

平成25年度外務省政府開発援助海外経済協力事業
（本邦技術活用等途上国支援推進事業）委託費
「案件化調査」

ファイナル・レポート

フィリピン国

バイオガス発電技術普及案件化調査

平成26年3月
（2014年）

株式会社大原鉄工所
株式会社PEARカーボンオフセット・イニシアティブ
共同企業体

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、株式会社大原鉄工所・株式会社PEARカーボンオフセット・イニシアティブ共同企業体を実施した平成25年度外務省政府開発援助海外経済協力事業（本邦技術活用等途上国支援推進事業）委託費（案件化調査）の結果を取りまとめたもので、外務省の公式見解を表わしたものではありません。

目 次

巻頭写真

略語表

要旨

はじめに

| | |
|---|-----------|
| 第1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認 | 1 |
| 1.1. フィリピン国における政治・経済の概況 | 1 |
| 1.2. 中部ルソン地域、パンパンガ州、メキシコ町の政治・経済・農業 | 4 |
| 1.3. 対象国の対象分野における開発課題の現状 | 5 |
| 1.4. 対象国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度 | 18 |
| 1.5. 気候変動問題 | 23 |
| 1.6. 対象国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析 | 26 |
| 第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し | 32 |
| 2.1. 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み | 32 |
| 2.2. 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ | 38 |
| 2.3. 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献 | 39 |
| 2.4. 想定する事業の仕組み | 39 |
| 2.5. 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール | 43 |
| 2.6. リスクと対応 | 44 |
| 第3章 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動 | 46 |
| 3.1. 現地適合性検証活動の概要 | 46 |
| 3.2. 現地適合性検証活動の結果 | 47 |
| 3.3. 気候変動支援策の活用について | 50 |
| 3.4. 採算性の検討 | 61 |
| 第4章 ODA 案件化による対象国における開発効果及び提案活動項目毎の内容と成果 | 67 |
| 4.1. 提案製品・技術と開発課題の整合性 | 67 |
| 4.2. ODA 案件化を通じた製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果 | 73 |
| 4.3. ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果 | 73 |

| | | |
|-------|-----------------|----|
| 第 5 章 | ODA 案件化の具体的提案 | 74 |
| 5.1. | ODA 案件概要 | 74 |
| 5.2. | 具体的な協力内容及び開発効果 | 78 |
| 5.3. | 他 ODA 案件との連携可能性 | 89 |



| | | |
|--------|--------------------------|----|
| 図 1-1 | フィリピン国の行政区分 | 1 |
| 図 1-2 | フィリピンの行政区分 | 2 |
| 図 1-3 | フィリピン国の GNI の推移 | 3 |
| 図 1-4 | パンパンガ州・メキシコ町位置図 | 5 |
| 図 1-5 | 電力セクターの自由化に向けた変化 | 7 |
| 図 1-6 | フィリピン国の電力セクターの概要 | 7 |
| 図 1-7 | 各発電種別の総発電量 (GWh) | 10 |
| 図 1-8 | フィリピン国の送電線と変電所の状況 | 12 |
| 図 1-9 | フィリピン国の発電所位置図 | 17 |
| 図 1-10 | 再生可能エネルギー導入ロードマップ | 18 |
| 図 1-11 | 北大西洋の熱帯低気圧追跡マップ | 24 |
| 図 1-12 | 1948-200 年の地域別台風通過頻度 | 24 |
| 図 1-13 | 大型台風ヨランダ通過地域 | 25 |
| 図 2-1 | 技術概念図 | 32 |
| 図 2-2 | 下水消化ガスへの導入事例 | 35 |
| 図 2-3 | 食品工場排水由来バイオガスへの導入事例 | 35 |
| 図 2-4 | 生ごみ及び有機性廃棄物由来バイオガスへの導入事例 | 36 |
| 図 2-5 | 家畜糞尿メタン発酵ガスへの導入事例 | 36 |
| 図 2-6 | バイオガス醗酵槽のメカニズム | 37 |
| 図 2-7 | バングラデシュのバイオガス CDM 事業 | 38 |
| 図 2-8 | ビジネスモデル | 40 |
| 図 2-9 | 事業スキーム | 40 |
| 図 2-10 | 低圧連携 | 42 |
| 図 2-11 | 高圧連携 | 43 |
| 図 3-1 | バイオガス発生試験装置 (バイオガス醗酵槽) | 46 |
| 図 3-2 | JCM 制度のイメージ | 58 |
| 図 3-3 | CTI PFAN のネットワーク | 60 |
| 図 5-1 | ビジネス展開のストラクチャ | 74 |
| 図 5-2 | 提案事業コンセプト | 75 |
| 図 5-3 | 発電に必要なメタンガス量、養豚数 | 75 |
| 図 5-4 | 電力フロー図 | 81 |
| 図 5-5 | バイオガス発生装置 | 81 |
| 図 5-6 | バラングアの行政組織 | 85 |
| 図 5-7 | Tangle Barangay 位置図 | 85 |

表

| | | |
|--------|--|----|
| 表 1-1 | フィリピン国の経済指標 | 3 |
| 表 1-2 | フィリピン国の人口 | 3 |
| 表 1-3 | 人口増加率 | 4 |
| 表 1-4 | フィリピン全体の電源構成 (2011 年) | 9 |
| 表 1-5 | ルソン地域の電源構成 (2011 年) | 9 |
| 表 1-6 | ビサヤス地域の電源構成 (2011 年) | 9 |
| 表 1-7 | ミンダナオ地域の電源構成 (2011 年) | 10 |
| 表 1-8 | IPP 事業者一覧 | 11 |
| 表 1-9 | 2030 年までの再生可能エネルギー増加量 9865MW の内訳 | 21 |
| 表 1-10 | 各部門のプログラム | 21 |
| 表 1-11 | FIT 価格と導入目標 | 23 |
| 表 2-1 | バイオガス発電機 BG30 と BG60 の仕様 | 33 |
| 表 2-2 | 納品実績 | 37 |
| 表 3-1 | 糞尿の投入量 | 50 |
| 表 3-2 | ガスの発生量 | 50 |
| 表 3-3 | 飼育数 6000 頭の飼育種内訳とパラメータ | 53 |
| 表 3-4 | その他のパラメータのデフォルト値 | 53 |
| 表 3-5 | 飼育種ごとのベースライン排出量 | 54 |
| 表 3-6 | 飼育数 6,000 頭の飼育種内訳とパラメータ (再掲) | 54 |
| 表 3-7 | その他のパラメータのデフォルト値 (再掲) | 55 |
| 表 3-8 | 飼育種ごとのプロジェクト排出量 | 55 |
| 表 3-9 | 発電によるベースライン排出量の計算 | 56 |
| 表 3-10 | プロジェクトによる GHG 削減量の計算 | 57 |
| 表 3-11 | アジアにおける主な実績 | 60 |
| 表 3-12 | 設備投資額 | 62 |
| 表 3-13 | 売電量 | 62 |
| 表 3-14 | 基本ケースの経済性 | 63 |
| 表 3-15 | JCM 活用ケースの経済性 | 64 |
| 表 3-16 | 設備投資額 | 65 |
| 表 3-17 | 自家消費電力量 | 66 |
| 表 3-18 | 自家消費ケースの経済性 | 66 |
| 表 4-1 | 世界の豚肉国別生産量 | 68 |
| 表 4-2 | 世界の豚肉国別消費量 | 68 |
| 表 4-3 | フィリピン国及び中部ルソン地域の 2013 年 1 月 1 日現在 豚飼育数 | 69 |
| 表 5-1 | ECA 地域で実施される non ECP プロジェクトに必要な EIA レポート | 76 |
| 表 5-2 | 設備費 | 89 |
| 表 5-3 | BG30A 設備コスト | 91 |

巻頭写真



バイオガス発電機 BG30 と BG60



バイオガス醗酵試験装置



左：11月1日 第1回糞尿投入時（ガス発生していない）
右：1月6日調査時（ガスが発生して膨らんでいる）



一次処理ラグーン



二次処理ラグーン

養豚場排水処理状況



民間提案型普及・実証事業提案予定地

略語表

| | | |
|-------|---|---------------------|
| BOI | Board Of Investment | 投資評議会 |
| BOP | Base Of Pyramid | 所得ピラミッドの底辺層 |
| BOT | Build Operate Transfer | 建設・維持管理ののち所有権移転する仕組 |
| CDM | Clean Development Mechanism | クリーン開発メカニズム |
| CER | Certified Emission Reduction | 認証排出削減量 |
| CIIS | Customs Intelligence Investigation Service | 関税局情報調査サービス課 |
| COP | Conference Of Parties | 締約国会合 |
| CTI | Climate Technology Initiative | 気候変動防止技術イニシアティブ |
| DENR | Department of Environment and Natural Resources | 環境天然資源省 |
| DOE | Department Of Energy | エネルギー省 |
| DU | Distributed Utilities | 地域配電会社 |
| EC | Electric Cooperative | (地方) 電力組合 |
| ECA | Environmentally Critical Areas | 環境脆弱地域 |
| ECC | Environment Compliance Certificate | 環境コンプライアンス証明書 |
| ECP | Environmentally Critical Project | 環境影響懸念プロジェクト |
| EIA | Environmental Impact Assessment | 環境影響評価 |
| EIS | Environmental Impact Statement | 環境影響評価 |
| EPIRA | Electric Power Industry Restructuring Act | 電力産業改革法 |
| ERC | Energy Regulatory Committee | エネルギー規制委員会 |
| FIT | Feed In Tariff | 電力固定価格買取制度 |
| GENCO | Generation Company | 発電会社 |
| GHG | Greenhouse Gas | 温室効果ガス |
| GNI | Gross National Income | 国民総所得 |
| GRAM | Generation Rate Adjustment Mechanism | 発電原価調整メカニズム |
| ICERA | Incremental Currency Exchange Rate Adjustment Mechanism | 為替調整メカニズム |
| IEE | Initial Environment Examination | 初期環境評価 |
| IPP | Independent Power Producer | 独立発電事業者 |
| IRR | Implementing Rules and Regulations | 法律を実際に動かすための実施規則 |
| JCM | Joint Crediting Mechanism | 二国間クレジット制度 |
| MTPDP | Medium Term Development Plan | 中期開発計画 |
| MTOE | Million tons of oil equivalent | 石油換算 100 万トン |
| M&E | Monitoring & Evaluation | モニタリングと評価 |
| NCR | National Capital Region | 首都圏 |
| NEA | National Electrification Administration | 国家電力化庁 |
| NEDA | National Economic and Development Authority | 国家経済開発庁 |
| NGCP | National Grid Corporation of the Philippines | フィリピン国家送電会社 |
| NIA | National Irrigation Administration | 国家灌漑局 |

| | | |
|--------|--|---------------------|
| NPC | National Power Corporation | 国営電力会社 |
| NPCC | National Pollution Control Commission | 国家公害規制委員会 |
| NREB | National Renewable Energy Board | 国家再生可能エネルギー議会 |
| NREP | National Renewable Energy Program | 国家再生可能エネルギープログラム |
| PEAR | 株式会社 PEAR カーボンオフセット・イニシアティブ | |
| PPA | Power Purchase Agreement | 電力売買契約書 |
| PPP | Public Private Partnership | 官民連携 |
| PSALM | Power Sector Assets and Liabilities Management Corporation | 電力部門資産負債管理公社 |
| PVC | Polyvinyl Chloride | ポリ塩化ビニール |
| RCOA | Retail Competition and Open Access | 電力小売競争とオープンアクセススキーム |
| RE | Renewable Energy | 再生可能エネルギー |
| REC | Renewable Energy Certificate | 再生可能エネルギー証書 |
| REM | Renewable Energy Market | 再生可能エネルギー市場 |
| RES | Retail Electricity Supplier | 電力小売事業者 |
| RPS | Renewable Portfolio Standard | 再生可能エネルギー利用基準割合 |
| WESM | Wholesale Electricity Spot Market | 卸電力スポット取引所 |
| SOLR | Supplier Of Last Resort | 最終的な配電会社（スキーム） |
| SPC | Special Purpose Company | 特別目的事業会社 |
| SPUG | Small Power Utilities Group | 小規模配電グループ |
| TDP | Transmission Development Plan | 送電開発計画 |
| TRAM | Transmission Rate Adjustment Mechanism | 送電価格調整メカニズム |
| UNFCCC | United Nations Framework Convention on Climate Change | 国連気候変動枠組条約 |

要 旨

第 1 章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

フィリピン国は、世界銀行のデータでは 1990 年の 1 人当たり GNI 730\$ が、1995 年に 1,000US\$ 台になり、その後 2003 年までは 1,000US\$ 強で推移したが、2003 年以降上昇を続け、2011 年時点で 2,210US\$ と 3 倍近く成長し、今後中進国入りを目指す段階にあるといえる。人口を見ると、2000 年以降 1.9% 増加して 2010 年には 92 百万人、IMF “World Economic Outlook Databases” によれば、2011 年には 95.8 百万人となり、世界で 12 番目に人口が多い国となった。今後、継続して人口が増加し、国民の生活水準が向上していけば、エネルギーと環境問題が、今まで以上に厳しい状況になると考えられる。

2011 年のフィリピン全体での設置発電容量は、16,162MW である。そのうち、もっとも大きな割合を占めているのは石炭火力発電であり約 30%、続いて石油火力、ガス火力、水力がほぼ 20% ずつを占める。約 70% が化石燃料による発電容量となっている。地熱、水力を含む再生可能エネルギーは、30% を占める。

ルソン地域は、約 12,000MW の発電容量を持つ。フィリピン国全体の構成と比較すると、石油火力の割合が低く（15%）、ガス火力の割合が高い（24%）。再生可能エネルギーについては、地熱の割合が低くなっている。

フィリピン国の電気料金は、世界でも最も高い部類に入ると言われている。2012 年 6 月に行われた調査によると、Meralco (Manila Electric Company) の平均小売単価は、1kWh あたり 8.82 ペソであった。これは、世界で 9 番目に高く、アジア圏では日本に次いで 2 位である。

フィリピン国は、石油・石炭を産しないことから、海外に依存しており、エネルギーの安定供給が大きな課題である。また、石油価格の上昇が経済に与える影響は大きい。フィリピン国は人口の増加が著しく、人口は 1 億人を突破するものとみられ、それに伴って電力消費量の増加も続く。一方で 7,000 を超える島々から成る国であるため、送電網など電力インフラの整備が容易ではなく、無電化地域の電化も依然として大きな課題である。

フィリピン政府は、エネルギー自給率の改善を図るため、再生可能エネルギーの導入に力を注いできた。2008 年には、再生可能エネルギーの導入を促進するための法律が成立し、エネルギーの種類別に FIT（固定価格買い取り制度）と RPS（再生可能エネルギー発電の義務づけ）を導入することも決まった。FIT の実施を見込んで、発電事業の計画を進めている企業も多い。

フィリピン国では、再生可能エネルギー法（Renewable Energy Act 9513）を 2008 年 12 月に導入し、2009 年 6 月には、施行細則が公示された。同法では、再生可能エネルギー発電事業者に対し、7 年間の法人税免除、CER 売却益への法人税課税免除に加え、再生可能エネルギー発電による売電価格への上乗せ基準や、GRID 側への再生可能エネルギー電力の購入義務化等、再生可能エネルギー発電事業の促進のため、内外からの投資を呼び込む奨励措置が盛り込まれている。

2013 年 3 月時点の情報では、フィリピン国における RPS（再生可能エネルギー利用基準割

合)の制度化については、NREB (National Renewable Energy Board)により、再生可能エネルギーの最低限のシェアとともに、導入後10年間にわたり毎年少なくとも1%ずつそのシェアを増加させることとなっている。

フィリピン国における我が国の電力分野に関する代表的な支援については、地方や農村電化に資するもの、再生可能エネルギーの開発の促進に繋がるもの、また、それらが実施されることで貧困の改善が見込まれるものが中心となっている。

本調査で提案している、バイオガスを用いた発電プロジェクトは、家畜糞尿を用いた再生可能エネルギープロジェクトであり、これまでの我が国からの支援事業と同様に、フィリピンの環境改善、貧困改善、地方・農村電化に資する意義のあるプロジェクトである。

第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

本事業で普及・実証を図る技術は、バイオガス醗酵槽とバイオガス発電機で構成される。

バイオガスは、家畜の糞尿や生ゴミ等のバイオマス(有機物)を、嫌気性醗酵させることにより得られるガスで、メタンガス(約60%)、二酸化炭素(約40%)、硫化水素(微量)からなっている。嫌気性醗酵は、空気(酸素)に触れない状態で活動する微生物の働きにより、高分子の有機物を低分子の有機酸に分解(酸醗酵)し、さらに引続いて、メタンガスと二酸化炭素などに分解することで、メタンガスが発生するのでメタン醗酵とも言われる。発生するガスをバイオガスと呼ぶ。バイオガスを発生させた醗酵済み消化液と固形残渣物は、肥料成分が残っているため有機肥料として利用することができる。

フィリピン国では、畜産業の糞尿はラグーンで嫌気性醗酵処理させるが、発生するバイオガスのほとんどが有効利用されずに大気中に放出されている。バイオガスは、メタンガスを約60%含んでいる。メタンガスは、 $8,555\text{kcal/Nm}^3$ のエネルギーを有する再生可能エネルギーであり、同時に CO_2 の25倍の温室効果を有する温室効果ガスである。これを燃料として発電利用すれば、エネルギー・電力の安定供給に貢献し、メタンガスを酸化して破壊し、同時にGRIDの電力の化石燃料を代替することで CO_2 の排出量を削減して気候変動問題にも貢献する。

株式会社大原鉄工所のバイオガス発電機は、市販ディーゼルエンジン発電機のディーゼルエンジン部をガス化改造することで、小型で低イニシャルコストなバイオガスエンジン発電機の製品化を行った。また本製品はベースエンジンがトラックや農業機械に用いられており、各自動車整備工場等で部品調達を含めメンテナンスが可能である。これによりメンテナンスコストを低く抑えることが出来る。

技術の特徴をまとめると、以下の通りであり途上国での普及が期待される。

①発電効率35%と高効率 ②設備がコンパクトで低価格である ③メーカー以外でも整備が可能であり、市販のエンジン部品で修理可能でメンテナンスコストを抑えられる ④複数台運転制御による高効率出力運転が可能、また、それによりコスト削減が可能となる ⑤系統連系盤及び排熱回収装置をオプションとし、多様なシステム構成が可能である。

本事業は、フィリピン国で、養豚場等の家畜を飼育している業者に、バイオガス発電システムの販売を行う。家畜業者は、固定買い取り価格(FIT)から手数料を差し引いた価格で、

RES（電力小売事業者）に電力を売る。

本事業のビジネス展開は、實石グループが再生可能エネルギー事業を行うため 2013 年 3 月、中部ルソン地域のパンパンガ州メキシコ町に設立した TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD が行う。大原鉄工所は、日本でバイオガス発電機を製造して、同社を総代理店として設備の販売を行う。また、同社へ、バイオガス発電技術・メンテナンス技術と系統電力への連結技術を提供する。

TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD は、BOP ビジネスでバイオガス発生プラントの施工、バイオガスエンジン発電機（BG60、BG30）と配電盤等の設備販売とメンテナンスのサービス、Grid への連結工事を行う。

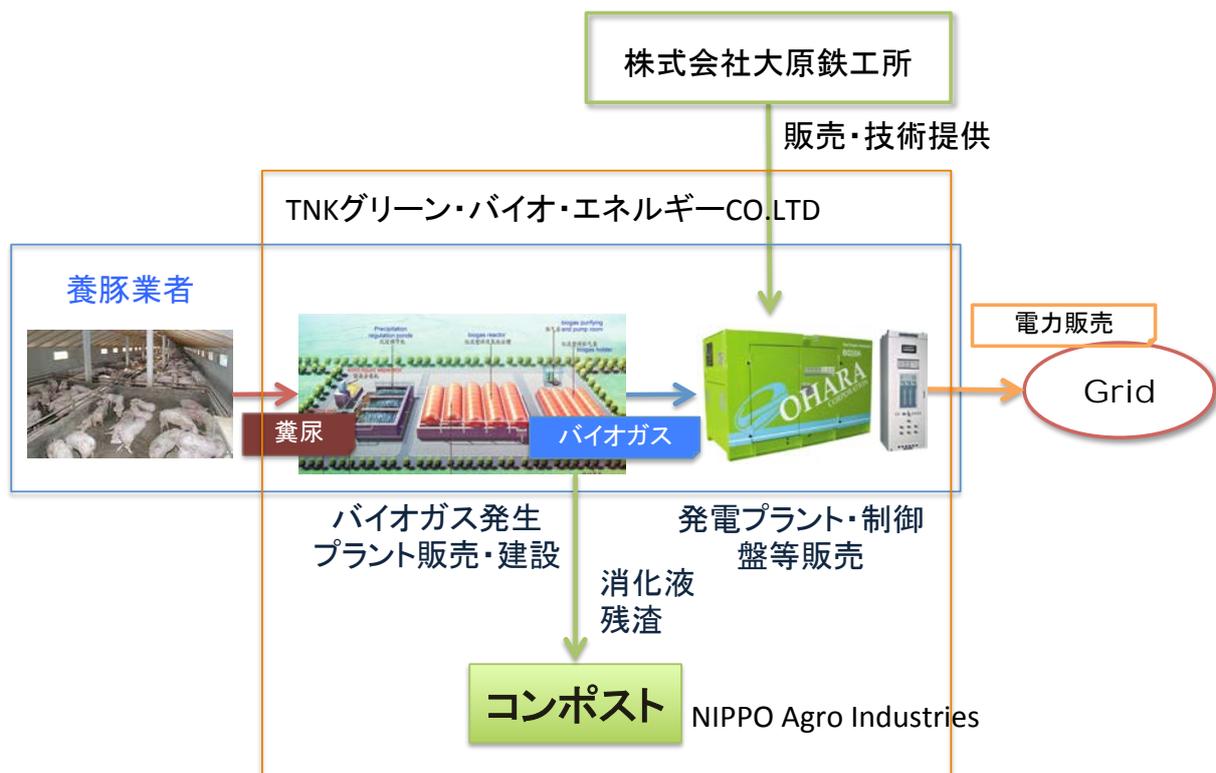
實石グループの有機肥料会社 NIPPO Agro Industries 社が、消化液等残渣を引き取って、有機肥料化する。バイオガス醗酵設備の施工にあたっては、同グループの JIMA QUARRY 社の建設材料、REAL BLOCK 社のブロックを用いることで、コストダウンを図る。また、これらの経営資源を活用することで、初期の投資額を抑える。

スケジュールは以下を計画している。

2013 年度：本調査でバイオガス発生ポテンシャル調査と市場調査・事業計画作成を行う。

2014 年度：JICA 民間提案型普及・実証事業で発電プラントの実証を行って、技術の現地適応化を行うとともにフィリピン国でのビジネス展開へ向けて、バイオガスエンジン発電システムのデモンストレーションを行う。

2015 年度：フィリピン国でバイオガスエンジン発電システム事業開始



ビジネスモデル

第3章 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動

重慶市農業委員会が推薦する重慶市旺利原农业发展有限公司製の 8m^3 のバイオガス醗酵袋セットで、バイオマス醗酵試験を行った。重慶市では農家は、平均3頭の豚を飼っており、 8m^3 のバイオガス醗酵袋は農家のバイオマス醗酵槽として利用され、農家はバイオガスを煮炊きの燃料として利用している。Tangle Barangayの實石グループの用地内に設置して、周辺の養豚場から糞尿を集めて、バイオガス発生試験と評価を行った。投入する豚の糞尿量、バイオガスの発生量、温度・天気の影響に係るモニタリングは、TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTDに外注して行った。

Tangle Barangayは、フィリピンにおける行政の最小単位の地方自治体で、地域レベルの政策を計画し実行する上で基本となる組織である。

實石グループは、日本人実業家實石忠男が会長、實石茂が社長のフィリピン企業でパンパンガ州メキシコ町を拠点を置く。本事業は、實石グループが再生可能エネルギー普及のために設立したTNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTDが行う。

10月20日から、バイオガス発生試験装置の建設を開始、10月23日～29日の日程で重慶市旺利原农业发展有限公司の技術者2名が醗酵槽建設と糞尿の醗酵の技術指導を行った。

11月1日に糞尿を 4m^3 投入し、その後1週間に1回 0.5m^3 から 1m^3 の糞尿を投入し、同じ量だけ消化液を引き抜いた。消化液は、隣接する有機肥料工場でコンポスト原料として利用した。試験の結果、一日平均 2.6m^3 のバイオガスの発生を確認した。

第4章 ODA案件化による対象国における開発効果及び提案活動項目毎の内容と効果

養豚場の糞尿はラグーン処理され、地下水を汚染し、雨期或は台風来襲時には、溢れ出した糞尿が河川等に流出して、河川、湖沼、海の水質の悪化要因となっている。また、悪臭や、蚊、蠅も発生して衛生上も問題となっている。そして、ラグーンから発生するバイオガスは、メタンガスを約60%含んでおり、メタンガスは、 $8,555\text{kcal/Nm}^3$ のエネルギーを有する再生可能エネルギーであり、同時に CO_2 の25倍の温室効果を有する温室効果ガスで、ほとんどが有効利用されずに大気中に放出されている。

他方、フィリピン国は、電力需要が旺盛で逼迫しており、一年を通じてあまり気候の変化が無い熱帯モンスーン気候で年平均気温が $26\sim 27^\circ\text{C}$ と家畜の糞尿のバイオガス醗酵に適しておりバイオガス発電事業のポテンシャルが大きい。

しかしながら、フィリピン国には家畜の糞尿のバイオガス醗酵技術とバイオガス発電技術を有していないことから、バイオガスの発電利用はほとんど行われていない。

パンパンガ州の州都の元サン・フェルナンド市長で地元選出国會議員 OSCAR S. RODRIGUZEと面談し、協力を要請した。養豚場の糞尿は廃棄され環境問題を引き起こしており、再生可能エネルギーとして利用出来れば、この問題の解決と地域の振興にプラスとなることから、積極的に応援する旨理解が得られた。また、糞尿集荷に向け、養豚場の排水規定強化等の協力、地域住民を交えたステークホルダーミーティングの開催への協力を約束した。

元々本事業は、Tangle Barangayのキャプテン Rodrigo Lacson Torresが、實石グループにバ

ランガイ内の養豚場の糞尿に伴う環境・衛生問題への対応として、日本の技術導入の協力を求めてきたことに端を発していることから、同キャプテンは、糞尿の集荷、土地の手当、設備の管理等民間提案型普及・実証事業への提案への全面協力を約束した。また、電力の使い方として、乾期に灌漑用の水が乏しく、作物の栽培が出来ないことから、灌漑設備への利用の要請が有った。

環境影響評価等、民間提案型普及・実証事業実施にあたって許認可が不要であることを確認した。規定によれば、発電プロジェクトについては、ガス火力の場合、総出力が 50MW 以上、その他の火力の場合、総出力が 30MW のとき、ECP（環境影響懸念プロジェクト）と判断される。また、ECP に該当しなくても、ECA（環境脆弱地域）で行われるプロジェクトについてはレポートが求められる。以上のことより、本調査で提案するバイオガス発電プロジェクトは、単体の発電出力が 60kW、仮に 10 台を連結しても合計 600kW（=0.6MW）となり、上記の EIA レポート提出の対象とはならない。ただし、今後規制が厳しくなっていくことも想定されるため、動向を注視していくこととする。

バイオガス発生設備の施工は、實石グループで可能なことを確認した。また、重慶市のプラントメーカーと、実証試験を通して提携が出来たことから、實石グループは 3 月には重慶市を訪問し、民間提案型普及・実証事業への提案へ向けた設備仕様と技術導入の契約に向けた協議を行うこととした。

第 5 章 ODA 案件化の具体的提案

民間提案型普及・実証事業への提案に向けて検討した内容は以下の通りである。

3,000 頭規模の養豚場の糞尿を原料として、BG60A(60Hz,60kW)のバイオガス発電機で発電し、その電力で井戸灌漑を行う。ポンプの起動時に過負荷がかかることと、井戸掘削のパイプを 4 インチと小口径にして掘削費用も軽減するためポンプは 3.5kW と小型の 3 台とする。井戸は深さ 30m の深井戸として安定して水が供給出来るようにする。余剰電力は Tangle Barangay の小学校等で利用する。

我が国のプラント設備は、途上国で普及する上で設備コストが高いというバリアが有る。そこで、バイオガス醗酵設備は、現地業者が製造してコストダウンを行うとともに、地元で新たな雇用を生むことで、貧困問題への解決にも貢献する。バイオガス醗酵設備そのものはローテクのため、中国から技術を導入して労働集約型で建設する。また、糞尿の成分、投入量等によりガスの発生量が変化し、硫化水素等の微量成分がガスエンジンに影響を与える。従って、民間提案型普及・実証事業で、フィリピン国の地元企業でバイオガス醗酵設備の施工と醗酵管理が出来るように技術・ノウハウの習得を行う。

また、バイオガス発電機は、自動車整備業者等を教育することで、メーカー以外でも整備が可能なことから、民間提案型普及・実証事業で、バイオガス発電機メンテナンスの技術・ノウハウの習得を行う。

民間提案型普及・実証事業のプラントに必用な糞尿量、即ち豚に飼育数は 3,000 頭で、Tangle Barangay 近隣に 6,000 頭規模の養豚場が 6 カ所あり、内 2 カ所は Tangle Barangay の建設予定地から 1km 以内にあり安定した糞尿供給が確認出来た。そして、建設用地が確定して確保が

出来たこと、建設予定地周辺に農家が無く、加えて農家は養豚場の糞尿に悩まされたことから住民の同意が得られやすいこと、バイオガス醗酵槽の消化液、残渣が隣接する有機肥料工場でコンポスト化出来ること、そして、行政機関の長であるパラングアイキャプテンの全面的な協力が得られることから、Tangle Barangay で実施することを提案する。

民間提案型普及・実証事業を行うことにより、大原鉄工所と TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD が、ビジネスモデルを構築する上で、以下の成果が期待出来る。

- 本事業でビジネスモデルを確立し、パンパンガ州だけで養豚場で 7.6 万頭の飼育が行われており、BG60A を 25 台導入出来るだけのテンシヤルがあり、中部ルソン地域では 134 万頭で 446 台導入出来るポテンシヤルを有することから、本設備をデモンストラーションとして活用し、ユーザーの掘り起こしが行える。
- 我が国のプラント設備は、途上国で普及する上で高いというバリアが有る。そこで、バイオガス醗酵設備は、現地業者である TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD が施工してコストダウンが行えるようにする。
- 醗酵設備の施工・管理技術の習得、バイオガス発電機のメンテナンス技術の習得により、事業展開が行えるようになれば、實石グループでは 40 名の雇用を考えており、地域の振興と貧困問題の解決に貢献する。
- バイオガスは、糞尿の成分、投入量等によりガスの発生量が変化し、硫化水素等の微量成分がガスエンジンに影響を与える。従って、バイオガス醗酵設備の醗酵管理を、TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD で出来るようにする。
- バイオガス発電機は、自動車整備業者等を教育することで、メーカー以外でも整備が可能なことから、大原鉄工所が技術移転を行い、TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD がバイオガス発電機メンテナンスの技術・ノウハウの習得を行う。

中部ルソン地域のクラーク経済特区等への進出企業に対しては、

- 本事業でビジネスモデルが確立し、事業展開が行われれば、電力の供給源が増えて需給が緩和され、電力不足の問題が改善される。

また、事業サイト周辺の農家に対しては、以下の成果が期待出来る。

- Tangle Barangay の 2 カ所の養豚場 12,000 頭の内、3,000 頭の豚の糞尿がバイオガス醗酵処理されて、無害化される。これにより Tangle Barangay の蠅・蚊等の衛生問題、悪臭等の環境問題が 25% 軽減される。近隣の農家は、煮炊きには井戸水を使っているが、ラグーン処理による、地下水汚染も 25% 軽減される。
- 現状、天水農業で雨期に稲作 1 回で 4t/ha、乾期にトウモロコシで 3t/ha の収穫。井戸灌漑を行うことで、雨期に稲作 2 回で 8t/ha、乾期にトウモロコシ 1.5 回で 6t/ha の収穫が見込まれる。バラングアイの農地 100ha を灌漑することにより、米が 400t/年、トウモロコシ 500t/年の増産が見込まれる。
- バイオガス醗酵による消化液、固形廃棄物は有機肥料の原料として使われ、農業生産に貢献する。また、化学肥料による地下水汚染の改善に貢献する。

フィリピン国の気候変動問題に対しては、以下の効果が期待出来る。

- 年間 270,322 Nm³ のバイオガスを燃焼利用してメタンガスを酸化破壊することから、3,430t-CO₂e/年の CO₂ 削減効果がある。

案件化調査 フィリピン国 バイオガス発電技術普及案件化調査

企業・サイト概要

提案企業：株式会社大原鉄工所
提案企業所在地：新潟県長岡市

- サイト・C/P機関：フィリピン国パンパンガ州（TNKグリーン・バイオ・エネルギーCO.LT）

フィリピン国の開発課題

- 電力需要が旺盛で逼迫；停電が頻発し、電力単価はアジアの中では日本に次いで2番目に高い。
- 環境問題が発生：東南アジア最大の豚の生産国、養豚場の糞尿はラグーン処理され、水質を汚染し、悪臭や、衛生上も問題となっている。
- 地球温暖化に影響：糞尿から発生するバイオガスは、温室効果ガスであるメタンガスを約60%含んでおり、大気中に放出されている。

中小企業の技術・製品

- CO₂“0”の再生可能エネルギーであるバイオガスを燃料に用いるガスエンジン発電システムである。
- 市販のディーゼル発電機をベースとした発電システムで、設備がコンパクトで低価格である。
- メーカー以外でも整備が可能であり、市販のエンジン部品で修理可能でメンテナンスコストを抑えられる。

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 電力供給の不足という課題に対し、環境問題を引き起こしている豚の糞尿を嫌気性醗酵させたバイオガスを燃料とする発電設備の普及をODA事業により実施。これにより、以下の効果が期待される。
①電力の安定供給とエネルギー安全保障に貢献する。②畜産業の糞尿に起因する地下水、河川の水質環境を改善する。③地球温暖化の抑制に貢献する。④発電事業等ので雇用で、地方の貧困対策に貢献する。

日本の中小企業のビジネス展開

- 家畜糞尿や下水汚泥を嫌気性醗酵させてバイオガスを発生させて発電することから、アジア地域への普及ポテンシャルが高いと考えられ、海外での事業展開を行うことで継続的な受注の確保が図られる。



はじめに

調査概要

1. 本調査の背景と目的

フィリピン国は、2011年の豚の生産量が1,260千t/年で日本とほぼ同じ、東南アジアではベトナムに次ぐ豚の生産国であり消費国でもある。養豚場の糞尿はラグーン処理され、地下水を汚染して水質の悪化要因となっている。また、悪臭や、蚊、蠅も発生して衛生上も問題となって地域住民を困らせている。ラグーンで発生するバイオガスは、メタンガスを約60%含んでいる。メタンガスはCO₂の25倍の温室効果を有する温室効果ガスで、地球温暖化に影響を与えている。

糞尿を嫌気性醗酵させて発生させたバイオガスは、再生可能エネルギーである。フィリピン国は、一年を通じてあまり気候の変化が無い熱帯モンスーン気候で年平均気温が26～27℃と家畜の糞尿のバイオガス醗酵に適している。電力需要が旺盛で逼迫しており、バイオガス発電事業のポテンシャルが大きい。しかしながら、フィリピン国には家畜の糞尿のバイオガス醗酵技術とバイオガス発電技術を有していないことから、バイオガスの発電利用はほとんど行われていない。

今回の調査は、上記を背景にして、提案製品であるバイオガスを燃料に用いるガスエンジン発電システムを導入することで、フィリピン国における電力供給の不足に資するODA案件化の計画立案、及び、ODA事業への展開を念頭に置いた製品・技術の試用・導入等働きかけを行い事業の実現性を調査することを目的とする。

具体的には、民間提案型普及・実証事業の案件化を念頭に調査を実施する。

最後に、株式会社大原鉄工所の海外展開との整合等についても調査を実施する。

2. 調査概要

調査団員

| | 所属 | 部署、職位 | 担当分野 |
|----------------|---------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 小坂井恒一 | 株式会社大原鉄工所 | 取締役 営業部長 | 総括 |
| 高橋 倫広 | 株式会社大原鉄工所 | 営業開発課長 | 発電システムの検討 |
| 松尾 直樹 | 株式会社 PEAR カーボンオフ セット・イニシアティブ | 代表取締役 | 業務主任者/ODA 事業計画 |
| 佐々木一雄 | 株式会社 PEAR カーボンオフ セット・イニシアティブ | 取締役プロジェクト 開発部長 | ビジネスモデル作成・市場調査・資 金計画作成 |
| 富澤 昌雄 | 株式会社 PEAR カーボンオフ セット・イニシアティブ | 補強 | 環境影響評価/気候変動影響評価/発 電事業計画 |
| ウティク ル・ゴジャン | 株式会社 PEAR カーボンオフ セット・イニシアティブ | プロジェクト 開発部マネー ジャー | バイオガス発生システムの検討 |

第1回調査スケジュール

調査団員：PEAR カーボンオフセット・イニシアティブ（佐々木一雄・ウティクル ゴジャシ）

調査概要：パイロット事業サイトにて、中国技術者とバイオマス醗酵試験の打ち合わせを行い、中国技術者の指導のもと醗酵槽の建設を行った。また、醗酵管理技術の指導を受けた。

| 10月 | 行程 | 宿泊 |
|--------|--|-------|
| 22日（火） | 成田 9:35 - マニラ 13:15 JL741 アンヘレス へ移動 打ち合わせ | アンヘレス |
| 23日（水） | マニラへ移動 中国技術者出迎え アンヘレス へ移動 | アンヘレス |
| 24日（木） | 中国技術者とバイオマス醗酵試験打ち合わせ 醗酵槽建設 | アンヘレス |
| 25日（金） | 中国技術者とバイオマス醗酵試験打ち合わせ 醗酵槽建設 | アンヘレス |
| 26日（土） | 中国技術者とバイオマス醗酵試験打ち合わせ 醗酵槽建設 | アンヘレス |
| 27日（日） | 中国技術者とバイオマス醗酵試験打ち合わせ 醗酵槽建設 | アンヘレス |
| 28日（月） | 中国技術者とバイオマス醗酵試験打ち合わせ 醗酵槽建設 | アンヘレス |
| 29日（火） | マニラへ移動 14:25 - 成田 19:55 JL742 | アンヘレス |

第2回調査スケジュール

調査団員 PEAR カーボンオフセット・イニシアティブ（佐々木一雄）

調査概要：バイオマス醗酵試験の確認を行った。パラングイキャプテンと打ち合わせを行い、地域住民へ本事業へのヒアリング行った。マニラでは、JICA 事務所に報告した。

| 12月 | 行程 | 宿泊 |
|--------|--|-------|
| 9日（月） | 成田 9:35 - マニラ 13:15 JL741 アンヘレス へ移動 | アンヘレス |
| 10日（火） | バイオマス醗酵試験 | アンヘレス |
| 11日（水） | パラングイ政府打ち合わせ 地域住民へのヒアリング | アンヘレス |
| 12日（木） | バイオマス発電機輸送調査 | マニラ |

| | | |
|--------|--|--|
| | マニラ へ移動 | |
| 13日(金) | 9:00 JICA マニラ事務所報告 14:25 - 成田 19:55 JL742 | |

第3回調査スケジュール

調査参加者 大原鉄工所（小坂井恒一、高橋倫広、斉藤忍（自費参加））

PEAR カーボンオフセット・イニシアティブ（松尾直樹、富澤昌雄、佐々木一雄）

調査概要：バイオマス醗酵試験の確認を行った。パラングイキャプテンと打ち合わせを行い、現地養豚場の調査を行った。マニラでは、国家灌漑局（NIA）、電力事業者（Trans-Asia Oil and Energy Development Co.）、国家地方電化局（NEA）、卸電力市場（WESM）を訪問し、日本大使館、JICA 事務所に報告した。

| 調査 団員 | 高橋倫広、松尾直樹、富澤昌雄、 佐々木一雄、斉藤忍（自費参加） | | 小坂井恒一 | |
|----------|---|-----------|-------------------------------|-----|
| 1月 | 行程 | 宿泊 | 行程 | 宿泊 |
| 5日(日) | 成田 17:30 - マニラ 21:30 NH949 | マニラ | | |
| 6日(月) | アンヘレスへ移動、サイト調査 | アンヘ レス | | |
| 7日(火) | 国会議員 OSCAR S. RODRIGUZE 訪問 パラングイ政府訪問 | アンヘ レス | | |
| 8日(水) | マニラへ移動 | マニラ | 成田 17:30 - マニラ 21:30 NH949 | マニラ |
| 9日(木) | 国家灌漑局（NIA）訪問 JICA 事務所報告 電力事業者（Trans-Asia Oil and Energy Development Co.）訪問 国家地方電化局（NEA）訪問 | マニラ | 同左 | マニラ |
| 10日(金) | 日本大使館報告 卸電力市場（WESM）訪問 | マニラ | 同左 | マニラ |
| 11日(土) | マニラ 9:45 - 成田 14:55 NH950 | | 成田 - 東京 - 長岡 移動 | |

第1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

1.1. フィリピン国における政治・経済の概況

フィリピン共和国（以下フィリピン国）は、東をフィリピン海、西を南シナ海、南をセレベス海に囲まれた島国である。面積は 299,404km²、ルソン島を主島として、ミンダナオ、ミンドロ、サマール、レイテ、セブなどの 11 の大きな島が国土の面積の 96% を占める。国土は、北部のルソン地域、中部のビサヤ地域、南部のミンダナオ地域に大別される。人口は 2012 年 9,670 万人、首都はマニラ首都圏（NCR）で人口 1,186 万人（2010 年）である。

1946 年 7 月 4 日に米国から独立、フィリピン国の現憲法は、マルコス政権からアキノ政権へと移行した際に制定された、1987 年憲法典で、大統領制、二院制、アメリカモデルの三権分立主義を採用している。政体は立憲共和制、大統領は直接投票により選出され、任期は 6 年、再選禁止である。2010 年 5 月 10 日の大統領選挙で故コラソン・アキノ大統領の長男であるベニグノ・アキノ 3 世上院議員（当時）が当選した。元首はベニグノ・アキノ 3 世大統領である。議会は上・下二院制の国で、上院は 24 議席（任期 6 年で 3 年ごとに半数ずつ改選、連続三選禁止。現在、1 名欠員）、下院は最大で 291 議席（うち、小選挙区は 233 議席、政党リスト制は最大で 58 議席。任期 3 年、連続四選禁止。）である。

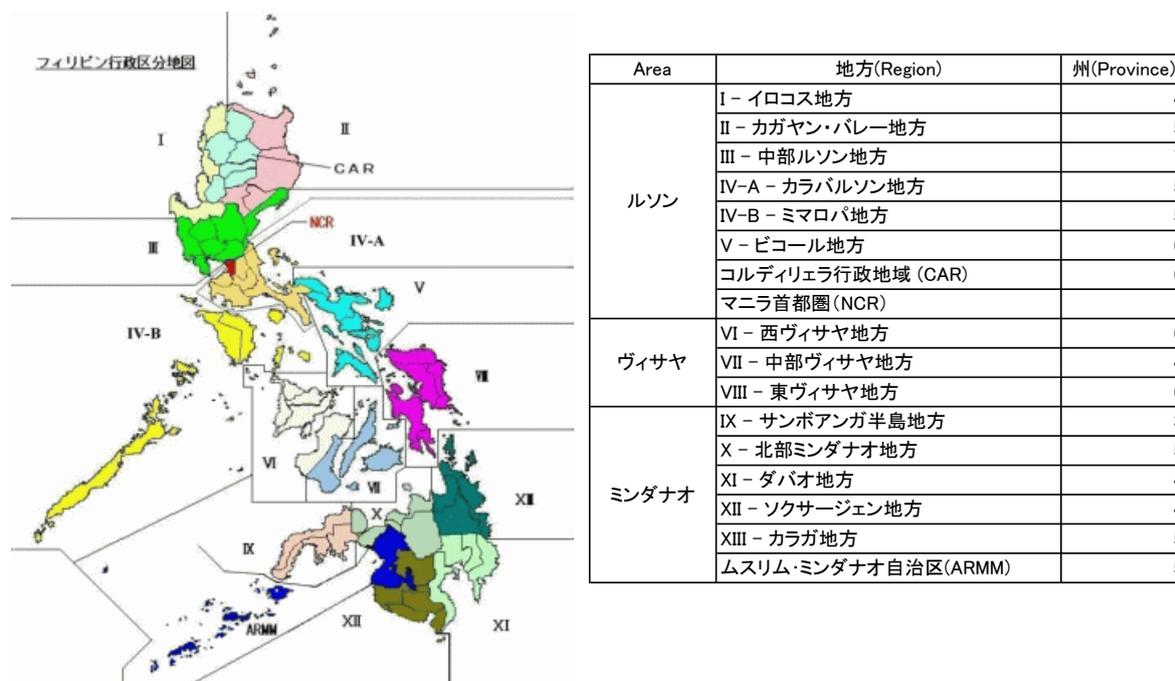
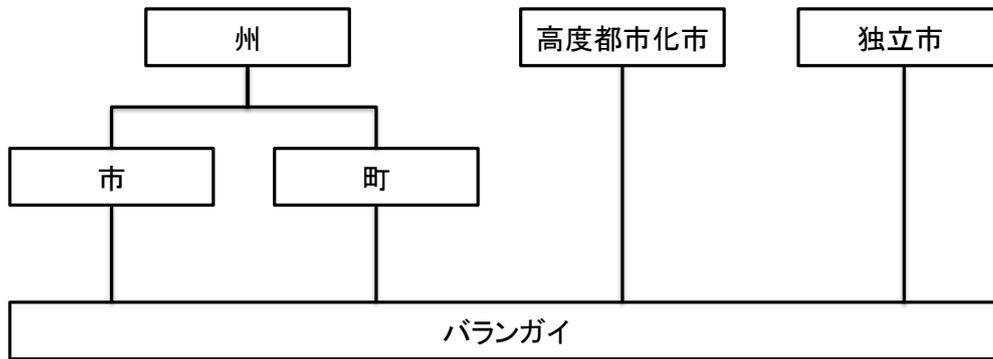


図 1-1 フィリピン国の行政区分

フィリピンは、14 の地域、コルディエラ行政区、イスラム教徒ミンダナオ自治区、マニラ首都圏の計 17 の地方 (region) に分けられる。地域とコルディエラ行政区は法人格を持たないが、イスラム教徒ミンダナオ自治区とマニラ首都圏は法律により、自治権が与えられている。地方行政区画は、81 の州に分けられ、市の一部は高度都市化市 (Highly Urbanized City)

または、独立市（Independent Component City）という州に属さない行政単位となっている。そして、①州及び高度都市化市・独立市、②市（Component City）及び町（Municipality）、③最小行政単位のバランガイ（Barangay）の3種類に区分され、これが上位から下位まで3層構造となっている。（図 1-2 参照）



出展: フィリピン・インサイド・ニュース

図 1-2 フィリピンの行政区分

中期の包括的経済開発計画は、大統領の任期に対応した六ヵ年計画「中期フィリピン開発計画」(MTPDP)である。MTPDPには、主要な政策方針、社会経済戦略、国家に関する主要なプログラムが含まれる。一方で地方開発計画には、国家計画を支援する戦略、プログラム、プロジェクトが含まれる。

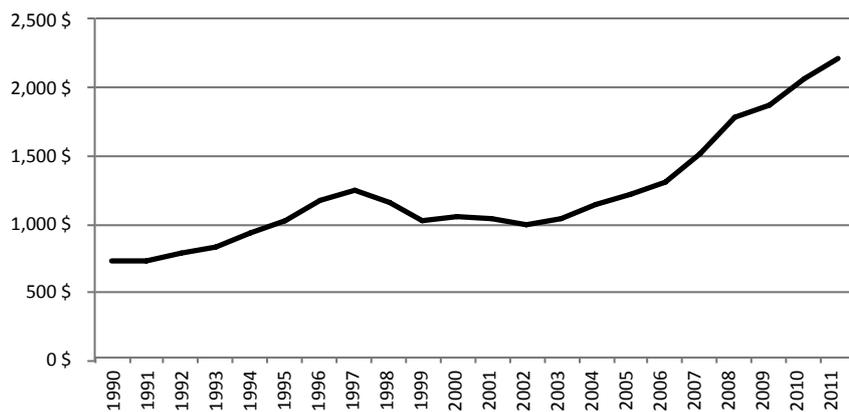
現行計画は、現大統領就任翌年からの五ヵ年計画「Philippine Development Plan 2011-2016」で、国家経済開発庁(NEDA: National Economic and Development Authority)を中心に策定され、2011年5月に公表された。今次計画の目標として、雇用創出を貧困層まで包摂されるよう拡大し、貧困削減につなげるという経済の「包摂的成長」が掲げられている。この目標を達成するために、グッド・ガバナンスと汚職撲滅を、計画全体を貫く基礎としつつ、持続的に大規模な雇用を創出し、かつ貧困を減少させるような高成長のための枠組みを採用している。この計画を通じてフィリピン国が目指すのは、急速で持続的な経済成長および開発、国民の生活の質の向上、貧困層や社会の隅に追いやられた人々を力づけることによるフィリピン国の社会的一体性の獲得である。中心となる戦略として、①大量の雇用を創出するための各セクターにおける競争力の向上、②多様な国民層のニーズに応えるための資金アクセス(金融システム)の改善、③インフラへの大型の投資、④透明性のあるガバナンスの推進、⑤改善された社会サービスおよび保護を通じた人材の育成、の5つを挙げている。

表 1-1 に示すように、2007年には第2次アロヨ政権の下で、6.6%の高い経済成長率を達成し、2008年リーマン・ブラザーズが破綻に追い込まれたことをきっかけに世界規模の金融危機へと深刻化したが2009年は1.1%とプラス成長を維持し、2011年は欧州債務危機や我が国東日本大震災の影響下でも3.6%の成長、2012年には6.8%と高い成長率を記録した。

表 1-1 フィリピン国の経済指標

| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 人口 | 88,875,548 | 90,371,287 | 91,886,400 | 93,444,322 | 95,053,437 | 96,706,764 |
| 名目GDP (億US\$) | 1,494 | 1,736 | 1,683 | 1,996 | 2,241 | 2,502 |
| 一人あたりのGDP(名目) - US\$ | 1,684 | 1,918 | 1,851 | 2,155 | 2,379 | 2,612 |
| 経済成長率(%) | 6.6 | 4.2 | 1.1 | 7.6 | 3.6 | 6.8 |
| 物価上昇率(%) | 2.9 | 8.3 | 4.1 | 3.8 | 4.6 | 3.2 |

出所: World Development Indicators, IMF



出展: World Bank national accounts data, OECD National Accounts data files

図 1-3 フィリピン国の GNI の推移

フィリピン国は、世界銀行のデータでは、1人あたり GNI が、図 1-3 に示すように、1990年の730\$が、1995年に1,000US\$台になり、その後2003年までは1,000US\$強で推移したが、2003年以降上昇を続け、2011年時点で2,210US\$と3倍近く成長し、今後中進国入りを目指す段階にあるといえる。人口を見ると、2000年以降1.9%増加して2010年には92百万人、IMF “World Economic Outlook Datab” ases によれば、2011年には95.8百万人となり、世界で12番目に人口が多い国となった。今後、継続して人口が増加し、国民の生活水準が向上していけば、エネルギーと環境問題が、今まで以上に厳しい状況になると考えられる。

表 1-2 フィリピン国の人口

| 国勢調査年 | 国勢調査の基準日 | 百万人 |
|-------|-----------|-------|
| 2010年 | 2010年5月1日 | 92.34 |
| 2000年 | 2000年5月1日 | 76.51 |
| 1990年 | 1990年5月1日 | 60.7 |

出展: National Statistics Office

表 1-3 人口増加率

| 基準期間 | 平均年間増加率 (%) |
|-----------|-------------|
| 2000-2010 | 1.9 |
| 1990-2000 | 2.34 |

出展: National Statistics Office

1.2. 中部ルソン地域、パンパンガ州、メキシコ町の政治・経済・農業

中部ルソン地方 (Central Luzon, Region III) は、フィリピン国の北部のルソン島中部に位置する 17 の地方の一つである。面積は約 1.65 万 km²、マニラ首都圏の北に位置し、中部ルソン平野は、フィリピン最大の穀倉地帯である。中部ルソン地域を含め、フィリピン国の北半分 of 諸島の気候は、7 月~10 月の雨期と 12 月~5 月の乾期に大きく分けられる。灌漑設備の整った農地では、雨期に米の二期作、乾期にトウモロコシの栽培が可能である。他方、灌漑設備が整っていない農地は天水農業で、雨期に米、乾期にトウモロコシを各 1 回の栽培で、灌漑設備の整った農地に比べて収穫量も少ない。雨期の稲作においても、灌漑設備が無い農家は、気候変動の影響によって、農作物の収穫量が影響を受けている。稲作においては、雨期の始まりが遅れたり、乾期が長引いたり、突然の豪雨や水が必要な時期の降雨量が減っていることにより収穫量が減少、乾期には日照りによりトウモロコシの収穫量が減少したりする。エルニーニョ現象による干ばつにより、2009/2010 年の第 1 四半期は 2.8%、第 2 四半期は 3.5% 農業生産量が減少した。農村部の収入の増加と安定のために、灌漑設備の普及がのぞまれている。また、連作栽培、化学肥料による水質汚染等も有り、農業廃棄物を使った有機肥料の普及が望まれている。

また、1992 年の米海・空軍撤退後、基地跡地に創設された「スービック湾自由貿易港・特別経済区」および「クラーク特別経済区」を中心とした中核的工業地域でもある。

パンパンガ州は、面積は 2,062.47 km²、2010 年の人口は 2,014,019 人である。中部ルソン地域の州の一つで、州都はサンフェルナンド (San Fernando) である。パンパンガ州の自治体は、州に属さない highly urbanized city であるアンヘレス市と、州に属する component city であるサンフェルナンド市とマバラカット市、そしてメキシコ町を含む 19 の Municipality で構成される。

州議会は知事、副知事、選挙によって選ばれた議員の他、大統領が指名する州自治体協会の会長、バランガイ青年評議会州連合の会長で構成される。知事は Lilia G. Pineda である。

メキシコ町は、パンパンガ州の Municipality で、市の西南部はサンフェルナンド市に、西部はアンヘレス市に隣接する。面積は 11,761ha で、2007 年の人口は 141,298 人、43 のバランガイがある。農業が盛んで、主な作物は米、トウモロコシ、マンゴーである。平坦な地形で総農地面積は 9,821ha、米が 76.23%、トウモロコシが 17.28% を占める。スペイン統治以前は makasiku と呼ばれ、スペイン統治時代に、中南米の Mexico と発音が似ていることからメキシコと名付けられた。

Municipality の町長、副町長、町議会のメンバーは、選挙によって選ばれる。町議会は町長を議長として、選挙で選ばれる 8 名の他、バランガイ評議会連合の会長、バランガイ青年評

議会連合の代表などで構成される。任期は3年間で、3選を禁止している。市長は Toy D. Manalastas、副市長は JONATHAN R. PANGAN である。

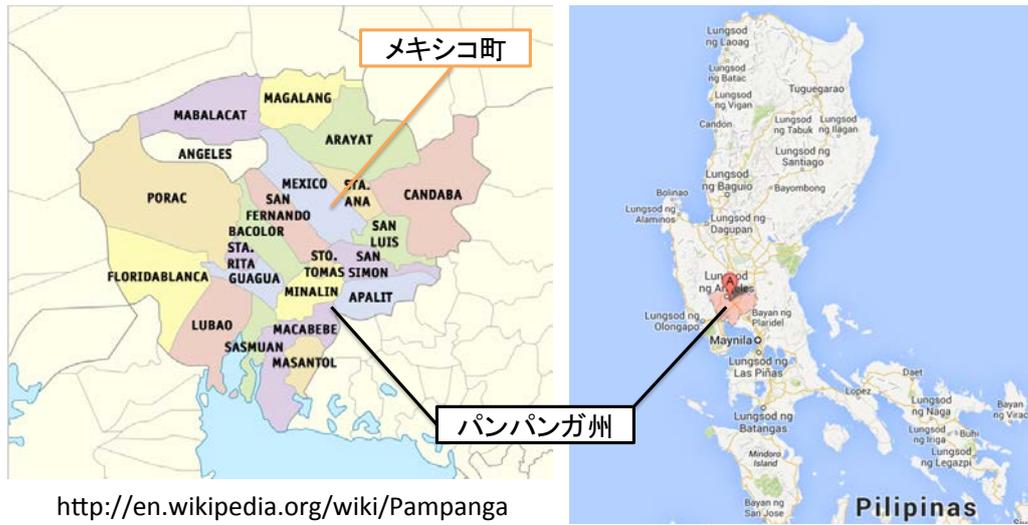


図 1-4 パンパンガ州・メキシコ町位置図

本事業サイトに隣接するクラーク経済特区は、パンパンガ州アンヘレス市にあり、マニラの北約 80km の位置になる。特区の総面積は 27,600ha、特区内に進出した日系企業数は、横浜ゴムをはじめとした日系企業 32 社で、さらに日本企業の進出が期待されている。フィリピンでは電力需給が逼迫していることから、進出企業にとって、電力の安定供給が課題となっており、対応が急がれている。

ピナツボ火山は、フィリピン国の中部ルソン地域のサンバレス州・バターン州・パンパンガ州の境界上に位置し、マニラから約 95km 離れている。1991 年 6 月に噴火し、大量の火山灰が周辺地域に降り注ぎ、火山堆積物に雨水がしみこんで流動化する火山泥流が発生して、田畑、集落、街を埋没させ、数千戸の家屋が倒壊するなど、周辺の 5 州におよび、被害者総数 120 万人に達する多大な被害を出した。本事業を行うルソン島の一大農業地帯だったパンパンガ州の農地は、火山灰にすっぽり埋まり、10 万 ha の土地が 70 億 m³ の火山灰・土石流に覆われたと言われている。農地の普及は遅々として進んでおらず、噴火後も雨期には火山泥流が毎年のように発生し続けている。同地域では、農業に従事出来なくなった農民が多くいるが、新たな雇用の場が無い。また、教育水準も低く、単純労働しか出来ない。また、農村の子弟の多くも、雇用の場が無い。地元にある資源等を活用して、新たな産業を興し、雇用の場を作っていくことが課題となっている。

1.3. 対象国の対象分野における開発課題の現状

1.3.1. 電力セクター

発電・送電事業を行っていた国営の NPC（国家電力公社）の経営が悪化し、1990 年代前半に深刻な電力不足に陥っていたフィリピン国では、1990 年代初頭より、独立系発電事業者（IPP）の活用により、民間部門の発電事業への参入を認めてきた。はじめに成功した IPP の

一つは、Quezonにある735MWのPabilao石炭火力発電所である。

電力危機に対応するために立法化されたBOT (Build-Operate-Transfer) 法の下で、PPP (Public-Private Partnership) が構築され、国内の電力需要に応じるため、多くのIPPの設立を導いた。その結果、フィリピン国内企業(Aboitiz, Ayala, Energy Development Corporation, Mirant, Meralco, SMC Global Power など)と同様に、海外企業(AES、東京電力、丸紅)からの投資が生じることとなった。

フィリピン国の電力部門の民営化と改革の転機の大きな後押しとなったのは、1994年の世界銀行による電力産業における抜本的な改革の提案であった。電力問題の解決に向けて、2001年フィリピンの電力セクターの自由化に向けた改革が開始され、EPIRA2001 (Electric Power Industries Reform Act 2001) が施行された。EPIRAの目的は、

- ① NPCの発電・送電事業を民営化すること
- ② 卸売市場の創設によって市場メカニズムを機能させること
- ③ 小売市場の自由化(オープン・アクセスの解禁)によって需給双方間で健全な競争が行われるようにすること

の3点にある。

EPIRAに従って、PSALM (Power Sector Assets and Liabilities Management Corporation) が設立され、電力セクターの改善と改革をおこなう権限を与えられた。PSALMは、26の発電所の民営化と、NGCP (National Grid Corporation of the Philippines) の民間への25年間の運営権移譲、5つの発電所に対するIPP運営管理者の任命を行った。

こうして、NPC (National Power Corporation) 所有の発電所の民営化は、2000年代中ごろから開始され、2012年末で約91%が民営化されている。NPCが独立発電事業者(IPP)とPPAを通じて保有していた権利義務関係も、2000年代末から新たに設立された民間のIPPA(IPP Administrator)への移管が開始され、2012年末で約59%について完了している。NPCとIPPの間に締結されたPPA(電力購入契約)は期間終了後に発電所の所有権はNPCに移転されることになっていたが、民営化によってIPP資産の最終的な所有権はIPPAに与えられることになった。

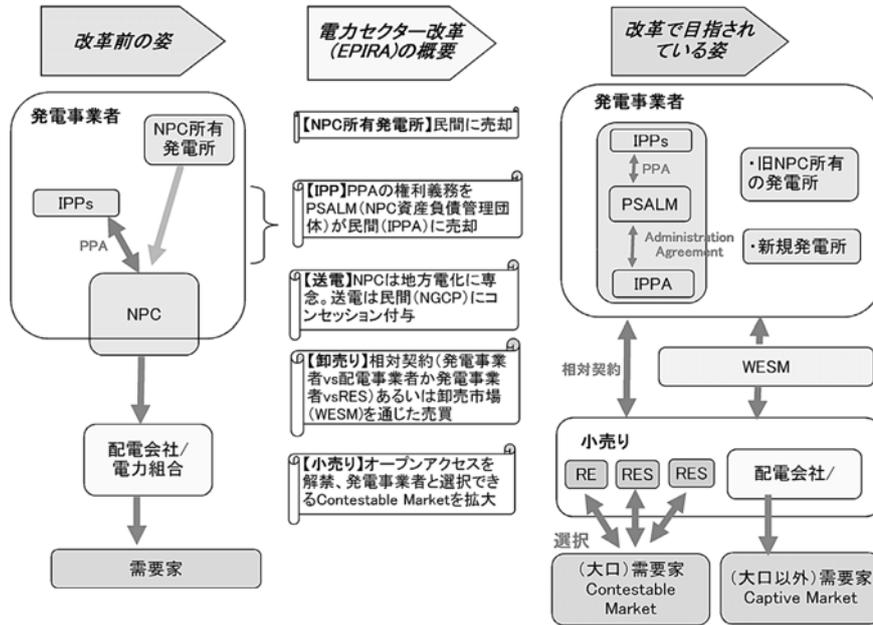
送電事業についても、NPCの送電部門がTRANSCOとして分社化され、2009年に事業権が民間企業(National Grid Corporation of the Philippines)に譲渡された。卸売市場に関しては、ルソン地域、ビサヤ地域にそれぞれ2006年、2010年にWESM(Wholesale Electricity Spot Market)が設立された。

小売り競争(Retail Competition)とオープンアクセス(Open Access)は、しばしば混同されて用いられるが、厳密には意味が異なる。小売り競争は、電力需要家が、地域の配電会社以外に、電力供給会社と電力供給を受ける契約を結ぶことである。一方、オープンアクセスは、電力需要家や電力供給会社が、送電会社や配電会社と、電力託送の契約を結ぶことを意味する。したがって、小売り競争は、オープンアクセスという手段を使って、成就することになる。

電力小売の競争原理導入とオープンアクセスは、フィリピン国の電力市場が次の開発段階に進むために大きなステップになると考えられている。90%を超える国内の電力供給、多様化されたエネルギー供給、予見可能な将来需要に対応可能な供給を考えれば、フィリピンは競争市場体制の設立のために必要な要因を十分備えている。単独のPPAレジームの下での

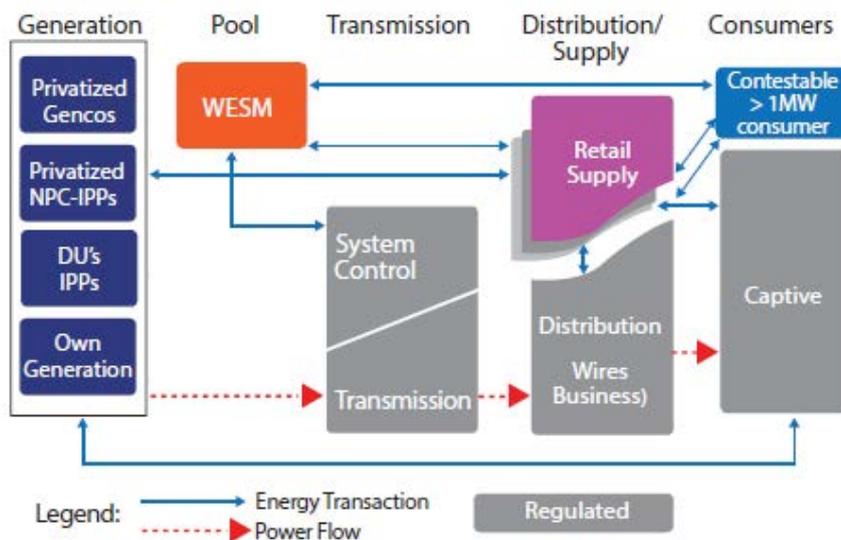
遅々とした承認プロセスは、すでに過去のものとなりつつある。なぜなら、市場が、発電容量追加のシグナルを送ると期待されているからである。

RCOA (Retail Competition and Open Access) は、2013 年の中期に開始された。2012 年 12 月 26 日、6 か月の移行期間が始まり、期間終了時において、電力の需要家は、供給者を選択できるようになっている。



出展: なぜ今再びフィリピンか —日本の VIP (Very Important Partner) となり得る国—
第2編: 民間に期待されるインフラ整備 国際協力銀行 マニラ駐在員事務所

図 1-5 電力セクターの自由化に向けた変化



出典: The Energy Report: Philippines, KPMG

図 1-6 フィリピン国の電力セクターの概要

RCOA の実施に先立ち、供給者に対し公平な競争環境を提供するため、EPIRA は以下の 5 つの条件を設定した。

- 電力需要家（特に、最初の大口需要家）が、市場で決定された価格でエネルギーにアクセスできるための WESM の設立
- 分解された（個別の）送電、配電の託送料金の承認。これにより、電力需要家は、小売り料金について、回避できないレベルか、もしくは競争によるのか、識別できることとなり、どの電力供給事業者と契約すればよいか、判断ができるようになる。
- 初期の内部補助金廃止の実施により、補助金依存の小売料金をなくし、真の競争を可能とすること
- Luzon と Visayas での NPC の発電総容量の少なくとも 70% の民営化。これは、GRID 発電容量の 30% 以上もしくは、国全体の発電容量の 25% の運営とコントロールすることを禁じた、EPIRA の条件と一致する。スレッシホールドに定められた民営化は、NPC または PSALM による独占を禁じ、民営化の閾値を示すことによって、小売り競争の実施を図ろうとするものである
- NPC の総出力の少なくとも 70% に対する経営とコントロールの IPP への移行。

1.3.2. 発電

表 1-4 に示すように、2011 年のフィリピン国全体での設置発電容量は、16,162MW である。そのうち、もっとも大きな割合を占めているのは石炭火力発電であり約 30%、続いて石油火力、ガス火力、水力がほぼ 20% ずつを占める。約 70% が化石燃料による発電容量となっている。地熱、水力を含む再生可能エネルギーは、残り 30% を占める。

表 1-5 は、ルソン地域の電源構成であり、約 12,000MW の発電容量を持つ。フィリピン全体の構成と比較すると、石油火力の割合が低く（15%）、ガス火力の割合が高い（24%）。再生可能エネルギーについては、地熱の割合が低くなっている。

表 1-6 は、ビサヤス地域の電源構成であり、発電容量は約 2,400MW である。地熱発電の容量が多く、923MW あり、約 4 割を占める。

表 1-7 は、ミンダナオ地域の電源構成であり、総容量 2,022MW のうち、水力発電が約半分を占めている。

図 1-7 に、発電種別ごとの総発電量を示す。フィリピン国全体の総発電量は 9.4% 増加し、2009 年の 61,934GWh から 2010 年には 67,743GWh となった。特に、石炭火力と石油火力が伸び、これは地熱と水力の低出力をまかなうものであった。地熱による発電量は、2009 年の 10,323GWh から 2010 年に 9,929GWh へと下落した。これは、2010 年 2 月から 5 月と第 4 四半期における出力低下の影響による。同時に水力発電は、エルニーニョ現象の影響で、ダムや河川の水位の低下により、発電量が減少した。

表 1-4 フィリピン全体の電源構成（2011 年）

| FUEL TYPE | PHILIPPINES | | | |
|--------------------|---------------|------------|-------------------|------------|
| | Capacity (MW) | | Percent Share (%) | |
| | Installed | Dependable | Installed | Dependable |
| Coal | 4,917 | 4,651 | 30 | 32 |
| Oil Based | 2,994 | 2,579 | 19 | 18 |
| <i>Diesel</i> | 1,669 | 1,347 | 10 | 9 |
| <i>Oil Thermal</i> | 650 | 650 | 4 | 4 |
| <i>Gas Turbine</i> | 675 | 582 | 4 | 4 |
| Natural Gas | 2,861 | 2,770 | 18 | 19 |
| Geothermal | 1,783 | 1,434 | 11 | 10 |
| Hydro | 3,491 | 2,963 | 22 | 20 |
| Wind | 33 | 33 | 0 | 0 |
| Solar | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Biomass | 83 | 46 | 1 | 0 |
| TOTAL | 16,162 | 14,477 | | |

出典：THE 2011 PHILIPPINES POWER STATISTICS, DOE

表 1-5 ルソン地域の電源構成（2011 年）

| FUEL TYPE | LUZON | | | |
|--------------------|---------------|------------|-------------------|------------|
| | Capacity (MW) | | Percent Share (%) | |
| | Installed | Dependable | Installed | Dependable |
| Coal | 3,879 | 3,664 | 33 | 34 |
| Oil Based | 1,757 | 1,633 | 15 | 15 |
| <i>Diesel</i> | 487 | 443 | 4 | 4 |
| <i>Oil Thermal</i> | 650 | 650 | 6 | 6 |
| <i>Gas Turbine</i> | 620 | 540 | 5 | 5 |
| Natural Gas | 2,861 | 2,770 | 24 | 26 |
| Geothermal | 751 | 587 | 6 | 5 |
| Hydro | 2,440 | 2,124 | 21 | 20 |
| Wind | 33 | 33 | 0 | 0 |
| Biomass | 17 | 13 | 0 | 0 |
| TOTAL | 11,739 | 10,824 | | |

出典：THE 2011 PHILIPPINES POWER STATISTICS, DOE

表 1-6 ビサヤス地域の電源構成（2011 年）

| FUEL TYPE | VISAYAS | | | |
|--------------------|---------------|------------|-------------------|------------|
| | Capacity (MW) | | Percent Share (%) | |
| | Installed | Dependable | Installed | Dependable |
| Coal | 806 | 777 | 34 | 38 |
| Oil Based | 615 | 476 | 26 | 23 |
| <i>Diesel</i> | 560 | 434 | 23 | 21 |
| <i>Gas Turbine</i> | 55 | 42 | 2 | 2 |
| Geothermal | 923 | 745 | 38 | 37 |
| Hydro | 13 | 13 | 1 | 1 |
| Biomass | 44 | 26 | 2 | 1 |
| TOTAL | 2,402 | 2,037 | | |

出典：THE 2011 PHILIPPINES POWER STATISTICS, DOE

表 1-7 ミンダナオ地域の電源構成（2011 年）

| FUEL TYPE | MINDANAO | | | |
|---------------|---------------|------------|-------------------|------------|
| | Capacity (MW) | | Percent Share (%) | |
| | Installed | Dependable | Installed | Dependable |
| Coal | 232 | 210 | 11 | 13 |
| Oil Based | 622 | 469 | 31 | 29 |
| <i>Diesel</i> | 622 | 469 | 31 | 29 |
| Geothermal | 108 | 102 | 5 | 6 |
| Hydro | 1,038 | 827 | 51 | 51 |
| Solar | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Biomass | 21 | 7 | 1 | 0 |
| TOTAL | 2,022 | 1,616 | | |

出典：THE 2011 PHILIPPINES POWER STATISTICS, DOE

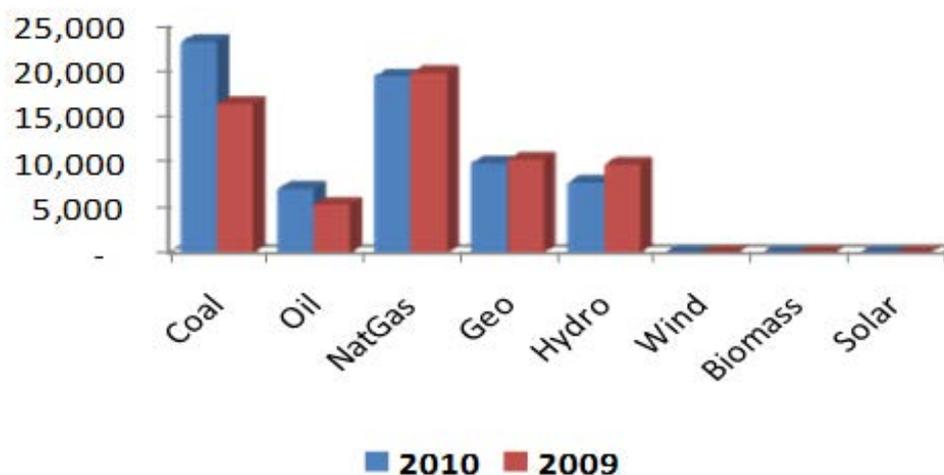


図 1-7 各発電種別の総発電量（GWh）

出典：<http://www.doe.gov.ph/power-and-electrification/philippine-power-sector-situationer>

2012 年後半、PSALM により、ルソンおよびビサヤ地域における NPC の総発電容量の 70% 以上が民営化されている。また、NPC の総出力の 70% 以上が、契約に基づき IPP に供給されている。

表 1-8 IPP 事業者一覧

| Name of Plant | Rated Capacity (MW) | Location | Bid Date | Winning Bidder | Winning Bid Price (Million US\$) |
|---|---------------------|------------------------|--------------------|--|----------------------------------|
| Talomo | 3.5 | Davao | 25-Mar-04 | Hydro Electric Development Corp. | 1.37 |
| Agusan | 1.6 | Agusan | 4-Jun-04 | First Generation Holdings Corp. | 1.53 |
| Barit | 1.8 | Camarines Sur | 25-Jun-04 | People's Energy Services Inc. | 0.48 |
| Cawayan | 0.4 | Sorsogon | 30-Sep-04 | Sorsogon II Electric Cooperative, Inc. | 0.41 |
| Loboc | 1.2 | Bohol | 10-Nov-04 | Santa Clara International Corp. | 1.43 |
| Pantabangan- Mashway | 112 | Nueva Ecija | 6-Sep-06 | First Generation Hydro Corp. | 129 |
| Magat | 360 | Isabela | 14-Dec-06 | SN Aboltiz Power | 530 |
| Masinloc | 635 | | 26-Jul-07 | Masinloc Power Partners Ltd. | 930 |
| Ambuklao-Blinga | 175 | Benguet | 28-Nov-07 | SNAP Hydro | 325 |
| Tiwi-Makban | 747.53 | Albay, Laguna/Batangas | 30-Jul-08 | AP Renewables | 446.89 |
| Panay and Bohol* | 168.5 | Iloilo, Bohol | 12-Nov-08 | SPC Power Corporation | 5.86 |
| Amlan | 0.8 | Negros Oriental | 10-Dec-08 | ICS Renewables Inc. | 0.23 |
| Calaca Coal-Fired Thermal Power Plant | 600 | Batangas | 8-Jul-09 | DMCI Holdings Inc. | 361.71 |
| PB 117* | 100 | Compostela Valley | 31-Jul-09 | Therma Marine | 14 |
| PB 118* | 100 | Agusan Del Norte | 31-Jul-09 | Therma Marine | 16 |
| Limay* | 620 | Limay, Bataan | 26-Aug-09 | San Miguel Energy Corporation | 13.5 |
| Palipinon-Tongonan Geothermal Power Plants | 305 | Negros Oriental, Leyte | 2-Sep-09 | Green Core Geothermal Inc. | 220 |
| Naga LGBT* | 61.9 | Panay | 16-Oct-09 | SPC Power Corporation | 1.01 |
| Angat Hydro** | 218 | Norzagaray, Bulacan | 28-Apr-10 | Korean Water Resources Dev. Corp. | 440.88 |
| BacMan | 150 | Albay/Sorsogon | 5-May-10 | Bac-Man Geothermal Inc. | 28.25 |
| Bohol-Panay | 166.50 | | | | |
| TOTAL Privatized - PHILIPPINES | | | 4,362.23 MW | | US\$3,422.15 |
| Total Privatized in Luzon and Visayas | | | 4,157.13 MW | | US\$3,419.25 |
| TOTAL MW to be privatized in Luzon and Visayas | | | 4,807.13 MW | | |
| Level of Privatization in Luzon and Visayas | | | 86.5% | | |

* Turned-over IPPs

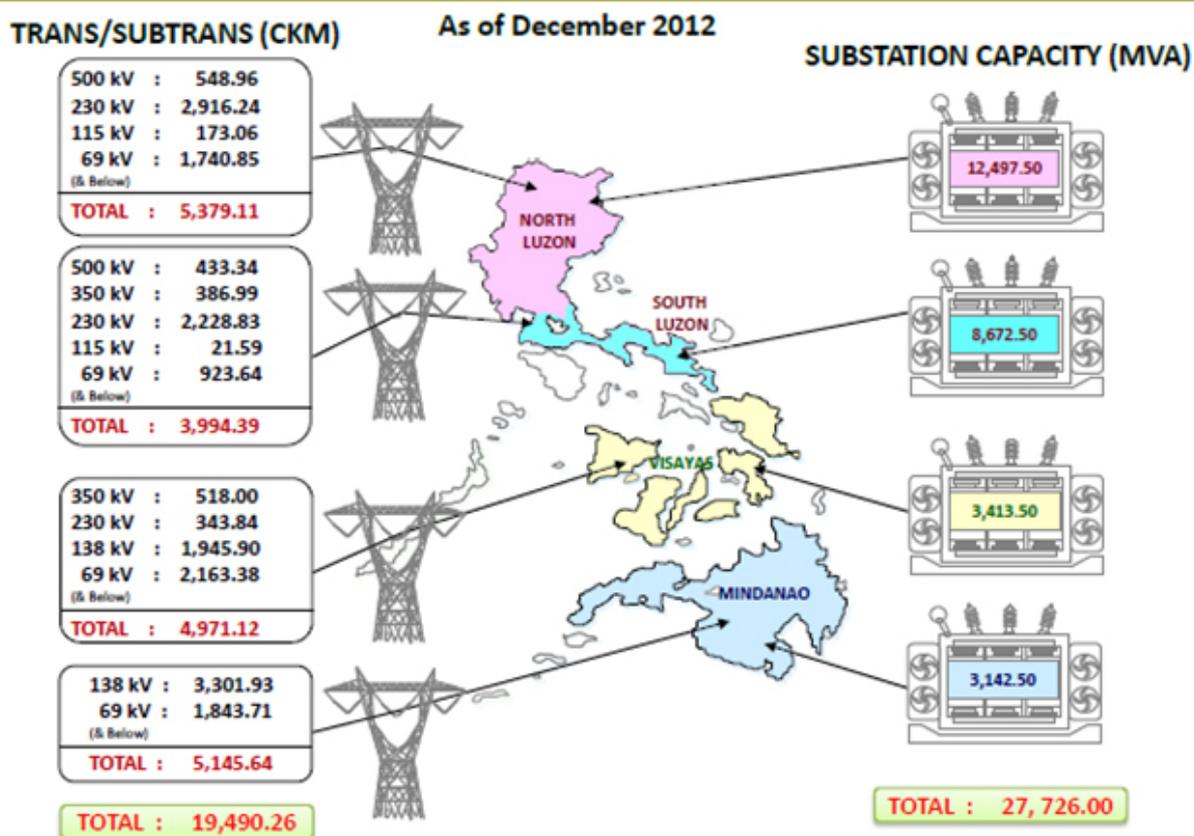
** Supreme Court declared the sale of Angat to KWDC as valid and legal

1.3.3. 送電

電力の自由化が始まった当初、フィリピン国有の TransCo (National Transmission Corporation) が送電事業を行っていた。TransCo は、2001 年に EPIRA に基づき設立され、2003 年 3 月に NPC から分離された。事業内容は、高圧送電線の計画、建設、運用、保守等である。保有する施設等は、送電線延長 21,319km、93 変電所、変電所総容量 24,310 百万 VA、総資産 250 億ドルとされている。

自由化の進展により、2009 年 1 月 15 日、送電システムの経営と運用（営業権）を NGCP (National Grid Corporation of the Philippines) に委譲した。ただし、資産は引き続き TransCo が所有している。NGCP は、2008 年にコンソーシアム (Monte Oro Grid Resources Corporation, Calaca High Power Corporation, and State Grid Corporation of China) が送電の営業権を獲得した

ことに始まる。EPIRA に定められた営業権法により、当初 25 年間の営業、さらに追加の 25 年間の合計 50 年間の、NGCP による営業が認められている。



出典：NGCP ウェブサイト (<http://www.ngcp.ph/corporate.asp?id=39>)

図 1-8 フィリピン国の送電線と変電所の状況

1.3.4. 配電（小売り）

フィリピン・エネルギー規制委員会(ERC)は 2013 年 6 月 27 日、ルソン島で電力小売自由化制度（1,000kW 以上の大口需要家を対象にしたオープン・アクセス制度：Retail Competition and Open Access）が 26 日からスタートしたと発表した。同委員会は、小売事業者（RES: Retail Electricity Supplier）免許を 10 社以上に交付している。電力産業改革法（EPIRA: Electric Power Industry Restructuring Act、2001 年制定）では、電力小売自由化制度の導入後、2 年以内に適用対象を 1,000kW 以上から 750kW 以上に引き下げ、最終的には家庭用を対象にすると規定されている。

これまでは、消費者は居住する地域のフランチャイズを与えられている配電事業者（配電会社、電力組合）が調達した電力をそのまま購入していた。発電コストは原則消費者に転嫁され、発電事業者を選択することが出来なかった。オープン・スカイアクセスが導入されると、消費者は、購入すべき電力会社の選択肢が与えられる。具体的には、消費者は新たに設立された RES を選択して電力を購入することとなり、競争原理を導入することで、電力価格の適正化を目指す狙いがある。

1.3.5. 地域電化プログラム

フィリピン地方電化プログラムは、過疎地帯から 700 万世帯が住む地域まで対象に、38 年間で、約 4500 万人のフィリピン国民に利益をもたらした。地方の電力化によって、中小企業の企業数が増加し、家庭内で電化製品の利用が可能になるなど、それらの地域に住む人々の生活改善に好影響を与えた。プログラムは、NEA (the National Electrification Administration) により実施されている。NEA は 1969 年 8 月 4 日に創設され、Republic Act 3068 を通じ、のちに the Presidential Decree 1645 のもとで、1973 年 8 月 6 日に法人格を持ち、the Presidential Decree 1645 によって、追加的な権力を許可されている。38 年の間、NEA はすべての電化を通じて、地方に住む人々の社会における経済的地位を向上させるための任務を遂行した。NEA は、技術的、制度・経済的援助を the Electric Cooperatives (ECs) へ提供した。ECs は順次、それらの地域において配電の普及基盤を実施した。

EPIRA2001 (R.A.9136) の Section 58 は、NEA に ECs の技術的能力強化と、地方の ECs の電力公共事業としての財政的な実行可能性を委任している。そして、ECs が規制のない電力市場、とりわけオープン・アクセスと小売託送の環境で営業し、競争するための準備を行っている。

ECs は、いわば電力協同組合であり、地方電化プログラムにおいて、NEA のパートナーを務める。ECs は民間の、非株式、非営利目的、非政治的団体として組織され、消費者自らによって所有され運営される。

全国で、119 の ECs が存在し、それらは、NEA によって開発され設置された、パラメーターに基づく年間稼働率、収集効率、システム損失、電力供給者への支払い額などによって、A+、A、B、C、D、E に分類される。ECs はまた、消費者の数、売り上げ、建設した送電線キロ数に応じて、Mega-Large、Extra-Large、Medium、Small にも分類されている。

NEA による ECs への経済的支援には以下のように様々なものがある。

a. 通常災害と無利子融資

ECs が利用できる地方電化のための通常融資である。これは ARMM、オフ GRID、その他の ECs が資金的に困難な状態にある場合に、ECs のプログラム実施へ資金提供を行う。

b. 物流融資

物流融資は ECs の譲許的な補充の要求に対するもので、例えばラジオ、視聴覚機器、コンピューター、車両、検査機器、安全装置、架線作業員用器具、その他の物流装備のような支援装備の要求に対処するために提供されるものである。

c. EC のためのエクイティファイナンススキーム

このスキームは、配電装置の調達や、復旧、改良プロジェクトの実施において、ECs の資本増強に対して提供される。

d. NGCP からの 69KV ラインの取得

この融資プログラムは、69KV ラインの NPC もしくは NGCP から取得するために、ECs の資本増強に対して提供される。

e. 1 桁台のシステム損失

この融資プログラムは、全国平均システム損失が、2004 年から始めて少なくとも年に 1% ずつ減少させ、2010 年より前に 1 桁を達成できるように、ECs を支援するために提供され

る。

f. ECs 資本資源の強化（担保共有）

次の ECs 要求に対し、NEA が承認するもの。a)他の原資からの、不動産の全部または一部に対して抵当権を要求しない短期ローン（ただし、担保共有を除く）。b)NEA 以外のレンダーに有利になるような、ECs 財産の NEA への抵当権設定による担保共有。

g. ローンのリ構築

このプログラムは、ECs を白紙の状態に戻し、ECs の稼働を持続させ、債務を完了させるためのものである。

h. 補助金の拠出

このプログラムは、バランガイまたはシティオスの電化プログラムのため、ECs 配電線拡大・拡張のファイナンス支援を提供する。

i. 電力代金決済（運転資金）

このプログラムは、即時払いの割引を利用するための、NPC/NGCP への ECs 未払い金の融資を補うものであり、STCP と SCF がある。STCP は、NPC と NGCP へ支払う月々の電気料金の決済の不足に対しての ESs への資金提供である。一方、SCF は、GENCO と市場オペレーター（WESM）に対する ECs の信用力を強化することを意図するものである。

j. Add-Ons(Housewiring)

この融資プログラムは、家庭への配信設備、新規接続の消費者のキロワットアワーメーター設置の費用支援のためにある。

k. 保証金

このプログラムは、GENCOs NGCP WESM の保証金要求の融資を補うものである。

l. 従業員のための特別退職パッケージ

この融資プログラムは、再編成の影響により退職する従業員への資金に利用される。

以上のようなローン利用の資格は、NEA の監督の下で、すべての ECs に資格が与えられている。また、NEA 以外の方法で、ローンを利用する場合でも、NEA は、ECs が MSI を通じて他の貸出機関と抵当財産を共有する場合に、Policy on Collateral Sharing（担保共有）を認めている。

1.3.6. 電力料金

フィリピン国の電気料金は世界でも、最も高い部類に入ると言われている。2012年6月に IEC（International Energy Consultants）により行われた調査によると、マニラ首都圏で発電と電力の小売を行う Meralco（Manila Electric Company）の平均小売単価は、1kWh あたり 8.82 ペソであった。これは、世界で 9 番目に高く、アジア圏では日本に次いで 2 位である。

例えば、Meralco の発電・供給の平均コストは 2012 年 1 月時点で、1kWh あたり 6.2697 ペソであった。これは、独立発電事業者（IPP）、NPC との推移供給契約、WESM からの電力供給の混合、および補助的なサービスのためのコストが反映されたものである。

NPC との契約単価は、平均して 5.6885 ペソ、WESM からは平均 4.715 ペソである（いずれも 1kWh あたり）。しかしながら、ピークでは、WESM からの平均電力単価は、8.77 ペソと

なっている。

このような単価は、近隣のアジア諸国に比べると高価であるが、これは発電コストの実態を反映した価格となっているためである。逆に、近隣のアジア諸国（タイ、インドネシア、マレーシアなど）では、政府補助金が導入されているため、相対的に安価な電力価格となっている。

他の要因として、化石燃料の輸入に依存した体質のためである。2011 年末時点で、輸入石油と石炭による発電は、エネルギー・ミックスの 49%となった。当然、これらのプラントの燃料代は国際市場価格となる。さらに、国内産の天然ガスを用いるガス火力発電（それらは 2011 年末に、エネルギー・ミックスの約 18%を占める）にしても、国際価格に連動した価格で、ガスを調達している。

フィリピン国の統計によると、2011 年の平均小売電力価格は、9.14 ペソ/kWh であった。内訳として、56%の 5.12 ペソが発電コスト、12%にあたる 1.06 ペソが送電コスト、17%にあたる 1.59 ペソが配電に関わるコストとなっている。さらに、6%分がシステムロス、そのほか、ユニバーサルチャージ、税金等がかかっている。

これらのうち、発電コストや、送電コスト、ユニバーサルチャージなどが近年上昇している。特に、発電コストにおいては、石炭火力や石油火力発電が多く、石炭や原油の値段が上昇しているため、ダイレクトに発電コスト上昇に影響を与えている。他方、電力会社の利益は、政府によって保証されており、ICERA（Incremental Currency Exchange Rate Adjustment Mechanism）をはじめ、GRAM（Generation Rate Adjustment Mechanism）、TRAM（Transmission Rate Adjustment Mechanism）等のスキームのため、電力料金の上昇の要因となっている。さらに、離島などでディーゼル発電を行う小規模発電 SPUG（Small Power Utilities Group）を支援するプログラムの費用は、ユニバーサルチャージとして課金されている。

民営化以前に、政府の発電会社であった NAPOCOR が抱えていた負債 65 億ドルは、政府が引き継いだ。結局のところユニバーサルチャージとして消費者の負担となっている。

また、卸電力市場を創設し、多くの電力会社が売買に参加することで競争が生じ、電力価格の低下を狙っていたが、思うように参加者数が増えず、発展途上である。さらには、電力固定価格買取制度（FIT）の導入も、ユニバーサルチャージの上昇へ寄与することとなっており、以上のことから、フィリピンの電力料金は、先進国並みに高い水準である。このような状態は、国内で格安の燃料が発見されない限りは、当面の間、継続すると想定される。

1.3.7. 対象分野における開発課題

2012 年 12 月に DOE が策定した The Philippine Energy Plan 2012-2030 では、将来の電力需要と、発電容量追加の計画が述べられている。計画では、現在設置されている国内の発電容量約 16,250MW は、2030 年までに 25,800MW（約 60%の増加）に増えると予想されている。これは、2030 年の予測値である電力需要 29,330MW には依然として不足している。さらに、島々を結ぶ種々の送電線の開発も必要である。

当計画は、効果的な実施に向け調整されているものの、以下に示すような各種の課題があることも事実である。

1) 継続した発電容量の増加

フィリピン国の3つの地域（Luzon, Visayas, Mindanao）では今後数年間のうちに、かなりの発電容量の増加が求められる。2030年までに、1,800MWの発電設備の建設・増設が計画されているが、想定外の13,000MW程度の追加的な発電所の建設・増設が求められる可能性がある。市場のシグナルは、これらの発電容量増加が起きるのを考慮するのに、十分堅調である。

2) GRID 連結と強化

発電容量の増加に伴って、送配電のインフラ強化が必要であり、十分な投資が求められる。図 1-9 に、フィリピン国の発電所全体像を示す。フィリピン国は、非常に数多くの島々に分かれており、送電網を充実させることが困難である。島々の GRID は相互に連結される必要があるが、実際、Mindanao はいまのところ、Luzon、Visayas Grid と連結されていない。したがって、電力セクターの持続発展のためには、巨大な資本支出が必要となるが、そのためには、送電インフラ投資からの適切な利益享受を許可することが求められ、投資家にとって魅力的なビジネスとなることが望まれる。

3) 市場価格リスク

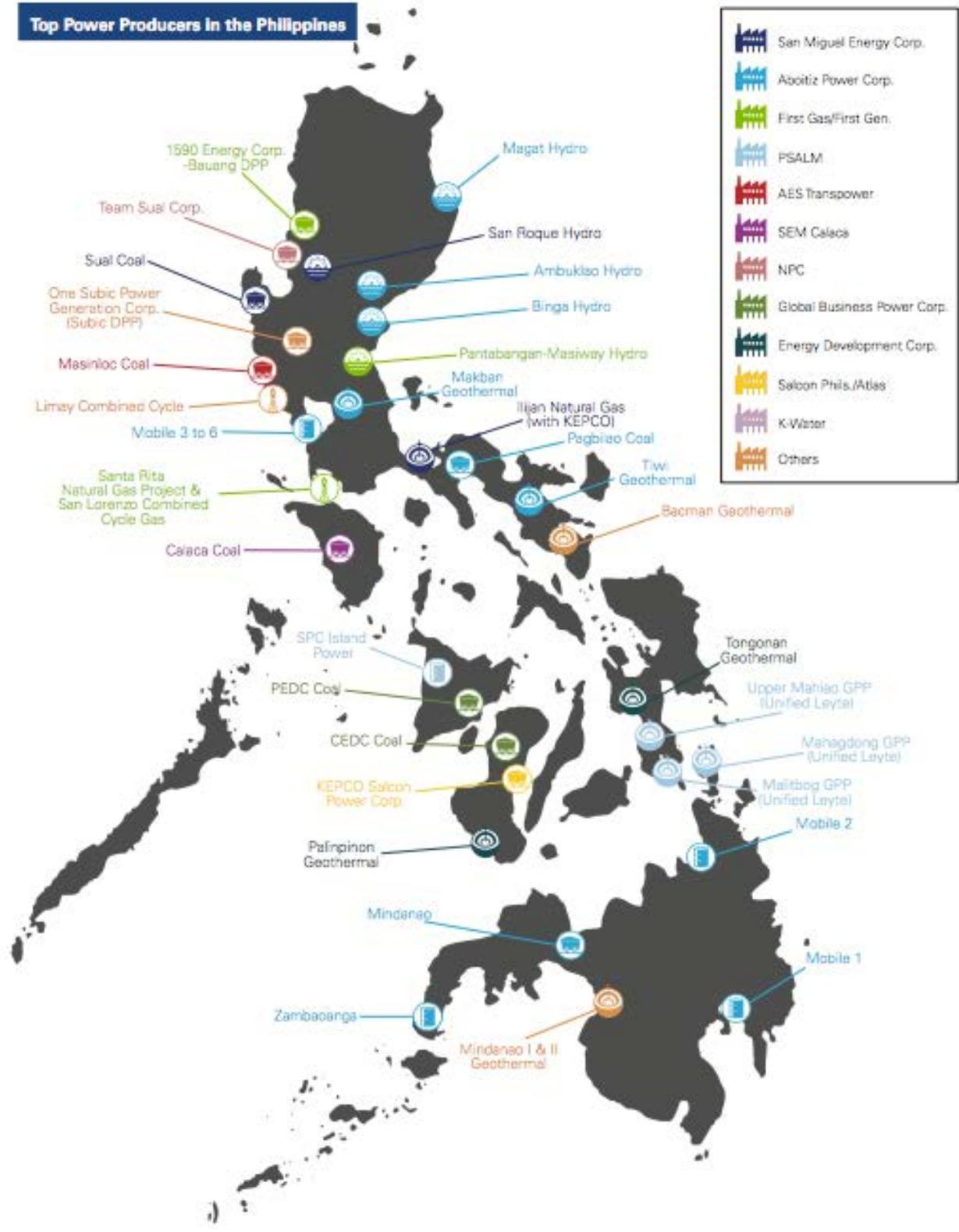
一般的な考えとして、市場価格リスクも存在する。供給過剰な状況においては、市場価格は下降し、利益の低下を導くであろう。これは、低コストで競争力があり、効率のよい発電システムが、本質的な優位性を持つことを示している。ただし、フィリピン国の現在の状況を鑑みれば、今後、需要の伸びに対して電力の供給が過剰になることは想定しにくく、市場価格リスクが顕在化する可能性は低いと考えられる。

4) 規制構造

2013年6月から始動した、フィリピン国における電力小売自由化（RCOA：Retail Competition and Open Access）の成功は、規制構造と市場メカニズムの安定性に大きく依存する。積極的な取り組み、衡平かつバランスのよい明確な枠組みの維持が、電力セクターの長期的な持続可能性確保するために重要である。

今後、フィリピンの電力セクターは、国内外の民間部門に非常に多くの機会を提供することになる。発電部門の13GWを超える容量増加は、非常に多くの群島間の相互連結を伴って、大きな投資の機会をもたらす。2030年までに、約25億ドルの総投資額の機会があるとのデータもある。これらの投資がより効果的に行われるためには、発電容量の増設、発送配電間の相互関係の構築に加え、市場への新規参入者促進、フィリピン電力市場から他国の競争市場への進出も必要となると考えられる。フィリピンの電力部門は大きな変貌を遂げようとしており、機会の提供であると同時に、マネージメントを要する高いリスクも含んでいる。既存の各関係機関は新しい環境で成功するために、自らの戦略を再設定することが求められている。

Top Power Producers In the Philippines



出典: The Energy Report: Philippines、KPMG

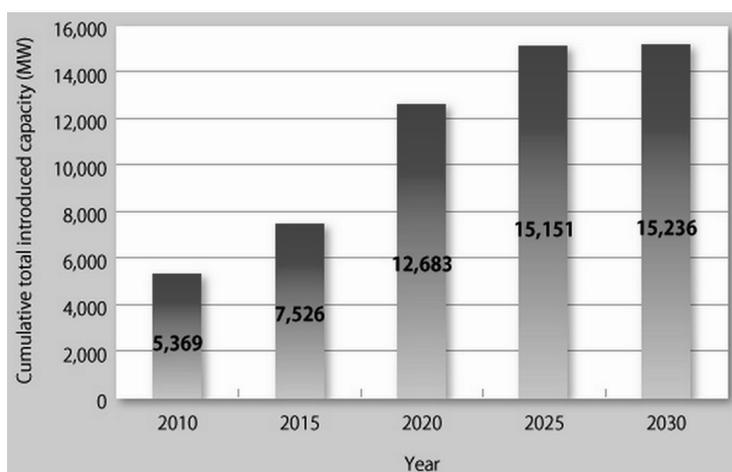
図 1-9 フィリピン国の発電所位置図

1.4. 対象国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

1.4.1. 概要

フィリピン国は、石油・石炭を産しないことから、海外に依存しており、エネルギーの安定供給が大きな課題である。また、石油価格の上昇が経済に与える影響は大きい。フィリピンは人口の増加が著しく、人口は1億人を突破するものとみられ、それに伴って電力消費量の増加も続く。一方で7,000を超える島々から成る国であるため、送電網など電力インフラの整備が容易ではなく、無電化地域の電化も、依然として大きな課題である。そして、電力料金は、2012年6月 Meralco (Manila Electric Company) の平均小売単価が1kWhあたり8.82ペソとアジアでは日本を除き最も高い国である。フィリピン政府は、エネルギー自給率の改善を図るため、再生可能エネルギーの導入に力を注いできた。2008年には、再生可能エネルギーの導入を促進するための法律、再生可能エネルギー法(Renewable Energy Act of 2008, R.A.9315) が成立し、その詳細の決定が待たれていたが、2012年、エネルギーの種類別に電力固定価格買取制度 (Feed in Tariff: FIT) の買い取り価格が決まり、正式に始動した。1.4.4 電力固定価格買取制度に概要を紹介する。また、電力供給において一定割合を再生可能エネルギー起源の電力に義務づける制度 (RPS) も2013年から導入されている。

フィリピン国では、エネルギー省が2008年に「エネルギー計画 (Philippine Energy Plan 2008-2030)」を策定し、再生可能エネルギーの導入拡大を目指すため、再生可能エネルギー計画 (The National Renewable Energy Plan : NREP) においてロードマップ (2010-2030) が作られた。ロードマップでは、図 1-10 に示すように2030年までに再生可能エネルギー発電の設備容量を現状の3倍の15,236MWにすることを目標としている。



出展: PSE-CFA RE Seminar Opportunities in the RE Sector August 29, 2012 より作成

http://www.asiabiomass.jp/topics/1302_06.html

図 1-10 再生可能エネルギー導入ロードマップ

フィリピン国は、石油や天然ガスに恵まれず、島しょ国であることから、火力も再生可能エネルギーも設備を大規模化しづらく、発電コストは周辺国に比べて高い。強力な普及施策

を導入すれば、電気料金の引き上げにつながる可能性もあり、政府の舵取りに注目が集まっている。

1.4.2. 再生可能エネルギー導入計画

フィリピン国では、再生可能エネルギー法が 2008 年 12 月に導入され、2009 年 6 月には施行細則が公示された。外国の立法（2009.2）国立国会図書館調査及び立法考査局は、以下のように紹介している。

同法の目的が以下のように掲げられた。

- 1 バイオマス、太陽熱、風力、水力、地熱及び海洋資源又はハイブリッド・システム等の再生可能エネルギーの調査、開発及び利用を通してエネルギーの自給を達成するために、再生可能エネルギーの開発を促進する。
- 2 再生可能エネルギーの利用を制度化し、同制度の利用における国レベル及び地方レベルの能力を開発し、並びに財政的な優遇措置及び非財政的な優遇措置の提供による効果的な利用及び広範囲な商業的応用を促進することによって、再生可能エネルギーの利用を増大させる。
- 3 有害排出物を効果的に防止し又は削減するための手段として、並びに経済成長の目標と、健康及び環境の保護を伴う開発とのバランスをとるものとして、再生可能エネルギー資源の開発及び利用を促進する。
- 4 この法律及びその他の現行の法律において規定された権限を行使するための必要なインフラストラクチャー及びメカニズムを構築する。

同法を執行するため、国家再生可能エネルギー局(National Renewable Energy Board=NREB)が設置された。その業務は以下の通りである。

- 1 Off GRID (非配電網) 地域における再生可能エネルギー・ポートフォリオ基準及び再生可能エネルギー最小発電容量についてエネルギー省 (Department of Energy=DOE) に勧告する。
- 2 DOE が実行する国家再生可能エネルギー計画の実施を促進するための特別行動を勧告する。
- 3 国家再生可能エネルギー計画の実施を監督し、評価する。
- 4 この法律によって設置される再生可能エネルギー信託基金の利用状況を監視する。
- 5 この法律の目的を実現するため、必要と思われるその他の職務を遂行する。

同法では、再生可能エネルギー発電事業者に対し、7年間の法人税免除、CDM プロジェクトから創出される排出クレジットである CER (Certified Emission Reduction) の売却益への法人税課税免除に加え、再生可能エネルギー発電による売電価格への上乗せ基準や、GRID 側への再生可能エネルギー電力の購入義務化等、再生可能エネルギー発電事業の促進のため、内外からの投資を呼び込む奨励措置が盛り込まれている。

具体的には、以下の政策を進めている。

- RPS の継続（大規模水力、地熱発電など商業ベースのものを対象）
- 7年間の所得税免除
- 必要機材の輸入関税 10年間免除
- 設備設置にかかる土地の特別不動産税率の優遇
- 商業運転開始から3年間の赤字を次の7年間の収益から控除、
- 国内ガソリン総販売量の5%以上のバイオエタノール混合仕様義務づけ、など。

また、再生可能エネルギー促進に関連する外資規制、外資奨励には、以下のようなものがある。

- 天然資源の探査、開発、利用、公益事業免許を必要とする BOT プロジェクトの提案・施設運営は外資 40%以下に制限
- 公共事業の建設、修理契約は外資 25%以下に制限（例外あり）
- 電気・機械エンジニア、環境設計、地質調査等の専門職は外国人就業禁止
- エネルギー、インフラストラクチャーなどの投資優先計画に位置づけられた事業には、優遇措置あり。

DOE は、再生可能エネルギー導入・促進のため、関係機関と協議ののち、再生可能エネルギー計画を構築している。フィリピン国においては、再生可能エネルギー主要なエネルギー供給として重要な役割を担っている。2010年時点で、国全体の一次エネルギー供給は 40MTOE（石油換算 100 万 t）に達しており、このうち 23.4MTOE は自国で調達され、エネルギー自給率は 57.5%に到達している。再生可能エネルギーは、この自給エネルギーのうち、最も高く貢献（68.1%）しており、再生可能エネルギーの中では地熱発電がもっとも高い 53.2%を提供している。これに続き、バイオマスが 33.3%、さらに水力発電が 12.1%を提供している。

再生可能エネルギー計画では、

- 地熱発電の容量を 75.0%拡大
- 水力発電の容量を 160%拡大
- 277MW のバイオマス発電の容量増加
- 風力発電の 2345MW の容量増加にともなうグリッドパリティの達成
- 追加的な 284MW の太陽光発電による容量の主流化と熱望されている目標値の 1528MW の達成
- フィリピンにとって初となる海洋エネルギー設備の開発

を実施することとなっている。

再生可能エネルギー計画は、RA9513 でカバーされているそれぞれの資源（地熱発電、水力発電、バイオマス、風力発電、太陽光発電、海洋エネルギー）の個別プログラム（部門ごとのプログラム）により体制化されている。他の新興の再生可能エネルギー技術は、その開発、利用状況により後に算入されるであろう。

表 1-9 2030 年までの再生可能エネルギー増加量 9865MW の内訳

| Sector | Installed Capacity (MW) as of 2010 | Traget Capacity Addition by | | | | Total Capacity Addition (MW) 2011-2030 | Total Installed Capacity by 2030 |
|------------|------------------------------------|-----------------------------|---------|---------|------|--|----------------------------------|
| | | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | | |
| Geothermal | 1,966.0 | 220.0 | 1,100.0 | 95.0 | 80.0 | 1,495.0 | 3,461.0 |
| Hydro | 3,400.0 | 341.3 | 3,161.0 | 1,891.8 | 0.0 | 5,394.1 | 8,794.1 |
| Biomass | 39.0 | 276.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 276.7 | 315.7 |
| Wind | 33.0 | 1,048.0 | 855.0 | 442.0 | 0.0 | 2,345.0 | 2,378.0 |
| Solar | 1.0 | 269.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 284.0 | 285.0 |
| Ocean | 0.0 | 0.0 | 35.5 | 35.0 | 0.0 | 70.5 | 70.5 |
| TOTAL | 5,438.0 | 2,155.0 | 5,156.5 | 2,468.8 | 85.0 | 9,865.3 | 15,303.3 |

出典: Department of Energy (<http://www.doe.gov.ph/>)

各部門のプログラムは、それぞれの再生可能エネルギー資源がもつ、市場浸透率の達成を示す指針に従っている。それは、20年にわかる計画期間のマイルストーンを示しており、その実現は、以下の活動の実施如何に依存している。

- ・ 民間部門投資を促進するための支援、顧問を含む再生可能エネルギー産業サービス
- ・ 国の莫大な再生可能エネルギー資源の可能性の利用を強化するための資源開発
- ・ 確かな再生可能エネルギーシステム、技術、プロセスが、未経験もしくは限られた実績の地域において、フィリピンでの適用の実現性を決定するための、研究、開発、デモンストレーション
- ・ より多くの消費者保護のため、および従来型のエネルギーとの競争力強化のため、地域の再生可能エネルギーシステムの質、効率、コストの改善に適合する再生可能エネルギー技術サポート

表 1-10 各部門のプログラム

| RE Industry Service | Resource Development | R&D, Demonstration | RE Technology Support |
|--|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Review of applications; endorsement for registration - Market development services - Advisory services to RE Developers (technical, business matching, etc.) - Monitoring of RE contracts | <ul style="list-style-type: none"> - Resource assessment - Pre-feasibility studies - Market studies - Socio-economic and environmental impact studies - Optimization studies - Studies on non-power applications of RE resources | <ul style="list-style-type: none"> - RE systems/ technology/ process-adoption or development - Demonstration projects | <ul style="list-style-type: none"> - Standards development - Quality performance improvement - Production cost reduction - Capacity building - Registration/ Rating Program |

出典: 各種資料から調査団作成

再生可能エネルギー計画と各部門プログラムが円滑な成功をおさめるには、DOEの関与と再生可能エネルギー法に明記された付属機関の政策サポートに大きく依存する。再生可能エネルギーに関係のある各方面との協調も重要で欠かせない。この協力連携と支援を持続するために、以下の計画が遂行される必要がある。

- ・ 登録手続きの合理化
- ・ 自由競争、入札における透明性かつ適正評価

- 効果的かつ効率的な契約の監視
- 効果的かつ時宜にかなったサービスの展開
- 統合され積極的な情報伝達活動の実施
- 実現可能な時期での、官民連携の相互関係の確立

再生可能エネルギー計画の重要な点は持続可能性にある。有効な M&E メカニズムは再生可能エネルギー法で予測された出力率を満たし持続することを確実にするために開発されるであろう。

最終的に、フィリピン国における将来世代は、長期にわたる再生可能エネルギーの恩恵による排出量削減を通して、より持続可能な環境から利益を得ることになる。また、化石燃料輸入をさける事による経済的な節約だけでなく、より強力な民間部門投資によるさらなる経済的活動により生じる雇用機会により、社会的経済利益を実感することが、期待されている。

1.4.3. RPS 制度

2013 年 3 月時点の情報では、フィリピン国における RPS（再生可能エネルギー発電利用割合基準の義務づけ）の制度化については、NREB（National Renewable Energy Board）により、再生可能エネルギーの最低限のシェアとともに、導入後 10 年間にわたり毎年少なくとも 1% ずつそのシェアを増加させることとなっている。DOE は、少なくとも 2 年に 1 度、数値の見直しを行う。最終的には、NREB の助言の下、DOE が公布する。

RPS の対象となるセクターは、すべての DU（Distributed Utilities）、電力供給事業者、SOLR（Supplier of Last Resort）、需要家に直接供給を行う発電事業者、経済特区で正規に認められた電力事業者である。

Renewable Energy 登録簿が PEMC（フィリピン電力市場公社）内に構築され、証書となる RECs（Renewable Energy Certificates）が発行、移転、売買された際にトレースできるようになる。対象企業は、毎年の定められた目標値に相当する RECs を登録簿内に保有することが求められる。同時に、再生可能エネルギー市場（REM：Renewable Energy Market）が卸電力市場内に設置され、RECs 売買の促進をすることとなる。

1.4.4. 電力固定価格買取制度

フィリピン・エネルギー規制委員会（ERC）は 2010 年 7 月 23 日、再生可能エネルギーによる発電事業者を対象とした電力固定価格買取制度（FIT）の骨格を公表した。ERC は再生可能エネルギー法に基づき、該当する事業者による電力の FIT を 20 年間保証するとしている。

ERC は 2012 年 7 月 27 日、再エネの固定価格料金を決定した。1kWh 当たりの買取価格は、水力 5.9 ペソ（約 11.1 円）、太陽光 9.68 ペソ（約 18.2 円）、風力 8.53 ペソ（約 16.1 円）、バイオマス 6.63 ペソ（約 12.5 円）となっている。ERC 関係者は、「電気料金に与える影響や再エネへの投資などを考慮して設定した。この価格を 3 年間継続し、その後、調整する」とコメントしている。

表 1-11 FIT 価格と導入目標

| Technology | Proposed FIT (PhP/kWh) | Approved FIT (PhP/kWh) | Approved FIT (USD/kWh) | Proposed Installation Target (MW) | Approved Installation Target (MW) |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Run-of-River Hydro | 6.15 | 5.90 | 0.140 | 250 | 250 |
| Biomass | 7.00 | 6.63 | 0.158 | 250 | 250 |
| Wind | 10.37 | 8.53 | 0.203 | 220 | 200 |
| Solar | 17.95 | 9.68 | 0.230 | 100 | 50 |
| Ocean | 17.65 | Pending | Pending | 10 | 10 |
| Total | | | | 830 | 760 |

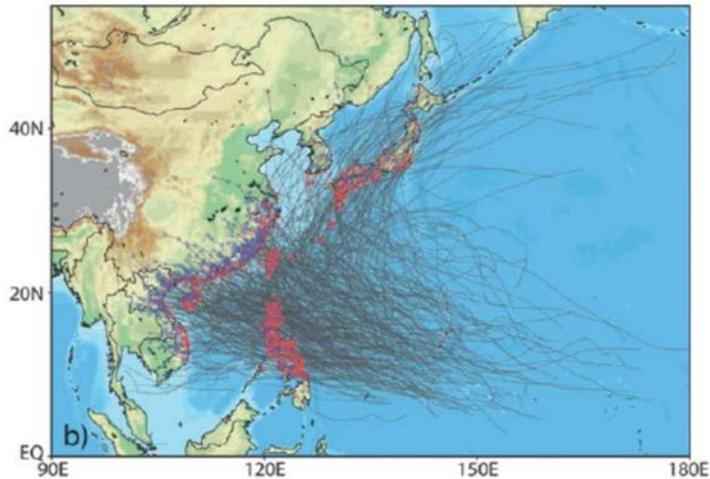
出典: Investment Opportunities in the Philippines Energy Sector, Department of Energy などから調査団作成

決定された各価格は、当初、NREB (National Renewable Energy Board) が提案した価格よりも低減している。風力や太陽光発電などについて、現状に即した建設コストの想定の見直しや技術の進展が考慮された結果とされている。他方、海洋エネルギー発電については、データ収集及びレビューの継続のため、価格承認がペンディングとなっている。

1.5. 気候変動問題

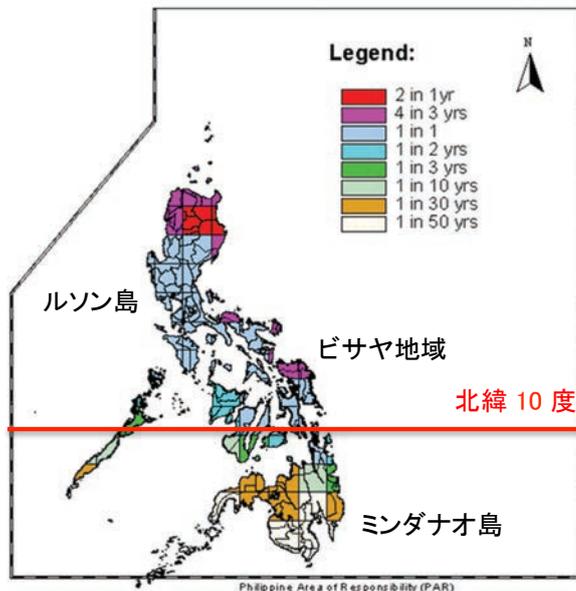
フィリピン国は、気候変動の影響を受けやすい国である。台風や熱帯低気圧による大雨が、洪水、地滑りや土砂崩れを引き起こしている。the DENR-Mines and Geosciences Bureau (MGB) のデータは、8つの州で、地方の陸地面積の少なくとも30パーセントが洪水に影響されやすい、68の州が雨によって誘発された地滑りにより影響されやすいことを示している。温暖化により年間平均温度は、過去60年間でおおよそ0.57°C増加し、平均温度が2020年には0.5~0.9°C、2050年までに1.2~2.0°C上昇するとも言われている。島嶼国で、約60の州が海岸線沿いに位置し、人口の約60%が居住しており海面上昇と高潮に脆弱である。エルニーニョによる干ばつは農業に影響を与えた。

西北太平洋台風地帯ベルトは、熱帯低気圧の66パーセントが始まると言われている。フィリピンは、図1-11の示すようにその通過経路に有り、5~12月におおよそ20の熱帯低気圧がフィリピンの領域に入り、7~9月には陸地に接近し、サヤ地域、ルソン島の太平洋沿岸を中心に被害をもたらす。図1-12の地域別台風通過頻度を示すように、台風が北緯10度以南に進路をとる頻度は低く、ミンダナオ島では北東端のスリガオ地方周辺を除き、台風の影響を受けることは少ない。ダバオなどミンダナオ島南部での台風通過は10年に1度くらいの頻度とされてきた。



出展: <http://theresilientearth.com/?q=content/super-storm-meme>

図 1-11 北大西洋の熱帯低気圧追跡マップ

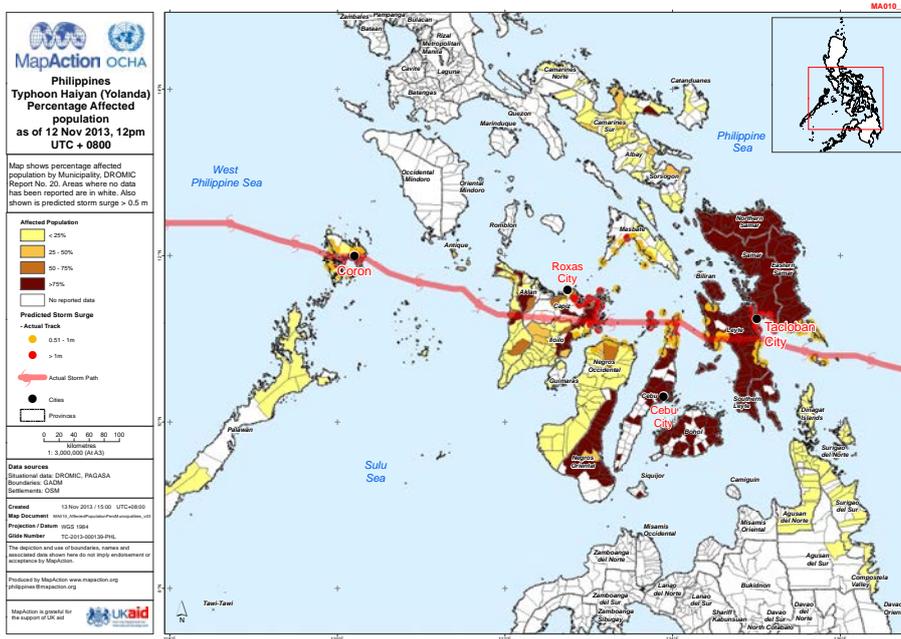


出展: Philippine Development Plan 2011-2016

図 1-12 1948-2000年の地域別台風通過頻度

2013年11月8日、大型台風ヨランダ（ハイエン）が、従来台風の頻度が低いフィリピン中部サマール島に上陸、レイテ島、パナイ島とビサヤ諸島を横断して南シナ海へ抜ける進路を取った。2014年1月7日までの集計で死者6,183人、負傷者28,626人、行方不明者1,785人、被災者数1,600万人以上、家屋114万戸余が倒壊などの被害を受け、インフラや農業・漁業などへの被害総額は366億ペソ以上（約869億円）に達している。ヨランダがフィリピンに壊滅的被害もたらしたなか、第19回国連気候変動枠組み条約締結国会議（COP19）が、ポーランドのワルシャワにおいて2013年11月11日に開幕された。フィリピン政府代表団のイエブ・サニョ氏はこの異常な気象現象を「狂気」と表し、国際社会に向けて「私たちには

この狂気を止めることができます。今ここワルシャワでそれが可能です。ハイエンのような台風とその被害は、気候変動への取り組みを引き延ばす余裕などないということを、国際社会に強く訴えています」、そして、国連国際防災戦略事務局のニュースリリースにおいて「貧困根絶や開発のために人々が懸命に努力し続けるなかで、モンスター台風の猛威によって何もかもが破壊されてしまった状況は、自然とはいえない」と訴えた。



出展 : <http://reliefweb.int/map/philippines/>

philippines-typhoon-haiyan-yolanda-percentage-affected-population-12-nov-2013-12pm

図 1-13 大型台風ヨランダ通過地域

1.6. 対象国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

1.6.1. ODA に関わる事業、調査

フィリピン国における我が国の電力分野に関する代表的な支援についてまとめると、地方や農村電化に資するもの、再生可能エネルギーの開発の促進に繋がるもの、また、それらが実施されることで貧困の改善が見込まれるものを中心となっている。

本調査で提案している、バイオガスを用いた発電プロジェクトは、家畜糞尿を用いた再生可能エネルギープロジェクトであり、これまでの我が国からの支援事業と同様に、フィリピンの環境改善、貧困改善、地方・農村電化に資する意義のあるプロジェクトである。

以下に、主要な電力分野における ODA に関わる事業、調査をまとめる。

| | |
|-------|---|
| | マイクロ水力技術センター設立による地方電化推進計画 |
| 出典 | http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/VIEWParentSearch/7D45A7B67008EA81492576870079DA2E?OpenDocument&pv=VW02040104 |
| 目的・概要 | フィリピン国(以下「フィ」国)政府は、農村地域における住民の生活水準向上や新しい収入源の創造による貧困撲滅につながるとして、「2008 年バラングイ(村落)電化率 100%」並びに「2017 年家屋電化率 90%」を目標に、最重要政策のひとつとして地方電化を推進している。しかしながら、バラングイレベルでは、村落の一部でも電化されれば電化済みと判定され、その後には電化の退行があっても判定の変更を行わない、家屋レベルの電化は十分把握されていない等の問題がある。「フィ」国内ではマイクロ水力による電化が数多く計画又は実施されている一方、必要機材の設計・製造技術が不十分であり、また一貫したマイクロ水力開発体制が整っていない等の問題がある。本プロジェクトは、デラサール大学内にマイクロ水力技術センターを設立し、マイクロ水力機器にかかる同センターの技術レベル向上を図り、地方電化の促進に資するもの。地方電化の推進により未電化地域に住む多くの住民が恩恵を受けることができる。 |

| | |
|-------|---|
| | 電力開発計画のための技術向上プロジェクト |
| 出典 | http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/VIEWParentSearch/3942AEB953BBF94A492575D100353655?OpenDocument&pv=VW02040104 |
| 目的・概要 | フィリピン国政府は、2001 年 6 月に電力産業改革法を施行し、電力開発計画は DOE が策定することになり、送電開発計画(TDP)は国営送電会社(TransCo)が策定した計画を DOE が審査することとなった。そのため、DOE の能力向上を目的に、JICA の電力構造改革のためのエネルギー省キャパシティビルディング開発調査(2002 年 11 月～2004 年 1 月)が実施され、2005 年 8 月末からは電力開発計画の長期専門家が派遣されている。これらの活動により、電源設備の予備率、電源計画支援ツールを用いて電力開発計画を作成できるようになってきている。今後は、これまで実施してきた DOE キャパシティビルディングを定着、発展させると同時に、設備利用率と発電費用の関係、耐用年発電原価の作成・評価など最適電源計画に関する技術力向上が必要とされる。また、送電計画は、電源建設と送電建設の比較検討など、DOE と TransCo が連携を図りながら、整合の取れた送電開発計画を策定することが重要である。さらに、電源計画と送電計画のうち主に経済性評価に係る技術指導が求められている。 |

| | |
|----|---|
| | 電力構造改革のためのエネルギー省キャパシティビルディング開発調査 |
| 出典 | http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/VIEWParentSearch/C180A14D53D8891A492575D100353106?OpenDocument&pv=VW02040104 |
| 背景 | フィリピン国では、電力産業改革法(以下「新電力法」)が2001年6月8日に成立、同年6月26日から施行された。新電力法は、エネルギー省(DOE)のイニシアチブの下にフィリピン国電力セクターを発電、送電、配電、小売りの4分野に分離し、競争原理を導入することによって電力セクターの活性化を推進しようとするものである。新電力法の実施及び事業体制の変更に合わせ、DOEには新たな業務(「電力開発計画」の策定等)が加わることとなったが、その実施に関してはDOEの体制、データ及び経験不足等により実現が危ぶまれ、日本政府(JICA)に対する支援要請が2002年4月に出されている。「電力開発計画」の策定目的は、将来に渡る電力の安定的な供給を図るものであり、国民が裨益者となる。フィリピン国電力セクターの構造改革に際し、同国エネルギー省及び関連機関の人材育成を通じて、国家開発計画である「電力開発計画」の策定及び投資促進室の機能強化を行うことを目的とする。 |

| | |
|-------|---|
| | パラワン州電力開発マスタープラン調査 |
| 出典 | http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/VIEWParentSearch/24458998D54231FA492575D1003530B6?OpenDocument&pv=VW02040104 |
| | フィリピン国は、都市部において電化率100%を達成している一方、バランガイ(村落)電化率は、83.1%(2001年12月現在)にとどまっている。例えば、同国の最西部に位置し、パラワン島と周辺の1,768島から構成されるパラワン州においては、現在、主に国家電力公社小規模電力事業者グループ及びパラワン州の2つの電化協同組合により電力供給が行われているが、同州におけるバランガイ電化率は2002年8月時点で59.1%と他州に比して著しく低い水準にあり、同州における電化の推進が喫緊の課題となっている。 |
| 目的・概要 | 2002年3月予備調査団が派遣され、要請の背景を調査するとともに、開発調査の適切な協力内容について要請機関であるパラワン州政府及びエネルギー省などの関係機関と協議を行った。2002年6月には事前調査団が派遣され、予備調査結果を踏まえ、本格調査の実施方針及び調査内容について具体的な協議をパラワン州政府とエネルギー省との間で行い、2002年7月1日にI/A(Implementation Arrangement)とこれに付随するM/M(Minutes of Meeting)の署名交換を行った。 本プロジェクトの成果として、最適化されたパラワン州電力開発計画案(複数のシナリオ)の作成及びそのデータベース化、電力開発計画立案に関する技術移転、マスタープラン改定マニュアルの作成が期待された。 |

| | |
|----|---|
| | 北部ルソン未電化地域マイクロ水力発電基礎調査 |
| 出典 | http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/VIEWParentSearch/853DF1D0C5932004492575D100353112?OpenDocument&pv=VW02040104 |

| | |
|-------|--|
| 目的・概要 | <p>フィリピンでは、かねてから地方電化が貧困削減に繋がるとして政府の最重要政策の一つに取り上げられ取り組まれてきたが、2001 年末現在の Barangay(村)電化率は 83.1%であり、7,095Barangay、人口で約 20 百万人が未電化のまま取り残されている。未電化地域の多くは山岳、僻地に存在しており、送配電線の延伸による電化が困難な地域がある。そのような地域においては、マイクロ水力等の再生可能エネルギーを利用した独立電源による地方電化を進めている。DOE と同省に派遣中の専門家により、地図上でのマイクロ水力ポテンシャル地点の抽出が行われており、北ルソン地域については終了している。さらに、これらをもとにマイクロ水力による地方電化を加速するためには、現地調査、地点評価、発電計画立案などの基礎調査を行い、開発可能なマイクロ水力地点のデータベースを構築することが必要である。</p> |
|-------|--|

| | |
|-------|---|
| | 水力発電資源インベントリー調査プロジェクト |
| 出典 | http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/1751c21d3ce7d90a49256bf300087d04/a165ceba84cd8931492576f5001bf9c2?OpenDocument |
| 目的・背景 | <p>フィリピン(以下「フィ」国)において、水力は電力エネルギー源として非常に有力な資源のひとつである。しかしながら、データベースの整備不足から、実際の開発は進んでいないのが現状である。1981 年に国家電化庁(NEA)により、水力発電ポテンシャルについてのインベントリー調査が実施され、データベースが作成されているが、その後、更新されていない。</p> <p>したがって、水力資源開発の推進政策を担当するエネルギー省(Department of Energy)をカウンターパートに、既存の各種水力ポテンシャル調査をレビューし、追加のサイト調査を行い、投資家が投資しやすいよう、ポテンシャル案件に優先順位をつけるなどしてインベントリーを再整理し、新たなデータベースの構築を目的に行い、さらに、プロジェクト形成方法や経済財務分析などの手法に係る技術移転も併せて行う。最終的には、本調査を通じて、JICA が「フィ」国開発銀行に対して供与しているツーステップローン:「環境開発事業」のサブプロジェクト候補案件等の形成が促進され、同事業の迅速化に寄与することを視野に入れており、本案件は円借款附帯プロジェクトとして実施する。</p> |

1.6.2. ツー・ステップ・ローン

JICA では、借入国の政策金融制度のもと、開発銀行などの相手国の金融機関を通じて、中小規模の製造業や農業などの特定部門の振興や貧困層の生活基盤整備といった一定の政策実施のために必要な資金を供与するツー・ステップ・ローン (Two Step Loan: TSL) を実施している。最終受益者に資金が渡るまでに 2 つ以上の金融機関を経由する手順となるので、ツー・ステップ・ローンとも呼ばれる。この借款では、民間の多数の最終受益者に資金を供与できるとともに、金融機関を仲介することによって、その金融機関の能力強化や金融セクター開発を支援することができる。

本事業が対象となるフィリピン国のツー・ステップ・ローンは、環境開発事業と農業支援政策金融事業がある。環境開発事業は、対象エンドユーザーが、フィリピン資本が 70% 以上民間企業であるが、TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD は、フィリピン資本 100% の企業であり、対象となる。また、養豚業者は畜産業であり、農業支援政策金融事業の対象となる。

| |
|---|
| <p> 国名:フィリピン共和国 案件名:環境開発事業 L/A 調印日:2008 年 9 月 30 日 承諾金額:24,846 百万円 借入人:フィリピン開発銀行(Development Bank of the Philippines: DBP) </p> |
| <p>事業の内容</p> |
| <p>1. ツーステップローン</p> <p>1) 対象セクター 水供給・水質保全、再生可能エネルギー、産業公害防止、固形・医療・有害廃棄物処理</p> <p>2) 資金使途</p> <p>(イ)サブローン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 上下水道施設の設置・改良(USAID 及び地方自治体保証公社(Local Government Unit Guarantee Corporation: LGUGC)の保証制度と連携して設立する PWRF を活用し融資) ・ 再生可能エネルギー(地熱、風力、水力、バイオマス、太陽エネルギー) 開発、CDM 適用手続き ・ 産業公害軽減・防止設備の設置・改良 ・ 固形・医療・有害廃棄物処理施設の設置・改良 ・ 上記に伴う初期運転資金 ・ 建中金利 <p>(ロ)コンサルティング・サービス</p> <p>3) 対象エンドユーザー 民間企業(ただし最低 70%以上がフィリピン資本)、地方自治体、政府出資企業、水道区、協同組合</p> <p>4) 融資方式</p> <p>(イ)民間金融機関(Private Financial Institutions: PFIs)またはマイクロファイナンス機関(Microfinance Institutions: MFIs)を経由しての間接金融(ホールセール方式)</p> <p>(ロ)DBP からの直接金融(リテール方式)</p> <p>(ハ)PWRF を活用した DBP 及び民間金融機関の協調融資(水供給・水質保全サブプロジェクトのみ対象)</p> <p>5) サブローン金利</p> <p>(イ)間接金融:PDST-R1(10 年物財務省証券)レート + スプレッド (スプレッドは PFIs または MFIs がエンドユーザーの信用リスク等を勘案の上、上記の範囲内で独自に設定)</p> <p>(ロ)直接金融:PDST-R1(10 年物財務省証券)レート+スプレッド(スプレッドは DBP がエンドユーザーの信用リスク等を勘案の上、上記の範囲内で独自に設定)</p> <p>(ハ)PWRF:融資条件はセクターのサブプロジェクトと同じ。</p> <p>6) サブローン返済期間 3 年以上 20 年以内(据置:5 年以内)</p> <p>7) サブローン通貨 フィリピンペソ</p> |

| |
|--|
| <p>2. コンサルティング・サービス</p> <p>本事業の広報・普及・マーケティング支援、サブプロジェクト形成支援、サブプロジェクト運営支援(審査、実施、監理、評価)、関係政府機関・関係産業界との連携強化、DBP・PFIs・MFIs・エンドユーザーに対する訓練</p> <p>3. 総事業費</p> <p>総事業費</p> <p>27,480 百万円(うち、円借款対象額:24,846 百万円)</p> <p>4. スケジュール</p> <p>2008 年 10 月~2015 年 9 月を予定(計 84 ヶ月)。貸付完了時をもって事業完成とする。</p> <p>5. 実施体制</p> <p>(1) 借入人:フィリピン開発銀行(Development Bank of the Philippines: DBP)</p> <p>(2) 保証人:フィリピン共和国政府(Government of the Republic of the Philippines)</p> <p>(3) 実施機関:(1)に同じ</p> <p>(4) 操業・運営/維持・管理体制:DBP の資金調達グループの統括のもと、貸付ユニットが財務面から、事業開発グループが技術面・環境面・事業採算性の面から事業を実施する。DBP 及び PFIs/MFIs は、本事業で融資された設備・施設の環境基準遵守状況、個別エンドユーザー企業の対応状況についてモニタリングを行う。</p> <p>6. 環境及び社会面の配慮</p> <p>(1) 環境に対する影響/用地取得・住民移転</p> <p>(2) 貧困削減促進</p> <p>(3) 社会開発促進(ジェンダーの視点、エイズ等感染症対策、参加型開発、障害者配慮等)</p> |
|--|

| |
|--|
| <p>国名:フィリピン共和国</p> <p>案件名:農業支援政策金融事業</p> <p>L/A 調印日:2009 年 11 月 25 日</p> <p>承諾金額:14,608 百万円</p> <p>借入人:フィリピン土地銀行(Land Bank of the Philippines: LBP)</p> |
| <p>事業の内容</p> <p>1. ツーステップローン</p> <p>1) 対象セクター</p> <p>農業・畜産業・漁業、食品加工業、農業・漁業関連サービス業</p> <p>2) 資金使途</p> <p>生産資金、運転資金、設備投資資金、コンサルティング・サービス</p> <p>3) 対象エンドユーザー</p> <p>農民・漁、農協、SMEs、LAEs</p> <p>4) 融資方式</p> <p>(イ)LBP からの直接貸付(リテール方式)</p> |

(ロ)農協、FOs、SMEs、LAEs、参加金融機関(Participating Financial Institutions: PFIs)を経由しての間接貸付(ホールセール方式)

5) サブローン金利

(a) 直接貸付:LBP ベースレート(PDST-F(3 ヶ月物財務省証券)レート+LBP 管理コスト 1.5%)+LBP スプレッド(農協、FOs 向け:2~6%、SMEs・LAEs 向け:2~4%)

(b) 間接貸付:LBP ベースレート(PDST-F(3 ヶ月物財務省証券)レート+LBP 管理コスト 1.5%)+LBP スプレッド 2~6%+農協/FOs/SMEs/LAEs/PFIs スプレッド 3~10%

6) サブローン返済期間

6 ヶ月以上 15 年以内(据置:原則 3 年以内)

7) サブローン通貨(LBP 及び PFI・農協等による転貸)
フィリピンペソ

2. コンサルティング・サービス

①融資先・融資候補先の組織強化、借入能力向上等のための技術支援

②本事業の広報・普及・マーケティング支援

③サブプロジェクト形成支援

④融資先、融資候補先に対するマーケティング契約締結支援等のビジネス開発 支援

⑤LBP の能力強化支援(顧客情報管理の強化、融資手続きの迅速化等)

⑥LBP に対する本事業及びサブプロジェクト運営支援(審査、実施、監理、評価)

3. 総事業費

18,754 百万円(うち、円借款対象額:14,608 百万円)

4. スケジュール

2009 年 11 月~2016 年 10 月を予定(計 84 ヶ月)。貸付完了時(2016 年 10 月予定)をもって事業完成とする。

5. 実施体制

(1) 借入人:フィリピン土地銀行(Land Bank of the Philippines: LBP)

(2) 保証人:フィリピン共和国政府(Government of the Republic of the Philippines)

(3) 事業実施機関:1)に同じ

(4) 操業・運営/維持・管理体制:LBP 内に設置される PMO(Project Management Office)が事業全体の運営・管理を行う。

6. 環境及び社会面の配慮

(1) 環境に対する影響/用地取得・住民移転

(2) 貧困削減促進

(3) 社会開発促進(ジェンダーの視点、エイズ等感染症対策、参加型開発、障害者配慮等)

第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通

し

2.1. 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み

2.1.1. 概要

本事業で普及・実証を図る技術は、バイオガス醗酵槽とバイオガス発電機で構成される。途上国では、畜産業の糞尿はラグーンで嫌気性醗酵処理させ、下水汚泥は埋め立て処理されており、発生するバイオガスのほとんどが有効利用されずに大気中に放出されている。バイオガスは、メタンガスを約 60% 含んでいる。メタンガスは、 $8,555\text{kcal/Nm}^3$ のエネルギーを有する再生可能エネルギーであり、同時に CO_2 の 25 倍の温室効果を有する温室効果ガスである。これを燃料として発電利用し、エネルギー・電力の安定供給に貢献し、メタンガスを酸化して破壊し、同時に GRID の電力の化石燃料を代替することで CO_2 の排出量を削減して気候変動問題にも貢献する。



図 2-1 技術概念図

2.1.2. 発電技術

1) 技術の特長

BG シリーズバイオガス発電機は、大気中の二酸化炭素を増加させないカーボンニュートラルなエネルギーであり再生可能エネルギーとして位置づけられるバイオガスを燃料として発電を行う、バイオガス専焼ガスエンジン発電システムである。

このバイオガスとは、生ゴミや食品工場排水・下水汚泥や畜産糞尿の処理方法の一つであるメタン発酵を行った際に発生する、メタンを主成分とした可燃性のガスである。日本にお

いては大手ビールメーカーや大都市近郊の下水処理場等の大規模な施設では大型の発電機を設置して発電を行っているが、小規模な処理設備ではメタン発酵槽の加温以外の使用用途がなく、バイオガスの有効利用先が限られていた。これは従来のバイオガス発電機では機器が大型である上にイニシャルコストが高く、採算性が合わない為設備の導入が困難であったことが挙げられる。

表 2-1 バイオガス発電機 BG30 と BG60 の仕様

| 型式 | | BG 30A | | BG 60A | |
|---|-------------------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| 出力 | 出力 (kW) | 25 | 30 | 50 | 60 |
| | 周波数 (Hz) | 50 | 60 | 50 | 60 |
| | 電圧 (V) | 200 / 220 , 400 / 440 | | | |
| | 相数 | 3相 | | | |
| 燃料ガス | メタン濃度 (%) | 55~65 | | | |
| | ガス消費量 (Nm ³ /h) ※1 | 13.9 | 17.1 | 27.7 | 33.3 |
| | 供給圧力 (kPa) | 2~3 | | 3~5 | |
| | ガス成分 | 硫化水素 10ppm 以下 | | | |
| | | シロキサン 0.02ppm 以下 | | | |
| ガスエンジン | 形式 | 4サイクル水冷直列縦型 | | | |
| | 気筒数 | 4 | | 6 | |
| | 総排気量 (L) | 4.329 | | 7.961 | |
| | 回転数 (rpm) | 1500 | 1800 | 1500 | 1800 |
| | 潤滑油 | BG シリーズ専用油 | | | |
| 発電機 | 形式 | 回転界磁形同期発電機 | | | |
| | 極数 | 4 | | | |
| | 回転方向 | 反結合側より見て反時計方向 | | | |
| | 励磁方式 | ブラシレス方式 (自動電圧調整器付) | | | |
| | 絶縁種別 | 耐熱クラス F種 | | | |
| | 冷却方式 | 自由通風形 | | | |
| | 保護方式 | P20 | | | |
| 性能 | 発電効率 (%) | 33 | 32 | 33 | |
| | 回収熱量 (kW) | 35.6 | 45 | 71.2 | 85.4 |
| | 熱供給能力 (L/min) | 100 (約5°C差) | 120 (約5°C差) | 200 (約5°C差) | 240 (約5°C差) |
| | 熱回収効率 (%) | 47 | 48 | 47 | |
| | 総合効率 (%) | 80 | 80 | 80 | |
| 騒音値 (dBA) | 70 | | | | |
| メンテナンスインターバル (h) | 4190 (6ヶ月毎) | | | | |
| 質量 (kg) ※2 | 2000 | | 3000 | | |
| ※1 メタン濃度55%時のガス消費量 (メタン100%時の熱量を8550kcal/Nm ³ とする) | | | | | |
| ※2 熱回収装置付きの場合の質量 | | | | | |



写真 2-1 バイオガス発電機 BG30 と BG60

そこで、市販ディーゼルエンジン発電機のディーゼルエンジン部をガス化改造することで、小型で、イニシャルコストを低く抑えたバイオガスエンジン発電機の製品化を行った。また本製品はベースエンジンがトラックや農業機械に用いられており、各自動車整備工場等で部品調達を含めメンテナンスが可能である。これによりメンテナンスコストを低く抑えることが出来る。

本調査対象はフィリピン国であるが、このような途上国では畜産糞尿はラグーンと呼ばれる簡易的な素掘りの溜池で嫌気性発酵処理を行っている。この場合発生するバイオガスは利用されずに大気中に放出されることとなる。バイオガスの主成分であるメタンは CO_2 の 25 倍の温室効果ガスであり、これを燃料とし発電を行うことで化石燃料の代替エネルギーとしてはもちろん、これまで大気放出されていたバイオガスを有効利用する為二重の CO_2 排出量削減効果を得ることが可能である。

またフィリピン国のような温暖な国では、メタン発酵させるために必要な熱を外部から賄う必要がなく、通常日本においては発電機に付加する排熱回収装置が必要ない場合が多い。本製品はこの排熱回収部分をオプションユニットとしており、必要ない場合には発電機能のみとすることでさらにイニシャルコストの低減を行うことが可能である。

技術の特徴をまとめると、以下の通りであり途上国での普及が期待される。

①発電効率 35%と高効率、②設備がコンパクトで低価格である、③メーカー以外でも整備が可能、市販のエンジン部品で修理可能でメンテナンスコストを抑えられる、④複数台運転制御による高効率出力運転が可能、また、それによりコスト削減が可能、⑤系統連系盤及び排熱回収装置をオプションとし、多様なシステム構成が可能である。

2) 日本での導入事例

A) 下水消化ガスへの導入事例

下水汚泥由来のバイオガス（消化ガス）を燃料とし発電する設備である。得られた電力は下水処理場の場内にて利用（場内利用）され、また得られた熱（温水）はメタン発酵槽（消化槽）の加温用熱源として利用される

下水処理場の規模は処理区域人口が約3万人。発電電力は $25\text{kW} \times 2 \text{台} = 50\text{kW}$ となり、下水処理場で使用される電力 100kW の約半分を賄う。

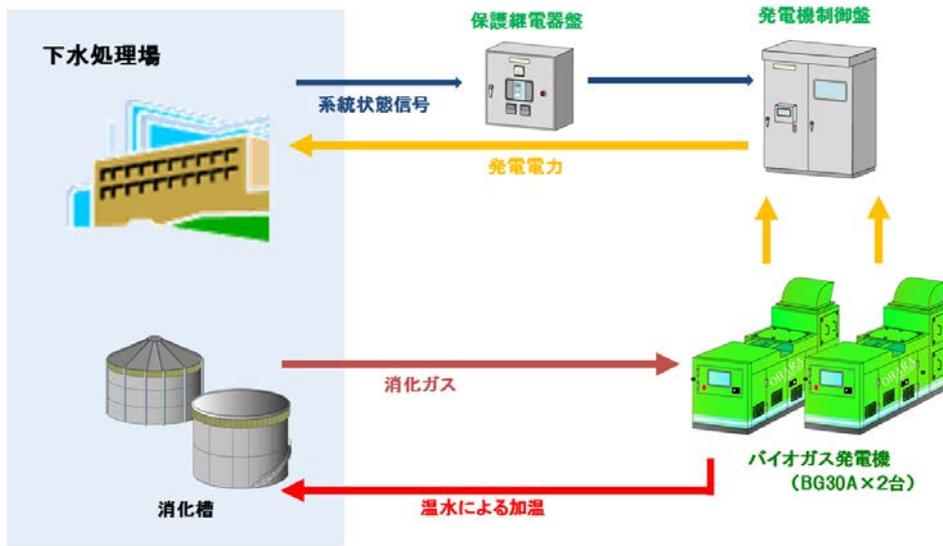


図 2-2 下水消化ガスへの導入事例

B) 食品工場排水由来バイオガスへの導入事例

食品工場の排水メタン発酵バイオガスを利用した発電設備である。得られた電力は再生可能エネルギーの固定価格買取制度 (FIT) を利用し全量売電を行う。本事例ではバイオガス発電機からの排熱回収を行わず、発電のみの設備となっている。



図 2-3 食品工場排水由来バイオガスへの導入事例

C) 生ごみ及び有機性廃棄物由来バイオガスへの導入事例

宿泊施設からの生ごみ及び米ぬか等の有機性廃棄物由来のメタン発酵ガスを利用した発電設備である。得られた電力は、電力固定価格買取制度 (FIT) を利用し全量売電を行い、また得られた熱 (温水) はメタン発酵槽及びビニールハウスの加温熱源として利用する。

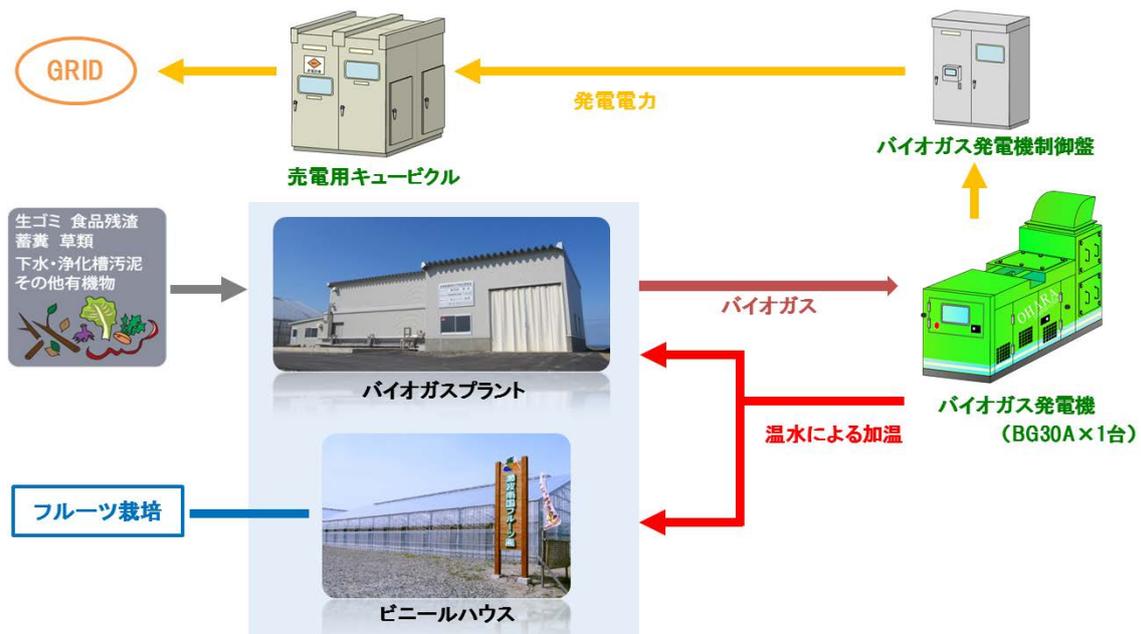


図 2-4 生ごみ及び有機性廃棄物由来バイオガスへの導入事例

D) 家畜糞尿メタン発酵ガスへの導入事例

地域の酪農家より収集した家畜糞尿をバイオガスプラントで処理し、発生したバイオガスを利用した発電設備である。発電電力は直接プラント設備機器（受入槽攪拌機動力）と接続を行っている。

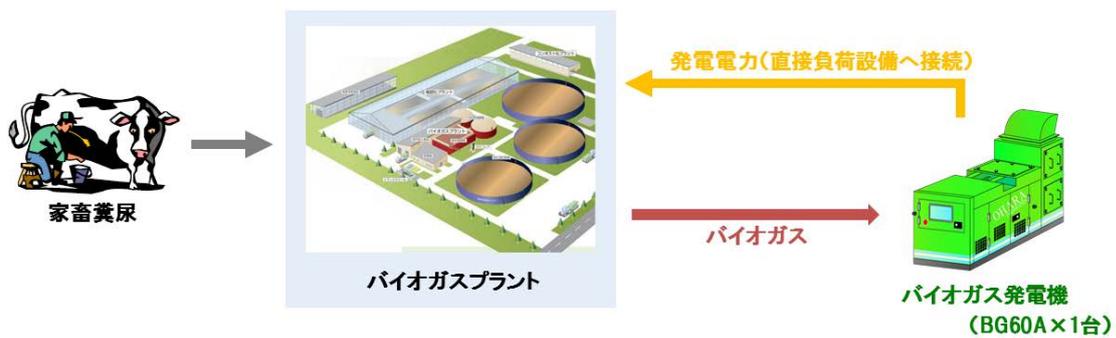


図 2-5 家畜糞尿メタン発酵ガスへの導入事例

E) 納入実績一覧

製品の日本での納品実績を表 2-2 に示す。

表 2-2 納品実績

| 納入年月 | 原料 | 客先 | 納所 | 台数 | 機器総運転時間 | 備考 |
|----------|--------|----------------------|----------------------|---------------------|---------|--------------------------|
| 平成21年9月 | 下水汚泥 | 新潟県 | 魚野川流域下水道堀之内浄化センター | BG30×1台 実証試験機 | 約15000h | 平成23年度より実証試験継続 |
| 平成24年3月 | 生ゴミ | ㈱開成 | ㈱開成 瀬波バイオガスエネルギープラント | BG30×1台 | 約6000h | 平成24年10月よりFIIによる売電にて本格稼働 |
| 平成24年6月 | 下水汚泥 | 新潟県 | 信濃川下流域下水道新津浄化センター | BG60×1台 実証試験機 | 約9000h | 平成24年度より実証試験継続 |
| 平成24年7月 | 下水汚泥 | 新潟県 | 魚野川流域下水道堀之内浄化センター | BG30×1台 追加、実証試験機 | 約8000h | 2台並列運転実証試験 |
| 平成24年9月 | 畜産糞尿 | コーンズ・アンド・カンパニー・リミテッド | 北海道内某所向け | BG60×1台 実証試験機 | 1682h | 実証試験完了(約3ヶ月) |
| 平成24年11月 | 食品加工残渣 | 〇社 | ひかり味噌㈱ 飯島グリーン工場 | BG30×1台 | 約6000h | 5日/週稼働 |
| 平成25年5月 | 畜産糞尿 | コーンズ・アンド・カンパニー・リミテッド | 北海道内某所向け | BG30×1台 | - | 実証試験 |
| 平成25年5月 | 食品加工残渣 | Y社 | 宮城県某所 | BG30×1台 | 約1500h | RPSでの余剰売電。 |
| 平成25年10月 | 食品加工残渣 | E社 | 三重県某所 | BG30×1台 | - | FIIによる全量売電 |
| 平成25年10月 | 畜産糞尿 | コーンズ・アンド・カンパニー・リミテッド | 北海道内某所向け | BG90×1台 試作機 | - | FIIによる全量売電 |
| 平成25年12月 | 生ゴミ | M社 | 北海道内某所向け | BG60×5台 | - | FIIによる全量売電 |
| 平成25年12月 | 下水汚泥 | 新潟県 | 魚野川流域下水道堀之内浄化センター | BG30×2台 | - | 系統連系により場内消費 |

2.1.3. バイオガス醗酵技術

バイオガスは、家畜の糞尿や生ゴミ等のバイオマス(有機物)を、嫌気性醗酵させることにより得られるガスで、メタンガス(約60%)、二酸化炭素(約40%)、硫化水素(微量)からなっている。嫌気性醗酵は、空気(酸素)に触れない状態で活動する微生物の働きにより、高分子の有機物を低分子の有機酸に分解(酸醗酵)し、さらに引続いて、メタンガスと二酸化炭素などに分解することで、メタンガスが発生するのでメタン醗酵とも言われる。発生するガス、をバイオガスと呼ぶ。バイオガスを発生させた醗酵済み消化液と固形残渣物は、肥料成分が残っているため有機肥料として利用することができる。

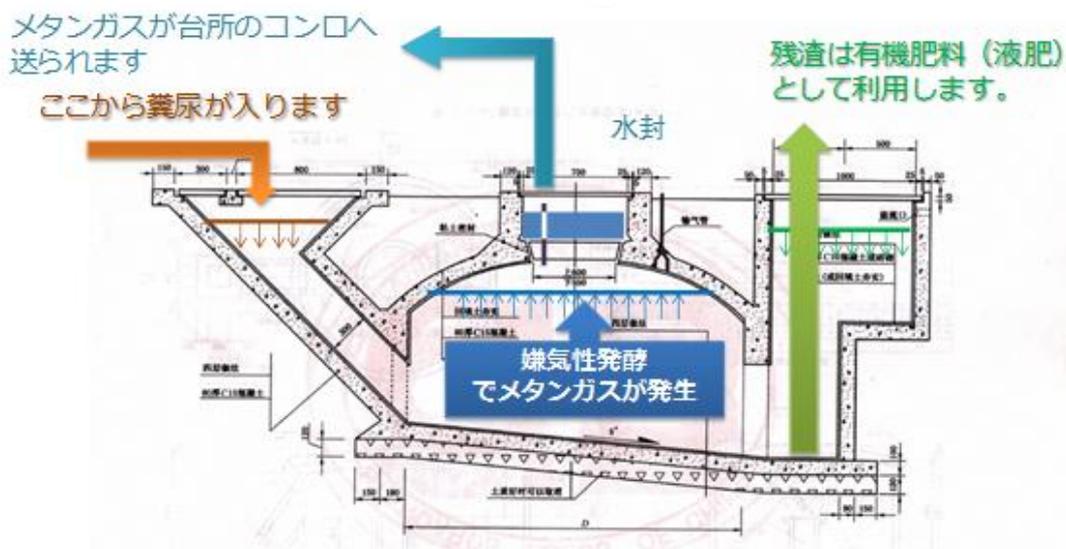


図 2-6 バイオガス醗酵槽のメカニズム

バイオガスを利用することで石炭・練炭や、非再生可能バイオマスの利用を抑制して CO₂ を削減することから、株式会社 PEAR カーボンオフセット・イニシアティブは 2007 年から中国、バングラディッシュで、家畜糞を原料としたバイオガスの CDM の事業化を行ってきた。醗酵そのものの技術はローテクで、アジアで最も醗酵技術が進み事業化を行っているのは中国で、バングラディッシュ、ベトナム、スリランカ等へ南南協力で技術移転を行っている。海外からの天然ガスを利用出来る日本では、あえてバイオガスを利用する必用も無いため、バイオガスの醗酵利用はあまり行われておらず、加えて醗酵槽等の設備は極めて高価で、経験則を含め、途上国に移転出来る技術を有していないのが現状である。



バイオマス（木質＋非木質）を燃料に、粘土製のかまどで調理



バイオマスダイジェスターの建設



バイオガスで調理

図 2-7 バングラデシュのバイオガス CDM 事業

またフィリピン国のような温暖な国では、メタン発酵させるために必要な熱を外部から賄う必要がなく、メタン発酵に適している。株式会社 PEAR カーボンオフセット・イニシアティブは、重慶市農業委員会と良好な関係に有ることから、フィリピン国へバイオガス醗酵技術を移転するため事前調査を行ってきた。醗酵設備のコストダウンが、事業化の鍵であることから、同委員会の勧めで重慶市旺利原农业发展有限公司の技術を導入することとした。2013 年 5 月に同社が酪農場で施行したバイオガス醗酵プラント、株式会社大原鉄工所の競合相手となるバイオガス発電プラントメーカーの調査を行った。

そして第 3 章に詳細に記載するが、同社の技術を導入する為に、まずは家庭用のバイオガス醗酵設備で試験を行うこととした。

2.2. 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

日本国内でバイオガスが発生する下水処理場は約 300 ヶ所あり、他食品工場・畜産糞尿等のメタン発酵施設も約 300 ヶ所程度となっている。今後、下水処理場では汚泥処理にメタン発酵方式の導入や生ゴミ等有機性廃棄物の混合メタン発酵によるバイオガス量の増加、民間においても排水処理へメタン発酵方式を採用していく可能性はあるが、建設費の問題などで

大幅な増大は考えにくい状況である。

また昨今、日本では電力固定価格買取制度（FIT）が始まり、各メタン発酵施設にてバイオガス発電機導入の気運が高まっているが、買取価格も毎年見直しとなり、初年度と比較すると減額されている。よって、日本国内では今後3～5年でバイオガス発電機の需要はピークを迎えその後は衰退していくと想定する。したがって弊社バイオガス発電機の製造・販売事業において海外進出とは継続的な受注の確保を図ることが目的である。

2.3. 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献

株式会社大原鉄工所は、新潟県の長岡市に本社及び工場があり、ベースエンジンガス化改造作業・発電機組立作業等、バイオガス発電機の製造及び販売を行っている。ガス化改造に用いる鋼製加工部品については近隣の協力工場で作製し、さらに商用電力系統と接続・売電を行うための電気設備である系統連系盤や売電用受変電設備についても、近隣盤製作会社で外注製作を行っている。

よって、海外進出によりバイオガス発電機を継続的に販売することが出来れば、地域の雇用拡大や市税収の増加に繋がり、地域経済の活性化に貢献する。

2.4. 想定する事業の仕組み

2.4.1. マーケット分析

フィリピン国では電力価格やエネルギー価格が高いため、自家発電を行い、電気代を削減するインセンティブは湧きやすい。具体的には、養豚場に本システムを導入し、バイオガスによる発電を行って、電気代を削減する方法、加えて売電を行う方法や、既存の灌漑設備の代わりに本システムを導入し、ディーゼル発電の代替とする方法である。

現状では、養豚場は大きな電力需要を持っていないが、今後、養豚場の設備近代化に伴って、必然的に工場の電力需要は増加する。また、養豚場周辺の農村部では、配電線は繋がっていても、電気代が高いために電気を消費していないか、もしくは違法に消費しているケースもあるようである。したがって、地域分散型の電力供給設備として、養豚場が中心となって、電力供給を行うことはニーズが高い。さらに、電力固定価格買取制度（FIT）の価格で GRID へ供給を行うことも十分に考えられる。

他方、国家灌漑局（NIA: National Irrigation Administration）へのヒアリングによれば、小規模の灌漑設備開発は地方の団体が担当しているものの、十分に進んでいるとはいえない状況とのことであり、その一つの理由として、地下水をくみ上げるポンプ動力として軽油を用いたディーゼル発電を想定しているが、軽油代が高いため、稼働させることが難しいとのことである。したがって、軽油代と比較してコストパフォーマンスが優れていれば、灌漑のニーズとポテンシャルは非常に大きいため、本システムの普及のポテンシャルも大きくなる。

2.4.2. ビジネス展開の仕組み

1) ビジネスモデル

株式会社大原鉄工所と TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD は、養豚場でラグーン処理され地下水汚染等の環境問題を起こしている家畜糞を原料にバイオガスを発生させて発電を行うシステムを、養豚場等の家畜を飼育している業者、または、計画中の SPC(特別目的事業会社)に販売を行う。

養豚業者は、電力固定価格買取制度 (FIT) の価格から手数料を差し引いた価格で、電力小売事業者 (RES) に電力を売る。また、そのバイオガス発生過程で発生する消化液等は、有機肥料原料として實石グループの有機肥料会社である NIPPO Agro Industries が引き取ることを考えている。(図 2-8 参照)

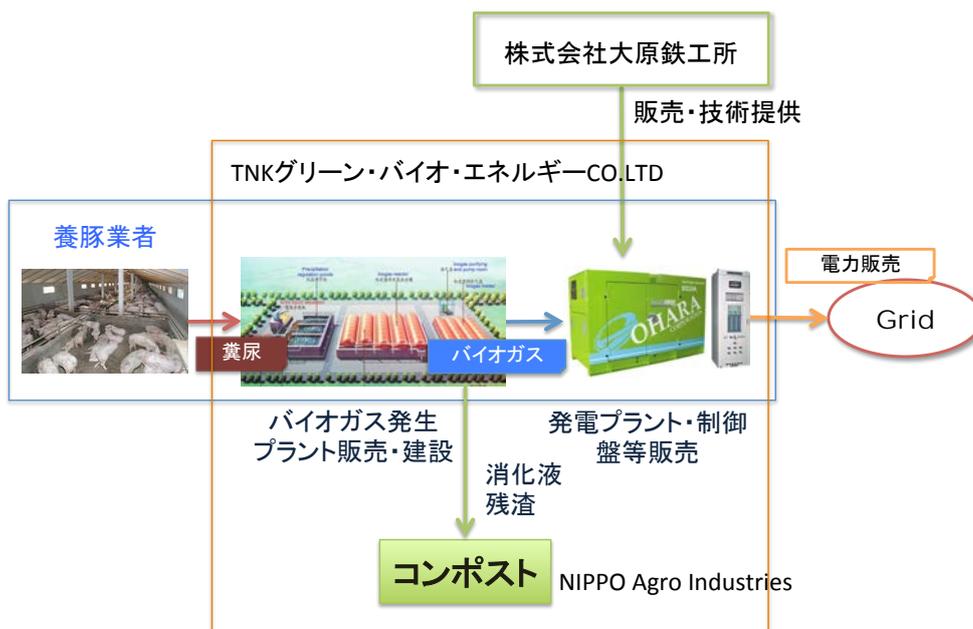


図 2-8 ビジネスモデル

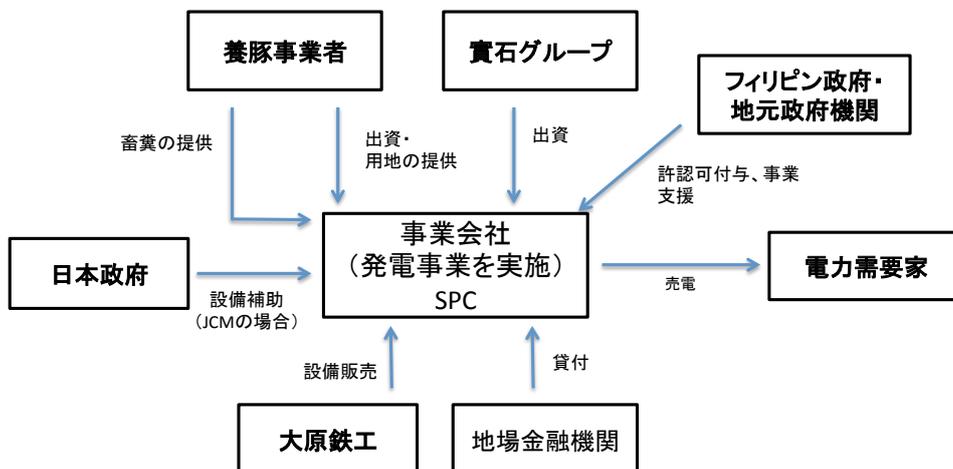


図 2-9 事業スキーム

同ビジネスモデルで事業展開する為に、図 2-9 に示す特別目的事業会社を實石グループと養豚業者で設立する計画である。初期の目標は、6,000 頭規模の養豚業者 10 社、60kW 発電機 20 基の規模を考えている。

2) GRID への販売モデル

各機関へのヒアリングに基づき、想定される電力利用のビジネスモデルとしては、以下 4 つのパターンが考えられる。

- (1) TRANSCO が保有する送電網に接続し、WESM の会員となって、電力市場に販売を行う。
- (2) 大手電力会社（主要な RES）に販売する。
- (3) 地域の配電会社に販売する。
- (4) 送電、配電網には接続せず、Off GRID の需要に直接に供給する。

(1)の場合、電力固定価格買取制度（FIT）の恩恵を受けることができ、20 年間（現時点での想定）、固定買い取り価格で電力を販売することが出来る。

WESM の会員となるためには、種々の要件を満たす必要がある。その要件と、会員費用がどの程度発生するのかについて卸電力市場（WESM）にヒアリングを行ったが、具体的な情報が得られなかった。

WESM の会員になる、ならないにかかわらず、送電網に接続するためには 10MW 以上の発電容量にすること（WESM へのヒアリングによる）が求められている。同時に、送電網の接続ポイントまでの送電線は、自前で建設しなければならない可能性が大きく、コストが大きな負担となる。本事業の場合、仮に 60kW のバイオガス発電機 10 台で発電事業を行っても、0.6MW で 10MW の規模とはならないので、この選択は無い。

(2)すでに、WESM の会員となっている電力会社に販売する場合は、当該電力会社が電力固定価格買取制度（FIT）の固定価格で市場に電力を販売できるため、そこから当該電力会社のマージンを除いた価格で、本プロジェクトからの電力を販売できることになる。マージンの値段は交渉次第であるが、(1)のモデルに比べれば、設備投資コスト低く抑えることが出来ると考えられる。

デメリットは、電力会社へのマージンが発生するため、FIT 価格の恩恵を 100%は受けられないことである。

(3)地域電力組合などの地域配電会社に電力供給を行うことも可能である。この場合、TRANSCO が保有する送電網への接続ではなく、組合が保有するいわゆる配電網への接続となるため、10MW の要件を満たす必要がないと考えられる。一方で、NEA へのヒアリングによれば、地域電力組合では FIT 価格ではなく、通常の IPP や TRANSCO からの供給価格のみ購入するとのことであり、これらの購入価格と比較して、安価であれば購入可能であるとのこと。したがって、FIT 価格との差額を、TRANSCO などが補填してくれるのか、あるいは、電力固定価格買取制度（FIT）のスキームからは除外されるのか、正確な情報収集を行う必要がある。

(4)灌漑システムのポンプ動力など、電力需要にダイレクトに供給するケースである。この場合、既存の電力システムとは無関係となり、電力固定価格買取制度（FIT）のスキームともリンクしない。一方、軽油や電気などの値段が高騰しつつあり、それを本提案システムが代替することによって、軽油代、電力代が削減されれば、導入インセンティブとなる。ベースラインとして軽油代金や電力料金を支払い続けていた場合と比較することによって、本提案システムでの電気代（売電価格）を決定することになる。

3) GRID への連結技術

日本においては低圧及び高圧の連系方式がある。低圧連系とは電源電圧が 200V 級の GRID との連系であり、高圧連系とは 6,000V 級の GRID との連系方法である。

現在フィリピンにおいてどのような連系方式となる確認中であるが、ローカルの限定された GRID に接続するケースでは、低圧連系で且つ逆変換装置（インバーター）を必要としないと見込まれ、設備コストを大幅に削減することが可能である。

以下に、日本での低圧、高圧連系の方法について詳しく説明を行う。

- 低圧連系

日本において 50kW 以下の発電出力の場合は低圧（200V 級）での系統連系が可能である。系統保護機能を有した逆変換装置（インバーター）を用いることが義務付けられているが、この逆変換装置は特殊機器となり大幅なコスト増となっている。一方で発電機の出力量そのまま系統と接続できるため、昇圧用変圧設備は必要ない点は経済的である。

また売電を行う場合、系統側へ逆潮流となるため停電時の波及事故防止のために単独運転検出機能が必要となるが、低圧連系の場合には逆変換装置にその機能を持たせることで逆潮流が可能となり売電を行うことが出来る。



図 2-10 低圧連携

- 高圧連系

50kW 以上の発電出力の場合は高圧連系方式となる。この場合発電機出力電圧を高圧の 6,000V 級まで昇圧を行う必要があり、昇圧用変電設備が必要となる。また単独運

転検出には専用機器が必要となり、これも大幅なコスト増となっている。



図 2-11 高圧連携

4) 糞尿の収集

養豚場に隣接して発電する場合は、収集方法は考える必要ない。複数の養豚場から収集する場合には、その仕組みを構築する必要がある。村や市が民間事業者に収集運搬業務を委託して行うことが考えられる。糞尿は、バキュームカーで運搬するが、養豚場のラグーンに貯められているため、収集した糞尿を一時的に置いておく施設は不要である。

5) コンポストの販売

豚の糞尿は、バイオマス醗酵槽で醗酵処理するが、その際の発生する消化液、固形残渣は NIPPO Agro Industries 社が引き取り、有機肥料として農家に販売する。これにより、環境に影響を与えることの無く、豚の糞尿の完全なリサイクルが行われる。

2.5. 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール

2.5.1. 想定する事業実施体制

本事業のビジネス展開は、實石グループが再生可能エネルギー事業を行うため 2013 年 3 月、中部ルソン地域のパンパンガ州メキシコ町に設立した TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD が行う。株式会社大原鉄工所は、日本でバイオガス発電機を製造して、同社を総代理店として設備の販売を行う。また、同社へ、バイオガス発電技術・メンテナンス技術と系統電力への連結技術を提供する。

TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD は、BOP ビジネスでバイオガス発生プラントの施工、バイオガスエンジン発電機 (BG60、BG30) の配電盤等の設備販売とメンテナンスのサービス、Grid への連結工事を行う。

實石グループの有機肥料会社 NIPPO Agro Industries 社が、消化液等残渣を引き取って、有機肥料化する。バイオガス醗酵設備の施工にあたっては、JIMA QUARRY 社の建設材料、REAL BLOCK 社のブロックを用いることで、コストダウンを図る。また、これらの経営資源を活用することで、初期の投資額を抑える。

實石グループは、糞尿の回収、醗酵設備の建設・運営、バイオガス発電までの全行程を行

うため、重慶市旺利原农业发展有限公司と提携を行うとともに、株式会社大原鉄工所並びに新潟県魚野川流域下水道堀之内浄化センターのバイオガス発電機稼働状況を調査、また、中国、バングラディッシュの家畜糞によるバイオガス CDM プロジェクトの開発を行っている株式会社 PEAR カーボンオフセット・イニシアティブから情報・技術の収集を行っている。

2.5.2. 事業化スケジュール

2013 年度：本調査でバイオガス発生ポテンシャル調査と市場調査・事業計画作成を行う。

2014 年度：JICA 民間提案型普及・実証事業で発電プラントの実証を行って、技術の現地適応化を行うとともにフィリピン国でのビジネス展開へ向けて、バイオガスエンジン発電システムのデモンストレーションを行う。

2015 年度：フィリピン国でバイオガスエンジン発電システム事業開始

2.6. リスクと対応

本事業を行うにあたって、以下のようなリスクが想定されるため、その対応策を講じる。

- ・ フィリピン国において、日本企業がビジネスを展開するにあたっては、日本と異なる商慣行、許認可等の商業リスクがある。また、フィリピン資本の中小企業と提携するにあたっては与信等、十分な情報が得られない商業リスクがある。株式会社大原鉄工所は、既にフィリピン国でビジネスを展開している日本人実業家の実石グループと提携して、実石グループの経験・ノウハウ・ネットワーク等を活用することで商業リスクを回避する。
- ・ 本事業は、発電した電力を販売する。卸売市場が創設され、小売市場の自由化が行われたが、その改革は緒に就いた状況で、今後制度等の変更が行われていくものと考えられる。本調査で WESM 等とのパイプが出来たので、情報を常に取得するとともに、人的なネットワークを良好に保っていくことで、このような制度変更に伴うリスクを回避する。
- ・ フィリピン国では、台風により建物、設備が破損する自然災害リスクがある。本事業の場合、バイオマス醗酵槽は袋タイプで、仮に破損しても修復にかかる時間は短く、袋そのもののコストは安いため、被害損額も小さく、その影響は小さいと言える。
発電システムも、市場で部品が容易に調達可能なディーゼルエンジンを用いたシステムであり、そのメンテナンスも高度な技術を必要とするものではない。本事業では、通常のエンジンシステムのメンテナンス経験のある要員をメンテナンス要員として育成して配置することから、台風等により故障・破損しても修復にかかる時間は短く、被害損額も小さく、その影響は小さいと言える。
以上の対応により、台風による自然災害リスクを回避する。
- ・ 雨期の長期化等により、気温が下がる可能性があるが、導入される醗酵技術は、年間平均気温が 16～18℃の重慶市で開発された技術であり、雨期のフィリピンの気温より低い環境下で成果を収めていることから、リスクは無いと考えられる。

- プロジェクトの機器・設備・施設等が、当初予定した期間・予算・性能で完成しない完工リスクがある。バイオマス醗酵槽は、その点を考慮して、タンク式に比べて、設備の精度・品質、施行技術熟練度を要さず、途上国の労働者で施行出来る袋タイプとした。また、中国で、豊富な経験とノウハウを要する重庆市旺利原农业发展有限公司と提携して、JICA 民間提案型普及・実証事業で技術の移転を行う。以上の対応により、完工リスクを回避する。
- バイオマス発電事業にあたっては、原材の糞尿調達リスクがある。自家発電の場合は、自社の養豚場から調達するため、リスクは発生しない。糞尿を集荷して、発電を行う場合には、事業対象地域には 3,000 頭規模の養豚場が多数有り、且つ、養豚場はその処理に困っていることから、新たな調達先を開拓することは容易である。従って、原料調達リスクは小さい。
- 民間提案型普及・実証事業を行うにあたってのリスクは、汚職リスクである。同事業は通常の ODA と異なり、民間企業の海外展開の支援と言う側面を有している。従って、本事業により、カウンターパートの Tangle Barangay 政府が負担するコストの内、Tangle Barangay が対応出来ないコストについては、株式会社大原鉄工所、TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD が負担を行う。これにより、上位の地方政府にコスト負担を要請することで発生する汚職リスクを回避する。
- 他方、本事業を推進する上では、パンパンガ州、メキシコ町、周辺の市町村との関係が不可欠である。従って、ステークホルダーミーティング、民間提案型普及・実証事業でのデモンストレーション活動によって、周辺行政機関との関係を深める。

第3章 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現

地適合性検証活動

3.1. 現地適合性検証活動の概要

3.1.1. 概要

フィリピン国には、家畜糞を原料としたバイオガス発電はほとんど行われておらず、技術も無い。気候・風土的にはバイオガス醗酵に適しているが、果たして現地の企業でバイオガス醗酵設備の建設、管理が行えるのか、民間提案型普及・実証事業の案件化を念頭に調査を実施した。

重慶市農業委員会が推薦する重慶市旺利原农业发展有限公司製の8m³のバイオガス醗酵袋セットで、バイオマス醗酵試験を行った。重慶市では農家は、平均3頭の豚を飼っており、8m³の醗酵袋は農家のバイオマス醗酵槽として利用され、農家はバイオガスを煮炊きの燃料として利用している。實石グループの用地内に設置して、周辺の養豚場から糞尿を集めて、バイオガス発生試験と評価を行った。投入する豚の糞尿量、バイオガスの発生量、温度・天気の影響に係るモニタリングは、TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD に外注して行った。重慶市旺利原农业发展有限公司は、バイオマス醗酵槽の建設と醗酵試験の技術指導を行った。

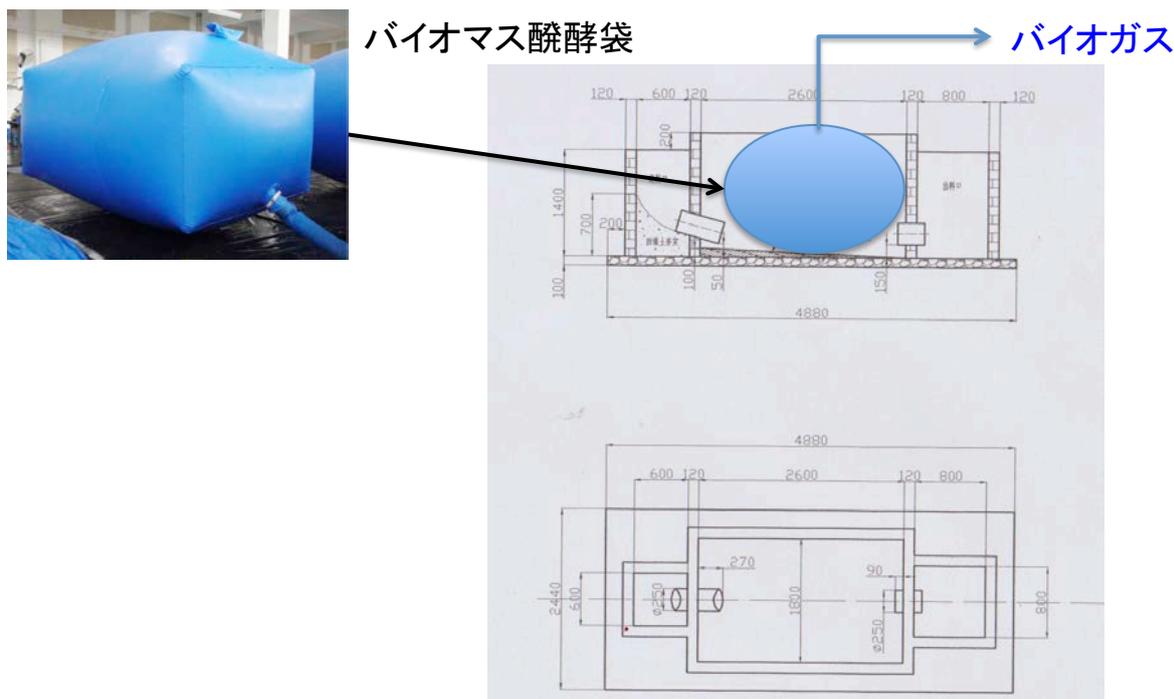


図 3-1 バイオガス発生試験装置（バイオガス醗酵槽）



写真 3-1 左：バイオマス醗酵袋製造工場 右：重慶市の農家に設置されたバイオマス醗酵袋

本事業を実施するにあたり、参加企業等は下記の投入を行った。

- 株式会社大原鉄工所は、調査の精度を高めるため、2014年1月5日～11日に実施した第3回現地調査に、バイオガスに関する専門性を有する齋藤忍を参加させた。
- 株式会社大原鉄工所と株式会社 PEAR カーボンオフセット・イニシアティブは、バイオガス実証試験を行うため、10月23日～29日の日程で重慶市旺利原农业发展有限公司の技術者2名を招き、同時に8m³のバイオガス醗酵袋セットを購入して、バイオガス醗酵試験の準備を行った。
- TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD は、バイオガス醗酵試験槽を建設した。また、11月1日から2014年1月10日まで、9回糞尿の投入を行い、同時に消化液の抜き取り作業を行った。
- Tangle Barangay のキャプテン Rodrigo Lacson Torres は、豚の糞尿調達に協力を行うとともに、本調査団の12月、1月の現地調査に同行し、養豚場の調査等の便宜を行った。

3.2. 現地適合性検証活動の結果



写真 3-2 バイオガス醗酵試験装置

10月20日から、バイオガス発生試験装置の建設を開始、10月23日～29日の日程で重慶市旺利原农业发展有限公司の技術者2名が醗酵槽建設と糞尿の醗酵の技術指導を行った。そして、10月31日に完成した。今回の醗酵試験槽は袋タイプで、民間提案型普及・実証事業で提案する袋タイプのミニ版である。袋タイプであれば、フィリピンの労働者で施工することが可能であることが確認出来た。

11月1日に糞尿を4m³投入し、その後1週間に1回0.5m³から1m³の糞尿を投入し、同じ量だけ消化液を引き抜いた。消化液は、隣接する有機肥料工場でコンポスト原料として利用した。試験の結果、一日平均2.6m³のバイオガスの発生を確認した。糞尿の投入は醗酵袋容積の2/3までとの指導を受けていたが、第8回目と9回目は、それ以上に投入したためガス発生量が減少した。糞尿の投入量、投入のタイミング等は、実際にガスを発生させて経験を積んでいくことの重要性が明らかになった。



写真 3-3 中国技術者による醗酵試験設備の技術指導



写真 3-4 バイオガス醗酵試験槽の建設



写真 3-5 左：11月1日 第1回糞尿投入時（ガス発生していない）
右：1月6日調査時（ガスが発生して膨らんでいる）



写真 3-6 左：脱硫装置と圧力計 右：流量計



写真 3-7 隣接した豚舎（子豚）、実証試験終了後に子豚の糞尿で継続試験を行う

表 3-1 糞尿の投入量

単位:m3

| 月 | 日 | 糞尿投入量 | 消化液引き抜き量 |
|----|----|-------|----------|
| 11 | 1 | 4.0 | |
| | 8 | 0.5 | 0.5 |
| | 15 | 0.5 | 0.5 |
| | 22 | 0.5 | 0.5 |
| | 29 | 0.5 | 0.5 |
| 12 | 6 | 0.5 | 0.5 |
| | 13 | 0.5 | 0.5 |
| | 20 | 0.8 | 0.8 |
| | 27 | 1.0 | 1.0 |

表 3-2 ガスの発生量

単位:m3/日

| 月 | 日 | 日平均発生量 |
|----|-------|--------|
| 11 | 1 | 試験開始 |
| | 5 | ガス発生 |
| | 6-12 | 1.6 |
| | 13-19 | 2.4 |
| | 20-26 | 2.8 |
| | 27-30 | 3.0 |
| 12 | 1-3 | 3.0 |
| | 4-10 | 3.2 |
| | 11-17 | 2.8 |
| | 18-24 | 3.4 |
| | 25-31 | 2.8 |
| 1 | 1-7 | 2.0 |
| | 8-14 | 1.2 |
| 平均 | | 2.6 |

3.3. 気候変動支援策の活用について

3.3.1. 温室効果ガス削減効果

フィリピン国は島嶼国で、台風、海面上昇等、気候変動に対して脆弱な国である。本事業の特徴は、フィリピン国において、温室効果ガス（Greenhouse Gas:GHG）削減により気候変動の緩和に貢献することである。そこで、GHG 削減効果について検証する。

GHG 削減効果の計算は、国連の気候変動枠組条約（UNFCCC）の CDM 理事会で承認され

た CDM の方法論、即ち GHG 削減量の計算ツールを用いて行った。具体的には、嫌気的に腐敗していたであろう糞尿及び廃棄物から発生するメタンを回収するプロジェクトに適用可能な方法論 (AMS-III.D)、および、再生可能エネルギーによる発電に適用可能な方法論 (AMS-I.D) の 2 つの方法論の計算方法を参考にする。

これらの方法論は、小規模の CDM プロジェクトでよく用いられており、これまでに数多くのプロジェクトが国連 CDM 理事会に登録・実施されている。

例えば、当方法論を用いたフィリピンにおける CDM プロジェクトとして、"Swine Farm Methane Capture and Combustion/ Utilization Project IDES20091" (プロジェクト番号：4134) がある。フィリピン側の参加者は IDES Corporation、日本側の参加者は伊藤忠商事と DOWA エコシステムである。同プロジェクトは、ルソン島とセブ島の合計 7 箇所において、家畜糞尿起源のメタン回収システムを構築し、年間約 5 万トンの GHG 削減を達成するもので、2011 年 9 月 8 日に国連 CDM 理事会に登録されている。

GHG 排出削減量は、排出削減量 = ベースライン排出量 - 実際の排出量 という形で定義される。

CDM プロジェクトにおけるベースラインとは、「そのプロジェクトがなかりせば」というシナリオを表す。

ベースラインでは、オープンラグーンからメタン (60%) が大気中に排出される。メタンは CO₂ の 25 倍の温暖化係数を持つ、GHG で有る。

また、プロジェクトで発電して供給される電力は GRID から、供給される。GRID では、石炭火力発電所等から CO₂ を排出している。

他方、プロジェクトでは、メタンガスを酸化して破壊し、同時に熱を発電に利用する。メタンガスを酸化する際に、CO₂ を大気中に排出するが、バイオマス起源の再生可能エネルギーなので、CO₂ “0” とみなされる。プロジェクトでの大気中への CO₂ の排出量は、完全に捕捉されずに大気中に漏れたメタンガスとなる。

GHG の削減の計算は、1) メタンの回収による温室効果ガス削減効果分と 2) 発電による電力 GRID からの GHG 削減効果分の和となる。

1) メタン回収による GHG 削減効果

削減量は、本案件がなかりせばの仮定に基づくベースライン排出量と、本案件を実行した場合のプロジェクト排出量の差として計算される。

ベースライン排出量

ベースライン排出量は、IPCC ガイドラインである「Emissions from Livestock and Manure Management」で採用されている有機物の嫌気性腐敗モデルに基づき計算される。本計算では、養豚場から排出される糞の揮発性固形物量などの特性データが必要とされる。

$$BE_{CH_4,y} = GWP_{CH_4} \times D_{CH_4} \times UF_b \times \sum_{j,LT} MCF_j \times B_{0,LT} \times N_{LT,y} \times VS_{LT,y} \times MS\%_{BL,j}$$

ここで、各パラメータは以下のとおりである。

| | |
|---------------|---|
| $BE_{CH_4,y}$ | メタンの y 年のベースライン排出量 (tCO ₂ e) |
| GWP_{CH_4} | メタンの温暖化係数 (tCO ₂ e/tCH ₄) |
| D_{CH_4} | メタンの密度 (=0.00067t/m ³ , 1 気圧 20°C) |
| LT | 飼育種のインデックス (Boar、Sow など) |
| j | 畜糞マネジメントシステムのインデックス (本ケースでは 1 種類) |
| MCF_j | メタン転換係数 (Methane Conversion Factor) |
| $B_{0,LT}$ | 最大メタン発生ポテンシャル (m ³ CH ₄ /kg dm) |
| $N_{LT,y}$ | 当該飼育種の年間平均頭数 (頭) |
| $VS_{LT,y}$ | 当該飼育種あたりの揮発性固形物発生量 (乾燥重量 kg dm/頭/年) |
| $MS\%_{BL,j}$ | 畜糞マネジメントシステムの割合 (本ケースでは 100%) |
| UF_b | モデルの不確実性の安全係数 (=0.94) ¹ |

また、

$$N_{LT,y} = N_{da,y} \times \left(\frac{N_{p,y}}{365} \right)$$

$$VS_{LT,y} = \left(\frac{W_{site}}{W_{default}} \right) \times VS_{default} \times nd_y$$

パラメータの説明は、以下のとおりである。

| | |
|----------------|------------------------------------|
| $N_{da,y}$ | 当該飼育種の年間平均飼育日数 (日) |
| $N_{p,y}$ | 当該飼育種の年間出荷頭数 (頭) |
| W_{site} | プロジェクトサイトでの当該飼育種の平均体重 (kg) |
| $W_{default}$ | IPCC 2006 による当該飼育種のデフォルトの平均体重 (kg) |
| $VS_{default}$ | 頭数あたりの揮発性固形物の発生割合 (kg dm/種/日) |
| nd_y | 当該施設の年間稼働日数 (日) |

ここで、当該飼育種の年間平均頭数 $N_{LT,y}$ は、理論式では上記のように、当該飼育種の年間平均飼育日数 $N_{da,y}$ と当該飼育種の年間出荷頭数 $N_{p,y}$ から求めるようになっている。しかし、養豚施設でこれらのデータを測定することは一般的ではなく、記録されている例もあまりない。

実際、国連 CDM 理事会に登録されている CDM 事例 (例えば CDM No.4134) においても、 $N_{LT,y}$ を直接入力し、排出量を計算している。

したがって、本案件においても、表 3-3 に示す $N_{LT,y}$ を直接用いて、計算を行った。

以下の表に、飼育数 6,000 頭を想定した場合の、各パラメータの値をまとめる。なお、こ

¹ FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, page 25.

² UNFCCC CDM サイト (<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/SGS-UKL1290185101.59/view>)

ここで用いたパラメータは、フィリピンにおける既存 CDM プロジェクト²のデータを参考にしている。

表 3-3 飼育数 6000 頭の飼育種内訳とパラメータ

| ブタの飼育種 | 年間平均頭数 ($N_{LT,y}$) | 平均体重 ($W_{default}$: kg) | 揮発性固形物 (VS_{LT} : kg-dm) |
|---------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Boar(雄ブタ) | 30 | 300 | 1,173 |
| Sow(雌ブタ) | 1,200 | 260 | 1,017 |
| Gilt(雌ブタ) | 70 | 98 | 383 |
| Finisher(子ブタ) | 1,600 | 88 | 344 |
| Weaner(子ブタ) | 1,600 | 15 | 59 |
| Piglet(子ブタ) | 1,500 | 5 | 20 |
| Total | 6,000 | | |

表 3-4 その他のパラメータのデフォルト値

| パラメータ項目 | 値 | 単位 |
|-------------------------------|------|---------------------------------------|
| Bo | 0.29 | m ³ CH ₄ /kg dm |
| MCF | 0.8 | - |
| D _{CH₄} | 0.67 | kg/m ³ |
| UF | 0.94 | - |
| W _{default} | 28 | kg |
| VS _{default} | 0.3 | kg dm/pop/day |
| n _{dy} | 365 | days/year |
| GWP _{CH₄} | 25 | - |
| MS _{BI} | 100 | % |

上述の計算式、および上記のパラメータ値を用いて、本プロジェクトのメタン回収分のベースライン排出量を計算すると、表 3-5 のとおりとなる。

² UNFCCC CDM サイト (<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/SGS-UKL1290185101.59/view>)

表 3-5 飼育種ごとのベースライン排出量

| ブタ種類 | ベースラインCO2排出量 (tCO2) |
|---------------|------------------------|
| Boar(雄ブタ) | 129 |
| Sow(雌ブタ) | 4,457 |
| Gilt(雌ブタ) | 98 |
| Finisher(子ブタ) | 2,011 |
| Weaner(子ブタ) | 343 |
| Piglet(子ブタ) | 107 |
| Total | 7,145 |

プロジェクト排出量

プロジェクト排出量は、メタンガス回収のうち、10%が外部に漏れる、もしくは不完全な燃焼により、大気に放出されるという仮定に基づき、算定される。すなわち、

$$PE_{CH_4,y} = 0.1 \times GWP_{CH_4} \times D_{CH_4} \times UF_b \times \sum_{i,LT} B_{0,LT} \times N_{LT,y} \times VS_{LT,y} \times MS\%_{i,j}$$

ここで、

$PE_{CH_4,y}$ メタン回収に係るプロジェクト排出量 (tCO₂e)

$MS\%_{i,j}$ 当システムで処理される畜糞の割合 (本ケースでは 100%)

である。その他のパラメータ、データ値は、ベースライン排出量と同じである。上記に基づき、プロジェクト排出量の計算は、表 3-8 のとおりとなる。

表 3-6 飼育数 6,000 頭の飼育種内訳とパラメータ (再掲)

| ブタの飼育種 | 年間平均頭数 ($N_{LT,y}$) | 平均体重 ($W_{default}$: kg) | 揮発性固形物 (VS_{LT} : kg-dm) |
|---------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Boar(雄ブタ) | 30 | 300 | 1,173 |
| Sow(雌ブタ) | 1,200 | 260 | 1,017 |
| Gilt(雌ブタ) | 70 | 98 | 383 |
| Finisher(子ブタ) | 1,600 | 88 | 344 |
| Weaner(子ブタ) | 1,600 | 15 | 59 |
| Piglet(子ブタ) | 1,500 | 5 | 20 |
| Total | 6,000 | | |

表 3-7 その他のパラメータのデフォルト値（再掲）

| パラメータ項目 | 値 | 単位 |
|-------------------------------|------|---------------------------------------|
| Bo | 0.29 | m ³ CH ₄ /kg dm |
| MCF | - | - |
| D _{CH₄} | 0.67 | kg/m ³ |
| UF | - | - |
| W _{default} | 28 | kg |
| VS _{default} | 0.30 | kg dm/pop/day |
| n _{dy} | 365 | days/year |
| GWP _{CH₄} | 25 | - |
| MS _{BI} | 100 | % |

表 3-8 飼育種ごとのプロジェクト排出量

| ブタ種類 | プロジェクトCO ₂ 排出量 (tCO ₂) |
|---------------|--|
| Boar(雄ブタ) | 14 |
| Sow(雌ブタ) | 498 |
| Gilt(雌ブタ) | 11 |
| Finisher(子ブタ) | 225 |
| Weaner(子ブタ) | 38 |
| Piglet(子ブタ) | 12 |
| Total | 798 |

2) 発電による電力 GRID からの GHG 削減量

上記 AMS.III.D と同様に、既存の CDM 方法論である AMS.I.D (Ver17) に沿って、計算を行う。GHG 削減量は、本案件がなかりせばの仮定に基づくベースライン排出量と、本案件を実行した場合のプロジェクト排出量の差として計算される。

ベースライン排出量

CDM 方法論である AMS.I.D では、ベースライン排出量は、再生可能エネルギーによる電力 GRID への供給量に、電力 GRID の排出係数を乗じて算出する、とされている。

$$BE_{e,y} = EG_{BL,y} \times EF_{grid,CM,y}$$

ここで、

$BE_{e,y}$

発電による y 年のベースライン排出量 (tCO₂e)

$EG_{BL,y}$

本プロジェクトによる電力 GRID への供給電力量 (MWh)

$EF_{grid,CM,y}$ 電力 GRID の排出係数 (tCO₂/MWh、=0.5038)³ である。

以下の表に、ベースライン排出量の計算をまとめる。

表 3-9 発電によるベースライン排出量の計算

| | |
|--------------|------------------------------|
| 年間発電量 | |
| 出力 | 60 kW |
| 実稼働時間 | 8,600 hour |
| 台数 | 2 台 |
| 年間発電量 | 1,032,000 kWh |
| 発酵槽ポンプ等電力消費量 | |
| 出力 | 1.5 kW |
| 実稼働時間 | 8,600 hour |
| 台数 | 1 台 |
| 年間消費電力量 | 12,900 kWh |
| 電力供給量(送電端) | |
| 年間供給量 | 1,019,100 kWh |
| 電カグリッド排出係数 | |
| コンバインドマージン | 0.5038 tCO ₂ /MWh |
| ベースライン排出量 | |
| ベースライン排出量 | 513 tCO ₂ |

プロジェクト排出量

バイオガスは再生可能エネルギーであり、バイオガスによる発電は、その GHG 排出量は、“0” と見なされる。

プロジェクト全体の GHG 削減量

プロジェクト実施による GHG 削減量 (ER_y) は、以下の式で計算される。

$$ER_y = BE_{CH_4,y} - PE_{CH_4,y} + BE_{e,y} - PE_{e,y}$$

よって、以下の表のとおり、プロジェクトによる GHG 削減量は、年間 6,860tCO₂e となる。

³ フィリピンエネルギー省ウェブサイト
(<http://www.doe.gov.ph/power-and-electrification/national-grid-emission-factor-ngef>)

表 3-10 プロジェクトによる GHG 削減量の計算

| | | |
|--------------------|-------|------------------|
| ベースライン排出量(メタン回収部分) | 7,145 | tCO ₂ |
| プロジェクト排出量(メタン回収部分) | 798 | tCO ₂ |
| ベースライン排出量(発電部分) | 513 | tCO ₂ |
| プロジェクト排出量(発電部分) | 0 | tCO ₂ |
| GHG削減量 | 6,860 | tCO ₂ |

3.3.2. JCM 制度

2007年インドネシア・バリで開催された、気候変動枠組条約（UNFCCC）第13回締約国会議（COP13）において、2013年以降の先進国による新たな排出削減目標の設定と開発途上国による適切な緩和行動について国際交渉を行う特別作業部会が設置された。この特別作業部会での交渉結果を受け、2010年メキシコ・カンクンで開催された COP16 で採択されたカンクン合意には、新たなクレジットメカニズムに関して「COP17において新しい市場メカニズムの創設を検討することを決定する」との内容が盛り込まれた。

2013年から始まった京都議定書の第二約束期間には、京都メカニズムの柔軟性措置の一つである CDM（Clean Development Mechanism）に、日本は参加していない。

UNFCCC では、CDM などの現状の柔軟性措置を改善・補足すべく、新たな市場メカニズムやフレームワークの検討を行っており、日本は新たなアプローチとして、世界的な排出削減・吸収に貢献するため、途上国の状況に柔軟かつ迅速に対応した技術移転や対策実施の仕組みを構築すべく、二国間オフセット・クレジット制度(Joint Crediting Mechanism(JCM))を提案している。

JCM の基本概念は以下の通りである。

- 途上国への優れた温室効果ガス削減技術・製品・システム・サービス・インフラ等の普及や緩和活動を加速し、途上国の持続可能な開発に貢献。
- 日本からの温室効果ガス排出削減・吸収への貢献を、測定・報告・検証（MRV）方法論を適用し、定量的に評価し、日本の削減目標の達成に活用。
- CDM を補完し、地球規模での温室効果ガス排出削減・吸収行動を促進することにより、国連気候変動枠組条約の究極的な目的の達成に貢献。

JCM の特徴は以下の通りである。

- JCM は取引を行わないクレジット制度として開始する。
- 両国政府は JCM の実施状況を踏まえ、取引可能なクレジットを発行する制度へ移行するために二国間協議を継続的に行い、できるだけ早期に結論を得る。
- JCM が取引可能なクレジットを発行する制度へ移行した後に、途上国の適応努力の支援のための具体的な貢献を目指す。
- JCM は国連気候変動枠組条約(UNFCCC)の下での新たな国際枠組みが発効されるまでの期間を対象とする。

JCM の大きな特徴は、主として開発途上国および先進国の二国間の合意に基づいて、気候変動緩和策を推進することにある。運用時には、二国間の政府関係者から構成される合同委員会（Joint Committee）を設置し、制度を推進するためのルールやガイドライン、方法論等を策定・改訂する。既に日本は、2011 年から開発途上国と JCM に関する協議を行ってきており、モンゴル、バングラデシュ、エチオピア、ケニア、モルディブ、ベトナム、ラオス、インドネシア、コスタリカ、パラオと JCM に係る二国間文書に署名した。フィリピンとの署名締結にも期待されている。

JCM では、排出削減量の定量化のために CDM とは異なる独自の MRV 方法論を用いる。MRV 方法論の策定は、環境省や経済産業省が実施する FS（フィージビリティスタディ）等による案件形成とあわせて進められている。



図 3-2 JCM 制度のイメージ

株式会社 PEAR カーボンオフセット・イニシアティブは、気候変動問題の専門性を有しており、CDM の UNFCCC 登録（Registered）実績は下記の通りである。

- China Coal Mine Ventilation Air Methane Oxidization Programme
- Sichuan Carbide Calcium Residues Based Cement Plant Project in Leshan City
- Shaanxi Provincial Yang County Kafang 12 MW Small-scale Hydro Power Project
- Dafosi Coal Mine Low Concentration Coal Mine Methane Power Generation Project
- Sichuan Guang'an Caishandong Coal Mine CMM Power Generation Project
- Wuda Wuhushan Coal Mine Methane Power Generation Project

JCM 関しては以下の実績を有しており、同経験・ノウハウを活用して、本事業への JCM 制度の活用を図る。

- 平成 23 年度公益財団法人地球環境センター（環境省）受託事業
「スリランカ・ヒマ産業群開発を通じた低炭素型産業構築に関する新メカニズム実現可能性調査」
- 平成 25 年度公益財団法人地球環境センター（環境省）受託事業: 株式会社 EJ ビジネスパートナーズ受託
「バングラデシュ・精米工場における粃殻利用コジェネレーションの導入による加工工程の改善」に係る JCM/BOCM 方法論及び PDD 作成支援業務
- 平成 25 年度 NEDO（経済産業省）受託事業
「地球温暖化対策技術普及等推進事業／ベトナム国における有機性廃棄物からのエネルギー回収プロジェクトの案件（組成）調査」

3.3.3. CTI PFAN

CTI⁴とは、気候変動防止技術イニシアティブ(Climate Technology Initiative)の略で、COP1において、国際エネルギー機関(IEA)/OECD加盟国及び欧州委員会によって設立された多国間による国際連携イニシアティブであり、2003年にIEAの実施協定に位置づけられた。

気候や環境にやさしい技術の開発・普及・実施を促進するため、各国をまとめ国際協力体制を築くことを目的としている。CTIの参加国は開発途上国や市場経済移行国、その他の国際機関と協力し、幅広い活動を行っており、国連気候変動枠組条約(UNFCCC)と密に連携し、その事務局や関連するIEA実施協定およびその他の国際機関やプロジェクトなどと協力している。加盟国は、オーストラリア、オーストリア、カナダ、フィンランド、ドイツ、日本、ノルウェー、大韓民国、スウェーデン、イギリス、アメリカである。

CTIは、気候変動対策プロジェクトによる民間直接投融資の確保を支援するCTI民間資金調達支援ネットワーク(CTI PFAN)プログラムの活動を行っている。同プログラムでは、気候変動の「緩和」を目指すプロジェクトだけではなく、「適応」に関連したプロジェクトの支援をするための試みも始めている。

2006年の活動開始以来、CTI PFANはアジア、ラテンアメリカ、アフリカ、独立国家共同体(CIS)・中央アジアに、開発者と投資家による地域ネットワークを、また、域内数ヶ国に国内ネットワークを構築している。

2013年3月現在、アジア地域では中国、インド、インドネシア、タイ、フィリピンに、ラテンアメリカ地域ではブラジル、チリ、コロンビア、メキシコ、ホンジュラス、パナマ、ジャマイカ、トリニダードトバゴ、アルーバ、ベリーズ、グアテマラに、アフリカ地域では南アフリカ、ボツワナ、レソト、スワジランド、ウガンダ、モザンビーク、ザンビア、ケニア、ルワンダ、タンザニアに、CIS・中央アジアではグルジア、ウクライナ、カザフスタンにそれぞれ国内ネットワークを持つ。

これまでに、164件以上のクリーンエネルギープロジェクトが、CTI PFANの継続的な開発の支援を受けており、うち38件が総額4億3200万米ドル超の資金調達を完了させた。これらのプロジェクトは、バイオガス、バイオマス、廃棄物熱源転換、クリーン輸送、風力、太陽光、小型水力発電、省エネなど、多岐の分野にわたっている。

これら38件のプロジェクトの実現により、年間約190万トンのCO₂排出削減および316MWを超えるクリーンエネルギー発電量が見込まれている。

経済産業省は、CTIの活動を支援しており、CTIにおいて今年度新たに構築を検討しているCTI加盟国中小企業の気候変動防止技術を発展途上国及び新興国へ移転促進を図るためのプログラムCTBN(CTIクリーン技術ビジネスネットワーク)を、平成25年度に実施した。公益財団法人国際環境技術移転センターが、経済産業省より委託を受け、「平成25年度地球環境国際連携事業」の一環であるCTBNプログラム構築のためのパイロット事業をモンゴル国で実施した。プロジェクトの実施にあたり、株式会社PEARカーボンオフセット・イニシアティブは、プロジェクト形成促進のためのサポート・コンサルタントとして参加し、ウランバートル市の大気汚染改善と温暖化防止に貢献するバイオマスボイラ技術の普及に向

⁴ <http://climatetech.net>

けて、日本メーカー、モンゴル企業、ウランバートル市 Authority of Partial Engineering Supply（市内の熱供給を担当する部局）とのビジネスマッチングを成功させた。

そこで、株式会社 PEAR カーボンオフセット・イニシアティブは、その実績を踏まえ、本事業への CTI PFAN の活用を検討している。

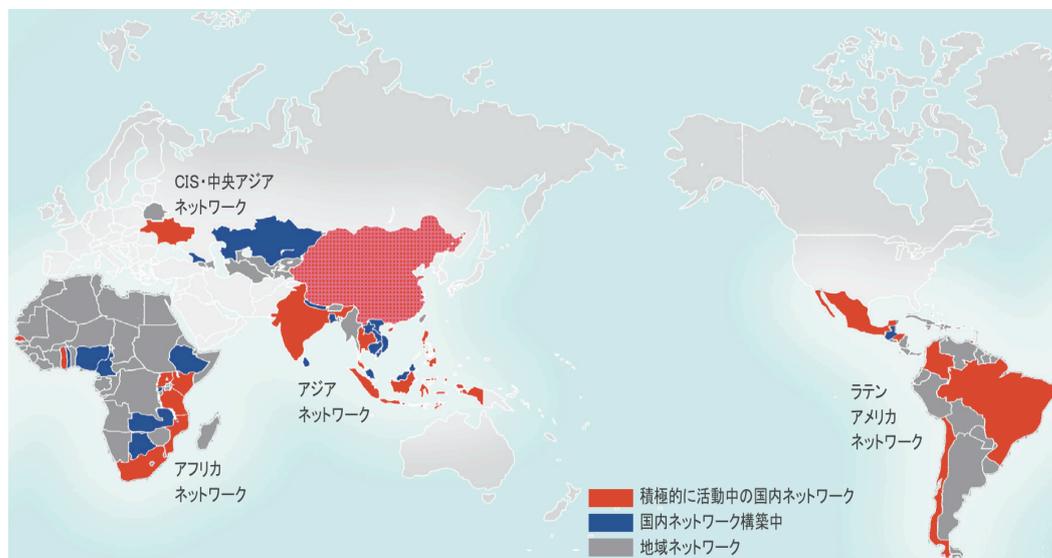


図 3-3 CTI PFAN のネットワーク

表 3-11 アジアにおける主な実績

| | | |
|------------------------|--------------------------------|--|
| フィリピン | | |
| 地域 | アクラン州バンガ | |
| 分野 | バイオマス | |
| 資金調達額 | 3,000 万米ドル | |
| 発電量 | 12MW | |
| 年間 CO ₂ 削減量 | 40,000 トン | |
| フィリピン | | |
| 地域 | ラウニオン州ロザリオ、 ミンダナオ島カガヤン・デ・オロ | |
| 分野 | バイオマス | |
| 資金調達額 | 1,660 万米ドル | |
| 発電量 | 6.8MW | |
| 中国 | | |
| 地域 | 上海 | |
| 分野 | ビル・建物の省エネ | |
| 資金調達額 | 1,000 万米ドル | |
| 省エネ率 | 1 プロジェクトあたり 50~70% | |
| タイ | | |
| 地域 | パトゥムターニー県タクロング | |
| 分野 | 廃棄物熱源転換 | |
| 資金調達額 | 500 万米ドル | |
| 発電量 | 3.5MW | |
| 年間 CO ₂ 削減量 | 52,000 トン | |

3.4. 採算性の検討

3.4.1. 基本事項

経済性評価は、以下の3ケースで行った。

基本ケース：實石グループと養豚業者がSPCで発電事業を行うケース

JCM活用ケース：SPCがJCMを活用して発電事業を行うケース

自家消費ケース：養豚業者が自家発電としてバイオガス発電を行うケース

基本ケースとJCM活用ケースは、6,000頭規模の養豚場が、BG60Aを2台導入し、電力会社に固定買い取り制度で、10%の手数料を支払うケースで経済性を評価した。

自家消費ケースは、BG60Aを1台導入し、Gridからの電力の代替として、発電した電力を自家用に消費するケースで経済性を評価した。

発電した電力はGridへ連結して売電を行うが、養豚業は地方の農村地域で行われていることから、ビジネスモデルは、小型の分散型電源として低圧での系統連系を行うことを考えている。その時、逆変換装置を必要とせず且つ限られたGRIDの中で系統と接続を行い、そのGRID内で電力を消費することで単独運転検出機能は必要なくなるため、設備コストを大幅に削減することが可能である。バイオガス発電機は、低圧連結で発電機制御盤のインバーター制御を無くし、代わりに保護継電器盤を設置する。また、ガスブースターは日本の公共仕様から民間仕様へ変更することでコストダウンを行う。醗酵槽は、民間提案型普及・実証事業でTNKグリーン・バイオ・エネルギーCO.LTDが技術を習得し、醗酵その施行技術を熟練することでコストダウンを図る。また、暖かい地域で醗酵効率が良いため、民間提案型普及・実証事業で醗酵データを収集して、BG60Aを2台導入した際の最低限必用な醗酵槽の容積にすることでコストダウンを図る。

バイオガス醗酵槽とガスホルダーは、袋タイプを採用する。醗酵袋は、60kWの発電機2台のケースでは、300m³タイプを10袋、ガスホルダーは182m³タイプを8袋設置する。これにより、袋の破損等のトラブル、メンテナンスにより、何れかの袋が停止しても他の袋が機能していることから、バイオガス醗酵プラントは常時稼働出来る。

本発電機は常用発電機であり、常に稼働するものとして開発されている。停止時間としてはメンテナンス時のみでありそれぞれ、6ヶ月、1年、2年点検及び4年毎のオーバーホールと規定しており、それぞれのメンテナンス時間を積算すると、15年間の想定平均稼働時間は約8,700hである。また本発電機開発時には長期運転実証試験による必要メンテナンスや稼働状況の確認が出来ており、今回経済性の評価では、年間稼働時間を8,600hとした。

3.4.2. 基本ケース

主な設定条件(現時点での想定値)は以下のとおりである。売電量は表3-13、設備投資額は表3-14に示す。

- 固定買い取り価格：6.63 ペソ/kWh
- 売電単価 :6.63 ペソ/kWh × 0.9 = 6.0 ペソ/kWh
(手数料 10%)

- 発電設備容量 :120kW
- 借入金利 :金利 6.0%(10年返済)
- 年間経費 :1,536千円/年(維持・修繕費)
- 設備投資 :76,800千円(残存簿価 0%、10年で減価償却)
- 法人税 :(1~7年目)再生可能エネルギー法適用により免税措置を適用
(8年目以降)法人税率減税措置により 10%
- 地方税 :無視できるほど小額
- 付加価値税(VAT):再生可能エネルギー法適用により免税
- 人件費 :12,475ペソ (月額)⁵

表 3-12 設備投資額

| | 対策前 | 対策後 |
|-------------|--------------|-------------|
| BG60A × 2台 | | |
| 本体(熱回収装置無し) | ¥26,400,000 | ¥26,400,000 |
| 発電機制御盤 | ¥20,000,000 | ¥5,000,000 |
| ガスブースター | ¥1,600,000 | ¥1,200,000 |
| 活性炭吸着塔 | ¥3,000,000 | ¥3,000,000 |
| 保護継電器盤 | ¥0 | ¥1,200,000 |
| 小計 | ¥51,000,000 | ¥36,800,000 |
| 醗酵槽 | ¥70,000,000 | ¥40,000,000 |
| 合計 | ¥121,000,000 | ¥76,800,000 |

表 3-13 売電量

年間発電電力量

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{出力} \\ \hline 60 \text{ (kW)} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{実稼動時間} \\ \hline 8,600 \text{ (h)} \\ \hline \end{array} \times 2 \text{ 台} = \begin{array}{|c|} \hline \text{年間発電量} \\ \hline 1,032,000 \text{ (kWh)} \\ \hline \end{array}$$

醗酵槽ポンプ等電力消費量

$$\begin{array}{|c|} \hline 1.5 \text{ (kW)} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline 8,600 \text{ (h)} \\ \hline \end{array} \times 1 \text{ 台} = \begin{array}{|c|} \hline 12,900 \text{ (kWh)} \\ \hline \end{array}$$

| | |
|-----|-----------------|
| 売電量 | 1,019,100 (kWh) |
|-----|-----------------|

IRR は 8.0%である。この設備は、養豚場の糞尿処理設備でもある。糞尿処理を行って、収益が上がるビジネスモデルである。現状、豚の糞尿はラグーン処理されているが、実際には排水基準は守られていない。

⁵ JETRO マニラ投資コスト比較 ([https://www.jetro.go.jp/jfile/search/cost?city=セブ \(フィリピン\) &city=マニラ \(フィリピン\) &city=横浜 \(日本\)](https://www.jetro.go.jp/jfile/search/cost?city=セブ (フィリピン) &city=マニラ (フィリピン) &city=横浜 (日本)))

表 3-14 基本ケースの経済性

損益計算書 <単位:千円>

| | 0年目 | 1年目 | 2年目 | 3年目 | 4年目 | 5年目 | 6年目 | 7年目 | 8年目 | 9年目 | 10年目 |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 売上 | | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 |
| 発電 | | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 |
| 売上原価 | | 1,875 | 1,875 | 1,875 | 1,875 | 1,875 | 1,875 | 1,875 | 1,875 | 1,875 | 1,875 |
| 人件費 | | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 |
| 維持・修繕費 | | 1,536 | 1,536 | 1,536 | 1,536 | 1,536 | 1,536 | 1,536 | 1,536 | 1,536 | 1,536 |
| 売上総利益 | | 11,883 | 11,883 | 11,883 | 11,883 | 11,883 | 11,883 | 11,883 | 11,883 | 11,883 | 11,883 |
| 管理費・販売費 | | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| 減価償却費 | | 7,680 | 7,680 | 7,680 | 7,680 | 7,680 | 7,680 | 7,680 | 7,680 | 7,680 | 7,680 |
| その他経費 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 営業利益 | | 4,162 | 4,162 | 4,162 | 4,162 | 4,162 | 4,162 | 4,162 | 4,162 | 4,162 | 4,162 |
| 利息支払い | | 3,686 | 3,407 | 3,110 | 2,796 | 2,463 | 2,110 | 1,736 | 1,339 | 918 | 473 |
| 固定資産税等 | | 77 | 77 | 77 | 77 | 77 | 77 | 77 | 77 | 77 | 77 |
| 税引き前利益 | | 398 | 678 | 975 | 1,289 | 1,622 | 1,975 | 2,349 | 2,746 | 3,167 | 3,612 |
| 法人所得税 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 961 | 1,108 | 1,264 |
| 純利益 | | 398 | 678 | 975 | 1,289 | 1,622 | 1,975 | 2,349 | 1,785 | 2,058 | 2,348 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 初期投資額 | -76,800 | | | | | | | | | | |
|-------|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

キャッシュフロー計算書 <単位:千円>

| | 0年目 | 1年目 | 2年目 | 3年目 | 4年目 | 5年目 | 6年目 | 7年目 | 8年目 | 9年目 | 10年目 |
|-------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 営業キャッシュフロー | | 8,078 | 8,358 | 8,655 | 8,969 | 9,302 | 9,655 | 10,029 | 11,387 | 11,955 | 12,557 |
| 税引き前利益 | | 398 | 678 | 975 | 1,289 | 1,622 | 1,975 | 2,349 | 2,746 | 3,167 | 3,612 |
| 減価償却費 | | 7,680 | 7,680 | 7,680 | 7,680 | 7,680 | 7,680 | 7,680 | 7,680 | 7,680 | 7,680 |
| 法人所得税支払 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 961 | 1,108 | 1,264 |
| 投資キャッシュフロー | -76,800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| EPCコスト | -76,800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 財務キャッシュフロー | 84,080 | -8,348 | -8,348 | -8,348 | -8,348 | -8,348 | -8,348 | -8,348 | -8,348 | -8,348 | -8,348 |
| 借入 | 61,440 | | | | | | | | | | |
| 支払利息 | | -3,686 | -3,407 | -3,110 | -2,796 | -2,463 | -2,110 | -1,736 | -1,339 | -918 | -473 |
| 元本返済 | | -4,661 | -4,941 | -5,237 | -5,552 | -5,885 | -6,238 | -6,612 | -7,009 | -7,429 | -7,875 |
| 自己資本 | 22,640 | | | | | | | | | | |
| 配当前フリーキャッシュ | 7,280 | -269 | 10 | 307 | 621 | 954 | 1,307 | 1,682 | 3,039 | 3,607 | 4,209 |
| 累計フリーキャッシュ | 7,280 | 7,011 | 7,021 | 7,328 | 7,949 | 8,903 | 10,211 | 11,892 | 14,932 | 18,539 | 22,748 |

事業性評価

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| プロジェクト投資額 | -76,800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| プロジェクト回収額 | 0 | 11,765 | 11,765 | 11,765 | 11,765 | 11,765 | 11,765 | 11,765 | 10,804 | 10,657 | 10,501 |
| プロジェクト収支 | -76,800 | 11,765 | 11,765 | 11,765 | 11,765 | 11,765 | 11,765 | 11,765 | 10,804 | 10,657 | 10,501 |
| 累計 | -76,800 | -65,035 | -53,270 | -41,505 | -29,740 | -17,976 | -6,211 | 5,554 | 16,358 | 27,014 | 37,515 |
| プロジェクトIRR | 8% | | | | | | | | | | |

フィリピン国では、1990年に水の利用によって河川等の分類を行う管理令(DAO90-34)及びその分類ごとに排水規準を定める管理令(DAO90-35)が施行され、水質管理の強化が行われた。しかしながら、1990年代以降、フィリピンにおける環境悪化が深刻化し、新たな対応を迫られ、近代的な環境保全のコンセプトを盛り込んだ新たな法律が立法化された。例えば、RA6969「有害廃棄物管理法」(1990年)、RA9003「生態的固形廃棄物管理法」(2000年)、RA9275「水質浄化法」(2004年)である。これらの法律を施行するために必要な施行規則(IRR: Implementing Rules and Regulations)は、それぞれの法令ごとに作成され、さらに施行規則を

実施するために必要な多くの手続き規則や技術ガイドラインが作成されている。今後、規制が強化されていくと考えられ、糞尿処理費の軽減というベネフィットを考慮すれば、IRRは、魅力の有る数字となると考える。

3.4.3. JCM 活用ケース

主な設定条件（現時点での想定値）は、基本ケースと同じである。設備投資額は、日本政府の設備補助があるため、38,400千円であり、IRRは27.0%になる。

表 3-15 JCM 活用ケースの経済性

| | 0年目 | 1年目 | 2年目 | 3年目 | 4年目 | 5年目 | 6年目 | 7年目 | 8年目 | 9年目 | 10年目 |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 売上 | | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 |
| 発電 | | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 | 13,758 |
| 売上原価 | | 1,875 | 1,875 | 1,875 | 1,875 | 1,875 | 1,875 | 1,875 | 1,875 | 1,875 | 1,875 |
| 人件費 | | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 |
| 維持・修繕費 | | 1,536 | 1,536 | 1,536 | 1,536 | 1,536 | 1,536 | 1,536 | 1,536 | 1,536 | 1,536 |
| 売上総利益 | | 11,883 | 11,883 | 11,883 | 11,883 | 11,883 | 11,883 | 11,883 | 11,883 | 11,883 | 11,883 |
| 管理費・販売費 | | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| 減価償却費 | | 3,840 | 3,840 | 3,840 | 3,840 | 3,840 | 3,840 | 3,840 | 3,840 | 3,840 | 3,840 |
| その他経費 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 営業利益 | | 8,002 | 8,002 | 8,002 | 8,002 | 8,002 | 8,002 | 8,002 | 8,002 | 8,002 | 8,002 |
| 利息支払い | | 1,843 | 1,703 | 1,555 | 1,398 | 1,231 | 1,055 | 868 | 669 | 459 | 236 |
| 固定資産税等 | | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| 税引き前利益 | | 6,120 | 6,260 | 6,408 | 6,565 | 6,732 | 6,908 | 7,096 | 7,294 | 7,504 | 7,727 |
| 法人所得税 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,553 | 2,626 | 2,704 |
| 純利益 | | 6,120 | 6,260 | 6,408 | 6,565 | 6,732 | 6,908 | 7,096 | 4,741 | 4,878 | 5,023 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 初期投資額 | -38,400 | | | | | | | | | | |
|-------|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

| | 0年目 | 1年目 | 2年目 | 3年目 | 4年目 | 5年目 | 6年目 | 7年目 | 8年目 | 9年目 | 10年目 |
|-------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 営業キャッシュフロー | | 9,960 | 10,100 | 10,248 | 10,405 | 10,572 | 10,748 | 10,936 | 13,687 | 13,971 | 14,271 |
| 税引き前利益 | | 6,120 | 6,260 | 6,408 | 6,565 | 6,732 | 6,908 | 7,096 | 7,294 | 7,504 | 7,727 |
| 減価償却費 | | 3,840 | 3,840 | 3,840 | 3,840 | 3,840 | 3,840 | 3,840 | 3,840 | 3,840 | 3,840 |
| 法人所得税支払 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,553 | 2,626 | 2,704 |
| 投資キャッシュフロー | -38,400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| EPCコスト | -38,400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 財務キャッシュフロー | 53,360 | -4,174 | -4,174 | -4,174 | -4,174 | -4,174 | -4,174 | -4,174 | -4,174 | -4,174 | -4,174 |
| 借入 | 30,720 | | | | | | | | | | |
| 支払利息 | | -1,843 | -1,703 | -1,555 | -1,398 | -1,231 | -1,055 | -868 | -669 | -459 | -236 |
| 元本返済 | | -2,331 | -2,471 | -2,619 | -2,776 | -2,942 | -3,119 | -3,306 | -3,504 | -3,715 | -3,938 |
| 自己資本 | 22,640 | | | | | | | | | | |
| 配当前フリーキャッシュ | 14,960 | 5,786 | 5,926 | 6,074 | 6,231 | 6,398 | 6,575 | 6,762 | 9,513 | 9,797 | 10,098 |
| 累計フリーキャッシュ | 14,960 | 20,746 | 26,672 | 32,747 | 38,978 | 45,376 | 51,950 | 58,712 | 68,225 | 78,022 | 88,119 |

| | 0年目 | 1年目 | 2年目 | 3年目 | 4年目 | 5年目 | 6年目 | 7年目 | 8年目 | 9年目 | 10年目 |
|-----------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| プロジェクト投資額 | -38,400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| プロジェクト回収額 | 0 | 11,803 | 11,803 | 11,803 | 11,803 | 11,803 | 11,803 | 11,803 | 9,250 | 9,177 | 9,099 |
| プロジェクト収支 | -38,400 | 11,803 | 11,803 | 11,803 | 11,803 | 11,803 | 11,803 | 11,803 | 9,250 | 9,177 | 9,099 |
| 累計 | -38,400 | -26,597 | -14,793 | -2,990 | 8,813 | 20,616 | 32,420 | 44,223 | 53,473 | 62,650 | 71,749 |
| プロジェクトIRR | 27% | | | | | | | | | | |

環境省では、二国間クレジット制度を利用したプロジェクト設備補助事業を実施している。JCMの活用を前提として、途上国において我が国企業等が有する優れた技術等を活用するCO₂排出削減事業に関して、事業者（国際コンソーシアム（日本法人と外国法人により構成され、事業実施を効率的に推進する組織））に対し初期投資費用の1/2までの設備補助を行っている。既に二国間文書に署名した国が優先されることから、フィリピン国の調印に向けた動きに注視している。

3.4.4. 自家消費ケース

主な設定条件（現時点での想定値）は以下のとおりである。従来11フィリピンペソ/kwhで購入していた電力を、自家発電で賄うことになる。したがって、SPCのような事業会社を設立して事業利益を計算するのではなく、いままでコストとして支払っていた電気代の削減分と投資額とのバランスで考えることとなる。電気代削減分を収益と考えた場合のIRRは28.0%を期待出来る。

- ・ 買電単価 :11 ペソ/kWh
- ・ 発電設備容量 :60 kW
- ・ 借入金利 :金利 6.0%(10年返済)
- ・ 年間経費 :1,536 千円/年(維持・修繕費)
- ・ 設備投資 :27,300 千円(残存簿価 0%、10年で減価償却)
- ・ 法人税 :(1~7年目)再生可能エネルギー法適用により免税措置を適用
(8年目以降)法人税率減税措置により 10%
- ・ 地方税 :無視できるほど小額
- ・ 付加価値税(VAT):再生可能エネルギー法適用により免税
- ・ 人件費 : 12,475 ペソ (月額)

表 3-16 設備投資額

| | 対策後 |
|-------------|-------------|
| BG60A × 1台 | |
| 本体(熱回収装置無し) | ¥13,200,000 |
| 切替機盤 | ¥1,000,000 |
| 揚水ポンプ制御盤 | ¥1,000,000 |
| ガスブースター | ¥600,000 |
| 活性炭吸着塔 | ¥1,500,000 |
| 小計 | ¥17,300,000 |
| 醗酵槽 | ¥20,000,000 |
| 合計 | ¥37,300,000 |

表 3-17 自家消費電力量

年間発電電力量

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{出力} \\ \hline 60 \text{ (kW)} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{実稼動時間} \\ \hline 8,600 \text{ (h)} \\ \hline \end{array} \times 1 \text{ 台} = \begin{array}{|c|} \hline \text{年間発電量} \\ \hline 516,000 \text{ (kWh)} \\ \hline \end{array}$$

醗酵槽ポンプ等電力消費量

$$\begin{array}{|c|} \hline 1.5 \text{ (kW)} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline 8,600 \text{ (h)} \\ \hline \end{array} \times 1 \text{ 台} = \begin{array}{|c|} \hline 12,900 \text{ (kWh)} \\ \hline \end{array}$$

| | |
|---------|---------------|
| 自家消費電力量 | 503,100 (kWh) |
|---------|---------------|

表 3-18 自家消費ケースの経済性

損益計算書

<単位:千円>

| | 0年目 | 1年目 | 2年目 | 3年目 | 4年目 | 5年目 | 6年目 | 7年目 | 8年目 | 9年目 | 10年目 |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 経費削減効果 | | 12,527 | 12,527 | 12,527 | 12,527 | 12,527 | 12,527 | 12,527 | 12,527 | 12,527 | 12,527 |
| 買電 | | 12,527 | 12,527 | 12,527 | 12,527 | 12,527 | 12,527 | 12,527 | 12,527 | 12,527 | 12,527 |
| 売上原価 | | 1,085 | 1,085 | 1,085 | 1,085 | 1,085 | 1,085 | 1,085 | 1,085 | 1,085 | 1,085 |
| 人件費 | | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 |
| 維持・修繕費 | | 746 | 746 | 746 | 746 | 746 | 746 | 746 | 746 | 746 | 746 |
| 売上総利益 | | 11,442 | 11,442 | 11,442 | 11,442 | 11,442 | 11,442 | 11,442 | 11,442 | 11,442 | 11,442 |
| 管理費・販売費 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 減価償却費 | | 3,730 | 3,730 | 3,730 | 3,730 | 3,730 | 3,730 | 3,730 | 3,730 | 3,730 | 3,730 |
| その他経費 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 営業利益 | | 7,712 | 7,712 | 7,712 | 7,712 | 7,712 | 7,712 | 7,712 | 7,712 | 7,712 | 7,712 |
| 利息支払い | | 2,238 | 2,068 | 1,888 | 1,697 | 1,495 | 1,281 | 1,054 | 813 | 557 | 287 |
| 固定資産税等 | | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| 税引き前利益 | | 5,437 | 5,607 | 5,787 | 5,978 | 6,180 | 6,394 | 6,621 | 6,862 | 7,117 | 7,388 |
| 法人所得税 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 純利益 | | 5,437 | 5,607 | 5,787 | 5,978 | 6,180 | 6,394 | 6,621 | 6,862 | 7,117 | 7,388 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 初期投資額 | -37,300 | | | | | | | | | | |
|-------|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

キャッシュフロー計算書

<単位:千円>

| | 0年目 | 1年目 | 2年目 | 3年目 | 4年目 | 5年目 | 6年目 | 7年目 | 8年目 | 9年目 | 10年目 |
|-------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 営業キャッシュフロー | | 9,167 | 9,337 | 9,517 | 9,708 | 9,910 | 10,124 | 10,351 | 10,592 | 10,847 | 11,118 |
| 税引き前利益 | | 5,437 | 5,607 | 5,787 | 5,978 | 6,180 | 6,394 | 6,621 | 6,862 | 7,117 | 7,388 |
| 減価償却費 | | 3,730 | 3,730 | 3,730 | 3,730 | 3,730 | 3,730 | 3,730 | 3,730 | 3,730 | 3,730 |
| 法人所得税支払 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 投資キャッシュフロー | -37,300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| EPCコスト | -37,300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 財務キャッシュフロー | 37,300 | -5,068 | -5,068 | -5,068 | -5,068 | -5,068 | -5,068 | -5,068 | -5,068 | -5,068 | -5,068 |
| 借入 | 37,300 | | | | | | | | | | |
| 支払利息 | | -2,238 | -2,068 | -1,888 | -1,697 | -1,495 | -1,281 | -1,054 | -813 | -557 | -287 |
| 元本返済 | | -2,830 | -3,000 | -3,180 | -3,370 | -3,573 | -3,787 | -4,014 | -4,255 | -4,510 | -4,781 |
| 自己資本 | 0 | | | | | | | | | | |
| 配当前フリーキャッシュ | 0 | 4,099 | 4,269 | 4,449 | 4,640 | 4,842 | 5,056 | 5,283 | 5,524 | 5,780 | 6,050 |
| 累計フリーキャッシュ | 0 | 4,099 | 8,368 | 12,817 | 17,456 | 22,298 | 27,355 | 32,638 | 38,162 | 43,942 | 49,992 |

事業性評価

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| プロジェクト投資額 | -37,300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| プロジェクト回収額 | 0 | 11,405 | 11,405 | 11,405 | 11,405 | 11,405 | 11,405 | 11,405 | 11,405 | 11,405 | 11,405 |
| プロジェクト収支 | -37,300 | 11,405 | 11,405 | 11,405 | 11,405 | 11,405 | 11,405 | 11,405 | 11,405 | 11,405 | 11,405 |
| 累計 | -37,300 | -25,895 | -14,490 | -3,085 | 8,320 | 19,725 | 31,130 | 42,535 | 53,940 | 65,345 | 76,750 |
| プロジェクトIRR | 28% | | | | | | | | | | |

第4章 ODA案件化による対象国における開発効果及び提案活動

項目毎の内容と成果

4.1. 提案製品・技術と開発課題の整合性

4.1.1. フィリピン国のバイオガス発電事業への投資に関する政策、法制度

フィリピン国では、2008年12月、再生可能エネルギー法(Renewable Energy Act 9513)が発効し、2009年6月に施行細則 IRR(implementing rules and regulations)が公示された。

同法の目的が以下のように掲げられた。

- 1 バイオマス、太陽熱、風力、水力、地熱及び海洋資源又はハイブリッド・システム等の再生可能エネルギーの調査、開発及び利用を通してエネルギーの自給を達成するために、再生可能エネルギーの開発を促進する。
- 2 再生可能エネルギーの利用を制度化し、同制度の利用における国レベル及び地方レベルの能力を開発し、並びに財政的な優遇措置及び非財政的な優遇措置の提供による効果的な利用及び広範囲な商業的応用を促進することによって、再生可能エネルギーの利用を増大させる。
- 3 有害排出物を効果的に防止し又は削減するための手段として、並びに経済成長の目標と、健康及び環境の保護を伴う開発とのバランスをとるものとして、再生可能エネルギー資源の開発及び利用を促進する。
- 4 この法律及びその他の現行の法律において規定された権限を行使するための必要なインフラストラクチャー及びメカニズムを構築する。

バイオガス発電事業は、再生可能エネルギーによる発電である。上記再生可能エネルギー法による投資などへの優遇措置は、バイオマス発電も対象となる。再生可能エネルギー法に記載された優遇策は、以下の通りである。

- 1) 商用開始から7年間の法人所得税免除。追加の開発投資については、追加所得税免除の権利が与えられる。この期間は、最初免税期間の利用期間の3倍の年数を超えてはならない。
- 2) 開発業者として認証が発行されてから最初の10年間、再生可能エネルギー施設において独占的に使用される機械、機器、原料、部品の輸入の際に適用される関連設備の輸入課税免除。
- 3) 不動産税低減（建設土木工事、機器、機械、その他設備の簿価の1.5%）。
- 4) 商用開始から3年間の赤字分について、次の7年間の収益からの控除
- 5) 商用開始8年目以降の法人所得税の軽減(10%)。
- 6) 加速減価償却の特例措置（7年間の法人所得税免除期間以内で、かつ、通常の2倍以上の減価償却率は適用不可）。
- 7) 販売電力への付加価値税の0%適用。再生可能エネルギーからの燃料販売も含む。
- 8) 電化対象地域での新規事業者への、ユニバーサルチャージの50%相当の現金による支払い。ユニバーサルチャージは、地方電化のために、あまねく電力需要家から一律

の電気料金を徴収しているもの。

9) CER に対する税控除。

10) 事業者向け国内取引における機器・サービスに対する付加価値税、輸入税の免除。

4.1.2. フィリピン国の畜産業情報

豚肉は鶏肉とともにフィリピン国民に最も親しまれる食肉であることから、フィリピンは、2011年の豚の生産量が1,260千t/年で日本とほぼ同じ、東南アジアではベトナムに次ぐ豚の生産国であり消費国でもある。フィリピン国では、豚は全国的に飼養されており、後述するように、家畜の飼育に伴う糞尿問題が起きている。

表 4-1 世界の豚肉国別生産量

(単位…千トン)

| | 2007年 | 2008年 | 2009年 | 2010年 | 2011年 |
|----------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 中国 | 42,878 | 46,205 | 48,905 | 51,070 | 52,500 |
| EU(27か国) | 22,858 | 22,596 | 22,434 | 23,000 | 22,900 |
| アメリカ | 9,962 | 10,599 | 10,442 | 10,187 | 10,259 |
| ブラジル | 2,990 | 3,015 | 3,130 | 3,195 | 3,275 |
| ロシア | 1,640 | 1,736 | 1,844 | 1,920 | 1,910 |
| ベトナム | 1,832 | 1,850 | 1,850 | 1,870 | 1,900 |
| カナダ | 1,746 | 1,786 | 1,789 | 1,772 | 1,745 |
| 日本 | 1,250 | 1,249 | 1,310 | 1,291 | 1,285 |
| フィリピン | 1,250 | 1,225 | 1,240 | 1,255 | 1,260 |
| メキシコ | 1,152 | 1,161 | 1,162 | 1,165 | 1,195 |
| 台湾 | 828 | 784 | 779 | 768 | 778 |
| その他 | 5,627 | 5,537 | 5,514 | 5,730 | 5,507 |
| 合計 | 94,013 | 97,743 | 100,399 | 103,223 | 104,514 |

出展: USDA「World Markets and Trade」(In selected countries)

表 4-2 世界の豚肉国別消費量

(単位…千トン)

| | 2007年 | 2008年 | 2009年 | 2010年 | 2011年 |
|----------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 中国 | 42,710 | 46,691 | 48,823 | 51,097 | 52,580 |
| EU(27か国) | 21,507 | 21,024 | 21,057 | 21,271 | 21,175 |
| アメリカ | 8,965 | 8,806 | 9,013 | 8,653 | 8,547 |
| ロシア | 2,534 | 2,789 | 2,688 | 2,773 | 2,764 |
| ブラジル | 2,260 | 2,390 | 2,423 | 2,577 | 2,646 |
| 日本 | 2,473 | 2,486 | 2,467 | 2,485 | 2,497 |
| ベトナム | 1,855 | 1,880 | 1,876 | 1,881 | 1,905 |
| メキシコ | 1,523 | 1,605 | 1,770 | 1,774 | 1,805 |
| 韓国 | 1,502 | 1,519 | 1,480 | 1,539 | 1,370 |
| フィリピン | 1,275 | 1,270 | 1,298 | 1,358 | 1,359 |
| ウクライナ | 715 | 828 | 713 | 795 | 879 |
| その他 | 6,530 | 6,565 | 6,660 | 6,750 | 6,865 |
| 合計 | 93,849 | 97,853 | 100,268 | 102,953 | 104,392 |

出展: USDA「World Markets and Trade」(In selected countries)

表 4-3 フィリピン国及び中部ルソン地域の 2013 年 1 月 1 日現在 豚飼育数

| 単位:頭 | | | | | |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 2009年 | 2010年 | 2011年 | 2012年 | 2013年 |
| フィリピン | 13,596,399 | 13,397,789 | 12,303,096 | 11,863,021 | 11,843,051 |
| 農家 | 9,602,822 | 9,542,192 | 8,466,925 | 7,981,667 | 7,750,238 |
| 養豚場 | 3,993,577 | 3,855,597 | 3,836,171 | 3,881,354 | 4,092,813 |
| 中部ルソン | 1,713,836 | 1,428,682 | 1,497,828 | 1,550,286 | 1,792,618 |
| 農家 | 537,326 | 463,455 | 435,734 | 423,657 | 453,996 |
| 養豚場 | 1,176,510 | 965,227 | 1,062,094 | 1,126,629 | 1,338,622 |
| アウロラ | 71,477 | 73,648 | 71,544 | 64,340 | 61,149 |
| 農家 | 71,208 | 73,493 | 71,335 | 63,662 | 60,571 |
| 養豚場 | 269 | 155 | 209 | 678 | 578 |
| バター | 65,889 | 62,976 | 70,116 | 58,105 | 60,275 |
| 農家 | 43,215 | 47,548 | 38,262 | 29,436 | 30,250 |
| 養豚場 | 22,674 | 15,428 | 31,854 | 28,669 | 30,025 |
| ブラカン | 1,107,225 | 887,421 | 904,100 | 931,542 | 1,094,219 |
| 農家 | 117,527 | 85,843 | 71,877 | 70,147 | 80,183 |
| 養豚場 | 989,698 | 801,578 | 832,223 | 861,395 | 1,014,036 |
| ヌエヴァ・エシハ | 145,970 | 114,528 | 127,020 | 120,253 | 121,464 |
| 農家 | 100,270 | 71,550 | 66,680 | 57,753 | 56,758 |
| 養豚場 | 45,700 | 42,978 | 60,340 | 62,500 | 64,706 |
| バンバンガ | 129,505 | 105,613 | 111,539 | 115,338 | 159,790 |
| 農家 | 90,870 | 74,618 | 73,462 | 73,506 | 83,682 |
| 養豚場 | 38,635 | 30,995 | 38,077 | 41,832 | 76,108 |
| タルラック | 109,983 | 89,318 | 132,405 | 193,486 | 224,968 |
| 農家 | 36,275 | 23,361 | 42,431 | 70,636 | 81,920 |
| 養豚場 | 73,708 | 65,957 | 89,974 | 122,850 | 143,048 |
| サンパレス | 83,787 | 95,178 | 81,104 | 67,222 | 70,753 |
| 農家 | 77,961 | 87,042 | 71,687 | 58,517 | 60,632 |
| 養豚場 | 5,826 | 8,136 | 9,417 | 8,705 | 10,121 |

出展: Bureau of Agricultural Statistics

4.1.3. 畜産業に起因する環境問題

養豚場の糞尿はラグーン処理され、地下水を汚染し、雨期或は台風来襲時には、溢れ出した糞尿が河川等に流出して、河川、湖沼、海の水質の悪化要因となっている。また、悪臭や、蚊、蠅も発生して衛生上も問題となっている。そして、ラグーンから発生するバイオガスは、メタンガスを約 60% 含んでおり、メタンガスは、 $8,555\text{kcal/Nm}^3$ のエネルギーを有する再生可能エネルギーであり、同時に CO_2 の 25 倍の温室効果を有する GHG で、ほとんどが有効利用されずに大気中に放出されている。

他方、フィリピン国は、電力需要が旺盛で逼迫しており、一年を通じてあまり気候の変化が無い熱帯モンスーン気候で年平均気温が $26\sim 27^\circ\text{C}$ と家畜の糞尿のバイオガス醗酵に適しておりバイオガス発電事業のポテンシャルが大きい。

しかしながら、フィリピン国には家畜の糞尿のバイオガス醗酵技術とバイオガス発電技術を有していないことから、バイオガスの発電利用はほとんど行われていない。

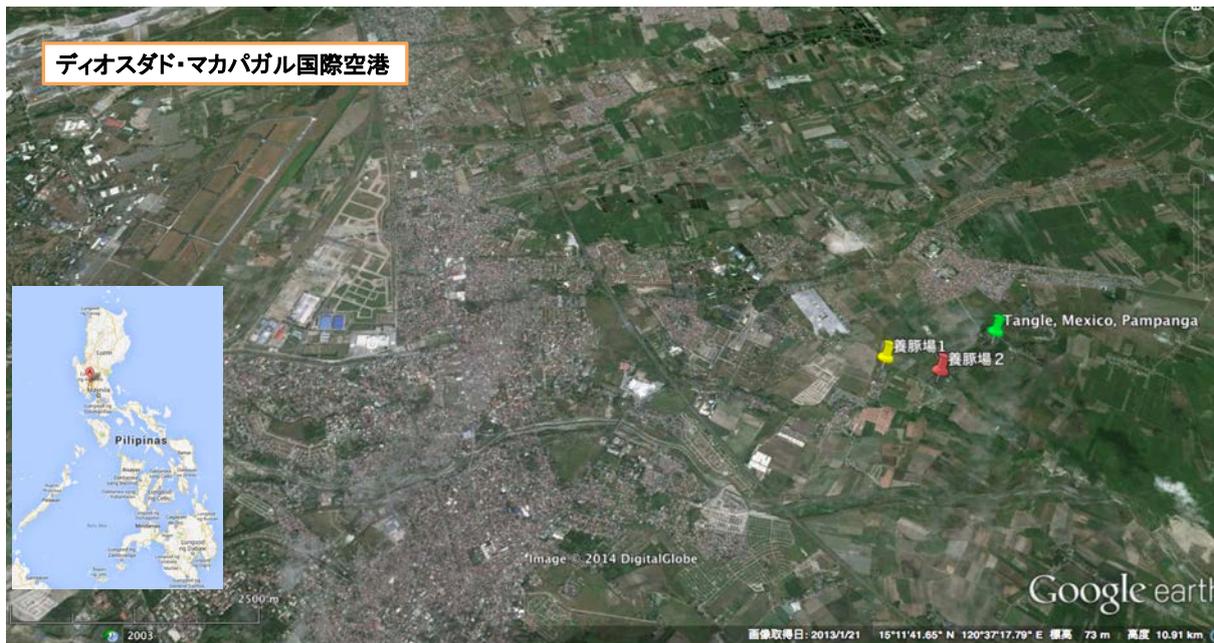


写真 4-1 調査養豚場の位置

本事業の調査サイトであるパンパンガ州メキシコ町 Tangle バランガイの養豚場を 2カ所調査した。写真に示すようにディオスダド・マカパガル国際空港から約 6km の位置に有る。

養豚場 1 は、地元住民人経営で約 6,000 頭飼育。醗酵槽で一次処理し、その後消化液をラグーンで二次処理している。醗酵槽が小さいため、未消化の消化液がそのまま流れ、水分は、蒸発又は地下に浸透。固形物は、醗酵槽箇所回収している。バイオガスは、停電時のバックアップ電源としてディーゼル発電機で、軽油と混合して発電している。通常は、調理用、豚のえさ用釜の燃料として利用している。

養豚場 2 は、中国人経営で約 6,000 頭飼育。ラグーンで一次処理し、その後さらにラグーンで二次処理。一次処理ラグーンでは、メタン醗酵して泡が出ている。水分は、蒸発又は地下に浸透。固形物はそのまま堆積している。

水質汚濁防止対策関連の法規等については、最新のものは 1990 年 3 月 20 日に公布された DENR 行政命令第 34 号 1990 年シリーズ「1978 年 NPCC 規則規制 第 3 章第 68 条及び第 69 条を補足する利水分類と水質環境基準改定版」淡水域は ClassD の 1)農業、灌漑、畜産用に該当する。何れも、排水処理していないことから、同基準を満たしていない。



写真 4-2 養豚場 1 のグーグルアース写真



醱酵槽(地下に埋設)



消化液排水口

写真 4-3 養豚場 1 の排水処理状況



バックアップ用ディーゼル発電機



調理用ガスコンロ

写真 4-4 養豚場 1 のガス利用状況



写真 4-5 養豚場 2 のグーグルアース写真



一次処理ラグーン



二次処理ラグーン

写真 4-6 養豚場 2 の排水処理状況

4.2. ODA案件化を通じた製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果

4.2.1. 開発効果

フィリピン国の気候は、年間の平均気温が26～27℃で気温・湿度が高く、年間を通して気温差が少ない熱帯モンスーン気候であり、家畜の糞尿を原料として醗酵させバイオガスを発生させるのに適していることが明らかになった。同時に、ほとんど利用されていないことも明らかになった。バイオガスは、再生可能エネルギーであることから、醗酵利用を行えば、再生可能エネルギーの普及とエネルギーの安定供給に貢献することが明らかになった。フィリピンは、2011年、養豚場で409万頭の豚が飼育されており、BG 60タイプのバイオガス発電機1,300台、発電容量で78MWの普及のポテンシャルが有ることが解った。

フィリピン国では、養豚場の糞尿はラグーン処理され、地下水を汚染し、河川の水質の悪化要因となっている。また、悪臭や、蚊、蠅も発生して衛生上も問題となっている。その糞尿を原料としてバイオガスとして利用することにより、これらの問題の解決に貢献できる。また、糞尿は嫌気性醗酵し、GHGであるメタンガスを大気中に放出し、気候変動に影響を与えていることから、GHG発生の抑制にも貢献する。

フィリピン国では、全人口の少なくとも90%が、1世帯で年間所得1万5,000ドル以下、すなわち約75万ペソ以下で、1人当たり年間所得が3,000ドル以下の層のBOP層に属すると言え、貧困問題の解決も課題である。バイオガスの醗酵と発電設備をセットとした事業が展開出来れば、新たな雇用を生み出し、貧困問題の解決と地域経済の活性化に貢献することが明らかになった。

4.2.2. 開発課題解決に向けた今後の課題と対応策

気候風土が、家畜糞の醗酵によるバイオガス普及に適していることが明らかになったが、醗酵技術、普及可能なバイオガス醗酵システムを有していない。また、イニシャルコストが安く、メンテナンスが容易なバイオガス発電機の導入も望まれている。

中部ルソン地域の農村地域では、電力にアクセス出来る環境は整いつつ有るが、電力料金が高く、貧しい農民が多く、実際に電力を利用出来ない環境に有り、家畜糞のバイオガス発電システムを農村地域に普及出来れば、この問題の改善に貢献する。

これらの諸問題の解決のためには、何らかの政策的な支援、日本政府のODAの活用等が必用で有る。

4.3. ODA案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果

今後3～5年でバイオガス発電機の需要はピークを迎えその後は衰退していくと想定する。したがってバイオガス発電機の製造・販売事業において海外進出が行われれば、継続的な受注の確保を図ることが出来る。またODAにより本バイオガス発電機が導入されることで、日本国内での宣伝効果が考えられ販売促進に繋がるものとする。さらに国外でもこれまで、主にドイツ製品が本分野においてリードしていたが、日本製品としての品質やアフターサービスを武器に一石を投じることを期待する。

第5章 ODA 案件化の具体的提案

5.1. ODA 案件概要

5.1.1. 提案の概要

本事業のビジネス展開は、株式会社大原鉄工所と TNK グリーン・バイオ・エネルギー CO.LTD は、養豚場でラグーン処理され地下水汚染等の環境問題を起こしている家畜糞を原料にバイオガスを発生させて発電を行うシステムを、養豚場等の家畜を飼育している業者に販売を行う。家畜業者は、RES に電力を売る。また、そのバイオガス発生過程で発生する消化液等は、有機肥料原料として NIPPO Agro Industries が引き取る。



図 5-1 ビジネス展開のストラクチャ

株式会社大原鉄工所のバイオガス発電機の特徴は、先進国の中では、低イニシャルコストであることである。それでも、バイオガス発電機と日本で製造されているバイオガス醗酵設備をセットでフィリピンに導入しようとするれば、非常に高価となり、養豚業者は購入は出来ない。設備投資が回収可能なシステムにする為には、現地でバイオガス醗酵設備を製造して大幅なコストダウンを図る必用が有る。しかし、フィリピンには、バイオガス醗酵技術が無い。また、株式会社大原鉄工所のバイオガス発電機はメンテナンスが簡単では有るが、やはりメンテナンス・発電機の管理技術の移転は必用である。加えて、同技術を広くフィリピンに知ってもらう為にはプロモーション活動が必用である。

そこで、これらの課題を解決してビジネス展開を行うため、以下の事業を、民間提案型普及・実証事業に提案を行う。

提案事業のコンセプトを図 5-2 に示すように、3,000 頭規模の養豚場の糞尿を原料として、BG60A(60Hz,60kW)のバイオガス発電機で発電し、その電力で井戸灌漑を行う。ポンプの起動時に過負荷がかかることと、井戸掘削のパイプを 4 インチと小口径にして掘削費用も軽減するためポンプは 3.5kW と小型の 3 台とする。井戸は深さ 30m の深井戸として安定して水が供給出来るようにする。また、余剰電力は、Tangle Barangay に送電して、小学校等で利用する。

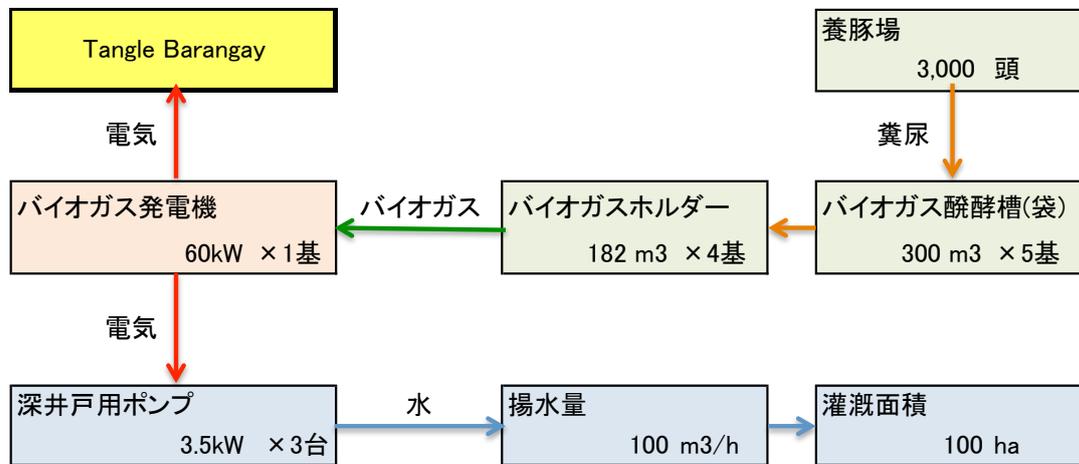


図 5-2 提案事業コンセプト

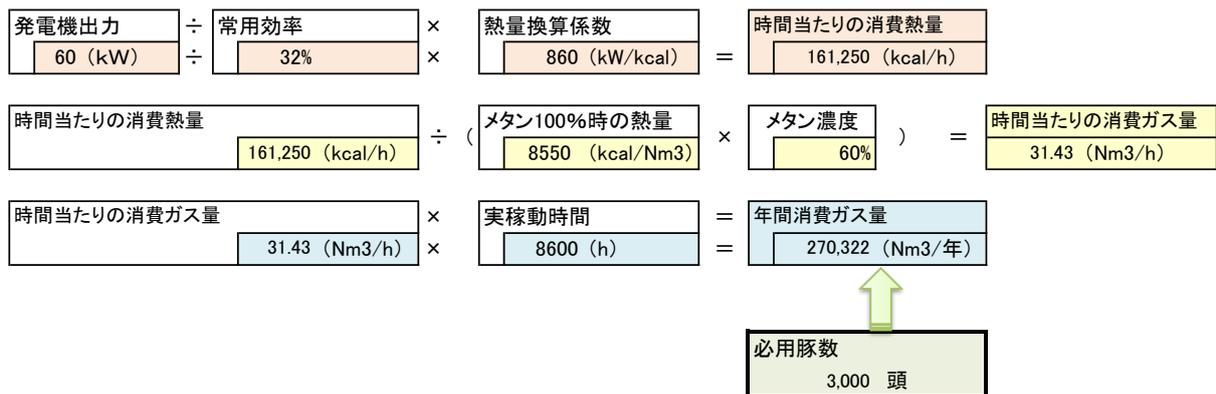


図 5-3 発電に必要なメタンガス量、養豚数

5.1.2. 活用可能なODAスキーム

本事業の目的は、株式会社大原鉄工所のバイオガス発電機を、フィリピン国に普及することに有る。バイオガス発電機とバイオガス醗酵設備をセットでフィリピンに導入しようとするれば、非常に高価となり、コストダウンが必須である。また、フィリピンには、バイオガス醗酵技術が無く、醗酵槽の施工技術、醗酵の管理技術の習得が必須である。これらの諸課題を実証プラントを稼働させることで解決し、同時に、バイオガス発電システムを広くフィリピンに知ってもらう為のプロモーション活動を行う ODA スキームは、民間提案型普及・実証事業以外に無い。

5.1.3. ODA 事業に関連して確認した事項

1) 事業許可申請と環境影響評価

民間提案型普及・実証事業実施にあたって、環境影響評価が不要であることを確認した。環境影響評価は、天然環境資源省（DENR）環境管理局が担当している。フィリピンの環境影響評価制度は、1977 年の大統領令 1151 号によって定められている。事業者は環境影響評価書（EIS:Environmental Impact Statement）あるいは初期環境調査書（IEE:Initial Environmental Examination）等の文書を作成し、DENR あるいは地域事務局へ事業許可申請を行う。各種環境基準等に適合していれば、プロジェクトの実施を認める環境適合証明（ECC: nvironmental Compliance Certificate）が発行される。

本プロジェクトは、環境影響評価手続きマニュアル「REVISED PROCEDURAL MANUAL FOR DENR ADMINISTRATIVE ORDER No.30 SERIES OF 2003 (DAO 03-30)」によると、廃棄物発電プロジェクトに分類される。

環境影響が懸念されるプロジェクトを ECP（Environmentally Critical Project）と呼び、そのほか、一定規模以上のプロジェクトで環境脆弱地域（Environmentally Critical Areas: ECA）に位置する場合には、EIA レポート提出の対象となる。

ECP については通常的环境影響評価（EIS）、ECA については初期環境調査(IEE)が必要となるが、ECA であっても規模に応じて EIS が必要となる場合がある。EIA が完了した証明として、環境コンプライアンス証明書（ECC）が発行される。

規定によれば、発電プロジェクトについては、ガス火力の場合、総出力が 50MW 以上、その他の火力の場合、総出力が 30MW のとき、ECP プロジェクトと判断される。また、ECP に該当しなくても、ECA 地域で行われるプロジェクトについては、表 5-1 に基づき、該当するレポートが求められる。

以上のことより、本調査で提案するバイオガス発電プロジェクトは、単体の発電出力が 60kW、仮に 10 台を連結しても合計 600kW（=0.6MW）となり、 $\leq 1\text{MW}$ に該当する。上記の EIA レポート提出の対象とはならない。プロジェクト概要書（PD）を提出し、対象外証明書（CNC）を取得することとなる。

表 5-1 ECA 地域で実施される non ECP プロジェクトに必要な EIA レポート

| Project Type | Project Size Parameter | EIA Report Type for Corresponding Project Size/Threshold | | |
|--|---------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------|
| | | Environmental Impact Statement (EIS) | Initial Environment Examination (IEE) | Project Description Report(PD) |
| Waste to energy projects including biogas projects | Total power production capacity | $\geq 50.0\text{MW}$ | $>1\text{MW}$ but $<50\text{MW}$ | $\leq 1\text{MW}$ |

2) 糞尿の集荷

民間提案型普及・実証事業のプラントに必用な糞尿量、即ち豚に飼育数は 3,000 頭、近隣

に 6,000 頭規模の養豚場が 6 カ所あり、内 2 カ所は Tangle Barangay にあることか豚の糞尿の集荷に問題が無いことが解った。尚、Tangle Barangay の 2 カ所は、バランガイキャプテンが行政機関の権限で集荷することを約束した。

3) 民間提案型普及・実証事業用地

用地は、實石グループが土地を Tangle Barangay に譲渡することとし、場所を確認した。豚の糞尿の収集、残渣の処理は實石グループが行い、ランニングコストの負担も行うことを確認した。

4) 設備輸送と関税

サイトは、パンパンガ州クラーク経済特別区、クラーク国際空港に隣接していることから交通アクセスが良く、スービック港、マニラ港から、バイオガス発電設備を陸揚げして輸送出来ることを確認した。また、関税等の手続き、輸送費の確認を行った。

フィリピンでは、関税法により、特別の場合を除き、すべての貨物に対して関税がかかり、金額の多寡による小額免税制度はない。ただし、2,000 ペソ未満の場合、通常的一般通関 (Formal Entry) に代えて簡易通関 (Informal Entry) が認められている。また、フィリピン関税委員会 (Tariff Commission) の勧告に基づき、フィリピン地場産業に影響を及ぼす恐れがあると判断された物品に関しては、その金額や輸入目的を問わず Formal Entry による通関申告が必要となっている。輸入者となるためには、フィリピンに会社が登録されている必要がある。PEZA (Philippine Export Zone Authority) および BOI (Board of Investment) 登録以外の法人・個人が輸入する場合は、原則として、iCARE (Interim Customs Accreditation Registration Unit) への登録が必要となっている。関税局通達 (Customs Memorandum Order=CMO) 第 23-99 号および関税法第 1302 号などに基づき、同国における通関手続きを行う輸入者(もしくは通関士)は、通常、関税局情報調査サービス課 (CIIS) へのコンピュータを通じた輸入者登録が義務づけられている。但し、年 1 回の輸入など、特定条件を満たす場合には、簡易通関制度 (Informal Entry) の対象として、輸入者の CIIS 登録が免除されている。

再生可能エネルギー法 (Renewable Energy Act 9513) により、開発業者として認証が発行されてから最初の 10 年間、再生可能エネルギー施設において独占的に使用される機械、機器、原料、部品の輸入の際に適用される関連設備の輸入課税は免除される。民間提案型普及・実証事業実施時に、開発業者として認証が発行が可能か、詳細について確認を行う予定である。

5) ステークホルダー及び住民の意向

第 2 回調査時に、地域住民にプロジェクトに対する意見を聞いた。地域住民からは、糞尿により不衛生、風で臭いがする時もある。煮炊きには井戸水を使っているが、養豚場の糞尿による地下水の汚染も気になる。一刻も早く養豚場の糞尿問題を解決してほしい。発電した電力については乾期の灌漑が出来なくて困っているので、灌漑に使ってほしいとの要望が寄せられた。

地元選出国會議員 OSCAR S.RODRIGUZE、Tangle Barangay のキャプテン Rodrigo Lacson Torres とステークホルダーミーティングの開催について話し合った。民間提案型普及・実証事業に採択された際は、Tangle Barangay 政府が主催者となり、地元国會議員 OSCAR S.RODRIGUZE が周辺地方自治体等に参加を呼びかけて、周辺地域住民の意見を聞くステークホルダーミーティングを開催することとした。開催にあたっては、掲示板へ告知する等、地域住民に開催を知らしめること、開催場所は Tangle Barangay のバラングイホール、参加者は、地元住民、地元養豚業者、パンパンガ州政府関係者、メキシコ町政府関係者、TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD 等実石グループ社員とした。

5.2. 具体的な協力内容及び開発効果

5.2.1. 目標

本事業の目標は、フィリピン国において地下水汚染問題、衛生問題等を引き起こしている家畜の糞尿を嫌気性醗酵させてバイオガスを発生させ、バイオガス発電を行って、残渣は有機肥料に使う、低炭素型農業・循環農業のモデルを作り上げることにある。そして、そのモデルを普及することで、電力の安定供給に貢献し、農村地域に新たな産業を興して雇用機会を増やし、貧困問題の解決に貢献する。さらに、気候変動の脆弱性にさらされているフィリピンで、温暖化効果ガスであるメタンガスを燃焼破壊し、再生可能エネルギーとして Grid 電力を代替することで、温暖化問題に貢献する。

そこで、民間提案型普及・実証事業を行って、株式会社大原鉄工所と TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD が、養豚場でラグーン処理され地下水汚染等の環境問題を起こしている家畜糞を原料にバイオガスを発生させて発電を行うシステムを、養豚場等の家畜を飼育している業者に販売を行うビジネスモデルを作る。

5.2.2. 課題

フィリピン国は、化石燃料を海外に依存し、エネルギー安全保障が課題となっており、電力需給が逼迫している。農村地域の地域住民に取っては、畜産業の糞尿は、地下水の汚染源であり、悪臭、蠅等衛生問題を引き起こしており、その改善を望んでいる。農業は、化学肥料・農薬を多用するため、土壌汚染の問題や生産力が落ちたり、化学肥料代の値上がりが問題となっている。また農村地域は、中部ルソン地域のように Grid にアクセス出来る環境かに有っても、電力代が高く、農家の多くは貧しくて電力を使うことも出来ないという、貧困問題も有る。どのようにして電力需給を緩和しながら低炭素型農業・循環農業を普及していくのか、農村を豊かにしていくのか、貧困の連鎖を断ち切るのか、大きなテーマである。

株式会社大原鉄工所と TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD は、ビジネスでこれらの問題の改善に貢献したいと考えている。

しかしながら、途上国においては、環境負荷の改善に投資をする、或いは行政機関が、規則の厳守を行う環境下に無い。日本の設備は、どうしてもコスト高で、このことも大きなバリアである。また、現地で、地域住民を含めて信頼関係を気づき、ビジネスのネットワー

クを築くには時間を要する。

5.2.3. 成果

民間提案型普及・実証事業を行うことにより、株式会社大原鉄工所と TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD が、ビジネスモデルを構築する上で、以下の成果が期待出来る。

- ・ 本事業でビジネスモデルを確立し、パンパンガ州だけで養豚場で 7.6 万頭の飼育が行われており、BG60A を 25 台導入出来るだけのテンシヤルがあり、中部ルソン地域では 134 万頭で 446 台導入出来るポテンシヤルを有することから、本設備をデモンストレーションとして活用し、ユーザーの掘り起こしが行える。
- ・ 我が国のプラント設備は、途上国で普及する上で高いというバリアが有る。そこで、バイオガス醗酵設備は、現地業者である TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD が施工してコストダウンが行えるようにする。
- ・ 醗酵設備の施工・管理技術の習得、バイオガス発電機のメンテナンス技術の習得により、事業展開が行えるようになれば、實石グループでは 40 名の雇用を考えており、地域の振興と貧困問題の解決に貢献する。
- ・ バイオガスは、糞尿の成分、投入量等によりガスの発生量が変化し、硫化水素等の微量成分がガスエンジンに影響を与える。従って、バイオガス醗酵設備の醗酵管理を、TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD で出来るようにする。
- ・ バイオガス発電機は、自動車整備業者等を教育することで、メーカー以外でも整備が可能なことから、株式会社大原鉄工所が技術移転を行い、TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD がバイオガス発電機メンテナンスの技術・ノウハウの習得を行う。

中部ルソン地域のクラーク経済特区等への進出企業に対しては、

- ・ 本事業でビジネスモデルが確立し、事業展開が行われれば、電力の供給源が増えて需給が緩和され、電力不足の問題が改善される。

また、事業サイト周辺の農家に対しては、以下の成果が期待出来る。

- ・ Tangle Barangay の 2 カ所の養豚場 12,000 頭の内、3,000 頭の豚の糞尿がバイオガス醗酵処理されて、無害化される。これにより Tangle Barangay の蠅・蚊等の衛生問題、悪臭等の環境問題が 25% 軽減される。近隣の農家は、煮炊きには井戸水を使っているが、ラグーン処理による、地下水汚染も 25% 軽減される。
- ・ 現状、天水農業で雨期に稲作 1 回で 4t/ha、乾期にトウモロコシで 3t/ha の収穫。井戸灌漑を行うことで、雨期に稲作 2 回で 8t/ha、乾期にトウモロコシ 1.5 回で 6t/ha の収穫が見込まれる。バラングアの農地 100ha を灌漑することにより、米が 400t/年、トウモロコシ 500t/年の増産が見込まれる。
- ・ バイオガス醗酵による消化液、固形廃棄物は有機肥料の原料として使われ、農業生産に貢献する。また、化学肥料による地下水汚染の改善に貢献する。

フィリピン国の気候変動問題に対しては、以下の効果が期待出来る。

- ・ 年間 270,322 Nm³ のバイオガスを燃焼利用してメタンガスを酸化破壊することから、3,430t-CO₂e/年の CO₂ 削減効果がある。

5.2.4. 検証する内容

民間提案型普及・実証事業にて検証する内容は、以下の通りである。これにより、フィリピンにおける電力供給不足対策に資する ODA 案件化の計画立案、および ODA 事業への展開を念頭に置いた製品・技術の実現性を図る。

- 活動 1：バイオガス醗酵槽の建設活動
- 活動 2：バイオガス醗酵槽建設コスト削減の検証活動
- 活動 3：バイオガス醗酵槽での醗酵実証活動
- 活動 4：バイオガス醗酵槽の管理・メンテナンス実証活動
- 活動 5：バイオガス醗酵槽ランニングコスト・メンテナンスコスト検証活動
- 活動 6：バイオガス発電機設置・配電活動
- 活動 7：バイオガス発電・送電実証活動
- 活動 8：バイオガス発電・運転・メンテナンス実証活動
- 活動 9：バイオガス発電設備・送電設備コスト削減の検証活動
- 活動 10：小型の分散型電源として低圧での送電の実証活動（灌漑・パラングアイでの電気利用）
- 活動 11：バイオガス発電システムの普及検討活動

5.2.5. 投入

1) 発電設備

バイオガス発電機と負荷設備を直接配線接続することで、発電電力を使用することが可能である。

民間提案型普及・実証事業のパートナーは、行政機関で売電事業を行わない。系統電力に連結する必用が無いことから、電力は off grid で灌漑設備、小学校等 Tangle Barangay 内で利用することとした。

本バイオガス発電機の過負荷耐量は定格電流の 60%程度であり、揚水ポンプ始動時は通常の数倍の電力が必要になる為、小容量の揚水ポンプを複数台接続し、順次起動させるものとする。また必要に応じて揚水ポンプ制御盤を設置し、低電圧始動方式を採用する。また、余剰電力は、Tangle Barangay に送電して、小学校等で利用する。

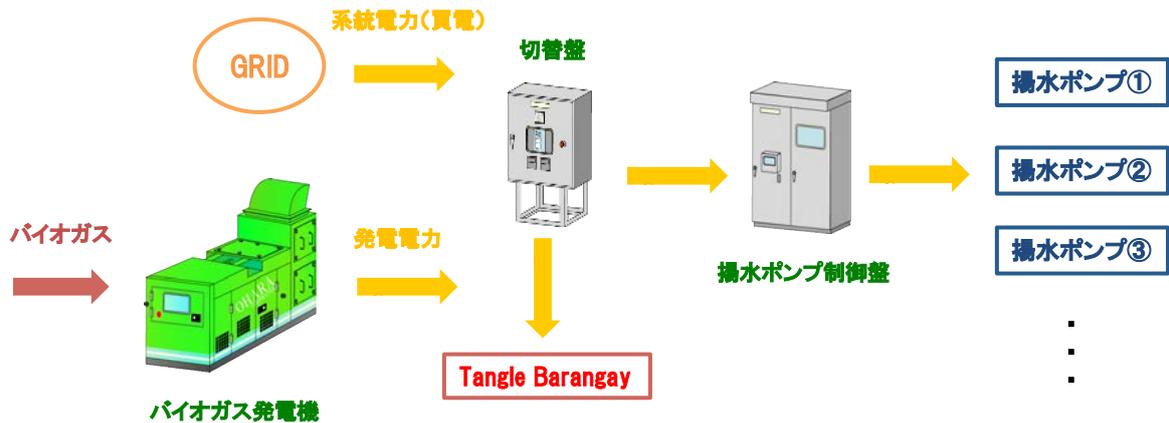


図 5-4 電力フロー図

2) バイオガス醗酵設備

バイオガス醗酵槽とガスホルダーは、袋タイプを採用する。図 5-5 に示すように、醗酵袋は 300m³タイプを 5 袋、ガスホルダーは 182m³タイプを 4 袋設置する。袋タイプは、高温でバイオガス醗酵しやすい地域に適している。フィリピンの気候は、年間の平均気温が 26～27℃で気温・湿度が高く、年間を通して気温差が少ない熱帯モンスーン気候であり、袋タイプに適している。

写真 5-1 に示す袋タイプの醗酵槽とガスホルダーの材質は、管理型産業廃棄物処理場で使用されている遮水シートの材質と同じポリ塩化ビニール(PVC)シートである。醗酵試験で使用した醗酵袋の大型版で、写真 5-2 に示すように、本事業の第 3 回調査で強度を確認した。

施工は、写真 5-3 に示すようにコンクリートブロック（中国ではレンガ）で升を作り、その中に袋を設置する。

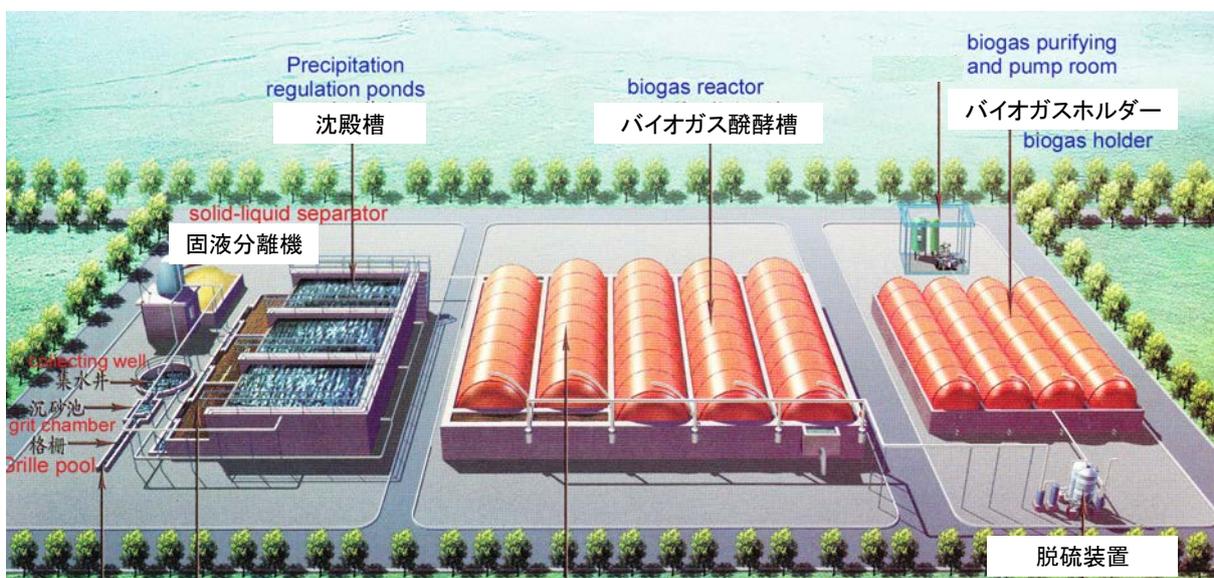


図 5-5 バイオガス発生装置



写真 5-1 袋タイプ 300m³ バイオマス醗酵槽（中国）

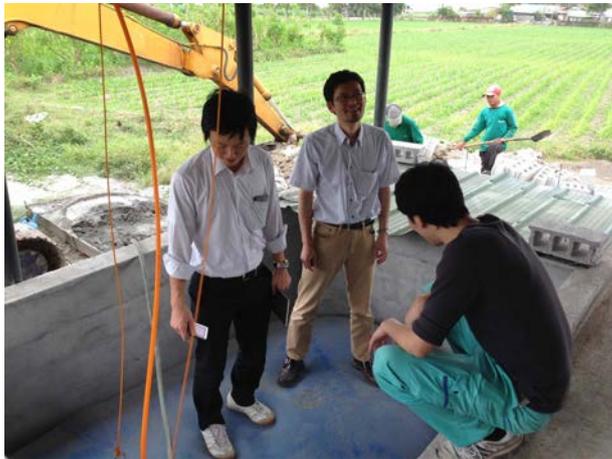


写真 5-2 醗酵試験用の袋タイプ醗酵槽



写真 5-3 袋タイプバイオマス醗酵槽建設状況（中国）

日本等で行われているコンクリート又は鉄板の醗酵槽・ガスホルダータイプは、制作・施工するのに技術を要するが、写真 5-3 に示すように、コンクリートブロックで升を作り、袋を設置するだけなので、技術を有しないフィリピン現地労働者で施工が可能である。多くの

労働力が必用であるが、賃金の高い日本に比べてフィリピンは低賃金であり雇用の場が少ないことから、逆に多くの労働力を使うことで、新たな雇用を生み、地域の振興と貧困問題の解決に繋がる。

製造・施工コストも、日本の 1/3 以下に抑えられると考える。また、コンクリート又は鉄板製の場合は、ローコストで現地労働者で制作すれば糞尿とガスが漏れる可能性が高く、維持管理に技術が必用で、メンテナンスコストが高くなる。PVC の袋は気密性が高く、糞尿とガスが漏れる心配が無く、維持・管理する為の技術も簡単で、コストも安くなる。PVC の袋の耐用年数は 15 年から 20 年で、破損しても袋だけ交換すれば良い。さらに、小さな袋を複数設置して醗酵させるため、コンクリート又は鉄板製に比べて醗酵効率が良いメリットがある。そして、メンテナンスも袋毎に行えば良く、365 日×24 時間設備を稼働させることが出来、結果、発電機をフルに稼働させることが出来る。

5.2.6.用地

民間提案型普及・実証事業のプラントに必用な糞尿量、即ち豚に飼育数は 3,000 頭、Tangle Barangay 近隣に 6,000 頭規模の養豚場が 6 カ所あり、内 2 カ所は Tangle Barangay で建設予定地から 1km 以内にあり安定した糞尿が安定して供給されることが確認出来た。また、①建設用地が確定して確保が出来、②建設予定地周辺に農家が無く、③農家は養豚場の糞尿に悩まされたことから住民の同意が得られやすいこと、④バイオガス醗酵槽の消化液、残渣が隣接する有機肥料工場でコンポスト化出来ること、⑤行政機関の長であるバラングイキャプテンの全面的な協力が得られることから、写真 5-4、写真 5-5 に示す Tangle Barangay で実施することを提案する。



写真 5-4 民間提案型普及・実証事業提案予定地



写真 5-5 民間提案型普及・実証事業提案予定地俯瞰図

5.2.7. 先方実施機関（カウンターパート機関）

1) Tangle Barangay

Barangay（バラングイ）は、フィリピンにおける行政の最小単位の地方自治体で、地域レベルの政策を計画し実行する上で基本となる組織である。バラングイを規模だけでみれば、日本の町内会や自治体に近い組織といえるが、新地方自治法上も、法人格や税の賦課徴収などの行政事務権能、執行機関、議会を有する自治体である。バラングイは行政機能をもつバラングイ政府とバラングイ議会などで構成されている。政府は、住民から公選されるバラングイ長を中心に行政サービスを行い、一方、議会は議員で構成され、バラングイ条例の制定や当初・補正予算の審議、バラングイ開発計画や住民福祉計画の審議などを行う。

バラングイの行う行政サービスについては、新地方自治法で規定されており、以下のようなサービスの提供が義務付けられている。

- (1) 農業支援サービス（農業栽培資材の配給システム、農産品の収集と販売所の運営）
- (2) 保健・社会福祉サービス（保健サービスセンター、デイケアセンター等の運営）
- (3) 衛生・環境美化・廃棄物収集に関するサービスと施設管理
- (4) 文化センター・公園・遊技場・スポーツセンター等の施設管理
- (5) 公共マーケットの運営 等

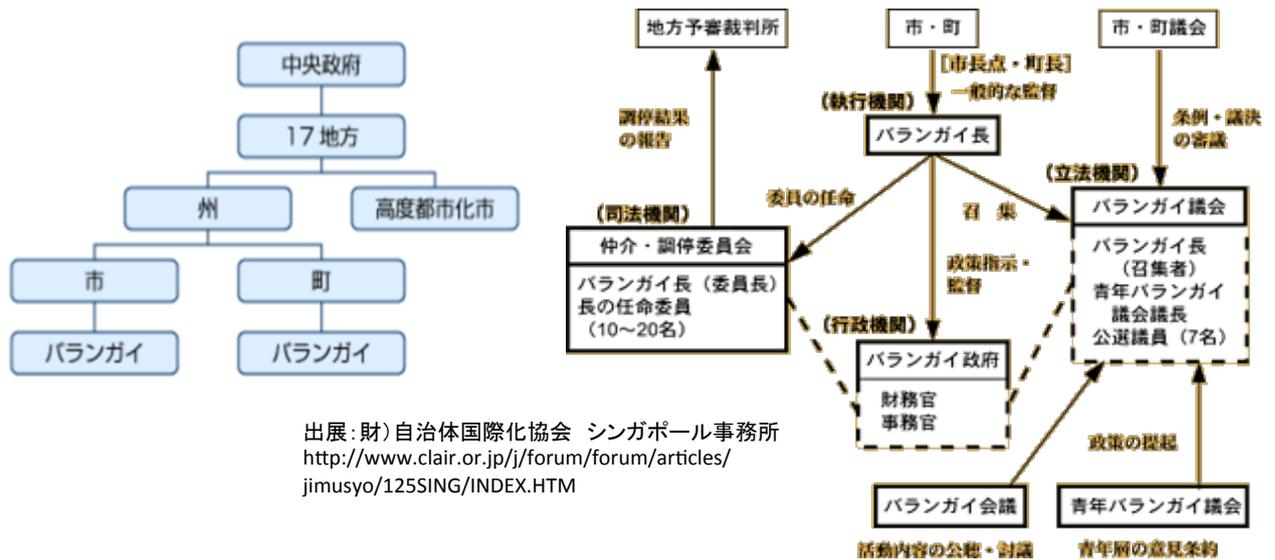


図 5-6 バラングイの行政組織

Tangle Barangay は、パンパンガ州メキシコ町のバラングイの一つである。バラングイ・キャプテン（村長）は Rodrigo Lacson Torres、世帯数 551 世帯、人口 3,105 人、面積は 668 ha である。



図 5-7 Tangle Barangay 位置図

元パンパンガ州都のサン・フェルナンド市長で地元選出国會議員 OSCAR S. RODRIGUZE と面談し、協力を要請した。養豚場の糞尿は廃棄され環境問題を引き起こしており、再生可能エネルギーとして利用出来れば、この問題の解決と地域の振興にプラスとなることから、積極的に応援する旨理解が得られた。また、糞尿集荷に向け、養豚場の排水規定強化等の協力、地域住民を交えたステークホルダーミーティングの開催への協力を約束した。



写真 5-6 左：地元選出国會議員 OSCAR S.RODRIGUZE
右：バラングイキャプテン Rodrigo Lacson Torres

Tangle Barangay のキャプテン Rodrigo Lacson Torres は、元々本事業が、同キャプテンが、實石グループにバラングイ内の養豚場の糞尿に伴う環境・衛生問題への対応として、日本の技術導入の協力を求めてきたことに端を発していることから、糞尿の集荷、土地の手当、設備の管理等民間提案型普及・実証事業への提案への全面協力を約束した。また、電力の使い方として、乾期に灌漑用の水が乏しく、作物の栽培が出来ないことから、灌漑設備への利用の要請が有った。

2) 實石グループ

實石グループは、日本人実業家實石忠男が会長、實石茂が社長のフィリピン企業でパンパンガ州メキシコ町を拠点を置く。本事業は、實石グループが再生可能エネルギー普及のために設立した TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD が行う。

バイオガス発生設備の施工は、實石グループで可能なことを確認した。また、重慶のプラントメーカーと、実証試験を通して提携が出来たことから、實石グループは3月には重慶市を訪問し、民間提案型普及・実証事業への提案へ向けた設備仕様と技術導入の契約に向けた協議を行うこととした。

主なグループ企業は、下記の通りである。

- NIPPO Agro Industries

メキシコ町 Tangle Barangay で、藁やとうもろこしの茎、さらに牛糞、鶏糞などを混ぜて発酵させて有機肥料を月に 1,000t 製造して近郊の農家に販売を行っている。工場敷地面積は 5ha、従業員は 40 名。また、作付け面積 50ha の農場を所有し、ポンプ灌漑システムと、有機肥料による連作障害予防技術で、雨期に 2 回米を、さらに乾期には 1 回～2 回トウモロコシを栽培し、高い生産性を上げている。



写真 5-7 NIPPO 俯瞰写真

- Real Block

Porac で、ピナツボの火山灰を原料としてブロックを製造。工場の敷地面積は 10ha、従業員数は 120 名、月産 100 万個、ほとんどを首都圏に出荷している。

- JIMA QUARRY

Porac の 150ha で、ピナツボの火山灰を砕砂し、建設材料として首都圏に出荷している。出荷量は、月間 10t トラック 7,000 台、従業員数は 20 名である。



写真 5-8 左 : Real Block

右 : JIMA QUARRY

5.2.8.実施体制及びスケジュール

本事業の、プラント設計、製造、輸送、現地組み立て、試運転、運転・メンテナンスの技術移転等一連の実証事業は、株式会社大原鉄工所が行なう。

バイオガス醗酵設備は、本調査事業で醗酵試験槽の施工と管理、モニタリングを行い、重慶のプラントメーカーと実証試験を通して提携が出来たことから、TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD が行う。同社は、3 月には重慶市を訪問し、民間提案型普及・実証事業への提案へ向け、設備仕様と技術導入の契約に向けた協議を行う。

また、本調査を手がけている株式会社 PEAR カーボンオフセット・イニシアティブが、実

証事業のビジネスプラン作成を行なうとともに、連絡・調整業務、ステークホルダーミーティングの開催手配、デモンストレーション等の作業を行なう。

重庆市旺利原农业发展有限公司は、バイオマス醗酵槽等の設備の設計と建設・管理の技術提供・指導を行うとともに、醗酵袋等の醗酵関連機器を TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD に販売する。

スケジュールは以下の通り

| | | | |
|-------|-------|--|--|
| 2014年 | 9月 | ステークホルダーミーティング バイオガス発電プラント製造開始 バイオガス醗酵槽設計開始 プラント用地の整地開始 | |
| | 11月 | バイオガス醗酵槽建設開始 | |
| | 2015年 | 2月 | バイオガス発電プラント完成 バイオガス醗酵槽完成 井戸掘削 |
| | | 3月 | バイオガス発電プラントプラント輸送・建家建設 バイオガス醗酵試験開始 揚水ポンプ設置 日本国内研修 |
| 2016年 | 4月 | バイオガス発電プラントプラント設置開始 | |
| | 5月 | バイオガス発電プラントプラント設置完了 発電プラントプラント試運転 | |
| | 6月 | 発電プラントプラント稼働 | |
| | 7月 | フィリピン国内技術指導・メンテナンス・デモンストレーション | |
| | 9月 | フィリピン国内技術指導・メンテナンス・デモンストレーション | |
| | 12月 | フィリピン国内技術指導・メンテナンス・デモンストレーション | |
| | 3月 | フィリピン国内技術指導・メンテナンス・デモンストレーション | |
| | 6月 | フィリピン国内技術指導・メンテナンス・デモンストレーション | |
| | 8月 | フィリピン国内技術指導・メンテナンス・デモンストレーション | |

5.2.9. 協力概算金額

民間提案型普及・実証事業の設備費として、表 5-2 に示すように 69,700 千円を見込んでいる。

表 5-2 設備費

| | |
|----------------|-------------|
| BG60A(熱回収装置無し) | ¥13,200,000 |
| 揚水ポンプ制御盤 | ¥1,500,000 |
| ガスブースター | ¥1,500,000 |
| 活性炭吸着塔 | ¥1,500,000 |
| 小計 | ¥17,700,000 |
| ポンプ等灌漑設備 | ¥4,000,000 |
| バイオガス醗酵設備 | ¥35,000,000 |
| 上屋 | ¥4,000,000 |
| | ¥60,700,000 |

5.2.10. 事業実施後の相手国実施機関の自立的な活動継続について

民間提案型普及・実証事業の機材の維持管理・事業の継続性については、以下が上げられる。

- 本事業により、Tangle Barangay は 100ha の農地が灌漑出来て農家の収入がアップし、養豚場の糞尿による悪臭・衛生問題が改善され、Tangle Barangay の村民に多くの便益が有り、継続のインセンティブが有る。
- バイオガス発電機は市販のエンジン部品で対応することでメンテナンスコストを抑えることが出来、バイオガス醗酵槽も、袋タイプとすることでメンテナンスコストが出来ることから、メンテナンスに大きな費用は発生しない。
- バイオガス醗酵槽の袋とバイオガス発電機の耐用年数は 15～20 年で長期間の使用が出来る。
- Tangle Barangay に根拠を置く日本人企業である實石グループは、Tangle Barangay との協力関係の中で事業展開を行っており、糞尿の集荷、消化液・残渣は同グループが行うことを約束している。また、TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD は、BOP ビジネスでバイオガス発生プラントの施工、バイオガスエンジン発電機との配電盤等の設備販売とメンテナンスのサービス、Grid への連結工事を行う計画で、民間提案型普及・実証事業のプラントの稼働で、技術の熟練が行え、加えて販促のデモンストレーションとして活用出来る。

5.3. 他ODA案件との連携可能性

フィリピン国に対する主要援助国実績（2011 年、OECD/DAC 統計）では、日本は 59,330

万 US\$ (40%) で、以下、米国 5,413 万 US\$ (27%)、豪州 1,143 万 US\$ (8%) である。日本の援助実績は下記の通りである。

- (1) 有償資金協力：22,903.79 億円 (2012 年までの累計。うち 2012 年度 618.09 億円)
- (2) 無償資金協力：2,619.83 億円 (2012 年までの累計。うち 2012 年度 39.07 億円)
- (3) 技術協力実績：2,037.71 億円 (2011 年までの累計。うち 2011 年度 58.34 億円)

我が国は、「戦略的パートナーシップ」を更に強化するため、「フィリピン開発計画 2011-2016」が目標としている包摂的成長(Inclusive Growth)を支援している。包摂的成長は、フィリピン国の社会的・地理的な複雑性や人口の多さを条件としながらも、幅広い層の国民が利益を受けることができ、雇用創出と継続的な貧困削減を実現する、十分な成長速度を保った持続的経済成長を目指している。阻害する要因として、不十分な投資によるインフラ不足、ガバナンスの失敗、低い産業競争力、低水準の人材開発、環境問題や資源活用への不十分な取組などが挙げられている。

重点分野(中目標)は、

- (1)投資促進を通じた持続的経済成長：持続的経済成長の達成に必要な国内外からの投資促進に向けて、投資環境の改善を図るため、大首都圏を中心とした運輸・交通網整備、エネルギー、水環境などのインフラ整備、行政能力の向上、海上安全の確保、産業人材育成などに対する支援を実施する。
- (2)脆弱性の克服と生活・生産基盤の安定：自然災害、気候変動などの環境問題や感染症など、特に貧困層への影響が大きい各種リスクに対する脆弱性の克服及び生活・生産基盤の安定・強化を図るべく、災害・環境問題に対応するためのソフト面を含めたインフラ整備、保健医療などの分野におけるセーフティネットの整備、農業生産・生産性の向上と農産物の加工・流通などに対する支援を実施する。
- (3)ミンダナオにおける平和と開発：ミンダナオ(紛争影響地域)において、開発による和平プロセスの促進を通じた平和の確保と定着及び貧困からの脱却を実現するため、ガバナンス強化、社会サービスへのアクセス改善を含む貧困削減、インフラ整備や産業振興などによる地域開発に対する支援を実施する。

株式会社大原鉄工所と TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD が、民間提案型普及・実証事業を行うことにより普及・実証を図る技術は、養豚場でラグーン処理されて環境問題になっている家畜糞を原料にバイオガスを発生させて発電に利用する技術であり、その普及により、以下の成果が期待出来る。

- ・ 畜産業の糞尿は、地下水の汚染源であり、悪臭、蠅等衛生問題を引き起こしており、その改善が期待出来る。
- ・ 家畜糞は、農業廃棄物であり、その家畜糞を燃料にバイオガス発電を行い、残渣は有機肥料に使う、まさに低炭素型農業・循環型農業のモデルの普及が期待出来る。
- ・ フィリピン国は、化石燃料を海外に依存し、エネルギー安全保障が課題となっている。再生可能エネルギーであるバイオガスを発電に利用することで、エネルギー問題、電力問題の改善に貢献出来る。

- ・ 気候変動の脆弱性にさらされているフィリピンで、温暖化効果ガスであるメタンガスを燃焼破壊し、再生可能エネルギーとして Grid 電力を代替することで、温暖化問題に貢献する。

以上のことから、本技術は、ODA に有益と考えられる製品分野の内、「環境・エネルギー・廃棄物処理」に該当する。フィリピン国 ODA 方針の「地方拠点開発に向けたインフラ整備プログラム」、「日本の民間部門との連携も図りつつ、マニラ首都圏への一極集中を緩和し、包摂的成長を実現する観点から、雇用創出をもたらす持続的経済成長の達成に必要な内外からの投資促進に向けて、地方拠点開発に向けたエネルギーなどのインフラ整備を支援する。」、気候変動対策支援においても「温室効果ガスの排出を抑制し、脆弱性の克服を支援する。再生可能エネルギーの導入推進」に合致することから、ODA の活用にも期待される。

また、フィリピン国の農村地域は、中部ルソン地域のように Grid にアクセス出来る環境かに有っても、電力代が高く、農家の多くは貧しくて電力を使うことも出来ないという、貧困問題も有る。バイオマス発電プラントの販売事業の展開が行われれば、新たな雇用を生み出すことで貧困問題に貢献する。「フィリピン開発計画 2011-2016」が目標としている包摂的成長(Inclusive Growth)に貢献する。

JICA は、気候変動分野において、開発途上国における低炭素技術の開発・普及を通じた緩和策の支援、具体的には、エネルギー分野であれば風力、地熱、太陽光発電などのクリーン・エネルギーの活用も重点的に行う方針である。

本事業は、低炭素農業・循環型農業によりフィリピン国の持続的発展に貢献するプロジェクトである。そして、本事業は、以上のように気候変動に加えて貧困問題の解決、地方電化、農業の近代化、環境問題の改善に貢献するコ・ベネフィットの事業であることから、ODA との連携に期待したい。特に、無償資金協力による 30kW タイプのバイオガス発電機の普及に期待したい。

表 5-3 BG30A 設備コスト

| | |
|-------------|------------|
| 本体(熱回収装置無し) | ¥7,600,000 |
| 切替機盤 | ¥700,000 |
| ガスブースター | ¥600,000 |
| 活性炭吸着塔 | ¥900,000 |
| 合計 | ¥9,800,000 |

さらに、フィリピン国でツー・ステップ・ローン事業である、①環境開発事業と②農業支援政策金融事業が行われており、環境開発事業はフィリピン資本が 100%の民間企業である TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD が、農業支援政策金融事業は養豚業者が対象となるので、活用の可能性に期待したい。

面談要旨

第1回調査

調査団員：PEAR カーボンオフセット・イニシアティブ（佐々木一雄・ウティクル ゴジヤシ）

調査概要：パイロット事業サイトにて、中国技術者とバイオマス醗酵試験の打ち合わせを行い、中国技術者の指導のもと醗酵槽の建設を行った。また、醗酵管理技術の指導を受けた。

| 10月 | 行程 | 宿泊 |
|--------|---|-------|
| 22日（火） | 成田 9:35 - マニラ 13:15 JL741 アンヘレスへ移動 打ち合わせ | アンヘレス |
| 23日（水） | マニラへ移動 中国技術者出迎え アンヘレスへ移動 | アンヘレス |
| 24日（木） | 中国技術者とバイオマス醗酵試験打ち合わせ 醗酵槽建設 | アンヘレス |
| 25日（金） | 中国技術者とバイオマス醗酵試験打ち合わせ 醗酵槽建設 | アンヘレス |
| 26日（土） | 中国技術者とバイオマス醗酵試験打ち合わせ 醗酵槽建設 | アンヘレス |
| 27日（日） | 中国技術者とバイオマス醗酵試験打ち合わせ 醗酵槽建設 | アンヘレス |
| 28日（月） | 中国技術者とバイオマス醗酵試験打ち合わせ 醗酵槽建設 | アンヘレス |
| 29日（火） | マニラへ移動 14:25 - 成田 19:55 JL742 | アンヘレス |

面談者：重庆市旺利原农业发展有限公司

技術専門家 尹连仲 海外貿易部職員 董因美

TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LT

会長：實石忠男 社長：實石茂 技術責任者：近藤剛

面談日時：10月24日終日

面談場所：TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD

面談目的：バイオマス・醗酵試験の実施の為の技術指導

面談内要点：

- ・ バイオマス醗酵技術のレクチャー
- ・ バイオマス・醗酵試験槽の施行方法に関する技術指導
- ・ バイオマス醗酵袋、パイプ、脱硫装置等の設置に関する技術指導
- ・ 家畜糞を原料とした、バイオガス醗酵方法の技術指導

- ・ 60kW のバイオガス発電を行う際の設備容量・設備仕様等の情報の提供

第2回調査スケジュール

調査団員 PEAR カーボンオフセット・イニシアティブ（佐々木一雄）

調査概要：バイオマス醗酵試験の確認を行った。パランガイキャプテンと打ち合わせを行い、地域住民へ本事業へのヒアリング行った。マニラでは、JICA フィリピン事務所に報告した。

| 12月 | 行程 | 宿泊 |
|--------|--|-------|
| 9日（月） | 成田 9:35 - マニラ 13:15 JL741 アンヘレス へ移動 | アンヘレス |
| 10日（火） | バイオマス醗酵試験 | アンヘレス |
| 11日（水） | パランガイ政府打ち合わせ 地域住民へのヒアリング | アンヘレス |
| 12日（木） | バイオマス発電機輸送調査 マニラ へ移動 | マニラ |
| 13日（金） | 9:00 JICA フィリピン事務所報告 14:25 - 成田 19:55 JL742 | |

面談者：Tangle Barangay のキャプテン Rodrigo Lacson Torres

面談日時：12月11日 9:00～10:30

面談場所：バランガイ・ホール

面談目的：民間提案型普及・実証事業について

面談要点：

- ・ 糞尿は、Tangle Barangay に 6,000 頭規模の養豚場が 2カ所あり、環境問題を引き起こしているため、そこから行政の権限で集荷する。
- ・ 土地については、実石グループから土地譲渡してもらえるので問題ない。まわりに農家が無いので、住民からの苦情の問題は無い。
- ・ 電力については、灌漑に使いたい。多くの農家が灌漑設備を保持していないので、乾期の農作物の収穫量が少ない。
- ・ 醗酵槽からの残渣は、隣に有機肥料工場があるので、そこで引き取ってもらい、有機肥料として村の農家で使いたい。

面談者：Tangle Barangay の村民 5名

面談日時：12月11日 10:30～11:00

面談場所：バランガイ・ホール

面談目的：養豚場の抱える問題についてのヒアリング

面談要点：

- ・ 糞尿が、養豚場の外にそのまま流れ出しており蠅等も発生して不衛生、風が吹いた際には

臭いがすることも有る。

- ・ 煮炊きには井戸水を使っているが、養豚場の糞尿による地下水の汚染が気になる。一刻も早く養豚場の糞尿問題を解決してほしい。
- ・ 発電した電力については、乾期に灌漑が出来れば、米やトウモロコシの収穫量が増える。是非、発電で灌漑してほしい。

第3回調査スケジュール

調査参加者：大原鉄工所（小坂井恒一、高橋倫広、斉藤忍（自費参加））

PEAR カーボンオフセット・イニシアティブ（松尾直樹、富澤昌雄、佐々木一雄）

調査概要： バイオマス醗酵試験の確認を行った。パラングアイキャプテンと打ち合わせを行い、現地養豚場の調査を行った。マニラでは、国家灌漑局（NIA）、電力事業者（Trans-Asia Oil and Energy Development Co.）、国家地方電化局（NEA）、卸電力市場（WESM）を訪問し、日本大使館、JICA フィリピン事務所に報告した。

| 調査 団員 | 高橋倫広、松尾直樹、富澤昌雄、佐々木一雄、斉藤忍（自費参加） | | 小坂井恒一 | |
|------------|--|-------|---|-----|
| 1月 | 行程 | 宿泊 | 行程 | 宿泊 |
| 5日 (日) | 成田 17:30 - マニラ 21:30 NH949 | マニラ | | |
| 6日 (月) | アンヘレスへ移動、サイト調査 | アンヘレス | | |
| 7日 (火) | 国会議員 OSCAR S. RODRIGUZE 訪問 パラングアイ政府訪問 | アンヘレス | | |
| 8日 (水) | マニラへ移動 | マニラ | 長岡 - 東京 - 成田 移動 成田 17:30 - マニラ 21:30 NH949 | マニラ |
| 9日 (木) | 国家灌漑局（NIA）訪問 JICA 事務所報告 電力事業者（Trans-Asia Oil and Energy Development Co.） 訪問 国家地方電化局（NEA）訪問 | マニラ | 同左 | マニラ |
| 10日 (金) | 日本大使館報告 卸電力市場（WESM）訪問 | マニラ | 同左 | マニラ |
| 11日 (土) | マニラ 9:45 - 成田 14:55 NH950 | | マニラ 9:45 - 成田 14:55 NH950 成田 - 東京 - 長岡 移動 | |

面談者：地元選出国會議員 OSCAR S. RODRIGUZE

Tangle Barangay のキャプテン Rodrigo Lacson Torres

面談日時：1月7日 8:00～9:30

面談場所：国會議員 OSCAR S. RODRIGUZE 事務所

面談目的：民間提案型普及・実証事業についての協力要請とニーズ調査

面談要点：

- ・ 養豚場の糞尿は廃棄され環境問題を引き起こしており、再生可能エネルギーとして利用出来れば、この問題の解決と地域の振興にプラスとなることから、積極的に応援する
- ・ 糞尿集荷に向け、養豚場の排水規定強化等の面から協力する。
- ・ ステークホルダーミーティングの開催にあたっては、関連地方政府、専門家等に声をかけ、自分も参加して協力を行う。
- ・ その他、事業実施にあたって許認可等必要な手助けがあれば、サポートする。

面談者：Tangle Barangay のキャプテン Rodrigo Lacson Torres

面談日時：1月7日 15:30～16:30

面談場所：バランガイ・ホール

面談目的：民間提案型普及・実証事業の進め方について

面談要点：

- ・ Tangle Barangay 政府が主催者となり、地元国會議員 OSCAR S.RODRIGUZE が周辺地方自治体等に参加を呼びかけて、周辺地域住民の意見を聞くステークホルダーミーティングを開催する。開催にあたっては掲示板へ告知する等、地域住民に開催を周知すること、開催場所は Tangle Barangay のバランガイホール、参加者は地元住民、地元養豚業者、パンパンガ州政府関係者、メキシコ町政府関係者、TNK グリーン・バイオ・エネルギーCO.LTD 等 實石グループ社員。
- ・ 民間提案型普及・実証事業で発電した電力は灌漑に使い、余剰電力は小学校、バランガイホールで使う。

面談者：国家灌漑局（NIA）

Mr. Milo Landicho, NIA Project Planning Division

面談日時：1月9日 10:00～11:00

面談場所：NIA 5th floor, NIA Complex, EDSA, Diliman, 1100 Quezon City

面談目的：井戸による灌漑のニーズ調査

面談要点：

- ・ バイオガス発電による地域の灌漑システムの提案はよいものと思われる。同局では、大きな灌漑事業を主に手がけているので、いまずぐに具体的な支援の話をするのは難しい。
- ・ MOU 等を結んで、グラントの申請をする、ということも考えられるので、継続して協力を行う。

面談者：T 電力事業者（Trans-Asia Oil and Energy Development Co.）

Mr. Raymondo A. Reyes Jr.

面談日時：1月9日 14:00～15:00

面談場所：Trans-Asia Oil and Energy Development Co. (RES)

11th floor, Phinma Plaza, 39 Plaza Drive, Rockwell Center, Makati City

面談目的：電力界社への電力販売の可能性調査

面談要点：

- ・ 同社は、石油資源の開発・取引から始まり、現在では発電、小売、市場取引をおこなう総合電力エネルギー会社。ビサヤエリアで風力発電の開発も手がける。
- ・ 調査対象のバイオマス発電プロジェクトには興味はある。すでに砂糖工場におけるバガスを利用したバイオマスプロジェクトを始めたばかりである。
- ・ 仮に、提案プロジェクトから電力購入する場合は、FIT の値段からいくらか値引きした価格での買い取りとなる。また、1 台当たりの発電量が小さいので、有る程度の数をまとめて、発電規模を大きくする必要がある。

面談者：国家地方電化局（NEA）

Mr. Edgardo R. Piamonte, Deputy Administrator, Electric Distribution Utilities Services

面談日時：1月9日 16:00～17:00

面談場所：NEA(National Electrification Administration)

6th Floor, Right Wing, 57 NEA Building, NIA Road, Government Center,

Diliman, Quezon City

面談目的：EC（電化組合）への電力販売の可能性調査

面談要点：

- ・ 全国に 190 の EC（電化組合）があり、そのサポート（資金面、技術面）を行っている。各地域では、EC が IPP や電力会社から電力を調達し、地域に配電を行っている。
- ・ NEA の資金は、OECD をはじめ、USAID や世界銀行、KfW 等から支援されている。
- ・ 提案プロジェクトは、地方電化促進にも役立つため、よいものと考えられるが、EC は FIT の値段では購入することが難しい。他の IPP からの調達価格と比較し、少しでも安ければ購入可能である。

面談者：卸電力市場（WESM）

Mr. Chrysanthus S. Heruela, Vice President, Market Assessment Group

面談日時：1月10日 18:00～19:30

面談場所：WESM(Wholesale Electricity Spot Market)

18th Floors Robinsons Equitable Tower, ADB Avenue, Ortigas Center, Pasig City 1600

面談目的：WESM への電力販売の可能性調査

面談要点：

- ・ WESM では、卸電力の取引を行っており、具体的には、スケジューリング、価格設定、派遣、譲渡を行っている。WESM の会員になるには、諸条件を満たす必要があり、また年間維持費も発生する。
- ・ RPS（再生可能エネルギー発電利用割合基準の義務づけ）は、Renewable Energy 登録簿が

PEMC（フィリピン電力市場公社）内に構築され、証書となる RECs（Renewable Energy Certificates）の発行等を行っているが、その録簿の管理も行っており、各発電会社の再生可能発電量、電力販売会社の再生可能エネルギー調達量を把握し、マッチングも行う。

- 提案プロジェクトも WESM 会員となれば、当然、市場で電力売買に参加可能。ただし、プロジェクトの規模を考えるとそれは現実的ではない。理由は、送電網に接続するためには 10MW 以上の発電容量にすることが求められているから。
- WESM 会員になる条件について、説明を求めたが回答は無かった。

"Project Formulation Survey" under the
Governmental Commission on the
Projects for
ODA Overseas Economic Cooperation
in FY2013

Summary Report

Republic of the Philippines

The Study for Formulation and Diffusion
of Biogas Power Generation Technology

March, 2014

Ohara Corporation /

PEAR Carbon Offset Initiative, Ltd.

The content of this report is a summary of the project formulation survey, which was commissioned by the Ministry of Foreign Affairs of Japan in the FY 2013 and is carried out by the consortium Ohara Corporation (partner enterprise: PEAR Carbon Offset Initiative, Ltd.). It does not represent the official view of the Ministry of Foreign Affairs.

TABLE OF CONTENTS

Chapter 1 To confirm the status and demands of the subject for development in the targeted country

Chapter 2 Application possibilities of the proposed technology and outlook of business development

Chapter 3 Introduction and trial related to products and technologies or local compliance verification activities including a variety of tests

Chapter 4 Development effectiveness and contents and results of every activity in the targeted country by turning ODA into proposals

Chapter 5 Concrete proposals on turning ODA into proposals

Summary

Chapter 1 To confirm the status and demands of the subject for development in the targeted country

Data from World Bank show that GNI per capita in the Philippines, which increased from 730 US \$ in 1990 to 1,000 US \$ in 1995, remained at the level of more than 1,000 US \$ until 2003. And from 2003, it continued to rise and almost tripled to \$ 2,210 in 2011. So the Philippines is perceived to be in a stage to become a more developed country. Total population of the Philippines reached 92 million in 2010 with a growth rate of 1.9% per year since 2000. According to the IMF's " - World Economic Outlook Databases " , the population of the Philippines has reached 95.8 million in 2011, becoming the 12 most populous countries in the world. In the future, if the population of the Philippines continues to grow and people's living standards improve, the energy and environmental problems will become more severe.

The total installed power generation capacity of the Philippines in 2011 was 16,162MW, among which, coal-fired power generation accounted for about 30% to rank first, followed by oil-fired power generation, gas-fired power generation and hydroelectric generation, each accounting for about 20%. 70% of the installed power generation capacity uses fossil fuels, whereas renewable energy, including terrestrial heat and hydraulic power, only accounted for 30%.

Luzon region has the generation capacity of approximately 12,000 MW. Compared with the fuel mix of the whole of the Philippines, oil-fired power generation occupies a lower percentage (16%) and gas-fired power generation takes up a higher percentage (24%). For renewable energy, the percentage of terrestrial heat is lower.

Electricity price in the Philippines is one of the highest in the world. According to a survey conducted in June 2012, the average retail price of Meralco (Manila Electric Company) was 8.82 peso per 1kWh, the ninth highest in the world and Second highest in Asia after Japan.

Since it does not produce oil and coal, the Philippines depends on import. So a stable supply of energy is a major challenge for the country and the effect of the increase in oil prices on the economy is significant.

The Philippines sees a significant growth in population and it is expected that the total population will exceed 100 million. At the same time, electricity consumption of the Philippines will continue to grow. On the other hand, because the country is composed of more than 7,000 islands, the construction of power infrastructures including power grid is not easy and the electrification of regions without electricity is still a major issue. The average electricity price of the Philippines is the second highest in Asia after Japan. In order to improve energy self-sufficiency rate, the Philippines government has focused on the introduction of renewable energy. In 2008, the law in order to promote the introduction of renewable energy was established, and FIT (feed-in tariff) and RPS (renewable portfolio standard) according to the different types of renewable energy were also introduced. Taking into account the enforcement of FIT, many enterprises are promoting the implementation of power projects.

The Philippines established the renewable energy law (Renewable Energy Act 9513) in December 2008, and released detailed enforcement regulations in June 2009. In this law, there are many incentives to attract investment both from inside and outside the country in order to promote renewable energy power utility industry. For example, exemption from corporate tax for 7 years and CER capital gain tax exclusion for renewable energy developers, prefectural stringent standards for power selling price of renewable energy power and mandatory purchase of renewable energy power for grid system operator and so on.

According to the information as of March 2013, for the institutionalization of RPS in the Philippines, NREB (National Renewable Energy Board) set the minimum ratio of renewable energy and also decided to increase the ration more than 1% every year for 10 years.

The representative support related to power sector from Japan in the Philippines include projects to invest for the electrification of provinces and countryside, projects connected with promotion of the development of renewable energy and projects to improve poverty by implementing these kinds of projects.

The biogas power generation project which is proposed by this survey is a renewable energy project using livestock manure and is also a useful project to improve environment, poverty and the electrification of provinces and countryside in the Philippines, just like the other support projects of Japan.

Chapter 2 Application possibilities of the proposed technology and outlook of business development

Technologies disseminated and demonstrated in this project are composed of a biogas digester and a biogas engine.

Biogas is generated from biomass such as livestock manure and kitchen garbage through anaerobic fermentation and consists of methane gas (about 60%), CO₂ (about 40%) and hydrogen sulfide (trace). Anaerobic fermentation is a process in which bacteria that do not live in the presence of air (oxygen) is used to break down (acid fermentation) polymer organic materials into low molecular organic acids and then convert the organic acids into methane gas, CO₂ and so on. It's also called methane fermentation because methane is produced. And the gas generated is called biogas. Digestive juices and solid residue after fermentation can be used as organic fertilizers because they contain fertilizer components.

In developing countries, sludge of the livestock industry is disposed of through anaerobic fermentation in the lagoon, so most of the biogas is released into the atmosphere without effective usage. Biogas contains about 60% of methane. It's a renewable energy source with calorific value of 8,555 kcal/Nm³, and is a greenhouse gas with 25 times global warming effects of the same amount of CO₂. Biogas power generation can contribute to the stable supply of energy and power, climate change mitigation by reducing emissions of CO₂ and methane reduction through the oxidation of methane gas and the replacement of fossil fuels for power generation.

The biogas generator of OHARA Corporation is produced from small biogas engine generator with lower initial cost by remodeling diesel engine parts of biogas engine generator on the market. The base

engine of this product can be used in trucks and agricultural machines. And maintenance including parts procurement is possible at a car maintenance factory for instance, therefore the maintenance costs can be reduced.

Technical characteristics of OHARA biogas generator are as follows and it is expected to spread in developing countries.

1. High power generation efficiency, reaching 35%.
2. Devices are small and the price is low
3. Besides manufacturers, they can be maintained in other places and can be repaired by using engine parts on the market, thereby reducing maintenance cost.
4. Highly efficient output operation is possible through multiple operation control, thereby reducing costs.
5. Grid connection panels and waste heat recovery units are available as options and various system configurations are possible.

This project carries out the sales of biogas power generation system to the farmers in the Philippines that raise domestic animals such as swine farms. Domestic animal farmers may sell electricity to RES at the price after deducting some fee from FIT.

The business development of this project is carried out by TNK Green Bioenergy CO., LTD., which was established by Jitsuishi Group in March 2013 in Mexico city, Pampanga of Central Luzon region, in order to perform the renewable energy business. OHARA Corporation produces biogas generator in Japan and gives the company an exclusive agency to sell the products, and also provides biogas power technology, maintenance technology and the technology that connects generator to the power system for the company.

TNK Green Bioenergy CO., LTD. performs construction of biogas plants and carries out device sales and maintenance service of biogas engine generators (BG60, BG30) and switchboards and also carries out projects connecting generators and plants to the grid, through a BOP business model.

NIPPO Agro Industries, an organic fertilizer company established in Mexico city by Jitsuishi Group, takes back residues such as digestive juices to produce organic fertilizer. As for the construction of biogas fermentation equipment, costs are reduced by using the building materials of JIMA QUARRY and blocks of REAL BLOCK. In addition, the initial investment costs can be reduced by utilizing these business resources.

Below is the schedule of the project.

2013: To carry out biogas generation potential research and market research and draw up a project plan.

2014: To demonstrate the power plant through private proposal-based dissemination and demonstration projects of JICA, carry out the local adaptation of technologies and perform a demonstration of biogas engine power generation system towards business development in the Philippines.

2015: To start biogas engine power generation system project in the Philippines.

Chapter 3 Introduction and trial related to products and technologies or local compliance verification activities including a variety of tests

Biogas fermentation test was carried out by using 8m³ fermentation bags produced by Chongqing Wangliyuan Agricultural Development Co., Ltd. that is recommended by Commission of Agriculture of Chongqing City. 8m³ fermentation bags are used as fermenters by farmers of Chongqing who own three swine on average. Farmers use biogas as fuels for cooking. Biogas fermentation tests and assessments, in which manures collected from swine farms around were used, were carried out in the site of Jitsuishi Group in Tangle Barangay. The amount of swine manures, the biogas generation amount and monitoring related to the effects of temperature and weather were outsourced to TNK Green Bioenergy CO., LTD.

Tangle Barangay is the smallest administrative unit of government in the Philippines and it's the organization that is fundamental to the plan and execution of local-level policies.

Jitsuishi Group is a Philippine company based in Mexico, Pampanga. The chairman is Tadao Jitsuishi, and the president is Shigeru Jitsuishi. This project is carried out by TNK Green Bioenergy CO., LTD., a company established by Jitsuishi Group in order to develop renewable energy business.

The construction of biogas generation test equipment started from 20th October, and two engineers of Chongqing Wangliyuan Agricultural Development Co., Ltd. offered an engineering lecture on the construction of the fermenter and the fermentation of manures from 23rd to 29th October.

After manure of 4m³ was fed on 1st November, manure of 0.5t~1m³ was fed once a week and digestive juices were taken back by the same amount as the manure. Digestive juices were used as compost raw materials at the adjacent chemical fertilizer plant. Finally, it's confirmed that biogas generation amount was 2.6 m³ per day on average.

Chapter 4 Development effectiveness and contents and results of every activity in the targeted country by turning ODA into proposals

The manures from swine farms contaminate the groundwater after they are disposed of in lagoon. And when typhoons or a rainy season comes, overflowing manure will flow into rivers -- an aggravating factor of water quality in rivers, lakes and the sea. Further, the stench, mosquitoes and flies that appeared from manure also cause hygiene problems. And, biogas generated from the lagoon contains about 60% of methane. Methane, which is a renewable energy source with calorific value of 8,555 kcal/Nm³ and a greenhouse gas with global warming potential of 25 times the same amount of CO₂ at the same time, is released into the air almost without being effectively used.

The potential of gas power generation business in the Philippines is large as electricity in the country is in tight supply for vigorous electricity demand. In addition, the annual mean temperature in the country with a tropical monsoon climate where climate changes little throughout the year is 26 ~ 27 degree C, is suitable for biogas fermentation of livestock manure.

However, since the Philippines doesn't have biogas fermentation technologies of livestock manure and biogas power generation technologies sufficiently, biogas is rarely used for power generation.

We had a talk with OSCAR S. RODRIGUZE, a local member of parliament and the ex-mayor of San Fernando city which is the provincial capital of Pampanga, and requested for cooperation. Manure from swine farms that were discarded had caused environmental problems, so using them as renewable energy is beneficial to treat environmental problems and local development. Because of that, we gained his understanding and he promised to support us positively. In addition, on manure collection, he promised to cooperate with us on strengthening drainage regulations of swine farms and holding the stakeholder meeting that local residents also attended.

The project originated from the request from Rodrigo Lacson Torres, the captain of Tangle Barangay, who asked Jitsuishi Group for cooperation on the introduction of Japanese technologies in order to solve environmental problems and hygiene problems associated with manure of swine farms in Tangle Barangay, therefore he promised to fully cooperate with us on private proposal-based dissemination and demonstration projects including collection of manure, offering site, equipment management. In addition, with regard to the way to use electricity, since the lack of water used for irrigation during the dry season makes cultivation of crops impossible, he requested using electricity on irrigation equipment.

It's confirmed that approval is not required when private proposal-based dissemination and demonstration projects, such as environmental impact assessment, are carried out. According to the regulations, with regard to the power generation projects, when the total capacity of gas-fired power generation is above 50MW or the total generating power of the others is 30MW, it will be considered an ECP project. In addition, with regard to the projects that are carried out in ECA region but not applicable to ECP, applicable reports are required on the basis of diagram below. From the above, because the generating power of a single generator of this biogas power generation project proposed by the survey is 60kW, and even if 10 generators are connected together, the total generating power is 600kW (=0.6MW) , the project is not subjected to EIA report submission. However, it is assumed that the regulations will become more stringent in the future, so we have pay close attention to the future trends.

It's confirmed that Jitsuishi Group can carry out the construction of biogas generation facilities. In addition, since it was in cooperation with the plant manufacturer of Chongqing on demonstration test, Jitsuishi Group visited the Chongqing City in March and consulted on the contract concerning equipment specifications and the introduction of technology aiming at proposal on private proposal-based dissemination and demonstration projects.

Chapter 5 Concrete proposals on turning ODA into proposals

Discussions for the proposals on private proposal dissemination and demonstration projects are as follows.

Manure from swine farms owning 3,000 swine will be used as raw materials to generate electricity by the biogas generator of BG60A (60Hz, 60kW) and the generated electricity will be used for well-water irrigation system. Three small pumps of 3.5kW will be used, because the pump overloads when starting

and drilling costs can be reduced by using a small diameter well drill pipe of 4 inches. To ensure that water supply will be stable, the well will have a depth of 30m.

The high price blocks the dissemination of the plant facilities of our country in developing countries. So, the plant facilities will be produced by a local company in order to reduce costs. And it also will contribute to improve poverty at the same time by hiring local people. Biogas fermentation equipment is low-tech, so we will import it from China and build it in a labor intensive way. In addition, gas generation amount varies with the components of manure and the amount used and so on. And slight components such as hydrogen sulfide affect the gas engine. Therefore, we will teach local companies in the Philippines the techniques and know-how through the private proposal-based dissemination and demonstration projects, to enable them to carry out the construction of biogas fermentation equipment and fermentation management.

In addition, through teaching automobile mechanics for example, biogas generators can be repaired by them also besides the makers, so we will teach the techniques and know-how of biogas generator maintenance through the private proposal-based dissemination and demonstration projects.

The amount of manure necessary for the plants of the private proposal-based dissemination and demonstration projects is the amount of manure from 3,000 swine. There are six swine farms owning 6,000 swine each in the vicinity of Tangle Barangay and two of them are within 1km of the planned construction site in Tangle Barangay, so it's confirmed that manure can be supplied on a stable basis. We have been assured that the planned construction site had been decided. And there are no farms around the site and we will easily get the residents' agreement because local farmers have difficulties to deal with manure of swine farms. In addition, digestive juices and residues from fermenters can be composted in the organic fertilizer plant nearby. And the captain of Tangle Barangay, the head of administrative organization, has promised to fully cooperate with us. For the reasons above, we propose to carry out the projects in Tangle Barangay.

The followings are the effects of the private proposal-based dissemination and demonstration projects.

- This business model in Pampanga, where there are 76 thousands of swine kept by swine farms, has potential for importing 25 generators of BG60A and in the Central Luzon region, where there are 1,340 thousands of swine, it has potential for importing 446 generators, so we can use the equipment as a demonstration to develop new users.
- The high price restricts the dissemination of the plant facilities of our country in developing countries. So, the biogas fermentation equipment will be constructed by TNK Green Bioenergy CO., LTD., a local company, in order to reduce costs.
- If the project can be carried out by local people who acquire the construction and management techniques of the fermentation equipment and the maintenance techniques of the biogas generator, Jitsuishi Group would hire 40 people, therefore it will be beneficial to local development and eliminate poverty.
- Biogas generation amount varies according to the components of manure and the amount used and so on. And minor element such as hydrogen sulfide may affect the gas engine. Therefore, we will make sure that TNK Green Bioenergy CO.,LTD. will be able to carry out fermentation management of biogas fermentation equipment.

- Through educating automobile mechanics and so on, biogas generators can be repaired by others also besides the makers, which means OHARA Corporation will transfer technologies and TNK Green Bioenergy CO., LTD. teaches the techniques and know-how of biogas generator maintenance.
- The manure from 3,000 swine among the 12,000 swine owned by two swine farms in Tangle Barangay will be detoxified through biogas fermentation, so hygiene problems such as flies and mosquitos and other environment problems such as stench and groundwater pollution in Tangle Barangay will be reduced by 25%.
- The methane emissions will be reduced by 2,578t-CO₂ per year of carbon dioxide equivalent through burning and utilizing 270,322 Nm biogas per year and oxidizing methane.
- The current system of agriculture around the site is by rain fed, rice is harvested once during the rainy season with total yield of 4t/ha and corn is harvested during the dry season with total yield of 3t/ha. But through well-water irrigation system, rice would be harvested twice during the rainy season with total yield of 8t/ha and corn would be harvested 1.5 times during the dry season with total yield of 6t/ha. In farming land of 100ha in Tangle Barangay, the yield of rice and corn will be increased 400t per year and 500t per year respectively by irrigating.
- Digestive juices and solid residues after biogas fermentation can contribute to agricultural production when used as raw materials of organic fertilizers.

Project Formulation Survey
Republic of the Philippines,
The Study for Formulation and Diffusion of Biogas Power Generation Technology

Research Agency and Counterpart Organization

- Name of Company : Ohara Corporation
- Location of Company : Nagaoka city, Niigata prefecture, Japan
- Survey Site ▪ Counterpart Organization : TNK Green Bio Energy Co., Ltd., Province of Pampanga, Philippines

Concerned Development Issues

- **Shortage of electricity supply:** Frequent power outage. Second highest electricity price after Japan in Asia.
- **Environmental problem:** Largest producer of swine in SEA. Lagoon treatment of manure from pig farm causes water pollution, odor and various hygiene issues.
- **Climate change:** Biogas from manure, contains 60% of methane, is released to the air.

Products and Technologies of SMEs

- The gas-engine power generator uses biogas as fuel which is a renewable energy free from CO₂.
- The system, based on commercial diesel engine, is compact and cost-effective.
- Maintenance is easy by using commercially available engine parts. It leads to savings in maintenance cost.

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- With regard to electricity shortage, the proposed ODA project will diffuse biogas power generation technology which utilizes biogas generated by anaerobic fermentation of manure. Expected effects include: (1) contribution to stable supply of electricity and energy assurance, (2) improvement of quality environment of groundwater and rivers, (3) prevention of climate change and (4) contribution to mitigation of poverty through employment.

Future Business Development of SMEs

- One of the features of the proposed technology is to utilize biogas which is generated by anaerobic fermentation of manure and/or sewage sludge. As Asian countries have much potential of such renewable energy, the business can expand in these markets.

