

平成 20 年度 C D M / J I 事業調査

中国・車両工場省電力 C D M 事業調査  
報告書

平成 21 年 2 月

株式会社三菱総合研究所

## まえがき

本調査は、「平成 20 年度 CDM / J I 事業調査」の一環として、財団法人地球環境センター（GEC）の委託を受け、株式会社三菱総合研究所が作成した「中国・車両工場省電力 CDM 事業調査」に関する調査報告書である。本プロジェクトにより、クレジット期間中に年間 19,456 トンの CO<sub>2</sub> 排出を削減することができる。

本プロジェクトは、中国にある A 社の機関車工場において、ディーゼル発電ユニットの性能試験時に発生する廃電力、廃熱及び排ガスを回収し、所内で有効利用することを目的とする。

プロジェクトは大きく 2 つの省エネ効果をもたらすことが期待される。1 つは、廃電力の回収・利用による系統電力の利用低減である。ディーゼルエンジンの試験時に発生する電力は現在全量放電水槽にて消失している。この電力を回収し工場内に配電する事で電力の省エネルギー化を図ることができる。もう 1 つは廃熱・排ガスの回収・利用による石炭ボイラの利用低減である。電気同様にエンジンの排気ガスエネルギーも排気塔を通じて大気に放出されている。この熱エネルギーを回収し蒸気を発生させ、工場内蒸気ラインに供給することで蒸気の省エネルギー化を図る事が可能である。また、部品洗浄槽では、現在約 100℃の洗浄温度を保持するために蒸気を直接槽内に吹き込み大量の蒸気を消費している。この熱エネルギーの供給系統に廃熱を利用することで蒸気の省エネルギー化を図ることができる。

実施にあたっては、ESCO 事業者がシステムの開発及び設置を行うスキームを構築し、システム開発・設置者（ESCO 事業者）と工場側との WIN-WIN の関係を狙っている。また、機関車の新造工場は北京、大連、戚墅堰（江蘇省常州市）、資陽（四川省）の 4 箇所、主要修理工場は河南省洛陽、河南省襄樊、大同、成都、唐山の 5 箇所あり、本プロジェクトが事業化に成功すれば、他の工場へも普及が期待されている。

最後に、本調査に際してご協力いただいた方々に対して、深い感謝の意を表す次第である。

平成 21 年 2 月

株式会社 三菱総合研究所

# 目 次

<b>1. プロジェクトの概要</b> .....	<b>1</b>
1-1 プロジェクトの概要.....	1
1-2 企画立案の背景.....	1
1-3 ホスト国、地域.....	2
1-4 ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等.....	2
1-4-1 ホスト国の CDM/JI 政策に関する情報.....	2
1-4-2 DNA のコメント.....	3
1-5 提案プロジェクトがホスト国の持続可能な開発に貢献できる点.....	3
<b>2. 調査内容</b> .....	<b>4</b>
2-1 調査課題.....	4
2-2 調査実施体制.....	6
2-2-1 調査実施体制図.....	6
2-2-2 調査実施に関与した団体名とその役割.....	6
2-3 調査内容.....	7
2-3-1 PDD 作成に必要な基本情報の収集.....	7
2-3-2 現地調査の結果.....	7
2-3-3 調査課題の検討結果.....	7
<b>3. プロジェクトの事業化</b> .....	<b>10</b>
3-1-1 プロジェクトの内容.....	10
3-2 適用方法論の検討.....	13
3-2-1 AMS-II.I.の適用に関する質問.....	13
3-2-2 AMS-III.Q.の改訂.....	14
3-3 プロジェクトバウンダリー及びベースラインの設定.....	15
3-3-1 適用条件.....	15
3-3-2 プロジェクトバウンダリー.....	16
3-3-3 ベースラインシナリオ.....	16
3-3-4 ベースライン排出.....	17
3-3-5 リークエージ.....	19
3-3-6 プロジェクト排出.....	19
3-4 モニタリング計画.....	20
3-5 温室効果ガス削減量.....	20
3-5-1 2012 年までの削減量.....	20
3-5-2 他工場への展開.....	20
3-6 プロジェクト期間・クレジット獲得期間.....	20
3-6-1 プロジェクト開始日.....	20
3-6-2 プロジェクト期間.....	21

3-6-3 クレジット獲得期間 .....	21
3-7 環境影響・その他の間接影響.....	21
3-8 利害関係者のコメント .....	21
3-9 プロジェクトの実施体制（国内・ホスト国・その他） .....	21
3-9-1 プロジェクト参加者 .....	21
3-9-2 プロジェクトオーナーの概要.....	21
3-9-3 事業スキーム .....	24
3-10 資金計画.....	26
3-11 経済性分析.....	26
3-11-1 初期投資及び O&M 費用 .....	26
3-11-2 電力価格 .....	26
3-11-3 IRR の基準.....	26
3-12 追加性の証明.....	28
3-13 事業化に向けての見込み・課題.....	29
<b>4. ホスト国におけるコベネフィットの実現.....</b>	<b>30</b>
4-1 背景.....	30
4-2 ホスト国における公害防止の内容 .....	30
4-3 コベネフィット指標の提案.....	32

## 1. プロジェクトの概要

### 1-1 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、中国の車両工場において、ディーゼル発電ユニットの新造時及び修理時に試験のため発電され捨てられている（水抵抗により電力を消失している）膨大な電力を、システムを変更することにより工場内で有効利用するものである。

A 工場では、ディーゼル発電ユニットを機関車に据え付ける前に、試験台で性能試験を行っている。現在、試験台から出た電力は利用されずに抵抗により消失している。その電力を、逆変器（直流→交流）を新たに開発して（市販の逆変器は安定性に欠けるため）設置することにより、周波数と出力を安定させて電力を取り出し、工場内で有効利用する。これによりネットワークから購入して工場内で消費していた電力を節約でき、発電による CO<sub>2</sub> 排出量が削減される。試験台は4台あり、常時稼働している。

プロジェクトオーナーとなる A 社は、1897年の創業以来、電気機関車、ディーゼル機関車の設計・製造及び修理を行っている。

工場全体の2007年における年間エネルギー消費量は、電力16,155 MWh、石炭34,210トン（標準炭22,918トン）、軽油7,040klであった。本プロジェクトによる回収電力は2,700MWhと算出され、全体の約16%に当たる電力の省エネになる。

また、当初想定したのは電力回収のみであったが、調査中に工場側から電力回収以外の省エネの相談があり、検討したところディーゼル発電ユニットの試験中に発生する廃熱・排ガスも利用可能と判断し、プロジェクトに追加することとした。回収された排ガスにより蒸気を発生させ、工場内蒸気ラインに供給することで蒸気の省エネルギー化を図ると共に、廃熱を利用して部品を洗浄できるように工場の生産ラインを変更することでボイラの利用を代替する。

現状では、2010年3月までにシステムの設置を予定しており、本格稼働は2010年4月を見込んでいる。

プロジェクトは大きく2つの省エネ効果をもたらすことが期待される。

#### ① 廃電力の回収・利用＝系統電力の利用低減

ディーゼルエンジンの試験時に発生する電力は現在全量放電水槽にて消失している。この電力を回収し工場内に配電する事で電力の省エネルギー化を図ることができる。

#### ② 廃熱・排ガスの回収・利用＝石炭ボイラの利用低減

電気同様にエンジンの排気ガスエネルギーも排気塔を通じて大気に放出されている。この熱エネルギーを回収し蒸気を発生させ、工場内蒸気ラインに供給することで蒸気の省エネルギー化を図る事が可能である。また、部品洗浄槽では、現在約100℃の洗浄温度を保持するために蒸気を直接槽内に吹き込み大量の蒸気を消費している。この熱エネルギーの供給系統に廃熱を利用することで蒸気の省エネルギー化を図ることができる。

### 1-2 企画立案の背景

中国では、経済成長に伴い電力を含むエネルギー需給が常に逼迫している。第11次5ヵ年計画（2006～2010）<sup>1</sup>を引き合いに出すまでもなく、省エネは中国の最大の重要方針である。国家発展改革委員会は、

---

<sup>1</sup> 2006年3月15日に全国人民代表会議の承認を受けて公表された「中華人民共和国国民経済および社会発展第十一次五ヵ年計画綱要（第11次5ヵ年計画）」では、中国政府が拘束性のある数値として、2010年のGDPエネルギー消費原単位を2005年と比較して20%削減する目標を掲げている。

さまざまな省エネ施策を進めているものの十分とは言えない。

A 工場の親会社は国務院国有資産監督管理委員会に所属する中央国有企業であり、国有資産監督管理委員会から省エネ目標値（2010 年までの GDP エネルギー消費原単位を 2005 年比で 20%削減する）を課されている。本案件は実施できれば、北車集団の省エネ目標値の達成に非常に大きく貢献できる（北車集団の他の工場にも普及できる）と期待されている。

新造の工場は北京（2000KW）、大連（3000KW 主製品だが、GE、EMD と共同で 6400KW のディーゼル機関車を開発中）、戚墅堰（江蘇省常州市。3300KW）、資陽（四川省。3000KW）の 4 箇所、主要修理工場は河南省洛陽、河南省襄樊、大同、成都、唐山の 5 箇所がある。

以上のように、省エネの要請が年々厳しさを増す中で、A 工場は三菱総合研究所に対し、省エネプロジェクトを確実に遂行するための支援（CDM 化を含む）を要請した。

### 1-3 ホスト国、地域

ホスト国は中国であり、プロジェクトの実施場所は A 社である。

### 1-4 ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等

#### 1-4-1 ホスト国の CDM/JI 政策に関する情報

中国政府は、「CDM プロジェクト運行管理弁法」等において CDM に対する姿勢および CDM として奨励される分野を明確に打ち出している。重点分野は、1) エネルギー効率の向上、2) 新エネルギーと再生可能エネルギーの開発・利用、3) メタンガスと石炭層ガスの回収・利用である。

中国における CDM 政策の最高決定機関（DNA）は国務院によって指定された「国家発展改革委員会」であり、中国政府を代表して CDM プロジェクトの承認文書を発行する。

主な承認手続きの流れは以下のとおりである。

- ① 中国国内で CDM の実施を申請する中国企業や中国資本の株式企業、及び国外協力者は、国家発展改革委員会に申請を行う必要がある。関連部門と地方政府が企業と協力して申請を行うことも可能である。
- ② 国家発展改革委員会は、関連機関に委託して、申請されたプロジェクトについての専門家による審査、評価を行う。期間は 30 日以内とする。
- ③ 国家発展改革委員会は、専門家の審査、評価に合格したプロジェクトを審査理事会へ提出する。
- ④ プロジェクト審査理事会の審査を通過したプロジェクトについては、国家発展改革委員会が科学技術部及び外交部と共同で承認手続きを行う。
- ⑤ プロジェクトを受理した日から 20 日以内（専門家による審査、評価の期間を含まず）に、国家発展改革委員会は、承認をするか否かの決定を下すこととする。20 日以内に決定が出来ない場合、本行政機関の責任者の承認を受ければ、さらに 10 日間の延長が可能である。またその場合、期限延長の理由を申請者に通知する。
- ⑥ 実施機関は、運営機関に PDD のバリデーションを要請し、審査に合格したプロジェクトについては、CDM 理事会への登録を行う。
- ⑦ 実施機関は、CDM 理事会の承認通知を受け取った後、10 日以内に国家発展改革委員会に、執行理事会の承認状況を通知しなければならない。

2009 年 1 月 16 日現在で 1,846 件が承認されている。風力や水力等の再生可能エネルギー案件が多いこと、HFC 破壊等の削減量の大きなプロジェクトが多いことが特徴である。たとえば 2 件を示すと次のとおりである。

- 山東東岳 HFC23 破壊プロジェクト（年間削減量 1,011 万トン）
- ルエタイ 12.2MW 水力発電プロジェクト（年間削減量 4 万トン）

#### 1-4-2 DNA のコメント

国家発展改革委員会環境資源総合利用司（省エネに関する国の主管部門）及び中国省エネ協会省エネサービス産業委員会（EMCA）に訪ねた結果、国の省エネ方針と合致しており、奨励するというコメントであった。また、国家発展改革委員会においてプロジェクトの審査を担当する気候変動対応司（旧気候変動弁公室）からは、省エネに資するプロジェクトかつ新たなビジネススキームを切り開くプロジェクトとして、サポートするとの返答を得ている。

#### 1-5 提案プロジェクトがホスト国の持続可能な開発に貢献できる点

プロジェクトによりエネルギーの有効活用が可能となるので、中国におけるエネルギーセキュリティの向上に資する。また、ネットワークの石炭火力発電を代替することにより、石炭消費量が減少するので GHG のひとつである CO<sub>2</sub> 排出削減のほか、大気汚染ガスである SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> の排出を石炭減少量に比例して削減することができる。また、廃棄物となる石炭灰の発生も同割合抑制可能である。さらに、北京市では大気汚染が大きな問題となっているが、廃熱・排ガスの有効利用により工場内ボイラで燃焼される石炭も減少させることができ、ボイラからの SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> の排出量を減らすことができる。ボイラからの石炭灰の発生も抑制可能なことはいうまでもない。

## 2. 調査内容

### 2-1 調査課題

#### 課題1 適用方法論

プロジェクトがなければ捨てられていたはずのエネルギーを利用するプロジェクトに適用可能な方法論としては、ACM0012 (Consolidated baseline methodology for GHG emission reductions from waste energy recovery projects : エネルギーシステムに基づく廃ガス・廃熱・廃圧のための GHG 排出削減のための統合方法論) があるが、廃ガス・廃熱・廃圧の有効利用を対象とした方法論であり、「廃電力」の利用は想定されていない。廃棄されているエネルギーの有効利用という概念は同じであることから、以下のように CDM 理事会に改訂を要請して廃電力を含めることが考えられる (下線は改訂案による追加部分)。

#### ACM0012 の概要 (下線は改訂案)

本統合方法論は、廃ガス・廃熱・廃電力を以下のエネルギー源として利用するプロジェクトのためのものである。

- ・ コージェネレーション 又は
- ・ 発電 又は
- ・ 工程熱源・電源としての直接利用 又は
- ・ 要素プロセス 2 における熱生成 (例えば、蒸気、温水、温油、温風)

本統合方法論は、発電のために廃圧を利用するプロジェクトにも、適用可能である。

また、規模によっては同じ廃エネルギーの方法論で小規模プロジェクト向けの AMS-III.Q. (Waste Energy Recovery (gas/heat/pressure) Projects : 廃エネルギー (ガス/熱/圧力) 回収プロジェクト) も同様に適用条件を修正することで選択肢となり得る。

本調査では ACM0012 あるいは AMS-III.Q.の改訂を CDM 理事会に申請し、廃電力利用に適用範囲を拡大することを検討することを第一の課題とした。

一方で承認済みの小規模方法論 AMS-II.I. (Efficient utilization of waste energy in industrial facilities : 産業施設における廃エネルギーの効率的有効利用) の適用可能性も残されている。方法論の内容を検討したところ廃エネルギーからは電力は除外されていないと考えられ、本方法論の対象として廃電力が含まれると考えることは妥当であろう。すなわち、改訂等を行うことなく利用できる可能性は高い。一方、本方法論作成時には廃電力の利用は想定されていない可能性もある。従って適用条件では排除されないが、ベースラインの設定や削減量の計算方法が適用できない可能性があり、この点については確認が必要である。

ACM0012 あるいは AMS-III.Q.の改訂にかかる時間、小規模方法論 AMS-II.I.の適用可能性、CDM 化までの時間、登録のされやすさを総合的に考慮し、本調査の中でいずれの方法を採用するかを検討する。

#### 課題2 ESCO を利用した事業スキーム

提案段階で想定されたプロジェクトの初期投資額は 8,940 万円である (システム開発・設置費)。実施にあたっては、ESCO 事業者がシステムの開発及び設置を行うスキームに決定しており、システム開発・設置者 (ESCO 事業者) と工場側との WIN-WIN の関係を狙っている。

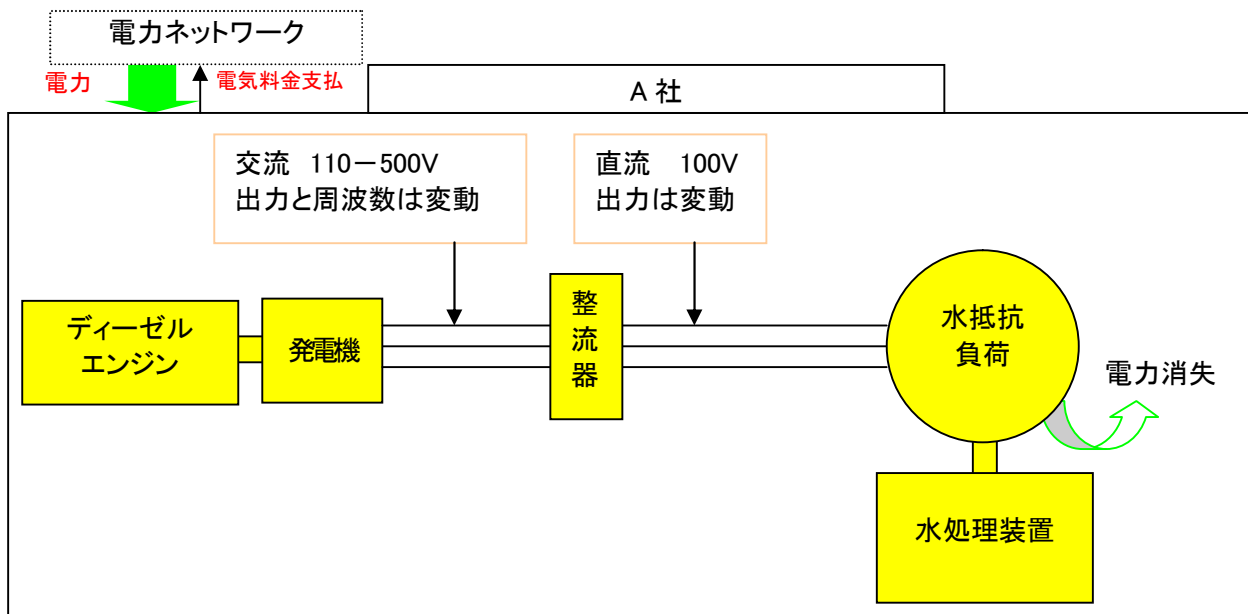
ESCO 事業者がすべて自己資本で投資を行い、設置された設備は ESCO 事業者の所有となる。同時に CDM 化することで、車両工場は系統電力購入をやめ (一部)、系統電力の 70%程度の電力単価で ESCO 事業者からの電力を購入することができるようになる。基本的な事業計画策定は工場が



行う。ESCO 事業者は選定の最終段階にあり、日系企業と現地中国企業との合弁会社の形になることが想定される。

本事業は、新たなビジネスモデルであり、中国における省エネの推進に大きく貢献することが期待されるが、スキームの詳細をさらに検討する必要がある。

<ベースラインのスキーム>



<プロジェクトのスキーム>

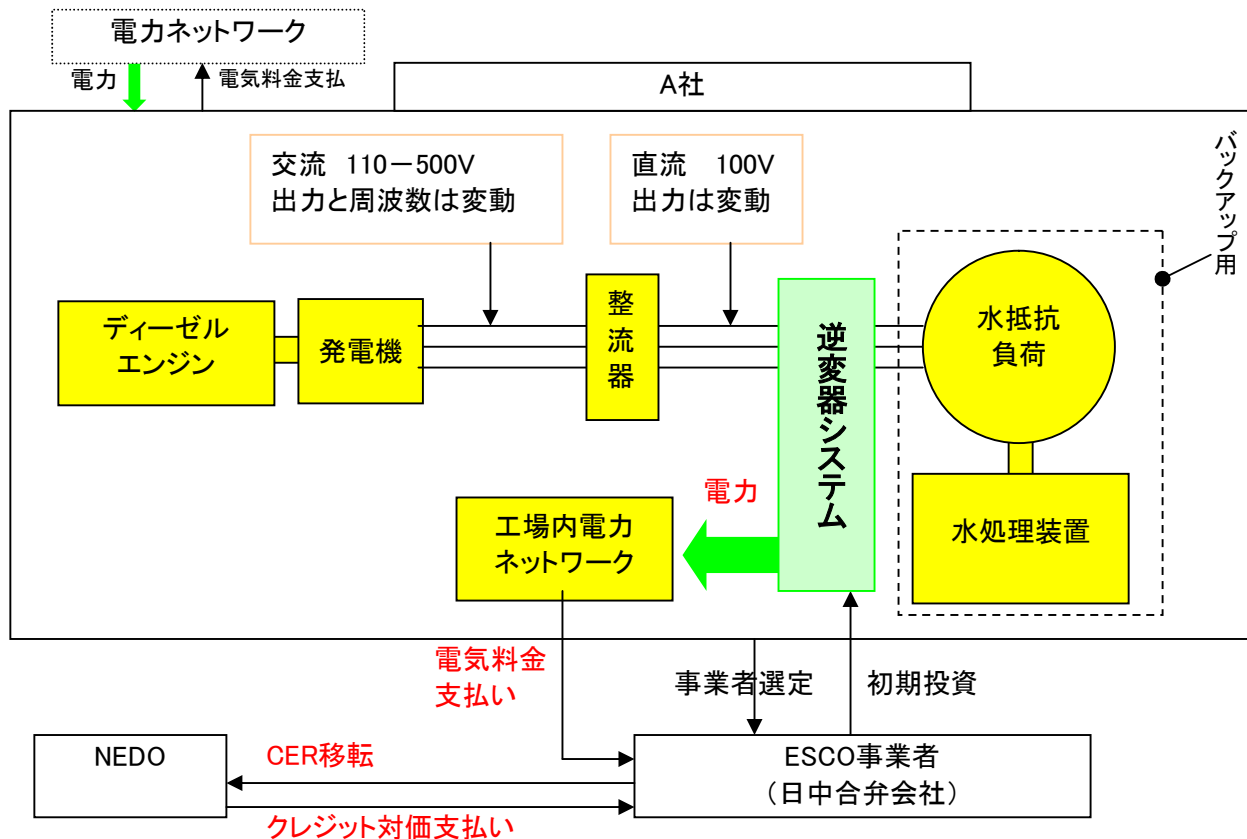


図 1 事業スキーム (提案段階)

課題3 排ガスの利用可能性（調査中に新たに発生した課題）

また、当初は廃電力回収・利用による省エネのみをターゲットとしていたが、現地調査時に、廃電力の他、廃熱・排ガスなど他の廃エネルギーの有効利用も検討してほしいという要請があり、削減量、方法論、複雑さ等を考慮して検討することとなった。

2-2 調査実施体制

2-2-1 調査実施体制図

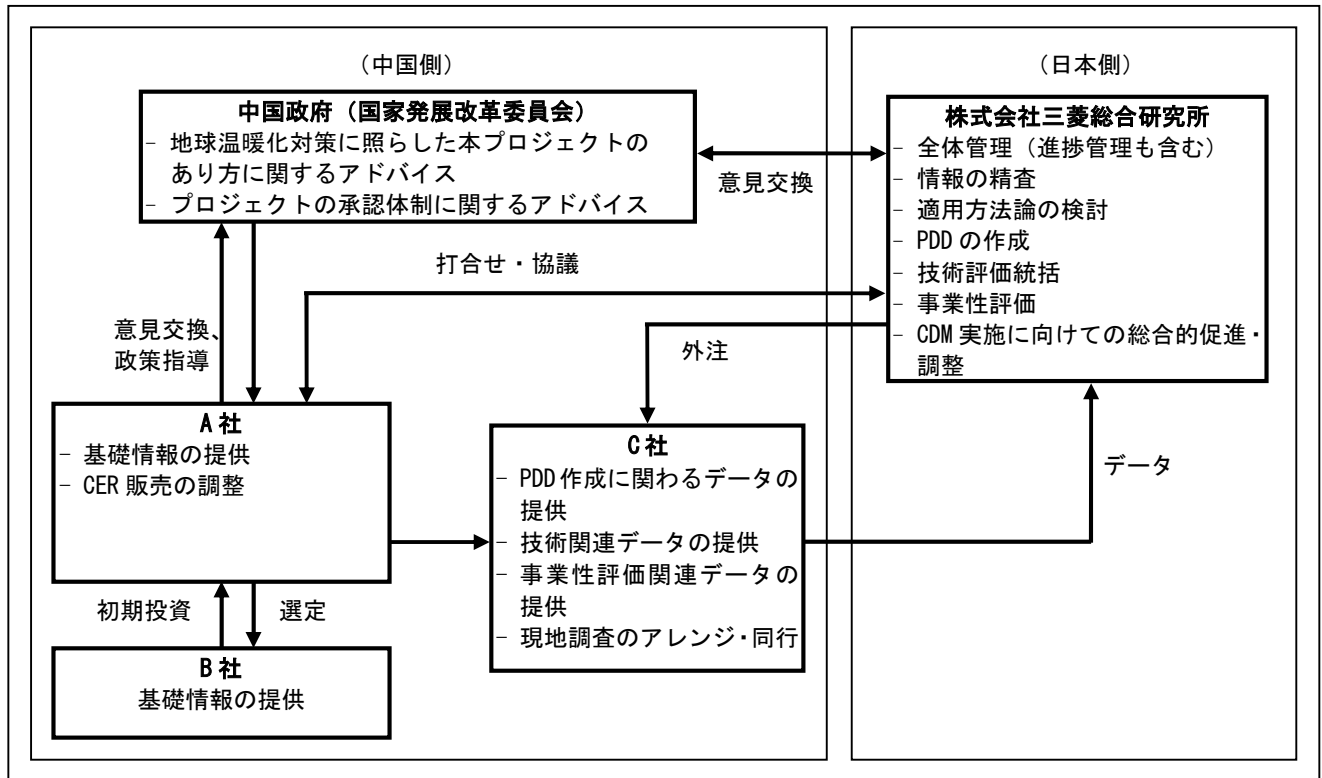


図 2 調査実施体制図

2-2-2 調査実施に関与した団体名とその役割

団体名	役割
A 社 (A 工場)	カウンターパート <ul style="list-style-type: none"> <li>基礎情報の提供</li> </ul>
B 社 (ESCO 会社：日中合弁会社)	共同カウンターパート (調整及び体制作りは A 工場が行う。) <ul style="list-style-type: none"> <li>基礎情報の提供</li> </ul>
C 社	現地調査コンサルタント <ul style="list-style-type: none"> <li>PDD 作成に関わるデータの提供</li> <li>技術関連データの提供</li> <li>事業性評価関連データの提供</li> <li>現地調査のアレンジ・同行</li> </ul>

## 2-3 調査内容

### 2-3-1 PDD 作成に必要な基本情報の収集

C社を通じて、PDD 作成に必要な基本情報（カウンターパートの情報、技術情報、削減量算出に必要なデータ、収益性評価に必要なデータ）を収集した。

### 2-3-2 現地調査の結果

#### <第1回現地調査>

日 程 2008年11月16～18日

訪問先 A社

概 要 削減量の計算に必要な多くのデータを得ることができた。

捨てている電力を有効利用する他、排ガスなどの有効利用も検討してほしいという要請があった。

#### <第2回現地調査>

日 程 2008年12月17～20日

訪問先 A社

概 要 第1回現地調査において捨てている電力を有効利用する他、排ガスなどの有効利用も検討してほしいという要請があったが、その計画を把握した。

設備について契約してから設計～製造～納入までの時間が当初想定されたよりも長くなりそうであることが判明した。

#### <第3回現地調査>

日 程 2009年2月4～6日

訪問先 A社

概 要 追加提出されたデータをもとに削減量を計算したところ、廃電力以外（排ガス・廃熱）の利用による削減が廃電力以上に大きくなる可能性が出てきた。

他の工場への横展開を考慮し、プログラム CDM とする可能性もある。

### 2-3-3 調査課題の検討結果

#### 課題1（適用方法論）の検討結果

適用する方法論として①ACM0012 の改訂あるいは②小規模方法論 AMS-III.Q.の改訂、③小規模方法論 AMS-II.I.の利用の3つのオプションを検討した。

#### オプション1：ACM0012 の改訂

ACM0012 ”Consolidated baseline methodology for GHG emission reductions from waste energy recovery projects”（エネルギーシステムに基づく廃ガス・廃熱・廃圧のための GHG 排出削減のための統合方法論）は廃ガス・廃熱・廃圧の有効利用を対象とした方法論であり、廃電力の利用が想定されていない。廃棄されているエネルギーの有効利用という概念は同じであることから、改訂を要請して廃電力を含めることは理論的に問題ないと考える。

#### オプション2：AMS-III.Q.の改訂

AMS-III.Q. “Waste Energy Recovery (gas/heat/pressure) Projects” (廃ガスに基づくエネルギーシステム) は ACM0012 と同様、廃ガス・廃熱・廃圧の有効利用を対象とした方法論であり、廃電力の利用が想定されていない。小規模 CDM は、通常の CDM に比べて簡易な手続きが利用できるため、こちらの方法論の方が PDD の作成に要する時間と労力が少なくて済む。タイプ III の小規模方法論は排出削減量が二酸化炭素換算で年間 6 万 t 以下のものを対象とする。

### オプション 3：承認小規模方法論 AMS-II.I.の利用

AMS-II.I. “Efficient utilization of waste energy in industrial facilities” (産業施設における廃エネルギーの効率的有効利用) が適用可能であれば承認方法論がそのまま利用でき、CDM 化までの時間を大幅に短縮することができる。小規模方法論のタイプ II (省エネルギープロジェクト) は、エネルギー供給側又は需要側における年間の削減エネルギー消費量が 60GWh 以下のものを対象とする。方法論の内容を検討したところ廃エネルギーからは電力は除外されていないと考えられ、本方法論の対象として廃電力が含まれると考えることは妥当であろう。一方、本方法論作成時には廃電力の利用は想定されていない可能性もあり、この点については指定運営組織 (DOE) への確認が必要である。

以上のオプションについて DOE にも意見を求めたが、③AMS-II.I.の適用可能性が高いということで、まず AMS-II.I.の適用を試みた。しかしながら、生産物 1 トンあたりに必要なエネルギー量の算出が求められるところ、1 台あたりのエネルギーで良いのか、1 台あたりで良いにしても部品を含めて正確に生産単位あたりのエネルギー量を算出することは困難であることが判明した。そこで、AMS-III.Q.に廃電力を含める改訂案を小規模 CDM ワーキンググループに提案した。2009 年 4 月 29 日～5 月 2 日にかけて開催される第 20 回会合で審議される予定である。詳細は 3-2 参照。

### 課題 2 (ESCO を利用した事業スキーム) の検討結果

ESCO を利用する事業スキームに関しては、日本企業 (銀行系) と中国 (銀行系) 及び中国系個人投資家事業者がシステムの開発及び設置を行うことで決定しており、出資比率も含めて事業スキームは確立したといえる。初期投資は 7,594 万円であり、初期投資、メンテナンス費 (380 万円) を含めて十分に ESCO 事業を行えるような形で、今後 ESCO 会社設立などの具体的措置に移っていく。なお、調査により工場には廃電力の有効利用以外にも廃熱の有効利用の可能性があると把握され、ESCO 会社としては今後廃熱も含めて CDM 化を進めていく。

### 課題 3 (排ガスの利用可能性) の検討結果

試験台をエネルギーセンターに見立て、廃電力、廃熱、排ガスを回収する案を検討した。削減量も廃電力の回収と同等程度かそれ以上に見込まれ、廃電力回収と同じ方法論 (AMS-III.Q.) で CDM 化が可能である。廃電力の回収・利用と比較するとデータの収集等が複雑になるが、工場側の期待が大きいため、データの収集についての協力は得やすいと考えられる。また、現地調査時に廃熱・排ガス回収の計画が提示されたが、実施可能性は高いと判断した。以上を考慮して、廃熱・排ガスの回収も検討対象とする。

なお、当該工場にはディーゼル発電ユニットの試験台は 4 台あるが、当面 1 台についての ESCO 事業の実施を計画している。年間削減量は 19,456 トンである (2010 年 4 月にプロジェクトは開始されるので、2012 年までの総削減量は 53,500 トン)。試験台の稼働率も勘案すると将来的には試験台 2 台への設置が考えられる (この場合 2012 年までの総削減量は、107,000 トン)。中国には同様の新造工場が他に 4

ヶ所あるので、今回の対象工場と同様の削減が他の工場でも可能と仮定すると（実際には工場内の電力バランス、熱バランスを考慮し検討を行う必要がある）、2012年までの総削減量は428,000トンと算出される。

### 3. プロジェクトの事業化

#### 3-1 プロジェクトの内容

図 3、図 4 にプロジェクトの概略を図示した。また、省エネ効果の試算結果を表 1 にまとめる。

表 1 プロジェクトの省エネ効果

	工場全体の使用量 2007 年実績	省エネ量		省エネ率	
		熱 (GJ)	標準炭 (t)		
廃電力回収・利用	電力 16,155MWh	電力 2,700MWh	9,720	332*	16.7%
廃熱回収・利用	蒸気 96,583 トン	蒸気 16,460 トン	114,406	3,906	18.8%
廃ガス回収・利用		蒸気 1,670 トン	11,607	396	
合計	—	—	<b>135,734</b>	<b>6,422</b>	—

\*系統電源はすべて石炭火力と想定した場合

ベースライン

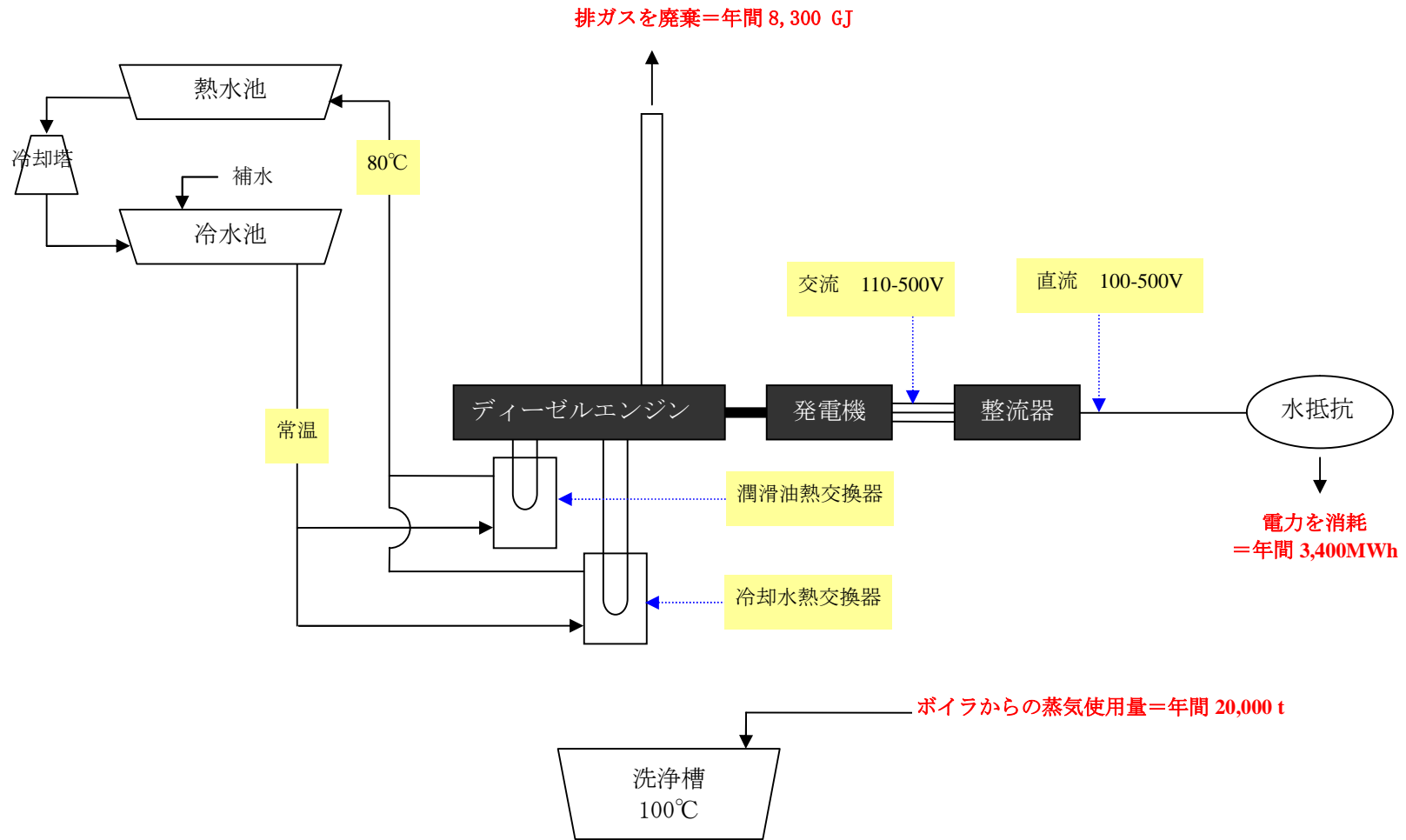


図 3 廃電力・廃熱・排ガス回収・利用実施前（ベースライン）のエネルギーフロー

プロジェクト

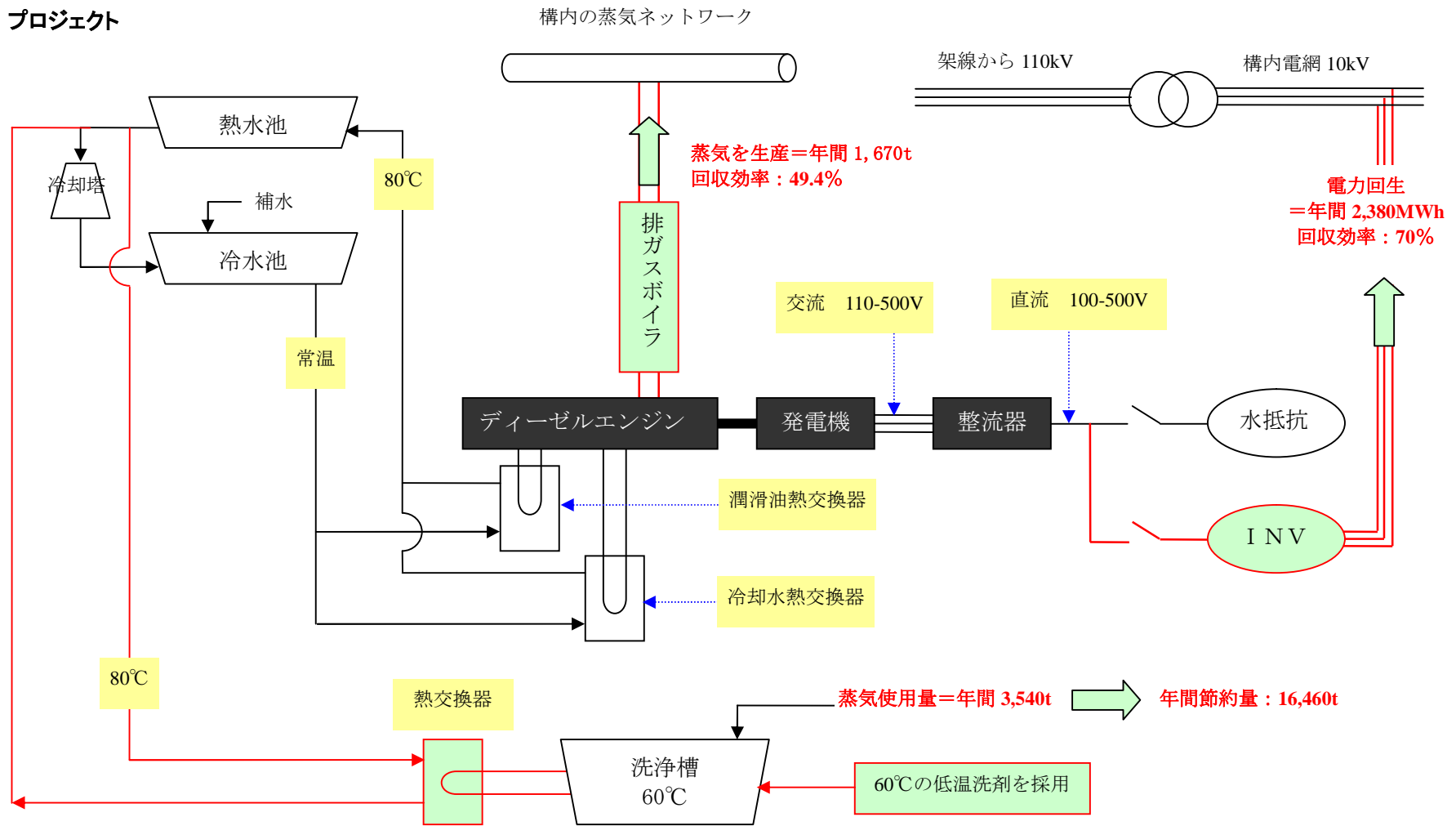


図 4 廃電力・廃熱・排ガス回収・利用実施後（プロジェクト）のエネルギーフロー



## 3-2 適用方法論の検討

適用する方法論として①ACM0012 の改訂あるいは②小規模方法論 AMS-III.Q.の改訂、③小規模方法論 AMS-II.I.の利用の3つのオプションを検討した。

### オプション1：ACM0012 の改訂

ACM0012 "Consolidated baseline methodology for GHG emission reductions from waste energy recovery projects" (エネルギーシステムに基づく廃ガス・廃熱・廃圧のための GHG 排出削減のための統合方法論) は廃ガス・廃熱・廃圧の有効利用を対象とした方法論であり、廃電力の利用が想定されていない。廃棄されているエネルギーの有効利用という概念は同じであることから、改訂を要請して廃電力を含めることは理論的に問題ないと考える。

### オプション2：AMS-III.Q.の改訂

AMS-III.Q. "Waste Energy Recovery (gas/heat/pressure) Projects" (廃ガスに基づくエネルギーシステム) は ACM0012 と同様、廃ガス・廃熱・廃圧の有効利用を対象とした方法論であり、廃電力の利用が想定されていない。小規模 CDM は、通常の CDM に比べて簡易な手続きが利用できるため、こちらの方法論の方が PDD の作成に要する時間と労力が少なく済む。タイプ III の小規模方法論は排出削減量が二酸化炭素換算で年間 6 万 t 以下のものを対象とするが、この要件は確実に満たす。

### オプション3：承認小規模方法論 AMS-II.I.の利用

AMS-II.I. "Efficient utilization of waste energy in industrial facilities" (産業施設における廃エネルギーの効率的有効利用) が適用可能であれば承認方法論がそのまま利用でき、CDM 化までの時間を大幅に短縮することができる。小規模方法論のタイプ II (省エネルギープロジェクト) は、エネルギー供給側又は需要側における年間の削減エネルギー消費量が 60GWh 以下のものを対象とするが、この要件は満たすことを確認した。

## 3-2-1 AMS-II.I.の適用に関する質問

まず、既存の方法論をそのまま利用でき、CDM 化までの時間が短縮されることから、AMS-II.I.の適用を検討した。

AMS-II.I.の適用条件は以下の通りである。

第1項 AMS-II.I.は、工業施設 (industrial production facility) における単一発生源 (a single source) から回収される廃エネルギーを利用して、電気/熱エネルギー生成の効率を向上させる技術及び対策に適用される。製品産出 (production output) に対する廃エネルギーの比率は対象とする各生産工程につき一定とする。

第2項 この方法論は以下の条件の下で適用可能である。

- a 生産工程 (Production process) が同質の産出物 (homogeneous output) を生成しており、産出量、生成される熱/電気エネルギー及びエネルギー生成のために使われる発生源などのエネルギー効率パラメータを直接測定し記録できる。
- b プロジェクト活動によって実施される諸対策 (エネルギー効率向上) の影響がプロジェクト活動の影響を受けない他の変動要因によるエネルギー使用の変動 (信号雑音比) と明確に区別できる。
- c ベースラインのプロジェクト・シナリオにおける産出物 (例えば、溶銑) が同質であり、設備能

力が変わらない場合に±10%に範囲内にある。この方法論は既存の施設の産出量を増大させるための設備更新のプロジェクト活動には適用されない。

- d プロジェクト活動におけるエネルギー生成のために補助燃料が使われることはなく、同時燃焼も行われぬ。

本方法論は鉄鋼業における炉頂ガス圧回復タービン（TRT）の前にある湿式除塵システムの乾式システムへの交換が例として挙げられているように、何かを生産する過程で廃エネルギーを利用するプロジェクトに適用される。ここで、問題となったのが、第2項(a)の解釈である。"Production process"を車両試験プロセスだと解釈すると"output"は試験結果となり、果たして試験結果は"homogeneous output"と言えるのかどうか、これは解釈に無理があるのではないかと、ということである。

まず、適用条件の第1項において、"industrial production facility"は、広くは車両生産工場と読むことができる。狭く捉えれば車両試験施設だが、車両試験施設はその後に続く"a single source"と読むことができ、そうすると前者の読みで行けることになる。

次に、"production output"をどう読むかである。例として挙げているように、製鉄工場の高炉ガスの顕熱利用プロジェクトの場合は銑鉄（pig iron）であるが、この場合は車両であろう。試験プロセスも含む車両1台の生産に必要なエネルギーと試験を通して廃棄されるエネルギーの割合は、新しいプロジェクトにおいて何ら変わるものではないので、第1項はクリアできることになる。

こう考えると、適用条件第2項の(a)は、まず"Production process"は車両生産プロセスで、"homogeneous output"は車両と解することができる。(c)でいうようにアウトプットとしての車両は、プロジェクトの前後で何も変化はないので、"homogeneous"と言える。

廃電力・廃熱は工場内のネットワークに供給されるのであり、プロジェクトバウンダリーの観点からも車両生産プロセス全体と考えるのが妥当と考えられる。

以上の通り、適用条件は満たすと言えそうである。一方で、削減量の算出において、特に、AMS-II.I.では年間生産量の値が必要だが、方法論では生産量に関する単位はすべて「トン」になっている（例：Py = Annual production output (e.g. hot metal) in year y. (tonne)）。車両生産量をトンで表すことには違和感があるため、車両は型ごとに1台当たりの重量は同じと考えて、単位は「台」でも良いのか、小規模CDMワーキンググループに対して質問(query)を提出した。

質問の提出後、1台当たりの排出量の算出が認められるものとしてさらに方法論の適用を進めた。A工場は新造の他、ディーゼル機関車の修理も行っているため、鉄鋼等の生産過程と比べると複雑になる。1台の車両に必要な部品は、新造だけであれば決まっているが、修理の内容は様々であり、内容によって必要な部品が異なる。結局、製品から見た排出量ではなく、回収されたエネルギー量から見た排出削減量を検討することが現実的であり、この考え方はAMS-III.Q.と同じであることがわかったため、AMS-III.Q.の改訂を検討することにした。

### 3-2-2 AMS-III.Q.の改訂

AMS-III.Q.によれば「この方法論においては、廃エネルギーは利用可能なエネルギーを供給する能力を持っているが、廃棄されていたことを立証できる、機械或いは製造工程から副産物として生成されるガス/熱/圧力と定義される。例えば、フレアリングされるか大気中へ放出されていたガス、回収されなかった熱や圧力（従って、廃熱/廃圧力）など」であり、適用条件は排ガス、廃熱、排圧に限定されている。同方法論は回収した廃エネルギーを電気エネルギーに転換して利用することを認めており、最初から電気エネルギーとして回収した廃エネルギーを直接利用することは合理的

に考えても無駄がなく、むしろ望ましいはずである。

以上より、小規模 CDM ワーキンググループに対して廃電力を直接利用することを適用条件に含むための改訂を申請した。2009年4月29日～5月2日にかけて開催される第20回会合で審議される予定である。

以下では、AMS-III.Q.に廃電力を含める改訂案（廃エネルギー（ガス／熱／電力／圧力）回収プロジェクト）に従ってプロジェクトの CDM 化の可能性を検討する。

### 3-3 プロジェクトバウンダリー及びベースラインの設定

#### 3-3-1 適用条件

AMS-III.Q.の適用条件は以下の通りであり、プロジェクトはすべての適用条件を満たす。

- 本カテゴリーは、既存の施設における排ガス／廃熱／廃電力／廃電力を、下記を目的とするエネルギー源として利用するプロジェクト活動に利用される。即ち、
  - (a) コージェネ
  - (b) 発電
  - (c) プロセス加熱用熱源としての直接使用
  - (d) プロセス電源としての直接使用
  - (e) 基本的プロセスにおける熱（例えば、蒸気、熱水、加熱油、熱風）の生成のため
  - (f) 機械的エネルギーの生成のため。
- 本カテゴリーは、既存の施設での廃圧力を利用する発電のプロジェクト活動にも適用可能である。
- 排ガス／廃熱／廃電力の回収は、既存の施設における新規の対策でも或いは追加的な増分でもよい。
- プロジェクト活動が追加的な増分である場合、プロジェクト活動実施以前に使われていた技術と当該プロジェクトの技術の差異を明確に立証する必要がある。プロジェクト活動実施前に使われていた技術の使用を妨げない、プロジェクト活動の障壁がなぜ存在するか立証する必要がある。
- 対策は、年間 CO<sub>2</sub>相当 60 キロトン以下の排出削減をもたらすものに限定される。対策が既存の廃熱回収方法に対する追加的な廃熱回収をもたらすものである場合、追加的な GHG 排出削減のみを考慮に入れ、かかる追加的な増分が年間 CO<sub>2</sub>相当 60 キロトン以下の排出削減をもたらすものとする。
- この方法は下記の諸条件に基づいて適用される。即ち、
  - (a) 回収される排ガス／廃熱／廃電力又は廃圧力によって生成されるエネルギーが測定可能でなければならない。
  - (b) プロジェクト活動で生成されるエネルギーは排ガス／廃熱／廃電力又は廃圧力が生成される施設内で使われなければならない。プロジェクト活動によって生成される電力で、送電線網へ送り出されるものは除外される。
  - (c) プロジェクト活動で利用される排ガス／廃熱／廃電力又は廃圧力は、プロジェクト活動がない場合にフレアリングされたか大気中／水中へ放出された筈のものである。これを下記のいずれかの方法によって立証するものとする。即ち、

- (i) プロジェクト活動開始以前の少なくとも3年間におよぶ排ガス／廃熱／廃電力又は廃圧力のエネルギー含有量及びそれらの数量の**直接測定**。
  - (ii) プロジェクト活動の実施以前にこれら排ガス／廃熱／廃電力又は廃圧力がエネルギー源ではなかったことを立証する、プラントの関連部門の**エネルギー収支**。
  - (iii) プロセスで必要とするすべてのエネルギー（例えば、メーカーの指定する具体的なエネルギー消費量に基づく）が商業的に調達されていたことを立証する**エネルギー請求書**（電力、化石燃料の）。プロジェクトの参加者は、排ガス／廃熱／廃電力又は廃圧力によっていかなるエネルギーも生成されておらず、他の施設或いは送電線網への販売も行われていなかったことを、財務文書（例えば、バランスシート、損益計算書）を通じて立証することを義務づけられる。これら請求書及び財務文書は権限ある当局の監査を受ける必要がある。
  - (iv) プラントの定格能力で生成される排ガス／廃熱／廃電力の数量とエネルギー含有量に関する産出物単位当たりの推定値については、**プロセス・プラント**のメーカーの当初の仕様書／情報、施設建設に関わる設計図／図表を利用することができる。
- この方法においては、廃エネルギーは利用可能なエネルギーを供給する能力を持っているが、廃棄されていたことを立証できる、機械或いは製造工程から副産物として生成されるガス／熱／電力／圧力と定義される。例えば、フレアリングされるか大気中へ放出されていたガス、回収されなかった熱や電気や圧力（従って、廃熱／廃電力／廃圧力）などである。スポット市場でエネルギー保有体又は化合物として本来的な価値を持っているガス（例えば、天然ガス、水素、液化石油ガス、或いはそれらの代替物）はこの方法の対象とはならない。

### 3-3-2 プロジェクトバウンダリー

排ガス／廃熱／廃電力が生成され、有用なエネルギーに転換される施設の物理的、地理的なサイト、つまり工場がプロジェクトのバウンダリーとなる。

### 3-3-3 ベースラインシナリオ

プロジェクト活動の最も妥当なベースラインシナリオは、本プロジェクト活動に対する代替案を検討することによって評価する。評価には、「ベースラインシナリオの特定及び追加性の証明のためのコンバインドツール」の最新版のステップ1～3を使用する。これによって特定されるベースラインシナリオがこの方法論によるベースラインと同じで、「CDMに登録することなく実施されるプロジェクト活動案」としてのプロジェクトの実施が当該地域では通常の慣行（コモンプラクティス）ではないことが立証できる場合、方法論を適用できる。

#### ベースラインシナリオの特定及び追加性の証明のためのコンバインドツール

##### (Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality)

ステップ1. 代替シナリオの特定

サブステップ1a. CDMプロジェクト活動に対する代替シナリオの特定

以下の代替シナリオの現実性を検討する必要がある。

- 現状の継続（廃電力・廃熱・排ガスは利用されず現状の設備の運転を継続する）
- プロジェクト活動の全部あるいは一部を CDM の枠外で実施する（例えば ESCO が単独で実施する）
- プロジェクト活動の計画よりもさらに効率の高い省エネ設備を導入する。

サブステップ 1b. 代替シナリオと強制的に適用される法律や規制との整合性を確認する。

## ステップ 2. 障壁分析

サブステップ 2a. 代替シナリオの実施を妨げる障壁の特定

特定された代替シナリオについて以下の障壁を検討する。

- 投資障壁（ステップ 3 で分析する財務リターンの不足以外）
- 技術的障壁
- 普及のための慣行の欠如
- その他の障壁

ステップ 3. 投資分析（必要に応じて）

ステップ 2 で障壁がないと判断された代替シナリオについて IRR などの財務指標に基づく分析を行う。

ステップ 4. コモンプラクティス分析

提案するプロジェクトに類似する事例を調査する。

CDM においては、クレジット収入を考慮しない場合に、当該プロジェクトがビジネスベースでは起こらないことを立証する必要がある。この場合、IRR が通常におけるビジネスの基準よりも低いことを証明すればよい（IRR の計算は 3-11-3 を参照のこと）。

IRR が低いために ESCO が単独で実施する可能性は低く、また、試験台を設置して 12 年が経過したが、省エネの知識・経験がないため、プロジェクト活動の計画よりもさらに効率の高い省エネ設備が導入される可能性はほとんどない。従って、本プロジェクトがない場合のベースラインシナリオは現在のシステムの継続利用（廃電力は水中へ、廃熱・排ガスは大気中へ放出され続ける）となる可能性が高いと言える。

また、本プロジェクトは中国では類似案件がなく、車両工場の試験プロセスにおける廃電力・廃熱の利用は初めての試みである。

### 3-3-4 ベースライン排出

電力が既存の電力グリッドから入手でき、また熱が化石燃料ベースの基本的プロセス（例えば、蒸気ボイラ、熱水生成器、熱風発生器、加熱油生成装置）から入手できた場合、ベースラインの排出量は下記のように計算できる。

#### (a) 廃電力

代替されるのは、既存の電力グリッドが供給する電力であり、ベースライン排出量 ( $BE_{elec,y}$ ) は以下のように計算される。

$$BE_{elec,y} = f_{cap} * f_{wcm} * \sum_j \sum_i (EG_{i,j,y} * EF_{Elec,i,j,y})$$

ここで、

$BE_{elec,y}$  = y 年度に廃電力により代替される電力に起因するベースライン排出量 (tCO<sub>2</sub>)。

$EG_{i,j,y}$  = y 年度にプロジェクト活動がなければ電力グリッド ( $i=gr$ ) から入手したであろう電力量 (MWh)。

$EF_{Elec,i,j,y}$  = 電力グリッド  $i$  から供給される電力の CO<sub>2</sub> 排出係数 (tCO<sub>2</sub>/MWh)。

$$f_{wcm} = 1 \text{ (} EG_{i,j,y} \text{ はすべて廃電力により生成される。)}$$

$$f_{cap} = 1 \text{ (廃電力の発生量はプロジェクト実施前と変わらない。)}$$

(b) 排ガス・廃熱

代替されるのは、工場内のボイラが供給する蒸気であり、ベースライン排出量 ( $BE_{heat,y}$ ) は以下のように計算される。

$$BE_{heat,y} = f_{cap} * f_{wcm} * \sum_j \sum_i (HG_{i,j,y} * EF_{Heat,i,j,y})$$

ここで、

$$BE_{heat,y} = y \text{ 年度に排ガス・廃熱に代替される蒸気（熱）に起因するベースライン排出量（CO}_2\text{ トン）。}$$

$$HG_{i,j,y} = y \text{ 年度にプロジェクト活動がなければボイラ（}i=Boiler\text{）から入手したであろう熱量（TJ）。}$$

$$EF_{Heat,i,j,y} = \text{ボイラ } i \text{ から供給される熱の CO}_2\text{ 排出係数（tCO}_2\text{/TJ）。}$$

$$f_{wcm} = 1 \text{ (} HG_{i,j,y} \text{ はすべて排ガス／廃熱により生成される。)}$$

$$f_{cap} = 1 \text{ (排ガス／廃熱の発生量はプロジェクト実施前と変わらないと仮定。)}$$

ベースラインの熱源が特定の既存のボイラであるので、CO<sub>2</sub>の排出係数は以下のように求める。

$$EF_{Heat,i,j,y} = \frac{EF_{CO2,i,j}}{\eta_{Boiler,j}}$$

ここで、

$$EF_{CO2,i,j} = \text{ボイラ } i \text{ で使われた化石燃料のエネルギー単位当たり CO}_2\text{ 排出係数（tCO}_2\text{/TJ）。}$$

$$\eta_{Boiler,j} = \text{プロジェクト活動がない場合に使ったであろうボイラ } i \text{ の効率。}$$

グリッド排出係数

代替されるエネルギーが電力の場合、AMS I .D.で説明する手順に従って排出係数 (tCO<sub>2</sub>/MWh) を計算する。代替されるエネルギーが化石燃料である場合は、信頼できる現地の又は当該国のデータを使用する。IPCC の省略時数値は国又はプロジェクト固有のデータが存在しない又は入手困難な場合のみ使用するものとする。

中国政府は CDM を促進する目的で、グリッドのベースライン排出係数を公表している。最新の排出係数は表 2 の通り。

表 2 中国のグリッド排出係数（単位：tCO<sub>2</sub>/MWh）2008年7月更新

グリッド名称	OM	BM	対象
華北区域電力網	1.1169	0.8687	北京市、天津市、河北省、山西省、山東省、内モンゴル自治区
東北区域電力網	1.2561	0.7946	遼寧省、吉林省、黒龍江省
華東区域電力網	0.9556	0.8154	上海市、江蘇省、浙江省、安徽省、福建省
華中区域電力網	1.2783	0.7156	河南省、湖北省、湖南省、江西省、重慶市
西北区域電力網	1.1225	0.6315	陝西省、甘肅省、青海省、寧夏回族自治区、新疆ウイグル族自治区
南方区域電力網	1.0634	0.6968	広東省、広西チワン族自治区、雲南省、貴州省
海南電力網	0.8944	0.7628	海南省

OM（オペレーティングマージン）：2004～2006年の電力量限界排出係数の加重平均値

BM（ビルドマージン）：2006年までのユニット限界排出係数

### 3-3-5 リークージ

エネルギー効率化技術が他の活動から移転される機器である場合、あるいは既存の機器が他の活動へ移転される場合、リークージの問題を検討する必要があるが、本プロジェクトはこれまで何もなかったところに省エネ設備を新たに設計して導入するため、機器の移転を伴わず、リークージを検討する必要はない。

### 3-3-6 プロジェクト排出

プロジェクトからの排出は発生しないと想定する。排出削減はベースラインシナリオと比較したプロジェクト活動のエネルギーの増分として計算されるからである。

排出削減量の計算に利用する各パラメータは次の通り。

	廃電力	
$EG_{i,j,y}$	2,700	MWh
$EF_{Elec,i,j,y}$	0.9928	tCO <sub>2</sub> /MWh
$BE_{elec,y}$	2,681	tCO <sub>2</sub> /年
$PE_{elec,y}$	0	tCO <sub>2</sub> /年

	廃ガス	廃熱	
蒸気量	1,670	16,460	トン
$HG_{i,j,y}$	12	114	TJ
$EF_{CO2,i,j}$	106.5		tCO <sub>2</sub> /TJ
$\eta_{Boiler,j}$	80		%
$EF_{Heat,i,j,y}$	133.1		tCO <sub>2</sub> /TJ
$BE_{heat,y}$	1,545	15,231	tCO <sub>2</sub> /年
$PE_{heat,y}$	0	0	tCO <sub>2</sub> /年

### 3-4 モニタリング計画

ベースライン排出量を決めるためのモニタリングは以下からなる。即ち、

- 生成される熱エネルギー或いは電気エネルギーを測定する。熱エネルギーの場合、熱水／蒸気など熱エネルギーの出口における流れのエンタルピーをモニターする必要がある。
- 排ガス／廃電力の量又は廃熱に含まれるエネルギーの量を測定する。

A 工場では廃電力・廃熱共にセンサーを使って実測する。

### 3-5 温室効果ガス削減量

#### 3-5-1 2012 年までの削減量

年間平均の CO<sub>2</sub> 削減量は廃電力・排ガス・廃熱の回収及び利用を合わせて 19,456 トンである。2010 年 4 月から CER の発生が認められた場合、2012 年までの削減量は 53,505 トンとなる。

表 3 2012 年までの削減量

	2010 年	2011 年	2012 年	合計
廃電力回収・利用	2,010 t	2,681 t	2,681 t	7,372 t
廃ガス回収・利用	1,159 t	1,545 t	1,545 t	4,249 t
廃熱回収・利用	11,423 t	15,231 t	15,231 t	41,884 t
合計	14,592 t	19,456 t	19,456 t	53,505 t

#### 3-5-2 他工場への展開

機関車の新造工場は北京、大連、戚墅堰（江蘇省常州市）、資陽（四川省）の 4 箇所、主要修理工場は河南省洛陽、河南省襄樊、大同、成都、唐山の 5 箇所ある。

A 工場が事業化に成功すれば北車集団の他の工場にも普及できると期待されている。現在 A 工場以外の 3 箇所の新設車両の工場にも CDM 化の話を開始しているが、本プロジェクトと同様の前提で新設車両の工場 4 箇所を実施した場合、1 台の試験台での年間削減量は 77,824 トン、2 台の試験台で行えば 155,648 トンとなる。したがって、2012 年までの削減量は 428,000 トンとなる（すべての工場で 2010 年 4 月からプロジェクトを開始した場合）。

### 3-6 プロジェクト期間・クレジット獲得期間

#### 3-6-1 プロジェクト開始日

プロジェクト期間の開始日を決める際には第 41 回 CDM 理事会の決定事項に留意する必要がある。

#### CDM 用語集より「CDM 活動の開始日」の定義

- 開始日とは実施あるいは着工に関連して支出にコミットした日のことである。
- 工事や前段階の実施を必要としないプロジェクト活動（電球の交換など）は、実際の活動が開始した日がプロジェクト開始日となる。
- 投資判断により、プロジェクト活動の実施が中断していたプロジェクトが、CDM の検討により、再開する場合、中断が信頼性のある証拠（解約、政府による許可の取り消しなど）により立証されなければならない。

#### CDM 実施前の検討についての証明及び評価に関するガイダンス

- 2008 年 8 月 2 日以降に開始するプロジェクトは、ホスト国の DNA あるいは UNFCCC の事



務局に文書でプロジェクトの開始と CDM 化の意向を通知しなければならない。

- 2008 年 8 月 2 日以前に開始するプロジェクトは、プロジェクト活動の実施の決定において CDM 化が真剣に検討されたことを証明しなければならない。

### 3-6-2 プロジェクト期間

プロジェクト期間はシステムの耐用年数を基準とする。

本プロジェクトは設備に関する契約を締結した日がプロジェクト開始日となる。現状では 2009 年 6 月までに契約の締結が行われる見通しであり、設置後 20 年間でプロジェクト期間とする。つまり、プロジェクト期間は 2009 年 6 月～2030 年 12 月である。

### 3-6-3 クレジット獲得期間

クレジット獲得期間は 10 年間とする。現状では 2010 年 3 月までにシステムを設置する見通しであり、本格稼働は 2010 年 4 月となるであろう。よって 2010 年 4 月 1 日～2020 年 3 月 31 日までがクレジット獲得期間となる。設備の耐用年数はクレジット獲得期間よりも十分長い。

### 3-7 環境影響・その他の間接影響

本プロジェクトは、工場内で省エネシステムを設置するプロジェクトであり、本プロジェクトによる負の環境影響は存在しないか、回避可能と考えられる。一方、プロジェクト実施による廃電力の有効利用により電力グリッドにおける SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 排出量及び石炭灰が減少するため、地域の環境保全促進に繋がると考えられる。さらに、廃熱の有効利用により工場内ボイラから発生する SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 排出量、石炭灰の発生量も減少することで地域の環境保全促進に繋がる。

### 3-8 利害関係者のコメント

実施に先立ち、利害関係者となる周辺住民及び株主を対象とした説明会を開き、プロジェクトに対する意見を聞く。時期は設備に関する主要事項決定後の 2009 年 5 月頃となる見通しである。

### 3-9 プロジェクトの実施体制（国内・ホスト国・その他）

#### 3-9-1 プロジェクト参加者

国名	機関名称
中国（ホスト国）	A 社
	ESCO 事業者（B 社：日中合弁会社）
日本	独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

三菱総合研究所はプロジェクト参加者ではないが、PDD の作成及びプロジェクトの登録手続き等を全面的にサポートする。

#### 3-9-2 プロジェクトオーナーの概要

A 社（Beijing Feb.7th Railway Transportation Equipment Co.,Ltd.）は大型国有企業であり、鉄道牽引動力ディーゼル機関車と電力機関車の製造を専門とする。1975 年から生産を開始したディーゼル機関車の累積生産台数は 2200 台に達する。2006 年からは電力機関車の生産を開始した。1999 年以降、ISO9001 品質マネジメントシステム、ISO14001 環境マネジメントシステム、OHSAS18001 職業健康安全マネジメント

トシステム、ISO10012 計量計測システムの認証を取得している。

表 4 A 社概要

所在地	中国
設立年月	1897 年
総資産	1 億 6900 万人民元
従業員数	4000 名
敷地面積	104 万 m <sup>2</sup>
主製品	和諧 3 型電力機関車、東風 7 型、7B 型ディーゼル機関車、東風 7C 型シリーズディーゼル機関車、東風 7D 型シリーズディーゼル機関車、東風 7E 型重載荷ディーゼル機関車、東風 7F 型大出力ディーゼル機関車、東風 7G 型ディーゼル機関車、GK1E31 型、GKD1E 型、GK3E 型、GK1E31 型工業・鉱山ディーゼル機関車、ベトナム輸出の CK1E 型ディーゼル機関車、キューバー輸出の東風 7G-C 型ディーゼル機関車、アンゴラ輸出の CK6E2 型、CK6E3 型ディーゼル機関車、コンゴ輸出の CK6E 型ディーゼル機関車。

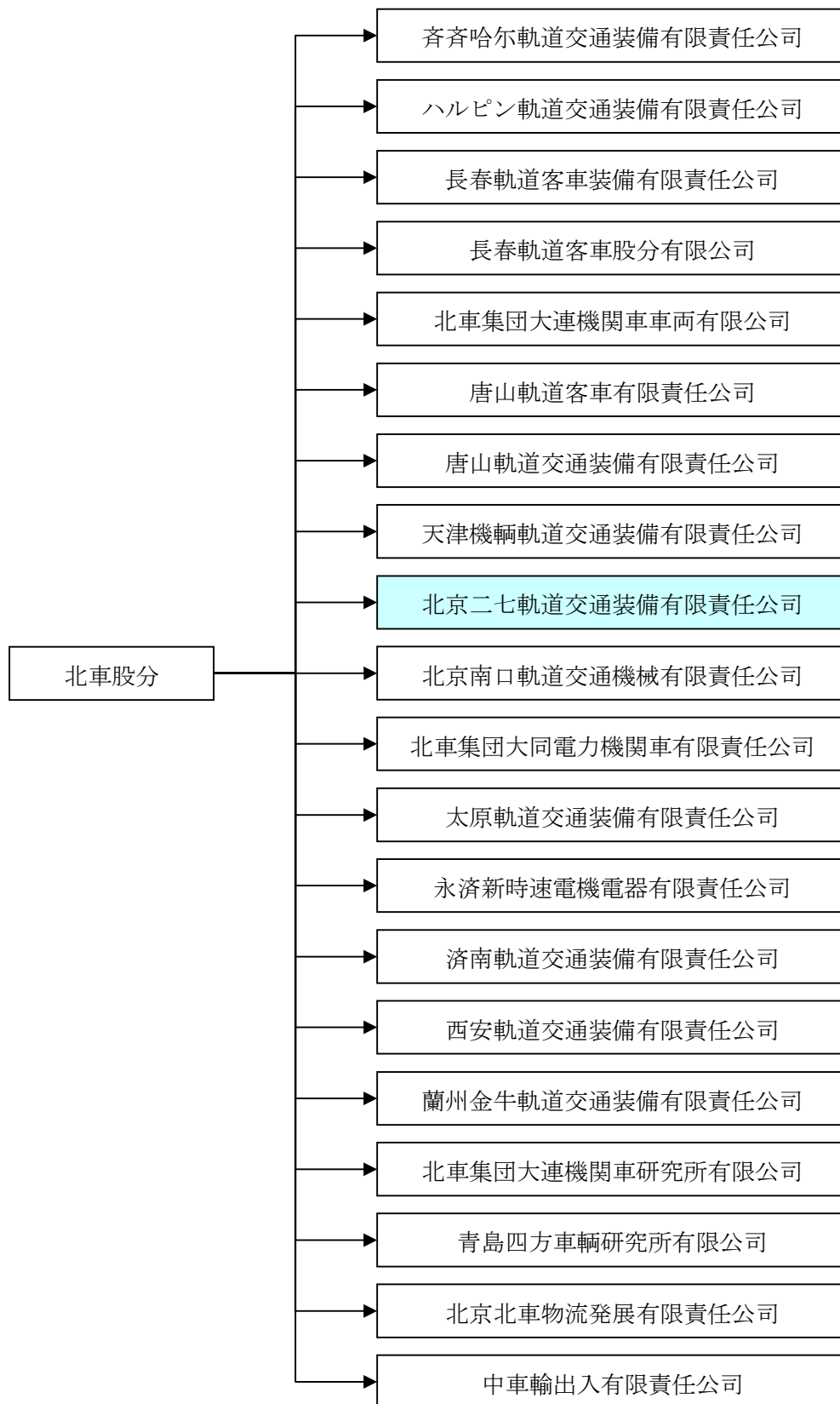


図 5 北車股分公司の組織図

## A 社において製造している機関車

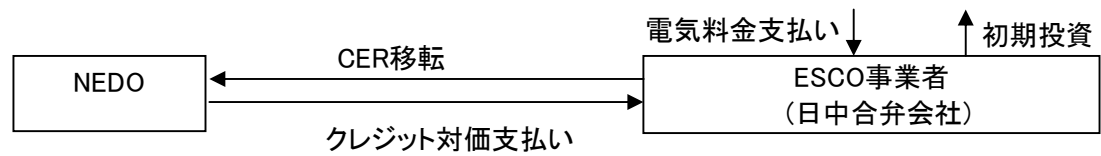
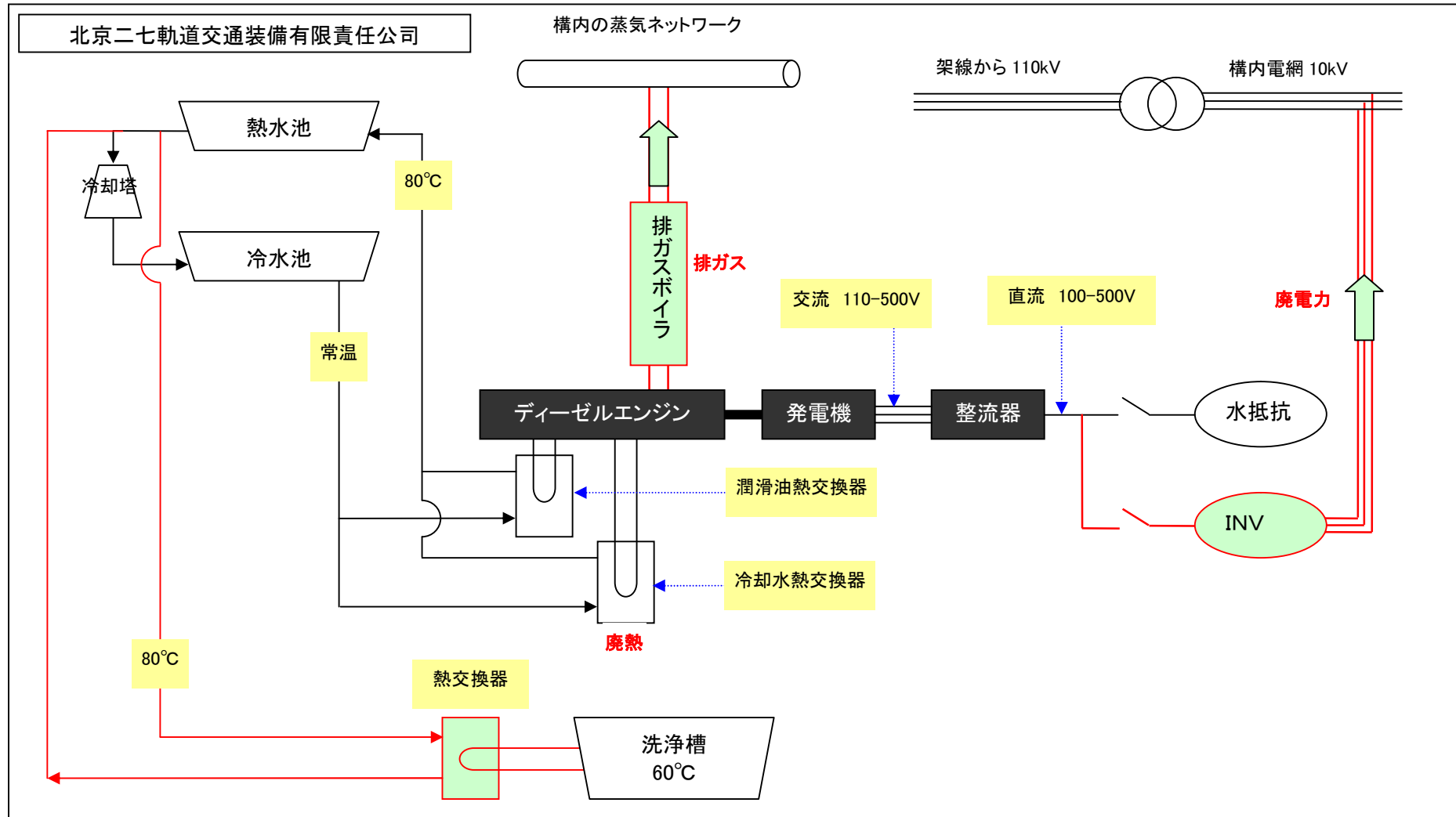
- 中国国鉄建設型蒸気機関車 (JS)
- 中国国鉄北京型ディーゼル機関車 (BJ)
- 中国国鉄東風 7 型ディーゼル機関車 (DF7)
- 中国国鉄東風 7B 型ディーゼル機関車 (DF7B)
- 中国国鉄東風 7C 型ディーゼル機関車 (DF7C)
- 中国国鉄東風 7D 型ディーゼル機関車 (DF7D)
- 中国国鉄東風 7E 型ディーゼル機関車 (DF7E)
- 中国国鉄東風 7F 型ディーゼル機関車 (DF7F)
- 中国国鉄東風 7G 型ディーゼル機関車 (DF7G)
- GK1E 型ディーゼル機関車
- GK3E 型ディーゼル機関車
- GKD1E 型ディーゼル機関車
- 中国国鉄 HXD3 型電気機関車
- AMH800 型マルチプルタイタンパー (プラッサー&トイラー製のライセンス生産)

### 3-9-3 事業スキーム

ESCO 事業者がシステムの開発及び設置を行い、システム開発・設置者 (ESCO 事業者) と工場側との WIN-WIN の関係を狙っている。このようなコベネフィット型のスキームは省エネの新たなビジネスモデルとして期待できる。具体的には ESCO 事業者が A 工場に ESCO 事業者所有の CDM 関連設備を設置し、回収した電力と回収した排ガスを転換した蒸気を A 工場に販売するというスキームである。A 工場は今までの系統電力よりも安い料金で電力を購入できることと、石炭費用よりも熱購入費用の方が安いことでメリットが生じる。ESCO 事業者には CDM 関連設備の初期投資負担が生じるが、通常の電力及び熱販売収入に加えて CER 売却代金が収入となる。

日中合弁で設立する ESCO 会社が CDM のプロジェクトオーナーとなるが、中国では CDM の実施者が中国側 51%以上の資本参加が必要と定められていることに留意が必要である。

図 6 事業スキーム



### 3-10 資金計画

ESCO 会社の自己資金で進める。ESCO 会社は資金、技術、管理、運用、効果測定、メンテナンスをすべて負担し、電力及び熱販売収入から投資と諸費用を回収する。A 工場は ESCO 会社に協力し、土木工事や政府への申請を行い、回収した電力・蒸気をすべて買い取る。ESCO 会社にとってはそれが収入となる。

ESCO 会社に関しては、現在中国側とビジネスモデルの詳細を詰めているところであり、民間事業展開上および機密上投資計画を開示できないが、資金調達に関しては日本企業（銀行系）と中国（銀行系）及び中国系個人投資家がそれぞれ本事業を賄うに足る自己資金を出資し、ESCO 事業を行うことに決定しており、銀行からの借入れは行わない。将来的には本事業の進展を見つつ、順次事業を拡大予定である。

### 3-11 経済性分析

以下に経済性分析結果を示す。

#### 3-11-1 初期投資及び O&M 費用

これまでの調査によるとシステム設置費用は 7,594 万円で、これが初期投資となる。工場は系統電力の購入をやめてシステム（ESCO 事業者）から電力と熱を購入するが、システム電力収入は約 1,338 万円と試算される。

#### 3-11-2 電力価格

中国では石炭価格の高騰で、電力会社の採算は厳しかったところ金融危機に伴う原油価格下落を受け、当初想定の伸びほどの上昇はない傾向である。現在のエネルギー単価を表 5 に示す。

表 5 エネルギー単価 (2008 年 7 月現在)

項目		単位	単価
水道	上水	元/トン	4.10
	下水処理料	元/トン	0.60
石炭		元/トン	740
電力	高ピーク	元/kWh	0.8377
	ピーク	元/kWh	0.7668
	平常	元/kWh	0.5242
	夜間	元/kWh	0.2902

#### 3-11-3 IRR の基準

工場側によれば、普通の投資案件（設備投資、拡大工事）であれば、IRR の基準はあるが、省エネに関して特に基準は設けていない。表 6 損益計算書を示す。

表 6 損益計算書

単位:百万円

	収入	システム設置費用	償却費	税(クレジットなし)	クレジット収入	税(クレジット考慮)	メンテナンス費	各年利益		キャッシュフロー	
								クレジットなし	クレジット考慮	クレジットなし	クレジット考慮
2009		-75.94						-75.94	-75.94	-75.94	-75.94
2010	10.03		-18.99	0.00	13.95	-1.50	-2.85	7.19	19.64	-68.76	-56.30
2011	13.38		-14.24	0.00	18.60	-5.32	-3.80	9.58	22.86	-59.17	-33.44
2012	13.38		-10.68	-0.81	18.60	-6.39	-3.80	8.77	21.79	-50.40	-11.65
2013	13.38		-8.01	-1.61		-1.61	-3.80	7.97	7.97	-42.43	-3.68
2014	13.38		-6.01	-2.21		-2.21	-3.80	7.37	7.37	-35.06	3.69
2015	13.38		-4.51	-2.66		-2.66	-3.80	6.92	6.92	-28.14	10.61
2016	13.38		-3.38	-3.00		-3.00	-3.80	6.58	6.58	-21.56	17.20
2017	13.38		-2.53	-3.25		-3.25	-3.80	6.33	6.33	-15.23	23.52
2018	13.38			-4.01		-4.01	-3.80	5.57	5.57	-9.66	29.09
2019	13.38			-4.01		-4.01	-3.80	5.57	5.57	-4.09	34.66

注. IRR 算出期間は 2009 年の初期投資から 10 年間とした。クレジット獲得期間は 10 年間であるが、クレジット収入としては 2012 年までを考慮している。

表 7 プロジェクトの IRR

	クレジット無	クレジット有
IRR (10 年間)	-1.07%	10.83%

前提	・ 運転開始	2010 年 4 月
	・ システム設置費用	75.94 百万円
	・ 収入	13.38 百万円 (初年度はその 3/4)
	・ 税率	30 %
	・ CO <sub>2</sub> 削減量	19,456 トン/試験台・年
	・ クレジット単価	8 ユーロ/t-CO <sub>2</sub>
	・ 為替レート: 1 ユーロ =	120 円
	・ 償却費は税額を求めるために使用	

### 3-12 追加性の証明

「ベースラインシナリオの特定及び追加性の証明のためのコンバインドツール」を利用して追加性を立証する。

#### ステップ 1. 代替シナリオの特定

特定されたベースラインシナリオは以下の通りである。

- シナリオ 1 現状の継続 (電力・熱は利用されず現状の設備の運転を継続する)
- シナリオ 2 プロジェクト活動の全部あるいは一部を CDM の枠外で実施する (例えば ESCO が単独で実施する)
- シナリオ 3 プロジェクト活動の計画よりもさらに効率の高い省エネ設備を導入する。

中国では五ヵ年計画に代表されるように省エネの規制が厳しくなっているが、プロジェクト活動の実施やプロジェクト活動よりもさらに高度な省エネの実施は義務付けられておらず、あくまでも自主的な判断に任された範囲 (義務付けられたレベルを超えるもの) である。

#### ステップ 2. 障壁分析

- 投資障壁 (ステップ 3 で分析する財務リターンの不足以外)
- 技術的障壁
- 普及のための慣行の欠如
- その他の障壁

シナリオ 3 は技術的障壁があるために排除される。

#### ステップ 3. 投資分析

CDM においては、事業者におけるクレジット収入を考慮しない場合に、当該プロジェクトがビジネススペースでは起こらないことを立証する必要がある。この場合、IRR が通常におけるビジネスの基準よ



りも低いことを証明すればよい。

### 3-13 事業化に向けての見込み・課題

カウンターパートも強い意欲を見せており、政府もサポートを表明していることからプロジェクトの実現に向けた見通しは明るい。現在 ESCO 事業の詳細（設置する省エネ設備の仕様、投資額、リスク分担比率、利益分担比率、メーカーの選定など）について A 工場と日本側投資家（銀行系）、中国側投資家（銀行系）及び中国側投資家（個人投資家）の間で検討中である。その結果を受けて CDM が実施されることに留意する必要がある。

## 4. ホスト国におけるコベネフィットの実現

### 4-1 背景

中国においては、地球温暖化問題に対する対応よりも、わが国で言う典型7公害〔(1) 大気汚染、(2) 水質汚濁、(3) 土壌汚染、(4) 騒音、(5) 振動、(6) 地盤沈下、(7) 悪臭〕への対応が強く求められている状況である。本プロジェクトの対象工場の敷地は広く建屋内での操業とはいえ、周辺の人口密度も高く、そういったことに対する配慮の必要性は地方よりも大きい。本プロジェクト実施により発電所や工場でのボイラにおける石炭燃焼が減少するので、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、石炭灰の発生が抑えられる。特にA工場からのSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>の減少は公害問題、すなわち地域環境改善に大きく役立つと考えられる。

### 4-2 ホスト国における公害防止の内容

表8に中国、日本、その他の大気汚染物質排出係数（算出対象年は2000年）を示す。これは対象部門（発電所、産業、運輸、民生）ごとの燃料種類（石炭、石油、その他）別のSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO、BC、OC排出原単位を示したものである。今回のプロジェクトを実施することにより、①今まで捨てていた電力を有効活用することにより系統電力の消費量が減少し、発電所で使用される石炭も減少する、また②廃熱・排ガスを有効活用し、蒸気として利用することにより工場のボイラで消費していた石炭消費量が減少する。ここで主要な大気汚染物質としてSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>を考えると、①に対応するのは中国における発電所部門の石炭の原単位（SO<sub>2</sub>：833.6g/GJ、NO<sub>x</sub>：298.8g/GJ）、②に対応するのは産業部門の石炭の原単位（SO<sub>2</sub>：934.2g/GJ、NO<sub>x</sub>：241.8g/GJ）である。これらに①、②に該当する表1に示す石炭消費削減量（①9,720GJ、②126,014GJ）を乗じてSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>排出削減量を求めると、毎年SO<sub>2</sub>は126トン、NO<sub>x</sub>は33トンと求められる。なお、正確には将来の削減該当年の排出係数データを乗ずるべきであるが、ここではデータの制約上表8に示した2000年の排出係数を用いている。

表 8 2000 年における中国・日本・その他地域の大气汚染物質排出係数

地域		発電所			産業			運輸		民生			計
		石炭	石油	その他	石炭	石油	その他	石油	その他	石炭	バイオ燃料	その他	
SO <sub>2</sub> (g/GJ)	中国	833.6	590.5	73.4	934.2	148.7	217.1	80.5	711.3	760.3	51.4	93.2	569.5
	日本	26.2	61.1	17.4	250.1	35.9	71.8	20	-	317.2	0	30.1	38.8
	その他	504.2	674.4	8.6	536.5	310.3	41.8	145.1	0	376.4	47.9	124.2	152.4
NO <sub>x</sub> (g/GJ)	中国	298.8	279.2	161.2	241.8	79.8	78.6	1017.1	241.2	95	82.9	110.8	246.3
	日本	66.8	88.8	42.9	201.6	43.5	40.4	267.4	-	250.3	0	87.4	102
	その他	267	303.1	189.8	240.7	81.2	79.7	921.1	79.7	122.9	81.4	74.1	157.3
CO (g/GJ)	中国	143.8	59.4	967	4366.4	54.3	23.4	6970.1	143.3	5706.1	7636.7	220.2	3196.9
	日本	61.2	32.8	28	163.8	25.5	21.9	498.5	-	176.1	0	124	134.4
	その他	154.3	83	319.1	3934.3	44.3	2296.7	3612.1	12.7	5851.6	7467.2	102.7	2157.1
BC (g/GJ)	中国	1	8.1	1	7.5	3.1	0	13.4	5	152.4	88	3.6	24.5
	日本	0.1	8.4	0.1	0.7	1.7	0	13.9	-	152.4	0	2.6	4.1
	その他	1.2	8.1	0.4	4.8	3.2	3.2	29.2	0	147	83.8	2.4	20.3
OC (g/GJ)	中国	0.2	6.1	0.5	1.6	2.3	0	11.6	0.9	123.3	399.1	4.1	57.6
	日本	0	6.2	0.4	0.2	1.2	0	4.9	-	123.6	0	4.5	2.4
	その他	0.3	6.1	0.3	1.2	2.4	15.7	24	0	119.3	418.6	4.8	83.2

出所：Ohara, T., Akimoto, H., Kurokawa, J., Horii, N., Yamaji, K., Yan, X., and Hayasaka, T.: An Asian emission inventory of anthropogenic emission sources for the period 1980–2020, Atmos. Chem. Phys., 7, 4419-4444, 2007. (三菱総合研究所が翻訳)

### 4-3 コベネフィット指標の提案

コベネフィット効果は、それぞれの環境汚染物質としての物量としての排出重量は求められても、それぞれの物質の環境への影響度が異なることから、全体効果の推計にあたっては異なる物質ごとの重量を合計しても意味がない。ここでは外部不経済の概念を導入することにより、環境汚染物質の統合化、個別便益の一体化を図りつつコベネフィット指標の提案を行った。

#### コベネフィット指標 1 (コベネ貢献指標)

温暖化問題対公害対策寄与度指標

$$= \text{外部不経済低減額 (公害対策)} / \text{外部不経済低減額 (温暖化)} \cdots (1)$$

温暖化問題改善あるいは公害問題改善（大気、水質、廃棄物）であっても、いずれも外部不経済を低減するものである。コベネフィット効果とは、温暖化問題を主とし公害問題を従とした場合の効果を測定するものと考え、(1) 式を設定した。

ここでは例として表 1 に示すそれぞれのガスの単価から、IPCC1995 で理論的に正しい方法とされているダメージコストに基づいて外部不経済を評価している事例である  $\text{CO}_2$  : 26 ドル/t、 $\text{SO}_2$  : 7,425 ドル/t、 $\text{NO}_x$  : 14,483 ドル/t を採用し、本プロジェクトの各ガスの削減量を乗じた。その結果、例えば 10 年間の削減量と外部不経済低減額は以下のとおりである。これより、ここで定義したコベネフィット指標は、2.8 と求まる。すなわち、本プロジェクトの公害問題への寄与度は温暖化問題への寄与度の 2.8 倍であることを意味する。したがって、対策効果の公害問題改善の価値も日本による CDM の貢献として明確にホスト国に認識してもらおうための指標となると考えられる。

$\text{CO}_2$ : 194,560 トン	456,750 千円
$\text{SO}_2$ : 1,260 トン	843,530 千円
$\text{NO}_x$ : 330 トン	436,430 千円

表 9 CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>の単価（単位：米ドル/t）

文献	CO <sub>2</sub>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>
Chernick , Caverhill 1989	9.3	203	349
CSEGE 1995	7	3,770	2,010
CEC 1996	20	2,490	1,610
EIA 1995			
カリフォルニア州	9	4,486	9,120
マサチューセッツ州	24	1,700	7,200
ミネソタ州	9.8	150	850
ネバダ州	24	1,716	7,480
ニューヨーク州	1	1,437	1,890
オレゴン州	25	0	3,500
ウィスコンシン州	15	—	—
IPCC 1995	26	7,425	14,483
Kagason 1997	56.2	—	—
Pearce 1993	8.7	144	124
Pearce 1994			
米国	—	367	124
ヨーロッパ	—	637	490
Pearce 2000			
Nordhouse	2.5~6.3	—	—
Fankhauser	8	—	—
Cline	2.6~53.8	—	—
Peck and Teisberg	4.2~4.9	—	—
Maddison	2.8~2.9	—	—
To l	4.5	—	—

注1. 米ドル表示でない文献は、米ドルに換算した。また、CO<sub>2</sub>の単価が炭素換算のものは、CO<sub>2</sub>換算とした。

出所：西村邦幸「環境会計への外部不経済概念の導入」『環境会計の理論と実践』第5章 國部克彦編著 2001年10月1日 ぎょうせい

コベネフィット指標 2（コベネ投資効率指標）

$$\text{投資効率指標} = \text{外部不経済低減額（温暖化+公害対策）} / \text{投資額} \cdot \cdot \cdot (2)$$

投資金額に対して回避された外部不経済の大きさを尺度とすることを考えたのが（2）式である。ホスト国にとってみれば投資金額対比での外部不経済低減が大きいプロジェクトほど、温暖化・公害改善に効率的に役立つという指標となる。（2）の類型として分子を公害対策の外部不経済低減額としても、CO<sub>2</sub>削減を前提とした上でのコベネフィット指標となり得ると考えられる。

今回のプロジェクトで、この（2）に示したコベネフィット指標（投資効率指標）を求めると22.8となる。これはCO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>の外部不経済合計値（ここでは10年間分の合計値とした：1,736.71百万円）を省エネシステムへの投資額（75.96百万円）で割ったものである。投資本来の経済的メリットに加えて、環境的メリットをも投資意思決定に勘案することができる方式である。民間投資はともかく、ODAなどは環境配慮も念頭においたものなので、こういった形で明示的に投資意志決定、あるいはプロジェクトの選定に用いるべきである。

以上、具体的なコベネフィット指標を提案したが、以下に利用にあたっての留意点を示す。

留意点1：外部コスト算出には様々な考え方があ

外部コスト単価は表9に示したように文献により幅がある。まず、算出方法にはコントロールコスト（脱硫装置によるSO<sub>x</sub>の除去、植林による炭素固定など排出を軽減または抑制するためのコスト）、実際の損害を推定するダメージコスト（SO<sub>x</sub>の排出による健康被害やスモッグによる景観上の問題）などの方法論の違いがある。さらにコントロールコストでも、CO<sub>2</sub>の削減には植林（樹種・地域によってコ

ストは異なる)、省エネルギー(対象とする省エネ設備・エネルギー源によってコストは異なる)、CCS(物理吸収法・化学吸収法、輸送方法、貯留方法の組み合わせによってコストは異なる)など様々な方法があり、同じ方法で見てもコストはばらつくのが通常である。さらにダメージコストであれば、SO<sub>x</sub>の排出による健康被害をとってみても、健康被害の範囲・可能性(死亡・疾病の貨幣換算、死亡・疾病率など)において様々な考え方があろうことは容易に想像がつく。参考として ExternE Project (EUが実施した電源オプション、輸送オプションに関する外部コストの評価)結果の一例を表 10 示す。同じ電源でも国によりコストが異なることが分かる。

表 10 ExternE Project における外部コストの例

EXTERNAL COST FIGURES FOR ELECTRICITY PRODUCTION IN THE EU FOR EXISTING TECHNOLOGIES <sup>1</sup> (IN € CENT PER KWH*)									
Country	Coal & lignite	Peat	Oil	Gas	Nuclear	Biomass	Hydro	PV	Wind
AT				1-3		2-3	0.1		
BE	4-15			1-2	0.5				
DE	3-6		5-8	1-2	0.2	3		0.6	0.05
DK	4-7			2-3		1			0.1
ES	5-8			1-2		3-5**			0.2
FI	2-4	2-5				1			
FR	7-10		8-11	2-4	0.3	1	1		
GR	5-8		3-5	1		0-0.8	1		0.25
IE	6-8	3-4							
IT			3-6	2-3			0.3		
NL	3-4			1-2	0.7	0.5			
NO				1-2		0.2	0.2		0-0.25
PT	4-7			1-2		1-2	0.03		
SE	2-4					0.3	0-0.7		
UK	4-7		3-5	1-2	0.25	1			0.15

\* sub-total of quantifiable externalities (such as global warming, public health, occupational health, material damage)

\*\* biomass co-fired with lignites

出所: External Costs, Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport, 2003 European Commission

留意点 2: コベネフィット指標 1 の活用方法 (CDM の公害問題解決への寄与度としてのコベネフィット指標)

コベネフィット指標 1 は温暖化問題への寄与度を 1 とした場合の公害問題への寄与度を表す指標である。これにより CDM 実施効果は温暖化問題のみならず、公害問題へも寄与することを相手国に明示的に理解させることができる。さらには、相手国に合致した CDM プロジェクトの選定のための情報としても活用できる。具体的には、後発開発途上国であれば温暖化問題よりも公害問題への対処が優先するので、コベネフィット指標 1 の値が大きいプロジェクトが適していると考えられるし、より開発が進んだ途上国であれば指標 1 の値が相対的に小さい CDM プロジェクトへの期待が高いかもしれない。相手国の発展段階に応じて志向する CDM プロジェクトのグルーピングに指標 1 を用いることができる。

留意点 3: コベネフィット指標 2 の活用方法 (ODA プロジェクトの投資評価の尺度としてのコベネフィット指標)

投資評価では、現実的に支払う金額と回収が予想される金額との対比で IRR が決定され、IRR が高いものが投資適格と判断される。民間の場合、CSR 目的でもない限りこういった考え方は致し方ない面はある。しかしながら ODA プロジェクトは、相手国の環境問題解決を目的とするものも多く、明示的に

コベネフィット指標2を採用し、プロジェクトの選定に用いることが考えられる。

#### 相手国におけるコベネフィット指標の活用方法

留意点1で外部コスト算出には様々な考え方があることを示したが、逆に考えれば外部コストを利用する場合にはバリエーションを持たせることができるということである。すなわち、相手国にあった外部コストを選定・開発し、ODAプロジェクトの選定（事前評価）や事後評価（実際にどれだけ環境が改善したか）に用いることができる。外部コストの選定・開発にあたっては、日本政府が相手国政府と協力し相手国の外部コストを開発する。その途上では、相手国のニーズを十分反映し、水源の確保が重要な国では水質汚濁物質の排出に係る外部コストを高くする、大気質の改善が重要な国では大気汚染物質の外部コストを高くするというように外部コストの重み付けを行う。このように開発した外部コストを用いて、日本政府が提示するODAプロジェクト案を評価するプロセスを取り入れることにより（コベネフィット指標2）、相手国に最もふさわしいプロジェクトを選定することができる。また、相手国にふさわしいCDMを選定する場合にもこの考え方を活用することができる（コベネフィット指標1）。

以上、コベネフィット指標について述べたが、日本政府としては今後のCDM、ODAの実施に際して他のコベネフィット指標に関するアイデアも含めて相手国と協議しつつ、かつ相手国のニーズを十分に踏まえ、具体的な形でこういった指標を活用していくことが望まれると考えられる。