

平成 19 年度環境省委託事業

平成 19 年度 CDM/JI 事業調査

中国・バイオマス発電事業調査

報告書

(概要版)

平成 20 年 3 月

株式会社 日本総合研究所

## 報告書概要版

### 1. 1. 中華人民共和国と山東省の概要

人口は 2006 年末時点で 13 億 1,448 万人。

GDP は、2006 年時点で、20 兆 9,407 億元（前年比 10.7%）。約 2.8 兆ドル。2007 年の GDP 成長率目標は 8%前後。2006 年の一人当たり GDP は 2,003 ドル。

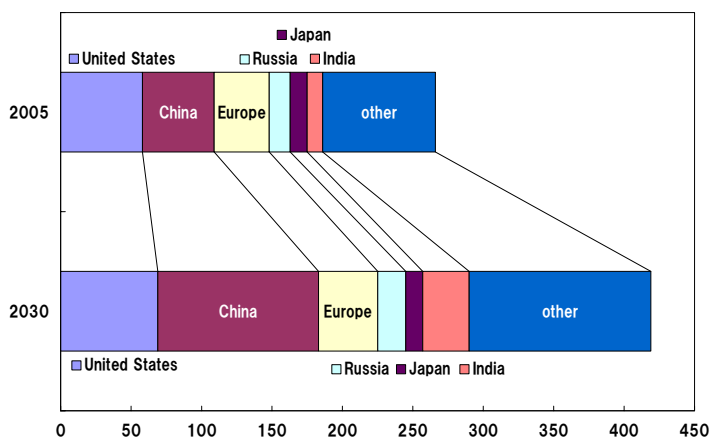
2006 年の山東省の GDP は 2 兆 1,846 億元（前年比 18%増）。中国全体の 10%を占める。広東省に次ぐ第 2 位の GDP の大きさであり、青島など中国における重要な経済拠点を抱える。また、2005 年の山東省の農業生産額は 2,034 億元。中国全体の 10%を占め、中国国内で第 1 位の生産額である。山東省は中国最大の経済発展地域であるとともに、農業生産地域でもある。

2005 年の山東省の小麦の生産量は 1,800.5 万トン。中国全体の 18%を占め、中国国内で河南省に次ぐ第 2 位の生産額である。また、とうもろこしの生産量は 1,735.4 万トン。中国全体の 12%を占め、中国国内で吉林省に次ぐ第 2 位である。落花生の生産量は 359.9 万トン。中国全体の 25%を占め、中国国内で第 1 位である。綿花の生産量は 84.6 万トン。中国全体の 15%を占め、中国国内で第 1 位である。このように、山東省はバイオマス発電所の燃料となる小麦、とうもろこし、落花生、綿花などのバイオマス残渣が豊富であり、本プロジェクトに適した地域である。

### 1. 2. 中国の CO2 排出量

2007 年の IEA 報告書によると、2005 年の中国の CO2 排出量は 51 億 tCO2。世界全体の 19%を占め、米国に次ぐ第 2 位の排出量である。中国の急激な経済発展により、2006 年には米国を抜いて第 1 位になったのではないかと考えられている。また、2030 年の中国の CO2 排出量は 114 億 tCO2 に増加。世界全体の 27%を占める巨大 CO2 排出量国になると予想されている。

(図表 1) 2005 年と 2030 年の CO2 排出量



(資料出所) IEA

### 1. 3. 中国 CDM の動向

2004 年 6 月 30 日に、「CDM プロジェクト運行管理暫定弁法」を発効。2005 年 10 月 12 日、中国政府はクリーン開発メカニズム (CDM) プロジェクトの秩序正しい展開を目的に、新たに「CDM プロジェクト運行管理弁法」を公布した。これに伴い、同「運行管理暫定弁法」は廃止となった。CDM

プロジェクトの許認可申請に関する諸事項は、「運行管理弁法」に詳細が規定されている。

CDM プロジェクト実施機関は、中国国内において CDM プロジェクトを実施する事業会社、即ち、中国企業もしくは中国資本が支配権を有する合弁企業でなければならない。

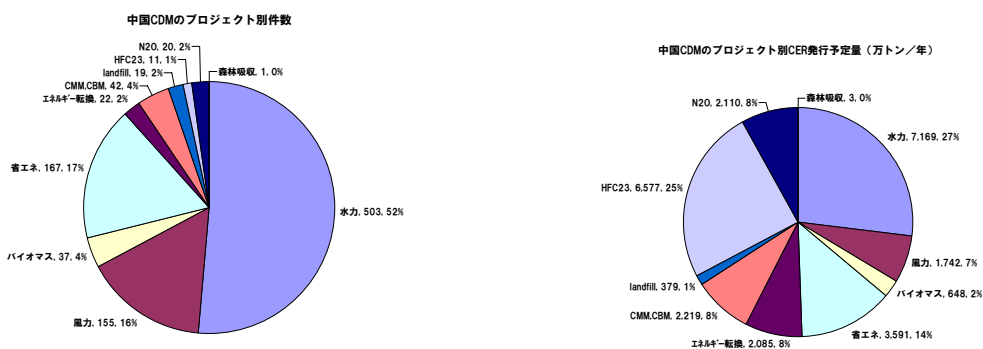
また、CDM プロジェクトの CER 販売により得られる収益は、中国政府とプロジェクト実施機関双方の所有に帰属するものとし、その分配比率を下記のように規定している。

- A) ハイドロフルオロカーボン (HFC) とパーフルオロカーボン (PFC) 系プロジェクトの場合、中国政府が CER 移転額の 65% を受け取る。
- B) 亜酸化窒素 (N<sub>2</sub>O) 系プロジェクトの場合、中国政府が CER 移転額の 30% を受け取る。
- C) 中国政府が進めている重点分野および植林プロジェクトなどの CDM プロジェクトの場合、中国政府が CER 移転額の 2% を受け取る。

そして、2007 年 11 月 9 日、CER の分配によって得られた CER 売却収益を元手に、気候変動に対応するための中国 CDM プロジェクトの開発を支援する「中国 CDM 基金」(CDMF) が設立された。CDM 基金は財務省が監督し、省エネルギーやクリーンなエネルギーを用いることや地球温暖化対策を支援する。CER の先進国への売却によって得た収益 150 億ドル(約 1 兆 6900 億円)のうち 30 億ドル強を基金に充てる計画である。

2007 年末時点で、中国政府が承認した CDM プロジェクトは 1,028 件。プロジェクトの分野別件数は、水力が半数占めている。バイオマス関連は 37 件で、全体の 4% である。また、プロジェクトの分野別削減予定量は水力が 27%、HFC が 25% である。バイオマス関連の年間削減予定量は 648 万 t で、全体の 2% である。このように、中国の CDM は、水力が多数を占めており、また、削減予定量が巨大 CDM プロジェクトである HFC の影響で削減予定量が大きいという傾向がある。一方で、バイオマス関連の CDM は、中国は農業も発展しており、バイオマス残渣の賦存量が多いにもかかわらず、その割合は小さい。

(図表 2) 中国 CDM のプロジェクト別件数、CER 発行予定量



中国政府の承認を得た中国バイオマス CDM プロジェクトは 37 件ある。うち、8 件は国連登録済みである。CER 発行ベースでは 648 万 tCO<sub>2</sub>/年、1 件あたり平均 CER 発行量は 18 万 tCO<sub>2</sub>/年である。国連登録済みの中国バイオマス CDM は、2007 年末時点で 8 件ある。うち、7 件はわら直接燃焼型であり、1 件は豚メタン回収型プロジェクトである。CER 発行済みの案件はない。また、本プロジェクトの地域の山東省では、既に 2 つのバイオマス CDM 案件が国連登録している。

#### 1. 4. 中国バイオマス発電事業調査の概要

中国山東省聊城市冠県のレンガ工場跡地に、藁や茎のバイオマスを燃料とする発電所を建設し、グリッド内の石炭火力発電所の代替電源になることで、温室効果ガスを削減する。中国国電集団会社がバイオマス発電所の建設・工事等を実施し、2008年6月からの運転開始を目指す。17.27万トンの藁・茎を直接燃焼して得られた発電量のうち年間139GWhを売電し、系統電力の代替とバイオマスの自然腐敗によるメタンガス発生抑制に伴う年間151,717t-CO<sub>2</sub>のGHG排出量を削減する。

プロジェクト実施者である中国国電集団会社が山東省冠県バイオマス発電所及びバイオマス収集設備を建設する。

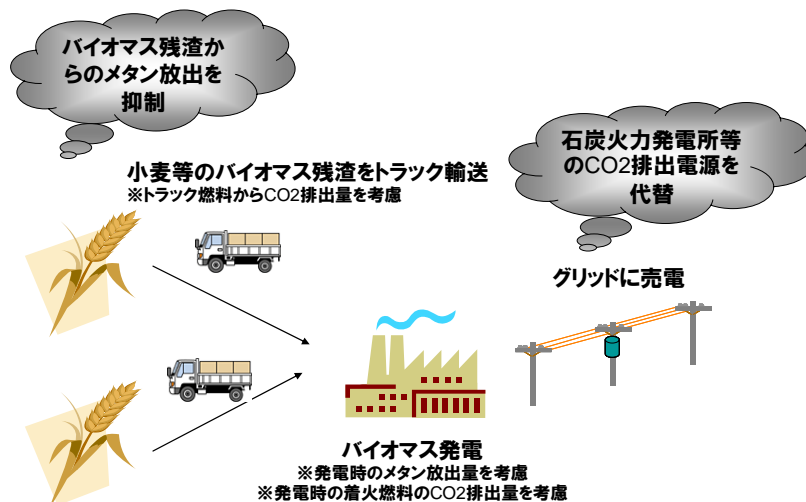
バイオマス発電設備は30MW（2×15MW）であり、麦や玉蜀黍のわらや茎を直接燃焼する。年間発電量は165GWhであるが、10%はボイラー運転、5%はその他の用途に電力を利用するので、売電量は139GWhとなる。

類似のバイオマス発電 CDM プロジェクトでは、熱供給を行っている場合もあるが、本プロジェクトでは、現在、将来にかけて、周辺地域に大規模熱需要が見込まれないため、熱供給は行わない。

バイオマス発電所の電力は華北グリッドに供給される。これにより、石炭火力発電所が中心でCO<sub>2</sub>排出量が多い華北グリッドのCO<sub>2</sub>排出係数を低減する効果を与える。

バイオマス資源の年間使用量は172,700トンであり、周辺15kmの農家から収集する。バイオマス資源は20km範囲内に設置される10箇所の保管所を経由して、梱包された状態でバイオマス発電所までトラック輸送される。

(図表3) プロジェクト概略図



#### 1. 5. プロジェクトの目的

本プロジェクトは、中国の豊富なバイオマス資源を有効活用し、石炭火力発電を代替するバイオマス発電所を建設することで、温室効果ガスを削減するプロジェクトであり、以下のような背景がある。

①中国のバイオマスエネルギー資源は豊富であり、各種類の農作物の茎・藁、薪および都市ゴミなどの資源量は年間6億500トンに達する。プロジェクトの実施場所である山東省聊城市冠県は農業県であり、7.5万ヘクタールの耕地面積から豊富なバイオマス資源が産出される。さらに、冠県は全国の「造林緑化百強県」であると同時に「高水準平原緑化試験県」であり、木材の蓄積量は7500万m<sup>3</sup>である。

②中国は都市部を中心として著しい経済発展を遂げているが、電源などインフラの整備が遅れてお

り、慢性的な計画停電などが行われる状況にあり、新しい発電設備へのニーズが高い。また、地方政府や地方発電会社には、クリーンで高効率な発電所を建設する機会が少ない。

- ③系統電力は、温室効果ガス、大気汚染物質（窒素酸化物、硫黄酸化物など）の排出量が多い石炭火力発電への依存度が高く、バイオマス発電所など再生可能エネルギーの発電所の切替が求められている。そのため、中国では、2020年の再生可能エネルギー発電のシェアの目標を15%としている。
- ④中国では、都市部と地方部の経済格差が拡大しており、農家への収入増加にむけた戦略が急務な状況で、バイオマスの売却収入は農家にとって新たな収入源となりうる。また、バイオマス発電所の建設に伴い、120人の雇用を生む。
- ⑤従来、トウモロコシの茎の約90%、小麦の藁の50%以上が畑に放置されたり、野焼きされており、メタンガス発生を伴う自然腐敗による環境汚染の要因となるとともに、資源の有効活用が行われていない。

### 1.6. プロジェクトの実施体制

#### ①株式会社日本総合研究所

本調査の責任者である。本調査の実実施スケジュールや調査実施内容の指示、マネジメントを行い、関連データの取りまとめ、PDDの最終チェック及び調査報告書の作成を行う。

#### ②日本テピア株式会社

本調査のホスト国窓口である。現地の山東省CDMプロジェクト育成センターと協力しつつ、(株)日本総合研究所と共同で、調査に必要なデータの収集やヒアリング調査、PDDの原案作成を行う。

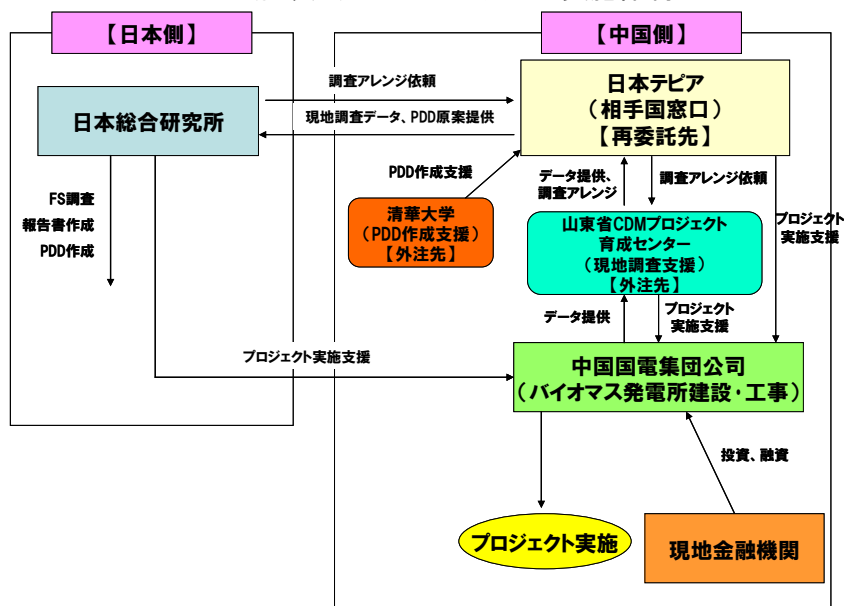
#### ③清華大学

作成したPDDに対するコメント及び中国政府承認に向けたアドバイスを行う。

#### ④山東省 CDM プロジェクト育成センター

本調査において、山東省CDMプロジェクト育成センターは、本調査のプロジェクト実施者である中国国電集团公司に対して働きかけを行い、現地調査のアレンジ、円滑なデータ収集、利害関係者に対する環境影響評価ヒアリングを実施する。

(図表 4) プロジェクトの実施体制



## 1. 7. プロジェクト実施サイト

プロジェクトサイトは山東省聊城市冠県定远寨村である。本地域は山東省と河北省、河南省の省境に近い地域である。聊城市は山東省西部にあり、冠県は聊城市西部地域、定远寨村は冠県の県都の東 20km にある。プロジェクトサイトの東は馬家川に隣接、北は国道 309 号線に近接、南は zhangwa 村に隣接している。

## 1. 8. ベースライン方法論の設定

ベースラインは、ACM0006.ver6「系統連系するバイオマス残渣発電のための統合方法論」と ACM0002.ver7「系統連系する再生可能エネルギー発電のための統合方法論」を適用する。

### 【前提条件】

ACM0006 を適用可能なプロジェクトは以下の 4 つのプロジェクトである。

#### ①新規導入プロジェクト

現在発電を行っていない場所に、バイオマス残渣による火力発電所を新設する場合。

本プロジェクトはこれに該当する。

#### ②発電能力拡大プロジェクト

バイオマス残渣による火力発電所を新設して、既存の化石燃料またはバイオマス残渣による火力発電所を代替させるか、もしくはこれらに隣接して設置・稼働させる場合。

#### ③エネルギー効率改善プロジェクト

既存の発電所におけるエネルギー効率の改善する場合

#### ④燃料転換プロジェクト

既存の発電所において、化石燃料をバイオマス残渣へ転換する場合

また、ACM0002 を適用可能なプロジェクトは、風力、水力、バイオマスなどの再生可能エネルギーを利用した発電プロジェクトであるが、本プロジェクトはバイオマス残渣を用いた発電事業であり、ACM0002 を適用可能である。

### 【適用条件】

ACM0006 は方法論を適用できる条件として、以下の 4 つをあげている。

#### ①バイオマス残渣以外のバイオマスは、プロジェクト対象発電所で使用されず、バイオマス残渣が主要な燃料となること

#### ②製造工程から発生するバイオマスを使用するプロジェクトにおいては、当該プロジェクト活動の実施により、原材料の処理能力が増えたり、その他工程の重要な変更を引き起こさないこと

#### ③プロジェクト対象発電所が使用するバイオマス残渣は、1 年以上にわたり貯蓄されないこと

#### ④燃焼用のバイオマス残渣を準備するにあたって、輸送や機械的な処理以外に、大量のエネルギーを必要としないこと。

これらの条件に対して、本プロジェクトは以下の状況にあり、ACM0006 の適用条件を満たす。

#### ①本プロジェクトの建設地周辺は農業が中心であり、かつ、二毛作が行われている。そのため、本プロジェクトの周辺地域には、本プロジェクトの使用量を十分に超えるバイオマス残渣がある。

#### ②本プロジェクトは発電事業であり、原材料の処理能力やその他の工程に影響を与えない。

#### ③本プロジェクトの周辺地域には豊富なバイオマス資源があるため、1 年以上の貯蓄が必要な状況ではない。

#### ④本プロジェクトはバイオマス残渣の運搬、発電設備の運転、工場の運営以外で大量のエネルギーを必要としない。

また、ACM0002 は方法論を適用できる条件として、以下の 4 つがあげられる。

- ①グリッド接続する CO2 排出量ゼロの再生可能エネルギーによる発電プロジェクトであること
- ②化石燃料から再生可能エネルギーへの燃料転換を伴うプロジェクトではないこと
- ③プロジェクトが関係するグリッドの特性に関する情報が入手可能であること
- ④追加性は「追加性の説明及び評価ツール」を用いること

これらの条件に対して、本プロジェクトは以下の条件にあり、ACM0002 の適用条件を満たす。

- ①本プロジェクトは、グリッド接続型のバイオマス発電事業である。
- ②化石燃料から再生可能エネルギーへの燃料転換を伴うプロジェクトではない。
- ③中国では、プロジェクトが関係するグリッドの特性に関する情報が入手可能である。
- ④追加性は「追加性の説明及び評価ツール」を用いる

よって、本プロジェクトは、承認統合法論 ACM0002 及び ACM0006 の方法論を適用可能であると判断できる。

## 1. 9. ベースラインシナリオおよび追加性

ACM0006 においては、CDM 理事会が承認した「ベースラインシナリオの特定と追加性の証明を行うためのツール」を用いて、最も適したベースラインシナリオと追加性を証明する必要がある。

### 【ベースラインシナリオの特定】

発電方法のベースラインシナリオは「本プロジェクトは CDM プロジェクトがなければ実行されない場合 (P1)」であると考えられる。

バイオマス残渣の取り扱いのベースラインシナリオは、「バイオマス残渣は主に好氣的な状況下に山積みあるいは放置され、腐敗している場合。例えば、バイオマス残渣が平野に山積み、腐敗されている場合に適用できる場合 (B1)」と「バイオマス残渣はエネルギー目的のために有効利用されることなく不適切に焼却されている場合 (B3)」の 2 つであると考えられる。

この結果、ベースラインシナリオの方法論は 2 を選択する。

### 【代替シナリオの特定】

発電方法の代替シナリオは、2002 年～2004 年、華北グリッドでは発電量が毎年増加し、火力発電がほとんどであるため、本プロジェクトと同等の発電量の供給シナリオが代替手段のベースラインとして選択されるシナリオである。

バイオマス残渣の代替シナリオは、不適切に、山積み、腐敗及び焼却されているバイオマスをベースラインシナリオとする。

### 【投資分析】

ベンチマーク IRR と本プロジェクトの総投資 IRR が計算可能なため、「ベンチマーク分析」を選択する。中国では、2006 年に国家発展改革委員会と建設省が共同発表した「プロジェクトの経済性評価と主たる要素」によって、新規プロジェクトの FIRR が部門別ベンチマークより高ければ許認可するとしており、発電産業の総投資に対する部門別ベンチマーク IRR は 8% (税前) である。

本プロジェクトの IRR は CER 収入がなければ 6.97%、CER 収入があれば 11.38% となる。つまり、CER 収入がない場合には、中国のベンチマーク IRR の 8% より低くなる一方、CER 収入がある場合には、中国のベンチマーク IRR の 8% よりも高くなる。



## 【障壁分析】

①大規模バイオマス発電所の技術パフォーマンスが実証されていない。②バイオマス発電事業の燃料は天候による影響を受け、燃料調達に季節変動性がある。③中国政府の再生エネルギー発電の売電価格制度に不確かさがあるため、安定した売電収益を得ることができない可能性があるなどの観点から、バイオマス発電所は石炭火力発電所よりも魅力的な投資対象として考えられていない。また、現在の中国国産のバイオマス発電ボイラーの製造技術は実験段階であり、技術あるいは設備は外国の輸入に依存しており、バイオマス直燃発電所の運行経験も非常に不足している。一方で、石炭火力発電所は商業的、技術的に十分に発達しており、バイオマス発電所のような技術障壁、投資障壁はない。

さらに、山東省では、7件の類似バイオマス発電所建設案件があるが、外国投資企業で CDM を適用できない1件を除いて、全て CDM を適用済みあるいは適用予定である。

## 1. 10. プロジェクト実施による GHG 削減量

	ベースライン	プロジェクト
バイオマス残渣の自然腐敗や焼却によるメタンガス放出量	11,649t	—
バイオマス発電所がグリッド代替する GHG 排出量	143,205t	—
バイオマス発電所のバイオマス燃焼に伴う GHG 排出量	—	2,306t
バイオマス残渣を輸送する際のトラック燃料の GHG 排出量	—	524t
バイオマス発電所ボイラーのディーゼル燃焼の GHG 排出量	—	307t
合計	154,854t	3,137t
GHG 削減量		151,717t

※リーゲージ排出量はゼロ

## 1. 11. クレジット期間

クレジット期間は更新可能な7年とし、プロジェクトの稼働時期及びクレジット開始時期は2008年6月1日とする。

## 1. 12. 環境影響分析

本プロジェクトは、2006年8月31日に山東省環境保護局の設置認可を受けており、地方経済の発展だけではなく、環境や社会に対して良い影響を与えると評価されている。2006年7月の山東省環境保護科学研究設計院による『環境影響評価報告書』によれば、本プロジェクトによって環境が改善されると評価している。

## 1. 13. 利害関係者のコメント

山東省環境保護局及び聊城市環境保護局ともに本プロジェクトに対して好意的な意見である。現在、中国政府は経済成長とともに、環境政策も重視しているため、地球温暖化対策及び大気汚染対策に寄与する本プロジェクトに対して積極的な支援を表明している。

また、100%の利害関係者が本プロジェクトは必要と回答し、地域住民に対する影響（特に農家の収入増加）については、97%が有効と回答。また、本プロジェクトが国家基準を満たしても、環境に望ましくない影響があった場合には受け入れられるかどうかの質問に対しては、100%が受け入れられると回答



## 1. 14. 資金計画

本プロジェクトにおける資金調達は自己資金 20%、銀行融資 80%で行うことを予定している。自己資金 20%は、国電聊城発電有限公司（本プロジェクトの実施企業）、聊城市康橋商貿有限公司（地元企業）、聊城魯能華昌集団有限公司（地元企業）の3社で行う。なお、本プロジェクトでは公的資金による援助は受けない。

## 1. 15. 経済性の評価・分析

前提条件は以下のとおりである。

発電設備	30MW
年間売電量	139GWh
プロジェクト期間	21年
総投資額	293.3 百万元
年間 O&M コスト	55.25 百万元
売電価格(付加価値税除く)	0.60245 元/kWh
バイオマス購入コスト	260 元/トン
発電設備年間稼働時間	5,500 時間
所得税	33%
地方税、教育税	0.39 百万元/年
減価償却期間	15年
CER 価格	10 ドル/t-CO <sub>2</sub>
為替レート	7.5 元/ドル
クレジット期間	21年

本プロジェクトの IRR は、CER 収入がなければ 6.97%、CER 収入があれば 11.38%となる。よって、CER 収入がない場合には、中国のベンチマーク IRR の 8%より低くなる。また、CER 収入がある場合には、中国のベンチマーク IRR の 8%よりも高くなる。また、5 ドル/tCO<sub>2</sub> 以上であれば、ベンチマーク IRR の 8%を超える。また、現在の中国における CER の最低譲渡価格(primary CER)である 8.5 ユーロ/t-CO<sub>2</sub> の近似値である 13 ドル/tCO<sub>2</sub> の場合には、IRR は 11.82%となる。

## 1. 16. 事業化に向けた課題

### ①バイオマス残渣の安定的かつ安価な調達

山東省内においては、多数の類似のバイオマス発電所の建設が予定されており、今後、バイオマスの調達競争が行われる可能性がある。その場合には、バイオマス調達価格が上昇し、事業の収益性が大きく落ちるおそれがある

### ②バイオマス発電の売電価格の低下の可能性

中国政府は再生可能エネルギーの導入を推進しており、バイオマス発電の電力に対しては、0.25 元/kWh を上乗せして売却できる優遇制度を設けている。しかし、同様に、中国政府が推進している風力発電については、入札制度による競争によって、売却価格が低下傾向にある。

③バイオマス発電ボイラーの技術性能

中国では、大型バイオマス発電ボイラーの技術性能が国内で実証されていない。ボイラーの燃焼温度が高温となることによる腐食の発生、焼却不足による焼却灰の目詰まりによって、バイオマス発電所がストップする可能性がある。

④中国側プロジェクト実施者の確定

中国企業では、CDM プロジェクトをグループ戦略化する動きがある。本プロジェクトの電力会社は、全国展開を行う国電グループの地方の電力会社であり、国電グループのグループ戦略の影響を受けて、未だ、CDM プロジェクトの中国側実施者が明確になっていない。