

カンボジア王国

カンボジア国
精米工場を対象とした籾殻発電技術と事
業化スキームのパッケージサ
ービス展開事業調査（中小企業連携促進）

ファイナルレポート（要約版）

平成25年5月
（2013年）

独立行政法人 国際協力機構（JICA）

株式会社 EJ ビジネス・パートナーズ
株式会社エイト日本技術開発

| |
|--------|
| 民連 |
| JR |
| 13-057 |

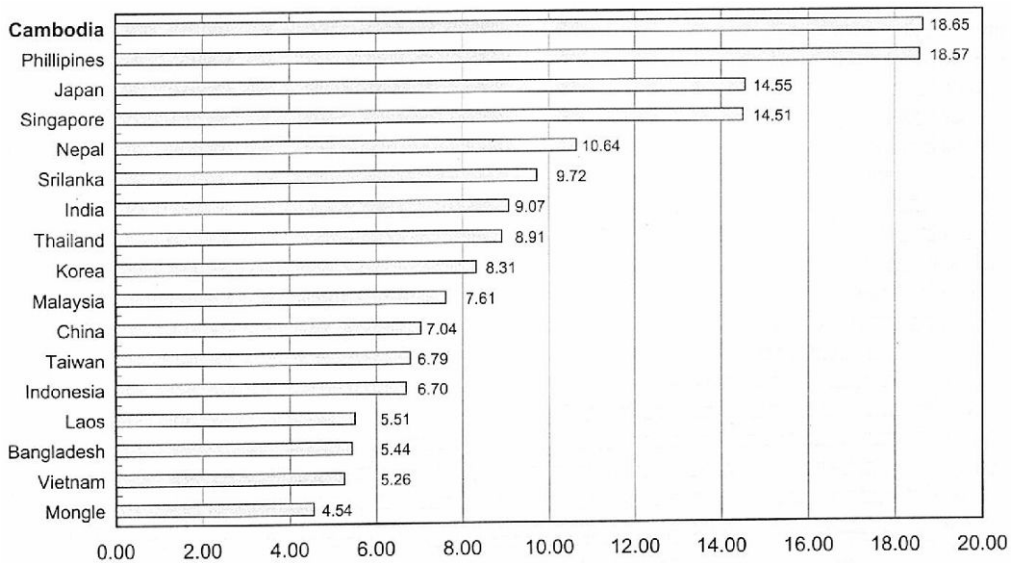
1. 事業の背景と目的

1.1. 本事業の背景

カンボジア国では、GDP 約 132 億米ドルの 32.8%を農業が占め、人口約 14 百万人の 8 割程度が農村地域で農家として生計を立てている。また、全体の農地面積の 97%は稲作地となっており、コメ関連産業が国内の経済発展にとって重要な要素の一つとなっている。これに対してカンボジア政府は、コメの増産と輸出振興政策を掲げ、国を挙げてコメ関連産業の活性化に取り組んでいる。しかしながら一方で、多くの稲穀がカンボジア国内で精米されず、国内の農家から隣国のタイ国やベトナム国へ直接流出しており、カンボジア政府政策の阻害要因となっている。さらに、カンボジア国内の精米事業者においては、高い電力コストが事業経営の大きな負担となっており、タイ国やベトナム国との稲穀調達競争で優位性を発揮しづらい状況が続いている。

精米事業者の電力コストの負担軽減という課題については、籾殻のエネルギー利用より解決できる可能性がある。籾殻はバイオマス資源の中でも、特に性質や形状が均質であるという特徴を有していることから、エネルギー燃料としての利用価値が非常に高い。しかし、籾殻発電設備の導入や維持管理には相応の人員および費用が必要となるため、自力で籾殻発電設備を導入することが容易でない精米事業者も数多く存在する。よって、これらの問題を解決し、カンボジア国内で籾殻発電所の導入を促進することが課題である。

図表1 カンボジア国と周辺国の電力料金 (¢/kWh)

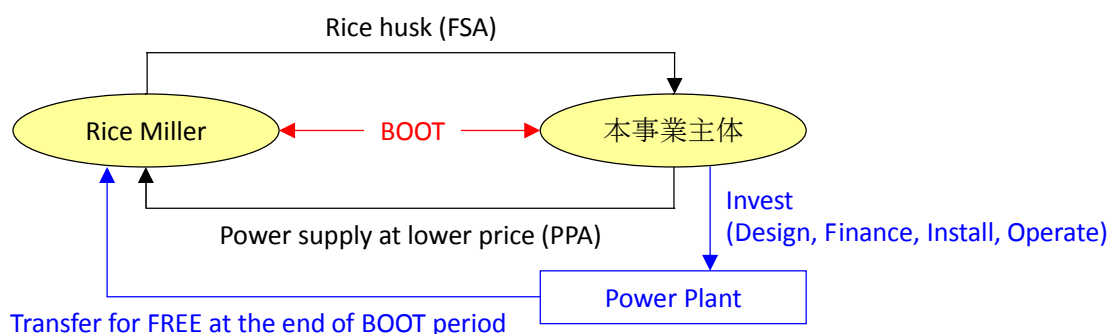


Source : 鉱工業エネルギー省

1.2. 本事業の目的

本事業は、カンボジア国内の精米事業者に対して、精米工場から排出される籾殻を燃料とした発電設備を、BOOT (Build Own Operate Transfer) 方式を用いて導入するものである。事業実施主体である株式会社 EJ ビジネス・パートナーズ (以下、本事業主体という) は、現地の精米事業者に代わり、籾殻発電設備の計画、資金調達、設計・建設、運転までを実施する。BOOT 期間の終了後には、籾殻発電設備にかかる一切の所有権や権利一式を、本事業主体から対象の精米事業者へ無償で譲渡する。さらに、対象の精米事業者とは BOOT 契約の他に、燃料供給契約 (FSA: Fuel Supply Agreement) と電力購入契約 (PPA: Power Purchase Agreement) を別途締結する。対象の精米事業者は本事業主体に対し、精米工場から排出される籾殻を一定量・固定価格で供給する代わりに、本事業主体は対象の精米事業者に対し、供給された籾殻から生成した電力を現在の電力価格よりも安価に供給することを基本方針とする。

図表2 事業化手法の概念図

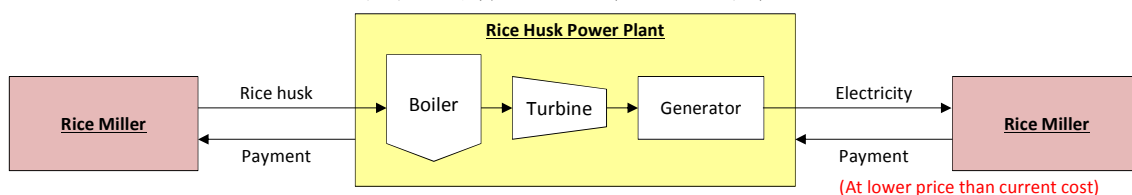


本事業では、現地精米事業者へ現在の電力コストよりも安価な電力を供給することで精米工場の運転コストを軽減し、現地農家からの稲籾調達における競争力の増強により、国内のコメ増産と輸出の振興や国内精米事業の活性化に寄与することを基本目的とする。また、対象の精米事業者にとっては、BOOT 方式を適用することで、籾殻発電設備の導入にかかるプラント費用や専任人材の雇用コスト、維持管理費 (メンテナンスコスト)、諸作業の手間等にかかることなく、自社の籾殻を燃料とする発電設備を導入することができるというメリットが生じる。

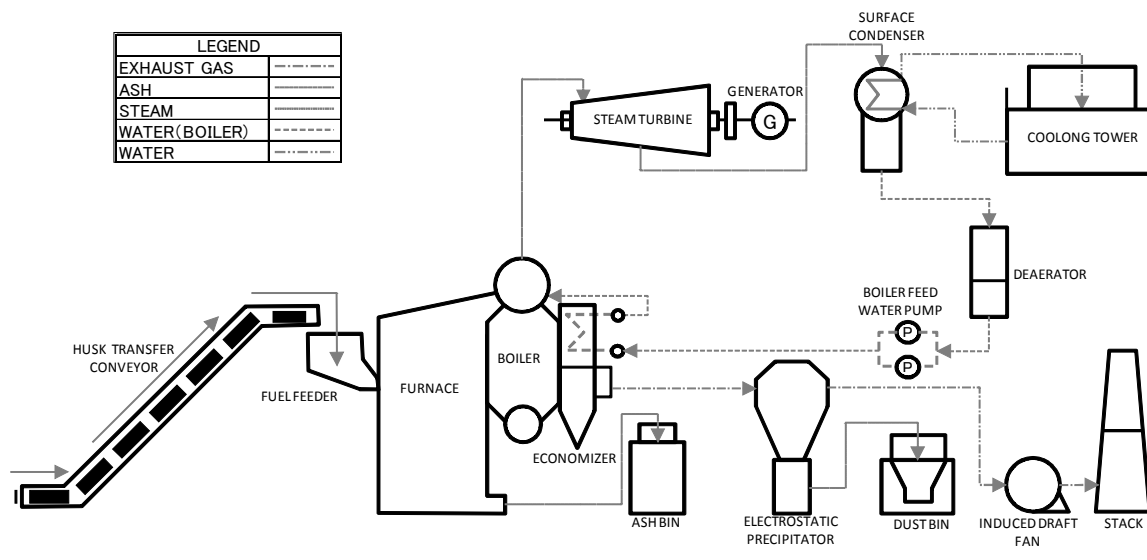
1.3. 本事業の実施方針

本事業で適用する発電技術は、既に他国の籾殻発電事業で多数の導入実績があり連続運転が可能な、直接燃焼による蒸気タービン発電方式（BTG：Boiler Turbine Generator）とする。また、本事業の発電規模は、投資効率を考慮して1件あたり1,000kW以上とし、精米量100トン/日以上以上の精米工場を対象とする。一般に、精米過程で発生する籾殻の量は精米量の22%程度である。1,000kWhの発電に必要な籾殻量は1.8トン/時とすると、精米量100トン/日以上以上の精米工場であれば、1,000kWの発電設備を24時間連続運転するのに必要な籾殻量の5割程度を供給することができる。

図表3 事業フロー（イメージ図）



図表4 一般的な BTG による発電フロー



2. 調査概要

2.1. 本調査の概要

| | |
|------|--|
| 調査名 | カンボジア国精米工場を対象とした籾殻発電技術と事業化スキームのパッケージサービス展開事業調査（中小企業連携促進） |
| 発注者 | 独立行政法人 国際協力機構 |
| 受注者 | カンボジア国精米工場を対象とした籾殻発電技術と事業化スキームのパッケージサービス展開事業調査（中小企業連携促進） 共同企業体 ・株式会社 EJ ビジネス・パートナーズ（代表者） ・株式会社エイト日本技術開発（構成員） |
| 業務期間 | 2012年9月13日～2013年5月27日 |

2.2. 本調査の実施方針

本事業のようなバイオマス発電事業において、燃料の安定調達には重要な要素の一つであるため、本調査では実際の籾殻発生量に対して余裕を持った燃料調達計画を実施することを基本方針とした。また、燃料供給を担う対象精米工場の経営リスクを評価するため、カンボジア国内の精米事業環境を調査した。さらに、国策としての大規模電源開発や電線網拡充による対象地域の公共電力価格低減による、本事業の売電価格の低下リスクについても十分配慮する必要があるため、カンボジア国内の電力セクターの概況や将来の開発計画について調査・整理することとした。

図表5 調査の概要

| 調査項目 | 調査内容 |
|-------------|--|
| 現地事業環境 | 投資優遇制度、税制度、会計制度、電力関連法制度、環境関連法制度、精米事業環境、電力事業環境等 |
| 本事業のビジネスモデル | 顧客対象抽出、競合他社との差別化、導入技術、プロジェクトサイト選定 |
| 事業計画の策定 | 事業スケジュール、発電所基本計画、燃料調達計画、電力販売計画、籾殻焼却灰処理計画、運転・維持管理計画、初期事業費積算、資金調達計画、減価償却計画、融資返済計画、事業期間中の想定財務諸表、事業性評価 |
| 事業リスク | 主な事業リスクの抽出、リスク発生時の影響評価 |
| 環境社会配慮 | スコーピング、対策方針案 |

3. 調査結果

3.1. 現地事業環境

3.1.1. 投資優遇制度

図表6 投資優遇制度調査結果の概要（本事業への適用条件）

| 項目 | 内容 |
|-------------------|-------------------------------------|
| 投資活動禁止 | 該当なし |
| 投資優遇措置適用のネガティブリスト | 該当なし |
| 法人税の免税 | 適用可能性あり（期間中 0%） |
| 法人税の免税期間 | 最低 5 年間（利益の発生時期による） |
| 輸入税の免税 | 適用可能性あり（0%） |
| 外資規制 | 適用なし（土地所有なし） |
| 投資保障 | 適用（海外送金の自由、価格統制の禁止等） |
| 投資ライセンス取得期間 | 申請から最低 31 営業日 ※遅延リスクは十分に考慮する必要あり |
| 投資ライセンス申請料 | 約 1,800 米ドル |

3.1.2. 税制度

図表7 税制度調査結果の概要（本事業への適用条件）

| 項目 | 内容 |
|--------------------------|---------|
| 法人所得税 | 年率 20% |
| 源泉徴収税 | — |
| 利息支払（国外居住者） | 14% |
| 配当送金（国外居住者） | 14% |
| サービス対価支払（国外居住者） | 14% |
| 付加価値税 | 10% |
| 登録税（企業登録時） | 300 米ドル |
| 不動産税（農地除く、25 千米ドル以上の不動産） | 年率 0.1% |
| 輸入税（機器、設備等） | 15% |

3.1.3. 電力関連法制度

図表8 電力関連法制度調査結果の概要（本事業への適用条件）

| 項目 | 内容 |
|---------------|-------------------------------------|
| 電力事業ライセンス種別 | Power Generation（発電ライセンス） |
| 年間のライセンス料 | 0.000425 米ドル/kWh（発電量ベース） |
| 発電所の性能 | 電力法に規定された、電力技術基準の一般要求事項および特別要求事項に準拠 |
| 電力事業ライセンス取得期間 | 合計 15 カ月（MIME=12 カ月+EAC=3 カ月） |
| 電力事業ライセンス申請料 | 150 米ドル |

MIME：鉱工業エネルギー省

EAC：電力庁

3.1.4. 環境関連法制度

図表9 環境関連法制度調査結果の概要（本事業への適用条件）

| 項目 | 内容 |
|-------------|---|
| 環境影響評価の実施義務 | なし |
| 環境関連基準 | <ul style="list-style-type: none"> ・ プラント排水の放流水質基準に準拠 ・ 固形廃棄物（籾殻灰）の管理基準に準拠 ・ プラント排気の大気放出基準、プラント騒音基準に準拠 |

3.1.5. 精米事業環境

図表10 精米事業環境調査結果の概要

| 項目 | 内容 |
|----------|--|
| 精米事業者の動向 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 国内の既存精米事業者数は全体で 15,499（2012 年 11 月現在）である。 ・ 事業費が 50 千米ドル以上の中規模・大規模クラスの精米事業者数は 145 あり、ほとんどの精米事業者が小規模事業者である。 ・ 2010 年にカンボジア政府がコメの増産と輸出振興政策を打ち出した後、大規模精米事業者の新規参入が増加している（新たな投資優遇措置の適用を受けた事業数は、2010 年時点=0 件、2011 年=2 件、2012 年=6 件）。 |
| 籾殻の利用状況 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 国内の精米事業者による現在の籾殻の処分方法は、自家籾殻発電設備での燃料利用や、他需要者（レンガ工場、塩工場等）へ売却などがある。 ・ 国内の大・中規模精米工場では籾殻のガス化発電設備（インド技 |

術、カンボジア製造) を導入しているケースが一般的で、現時点では 8 割程度と同規模精米工場で既に導入されている。

- 既に籾殻ガス化発電設備を導入している精米事業者においては、燃料を自社工場で発生する籾殻で賄うことができるため、大幅に電力コストを下げる事が可能となっている。
- ただし、現在普及している籾殻ガス化発電設備の環境面への影響については、籾殻炭や洗浄水の管理面で、多少の問題があることが確認できた。



籾殻ガス化発電設備（反応炉）



籾殻ガス化発電設備（ガスエンジン）



籾殻ガス化炉からの排出炭



籾殻ガス化発電設備の排水処理装置

3.1.6. 電力事業環境

図表11 電力事業環境調査結果の概要

| 項目 | 内容 |
|-----------|---|
| 電力セクターの概況 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 地方部は、主に小規模の発・配電事業者が、低効率の小型発電機を使用して電力供給を実施しており、電力価格が高額となっている（プノンペン市近郊＝0.15～0.21 米ドル/kWh 程度、Kampong Thom 州や Kampong Cham 州＝最高 1.00 米ドル/kWh）。 ・ 今後 2020 年までに、大規模電源および広域送電線網の計画・開発計画されており、国内の電力不足問題や電力価格高騰問題も解消に向かうと期待できる。 |
| 籾殻発電事業の動向 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 既存の精米工場では、自家発電設備として、インドの籾殻ガス化技術をベースにした籾殻ガス化発電設備が広く普及している。当該設備の既存サプライヤーとしては、SME 社というカンボジア企業が国内では有名である。 ・ 公共グリッドへの売電を目的とした籾殻発電事業では、カンボジア企業である SOMA 社が、Kampong Cham 州内にて 1.5MW 規模の籾殻発電所（インドのガス化技術と GE 社のガス発電機）の建設に着手している。 ・ 籾殻の直接燃焼による蒸気発電技術を導入している大型の籾殻発電事業としては、Angkor 籾殻発電所（2,000kW）がある。発電電力全量が隣接する Angkor 精米工場へ供給されているほか、籾殻焼却灰の土壌改良材やセメント材としての販売検討も実施されている。 |



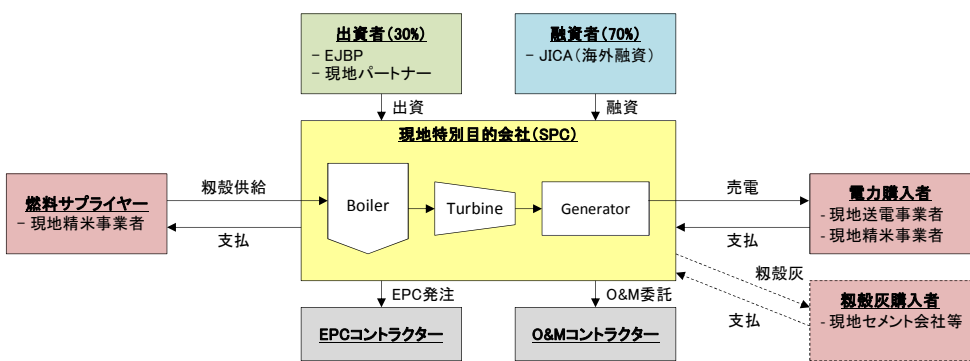
Angkor 籾殻発電所全景



籾殻焼却灰のパッキングプラント

3.2. 本事業のビジネスモデル

図表12 ビジネスモデル検討結果の概要

| 項目 | 内容 |
|---------------------|--|
| 顧客対象の抽出、プロジェクトサイト選定 | <ul style="list-style-type: none"> 現地事業環境調査から得られた情報を基に、本事業の顧客対象となる精米工場の条件を、以下の通り整理した。 <ol style="list-style-type: none"> ① 精米量が 100 トン/日（1MW の発電に必要な粳穀量の 5 割程度を供給可能）以上であり、十分な余剰粳穀量があること。 ② 粳穀を燃料とした自家発電設備が既に導入されておらず、現在の電力価格が高いこと（本事業からの売電メリットの確保）。 ③ 自社敷地に 2ha 以上の空き地が残っている精米工場で、新たに事業用地の確保が必要ないこと。 本調査内で個別訪問調査を実施した 7 カ所の精米工場について、上記条件より比較検討を実施し、Kampong Cham 州に位置する Lor Ngor Pheng Rice Mill（以下、LNPRM という）を最優先顧客として選定した。 |
| 競合他社との差別化 | <ul style="list-style-type: none"> 本事業における競合他社（他の粳穀発電事業参入者）との差別化要因を、以下の通り整理した。 <ol style="list-style-type: none"> ① 本事業では BOOT スキームを用いることで、顧客である精米事業者は、イニシャルコスト、設計・建設時の作業、メンテナンス等の負担を回避することができる。 ② 本 BOOT スキーム導入によるメリット供与（安価な電力、メンテナンスフリー、契約期間終了後のプラントの無償譲渡等）により、排他的な粳型取引を形成し、燃料の安定調達を確保する。 ③ 環境関連法基準値（排水水質、大気放出物質）を満たすことを前提とし、粳穀灰についても人体影響の少ない非結晶シリカを生成できる燃焼管理方法をとることで、顧客である精米事業者においては、将来の環境対応リスクの低減が可能となる。 |
| 事業実施体制 | <ul style="list-style-type: none"> 本事業の実施にあたっては、下図に示す体制で対応する。  <p>The diagram illustrates the business model structure. At the center is the '現地特別目的会社 (SPG)' (Local Special Purpose Vehicle). It receives '出資' (Investment) from '出資者 (30%)' (Investors: EJPB and local partners) and '融資' (Financing) from '融資者 (70%)' (Financiers: JICA). The SPG owns the 'Boiler', 'Turbine', and 'Generator'. '燃料サプライヤー' (Fuel Supplier, local rice mill) provides '粳穀供給' (Rice grain supply) to the boiler and receives '支払' (Payment) from the SPG. The SPG sells '売電' (Power) to '電力購入者' (Power Buyer: local utility and rice mill) and receives '支払' (Payment) in return. The SPG provides 'EPC発注' (EPC orders) to 'EPCコントラクター' (EPC Contractor) and 'O&M委託' (O&M commissioning) to 'O&Mコントラクター' (O&M Contractor). '粳穀灰' (Rice husk ash) is sent to '粳穀灰購入者' (Rice husk ash Buyer: local cement companies) and receives '支払' (Payment) from them.</p> |

3.3. 事業計画の策定

図表13 事業計画検討結果の概要

| 項目 | 内容 |
|----------|--|
| 事業スケジュール | <ul style="list-style-type: none"> ・ 2017年1月から商業運転開始。 ・ 乾季中（11月～5月）の基礎工事実施がコントロール条件。 |
| 発電容量等 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1,000kW (Gross)、880kW (Net)。 ・ 現状、確実な調達が期待できる1年間の粃殻量と、発電所の消費燃料量から発電容量を設定。 |
| 燃料調達計画 | <ul style="list-style-type: none"> ・ メイン調達先の LNPRM から、5米ドル/トンの固定価格で調達。また、サブ調達先としてプロジェクトサイト付近の別精米工場から、10米ドル/トン×10%/年（インセンティブ）の変動価格で調達。 ・ 初期の調達比率（メイン＝77%、サブ＝23%）から、メイン調達率を毎年6.7%程度上げていくため、全体の調達コストは変わらず、むしろ減少傾向に。 |
| 売電計画 | <ul style="list-style-type: none"> ・ LNPRM へ 100kW×24時間×330日＝792,000kWh/年を 0.16米ドル/kWh で、take or pay にて売却。 ・ 送電事業者へ 780kW×24時間×330日＝6,177,600kWh/年を 0.12米ドル/kWh で、take and pay にて売却。 |
| 粃殻灰処分計画 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 粃殻燃料 14,256 トン/年×16%＝2,281 トン/年の粃殻灰が発生。 ・ カ国内セメント工場に売却予定も、取引条件交渉は実物粃殻灰ベースでの実施となるため、現時点では0米ドル/トンとする。 |
| 事業運営計画 | <ul style="list-style-type: none"> ・ O&M コスト 149,440 米ドル/年＋SPC 運営経費 37,491 米ドル/年＝186,931 米ドル/年（事業運営コスト）。 |
| EPC 見積り | <ul style="list-style-type: none"> ・ EPC コスト 4,027,500 米ドルで、タイ国の EPC 企業に発注を想定。 ・ 同種実績と見積額、実施体制等から選定。 ・ タービン発電機は日本製を指定済み。 |
| 資金調達計画 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 合計調達額＝4,510,018 米ドル（EPC コスト、事業準備費用、初年度運転費用、建中金利含む）。 ・ 株主資本＝1,489,740 米ドル（33%）、融資＝3,020,277 米ドル（67%）。 |
| 融資計画 | JICA 海外融資想定（円建て、15年返済、グレース2年、4%固定利子）。 |
| 事業性試算結果 | <ul style="list-style-type: none"> ・ P-IRR＝6.26%（11年回収）。 ・ E-IRR＝10.81%（9年回収）。 |

年間財務諸表

a) 損益計算書

| | 単位 | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 | 2019年 | 2020年 | 2021年 | 2022年 | 2023年 | 2024年 | 2025年 | 2026年 | 2027年 | 2028年 | 2029年 |
|---------------|------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 事業年数 | 年 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 運転年数 | 年 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 売上高 | USD | 0 | 0 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 |
| 売電収入 | USD | 0 | 0 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 | 868,032 |
| 粉砕灰売却収入 | USD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 売上原価 | USD | 0 | 0 | 237,330 | 236,296 | 231,544 | 226,528 | 221,248 | 220,720 | 220,720 | 220,720 | 220,720 | 220,720 | 220,720 | 220,720 | 220,720 |
| 粉砕調達コスト | USD | 0 | 0 | 87,890 | 86,856 | 82,104 | 77,088 | 71,808 | 71,280 | 71,280 | 71,280 | 71,280 | 71,280 | 71,280 | 71,280 | 71,280 |
| O&Mコスト | USD | 0 | 0 | 149,440 | 149,440 | 149,440 | 149,440 | 149,440 | 149,440 | 149,440 | 149,440 | 149,440 | 149,440 | 149,440 | 149,440 | 149,440 |
| 売上総利益 | USD | 0 | 0 | 630,702 | 631,736 | 636,488 | 641,504 | 646,784 | 647,312 | 647,312 | 647,312 | 647,312 | 647,312 | 647,312 | 647,312 | 647,312 |
| 減価償却費 | USD | 0 | 0 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 |
| 事業経費 | USD | 0 | 0 | 18,091 | 18,091 | 18,091 | 18,091 | 18,091 | 18,091 | 18,091 | 18,091 | 18,091 | 18,091 | 18,091 | 18,091 | 18,091 |
| 会社運営経費 | USD | 0 | 0 | 19,400 | 19,400 | 19,400 | 19,400 | 19,400 | 19,400 | 19,400 | 19,400 | 19,400 | 19,400 | 19,400 | 19,400 | 19,400 |
| その他経費 | USD | 2,250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 営業利益 | USD | -2,250 | 0 | 391,836 | 392,870 | 397,622 | 402,638 | 407,918 | 408,446 | 408,446 | 408,446 | 408,446 | 408,446 | 408,446 | 408,446 | 408,446 |
| 利息支払 | USD | 120,811 | 120,811 | 120,811 | 111,518 | 102,225 | 92,932 | 83,638 | 74,345 | 65,052 | 55,759 | 46,466 | 37,173 | 27,879 | 18,586 | 9,293 |
| 源泉徴収税(利息支払) | USD | 16,914 | 16,914 | 16,914 | 15,613 | 14,312 | 13,010 | 11,709 | 10,408 | 9,107 | 7,806 | 6,505 | 5,204 | 3,903 | 2,602 | 1,301 |
| 不動産税(固定資産税) | USD | 0 | 0 | 3,826 | 3,625 | 3,423 | 3,222 | 3,021 | 2,819 | 2,618 | 2,417 | 2,215 | 2,014 | 1,812 | 1,611 | 1,410 |
| 税引き前利益 | USD | -139,975 | -137,725 | 250,285 | 262,114 | 277,662 | 293,474 | 309,550 | 320,874 | 331,669 | 342,464 | 353,260 | 364,055 | 374,852 | 385,647 | 396,442 |
| 法人所得税 | USD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 61,910 | 64,175 | 66,334 | 68,493 | 70,652 | 72,811 | 74,970 | 77,129 | 79,288 |
| 純利益 | USD | -139,975 | -137,725 | 250,285 | 262,114 | 277,662 | 293,474 | 247,640 | 256,699 | 265,335 | 273,971 | 282,608 | 291,244 | 299,882 | 308,518 | 317,154 |

b) 貸借対照表

| | 単位 | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 | 2019年 | 2020年 | 2021年 | 2022年 | 2023年 | 2024年 | 2025年 | 2026年 | 2027年 | 2028年 | 2029年 |
|------------------|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 事業年数 | 年 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 運転年数 | 年 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 資産合計 | USD | 4,370,043 | 4,232,318 | 4,035,329 | 3,838,577 | 3,642,136 | 3,446,012 | 3,248,971 | 3,052,111 | 2,855,423 | 2,658,908 | 2,462,567 | 2,266,397 | 2,070,401 | 1,874,577 | 1,678,926 |
| 固定資産(発電プラント残存価値) | USD | 4,027,500 | 4,027,500 | 3,826,125 | 3,624,750 | 3,423,375 | 3,222,000 | 3,020,625 | 2,819,250 | 2,617,875 | 2,416,500 | 2,215,125 | 2,013,750 | 1,812,375 | 1,611,000 | 1,409,625 |
| 現金(配当後累計キャッシュ) | USD | 342,543 | 204,818 | 209,204 | 213,827 | 218,761 | 224,012 | 228,346 | 232,861 | 237,548 | 242,408 | 247,442 | 252,647 | 258,026 | 263,577 | 269,301 |
| 負債・資本合計 | USD | 4,370,043 | 4,232,318 | 4,035,329 | 3,838,577 | 3,642,136 | 3,446,012 | 3,248,971 | 3,052,111 | 2,855,423 | 2,658,908 | 2,462,567 | 2,266,397 | 2,070,401 | 1,874,577 | 1,678,926 |
| 融資金借入残高 | USD | 3,020,277 | 3,020,277 | 2,787,948 | 2,555,619 | 2,323,290 | 2,090,961 | 1,858,632 | 1,626,303 | 1,393,974 | 1,161,645 | 929,316 | 696,987 | 464,658 | 232,329 | 0 |
| 株主資本金 | USD | 1,489,740 | 1,489,740 | 1,489,740 | 1,489,740 | 1,489,740 | 1,489,740 | 1,489,740 | 1,489,740 | 1,489,740 | 1,489,740 | 1,489,740 | 1,489,740 | 1,489,740 | 1,489,740 | 1,489,740 |
| 利益剰余金 | USD | -139,975 | -277,700 | -242,359 | -206,782 | -170,894 | -134,690 | -99,402 | -63,933 | -28,291 | 7,523 | 43,510 | 79,670 | 116,003 | 152,508 | 189,186 |

c) キャッシュフロー計算書

| | 単位 | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 | 2019年 | 2020年 | 2021年 | 2022年 | 2023年 | 2024年 | 2025年 | 2026年 | 2027年 | 2028年 | 2029年 |
|--------------------|------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 事業年数 | 年 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 運転年数 | 年 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 営業キャッシュフロー | USD | -139,975 | -137,725 | 451,660 | 463,489 | 479,037 | 494,849 | 449,015 | 458,074 | 466,710 | 475,346 | 483,983 | 492,619 | 501,257 | 509,893 | 518,529 |
| 税引き前利益 | USD | -139,975 | -137,725 | 250,285 | 262,114 | 277,662 | 293,474 | 309,550 | 320,874 | 331,669 | 342,464 | 353,260 | 364,055 | 374,852 | 385,647 | 396,442 |
| 減価償却費 | USD | 0 | 0 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 | 201,375 |
| 法人所得税支払 | USD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -61,910 | -64,175 | -66,334 | -68,493 | -70,652 | -72,811 | -74,970 | -77,129 | -79,288 |
| 投資キャッシュフロー | USD | -4,027,500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| EPCコスト支払 | USD | -4,027,500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 財務キャッシュフロー | USD | 4,510,018 | 0 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 |
| 融資金借入 | USD | 3,020,277 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 融資金返済 | USD | 0 | 0 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 | -232,329 |
| 株主資本金払込 | USD | 1,489,740 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 配当前フリーキャッシュ | USD | 342,543 | -137,725 | 219,331 | 231,160 | 246,708 | 262,520 | 216,686 | 225,745 | 234,381 | 243,017 | 251,654 | 260,290 | 268,928 | 277,564 | 286,200 |
| 配当引当金(税込) | USD | 0 | 0 | -214,944 | -226,537 | -241,774 | -257,270 | -212,352 | -221,230 | -229,694 | -238,157 | -246,621 | -255,084 | -263,549 | -272,012 | -280,476 |
| 配当後フリーキャッシュ | USD | 342,543 | -137,725 | 4,387 | 4,623 | 4,934 | 5,250 | 4,334 | 4,515 | 4,688 | 4,860 | 5,033 | 5,206 | 5,379 | 5,551 | 5,724 |
| 累計フリーキャッシュ | USD | 342,543 | 204,818 | 209,204 | 213,827 | 218,761 | 224,012 | 228,346 | 232,861 | 237,548 | 242,408 | 247,442 | 252,647 | 258,026 | 263,577 | 269,301 |

事業性試算結果

a)投資ベンチマーク

| 項目 | 内容 | 備考 |
|---------------|-----|-----------|
| Project-IRR | 9% | 加重平均資本コスト |
| Equity-IRR | 20% | 配当金支払前 |
| 株主期待リターン | 20% | |
| 株主資本割合(対事業資金) | 33% | |
| 融資金金利 | 4% | |

b)事業評価

| | 単位 | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 | 2019年 | 2020年 | 2021年 | 2022年 | 2023年 | 2024年 | 2025年 | 2026年 | 2027年 | 2028年 | 2029年 |
|---------------|-----|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| 事業年数 | 年 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 運転年数 | 年 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| プロジェクト投資額 | USD | -4,510,018 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| プロジェクト回収額 | USD | 0 | 0 | 572,471 | 575,007 | 581,262 | 587,781 | 532,653 | 532,419 | 531,762 | 531,105 | 530,449 | 529,792 | 529,136 | 528,479 | 527,822 |
| プロジェクト収支 | USD | -4,510,018 | 0 | 572,471 | 575,007 | 581,262 | 587,781 | 532,653 | 532,419 | 531,762 | 531,105 | 530,449 | 529,792 | 529,136 | 528,479 | 527,822 |
| 累計プロジェクト回収額 | USD | -4,510,018 | -4,510,018 | -3,937,547 | -3,362,540 | -2,781,278 | -2,193,497 | -1,660,844 | -1,128,424 | -596,662 | -65,557 | 464,892 | 994,684 | 1,523,820 | 2,052,298 | 2,580,120 |
| Project-IRR | % | 6.26 | | | | | | | | | | | | | | |
| Project-NPV | USD | -720,802 | | | | | | | | | | | | | | |
| プロジェクト投資額回収期間 | 年 | 11 | | | | | | | | | | | | | | |
| 株主資本投資額 | USD | -1,489,740 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 株主資本回収額 | USD | 0 | 0 | 219,331 | 231,160 | 246,708 | 262,520 | 216,686 | 225,745 | 234,381 | 243,017 | 251,654 | 260,290 | 268,928 | 277,564 | 286,200 |
| 株主資本収支 | USD | -1,489,740 | 0 | 219,331 | 231,160 | 246,708 | 262,520 | 216,686 | 225,745 | 234,381 | 243,017 | 251,654 | 260,290 | 268,928 | 277,564 | 286,200 |
| 累計株主本回収額 | USD | -1,489,740 | -1,489,740 | -1,270,409 | -1,039,249 | -792,541 | -530,021 | -313,335 | -87,590 | 146,791 | 389,808 | 641,462 | 901,752 | 1,170,680 | 1,448,243 | 1,734,443 |
| Equity-IRR | % | 10.81 | | | | | | | | | | | | | | |
| Equity-NPV | USD | -489,941 | | | | | | | | | | | | | | |
| 株主資本投資額回収期間 | 年 | 9 | | | | | | | | | | | | | | |

3.4. 事業リスク

図表14 事業リスク検討結果の概要

| 項目 | 内容 |
|---------------------------------------|---|
| 粃殻調達リスク （粃殻調達コストの増加による事業計画への影響を試算） | <ul style="list-style-type: none"> ・ 試算の結果、粃殻調達量の70%が不足し、それらを15米ドル/トンで調達しても、キャッシュショートは生じない。 ・ 同ケース下での調達価格のブレークポイント（キャッシュショートの発生）は30米ドル/トン。 |
| 売電リスク （売電価格低下による事業計画への影響を試算） | <ul style="list-style-type: none"> ・ 試算の結果、売電価格のブレークポイント（キャッシュショートの発生）は、現計画の0.12米ドル/kWhから30%程度低下した0.08米ドル/kWh（現在のタイ国と同程度の価格水準以下になる）。 |
| 為替リスク （為替変動による事業計画への影響を試算） | <ul style="list-style-type: none"> ・ 本事業計画では、融資返済のみ円建て（その他は米ドル建ての決済）となり、米ドルと円の為替リスクが発生する。 ・ 試算の結果、為替変動のブレークポイント（キャッシュショートの発生）は現状95円/米ドルから30%程度円高の66.5円/米ドル。 |

3.5. 環境社会配慮

図表15 環境社会配慮検討結果の概要

| 対策項目 | 事前環境及び生活環境に関する基本方針 |
|--------|---|
| 排水対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 本事業で発生する排水（機器清掃、場内清掃等による排水）は、一部再生利用、残りの排水は規制基準まで適切に処理し、排出する。 |
| 廃棄物対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 本事業で発生する粃殻灰は、場内に飛散防止措置を施した貯留スペースを設け、限られた空間にて適切に管理する。 |
| 大気放出対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 本事業で発生する排ガスは、大気放出前に集じん装置を通し、規制基準まで適切に処理し、排出する。 |
| 騒音対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 騒音発生の大い機器類（ファンやタービン発電機等）は、防音カバー設置等の対策を講じる。また、防音材の設置や独立機械基礎の設置など、建築構造的な防振対策も検討する。 ・ 施設レイアウトについては、騒音発生源を敷地境界線から十分に距離減衰ができるように配置する。 |
| 労働環境 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 労働者の健康に配慮した設備設計とする。作業環境に応じて、労働者が保護具を着用する個所（灰貯留場等）を設ける。また、排水、排気については十分にモニタリングを行う。 |

4. 今後の課題（粃殻灰の売却可能性）

本事業では、年間 14,256 トンの粃殻を発電燃料として利用するが、そこから 2,281 トン/年（16%程度）の粃殻灰が排出される。本調査では、粃殻発電所から排出される粃殻灰を他社に売却した場合、先に示した事業性がどのように向上するかを検証した結果、75 米ドル/トン程度の売却価格であれば、E-IRR が 20.04%、株主資本金回収期間が 6 年となることが分かった。

粃殻発電所が多数あるタイ国では粃殻灰を売却するのが一般的となっており、セメント材料としての取引単価の最高値は 100 米ドル/トン程度とのことで、75 米ドル/トンの実現性が期待できる。また、Angkor 粃殻発電所は自社の粃殻灰をカンボジア国内の大手セメント会社にサンプル提供し、セメント材料としての有用性が確認できたので、現在は具体的な取引条件について協議を進めているとのことであった。今後は Angkor 粃殻発電所での粃殻灰の取引条件の交渉経過を注視し、カンボジア国内での粃殻灰売却価格が明らかになった時点で再度、本事業の事業性を評価することとする。

