

平成 29 年度環境省委託事業事業

平成 29 年度低炭素社会実現のための都市 間連携事業

「市場等から排出される有機系廃棄物の
メタン発酵・発電事業」

事業報告書

平成 30 年 2 月

株式会社 小島組

目次

第1章 背景及び内容	— 1 —
1－1 応募事業の背景	1－1
1－1－1 廃棄物の増加とごみ質による環境への悪影響	1－1－1
1－1－2 慢性的な電力不足	1－1－2
1－2 本調査の目的	1－2
1－3 本調査の概要・調査方法	1－3
1－3－1 調査概要	1－3－1
1－3－2 調査方法	1－3－2
1－4 本調査で明かにすべき論点	1－4
第2章 関連法規及び許認可	— 2 —
2－1 環境関連法規と承認手続き	2－1
2－1－1 環境法の体系	2－1－1
2－1－2 環境保護・天然資源管理に関する法律（1996年承認）	2－1－2
2－1－3 固体廃棄物管理	2－1－3
2－1－4 水質管理	2－1－4
2－1－5 大気・騒音管理	2－1－5
2－1－6 すべての民間および公共のプロジェクトまたは活動に関する環境影響評価 (EIA) 環境影響プロセス	2－1－6
2－1－7 EIA 申請・承認プロセス	2－1－7
2－2 電力セクターにおける基本法及び規制	2－2
2－2－1 カンボジア王国電気法	2－2－1
2－2－2 カンボジア電力規制庁の権限および義務	2－2－2
2－2－3 法律文書	2－2－3
2－2－4 電力サービス提供のためのライセンス	2－2－4
2－2－5 EAC の予算とライセンス料	2－2－5
2－3 土地所有に関する情報収集	2－3
2－3－1 外国人に対する制限	2－3－1
2－3－2 土地所有権の整理	2－3－2
2－3－3 土地リース	2－3－3
2－3－4 源泉所得税（Withholding Tax）	2－3－4
2－4 カンボジアでの支援体制	2－4
2－4－1 カンボジアにおける廃棄物管理	2－4－1
2－4－2 プノンペンにおける廃棄物関連の概要・制度	2－4－2
2－5 有機性廃棄物（原料）の種類と調達方法	2－5
2－5－1 原料の発生状況	2－5－1
2－5－2 原料の調達先	2－5－2
2－5－3 原料の収集運搬方法	2－5－3
2－6 プラント仕様と建設コスト	2－6
2－6－1 プラント用地	2－6－1
2－6－2 処理概要	2－6－2
2－6－3 主要設備と調達先	2－6－3
2－6－4 施工体制と協力会社	2－6－4
2－6－5 建設コスト試算	2－6－5
2－7 プラント運営管理方法	2－7
2－7－1 プラント運営方法と体制	2－7－1
2－7－2 プラント管理方法	2－7－2

2 - 8 事業性検討	2 - 8
2 - 8 - 1 事業試算	2 - 8 - 1
2 - 8 - 2 事業化における課題・リスク	2 - 8 - 2
2 - 9 他地域への水平展開	2 - 9
2 - 9 - 1 地方中核都市への水平展開	2 - 9 - 1
 第3章 事業化に向けた取組	- 3 -
3 - 1 事業成立条件の確認	3 - 1
3 - 1 - 1 入口を支える仕組み	3 - 1 - 1
3 - 1 - 2 出口を支える仕組み	3 - 1 - 2
3 - 1 - 3 建設を支える仕組み	3 - 1 - 3
3 - 1 - 4 収益を支える仕組み	3 - 1 - 4
3 - 2 事業体制	3 - 2
3 - 3 資金調達	3 - 3
3 - 3 - 1 事業資金の調達	3 - 3 - 1
3 - 4 事業実施工	3 - 4
3 - 5 事業実施により得られる効果	3 - 5
3 - 5 - 1 本事業の実施で得られる効果	3 - 5 - 1
3 - 5 - 2 本事業をプロンペン都全体に拡大した場合に得られる効果	3 - 5 - 2
 第4章 JCM プロジェクトとしての効果	- 4 -
4 - 1 MRV	4 - 1
4 - 2 GHG 削減量	4 - 2
4 - 3 カンボジアおよび日本への貢献度評価	4 - 3
 第5章 おわりに	- 5 -

略語表

略語	英語表記	日本語表記
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ASEAM	Association of South - East Asian Nations	東南アジア諸国連合
CDC	Council for the Development of Cambodia	カンボジア開発評議会
COMPED	Cambodian Education and Waste Management	カンボジア教育廃棄物処理機構
CSARO	Cambodia Sanitation and Recycling Organization	カンボジア衛生リサイクル機構
DOE	Department of Environment	環境局
DPWT	Department of Public Works and Transport	公共事業運輸局
DSD	Drainage and Sewerage Division	カンボジア電力規制庁
EAC	Electricity Authority of Cambodia	カンボジア電力庁
EDC	Electricite du Cambodia	カンボジア電力公社
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
FDI	Foreign Direct Investment	外国直接投資
FRC	Final Registration Certificates	最終登録証明書
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
IEIA	Initial Environmental Impact Assessment	初期環境影響評価
IGES	Institute for Global Environmental Strategies	公益財団法人地球環境戦略研究機関
IPP	Independent Power Producers	独立系電力事業者
ISWM	Integrated Solid Waste Management	包括的固形廃棄物管理
ITC	Institute of Technology of Cambodia	カンボジア工科大学
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MAFF	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries	農林水産省
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MIME	Ministry of Mines and Energy	鉱工業エネルギー省
MOC	Ministry of Commerce	商業省
MOE	Ministry of Environment	環境省
MOEF	Ministry of Economy and Finance	経済財務省
MOI	Ministry of Interior	内務省
MPWT	Ministry of Public Works and Transport	公共事業運輸省
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府組織
NSDP	National Strategic Development Plan	国家戦略開発計画
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OECD	Organization for Economic Co-operation and	経済協力開発機構
pH	Potential Hydrogen	水素イオン指数
PKO	United Nations Peacekeeping Operations	国連平和維持活動
PMIS	Province-Municipal Investment Sub-Committee	州・特別市投資小委員会
PPCC	Phnom Penh Capital City	プノンペン都
REE	Rural Electricity Enterprises	地方電気事業者
SLM	Sustainable Land Management	持続可能な土地管理
UNCRD	United Nations Centre for Regional Development	国際連合地域開発センター
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNEP	United Nations Environment Programme	国連環境計画
UNTAC	United Nations Transitional Authority in	カンボジア暫定機構
WB	World Bank	世界銀行
WHO	World Health Organization	世界保健機関
WMD	Waste Management Division	廃棄物管理局

第1章 背景及び内容

1－1 応募事業の背景

1－1－1 廃棄物の増加とごみ質による環境への悪影響

カンボジアは平均年齢が 24 歳と、ASEAN の諸国の中では最も低く人口増加が著しい。最大都市であるプノンペン都の人口は 1998 年の 99.9 万人から 2013 年には 168 万人と、15 年で約 7 割増加した。人口増加を背景に、プノンペン市では日量 2,800 トンの廃棄物が排出され、そのうち 2,000 トンの固形物が分別されることなく市中心部から南 10km 程度のところにあるダンカオ (Dangkao) 最終処分場で埋立てられている。周辺が水田地帯で、覆土材の砂が容易に入手できること、廃棄物に含まれる有価物を人力で分別するための理由等から、埋立をオープンダンプ方式で行っている。

カンボジアにおけるごみ質の特徴は生ごみ等の有機性廃棄物の割合が極めて高いところにある。下表にプノンペンのごみと横浜のごみの組成の比較を次に示す。プノンペンでは分解しやすい生ごみの割合が圧倒的に高い。この生ごみをそのまま埋立すると、腐って悪臭や病害虫、硫化水素等の有毒ガスを発生させる。処分場には毎日 600 人ほどの子供達が廃プラ等の有価物拾いのために入っており、大変危険な状況である。さらに、埋立内部の嫌気状態のところからは有機性廃棄物がバクテリアにより時間をかけて分解されメタンが発生し火災の原因となっている。メタンが引火せずそのまま大気中に放出されると CO₂ の 21 倍の地球温暖化係数により、地球温暖化には極めて悪い影響を及ぼす。

表 1-1-1 プノンペン（カンボジア）と横浜市（神奈川県）のごみ組成

分類	埋め立てられる 非分別の廃棄物	マーケットからの 廃棄物	横浜市の 燃やすゴミ
有機性廃棄物（生ごみ）	72.8	84.8	36
剪定枝・芝刈り屑	0	1.5	
木質系廃棄物	0.4	0.2	(上と合わせて) 14
プラスチック	12.2	9.2	11
紙類	4.1	3.1	26
ガラス類	1.8	0.1	
鉄類	0.1	0.1	
アルミニューム	0	0	
布類	1.9	0.4	
有害物（バッテリー等）	0	0	
その他	6.8	0.6	13

1－1－2 慢性的な電力不足

カンボジアでは電力インフラの整備が遅れており、工業化推進のネックとなっている。若年労働力が多く人件費が周辺諸国に比べ廉価であることから、今後、日系企業の工場進出が見込まれているが、低コストかつ安定した電力の供給が前提となる。現在、必要量の4割の電力をタイやベトナムなどからの輸入に頼っており、低コスト化の足かせとなっている。

国内に豊富にある水力、太陽光、バイオマスといった再生可能エネルギー資源が注目されており、とくに未利用の太陽光やバイオマスによる太陽光発電、バイオマス発電の開発が今後の課題である。

1－2 本調査の目的

平成27年12月にフランス・パリで開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）には全ての国が参加し、2020年以降の公平で実効的な気候変動対策の法的な枠組であるパリ協定が採択された。パリ協定では、地球の気温上昇を産業革命前に比べて2℃よりも十分低く抑え、さらには1.5℃未満に抑えるための努力を追求することが掲げられ、脱炭素に向けた取組の促進が求められている。またCOP21では、都市を含む非国家主体の行動を認知すること、そして全ての非政府主体（都市その他地方公共団体等）の努力を歓迎し、そのスケールアップを招請することが決定された。

平成28年11月にモロッコ・马拉ケシュで開催されたCOP22において、採択された「気候及び持続可能な開発のための马拉ケシュ行動宣言」でも、気候はかつてない割合で温暖化しており、対応する緊急の義務があることが改めて強調されるとともに、政府だけではなく自治体を含むグローバルな行動、また経済の転換が更なる繁栄と持続可能な開発の積極的な機会であると認識された。

都市は社会経済の発展を支える活動の場であり、多くの人が居住している。世界の全土地面積の2%にも満たない都市に、世界人口の約50%が居住し、その割合は2050年までの70%にまで増加すると予想されている。2006年時点で世界のCO₂排出量の70%以上が都市から排出されていると推定されており、都市が気候変動の緩和に果たす役割は大きく、周辺都市部における気候変動対策の着実な実施、温室効果ガス排出量の削減がパリ協定の目標の達成のために重要となっている。

本事業では、日本の研究機関・民間企業・大学等が、低炭素社会形成に関する経験・ノウハウ等を有する日本の自治体とともに、都市間連携に基づいて途上国の都市による低炭素社会の形成を支援する。また、低炭素化社会の形成促進のために、日本の自治体が関与することによる、途上国の都市に対する能力開発についても推進する。

プロンペンでは増大する廃棄物の適正処理が喫緊の課題である。長年に渡る廃棄物行政を培った神奈川県の経験や知見、技術を活かして、以下を実施することによりプロンペンの課題解決に結びつけることを目的とする。

- ① ごみ組成の70%以上を占める有機性の生ごみをメタン発酵により有用なエネルギーに転換する。
- ② メタン発酵によるバイオガス生産と発酵残渣の堆肥利用により、埋立処分を必要する廃棄物の大幅な減容化を図る。
- ③ バイオガス（約55%はメタンガス）を原料としたコージェネにより電気と熱を生成し、エネルギー生産コストの低減を図る。

1-3 本調査の概要・調査方法

1-3-1 調査概要

- (1) 現地の法制度及び許認可等の調査
案件形成を実施する上で、明確化すべき現地法制度や許認可等を調査し、想定している低炭素技術の円滑な導入を目指す。
- (2) 現地政府及び関連業者の協力支援体制の調査
プノンペン都及び廃棄物収集業者との打合せを通じ、事業計画が円滑に進むよう協力要請を行う。
- (3) 原料の種類と調達方法の調査
有機性廃棄物の正確な排出量と組成の把握を行い、種類ごとのバイオガス発生量と特性を確認する。また、最適原料の組み合わせと投入量を検討する。
- (4) プラント仕様と建設コストに関する調査
建設方法の検討、建設コスト試算の為の基礎調査、その他付帯設備の検討並びに建設資機材の現地調達の見通しについて検討する。
- (5) 管理運営方法に関する調査
プラントの管理、制御、保守管理に関する運営方法及び管理人材要件の検討と、現地人材を活用した運営コストの試算を行う。
- (6) 事業性及び他地域への水平展開に関する調査
生成されるエネルギーの利用方法並びに各種コスト試算による事業収支の検討と地方中核都市への展開を検討する。
- (7) JCMプロジェクトとしての貢献度調査
温室効果ガスの削減効果並びに両国への貢献度評価を行うとともに低炭素社会実現に向けた情報交換
- (8) その他
カンボジア国内におけるワークショップ及び取組発表の実施
都市間連携に基づく MOUの締結と調印式の開催（開催国未定）

1-3-2 調査方法

- (1) 現地の法制度及び許認可等の調査
 - 1) 関連法規及び建設許認可についてのヒアリング調査（カンボジア環境省）
 - 2) 建設予定地に関するヒアリング調査（プノンペン都）
 - 3) 生成されるエネルギーの買い取りに関するヒアリング調査（EDC）
- (2) 現地政府及び関連業者の協力支援体制の調査
 - 1) 都市間連携に基づく支援協力体制の確認（プノンペン都、神奈川県）
 - 2) 廃棄物処理業者に対するヒアリング調査（CINTRI 社）
 - 3) 最終処分場の現況確認と減容化への貢献度のヒアリング調査（プノンペン都）
- (3) 原料の種類と調達方法の調査
 - 1) 有機性廃棄物の総排出量及び組成の確認調査及び現状の収集体制の確認（CINTRI 社）
 - 2) 廃棄物毎のバイオガス発生量と特性の確認調査、最適原料の組合せと投入量の試算を行う（カンボジア工科大学）
- (4) プラント仕様と建設コストに関する調査
 - 1) プラント仕様及び建設コストの試算
 - 2) 付帯設備に関する現地確認調査
 - 3) プラント資機材の現地調達に関する調査（現地企業複数社）
- (5) 管理運営方法に関する調査
 - 1) プラント運営、保守管理方法、運営コスト及び現地人材確保に関するヒアリング調査（小島組カンボジア）
 - 2) 発酵残渣処理に関する現地確認
- (6) 事業性及び他地域への水平展開に関する調査
 - 1) プノンペンでの事業規模拡大に関するヒアリング調査、地方中核都市や隣国などに対する水平展開に関する情報収集講師
 - 2) エネルギーの利用方法、廃棄物の処理コスト、事業収支に関する試算等（小島組カンボジア、CINTRI 社）
- (7) JCMプロジェクトとしての貢献度調査
 - 1) 本事業の実現における温室効果ガスの削減量、削減効果について専門家を交え算出する。（カンボジア工科大学）
 - 2) カンボジア及び日本への温室効果ガス削減による貢献度評価（プノンペン環境局、日本国環境省）
 - 3) MOUに基づく低炭素社会実現に向けた神奈川県の総合的な取組みと具体策の紹介を行い、自治体として取組み可能な活動につなげる。

1-4 本調査で明らかにすべき論点

表 1-4-1 明らかにすべき論点

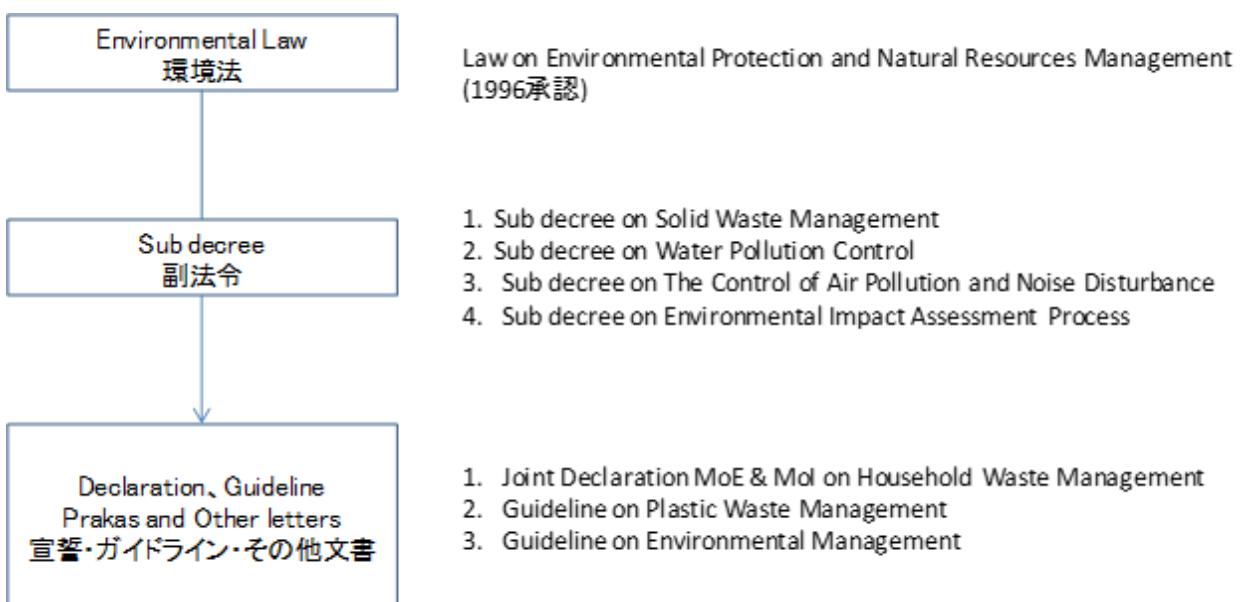
論点	確認方法
関連法及び許認可	廃棄物処理施設に係る関連法・許認可の確認
	コーチェネ事業に係る関連法・許認可の確認
カンボジアの協力支援体制	プノンペン都による協力支援の確認
	廃棄物収集業者との協力体制の確立
原料の種類と調達方法	有機性廃棄物の総排出量とその組成の正確な把握
	廃棄物の種類毎にバイオガスの発生量の試算と特性の確認
	現在の廃棄物収集体制の確認
	最適原料の組み合わせと投入量の検討
プラント仕様と建設コスト	主要プラント設備の仕様
	建設方法とコストの試算
	付帯設備（前処理、排水、排ガス、後処理設備等）の検討
	資機材の現地調達方法の検討
運営管理方法	プラント運営と現地人員（技術者含む）の要件
	発酵残渣のコンポスト処理の検討
	監視・制御方法、保守管理方法の検討
	運営コストの試算
事業性	廃棄物処理コストの検討
	生成エネルギーの利用方法の検討及び収益試算
	事業収支の試算
JCM プロジェクトとしての貢献	温暖化効果ガス（GHG）の削減効果
	カンボジア及び日本への貢献度評価
他地域への水平展開	プノンペンでの規模拡大の検討
	地方中核都市（バッタンバン、シェムリアップ、シアヌークビル等）への展開検討

第2章 関連法規および許認可

2-1 環境関連法規と承認手続き

2-1-1 環境法の体系

カンボジアにおける環境法の体系を以下に示す。



出所) Ministry of Environment, Cambodia. Regional Workshop on Development of National and Strategy for Radioactive Waste Management 24-28 March 2014 IAEA, Vienna, Austria

図 2-1-1 環境法の体系

2-1-2 環境保護・天然資源管理に関する法律（1996年承認）

Law on Environmental Protection and Natural Resource Management

環境影響評価および環境保護に関わる章のみを抜粋し、以下に示す。

(1) Chapter 1 一般規定

Article 1

この法律の目的は以下のとおり。

- ・公害の防止、軽減、管理を通じて環境の質と公衆衛生を保護し、促進すること
- ・王国政府による意思決定が公布される前に、提案されるすべてのプロジェクトの環境影響評価を実施する
- ・カンボジア王国の天然資源の合理的で持続可能な保全、開発、管理、利用を確保すること
- ・民衆が環境保護と自然資源管理に参加することを奨励し、可能にする
- ・環境に悪影響を与えるいかなる行為も抑止する

(2) Chapter 3 環境影響評価

Article 6

環境影響評価は、民間または公共のすべてのプロジェクトおよび活動に対し実施され、意思決定のために王立政府に提出される前に、環境省によって審査され評価されるものとする。

この評価は、環境影響評価がまだ行われていない既存および進行中の活動に対しても行われる。

環境影響評価プロセスの手順は、環境省の提案に従い、Sub decree（副法令）によって決定されるものとする。

提案された民間および公共のプロジェクトと活動、既存の活動と進行中の活動は、環境影響評価の対象となるが、その性質と大きさは、環境省の提案に従い Sub decree（副法令）によって決定されるものとする。

Article 7

すべての投資プロジェクトの申請と、国が提案するすべてのプロジェクトは、本法第 6 条に規定されているイニシャル環境影響評価または環境影響評価を受けるものとする。環境省は、カンボジア王国投資法に定められた期間内に、イニシャル環境影響評価又は環境影響評価を審査し、管轄機関に推薦（勧告）を提出するものとする。

(3) Chapter 5 環境保護

Article 12

環境省は、関係省庁と協力して以下を示す目録を作成する。

- ・汚染物質および、輸入、生産、輸送、リサイクル、処理、貯蔵、処分された、もしくは大気、水、地中、地上に放出された廃棄物の発生源、種類、量
- ・有害物質および、輸入、生産、輸送、リサイクル、処理、貯蔵、処分された、もしくは大気、水、地中、地上に放出された危険物質の発生源、種類、量
- ・騒音や振動障害の発生源、種類、程度

Article 13

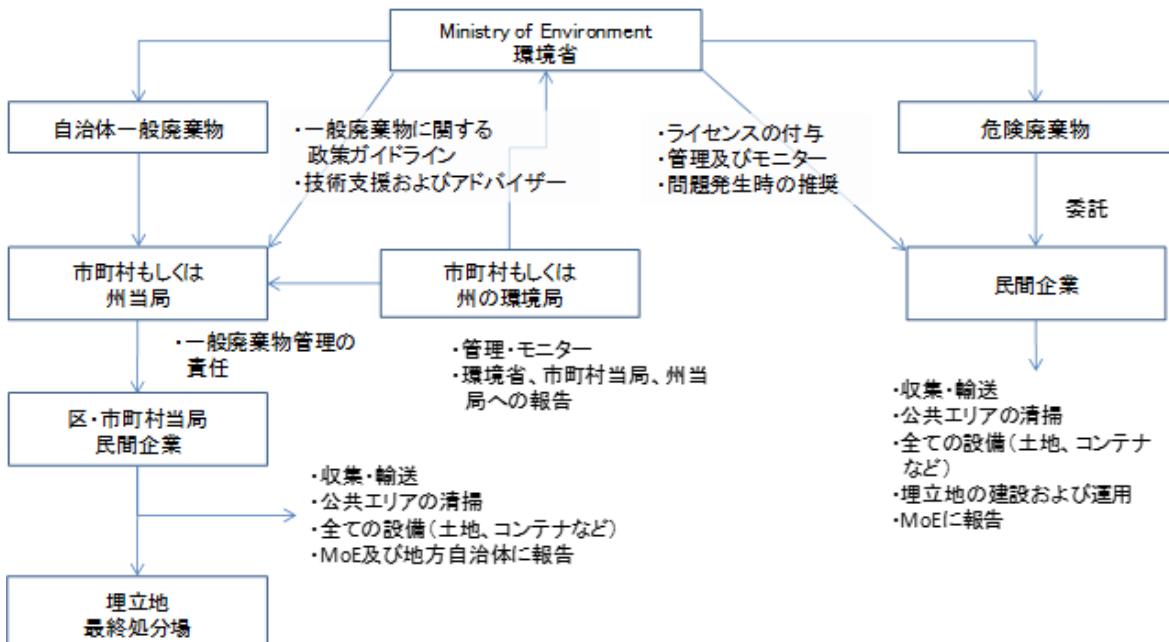
大気、水および土壤の汚染、騒音および振動の障害、廃棄物、有害物質および危険物質の予防、削減および管理は、環境省の提案に従い、Sub decree（副法令）によって決定されるものとする。

2 – 1 – 3 固体廃棄物管理

Sub decree on Solid Waste Management Royal Government of Cambodia Council of Ministers No : 36 ANRK.BK

以下はカンボジアにおける現在の固体廃棄物管理の政策、管理、運用の責任機関を示した図

である。本提案プロジェクトに関連するのは、左側の一般廃棄物の管理に関わるフローとなる。仮に一般廃棄物の収集・輸送・処分を事業として行うことを希望した場合、民間企業の責任パートで採択されることが必要となる。



出所) Ministry of Environment, Cambodia. Regional Workshop on Development of National and Strategy for Radioactive Waste Management 24-28 March 2014 IAEA, Vienna, Austria よりみづほ情報総研作成

図 2-1-2 カンボジア王国における固体廃棄物管理の責任機関

以下に、上記責任分担を裏付ける根拠法を示し、特に本法律の目的および提案事業に関わる一般廃棄物の管理に関わる章を抜粋する。

Royal Government of Cambodia Council of Ministers No : 36 ANRK.BK
Sub decree on Solid Waste Management

(4) Chapter 1 一般規定

Article 1 : この法令の目的は、人間の健康の保護と生物多様性の保全を確保するために、適切な技術的手段かつ安全な方法で固体廃棄物管理を規制することである。

Article 2 : この法令は、処分、保管、回収、輸送、リサイクル、ゴミや有害廃棄物の埋立てに関連するすべての活動に適用される。

Article 3 : この法令で使用される技術用語は、以下に帰属する意味を有するものとする。
a 固体廃棄物とは、固形物、固形物質、製品またはごみをいい、無駄になり処分され

るもの、処分されようとするもの、廃棄される必要があるものからなる。

b 家庭ごみは、毒素や有害物質を含まない固体廃棄物の一部であり、毒性や危険物質を含まず、住居、公共の建物、工場、市場、ホテル、ビジネスビル、レストラン、輸送施設、レクリエーション施設などから捨てられるものを指す。

c 危険廃棄物とは、放射性物質、爆発性物質、毒性物質、可燃性物質、病原性物質、刺激性物質、可燃性物質、病原性物質、刺激性物質、腐食性物質、酸化性物質、その他の化学物質で、人間（健康）や動物に危険を及ぼし、植物、公共財産、環境に損害を与える可能性のあるものを指す。有害廃棄物の種類は、この法令の附属書に記載されている。

(5) Chapter 2 一般廃棄物管理（家庭ごみの管理）

Article 4：環境省は、一般廃棄物の安全な管理を確実にするために、州及び市町村における廃棄物の処分、回収、輸送、保管、リサイクル、最小化及び埋立てに関するガイドラインを制定する。省および市町村の当局は、短期、中期および長期に対応した廃棄物管理計画を策定するものとする。

Article 5：州及び市町村における廃棄物の回収、輸送、貯蔵、リサイクル、最小化及び埋立ては、省及び市町村当局の責任において行われる。第5条の前段に記載された作業の実施は、環境省のプラカ（宣言）が定める廃棄物の健全な管理に関するガイドラインに従うものとする。

Article 6：環境省は、州、市町村が行う一般廃棄物の収集、輸送、保管、リサイクル、最小化および埋立てに関わる廃棄物処分の実施状況を監視する。

Article 7：公的な場所または当局による許可を得ていない、いかなる場所における廃棄物の処分は、厳しく禁止される。

Article 8：埋立地、焼却炉、貯蔵場所または一般廃棄物のリサイクルプラントの建設に対する国内投資の実行は、環境省の事前承認を受けなければならない。

Article 9：環境省からの承認、貿易省からお輸出許可、輸出相手国の認可を得ずに、カンボジア王国からの一般廃棄物の輸出はできない。

Article 10：一般廃棄物の国外からカンボジア王国への輸入は、厳しく禁止される。

2－1－4 水質管理

Sub decree on Water Pollution Control

(6) Chapter 1

Article 1

本副法令の目的は、健康保護および生物多様性が保証されるために、公共用水域の水質汚染を防ぎかつ軽減するために水質汚染の制御を調整することである。

Article 2

この副法令は、公共水域の汚染を引き起こす全ての汚染源および全ての活動に適用される。

Article 3

本副法令で使用される技術用語は以下の意味を持つものとする

- a. 公共用水域(Public water areas)とは、トンレサップ湖、スタング川、小川、小渓谷（小水路）、湖、池、井戸、海、河口、運河灌漑システム、公共利用のための水路、地下水が含まれる
- b. 汚染源(Source of pollution)とは、住居、公共管理棟、建物、輸送機関、ビジネス地区、サービス提供地で、汚染物質、危険物質が直接、間接に公共用水域または公共排水システムに放出されるいずれかのタイプを指す。
- c. 廃水(Wastewater)とは、処理済もしくは未処理な、公衆水域または公衆排水システムへの汚染源から排出された水を指す。
- d. 汚水(Sewage)とは、住居や公共施設から排出された汚染水を指す。
- e. 固体廃棄物(Solid waste)とは、使用不可能な物質もしくは汚染源が生じ、処分された物質を指す。
- f. ごみ(Garbage)とは、使用不可能な物質もしくは住宅や公共の建物で生じ、処分された物質を指す。
- g. 汚染物質(Pollutant)とは、意図的にまたは意図せずに水域（公衆水域）に放出されたときに、物理的、化学的、または生物学的などの水の成分または特性の変化を引き起こす、固体、液体、気体状の物質またはあらゆる種類の廃棄物を指す。
- h. 汚染負荷(Pollution load)とは、公共水域または公共排水システムへの汚染源から放出された排水に含まれる汚染物質および熱の負荷または含有量を指す。
- i. 危険物質(Hazardous substances)とは、生命体に危険を及ぼし、物や建物を損傷または破壊したり、環境に悪影響を及ぼしたり損傷を与える物質を指します。危険物質の種類は、この法令の附属書 1 に記載されている。

(7) Chapter 2 廃棄物および危険物質の排出に関する規定

Article 4

汚染源からの排出基準は、この法令の附属書 2 に規定する。

Article 5

必要な場合には、人の健康保護と生物多様性の保全目的のために個々の地域の要求に応じて、環境省は、公共水域の周辺に位置しているそれぞれの汚染源の排出基準を設定するものとする。

この副法令第 5 条第 1 項に記載されている個々の排出基準は、環境省のプラカによって規定されるものとする。

Article 6

本法令の第 4 条及び第 5 条にいう排出基準に適合しない汚染源からの排出は、厳しく禁止する。

Article 7

環境省は、人間の健康保護と生物多様性の保全を確実にするために、指定保護公共水域への排出を認める汚染源由来の廃液に含まれる汚染負荷基準を設定するものとする。いかなる設定する。

この副法令第 7 条第 1 項に記載されている汚染負荷基準は、環境省の Prakas が定めるものとする。

Article 8

公共水域または公共廃水システムへの固体廃棄物または危険物質の処分は、厳重に禁止するものとする。

水質汚濁の原因となる固体廃棄物またはごみや危険物質の保管または処分を厳重に禁止する。

Article 9

公共の廃水処理システムまたはその他の処理システムを通さずに、住居及び公共施設から公共水域への汚水の排出は厳重に禁止する。

(8) Chapter 3

汚水の排出許可

Article 10

いかなる汚染源から他の場所への汚水の排出または輸送は、いかなる目的にせよ、環境省の事前許可を受けなければならない。この許可証の申請は、関連する省庁にコピーするものとする。

Article 11

本副法令 Article10 で述べた汚水の排出または他の場所への輸送を行うにあたり、事前に環境省の許可を得ることが必要とされる汚染源の種類は、本副法令の附属書 3 にリストアップ

されるものとする。それらは、以下の 2 つのカテゴリーに分類される

カテゴリーI の汚染源：排水量は 1 日当たり 10 立方メートル ($10\text{m}^3/\text{日}$) を超えるが、エンジン冷却のために用いる水の量は含まれない。

カテゴリーII の汚染源：環境省の許可申請が必要。

Article 12

Article 10 で規定されているように、新規、既存双方の汚染源からの汚水の排水や他の場所への輸送のための許可要件は、新規、既存双方の汚染源に適用されるものとする。ただし、新たなプロジェクトからの汚染源で、環境影響評価書が環境省に承認されている場合には、汚水の排出、その他地域への輸送許可要求は免除されることがある。

Article 13

Article 11 で述べられているように、廃水もしくは他の場所へ輸送する意図のある排出源の所有者もしくは責任者は、環境省に対し許認可を申請するものとする。

- プノンペン都に位置する新たな汚染源に対しては、その運用を開始する 40 日前、州や市に位置する新たな汚染源に対しては、その運用開始前 60 日間。
- プノンペン都に位置する既存の汚染源に対しては、環境省から要請があった後、30 日以内に、州や市にある既存の汚染源に対しては、40 日以内。

Article 14

申込書は、環境省によって決められた技術要求ガイドラインを満たしているならば、汚水の排出や他の場所への輸送許可は与えられる。

Article 15

環境省からの汚水の排出または他の場所への輸送許可を有する汚染源に対する責任を有する所有者または個人は、汚水排出システムの修復を企画する場合、修復開始 30 日前までに環境省に対して新たな許可申請を行うものとする。

Article 16

環境省より排出もしくは他地域への移動許可を取得している以前の排出源の所有者もしくは責任者から、排出源をリースまたは所有権の移転により取得した人間は、環境省に対して提出された応募書類に記載された基準点を遵守し続けなければならない。

新たな所有者もしくは責任者は、リース契約や所有権の移転の後、30 日以内に環境省に通知しなければならない。

Article 17

排出源の所有者または責任保持者に与えられた汚水の排出、輸送許可は、彼らが Article 14、15、16 を著しく違反した場合には、環境省は、その他関係省庁との相談の後、一時的もし

くは完全に取り消しがある。

(9) Chapter 4

汚染源のモニタリング

Article 18

環境省は、あらゆる汚染源からの汚水の排出または輸送の監視は環境省の責任で行われる。

Article 19

環境省は、汚染源の排出地点ごとにサンプルを採取するものとする。汚染源の所有者または責任者は、環境担当官が彼らの技術的作業を遂行し、サンプルを採取することを協力して推進するものとする。

Article 20

モニタリングや検査期間中は、任意の汚染源から採取された汚水サンプルの分析は、環境省の研究室で行われなければならない。

Article 21

汚染源の所有者または責任者は、環境省及び経済財務省によって決定された費用に従い、排水サンプルの分析コストを負担しなければならない。この収入は、環境基金口座に配分するために国家予算に含まれるものとする。

Article 22

汚染源の所有者または責任者は、その他の公共もしくは民間の研究所で、環境省が用いているのと同じ方法で分析を行う研究所であると正式に認知されている場合には、同研究所に汚水サンプルをテストさせても良い。

Article 23

この法令の第 11 条に規定されている汚染源の所有者または責任者は、

- A. 処理方法と排水量の決定を担当し、この下位綱の第 4 条および第 5 条に規定されている標準排水ならびに記事に規定されている負荷汚染の基準に対応するこの副命令の 7。
- B. 汚染源による潜在的な危険がある場合には、公衆水域の汚染を防止するための十分な設備と手段を備えていること。
- C. 流出物に含まれる汚染物質の流量、濃度、量を測定する機器の設置責任と、保管の記録を保持する責任を負います。

Article 24

汚染源からの流出物の排出が第 4 条および第 5 条に規定されている標準廃水に反応しないか、または第 7 条に規定されている標準汚染汚染と相容れないこの省令のうち、環境省は、

- A. 特定の期間内に直ちに活動の違反を是正するために、その活動が人の健康に有害な影

響を及ぼさなかった場合、または水質に悪影響を及ぼさなかった場合、その汚染源の所有者または責任者に書面による命令を発すること。

- B. そのような汚染源の所有者または責任者に、人間の健康および水質に悪影響を及ぼすような違反行為が生じた場合、その違反が訂正されるまで一時的にその活動を停止するよう指示する書面を発する。

Annex 1

危険物質の種類

1. 有機ハロゲン化合物および水生環境においてそのような化合物を形成し得る物質。
2. 有機リン化合物
3. 有機スズ化合物
4. 水生環境中または水生環境中に発癌性（癌を引き起こす）のある物質。
5. 水銀とその化合物
6. カドミウムとその化合物。
7. 永続的な鉱油および石油起源の炭化水素。
8. 浮遊している可能性のある持続性合成化合物は、懸濁液または沈降物中に残り、水の使用を妨げる可能性がある。
9. 放射性物質
10. 金属およびその化合物

表 2-1-1 金属およびその化合物

Zinc (Zn)	Selenium (Se)	Tin (Sn)	Vanadium (V)
Copper (Cu)	Arsenic (As)	Barium (Ba)	Cobalt (Co)
Nickel (Ni)	Antimony (Sb)	Beryllium (Be)	Tellurium (Te)
Lead (Pb)	Titanium (Ti)	Uranium (U)	Silver (Ag)

11. シリコンの有毒または永続的な有機化合物。
12. リンおよび元素状リンの無機化合物。
13. 石油由来の非永続性鉱油および炭化水素。
14. シアン化物およびフッ化物
15. 酸素バランスに悪影響を及ぼす可能性のある物質、特にアンモニア、亜硝酸塩など-----

Annex 2

表 2-1-2 公衆水域または下水道に廃水するための汚染源からの汚水基準値

No.	Parameters	Unit	Allowable limits for pollutant substance discharging to	
			Protected public water area	Public water area and sewer
1	Temperature	0C	< 45	< 45
2	pH		6 - 9	5 - 9
3	BOD ₅ (5 days at 200 C)	mg/l	< 30	< 80
4	COD	mg/l	< 50	< 100
5	Total Suspended Solids	mg/l	< 50	< 80
6	Total Dissolved Solids	mg/l	< 1000	< 2000
7	Grease and Oil	mg/l	< 5.0	< 15
8	Detergents	mg/l	< 5.0	< 15
9	Phenols	mg/l	< 0.1	< 1.2
10	Nitrate (NO ₃)	mg/l	< 10	< 20
11	Chlorine (free)	mg/l	< 1.0	< 2.0
12	Chloride (ion)	mg/l	< 500	< 700
13	Sulphate (as SO ₄)	mg/l	< 300	< 500
14	Sulphide (as Sulphur)	mg/l	< 0.2	< 1.0
15	Phosphate (PO ₄)	mg/l	< 3.0	< 6.0
16	Cyanide (CN)	mg/l	< 0.2	< 1.5
17	Barium (Ba)	mg/l	< 4.0	< 7.0
18	Arsenic (As)	mg/l	< 0.10	< 1.0
19	Tin (Sn)	mg/l	< 2.0	< 8.0
20	Iron (Fe)	mg/l	< 1.0	< 20
21	Boron (B)	mg/l	< 1.0	< 5.0
22	Manganese (Mn)	mg/l	< 1.0	< 5.0
23	Cadmium (Cd)	mg/l	< 0.1	< 0.5
24	Chromium (Cr) ⁺³	mg/l	< 0.2	< 1.0
25	Chromium (Cr) ⁺⁶	mg/l	< 0.05	< 0.5
26	Copper (Cu)	mg/l	< 0.2	< 1.0
27	Lead (Pb)	mg/l	< 0.1	< 1.0
28	Mercury (Hg)	mg/l	< 0.002	< 0.05
29	Nickel (Ni)	mg/l	< 0.2	< 1.0
30	Selenium (Se)	mg/l	< 0.05	< 0.5
31	Silver (Ag)	mg/l	< 0.1	< 0.5
32	Zinc (Zn)	mg/l	< 1.0	< 3.0

33	Molybdenum (Mo)	mg/l	< 0.1	< 1.0	Remark: The Ministry of Environment and the Ministry of Agriculture, Forestry and
34	Ammonia (NH ₃)	mg/l	< 5.0	< 7.0	
35	DO	mg/l	>2.0	>1.0	
36	Polychlorinated Byphemyl	mg/l	<0.003	<0.003	
37	Calcium	mg/l	<150	<200	
38	Magnesium	mg/l	<150	<200	
39	Carbon tetrachloride	mg/l	<3	<3	
40	Hexachloro benzene	mg/l	<2	<2	
41	DTT	mg/l	<1.3	<1.3	
42	Endrin	mg/l	<0.01	<0.01	
43	Dieldrin	mg/l	<0.01	<0.01	
44	Aldrin	mg/l	<0.01	<0.01	
45	Isodrin	mg/l	<0.01	<0.01	
46	Perchloro ethylene	mg/l	<2.5	<2.5	
47	Hexachloro butadiene	mg/l	<3	<3	
48	Chloroform	mg/l	<1	<1	
49	1,2 Dichloro ethylene	mg/l	<2.5	<2.5	
50	Trichloro ethylene	mg/l	<1	<1	
51	Trichloro benzene	mg/l	<2	<2	
52	Hexachloro cyclohexene	mg/l	<2	<2	

Fishery shall collaborate to set up the standard of pesticides which discharged from pollution sources.

Annex 3

表 2-1-3 汚水の排水を行う前に、環境省の許可取得が要求される汚染源タイプ

No	Type of pollution sources	Category
1	Canned food and meat manufacturing	I
2	Canned vegetable and fruit manufacturing	I
3	Aquatic production processing	I
4	Frozen manufacturing	I
5	Flour manufacturing	I
6	Sugar manufacturing	I
7	Pure drinking water manufacturing	I
8	Brick manufacturing	I
9	Soft drink manufacturing and brewery	I
10	Wine and alcohol manufacturing	I

11	Feed mill manufacturing	I
12	Oil and fat manufacturing	I
13	Yeast manufacturing	I
14	Cake and sweet manufacturing	I
15	Cigarette manufacturing	I
16	Garment manufacturing without chemical washing	I
17	Hotel	I
18	Restaurant	I
19	Animal farm	I
20	Slaughter house	I
21	Garage and car cleaning	I
22	Business center	I
23	Hospital and clinic	I
24	Plastic manufacturing	I
25	Sewage treatment plant	I
26	Gelatin and Glue manufacturing	I
27	Natural resin manufacturing	I
28	Glass manufacturing	I
29	Cement manufacturing	I
30	Macadam quarrying	I
31	Gravel quarrying	I
32	Wood processing	I
33	Fertilizer manufacturing	I
34	Mixed concrete manufacturing	I
35	Ship carrying liquid substances	II
36	Acetylene derivative manufacturing	II
37	Leather manufacturing	II
38	Soap and detergent manufacturing	II
39	Oil store house and filling station	II
40	Landfill site	II
41	Textile or synthetic textile	II
42	Garment manufacturing with using chemical wash	II
43	Pulp and paper manufacturing	II
44	Printing house	II
45	Mining and coal washing	II
46	Battery manufacturing	II
47	Inorganic pigment manufacturing	II
48	Electronic manufacturing	II

49	Coal tar product manufacturing	II
50	Film product manufacturing	II
51	Chemical organic substance manufacturing	II
52	Pharmaceutical manufacturing	II
53	Solvent (for cleaning) manufacturing	II
54	Pesticide manufacturing	II
55	Oil refining factory	II
56	Iron and steel Industry	II
57	Non-ferrous metals manufacturing	II
58	Metal product manufacturing	II
59	Plating factory	II
60	Incinerator or waste recycling plant	II
61	Night soil treatment plant	II
62	Waste oil treatment plant	II
63	Industrial waste treatment plant	II
64	Laboratory and Research center	II
65	Power plant	II
66	Wood processing manufacturing	II
67	Shrimp farm	II

Annex IV

生物多様性を保全するための公共水域における水質基準

1- River

表 2-1-4 河川

No	Parameter	Unit	Standard Value
1	pH	mg/l	6.5 - 8.5
2	BOD5	mg/l	1 - 10
3	Suspended Solid	mg/l	25 - 100
4	Dissolved Oxygen	mg/l	2.0 - 7.5
5	Coli form	MPN/100ml	< 5000

2- Lakes and Reservoirs

表 21-5 湖および貯水池

No	Parameter	Unit	Standard Value
1	pH	mg/l	6.5 - 8.5
2	COD	mg/l	1 - 8
3	Suspended Solid	mg/l	1 - 15
4	Dissolved Oxygen	mg/l	2.0 - 7.5
5	Coli form	MPN/100ml	< 1000
6	Total Nitrogen	mg/l	1.0 - 0.6
7	Total Phosphorus	mg/l	0.005 - 0.05

3- Coastal water

表 2-1-6 海岸水域

No	Parameter	Unit	Standard Value
1	pH	mg/l	7.0 - 8.3
2	COD	mg/l	2 - 8
4	Dissolved Oxygen	mg/l	2 - 7.5
5	Coli form	MPN/100ml	< 1000
5	Oil content	mg/l	0
6	Total Nitrogen	mg/l	1- 1.0
7	Total Phosphorus	mg/l	0.02 - 0.09

Annex V

表 2-1-7 公衆衛生保護のための公共水域における水質基準

No	Parameter	Unit	Standard Value
1	Carbon tetrachloride	µg/l	< 12
2	Hexachloro-benzene	µg/l	< 0.03
3	DDT	µg/l	< 10
4	Endrin	µg/l	< 0.01
5	Diedrin	µg/l	< 0.01
6	Aldrin	µg/l	< 0.005
7	Isodrin	µg/l	< 0.005
8	Perchloroethylene	µg/l	< 10
9	Hexachlorobutadiene	µg/l	< 0.1
10	Chloroform	µg/l	< 12
11	1,2 Trichloroethylene	µg/l	< 10
12	Trichloroethylene	µg/l	< 10
13	Trichlorobenzene	µg/l	< 0.4
14	Hexachloroethylene	µg/l	< 0.05
15	Benzene	µg/l	< 10
16	Tetrachloroethylene	µg/l	< 10
17	Cadmium	µg/l	< 1
18	Total mercury	µg/l	< 0.5
19	Organic mercury	µg/l	0
20	Lead	µg/l	< 10
21	Chromium valent 6	µg/l	< 50
22	Arsenic	µg/l	< 10
23	Selenium	µg/l	< 10
24	Polychlorobiohenyl	µg/l	0
25	Cyanide	µg/l	< 0.005

2－1－5 大気・騒音管理

Sub decree on The Control of Air Pollution and Noise Disturbance

(10) Chapter 1

一般条項

Article 1

この副法令の目的は、監視、抑制、緩和を通じて、環境の質および公衆衛生を大気汚染およ

び騒音渉外から保護することである。

Article 2

この副法令は、すべての移動可能または不動な大気汚染源および騒音障害に対して適用される。

Article 3

この法令で使用される技術用語の意味は、以下のように解釈されるものとする。

- a) 「汚染源」には 2 つのタイプがある。
 - 移動可能な汚染源とは、航空機、船舶、車両、機械、あらゆる種類のスピーカーなどの永続的な設置を伴わない排出源を指す。
 - 固定汚染源とは、工場、企業、倉庫、建設現場、焼却炉、スピーカー、手工芸品、およびあらゆる種類の農場などの永続的な設置場所を持つ排出源を指す。
- b) 「汚染物質」とは、煙、塵、灰の粒子状物質、ガス、蒸気、霧、におい、または放射性物質をいう。
- c) 「可燃性物質」とは、可燃性の燃料油、石炭、天然ガスをいう。
- d) 「基準」とは、環境中で許容される、または環境中に放出され得る汚染物質の最大レベルを意味する

(11) Chapter2 大気汚染物質および騒音の排出に関する規定

Article 4

大気汚染基準は、この法令の Annex 1 に規定するものとする。大気中への放出が許容される危険物質の最大基準値は、この副法令の Annex 2 に規定するものとする。

Article 5

固定排出源から大気中に放出される最大許容汚染物質の基準は、この副法令の Annex 3 に規定する。

移動可能な排出源からの煙の排出基準は、副法令の Annex4 附属書 4 に規定されねばならない。

Article 6

必要に応じて、この法令の第 4 条および第 5 条に規定されている基準値は、環境省の提案に基づき、5 年ごとに認定し、変更するものとする。

Article 7

車両、製造工場など様々な発生源からの騒音基準および、公的地域または居住地域に対する最大騒音基準は、Annex 5、6、7 に規定されるものとする。

Article 8

この附則の Annex 3 および Annex 4 に定める基準を超える大気中への汚染物の排出は、厳しく禁止される。

Article 9

この副書記の附属書 5,6 および 7 に規定されている基準を超える騒音は厳重に禁止するものとする。

Article 10

硫黄、鉛、ベンゼン及び炭化水素を含む可燃性物質の輸入及び生産は、この Annex 8 の規定を遵守しなければならない。

Article 11

カンボジアでは、Annex 4 及び Annex 5 に規定されている基準を超える汚染物質及び騒音を発する車両およびあらゆる種類の機械の輸入、使用、生産を厳格に禁止する。

Article 12

様々な引火性物質、燃料油、放射性物質、化学物質の大気、水域、土地への排出や漏洩は厳重に禁止される。

(12) Chapter 3 申請の承認

Article 13

固定排出源から大気中への汚染物質および騒音の排出は、環境省の許可を受けなければならず、そのような申請書のコピーは関係省庁に送付されるものとする。

Article 14

可燃性物質の輸入申請には、輸入または生産もとからの汚染物質量を示す分析結果、硫黄、鉛、ベンゼン、炭化水素などが添付されていなければならない。

Article 15

この副法令の第 13 条に規定された汚染物質や騒音の排出に対する許認可申請は、新たな汚染源と既存の活動中の汚染源双方に対して申請するものとし、環境影響評価書が提供されなければならない。

Article 16

この法令の第 13 条に規定されている汚染源の所有者または責任者は、環境省の認可を申請するものとする。

- プロジェクトがプノンペン都で始まる 40 日前。
- プロジェクトが州または自治体で始まる 60 日前。

Annex 1

表 2-1-8 大気環境基準

No.	Parameter	1 Hour Average mg/m ³	8 Hours Average mg/m ³	24 Hours Average mg/m ³	1 Year Average mg/m ³
1	Carbon Monoxide (CO)	40	20		
2	Nitrogen dioxide (NO ₂)	0.3		0.1	
3	Sulfur dioxide (SO ₂)	0.5		0.3	0.1
4	OZone (O ₃)	0.2			
5	Lead (Pb)			0.005	
6	Total Suspended Particulate(TSP)			0.33	0.1

備考 :

- この規格は、大気質および大気汚染状況の監視に適用されます。
- 環境大気の分析方法は、環境省の指針に規定されている。
- TSP = 総浮遊粒子。

Annex 2

Maximum Allowable Concentration of Hazardous Substance in Ambient Air

表 2-1-9 大気環境中の危険物質の最大許容濃度

No.	Name Chemical Substance	Formula	Maximum Level (mg/m ³)
1	Aniline	C ₆ H ₅ NH ₂	0.03
2	Ammonia	NH ₃	0.2
3	Acetic Acid	CH ₃ COOH	0.2
4	Sulfuric Acid	H ₂ SO ₄	0.3
5	Nitric Acid	HNO ₃	0.4
6	Ben Zene	C ₆ H ₆	1
7	Ben Zidine	NH ₂ C ₆ H ₄ C ₆ H ₄ NH ₂	
8	Carbondisulfide	CS ₂	0.02
9	Chloroform	CHCl ₃	0.01
10	Carbontetrachloride	CCl ₄	3
11	Particle containing Asbestos	-	
12	DDT	C ₈ H ₁₁ Cl ₄	0.5
13	Formaldehyde	HCOH	0.012
14	Hydrogen Arsenic	AsH ₃	0.002

15	Hydrogen Cyanide	HCN	0.01
16	Hydrogen Fluoride	HF	0.002
17	Hydrogen Sulfide	H ₂ S	0.001
18	Phenol	C ₆ H ₅ OH	0.01
19	Styrene	C ₆ H ₅ CHCH ₂	0.003
20	Tetra Chloroethylene	C ₂ Cl ₄	0.1
21	Tetraethyle Lead	Pb(C ₂ H ₅) ₄	0.005
22	Tri Chloroethylene	ClCHCCl ₂	0.2
23	Toluene	C ₆ H ₅ CH ₃	0.4
24	Vinyl Chloride	ClCHCH ₂	0.05
25	Arsenic (Compound organic)	AS	0.00001
26	Cadmium (Compound & Oxide)	Cd	0.003
27	Chromium(Compound & Metal)	Cr	0.0015
28	Nickel (Compound &Metal)	Ni	0.0002
29	Mercury (Compound& Metal)	Hg	0.0001
30	Petrol		5

備考 :

この規格は、大気環境中に許容される有害物質に適用される。

Annex 3

Maximum Allowable Standard of Pollution

Substance for Immovable Sources in Ambient Air

表 2-1-10 固定源に対する大気環境の最大許容公害基準

No.	Parameter	Maximum Level of Discharge
1	Particulate in smoke of:	
	Incinerator	400 mg/m ₃
	Heating Metal	400 mg/m ₃
	Bad Stone lime cement manufacturing	400 mg/m ₃
	Asphalt concrete plant	500 mg/m ₃
2	Dust	
	Containing silica (SiO ₂)	100 mg/m ₃

	Containing Asbestos	27mg/m ₃
	Chemical in organic substance	
3	Aluminum Al	(dust) 300mg/ m ₃ ; (Al) 50mg/m ₃
4	Ammonia NH ₃	100 mg/m ₃
5	Antimony Sb	25 mg/m ₃
6	Arsenic As	20 mg/m ₃
7	Beryllium Be	10 mg/m ₃
8	Chloride Cl	20 mg/m ₃
9	Hydrogen chloride HCl	200 mg/m ₃
10	Hydrogen Fluoride HF	10 mg/m ₃
11	Hydrogen Sulfide H ₂ S	2 mg/m ₃
12	Cadmium Cd	1 mg/m ₃
13	Copper Cu (dust)	300 mg/3 (Cu) 20 mg/m ₃
14	Lead Pb (dust)	100 mg/m ₃ (Pb) 30 mg/m ₃
15	Zinc Zn	30 mg/m ₃
16	Mercury Hg	0.1 mg/m ₃
17	Carbon Monoxide CO	1000 mg/m ₃
18	Sulfur dioxide SO ₂	500 mg/m ₃
19	Nitrogen Oxide (all kinds) NOx	1000 mg/m ₃
20	Nitrogen oxide NOx (emitted HNO ₃ product)	2000 mg/m ₃
21	Sulfuric Acid H ₂ SO ₄	35 mg/m ₃
22	Nitric Acid HNO ₃	70 mg/m ₃
23	Sulfur Trioxide SO ₃	35 mg/m ₃
24	Phosphoric Acid H ₃ PO ₄	3 mg/m ₃
	Chemical organic substance	
25	Acetylene tetra bromide CHBr ₂ CHBr ₂	14 mg/m ₃
26	Acrolein CH ₂ =CHCHO	1.2 mg/m ₃
27	Aniline C ₆ H ₅ NH ₂	19 mg/m ₃
28	Benzidine NH ₂ C ₆ H ₄ C ₆ H ₄ NH ₂	None
29	Benzene C ₆ H ₆	80 mg/m ₃
30	Chloro benzyl C ₆ H ₅ CH ₂ Cl	5 mg/m ₃
31	Butyl Amine CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ NH ₂	15 mg/m ₃
32	Cresol (o- m- p-) CH ₃ C ₆ H ₄ OH	22 mg/m ₃
33	Chloro benzene C ₆ H ₅ Cl	350 mg/m ₃
34	Chloroform CHCl ₃	240 mg/m ₃
35	Chloropicrin CCl ₃ NO ₂	0.7 mg/m ₃

36	O-dichlorobenzene $C_6H_4Cl_2$	300 mg/m ₃
37	1.1-dichloro ethane $CHCl_2CH_3$	400 mg/m ₃
38	Di methyl sulfate $(CH_3)_2SO_4$	0.5 mg/m ₃
39	Di methyl hydrazine $(CH_3)_2NNH_2$	1 mg/m ₃
40	Di nitro benzene (o- m- p-) $C_6H_4(NO_2)_2$	1 mg/m ₃
41	Ethylene di amine $NH_2CH_2-CH_2NH_2$	30 mg/m ₃
42	Ethylene Chlorohydrine CH_2ClCH_2OH	16 mg/m ₃
43	Ethylene oxide CH_2OCH_2	20 mg/m ₃
44	Formaldehyde HCHO	6 mg/m ₃
45	Methyl Acrylate $CH_2=CHCOOCH_3$	35 mg/m ₃
46	Methanol CH_3OH	260 mg/m ₃
47	Methyl bromide CH_3Br	80 mg/m ₃
48	Monomethyl Aniline $C_6H_5NHCH_3$	9 mg/m ₃
49	Nitro Benzene $C_6H_5NO_2$	5 mg/m ₃
50	Nitroglycerine $C_3H_5(NO_2)_3$	5 mg/m ₃
51	Nitrotoluene $NO_2C_6H_4CH_3$	30 mg/m ₃
52	Phenol C_6H_5OH	19 mg/m ₃
53	Phenylhydrazine $C_6H_5NHNH_2$	22 mg/m ₃
54	Pyridine C_5H_5N	30 mg/m ₃
55	Pyrene $C_{16}H_{10}$	15 mg/m ₃
56	Quinone $C_6H_4O_2$	0.4 mg/m ₃
57	Styrene $C_6H_5CHCH_2$	420 mg/m ₃
58	1.1;2.2-tetrachloroethane $Cl_2HCCHCl_2$	35 mg/m ₃
59	Tetrachloromethane CCl_4	65 mg/m ₃
60	Toluene $C_6H_5CH_3$	750 mg/m ₃
61	Tetranitromethane $C(NO_2)_4$	8 mg/m ₃
62	Toluidine $CH_3C_6H_4NH_2$	22 mg/m ₃
63	Toluene-2.4-D-isocyanate $CH_3C_6H_3(NCO)_2$	0.7 mg/m ₃
64	Trichloro ethylene $ClCH=CCl_2$	110 mg/m ₃
65	Xylidine $(CH_3)_2C_6H_3NH_2$	50 mg/m ₃
66	Vinylchloride $CH_2=CHCl$	150 mg/m ₃

Annex 4

表 2-1-11 移動源のガス排出基準

No .	Kind of vehicle	Kind of fuel	Level of Emission					
			CO(%)		HC(ppm)			
			A	B	A	B		
1	Motorcycle contain 2 stroke combustion	Petrol	4.5	4	10	3000		
2	Motorcycle contain 4 stroke combustion	Petrol	4.5	4	10	2400		
3	All kinds of vehicles	Petrol	4.5	4	1200	800		
4	All kinds of vehicles	Diesel					50	

備考 :

この規定は、移動源からの大気中への排出に適用される。

A) 生産年から 5 年間以上使用されている全てのタイプの車両を対象とする。

B) 生産年から数えて最初の 5 年以内に新たに輸入された全てのタイプの車両を対象とする。

Annex 5

表 2-1-12 公共道路における車両の許容最大騒音レベル

No.	Category of Vehicles	Maximum Noise Level permitted (dB (A))
1	Motorcycles cylinder capacity (cc) of engine <125cm ³	85
2	Motorcycles cylinder capacity (cc) of engine >125cm ³	90
3	Motorize Tricycles	90
4	Cars taxi bus with capacity of < 12 passengers	80
5	Bus with capacity of > 12 passengers;	85
6	Truck with loading capacity of <3.5 tons	85
7	Truck with loading capacity of > 3.5tons	88
8	Truck with engine capacity of > 150 kw	89
9	Other machinery (tractors/trucks) that are not listed above	91

備考：この基準は、公道で運転するあらゆる種類の車両の騒音基準の制御に適用される。

Annex 6

表 2-1-13 公共および居住地域で許容される最大騒音レベル基準 (dB (A))

No.	Areas	Period of Times		
		From 6AM through 18PM	From 18PM through 22PM	From 22PM through 6AM
1	Quiet Areas - Hospitals - Libraries - School - Kindergarten	45	40	35
2	Residential Areas - Hotels - Administrative office - Villa, flat	60	50	45
3	Commercial and Service Areas and Area of multiple business	70	65	50
4	Small industrial factories mingling in residential area	75	70	50

備考：この基準は、公共および住宅地域に騒音を発するあらゆる発生源または活動の騒音水準の制御に適用される。

Annex 7

表 2-1-14 作業場、工場および産業における騒音制御基準

Noise Level (dB (A))	Maximum Period of Time	Level
75	32	Ear protection equipment shall be provided to worker who works at a location with noise level over 80dB(A)
80	16	
85	8	
90	4	
95	2	
100	1	
105	0.5	
110	0.25	
115	0.125	

備考：本基準は、作業場、工場の所在地における騒音水準を制御するために用いられる。

Annex 8

表 2-1-15 燃料と石炭に許容される硫黄、鉛、ベンゼン、炭化水素の規格

No.	Combustible Substances	Sulfur (S)	Lead (Pb)	Benzene	Hydrocarbon
1	Dark Fuel	1.0%			
2	Diesel	0.2%			
3	Petrol	-	0.15 g/l	3.5%	50%
4	Coal	1.5%			

備考：この基準は、燃料及び石炭に許容される硫黄、鉛、ベンゼン及び炭化水素の制御に適用される

2－1－6 すべての民間および公共のプロジェクトまたは活動に関する環境影響評価(EIA) 環境影響評価プロセス

Sub-decree on Environmental Impact Assessment Process

(13) Chapter 1

一般規定

Particle 1

に対する決定を行うこと。それは、王立政府が決定を下す前に、環境省によって審査されなければならない。

-環境影響評価プロセスを受ける前に、民間および公共双方の提案プロジェクト、既存および活動中のプロジェクトの種類と大きさを決定すること。

- EIA プロセスの実施への一般市民の参加を促し、プロジェクト実施前の再検討のための概念的なインプットと提案を考慮する。

Particle 2

この副法令は、王立政府による承認を受けた特別な場合を除き、民間、合弁企業、州政府、本副法令の Annex に記載された政府機関のいずれかによって提案されたプロジェクト、運転中のプロジェクトおよび活動に対しても適用される。

(14) Chapter 2

組織の責任

Particle 3

MoE には以下の責任がある。

- A) 他の関連省庁と連携して環境影響評価報告書を精査し、レビューする。
- B) プロジェクトの建設期間中に、承認を得た EIA に従って、プロジェクト所有者が環境管理計画(EMP)に従うことを保証するために、フォローアップ、監視および適切な手段を取ること。

Particle 4

提案されたプロジェクトを担当している機関や省庁は、本副法令の Annex に記載されているいかなるプロジェクトに対しても、環境省が EIA 報告書を評価し、コメントを与えた後に、検査し承認を与える権利を有するものとする。

Particle 5

提案されたプロジェクトを担当する地方/都市部の当局は、以下の任務を有する。

- a) 州の環境オフィスに提出する EIA 報告書を、民間、合弁、公共セクターのプロジェクト所有者から取得すること。
- b) MoE の Prakas(宣言)に従って、州または都市の当局の中で議論し、コメントをした後、提案されたプロジェクトを検証し、承認すること。

(15) Chapter 3

EIA は提案プロジェクトに対し必須であること

Particle 6

プロジェクト保有者は、この副法令の Annex に記載されている EIA の要求事項を遵守するために、初期環境影響評価（Initial Environmental Impact Assessment、IEIA）を実施しなければならない。

Particle 7

プロジェクト所有者は、検証を受けるために、当該プロジェクトの IEIA 報告書および、Pre-Feasible Study 報告書を MoE に申請しなければならない。

Particle 8

対象プロジェクトが、天然資源、生態系、衛生と公共の福祉に重大な影響を引き起こす可能性がある場合には、プロジェクトの所有者は、完全な(full) EIA 報告書と Pre-Feasible Study 報告書を環境省に申請しなければならない。

Particle 9

プロジェクトの所有者は、そのプロジェクトが州レベルで行われる場合、Particle 7 及び Particle 8 で記載したように、プロジェクトの EIA 報告書および Pre-Feasible Study 報告書の検証を受けるために、州/都の環境局（PEO）に申請する必要がある。

Particle 10

IEIA と EIA 報告書を整えるためのガイドラインは、MoE の Prakas によって決定される。

Particle 11

プロジェクトオーナーは、プロジェクトの検証と監視のための全てのサービス料金を負担する必要がある。これらの手数料は、MoE の提案に従って、経済財務省の承認を受けるものとする。当該手数料は国家予算に組み込まれるものとする。

Particle 12

プロジェクト所有者は、環境保護および天然資源管理に関する法律(the Law on

Environmental Protection and Natural Resources Management)第 8 章 第 19 条に 記載されているように、環境寄付基金に寄付する必要がある。

Particle 13

対象プロジェクトが、省レベルである場合には、環境申請書(Environmental Application Form、EAF)はプロジェクトオーナーによって作成され、MoE に提出されなければならない。州/都レベルのプロジェクトである場合は、EAFをPEOに提出する必要がある。

(16) Chapter4

提案プロジェクトの検証のための EIA プロセスの手順

Particle 14

プロジェクト所有者は、第 7 条に記載されているように報告書を作成し、それを MoE に提出し、プロジェクト承認省/機関にコピーを提出する必要がある。

Particle 15

環境省は、第 14 条で説明したように、IEIA 報告書を検証し、プロジェクト所有者およびプロジェクトの承認担当省・機関に対し、検証結果および推奨事項を与える。それは、IEIA 報告書および Pre-Feasibility Study 報告書の登録開始日から 30 営業日以内に実施される。

Particle 16

Chapter 8 で記載したように、対象プロジェクトについて EIA の full report の提出が求められたとき、プロジェクトの所有者または責任者は、プロジェクトの承認省/機関へのプロジェクト投資申請書と一緒に、full report を環境省に提出しなければならない。

Particle 17

MoE は、Particle 16 に記載されている報告書を検証し、EIA および Pre-Feasible Study の受領日から 30 営業日以内にプロジェクト所有者およびプロジェクト承認/機関承認に調査結果および推奨事項を提供しなければならない。

Particle 18

環境省が、Particle 15 及び 17 で記載したように、その調査結果と推奨事項が回答できない場合には、プロジェクトの承認省/機関は、改訂された IEIA または EIA 報告書は、この副法令の基準を遵守していると想定してよい。

Particle 19

プロジェクト承認機関およびプロジェクト所有者としての立場において、プロジェクトオーナーは、本副法令の Chapter 3 および Chapter 4 に記述されているすべての手続きを実

施するものとする。

Particle 20

プロジェクト実施者はプロジェクトを進める前にMoEによって承認されたIEIAおよび/またはEIA報告書の調査結果および推奨事項告を認識しなければならない。

表 2-1-16 EIA 実施が必要となる条件

No.	Type and activities of the projects	Size / Capacity
A	Industrial	
I	Foods, Drinks, Tobacco	
1.	Food processing and caned	≥ 500 Tones/year
2.	All fruit drinks manufacturing	$\geq 1,500$ Litres / day
3.	Fruit manufacturing	≥ 500 ones/year
4.	Orange Juice manufacturing	All sizes
5.	Wine manufacturing	All sizes
6.	Alcohol and Beer brewery	All sizes
7.	Water supply	$\geq 10,000$ Users
8.	Tobacco manufacturing	$\geq 10,000$ Boxes/day
9.	Tobacco leave processing	≥ 350 Tones/ year
10.	Sugar refinery	$\geq 3,000$ Tones / year
11.	Rice mill and cereal grains	$\geq 3,000$ Tones / year
12.	Fish, soy bean, chili, tomato sources	$\geq 500,000$ Litres/ year
II.	Leather tanning, Garment and Textile	
1.	Textile and dyeing factory	All sizes
2.	Garments, washing, printing, dyeing	All sizes
3.	Leather tanning, and glue	All sizes
4.	Sponge- rubber factory	All sizes
III.	Wooden production	
1.	Plywood	$\geq 100,000\text{m}^3$ /year(log)
2.	Artificial wood	$\geq 1,000 \text{ m}^3$ /year (log)
3.	Saw mill	$\geq 50,000\text{m}^3$ /year (log)
IV.	Paper	
1.	Paper factory	All sizes
2.	Pulp and paper processing	All sizes
V.	Plastic, Rubber and Chemical	
1.	Plastic factory	All sizes
2.	Tire factory	≥ 500 Tones /year
3.	Rubber factory	$\geq 1,000$ Tones /year

4.	Battery industry	All sizes
5.	Chemical production industries	All sizes
6.	Chemical fertilizer plants	$\geq 10,000$ Tones /year
7.	Pesticide industry	All sizes
8.	Painting manufacturing	All sizes
9.	Fuel chemical	All sizes
10.	Liquid, powder, solid soaps manufacturing	All sizes

VI		Mining production other than metal
1.	Cement industry	All sizes
2.	Oil refinery	All sizes
3.	Gas factory	All sizes
4.	Construction of oil and gas pipeline	≥ 2 Kilometers
5.	Oil and gas separation and storage facilities	$\geq 1,000,000$ Litres
6.	Fuel stations	$\geq 20,000$ Litres
7.	Mining	All sizes
8.	Glass and bottle factory	All sizes
9.	Bricks, roofing tile manufacturing	150,000 piece /month
10.	Flooring tile manufacturing	90,000 piece /month
11.	Calcium carbide plants	All sizes
12.	Producing of construction materials(Cement)	900 tones/month
13.	Cow oil and motor oil manufacturing	All sizes
14.	Petroleum study research	All sizes
VII		Metal industries
1.	Mechanical industries	All sizes
2.	Mechanical storage factory	All sizes
3.	Mechanical and shipyard enterprise	All sizes
VIII		Metal Processing Industrials
1.	Manufacturing of harms, barbed wires, nets	≥ 300 Tones/month
2.	Steel mill, Irons, Aluminum	All sizes
3.	All kind of smelting	All sizes
IX		Other Industries
1.	Waste processing, burning	All sizes
2.	Waste water treatment plants	All sizes
3.	Power plants	≥ 5 MW
4.	Hydropower	≥ 1 MW
5.	Cotton manufacturing	≥ 15 Tones/month
6.	Animal's food processing	$\geq 10,000$ Tones/year

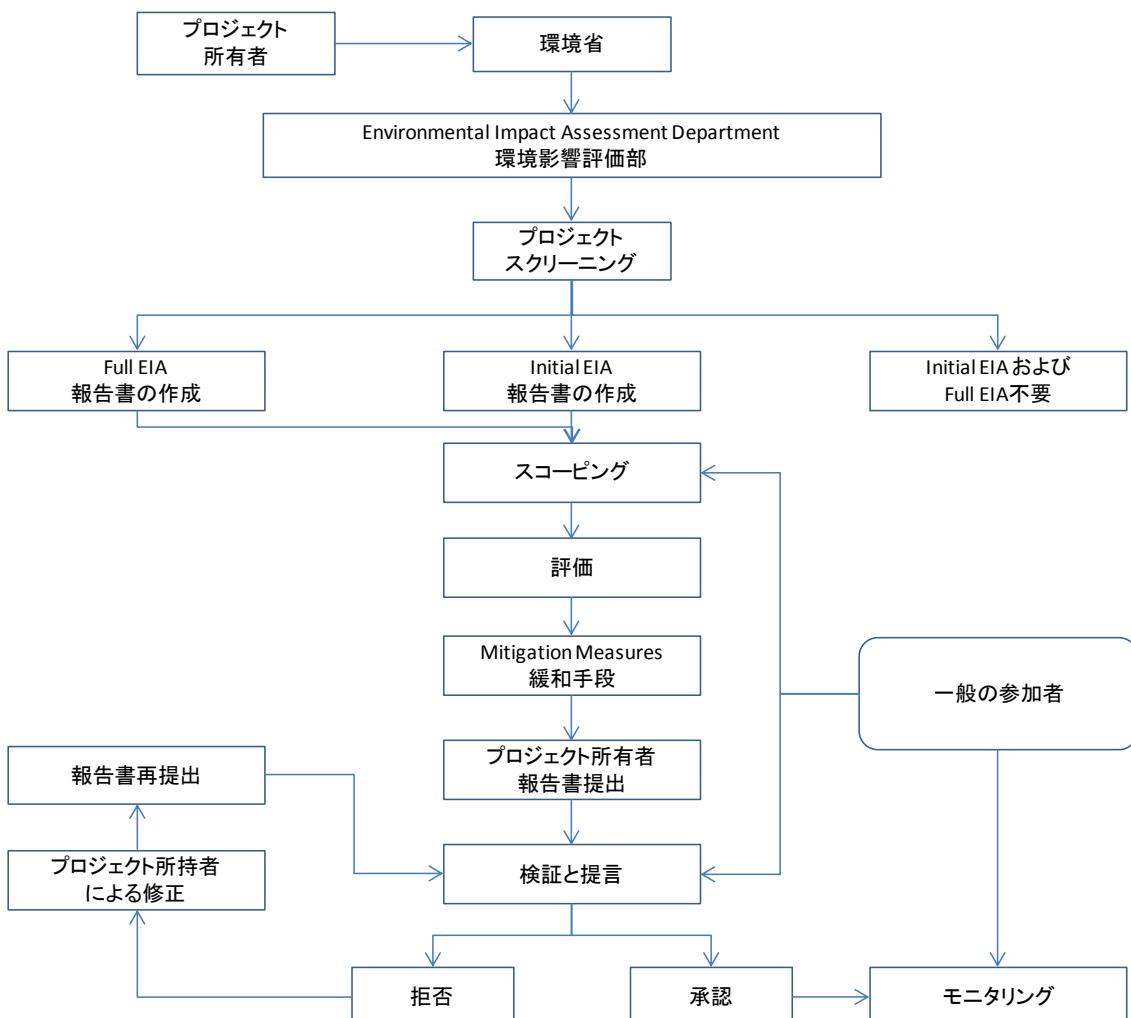
B.		AGRICULTURE
1.	Concession forest	$\geq 10,000$ Hectares
2.	Logging	≥ 500 Hectares
3.	Land covered by forest	≥ 500 Hectares
4.	Agriculture and agro-industrial land	$\geq 10,000$ Hectares
5.	Flooded and coastal forests	All sizes
6.	Irrigation systems	$\geq 5,000$ Hectares
7.	Drainage systems	$\geq 5,000$ Hectares
8.	Fishing ports	All sizes
C.		TOURISM
1.	Tourism areas	≥ 50 Hectares
2.	Goal field	≥ 18 Holes

D.		INFRASTRUCTURE
1.	Urbanization development	All sizes
2.	Industrial zones	All sizes
3.	Construction of bridge-roads	≥ 30 Tones weight
4.	Buildings	Height ≥ 12 m or floor $\geq 8,000$ m ²
5.	Restaurants	≥ 500 Seats
6.	Hotels	≥ 60 Rooms
7.	Hotel adjacent to coastal area	≥ 40 Rooms
8.	National road construction	≥ 100 Kilometers
9.	Railway construction	All sizes
10.	Port construction	All sizes
11.	Air port construction	All sizes
12.	Dredging	$\geq 50,000$ m ³
13.	Damping site	$\geq 200,000$ people

2-1-7 EIA申請・承認プロセス

(17) EIAガイドブックからの抜粋

Guide Book on Environmental Impact Assessment in the Kingdom of Cambodia



出所) GUIDEBOOK on Environmental Impact Assessment in the Kingdom of Cambodia

図 2-1-3 EIA の承認プロセス

A. プロジェクトの提案

プロジェクトの所有者または投資会社は、初期段階において、環境省もしくは地方自治体の環境部局（2MUSD未満のプロジェクトの場合）に対して、プロジェクトサイトに関する書類およびその他の関連文書を添付書類として、投資プロジェクト情報を議論のために提出する必要がある。

この段階で、プロジェクトオーナーは、環境省もしくは環境部局に提出した投資プロジェクトがどのような法的義務を果たす必要があるかを知りたいと考えている。したがって、環境省（環境影響評価部）または地方の環境部局は、下記の（b）の条件に基づいてプロジェ

クトを審査し、選択する必要がある。

B.プロジェクトスクリーニング

一般的に、プロジェクトスクリーニングとして、プロジェクトの種類または規模に応じて Initial EIA が必要かまたは Full EIA が必要かを法律及び副法令に基づいて、環境省によって決定される。

法的文書の Annex リストに記載されていない投資プロジェクトの場合、MoE は影響の大きさを判断するための代替リストを使用することができる。このリストは、以下に詳細に説明するように、プロジェクトが EIA の実施を必要とするか否かを示す。

- ・環境に深刻な影響を与えるプロジェクトの場合、プロジェクト所有者は Full EIA 報告書を作成する必要がある。

- ・環境への影響が中規模なプロジェクトの場合、Initial EIA 報告書を作成する必要があります。

- ・以下に示す 3 つのタイプのプロジェクトの場合、プロジェクトオーナーは、EIA レポートを作成する必要はない。そのようなプロジェクトには 3 つのタイプがあります：

- 1.政府が特別で緊急に必要と判断したプロジェクト。

- 2.環境管理計画（EMP）を要求する場合。

- 3.副法令 Annex に規定されていないプロジェクトで、例えば衣服工場のような小規模な環境影響を有するプロジェクトで、環境保護契約を要求する場合。

C. プロジェクトスコーピング

プロジェクトスコーピングは、プロジェクトスクリーニングの終了後に EIA で実施される最初の段階である。この段階は、いくつかのコンポーネントを以下のように決定するために、Initial EIA または Full EIA で先めて本質的である。

- ・環境影響評価で検討すべきパラメータを決定する。

- ・ステークホルダーを決定し、情報を提供する。

- ・調査の範囲を決定する。

- ・民衆の参加方法と調査方法について合意する。

- ・検討される影響の概念を決定する。

- ・参照用語の確立。

このプロジェクトのスコーピング段階にあるステークホルダーは誰か

環境影響評価のプロジェクトスコーピング段階のステークホルダーは以下のとおり。

- ・環境省 環境影響評価部

- ・プロジェクトの所有者

- ・環境影響評価コンサルタントおよびその他の専門家

- ・その他の責任機関

- ・プロジェクト影響を受けるコミュニティ/民衆

- ・コミュニティ/民衆受益者。

D. 環境影響評価

Initial または Full EIA における環境への影響を分析するには、次の 3 つのことを行なう必要がある。(1) 影響の種類、(2) 影響の規模と範囲を可能なレベルでの予測、(3) 影響の概念の決定

環境への影響は、既存の環境の形態を変える可能性があり、直接的または間接的に影響を累積し得る。これらの変化は、調査の制約または時間を超えて変化する可能性があり、正負双方の影響を有する異なる生態系システム（生体系システムの種類）および、社会水準（個人から社会へ）に見られる。

調査の制約または時間を超えて変化する可能性のある異なる生態系および社会レベルで見られ、負の影響および肯定的な影響を含む。

直接影響には、環境とプロジェクト活動との間の直接的な相互作用によって引き起こされる環境要素の変化が含まれる。

間接影響は、環境と直接要因との間での間接的な相互作用によって引き起こされる。累積的な影響には、人間の活動によって引き起こされる環境変化の組み合わせが含まれる。

環境被害は既存の資源に極端な変化をもたらし、人や動物の健康に重大な負担をかけるだけでなく、現在および将来の災害を引き起こす可能性がある。

E. 環境影響緩和手段

環境への影響緩和手段とは、プロジェクト活動に起因するマイナスの環境影響を回避または軽減するための活動または措置を計画に織り込むこと。

(18) 対象プロジェクトの EIA 申請

2017 年 8 月 8 日の Sustainat Green へのヒアリングに基づく。

対象プロジェクトは、一般廃棄物を燃料資源としてとらえ、嫌気性発酵で発生するメタンガスを利用し、発電（5MW 未満）及び熱の供給を行うもので、発酵残渣は肥料として利用することを想定している。

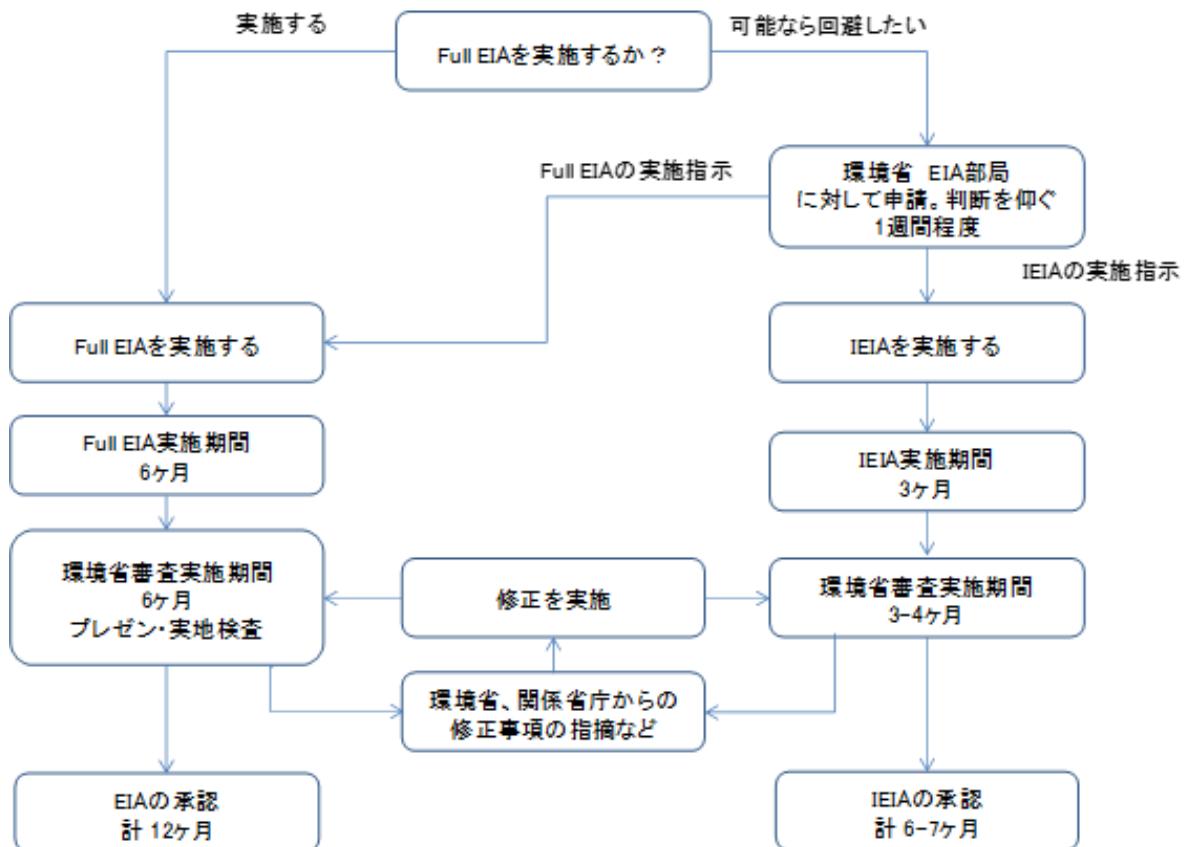
環境省に最初に必要書類を提出する。書類は、プロジェクトのマスタープラン、FS の報告書、技術レポート（事業のプロセスごと、倉庫（屋根の有無など））である。環境省に提出した後、環境省がどの範囲で影響評価を行うのか、又は行わないのかを決定する。

カンボジアにおける環境影響評価には、IEIA、EIA の 2 種類がある。廃棄物処理は必ずフル EIA が必要となる。

中間処理だとしても 廃棄物の処理であることからフルにやる必要はある。一時点なスト

ックにおける悪臭なども考慮する必要があるためである。

以下は、EIA 手続きのプロセス及び審査期間の予想についてのフロー図である。



出所) ヒアリングに基づきみづほ情報総研作成

図 2-1-4 IEIA、EIA の実施手続き

EIA: Environmental Impact Assessment

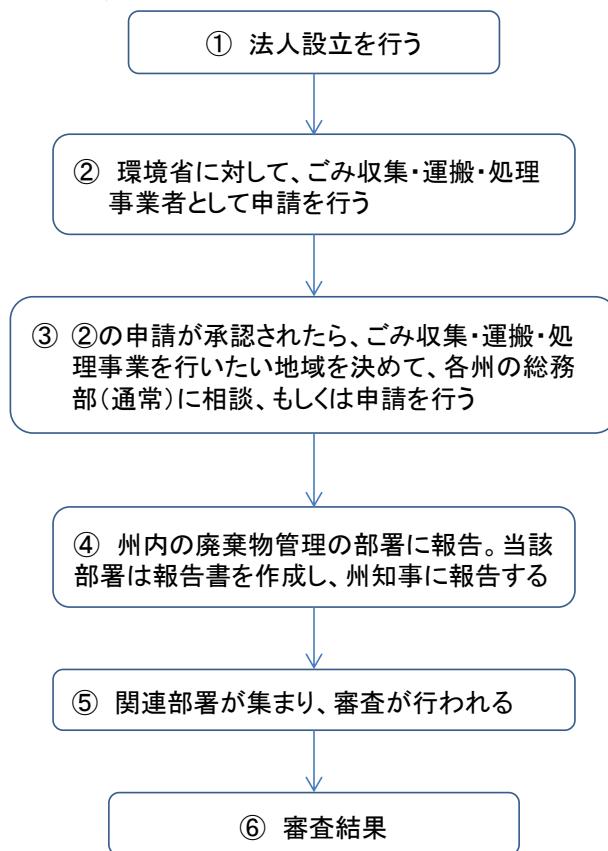
IEIA: Initial Environmental Impact Assessment

(19) 廃棄物処理事業申請

廃棄物処理事業者申請

以下はプロンペン都環境局へのヒアリング結果（2017年8月9日）に基づく。

- ① 法人設立を行う。100%外資でも問題ない。規制する法律は見当たらない。
- ② 環境省に対して、事業者としての申請を行う。
- ③ ②の申請が承認されたら、ごみ収集、運搬、処理事業を行いたい地域を決めて、各州の一般には総務部に相談、もしくは申請を行う。
- ④ 州内の廃棄物管理の部署に報告。当該部署は報告書を作成し、州知事に報告する。
- ⑤ 関連部署が集まり、審査が行われる。



出所) ヒアリングに基づきみづほ情報総研作成

図 2-1-5 廃棄物処理事業者としての申請手続き

埋立地に輸送された一般廃棄物は、プロンペン都が所有している。現在、プロンペン都が民間企業のシントリーに対し、プロンペン都内100%のごみ収集、ごみ処分場への運搬事業を委託している。その際、契約は、プロンペン都とシントリーとの直接契約となっている。当初、この2社間の契約期間は50年間であったが、2015年に発行された政令1135、32条により、契約期間は10年以内に限定された。ここから、10年ごとにシントリー以外の事業者も、プロンペン都に対し廃棄物処理事業者としての申請が可能になったと推察される。

2－2 電力セクターにおける基本法および規制

2－2－1 カンボジア王国電気法

カンボジア王国の電気法は、2000年11月6日に国会で採択された。この法律は2001年2月2日に、王国令 ROYAL DECREE No. NS/RKM/0201/03 によって最終的に公布された。この法律の目的は、カンボジア王国全体に対する電力供給の枠組みを統治し、整えることである。この法律は、電力、サービスの提供、電力の使用、その他の関連する電力部門の活動を含む。

本法律においてカンボジア電力庁 Electricity Authority of Cambodia (EAC)の設立を認めている。EAC は、王国政府により承認された合法的な公共機関であり、電力セクターの規制に関する権限が認められた自治機関である。

いかなる発電所のオペレータもしくは電力サービスの提供者は、EAC が発行したライセンスの条項に従わなければならない。

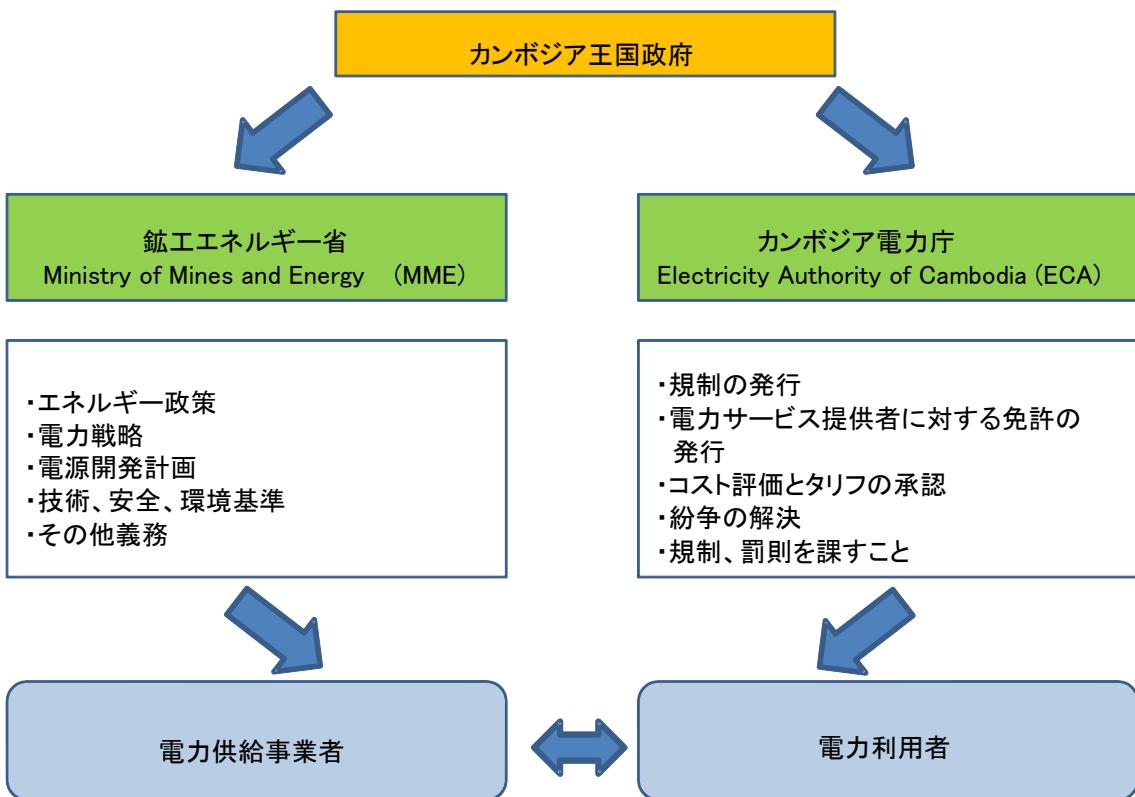
EAC によって発効された規則、命令および決定は、電気法に従って執行可能である。EAC は、いかなる違反に対しても、カンボジア王国の裁判所に訴状を提出する権限がある。

この法律は、消費者のみならずサービス提供者に対し、権限、義務、罰則を与えており、それは、電力利用に関わるビジネスにおける公正な条件を確立するためである。

鉱工・エネルギー省の責任は、政府の政策、戦略、計画の設定および管理義務を通じて、電力セクターが向かうべきパスを策定することである。また、電力セクターにおける技術基準(Technical Standard)を設定する責任も負っている。

EAC の責任は、規則、規制、手続きを発効する責任を負うと共に、電力供給者及び消費者双方の監視、ガイド、調整を行うと共に、双方に対し鉱工・エネルギー省により策定された政策、ガイドライン、技術基準に従わせることも含んでいる。

EAC は、サービスの提供および電力利用が効率的、高品質、持続的かつ透明な方法で実施されることを保証しなければならない。



出所)Report on Power Sector of the Kingdom of Cambodia 2016 Edition

図 2-2-1 MME と EAC の役割分担

2 – 2 – 2 カンボジア電力庁の権限および義務

Powers and Duties of Electricity Authority of Cambodia

カンボジア王国の電気法 7 条によれば、EAC は以下の権限と義務を有する。

- 電気法第 29 条に規定されている電力サービスであり、電気供給のためのライセンスの発行、改訂、一時停止、取り消し、または却下すること。
- ライセンス取得者による電力サービスのタリフ率、料金、契約条件を承認する。ただし、それらのレートもしくは料金および契約条件が、競争市場を基準とした手続きに従って設定されていると EAC が認める場合を除く。
- ライセンス取得者による投資プログラムに対する規制、手続きおよび基準を強化する。
- ライセンス取得者の財務活動および企業組織構造の評価を行う。それら活動および組織が電力セクターの運用及び電力供給の効率に直接影響を与える程度まで実施する。
- ライセンス取得者の業績基準の承認及び強化
- 苦情および紛争が免許条件違反に関連する限り、ライセンシーに関わる消費者の苦情および契約紛争を評価し解決する。
- すべてのライセンシーに対して統一された会計システムを承認し実施する。
- 政府及び公衆の利益のために、ライセンシーから受領した電力分野及び関連情報の報告書を作成し公表すること。

- i) ライセンシーに適用される手数料を処方すること。
- j) カンボジアの電気当局がこの法律第3条に規定されている透明性の原則を確実に遵守するために、その職務の範囲内でその活動について公衆に通知する手順を決定すること。
- (k) 規則および規則を発効、適切な秩序の創出、電力サービスの一時的かつ永続的な差止命令の発効。
- (l) カンボジアの電力庁の法律に基づく基準および規制の違反に対し、金銭的罰金を科すために、電源の切断、免許の一時停止または取消しを行う。
- (m) 電力サービス提供者および消費者に対し、国家のエネルギー安全保障、経済、環境およびその他の政府の政策に関わる規則に従うことを要求する。
- (n) 上記のいかなる義務について偶発または結果として出現する機能を実行する。
- (o) カンボジアの電力庁の専門家/顧問を含む役員または従業員の雇用条件を確立すること

2-2-3 法律文書

Legal Documents for Regulating Electric Power Services and use of Electricity

表 2-2-2 電力サービスおよび電力の使用に関する法律文書

分類	概要
1.Law	電力セクターを管理、規制するためのカンボジア王国の電気法及びその他法律。本法律は電力セクターの全ての活動を規制する際の主要な法律であると同時に、電力セクターを管理、規制するために必要となるその他の法律文書整えるための主な基盤ともなる。
2.Legal Documents of Government Class	王立政令の Sub decree (副法令)、決定、通知など。 これらの文書は、電力部門の方針を決定し、電力分野における活動を規制するためのものであり、電気法の条項に基づき王立政府によって発行されたものである。法律で定義されていない電力部門の主要な原則は、申請に対し王立政府の標準文書として発効されることも可能である。
3.Legal Documents of Ministry Class	鉱工エネルギー省の宣言（プラカ）と決定。これらは、鉱工エネルギー省の義務に基づく作業を管理するためのもので、政策、開発、計画、戦略、技術基準、以下に示す電力分野におけるその他の決定など <ul style="list-style-type: none"> - 短期、中期および長期の電力部門のリハビリおよび開発への投資； - 再編、民間部門の参加、公共事業民営化 - 発電における国内原産のエネルギー資源の利用促進。 - 電気の輸出入に関する計画と合意 - 電気の消費者に関する特定クラスの顧客、優先先に対する補助

	金支出。 <ul style="list-style-type: none"> - 発電、送電、配電および電力消費における効率性の推進、カンボジアの包括的電力保全プログラムの作成に向けた措置 - 電力部門の緊急対応とエネルギーの安全保障戦略
4. Legal Documents of EAC	電気法の枠組みの下、EAC によって発行される EAC のライセンス、規制、手続きおよび決定。これらの文書は、カンボジア王国における電力サービスと電力の使用を管理および規制するための文書である。

出所)Report on Power Sector of the Kingdom of Cambodia 2016 Edition

カンボジア王国における 2015 年末までの電力サービス提供と電力使用の管理と規制のために準備され施行された法的文書を以下の表に示す。

表 2-2-3 電力サービス提供と電力使用の管理と規制に関わる法的文書

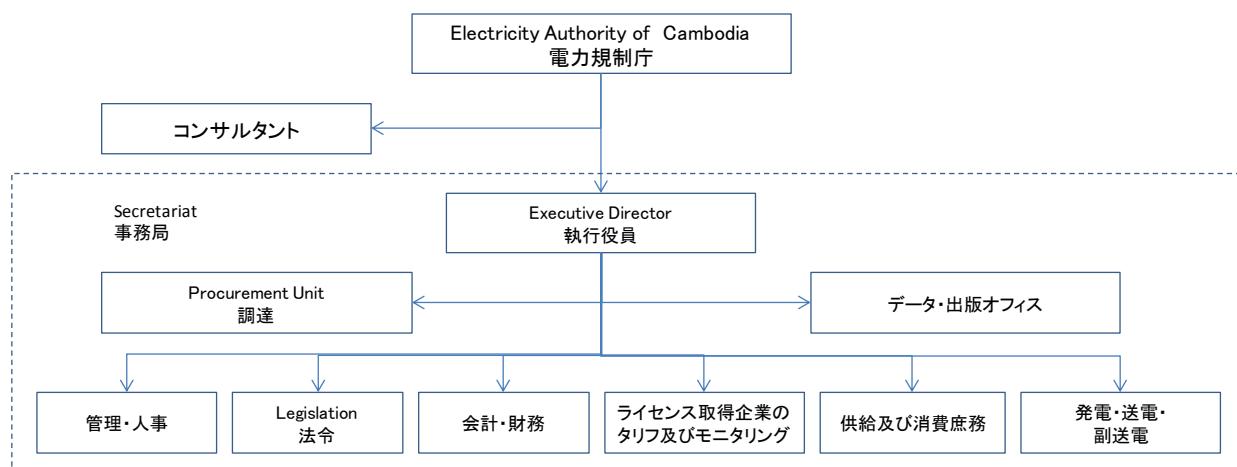
No.	標準文書の名前	施行者	施行日
1	・カンボジア王国の電気法 ・カンボジア王国電気法第 9 条の修正 ・カンボジア王国電気法第 3,4,5,26,27, 28,42,74 条の修正	The King	February 2, 2001 June 22, 2007 May 18, 2015
2	・カンボジア王国の電気事業者に適用される最大使用料率の副法令(Sub decree)	王立政府	December 27, 2001
3	・電力ライセンスの発行、改訂、一時停止、取消し、または却下するための手続き ・修正 1 ・修正 2	EAC	September 14, 2001 December 12, 2002 March 16, 2004
4	・カンボジア王国における電力供給の一般的条件に関する規則 ・修正 1	EAC	January 17, 2003 December 17, 2004
5	カンボジア王国における送配電網の拡張規則	EAC	October 28, 2003
6	カンボジア王国の電力供給業者の総合的な性能基準に関する規則	EAC	April 2, 2004
7	EAC への苦情申立手続および EAC による苦情解決の手続き	EAC	April 2, 2004
8	カンボジア王国の電力技術基準の一般要件 修正 1	鉱工エネルギー省	July 16, 2004 August 9, 2007
9	カンボジア王国の農村電力基金の創設に関する Sub decree (副法令)	The King	December 4, 2004
10	電気事業における合理的コストを決定する	王立政府	April 8, 2005

	ための原則に関する Sub decree (副法令)		
11	カンボジア王国における特別目的送電ライセンスの発効に対する原則および条件に関する宣言（プラカ）	鉱工エネルギー省	July 21, 2006
12	カンボジア王国の電力技術基準の具体的要件	鉱工エネルギー省	July 17, 2007
13	カンボジア王国における電気料金規制のための一般原則に関する規則	EAC	October 26, 2007
14	データのモニタリング、適用、見直し、および電気料金の決定手順	EAC	October 26, 2007
15	Grid Code	EAC	May 22, 2009

出所)Report on Power Sector of the Kingdom of Cambodia 2016 Edition

Electricity Authority of Cambodia の組織

電力庁の組織図を以下に示す。



出所)Report on Power Sector of the Kingdom of Cambodia 2016 Edition

図 2-2-1 EAC の組織図

2 – 2 – 4 電力サービス提供のためのライセンス

カンボジア王国のライセンスとライセンス取得者に関する情報

電気事業者は、電気法の規定に従い、EAC が発行したライセンスの保持、電力法、ライセンスの規定、EAC によって発行された規則および手続を遵守する必要がある。ライセンスは、ライセンス取得者に、ライセンスで規定された条項（ライセンス条項と呼ばれる）に従って電力サービスを提供することを許可する。ライセンスには 2 つの主要な部分からなる。

- a) 電力サービスの提供権を与える決定
- b) 免許の条件

EAC によって発効および規定されるライセンスの種類は以下のとおりである。

- 1) 発電ライセンス：特定された発電設備から発電する権利を付与する。
- 2) 送電ライセンス：送電サービスを提供する権利を付与する。

送電ライセンスには、国家送電ライセンスと特別目的送電ライセンスの 2 種類がある。

2-1) 国家送電ライセンスは、政府の管理下にある国営の発送電企業にのみ発効することが可能であり、カンボジア王国全体の配電会社および大口電力消費者に電力を送電する権利を有する

2-2) 特別目的送電ライセンスは、特定目的のためにカンボジア王国において、特定の送電設備を建設、所有、運営する権利を付与する。

- 3) 配電ライセンス：決定された連続した地域で配電サービスを提供する権利を付与する。
- 4) Consolidated License（統合ライセンス）：ライセンスの一部またはすべてのタイプの組み合わせを認めるライセンスである。統合ライセンスは EDC および独立系統に対して発効することが可能であり、発電、送電、配電、消費者への販売を行う権利を与える。統合ライセンスを発効するにあたり、EAC は、消費者に向けた電力供給の限界コストを長期的な視点で削減し、電力網を確立し、カンボジア王国全体に渡ってこのグリッドを精力的に拡大する。
- 5) Dispatch License：送電網および配電システムへの送電および受電を促進するための Dispatch Facility を制御、管理、および運転する権利を付与する。
- 6) Bulk Sale License：発電事業者もしくは隣国の発電システムからの電力を購入し、配電事業者もしくは電力系統に連結している大口顧客に対して売電するための権利を付与する。
- 7) Retail License：連続したサービス領域内の消費者への電力販売契約を行う権利を付与する。
- 8) Subcontract License：既存ライセンス所持者との間の下請け契約に基づいて電力サービスを提供する権利を付与する。

Type and Number of Licenses issued and valid

表 2-2-4 ライセンスタイプごとの発効・有効ライセンス数

No.	発効されたライセンス種別	2014 年末 時点の有 効ライセ ンス	2015 年中 の発効	2015 年中 の失効	2015 年中 のライセ ンスタイ プの変更	2015 年末 時点の有 効ライセ ンス
1	Consolidated License consisting of Generation, Distribution and National Transmission Licenses	1				1
2	Generation License	21		1		20
3	Special Purpose Transmission License	7				7
4	Consolidated License	139	10	3	+21	167

	consisting of Special Purpose Transmission and Distribution Licenses					
5	Distribution License	4	1			5
6	Retail License					
7	Consolidated License consisting of Generation and Distribution Licenses	181	2	5	-21	157
	TOTAL	360	15	9		366

出所)Report on Power Sector of the Kingdom of Cambodia 2016 Edition

2－2－5 EAC の予算とライセンス料

カンボジアの電力庁は、カンボジア王国のすべての電力サービス提供者と電気利用者の利益のために活動する自治機関である。したがって、EAC の運用のための支出は、すべての電力サービス提供者がライセンス料の支払いの形で負担することになっている。電力法第 27 条は、EAC が自らの事業運営のための自主予算を保有することを規定している。この予算は、応募者及び EAC が決定したライセンス取得者によって支払われるライセンスフィーによって賄われる。

電力法では、EAC が課すライセンス料金を管理するために、「最大ライセンス料は、王立政府 Sub Decree（副法令）によって決定される」という条項が追加されている。王国政府は、カンボジア王国電気法の規定に基づき、2001 年 12 月 27 日付けの電力サービス提供者に適用される最大のライセンス料を決定する政令 第 131-OR-N-KR / BK を発効した。

電力法によれば、EAC は、Sub Decree（副法令）によって定められた最大ライセンス料に基づいて、毎年ライセンス取得者が支払うライセンス料の割合を決定する。2015 年、EAC は、ライセンス取得者によって支払われるライセンス料を 2016 年 3 月 16 日付の通知番号 082-SR-15-EAC で決定した。いくつかの種類のライセンスのライセンス料率が低下している。2014 年および 2015 年に決定されたライセンス料を以下の表に示す。

表 2-2-5 ライセンス取得者によって支払われるライセンス料

種類	Riel /kWh	
	2014 年	2015 年
発電された電気又は他国から購入された電気	1.20	1.15
送電	0.50	0.40
配電および販売	0.60	0.50
小売	0.30	0.30
その他ビスのライセンスフィー	0.1%	0.1%

Press Release

Power Purchase Agreement Signing Ceremony Between
Electricité Du Cambodge (EDC) and Sunseap Asset (Cambodia) Co., Ltd
for 10MW Solar Farm in Bavet City, Svay Rieng Province, Cambodia
on 29th August 2016 at Sofitel Phnom Penh Phoketra, Phnom Penh, Cambodia



The total power demand of Bavet City and Svay Rieng Province is about 40MW and only 20MW is imported from Vietnam. To meet the power demand, EDC has to construct 115kV transmission line (around 140 km) from Phnom Penh with 115/22kV Chrak Metes Substation near Bavet City. In the meantime, the RGC launched the first project of 10MW Solar Farm as renewable energy on BOO basis for a period of 20 years to supply electricity to this Bavet City and the surrounding area. This project will be connected to the EDC's national grid, once the 115kV transmission line from Phnom Penh is commissioned.

This 10MW Solar Farm Project bidding was launched on 3rd February 2016 by inviting the National and International bidders for participation. A total of 35 companies collected the bid documents and 5 companies submitted the proposals on 22nd March 2016, out of which 3 companies were technically qualified. The financial proposals of the 3 qualified companies were opened on 17th May 2016 for evaluation and Sunseap International Pte Ltd. (Parent Company of Sunseap Asset (Cambodia) Co., Ltd) won the bid with the lowest tariff rate of 9.1 US cents per kWh.

The total project cost will be 12.5 million USD with potential financial support from Asian Development Bank. According to the present schedule, this project will be put into commercial operation within 12 months from the date of signing of the PPA. However, the company is directed to make all arrangements to complete the project in the 1st semester of 2017 (construction around 6 months) itself so as to meet the power demand of Bavet City and Svay Rieng Province during the dry season.

Solar energy generated through this project will not only provide clean renewable energy to the community but also help diversify Cambodia's energy mix which is currently made up fossil fuels, Bio mass, hydro and coal.

This solar project is expected to create employment for more than 100 people in the solar sector in addition providing additional source of income for the population which currently relies mainly on tourism and manufacturing as its main economic activities in Bavet City.

☒ 2-2-2 Signing ceremony for 10MW Solar PPP between EDC and Sunseap Asset Co.,ltd

2－3 土地所有に関する情報収集

2－3－1 外国人に対する制限

カンボジアでは、以下の法律により外国人による土地の直接所有が認められていない。

外国人に対する土地所有の制限を保証する法律

The Constitution _930921

THE CONSTITUTION OF THE KINGDOM OF CAMBODIA

This Constitution was adopted by the Constitutional Assembly in Phnom Penh on September 21, 1993 at its 2nd Plenary Session.

Article 44:

すべての国民、個別または集団が所有権を有するものとする。 クメールの法人とクメール国籍の市民のみが土地を所有する権利を持つ。法的所有権は、法律によって保護される。任意の国民から財産を没収する権利は、法律に定められている公益が満たされる場合においてのみ行使され、公平かつ公正な事前の補償を必要とする。

2－3－2 土地所有権の整理

(20) ハードタイトル :

ハードタイトルはカンボジアの財産所有権の最も強い形態であり、カンボジアにおける最も良の土地所有権である。

ハードタイトルは、国土管理都市計画建設省(Ministry of Land Management, Urban Planning and Construction(MLMUPC)) が提供する所有権証明書である。

ハードタイトルには、国家レベルで MLMUPC と土地台帳オフィスが正式に認定し、証明した詳細な情報が含まれている。ハードタイトル取引が発生すると、4%の移転税が適用される。

経済財務省の税務総局 (General Department of Taxation of Ministry of Economy and Finance)によれば、登記税は、売却、交換、贈答、企業の資本投下の形式での土地の所有権移転もしくは建物を除く土地占有権の移転に対して 4%課税される。

<http://www.tax.gov.kh/en/breg.php>

(21) ソフトタイトル :

地方政府レベルで認められているカンボジアの土地所有権である。ソフトタイトルは、地

元のサンカトまたは郡オフィスによって提供され、国家レベルでは登記されていない。商習慣上は、依然として占有状態とみなされており、所有権移転税と手数料を避けるために、不動産取引の多くは依然としてソフトタイトルで行われているとの報告もある。

しかし、ほとんどの新しい主要開発プロジェクトは、最も信頼性のあるカンボジアの土地のタイトルであるため、ハードタイトルを対象に取引されている。

(22) プライベートオーナーシップ :

共同所有の建物における私的所有権は、所有権の最新の形態であり、外国人がカンボジアで財産を法的に所有することを可能にする。これは、より一般的にストラタタイトル(Strata Title)として知られている。あまり一般的ではないカンボジアの土地のタイトルではあるが、その数は急激に増加している。

2010年5月24日に「外国人の所有に関する法律」が公布された。この法律は、外国人による所有を共同所有の建物に限定している。外国人はいまだ土地 자체を所有することはできない。共同所有建物とは、複数の所有者が居住している建物または建設物であり、おのおのの共同所有者が排他的に使用する部分（私設ユニット）と、共同所有者の共通スペースである部分によって構成される。ストラタタイトルは近年、商業ビル、特に共有オフィス複合施設に対しても拡張された。

Law on Providing Foreigners with Ownership Rights in Private Units of Co-Owned Buildings
Promulgated : May 24, 2010

注) 州は郡(srōk, district)に分かれる。郡はクム(khum)とサンカト(sangkat)からなり、プノンペン(特別市)はカン(khan, section)に、カンはサンカトに分かれる。クムとサンカトは村(village)に分かれる。

(23) LMAP タイトル :

カンボジアでは、国土管理都市計画建設省(MLMUPC)による土地所有権の保安を改善するために、世界銀行によって LMAP (Land Management and Administration Project) と呼ばれる土地管理監督プロジェクトが導入されている。

このスキームの下では、国内の全ての土地に対して、GPS 座標が登録されている。既に LMAP のタイトルを保有している場合、土地の境界は隣接する所有者間で合意されており、境界紛争が解決されている。これも安全なタイプのタイトルと推測される。

2 – 3 – 3 土地リース

(24) リース期間

2011年12月に施行された民法(Civil Code)では、長期リースを Permanent Lease と呼び、最長50年間 (Article 247 of the Civil Code)を越えないものと制限している。一方で、このPermanent Lease は、更新が可能であり、この更新期間も都度50年間を超えないものとなっている。

2 – 2 – 4 源泉徴収税 (Withholding Tax)

Instruction No. 18410

Obligations to withhold taxes on film businesses and real estate companies

General Department of Taxation 命令番号 18410

映画事業および不動産会社に対する源泉徴収義務

GDT(General Department of Taxation)は、不動産会社の映画制作会社およびサブリース事業のための税法に関する第25条(新)および26条(新)の実施に関するガイドラインを提供するための命令番号18410を発行しました。この指示のもとで、源泉徴収税(WHT)義務の実施は以下の通りです。

カンボジアの不動産を借りる不動産会社は、不動産の元の所有者に賃貸料の支払いに10%のWHTを控除する義務があります。不動産会社が自己申告納税者の顧客に不動産を譲渡する場合、顧客は不動産会社に賃貸料を納付するための源泉徴収を要求されません。WHTは不動産会社が不動産の元の所有者に賃貸料を支払ったときに一度だけ適用されます。

2-4 カンボジアでの支援体制

2-4-1 カンボジアにおける廃棄物管理

カンボジアでは環境法及び、政令、省令により廃棄物の管理を行っている。一般廃棄物の管理は政令36号と113号に従い、担当局・関係局・関係者がそれぞれの役割分担により実施する。政令は以下のように定められている。

(1) 政令36号：固形廃棄物管理

CHAPTER 2（一般廃棄物管理）※関係する条文のみ記載

第4条：

州・都の一般ゴミを安全に管理できるよう、環境省が収集運搬、保管、リサイクル、削減方法、処分場についてガイドラインを作成する。州・都行政が当局の管理範囲の短期・長期の廃棄物管理計画を作成する。

第5条：

収集運搬、リサイクル、削減方法、処分場管理は各州・都行政の責任において行う。

第5条第一の文章を実施するため、環境省が発行した騒音・廃棄物管理省令を守る事。

第6条：

環境省が州・都の一般廃棄物の収集運搬・保管・リサイクル・削減方法・処分方法を審査する。

第8条：

一般廃棄物の処分場、焼却施設、保管施設、リサイクル施設を設置するためには環境省より許可を取得する必要がある。

(2) 政令113号：都市ゴミ管理

都市ゴミ管理の効率化を目指し、113号政令が発行された。廃棄物管理に係る関係者の役割を決め、州・都から区・市・郡(Khan、City、District)等の行政区に実務を移行した。そして、排出者が廃棄物管理に関する知識や理解を深め、適正な廃棄物処理に貢献できる体制づくりを目指すこととしている。

主な関係局・責任は下記の通り：

1) 環境省(MOE)：環境保護法に基づき各種環境問題を扱う樹幹官庁

- ・関係局と協力しながら、都市廃棄物の管理戦略計画作成
- ・都市廃棄物管理について、担当の行政区(市、郡)に対する技術的アドバイスと組織能力向上を図る
- ・廃棄物に関する投資などの募集、支援する
- ・廃棄物管理についての教育・発生削減(3R)の活動に対し関係行政区を支援する。
- ・廃棄物管理に関する審査・評価を行う。

2) 内務省(MOI)：廃棄物管理を行う行政区(州・都の下部組織)の監督官庁

- ・MOEに協力・支援して行政区の組織能力向上を図る。
- ・行政区の廃棄物管理を支援する。
- ・廃棄物管理に関する審査・評価を行う。

3) 州・都：行政区の上部組織。行政区による廃棄物管理を支援

- ・廃棄物管理条例を遵守するためのガイドライン等を作成する。
- ・行政区による廃棄物管理ための活動計画・予算計画の作成を支援する。
- ・廃棄物収集運搬・清掃・処分場等のサービス事業の起業を支援する。
- ・行政区を支援するための各種事業を募集する。
- ・3Rに関する活動を支援する。
- ・行政区の廃棄物管理サービスを支援する。

・廃棄物管理に関する審査・評価を行う。

4) 州・都環境局：州・都の廃棄物管理に係る支援

- ・環境に関する知識・3R実施の励行
- ・首都行政（Sub Nation Administration）の廃棄物管理計画作成に参画する。
- ・廃棄物処理関連事業に対する技術的なアドバイスを行う。
- ・廃棄物管理に関する 審査・評価を行う。
- ・廃棄物管理の状況に関し年間報告をまとめる。

5) 区・市・郡（Khan、 City、 District）：廃棄物管理の主体となる行政区

- ・年間廃棄物管理活動・予算計画を作成する。
- ・活動計画所に基づき廃棄物管理活動を行う
- ・清掃・収集運搬・処分場等の事業の構築・運営を行う。
- ・3Rに関する教育活動を実施し、3R活動事業を支援する。
- ・廃棄物管理を遂行するため、必要に応じて自行政の下部組織に廃棄物管理の担当部署を設置する。

6) 町（Sankat、 Commune）：区・市・郡の下部行政組織

- ・上部組織である区・市・郡が指定する業務を実施する。
- ・清掃・収集運搬の状況をチェックする。
- ・清掃・収集運搬におけるトラブルを解決する。
- ・法令遵守の励行。

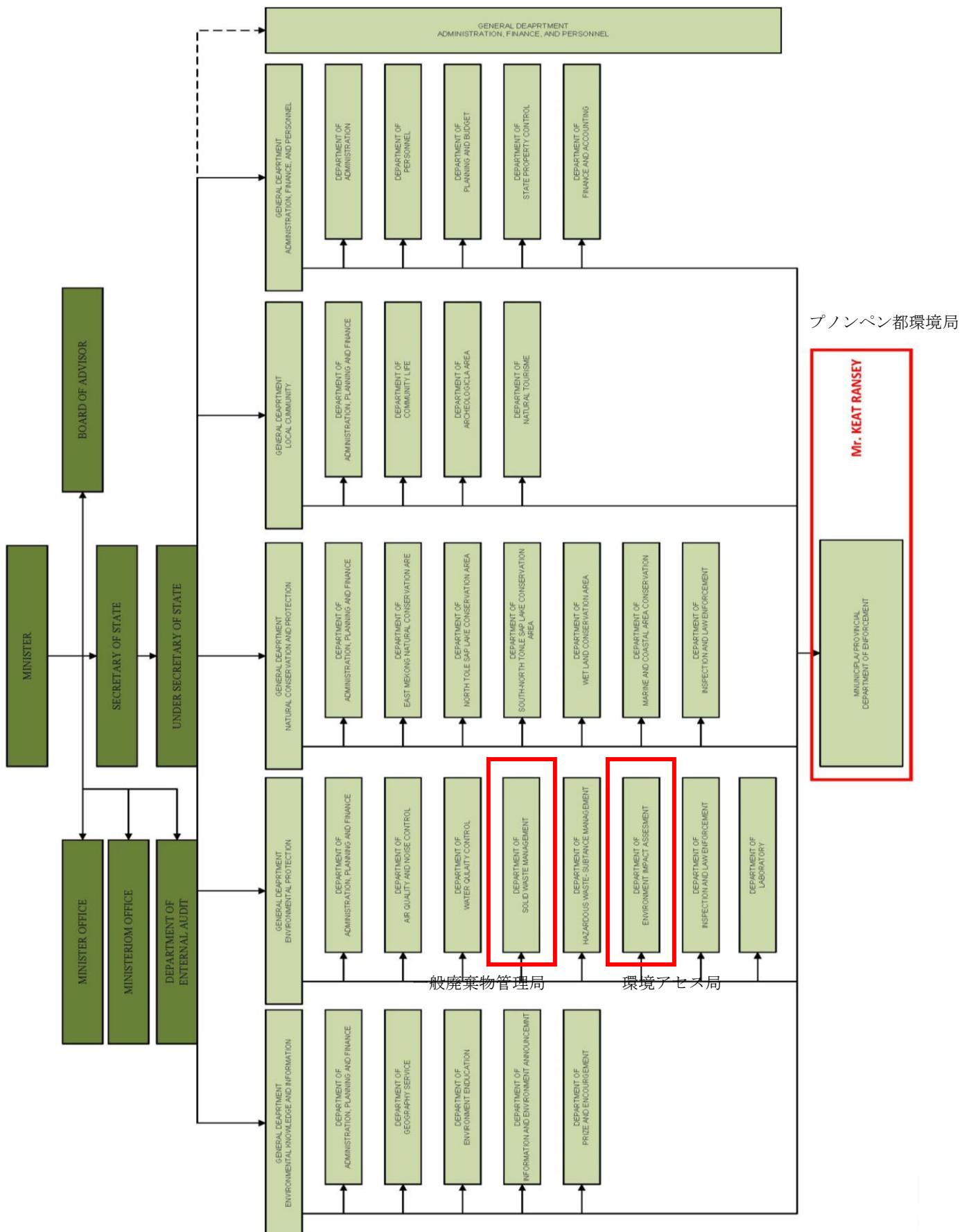


図 2-4-1 カンボジア環境省の組織
赤枠：本事業に関する部局

2-4-2 プノンペン廃棄物関連の概要・制度

プノンペン都では廃棄物管理局(WMD)が廃棄物管理の所管部署となる。一般廃棄物の収集サービスについてプノンペン都は、2002年に50年の長期契約でCINTRIに収集運搬事業を委託した。そのため、2015年に発行した113号政令では、収集運搬サービス契約期間(10年)等、プノンペン都には当てはまらない部分がある。政令113号によると、プノンペン都は廃棄物管理を下部行政区である区に移管する必要があるのだが、現在、WMDが都全体を直接管理している。

CINTRIは契約上、プノンペン都全域の回収・運搬を行うこととなっているが、実際は70%しか行っておらず、残りの30%は、人口密度が少なく埋立処分場からも離れた地域のため、収集を行っていない。廃棄物の収集運搬事業はライセンス制となっており、現在、4事業者がライセンスを取得済みである。

収集した一般廃棄物は2009年に稼働開始したDangkao処分場に運搬し、オープンダンピングで埋立て処分している。運搬されるゴミの量は増加の一途を辿っている。Dangkao処分場はA、B、C、Dの4ブロックに区分けされている。現在、A、Bは埋立完了して覆土されており、Cブロックもほぼ満杯状態でDブロックにもかなりの量が埋め立てられている。現在の埋立量及び今後の増加を踏まえると、3~5年以内でDangkao処分場は満杯になると見込まれており、プノンペン都は新しい処分場の候補地を探すことを検討中である。都ではDangkao処分場を延命化するため、埋立てゴミ量を削減できるゴミリサイクル・処理事業の提案を受け入れている。これらの事業予定地としてDangkao処分場に約2haの専用地が用意されている。

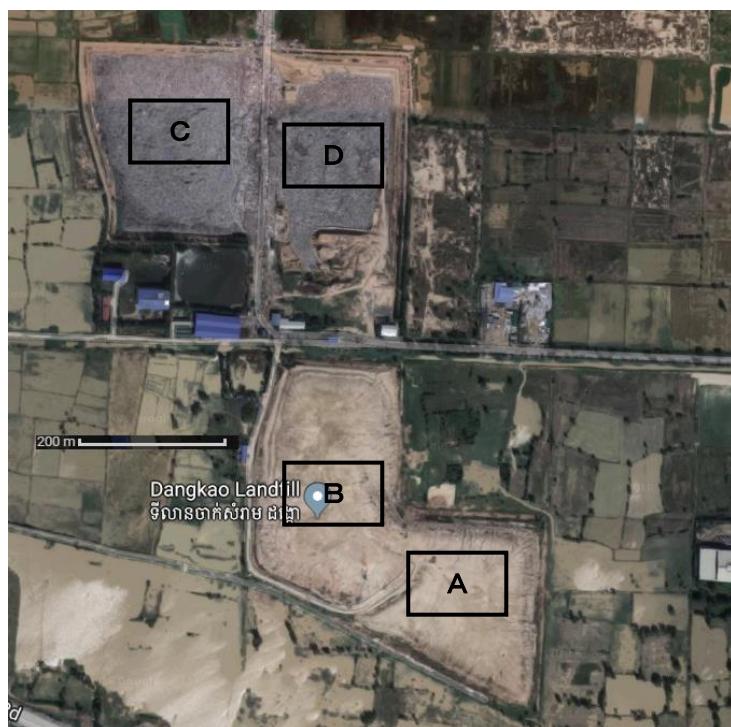
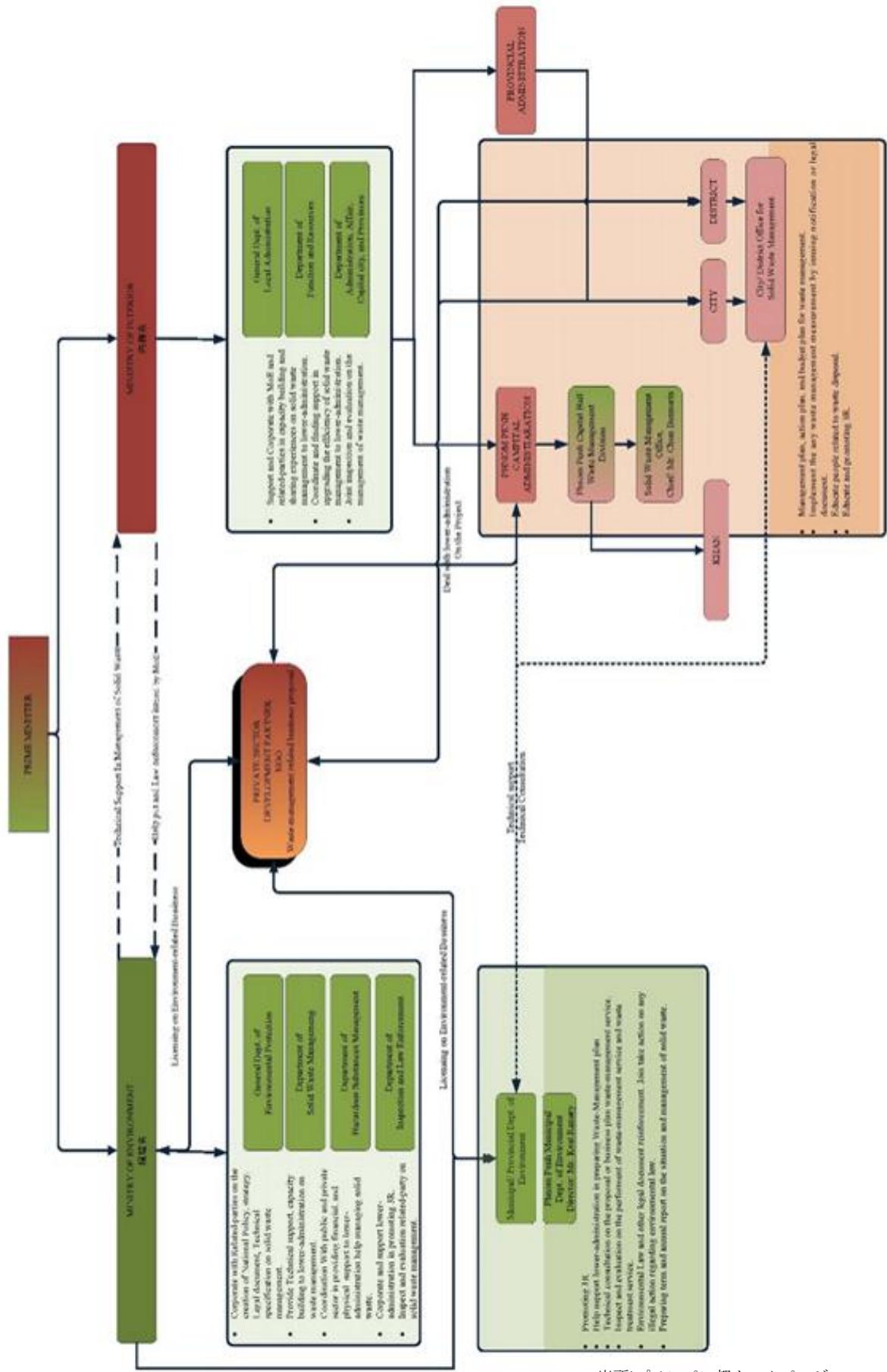


図2-4-2 Dangkao 処分場の埋立て状況



出所) プノンペン都ホームページ

図 2-4-3 廃棄物管理関係諸機関

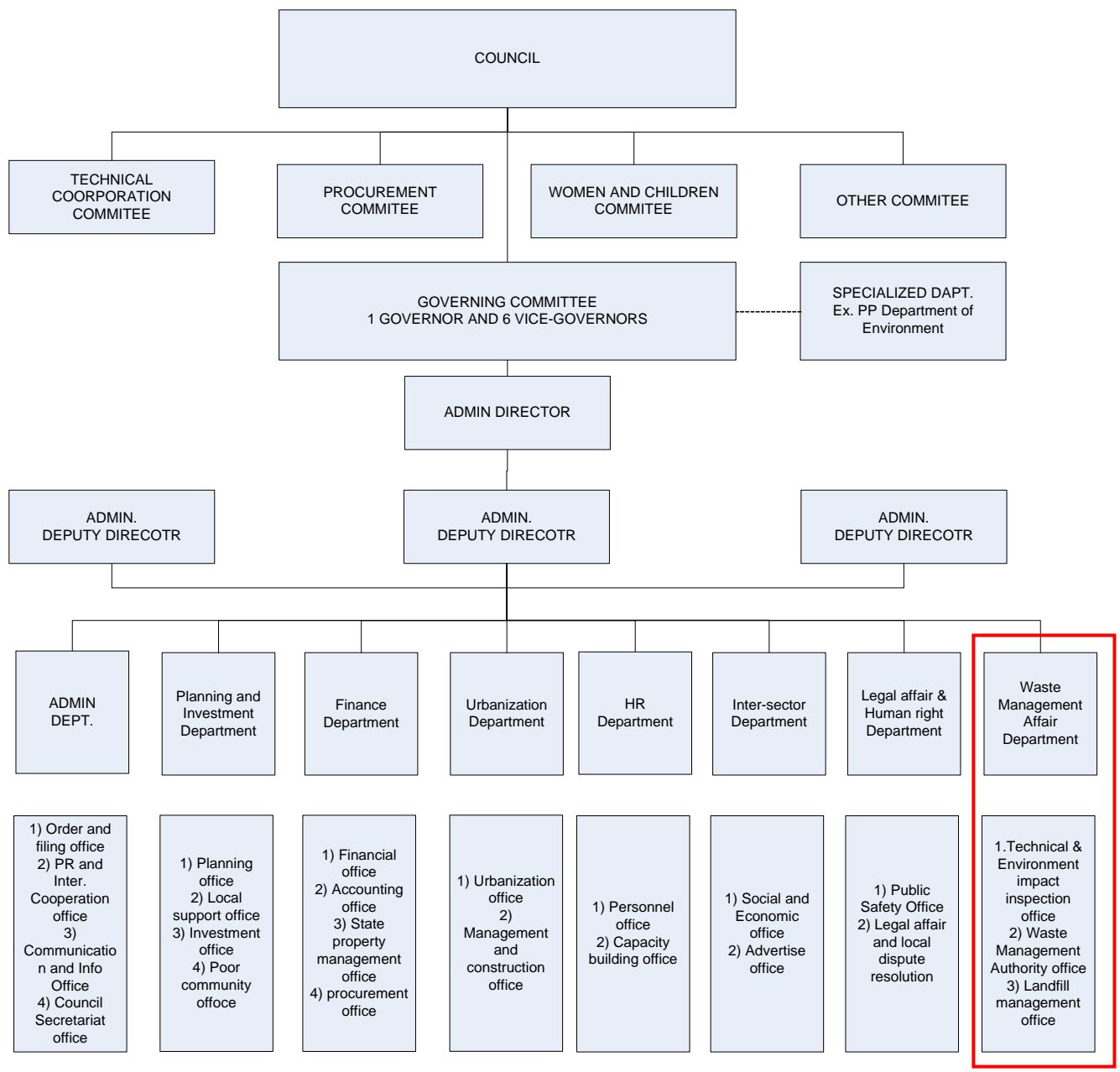


図 2-4-4 プノンペン都の組織（赤枠：本事業に関係する部署）
出所)プノンペン都ホームページ

表 2-4-1 プノンペン都の廃棄物回収業者と廃棄物量

廃棄物種類	業者	廃棄物量(t/day)
一般廃棄物	CINTRI(2017年)	約2,200
屠殺場	業者名不明 / プノンペン都管理外 管理局は農林水産省組織	9.5
医療系廃棄物	カンボジア赤十字、 医療廃棄物管理局	2.0
家畜糞尿	個人	-

表 2-4-2 Dangkao 処分場について

項目	内容
Dangkao 処分場の開始年	2009 年～
運営・管理	プノンペン都 廃棄物管理局、処分場管理室
運搬車両数	150 台/日
ゴミの量・種類	約 2,000～2,200t/日、一般廃棄物 ※年々増加傾向である
埋立完了時期（予想）	2020 年～2022 年
分別の有無	実施していない ※医療系廃棄物については、赤十字の焼却施設（隣接）で焼却する

現在、プノンペン都においては、NGO のカンボジア衛生リサイクル機構（CASRO）が生ゴミを利用して堆肥化事業を行っている。、プノンペン都最大の野菜市場である Daeum Kor マーケットの周辺の一般家庭から発生する生ゴミを、1 日あたり約 4t を引取り原料としている。製造した堆肥は、160～180USD/t で周辺の農業事業者に販売している。

一方、同じ NGO のカンボジア教育廃棄物処理機構（COMPED）は 2009 年まで埋立処分場として利用されていた SMC 埋立処分場内に堆肥化施設を設置して、Daeum Kor マーケットから生ゴミをもらい受け年間 200t の堆肥を製造していた。しかし、2010 年に SMC 埋立処分場が満杯となり閉鎖されたことに伴い、施設を閉鎖した。堆肥の需要が旺盛であったことから、COMPED は我が国の公益財団法人地球環境戦略研究機関（IGES）の協力を得て、新たにバッターンバン州バッターンバン市の埋立処分場内に堆肥化施設を設置した。現在、製造した堆肥を 100～130USD/t で出荷している。CASRO より低額に設定しているのは、プノンペンまでの輸送費 30～40USD/t を考慮しているためである。COMPED では、需要に製造が追いついていないため、製造能力の大幅な拡大を検討しているところで、プノンペンでの堆肥製造の再開についても調査を実施する予定をしている。

表 2-4-3 COMPED による生ゴミの堆肥化について

項目	概要
開始時期	2009 年～
敷地面積	約 8,00 m ² ※バッターンバン市の処分場の土地
原料使用量	2t/日 ※堆肥化に使える生ゴミは約 84%
堆肥生産量	約 25t/年
販売先	農家（大規模、果樹園）、政府・行政、ホテル、販売店等
販売価格	100～130USD/t

プノンペン都の廃棄物は、都市化とともに増加が加速している。法的にはゴミを分別しなければならないことになっているもの、以下のような問題から 3R活動は進んでいない。

- ① 分別回収のルールがきちんと決められていない
- ② 収集業者が分別したゴミをまとめて回収してしまう
- ③ リサイクルする施設が整備されていない

廃棄物管理担当のプノンペン都副知事によると、都市化の発展により人口が増えゴミ量

が急増して、都エリア内に処分場用の適地が見つからない状況になったきている。都としてはゴミ処理事業の強化が必須であると認識しており、そのための各種事業提案に都が積極的に支援していく方針であるとのことである。

2-4-3 プノンペン一般廃棄物管理に関する組織

プノンペン都は、MOI の管轄下にあり、プノンペン都で実施される事業については、各省庁およびその下部組織である局と連携し進めることになっている。廃棄物管理局(WMD: Waste Management Division)は、市内公共エリアの清掃・廃棄物の収集運搬や廃棄物処分場の管理・廃棄物管理に関する計画策定の作成等を業務とする。政令 113 号によって、効率的に廃棄物管理を行えるよう、WMD は技術・環境インパクト審査室、廃棄物管理室、処分場管理室の 3 つ室から成る。収集運搬に関しては、都の管轄下ある郡と町(Sankat)における収集運搬スケジュールを CINTRI とともに作成し、収集が予定通り行われているかをチェックする。また、市民からの苦情を受けて CINTRI との調整を行い、問題の解決を図る。

プノンペン環境局(PPDOE: Phnom Penh Department of Environment)は、環境省(MOE: Ministry of Environment)の管轄下となる。MOE は環境および天然資源の保護を担う組織であり、環境全般の法制度の策定、政策実施、環境アセスメントの推進等を行っている。実務を行う部門としての役割が州都環境局(P/M DOE: Provincial/Minicipal Department of Environment)に課せられている。PPDOE は環境省の代りにプノンペン都の環境関連の実務を遂行する。一般廃棄物管理はその一つである。プノンペン都の廃棄物関連計画策定や投資に関する決定等に対し、技術的かつ戦略的なアドバイスをする役割がある。

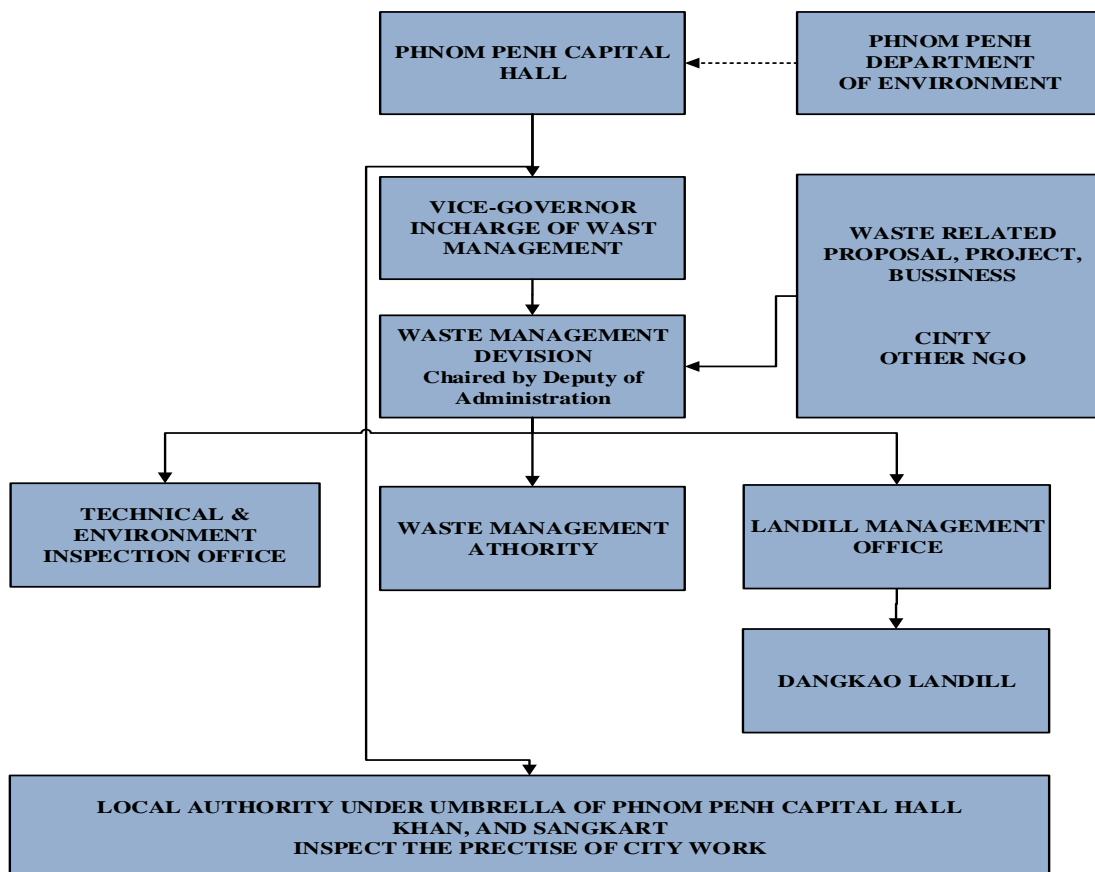


図 2-4-4 プノンペン都廃棄物管理体制

出所)プノンペン都ホームページ

2-5 原料（生ゴミ）調達方法

2-5-1 原料の発生状況

(1) 発生量

プノンペン都は12区から成り、人口は約150万人(2013年)で、人口密度(約2,200人/Km²)、人口増加率(2.34%)が最も高い都市である。とくに都心部の人口が集中は著しい。CINTRIが収集運搬事業開始した2002年頃は500トン/日程度の収集量であったが、現在では2,000トン/日を超えるまで増加し、今後、更に増加すると想定される。主な生ゴミの排出元は市場、レストラン、ホテルなどである。

プノンペンの中心部に当たるChamkar Mon、Doun Penh、Prampir Meakkakra、Tourl Kok各地区では、レストラン、ホテル、事務所、アパート、住宅、市場、ショッピングモール等の施設が増え、人口増加が著しく排出されるゴミ量も急増している。これらの地域ではCINTRIによる収集運搬が昼夜に渡って頻繁に行われており、以前のように道路上にゴミが散乱するような状況はほとんど見られなくなり、清掃も行われ街路はきれいにされている。

Dangkao、Pousen Chay、Chroy changva、Prek Pnow、Chbar Ompovの各地区は、プノンペン隣接のカンダール(Kandal)州の一部がプノンペン都に組み入れられてできた新しい区である。近年、新興住宅地としての開発が進み人口が増えているが、CINTRIによるゴミの収集はほとんどの地区で行われておらず、道路脇にゴミが投棄されていたりゴミを野焼きする光景が随所で見られる。都心部のゴミ収集はうまく行われているが、周辺部では課題が多い。

表2-5-1 プノンペン都の処分場利用者と埋立量

No.	Description (2016)	Amount of trucks/day	T/day	T/month	Note
1	CINTRI	165	1914.25	700,613.89	Average waste amount to Dangkor landfill: 1964.29T/day
2	Doeum Kor market	01	28.39	10,390.91	
3	Prek Phnov market	02	3.58	590.10	
4	New Mean Chey Market	01	2.48	131.38	
5	Slaughter houses	02	9.38	3,433.33	
6	Public Work Dep.	02	4.85	1,776.36	
7	Other sources	01	1.36	498.80	
8	Medical waste	02	1.80	534.10	
9	Industrial waste	140	210.00	6380.00	
	Total	316	2176.09	724,348.87	

表2-5-2 プノンペン都の一般ゴミ量(区毎)

WASTE AMOUNT COLLECT-2016 (CINTRI)

No.	Khan-Code	Khan Name	Ave. trucks/day	Ave. Time/day	Eve. Daily (T)	2016-Total (T)
1	1201	Khan Chamkar Mon	27	49	318.66	116,311.92
2	1202	Khna Doun Penh	18	25	175.80	64,168.30
3	1203	Khan 7Makara	9	16	106.68	38,938.98
4	1204	Khan Tuol Kork	22	35	238.80	87,162.00
5	1205	Khan Dangkor	5	7	42.83	15,634.42
6	1206	Khan Mean Chey	23	45	235.50	85,955.95
7	1207	Khan Ressey Keo	21	27	142.34	51,954.04
8	1208	Khan Sen Sok	19	26	136.99	50,000.90
9	1209	Khan Por Sen Chey	33	52	284.57	103,869.86
10	1210	Khan Chroy Chang Wa	6	7	32.23	11,765.19
11	1211	Khan Chba Ampov	8	13	76.40	27,884.30
12	1212	Khan Prek Phnov	7	12	128.68	46,968.58
	Total		315		1,919.49	700,613.63

表 2-5-3 2008 年のプノンペン都人口統計により、2013 年・2018 年の人口予測

No.	Khan Code	Khan Name	POPULATION 2008	POPULATION 2013	POPULATION 2018
01	1201	Chamkar Mon	182,004	204,319	229,369
02	1202	Doun Penh	126,550	142,066	159,484
03	1203	Prampir Meakkakra	91,895	103,162	115,810
04	1204	Tuol Kouk	171,200	192,191	215,753
05	1205	Dangkao	73,287	82,272	92,360
06	1206	Mean Chey	194,636	218,500	245,289
07	1207	Russey Keo	135,470	152,079	170,725
08	1208	Saensokh	125,536	140,928	158,206
09	1209	Pur SenChey	159,455	179,003	200,953
10	1210	Chraoy Chongvar	61,214	68,718	77,144
11	1211	Praek Pnov	47,313	53,113	59,625
12	1212	Chbar Ampov	133,165	149,491	167,821
TOTAL			1,685,842	1,892,539	1,892,539

プノンペン王立大学による調査（2012 年、Yim Mongtoeun 教授）では、家庭から排出されるゴミと事業系のゴミを対象にプノンペンのゴミ質分析を行っている。家庭ゴミでは、食品廃棄物が 60-70%を占めており、C/N 比(炭素率)が 20:1 と有機物が豊富で堆肥化処理が有効であるとしている。また、事業系ゴミについては、食品廃棄物が 50-60%と家庭系よりも少なく、プラスチックおよび紙が 30-40%とその割合が高くなるのが特徴的である。その他ガラス類が 5-6%であり、金属類や衣類等のゴミは少ない。食品廃棄物とその他のゴミが容易に分別できれば、廃棄物の 61%が削減できるとしている。ホテル、レストラン、カフェ、ゲストハウス、ビアガーデン、市場、学校、事務所・事務所ターワー、ショッピングなど 52 の事業セクターからゴミ試料を収集して分析しているので、データの精度は高いと言える。

また、2013 年には、アジア財団（Asia Foundation）が国立カンボジア工科大学（ITC）の協力を得てプノンペンにおける一般廃棄物調査を実施している。ここでは、ゴミの発生量は右肩上がりで増加し 2030 年には 2,800t/日になると予測している。予測では 2017 年のゴミ量を 1,500t/日としているが、実際は 2,200t/日程度で予測の 1.5 倍弱の量である。このままの増加が続けば、2020 年には 3,000t/日を超える可能性があり、一刻も早い対応が必要である。

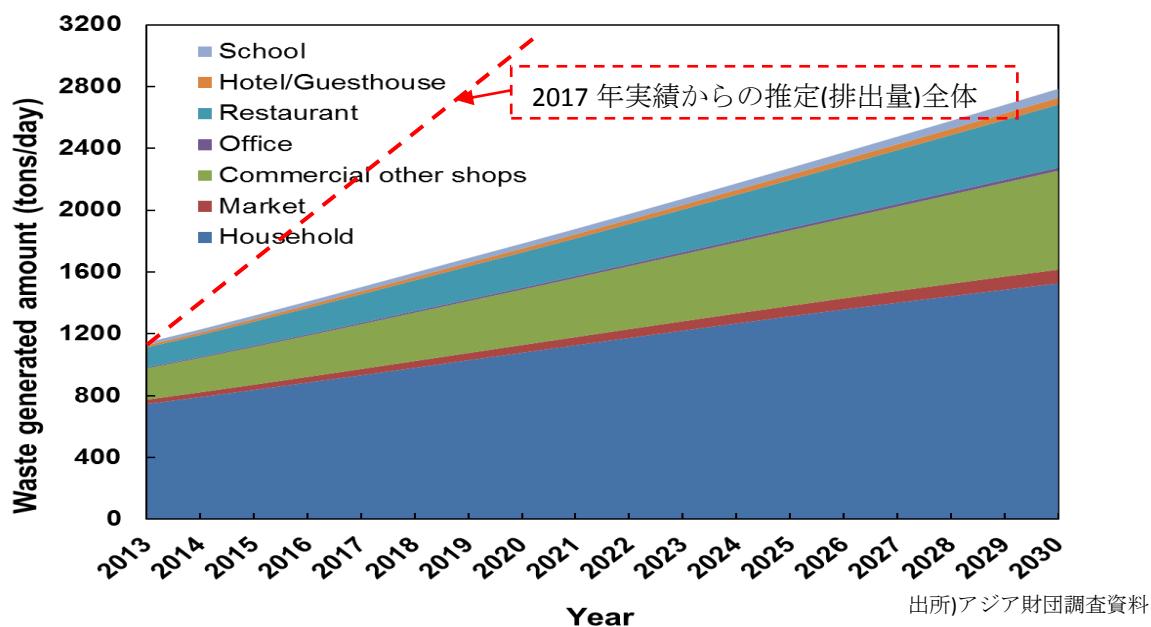


図 2-5-1 プノンペン都の一般ゴミ量の予測

(2) サンプル採取

プノンペン都を含めてカンボジア全土において、ゴミの排出者は分別をせずにゴミを出す。政令 113 号では 3 R と分別活動に対し政府が支援することになっているが、ゴミの分別を法律で義務付けてはいない。3 R が実施されているのは 鉄やアルミ等の金属類、ペットボトル、紙などで、ほとんどの場合排出者がゴミから抜き取ってリサイクル業者に売り渡している。また、比較的規模の大きいレストランやホテルでは、野菜くずや食品残渣、残飯等から家畜の餌になりそうなものを分別して仲買業者に販売している。自然の食材を使っている場合が多いので家畜の餌としても有効利用ができる。

市場やショッピングモールから多くのゴミが排出される。プノンペンでは街中に小売店は少なく、市場やモールに店が集中している。特に市場では生食品・野菜・果物・肉等の店がまとまっており、地方の仲買人から一般客まで多くの買い物客が集まる。カンボジアでは冷蔵施設が普及しておらず、食品とくに生ものの廃棄が多い。家畜の餌になるようなものは仲買人が安く買い取るが、餌に不向きなものはゴミとして廃棄される。ゴミには、豚や牛が好まない野菜や果物、衛生面からあまり食されない内臓やココナツヤシの殻等が多く含まれる。業務用の冷凍冷蔵施設の整備や一般家庭への冷蔵庫の普及が進まない限り、生ゴミの多い状態は継続されるものと考える。

プノンペンには主要なものだけでも 40 か所程度の市場がある。規模の大きさや集まっている店の種類によりゴミ排出量やゴミ質は変わる。原料となる生ゴミの排出量が多い市場は Deum Kor マーケットと Neak Meas マーケットである。この 2箇所の市場はベトナムから生野菜・果物を輸入し、プノンペンのみならず周辺各地に仲買人を仲介して供給している。これらの市場から排出されるゴミの量はそれぞれ 30 トン～40 トン/日程度とかなりまとまった量となる。



図 2-5-2 市場の各店舗で発生するゴミ（左：野菜くずや紙くず、右：魚の内臓や頭）



図 2-5-3 Deum Kor 内のゴミ収集担当者
(各店舗を回りゴミを回収、集積場に運搬)



図 2-5-4 Neak Meas 内のゴミ集積場

本調査では、主たる調達先となるこれら市場のゴミについて、縮分法により代表となるゴミのサンプルを採取し、その成分・ガス発生量を分析した。



図 2-5-5 市場から排出されるゴミのサンプリング状況

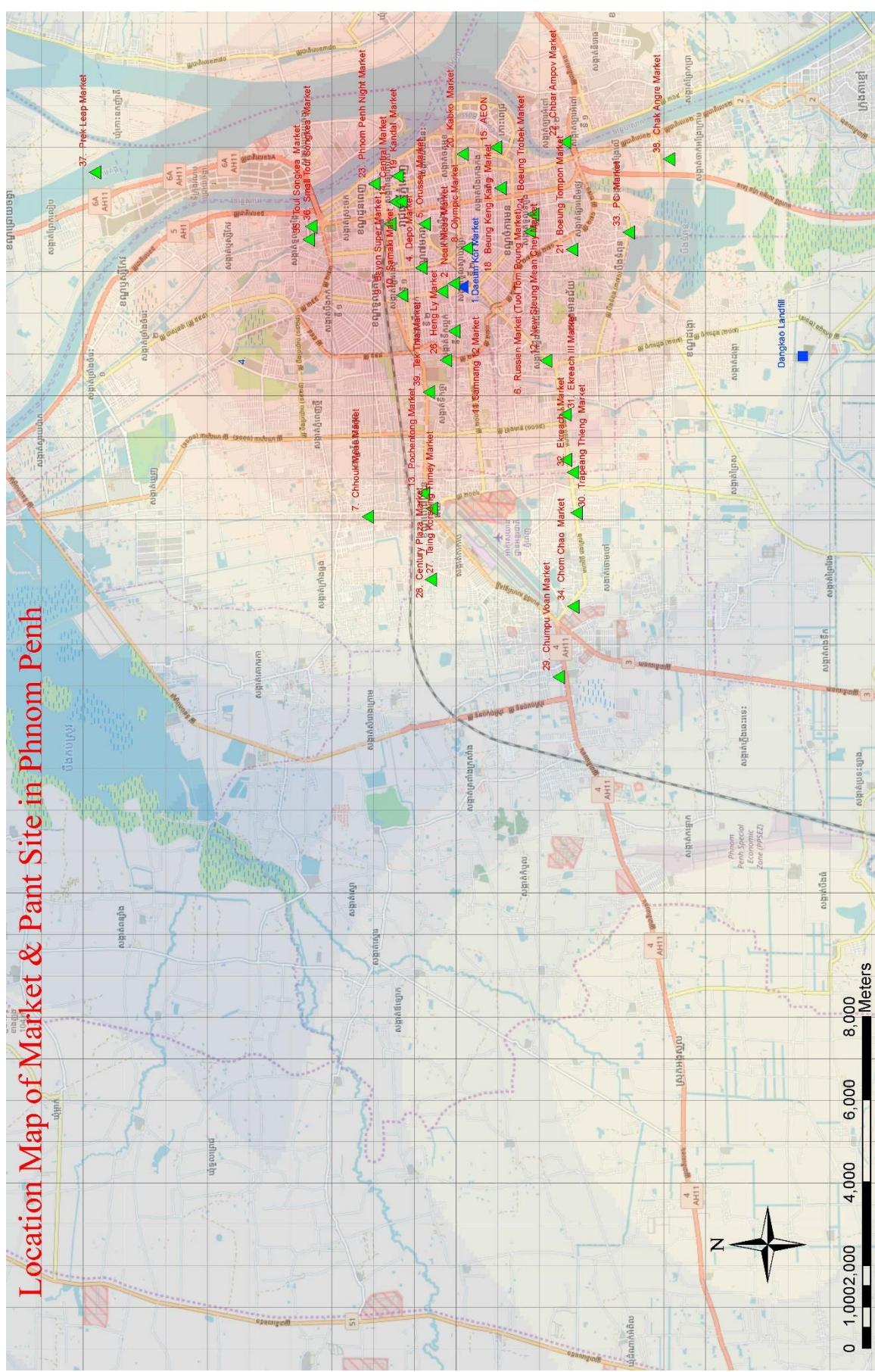


図 2-5-6 プノンペンにおける主要市場の分布

(3) 収集運搬

収集運搬は CINTRI がほぼ独占的に行ってている。最大市場である Deum Kor マーケットでは自社で処分場まで運搬していたが、2017 年後半からは CINTRI に運搬を委託している。CINTRI はプノンペン全体の一般廃棄物収集運搬業のライセンスを取得しているが、まだ実施していない地区がカンダール州に近い周辺部でいくつかある。CINTRI はその主な理由として、処分場からの距離が離れていること、ゴミの集積密度が低い（人口が少ない）ことから、ランニングコストがかかり採算が合わないとしている。カンボジアは燃料費が高く、ランニングコストに占める輸送工コストの割合が大きいので、最終処分場や中間処理場の設置に際しては立地をよく検討する必要がある。

収集運搬が実施されている区域では CINTRI と区の間で決めたスケジュールの通り、収集が実施されている。

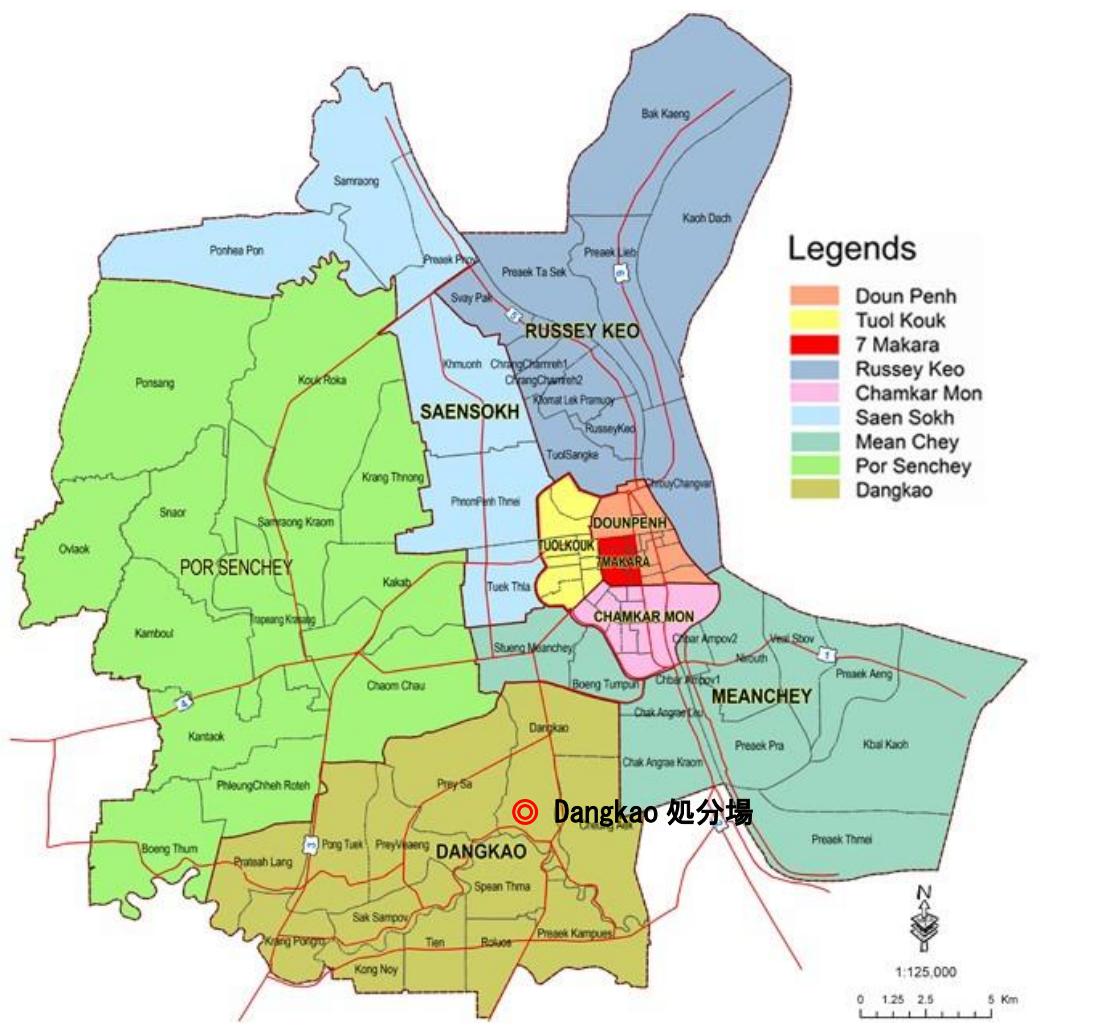


図 2-5-7 プノンペンにおけるゴミ取集の区割り

出所)アジア財團調査資料

表 2-5-4 プノンペン都によるゴミ取集運搬・埋立関連費用

種類	費用	説明
一般家庭	1USD/月	一律。CINTRI と契約
事業所	20~40USD/月	CINTRI と交渉し契約
埋立費	0.75USD/t	運搬業者(CINTRI)が都へ支払う

2-5-2 原料の調達先

ゴミ排出者の業態によってゴミ種は変動する。CITRI の収集運搬責任者に確認したところ、メタン発酵の原料として適切なゴミが排出されるエリアは以下の通り。

1) Deum Kor、Neak Meas 市場

ベトナムから生野菜・果物を輸入し仲買業者に卸している。発生するゴミ成分としては野菜・果物のくずが多い。毎日、夜8~9時の間に CITRI が集積場のゴミを運搬している。

2) 大規模のホテル

大規模ホテルでは毎日大型トラック一台分のゴミが発生するので専用に収集運搬を行っている。ゴミ成分としては食品残渣、残飯、野菜くずが多く、他のゴミと混合されないのが利点である。

Naga World ホテルでは毎日 8~10 トン発生し、夜間（毎日）に収集を行っている。

3) 大規模ショッピングモール

イオンモールには大規模なフードコートがあり、飲食による廃棄物が多く発生する。ゴミの発生量は 10 トン/日位で、毎日回収を行っている。

現在建設中のイオンモールⅡが完成すると、同様に原料となる生ゴミが大量に発生する。

4) 都心部（飲食店やホテルの多い旧市街、官庁及びオフィス街）

飲食店やホテルの多いトンレサップ川寄りの旧市街も食品残渣が多い。また、オフィスや官庁が多い Prampr Meakkakra 地区では紙類が多く排出され、バイオガス発生面で期待できる。収集運搬の時間帯は概ね夜間となる。

4) その他（結婚式場）

大規模結婚式場は市内で 5箇所ある。Diamond Island 結婚式場と Diamond Island エリア（飲食店多い）は毎日 10~15 トン程度発生する。

プラントの規模のにより、原料調達範囲は変わる。レストランやホテル、市場が多くあるにエリアが原料調達区域になる。

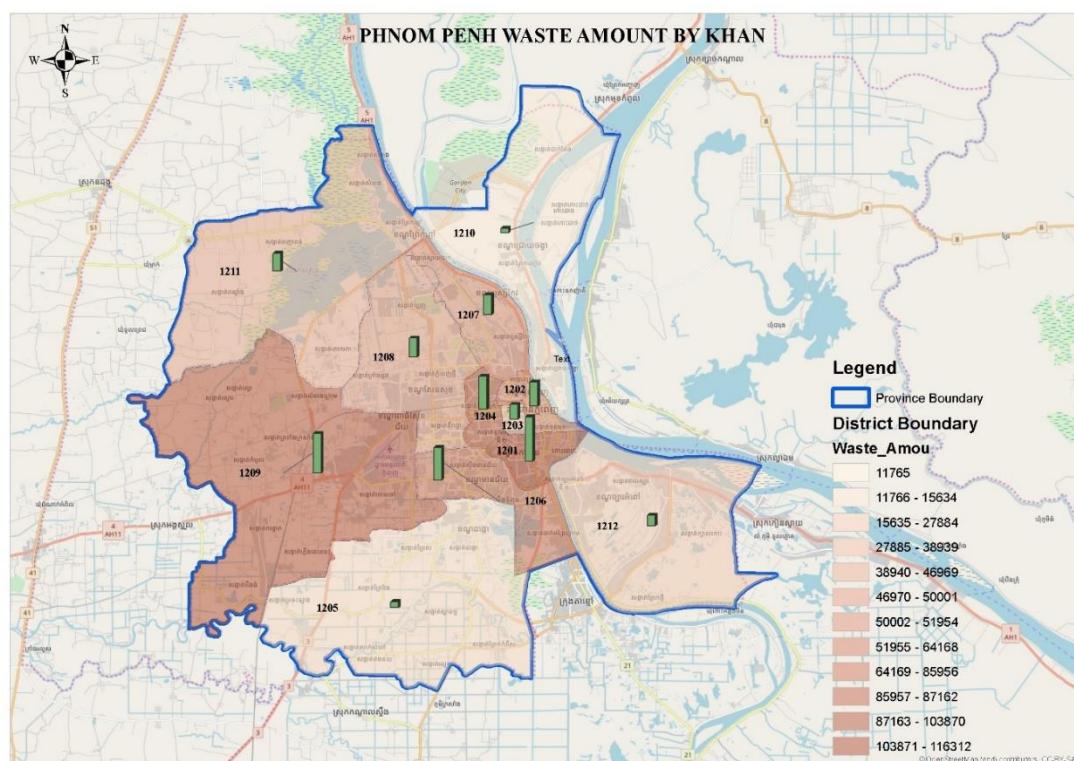


図 2-5-8 プノンペンのゴミの発生状況

2-5-3 原料の収集運搬方法

1) 収集運搬業者

原料の収集運搬は CINTRI の協力を得ることにより可能となる。ただし、プラント側のスケジュールに合わせて CINTRI の収集運搬スケジュールを調整することは不可能である。。CINTRI の 収集スケールは CINTRI が単独決定出来るものではなく、各区との協議により決定されるものであるからだ。また、作業時間帯も交通状況を考慮して設定しているので、メタン発酵プラントの設置場所を決める場合においては、設定された収集運搬スケジュールに影響を与えないこと（運搬ルート、運搬時間等）を考慮する必要がある。

CINTRI の収集運搬スケジュールのよると、プノンペンの中心部及び中心部周辺は毎日、夜間と早朝の時間帯に実施する。

2) 自家収集運搬

プノンペン都全体の収集運搬のライセンスを持っているのは CINTRI なので、基本的にゴミ排出者は料金を支払って CINTRI にゴミ処理を委託しなければならない。しかし、堆肥事業者等排出されるゴミを分別回収したい場合は次のような方法で目的物を回収することができる。

- ・ゴミ排出者はゴミ処理委託料を契約通り CINTRI に支払う（1~40USD/月）
- ・分別回収したい当事者（堆肥製造業者、メタン発酵プラント等）が収集運搬スタッフを派遣し、分別回収する。

COMPED や SCARO は CINTRI と調整し、堆肥の原料として使えるゴミを分別回収し運搬している。自家回収運搬によれば、取集運搬経費がかかるが、原料の量・ゴミ成分・時間帯を調整する事が可能となる。

2-6 プラント仕様と建設コスト

2-6-1 プラント用地

プラント用地は以下の点を考慮して選定する必要がある。

①ゴミ収集先からの運搬距離が短いこと。

運搬車両数が不十分なことから、ゴミ収集先との距離を短くし収集・ダンピングの回転を多くとれるようにする必要がある。また、車両の燃料費も高いためランニングコスト運搬距離はランニングコストに影響する。

②埋立処分場へのアクセスが容易であること。

金属、ガラス、布、プラスチック等のメタン発酵不適物は前処理で除外する。リサイクルできるものはリサイクル処理会社へ引き渡すが、リサイクルできないものは埋立処分場に運搬して埋め立てるため、埋立処分場へのアクセスが容易であることは重要だ。

③エネルギー利用先への接続が容易であること。

電力を売る場合は EDC のみへの売電となるため、EDC 配電網への接続が容易であることが 重要である。熱を売る場合は需要先との離隔が小さいことが重要である。熱需要が大きい工場（レンガ製造や食品・飲料関連工場等）や施設（ショッピングモール、大型ホテル、温浴施設等）の近くに立地する必要がある。

④敷地の面積および形状がプラントの設置に支障がなく、安価に調達（購入または長期賃貸）できること。

大型車両の出入りが終日かつ毎日あることから、プラントの設置だけでなく車両の施設内運行に支障を来すことのない敷地面積を確保する必要である。また、建築物やプラントの設置が容易な敷地形状であること、工事費の低減につながるので重要である。

近年、プノンペンは人口増加も著しく、ビルの建設や再開発が至るところで行われており土地が高騰している。さらに幹線道路の整備も進んでいるため、郊外の土地価格も上昇している。本事業では 0.5ha 程度のまとまった土地が必要となるため、その調達費用によっては事業性を著しく悪化させる。上記①～③の条件を考慮しながらもできる限り安価に調達することが重要である。

（1）検討した立地箇所

・必要面積：4,000m²以上

表 2-6-1 立地候補地と評価

	立地場所	条件	条件に対する評価
1)	Dangkao 埋立処分場リサイクル施設用地 (2ha の都所有地)	① ② ③ ④	埋立処分場隣接のため、輸送手間の増減はない アクセスは極めて容易 近隣にエネルギー需要はほとんどない。破碎・分別や焼却等のゴミの中間処理施設が設置されれば十分なエネルギー需要が発生する リサイクル施設用として 2ha の都所有地があるが、焼却施設等への使用計画があるため、使えるかは未定。また、土地代も高い設定にしている
2)	プノンペン経済特区 (PPSEZ) (工業団地)	② ②	収集箇所との距離は離れており、埋立処分場までより遠い 埋立処分場は市内に戻るより近く、渋滞は少なくアクセスは良い 近隣に多量にエネルギー（電力、熱の両方）消費する食品工場が

		③	多い。EDCへの接続も問題ない 造成済みのため建設しやすいが土地価格が高い
		④	
3)	国立職業訓練学校(NPIC)隣接 (民有地)	①	収集箇所との距離は離れており、PPSEZと同等
		②	外郭道路が完成すれば距離はあるがアクセスはよくなる
		③	近隣でエネルギー需要の大きい施設としてNPICがあるが、エネルギー利用は日中に限られる。EDC配電線への接続は容易
		④	道路の完成に伴い宅地開発が進み、土地価格が高騰している
4)	イオンモールII 隣接 (民有地)	③	収集箇所との距離は近い
		②	埋立処分場とは逆方向となり、アクセスには市内を縦断する必要があり時間がかかる
		④	イオンモールIIは大量にエネルギー(電力、熱の両方)消費する再開発地域なのでインフラも整っているが、土地価格は高い
		④	
5)	Prek Chrey (民有地)	①	埋立処分場の近くであり、距離は若干遠くなるが、交通の便はよい
		②	収集箇所からは埋立処分場より先となるが、埋立処分場との距離はあまりなくアクセスはよい
		③	近隣でエネルギー需要はない。EDC配電線への接続は容易
		④	カンダールとの州境に近く、未利用地があり土地の価格もまだ安い

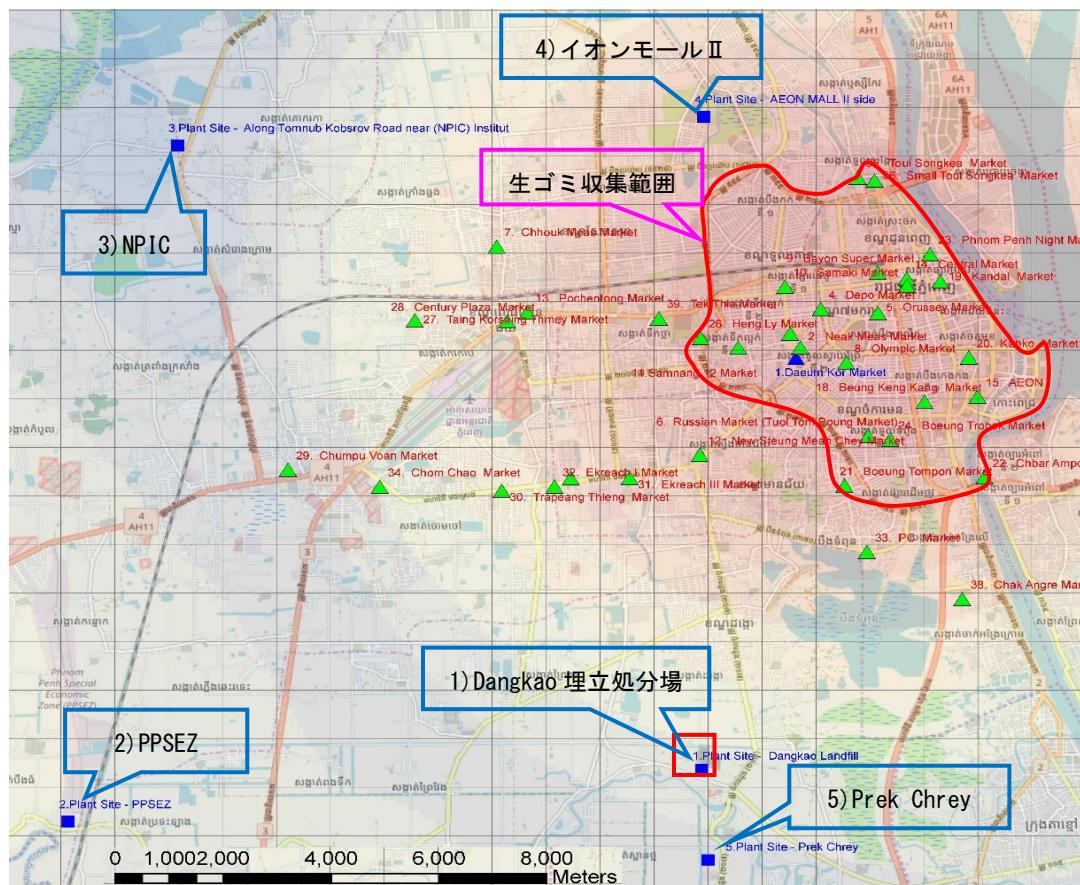


図 2-6-1 立地候補地の位置図

検討結果、5候補地の中で5) Prek Chreyを最適事業用地として事業の組み立てを行うこととした。他の各事業候補地の状況を以下に示す。

1) Dangkao埋立処分場リサイクル施設用地(2ha)



図 2-6-2 Dangkao 埋立処分場配置図

出所) プノンペン都廃棄物管理局

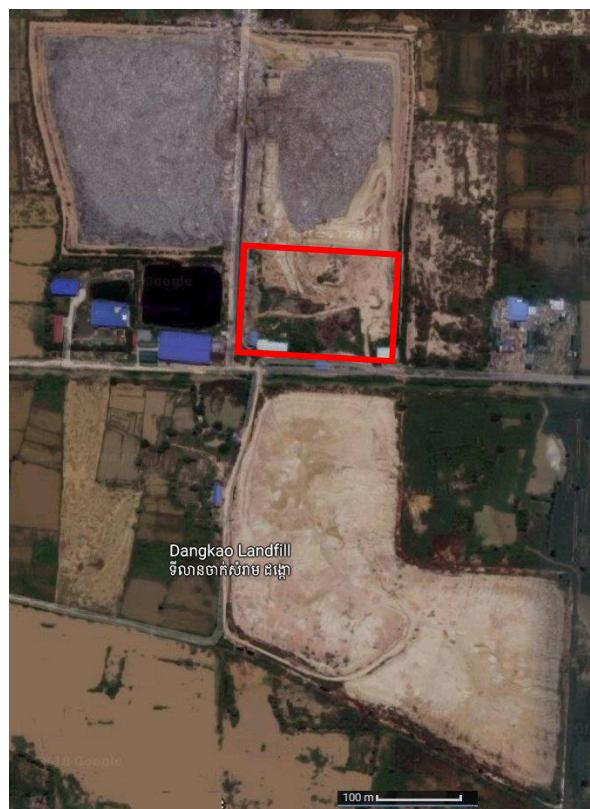


図 2-6-3 Dangkao 埋立処分場の現況

下部のL形部分は埋立完了（覆土済み）

上部左側は満杯で、現在、最後に残った右側に埋立中

状況は以下の通りである。

- 埋立処分場の残余年数はあまりなく、現状、代替地も決まっていない。
 - 都では新たに中間処理施設を導入し、残余年数の延命を図る予定である。
 - ゴミ処理に関しては、今までに 30 社程度この地における事業提案がされている。主に焼却による減容化の提案である。
 - 都では中間処理事業を民間に委託する予定で、事業者を入れにより決定する計画である。
 - 現在、中国系の数グループが、2,000 トン／日の焼却施設と 50MW のゴミ発電の計画を提案している。1kWh 当たり 0.1USD～0.13USD の売電価格（EDC の買取り価格上限は 01USD/kWh である）を希望しており、さらに、ゴミ処理費の徴収も希望している。ゴミ処理費の徴収に関しては、プロンペン都としては受け入れられない条件としている。
 - 本用地は入札予定の中間処理事業で使用される可能性が高く、その場合、本事業の進出は不可となる可能性が高い。また、新埋立処分場が確保できない場合、埋立地として利用される可能性も高い。

2) PPSEZ 内



図 2-6-4 PPSEZ 位置図

出所)PPSEZ ホームページ

表 2-6-2 PPSEZ の計画進行状況

事業規模（最終）：357.3 ha		
フェーズ I (137.9 ha)	フェーズ II (161.6ha)	フェーズ III (57.8 ha)
<ul style="list-style-type: none"> ・分譲完了 ・95%が工場建設 	<ul style="list-style-type: none"> ・ほぼ分譲完了 ・90%が工場建設 	<ul style="list-style-type: none"> ・造成中 2015年5月より

出所)PPSEZ ホームページ

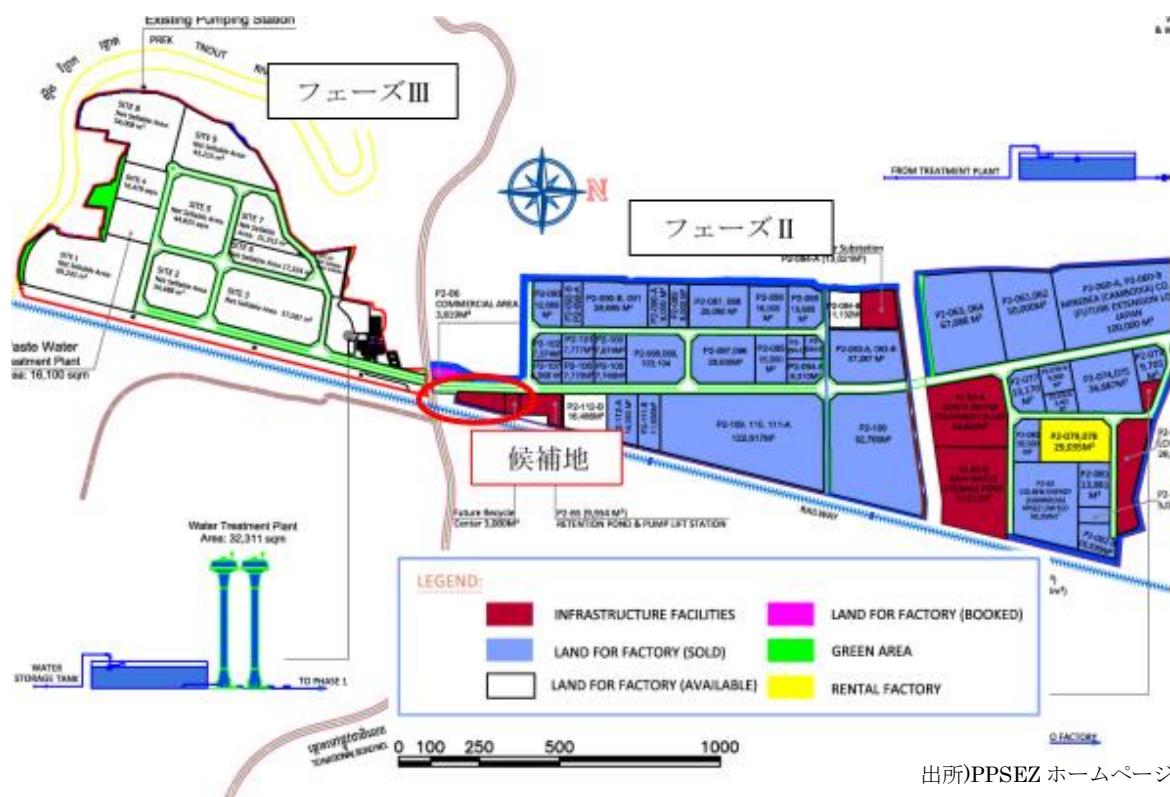


図 2-6-5 PPSEZ の用地

状況は以下の通りである。

- ・ プノンペン国際空港より西へ 8km 先の国道 4 号線沿いに位置し、カンダール州との境界に近いところに立地する。現状ではプノンペン唯一の SEZ であり、カンボジア企業と日本企業の合弁で運営されていてことから日系企業の進出数も多い。
- ・ 候補地は南北縦長の敷地全体の中でフェーズⅡエリアの最南端に位置する。南側は公道を挟んで現在建設中のフェーズⅢエリアになる。
- ・ フェーズⅡエリアは熱エネルギー利用の多い食品および飲料工場が多く立地する。これらの工場に熱を販売できれば、事業性は高まる。
- ・ 候補地はリサイクル事業等、SEZ 内で発生する廃棄物の処理事業向けに用意された



図 2-6-6 PPSEZ の用地

- 土地である。そのため、メタン発酵だけでなく有害廃棄物（産業廃棄物）の処理施設の併設を検討する必要がある。焼却施設が候補として上がるが、SEZ 内の数量のみでは採算は合わない。
- 具体的な価格のネゴはしていないが、本事業のような小規模プラントでは土地代が高く採算が合わない可能性が高い。

3) NPIC 隣接地

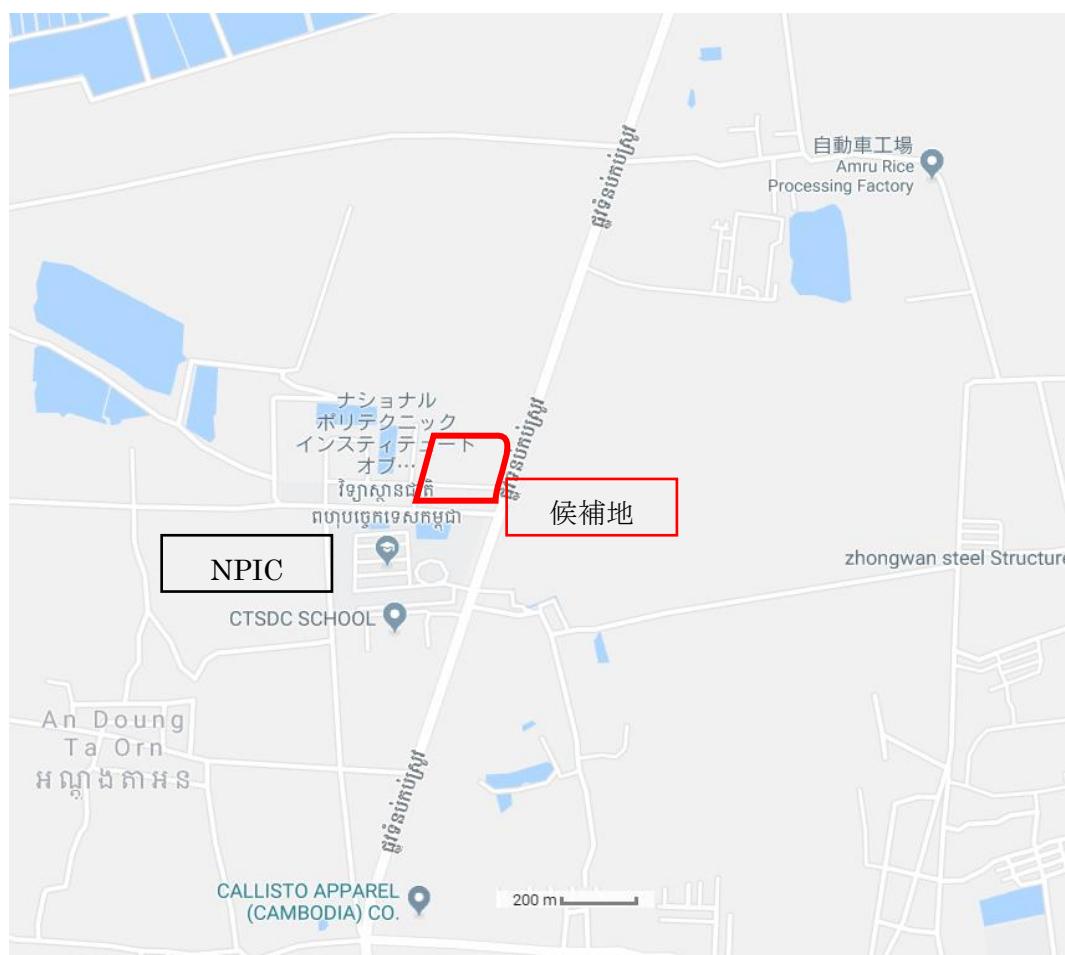


図 2-6-7 NPIC の用地

状況は以下の通りである。

- 外郭道路に面し交通の便が良く、道路整備が完了すれば埋立処分場へのアクセスは格段に向上する。
- 周辺に熱エネルギーの大きな需要はなく、隣接の NPIC でも需要は少ない。
- 周辺はまだ農地が多いので、レンガ製造工場等の施設の併設も可能だが、近年、土地価格の上昇が激しく、土地代が事業性を悪くする可能性が高い。
- 北側は低地で水がたまり易いので、盛り土や排水に留意する必要がある。

4) イオンモールII隣接地



図 2-6-8 イオンモールII隣接用地

状況は以下の通りである。

- ・ プノンペン北部の湖沼地帯を埋め立てた新都市部（Camko City）の北西端に位置する。現在建設中のイオンモールⅡの北側に隣接する。
 - ・ Camko City は一時期、資金繰り等の問題で計画が中断していたが、現在は事業が動き出している。将来的に周辺は低層および高層の住宅地域となり、多くの人口を抱えイオンモールⅡとともにメタン発酵の原料となる生ゴミが多量に排出される地域となる。
 - ・ イオンモールⅡは大量にエネルギーを消費するので、本施設からのエネルギー供給はコスト低減につながり、モールにとっては大きなメリットとなる。本事業から見ると、コーチェネレーションにより電力同等に発生する熱を冷温水供給用のナチュラルチラーの動力源とすることができますので、電力とともに熱の販売も可能となるので事業性は高まる。
 - ・ 将来的には住宅街の中に廃棄物処理施設が存在することになるので、住民の忌避感につながることが危惧される。
 - ・ 高級住宅街として開発された地域なので、土地価格が高く事業には大きな負担となる。

(2) 最適事業用地

5) の Prek Chrey が最適地となる。



図 2-6-9 Prek Chrey 用地

状況は以下の通りである。

- 市内から Dangkao 埋立処分場に向かう Chamkar Doung 街道を、埋立処分場入口からさらに南へ 3km ほど進んだ街道沿いに位置する。周辺の開発は進んでおらず、プノンペンでも比較的地価が安いところである。
- 埋立処分場にも近く、収集運搬手間、発酵処理不適物（プラスチック、布、金属、陶器、ガラス等）の搬出にも支障が出ることはない。ゴミの運搬ルートの変更もほとんどないので、従来の収集運搬サイクルを変更する必要もなく、入荷スケジュールも立てやすい。
- 新しい埋立処分場の建設計画については、前都知事の時にこの街道をさらに南下（国道 2 号線と合流）したカンダール州のポエン・チュアング・ラングで検討していたが、現在は中断している。最近、同地区にある広大な湖沼地帯（国有地）を埋

め立てて新空港を建設する計画が報じられた。同計画が進めば、プノンペンの新埋立処分場計画も再開されると思われる。そうなると、本立地は市内と新埋立処分場の中間に位置し、アクセス面で申し分なく中間処理施設としては極めて良好な立地となる。

- 周辺土地にまだ余裕があるので、将来、規模の拡張よりプノンペンの生ゴミ全量処理にも対応できる。さらに、プノンペンの衛星都市として人口増加が著しいカンダール州の州都タクマウ市とも距離が近いので、同市から排出される生ゴミの受け入れも可能となる。



図 2-6-10 Chamkar Doung 街道（候補地近く）
EDC の配電線が道路脇にある



図 2-6-11 候補地

2-6-2 処理概要

(1) 処理フロー

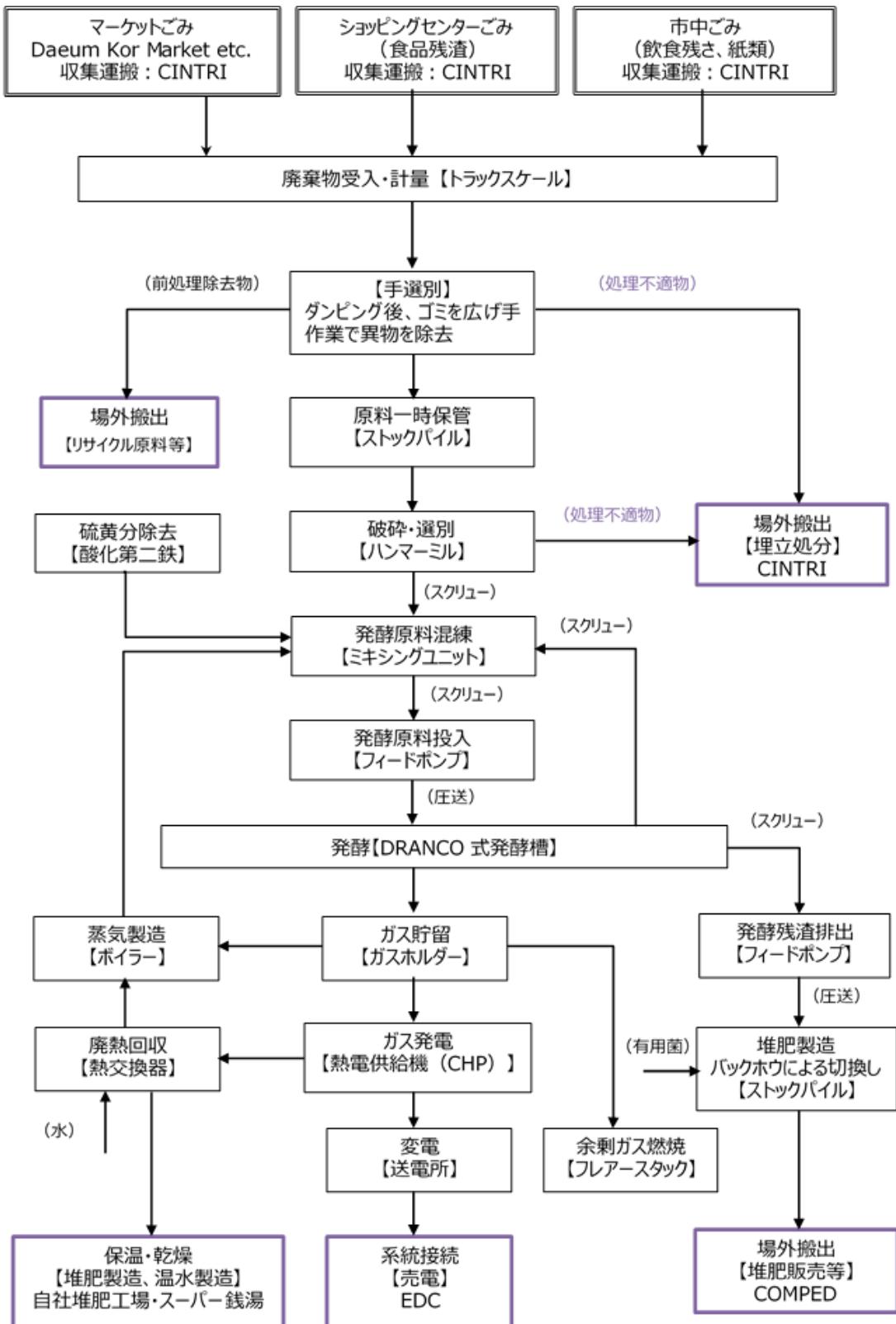


図 2-6-12 処理フロー

(2) 原料の種類と処理量

現在、プノンペン都では日量 2,000 トン以上の生活ごみが埋立処分場に運ばれ、オーブンダンピングにより埋め立てられている。収集運搬のほとんどを行っているのは CINTRI で、プノンペン都とは 2002 年に 50 年の収集運搬委託契約を結んでいる。

CINTRI は Dangkao 埋立処分場への埋立ゴミのうち、約 99%を収集運搬しており、本事業において原料となる生ゴミを安定的に確保するためには CINTRI の協力が不可欠であり、事業実施時においては協力が得られることになった。

表 2-6-3 事業者別ゴミ埋立量 (2017/7/1~9/24 のデータ)

番号	埋立処分事業者	運搬車両数 (台)	運搬延べ回数 (台)	期間内 埋立量 (t)	年間埋立 推定量 (t)	1 日当たりの 推定埋立量 (t)
1	CINTRI	251	31,689	202 - 793	810,372	2,220.20
2	Deum Kor Market	6	254	2 - 7 71	10,285	28.18
3	Praek Pnov Market	1	86	287	1,149	3.15
4	Slaughterhouse	2	244	875	3,500	9.59
5	Department of Public Work and Transport	5	230	790	3,160	8.66
6	Dangkao Landfill	2	9	12	49	0.13
7	Others Entity	1	1	2	8	0.02
	合計	268	32 - 713	207,131	828,523	2,270

出所)プノンペン都環境局

※Deum Kor Market は 2017 年 10 月より、自社で行っていた収集運搬を CINTRI に委託した

表 2-6-4 本事業で必要とする原料(生ゴミ)の調達先と調達数量

調達先	地区	ゴミ受入量		異物除去後の原料	
		t/日	t/年	t/日	t/年
1 マーケットごみ (Deum Kor Market 等)	Tuol Kouk	30.0	10,950.0	25.5	9,307.5
2 ナガワールド	Chamkar Mon	8.0	2,920.0	6.4	2,336.0
3 イオンモール	Chamkar Mon	10.0	3,650.0	8.0	2,920.0
4 市中ごみ (飲食&オフィス街)	Prampir Meakkakra Doun Penh	25.0	9,125.0	20.6	7,528.1
合計		73.0	26,645.0	60.5	22,091.6

原料のゴミはプノンペン中心部の 4 地区から収集する。収集場所からプラントまでの距離は片道 15km~20km 程度である。4 地区で発生するゴミ量 883t/日に対してプラントが必要とするゴミ量は、8.3%程度とわずかである。

表 2-6-5 CINTRI の地区別ゴミ収集運搬量 (2017/7/1~9/24 のデータ)

番号	地区名	1日当たりの平均車両台数(台)	1日当たりの運搬回数(台)	期間内ゴミ発生量(t)	1日当たりの平均ゴミ発生量(t)
1	Chamkar Mon	26	50	28,629	333
2	Doun Penh	21	29	16,113	187
3	Prampir Meakkakra	9	13	9,108	106
4	Tuol Kouk	21	37	22,135	257
5	Dangkao	5	9	5,246	61
6	Mean Chey	24	48	23,069	268
7	Russey Keo	27	45	19,053	222
8	Saensokh	22	39	32,735	381
9	Pur SenChey	37	67	31,951	372
10	Chraoy Chongvar	8	9	3,306	38
11	Chbar Ampov	6	18	9,901	115
12	Praek Pnov	3	3	1,345	16
合計			367	202,793	2,356

: 原料調達地区

出所) プノンペン都環境局



出所) アジア財団調査資料

図 2-6-13 CINTRI が収集運搬する地区割

表 2-6-6 調達区域における CINTRI の収集運搬スケジュール

No.	Code	Ranking Group	Khan Name	Sangkat Name In English	Daily			
					Day		Night	
					start	finish	start2	finish3
1	1201	Khan	Chamkar Mon	Chamkar Mon	05:30	15:00	23:00	00:30
2	120101	Sangkat	Chamkar Mon	Tonle Basak	05:00	08:00	20:00	05:00
3	120102	Sangkat	Chamkar Mon	Boeng Keng Kang Ti Muoy			18:00	05:00
4	120103	Sangkat	Chamkar Mon	Boeng Keng Kang Ti Pir			19:30	05:00
5	120104	Sangkat	Chamkar Mon	Boeng Keng Kang Ti Bei			21:00	05:00
6	120105	Sangkat	Chamkar Mon	Olympic			18:00	05:00
7	120106	Sangkat	Chamkar Mon	Tuol Svay Prey Ti Muoy			20:00	05:00
8	120107	Sangkat	Chamkar Mon	Tuol Svay Prey Ti Pir			18:00	05:00
9	120108	Sangkat	Chamkar Mon	Tumnob Tuek			18:00	03:00
10	120109	Sangkat	Chamkar Mon	Tuol Tumpung Ti Pir			18:00	05:00
11	120110	Sangkat	Chamkar Mon	Tuol Tumpung Ti Muoy			18:00	05:00
12	120111	Sangkat	Chamkar Mon	Boeng Trabaek			18:00	05:00
13	120112	Sangkat	Chamkar Mon	Phsar Daeum Thkov			18:00	05:00
14	1202	Khan	Doun Penh	Doun Penh				
15	120201	Sangkat	Doun Penh	Phsar Thmei Ti Muoy	08:00	11:00	18:00	05:00
16	120202	Sangkat	Doun Penh	Phsar Thmei Ti Pir	08:00	10:00	20:00	05:00
17	120203	Sangkat	Doun Penh	Phsar Thmei Ti Bei	07:00	14:00	18:00	05:00
18	120204	Sangkat	Doun Penh	Boeng Reang	10:00	12:00	18:00	04:30
19	120205	Sangkat	Doun Penh	Phsar Kandal Ti Muoy			18:00	04:00
20	120206	Sangkat	Doun Penh	Phsar Kandal Ti Pir			18:00	01:00
21	120207	Sangkat	Doun Penh	Chakto Mukh	06:00	16:00	20:00	05:00
22	120208	Sangkat	Doun Penh	Chey Chummeah	07:00	16:00	21:00	05:00
23	120209	Sangkat	Doun Penh	Phsar Chas			19:00	04:00
24	120210	Sangkat	Doun Penh	Srah Chak	07:00	18:00	18:00	05:00
25	120211	Sangkat	Doun Penh	Voat Phnum	06:00	15:00	18:00	04:40
26	1203	Khan	Prampir Meakkakra	Prampir Meakkakra				
27	120301	Sangkat	Prampir Meakkakra	Ou Ruessei Ti Muoy			18:00	03:40

28	120302	Sangkat	Prampir Meakkakra	Ou Ruessei Ti Pir			18:20	00:30
29	120303	Sangkat	Prampir Meakkakra	Ou Ruessei Ti Bei			20:00	02 - 70
30	120304	Sangkat	Prampir Meakkakra	Ou Ruessei Ti Buon			19:30	04:20
31	120305	Sangkat	Prampir Meakkakra	Monourom	03:00	03:30	18:50	03:20
32	120306	Sangkat	Prampir Meakkakra	Mittapheap	15:20	16:20	18:20	04:50
33	120307	Sangkat	Prampir Meakkakra	Veal Vong	08:30	14:00	18:00	05:20
34	120308	Sangkat	Prampir Meakkakra	Boeng Proluet			19:00	08:30
35	1204	Khan	Tuol Kouk	Tuol Kouk				
36	120401	Sangkat	Tuol Kouk	Phsar Depou Ti Muoy	14:00	15:30	20:30	04:00
37	120402	Sangkat	Tuol Kouk	Phsar Depou Ti Pir	16:00	17:00	22:00	05:00
38	120403	Sangkat	Tuol Kouk	Phsar Depou Ti Bei	09:00	09:20	00:00	05:30
39	120404	Sangkat	Tuol Kouk	Tuek L'ak Ti Muoy	08:00	10:00	00:00	03:30
40	120405	Sangkat	Tuol Kouk	Tuek L'ak Ti Pir	11:00	14:00	21:00	04:30
41	120406	Sangkat	Tuol Kouk	Tuek L'ak Ti Bei	07:00	17:30	18:00	05:00
42	120407	Sangkat	Tuol Kouk	Boeng Kak Ti Muoy	08:00	17:00	02:00	05:00
43	120408	Sangkat	Tuol Kouk	Boeng Kak Ti Pir	08:00	17:00	21:00	05:00
44	120409	Sangkat	Tuol Kouk	Phsar Daeum Kor	07:00	17:30	20:00	00:30
45	120410	Sangkat	Tuol Kouk	Boeng Salang	08:00	17:00		



: 原料収集運搬車両の運行スケジュール

出所)CINTRI 社内資料

原料にはできる限り発酵不可物が含まれないよう、ゴミ排出先と収集ルートを選定する。プノンペンのゴミの約 60%が生ゴミで、野菜や果物くずが多く水分が多量に含まれる。乾式メタン発酵にとって固形分 (TS) 量が多いゴミが好ましく、紙や残飯等、水分の少ないゴミが多く発生する収集ルートも選択する必要がある。

原料調達地域は市街地となるので夜間の収集が中心となる。夜間に集めて早朝にプラントへ持ち込むというスケジュールとなる。CINTRI では収集地域を細分化し、運搬車両や収集時間・ルートを管理コードによりスケジュール管理している。効率の良い収集運搬を行うため、収集時間帯は排出元の事業の種類によって調整している。オフィス、マーケット、店舗等のゴミは夜間に収集し、飲食店や家庭ゴミは朝から始め、昼間の収集となる。メタン発酵に必要な原料は、CNTRI の管理コードを使って必要な種類を必要な量だけ集めることができる。生ゴミの多くは夜間の収集となるが水分が多いため、紙類の多い昼間の収集ゴミもプラントで受け入れることとする。

(3) 原量の搬入出・処理量の管理

Dangkao 埋立処分場ではトラックスケールにより、埋立量の管理を行っている。ゴミ

搬入事業者は搬入量 1 トンあたり 0.75USD の埋立量を一律に支払っている。プノンペン都はトラックスケールのデータをまとめ、搬入事業者毎、地区毎の埋立量（排出ゴミ量）を管理しているので、本プラントデータとの連係は必須である。

本プラントにおいてもトラックスケールを設置し、CINTRI の管理コード・収集ルートに基づき搬入ゴミ量を詳細に管理する。また、Dangkao 処分場への埋立処分量についても、搬出時に計測し Dangkao のデータと比較して不適切な処理が行われないよう管理する。得られた管理データはプノンペン都に提供し、相互情報共有を図る。

また、定期的に搬入ゴミの分析（ゴミ種、水分量、有機成分量、ガス量等）を行いプラントの運転管理に反映させる。

（4）前処理の概要

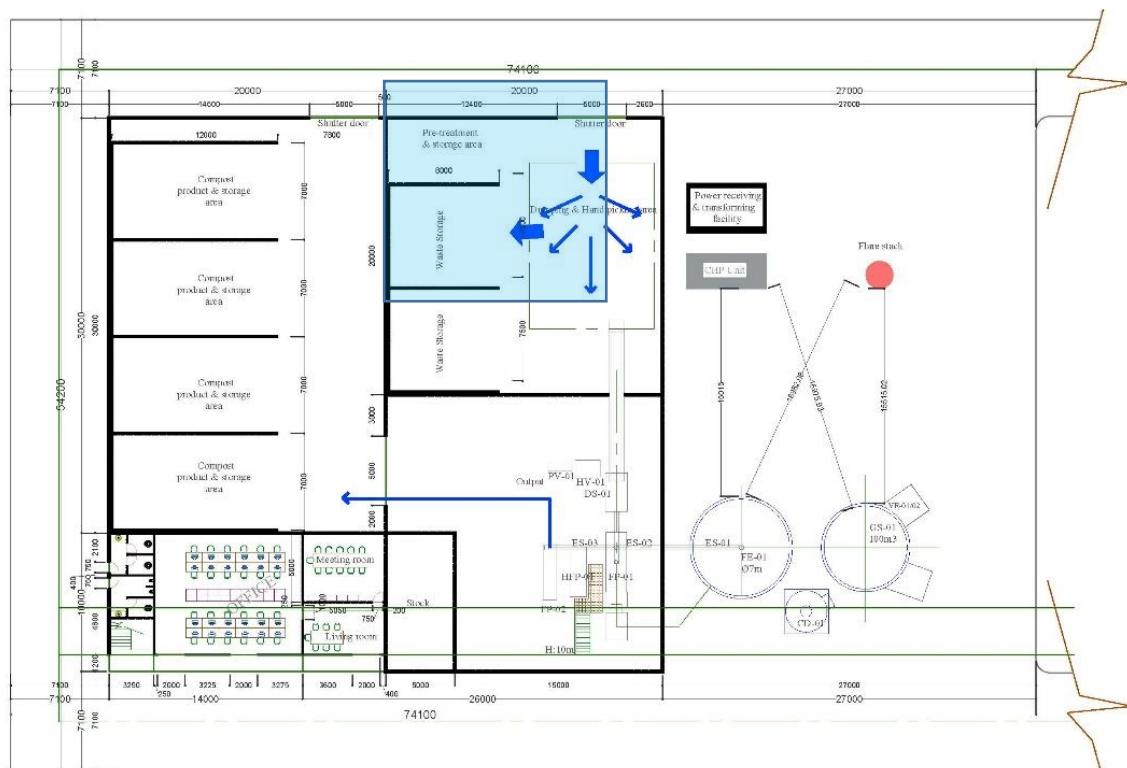
前処理では以下の手順でメタン発酵不適物を取り除き、良質な発酵原料を作成する。

1) 手選別

施設内に入場したゴミ収集トラックを建屋内ダンピングヤードに誘導し、ゴミをダンピングする。ダンピングしたゴミを重機にて均し、ゴミに含まれる不適物（サイズの大きなもの）を作業員が手作業で選別除去する。除去物の中でリサイクル可能なものはリサイクル業者を介してリサイクル市場へ供給する。

2) 一時保管

手選別が終了したゴミは重機で再び集めて、ストックパイルに一時保管する。



ハンマーミルでゴミを細かく砕き、ミル内のスクリーンで発酵原料と手選別で除去できなかったプラスチック類（ビニール袋等）、小さな金属、ガラスや陶器くず、布等の発酵不適物を分別する。スクリーンアンダーの発酵原料は潰されペースト状となって次工程へ送られる。スクリーンオーバーの発酵不適物は手選別での除去物とともにコンテナに仮保管し、ゴミ収集運搬車により埋立処分場に搬出し埋め立てる。



図 2-6-15 ハンマーミルによる破碎・選別例

（5）メタン発酵処理の概要

1) 乾式メタン発酵（ドランコ・プロセス）の特徴

- ・ドランコ・プロセスは発酵の全ての段階を一つの発酵槽で行うことができるワン・ステップの発酵技術である。このため多段階発酵技術と比較して、プラントの構造は単純であり、操業の信頼性も高い。
- ・発酵は 48°C～55°C の温度帯で活動する高温発酵菌によって行われる。発酵槽内部の高温と無酸素状態の環境により発酵菌以外のほとんどの病原菌は死滅する。
- ・新規投入原料と発酵槽から引き抜いた活性残渣を発酵槽外部のミキシング・ユニットで混合する。このミキシング・ユニットは原料の理想的な混合を可能にし、発酵槽内部では混合や攪拌のための装置が不要となる。

この特徴は、発酵槽構造の単純化とプラントの故障の無い長期、安定操業を可能にする。ミキシング・ユニットにおける新規原料と大量の活性残渣の混合は、混合原料の

発酵槽の内部への到達直後から素早い発酵（分解）を可能にする。このため、供給原料の突然の変化にも問題なく対応できる。

- ・ ドランコ・プロセスは直立型（縦型）の発酵槽によって行われる。プランジャーまたはスネークポンプにより混合原料を発酵槽の上部へ運ぶ。発酵槽の内容物は重力によって下方へ移動する。発酵槽の外部に設置された引き抜きスクリューは発酵済み残渣を外部へ引き出す。
- ・ ドランコ技術は流動状の廃棄物から極めてドライな廃棄物に至るまで多様な種類の廃棄物を一つの発酵槽で処理できる。ドランコ・プロセスは半乾式および乾式発酵が可能で、発酵槽の内容物の固形成分比率（TS%）40%までの操業が可能である。実際に発酵槽は原料の廃棄物の TS% に応じて、自動的に調整された固形分濃度で運転される。発酵槽の TS% を高く維持することにより、沈殿や浮揚の問題の発生を避けることができる。このことは木片、発泡ポリスチレン、プラスチック、などによる浮揚物の形成を妨げ、一方、砂、金属、ガラス、その他の重い不活性物質の沈殿も生じないことを意味する。

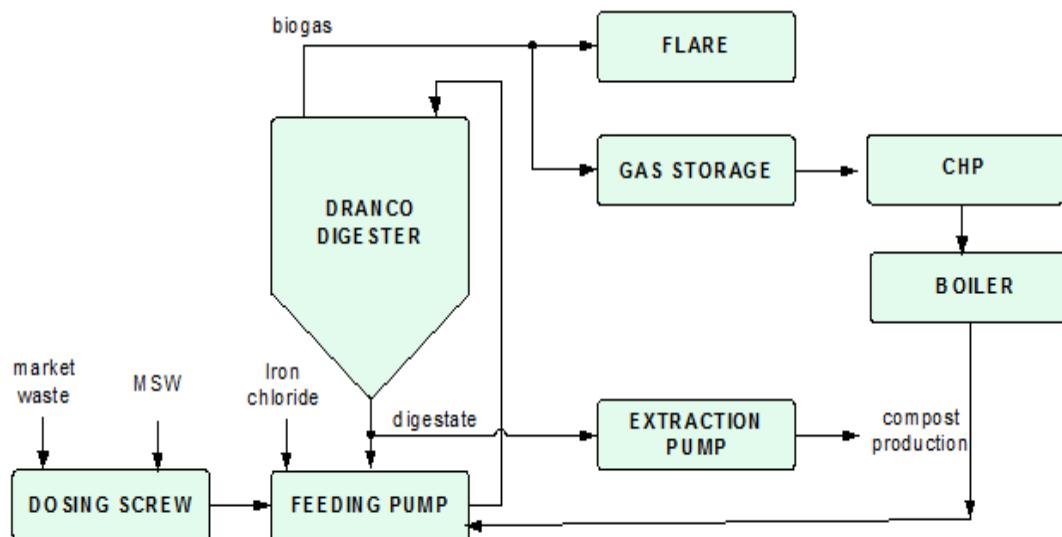


図 2-6-16 ドランコ・プロセスフロー

2) 定量供給装置

ハンマーミルで破碎・分別された有機性廃棄物の破片（60mm 以下のサイズ）は定量供給スクリューのホッパーまで運ばれる。定量供給スクリューは一定量の原料を投入ポンプへ運ぶ。定量供給スクリューは計量設備の上におかれ、発酵槽に投入される新規原料が計測記録される。

3) 嫌気性発酵

投入ポンプの上部にミキシング・ユニットが置かれ、新規有機ゴミは活性残渣と念入

りに混合される。発酵槽から送られて来る活性残渣は種汚泥として機能し、混合物が発酵槽に到達次第、ただちにスムーズな嫌気性発酵が始まる。ミキシング・ユニットにおいては、バイオガスに含まれる硫黄成分濃度を下げるために少量の塩化鉄 (FeCl_2) が投入される。その後、均一に混合された原料は投入チューブで発酵槽に運ばれる。チューブは発酵槽の円錐形の底部を通り抜け、発酵槽の屋根の 1m 下まで伸びている。混合原料はチューブから押し出され、発酵中の原料の上に落ち、活発にバイオガスを生成する。嫌気性発酵は TS%20~40%, 48~55°C の温度で行われる。発酵槽自体は縦型の直立シリンダーの形で底部に円錐形の出口があり、屋根もゆるやかな円錐形をなしている。

発酵槽の容量は約 1,500m³。発酵槽全体がスチール製で、熱のロスを防ぐため絶縁処理されている。発酵物は残渣が底部から引き抜かれる率に応じてゆるやかに発酵槽内部を降下する。発酵槽内部に攪拌装置は無い。発酵槽を離れる残渣は円錐形の出口から大部分は引き抜きスクリューにより種汚泥としてミキシング・ユニットへ運ばれ、また発酵槽へもどされる。発酵槽での平均滞留時間は約 20 日である。発酵残渣の一部は引き抜きスクリューにより、引き抜きポンプへ迂回され、脱水装置へ送られる。発酵槽を想定温度に保つために、引き抜きスクリューは二重に被覆され、このスクリューとシャフト・チューブを通して温水（約 90°C）が供給される。このようにして発酵物は間接的に熱せられ、投入ポンプを通り発酵槽へ戻される。嫌気性発酵で発生するバイオガスは自然に隙間を上昇し、発酵物の上に集まる。そしてバイオガスの出口からガス貯蔵処理設備へ移行する。

4) バイオガス貯留（ガスホルダー）

発酵槽内の有機物の嫌気性発酵により、バイオガスは連続的に生成される。

バイオガスは発酵槽の残渣の上に溜まり、圧力の差によりガスホルダーへ流出する。

ガスホルダーは二重の膜からなる容器で容量は約 200 m³である。

このガスホルダーは以下の 2 つの役割を持つ。

- ① 最低限のバイオガス量を維持し、発酵槽の圧力が不足するときは発酵槽へ流れ戻す
- ② バイオガスのピークを平準化する

ガスホルダー内のバイオガスは CHP へと導かれ、ガスエンジンで燃焼させる。

メンテナンス等により CHP の停止時、余剰ガスが発生した場合等において、ガスホルダーに発生したバイオガスが貯留できなくなったときは、フレアスタックで過剰分を燃焼処理する。

（6）堆肥化処理の概要

1) 処理フロー

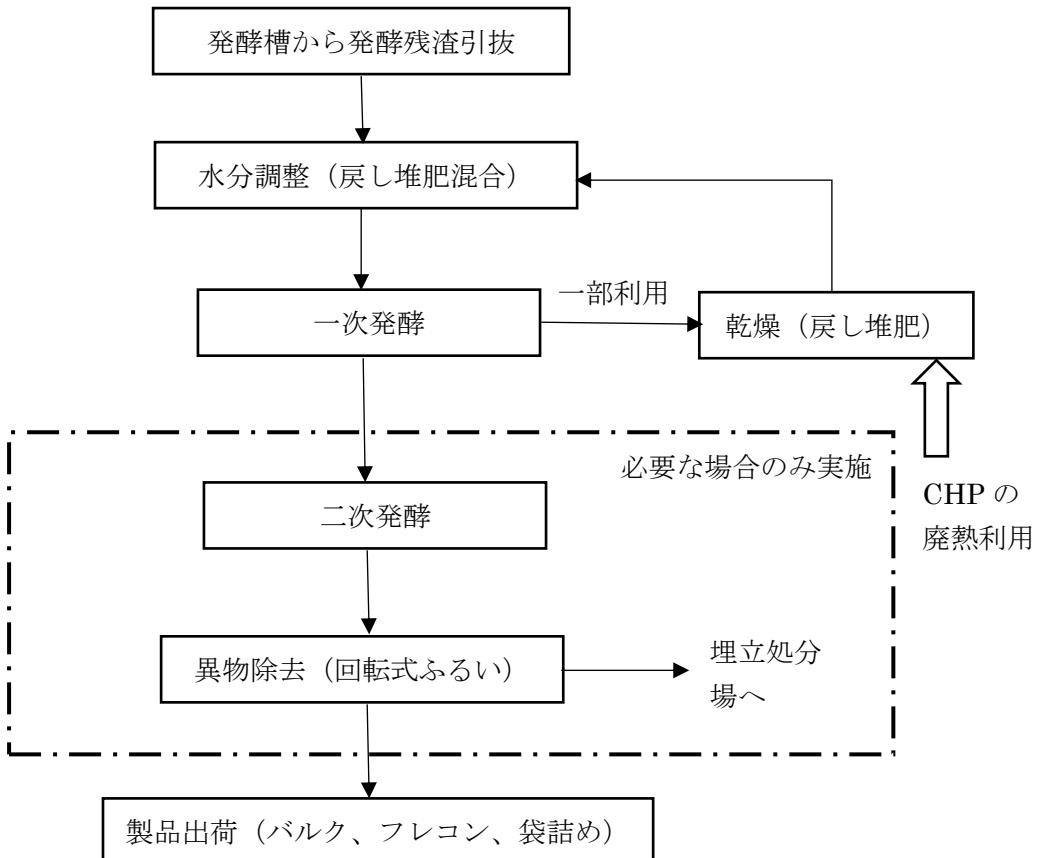


図 2-6-17 堆肥化フロー

メタン発酵による発酵残渣には、窒素、リン、カリウム等の肥料成分のほかバクテリアの栄養分となる有機成分が多く含まれ、良質な堆肥原料となる。メタン発酵後の堆肥化は、生ゴミから好気性環境で製造する通常の堆肥化工程に比べ以下のような利点がある。

- ・有機物に含まれる炭素の多くは、通常の堆肥化では未利用のままCO₂として大気に放出されるが、メタン発酵ではCH₄として6割程度エネルギーとして回収できる。
- ・嫌気性下で有害微生物が不活性化しているので、製造管理が容易で対比の品質が安定する。
- ・雑草種子も同様に不活性化しているので、施肥後、雑草が生えるという問題は少ない。
- ・発酵槽内で熟成（分解）が進んでいるので、製造開始から出荷までの期間が短い。また、熟成度が高く肥効の高い（窒素、リン、カリウム等の回収率が高く、植物への吸収も高い）堆肥ができる。
- ・臭気が大幅に低減される

2) 堆肥製造販売ライセンス

堆肥製造販売をするためにはライセンスを農林水産省（MAFF）から取得する必要がある。

表 2-6-7 堆肥製造販売のライセンス取得条件と MAFF の関連サービス

項目	条件	
前提条件	<ul style="list-style-type: none"> 農業技術者(大学学部卒以上)を雇用すること ラボにて成分分析を実施すること 農地でのフィールドテスト 	
発行所要日数	30~45 営業日 ※ラボの分析機関、フィールドテスト期間は含まず	
発行手数料	製造量 (トン/年)	費用 (USD)
	100-5000	25
	5,000-10,000	50
	10,000-20,000	100
	20,000-50,000	150
	50,000-100,000	250
ライセンス更新	3 年に1 回 ※各州に更新頻度は異なる	
ラボ分析期間	約30 日	
ラボ分析費用	1 肥料につき約200~250 USD	
その他	<ul style="list-style-type: none"> ライセンス発行後、登録番号の割り当て 肥料袋への表示制限あり 年1 回の監査あり 販売店、農業局への教育の実施が必要 	

3) 堆肥基準

カンボジアの肥料基準に基づき、COMPED ともに自社基準を設定し、それに従って製造管理を行う。

表 2-6-8 堆肥の成分基準

分析項目		カンボジアの肥料基準	COMPED 製造堆肥分析値
1	窒素全量	対象外	2. 26%
	リン全量	対象外	2. 26%
	カリウム全量	対象外	1. 74%
	合計	3-8%	4. 61%
2	C/N 比	≥12:1	12:1
3	水分	≥35%	46. 6%
4	有機物量	≥20%	39. 5%
5	pH	7-8	7. 7
1	亜鉛(Zn)	≤1, 000	310
2	鉛(Pb)	≤100	54
3	銅(Cu)	≤300	130
4	全クロム(Cr)	≤50	34
5	ニッケル(Ni)	≤50	20
6	水銀(Hg)	≤0. 15	0. 079
7	カドミウム(Cd)	≤5	0. 96
8	コバルト(Co)	≤5	-
9	モリブデン(Mo)	≤20	-
10	ヒ素(As2)	≤10	-

(7) 热電併給(コーチェネレーション)

ガスホルダーに貯留したバイオガスを燃料とし、熱電併給装置



表 2-6-9 CHP の仕様

(CHP)によりバイオガスが持つエネルギーの約83%を電気エネルギー(約40%)及び熱エネルギー(約43%)として取り出す。電気エネルギーはCHPのガスエンジンに接続した発電機で発生させ、一部を施設内利用するが、多くは送電所で昇圧して電力会社(EDC)の系統連系に送電する。

また、エンジンを冷却する際に生じる温水や燃焼廃熱は発酵槽の温度維持用(蒸気)の熱源、発酵残さの堆肥化処理時の乾燥用の熱源として利用する。

ガスエンジンの燃料となるバイオガスの成分のほとんどはメタン(約60%)と二酸化炭素(約40%)で、硫化水素等の異物はわずかだが、事前に処理装置で除去済みのため、燃焼排ガスからは煤等は出ずクリーンである。

型式	avus600b(2G)
電気出力、電気効率	637 kW 40.4 %
熱出、熱効率	675 kW 42.8 %
電圧	φ 3-400V 50Hz
ガスエンジンメーカー	Jenbacher
エンジン型式	V70型 シリンダ数：12
回転数	1500 rpm
燃料の種類	バイオガス
排気ガス温度	427 °C
ガス消費量(CH4) (100%負荷時)	165 Nm ³ / h
発電機モデル	Leroy Somer LSAC 49.1 L9 プラシレス、単軸受
寸法 (LxWxH)	4700×2300×2300
総重量	9.1 t

(8) 消臭

悪臭発生源は生ゴミを受入れ手選別、一時保管をする受入破碎選別エリアを中心となる。発生源からの漏洩対策として、周囲に壁を設け臭気が漏洩する部分などを塞ぎ、排気ファンなどで吸引して陰圧に状況を保ち屋外への臭気対策を行う。屋外への排気には脱臭装置を用いて消臭効果が高い炭酸次亜塩素酸水での薬液洗浄を行い、大気に排出する。

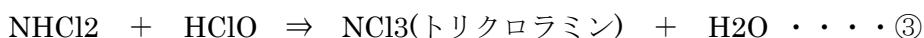
1) 消臭技術

次亜塩素酸水の強い酸化作用を利用して酸化反応により無臭化する薬液洗浄法である。アンモニア、硫化水素、メチルメルカプタン、硫化メチルなど幅広い臭気に有効である。

今回利用する薬液の炭酸次亜塩素酸水は次亜塩素酸ナトリウムに炭酸ガスを混合させ、酸化作用分子の次亜塩素酸の含有量を大幅に増やし、より強い酸化作用で臭気を無臭化する。

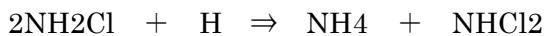
以下に次亜塩素酸水によるアンモニアの消臭原理を示す。

アンモニア(NH₃)と次亜塩素酸(HClO)が反応するとモノクロラミン(NH₂Cl)、ジクロラミン(NHCl₂)、トリクロラミン(NCl₃)が生成される。



これらの反応はpH値の影響を受け、①の反応はpH7.5以上で顕著となり、pH8.3で最高になる。pH7ではモノクロラミンとジクロラミンがほぼ同量できる。

モノクロラミンの生成①式は、pH7～9では数秒以内に起こり、最も容易である。ジクロラミンは②式や次式のモノクロラミンの不均化反応により生じるが、微量のHClOが存在する場合、ジクロラミンの純粋な溶液を作ることは困難になる。



また、生成されたジクロラミンは複雑な挙動を示すが、次式に従って分解される。



表 2-6-10 次亜塩素酸消臭技術の概要

2) 次亜塩素酸水による消臭方法

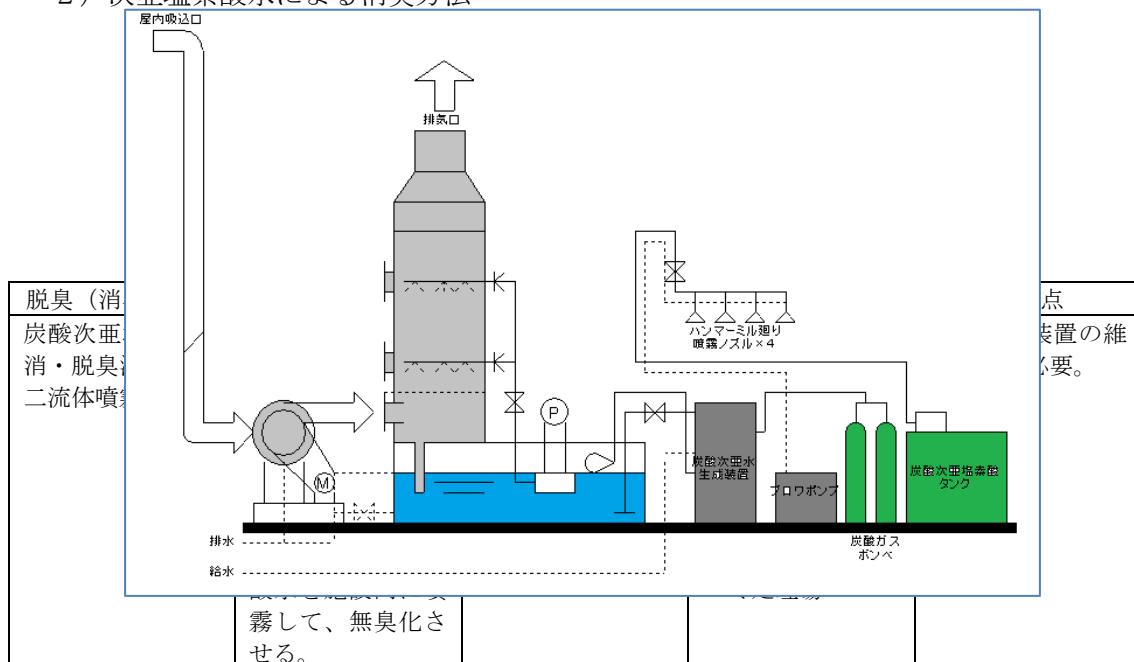


図 2-6-19 消臭システム

2-6-3 主要設備と調達先

カンボジアにおける第1号プラントとなることから、主要機器は実績のあるEUのメーカーから調達する。増設または2号プラント以降はできる限り現地化を図る。

表 2-6-11 主要機器・装置と調達先

種類	数量	主な仕様	調達先（予定）
トラックスケール	1 台	30t	現地

ハンマーミル	1	式	15m ³ /h、ホッパー付属 60mm 以下に破碎	ドイツ Wackerbauer 社
脱水スクリュー	1	台	豎型、搬送用	現地
定量供給スクリュー	1	台	ホッパー付属	
原料投入システム	1	式	ホッパー・混練装置・圧送ポンプ 一体型、油圧ユニット	
発酵槽	1	基	1,500m ³	
引抜スクリュー	2	台		ベルギー OWS 社
残渣搬送コンベア	1	式	堆肥製造ヤードへ搬送	
油圧バルブ	1	式	バルブ、油圧ユニット	
空圧バルブ	1	式	バルブ、油圧ユニット	
バイオガス洗浄装置	1	式	硫化水素除去	
ガスホルダー	1	基	200m ³ 、2重膜構造	
CHP	1	基	電気出力：637kW 熱出力：675kW	ドイツ 2G 社
ボイラー	1	式		
フレアースタック	1	基	余剰ガス燃焼	現地
送変電所	1	基	EDC の MV/LV への接続	

2-6-4 施工体制と協力会社

カンボジアにおいて、規模の大きな本格的なメタン発酵プラントは本事業が初めてとなる。そのため、メタン発酵プラントの施工を経験した施工会社は国内には存在しない。しかし、近年、海外資本による飲料工場やバイオエタノール工場、現地資本によるビール工場等、プラント工事に関わる施設の建設も増えており、エンジニアリング企業も幾つか育っている。

今後、カンボジア国内でのメタン発酵の普及を図ることを念頭に置くと、施工を国内企業に任せることが重要である。

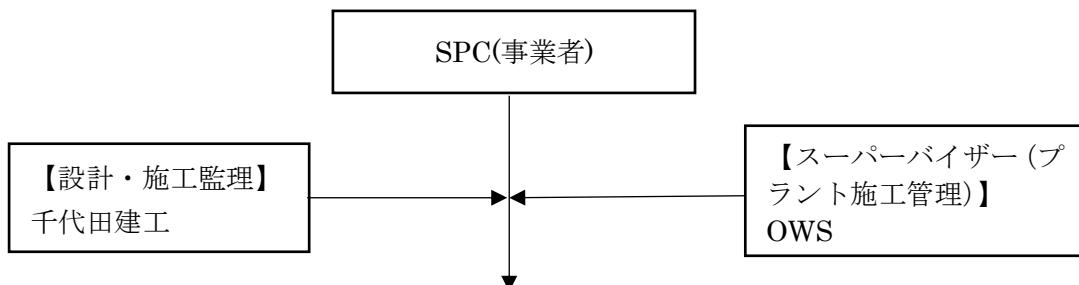
表 2-6-12 主要なプラントエンジニアリング企業

企業名	概要	ウェブサイト
Camatec Engineering & Construction	・中国系のエンジニアリング・建設企業 ・アンコールビール、MH バイオエナジー等プラント関連工事の実績が豊富 ・日本企業との実績はなし	http://www.camatec.com.kh

SOMA Construction & Development	<ul style="list-style-type: none"> カンボジアのコングロマリット、SOMA グループの建設会社 グループ企業の SOMA エナジーのプラント等の実績がある 神鋼環境ソリューションと連携 	http://smg.somagroup.com.kh:8669/page/homepage/
Comin Khmere	<ul style="list-style-type: none"> デンマーク系のエンジニアリング・設備企業 <ul style="list-style-type: none"> 東南アジア一帯で展開する Comin Asia のカンボジア担当企業 プノンペンタワー等の建築設備系の実績が多い。プラントではコカコーラ等がある EU 出身の技術者が多い 	http://kh158.yp.com.kh/

表 2-6-13 設計・業務担当

番号	業務範囲	担当会社
1	プラント設備	
1-1	設計	OWS
1-2	製作	OWS
1-3	据付	CAMATEC Engineering
1-4	試運転・調整	OWS
2	土木・建築構造物	
2-1	設計	千代田建工株式会社
2-2	施工	CAMATEC Engineering
3	配管、電気工事	
3-1	設計	千代田建工株式会社
3-2	施工	Comin Khmere



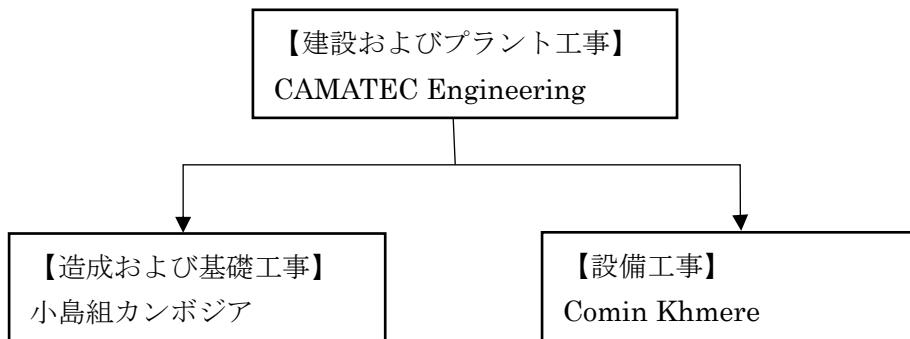


図 2-6-20 施工体制

2-6-5 建設コスト試算

Prek Chrey の候補地を事業地とした場合の建設コストを試算は以下の通りとなる。

表 2-6-14 建設コスト

	項目	主な仕様	費用(USD)
1	用地取得費	5,000m ²	500,000
2	開発工事	盛土工事、排水設備	200,000
3	建設工事 建築、基礎、 道路、外構	工場棟 タンク基礎 周回道路、ネットフェンス、植栽	950,000
4	プラント工事 装置購入 電気工事 装置組立 配管、計装	メタン発酵処理装置、CHP 配電、系統接続	7,350,000
5	重機・車両 重機 営業車両	バックホウ、ホイルローダ、クレーン	500,000
	合計		9,500,000

2-7 プラント運営管理方法

2-7-1 プラント運営方法と体制

(1) 運転管理

プラントは自動運転される。プラントの管理・計測システムは P C と P L C (Programmable Logic Controller) から成り、お互いにネットワークにより結ばれている。プラントから送られるすべてのデジタルおよびアナログ信号は P L C に集められ、必要な外部シグナルとして変換される。プラント管理者と P L C の通信は P C を

通して行われる。プラントの各部署の操業はスクリーン上のフローシートにより遠隔管理が可能である。

(2) 操業時間

昼間だけでなく夜間も原料のゴミがプラントに入庫するため、プラントの操業は 365 日 24 時間無休とする。ただし CHP については、年間の 1 割程度の日数を保守・メンテナンス時間に充てるため、稼働は 330 日（8,000 時間）となる。他の機器・装置のメンテナンスは CHP のメンテナンスのタイミングに合わせ実施する。

(3) プラント運営体制

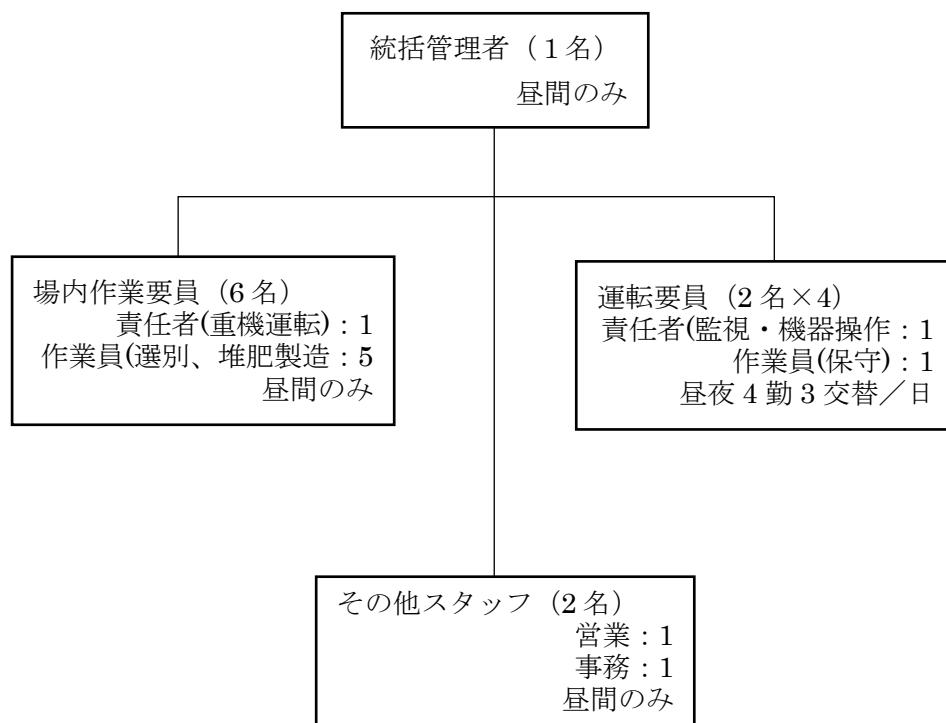


図 2-7-1 プラント運営体制

操業は年間 365 日、1 日あたり 24 時間運転（日勤と夜勤の 3 交替制）とする。

2-7-2 プラント管理方法

(1) 運転管理

ドランコ・プラントは完全に自動化運転される。プラントの管理・計測システムは P C と P L C (Programmable Logic Controller) から成り、お互いにネットワークにより結ばれる。プラントから送られるすべてのデジタルおよびアナログ信号は P L C に集められ、必要な外部シグナルとして変換される。プラント管理者と P L C の通信は P C を通して行われる。プラントの各部署の操業はスクリーン上のフローシートに

より遠隔管理が可能である。

(2) 機器の点検およびメンテナンス

各主要機器の点検頻度とメンテナンス内容は次のとおりである。

表2-7-1 主要機器のメンテナンス内容

機器名	点検頻度	メンテナンス内容
破碎選別装置	1回/年	点検、破碎刀・スクリーンの交換
定量供給装置	1回/年	点検、計量補正、シール交換
ベルトコンベヤー類	1回/年	点検、ローラー交換、ベルト補修
スクリューコンベヤー類	1回/2~3年	点検、シール交換
投入装置オーガフィーダー	1回/年	点検、シール交換
投入装置ポンプ	1回/年	点検、シール交換
ガスエンジン発電装置	1回/年	点検、設定時間毎にオーバーホール
ボイラ一年	1回/年	点検、付着物除去、バーナー交換
プロワー	1回/年	点検、付着物除去、フィルタ交換

(3) 構成機器の耐久性

高温部分や高速可動部分が少ないことから、耐久性に特に留意した構造の機器は少ない。

補修が必要な機器は、クレーン、破碎選別機、ポンプ類、コンベヤー類、発電装置等であるが、特殊な機器はなく既存の廃棄物処理施設と同様な保守点検でよい。なおバイオガス利用機器は除去対象である硫化水素やシロキサン等について、各機器の許容濃度以下で使用する必要がある。

(4) 日常運転の点検項目

- ・タンク、配管類からのガス漏れ
- ・コンベヤー等の移送装置類の異常音、異常振動
- ・油圧ユニットの圧力、温度
- ・発酵槽内の圧力、バイオガス発生量
- ・ファン類の圧力、流量

2-8 事業性検討

2-8-1 事業試算

(1) 事業フロー

【原料受入】

- ・種類：有機性廃棄物を多く含む一般廃棄物
- ・排出元：マーケット、飲食店、オフィス等
- ・数量：26,645t/年（処理不適物を含む）
- ・受入費用：無償

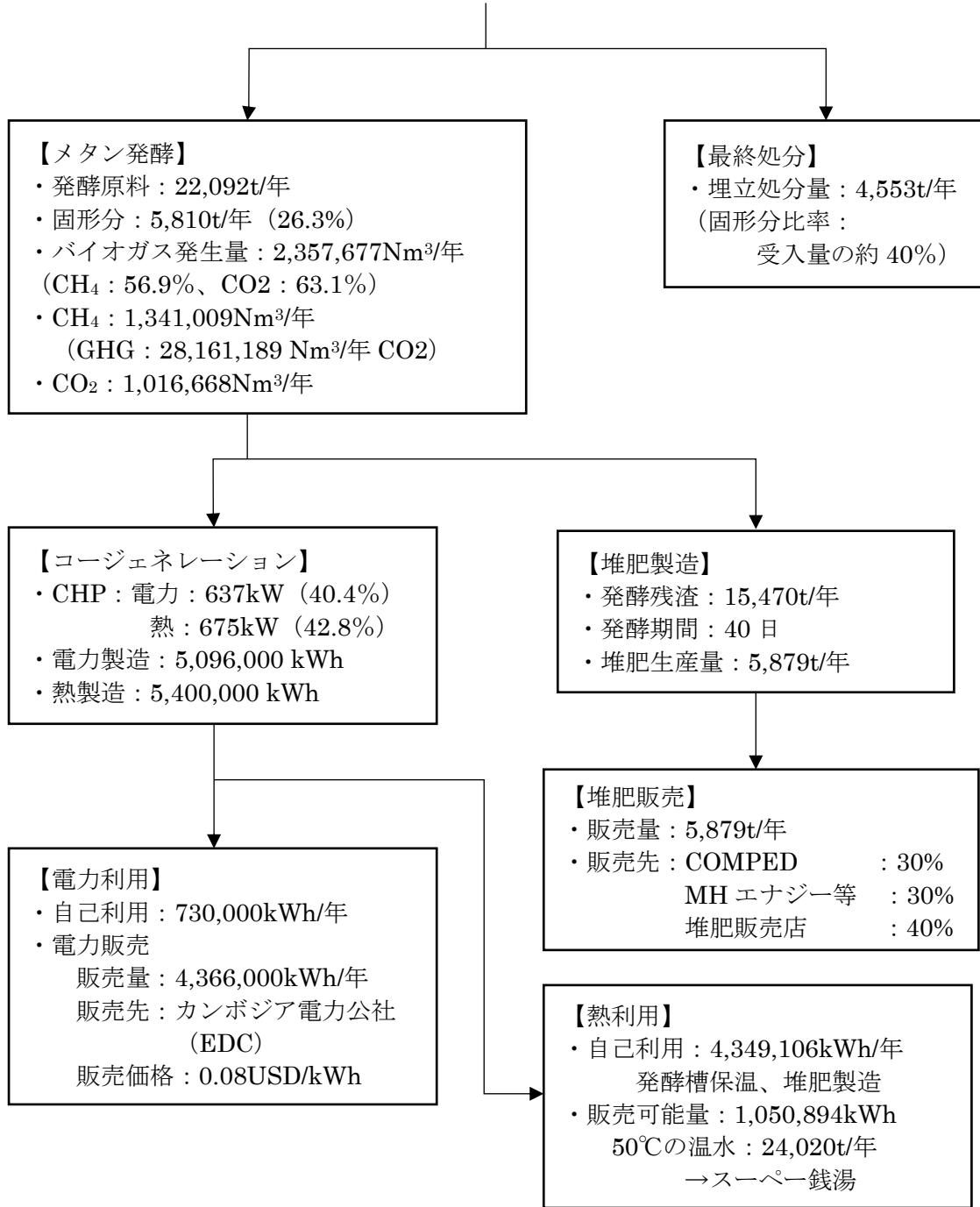


図 2-8-1 事業フロー

（2）原料の安定確保

カンボジアでは堆肥需要が旺盛であり、多くの事業者が豊富にある生ゴミに着目して生ゴミから堆肥を製造しようとしている。しかし、堆肥製造には水分・温度・空気量のほか発酵菌の管理等、ノウハウや専門技術が必要で、良質な堆肥を製造するには経験のないものには難しいし、失敗例も多い。

堆肥製造業者とは生ゴミの取り合いをするのではなく、メタン発酵後の残渣を供給する等彼らとの連携を図り、生ゴミをより有効に利用する仕組み作りをすることで原料の

安定確保を実現させる

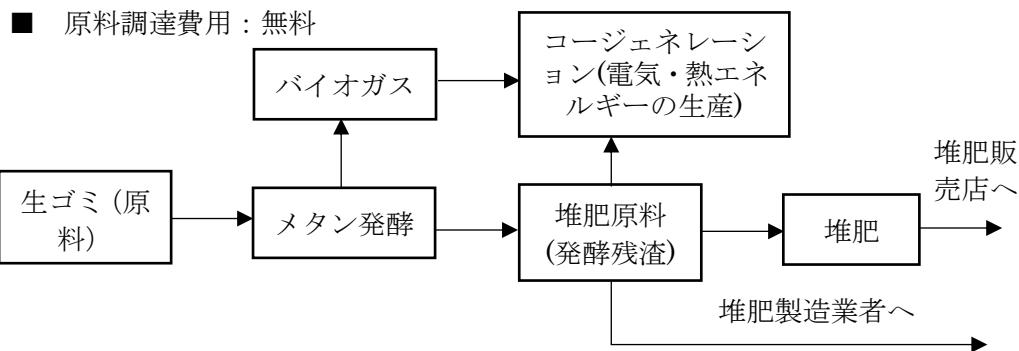


図 2-8-2 原料を安定的に確保する仕組み

(3) 収入の安定確保

1) 電力販売

製造した電力は EDC に販売しなくてはならない。カンボジアには再生可能エネルギーの電力買取制度（FIT）だいたいめ、EDC の電力買い取り価格の上限 0.1USD である。買い取り価格はカンボジア電力庁（EAC、鉱工エネルギー省（MIME）の下部組織）が決定するが、実態は EDC との協議で決まる。

EDC との協議の結果、EDC への販売価格は以下のように決まった。

■ EDC への電力販売価格 : 0.08USD/kWh

※実際、事業実施段階では環境大臣から 0.1USD/kWh への変更を要請してもらうことになっている（鉱工エネルギー大臣、環境大臣、EDC 総裁との協議）

表 2-8-1 電力販売による収入見込み

項目	数量	単位
発電量	5,096,000	kWh/年
発電能力（効率）	637(40.4)	kW(%)
施設内使用量	730,000	kWh/年
電力販売量	4,366,000	kWh/年
電力販売単価	0.08	USD/kWh
※希望単価	0.10	
電力販売収入	379,280	
※希望収入 (0.1USD/kWh)	(436,600)	kWh/年

2) 熱利用（販売）

CHP によるコーチェネレーションの特長は電気と同じ、あるいはそれ以上の熱エネルギーを取り出すことができる点にある。電気エネルギーと熱エネルギーをフルに使えばバイオガスが持つ総エネルギーの 85%程度を活用することになる。現状ではまだ少ないが、電気とともに多量の熱を消費する飲料工場や食品工場との併設は本システムの最も有効な利用法といえる。

また、一年を通して高温のカンボジアでは冷房需要が大きいため、コーチェネによ

らずガス焚のナチュラルチラーでの冷房はエネルギーの有効利用につながる。イオンモールのような大型ショッピングセンターや高層アパート等の大型施設の建設計画が今後増えると思われる。パナソニックのようなナチュラルチラーメーカーとタイアップして、これらの建設計画に参画することも本システム利用拡大につながるものと考えている。

熱利用に関してはこれら以外にも、旺盛な住宅需要に対し増加が著しいレンガ工場への熱供給も有効な熱利用と考えられる。従来から熱源として薪を利用していたが、乱伐により原料木が高騰したため大型のレンガ工場では石炭の使用が始まっている。ガス利用であれば窯の燃料として、CHP の廃熱利用であれば乾燥工程に利用できる。

表 2-8-2 熱エネルギーの利用例

利用方法		用途例
直接ガス利用	ナチュラルチラー (吸収式冷温水機)	大型施設の冷房・給湯 ショッピングモール、ホテル等
	ガス燃焼機	レンガ工場のガス窯
	CH4,CO2 ガス分離	CH4 : 燃料 CO2 : 溶接、医療、飲料用
コーチェネレーション	温水利用	ホテル、高層アパート、温泉等の給湯
	蒸気利用	食品の殺菌・乾燥、各種保温 牛乳・菓子・カップ麺等
	熱風利用	各種乾燥（食品、レンガ等） 木材、農産物、建材等 各種保温（堆肥等）

本事業では、CHP で発生する熱源（冷却水、排ガス）から直接あるいは熱交換により熱エネルギーを取り出し、発酵槽内の保温、堆肥の保温・水分調整（乾燥）に利用する。さらに余った熱については、将来的には温浴施設での利用を考えている。

表 2-8-3 熱利用と将来収入見込み

項目	数量	単位
熱発生量	5,400,000	kWh/年
熱生成能力（効率）	675(42.8)	kWh(%)
施設内使用量	4,349,106	kWh/年
熱販売可能量	1,050,894	kWh/年
温水製造量 (50°C)	24,020	t/年

温水販売収入 ※温浴施設が設置された場合	60,050 2.5	USD/年 USD/t
-------------------------	---------------	----------------

3) 堆肥製造・販売

現在、カンボジア国内において堆肥製造を組織で行っているところは、カンボジア衛星リサイクル機構（CSARO）やCOMPED等のNGOであり、生産量は何れも1千トン/年以下の小規模なものである。需要の多くはベトナム、タイ、日本、中国等からの年間70~80万トンに上る輸入堆肥でまかなっている。

輸入は肥料販売店が行っており、堆肥はバルクで輸入して袋詰めをして販売している。販売店では化学肥料も輸入販売している。こちらは元々袋詰めしており説明書きが書かれているが、翻訳されていないため使用者にとって使い方がわかりにくいという問題がある。さらに、価格も堆肥より高いこともあって、農家は使い慣れ安全な堆肥を好む傾向にあり、販売店も低価格化が見込める国内産堆肥には興味を持っている。

表 2-8-4 堆肥製造・販売の状況

項目	COMPED	CSARO	堆肥販売店
調達先	バッタンバン市の生ゴミ（埋立処分場で選別）	プノンペン市内マーケットや飲食店の生ゴミを有価で調達	ベトナム、タイ、日本、中国等から輸入
生産量 (販売量)	100t/年	300t/年	70~80万t/年
販売価格	100~130USD/t 40kg 袋詰	160~180USD/t バルクまたは袋詰 ※プノンペンは高め	13~28USD/袋 50kg 袋詰 ※原産地による価格差が大きい

表 2-8-5 予定している堆肥販売先と販売量・販売単価

販売先	販売数量	販売単価	対象
事業パートナー	30%	100(USD/t)	COMPED
大口顧客	30%	120(USD/t)	MH バイオエナジー 等
販売店	40%	130(USD/t)	Bayon Heritage 等
平均		118(USD/t)	



図 2-8-3 COMPED のバッタンバン堆肥工場

- ・堆肥工場は埋立処分場に隣接、処分場内から半月毎に場所を替えて原料を採取、塊毎に堆肥化を行う（写真左）
- ・温度管理やエアーの管理はされているが、水分管理は厳密でない。乾燥気味である
- ・原料を破碎していないので歩留まりが悪い。出荷前にふるいで異物を除去し袋詰めする（写真右）

メタン発酵による堆肥製造には以下のような利点がある。

- ・従来の好気下での堆肥製造では、炭素がエネルギー一分に変換されることなく CO₂となって大気中に放出される。一方メタン発酵では、まず嫌気下でメタン菌により炭素がバイオガス（CH₄ と CO₂）に変換されエネルギーとして抽出できる。バイオガスに変換される有機物量は生ゴミ（原料）が持つ有機物量の半分程度であり、発酵残渣には有機物の半分が留まり、肥料として十分利用できる素材となる。
- ・堆肥原料となる発酵残渣は発酵槽の中で熟成が進んだ状態で取り出すため、堆肥化の所要日数を短くでき製造コストを低減できる。また、窒素、リン、カリウム等の有効成分が遊離しやすくなっているため肥効が高く、EU では一次発酵のみで出荷される場合が多い。
- ・長期間に渡る嫌気環境により有害微生物が不活性化されるので、悪臭の発生がほとんどなく、有用な EM 菌などの種付けが容易となる。
- ・破碎後、メタン発酵工程での繰り返し圧送により材料が細断され粒子が一定になるため、均質な堆肥となる。また、切り返しによる空気混入が容易となるので、熟成の進捗が早まり短期間で良質な堆肥を製造することができる。
- ・コージェネの廃熱を利用して、堆肥の保温・乾燥が容易にできる。

欠点としては、

- ・堆肥化施設単独より施設費が高くなることである。これについてはコージェネにより生産される電力や熱エネルギーを有効に使うことでカバーすることは十分可能である。

(4) 試算条件

表 2-8-6 原料調達量と発生ガス量及びエネルギー量

原料調達先	受入量		除去量 t/年	原料使用量		固形分(TS)	
	t/日	t/年		t/日	t/年	%	t/年
1 マーケットごみ	30.0	10,950.0	1,642.5	25.5	9,307.5	20.0%	1,861.5
2 ナガワールドのごみ	8.0	2,920.0	584.0	6.4	2,336.0	25.0%	584.0
3 イオンモールのごみ	10.0	3,650.0	730.0	8.0	2,920.0	25.0%	730.0

4	市中ごみ (飲食&オフィス街)	25.0	9,125.0	1,596.9	20.6	7,528.1	35.0%	2,634.8
	合計または平均	73.0	26,645.0	4,553.4	60.5	22,091.6	26.3%	5,810.3
原料調達先	CH4 量		CO2 量	電気エネルギー量	熱エネルギー量			
	Nm3/年		Nm3/年	kWh/年	kWh/年			
1	マーケットごみ	382,910.6		313,290.5	1,534,067.3		1,625,200.0	
2	ナガワールドのごみ	144,973.6		100,744.4	580,812.6		615,316.4	
3	イオンモールのごみ	181,217.0		125,930.5	726,015.8		769,145.5	
4	市中ごみ (飲食&オフィス街)	631,908.0		476,702.5	2,531,634.0		2,682,028.1	
	合計または平均	1,341,009.2		1,016,667.8	5,372,529.8		5,691,690.0	
	原料調達費	無償						

表 2-8-7 CHP によるエネルギー生成量と外販可能数量と外販単価

項目	数量	単位	備考
CHP 電気効率	40.4	%	avus 500 b (2G 製)
CHP 熱効率	42.8	%	
CHP 発電能力	637	kW	
CHP 発熱能力	675	kW	
CHP 稼働時間	8,000	h/年	
年間発電量	5,096,000	kWh/年	<電気エネルギー量 : 5,372,529.8
年間熱発生量	5,400,000	kWh/年	<熱エネルギー量 : 5,691,690.0
内部電力使用量	730,000	kWh/年	発電量の 14.3%
内部熱使用量	4,349,106	kWh/年	発熱量の 80.5%
電力販売可能量	4,366,000	kWh/年	
熱販売可能量	1,050,894	kWh/年	
堆肥販売可能量	5,878.6	t/年	
電力販売単価	0.08	USD/kWh	EDC との決め単価
熱販売単価	2.5	USD/t	温水として販売 (将来) → 試算に含めず
堆肥販売単価	118	USD/t	平均、販売先により単価が異なる

(5) 投資額

操業までの各段階における事業投資は以下の通りである。

表 2-8-8 投資項目と投資額

段階	投資項目	投資金額 (千 USD)	備考
準備段階	ライセンス取得・各種許認可	150	現地コンサルへ委託

	発電事業 EIA (ゴミ処理、堆肥製造) 渡航・仮事務所費		
	各種調査 敷地測量 地質調査 渡航・仮事務所費等	100	現地調査会社へ委託
計画段階	設計 基本設計 実施設計	300	千代田建工へ委託 (建土) OWS へ委託 (プラント)
	操業準備 人件費 教育費 仮事務所費	200	
建設段階	土地購入	500	5,000m ²
	土地造成工事	200	小島組カンボジアへ委託
	建設工事 基礎工事 工場・事務所棟建築工事 プラント建設工事 外構工事	8,300	CAMATEC Engineering へ委託 (建設全体) ・小島組カンボジア (基礎、外構) ・Comin Khnere (設備) ・プラント機器 (OWS) 千代田建工 (設計・施工監理)
	重機購入 バックホウ、 ホイルローダ クレーン	500	
操業段階	運転資金 人件費 管理費 営業費 プラント運転費	500	1年分
	合計	10,550	

(6) 事業運営コスト

表 2-8-9 事業運営コスト

項目	費用 (USD/年)	数量	単位
プラント運転	発酵不適物埋立処分費 発生量	26,182	
		4,553.4	t/年
用水費	薬剤費 (塩化鉄) 使用量	5,500	
		50.0	t/年
電力費 (予備)	3,000		
	2,400		

コ ス ト	燃料費	12,000		
	プラント保守費	116,253		
	小計	165,335		
管 理 コ ス ト	人件費 運転要員（4勤3交替） 場内作業員 管理者、営業担当、事務担当	112,800 (48,000) (25,200) (39,600)	8 6 3	名 名 名
	一般管理費	33,840		
	営業費	36,000		
	固定資産税	5,800		
	減価償却（10年） 自己投資額：50% 設備補助：50%	237,500	5	%
	小計	425,940		
	合計	591,275		

（7）事業収支

建設コストの50%を設備補助によることを前提として年間収支を試算した。プラントは長期に渡って稼働させるが、収支計算は20年間とし以下の設定条件とした。

- ・収入

電力販売価格(固定) : 0.08USD/kwh

堆肥販売価格(固定) : 118USD/t

- ・支出

人件費および一般管理費 : 5%上昇/年

減価償却 : 10年均等

- ・課税

適格投資プロジェクト（QIP）による事業所得税の免税期間 : 5年間

【試算結果】

■投資回収年数 : 16.5年 ■IRR : 8.8%

試算の結果、以下の点で本事業は事業として十分成立するものと判断される。

・一般廃棄物を扱うプラントとしては20年以上の長期稼働が求められるので、16.5年の投資回収年数はとくに問題とならない。

・IRRは8.8%で、一般的に事業性ありと判断される8%より高い。

表 2-8-10 初期投資および年間収支

初期投資額				年間支出				年間収入				試算結果			
準備・運転資金				1,050 (千USD)				電力販売				事業採算性指標			
建設工事費				4,750 (千USD)				単価				数値			
投資合計				5,800 (千USD)				金額(USD)				算定期間			
資金調達				(設備補助 : 50%)				費目				基準			
自己資本 :				18% 1,050 (千USD)				人件費				管理・機械工、作業、事務、保険等			
借入金 :				82% 4,750 (千USD)				プラント保守費				発電機、ポンプ、配管類等			
借入条件				借入金金利 : 1.00%				水光熱費				電力、水、燃料等			
返済期間 :				10 (年)				葉剤費				5,500 塩化鉄			
据置期間 :				2 (年)				廃棄物処分費				26,182 最終処分場に埋立			
								営業費				36,000			
								一般管理費				33,840 販管費、福利厚生等			
								租税公課				5,800 固定資産税			
								減価償却費				237,500 建物・構築物：5%定率			
								合計				591,275			

損益・キャッシュフロー試算(20年)

2-8-2 事業化における課題・リスク

(1) 事業化の課題

1) 事業の早急な実施と大規模化への対応

プノンペンにおけるゴミの急増と Dangkao 埋立処分場の残余年数が少ないとから、プノンペン都は大幅なごみの減容化を実現する中間処理事業を民間に委託しようとしている。現在、我々以外に、中国系の企業を中心として都には多くの事業提案が出されており、都では入札により事業者を決定する方向で方針を決定する予定でいる。提案事業のほとんどが全量焼却で減容化し、さらに焼却による発電事業を行いその収入から事業を成立させようというものである。この委託事業が現況の計画のまま進められると、以下のような問題が発生する可能性がある。

- ・入札が予定通り進められると、数年以内に着工、着工後 2 年程度で施設が稼働する。そうなるとゴミ処理の流れも代わり本事業での原料調達も難しくなる可能性が高い。
- ・水分の多いゴミをそのまま焼却処理することは困難で、水分除去（蒸発や脱水）は多大のエネルギーを必要とし事業成立を拒む最大要因である。焼却の前処理として水分除去を効果的に行うことができなければ、焼却事業自体が頓挫しプノンペンのゴミ処理計画に悪影響を及ぼす恐れがある。

これらの問題発生につながらないようにするために、焼却に不向きな生ゴミをメタン発酵し、埋立処分量を大幅に削減することが重要である。メタン発酵不適物として分別されたゴミの中にはプラスチック等可燃物が多く含まれ、それを焼却処理することにより埋立処分量をさらに減らすことが可能である。

本事業の成立のみではプノンペン全体のゴミ処理問題解決には及ばないが、これをモデルとして都全体のゴミ処理に対応できる大規模施設の建設に結べれば、埋立処分量を現状の半分以下にすることができ、新たな処分場建設も時間をかけ慎重かつ適切に計画を進めることができるようになる。

2) 他の中間処理事業との連携

メタン発酵のみで適切なゴミ処理はできない。様々な種類のゴミが混合する一般廃棄物の中から目当ての生ゴミを取り出すには、前処理にかなりの手間とコストがかかり、事業として成立しなく可能性が高い。

今回の事業では、収集運搬事業者の CINTRI の協力を得て、生ゴミの混入割合が多い収集運搬ルートを抽出することができた。それにより前処理の負担は軽減され、簡単な機械装置で発酵原料を得ることが可能となった。

本事業をプノンペン全体のゴミ処理に適用するためには、本事業の実施によりどのような設備が必要かつ適切であるかを明らかにしていく必要がある。まだ、実施されていない分別回収の方法、リサイクル施設、破碎選別等の前処理施設、発酵不適物の処理施設（焼却や RDF）、さらには埋立処分場との有機的な連携が図れるようにしていくことが重要である。

本事業における知見が、今後計画されるリサイクルや破碎分別、焼却等の様々な施設計画の参考になり、さらに業務を連携することでお互いのメリットを高め、かつ適切なゴミ処理が可能となるように工夫していく必要がある。

(2) 想定されるリスク

1) 交通渋滞による収集運搬スケジュール

原料が生ごみであることから、プラントでの原料の長期保管は行わないで、入荷から時間を置かず発酵槽に投入するようとする。そのため、原料の入庫が交通渋滞により大きく遅れたりすると、手選別処理や機械による破碎選別、発酵槽への安定的な投入等、安定した工場操業に影響を及ぼすことが懸念される。状況においては人員体制（作業シフトの変更や作業員の増員等）の見直しや設備の追加（時間当たりの処理能力の強化等）等が必要となることも考えられる。

GPSによる車両運行管理、運行データの解析による渋滞予測等のIT活用を検討する必要がある。

2) 堆肥価格の低下による減収リスク

現在、輸入に頼っている化学肥料は高価なため、安価な堆肥の需要が旺盛で需要に供給が追い付かない状態が続いている。とくに、施肥が必要な野菜生産が増加したことから堆肥の需要は急増し、ベトナム、タイを中心に年間70、80万トン程度を輸入している。中国や日本から多くの堆肥を輸入しているが、将来、国内での堆肥生産の増加や安価な化学肥料の生産が行われるようになると、競争による堆肥販売価格の低下が懸念される。

本事業では収入の多くを堆肥販売に頼っているため、販売価格の低下は事業収支を悪化させるので対策を事前に検討しておく必要がある。対策としては堆肥生産量を増加させ、減収とならないようにすることで、以下のような方法がある。

- ・原料となる生ごみの受け入れ量を増やし発酵槽での保持日数を減らす。これによると、プラント規模を変更することなくバイオガス発生量を維持（発電量を維持）し、かつ堆肥生産量を増加させることができる。

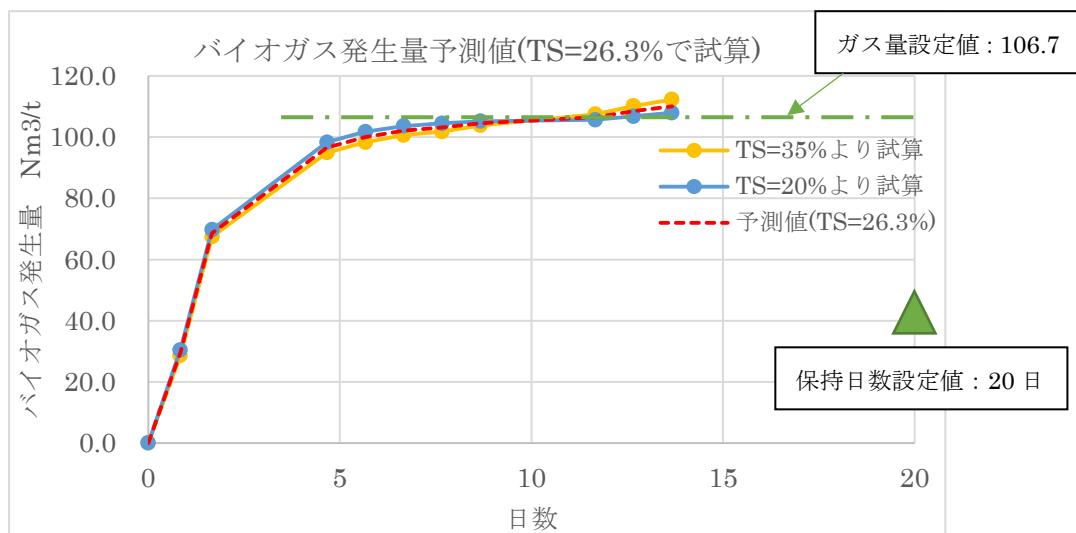


図 2-8-4 採取ゴミの発酵テスト結果から試算したバイオガス発生予測値

本計画では、発酵槽内での原料保持期間を20日に設定している。プノンペン市内から採取したゴミより発酵原料を作成してラボ試験を行った結果、1週間程度でバイオ

ガスの約 90%程度が発生することが分かった。

実際のプラントでの誤差（原料、季節、水分、温度等による変動）を考慮に入れても発酵槽内での保持期間を短縮することは可能と考える。堆肥原料としての熟成度を考慮して、5 日程度の短縮（20 日→15 日）が可能とすれば、25%の原料をさらに受け入れることが可能となる。



図 2-8-5 発酵テスト用サンプル

左：採取ゴミ、右：発酵不適物

- ・プラントを増設して全体の処理能力を増やす。新たな投資が発生するが、規模拡大によるメリット（販売原価の低減）が得られる。FIT がないので熱利用を中心に収入拡大を図る必要がある。また、バイオガスの生産量が多いければ、CH₄ と CO₂ を分離精製しそれぞれを販売事業も視野に入る。

2-9 他地域への水平展開

2-9-1 地方中核都市への水平展開

(1) 他地域への展開可能性

カンボジア国内においてプノンペン以外の地域では、電力の不足の問題を抱えるところが多く、熱エネルギーとともに自給自足の再生可能エネルギーへの期待は大きい。環境衛生上の観点からもごみの適正処分は重要である。周囲からの農業残渣も多く、固形比率の高い有機廃棄物の組成比率が80%以上という高い固形比率(TS)はセルロース成分の分解に適した乾式メタン発酵システムにとっては好適な条件である。より安価にプラントが建設できるようになれば需要は一気に拡大するものと思われる。当面、バッタンバン市、シェムリアップ市、シアヌークビル市等の地方中核都市への適用を検討していく。プノンペンでの事業が実現できればこれらの市への展開は容易である。

カンボジア以外にも、JCMスキームの利用によって、ベトナム、ミャンマー等、カンボジアと同様の課題を抱える周辺諸国へ本技術を水平展開できれば、GHG削減の大きな効果につながることが予想される。

第3章 事業化に向けた取り組み

3-1 事業成立条件の確認

事業化を進めるためには、以下の4条件が成立する見込みが得られることが必要である。

①入口のめど

原料となる生ごみが安定的かつ必要量、事業期間において確実に調達できること。

②出口のめど

生産した電気及び熱エネルギーあるいはガス（メタン、二酸化炭素）の用途先・販売先があること。

③建設のめど

プラントの建設が可能であること、事業許可・建設許可等の取得ができること、事業用地を確保できること、建設資材の調達や技術力ある施工会社の協力が得られることが必要である。

④収益のめど

投資と運営コストに対し、十分な収益が長期間にわたって得られることが必須である。

3-1-1 入口を支える仕組み

目的：原料の安定調達

【排出事業者の協力】

■ プノンペン都の協力

- ・官庁街のごみを、専門で収集する CINTRI 収集運搬車経由で調達
- ・食品を扱うマーケットからの調達

Deum Kor マーケット等、プノンペン都が運営するマーケットが主体

■ 大口排出者の協力

- ・ゴミ量・ゴミ質が安定した排出者（イオンモール、ナガワールド）のゴミを CINTRI 経由で調達

【収集運搬事業者の協力】

■ CINTRI 社の協力

- ・必要なゴミ量・ゴミ質が排出される収集ルートを選定して調達
必要において収集ルートの見直しも検討する
- ・プノンペン全地区に拡大するために、次期以降のプラント設置を共同で検討する

※CINTRI 社はプノンペン都と一般廃棄物（ほぼ全域）の収集運搬事業を 50 年（2002 年～）の長期にわたって委託契約を結んでおり、都のゴミ処理政策についても大きな発言力を有している。

3-1-2 出口を支える仕組み

目的：電力、堆肥の安定販売（将来的には熱販売も実施する）

【電気買取事業者の協力】

■EDC（カンボジア電力規制庁（EAC）カンボジア鉱工エネルギー省（MIME）の協力

- ・現在、EDCより回答があった0.08USD/kWhの買い取り価格を、上限の0.10USD/kWhにしてもらうよう協力を仰ぐ

カンボジア環境省（MOE）やプノンペン都の支援を得てで実現を目指す

【堆肥販売事業者の協力】

■COMPEDの協力

- ・現在、COMPEDは公益財団法人地球環境戦略研究機構（IGES）の協力を得て、バッタンバン市の埋立処分場で生ゴミから堆肥を製造している。機械化が遅れており、大きな需要に対し必要な堆肥の製造が間に合わない状況にある。

- ・堆肥需要は米作（わらのすき込みができる）中心のバッタンバンより、近郊農業での野菜作りが盛んなプノンペン周辺の方が圧倒的に大きい。カンダール、コンポンチャム、コンポンスプー等が大きなマーケットで、COMPEDにとって堆肥ビジネス拡大のチャンスである（現在、バッタンバンで製造した堆肥をプノンペン方面の需要家に販売している。プノンペン周辺の堆肥相場が160～180USD/tのため、輸送コスト30～40USD/tを見込んで、バッタンバンでの出荷価格を100～130USD/tに抑制している。）。

- ・COMPEDでは堆肥製造技術や品質管理技術をIGESやドイツの堆肥メーカーの協力で習得しており、品質分析についても独自のルートを持っている。これら、堆肥製造に関わるバックグラウンドをCOMPEDの協力を得ることで手に入れることができる。

■大口需要家の協力

- ・韓国系のMHバイオエナジー社では自社プランテーションで栽培したサトウキビ等を原料として、年間3万トンのバイオエタノールを製造している。高品質なことから主に種類原料としてEU、韓国に輸出している。そのため、原料にはこだわっており、化学肥料は使わずエタノール製造残渣を堆肥化して肥料としている。自社製の堆肥では供給が追いつかず、多くを輸入堆肥に頼っている。有望な販売先の一つとなる。

3-1-3 建設を支える仕組み

目的：安価で品質の良いプラントを建設する

【許認可者の協力】

■電力事業許可者（EAC、MIME）の協力

- ・本事業で製造する再生可能エネルギーの価値を理解し、関連諸機関とともに水平展開につなげる仕組み作り等、本事業への支援を期待している。

■廃棄物処理許可者（MOE、プノンペン都）の協力

- ・本事業を契機に、分別等ゴミ収集運搬の改善、プノンペン都全体のゴミ処理への展開、地方都市への導入等、ゴミの適正処理と再生可能エネルギーの活用を同時並行で推進することを期待している。

【建設関連会社の協力】

■OWS の協力

- ・気候、原料の違い等、現地に適合したプラント構造の検討や技術の提供、オペレーション教育等について協力してもらう。
- ・操業時にはトラブル対策、メンテナンスサービス、遠隔モニタリング等による、プラントの安定稼働を支援。
- ・イニシャルコストの内、大きな部分を占めるのでコスト削減努力

■プラントエンジニアリング会社の協力

- ・国内企業の場合、海外企業の元で培った技術、知見を活用して、カンボジア国内に広げることでさらに高みを目指す。
- ・地元の情報やコネクションを活用して安価で良質な資機材の調達ルートを開拓する。
- ・海外系企業の場合、優れた経験・マネジメント力を駆使するとともにカンボジア国内企業の養成につながるよう協力を得る。

3-1-4 収益を支える仕組み

目的：事業を継続するための収益確保

【人材育成機関の協力】

■大学の協力

- ・プラントの確実な稼働、入口と出口の安定確保、いずれを実現するためにも優秀な人材が必要であり、供給面としての大学の役割は大きい。本事業における人材供給元大学として、カンボジア工科大学（ITC）、王立プノンペン大学との連携を予定している（両校とも学長が日本への留学経験があり、日本企業支援には前向きである）

【販売先事業者の協力】

■EDC の協力

- ・電力買い取り価格を高めに設定してもらえば、収益が向上し、より事業性が高まる。

EDCによる電力買取価格が0.08USD/kWhから0.1USD/kWhに変更されれば、以下の効果が見込まれる。

IRR: 8.8% → 10.2%

投下回収年数: 16.5年 → 14.2年

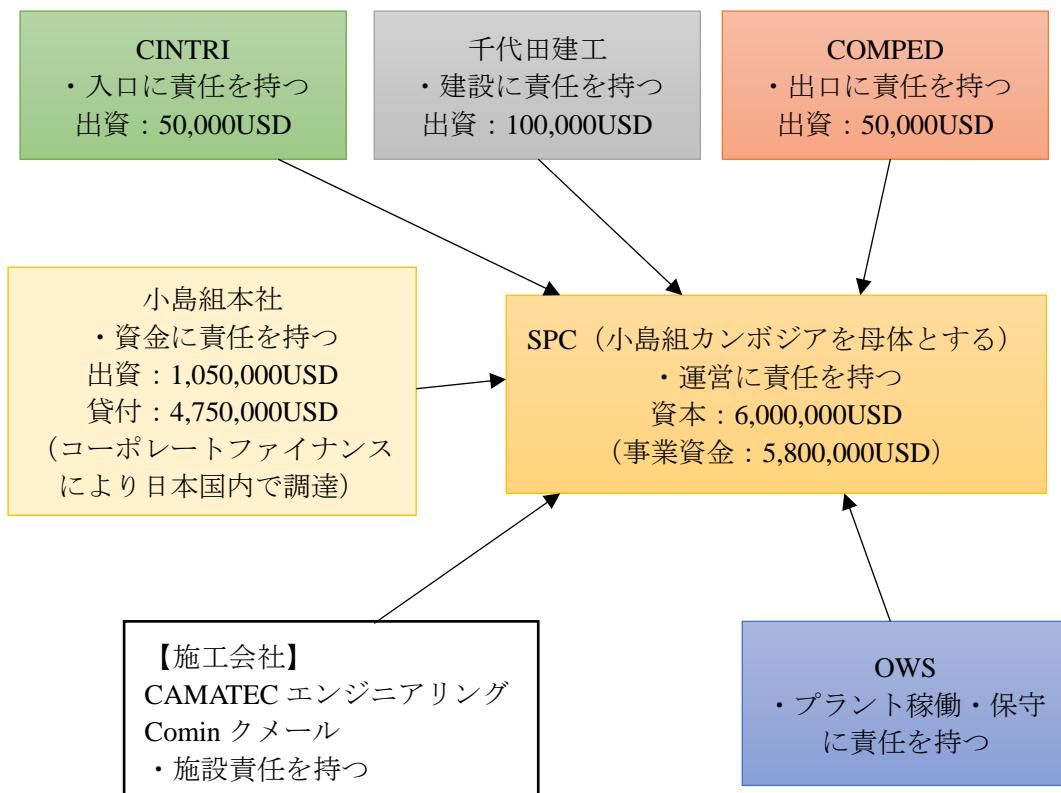
表3-1-1 電力買い取り価格を0.1USDにした場合のIRR向上

損益・キャッシュフロー試算(20年)		年	0	1	2	3	4	5	10	15	20	(千USD)
収入	売電収入 (年間上昇率: 0%)		0.0	436.6	436.6	436.6	436.6	436.6	436.6	436.6	436.6	436.6
	売熱収入 (年間上昇率: 0%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	堆肥販売収入 (年間上昇率: 0%)		0.0	693.7	693.7	693.7	693.7	693.7	693.7	693.7	693.7	693.7
	年間収入合計		0.0	1130.3	1130.3	1130.3	1130.3	1130.3	1130.3	1130.3	1130.3	1130.3
支出	人件費 (年間上昇率: 5%)		0.0	112.8	118.4	124.4	130.6	137.1	175.0	223.3	285.0	
	プラント保守費		0.0	116.3	116.3	116.3	116.3	116.3	116.3	116.3	116.3	
	水光熱費		0.0	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	
	薬剤費		0.0	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	
	廃棄物処分費		0.0	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	
	営業費		0.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	
	一般管理費 (年間上昇率: 5%)		0.0	33.8	35.5	37.3	39.2	41.1	52.5	67.0	85.5	
	租税公課		0.0	5.8	5.6	5.3	5.1	4.9	3.7	2.5	1.3	
	減価償却費 (10年均等)		0.0	237.5	237.5	237.5	237.5	237.5	237.5	237.5	237.5	
	年間支出合計		0.0	591.3	598.4	605.8	613.7	621.9	670.0	731.6	810.7	
営業利益			0.0	539.0	531.9	524.4	516.6	508.3	460.3	398.6	319.6	
営業外 収支	繰越金運用益 5.00%		0.0	0.0	36.4	74.4	90.1	106.4	169.5	280.9	483.1	
	借入金利 (10年で返済) 1.00%		0.0	47.5	47.5	47.5	42.8	38.0	14.3	0.0	0.0	
	営業外収支		0.0	(47.5)	(11.1)	26.9	47.3	68.4	155.3	280.9	483.1	
税引前当期利益			0.0	491.5	520.9	551.3	563.9	576.7	615.6	679.5	802.7	
事業所得税: 20% (QIPで5年間0%)			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	134.4	147.2	171.8	
当期利益			0.0	491.5	520.9	551.3	563.9	576.7	481.2	532.3	630.9	
資金 流入	自己資本		1050.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	借入金		4750.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	当期利益		0.0	491.5	520.9	551.3	563.9	576.7	481.2	532.3	630.9	
	減価償却費		0.0	237.5	237.5	237.5	237.5	237.5	237.5	237.5	237.5	
	前期繰越金		0.0	0.0	729.0	1487.4	1801.2	2127.6	3390.7	5617.7	9662.3	
資金流入合計			5800.0	729.0	1487.4	2276.2	2602.6	2941.8	4109.4	6387.5	10530.6	
資金 流出	設備投資		5800.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	借入金返済 (据置期間2年)		0.0	0.0	0.0	475.0	475.0	475.0	475.0	0.0	0.0	
	資金流出合計		5800.0	0.0	0.0	475.0	475.0	475.0	475.0	0.0	0.0	
資金収支残額			0.0	729.0	1487.4	1801.2	2127.6	2466.8	3634.4	6387.5	10530.6	
(5800.0)			776.5	769.4	761.9	754.1	745.8	697.8	636.1	557.1		
配当原資 (20年累計)			10,531									
配当原資 (年単純平均)			527									
配当利回り/IRR			9.1%	/			IRR=	10.8%				
投資回収年数:		14.2	年									

カンボジアでは経済成長に伴い人件費の上昇も見込まれるが、人材が育てばメンテナンスの内製化、優良な顧客の開拓等が可能となり、事業は安定方向に向かう。また、人材を活かして、プノンペン都のゴミの適正処理化方針に従い事業規模を拡大することも収益向上に繋がる。

さらに、プノンペン都同様にゴミ処理問題を抱えるカンボジアの他の中核都市にも本事業を展開することは可能であり、本事業における協力体制（入口→CINTRI、出口→COMPED、プラント→OWS）を維持することで、よりコストパフォーマンスの高い事業が展開できる。

3-2 事業体制



3-3 資金調達

3-3-1 事業資金の調達

表3-3-1 必要資金の調達先と金額

調達先	調達額(USD)	名目
小島組	1,050,000	出資
千代田建工	100,000	出資
CINTRI	50,000	出資
COMPED	50,000	出資
日本国内銀行	4,750,000	借入(小島組のコーポレートファイナンスとして) ※将来的にはプロジェクトファイナンスとする
資金合計	6,000,000	

表3-3-2 建設資金の調達先と金額

必要金額(USD)	9,500,000	100%
自己資金	4,750,000	50%
設備補助	4,750,000	50%

3-4 事業実施工程

表 3-4-1 実施工程

工種		1年目	2年目	3年目
準備	準備計画			
	ライセンス取得			
	測量・地質調査			
計画	設計			
	操業準備			
建設	土地購入・造成			
	建設（建土工事）			
	建設（プラント工事）			
操業	試運転調整			
	営業運転			

3-5 事業実施により得られる効果

3-5-1 本事業の実施で得られる効果

表 3-5-1 得られる効果

効果が得られる項目	数量	備考
メタンガス (CH ₄) 回収量 (Nm ₃)	1,341,009	
電力製造量 (kWh)	5,096,000	CHP8,000h/年稼働による
熱製造量 (kWh)	5,400,000	CHP8,000h/年稼働による
堆肥製造量 (t)	5,878	
雇用(人)	17	
埋立処分の減量 (t)	22,091	約 1.1 万 m ₃ 相当

3-5-2 本事業をプロンペン都全体に拡大した場合に得られる効果

プロンペン全体では年間 828,523t (推定値) の一般廃棄物が埋立処分されている。このうちの 60%がメタン発酵の原料になると仮定すると、本事業の 22.5 倍規模のメタン発酵事業が可能となり、以下のような効果が期待できる。

表 3-5-2 プロンペン都全体に拡大した場合に得られる効果

効果が得られる項目	数量	備考
メタンガス (CH ₄) 回収量 (Nm ₃)	30,176,727	
電力製造量 (kWh)	128,000,000	2,000kW の CHP が 8 基稼働
熱製造量 (kWh)	126,528,000	CHP8,000h/年稼働による
堆肥製造量 (t)	132,272	
雇用(人)	200	
埋立処分の減量 (t)	497,113	約 15 万 m ₃ 相当

第4章 JCMプロジェクトとしての効果

4-1 MRV

[方法論のタイトル]

Title of this methodology

Introduction of an anaerobic digestion facility for electricity and heat supply from Municipal Solid Waste.

[適格性用件]

Eligibility Criteria

This methodology is applicable to projects that fully satisfy the following cases.

Case1	The project activity replaces electricity from grid or fossil fuels based heat through introducing an anaerobic digestion facility for renewable energy generated by Municipal Solid Waste or Biomass residues.
Case2	Municipal Solid Waste and biomass residues used in the project facility are not stored for more than one year.
Case3	In case of co-combustion with fossil fuels, the amount of input fossil fuels can be recorded and does not exceed 10% of the total fuel fired on an energy basis.

[参照方法論]

Referenced Methodologies

Organic Waste ACM0002, ACM0006, AMS-I.D, I.F, I.C, J-MRV(JBIC)

Japan Credit EN-R-007 Ver.1.0. バイオガス（嫌気性発酵によるメタンガス）による化石燃料又は系統電力の代替

We apply a simplified approach of Methodological tool Emissions from solid waste disposal sites version 07 (UNFCCC, Tool04) to this methodology.

[参照排出量]

Reference Emissions are calculated as follows

$$RE_y = RE_{CH4} + RE_{heat,y} + RE_{electricity,y}$$

RE_y = Reference emissions in year y (tCO2/y)

RE_{CH4} = CH4 emissions from landfill site when project is not executed (tCO2/y)

$RE_{heat,y}$ = Reference emissions for heat supply in year y (tCO2/y)

$RE_{electricity,y}$ = Reference emissions for electricity supply in year y (tCO2/y)

y = An arbitrary year in the crediting period

[一般廃棄物埋め立て処分場からの排出量]

Methodological tool Emissions from solid waste disposal sites version 07

(UNFCCC,Tool04) 参照。

簡略化アプローチの有機廃棄物のモニタリング式を利用

$$RE_{CH4} = \varphi_y \times (1 - f_y) \times GWP_{CH4} \times \sum_{x=1}^y Default_{org,x} \times W_{org,x}$$

- RE_{CH4} = Reference methan emissions from landfill sie in year y (tCO2/y)
φ_y = Project or Leakage emissions : Default values
GWP_{CH4} = Global Warming Potential of methan
Default_{org,x} = Referred Default values on Table2 of Appendix 1 (Tool 04)
W_{org,x} = Total amount of organic waste disposal in year y

[グリット電力利用時の排出量]

Reference emission for electricity supply (Replacement of grid electricity)

$$RE_{electricity} = RE_{e_org,y} \times CM$$

- RE_{electricity,y} = Reference emissions for electricity supply in year y (tCO2/y)
RE_{e_org,y} = Net power supply from organic waste in year y (MWh/y)
CM = emission factor for grid (tCO2/MWh)

[化石燃料を用いた熱供給時の排出量]

Replacement of fossil fuel based heat supply

$$RE_{heat,y} = RE_{h_org,y} \times \frac{100}{\varepsilon_{def}} \times 3.6 \times EF_{Foss,def}$$

- RE_{heat,y} = Reference emissions for heat supply in year y (tCO2/y)
RE_{h_org,y} = Net heat supply from organic waste in year y (MWh/y)
EF_{Foss,def} = Default value for emission factors of fossil fuel (tCO2/GJ)
assumed to be Diesel Oil in this methodology
ε_{def} = Default Value for efficiency of fossil fuel based heat generator(%)

[プロジェクト排出量]

Project emissions are calculated by using the following formula.

$$PE_y = PE_{FF,y} + PE_{EL,y}$$

$$PE_y = \text{Project emissions in year y (tCO2/y)}$$

$$PE_{FF,y} = \text{Project emissions from on site fossil fuel consumptions in year y (tCO2/y)}$$

$$PE_{EL,y} = \text{Project emissions from on site electricity usage from grid in year y (tCO2/y)}$$

嫌気性発酵後の残渣からのメタン発生は、本プロジェクトにおいては回収できないものとして対象外。残渣は肥料として利用する。(参照、EN-R-007)

[モニタリング]

Monitoring

The project developers have to monitor parameters described in the table below.

表 4-1 Monitoring Parameter

Parameter	Description	Measurement metod
$RE_{e_org,y}$	Net power supply from Municipal solid waste or biomass residues.	Direct measurement continuously by electricity meter with aggregating data appropriately.
$RE_{h_org,y}$	Net heat supply from Municipal solid waste or biomass residues.	Direct measurement continuously by calorimeter with aggregating data appropriately.
$W_{org,x}$	Total amount of organic waste disposal in year y.	Direct measurement continuously by weight meter.

表 4-2 Specific Values 1

Parameter	Description	values
CM	Emission factor for grid (Combined Margin) (tCO2/MWh)	0.6568 [tCO2/MWh] Grid Emission Factor of the Phnom Penh Electricity Grid (IGES)
φ_y	Model correction factor to account for model uncertainties for year y	Default value : 0.75
f_y	Fraction of methane captured at the SWDS and flared, combusted or used in another manner that prevents the emissions of methane to the atmosphere in year y	0.5 : IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
$EF_{Foss,def}$	Default value of emission factor for fossil fuel	In this methodology, assumed at Diesel Oil value : 74,100[kg/TJ] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
GWP_{CH4}	Global Warming Potential of methane	25 : 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
$Default_{org,x}$	Refer to following table	Methodological tool. Emissions from solid waste disposal site. Ver07.0

表 4-3 Default_{org,x}

Year	Tropical Wet
1	0.008263
2	0.006066
3	0.004527
4	0.003324
5	0.002348
6	0.001657
7	0.001185
8	0.000862
9	0.000641
10	0.000489
11	0.000384
12	0.000309
13	0.000256
14	0.000218
15	0.000189
16	0.000167
17	0.00015
18	0.000136
19	0.000124
20	0.000114
21	0.000105

Ref: Methodological tool. Emissions from solid waste disposal site.

4 – 2 GHG 削減量

表 4-4 Assumption

Electricity	4,366	MWh/y	Substitute for the Phnom Penh Electricity Grid.
Heat Supply	5,400	MWh/y	Substitute for heat supply generated by diesel oil based boiler.
Organic Waste	22,092	t/y	Resources to generate Digestion gas

表 4-5 The estimation for GHG reduction

Year	Electricity (t/CO2)	Heat (t/CO2)	landfill gas (t/CO2)	Total (t/CO2)
2019	2,868	1,441	1,711	6,019
2020	2,868	1,441	2,968	7,276
2021	2,868	1,441	3,905	8,213
2022	2,868	1,441	4,594	8,902
2023	2,868	1,441	5,080	9,388
2024	2,868	1,441	5,423	9,731
2025	2,868	1,441	5,668	9,977
2026	2,868	1,441	5,847	10,155
2027	2,868	1,441	5,980	10,288
2028	2,868	1,441	6,081	10,389
2029	2,868	1,441	6,160	10,469
2030	2,868	1,441	6,224	10,533
2031	2,868	1,441	6,278	10,586
2032	2,868	1,441	6,323	10,631
2033	2,868	1,441	6,362	10,670
2034	2,868	1,441	6,396	10,704
2035	2,868	1,441	6,427	10,736
2036	2,868	1,441	6,456	10,764
2037	2,868	1,441	6,481	10,789
2038	2,868	1,441	6,505	10,813
2039	2,868	1,441	6,527	10,835

4-3 カンボジアおよび日本への貢献度評価

両国が得られる裨益を下記にまとめる。

表 4-6 両国が得られる裨益

国名	テーマ	内容
カンボジア	環境配慮型社会実現への推進	当事業のカウンターパートナーであるプロンペン都は、神奈川県および当事業関係者の持つ、廃棄物の削減、温室効果ガス排出削減、再生可能エネルギー事業に係わる知見を得られる。
	技術移転の促進	<ul style="list-style-type: none"> ● OWS 社のドランコ法乾式メタン発酵技術 ● 神鋼環境ソリューションによる工事指導
	直接投資の増大	直接投資（FDI）の増大。プラント投資額として、概算金額 780 百万円を想定。
	雇用創出	事業運営を通した現地での雇用創出。パイロット事業はプロンペンでの実施を予定しているが、中・長期の事業計画としてはカンボジア全土への事業拡大を想定している。
日本	低炭素社会実現に向けた事業促進	日本政府方針に沿った低炭素技術の途上国での普及促進。
	神奈川県の海外連携	プロンペン都と神奈川県の連携事業により二都市間の連携促進に貢献。
	ビジネス機会創出	パイロット事業はプロンペンでの実施を予定しているが、中・長期の事業計画としてはカンボジア全土への事業拡大を想定している。資材の輸出含め日系企業のビジネス機会創出に貢献。

第5章 終わりに

プノンペンにおける低炭素社会実現のための都市間連携事業「市場等から排出される有機系廃棄物のメタン発酵・発電事業」の事業化はカンボジア王国の首都であることによる諸事情等により、事業の組み立てが難しいと予想されていた。

首都プノンペンの発展による一般廃棄物の増加によりダンコーン処分場は近年中に一杯になることが予想されている。プノンペン都環境局及びプノンペン都は同処分場への廃棄物量を削減することが重要であるとの認識を持っていた。

我々の提案する一般廃棄物を原料とする乾式メタン発酵によるコーチェネレーション事業はカンボジア王国に対する初めての提案であり各方面から大いに関心を持たれた。

事業採算性の面ではプラントからの発電は EDC の買取予定価格が当初計画段階より安く採算性が厳しい見込みであったが、調査活動の中で堆肥の需要があり且つ販売価格も十分採算性があることが判明した。乾式メタン発酵プラントの原料調達についてはプノンペン都、市場、COMPED、CINTRI の協力により必要とされる一般廃棄物が安定的に供給されるめどが立った。首都プノンペンで同プラントを設置できれば今後バッタンバン、シアヌークビル等の地方都市でも同様の展開ができる見通しがある。