炭と褐炭の生産量の推移を示す。



(3) 石炭資源の品質

インド石炭は、南半球 Gondwana 大陸石炭の典型的な品質を示している。石炭は、鉱物の堆積物の結合した薄層の中にある。洗炭は難しいが、効果的な工業的使用のためには必要である。原料炭の灰分を減少させるために、洗炭による無用の岩石の除去は有益なプロセスである。全確認埋蔵量の 79% は蒸気用石炭（一般炭）で、大部分の一般炭は低品質である。20% がコークス用炭（粘性炭）の品位で、第 1 級の品位の粘結炭は 6% にすぎない。大部分の粘結炭は、ビハール州ジャリア（Jharia）で産出する。銑鉄の生産は、エネルギーを消費するスラグの形成を最小にするため、低灰分コークスを必要とする。良質の製錬用コークスは、一般に低灰分粘結炭からのみ作られる。水分は、他の石炭構成要素の熱量（熱エネルギーの量を表し、熱量の単位はジュール（J））であらわされる。1J は、1N（ニュートン）の力がその力の方向に物体を 1m（メートル）動かすときの仕事に相当する熱量である。すなわち、 $1N \cdot m = 1J$ 、 $1J/s = 1W$ より $1kWh = 3600kJ (= 860kcal)$ となる。なお、従来は熱量の単位として、カロリー（cal）が使用されていたが、1993 年に施行された新計量法（1992 年（平成 4 年）法律第 51 号）によりカロリーは法定計量単位から削除され、国際単位系（SI）のジュール（J）が法定単位とされ、 $1cal = 4.18605J$ とした。この値は温度を指定していない。なお、国際蒸気表カロリーでは、1g の水を $0^{\circ}C$ から $100^{\circ}C$ へ上げるのに要する熱量の $1/100$ の値を用いて $1cal = 4.1868J$ としている。）と濃度に影響を及ぼす。

インド石炭（受入時）の水分は 7%～13% の間で変動する。空気乾燥（air-dry）したインドの粘結炭の水分は、固有の水分だけを含み、0.7%～2% の範囲にある。東南アジアでは、空気乾燥の水分水準が、一般炭にもしばしば使われる。一般炭の品質分類を表 2-10 に示す。

インドの一般炭の品質分類

品質	上位			中位	低位		
	A	B	C	D	E	F	G
等級							
灰分含有率(%)	<13.5	13.5-17.9	17.9-22.7	22.7-28.0	28-34.1	34.1-41.1	41.1-49.1
熱量(kcal/kg)	>6,200	5,600-6,200	4,940-5,600	4,200-4,940	3,360-4,200	2,400-3,360	1,300-2,400

〔出所〕Relative Economics of Fuels in Power Generation, Tata Energy Research Institute (TERI), New Delhi, 1997.

〔出所〕OECD/IEA Home: energy information center, coal, Coal in the Energy Supply of India, <http://www.iea.org/dbtw-wpd/textbase/nppdf/free/2000/coalindia2002.pdf>, p.103

一般に使われる無選別石炭は、以下の特徴を持つ。

80%以上の石炭は、低い鉄分と無視できる程度の有毒な微量元素を伴い、30%～50%の灰分を持つ。水分は、4%～7%の間にある。水分は、モンスーン月には高い値になる傾向がある。硫黄分は、低く 0.2%～0.7%。総発熱量は、3000kcal/kg～5000kcal/kgの間にある。揮発性物質の含量は、18%～25%の間にある。

インドの石炭は良い化学反応性を持つので、高い灰分と水分にもかかわらず有利である。他の有利な特徴は、硫黄（<0.6%）、塩素（<0.1%）と有毒な微量元素の濃度が低いこと、高い灰融解温度（>

1100℃)及び、塩基／酸の比率(0.2-0.3)である。低い硫黄分は、ブレンドで役に立つ。これらの利点にもかかわらず、インドの無煙炭は依然として、その品質は低い。一般炭の高い灰分は、発電所の技術的な困難とコスト高に結びつく。過剰な灰を捨てる必要、ボイラー壁のスラグ形成、ボイラー上部構造及びエコマイザーの焼きつきである。これらの問題は、熱損失を引き起こして、全システムの破滅的な破損を引き起こすことがある。また、多くの微粒子放出対応、沈殿剤、ごみ置き場等の高い運営経費を必要とする。無選別石炭の品質上の欠点は、石粒、頁岩と鉱業プロセスから時折混入する金属の混在物の存在である。これらの不利な条件を減らし、製品を改善することを石炭生産者は殆どやっていない。石炭消費者は、ここ数年間、石炭の品質悪化を経験している。定常的な品質悪化、特に低い発熱量、増加した灰分のため、インドの石炭火力発電所の稼働率は65%にすぎない。

(4) 石炭の需要

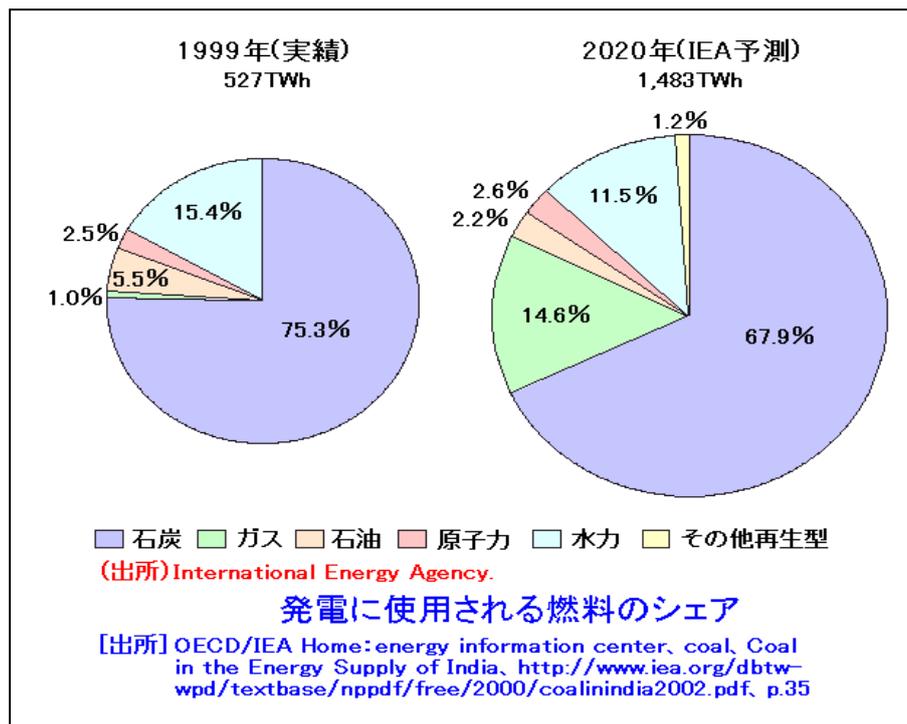
石炭需要は、1999～2000年の間、317Mtであった。消費は、この20年で着実に上がっていてインド政策委員会によれば、2002～2003年には513Mtに、2006～2007年には716Mtに、200～2010年には、815Mtに増加すると予測されている。次の10年間に、少し低い6%～7%の年率で増加するとして、2009～2010年に約690Mtとする評価もある。

最大の消費者は、電力部門(67%)、鉄鋼産業(13%)、石炭生産者自身とセメント産業(4%)である。その他の消費者は、繊維、肥料、**煉瓦産業**である。2000年に粘結炭15Mtがオーストラリアから、9Mtが南アフリカから輸入されている。

(1) 電力生産

インドの電力の75%は石炭から生産されており、国産炭の70%が発電に使われている。1990～と2000-2001年間で、全発電量は290TWhから500TWh強まで着実に上昇した。同じ期間に、全発電設備容量は102GWに上昇した。火力の容量は全体の約71%、水力25%、原子力3%、風力1%である。石炭火力発電所は、全体の約60%の容量である。1999年に発電に使用された燃料のシェアを、IEAの2020年度予測と共に図2-5に示す。発電量中に占める石炭のシェアは、発電設備容量に占めるシェアより大きい。

図 2-5



電力供給は、都市化と工業化に起因する需要増大に応ずることができない。発電量は年率 5%~9%で上昇したが、需要は供給を上回って、急速に増加すると予測されている。

無選別石炭の広範囲にわたる使用のため、インドの発電所の多くは低い稼働率で、国際的基準 85%~90%と比較すると、平均 66%と低い。低い発電所稼働率の主な原因は、一般炭の変動する品質と平均約 40%という高い灰分である。稼働率の改善は、洗炭、プラント管理、石炭品質に合った燃焼条件の管理によって達成できる。一部の操業者は、若干のプロセス部品を近代化することによって本来のプラント効率を維持するという専門知識が不足している。

2) 粘結炭

粘結炭は鉄鉄・鑄造部門、鉄合金・化学製品部門、統合鋼鉄プラント部門及び2次鋼鉄部門の3部門で消費されている。これらの部門全体の年間需要は、約 19.5Mt である。しかも、粘結炭の需要は3つの主要部門の中でも、また、異なる地域の中でも平等に分配されてはいない。

他の産業では、肥料生産は 1995 年 4.5Mt を消費した。電気とプロセス蒸気を生成するための自家発電所を持つ一部の製紙業は、毎年 500 万トンの石炭を消費する。繊維産業は、電力と蒸気を生成するため約 500 万トンの石炭を消費する。これらの産業の石炭消費は 12%に達するが、過去 20 年間増加しなかった。

2007 年までに 116GW の石炭火力発電の追加が計画されているので、全体の石炭需要は 2007 年まで年率7%で上昇すると政府筋は予測する。もし、成長がこの規模で進むならば2007年には133Mtの供給不足が予測される

(5) 規制と構造改革

石炭産業の自由化は始まったが、発電所と鋼の生産者のような中心市場への石炭の流通は、石炭 鉱業省によって管理されるままである。民間の投資は、現在特定の消費者に供給している「専属(captive)」鉱山で許される。「専属」または専用の採炭は、主な石炭ユーザーを供給の特定源に結びつける、現在発電業、鉄鋼製造業、セメント・プラントと洗炭場を含む民間一公共部門に対して可能となっている。この「石炭連結(Coal linkage)」は、義務的な、法的強制力のある契約によって支配される。最初の自由化期間に、政府は石炭ブロックを「専属」採鉱に割り当てるために石炭 鉱業省の下に適格審査委員会を指名した。18Bt の全石炭埋蔵地で、50 ブロックが確認され、いくつかの会社はそれらを採鉱する許可を与えられた。

大量の設備投資が新しい鉱山を開くに必要なので、民間企業は既存の石炭会社とともに合併事業を始めることができる。ほとんどの場合、民間の投資家は、利用地の近辺の石炭を採炭し、輸送コストを下げるができる。外国の投資は、ケースバイケースで許される。

二酸化硫黄または窒素酸化物排出に対する制限はない、しかし、政府は対策の一覧を用意し、温室効果ガス及び微粒子と同様にこれらの排出を制限するようにした。

2.2 環境問題

2.2.1 環境情勢

インドの環境問題は、急激な人口増加と1990年代初頭以降の鉱工業を中心とする経済成長によって、近年かなり深刻な状況にあるといえる。約10億の人口は将来中国を抜いて世界一になることが予想されている。そしてその1/4が都市部に居住しており、大気汚染、水質汚濁、廃棄物処理問題といった都市共通の公害問題が深刻なレベルにある。他方、残りの3/4が住んでいる地方では、農業や鉱工業の工場進出による大気、水質、土壌汚染、森林破壊といった様々な問題が見られる。ここではエネルギー問題と関連の深い大気汚染について、若干の言及を加える。

2.2.2 大気汚染問題

(1) 産業部門からの大気汚染

1990年代からの急激な工業化に伴い、産業地域の大気汚染が進行した。中央汚染管理局(CPCB)によって汚染地域と認定されている14の産業都市で、浮遊粒状物質(SPM)総量が定められた環境基準値を超えている。産業部門の中でも石油精製や繊維、紙パルプ、化学工業が全産業部門の硫黄排出量の87%を、窒素排出量の70%を占めるといわれており、また鉄鋼業、非鉄鋼業が粉塵の55%を占めているといわれている。

(2) 発電所からの大気汚染

産業の進展に伴って増加した大気汚染物質の排出源になっているのが火力発電所である。インド国産の石炭は灰分が多いため、環境問題になるのは浮遊粒状物質(SPM)である。既に述べた様に、インドでは全発電量のうち77%を石炭火力発電が占めている。

(3) 運輸部門からの大気汚染

特に都市部において、近年大気汚染の主要な原因になっているのが運輸部門である。バスや近郊の鉄道等の公共交通機関が発達していないため、自動車総数の急増と道路整備が追いつかないため、都市部での交通渋滞は激しい。また、自動車用ガソリンに含まれる有害物質は途上国でも悪いといわれ、0.25%の硫黄分を含んでいる。

(4) 家庭からの大気汚染

都市以外の地域に住むインドの一般家庭では、日常の調理などの燃料として、薪や穀物のワラ屑、動物の糞などのバイオマスを使用している。これらを家庭内で燃やすと、室内の空気は粉塵や一酸化炭素の濃度が高くなり、特に女子の呼吸器官系の疾病患者が多い。

2.2.3 環境政策

以上の様な深刻な環境問題を抱えている状況に対して、インド政府は様々な対策に取り組んでいる。環境政策の中心的役割を果たしているのは、環境森林省、およびその下部組織である中央汚染管理局(CPCB)およびさらにその下にある州毎の汚染管理局(SPCB)である。

2.2.4 製造業に対する環境管理責任

(1) 公害管理法の制定

CPCB はインドの下記 17 業種に対し、公害防止に対する企業責任会議を設置し、公害管理を法制化している。

- 1) アルミニウム産業
- 2) セメント産業
- 3) クロールールアルカリ産業
- 4) 銅産業
- 5) 醸造産業
- 6) 染色産業
- 7) 肥料産業
- 8) 鉄鋼産業
- 9) 石油精製産業
- 10) 殺虫剤産業
- 11) 石油化学産業
- 12) 薬品産業
- 13) 紙・パルプ産業
- 14) 精糖産業
- 15) 製革業
- 16) 火力発電所
- 17) 亜鉛産業

管理法の中身は産業毎に実態が異なるため、対象、達成目標期限等に関する記述方法などは一定ではない。

2.3 インドの CDM 事業に対する取り組み

2.3.1 経緯

インド政府の CDM に関わるこれまでの流れをまとめると以下のとおりである。

- ・1993 年 11 月： 国連気候変動枠組条約批准
- ・2002 年 8 月： 京都議定書批准
- ・2003 年 12 月： DNA (Designated National Authority = 指定国家担当機関) 設置

2.3.2 CDM 対応組織

インドの DNA は事務局を Ministry of Environment and Forests (環境森林省) に置き、以下の組織・役職がその構成員である。

- ・ Foreign Secretary
- ・ Finance Secretary
- ・ Secretary, Industrial Policy and promotion

- Secretary, Ministry of Non Conventional Energy Sources
- Secretary, Ministry of Power
- Secretary, Planning Commission
- Joint Secretary(Climate Change),Ministry of Environment and Forests
- Director(Climate Change),Ministry of Environment and Forests

2003年12月より、月1回のペースでミーティングを実施している。

2.3.3 実績

インドDNAがこれまでに政府承認を与えたプロジェクトは2005年11月15日現在181件で世界一で、第2位ブラジルの90件を大きく離している。その案件は種々の分野にわたっている。特にバイオマス、サトウキビ、モミガラ等を対象にしたプロジェクトが目立つ。

2.3.4 インド CDM の評価

ノルウエーのポイントカーボン社は CDM に関する世界的な情報発信を手がけている会社である。その中で最新の関連データを基に CDM ホスト国の「rating」(評価付け)を実施している。同社の2005年9月13日付けの rating ベスト10を表2-10に示す。この評価付けは当該国の CDM に関するルール法制度、プロジェクト内容、可能性、投資環境等の最新情報を基に、同社が独自の評価付けをしたものである。

表 2-10 CDM ホスト国の評価付け(ポイントカーボン社)

順位	国	評価
1	インド	BBB
2	チリー	BBB-
3	ブラジル	BB+
4	中国	BB
5	メキシコ	BB
6	ペルー	B+
7	韓国	B+
8	モロッコ	B
9	マレーシア	B
10	アルゼンチン	B

(出典:Point Carbon ホームページ)

これによると、インドは第1位にランクされており、以下チリー、ブラジルと南米諸国が続く。またそれに続き韓国、中国がランク付けされている。インドがこの様に評価されている理由、背景について以下の様にコメントされている:

“インドは CDM プロジェクトのホスト国として、最も魅力的である。インドは政府承認案件数および PDD 数

かしながら投資環境は比較的貧弱であり、また事業実施段階では障壁も多い。また「追加性」において問題点を抱えるプロジェクトもある。”

ここに説明されている様に、インド政府は CDM に対し極めて積極的であることがわかる。インドでは早い段階から CDM 制度の優位性に着目し官民上げてこれに取り組んできた経緯がある。この意味で、インドにおいて CDM 事業を実施する環境は整備されており、有意義な成果が期待できるであろう。

2.3.5 インドの有効化審査案件

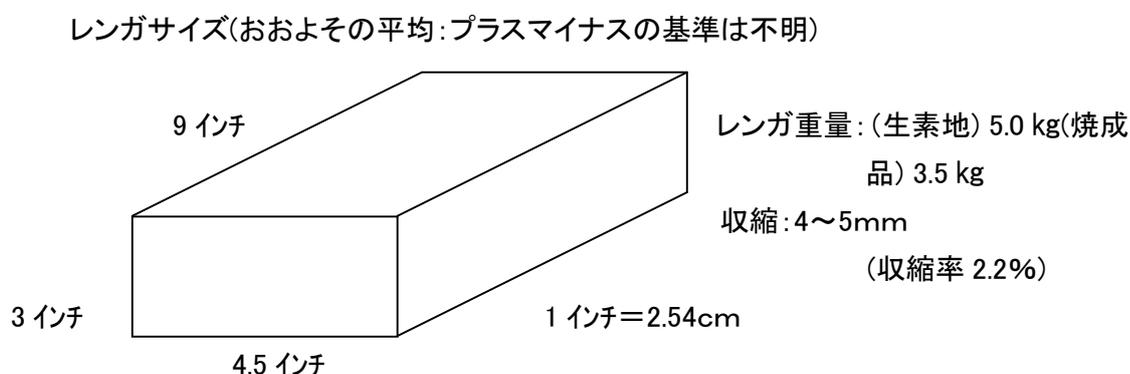
国連の指定運営組織(DOE=Designated operational Entity)において登録(Registration)された件数は 2006 年2月 23 日現在、全世界で 100 件である。このうちインド国案件は 25 件でトップ、以下ブラジル(14 件)、メキシコ(9 件)、チリー(7 件)と続く。

第3章 インドのレンガ産業

3.1 レンガ産業の現状

3.1.1 レンガ産業を取り巻く状況

インドのレンガ生産量は、その経済成長に併せるように増加しているという。ただし、調査の段階では、レンガ産業に関する統計的な資料は見つからず、唯一ムンバイ工科大学レンガ研究チームからの聞き取り調査で、年率18%の伸びをしているという情報を得た。彼らの情報と実際に調査した内容で試算してみると、レンガ生産に供する現在の石炭の使用量が144百万トン・年で、今後毎年2,592万トンづつ石炭の使用量が伸びることになる。また、レンガ工場で排出される石炭灰等の廃棄物は、576万トン／年にも及ぶが、適正な処理ではなく粘土を掘った穴に埋め戻しているのが現状であった。また、工場ごとの生産実績をどこかに報告した経緯も無く、組合的な組織や所轄する政府の組織等の情報も得られなかった。このようにレンガ産業に対する法規制や公害管理基準、製品規格等が見当たらない中、一ヶ月の生産量や稼働月数、石炭使用量とその産地及び距離、労働者の種別賃金、A級B級C級ペケといった製品等級割合とそれぞれの価格、販売先や距離、車両の燃費など、1件1件聞き取り調査を行うという作業が続いた。ちなみに寸法や強度、焼成温度などの基準や規格については誰も知らないといい、「昔からこの方法でやっているから問題ない」という答えであった。もちろん製品に対する物性などの検査システムも存在しなかった。ただ、A級といわれる通常製品の在庫はどここの工場に行ってもゼロの状態、出来上りを待ってトラックが並んでいるような状況であり、旺盛な需要はうかがうことが出来た。余談になるが、石炭省を訪問したときにレンガ業界の実情について、以下のような説明を受けた。「レンガ産業は、粘土を取った後の土地の利用価値が無く、荒地のまま放っておく、大量の石炭を使う、廃棄物を出す、大気を汚染する、労働環境が悪いといった社会的悪影響を及ぼしていることは、多くの人間が認識しているが、労働者はレンガカーストという階級が従事しており、その数は膨大で影響も大きく、環境面や労働改善等の規制を加えることは現段階では不可能であろう。また、運搬業者やレンガ積工といった分業体制も出来上がっており、さらに裾野は広く、許認可制の導入もむずかしい。彼らは乾季に仕事をし、雨季までに粘土を使い果たしてしまうと閉鎖、次の乾季にどこに出没するかわからない業者も多く、統計の取りようが無いので、レンガの使用量は確かに多いが、その詳しい実体を知る人間はそういないのではないかと。ただし、税務署だけは頻りに調査に入っているようだ。」



3.2 レンガ製造プロセス

3.2.1 フロー



原土処理



成形



搬送



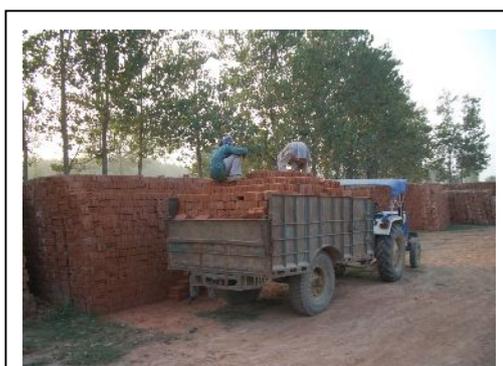
窯詰



焼成



窯出し



積み込み



施工

3.2.2 原土処理

レンガの原料となるのは粘土 100%である。表層から 2m ほど掘り下げるまで使用するが、掘った後は近隣からトラクターで粘土を運び込む。地下水をくみ上げ、たんぼのようにして、足で捏ねて粘性を出す。その後天日乾燥で水分がおよそ 30%になるまで放置する。このとき使用する地下水は原料のおよそ 3 倍。58,000,000 個／年なら 60,900,000t／年を使用する。ちなみに無焼成レンガなら水の使用量は 2,484,720t／年。およそ 58,415,280t／年の地下水が節約できる。この作業は成形人と呼ばれる人の作業となる。

3.2.3 成形

原土処理した粘土を、長さ約 20cm の長方の団子状に丸める。木の型枠の中に張付き防止用の砂を撒いてから団子を押し込む。溢れた粘土を木枠に合わせて剥ぎ取り、地面に木枠を逆さまにして押し出す。その後丸一日乾燥し、その場でレンガを積み上げて作業場所を確保し、さらに成形する。窯詰まで約 1 週間乾燥する。

原土処理から成形乾燥まで、2人の作業で約 40 秒に 1 個作成。58,000,000 個／年製作しようとする、1日 24 時間で 3 交代、月 25 日、12ヶ月稼働として、1日に 268 人以上の成形係が必要となる。彼らは先の写真のとおり、長時間しゃがんだままの状態で作業するため、腰痛などの労働災害になりやすく、この部分を機械に置き換えることで、リヤカーを使った搬送部門に回ることが出来、リスクはかなり軽減される。これも成形人と呼ばれる人の作業となるが、原土処理と合わせて 1000 個作って 200 ルピーほどの賃金である。

3.2.4 搬送

1 週間乾燥された生素地レンガは、焼成炉まで運搬される。運搬方法はそれぞれであるが、近い場合(数十メートル)であれば女性が頭に載せて運んだり(写真)、男性が荷つり棒でかごに入れたレンガをぶら下げて運んだりする、遠くなると(ときに数百メートル)、ロバの背に 50 個のレンガを乗せて運び入れたりする。決まった通路はなく、焼成炉との間は成形場所とその乾燥場で占められているので、回り道をしながら運ぶ場合もある。日本人からすると気の遠くなるような作業である。この作業は運搬人と呼ばれる人たちの作業で、1000 個運んで 70 ルピーほどの賃金である。

3.2.5 窯詰

運ばれてきた生素地レンガは、窯詰人の手に渡され炉内で積み上げられる。1 列づつ隙間を空けて積み上げられ、列と列は倒壊防止のため中ほどで格子状に組まれる。列と列の隙間は焼成時に天井から投入される石炭が下まで落ちて、全体に焼きあがるようにするため、天井まで詰まれた後は隙間に合わせて投入口を儲け、天辺はレンガで塞ぐように詰み、その上を焼成カスや灰などで熱が逃げないように覆う。1 個 1 個の手積みはレンガの形状が悪い(乾燥時に地面がゆがんでいたり、成形時の圧が不均衡なため乾燥の段階で形状が悪くなる)ため、熟練を要する(隙間があれば割れにつながるため)が、これも気の遠くなるような作業である。特に粉塵の吸い込み量は相当なものと推測される。この作業は窯詰め人と呼ばれる人たちの作業で、月 2000 ルピーほどの賃金である。

3.2.6 焼成

(1) レンガの焼成方法

インドでのレンガ焼成方法は大きく分けて 2 つあり、その場で乾燥素地と間に石炭を積み上げ、周りを泥で覆ったシャトル式の単窯と、窯に素地を積み上げて連続式で焼成するホフマン窯とがある。

今回はオリッサを予定地とすることでその多くがホフマン式であるためホフマン式焼成炉を取り上げる。



インドのホフマン窯



シャトル窯

ホフマン窯(ホフマン式輪窯あるいは輪環窯。リング・キルンとも言う)は、登り窯のように一度点火したら、火が順次隣の房に移っていくシステムで、登り窯を平地でもっと長くし、部分的に曲げて最後尾の房を最初の房と連結した形のもの。このようにすると、一周して来た火を消さずに際限なく焚き続けることが出来る。

この発想はドイツ人によるもので、1854 年 1 月 21 日にフルマンが特許を得た窯に、フリードリヒ・ホフマンが改良を加えて 1858 年 5 月 27 日に特許を得たといわれている。ホフマンが実際にこの窯を考案し始めるのは 1857 年からであったようで、その後、ドイツ業界の有力な人物となった。

日本へは銀座れんが街建設に際して、イギリス人ウォートルスの手で導入されたのが最初とされ、1951 年(昭和 26)5 月 1 日現在、ホフマン窯は日本全国的にちょうど 50 基存在していた。道府県別に多い順に挙げると、北海道 11、兵庫 8、広島 8、埼玉 4、滋賀 3、大阪 3、京都 2、香川 2、福岡 2、そして岩手、栃木、神奈川、富山、和歌山、岡山、愛媛が各 1 基の合計 50 基。このように数多く存在したホフマン窯も、今日ではわずか 2 基が残されるだけとなり、稼動しているものはなく、残された 2 基は国の重要文化財となっている。実際に稼動しているホフマン窯としては、韓国が最も近くにある。

(2) 焼成手順

ホフマン窯は一般にはアーチ式天井がついているが、インドでは天井は無く、素地の積み込みのときに天井を灰等で覆う方式となる。以下手順

- 1) 最初の点火に際しては窯の中に、焚き口の付いた仕切壁をれんがで仮設する。(この仕切壁は火が遠くへ移動した後に撤去)
- 2) 焚き口から火の回っていく側に、薪材と共に乾燥し終えたれんがの素地を積み上げる。天井は上の 2 ~3 段だけ隙間無くレンガ素地を積み上げ、木灰や石炭灰・レンガガス等で熱が逃げないように上から覆って塞ぐ。素地の出し入れに使う戸口(出入口)も素地を詰め終えたら、焼成済みのれんがと泥

を積み上げて窯を塞ぐ。

- 3) 素地を積み込む際、各房(窯内の室)ごとに仕切りをつけて空気の流れを塞ぐ。



仕切り板

- 4) 稼動に際しては各房の足元から煙突に通じている小煙道に、それぞれ取り付けられた煙道(煙突へ通じる煙の道)を開閉するためのダンパー(開閉口)を上げ下げして排煙を制御。燃烧させる房の先の1房目と2房目のダンパーを開き、他のダンパーはすべて閉じ、登り窯の焚き始めと同様に、焚き口から薪をくべ続けて火力を増す。



煙道を通る煙

- 5) この作業を1昼夜ないし2昼夜続け、石炭を投入しても点火する状態の温度に高めたら薪と粉炭(ハンマーで細かく粉砕した石炭)を併用する。粉炭はホフマン窯の天井に約1m間隔で開けられた投炭口から約15分間隔で投入する。これ以後は燃料を粉炭だけに切り換え、投炭する直下のれんがを焼き上げる。れんがは焼成によって焼き締まるため、積み上げたれんがの高さが全体として下がる。この変化を「何インチ下がり」などと目測し、焼き上がったことの参考とする。焼き上がったのち徐々に、粉炭を落とす投炭口を次の隣の口に移していけば、焼成帯(焼く房分)を自然に前進させることになる。燃烧帯の進行に伴ってダンパーの開閉もひとつずつ移動させていく。

れんがの素地を窯内に積み上げる時、仕切りとして板はタイミングを見て引き抜くことで、燃烧帯は熱交換しながら支障なく進むことができる。



インチ下がり

5) このようにして大きな窯の中を火が移動しながら焼成している幾日かの間に、点火のために仮設した焚き口を取り去り、各房ごとに仕切板を設置しながら新たな素地を詰めておく。ホフマン窯は一度火を付けたら夜間でも投炭を続けなければならない、工員は交代制で就業することになる。

また窯内への素地の積み上げ、焼き上がったれんがの運び出し等、大きな労働力を必要とするシステムで、熱効率に優れているため同じ量のれんがを焼成するのに要する粉炭の燃料費は重油の燃費よりも安価になるが、労働条件や賃金、環境などの点でホフマン窯は問題が多くある。こういった理由から今日の日本ではホフマン窯は、自動化された台車が窯の中を移動していく、重油を燃料としたトンネル窯にとって代られた。

ホフマン窯による焼成は、石炭を燃料とするために、薪による焼成よりも高温を得られる。ホフマン窯の明確な焼成温度がわかっている例としては山陽煉瓦の 1050℃、東亜煉瓦の 1000℃～1080℃。(いずれも広島県)また日本煉瓦製造(埼玉県)では 1090℃であった。これらの温度は今日、トンネル窯で生産が続けられている温度と変わりなく、ホフマン窯で焼成されたレンガは現代の赤れんがと同じ、赤色から赤紫の色合いをしている。

インドでの焼成温度は測定するという管理手法が取り入れられておらず、現在でも明確にされていない。また天井も無く放熱量が多いため感覚的には 900℃～1000℃ではないかと思われる。

この作業に関する作業員として、天井造り人 1 列 10 ルピー、石炭搬送人(石炭を砕く粉炭作業含む)70 ルピー／8 時間、焼成人 3000 ルピー／月がある。

3.2.7 窯出し

焼きあがったレンガは、天井を覆っていた灰等を取り除き、焼成炉より出荷場へと搬出される。

これも 1 個 1 個手降しによる作業で、恐ろしいほどの粉塵が舞う。窯詰め人及び運搬人の作業。レンガ工場の作業としてはここまでで、トラックの持ち込み、現場までの運搬は輸送業者もしくは施工業者の仕事となる。レンガ工場には他に管理者と呼ばれる人たちがいて、1～3 人、月に 4000～5000 ルピー／1 シーズンである。

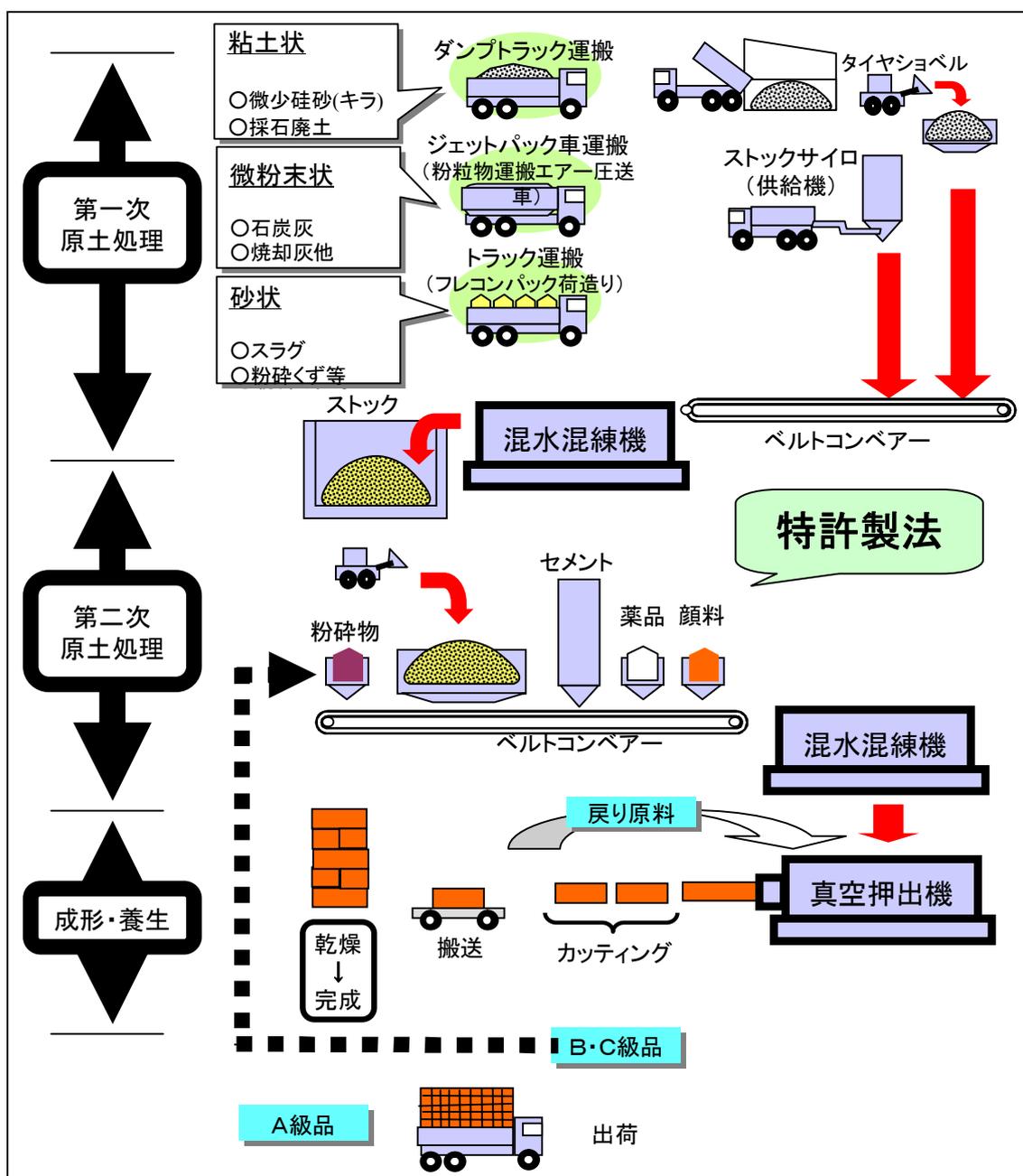
3.2.8 持ち帰ったレンガを日本で試験した結果

- 1) 圧縮強度: 2.2~14.4 Mpa
- 2) 曲げ強度: 0.44~3.03 Mpa
- 3) 給水率: 14.80~25.71%

上記の結果により、暫定規格値をそれぞれ 1) 8.0Mpa 2) 1.7 Mpa 3) 20.0%とした。

3.3 物性比較

3.3.1 無焼成レンガの製造フロー



3.3.2 インドより送付した原料を無焼成固化製法でコア作成した試験結果と既存レンガとの比較

- 1) 圧縮強度: 8.2~8.5 Mpa
- 2) 曲げ強度: 1.81~1.94 Mpa
- 3) 給水率: 18.72~19.17%

インドレンガと比較してバラつきはかなり少ない。(セメント使用量 5%)

3.3.3 試験風景



混練機原料投入



セメント投入



薬品投入



顔料投入



真空押出機投入



押出状況



試験コア成形



試験用コア

3.4 労働弊害

インドの女性は労働力の一部であり、最下層の仕事に従事し、また危険な業種に就労することも多い。各種の職業性の、または環境に起因する疾病にかかるリスクが高い。多種多様な業種で働くインド人女性の死亡率は高く、平均寿命は短いことが確認されている。1991年のインドの国勢調査によると、8億3,860万の人口のうち、女性は4億340万人である。家庭外で働いている女性は約23%である。このうち34.6%が開墾、44.2%が農業労働、5.9%が家内工業、15.3%がその他の業種に従事している。インド労働省によると、1994年には約497,000人の女性が工場、56,000人が鉱山、558,000人がプランテーションで働いている。

レンガ産業には地方の女性が雇用されており、練土塊から生レンガを作る際に粉じんにも暴露している。レンガを窯で焼く際、粗悪な石炭を燃料として使う。レンガ産業で働く女性には、呼吸器疾患、肺がん、筋骨格および関節の障害（10時間から12時間もしゃがんで作業するため）、婦人科系の障害、耳鼻咽喉の障害、真菌類感染、アレルギー性皮膚炎が発生している。

また児童労働の場としても問題を抱えている。インドの児童労働は5,500万人にのぼるが、レンガ作りなどの製造業では、家族で地方から出稼ぎ就業していることも多く、先の女性の例にあったように、母親や父親を助けるために、1日16時間、家族の稼ぎ手として過酷な労働条件の中で働いている。

第4章 プロジェクトの内容

4.1 プロジェクトの概要

インドでは非効率焼成によるレンガが、推計で年間 3,600 億個製造されており、燃料として大量の低品位石炭が消費され、多くの CO₂、SO_x、NO_x、ばいじんが放出されている。また、製品そのものの品質も粗悪かつ不安定で、2001 年に起きたインド西部地震の大きな被害要因にもなったと報告されており、レンガの原料となる粘土の大量採取による荒地化の問題や水資源が少ない国での地下水の大量消費、劣悪な労働条件下での労働災害も大きな社会問題となっている。現地調査の結果、このレンガ焼成に使われる石炭は年間 144 百万 t 以上ともなり、排出される CO₂は 186 百万 t 以上、またインド国産の石炭は灰分が多い(平均 40%)ため、57 百万t以上の浮遊粒状物質(SPM)が排出されていることが判明した。

無焼成レンガは石炭火力発電所などで発生する石炭灰などの廃棄物をそのまま原料としてリサイクル活用し、焼成工程なしにスラグセメントおよび薬品による化学反応によりレンガを製造するもので、未利用資源の有効活用と環境保全、化石燃料の消費削減(又は転換活用:インドでは 2007 年には石炭火力発電所への供給不足が 133Mt に上ると予測されている)、及び労働環境の改善に繋がる技術として期待でき、既に日本国内では各地で商業化されている。

インド国内のレンガメーカーは設備も建物も無く、組織としても国際的な直接取引が出来るほどの体を成していないため、現地カウンターパート: Jypti Transformers & Electricals 社とともに、既設のレンガメーカーを買収、もしくは合併し労働力と販売ルートを確保したうえで、既存レンガを「無焼成レンガ」に置き換えることを計画、それにより、

- ①石炭の消費を抑制(省エネルギー)
- ②原料の 90%以上をフライアッシュなどの副産物を利用することによる資源保全(省資源)
- ③機械製造による安定的な品質の確保
- ④水資源の 30%以上の節約
- ⑤1ライン(年間製造量約 5800 万個)でおおよそ年間 30,000tの CO₂削減が期待できる。

ことが判明。クレジットの獲得につながる CDM 事業の可能性について、その採算性、実現性を調査することとした

4.2 無焼成固化技術

4.2.1 技術概要

下水道汚泥焼却灰・石炭灰・採石廃土・窯業廃土<キラ>・水滓スラグ・ガラスくず・コンクリートくず保温材くず・廃プラスチックなど各種未利用資源を、伝統の焼き物技術と新開発のセメント固化技術(特許製法)により、レンガ風ブロックや路盤材用骨材等に再生させる技術。

無焼成でありながら、焼き物の風合いや自在な強度の発現、豊富なカラーバリエーションを可能にし、低価格と施工性の良さを実現した。また、強度等の物性や滑り抵抗、有害物質の溶出といった安全性に対しても厳格な日本の基準をクリアしている。

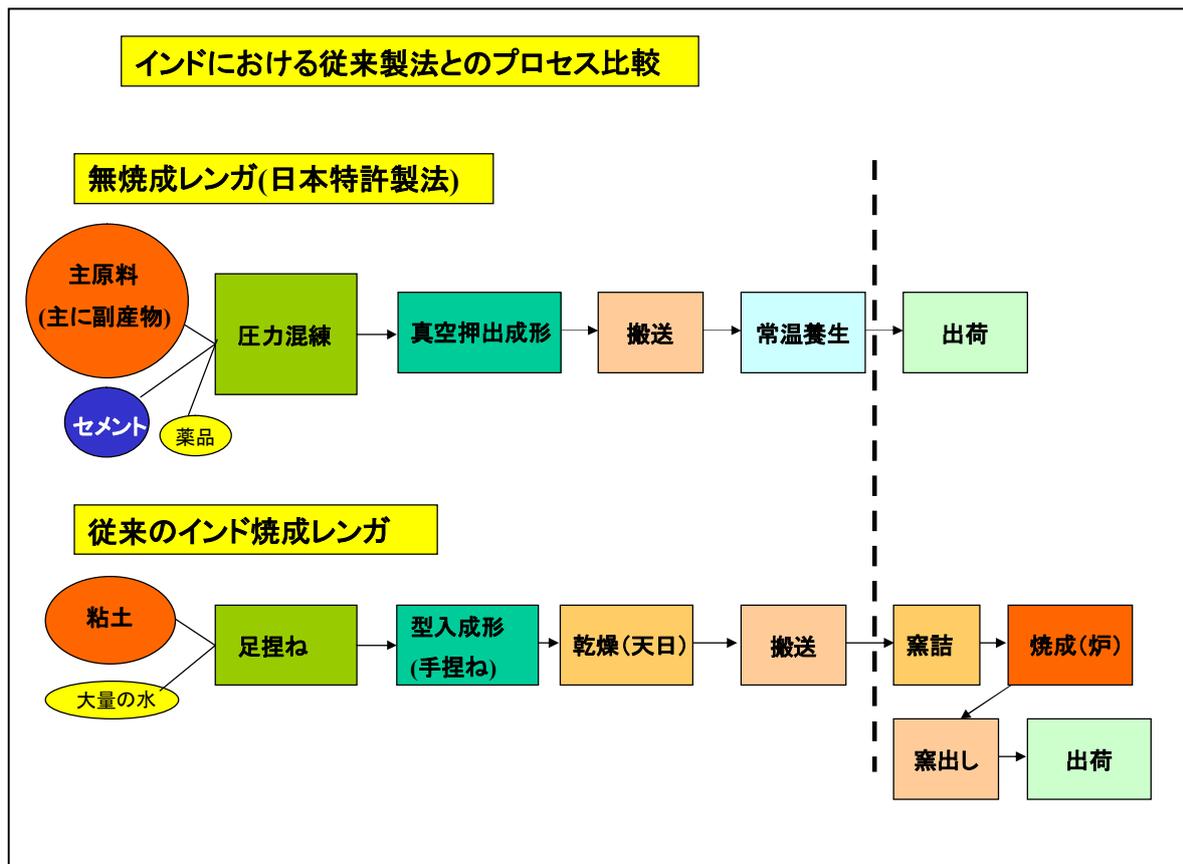
再生原料比率 80~90%以上、工程では温暖化の原因となる化石燃料も一切燃やさない、地球にやさしいハイテク・エコテクノロジー「無焼成固化技術」はまさに時代の要求により生まれた技術である。

特徴: 3無工程リサイクル

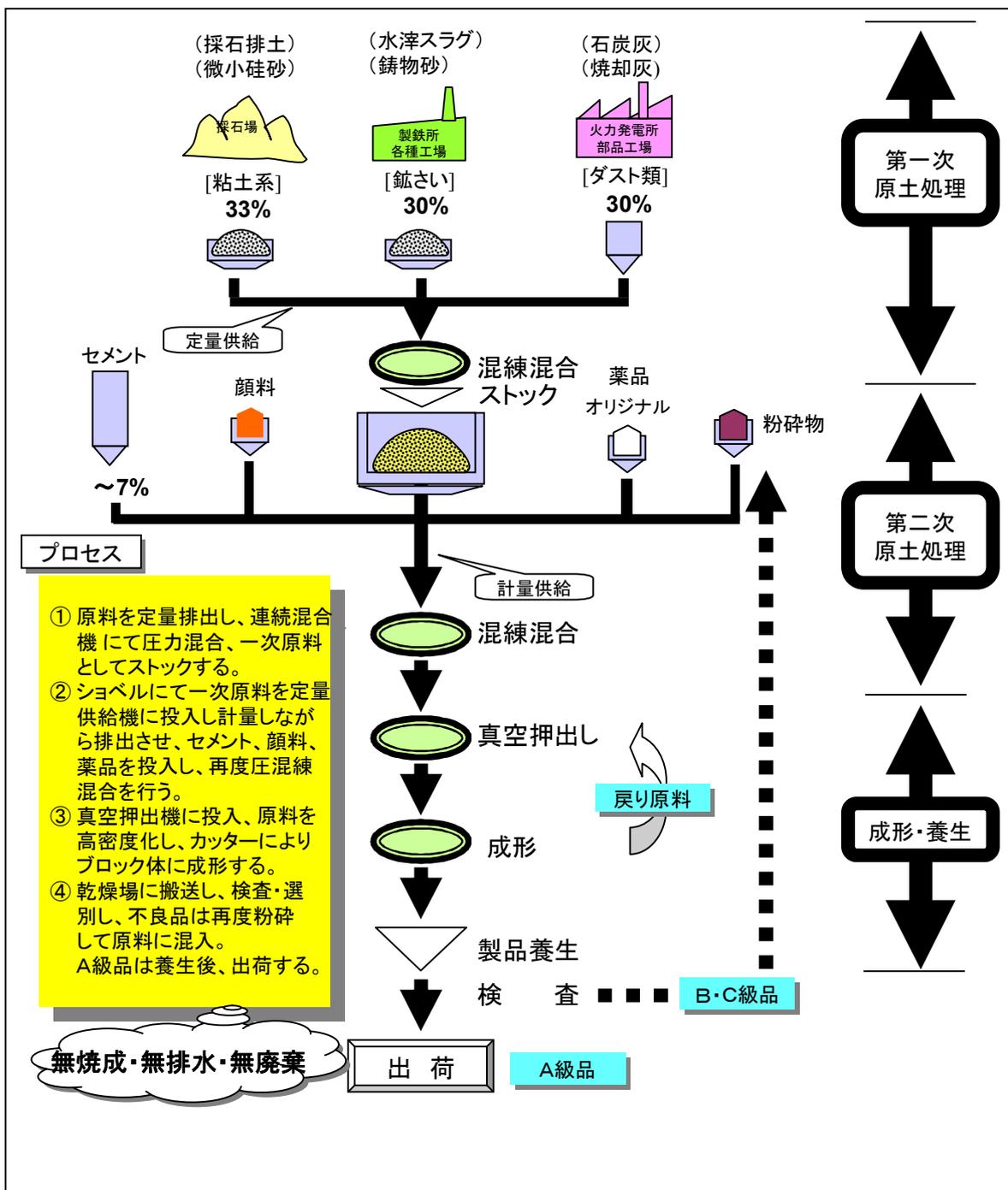
- ① 省資源: 原料の80%が他産業から発生した数種の副産物。まさにゼロエミッション。原料ごとの個別特性を活かしたベストミックスにより、長期に安定した品質を可能にした。
- ② 循環型: 製造工程から出る不良品やほこりまでも原料として再利用、無焼成のためCO²はもちろん工場排水も工場廃棄物も出さない。さらに使用後の商品は何度でも再生可能。
- ③ 省エネ: 廃材を前処理なしで原料に使用。さらに無焼成。化石燃料を燃やさないなど、余分な工程を極限まで省くことで、徹底した省エネ・省コストを実現した。
- ④ 安全性: 原料の受入段階から、もちろん完成品まで、厳格な物性基準・環境基準に適合。さらにPh3による独自の溶出試験を実施、一步先行く安全性。
- ⑤ 景観性: レンガ風ブロックはまるでレンガのような仕上りを実現。焼き物の練りこみ技術を応用したため、年数の経過とともに味わい深くなるのが特徴。
- ⑥ 配慮型: 床に使用すれば滑りにくく、やさしい歩行感が、バリアフリー歩道に最適。さらに植生や住環境に好影響を与えるため、原料に特殊EMセラミックを添加している。(日本)

4.2.2 従来技術との比較

図 4-1



4.2.3 無焼成レンガ製造プロセス（インド想定） 図 4-2

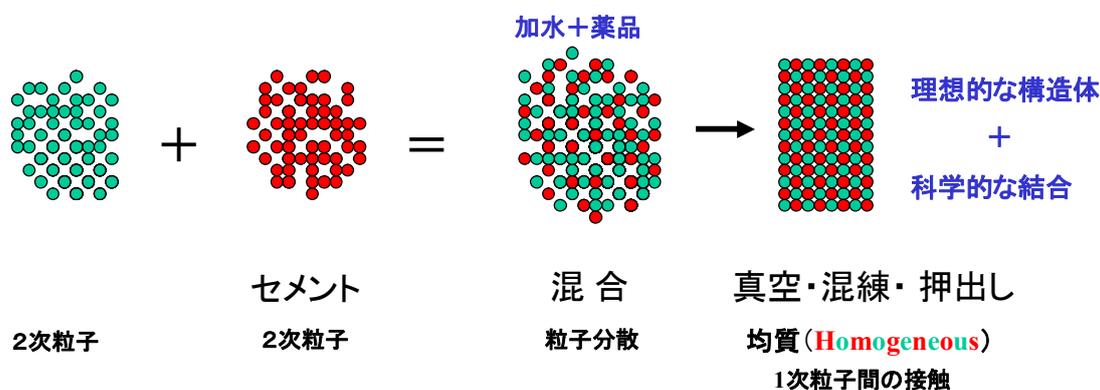


無焼成レンガの製造プロセスは、極めて単純かつ応用可能な生産技術で行うことができる方法であり、基本的ないくつかの技術・技能のノウハウを修得することで、現地生産が可能となり、複雑な高度の技術を必要とするハイテク分野の能力は必要とせず、技術移転の容易な事業で潜在ニーズは計り知れない。

インドでプラント設置する場合は、主要機械以外はできるだけ省力化せず、多くの労働力を使うように設計し、既存レンガの労働者が無理なく移行できるようにする。

4.2.4 原理

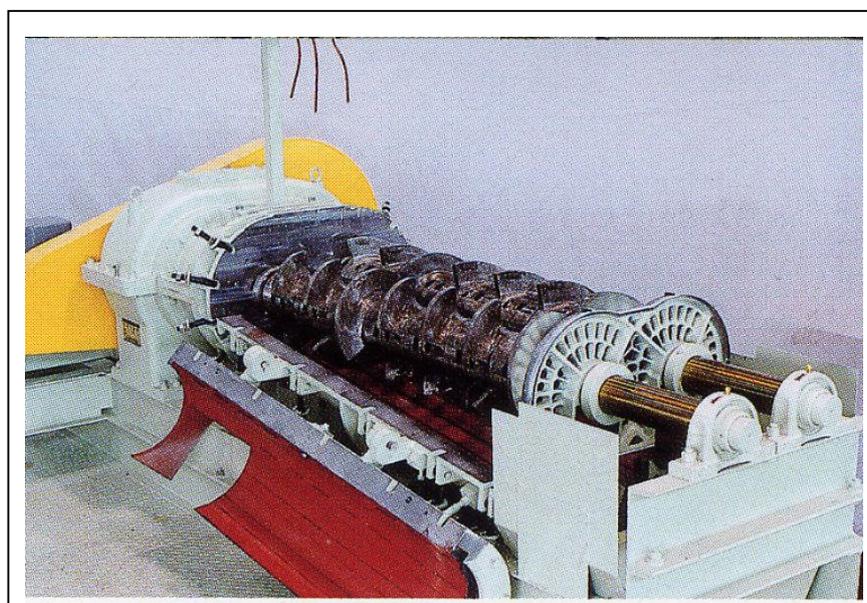
- (1) 物理的に理想の構造体を形成し、化学的に結合させる。
- (2) 混合だけでなく**混練** (Mixture + Kneeding) ⇒ Homogeneous
- (3) **真空**(残存空気量を無くする) 押出
- (4) 水分調整(材料連続投入と量水器) ⇒ 可塑性と流動性
- (5) その他(技術): **薬品**、**型構造**、**押出装置の構造**等



4.2.5 製造設備と主要原料

無焼成レンガは、原料の選択範囲が広く、混練工程と成形工程が特殊に設計された装置を使用する。成形後は養生のみで十分使用に供する物性を持つ。従って、焼成工程を全く必要としない。

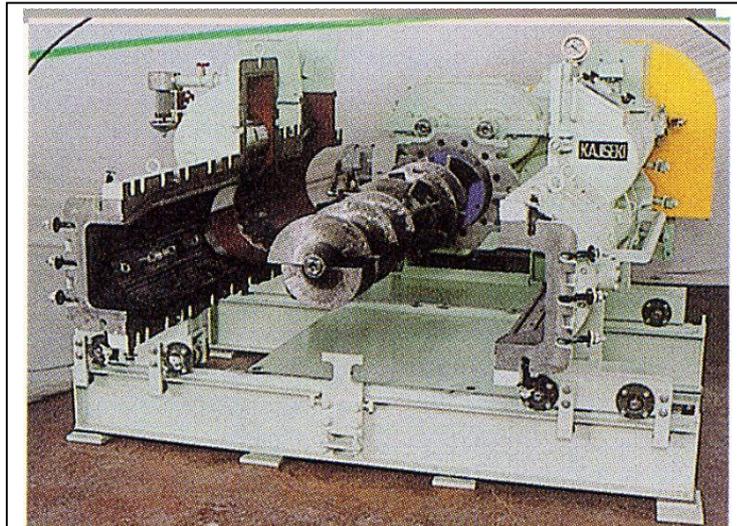
- (1) 主要設備



開閉式混水混練機

混水混練機は文字通り水分調整しながら土を混練する機械。無焼成固化はどれだけ土を混練したかで強度の発現が違ってくるため、ドラム内で徹底的に混練することが必要となる。

この機械は無焼成固化製法のために開発された機械で、ドラムが開閉式になっており、容易に内部の掃除が出来るようになっている。



簡易分割式真空押出機

この機械も無焼成固化製法のために開発された機械(特許取得済み)。縦割り一連式開閉による分離式のため硬化した原料の交換作業が容易に出来、拔出式原料交換はごく少量の原料で可能。

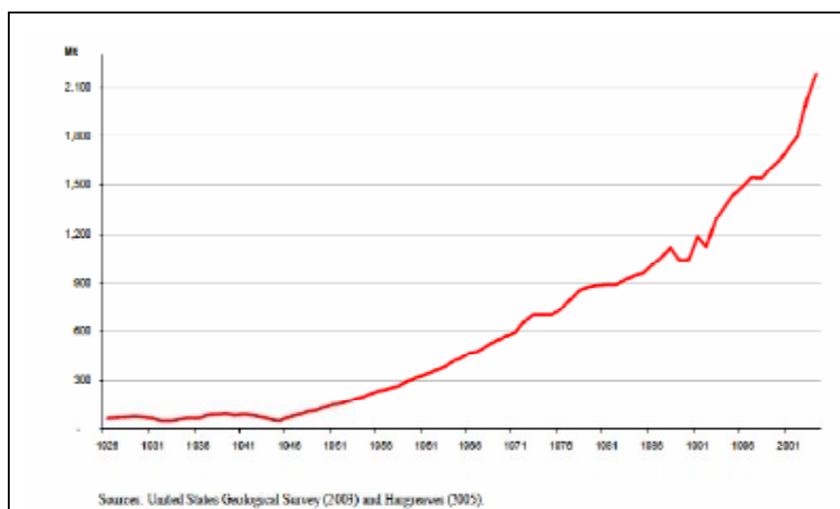
真空押出成形は原料の粒子間の密着度を高めるために最も重要な行程であり、真空の不良はそのまま強度に悪影響を及ぼす。よって機械の精度と剛性が必要で、この機械は無焼成固化製法のための特殊機械といえる。

(2)セメント(スラグセメント)

無焼成固化技術はセメントを固化剤として使用しているが、セメントは多くのCO₂を出す製品として知られ、極力使用量を減らすことが望ましい。ここインドを取り巻くセメント事情について述べる。

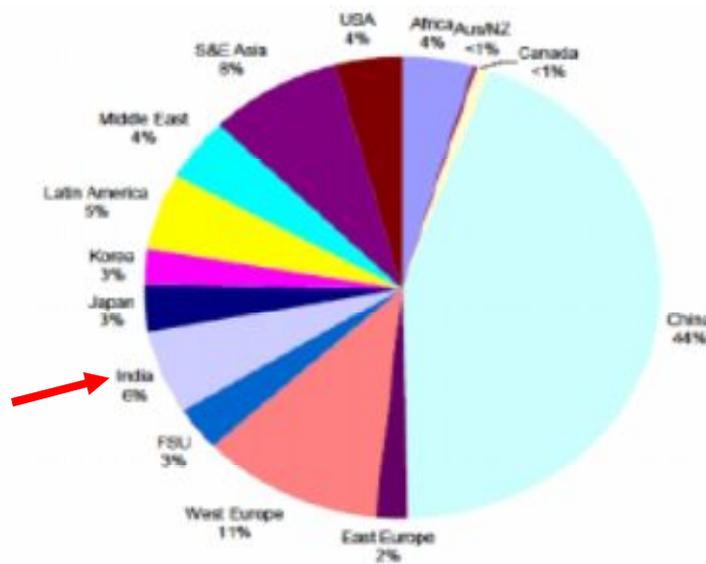
① 世界の年間セメント生産量の変遷

第二次世界大戦後世界経済の発展に併せ急速に生産量が増加。2004年は2186百万t。中国の生産量増加を反映して最近の伸びは著しく、ここ10年の年成長率は4.8%(その前10年間の伸びは4.1%)。



② 地域別のセメント生産量 (2004年)

中国が生産量世界第1位(世界の44%)。中国の生産量は、第2位から第28位までの国の生産量を合わせた量に匹敵する。国別に見ればインドは世界第2位の生産量(6%)。



Source: Haguenes (2005).

(出典) OECD, Round Table on Sustainable Development, “Can Transnational Sectoral Agreements Help Reduce Greenhouse Gas Emissions?”

図 4-4

③ 地域別生産量の推移(先進国・経済移行国、途上国)

途上国での生産増が世界全体での生産量を押し上げている。途上国は1990年から2004年で2.9倍に増加。逆に先進国・経済移行国は同期間で2%減少した。

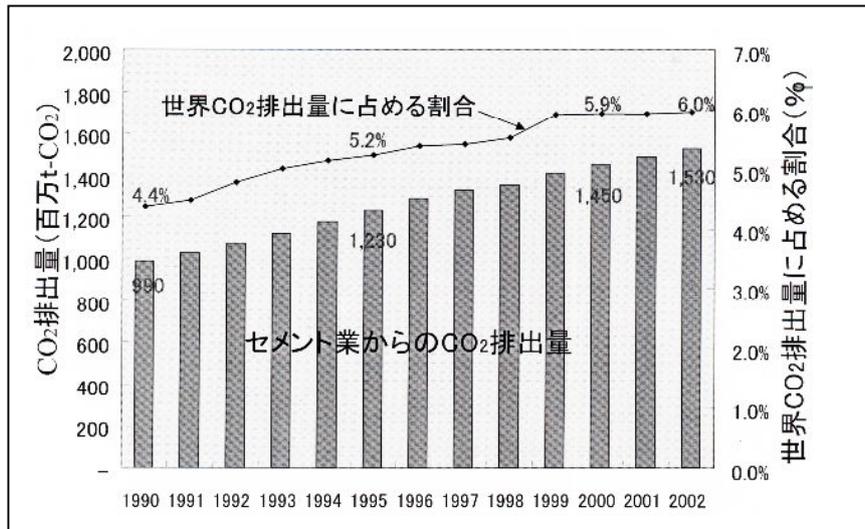
④ 地域別生産量の推移(地域別)

地域別ではアジア、特に中国が大きな伸びを見せている。1990年から2004年で4.6倍に増加。南アジア及びインド亜大陸は、シェアはそれぞれ6%、7%(2004年)と低いですが、それぞれ1990年から2.6倍、2.7倍となっており増加が大きい。

⑤ セメント製造による CO 排出量

1990年代は生産量の拡大に伴い増加(1990年から2002年までで1.5倍)。CO₂排出原単位向上の効果(1990年には世界平均0.89kg-CO₂/kg-cementであったものが2000年には0.87に減少)よりも生産量増加の影響が大きい。

世界CO₂排出量に占める割合は増加傾向にある。



(参考)プロセス起源50%燃料起源40%電力利用、輸送10%

※CO2排出量は生産量に、1990年から2000年の変化率を考慮した生産量あたりCO2排出量を乗じて求めた。 図4-5

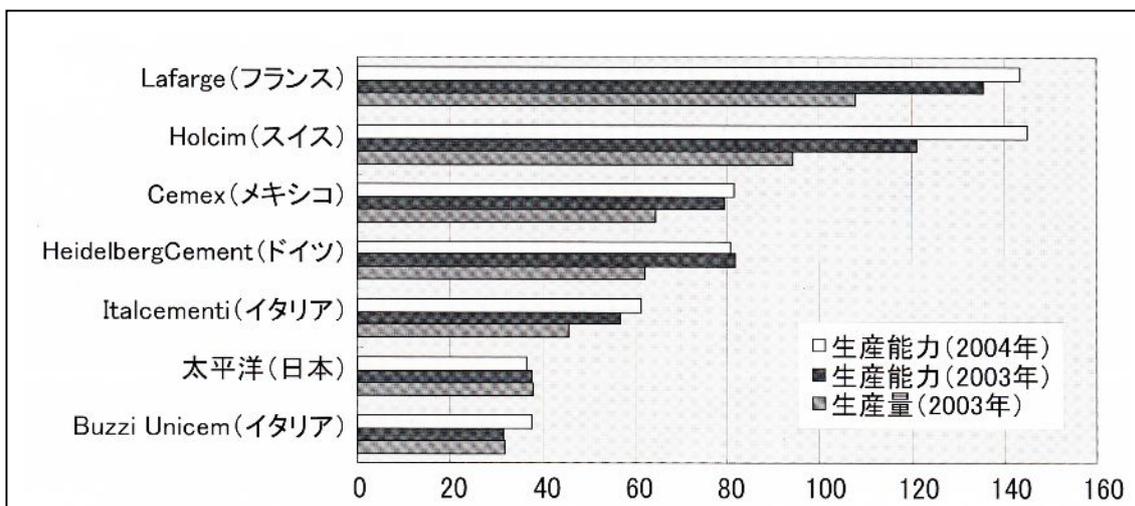
(出典)生産量はThe Global Cement Report, CO2排出原単位Battelle/WBCSD “Toward S Sustainable Cement Industry”世界CO2排出量はOak Ridge Laboratory試算によるもので、燃料由来、プロセス由来、ガスフレアリングによるCO2排出量含む。

⑥ セメントの貿易量

原料(石灰石)が世界各地で採取可能であること、輸送費が高いことから、国内・地域内での取引が中心。世界全体では、全生産量の5.8%が国際的に取引されている。そのうち、39%は地域内取引である。例えば、北アフリカと欧州の間のセメント(又は中間製品のクリンカー)の輸送代は4~8ユーロ/トンと言われており、EU-ETSの導入によって、欧州のセメント輸入は今後増える可能性があると考えられている。

⑦ 主要企業による寡占状況

大規模な企業は欧州に集中。中国は中小企業を中心(中国の企業数は5千社程度)。上位5社で世界の生産量の42%、上位10社で55%を占める(2003年)。 図4-6



(出典)International Cement Review, The Global Cement Report Sixth Edition

⑧ WBCSD Cement Sustainability Initiative

- 1)世界の大手セメントメーカー9社を含む16社で構成され、世界の生産量の25%を占める。加盟企業の中にはインドなどの途上国企業5社を含む。
- 2)1999年11月、セメント産業の持続可能な発展について調査・検討することを目的に、「WBCSD(持続可能な発展のための世界経済人会議)」において、セメント産業部会が発足。
- 3)2002年にAgenda for Actionを策定。
- 4)-2007年までに、以下の6つの優先課題について、メンバーが共同で又は個別に取り組む。

①気候変動の防止及びCO2管理

②原燃料の責任ある利用

③従業員の安全衛生

④排出物質の削減

⑤地域社会への影響

⑥報告とコミュニケーション

-進捗状況を2007年に総合経過報告書としてまとめる。

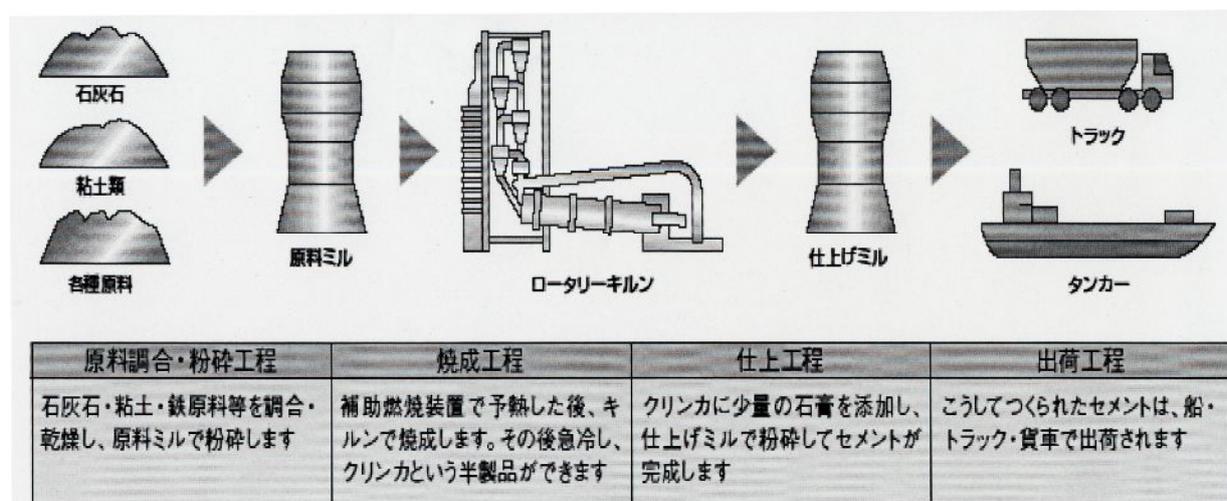
⑦2005年6月にはCO2排出量の算定と報告のための新たなプロトコルを発表。

⑧自主的に報告したデータについて、第三者による保証(アシュアランス)を行うことを合意。

⑨ベンチマークについても議論が進行中。

⑨ 生産プロセス外観

図4-7

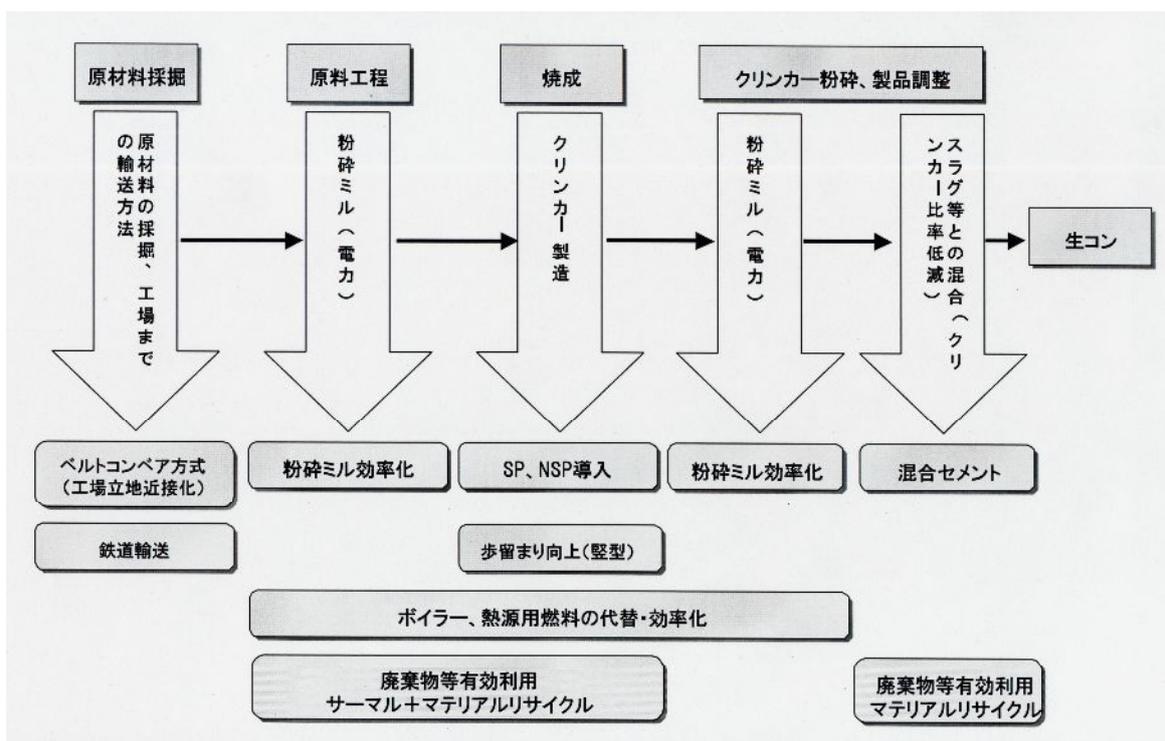


1)クリンカー

セメント原料を窯(キルン)で高温焼成して得られる焼結物塊のこと。クリンカーに石膏を3~5%加え粉砕することによりセメント(ポルトランドセメント)が製造される。

2)混合セメント

ポルトランドセメントに、各種混合材を配合し、耐蝕性、乾燥収縮、耐久性などを改善したセメントの総称。高炉セメント(スラグセメント)、シリカセメント、フライアッシュセメントなどがある。混合剤には、石灰石粉、ドロマイト、消石灰、高炉スラグ、フライアッシュ、珪酸白土などが使われる。ポルトランドセメントに比べ、作業性、水密性が良く、初期の強度は低い^が長期的には優れた強度を示す。化学抵抗性、耐熱性にも優れた特性を持つものが多い。



SP (サスペンションプレヒータ付きキルン), NSP (ニューサスペンションプレヒータ付きキルン)

4 段のサイクロンからなる原料予熱装置 (SP) を付属したキルン。キルンの排ガスがサイクロンの下段から上段に流される一方、原料粉末を上段から投入、各段で熱交換、捕集が繰返され予熱で、一部が焼かれてキルンに入る。NSP は SP キルンの熱交換性の良さを生かし、SP とキルンとの間に補助燃焼炉 (か焼炉) を設けたもの。その焼成能力は SP キルンの約 2 倍に増大。

⑪ インドのセメント生産量の推移

- 1) 1990年から2004年までで、約3倍の生産量となった。
- 2) 1998年に日本の生産量を超え、中国に次いで世界第2位となり、その後も同順位である。しかし、中国の近年の伸び(1990年から2004年で約5倍)ほどではない。一人当たりセメント消費量も中国ほど高くない。
- 3) 現在、110の近代的工場があるが、一人当たりの生産量は100kgと他の地域に比べて低い。いずれ500kg程度、すなわち国内市場で5億トンまで増えると見込まれる。
- 4) 新規プラントは、世界的に最新のものが導入されている。 図4-9

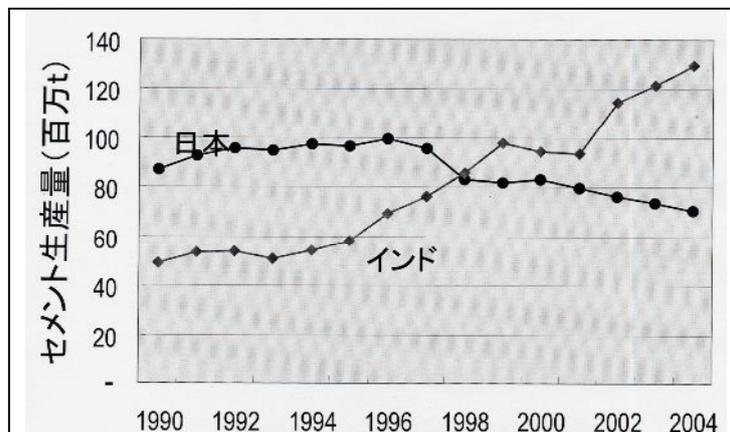
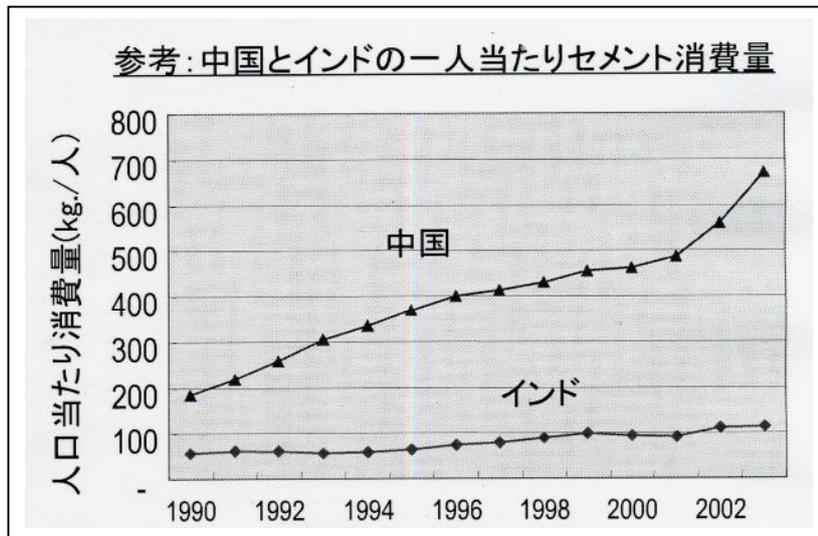


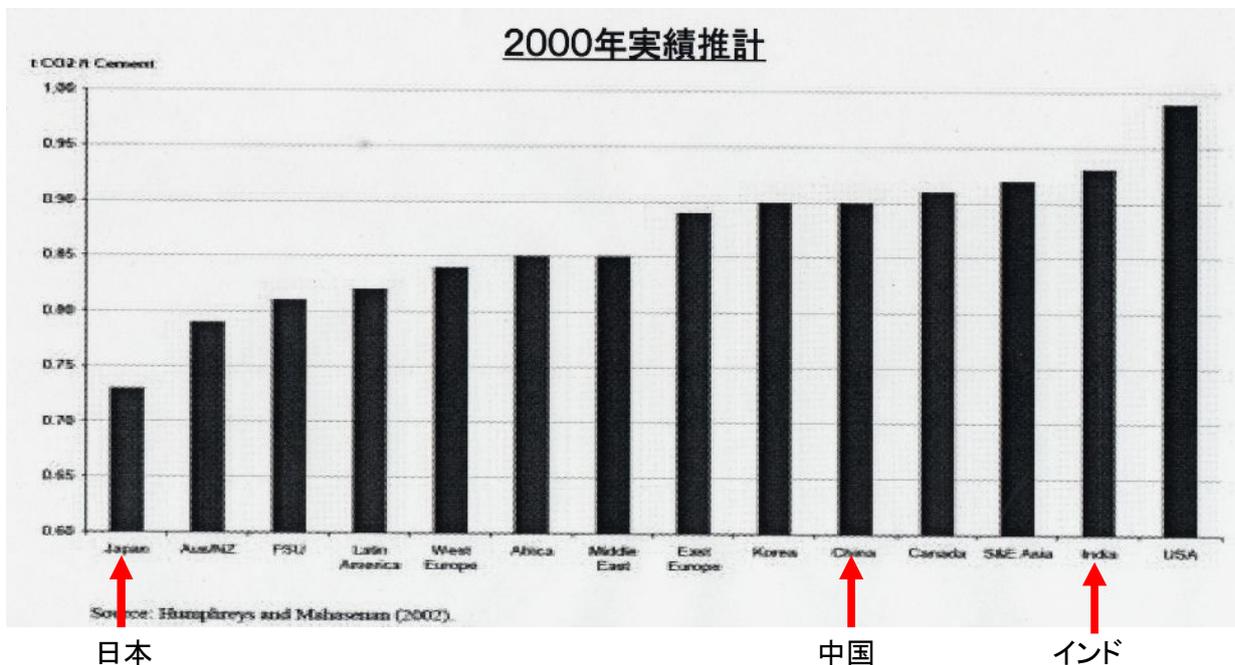
図4-10



(出典)International Cement Review , The Global Cement Report Sixth Edition, V. S. Verma, “Energy Efficient Technologies Use in India” Bureau of Energy Efficiency , Aug 2004-

⑫ 各国のセメント1トンあたり CO2 排出量原単位

- 1) 日本の排出量原単位 (t-CO₂/t-cement) は0.73と低い。生産量の大きい中国、インドの生産量は、それぞれ0.90、0.93であり、日本と比較して2割程度高い。
- 2) ただし、セメント1t当たりの原単位の場合、地域により混合材の入手可能性、混合剤の使用に関する規制の有無などの違いがあり、エネルギー効率以外の要因も影響することに留意する必要がある。



(出典)OECD, Round Table on Sustainable Development, “Can Transnational SectoralAgreements Help Reduce Greenhouse Gas Emissions?”,

(原典:Battelle/WBCSD “Toward a Sustainable Cement Industry”, 2002)

図4-11

⑬ スラグセメント

普通セメントの単純な構成割合は、Clinker 95% + Gypsum 5%となっており、その製造過程で排出されるCO₂はインドの場合⑫から、0.93t-CO₂/t-cementとなっている。

スラグセメントの場合、構成割合は、Slag 47% + Clinker 48% + Gypsum 5% になっており、Slagは製鉄所の副産物でCO₂排出量はカウントされないため、 $0.93 \times (1-0.47) = 0.49$ という値になる。

(3) 硬化剤

物理的に理想の粒子間配列を混練と真空押出で形成することは、セメントの固化能力を最大限引き出す、やはり強度をより高くしようとすると多くのセメントを混入することになる。このことは再生する廃棄物の量を減らし、CO₂の削減量も圧縮するので極力最低のセメント量で要求強度を出すことが必要とされる。そこで当社の製法に合わせて開発したのが特殊効果材(商品名「アドソイル」)である。この薬品はそのもの自体が原料を硬化させる働きを持ち、正規の添加量で、元来ありえないセメント5%でも圧縮強度10Mpa以上という強度発現が可能なが証明されている。もちろん安全性に対しても証明されており、インドでの配合はセメント5%で、硬化剤はセメントの2~3%を想定している。

4.3 製法の転換による省エネ事業

4.3.1 無焼成レンガプロジェクト関連組織

- (1) オリッサ州サンバルプール、ササンプロジェクト工場予定地を中心とした半径25km圏内に既存のレンガ工場が25社ある。現地調査による対象は11社で、年間生産総数は35,600,000個、プロジェクト生産予定数58,000,000個に相当しないが、追加調査によりベースラインを決定する。(現在までに現地カウンターパートによるアンケート調査によりさらに10社選定、プロジェクトに適した工場を抽出しベースラインを決定する)

インド国内のレンガメーカーは設備も建物も無く、組織としても国際的な直接取引が出来るほどの体裁を成していないため、現地カウンターパート: Jyoti Transformers & Electricals社とともに、既設のレンガメーカーを買収もしくは合併し、労働力と販売ルートを確認したうえで、既存レンガを「無焼成レンガ」に置き換えることを計画した。ここがインド側のCDM実施組織で、参加企業からの情報収集・とりまとめを行う。事務所及び工場はプロジェクト工場予定地と同じ。

- (2) 丸紅(株)がPDDの作成支援を行う。窓口は名古屋支店。

4.3.2 プロジェクト構成企業

現地調査により選定したプロジェクト構成企業は以下に示すとおりである。

地 区	会 社	ホフマン型キルン			年間生産量 (個/年)
		数量(個/月)	稼動月数	基数	
Sason	RK レンガ 	500,000	8	1	4,000,000
	BB レンガ 	300,000	8	1	2,400,000
	RB レンガ 	300,000	8	1	2,400,000
Rengali	BB レンガ 	250,000	8	1	2,000,000
	PB レンガ 	400,000	8	1	3,200,000
Mundher	KK レンガ 	500,000	8	1	4,000,000
	OSI レンガ 	500,000	8	1	4,000,000
	DEV レンガ 	300,000	8	1	2,400,000
Katarbaga	BBB レンガ 	500,000	8	1	4,000,000
	V55 レンガ 	500,000	8	1	4,000,000
	JMS レンガ 	400,000	8	1	3,200,000
合計		4,450,000		11	35,600,000
平均					3,236,363
プロジェクト合計					58,000,000
数量差					22,400,000
追加企業数				7	
ベースライン数量					58,000,000

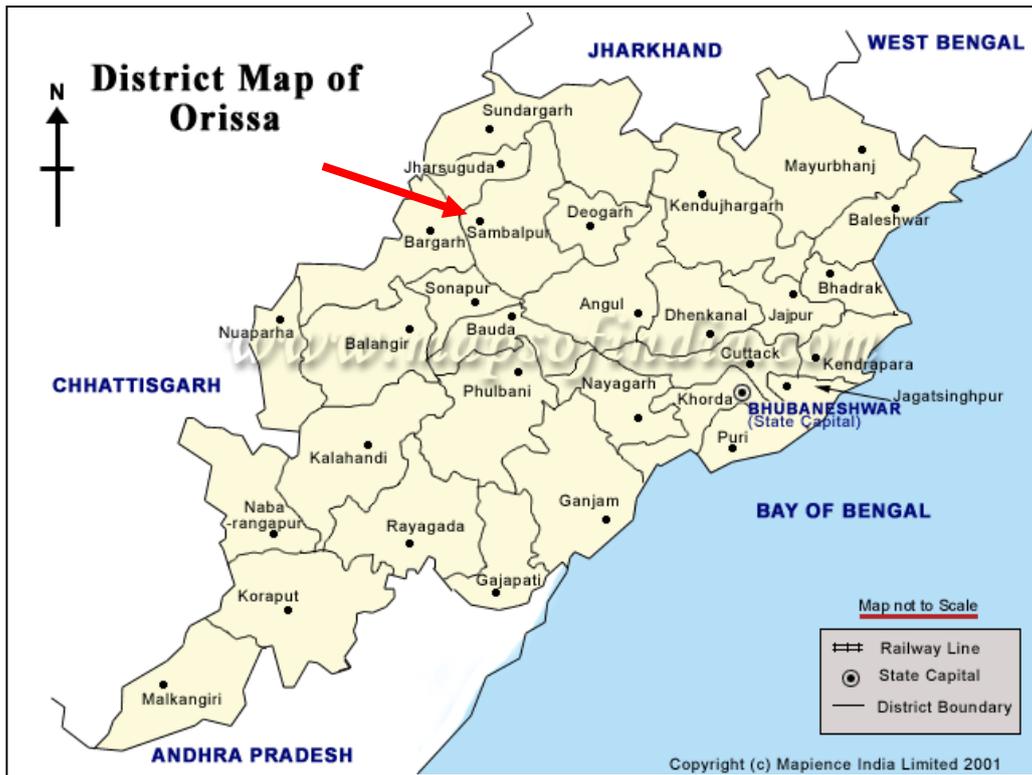
アンケートにより選出した抽出候補企業は以下のとおり。

地 区	会 社	ホフマン型キルン			年間生産量 (個/年)
		数量(個/月)	稼動月数	基数	
Chipilima	Kuch Bricks	500,000	8	1	4,000,000
	Kum	500,000	8	1	4,000,000
	Lvu	500,000	8	1	4,000,000
	Pinku	500,000	8	1	4,000,000
Lapanga	RG	700,000	8	1	5,600,000
	Mundu	700,000	8	1	5,600,000
	Juman	700,000	8	1	5,600,000
	Patro	700,000	8	1	5,600,000
Kathedera	BR	500,000	8	1	4,000,000
	RK	500,000	8	1	4,000,000
	Shera	500,000	8	1	4,000,000
合計		4,450,000		11	50,400,000
平均					4,581,818

4.3.3 企業所在地

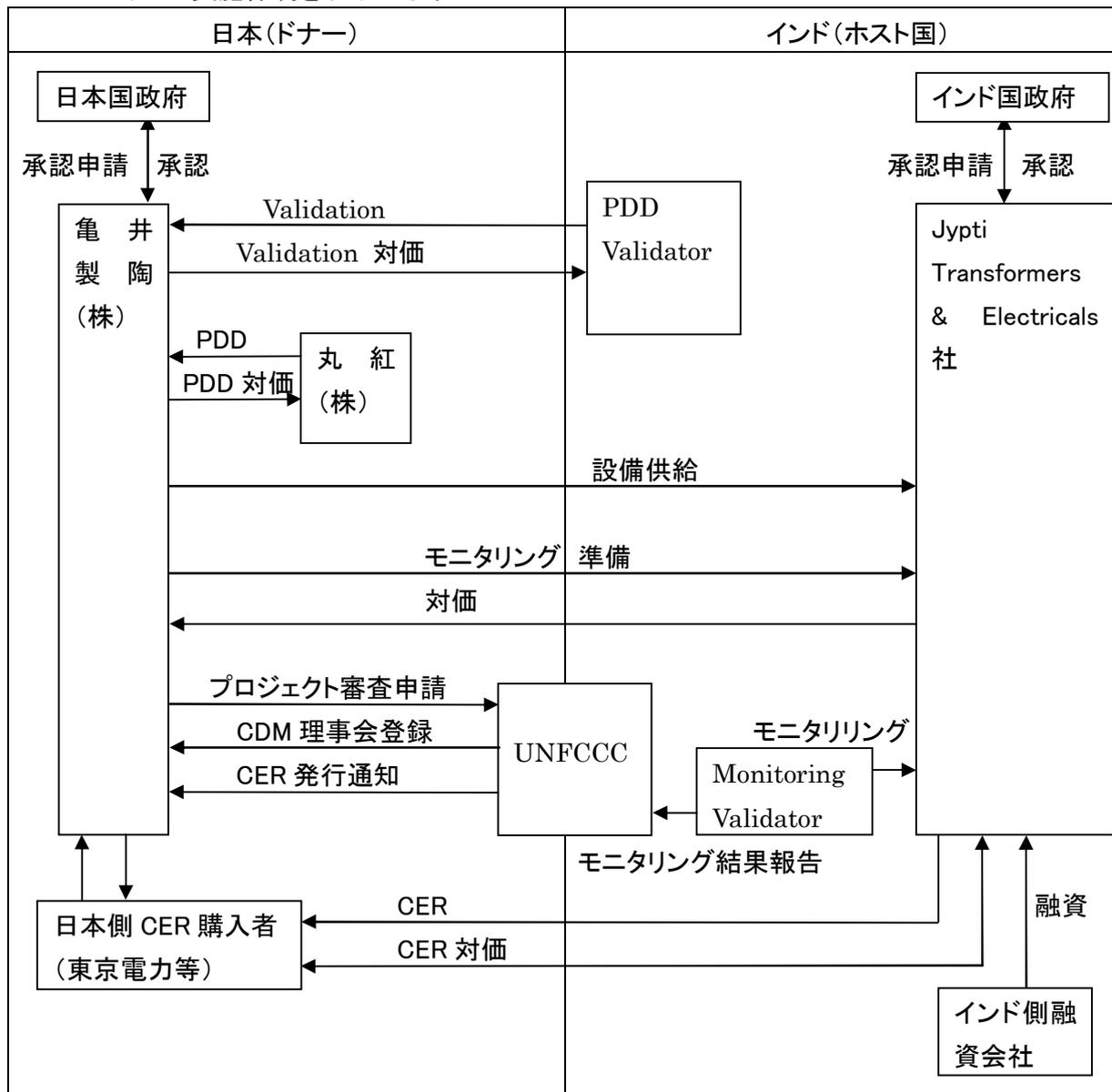
参加企業の所在地を以下に示す。





4.4 プロジェクトの実施体制

プロジェクトの実施体制を以下に示す



現状では具体的な投資者は決まっていない

4.5 環境への影響

4.5.1 検討項目と分野

当該プロジェクトが環境に及ぼす影響について、下記分野、およびフェーズにわたって検討した。

(1) 分野

1) 土壌 2) 大気 3) 騒音 4) 天然資源 5) 従業員の健康、など

(2) フェーズ

1) 建設時 2) 操業時 3) 保全作業時

4.5.2 結論

当該プロジェクトが環境を悪化させる要素は存在しない。当プロジェクトにより、SO_x、NO_x、ばいじん及び粉塵が減少して大気環境が改善される。また地下水の使用量も大幅に削減され、製造工程からは廃棄物や排水も出ないため全体的な環境改善効果は大きい。劣悪な労働環境の改善にも役立ち、結果としてGHGが削減されるので、地球温暖化現象の改善にも結びつく。

CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM
PROJECT DESIGN DOCUMENT FORM (CDM-SSC-PDD)
Version 03 - in effect as of: 22 December 2006

I. CONTENTS

- A. General description of the small scale project activity
- B. Application of a baseline and monitoring methodology
- C. Duration of the project activity / crediting period
- D. Environmental impacts
- E. Stakeholders' comments

A. Annexes

- Annex 1: Contact information on participants in the proposed small scale project activity
- Annex 2: Information regarding public funding
- Annex 3: Baseline information
- Annex 4: Monitoring Information

Revision history of this document

Version Number	Date	Description and reason of revision
01	21 January 2003	Initial adoption
02	8 July 2005	<ul style="list-style-type: none">The Board agreed to revise the CDM SSC PDD to reflect guidance and clarifications provided by the Board since version 01 of this document.As a consequence, the guidelines for completing CDM SSC PDD have been revised accordingly to version 2. The latest version can be found at http://cdm.unfccc.int/Reference/Documents.
03	22 December 2006	<ul style="list-style-type: none">The Board agreed to revise the CDM project design document for small-scale activities (CDM-SSC-PDD), taking into account CDM-PDD and CDM-NM.

SECTION A. General description of small-scale project activity

A.1 Title of the small-scale project activity:

インドにおける無焼成レンガ製造プロジェクト

Ver. 0.2

21/03/2007

A.2. Description of the small-scale project activity:

本プロジェクト活動案は、エネルギー効率的なレンガ工場を建設し、環境に優しい製品を提供すべくその工場を商業用に運営するものである。本プロジェクト案の目的は、インドのレンガ製造者のために、無焼成レンガ製造プロセスを導入し、彼らが現在行っているエネルギー非効率的で大量の CO₂ を排出するレンガ製造プロセスの代替とすることである。

レンガはインドにおける主要な建築材料の一つであり、非効率焼成によるレンガが年間 3600 億個製造されると言われており、大量の粗悪石炭が消費され、多くの CO₂、SO_x、NO_x が放出されている。他にもレンガ製造に関わる深刻な問題としては、レンガの主な材料である粘土の掘り出しによる荒地化の問題や、水資源

の少ない国での地下水の大量消費がある。実地調査によれば、レンガ焼成に使用される石炭は年間 4 億トンを超え、そこから排出される CO₂ は 8400 万トン以上と推計される。現在のインドの製法では混練・成形は人力で行われており、その結果、生産性・品質が非常に悪い。焼成過程で大量の汚染物質を放出しているため、劣悪な労働環境である。

無焼成レンガは、火を使わずに石炭灰などの廃材をリサイクルし、化学反応を利用して製造される。この方法は、未使用な資源を効果的に利用し化石燃料の使用を減らす方法として、日本では既に商業化されている。無焼成レンガ製造プロセスでは原材料の選択範囲が広くなり、混練工程と成形工程が特殊に設計された装置を使用する。成形後、レンガは屋外で養生され、焼成プロセスの必要が無いほど十分強固な物性を有する。

提案する製造モデルは品質や生産性が非常に優れており、生産工程においては全く温室効果ガスや有毒ガスを発生しない製法である。原材料は、さまざまな未利用資源を有効に活用することが出来、希少な良質粘土の資源を出来るだけ使わない方法である。生産工程からは工場排水も出ず、「無焼成・無廃棄・無排水」生産をほぼ可能にしたゼロ・エミッション生産プロセスである。無焼成レンガによるインドの従来型レンガの代替によりもたらされると思われる便益は、以下のとおりである：

- 石炭の消費を抑制
- 原料の 90%以上を石炭灰などの廃棄物を利用することによる資源保全
- 機械製造による安定的品質の保証
- 水資源の約 30%の節約
- 1 ライン(年間製造量約 5,800 万個)でおよそ年間 30,000トンの CO₂ 削減が期待でき、全土に技術移転することができれば、その削減量は年間 1 億 8600 万トン以上に及び、CO₂ の大量削減が期待できる。

また、本プロジェクト案はインドにおける持続可能な開発に寄与すると期待できる。現行のレンガ製造は屋外の製造拠点で行われており、雨天時の操業ができない。また、環境破壊的な生産行動による国土の荒廃や希少な地下水の消費は、西インド地震の原因の一つと考えられている。本 CDM 活動案により導入される環境配慮型の生産行動により、国土の荒廃がさらに進むことを防ぎ、同時に地元住民の安定雇用を創出することができる。そのことが、今度は質・量ともに安定したレンガ製造をも可能にするのである。

A.3. Project participants:

Name of Party Involved(*) ((host) indicates a host Party)	Private and/or public entity(ies) Project participants (*) (as applicable)	Kindly indicate if the Party involved wishes to be considered as project participant (Yes/No)
インド (ホスト)	Jyoti Transformers & Electricals (P) Ltd. (プロジェクト・オーナーとして)	否
日本	亀井製陶株式会社 (プロジェク ト開発者として)	否

亀井製陶株式会社

日本の岐阜県に本社を置く亀井製陶株式会社は、プロジェクト開発者である。(ウェブサイト:
<http://www.eco-angels.com>). 同社は、廃土・焼却灰・煤塵・廃プラ・鉱さいなど各種無機性廃棄物を有効
利用して無焼成レンガブロックを製造し、「アーザンブリックス」の製品名で全国各地に納入している。また
同社は「無焼成レンガブロック製法」の特許を取得しているおり、再生原料比率 80%以上、物性基準は
JASS 7 M-101 に準拠し環境基準もクリアしている。それゆえ、アーザンブリックスは、エコマーク認定、岐
阜県廃棄物リサイクル認定製品、愛知県リサイクル資財評価認定商品、国土交通省 NETIS 登録商品の認
定を受けている。

亀井製陶株式会社は、東京電力・関西電力と提携関係にあり、それぞれ茨木と姫路に生産工場を有して
いる。同じ理念のもと、同名製品として、これらの地域の廃棄物は持続可能な社会の実現に向けてリサイク
ルされる。また、この技術は海外からも高い評価を受けており、現在インドの他に、中国、台湾、シンガポ
ール、チュニジア、韓国からも引き合いが来ている。

A.4. Technical description of the small-scale project activity:**A.4.1. Location of the small-scale project activity:****A.4.1.1. Host Party(ies):**

インド

A.4.1.2. Region/State/Province etc.:

オリッサ州

A.4.1.3. City/Town/Community etc:

サンバルプール市、ササン

A.4.1.4. Details of physical location, including information allowing the unique identification of this small-scale project activity :



図 A4-1. プロジェクト立地場所の地図(オリッサ)

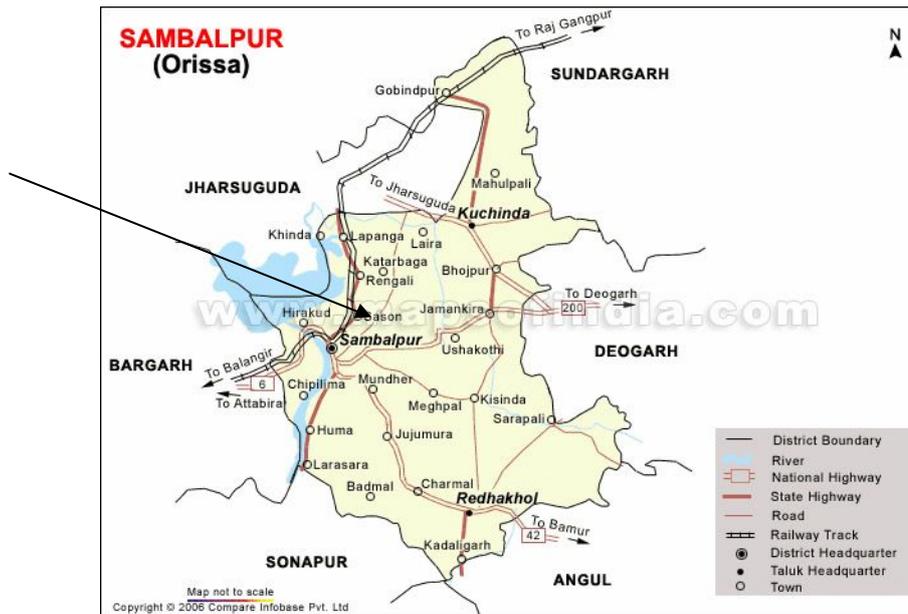


図 A.4-2. プロジェクト立地場所の地図 (サンバルプール)

オリッサ州の小さな町であるサンバルプールは、現在、カラフルな生地の染色スタイルで有名な場所である。雨季の間、町は緑に包まれるが、乾季には砂漠のようになってしまう。 Hiraikund ダムはアジア最大のダムとして有名であるが、雨季の治水と発電に役立っている。近隣地域には石炭資源と鉄鉱石資源が豊富にあり、大きな製鉄所が点在する。北緯 21° 33' 0、東経 84° 2' 60。

A.4.2. Type and category(ies) and technology/measure of the small-scale project activity:

本小規模プロジェクト活動のタイプとカテゴリ

タイプ II.D. - 産業施設のための省エネ及び燃料転換措置

本プロジェクト活動は、無焼成レンガ製造プロセスを導入することにより、石炭から電気への燃料転換を可能にするものである。しかし、燃料転換は、この効率改善プロジェクト全体のうちのほんの一部にすぎない。無焼成レンガ製造プロセスは、従来型のレンガ製造に比べ、エネルギー使用量を大幅に削減することができる。また、本プロジェクト活動案で達成が期待される総省エネ量は 92.89GWh_{th}/年であり、小規模上限である 180GWh_{th} (60GWh_e) の閾値内であるため、本プロジェクトは小規模 CDM プロジェクト活動と見なすことができる。したがって、small-scale CDM modalities にもとづき、本プロジェクト活動案はタイプ II.D.-産業施設のための省エネ及び燃料転換措置に当たる。

表 A.4-1. 本プロジェクト活動案により期待できる省エネ量

BL Annual Energy Consumption		PJ Annual Energy Consumption		Annual Energy Reduction (GWh _{th})
Annual Coal Consumption (t)	24,503	Annual Electricity Consumption (GWh _e)	1.41	92.89
Thermal Content of Coal (kcal/kg)	3,409	Annual Energy Consumption (GWh _{th})	4.24	
Annual Energy Consumption (kcal)	83,531,991,011			
(GWh _{th}) [1kWh=860kcal]	97.13			

本小規模プロジェクト活動において利用される技術

無焼成レンガは、火を使わずに石炭灰などの廃材をリサイクルし、化学反応を利用して製造される。この方法は、未使用な資源を効果的に利用し化石燃料の使用を減らす方法として日本では既に商業化されている。無焼成レンガ製造プロセスでは原材料の選択範囲が広くなり、混練工程と成形工程が特殊に設計された装置を使用する。成形後、レンガは屋外で養生され、焼成プロセスの必要が無いほど十分強固な物性を有する。

技術解説

(物理的に理想の構造体を形成し、化学的に結合させる)

- ・ 混合だけでなく**混練** (Mixture + ^{Homogeneous} Kneeding)
 - ・ **真空** (残存空気量を無くする) 押出
 - ・ 水分調整 (材料**連続投入**と**量水器**) → **可塑性**と流動性
- * その他 (技術) **添加物**、**型構造**、**押出装置の構造**等

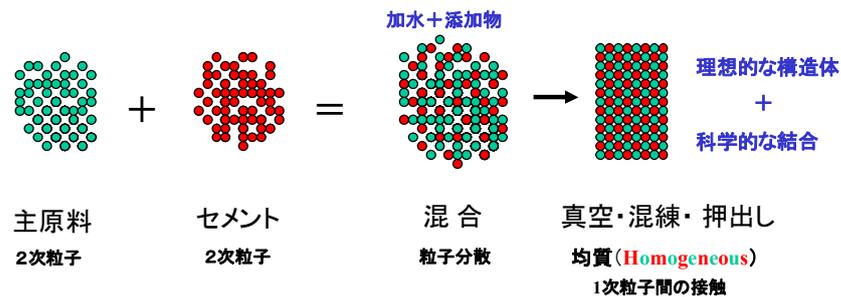


図 A.4-3. 技術解説

上記プロセスはいくつかの基本的なセラミック技術とノウハウを組み合わせたシンプルで実行可能な方法であり、複雑なハイテク能力が求められるわけではないので、開発途上国への技術移転が可能である。

原材料:

粘土 (35%) - プロジェクト実施場所で入手

スラグセメント(5%) - プロジェクト立地場所から約 60 キロ離れた Associated Cement Companies Limited (ACC)の Bargarh セメント工場から 9tトラックで移送。

石炭灰(30%) - プロジェクト立地場所から約 25 キロ離れたサンバルプール市 Hirakud の Hindalco 石炭火力発電所から 9tトラックで移送。

製鉄スラグ(30%) - プロジェクト立地場所から約 5 キロ離れたサンバルプール市 Rengali にある Shyam DRI Power Limited から 9tトラックで移送。

製品仕様:

サイズ: 230mm (長) X 105mm (幅) X 75mm(高)

密度: 2.0

重量: 3.06kg

プラント仕様:

定格容量: 196.14KW

力率: 75%

生産量: 58,000,000 個/年

運転時間: 7,200 時間/年

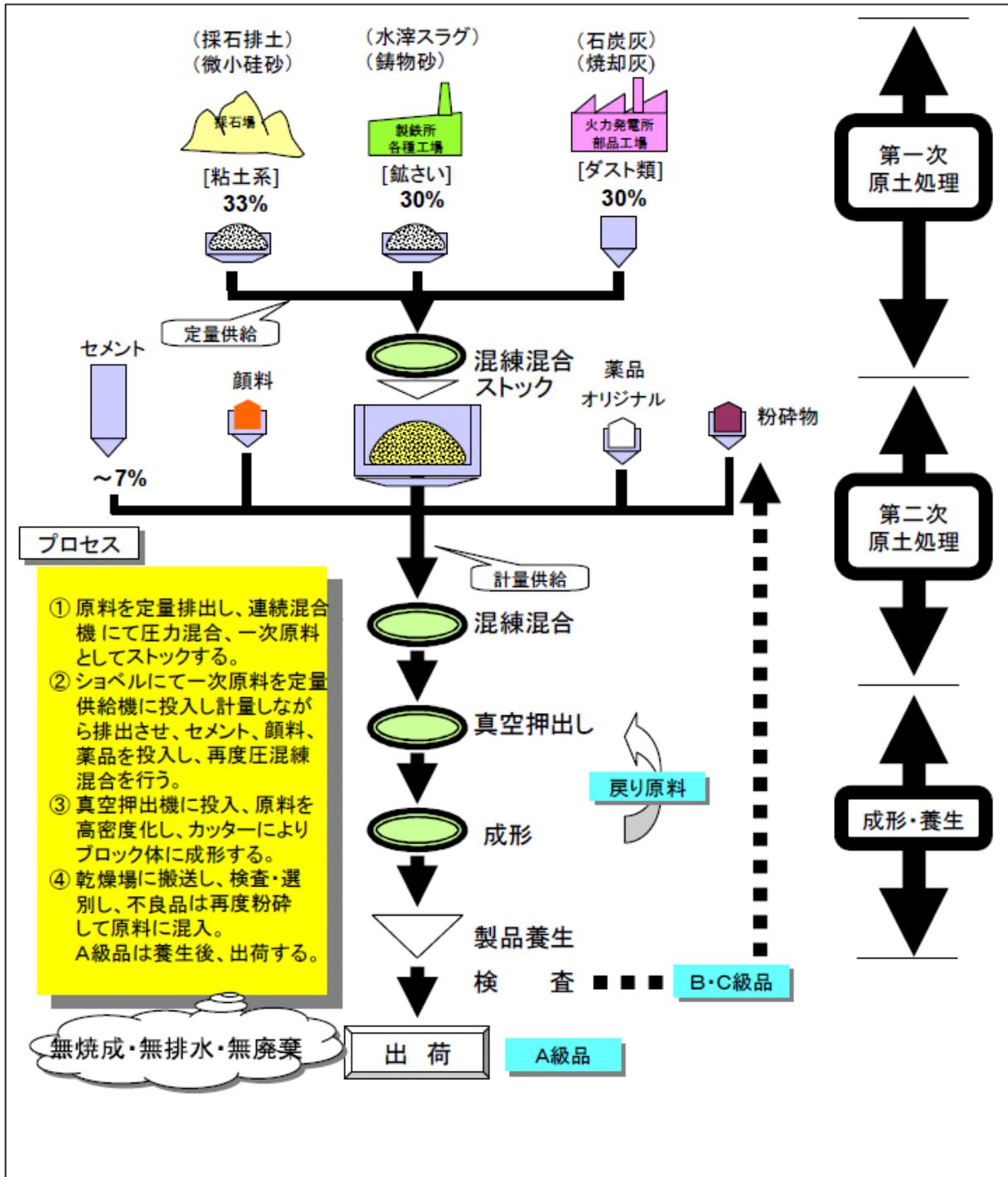


図 A.4-4. 無焼成レンガ製造プロセス詳細

A.4.3 Estimated amount of emission reductions over the chosen crediting period:

年	年間排出削減量推計 (CO ₂ e トン)
2008	20,194
2009	30,292
2010	30,292
2011	30,292
2012	30,292
2013	30,292
2014	30,292
2015	30,292
2016	30,292
2017	30,292
2018	10,097
総削減量推計 (CO₂e トン)	302,916
総クレジット年数	10 years
クレジット期間中の平均削減量推計 (CO₂e トン)	30,292

A.4.4. Public funding of the small-scale project activity:

本プロジェクトにおいて、附属書I国からの公的資金は使用されない。

A.4.5. Confirmation that the small-scale project activity is not a debundled component of a large scale project activity:

Simplified Modalities and Procedures for Small-Scale CDM project activitiesの附属書Cによれば、以下の条件を全て満たす登録済みの小規模CDMプロジェクト活動ないし登録申請中の小規模CDMプロジェクトが他にある場合、提案される小規模プロジェクト活動は 大型プロジェクト活動の一部であると見なされる。

- プロジェクト参加者が同じもの
- 同じプロジェクト・カテゴリー及び技術/措置のもの
- 過去2年以内に登録されたもの
- 最も近いポイントにおいて、当該小規模活動案のプロジェクト・バウンダリとの距離が1キロ以内にあるプロジェクト・バウンダリを有するもの

当該小規模プロジェクト案において合致するものが上記のうち一つ以上あれば、その案件は大型プロジェクトの一部であるとは見なされず、本案件は上記のいずれにも合致しない。したがって、本プロジェクト活動案は、他のプロジェクト活動の一部であるとは見なされない。

SECTION B. Application of a baseline and monitoring methodology

B.1. Title and reference of the approved baseline and monitoring methodology applied to the small-scale project activity:

AMS II.D./第8版 “Type II.D. – 産業施設における省エネ及び燃料転換措置”

セクトラル・スコープ: 4

2006年12月23日

B.2 Justification of the choice of the project category:

本プロジェクト活動は、無焼成レンガ製造プロセスを導入することにより、石炭から電気への燃料転換を可

能にするものである。しかし、燃料転換は、この効率改善プロジェクト全体のうちのほんの一部にすぎない。無焼成レンガ製造プロセスは、従来型のレンガ製造に比べ、エネルギー使用量を大幅に削減することができる。また、本プロジェクト活動案で達成が期待される総省エネ量は 92.89GWh_{th}/年であり、小規模上限である 180GWh_{th} (60GWh_e) の閾値内であるため、本プロジェクトは小規模 CDM プロジェクト活動と見なすことができる。したがって、small-scale CDM modalities にもとづき、本プロジェクト活動案はタイプ II.D.一産業施設のための省エネ及び燃料転換措置に当たる。

B.3. Description of the project boundary:

表B.3-1 プロジェクト・バウンダリ内の排出源及びガスに関する詳細

	排出源	ガス	含まれる/含まれない	説明
ベースライン	現地レンガ工場における石炭の熱使用	CO ₂	含まれる	現地レンガ工場での燃焼プロセスにおいて石炭が使用される。
		CH ₄	含まれない	マイナーな排出源である
		N ₂ O	含まれない	マイナーな排出源である
	石炭輸送	CO ₂	含まれる	現地レンガ工場に石炭を輸送するトラックのディーゼル使用による排出
		CH ₄	含まれない	マイナーな排出源である
		N ₂ O	含まれない	マイナーな排出源である
	最終製品輸送	CO ₂	含まれる	ユーザーに最終製品を輸送するトラックのディーゼル使用による排出
		CH ₄	含まれない	マイナーな排出源である
		N ₂ O	含まれない	マイナーな排出源である
プロジェクト活動	プロジェクト・プラントにおける電力使用	CO ₂	含まれる	ベースライン方法論 ACM0002により、当該グリッドの CO ₂ 排出量は、グリッドの OM と BM から計算
		CH ₄	含まれない	マイナーな排出源である
		N ₂ O	含まれない	マイナーな排出源である
	スラグセメント製造	CO ₂	含まれる	スラグセメントのスラグ以外の部分が CO ₂ 排出に寄与
		CH ₄	含まれない	マイナーな排出源である
		N ₂ O	含まれない	マイナーな排出源である
	プラントへの原料輸送	CO ₂	含まれる	原料をプロジェクト・プラントに輸送するトラックのディーゼル使用による排出
		CH ₄	含まれない	マイナーな排出源である

最終製品輸送	N ₂ O	含まれない	マイナーな排出源である
	CO ₂	含まれる	ユーザーに最終製品を輸送するトラックのディーゼル使用による排出
	CH ₄	含まれない	マイナーな排出源である
	N ₂ O	含まれない	マイナーな排出源である

B.4. Description of baseline and its development:

AMS II.D. - 産業施設における省エネ及び燃料転換措置/第 8 版 に規定されるとおり、代替ケースのベースラインは、代替される既存施設ないしサブシステムのエネルギー・ベースラインによって構成される。代替される既存施設は、従来の石炭集約的な方法で従来型レンガを製造している 11 件の現地レンガ工場である。上記方法論に規定されるように、排出ベースラインにおける各エネルギー形態に排出係数を乗じる。セクション B. 3 に記載されるとおり、本ベースライン・シナリオにおける排出源は、1) 現地レンガ工場における石炭の熱使用による CO₂ 排出、2) 採掘場からこれらの工場への石炭輸送による CO₂ 排出、3) これらの工場からユーザーへの最終製品輸送による CO₂ 排出である。したがって、ベースライン排出量は、これら 3 つの排出源からの排出量の合計である。

B.5. Description of how the anthropogenic emissions of GHG by sources are reduced below those that would have occurred in the absence of the registered small-scale CDM project activity:

本プロジェクト活動は、無焼成レンガ製造システムの導入によりレンガ製造における省エネを実現することを目的としている。この新しいシステムでは焼成プロセスに石炭は必要なく、必要なのはプロジェクト工場の製造ライン—原料のミックス、真空押出、水分調整など—を動かすための電力のみである。本システムの導入により、石炭使用が低減されることで CO₂ 排出量が大幅に削減されるが、セメント使用による追加的な CO₂ 排出も発生する。しかし、電力とセメント使用によるプロジェクト排出量をあわせても、ベースライン排出量よりはかなり少なくなる。

Attachment A to Appendix B of the simplified modalities and procedures for CDM small-scale project activities にもとづき、(a) 投資バリア、(b) 技術バリア、(c) 一般慣行バリア (d) その他のバリアというバリア・カテゴリーにより、何故本プロジェクト案が追加的であることを立証する。

b. 技術バリア

提案される無焼成レンガ製造プロセスは革新的なものであり、プロジェクト実施地域においてこの種のものとしては全く新規のものである。

B.6. Emission reductions:

B.6.1. Explanation of methodological choices:

ベースライン排出量

B.3.及び B.4.に示すとおり、ベースライン排出量は以下の3つの排出源からの排出量で構成される：

- 1) レンガ工場における石炭の熱使用による CO₂ 排出
- 2) 採掘場からこれらの工場への石炭輸送による CO₂ 排出
- 3) 工場からユーザーへの最終製品輸送による CO₂ 排出

1) 現地レンガ工場における石炭の熱使用による CO₂ 排出

上記排出源からのベースライン CO₂ 排出量は、以下の通り、代替される工場における石炭投入量(過去データから入手)に排出係数を掛けることで計算される。

$$BE_{coal,y} = \sum_n Q_{coal,n,y} * CEF_{coal}$$

$BE_{coal,y}$ y 年における石炭からのベースライン排出量(CO₂t/y)

$Q_{coal,n,y}$ 工場 n における y 年のベースライン石炭消費量(t/y)

CEF_{coal} 石炭の CO₂ 排出係数 (石炭 1トンあたりの CO₂t)

2) 採掘場からこれらの工場への石炭輸送による CO₂ 排出

上記排出源からのベースライン CO₂ 排出量は、以下の通り、輸送車両のディーゼル消費量(過去データから入手、あるいはのべ走行量と当該車両燃費から計算)に排出係数をかけて計算される。

$$BE_{transport,y} = \sum_n Q^{BL}_{diesel,coal,n,y} * EF_{diesel}$$

$BE_{transport,y}$ y 年における採掘場からベースライン工場までの石炭輸送による CO₂ 排出量 (tCO₂/y)

$Q^{BL}_{diesel,coal,n,y}$ y 年における採掘場からベースライン工場 n までの石炭輸送にかかるディーゼル消費量(l/y)

EF_{diesel} ディーゼルの CO₂ 排出係数 (tCO₂/l)

物質を一定距離輸送するのに必要なディーゼル消費量の理論値は、以下のように表される。

$$Q_{diesel,i,y} = \sum_{i,v} Q_{i,v,y} / LC_v * D_{i,v} / FE_v$$

$Q_{diesel,i,y}$ y 年に物質 i を輸送するのに必要なディーゼル量 (l/y)

$Q_{i,v,y}$	y 年における車両モード v による物質 i の輸送量 (t/y)
LC_v	車両モード v の積載量(t)
$D_{i,v}$	車両モード v による物質 i の輸送距離(片道)(km/y)
FE_v	車両モード v の燃費(km/l)

3) 工場からユーザーへの最終製品輸送による CO₂ 排出

上記排出源からのベースライン CO₂ 排出量は、上記2)と同様、輸送車両のディーゼル消費量(過去データから入手、あるいはのべ走行量と当該車両燃費から計算)に排出係数をかけて計算される。

$$BE_{transport,y} = \sum_n Q_{diesel,brick,n,y} * EF_{diesel}$$

$BE_{transport,y}$ y 年におけるベースライン工場からユーザーの現場までの最終製品(レンガ)輸送による CO₂ 排出量 (tCO₂/y)

$Q_{diesel,brick,,n,y}$ y 年におけるベースライン工場 n からユーザーまでの最終製品輸送にかかるディーゼル消費量 (l/y)

EF_{diesel} ディーゼルの CO₂ 排出係数 (tCO₂/l)

最終製品を一定距離輸送するのに必要なディーゼル消費量の理論値については、上記 2)を参照のこと。

プロジェクト排出量

B.3.に規定されるとおり、プロジェクト排出量は以下の4つの排出源からの排出量から成る。

- 1) プロジェクト・プラントにおける電力使用による CO₂ 排出
- 2) スラグセメント製造による CO₂ 排出
- 3) プラントへの原料輸送による CO₂ 排出
- 4) ユーザーへの最終製品輸送による CO₂ 排出

1) プロジェクト・プラントにおける電力使用による CO₂ 排出

Indicative simplified baseline and monitoring methodologies for selected small-scale CDM project activity categories, AMS I.D.– Grid Connected Renewable Electricity Generation によれば、既存グリッドからの電力を使用することによるプロジェクト排出量は、プロジェクト・プラントでの電力使用量(kWh)に当該グリッドのグリッド排出係数を掛けることで計算される。

$$PE_{electricity,y} = EC_y * EF_{grid}$$

$PE_{electricity,y}$ y 年における電力使用によるプロジェクト CO₂ 排出量(tCO₂/y)

EC_y y 年におけるプロジェクト・プラントでの電力使用量 (kWh/y)

EF_{grid} 当該グリッド CO₂ 排出係数 (tCO₂/kWh)

ベースライン方法論 ACM0002/Version 06, “Consolidated Baseline Methodology for Grid-connected Electricity Generation by Renewable Sources”によれば、 EF_{grid} は当該グリッドのオペレーション・マージンとビルド・マージンの 1:1 加重平均値として計算される。2006年10月、インド政府電力省により5つの国内地域グリッドに対してシンプル・オペレーション・マージンとビルド・マージンを公表されたため、本プロジェクト活動案のプロジェクト排出量計算にはそれを適用した。シンプル・オペレーション・マージンは、グリッド内のローコスト/マストランの発電所を含まない全発電施設の電力単位あたり発電量加重平均排出量(tCO₂/MWh)であると定義されている。ビルド・マージンは、直近に立てられた5つの発電所、あるいは最近建てられたもののうちから系統発電量の20%に相当する新施設から成るサンプル発電所群 m の発電量加重平均排出係数(tCO₂/MWh)であると定義されている。ビルド・マージン排出係数は、PDD提出時にサンプル・グループ m の構成プラントとして既に建設されているプラントに関する最新の情報をもとに事前に計算することができる。本プロジェクト案における EF_{grid} はこれら二つのコンバインド・マージン、つまりデフォルトにより、オペレーション・マージンとビルド・マージン 1:1 加重平均である。

2) スラグセメント製造による CO₂ 排出

スラグセメント製造による CO₂ は以下の式で求められる。

$$PE_{cement,y} = CP_y * EF_{cement}$$

$PE_{cement,y}$	y 年における(プロジェクト原料としての)スラグセメント製造によるプロジェクト CO ₂ 排出量(tCO ₂ /y)
CP_y	プロジェクト・プラントにおける y 年のセメント消費量 (t/y)
EF_{cement}	スラグセメント排出係数 (スラグセメント1トンあたりの tCO ₂)

3) プラントへの原料輸送による CO₂ 排出

輸送による CO₂ 排出量は、以下の通り、輸送車両のディーゼル消費量(過去データから入手、あるいはのべ走行量と当該車両燃費から計算)に排出係数をかけて計算される。

$$PE_{transport,y} = \sum_i Q^{PL}_{diesel,i,y} * EF_{diesel}$$

$PE_{transport,y}$	もともとの生産地からプロジェクト・プラントまでの原料輸送にかかる y 年のプロジェクト CO ₂ 排出量(tCO ₂ /y)
$Q^{PL}_{diesel,i,y}$	y 年におけるプロジェクト・プラントまでの原料 i の輸送にかかるディーゼル消費量(l/y)
EF_{diesel}	ディーゼルの CO ₂ 排出係数(tCO ₂ /l)

物質を一定距離輸送するのに必要なディーゼル消費量の理論値は、以下のように表される。

$$Q_{diesel,i,y} = \sum_{i,v} Q_{i,v,y} / LC_v * D_{i,v} / FE_v$$

$Q_{diesel,i,y}$	y 年に物質 i を輸送するのに必要なディーゼル量 (l/y)
$Q_{i,v,y}$	y 年における車両モード v による物質 i の輸送量 (t/y)
LC_v	車両モード v の積載量(t)
$D_{i,v}$	車両モード v による物質 i の輸送距離(片道) (km/y)
FE_v	車両モード v の燃費(km/l)

4) ユーザーへの最終製品輸送による CO₂ 排出

輸送による CO₂ 排出量は、上記3)と同様、輸送車両のディーゼル消費量(過去データから入手、あるいはのべ走行量と当該車両燃費から計算)に排出係数をかけて計算される。

$$PE_{transport,y} = Q_{diesel,brick,y}^{PL} * EF_{diesel}$$

$PE_{transport,y}$	y 年におけるプロジェクト・プラントからユーザーのところまでの最終製品(レンガ)輸送によるプロジェクト CO ₂ 排出量 (tCO ₂ /y)
$Q_{diesel,brick,y}$	y 年におけるプロジェクト・プラントからユーザーのところまでの最終製品輸送にかかるディーゼル消費量 (l/y)
EF_{diesel}	ディーゼルの CO ₂ 排出係数(tCO ₂ /l)

最終製品(レンガ)を一定距離輸送するのに必要なディーゼル消費量の理論値は、以下のようにして求められる。

$$Q_{diesel,brick,y} = VMTP_{brick,v,y}^J / FE_v$$

$Q_{diesel,brick,y}$	レンガ輸送のための y 年のディーゼル消費量 (l/y)
$VMTP_{brick,v,y}^J$	y 年における車両モード v のレンガ輸送のべ走行量 (km)
FE_v	車両モード v の燃費(km/l)

リーケージ

AMS II.D./Version 8 によれば、省エネ技術機器が他の活動から移転されたり、既存機器が他の活動に移転される場合はリーケージを勘案しなければならない。本プロジェクト活動においては、省エネ技術機器を搭載するプラントは本プロジェクトのために新規に導入されるものであり、既存施設は廃止され、プロジェクト・プラントによって完全に代替される。したがって、リーケージを考慮する必要は無い。

排出削減量

排出削減量は以下のとおり計算される。

$$ER_y = BE_y - PE_y - L_y$$

ER_y y 年における排出削減量(tCO₂/y)

BE_y y 年におけるベースライン排出量(tCO₂/y)

B.4.の説明にもとづき、 $BE_y = BE_{coal,y} + BE_{transport,y}$

PE_y y 年におけるプロジェクト排出量(tCO₂/y)

B.6.1.の説明にもとづき、 $PE_y = PE_{electricity,y} + PE_{cement,y} + PE_{transport,y}$

L_y y 年におけるリーケージ(tCO₂/y)。本プロジェクトについては、 $L_y=0$

B.6.2. Data and parameters that are available at validation:

(Copy this table for each data and parameter)

Data / Parameter:	$Q_{coal,n,y}$
Data unit:	トン/年
Description:	ベースライン工場 n における y 年の石炭使用量
Source of data used:	質問表を通じて得られた 11 のサンプル工場における計測データ
Value applied:	24,503ton/y
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	
Any comment:	質問表から実測値が得られれば変更する。

Data / Parameter:	CEF_{coal}
Data unit:	石炭 1トンあたりの CO ₂ トン
Description:	石炭の CO ₂ 排出係数
Source of data used:	名工大によるサンプル分析と IPCC 1996 年ガイドライン
Value applied:	1.5092 tCO ₂ /t-coal
Justification of the choice of data or description of measurement	石炭の CO ₂ 排出係数 (石炭 1トンあたりの CO ₂ トン) は以下のとおり計算される $CEF_{Coal,} = \text{石炭熱量 (TJ/t)} * \text{石炭の炭素排出係数(t-C/TJ)} * \text{酸化率} * \text{単位換算 (CO}_2\text{/C)}$

methods and procedures actually applied :	$= \text{石炭熱量 (TJ/t)} * [\text{石炭消費量 (t)} * \text{固定炭素} / (\text{石炭消費量(t)} * \text{石炭熱量 (MJ/t)})] * \text{酸化率} * \text{単位換算 (CO}_2/\text{C)}$ $= \text{固定炭素} * \text{酸化率} * \text{単位換算 (CO}_2/\text{C)}$ <p>固定炭素量については、名工大によるサンプル分析結果である42%を適用。石炭の酸化率は、IPCC1996年ガイドラインのデフォルト値である98%を適用。CからCO₂への単位換算は44/12である。これらの数字を代入した結果、ベースラインにおける石炭のCO₂排出係数は以下のとおりとなる：</p> $CEF_{Coab} = 0.42 * 0.98 * 44/12 = 1.5092 \text{tCO}_2/\text{t-coal}$
Any comment:	

Data / Parameter:	EF_{diesel}
Data unit:	ディーゼル油 1 リットルあたりの CO ₂ トン
Description:	ディーゼル油の CO ₂ 排出係数
Source of data used:	IEA, Energy Prices and Taxes, 4 th Quarter 2006, p417 (India) 及び IPCC 2006 年ガイドライン
Value applied:	
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	$EF_{diesel} = \text{ディーゼルの熱量(kcal/kg)} * \text{比重 (kg/l)} * \text{ディーゼルの炭素排出係数(t-C/TJ)} * \text{単位換算(CO}_2/\text{C)}$ $= 10,080 \text{kcal/kg} * 4.186 \text{ MJ/kcal} * 0.82 \text{kg/l} * 74.1 \text{tC/TJ} * 44/12$ $= 0.00256 \text{tCO}_2/\text{l}$
Any comment:	

Data / Parameter:	$Q_{coal,20t,y}$
Data unit:	トン/年
Description:	20tトラックにより輸送されるy年の石炭量
Source of data used:	ベースライン工場に対するインタビュー
Value applied:	24,503トン/年
Justification of the choice of data or description of measurement	

methods and procedures actually applied :	
Any comment:	

Data / Parameter:	$Q_{brick,9t,y}$
Data unit:	トン/年
Description:	9tトラックにより輸送されるJ年の最終製品量
Source of data used:	ベースライン工場とのインタビュー
Value applied:	158,180トン/年
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	
Any comment:	

Data / Parameter:	LC_v
Data unit:	トン
Description:	車両モード v の積載量
Source of data used:	ベースライン工場とのインタビュー
Value applied:	9tトラック = 5t、20tトラック = 20t
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	
Any comment:	

Data / Parameter:	$DBL_{coal,20t}$
Data unit:	km
Description:	20tトラックによる平均石炭輸送距離 (片道) (採掘場からベースライン工場まで)

Source of data used:	ベースライン工場とのインタビュー
Value applied:	74km
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	
Any comment:	

Data / Parameter:	$DBL_{brick,9t}$
Data unit:	km
Description:	9tトラックによる平均レンガ輸送距離（片道）（採掘場からベースライン工場まで）
Source of data used:	ベースライン工場とのインタビュー
Value applied:	5km
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	
Any comment:	

Data / Parameter:	FE_{20t}
Data unit:	km/リットル
Description:	20tトラックの燃費
Source of data used:	ベースライン工場とのインタビュー及びその他の指標
Value applied:	2.2km/リットル
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	

applied :	
Any comment:	

Data / Parameter:	FE_{9t}
Data unit:	km/l
Description:	9tトラックの燃費
Source of data used:	ベースライン工場とのインタビュー及びその他の指標
Value applied:	3km/l
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	
Any comment:	

Data / Parameter:	EF_{grid}
Data unit:	tCO ₂ /KWh
Description:	当該グリッドの排出係数
Source of data used:	Central Electricity Authority, "CO ₂ Baseline Database for the Indian Power Sector", Oct 2006.
Value applied:	1.04 tCO ₂ /MWh
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	インド政府電力省 Central Electricity Authority の計算によれば、プロジェクト立地地域である Eastern グリッドのシンプル・オペレーション・マージンとビルド・マージンはそれぞれ、1.18tCO ₂ /MWh and 0.90 tCO ₂ /MWh となっている。したがって、これらの1:1加重平均であるコンバインド・マージン 1.04 tCO ₂ /MWh を本プロジェクトに適用する。
Any comment:	

Data / Parameter:	EF_{cement}
Data unit:	セメント1トンあたりの tCO ₂
Description:	セメントの排出係数
Source of data used:	Battelle/WBCSD "Toward a Sustainable Cement Industry", 2002
Value applied:	0.49tCO ₂ /t

Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	スラグセメントの組成はスラグ=47%, 石膏=5%, クリンカ= 48%であり、スラグは CO ₂ 排出に寄与しないため、スラグセメント製造による CO ₂ 排出量は通常セメント製造の 53% になる。Battelle/WBCSD “ <i>Toward a Sustainable Cement Industry</i> ”によれば、インドの通常セメント製造による CO ₂ 排出係数が 0.93tCO ₂ /t であるため、スラグセメント製造による CO ₂ 排出係数は 0.49tCO ₂ /t という計算になる。
Any comment:	

B.6.3 Ex-ante calculation of emission reductions:

ベースライン排出量

B.4.での説明にもとづき、本プロジェクト活動案によるベースライン排出量は以下のとおり計算される。

$$\begin{aligned}
 BE_y &= BE_{coal,y} + BE_{transport,y} \\
 &= (\sum_n Q_{coal,n,y} * CEF_{coal}) + (\sum_n Q_{diesel,coal,n,y}^{BL} * EF_{diesel}) + (\sum_n Q_{diesel,brick,n,y}^{BL} * EF_{diesel}) \\
 &= (\sum_n Q_{coal,n,y} * CEF_{coal}) + (\sum_n Q_{coal,20t,y} / LC_{20t} * D_{coal,20t}^{BL} / FE_{20t} * EF_{diesel}) \\
 &\quad + (\sum_{n,y} Q_{brick,9t,y} / LC_{9t} * D_{brick,9t}^{BL} / FE_{9t} * EF_{diesel})
 \end{aligned}$$

$Q_{coal,n,y}$

ベースライン工場 n における y 年の石炭使用量(t/y)

プロジェクト提案者は代替予定のレンガ工場 16~19 件のうち 11 件についてレンガ製造と石炭消費のサンプル調査を行った。これらのレンガ工場では製造方法や状況が似ているため、レンガ個数あたりの平均石炭消費量を計算することにより全 5800 万個のレンガ製造に必要な石炭消費量を推計した。平均石炭消費量は、年間でレンガ 100 万個に対し 422.47 トンである。したがって、5800 万個のレンガを製造するのに必要な総石炭消費量は、年間 24,503 トンとなる。この数字は、製造個数が 5800 万個と固定であるため、クレジット期間を通して一定であると考えられる。

CEF_{coal}

石炭の CO₂ 排出係数 (石炭トンあたり CO₂トン) は以下のとおり計算される。

$$\begin{aligned}
 CEF_{Coal} &= \text{石炭熱量 (TJ/t)} * \text{石炭の炭素排出係数(t-C/TJ)} * \text{酸化率} * \text{単位換算} \\
 &\quad (\text{CO}_2/\text{C}) \\
 &= \text{石炭熱量 (TJ/t)} * [\text{石炭消費量 (t)} * \text{固定炭素} / (\text{石炭消費量(t)} * \text{石炭熱}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{量 (MJ/t)]} * \text{酸化率} * \text{単位換算 (CO}_2\text{/C)} \\ & = \text{固定炭素} * \text{酸化率} * \text{単位換算 (CO}_2\text{/C)} \end{aligned}$$

固定炭素量については、名工大によるサンプル分析結果である42%を適用。石炭の酸化率は、IPCC1996年ガイドラインのデフォルト値である98%を適用。CからCO₂への単位換算は44/12である。これらの数字を代入した結果、ベースラインにおける石炭のCO₂排出係数は以下のとおりとなる：

$$CEF_{Coal} = 0.42 * 0.98 * 44/12 = 1.5092 \text{tCO}_2\text{/t-coal}$$

$Q_{coal,20t,y}$	20tトラックにより輸送されるy年の石炭量(t/y)。計算については Annex 3 を参照のこと。
$Q_{brick,9t,y}$	20tトラックにより輸送されるy年のレンガ量(t/y)。計算については Annex 3 を参照のこと。
LC_{20t}	20tトラックの積載量 = 20t
LC_{9t}	9tトラックの積載量 = 9t
$DBL_{coal,20t}$	20tトラックによる平均石炭輸送距離（片道）（採掘場からベースライン工場まで）(km/y)。計算については Annex 3 を参照のこと。
$DBL_{brick,9t}$	9tトラックによる平均レンガ輸送距離（片道）（採掘場からベースライン工場まで）(km/y)。計算については Annex 3 を参照のこと。
FE_{20t}	20tトラックの燃費 = 2.2km/l
FE_{9t}	9tトラックの燃費 = 3km/l
EF_{diesel}	ディーゼルのCO ₂ 排出係数 = ディーゼルの熱量(kcal/kg)*比重(kg/l)*ディーゼルの炭素排出係数(t-C/TJ) * 単位換算(CO ₂ /C) = 10,080kcal/kg * 4.186 MJ/kcal * 0.82kg/l * 74.1tC/TJ * 44/12 = 0.00256tCO ₂ /l ディーゼルの熱量及び比重のデータは IEA Energy Prices & Taxes, 4 th Quarter 2006 より入手。

これらの数字を代入すると、ある年のベースライン排出量は以下のとおり計算される。

$$BE_y = BE_{coal,y} + BE_{transport,y}$$

$$\begin{aligned}
&= (\sum_n Q_{coal,n,y} * CEF_{coal}) + (\sum_n Q_{diesel,coal,n,y}^{BL} * EF_{diesel}) + (\sum_n Q_{diesel,brick,n,y}^{BL} * EF_{diesel}) \\
&= (\sum_n Q_{coal,n,y} * CEF_{coal}) + (\sum_n Q_{coal,20t,y} \div LC_{20t} * D_{coal,20t}^{BL} \div FE_{20t} * EF_{diesel}) \\
&\quad + (\sum_n Q_{brick,9t,y} \div LC_{9t} * D_{brick,9t}^{BL} \div FE_{9t} * EF_{diesel}) \\
&= (24,503t * 1.5092tCO_2/t-coal) + (24,503t \div 20t * 74km \div 2.2km/l * 0.00256tCO_2/l) \\
&\quad + (158,180t \div 9t * 5km \div 3km/l * 0.00256tCO_2/l) \\
&= 36,980tCO_2/y + 106tCO_2/y + 75tCO_2/y = 37,161tCO_2/y
\end{aligned}$$

表 B.6-1 ベースライン燃料消費及び CO₂ 排出量

BL Fuel Consumptions and CO2 Emissions	Coal Consumption (t)	Diesel Consumption for Coal Transportation (l)	Diesel Consumption for Brick Transportation (l)	Total (tCO2)
Annual Consumption (t)	24,503	41,210.21	29,292.66	37,161
Emission Factor	1.5092 (tCO2/t-Coal)	0.00256 (tCO2/t-Coal)	0.00256 (tCO2/t-Coal)	
Emission Amount (tCO2)	36,980	106	75	

プロジェクト排出量

B.6.1.の説明により、y年のプロジェクト排出量は

$$\begin{aligned}
PE_y &= PE_{electricity,y} + PE_{cement,y} + PE_{transport,y} \\
&= (EC_y * EF_{grid}) + (CP_y * EF_{cement}) + (Q_{diesel,SC,y}^{PJ} * EF_{diesel}) + (Q_{diesel,FA,y}^{PJ} * EF_{diesel}) + (Q_{diesel,SI,y}^{PJ} * EF_{diesel}) + (Q_{diesel,brick,y}^{PJ} * EF_{diesel}) \\
&= (EC_y * EF_{grid}) + (CP_y * EF_{cement}) + (Q_{SC,9t,y} \div LC_{9t} * D_{PJ_{SC}}^{PJ} \div FE_{9t} * EF_{diesel}) + (Q_{FA,9t,y} \div LC_{9t} * D_{PJ_{FA}}^{PJ} \div FE_{9t} * EF_{diesel}) + (Q_{SI,9t,y} \div LC_{9t} * D_{PJ_{SI}}^{PJ} \div FE_{9t} * EF_{diesel}) + (VMT_{PJ_{brick,9t,y}}^{PJ} / FE_{9t} * EF_{diesel})
\end{aligned}$$

EC_y プロジェクト・プラントにおける y年の電力消費量 (kWh/y)
このパラメタはクレジット期間中における実際の計測データから入手されるが、ここでは事前推計のために、定格出力 196.14kW (力率= 75%)のプロジェクト・プラントが年間 7200 時間稼働したとして、1,412,208kWh であると仮定する。

EF_{grid}	<p>当該グリッド排出係数 (tCO₂/kWh)</p> <p>インド政府電力省 Central Electricity Authority の計算によれば、プロジェクト立地地域である Eastern グリッドのシンプル・オペレーション・マージンとビルド・マージンはそれぞれ、1.18tCO₂/MWh と 0.90 tCO₂/MWh になっている。したがって、これらの1:1加重平均であるコンバインド・マージン 1.04 tCO₂/MWh を本プロジェクトに適用する。</p>
CP_y	<p>プロジェクト・プラントにおける y 年のスラグセメント消費量(t/y)</p> <p>このパラメータはクレジット期間中における実際の計測データから入手される。セメント混入率が5%であるとする、事前推計では、3.06kg/レンガー一個*5%*58,000,000 個 = 8,874t/y 年とされる。</p>
EF_{cement}	<p>スラグセメントの CO₂ 排出係数 (スラグセメント1トンあたり CO₂トン)</p> <p>スラグセメントの組成はスラグ=47%, 石膏=5%, クリンカ= 48%であり、スラグは CO₂ 排出に寄与しないため、スラグセメント製造による CO₂ 排出量は通常セメント製造の 53% になる。Battelle/WBCSD “<i>Toward a Sustainable Cement Industry</i>”によれば、インドの通常セメント製造による CO₂ 排出係数が 0.93tCO₂/t であるため、スラグセメント製造による CO₂ 排出係数は 0.49tCO₂/t という計算になる。</p>
$Q_{SC,9t,y}$	<p>y 年に 9tトラックでプロジェクト・プラントに輸送されるスラグセメント量 (t/y)。全てのスラグセメント (CP_y) が 9t トラックで輸送されると仮定されるので、このパラメータの事前推計値は 8,874t/年となる。</p>
$Q_{FA,9t,y}$	<p>y 年に 9tトラックでプロジェクト・プラントに輸送される石炭灰量(t/y)。全製造量の 30%であるため、53,244t/年と仮定される。</p>
$Q_{SI,9t,y}$	<p>y 年に 9tトラックでプロジェクト・プラントに輸送される製鉄スラグ(sponge iron)量(t/y)。全製造量の 30%であるため、53,244t/年と仮定される。</p>
LC_{9t}	<p>9tトラックの積載量 = 9t</p>
$D^{PJ}_{SC,9t}$	<p>Associated Cement Companies Limited の Bargarh Cements Works からプロジェクト・プラントまで 9tトラックがセメントを運ぶ輸送距離(片道)(km)。約 60km。</p>
$D^{PJ}_{FA,9t}$	<p>Hindalco 石炭火力発電所からプロジェクト・プラントまで 9tトラックが石炭灰を運ぶ輸送距離(片道)(km)。約 25km。</p>
$D^{PJ}_{SI,9t}$	<p>Shyam DRI Power Limited からプロジェクト・プラントまで 9tトラックが製鉄スラグ(sponge iron)を運ぶ輸送距離(片道)(km)。約 5km。</p>

$VMT^{PJ}_{brick,v,y}$ y 年における車両モード v ののべ走行距離 (km/y)

事前推計では、 $VMT_{brick,v,y}$ はプロジェクト・プラントからユーザーの現場までの推計平均距離に走行回数(総生産量を積載量(9t)で割る)を掛けて出すことができる。プロジェクト・プラントからユーザーの現場までの平均距離は、ベースライン工場からプロジェクト工場までの平均距離(25キロ)と彼らのユーザーのところまでの平均距離(5キロ)の和、つまり30キロと推計できる。走行回数は総生産量177,480トン(9tトラックの積載量)で割り、19,720回であると算出される。したがって、 $VMT_{brick,v,y} = 30\text{km} * 19,720 \text{ times} = 591,600\text{km}$ 。

FE_{9t} 9tトラックの燃費(km/l)

関係各社との面談にもとづき、フライアッシュ、製鉄スラグ、最終製品の輸送については3km/l、スラグセメントについては3.75km/lを適用する。

EF_{diesel} ディーゼルの CO_2 排出係数= ディーゼルの熱量(kcal/kg)*比重(kg/l)*ディーゼルの炭素排出係数 Diesel (t-C/TJ) * 単位換算(CO_2/C)
 $= 10,080\text{kcal/kg} * 4.186 \text{ MJ/kcal} * 0.82\text{kg/l} * 74.1\text{tC/TJ} * 44/12 = 0.00256\text{tCO}_2/\text{l}$
 インドのディーゼルの熱量と比重のデータは IEA Energy Prices & Taxes, 4th Quarter 2006 から入手。

これらの数字を代入すると、ある年のプロジェクト排出量は以下のとおり計算される。

$$\begin{aligned}
 PE_y &= PE_{electricity,y} + PE_{cement,y} + PE_{transport,y} \\
 &= (EC_y * EF_{grid}) + (CP_y * EF_{cement}) + (Q^{PJ}_{diesel,SC,y} * EF_{diesel}) + (Q^{PJ}_{diesel,FA,y} * EF_{diesel}) + (Q^{PJ}_{diesel,SI,y} * EF_{diesel}) + (Q^{PJ}_{diesel,brick,y} * EF_{diesel}) \\
 &= (EC_y * EF_{grid}) + (CP_y * EF_{cement}) + (Q_{SC,9t,y} \div LC_{9t} * DP^{PJ}_{SC,9t} \div FE_{9t} * EF_{diesel}) + (Q_{FA,9t,y} \div LC_{9t} * DP^{PJ}_{FA,9t} \div FE_{9t} * EF_{diesel}) + (Q_{SI,9t,y} \div LC_{9t} * DP^{PJ}_{SI,9t} \div FE_{9t} * EF_{diesel}) + (VMT^{PJ}_{brick,9t,y} / FE_{9t} * EF_{diesel}) \\
 &= (1.41208\text{MWh} * 1.04\text{tCO}_2/\text{MWh}) + (8,874\text{t} * 0.49\text{tCO}_2/\text{t}) + (8,874\text{t} \div 9\text{t} * 60\text{km} \div 3.75\text{km/l} * 0.00256\text{tCO}_2/\text{l}) + (53,244\text{t} \div 9\text{t} * 25\text{km} \div 3.75\text{km/l} * 0.00256\text{tCO}_2/\text{l}) + (53,244\text{t} \div 9\text{t} * 5\text{km} \div 3.75\text{km/l} * 0.00256\text{tCO}_2/\text{l}) + (177,480\text{t} \div 9\text{t} * 30\text{km} \div 3\text{km/l} * 0.00256\text{tCO}_2/\text{l}) \\
 &= 1,469\text{tCO}_2/\text{y} + 4,703 \text{ tCO}_2/\text{y} + 40\text{tCO}_2/\text{y} + 126 \text{ tCO}_2/\text{y} + 25 \text{ tCO}_2/\text{y} + 505.6 \text{ tCO}_2/\text{y} \\
 &= 6,870 \text{ tCO}_2/\text{y}
 \end{aligned}$$

表 B.6-2 電力使用によるプロジェクト排出量推計

Rated Capacity	196.14 KW
Power Factor	0.75
Operating Capacity	147.105 KW
Operating Hours	7,200 hrs
Power Consumption	1,412,208 KWh
EF for Eastern Grid (CM)	1.04 tCO ₂ /MWh
CO ₂ Emissions	1,469 tCO ₂

表 B.6-3 原料輸送によるプロジェクト排出量推計

Material	Transported from	Transportation Dist.(km)	Vehicle Mode (t)	Fuel Economy (km/l)	No. of Travels (times)	VMT (km)	Fuel Consumption (l)	CO ₂ Emission Factor (tCO ₂ /l)	CO ₂ Emissions (tCO ₂)
clay	Project Site	0	-	-	0	0	0	0	0
slug cement	ACC	60	9	3.75	986	59,160	15,776	0.00256	40
fly ash	Hindalco	25	9	3	5,916	147,900	49,300	0.00256	126
sponge iron	Shyam DRI Power	5	9	3	5,916	29,580	9,860	0.00256	25
Total									192

表 B.6-4 最終製品輸送によるプロジェクト排出量推計

Ave Dist from BL factories to PJ plant (km)	Ave Dist from BL factories to Buyers (km)	Total Dist from PJ plant to Buyers (km)	Vehicle mode (t)	Fuel Economy (km/l)	No. of Travels (times)	VMT (km)	Fuel Consumption (l)	CO ₂ Emission Factor (tCO ₂ /l)	CO ₂ Emissions (tCO ₂)
25	5	30	9	3	19,720	591,600	197,200	0.00256	506

表 B.6-4 総プロジェクト排出量推計

Total PJ Emissions	tCO₂
Power Use	1,469
Cement Production	4,703
Material Transportation Product	192
Transportation	506
Total	6,870

リーケージ

B.6.1.の説明にもとづき、 $L_y = 0$

排出削減量

本プロジェクト活動案により生ずる y 年の排出削減量は以下のとおり計算される。

$$ER_y = BE_y - PE_y - L_y$$

$$= 37,161 \text{ tCO}_2/\text{y} - 6,870 \text{ tCO}_2/\text{y} - 0 \text{ tCO}_2/\text{y} = 30,292 \text{ tCO}_2/\text{y}$$

B.6.4 Summary of the ex-ante estimation of emission reductions:

Year	Estimation of project activity emissions (tCO ₂ e/yr)	Estimation of baseline emissions (tCO ₂ e/yr)	Estimation of leakage (tCO ₂ e/yr)	Estimation of overall emission reduction (tCO ₂ e/yr)
Year 2008	4,580	24,774	0	20,194
Year 2009	6,870	37,161	0	30,292
Year 2010	6,870	37,161	0	30,292
Year 2011	6,870	37,161	0	30,292
Year 2012	6,870	37,161	0	30,292
Year 2013	6,870	37,161	0	30,292
Year 2014	6,870	37,161	0	30,292
Year 2015	6,870	37,161	0	30,292
Year 2016	6,870	37,161	0	30,292
Year 2017	6,870	37,161	0	30,292
Total (tonnes of CO₂e)	66,406	359,225	0	292,819

B.7 Application of a monitoring methodology and description of the monitoring plan:

B.7.1 Data and parameters monitored:

(Copy this table for each data and parameter)

Data / Parameter:	EC_y
Data unit:	kWh/年
Description:	プロジェクト・プラントにおける y 年の電力消費量
Source of data to be used:	実測データ及び会計帳簿
Value of data	1,412,208kWh
Description of	電力会社からのレシートと電力計の目盛り

measurement methods and procedures to be applied:	
QA/QC procedures to be applied:	
Any comment:	

Data / Parameter:	CP_y
Data unit:	トン/年
Description:	プロジェクト・プラントにおける y 年のスラグセメント消費量
Source of data to be used:	実測データ及び会計帳簿
Value of data	8,874t/年
Description of measurement methods and procedures to be applied:	クレジット期間中は実測値及びセメント会社からの請求書/レシートによりハードデータを取ること。事前計算には、セメント混入率が 5%なので、3.06kg/レンガ一個*7%*58,000,000 個= 8,874t/年と推計される。
QA/QC procedures to be applied:	
Any comment:	

Data / Parameter:	$Q_{SC,v,y}$
Data unit:	トン/年
Description:	9tトラックでプロジェクト・プラントに輸送されるスラグセメント量
Source of data to be used:	実測データ及び会計帳簿
Value of data	8,874t/年
Description of measurement methods and procedures to be applied:	プロジェクト実施中は、実際の計測と輸送ログからハードデータを収集すること。事前計算では、全てのスラグセメント (CP_y) が 9tトラックで輸送されると仮定される。プロジェクト実施時には、他の積載量のトラックがある場合には、積載量の異なる車両ごとに Q_{SC} のデータを集めること。
QA/QC procedures to be applied:	輸送されたスラグセメントの実測値は、セメント会社からの請求書とつき合わせてダブルチェックすること。
Any comment:	

Data / Parameter:	$Q_{FA,v,y}$
Data unit:	トン/年
Description:	y年に9tトラックでプロジェクト・プラントに輸送される石炭灰量
Source of data to be used:	実測データ及び会計帳簿
Value of data	53,244t/年
Description of measurement methods and procedures to be applied:	プロジェクト実施中は、実際の計測と輸送ログからハードデータを収集すること。 事前計算では、石炭灰は全て9tトラックで輸送されると仮定される。プロジェクト実施時には、他の積載量のトラックがある場合には、積載量の異なる車両ごとに Q_{FA} のデータを集めること。
QA/QC procedures to be applied:	輸送された石炭灰の実測値は、電力会社からの請求書とつき合わせてダブルチェックすること。
Any comment:	

Data / Parameter:	$Q_{SI,v,y}$
Data unit:	トン/年
Description:	y年に9tトラックでプロジェクト・プラントに輸送される製鉄スラグ(sponge iron)量
Source of data to be used:	実測データ及び会計帳簿
Value of data	53,244t/年
Description of measurement methods and procedures to be applied:	プロジェクト実施中は、実際の計測と輸送ログからハードデータを収集すること。 事前計算では、製鉄スラグは全て9tトラックで輸送されると仮定される。プロジェクト実施時には、他の積載量のトラックがある場合には、積載量の異なる車両ごとに Q_{SI} のデータを集めること。
QA/QC procedures to be applied:	輸送された製鉄スラグの実測値は、鉄鋼会社からの請求書とつき合わせてダブルチェックすること。
Any comment:	

Data / Parameter:	$D^{PJSC,v}$
Data unit:	km
Description:	Associated Cement Companies Limited の Bargarh Cements Works からプロジェクト・プラントまで9tトラックがセメントを運ぶ輸送距離(片道)
Source of data to be	実測値

used:	
Value of data	60km
Description of measurement methods and procedures to be applied:	プロジェクト実施中は、輸送ログからハードデータを収集すること。 事前計算では、スラグセメントは全て 9tトラックで輸送されると仮定される。
QA/QC procedures to be applied:	
Any comment:	

Data / Parameter:	$D^{PJ}_{FA,9t}$
Data unit:	km
Description:	Hindalco 石炭火力発電所からプロジェクト・プラントまで 9tトラックが石炭灰を運ぶ輸送距離(片道)
Source of data to be used:	実測値
Value of data	25km
Description of measurement methods and procedures to be applied:	プロジェクト実施中は、輸送ログからハードデータを収集すること。 事前計算では、石炭灰は全て 9tトラックで輸送されると仮定される。
QA/QC procedures to be applied:	
Any comment:	

Data / Parameter:	$D^{PJ}_{SI,9t}$
Data unit:	km
Description:	Shyam DRI Power Limited からプロジェクト・プラントまで 9tトラックが製鉄スラグ(sponge iron)を運ぶ輸送距離(片道)
Source of data to be used:	実測値
Value of data	5km
Description of measurement methods and	プロジェクト実施中は、輸送ログからハードデータを収集すること。 事前計算では、製鉄スラグは全て 9tトラックで輸送されると仮定される。

procedures to be applied:	
QA/QC procedures to be applied:	
Any comment:	

Data / Parameter:	$VMT_{brick,v,y}^{PJ}$
Data unit:	km/年
Description:	y年における車両モード v ののべ走行距離
Source of data to be used:	実測値
Value of data	591,600km/年
Description of measurement methods and procedures to be applied:	プロジェクト実施中は、計算のため、積載量ごとに車両ののべ走行量実測値を記録しなくてはならない。しかし、事前推計では、 $VMT_{brick,v,y}$ はプロジェクト・プラントからユーザーの現場までの推計平均距離に走行回数(総生産量を積載量(9t)で割る)を掛けて出すことができる。プロジェクト・プラントからユーザーの現場までの平均距離は、ベースライン工場からプロジェクト工場までの平均距離(25 キロ)と彼らのユーザーのところまでの平均距離(5 キロ)の和、つまり30 キロと推計できる。走行回数は総生産量 177,480 トンを9tトラックの積載量で割り、19,720 回であると算出される。したがって、 $VMT_{brick,v,y} = 30\text{km} \times 19,720 \text{ times} = 591,600\text{km}$
QA/QC procedures to be applied:	
Any comment:	

B.7.2 Description of the monitoring plan:

>>

B.8 Date of completion of the application of the baseline and monitoring methodology and the name of the responsible person(s)/entity(ies)

完成日: 21/03/2007

ベースライン及びモニタリング方法論の策定責任者氏名:

松尾直樹

(有)クライメート・エキスパーツ

〒104-0045 東京都中央区築地 1-10-1 Ratio 1002

Phone: +81-70-5598-2236

Fax: +81-46-877-1734

n_matsuo@climate-experts.info

(非プロジェクト参加者)

山本麻子

(有)クライメート・エキスパート

〒104-0045 東京都中央区築地 1-10-1 Ratio 1002

Phone: +81-90-3521-9167

Fax: + 81-46-877-1734

asako_yamamoto@climate-experts.info

(非プロジェクト参加者)

SECTION C. Duration of the project activity / crediting period

C.1 Duration of the project activity:

C.1.1. Starting date of the project activity:

XX/08/2008

C.1.2. Expected operational lifetime of the project activity:

30 年

C.2 Choice of the crediting period and related information:

C.2.1. Renewable crediting period

C.2.1.1. Starting date of the first crediting period:

該当せず

C.2.1.2. Length of the first crediting period:

該当せず

C.2.2. Fixed crediting period:

C.2.2.1. Starting date:

XX/08/2008

C.2.2.2. Length:

10 年

SECTION D. Environmental impacts

>>

D.1. If required by the host Party, documentation on the analysis of the environmental impacts of the project activity:

>>

D.2. If environmental impacts are considered significant by the project participants or the host Party, please provide conclusions and all references to support documentation of an environmental impact assessment undertaken in accordance with the procedures as required by the host Party:

>>

SECTION E. Stakeholders' comments

>>

E.1. Brief description how comments by local stakeholders have been invited and compiled:

>>

E.2. Summary of the comments received:

>>

E.3. Report on how due account was taken of any comments received:

>>

Annex 1

II. CONTACT INFORMATION ON PARTICIPANTS IN THE PROJECT ACTIVITY

Organization:	Kamei Seito Co., Ltd.
Street/P.O.Box:	1258 Kasahara-cho,
Building:	
City:	Tajimi-City
State/Region:	Gifu Prefecture
Postfix/ZIP:	507-0901
Country:	Japan
Telephone:	81-572-43-3511
FAX:	81-572-43-6815
E-Mail:	16@eco-angels.com
URL:	http://www.eco-angels.com
Represented by:	
Title:	
Salutation:	Mr.
Last Name:	Kamei
Middle Name:	
First Name:	Hiroaki
Department:	
Mobile:	
Direct FAX:	81-572-43-3511
Direct tel:	81-572-43-6815
Personal E-Mail:	Kamei Seito Co., Ltd.

Organization:	Jyoti Transformers & Electricals (P) Ltd.
Street/P.O.Box:	Sason Dist.
Building:	
City:	Sambalpur
State/Region:	Orissa
Postfix/ZIP:	
Country:	India
Telephone:	(0663)2456747
FAX:	(0663)2456746
E-Mail:	
URL:	
Represented by:	
Title:	Managing Director
Salutation:	Mr
Last Name:	Sharma
Middle Name:	
First Name:	Rakesh
Department:	
Mobile:	
Direct FAX:	
Direct tel:	
Personal E-Mail:	

Annex 2

III. INFORMATION REGARDING PUBLIC FUNDING

本プロジェクトにおいて、附属書I国からの公的資金は使用されない。

IV. Annex 3

BASELINE INFORMATION

表 Anx3-1. ベースラインレンガ生産量、石炭消費量及びディーゼル油消費量

Name of Factory	Address	Annual Production (Unit/yr)	Annual Production (t/yr)	Annual Production of A Grade (Unit/yr)	Annual Production of A Grade (t/yr)	Annual Coal Consumption (t/year)	Distance from Mine to Factory (km)	Annual VMT for Coal Transportation (km/yr)	Diesel Consumption for Coal Transportation (l/yr)	CO2 Emissions from Coal Transportation (tCO2)	Average Distance from Factory to Brick Buyers	Annual VMT for Final Product Transportation (km)	Diesel Consumption from Brick Transportation (l)
RK Bricks	Pitherpur	4,000,000	14,000	3,200,000	11,200	1,600	60	4,800	2,182	8.3	5	6,222	2,074
BB Bricks	Pitherpur	2,400,000	8,400	1,800,000	6,300	1,120	60	3,360	1,527	5.8	5	3,500	1,167
Rath Bricks	Attabira Bargarh	2,400,000	8,400	1,800,000	6,300	1,120	90	5,040	2,291	8.7	5	3,500	1,167
BB Bricks	Attabira Bargarh	2,000,000	7,000	1,500,000	5,250	960	90	4,320	1,964	7.5	5	2,917	972
Patra Bricks	Attabira Bargarh	3,200,000	11,200	2,560,000	8,960	1,360	90	6,120	2,782	10.6	5	4,978	1,659
KK Bricks	Rangali	4,000,000	14,000	3,000,000	10,500	1,600	60	4,800	2,182	8.3	5	5,833	1,944
OSI Bricks	Rangali	4,000,000	14,000	3,200,000	11,200	1,600	60	4,800	2,182	8.3	5	6,222	2,074
DEV Bricks	Rangali	2,400,000	8,400	1,920,000	6,720	1,120	90	5,040	2,291	8.7	5	3,733	1,244
BBB Bricks	Lapanga	4,000,000	14,000	3,000,000	10,500	1,600	60	4,800	2,182	8.3	5	5,833	1,944
V55 Bricks	Lapanga	4,000,000	14,000	3,200,000	11,200	1,600	60	4,800	2,182	8.3	5	6,222	2,074
JMS Bricks	Lapanga	3,200,000	11,200	2,560,000	8,960	1,360	90	6,120	2,782	10.6	5	4,978	1,659
Total		35,600,000	124,600	27,740,000	97,090	15,040	810	54,000	24,545	93.5		53,939	17,980
Average 1,000,000 units		1,000,000	3,500	779,213	2,727	422.47	74	1,555	707	2.7	5	1,515	505
Estimate for 58,000,000 units		58,000,000	203,000	45,194,382	158,180	24,503.37	74	90,662	41,210	157.0	5	87,878	29,293

表 Anx3-2. 石炭の CO₂ 排出係数計算

UHV of F Grade Coal (kcal/kg)	Conversion (kJ/kcal)	EF (tC/TJ)	Oxidation Factor	CO2 Emission Factor (tCO ₂ /t)
3,409	4.186	29.43	0.98	1.5092

Source of Data: NCV for F Grade = Sample from Brajarajnagar (the baseline coal mine) examined by Nagoy Institute of Technology.
 EF(tC/TJ) = Calculated from UHV and fixed carbon % of the sample
 Oxidation Factor = from IPCC 1996 Guidelines. To be replaced with actual data when obtained.

表 Anx3-3. ディーゼル油の CO₂ 排出係数計算

NCV of Diesel in India (kcal/kg)	Conversion (kJ/kcal)	Density (kg/l)	EF (tCO ₂ /TJ)	CO2 Emission Factor (tCO ₂ /l)
10,080	4.186	0.82	74.1	0.00256

Source of Data: NCV of Diesel in India = IEA Energy Prices & Taxes, 4th Quarter 2006
 Density = ditto
 EF(tC/TJ) = IPCC 2006 Guidelines

Annex 4

MONITORING INFORMATION

第6章 事業性調査と資金計画

6.1 参加企業リスト

以下に参加企業のリストを示す。参加企業の年間生産量 35.6 百万個を、プロジェクト生産量 58 百万個に置き換えた場合の事業性調査を行う。

表 6-1

地 区	会 社	ホフマン型キルン			年間生産量 (個/年)
		数量(個/月)	稼動月数	基数	
Sason	RK レンガ	500,000	8	1	4,000,000
	BB レンガ	300,000	8	1	2,400,000
	RB レンガ	300,000	8	1	2,400,000
Rengali	BB レンガ	250,000	8	1	2,000,000
	PB レンガ	400,000	8	1	3,200,000
Mundher	KK レンガ	500,000	8	1	4,000,000
	OSI レンガ	500,000	8	1	4,000,000
	DEV レンガ	300,000	8	1	2,400,000
Katarbaga	BBB レンガ	500,000	8	1	4,000,000
	V55 レンガ	500,000	8	1	4,000,000
	JMS レンガ	400,000	8	1	3,200,000
合計		4,450,000		11	35,600,000
平均					3,236,363
プロジェクト合計					58,000,000
数量差					22,400,000
追加企業数				7	

6.2 事業性調査

事業の採算性を調査するために IRR (Internal Rate of Return) on investment 値を算出した。なお対象データは表 6-1 にある参加企業 11+ 予定 7 社の合計値である。

6.2.1 採算性計算の前提

表 6-2 採算性計算の前提

	項目	データ	単位	備考
1	年間生産量合計	58,000,000	個/年	
2	設備費	270,000,000	円/式	
3	土地・建物他	30,000,000	円/式	
4	その他	20,000,000	円/式	
5	原材料費	2.00	円/個	
6	労務費	0.20		
7	ユーティリティ(水道光熱費)	0.15		
8	メンテナンス	0.04		
9	償却費(10年)	0.05		
10	販売費・一般管理費	0.02		
11	その他(ライセンス料等)	0.06		
12	金利	3.0	%	
13	購入電力量	1,080,000	kwh/年	
14	購入電力単価	8.1	円	Rs 3.0/kWh
15	CO2 発生係数	0.84393	Kg-CO2/kwh	
16	CO2 削減量	30,000	t-CO2/y	
17	プロジェクト期間	10	year	
18	残存簿価	5	%	
19	償却年数	10	year	
20	法人税率	38.5	%	

6.2.2 IRR 計算

表 6-2 を基に IRR on project を求めた結果を表 6-3 に示す。この計算ではクレジット価格を t-CO2 当り US\$ 0、5、10、15 の 4 レベルにて試算した。

表 6 - 3 IRR on project

クレジット価格 (US\$/t-CO2)	税引前 IRR(%)	税引き後 IRR(%)
0	23.56	10.27
5	29.82	17.50
10	35.83	24.11
15	41.66	30.35

この結果クレジット価格が US\$ 10/t-CO2 でも、一般に投資対象の基準となる 20~25%を上回っており、CDM 事業化は可能である。

また投資回収年を求めると表 6-4 のようになる。

表 6-4

クレジット価格 (US\$/t-CO2)	投資回収 (年)
0	3.7
5	3.1
10	2.7
15	2.3

投資回収年 = 建設費 / (年間売り上げ - 年間コスト)

投資回収年については、一般的な判断レベル(3.5年前後)から見て基準を上回っている。

6.2.3 センシティビティチェック

センシティビティチェックとして、US\$ 10/t-CO2 のケースにおいて(1)設備費、(2)生産量の一方を固定し、各々5、10、15%上下に変動させて税引後の IRR 値の変化を求めた。表 6-4 にその結果を示す。

表 6-4 センシティビティチェック(US\$ 10/t-CO2 のケース)

設備費の変動		生産量の変動	
変動値(%)	IRR(%)	変動値(%)	IRR(%)
-15	29.7	+15	21.1
-10	27.7	+10	22.1
-5	25.8	+5	23.1
0	24.1	0	24.1
+5	22.6	-5	25.1
+10	21.1	-10	26.1
+15	19.8	-15	27.1

この結果、生産量の変動より、設備費の変動の方が IRR 値の変動に大きな影響を与えることが分かる。

6.3 資金計画

資金調達については、インド側から下記の要望が示された。

- ・12.5%: インド側からの出資
- ・12.5%: 日本側からの出資
- ・75.0%: loan(借り入れ)

具体的な投資計画は当プロジェクトの全体像が把握出来た後に詳細に検討することになる。日本側としては、政府資金として JBIC からの融資、日本カーボンファンドによる CO2 買い上げ、またクレジットの購入を必要としている企業からの出資等の可能性を検討する必要がある。

第7章 利害関係者のコメント

7.1 コメント対象者

コメント対象者は以下のとおり。

- ・参加企業の経営者
- ・一工場から半径 7.5km 範囲の住民
- ・地域の役人
- ・郡当局の役人
- ・州政府の汚染管理局
- ・GRIDCO
- ・中央政府の関連省庁
- ・中央政府の環境森林省

7.2 コメントのまとめ

(1) 参加企業の経営者

CDM により本プロジェクトが実現し、その結果 GHG が削減されることを希望している。PDD が早期に承認され、CER を担保に銀行からの融資が受けられ、我々が参加できることを期待している。

(2) 近隣住民

プロジェクトにより地域の環境保全や雇用拡大、労働環境改善が期待できる。またレンガの品質が安定し地震などからの倒壊の恐れが無くなるよう期待したい。

(3) 地域、郡、州、中央政府

このプロジェクトによりインド全体の社会問題となっている石炭灰のリサイクル等環境保全が進み、レンガの質が安定することで、併せて生活全般の質が向上し、持続する発展が期待できる。

7.3 コメントへの対応

利害関係者のコメントとしては、いずれも当該プロジェクトを支持しており実現を期待している。