

インドネシア国

インドネシア国
アブラヤシ殻等のバイオマス燃料
化に関する案件化調査
業務完了報告書

平成 28 年 11 月
(2016 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

新日本溶業株式会社

国内
JR(先)
16-128

巻頭写真

	
パーム油搾油工場敷地内に堆積するEFB	腐敗しているEFB
	
PTPN Ⅷのパーム油搾油工場内	
	
EFBをEmpty Bunch Pressに投入	Empty Bunch Press処理済みのEFB
	
LPIIに設置した固化実験用SE90	固化実験用SE90で製造したEFBペレット

目次

巻頭写真

目次

略語表

地図

図表番号

要約

はじめに	1
第1章 対象国の現状	8
1-1 対象国の政治・社会経済状況	8
1-1-1 基礎情報	8
1-1-2 政治概況	8
1-1-3 外交	10
1-1-4 経済概況	10
1-2 対象国の対象分野における開発課題	13
1-2-1 新・国家エネルギー政策の目標達成に向けての現状課題	13
1-2-2 再生可能エネルギーの開発状況	16
1-2-3 未利用バイオマスEFBの課題	21
1-3 対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度	22
1-3-1 エネルギー政策（National Energy Policy）	22
1-3-2 温室効果ガス排出削減にかかる国家行動計画（大統領令2011年）	25
1-3-3 電力供給事業計画（RUPTL2013-2022）（全般）	26
1-3-4 アブラヤシ処理産業クラスター開発ロードマップ	26
1-4 対象国の対象分野におけるODA事業の先行事例分析及び他ドナーの分析	28
1-5 対象国のビジネス環境の分析	30
1-5-1 外国投資全般の状況	30
1-5-2 本調査後のビジネスに関連する法令・規制概要	39
1-5-3 許認可	42
第2章 提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針	44
2-1 提案企業の製品・技術の特長	44
2-1-1 提案企業の紹介	44
2-1-2 提案製品の概要・活用の方向性	44
2-1-3 業界分析	47
2-1-4 提案企業の実績	48
2-1-5 業界における位置づけ	48
2-1-6 活用が見込まれる製品・技術の特長	48

2-1-7	国内外の同業他社、類似製品及び技術の概況	49
2-2	提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	50
2-3	提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献	51
第3章	ODA事業で活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果	53
3-1	製品・技術の現地適合性検証方法と結果	53
3-1-1	固化検証活動	53
3-1-2	本邦受入れ活動	54
3-1-3	その他	55
3-2	対象国における製品・技術のニーズの確認	56
3-2-1	現地で確認されたニーズ	56
3-2-2	現地で確認されたニーズの整理	66
3-3	対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性および活用可能性	71
3-3-1	調査・検証結果に基づいた開発課題に対する有効性ならびにODA案件化における活用可能性	71
第4章	ODA案件化の具体的提案	73
4-1	ODA案件概要	73
4-1-1	具体的なODAスキームの名称	73
4-1-2	当該製品・技術を必要とする開発課題及び期待される成果	73
4-1-3	対象地域及び製品・技術の設置候補サイト	73
4-2	具体的な協力計画及び期待される開発効果	79
4-2-1	提案するODA案件の目標、投入	79
4-2-2	製品・技術の位置づけ（我が国による投入・先方政府による投入）	80
4-2-3	実施体制及びスケジュール（図、バーチャートで記載）	82
4-2-4	協力額概算	84
4-2-5	具体的な開発効果	84
4-2-6	本提案事業後のビジネス展開	85
4-3	他ODA案件との連携可能性	85
4-4	ODA案件形成における課題と対応策	86
4-4-1	新たに顕在化した課題と対応方法等	86
4-5	環境社会配慮にかかる対応	86
第5章	ビジネス展開の具体的計画	88
5-1	市場分析結果	88
5-1-1	市場規模	88
5-1-2	売上げ規模	88
5-1-3	競合相手の状況等	88
5-1-4	想定する需要等	88

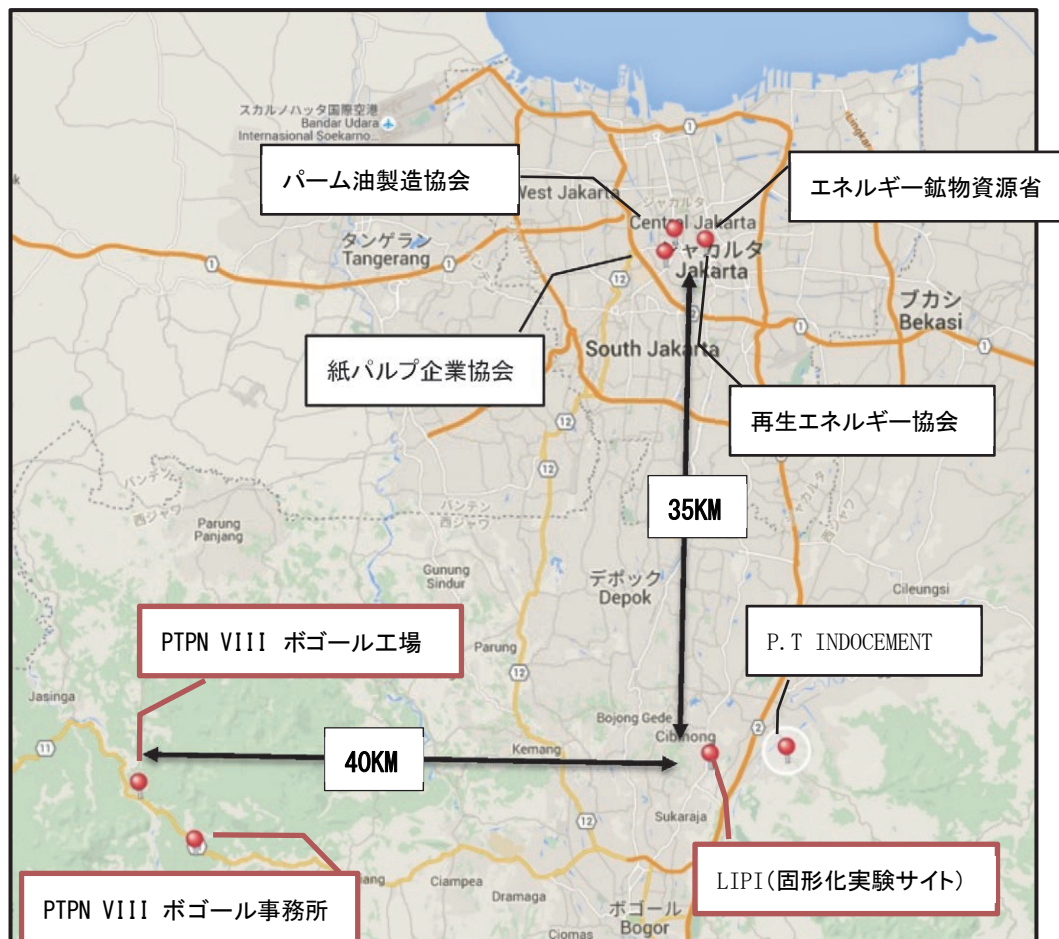
5-2	想定する事業計画及び開発効果	88
5-2-1	具体的な海外ビジネス展開計画	88
5-2-2	提案企業が事業展開した場合の開発効果	88
5-3	事業展開におけるリスクと対応策	88
別添資料	I
別添1	英文要約（英文・英ポ ^ン チ絵）	I

略語表

略語	英訳名称	和訳名称
AEC	ASEAN Economic Community	アセアン経済共同体
AGRI	Indonesia Refined Sugar Association	インドネシア製糖協会
AKLP	Association of Sheet and Safety Glass	板ガラス・安全ガラス協会
API	Importer Identification Number	輸入業者認定番号
API-P	Producer Importer Identification Number	生産輸入業者認定番号
API-U	General Importer Identification Number	一般輸入業者認定番号
APKI	Indonesian Pulp and Paper Association	紙パルプ企業協会
ASAKI	Indonesian Ceramic Industry Association	セラミック製造協会
ASC	ASEAN Security Community	アセアン安全保障共同体
ASCC	ASEAN Socio-Cultural Community	アセアン社会・文化共同体
BOE	Barrel of Oil Equivalent	石油換算バレル
BSN	National Standardization Agency of Indonesia	インドネシア国家標準化庁
CBS	Cocoa Butter Substitute	ココアバター代替品
CEPT	Common Effective Preferential Tariff	共通有効特惠関税
COE	Center of Excellence	卓越した研究拠点
CPI	Consumer Price Index	消費者価格指数
CPO	Crude Palm Oil	粗パーム油
EFB	Empty Fruit Bunch	空果房
EPA	Economic Partnership Agreement	経済連携協定
FFB	Fresh Fruit Bunch	油ヤシ実房
FIT	Feed-in Tariff	電力固定価格買取制度
GAPKI	Indonesian Palm Oil Association	パーム油製造企業協会
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
IDR	Indonesian Rupiah	ルピア
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
JST	Japan Science and Technology Agency	国立研究開発法人科学技術振興機構
KEN	National Energy Policy	国家エネルギー政策
LIPI	Indonesian Institute of Sciences	インドネシア科学院
LPG	Liquefied Petroleum Gas	液化石油ガス
METI	Indonesia Renewable Energy Society	インドネシア再生エネルギー協会
MSW	Municipal Solid Waste	都市固形廃棄物（一般ごみ）
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NPIK	Special Importer Identification Number	特別輸入業者認証番号
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OPEC	Organization of Petroleum Exporting Countries	石油輸出国機構
PKS	Perm Kernel Shell	パーム核殻
PT PLN	Indonesia Electricity Company	インドネシア国営電力会社
POME	Palm Oil Mill Effluent	パーム油廃液
PTPN	PT Perkebunan Nusantara	インドネシア国営農業公社

RDF	Refuse Derived Fuel	家庭用ゴミを固化し燃料化した固形燃料
RPF	Refuse derived paper and plastics densified Fuel	古紙及び廃プラスチックを主原料とする固形燃料
RUPTL	Electricity Supply Business Plan	電力供給事業計画
SNI	Indonesian National Standard	インドネシア国家規格
WTO	World Trade Organization	世界貿易機関

地図



インドネシア地図（上段）出所：GlobalSecurity.org (<http://www.globalsecurity.org/>)

ジャカルタ特別州および西ジャワ州 ボゴール県（下段）：Google Mapを基にJICA調査団作成

図表番号

図 1	GDP成長率と一人当たりGDP	11
図 2	総人口に占める労働力人口（人口は2010年以降推計）	12
図 3	製造業の平均賃金（従業員100名以上の企業の非管理職の平均）	12
図 4	インフレ率（2015年以降は推計）	13
図 5	エネルギー消費量（形態別）	14
図 6	エネルギー消費割合（形態別）	14
図 7	エネルギー供給量（形態別）	15
図 8	エネルギー供給割合（形態別）	16
図 9	パーム油搾油工場から排出されるバイオマス燃料	21
図 10	FFBから発生する物質の割合及びEFB再利用の割合	22
図 11	ヴィジョン25/25にて掲げられた2025年目標	23
図 12	再生可能エネルギー開発の目標とロードマップ	24
図 13	対内外外国直接投資金額・件数	31
図 14	産業別対内外外国直接投資（2014年）	32
図 15	減容圧縮成形機（SNYG Extruder）	44
図 16	エネルギー・燃料の分類	46
図 17	業界における位置づけ	48
図 18	SEと他社製品によるペレット化プロセスの違い	49
図 19	PTPN VIIIの組織図	76
図 20	ボゴール工場の組織図	76
図 21	EFBペレット製造システムの機材組み合わせ図	78
図 22	事業実施体制	82
図 23	普及実証事業の実施スケジュール案	83
表 1	インドネシアの概要	8
表 2	再生可能エネルギー発電所による発電容量の開発目標値	17
表 3	バイオ発電所による新規発電量の開発目標値	17
表 4	2013年、2014年における再生可能エネルギーによる発電量	18
表 5	開発済みのバイオ発電所による発電量（オン・グリッド分）	18
表 6	2014年の開発済みバイオ発電所詳細（オン・グリッド分）	19
表 7	2013年の開発済みのバイオ発電所による発電量（オフ・グリッド分）	19
表 8	発電量換算のバイオマス発電ポテンシャル	20
表 9	バイオマス燃料の原料ポテンシャル	20
表 10	エネルギー政策における2025年目標値遍歴	24

表 11	インドネシア国営電力公社による新・再生可能エネルギー開発計画	26
表 12	農産物加工(一次加工)における重点項目2015-2035	27
表 13	温室効果ガス排出抑制にかかる案件	29
表 14	外務省/JICAによる案件化調査	29
表 15	パーム油産業を対象とした再生エネルギー開発関連	29
表 16	バイオマス資源の利活用に関する調査	30
表 17	国別対内外外国直接投資	31
表 18	製造業対内外外国投資業種別内訳 (2014年)	32
表 19	中期的に有望と考える投資先国・地域	33
表 20	インドネシアが有望である理由と課題	33
表 21	禁止業種リスト	34
表 22	本案件に関連する可能性のある制限業種リスト	34
表 23	株式会社の設立手続	35
表 24	外国商事駐在員事務所の設立手続	36
表 25	外国駐在員事務所の設立手続	36
表 26	タックスホリデーとタックスアローワンス	38
表 27	パーム油関連の製品に対する輸出関税リスト	40
表 28	バイオ燃料の混合率目標 (2015年)	41
表 29	バイオマス・バイオガス発電電力買取単価	41
表 30	地域係数	42
表 31	原料別の熱量・平均価格	47
表 32	バイオマスを利用した発電の買取価格	47
表 33	SEの販売実績	48
表 34	EFBペレットの成分分析値	54
表 35	受入れ活動スケジュール	55
表 36	PTPN IIの各工場におけるEFBの処理状況	58
表 37	EFBペレットのユーザー候補まとめ	59
表 38	インドネシアの主要セメント企業	60
表 39	紙パルプ業界全体のエネルギー使用構成	61
表 40	インドネシアの主要パルプ・製紙企業	62
表 41	インドネシアの主要精糖企業	63
表 42	インドネシアの主要バイオマス発電所企業	64
表 43	本調査における固化実験の結果と日本のバイオマス燃料受入れ企業の比較	65
表 44	本調査における固化実験の結果と韓国のバイオマス燃料受入基準の比較	66
表 45	パーム油搾油工場におけるEFB処理方法の整理	66
表 46	EFBペレットを販売した場合の採算シミュレーション	67

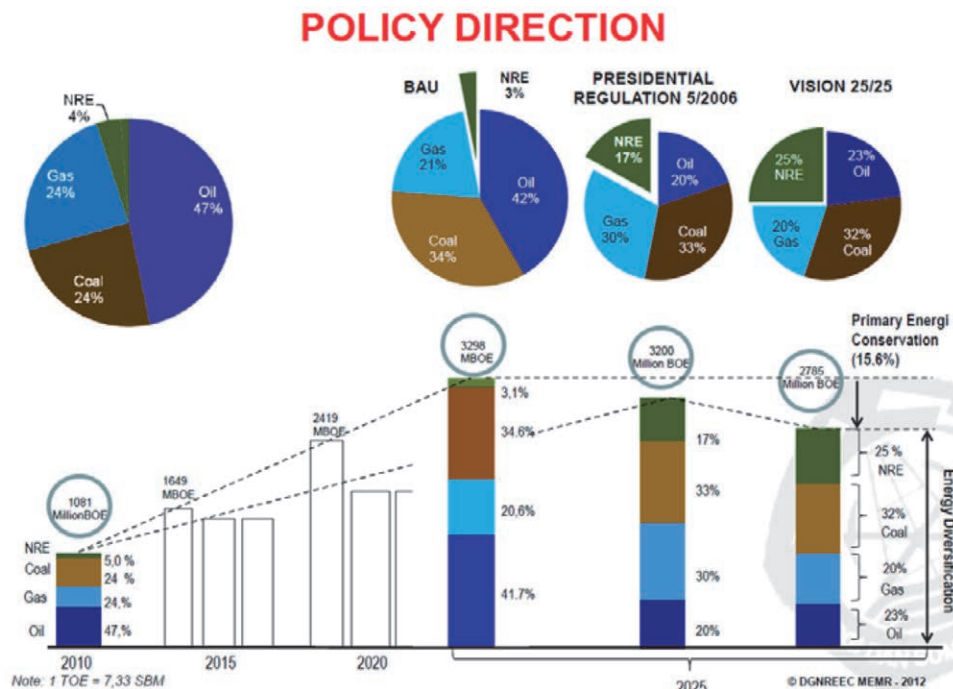
表 47	PTPNの一覧（農園面積、パーム搾油工場所在地、工場数他）	74
表 48	EFBペレット製造システムに必要な機材等	78
表 49	EFBペレット製造システムの設置準備	79
表 50	提案するODA案件の概要	79
表 51	我が国による投入とカウンターパートによる投入想定リスト	81
表 52	協力額概算	84
表 53	新たに顕在化した課題と対応方法	86
表 54	対象事業リスト	87

要約

第1章 対象国の現状

インドネシアのエネルギー資源は、石油をはじめ、天然ガス、石炭、水力、地熱などがあり、エネルギー自給率 100%を超えるエネルギー輸出大国であった。しかし、国内需要の増大や原油生産量の停滞などから2003年に原油の輸入国に転じ、2008年には石油輸出国機構（Organization of Petroleum Exporting Countries:OPEC）を脱退した。他方、運輸部門による石油製品の消費や石炭の利用を拡大は留まる事なく増大していた。そこで、エネルギー消費抑制やエネルギー源の多様化を含め、2006年には国家エネルギー政策（大統領令No. 5/2006）が定められ、再生可能エネルギーへのシフトが謳われる事となった。以降もエネルギー政策は2010年、2014年に変化をしてきている。2010年に策定された「ヴィジョン25/25」においては新・再生可能エネルギーの目標値を17%から25%に大幅修正し、さらに、2014年に策定された新・国家エネルギー政策では、2025 年までに再生可能エネルギーの割合を23%以上、2050年には31%とすることを目標に掲げている。

なお、上記「ヴィジョン 25/25」の特徴は、エネルギー供給と同時に、需要の省エネルギー化を掲げている点である。2025年までのエネルギー消費の伸び率を9.3%から6.4%に低減させ、総消費量も34%節約するのを目標としており、政策の方向性は「化石燃料消費の抑制」と「新エネルギー/再生可能エネルギーの開発」を進めながら、同時に省エネルギーを達成するというものになっている。



(出所：エネルギー鉱物資源省 新再生可能エネルギー・省エネルギー局)
要約 図 1 ヴィジョン25/25にて掲げられた2025年目標

要約 表 1 エネルギー政策における2025年目標値遍歴

エネルギー形態	2006年	2010年	2014年	2010年時点
石油	20%	23%	25%	47%
天然ガス	30%	20%	22%	24%
石炭	33%	32%	30%	25%
再生可能エネルギー	17%	25%	23%	5%
政策	国家エネルギー政策に関する大統領令（2006年第5号）	ヴィジョン 25 /25	エネルギー政策に関する大統領令（2014年第79号）	図11参照

（出所：資料等に基づきJICA調査団作成）

(1) インドネシアにおけるエネルギー消費と供給

インドネシアにおけるエネルギー消費量は、2000年から2013年の間で約1.6倍（777,924千BOE⇒1,211,236千BOE）に増加している。増加率が高いエネルギーは、LPG、石炭、その他石油製品の順となっている。消費割合の多くを占めているのは、重油と伝統的なバイオマスである。ただし、上記期間で石炭は＋約10ポイント上昇し、重油、伝統的なバイオマスに次いで3番目の消費割合を占めるようになった。

次に、エネルギー供給量も上記期間で約1.6倍（995,742千BOE⇒1,613,610千BOE）に増加している。石炭や天然ガスなどの化石燃料は1.7倍、地熱や水力、バイオマス燃料などの再生エネルギーは3.7倍となった。なお、最も増加しているのは約4.4倍の石炭である。エネルギー供給量は年々増加する中、これらのエネルギー構成は、化石燃料が74%、再生エネルギーは8%の割合となっている。しかし、新・国家エネルギー政策で謳われている2025年目標の再生エネルギー割合23%に到達するには、今後約10年間で15ポイント上昇させる必要がある。

(2) 再生可能エネルギーの開発状況

Ministry of Energy and Mineral Resource Strategic Plan 2015-2019によると、インドネシアは、化石燃料エネルギーを削減する目標の一環として、地熱、バイオ、水力、太陽光、風力、および海洋などの再生可能エネルギーの多様化を優先する方針である。特にバイオエネルギーは、従来のガソリンの代替となるバイオ燃料や、バイオ発電所（バイオガス、バイオマスおよび一般廃棄物）の拡大に焦点をあてている。また、2019年までにバイオ発電所の発電容量を2,872 MW（オフグリッドとオングリッドの合計）に拡大することを目標としている。

(3) 開発目標と現状について

2016年2月に公表されたエネルギー鉱物資源省「再生可能エネルギー・省エネ統計2015」によると、インドネシアにおけるバイオマス発電ポテンシャルは32,654MWとされている。2014年末ベースのデータに基づく2013年の開発済みの容量は1,717MW（内訳は

オングリッド90.5MW、オフグリッド1,626MW) となっており、上記の発電ポテンシャルの5%程度に留まっている。

ここで留意したい点は、開発目標の今後の達成見通しである。2015年の目標は1,892MW に設定されている。つまり、2014年 (1,740MW) から2015年までの間で152MW増加する必要がある。しかし、前年の2013年から2014年の1年間では23MW増に留まっている点を踏まえると、前年比の7倍の増加量を成し遂げているかは疑問が残る状況である。

(4) バイオマス発電ポテンシャルについて

バイオマス発電の中でもパーム油産業が最も高いポテンシャルを秘めていると想定されており、全ポテンシャルの約38% (12,654MW) を占めている。しかし、パーム油産業における開発済み発電量 (518MW) は同産業における発電ポテンシャルの約4%程度に留まっている。

要約 表 2 発電量換算のバイオマス発電ポテンシャル

単位：MW

バイオマス	Sumatra	Kalimantan	Java Bali	Nusa Tenggara	Sulawesi	Maluku	Papua	Total	割合
Palm Oil	8,812	3,384	60	0	323	0	75	12,654	38.8%
Sugarcane	399		854	0	42	0	0	1,295	4.0%
Rubber	1,918	862	0	0	0	0	0	2,780	8.5%
Coconut	53	10	37	7	38	19	14	178	0.5%
Rice Paddy	2,255	642	5,353	405	1,111	22	20	9,808	30.0%
Corn	408	30	954	85	251	4	1	1,733	5.3%
Cassava	110	7	120	18	12	2	1	270	0.8%
Wood	1,212	44	14	19	21	4	21	1,335	4.1%
Livestock	96	16	296	53	65	5	4	535	1.6%
Municipal Waste	326	66	1,527	48	74	11	14	2,066	6.3%
Total	15,589	5,061	9,215	635	1,937	67	150	32,654	100%

(出所：エネルギー鉱物資源省「再生可能エネルギー・省エネ統計2015」より引用)

(5) 空果房 (Empty Fruite Bunch：以下、EFB) について

本事業のバイオマス燃料の対象である空果房 (Empty Fruite Bunch：以下、EFB) について記す。

インドネシアは世界第1位のパーム油生産国である。パーム油はアブラヤシから取れる植物油であるが、EFBはパーム油生産時の副産物として排出される。かつてはEFBをパーム農園内で焼却処分していたが、現在は煙害規制によって焼却も出来ない状況にある。また、EFBは高含水率 (約60%) であることから腐敗しやすい。さらに、廃棄処分のために輸送するにも、水分を輸送するだけの高コストな廃棄物となるため、パーム油搾油工場近くで投棄されているのが一般的である。結果的には、EFBの2割～3割程度はクッション材、堆肥化などに再利用、残りの7～8割はパーム農園内やパーム油搾油工場

敷地内に投棄・堆積されていると言われている。

投棄されたEFBは、腐敗による悪臭や、腐敗によるメタンガス発生が懸念されている。腐敗防止策として重ね積みを禁止している工場もあるが、毎日大量に排出されるEFBを平積みで保管するには、広大な面積を有していても限界があると言われており、結果的には積み重ねざるを得ない状況である。

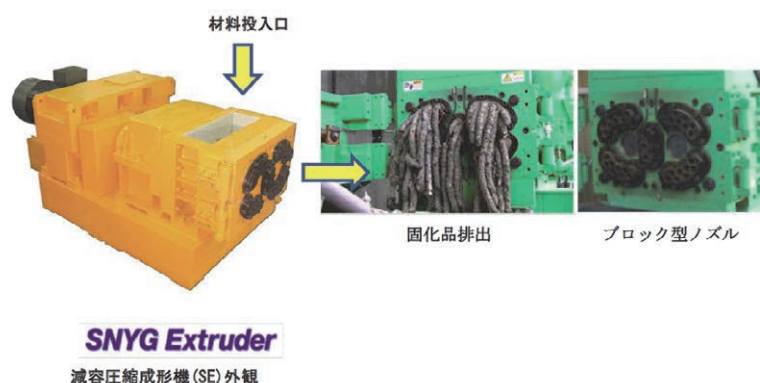
(6) EFBの年間排出量

インドネシア政府はEFB発生量の統計数値を公開していないため、公開されている粗パーム油（Crude Palm Oil：以下、CPO）の生産統計を利用してEFB発生量を算出した場合、EFBは年間約34百万トン発生している計算となる。このEFBの7割となる約24百万トンは、処理方法の無いまま廃棄されている事が推測される。

本調査は、バイオマス発電ポテンシャルの中でも最も高いポテンシャルを秘めているパーム油産業において、有効活用が見い出せていないEFBをバイオマス燃料として流通できるようペレット化し、新・国家エネルギー政策にて掲げられている再生エネルギーの供給割合の向上の可能性を検証するものである。

第2章 提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針

提案製品であるSNYG Extruder（以下、SE）は新日本溶業株式会社が開発した減容圧縮成形機である。SEは、投入した物質の体積を減らし、圧縮・成形固化する機能を有し、固形燃料の製造が可能である。主な特徴は高含水物処理を可能にする機能を有することである。一般的な減容・圧縮機では処理原料の含水率は10-15%程度が上限であるが、SEは混練攪拌する工程で自動的に高温摩擦熱を発生させるため、含水率45%の原料の処理も可能である。本事業では、この「高含水物処理を可能にする」特徴を活かし、高含水率のEFBを原料とするバイオマス固形燃料「EFBペレット」を生産する装置として活用する。



要約 図 2 減容圧縮成形機（SNYG Extruder）

（出所：JICA調査団作成）

第3章 ODA事業で活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

製品および技術の現地適合性は、固化検証活動と本邦受入れ活動の2つの活動を通じて、適合性の検証を行った。

3-1 固化検証活動

(1) 活動概要と検証目的

SEを使用したEFBの成形固化は未だ実証されていない。したがって、検証用デモ機をジャワ島ボゴール県インドネシア科学院（LIPI:Center for Innovation, Indonesian Institute of Sciences）に設置し、EFB成形固化の実現可能性を検証した。

検証目的①：EFBのみを原料とした成形固化の可否、配合や設定の検証

検証目的②：バインダー材を混合した成形固化の可否、配合や設定の検証

(2) 検証結果

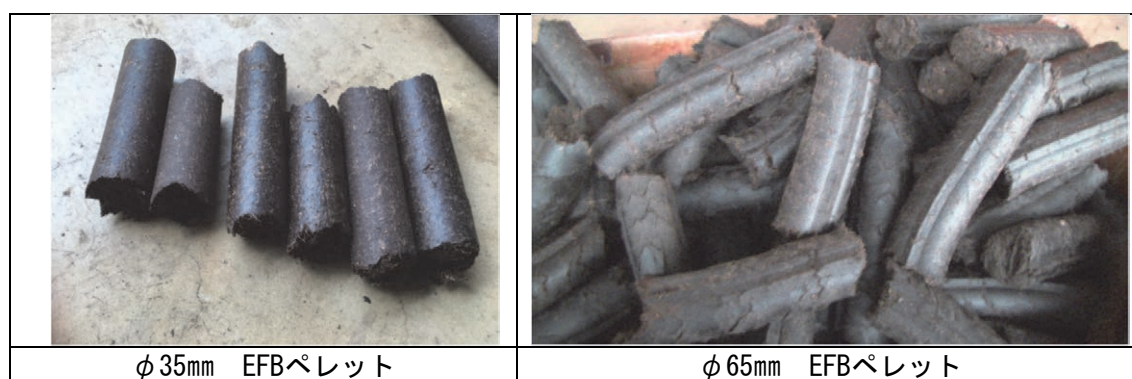
2015年11月、2016年2月、2016年6月に亘り、計73回の固化実験を行った。

実験に際しては、原料をEFBのみの場合とEFBにキャッサバパルプの混入させる場合、EFBの破碎処理の有無、ノズル種類別、ノズル開放数の別など、様々な方法を検証した。その結果、EFBにキャッサバパルプを含有する事で、EFBは安定的に成形固化することが確認された。以下にEFBペレットの成分/品質を以下の表に示す。なお本調査の検証範囲内では、EFBのみを原料とする場合で安定的に成形固化できる条件は見つからなかった。下表に完成したEFBペレットの成分/品質を示す。

要約 表 3 EFBペレットの成分分析値

投入材	発熱量(cal/g)		含水率	灰分	塩素	硫黄	窒素	カリウム
	低位	高位	%	%	%	%	%	%
EFB+ キャッサバパルプ	4550	4960	21.6	5.06	0.19	0.01	1.24	0.40

(出所：JICA調査団作成)



(出所：JICA調査団作成)

3-2 本邦受入れ活動と結果

本邦受入れ活動は、SEに対する理解を深め、EFBペレット製造事業に対する共通認識の成をを図る事を目的として実施した。参加者は国営農業公社II（PT Perkebunan Nusantara：以下、PTPNII）の計画開発責任者Mr. Bako氏1名である。

主な活動は、SEの製造工場の視察ならびに説明、SEを活用している企業の訪問、バイオマス発電施設の視察、日本における木質バイオマスの普及状況の把握を行った。SEシリーズを活用した廃材の再利用ビジネスを展開している企業を視察したことにより、PTPNIIによるEFB再利用ビジネスについてイメージが沸いたようであった。具体的には、EFBペレットを自社ボイラーの燃料として使用するとともに現燃料であるパーム核殻（Perm Kernel Shell：以下、PKS）を外部に販売する、あるいは他産業にEFBペレットを販売するビジネスに取り組みたいとの意向を示した。

3-3 対処国における製品・技術のニーズの確認

SEの販売先はパーム油搾油工場を想定している。しかし、SEで生産するEFBペレットが燃料ユーザーに購入される確証がない限り、パーム油搾油工場もSEを購入し難いと想定している。以下に(1) パーム油搾油工場によるEFB処理に対するSEの活用見通し(2) EFBペレット販売による経済的メリット、(3) EFBペレットユーザー候補のスクリーニングも踏まえ、搾油工場のSE購入の可能性・有用性を記載する。

(1) パーム油搾油工場によるEFB処理に対するSEの活用見通し

本調査では、実際にEFBがどのように処理されているのか、どの程度残置されているのか、複数のパーム油搾油工場へのヒアリングを通じ確認を行った。結果として、EFBは自社または地元パーム農場用の肥料として、あるいは自工場及びその他近隣の工場における燃料(直接燃焼)として活用されているケースもあり、他方で左記のような手段を持たないパーム油搾油工場は、EFBの処分に苦慮しており、有効な処理方法を求めているケースも確認された。

要約 表 4 パーム油搾油工場におけるEFB処理方法の整理

企業名	EFBの処理状況
PT Socfindo	EFBは粉碎して、PKS・ファイバーを燃焼後の灰と混ぜて、全て自社農園内で肥料として利用している。
PT Hijou	一部を自工場内のボイラーの燃料として利用(全体の燃料のうち15～30%程度がEFB)し、残りは全て自社農園において肥料として利用している。
PTPN IIIV	ボゴール工場では、農園の肥料として使用しているが全てのEFBは肥料化できず、EFB排出量の約45%（1,350トン/月）は未処理のまま工場敷地内に滞積している。EFBを全て肥料化できない理由は、①EFBに油が数%残っている、②雨季は土壌がぬかるみ農園への運搬が困難になる、などがある。
PTPN II	Pagar Marbu工場では、近隣に存在する約300社（個人事業）の煉瓦工場に対し、EFBを燃料として販売している。一方、Kuala Sasit工場においては燃料・肥料として販売できる工場や農園が近隣に存在せず、処分に苦慮している。

(出所：ヒアリングに基づきJICA調査団作成)

EFBを有効活用出来るか否かは、近隣に十分な農園や燃料を必要とする工場が存在するなど、近隣環境に依るところが大きいことが確認された。他方でEFBの提供先・有効な活用方法を有さず、EFB処理に課題を抱えるパーム油搾油工場も一定の割合で存在する事が想定され、こうした工場はSEを導入する可能性があると考えている。

(2) EFBペレット販売による経済的メリット

もう一つの観点として、SEの購入により経済的メリットが得られるのであれば、積極的に導入を進めるパーム油搾油工場も存在すると考えられる。実際に、EFB処理に苦慮していないパーム油搾油工場からも「EFBペレット販売による増収効果があればSE購入は検討に値する」との回答を得た。パーム油搾油工場がSE200もしくは400を導入し、EFBペレットを生産・販売した場合の採算シミュレーションを下表に記す。

要約 表 5 SEを導入した場合の採算シミュレーション

(SE200の場合)

項目	金額	計算前提
<損益>		
A:売上高	5,040百万IDR	
EFBペレット単価	700IDR/kg	PKSと同等と仮定
生産・販売量	7,200t/年	SE200を想定
B:売上原価	600百万IDR	
投入EFB(機会費用)	400百万IDR	50IDR/kg × 8,000t
バインダー	200百万IDR	キャッサバを5%相当投入
C=A-B:売上利益	4,440百万IDR	
D:販管費	2,022百万IDR	
人件費	192百万IDR	4百万/人月 × 4名 × 12ヶ月
電力費	1,740百万IDR	1,450IDR/kwh × 1,200,000kwh
メンテナンス	90百万IDR	3年程度で定期交換
E=C-D:営業利益	2,418百万IDR	
<投資>		
F:投資総額	9,375百万IDR	
G=F/E:投資回収期間	4.0年	

(SE400の場合)

項目	金額	計算前提
<損益>		
A:売上高	10,080百万IDR	
EFBペレット単価	700IDR/kg	PKSと同等と仮定
生産・販売量	14,400t/年	SE400を想定
B:売上原価	1,200百万IDR	
投入EFB(機会費用)	800百万IDR	50IDR/kg × 16,000t
バインダー	400百万IDR	キャッサバパルプを5%相当投入
C=A-B:売上利益	8,880百万IDR	
D:販管費	3,762百万IDR	

人件費	192百万IDR	4百万/人月×4名×12ヶ月
電力費	3,480百万IDR	1,450IDR/kwh×2,400,000kwh
メンテナンス	90百万IDR	3年程度で定期交換
E=C-D:営業利益	5,118百万IDR	
<投資>		
F:投資総額	13,125百万IDR	
G=F/E:投資回収期間	2.7年	

(出所：JICA調査団作成)

(3) EFBペレットのユーザー候補

燃料ユーザーである、a セメント業、b パルプ・製紙業、c 製糖業、d 鉄鋼業、e 製塩業、f ガラス・セラミック製造業、g バイオマス発電所 の7業種を対象に、EFBペレットの潜在需要の有無を調査した。結果、製糖業に対する販売が最も可能性が高く、次いでセメント業、パルプ製紙業、バイオマス発電所に対しては、需要に応じた品質改良を施すことにより販売可能性が高まると期待している。他方、鉄鋼業、製塩業、ガラス・セラミック業は固形燃料を使用しておらず、EFBペレットのユーザー候補としてはなり難いと判断した。

要約 表 6 EFBペレットのユーザー候補まとめ

業界	理由	条件
a セメント業	バイオマス燃料を利用する。 代替燃料の利用率向上を目指している。	ペレットの柔らかさ (ハードグロブ指数 45以上) 石炭との価格競争
b パルプ・製紙業	カリウムの含有率が高いため、EFBを燃料として 多く利用できない。ただし、代替燃料の利用率 向上を目指している。	カリウム含有率の低 減
c 製糖業	主に石炭を利用しているが、破碎したEFBも一部 利用している。	サイズ(5ミリ以下) 石炭との価格競争
d 鉄鋼業	ガスと電気を使用する。固形燃料は使用しない。	
e 製塩業	ガスと電気を使用する。固形燃料は使用しない。	
f ガラス・セラミッ ク製造業	ガスと電気を使用する。固形燃料は使用しない。	
g バイオマス発電所	カリウムの含有率が高いため、EFBを燃料として 多く利用できない。	カリウム含有率の低 減

(出所：ヒアリングに基づきJICA調査団作成)

各燃料ユーザーの関心はEFBペレットの成分、価格、形状が論点となる。以下に論点を整理する。

ア 成分について

熱量は試験の結果kgあたり4550-4960kcalと、現在バイオマス燃料として利用されているPKSの4500kcalと同等以上が得られることが確認されている。ただし、含水率が高いことから燃焼効率が低いとみなされ、ペレットの販売価格をPK

Sと同等にはならない可能性が高い。

EFBペレットをインドネシア国内で広く普及するにあたり、弊害となる可能性が高いのは、塩素及びカリウムの含有量である。元来のEFBの成分に由来し、SEにより製造したEFBペレットにも0.19%の塩素、0.4%のカリウムが含まれていることが確認されている。これらの成分は、一部のボイラーの燃焼時にボイラー管に付着し腐食、燃焼効率が落ちることが知られており、燃料としての利用を妨げる要因となっている。ただし、全てのボイラーで問題となる訳では無く、ヒアリングした製糖工場やパーム油搾油工場(自工場内利用)等では、特にこれらの成分に関する懸念は示されなかった。ボイラー内の燃焼温度、ボイラー管に供給する水量やボイラー管に利用されている素材等により問題発生の有無が異なると言われており、塩素・カリウム等を問題としないボイラーを有する需要家も一定数見込まれると想定される。

イ EFBペレットの販売価格について

EFBペレットの販売価格はPKSに比較し得るかどうかは追加の検討を要する。現状、PKSが工場渡し500～800IDR/kg前後で取引されているのに対し、製糖工場などで利用されているEFBの取引価格は無料～100IDR/kg程度に留まっている。これは、高含水率のEFBゆえに燃焼効率が低い点と、上記の塩素・カリウムに関する懸念などからPKSに匹敵する認知を得られず、取引対象として十分な価格が付けられていないと想定している。したがって、EFBペレットの販売価格をPKSと同等程度に上げて採算を確保できる工夫が必要である。今後は塩素及びカリウムが問題とならないボイラーの条件やそれを備えている産業・需要家の調査・検討、及びこれらの成分の含有率を下げたEFBペレットの製造方法の研究開発を併せて進めていく。

ウ 形状について

成分以外で論点としてはペレットの形状があげられる。燃料ユーザーへのヒアリングでは、SEにより製造されたEFBペレットよりも小径のペレットを求められる声が多く聞かれた。ただし、SEの仕様で現状より小径にすることは難しいため、径ではなく厚みを減らしてペレットを軽量化する方向で改良を加えていく。

エ 供給量について

当初、燃料ユーザーは一定量の燃料の安定供給を取引条件としていると想定していたが、供給量や頻度に関してのニーズはそれほど強くなく、散発でも製造した分を持ち込めば受入は可能との回答が多かった。

第4章 ODA案件化の具体的提案

本章で提案するODA案件は、パーム油搾油工場より排出されるEFBを、SEを活用して成形固化（EFBペレット化）し、このEFBペレットが低品位石炭と同等の熱量を保持、かつ安定供給可能な再生可能エネルギーであることを実証する。

この実証事例を基に、EFB ペレットの市場開拓ならびにEFBペレット流通モデルを構築する。パーム油産業からPKS、ファイバーに次ぐ新たなバイオマス燃料の供給事業を立案し、産業界で使用されている既存燃料の代替燃料として普及させることを目指す。この活動を通じて、SEを活用したパーム油産業における再生エネルギー開発を後押しし、新・国家エネルギー政策に掲げた再生可能エネルギーの供給拡大に貢献する。

(1) カウンターパート候補

カウンターパートは、国営農業公社PT Perkebunan Nusantara VIII（以下、PTPN VIII）を想定している。PTPNはインドネシア全土に14拠点を有する国営農業公社であり、PTPN VIIIは西ジャワ州の州都バンドンに本社を有する。

アブラヤシ農園面積、CPO生産量はPTPNの中で最小規模であるが、EFBペレットユーザー候補として想定しているセメント製造業、紙・パルプ製造業、精糖業は西ジャワ州に多いことから、本事業モデルを検証するには適切な立地にあると考えている。

(2) 候補サイト：PTPN VIIIの西ジャワ州 ボゴール工場

(3) ボゴール工場におけるEFBの状況

ボゴール工場は1日20時間稼働しており、FFB処理量は最大で日量600トン（30トン／時間×20時間／日）である。EFBはFFBから約20～23%程度排出されるため、EFBは日量120～138トン、年間約36,000トン排出される計算となる。

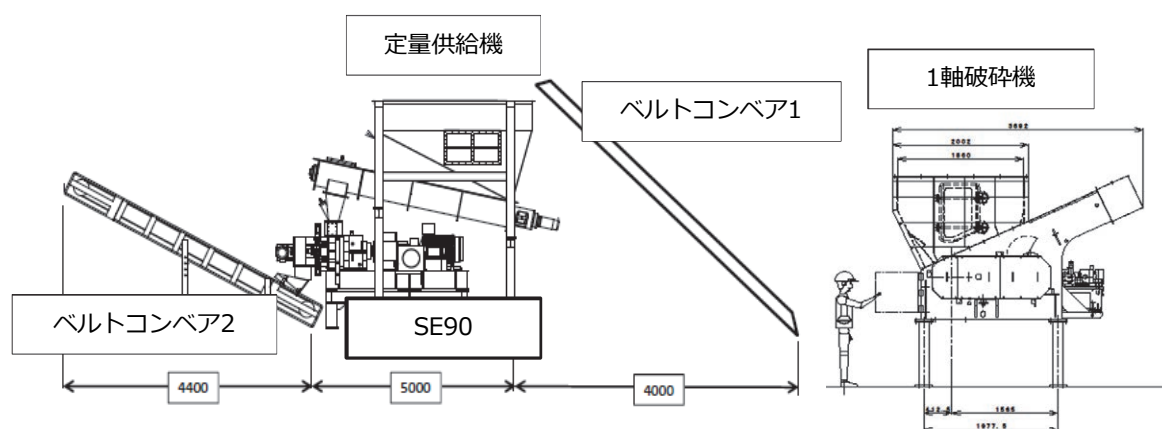
排出されるEFBの内、55%はアブラヤシ農園へ投棄もしくは細断して堆肥化に取り組んでいるが、残りの45%は堆肥化もできず、工場敷地内に長期堆積せざるを得ない状況である。なお、EFBをアブラヤシ農園に投棄するにも運搬費等が必要であり、年間400万円～500万円ほど支出している。

(4) EFBペレットを製造する際に必要な機材とインフラ整備

EFBペレットを製造する際に必要な機材ならびにインフラ設備を以下に記す。SE以外にも複数機材を構成しているため、この仕組みを「EFBペレット製造システム」と称す。

EFBペレット製造システムは、①Empty Bunch Pressや二軸破碎機などで破碎したEFBを一軸破碎機にて細断する。②細断済みEFBをベルトコンベア1で運び、定量供給機を介してSEに投入する。③SEにてEFBペレットを製造する工程となる。なお、本シス

テムの動力には電力が必要である（生産規模や導入機材規模によって使用電力量は異なる）。



要約 図 3 EFBペレット製造システムの機材組み合わせ図

（出所： JICA調査団作成）

要約 表 7 提案するODA案件の概要

項目	概要
案件名称 事業目標	アブラヤシ殻のバイオマス燃料製造・販売普及・実証事業 1) PTPNⅧのボゴール工場より排出される未利用のEFBを、SEを通じてペレット化し、このEFBペレットをバイオマス燃料ユーザーに販売する事により、バイオマス燃料として有効活用できる事を実証する。 2) PTPNⅧによるEFBペレット製造事業の収支モデルを構築する。この収支モデルを基に、パーム油産業にSEの導入メリットとEFBペレット製造事業の実施に必要な取り組み等を提示する。 3) これらの実証を基にEFB ペレットの市場開拓ならびに持続可能なバリューチェーン像を構築し、パーム油産業界における新たなバイオマス燃料の供給事業として普及推進する。
開発効果	1) パーム油産業による新たな再生可能エネルギーの供給方法を構築し、再生エネルギー供給割合の増加に貢献する。 2) 排出されたEFBの長期滞積状態を解消し、腐敗臭などの環境課題の解決に資する。
協力額概算	99,391千円（税込み）
カウンター パート	PT Perkebunan Nusantara Ⅷ
対象サイト	PTPNⅧのボゴール工場を想定
事業概要	活動1：SE90の導入 1-1) SE90を日本から輸出し、PTPN Ⅷのボゴール工場内に設置する。 1-2) PTPN Ⅷの技術者に対し、SEならびに付帯機材の通常操作、定期メンテナンス、保管方法などの技術移転を行う。 活動2：EFBペレット製造にかかる技術を移転する。 2-1) PTPN Ⅷの技術者によるEFBペレット製造を行う。適切な配合、品質管理方法などEFBペレットの品質維持に必要な知識、技術を移転する。

	<p>2-2) EFBペレットの需要に対する安定供給計画を策定する。またPTPN Ⅷの技術者に計画策定方法を指導する。</p> <p>2-3) SEのメンテナンスにかかるパートナーを開拓する。</p> <p>活動3: EFBペレット製造・販売パイロット事業の収支計画を策定する。</p> <p>3-1) 導入したSEの生産量ならびに販売単価、製造コストなどを策定し、導入時における収支計画を策定する。</p> <p>3-2) パイロット事業の計画と実績を検証し、PTPN Ⅷによる収支計画の見直しを行う。</p> <p>活動4: EFBペレットの流通・パイロット販売を行う。</p> <p>4-1) パイロット事業で生産されたEFBペレットの受入協力に合意するバイオマス燃料ユーザーを特定する。</p> <p>4-2) EFBペレットの流通計画を策定する。運搬方法、運搬回数、運搬先を策定する</p> <p>活動5: パイロット事業の実施により齎された未利用EFBの削減効果を検証する。</p> <p>5-1) 導入したSEにより未利用EFBの年間処理量、ならびにEFBペレット生産量を算定する。</p> <p>5-2) 生産量と販売量のギャップを検証し、ギャップの生じる課題と、その対策を検討する。</p> <p>活動6: パイロット事業の実証事項ならび効果検証結果を周知するワークショップを開催する。</p> <p>6-1)) パーム油産業（パーム農園、パーム油搾油企業、パーム油産業の関連設備販売代理店など）を対象としたワークショップ。</p> <p>6-2) 政府関係機関を対象としたワークショップ。</p>
--	--

(出所：JICA調査団作成)

(5) 具体的な開発効果

(a) バイオマス燃料の生産と搾油工場内に堆積するEFBの減容化

インドネシアのエネルギー政策の方法性は「化石燃料消費の抑制」と「新エネルギー/再生可能エネルギーの開発」を進めていくことにある。

導入するSE90は1時間あたり0.5トンのEFBペレットが生産可能である。仮に1日20時間（搾油工場の稼働時間と同じ）、毎月25日稼働すると、年間約3,000トン（0.5トン/時間x20時間x25日x12か月）のEFBペレットを生産することになる。また左記の生産量を確保するには、3,600トン/年（0.6トン/時間x20時間x25日x12か月）のEFBを処理する事になる。これはボゴール工場で堆肥化できず、工場敷地内で蓄積するEFB16,200トン/年の22%相当である。

(b) 化石燃料の代替として使用される

製造したEFBペレットが石炭などの代替燃料として全て使用された場合、石炭の使用削減ならびにバイオマス燃料の消費増をもたらす事となる。石炭の発熱量は約6,000kcal/kg、EFBペレットの発熱量は約4,000kcal/kgである。本事業で生産されたEFBペレット3,000トン/年が全て石炭の代替燃料として消費された場合、石炭使用量約2,000トン分を削減する事になる。

インドネシア共和国 アブラヤシ殻等のバイオマス燃料化に関する案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：新日本溶業株式会社
- 提案企業所在地：兵庫県神戸市
- サイト・C/P機関：西ジャワ州 ボゴール県 インドネシア科学院(LIPI)／国営農業公社 VIII (PTPNVIII)



インドネシア共和国の開発課題

- インドネシアはパーム油の世界最大生産地である。このパーム油を生産する過程で、排出される空果房(EFB)の60～70%はパーム搾油工場かアブラヤシ農園に投棄・放置の状況にある。
- EFBは含水率60～65%を有しており、投棄されたEFBは腐敗により悪臭やメタンガスを放ち、環境問題を引き起こしている。
- エネルギー政策の観点から、化石燃料の消費削減と再生可能エネルギーの開発が求められている。

中小企業の技術・製品

- 「SNYG Extruder」は、2軸式の3条スクリューでブロック型ノズルへ押出す減容圧縮成形機である。ノズルを閉塞型に変更することで材料圧縮率を自在に変更でき、2軸式3条スクリューで高温摩擦熱を発生させ、高密度の固形化を実現。高含水材も圧縮成形可能である。
- 本製品により高含水率なEFBをペレット化し、再生可能エネルギー燃料として有効活用が期待できる。

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- PTPNVIIIのボゴール工場より排出される未利用のEFBを、SEを通じてペレット化し、このEFBペレットをバイオマス燃料ユーザーに販売する事により、バイオマス燃料として有効活用できる事を実証する。この実証を基にEFBペレットの市場開拓ならびにバリューチェーンを構築し、パーム油産業界における新たなバイオマス燃料の供給事業として普及推進する。
- EFBペレットが石炭などの代替燃料として使用された場合、石炭の使用削減ならびにバイオマス燃料の消費増をもたす事となる。EFBペレットの発熱量4,000kcal/kgであるため、EFBペレット3,000トン/年が全て石炭の代替燃料として消費された場合、石炭使用量約2,000トンを削減する事になる

日本の中小企業のビジネス展開

- インドネシア共和国におけるパームオイル産業へのSNYG Extruderを含むEFBペレット燃料製造プラントの販売
- 機器メンテナンス・消耗部品販売への事業展開

はじめに

調査名：インドネシア国 アブラヤシ殻等のバイオマス燃料化に関する案件化調査

(1) 調査の背景

インドネシアは、気候変動対策を重要な政策課題として位置付けており、日本は温室効果ガス（Greenhouse Gas：以下、GHG）排出抑制に向けた制度作りと気候変動に伴う負の影響の低減を目指した協力を実施している。政策や制度の改善と整備ならびに能力向上に係る協力を中心としつつ、森林減少及び劣化の抑制、高効率エネルギー、省エネルギー、代替エネルギーの促進、公共交通へのシフト、廃棄物の適正管理、統合的水資源管理等に係る協力を展開している。

エネルギーについては、2014年にインドネシア政府が新・国家エネルギー政策（国家エネルギー政策（Kebijakan Energi Nasional：KEN））を策定し、2025年までに一次エネルギーに占める石油の割合を25%以下、再生可能エネルギーの割合を2025年に23%以上、2050年に31%以上にすることを目標としている。このうち、バイオマスの開発状況については、2013年時点で32,654MWの潜在リソースがある中の1,717MWであり、約5.3%の開発に留まっており、リソースの活用が課題となっている。

提案企業の製品は、高含水材料の廃棄物を成形固化し、バイオマス燃料を製造可能とする減容圧縮成形機SNYG Extruder（以下、SE）である。パーム油の生産過程で発生する廃棄物の一つである空果房（Empty Fruit Bunch：以下、EFB）は、含水率が高く、現在はバイオマス燃料として有効利用されていない。このEFBをSEによって成形固化する事により、バイオマス燃料として火力発電所、バイオマス発電所、セメント、製紙、製鐵、煉瓦工場などで使用可能にし、新・国家エネルギー政策におけるバイオマス燃料の産業分野への活用に貢献するものである。

(2) 調査の目的

開発課題の解決に資する提案製品としてSEの活用可能性を確認し、以下のODA案件提案、ビジネスモデル立案を目的として調査を実施する。

1) 想定するODA案件化

西ジャワ州 ボゴール県にある国営農業公社VIII（PT.Perkebun Nusantara VIII（以下、PTPN VIII））をカウンターパートとし、EFBのバイオマス燃料化を目的とした普及・実証事業の実施可能性を調査する。事業候補地はPTPN VIIIのボゴール搾油工場を想定している。同工場の敷地内に野積みされたEFBをSEによって成形固化する事により、EFBの腐敗による悪臭防止などの環境問題の解決に貢献するとともに、新たなバイオマス燃料「EFBペレット」として付加価値を生み出し、新・国家エネルギー政策の掲げるバイオマス燃料の供給拡大ならびに活用推進を図る。

2) 想定するビジネスモデル

スマトラ島リアウ州のパーム油搾油工場を主要ターゲットとしてSEの販売を行う。販売面では現地企業を販売代理店として育成して販路を拡大し、その後のメンテナンスサービスは現地企業と合併企業を立ち上げる予定である。

また、成形固化されたバイオマス燃料は、製糖工場、セメント製造業、製紙・パルプ製造業、バイオマス発電所などへの販売を想定している。さらに、価格水準や需要動向次第では日本及び海外への輸出版売の可能性も同時に検討していく。

(3) 調査対象国・地域

インドネシア国 ジャカルタ特別州、西ジャワ州ボゴール県、北スマトラ州ランカット県

(4) 団員リスト

氏名	担当業務	所属先
辻野 充	会社統括者	新日本溶業株式会社
藤本 光男	市場調査	新日本溶業株式会社
松石 篤典	業務主任者 事業推進	新日本溶業株式会社
山根 朋也	副業務主任者 事業推進	新日本溶業株式会社
山口 敏幸	技術担当	新日本溶業株式会社
畑崎 海定	技術担当	新日本溶業株式会社
公文 基敬	技術担当	新日本溶業株式会社
石井 和泉	業務調整	新日本溶業株式会社
吉田 肇	技術担当	新日本溶業株式会社
小関 重之	チーフアドバイザー (2015年10月末まで)	株式会社 商貿企画
竹田 真一郎	チーフアドバイザー (2016年2月以降)	カーボンフリーコンサルティング株式会社
牧村 拓哉	ビジネス展開計画／事業計画策定	山田ビジネスコンサルティング株式会社
Renan Raimundus	再生エネルギー政策／製品市場調査	山田ビジネスコンサルティング株式会社

(5) 現地調査工程

1) 第1回現地調査

日数	日付	曜日	都市名	調査内容	訪問先
1	2015/9/13	日	東京(羽田)発 ジャカルタ着	移動日 移動日	
2	2015/9/14	月	ボゴール	案件化調査の主旨説明と事前打合せ (MOU締結・機器設置・役務分担)	LIP I
3	2015/9/15	火	ボゴール	MOU調印式、機器設置場所の確認	LIP I
4	2015/9/16	水	ジャカルタ→メ ダン→ジャカル タ	案件化調査の報告、普及実証事業の 実施に際しての協力依頼	PTPN II
5	2015/9/17	木	ジャカルタ	案件化調査への協力依頼、情報交換 帰国前報告	伊藤忠インドネシア JICAインドネシア事務所

			ジャカルタ→東京	移動	
6	2015/9/18	金	東京(羽田)着	帰着	

2) 第2回現地調査

日数	日付	曜日	都市名	調査内容	訪問先
1	2015/11/10	火	東京(羽田)発	移動日	
			ジャカルタ着	移動日	
2	2015/11/11	水	ボゴール	機材設置	LIPI
3	2015/11/12	木	ボゴール	機材設置	LIPI
4	2015/11/13	金	ボゴール	機材設置	LIPI
5	2015/11/14	土	ボゴール	機械試運転	LIPI
6	2015/11/15	日	ジャカルタ発	移動日	
			東京(成田)着	移動日	
7	2015/11/16	月	東京(羽田)発	移動日	
			ジャカルタ着	移動日	
8	2015/11/17	火	ボゴール	無負荷稼働運転・固化テスト(ココナツファイバー)	LIPI
9	2015/11/18	水	ボゴール	固化テスト(ココナツファイバー)	LIPI
10	2015/11/19	木	ボゴール	固化テスト(ココナツファイバー)	LIPI
11	2015/11/20	金	ボゴール	機器段取調整(面盤交換)	LIPI
12	2015/11/21	土	ボゴール	機器段取調整・破碎機稼働	LIPI
13	2015/11/22	日	ジャカルタ	資料整理	
14	2015/11/23	月	ボゴール	EFBペレット製造作業	LIPI
15	2015/11/24	火	ボゴール	EFBペレット製造作業・EFB含水計測	LIPI
16	2015/11/25	水	ボゴール	EFBペレット製造作業	LIPI
17	2015/11/26	木	ボゴール	EFBペレット製造作業	LIPI
18	2015/11/27	金	ボゴール	EFBペレット製造作業	LIPI
19	2015/11/28	土	ボゴール	EFBペレット製造作業	LIPI
20	2015/11/29	日	ジャカルタ	資料整理	
21	2015/11/30	月	ボゴール	EFBペレット製造作業	LIPI
22	2015/12/1	火	ボゴール	EFBペレット製造作業	LIPI
23	2015/12/2	水	ボゴール	EFBペレット製造作業	LIPI
24	2015/12/3	木	ボゴール	機器段取調整	LIPI
25	2015/12/4	金	ボゴール	機器段取調整	LIPI
26	2015/12/5	土	ジャカルタ発	移動日	
			東京(成田)着	移動日	

3) 第3回現地調査

日数	日付	曜日	都市名	調査内容	訪問先
1	2016/2/16	火	東京(羽田)発	移動日	
			ジャカルタ着	移動日	
2	2016/2/17	水	ボゴール	EFBペレット製造テストの結果説明	LIPI
			ジャカルタ	調査報告	JICAインドネシア事務所

3	2016/2/18	木	ボゴール	製品説明、バイオマス燃料の需要、現在使用状況、他のバイオマスについて	Indocement（セメント工場）
			ボゴール	バイオマス燃料の生産、消費状況（生産エリア、消費エリア等）、消費分野、競合他社情報などのヒアリング	PT Insan Fajar Mandiri Nusantara バイオマスエネルギー投資コンサル会社
			ジャカルタ	インドネシアにおけるエネルギー産業ビジネスに関する意見交換	A-Wing株式会社・AAI株式会社（日本の風力メーカーの現地法人）
4	2016/2/19	金	ジャカルタ	製品説明、バイオマス燃料を使用しているIPP企業について バイオマス燃料の需要についてヒアリング（量、価格、調達条件等）	PT PLN Enjiniring （PT PLNのエンジニアリング会社（子会社））
			ジャカルタ	製品説明、バイオマス燃料の生産、消費状況（生産エリア、消費エリア等）	METI
			ジャカルタ	新・再生エネルギー政策について／本調査、その後の事業の目的などの説明	Directorate of Bioenergy, Ministry of Energy and Mineral Resources （エネルギー鉱物資源省）
5	2016/2/20	土	ボゴール	EFBペレット製造改善作業	LIPI
6	2016/2/21	日	ジャカルタ	資料整理	
7	2016/2/22	月	ジャカルタ	製品説明、パーム油製造企業におけるバイオマス燃料の使用動向（国営、民間、全国）など	GAPKI本部
			ジャカルタ	製品説明、製紙工場におけるバイオマス燃料の使用動向 使用企業の紹介、情報収集	紙パルプ企業協会 APKI (Pulp & Paper Association)
8	2016/2/23	火	ジャカルタ	G/P候補協議、用地確認、	PTPN VIII
9	2016/2/24	水	ジャカルタ	EFBペレット製造改善作業	LIPI
10	2016/2/25	木	ジャカルタ	EFBペレット製造改善作業	LIPI
11	2016/2/26	金	ジャカルタ	EFBペレット製造改善作業	LIPI
12	2016/2/27	土	ジャカルタ	EFBペレット製造改善作業	LIPI
13	2016/2/28	日	日本着	帰着	

4) 第4回現地調査

日数	日付	曜日	都市名	調査内容	訪問先
1	2016/3/20	日	東京（羽田）発	移動	
			シンガポール発	移動	
			ジャカルタ→メダン	移動	
2	2016/3/21	月	メダン	G/P協議、本邦受入活動説明	PTPNII本部
			メダン	PTPNIIのパーム農園および搾油工場視察	PTPNIIパーム油搾油工場
			メダン	EFB廃棄物の処理現状、バイオマス燃料の使用状況、Empty Bunch Press他の製品情報	民間パーム工場

3	2016/3/22	火	メダン	代理店サービスの確認、メンテナンスサービスの確認、Empty Bunch Press、ボイラー関係ヒアリング	PT. Traglopindo Utama
			メダン	EFB廃棄物の取り扱い	GAPKIスマトラ支店
			メダン	代理店サービスの確認、メンテナンスサービスの確認	PT. ANGKASA TEHNIK MANDIRI
			メダン	PTPNIIの製糖工場視察	PTPNII（製糖工場）
4	2016/3/23	水	メダン	屋根つきストックヤードの有無。受入能力（広さ）確認、運搬船規模等のヒアリング	ベラワン港（メダンから25Km）
			メダン	代理店サービスの確認、メンテナンスサービスの確認	PT. APINDOWAJA AMPUHPERSADA PT. TECHNINDO CONTROMATRA（代理店）
			メダン→ジャカルタ	移動	
5	2016/3/24	木	ボゴール	EFBペレット化の研究者へのヒアリング（課題等の把握）	Pajajaran Suit Hotel
			ジャカルタ	製糖企業におけるバイオマス燃料のマクロ需要、バイオマス燃料推進製糖企業の紹介、推進の課題面	製糖企業協会
			ジャカルタ	帰国前報告	JICAインドネシア事務所
6	2016/3/25	金	ジャカルタ	資料整理	
7	2016/3/26	土	日本着	帰着	

5) 第5回現地調査

日数	日付	曜日	都市名	調査内容（予定）	訪問先
1	2016/5/22	日	東京（羽田）発	移動	
			シンガポール発	移動	
2	2016/5/23	月	メダン	G/P候補組織の概要等	PTPNII本社
				Sawit Seberang 工場の視察、EFB排気量の確認、機材設備確認	PTPNII（Sawit Seberang 工場）
3	2016/5/24	火	メダン	EFBペレット需要調査（買取価格、ロット、条件等）	PT Toba Pulp Lestari（紙・パルム製造工場）
4	2016/5/25	水	メダン	SE需要調査およびEFBの処理状況、PKS販売価格	PT Socfindo（パーム油搾油工場）
				物流調査	Bintang Gemilang Kargo Express
				EFBペレット需要調査（買取価格、ロット、条件等）	PKS Trader, PT Growth Asia（鉄鋼工場）
5	2016/5/26	木	メダン	SE需要調査およびEFBの処理状況、PKS販売価格	PT Permata Hijau Group（パーム油搾油工場）
				EFBペレット需要調査（買取価格、ロット、条件等）	Medan Sugar Industry（製糖工場）
6	2016/5/27	金	メダン	PTPNII 視察	Sawit Seberang 工場
				EFBペレット需要調査（買取価格、ロット、条件等）	レンガ製造工場
7	2016/5/28	土	ジャカルタ	資料整理	
8	2016/5/29	日	ジャカルタ	資料整理	

9	2016/5/30	月	ジャカルタ	ペレット製造にかかる規定、その他規制関連、優遇措置	工業省
				バイオマス燃料使用状況、EFBペレット需要	Cement Association (ASI) セメント製造企業協会
					Iron and Steel Association (IISIA) 鉄鋼製造協会
10	2016/5/31	火	ジャカルタ	バイオマス燃料使用状況、EFBペレット需要	Indonesian Ceramic Industry Association (ASAKI) セラミック製造協会
					Flat and safety glass association (AKLP) 板ガラス・安全ガラス協会
			ジャカルタ発→シンガポール着	移動	METI (Indonesia Renewable Energy Society) インドネシア再生エネルギー協会

6) 第6回現地調査

日数	日付	曜日	都市名	調査内容（予定）	訪問先
1	2016/6/9	木	東京発		
			ジャカルタ着	移動	
2	2016/6/10	金	ボゴール	機器段取調整	LIPI
3	2016/6/11	土	ボゴール	固化試験(EFB)/再現性確認	LIPI
4	2016/6/12	日	ジャカルタ	情報整理	
5	2016/6/13	月	ボゴール	固化試験(EFB)	LIPI
6	2016/6/14	火	ボゴール	固化試験(EFB)	LIPI
7	2016/6/15	水	ボゴール	固化試験(EFB)	LIPI
8	2016/6/16	木	ボゴール	固化試験(EFB)	LIPI
9	2016/6/17	金	ボゴール	固化試験(EFB)	LIPI
10	2016/6/18	土	ボゴール	固化試験(EFB)	LIPI
11	2016/6/19	日	ジャカルタ	情報整理	
12	2016/6/20	月	ボゴール	固化試験(EFB)	LIPI
13	2016/6/21	火	ボゴール	固化試験(EFB)	LIPI
14	2016/6/22	水	ボゴール	固化試験(EFB)	LIPI
15	2016/6/23	木	ボゴール	固化試験(EFB)	LIPI
16	2016/6/24	金	ボゴール	固化試験(EFB)	LIPI
17	2016/6/25	土	ボゴール	固化試験(EFB)	LIPI
18	2016/6/26	日	ジャカルタ	情報整理	
19	2016/6/27	月	ボゴール	機器設備/撤去/梱包	LIPI
20	2016/6/28	火	ボゴール	機器設備/撤去/梱包/搬出	LIPI
21	2016/6/29	水	ジャカルタ発	移動	
			東京着		

7) 第7回現地調査

日数	日付	曜日	都市名	調査内容	訪問予定先
1	2016/10/2	日	東京（羽田）発	移動	
			シンガポール発	移動	
			ジャカルタ→メダン	移動	
2	2016/10/3	月	メダン	C/P協議／普及実証事業説明	PTPNII本部
3	2016/10/4	火	メダン	C/P協議／普及実証事業説明	PTPNII本部
			メダン→ジャカルタ	移動	
4	2016/10/5	水	バンドン	C/P協議／普及実証事業説明	PTPN VIII本部
5	2016/10/6	木	ボゴール	提案製品設置条件確認	PTPN VIII本部
6	2016/10/7	金	ジャカルタ	帰国前報告会	JICAインドネシア事務所
7	2016/10/8	土	→羽田	移動	

第1章 対象国の現状

1-1 対象国の政治・社会経済状況

1-1-1 基礎情報

インドネシアは東西5,100kmに亘る世界最大の群島国家である。東西に広大な国土に対応して、国内に3つの時間帯（西部インドネシア GMT+7時間、中部インドネシア GMT+8時間、東部インドネシア GMT+9時間）を有する。国土は約13,000の大小さまざまな島々で構成されており、このうち6,000の島々に住民が居住している。また、約490もの異なる人種が暮らす民族の多様性がある国である。人口の大部分はマレー人で、ジャワ人、スンダ人、マドゥラ人、バリ人など他にも多くの種族に分かれている。この他、スマトラ島にはアチェ人、バタック人が、カリマンタン島には200以上もの部族をかかえるダヤク人、スラウェシ島にはマカッサル人、トラジャ人などが居住している。現在のような多様な民族構成をもつに至った背景は、北部の大陸から稲作とともに移り住んできた民族や、海を活動の場とするマレー系の民族、10世紀頃から断続的に中国から移り住んできた中華系民族などが同国の領域に住み着いたことによると言われている。

なお、赤道直下に位置することから熱帯性気候に属し、季節は乾季（4月～10月）と雨季（11月～3月）に分かれる。乾季は、ほとんど雨が降らず、湿度も低いので過ごしやすい時期になるが、平均気温は27～28度と非常に高い。雨季は、湿度の高い日が続き、おおむね午後になると雨が降る。また平均気温は26～27度である。雨季の最大の特徴は、湿度の高さである。インドネシアは湿度が60%以上と高いが、雨季はさらに湿度が増して、平均湿度が90%まで上昇する日が続くと言われている。また、インドネシアは6つの宗教を公認する多宗教国家でもある。最大のイスラム教徒人口を抱える国家としても知られている。インドネシアの概要は以下のとおりである。

表 1 インドネシアの概要

人口	2.55億人（2015年推計）
面積	189万平方km
首都	ジャカルタ
公用語	インドネシア語
通貨	ルピア（Indonesian Rupiah：以下IDR）
独立	1945年
宗教	イスラム教、キリスト教（プロテスタント、カトリック）、ヒンズー教、仏教、儒教、その他
民族	ジャワ人、スンダ人、バリ人、マドゥラ人、マレー人等
政体	大統領制・共和制

（出所：外務省やインドネシア観光局などのホームページより抜粋してJICA調査団作成）

1-1-2 政治概況

（1）独立後から近年までの政治動向

インドネシアは1945年の独立後、スハルト大統領のもとで議会制民主主義国家として出

発した。1954年には、ハーグ条約（オランダ国王を首長とするオランダ・インドネシア連合を規定）を破棄し、西側諸国から離れることにより国際的には非同盟中立国としての道を模索し、第1回アジアアフリカ会議（1955年）を主催するなど、スカルノ大統領は非同盟国のリーダーとしての立場を築き上げた。一方、国内政治においては、国軍・ナショナリスト・共産党・宗教といった勢力のバランスを取ることができず、マレーシア建国の際の対決政策によって国際社会で孤立を深め、中国・共産党との距離を縮めていくことになった。インフレによる経済状況悪化を受け、大統領への不満が高まる中、1965年9月30日に、共産党及びそのシンパによるクーデター未遂が起きたことにより、スカルノ大統領はそれを鎮圧したスハルトに政権を譲り、失脚することになった。

スハルト大統領の下、インドネシアはそれまでの中立路線を変更し、反共路線をとった。経済面でも、西側の債権国からの経済援助を受け、規制緩和・市場開放を進めることにより、経済再建を進めた。政治面においては、スハルト大統領は、自らの支持母体である反共産党職能集団であったゴルカルを選挙で圧勝させ、政権を安定させる仕組みを築いた。スハルト大統領は安定した政権基盤・経済成長を背景に30年間にわたって政権を維持したが、1997年のアジア通貨危機をきっかけに、それまでに国民の間で鬱積していた政権への不満が爆発し、1998年に大統領辞任を余儀なくされた。

スハルト大統領辞任後、インドネシアは民主化の道をたどっていくが、スハルト時代に抑制されていた独立運動や民族紛争などが一気に顕在化するなど、大きな混乱の中で、ハビビ大統領・ワヒド大統領・メガワティ大統領を経て2004年に初めての国民による直接選挙によって選ばれたユドヨノ大統領が政権についた。ユドヨノ大統領は、スマトラ沖大地震をきっかけに、アチェ独立紛争を終結に導き、スハルト後に始まった地方自治を進展させ、国内政治を安定させた。また、任期中の経済情勢をうまく捉え、混乱していたインドネシア経済を成長軌道に乗せ、2期10年を務めた。

現在の大統領であるジョコ・ウィドドは、憲法上の規定により三選が禁じられているユドヨノの後を受けて政権についた。同大統領は、実業家からソロ市長、ジャカルタ州知事を歴任し、2014年に大統領選挙によって選出された。ウィドド大統領は、当選後、経済・社会政策を最優先課題とし、鉄道、港湾、電力・エネルギー等のインフラ整備及び社会保障の充実を目標に掲げ、「これまで議論はさんざん重ねられてきた、だが実行は限られていた、今はもう議論の時ではない、実行の時だ」として、実業家や有識者などから広く人材を登用した「働く内閣」を組閣した。

（2）政治概況

インドネシアは、行政機関・立法機関・司法機関による三権分立体制を取っている。行政機関は大統領・副大統領・内閣であり、立法機関は地方代表議会・国会とその2院からなる国民協議会であり、司法機関は三審制をとる裁判所である。三権分立のバランスオブパワーの仕組みは日本のものとは多少異なる。たとえば、行政機関は立法機関に対する解散権を持たない点などが異なる。

三権以外に特質するべき点として、政党制度がある。インドネシアには多数の政党が存

在するが、総選挙に参加するには、法務人権省に法人として登録した上で、全国規模の組織を有していることが求められる。また、総選挙で3.5%以上の得票率が得られなければ次の総選挙に同じ名前で参加することができず、議席も得られない。2004年の総選挙には24政党、2009年には38政党、2014年には12政党が参加した。アチェにおいてのみ、地方政党の地方議会選挙参加が認められている。大統領選挙においては、候補者は政党の支持を受けなければならないが、当該政党が議席の20%以上を占めなければならないため、政党は会派を組織し、他党と連携する。ユドヨノ前大統領が民主党という小規模政党所属であったように、大きな政党が必ずしも与党となるわけではない。

1-1-3 外交

インドネシアは、国益を重視した独立かつ能動的な全方位外交を外交の基本方針とし、ASEANを中心として地域外交や、国際的な課題への対応に積極的に取り組んでいる。

ASEAN諸国に対しては、1967年の設立前から地域共同体の創設へ主導的な役割を果たしてきた。ASEANは政治・安全保障共同体(ASEAN Security Community:ASC)、ASEAN経済共同体(ASEAN Economic Community:AEC)、ASEAN社会・文化共同体(ASEAN Socio-Cultural Community:ASCC)というといった3つの分野で共同体の設立を中長期的に目指すとされている(ASEAN共同体ロードマップ2009-2015)。ASEANはEUのように域内で経済圏が完結している共同体でなく、域外との貿易量が多く、また内部においても発展段階や政治イデオロギーや思想が多様であるため、計画通りに制度の統合が進んでいないのが現状である。たとえば、現在、共通有効特惠関税(Common Effective Preferential Tariff:CEPT)は先行6カ国(インドネシア・マレーシア・フィリピン・シンガポール・タイ・ブルネイ)においては例外物品を除き0%を実現しているが、関税以外の非関税障壁等については、自由化が計画よりも進んでいない。また、日本との関係も深く、戦後賠償として始まった政府開発援助(Official Development Assistance:以下、ODA)や留学生受け入れ、要人往来、さまざまな分野における民間交流も活発である。経済分野においては、日本は6番目の経済連携協定(Economic Partnership Agreement:以下、EPA)として、日本・インドネシア経済連携協定(2008年7月)を締結している。

1-1-4 経済概況

(1) 国内総生産

インドネシアの実質成長率は、リーマン・ショックのあった2008年直後には4.7%にまで落ち込んだが、その後回復し、2014年において5%、その後も年間6%台の安定した成長を続けると見られている。一人当たり国内総生産(Gross Domestic Product:以下、GDP)は2000年以急速に増加し、同年870米ドルであったが2015年の推計(前回の国勢調査以後の人口が推計であることによる)では3,511米ドルにまで上昇しており、安定した経済成長により国民の購買力が向上していることがわかる。尚、2015年のGDP成長率は4.79%と発表され、2008年のリーマン・ショック以来初めて5%を下回った。政府は2016年GDP成長率について、5.5%を目標としている。

(単位：％、米ドル)

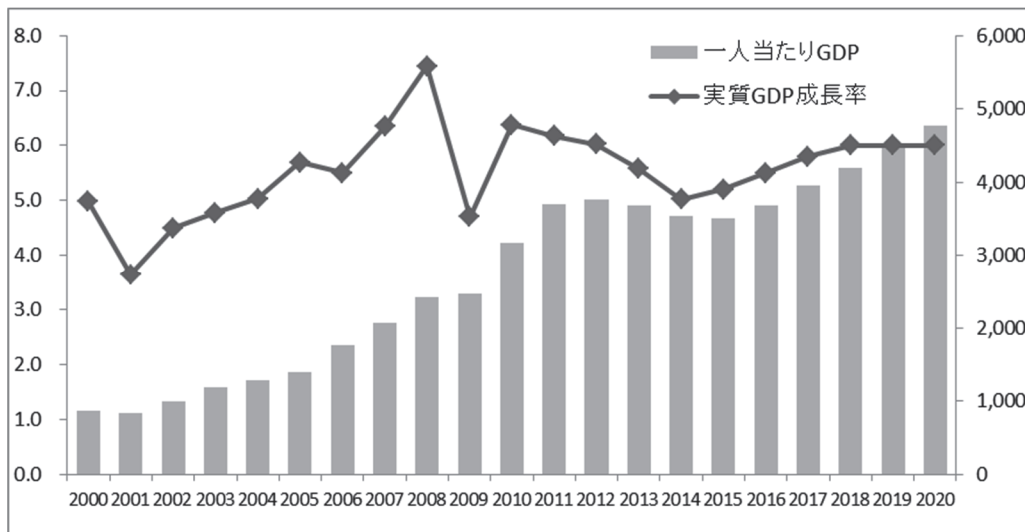


図 1 GDP成長率と一人当たりGDP

* 成長率は2015年、一人当たりGDPは2010年から推計値
(出所：国際通貨基金 World Economic Outlook Database 2015)

(2) 労働力人口

2000年度人口は約2億600万人であったが、2013年推計では約2億4千800万人となり、2000年の人口に対して2割程度増加している。そのうち労働力人口を見ると、2000年度は約9,560万人であったが、2013年には約1億1,800万人と23%程度増加しており、総人口の増加率を上回っている。2013年の依存人口比率（総人口に占める依存人口の比率）は約52%であるが、インドネシア統計局予測によると、この後依存人口比率は緩やかに下降し、2020年に47.7%、2030年には46.9%程度になると予測されている。従って、人口動向の観点から同国は今後安定した労働力の供給が見込まれるといえる。また、前項と合わせてみれば、所得水準の向上・労働人口の増加が好循環を招き、消費市場としても長期にわたって拡大していくと言われている。

(単位：100万人)

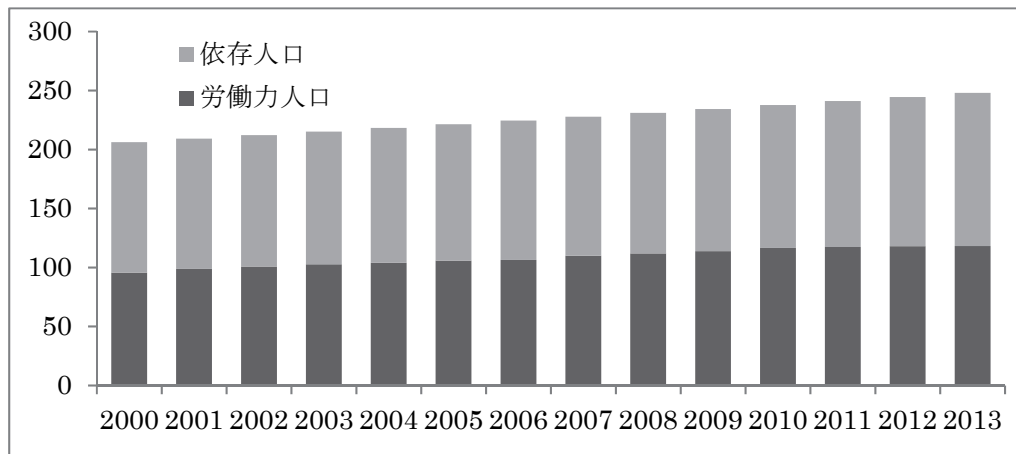


図 2 総人口に占める労働力人口（人口は2010年以降推計）

(出所：インドネシア統計局、国際通貨基金 World Economic Outlook Database 2015)

(3) 賃金

インドネシアにおいて、賃金は上昇傾向にある。従業員100名以上の製造業非管理職の平均賃金推移を見ると、製造業全体では2000年度に約45万IDRであったが、2012年度には160万IDRにまで上昇している。最も水準の高い非鉄金属・鉱物製造業においては、62万IDRから190万IDR、最も低い水準の食品製造業においても35万IDRから148万IDRへ上昇しており、年平均で10%程度上昇していることになり、同国に進出する場合には、人件費の上昇を見込んでおく必要がある。

なお、2015年12月施行政令2015年78号により、最低賃金の上昇率はインフレ率とGDP成長率の和で算出することが規定され、2016年の上昇率は11.5%が基準となった。

(単位：千IDR)

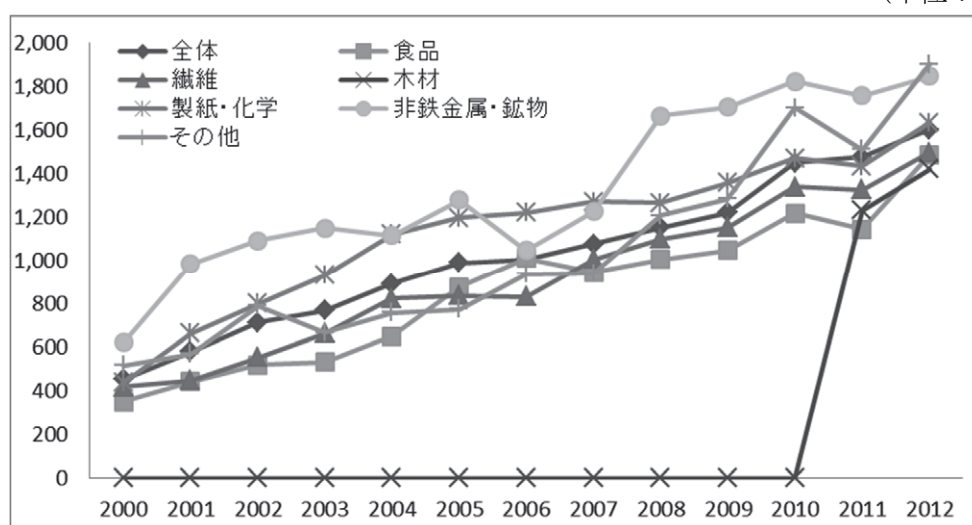


図 3 製造業の平均賃金（従業員100名以上の企業の非管理職の平均）

(出所：インドネシア統計局)

(4) 物価

インドネシアにおいて、物価は年々上がっており、それが最低賃金の上昇につながっている。推移をみると、2000年代は年間4%から13%の間で不安定に推移していたが、リーマン・ショック後は5%程度の水準で推移しており、同国統計局の予測によると、今後も年間4.8%程度物価上昇が見込まれる。なお、2015年7月の消費者物価指数（Consumer Price Index:CPI）上昇率は前年同月比で7.26%であったが、12月には3.35%であったことが発表されており、足元では物価上昇が鈍化している。

(単位：%)

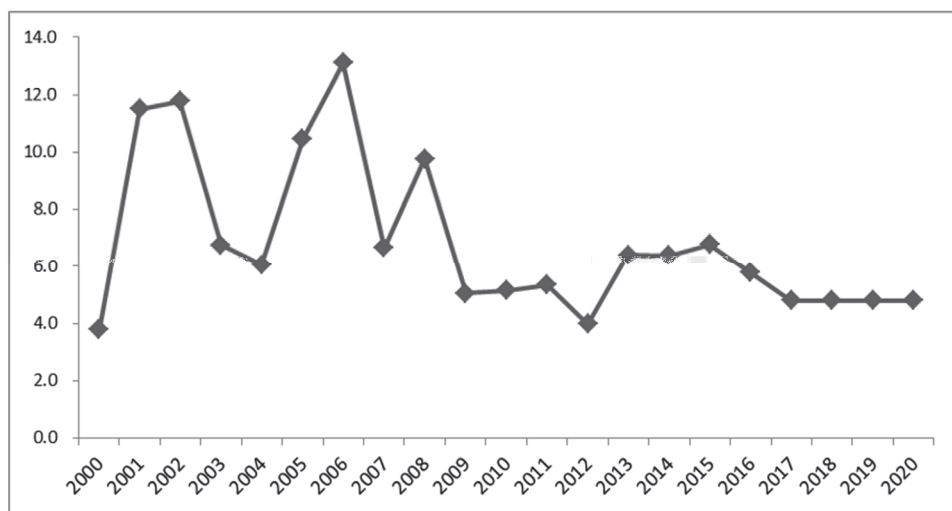


図 4 インフレ率（2015年以降は推計）

(出所：国際通貨基金：World Economic Outlook Database 2015)

1-2 対象国の対象分野における開発課題

1-2-1 新・国家エネルギー政策の目標達成に向けての現状課題

インドネシアのエネルギー資源は、石油をはじめ、天然ガス、石炭、水力、地熱などがあり、エネルギー自給率 100%を超えるエネルギー輸出大国であった。しかし、国内需要の増大や原油生産量の停滞などから2003年に原油の輸入国に転じ、2008年には石油輸出国機構（Organization of Petroleum Exporting Countries:OPEC）を脱退した。他方、運輸部門による石油製品の消費や石炭の利用は留まる事なく拡大していた。そこで、エネルギー消費抑制やエネルギー源の多様化を含め、2006年には国家エネルギー政策（大統領令No.5/2006）が定められ、再生可能エネルギーへのシフトが謳われる事となった。さらに、新・国家エネルギー政策（2014年）では、2025年までに一次エネルギーに占める石油の割合を25%以下、地熱やバイオ燃料等の再生可能エネルギーの割合を23%にすることを目標に掲げており、再生可能エネルギーの開発は急務となっている。

まず、以下にエネルギー消費量の変化を示す。2000年から2013年の間で総消費量は約1.6倍（777,924千BOE⇒1,211,236千BOE）に増加している。増加率が高いエネルギーは、LPG

(約5.8倍)、石炭(約5.0倍)、その他石油製品(約4.5倍)である。他方、殆ど増加していないのは伝統的なバイオマスで1.06倍に留まっている。

(単位：千BOE)

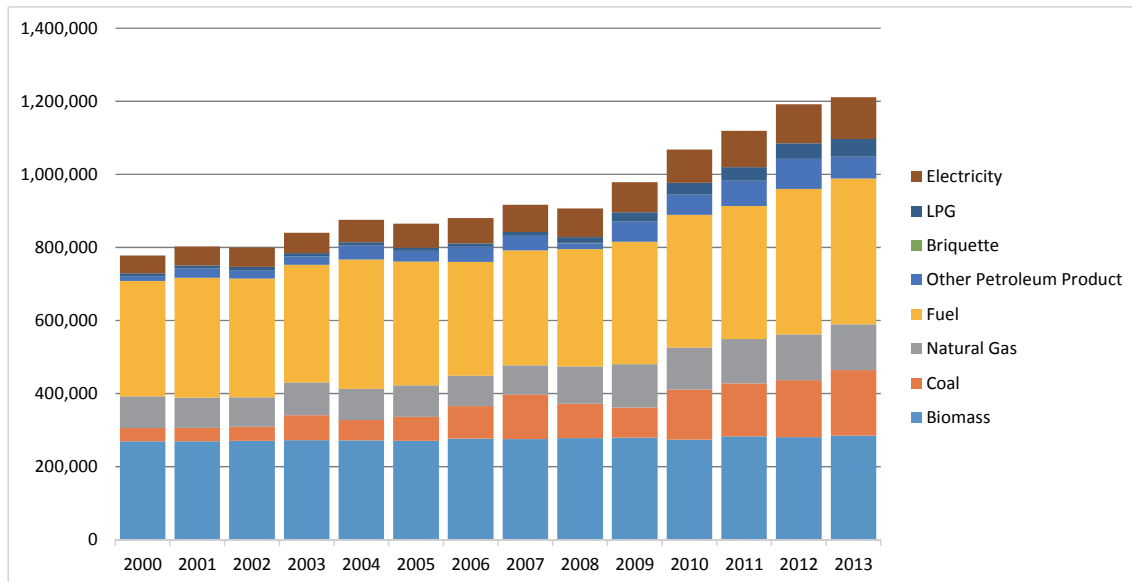


図 5 エネルギー消費量(形態別)

(出所：Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2014よりJICA調査団作成)

消費割合の多くを占めているのは、重油と伝統的なバイオマスである。ただし、2000年から2013年にかけて重油は—約7ポイント(40.53%⇒32.96%)、バイオマスも—11ポイント(34.58%⇒23.53%)に減少している。他方、石炭は+約10ポイント(4.64%⇒14.76%)上昇し、重油、伝統的なバイオマスに次いで3番目の消費割合を占めるようになった。

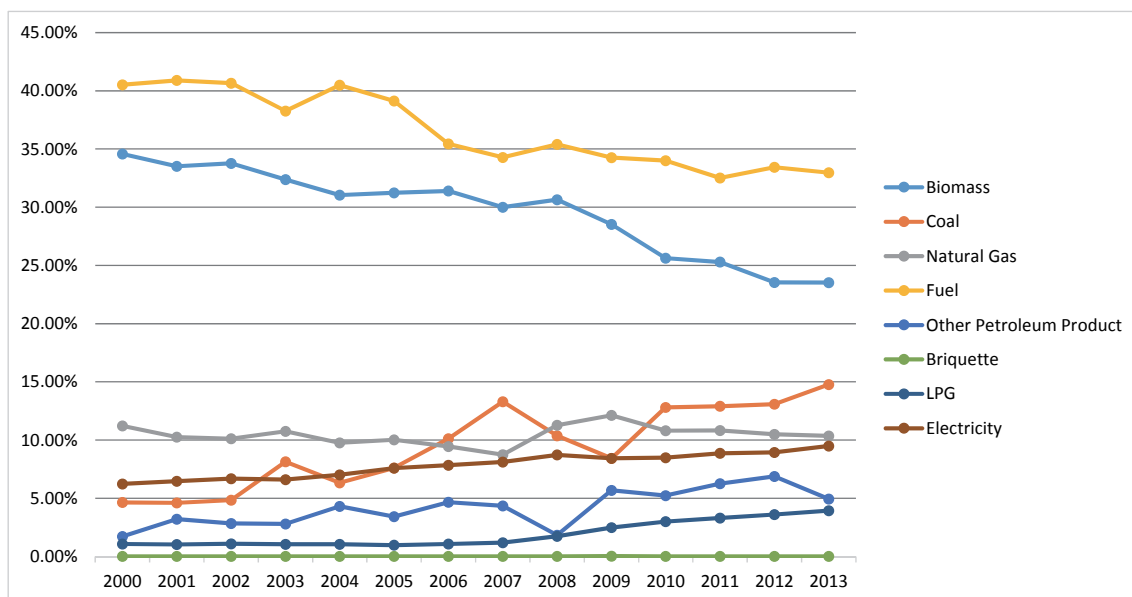


図 6 エネルギー消費割合(形態別)

(出所：Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2014よりJICA調査団作成)

次に、インドネシアにおけるエネルギー供給量を示す。総供給量は2000年から2013年の間で約1.6倍（995,742千BOE⇒1,613,610千BOE）に増加している。石炭や天然ガスなどの化石燃料総計は1.7倍（691,842千BOE⇒1,199,543千BOE）となり、地熱や水力、バイオマス燃料などの再生エネルギーの総計は3.7倍（34,845千BOE⇒128,946千BOE）となった。最も増加しているのは石炭であり約4.4倍増（93,832千BOE⇒410,567千BOE）となっている。

（単位：千BOE）

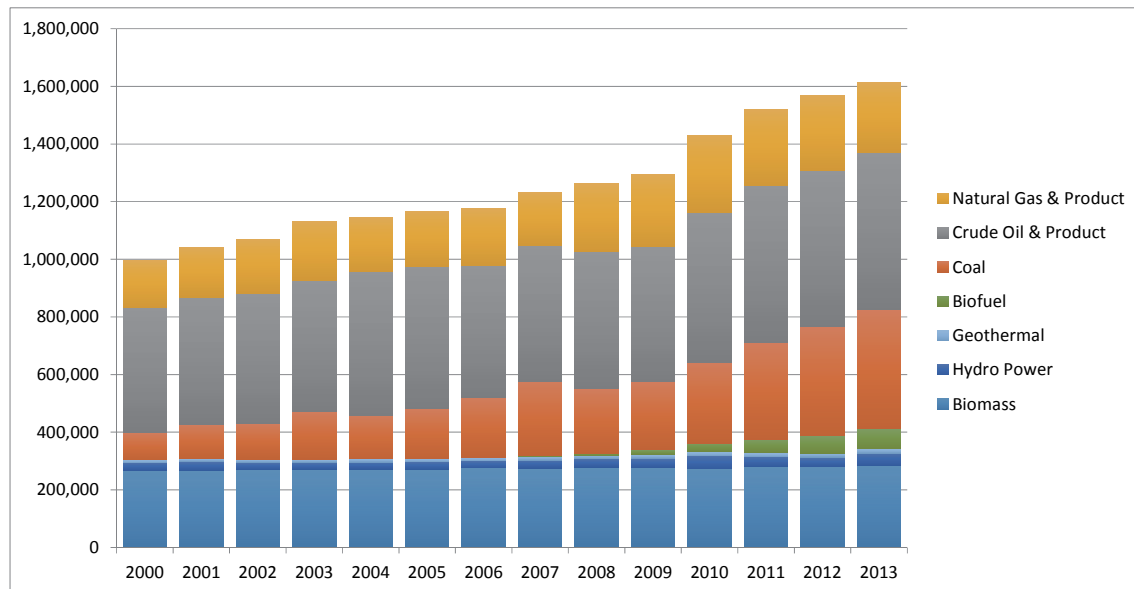


図 7 エネルギー供給量（形態別）

（出所：Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2014よりJICA調査団作成）

上述の通り、エネルギー供給量は年々増加する中、これらのエネルギー構成は、化石燃料は5ポイント（69%⇒74%）上昇し、再生エネルギーは5ポイント（3%⇒8%）上昇している。なお、2000年から2013年にかけて最も上昇したのは石炭の+16ポイント（9%⇒25%）であり、最も下降したのは石油で-10ポイント（44%⇒34%）、伝統的なバイオマスの-9ポイント（27%⇒18%）であった。

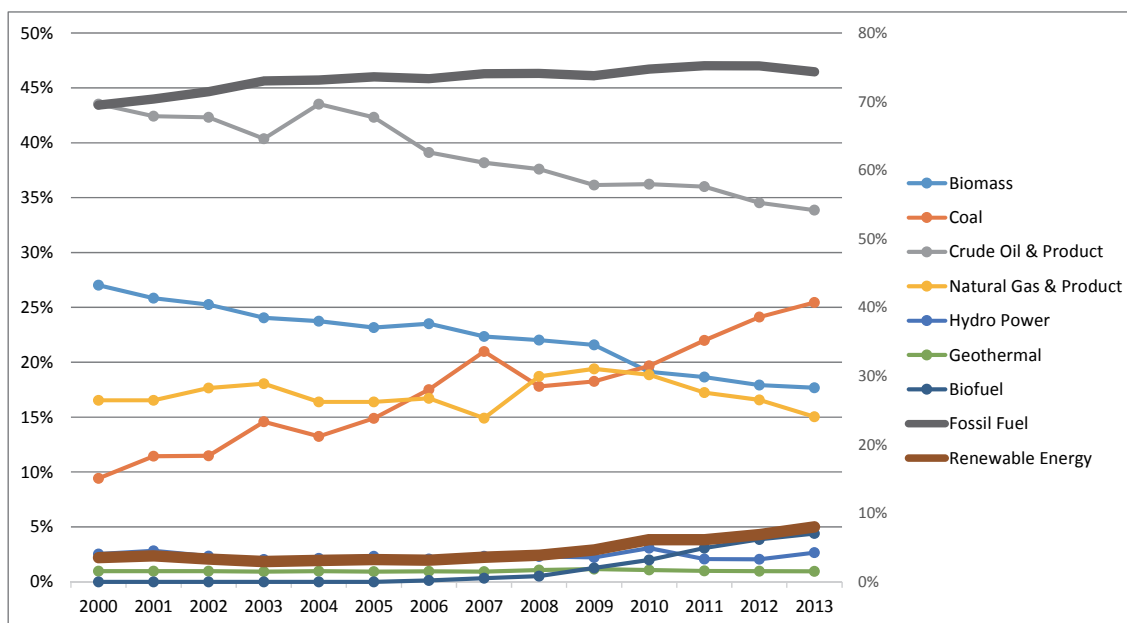


図 8 エネルギー供給割合（形態別）

（出所：Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2014よりJICA調査団作成）

これまで述べてきた通り、エネルギー供給面（2013年度時点）の割合は、化石燃料が74%を占め、再生エネルギーは上昇傾向にあるものの依然8%に留まっている。この状況を打破し、新・国家エネルギー政策で謳われている2025年目標23%を到達するには、今後約10年間で15ポイント上昇させる必要がある。また、石油は34%まで減少したものの、2025年目標の20%以下に達するには、今後10年間で14ポイント下降させる必要がある。

1-2-2 再生可能エネルギーの開発状況

（1）バイオエネルギーの開発について

Ministry of Energy and Mineral Resource Strategic Plan 2015-2019によると、インドネシアは、化石燃料エネルギーを削減する目標の一環として、地熱、バイオ、水力、太陽光、風力、および海洋などの再生可能エネルギーの多様化を優先する方針である。特にバイオエネルギーは、従来のガソリンの代替となるバイオ燃料や、バイオ発電所（バイオガス、バイオマスおよび一般廃棄物）の拡大に焦点をあてるとしている。また、2019年までにバイオ発電所の発電容量（オフグリッドとオングリッドの合計）を2,872メガワット（Mega Watt:以下、MW）に拡大することを目標としている。さらに、バイオ発電所の開発は民間企業の参画を重視する方針としている。

表 2 再生可能エネルギー発電所による発電容量の開発目標値

単位：MW

エネルギー種別	2015	2016	2017	2018	2019
地熱	1,439	1,713	1,976	2,610	3,195
バイオ	1,892	2,069	2,292	2,559	2,872
水力	8,342	9,252	9,592	10,082	10,622
太陽光	76.9	92.1	118.6	180.0	260.3
風力	5.8	11.5	19.8	30.8	47.0
海洋	0	0	0	0	1
合計	11,755	13,137	13,998	15,461	16,996

(出所：エネルギー・鉱物資源省「再生可能エネルギー・省エネ統計2015」より引用)

また、以下の表に示された通り、バイオガス、バイオマスおよび一般廃棄物由来のバイオ発電別に開発目標が定められている。バイオ発電全体量は毎年約110%の増加を見込んだ計画であり、2017年まではバイオマスによる新規発電比率を高め、2018年以降はバイオガスによる発電比率を高める計画であることが読み取れる。民間セクターによるバイオ発電参画を重視する方針であることから、公共セクターによる開発は見込んでおらず、民間セクターによる増加に期待している事が伺える。

表 3 バイオ発電所による新規発電量の開発目標値

単位：MW

バイオ発電種別	2015	2016	2017	2018	2019
バイオガス	46	42.9	76	101	126
公共セクター	1	1	1	1	1
民間セクター	45	41.9	75	100	125
バイオマス	77.1	77	87	97	107
公共セクター	1.1	2	2	2	2
民間セクター	76	75	85	95	105
一般廃棄物	28.5	57.5	59.5	69.4	79.5
公共セクター	0.5	1	1	1	1
民間セクター	28	56.5	58.5	68.4	78.5
年間の新規発電量	151.6	177.4	222.5	267.4	312.5
発電量合計	1,892	2,069	2,292	2,559	2,872
前年度比	110%	109%	110%	111%	112%

(出所：エネルギー・鉱物資源省「再生可能エネルギー・省エネ統計2015」を基にJICA調査団作成)

(2) 開発目標と現状について

2016年2月に公表されたエネルギー・鉱物資源省「再生可能エネルギー・省エネ統計2015」によると、2014年末ベースのデータに基づく2013年の開発済みの容量は1,717MW（内訳はオングリッド90.5MW、オフグリッド1,626MW）となっている。

ここで留意したい点は、開発目標の今後の達成見通しである。2015年の目標は1,892MWに設定されている。つまり、2014年（1,740MW）から2015年までの間で152MW増加する必要

がある。しかし、前年の2013年から2014年の1年間では23MW増加に留まっている点を踏まえると、前年比の7倍の増加量を成し遂げているかは疑問が残る状況である。

表 4 2013年、2014年における再生可能エネルギーによる発電量

単位：MW

再生可能エネルギー種別		2013年	2014年	年間増加量
1	Geothermal	1,344	1,404	60
2	Hydropower	7,574	8,111	537
3	Bioenergy	1,717	1,740	23
4	Solar Power	43	71	28
5	Wind Energy	1.3	3.1	2
6	Hybrid	0.5	0.5	0
Total		10,679	11,330	651

(出所：エネルギー・鉱物資源省「再生可能エネルギー・省エネ統計2015」より引用)

表 5 開発済みのバイオ発電所による発電量（オン・グリッド分）

単位：MW

年	発電量
2010	45
2011	61
2012	77.5
2013	79.5(*)
2014	91.1

(出所：エネルギー・鉱物資源省「再生可能エネルギー・省エネ統計2015」より引用)

*補記：上記のデータの内、2014年統計における2013年の発電量は90.5となっている。

(3) 産業ごとの開発済み発電量と発電ポテンシャルについて

表5にて示したオングリッド利用の開発済み発電量91.1MW（2014年）の内、パーム油産業の廃棄物由来の発電量が75MW（全体の82%）で最も多く、続いて一般廃棄物由来による発電量が14.5MW（全体の16%）であった。下表に産業別の発電量を示す。

表 6 2014年の開発済みバイオ発電所詳細（オン・グリッド分）

Source	Company	Capacity	Contract Type	Location
Palm Waste		75MW		
	PT Riau Prima Energy	5	Excess Power	Riau
	PT Growth Sumatra 1	9	Excess Power	North Sumatra
	PT Listrindo Kencana	5	Independent Power Producer (以下、IPP)	Bangka
	PT Indah Kiat Pulp&Paper	2	Excess Power	Riau
	PT Belitung Energy	7	IPP	Belitung
	Permata Hijau Sawit	2	Excess Power	Riau
	PT Pelita Agung	5	Excess Power	Riau
	PT Growth Sumatra 2	10	Excess Power	North Sumatra
	PT Growth Asia	10	Excess Power	North Sumatra
	PT Growth Asia	10	Excess Power	North Sumatra
	PT Rimba Palma	10	Excess Power	Jambi
Municipal Waste		14.5MW		
	PT Navigat Organic	6	IPP	Bekasi
	PT Navigat Organic	2	IPP	Bali
	PT Navigat Organic	4.5	IPP	Bekasi
	PT Navigat Organic	2	IPP	Bekasi
POME	PT Austindo ANE	1.2MW	IPP	Belitung
Corn Cob	PT PLN	0.4MW	PLN	Gorontalo
合計		91.1MW		

（出所：エネルギー鉱物資源省「再生可能エネルギー・省エネ統計2015」を基にJICA調査団作成）

また、オフグリッド利用のバイオ発電は、紙・パルプ産業の995MWを筆頭に、次いでパーム油産業の443MWとPOME9MWの合計452MW、製糖産業による219MWとなっている。なお、地域別で最も開発が進んでいるのはスマトラ島である。

表 7 2013年の開発済みのバイオ発電所による発電量（オフ・グリッド分）

単位：MW

産業	Area					合計
	Sumatra	Kalimantan	Jawa&Bali	Sulawesi	Papua	
Palm Oil Industry	335	91	2	11	4	443
POME	9					9
Sugar Industry	66		142	11		219
Pulp&Paper Industry	955					955
合計	1365	91	144	22	4	1,626

（出所：エネルギー鉱物資源省「再生可能エネルギー・省エネ統計2015」より引用）

エネルギー鉱物資源省「再生可能エネルギー・省エネ統計2015」によると、インドネシアにおけるバイオマス発電ポテンシャルは32,654MWと言われている。しかし、開発済みのオングリッド・オフグリッド合計発電量1717.1MWとなっており、上記の発電ポテンシャルの5%程度に留まっている。

表 8 発電量換算のバイオマス発電ポテンシャル

単位：MW

バイオマス	Sumatra	Kalimantan	Java Bali	Nusa Tenggara	Sulawesi	Maluku	Papua	Total	割合
Palm Oil	8,812	3,384	60	0	323	0	75	12,654	38.8%
Sugarcane	399		854	0	42	0	0	1,295	4.0%
Rubber	1,918	862	0	0	0	0	0	2,780	8.5%
Coconut	53	10	37	7	38	19	14	178	0.5%
Rice Paddy	2,255	642	5,353	405	1,111	22	20	9,808	30.0%
Corn	408	30	954	85	251	4	1	1,733	5.3%
Cassava	110	7	120	18	12	2	1	270	0.8%
Wood	1,212	44	14	19	21	4	21	1,335	4.1%
Livestock	96	16	296	53	65	5	4	535	1.6%
Municipal Waste	326	66	1,527	48	74	11	14	2,066	6.3%
Total	15,589	5,061	9,215	635	1,937	67	150	32,654	100%

(出所：エネルギー鉱物資源省「再生可能エネルギー・省エネ統計2015」より引用)

(4) パーム油産業におけるバイオマスのポテンシャル

上表に示す通り、バイオマス発電ポテンシャルの中でもパーム油産業が最も高いポテンシャルを秘めていると言われており、全ポテンシャルの約38%を占めている。しかし、パーム油産業における開発済みのオングリッド・オフグリッド合計発電量は518MWで、同産業における発電ポテンシャル（12,654MW）の約4%程度の開発に留まっている。

参考値であるが、パーム油産業におけるバイオ燃料ポテンシャルとして、パーム油製造工程から排出されるメソカープファイバーやPKSは約10百万トンあると言われてしている。ただし、同数値にはEFBは含まれておらず、仮にEFBの排出量を加えると約44百万トンに上ると想定される。

表 9 バイオマス燃料の原料ポテンシャル

商品	生産量 (2012)	バイオマス源	注釈
パームオイル (天然パーム油、天然 パーム核油)	2,960万トン	FIBER及びPKS 1,015万トン	・空果房は含まれていない。ほとんどがボイ ラー燃料として使用 ・パームオイルの60%は食用及び輸出用
サトウキビ	2,170万トン	バガス 979万トン	・砂糖の副産物としての糖液 ・葉と廃棄物は含まれていない。ほとんどが 土地肥料として使用
イネ	6,986万トン	1,253万トン	藁、殻、糠由来
トウモロコシ	1,883万トン	穂軸 1,223万トン	葉は土地肥料として含まれていない。
キャッサバ	2,500万トン	プランテーション廃棄物 231万トン	キャッサバ粉はバイオエタノール
廃材	2,780万トン	834万トン	木質チップ及び森林関連廃棄物由来

(出所：Biomass Industry Policy in Indonesia 2013年を基にJICA調査団作成)

1-2-3 未利用バイオマスEFBの課題

本事業のバイオマス燃料の対象である空果房（Empty Fruite Bunch：以下、EFB）について記す。

インドネシアは世界第1位のパーム油生産国である。パーム油はアブラヤシから取れる植物油であるが、EFBはパーム油生産時の副産物として排出される。その他の副産物にはパーム油廃液（Palm Oil Mill Effluent：以下、POME）やパーム核殻（Palm Kernel Shell：以下、PKS）、メソカーブファイバーも排出されるが、PKS、メソカーブファイバーは、アブラヤシ由来の未利用バイオマス燃料として既に利用されている。またPOMEについてもバイオガス発電などで使用できるよう様々な研究が進んでいる。

他方、EFBに関しては、現在も有効な活用手段が見いだせていない。かつてはEFBをパーム農園内で焼却処分していたが、現在は煙害規制によって焼却も出来ない状況にある。EFBは高含水率（約60％）であることから腐敗しやすく、廃棄処分のために輸送するにも、水分を輸送するだけの高コストな廃棄物となるため、パーム油搾油工場近くで投棄されているのが一般的である。またカリウムや塩化ナトリウムも含んでおり、再利用するにも成分を把握して取り扱う必要がある。一般的に、EFBの2割～3割程度はクッション材、肥料化などに再利用、残りの7～8割はパーム農園内やパーム油搾油工場敷地内に投棄されていると言われている。ただし、この割合に対する公式データは存在しない。

投棄されたEFBは、腐敗による悪臭や、腐敗によるメタンガス（温室効果ガス）発生が懸念されている。腐敗防止策として重ね積みを禁止している工場もあるが、毎日大量に排出されるEFBを平積みで保管するには、広大な面積を有していても限界があると言われており、結果的には積み重ねざるを得ない状況である。

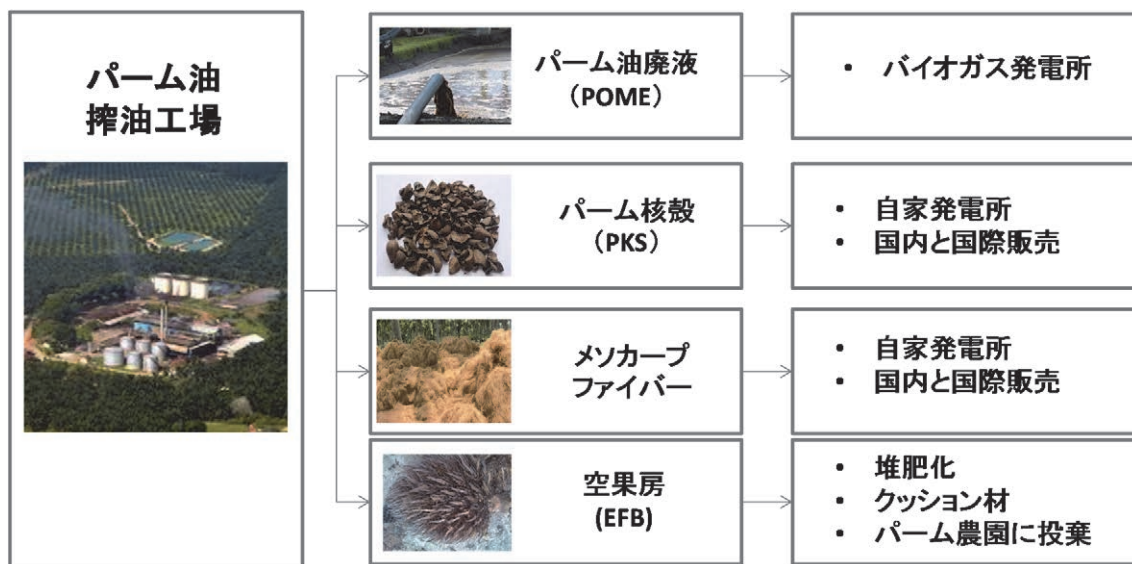


図 9 パーム油搾油工場から排出されるバイオマス燃料

（出所：JICA調査団作成）

(1) EFBの年間排出量

インドネシア政府はEFB発生量の統計数値を公開していないため、公開されている粗パーム油（Crude Palm Oil：以下、CPO）の生産統計を利用してEFB発生量を計算した。農業省の統計数値によると、2015年のCPOの年間生産量は約31百万トンである（詳細は表57 インドネシアによるCPO生産量にて参照）。

なお、CPOからEFBの排出量を算出するにあたり、アブラヤシ果実房（Fresh Fruit Bunch：以下、FFB）から、CPO21%、パーム核7%、POME28%、メソカープファイバー15%、PKS 6%、EFB23%の割合で採取できると言われている。したがって、CPO生産量1トンあたりEFBは1.095トン生産される計算となる。

■ $CPO:EFB = 0.21 : 0.23$

■ $EFB = CPO \times 1.095$

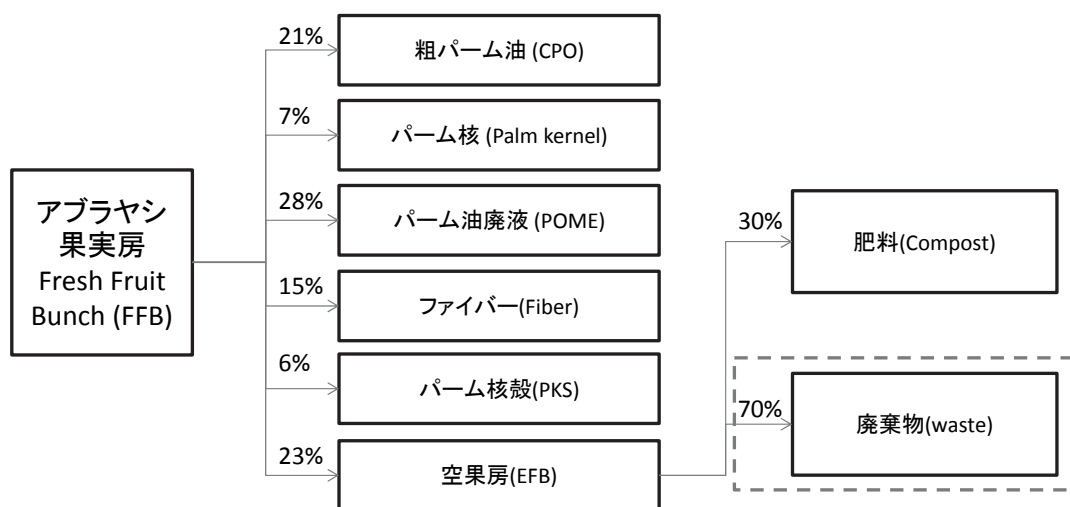


図 10 FFBから発生する物質の割合及びEFB再利用の割合

（出所：ヒアリングに基づきJICA調査団作成）

したがってCPOの年間生産量約31百万トンに1.095を乗じると、EFBは年間約34百万トン発生している計算となる。このEFBの7割となる約24百万トンは、処理方法の無いまま廃棄されている事が推測される。

本調査は、バイオマス発電ポテンシャルの中でも最も高いポテンシャルを秘めているパーム油産業において、有効活用が見い出せていないEFBをバイオマス燃料として流通できるようペレット化し、新・国家エネルギー政策にて掲げられている再生エネルギーの供給割合の向上の可能性を検証するものである。

1-3 対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度

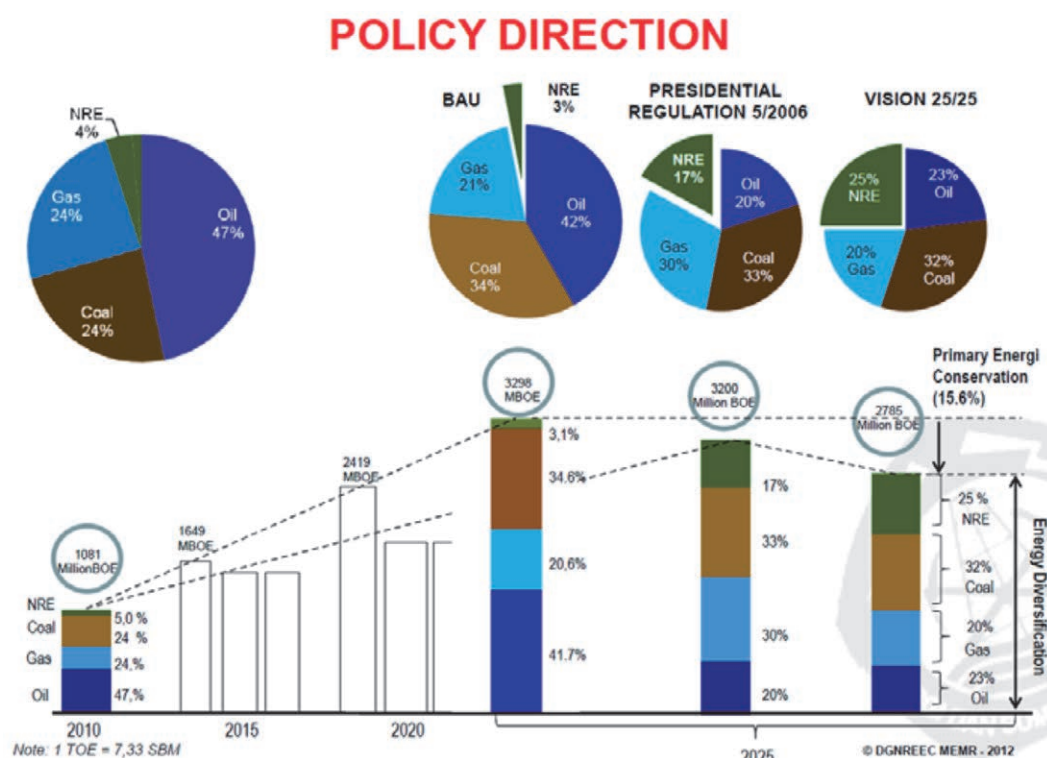
1-3-1 エネルギー政策（National Energy Policy）

かつてのインドネシアは、産油国として原油や天然ガスを輸出してきたが、原油生産量の停滞や国内需要の増大などから、2003年に原油の輸入国に転じている。

2006年には、エネルギー消費抑制やエネルギー源の多様化を含めた「国家エネルギー政

策に関する大統領令（2006年第5号）」が制定され、再生可能エネルギーへのシフトが謳われる事となった。同大統領令では、2025年のエネルギーミックス目標値は石油20%、天然ガス30%、石炭33%、新・再生可能エネルギーは17%と定められた。大統領令2006年第5号を受けて策定された実行計画に、国家エネルギー管理ブループリント2006-2025がある。

また、2007年7月に制定された「エネルギーに関する法律2007年30号」では、国家エネルギー政策を企画、立案するための「国家エネルギー審議会（DEN）」の設立、省エネルギー及び新エネルギーの定義を明確にし、推進することについて規定された。その後、上記「国家エネルギー政策」にて定めた新・再生可能エネルギーの2025年目標値は、2010年に策定された「ヴィジョン25/25」において17%から25%に大幅修正された。



(出所：エネルギー鉱物資源省 新再生可能エネルギー・省エネルギー局)

図 11 ヴィジョン25/25にて掲げられた2025年目標

「ヴィジョン 25/25」はエネルギー供給面と同時に需要面の省エネルギー化を掲げているのが特徴である。2025年までのエネルギー消費の伸び率を9.3%から6.4%に低減させ、総消費量も34%節約するのを目標としており、政策の方向性は「化石燃料消費の抑制」と「新エネルギー/再生可能エネルギーの開発」を進めながら、同時に省エネルギーを達成するというものである。

さらに、2014年に策定された新・国家エネルギー政策 (Government Regulation regarding National Energy Policy No. 79/2014) では、2025 年までにエネルギーミックスの占める石油の割合を25%、天然ガス22%、石炭30%、再生可能エネルギーを23%以上とすることを目標に掲げ、2050年にはこの割合を石油24%、天然ガス20%、石炭25%、再生

可能エネルギー31%として設定した。しかし、図11によると2010年時点における再生エネルギーは5.0%、石炭24 %、石油47%、天然ガス24%となっており、目標の達成には再生可能エネルギーの開発が急務となっている。

表 10 エネルギー政策における2025年目標値遍歴

エネルギー形態	2006年	2010年	2014年	2010年時点
石油	20%	23%	25%	47%
天然ガス	30%	20%	22%	24%
石炭	33%	32%	30%	25%
再生可能エネルギー	17%	25%	23%	5%
政策	国家エネルギー政策に関する大統領令（2006年第5号）	ヴィジョン 25 /25	エネルギー政策に関する大統領令（2014年第79号）	図11参照

（出所：JICA調査団作成）

下図はエネルギー・鉱物資源省が2014年11月17日のGIZ-EKOND Business Forum on “Innovative Technology to Tap Indonesia’ s Bioenergy Potential” にて発表した資料である。

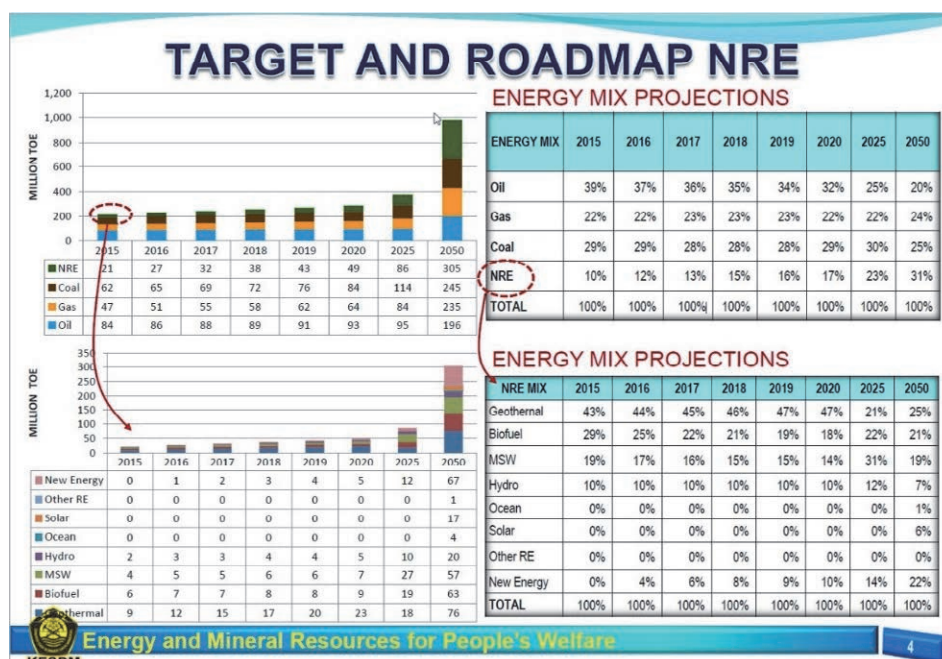


図 12 再生可能エネルギー開発の目標とロードマップ

（出所：BIOENERGY POLICES AND REGULATION in INDONESIA 「GIZ-EKOND Business Forum on “Innovative Technology to Tap Indonesia’ s Bioenergy Potential” Jakarta, November 17th 2014」 の資料より抜粋）

本資料では、エネルギーミックスの割合、ならびに再生可能エネルギーの形態別に開発目標値が掲げられている。この内、バイオマス燃料は再生可能エネルギー開発の中でも2番目に割合を占めるエネルギー源として目標立てられている。

1-3-2 温室効果ガス排出削減にかかる国家行動計画（大統領令2011年）

－Presidential Regulation No. 61/2011 regarding National Action Plan of Greenhouse Gas Emission Reduction－

再生可能エネルギーの開発と密接な期待値を有する点に温室効果ガスの排出削減効果である。インドネシアは2009年に米国で開催されたG-20 サミットにおいて、気候変動対策に対するコミットメントを発表した。温室効果ガス排出削減にかかる国家行動計画（以下、RAN-GRK）はこのコミットメントを達成するために策定された削減計画である。RAN-GRK は、中央政府、地方政府、民間企業、その他のステークホルダーに対して、GHG排出量の削減対策に関する政策枠組みを提示するために策定されている。

同計画では、2020 年時点で BAU 比 26%削減（独力）及び同 41%削減（国際支援）の目標達成に向けて、5つの優先セクター①農業、②森林及び泥炭、③エネルギー及び運輸、④産業、⑤廃棄物管理とともに、経済成長、貧困緩和、持続可能な発展の原則を支える他の支援活動が提案されている。

RAN-GRK の実施を促進すべく、国家開発計画庁（BAPPENAS: Ministry of National Development Planning）からRAN-GRK ガイドライン（Guideline for implementing green house gas emission reduction action plan）も発表された。同ガイドラインの目的は、2020 年時点のGHG排出削減目標の達成に向け、RAN/RAD-GRKの実施を促進する事としている。

なお、RAN-GRKは、GHGの排出削減だけでなく、GHGの吸収についても着目している。インドネシア政府は RAN-GRK において、以下の点を強調している。

- i) 経済成長を妨げることなく、国民の幸福を優先させる。とりわけ、エネルギー需要への弾力的な対応や食物の安全供給を優先する。
 - ii) 持続的な開発枠組みにおいて環境保全を考慮した貧困や脆弱なコミュニティを保護する。
 - iii) GHG 排出削減活動や政策枠組みを強化する支援活動を主な構成要素としている。
- また、以下の9つの優先製造業に対し、2010年-2020年までの温室効果ガス（GHG）排出削減量を規定している。

- ① Cement industry (9 companies) : 1.04百万トン CO2
- ② Pulp and Paper industry (15 companies) : 0.38百万トン CO2
- ③ Steel industry (35 companies) : 0.64百万トン CO2
- その他 6業種 (④ Glass and ceramic、⑤ Fertilizer、⑥ Petrochemical、⑦ Food and Beverage、⑧ Textile、⑨ Basic Chemical) 合計: 2.75百万トンCO2

1-3-3 電力供給事業計画（RUPTL2013-2022）（全般）

電力供給事業計画（Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik：以下RUPTL）は政府規制（No. 14/2012）の電力供給事業の義務を達成すること及び電力需要を満たすための電力インフラ開発を効率的かつ計画的に実施するための指針となることを目的として、インドネシア国営電力公社（National Electricity Company：以下PT PLN）によって策定された。RUPTLには電力需要予測、電源開発計画、送配電・変電設備開発計画が含まれている。

また、PT PLNも、新・再生可能エネルギー開発計画を策定している。当該開発計画は以下の通り。

表 11 インドネシア国営電力公社による新・再生可能エネルギー開発計画

発電源	概要	2022年までの 開発目標値
小水力発電	地方の電力需要を満たすため、またPLNのグリッドに電力を供給するため、民間セクターによる小水力開発を奨励している。	1,480MW
風力発電	インドネシアにおける風力発電のポテンシャルが限られているため、風力発電の開発はポテンシャルのある地域に限られる。	280MW
バイオマス	PLNがバイオマス供給を管理できる場合は、PLNがバイオマス発電所を建設する考えである。	363MW
海洋エネルギー	海洋エネルギーのポテンシャルが大きいと見積もられている一方で、海洋電力プラントの技術及び経済性は不明である。よって、PLNは研究・開発プロジェクトとして小規模の試用テストを行う計画である。	28MW
バイオ燃料	バイオ燃料マーケットの準備度合いによるが、入手可能であればPLNはバイオ燃料を活用する用意がある。	4,815 千キロリッター
太陽光発電	特に遠隔地や孤立した地域の電化率向上のためPLNは1000箇所/島において太陽光発電プラントを開発する計画である。	634MW

（出所：The Electricity Supply Effort Plan (RUPTL):<http://energy-indonesia.com/02electricitylaw/0140713pln.pdf#search=The+Electricity+Supply+Business+Plan+%28RUPTL%29>よりJICA調査団抜粋）

補足：PT PLNとは、インドネシアの国営電力会社である。発電事業が民間事業者に開放された1992年以降も国内電力供給の高いシェアを占め、現在も8割程度の電力を供給している。なお、送電事業は現在も実質同社のみが行っている。

1-3-4 アブラヤシ処理産業クラスター開発ロードマップ

産業省は、パーム油産業における下流産業の発展を重視しており、「アブラヤシ処理産業クラスター開発ロードマップ」（以下、ロードマップとする）を定めている。（2009年産業省令111号）これは、アブラヤシ由来の食用油製造業、農作物を素とした有機基礎化学工業を対象とした2010年から2014年の中期計画である。

同ロードマップの別紙において、パーム油産業の上流・中流・下流のカテゴリー別に産業が列挙されており、上流産業には、パーム原油・パーム核油製造業、中流産業はオレイン・ステアリン・基礎油脂化学物質（脂肪酸、脂肪アルコール、脂肪アミン、メチルエステル、グリセロール）製造業が、下流産業には、調理用油、サラダ油、ショートニング、マーガリン

ン、ココアバター代替品（Cocoa Butter Substitute: CBS）、バナस्पティ、野菜ギー、食品用乳化剤、油脂粉末、およびアイスクリームなどの食品製造業と、界面活性剤、バイオディーゼルの他の油脂化学製品の非食品製造業が挙げられている。

また、同ロードマップでは、2010年から2014年の中期計画として、北スマトラ及びリアウ州にパーム原油産業クラスターを形成することと、好ましい事業・投資環境を整えること、2015年から2025年の長期計画として、最終製品開発の拡大、油脂化学産業の卓越した研究拠点（Center of Excellence: COE）形成、市場の制御、環境産業の強化、東カリマンタン州・西カリマンタン州・中央カリマンタン州・パプア州におけるパーム油脂化学製品産業の統合が記載されている。

さらに2015年には産業省が発行した産業開発マスタープランの中で、2015-2035年の間で重点成長産業が10挙げられている（2015年政府法令14号）。

- ① 食品産業
- ② 製薬産業、化粧品産業、医療機器産業
- ③ 繊維産業、皮革産業、製靴産業
- ④ 輸送機器産業
- ⑤ 電気機器産業、ICT
- ⑥ 発電産業
- ⑦ 資本財、部品産業、補助材（触媒・溶媒）、製造業サービス
- ⑧ 農産物加工（一次加工）
- ⑨ 鉱業（金属、非金属）
- ⑩ 石炭・石油化学製品

パーム油関連産業はこのうち農産物加工（一次加工）に位置づけられており、優先順位の高い産業を、食品・化合物・非食品及びバイオエネルギーに区分・分類している。

下表は2015-2035年の各フェーズにおいて重点育成する分野を示したものである。

表 12 農産物加工（一次加工）における重点項目2015-2035

2015-2019	2020-2024	2025-2035
食品		
1. オレイン酸 2. ステアリン酸 3. グリセロール 4. PFAD（パーム油脂肪酸留出物） 5. ヤシ油代替品 6. マーガリン 7. ショートニング 8. その他の特殊な油	1. 特殊な油（ヤシ油代替品） 2. トコフェロール 3. ベータカロテン 4. パーム油廃棄物由来の有機酸、及びアルコール	1. 特殊な油
化合物		
1. 植物性脂肪酸 2. 脂肪アルコール 3. 脂肪アミン 4. メチルエステルスルホン	1. メチルエステル 2. パーム油廃棄物由来のバイオプラスチック 3. 植物性精油	1. メチルエステル 2. パーム油多様ポリマー 3. 植物性精油

酸(生物系界面活性剤) 5. 潤滑油(生物由来の) 6. グリセリン化合物 7. 植物性精油 8. イソプロピルパルミチン酸、イソプロピルミリスチン酸 9. ステアリン酸		
非食品・バイオエネルギー		
1. バイオディーゼル(脂肪酸メチルエステル) 2. バイオジェット燃料	1. バイオディーゼル 2. バイオエタノール 3. バイオジェット燃料 4. POMEバイオガス 5. 医療機器のためのバイオ素材	1. バイオディーゼル 2. ナノセルロース派生物 3. 生物由来の繊維、ポリマー 4. 新たなバイオ由来の成分の生成 5. 二次バイオ燃料(バイオマスを熱分解してガス化したもの等)

(出所：2015年政府法令14号よりJICA調査団作成)

上記のようにパーム油由来のバイオエネルギーは産業省による重点産業の一つとなっている。ただし、バイオディーゼルやバイオジェット燃料、バイオエタノールといった液体のバイオエネルギー燃料開発が優先順位の高く位置づけられている。液体の次はPOME(パーム廃液)によるバイオガス生成が重要視されており、EFBペレットのような固形のバイオ燃料については当該マスタープランには含まれていない状況である。

1-4 対象国の対象分野におけるODA事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

日本国政府は、インドネシアに対する援助の基本方針(大目標)を、「均整の取れたさらなる発展とアジア地域及び国際社会への課題への対応能力向上への支援」とし、(中目標)として

- 1) さらなる経済成長への支援
- 2) 不均衡の是正と安全な社会造りへの支援
- 3) アジア地域及び国際社会への課題への対応能力向上への支援

を重点分野としている。これら中目標の内、3)においては「アジア地域の抱える海上安全やテロ、感染症等の問題や、環境保全・気候変動等の地球規模課題への対応能力や援助国(ドナー)としての能力の向上に寄与するための支援等を行う」ことを掲げている。これらの方針のもと、我が国はインドネシアのGHG排出抑制ならびに再生エネルギー開発に資する調査や支援を多数実施している。

表 13 温室効果ガス排出抑制にかかる案件

実施機関等	事業枠組み	調査名
JICA	技術協力プロジェクト	インドネシア・日本REDD+実施メカニズム構築プロジェクト
JICA	技術協力プロジェクト	3R及び廃棄物適正管理のためのキャパシティーディベロプメント支援プロジェクト
JICA	有償資金協力事業	ルムットバライ地熱発電所建設計画
JICA	有償資金協力事業	アサハン第三水力発電所建設計画
JICA	有償資金協力事業	ブサンガン水力発電所建設計画
JICA	有償資金協力事業	ウルブル地熱発電所建設計画
JICA/JST	科学技術協力 (SATREPS)	インドネシアにおける地熱発電の大幅促進を目指した蒸気スポット検出と持続的資源利用の技術開発
JICA	有償資金協力事業	トゥレフ地熱発電計画 (E/S)
JICA	技術協力プロジェクト	地熱開発における中長期的な促進制度設計支援プロジェクト
JICA	有償資金協力事業	地熱開発促進プログラム（フルライス地熱発電計画 (E/S)）
JICA/JST	科学技術協力	中部ジャワ州グンディガス田における二酸化炭素の地中貯留及びモニタリングに関する先導的研究
JICA	技術協力プロジェクト	泥炭湿地林周辺地域における火災予防のためのコミュニティ能力強化プロジェクト
JICA	技術協力プロジェクト	保全地域における生態系保全のための荒廃地回復能力向上プロジェクト
JICA/JST	科学技術協力 (SATREPS)	バイオマス廃棄物の流動接触分解ガス化・液体燃料生産モデルシステムの開発プロジェクト
JICA/JST	科学技術協力 (SATREPS)	統合バイオリファイナリー研究拠点構築プロジェクト

(出所：対インドネシア 事業展開計画 2015年4月を基にJICA調査団作成)

表 14 外務省／JICAによる案件化調査

実施機関等	事業枠組み	調査名
外務省	案件化調査	無電化地域における小型バイオマス発電装置による電化促進案件化調査
外務省	案件化調査	未利用廃棄地中熱源（再生エネルギー）の有効活用による村落電化のための案件化調査

(出所：外務省およびJICAホームページに基づきJICA調査団作成)

表 15 パーム油産業を対象とした再生エネルギー開発関連

実施機関等	事業枠組み	調査名
環境省	平成26 年度我が国循環産業海外展開事業化促進業務	インドネシア国におけるパームオイル工場廃液の燃料化事業
環境省	CDM／JI事業調査	北スマトラ州におけるパーム油搾油工場廃油からのメタンガス回収CDM事業調査
環境省	CDM／JI事業調査	北スマトラ州における廃棄バイオマスによる発電燃料転換CDM事業調査
環境省	CDM／JI事業調査	インドネシア・廃棄バイオマスの高品位燃料化及び有効利用事業のCDM事業化調査
NEDO	地球温暖化対策技術普及等推進事業	インドネシア国営パームオイル工場廃棄物バイオマスボイラー発電プロジェクトの案件発掘調査
NEDO	地球温暖化対策技術普及等推進事業	インドネシア国営パームオイル工場バイオマス発電プロジェクトの案件組成調査

(出典：環境省のホームページに基づきJICA調査団作成)

表 16 バイオマス資源の利活用に関する調査

実施機関等	事業枠組み	調査名
農林水産省	平成22年度東アジア等におけるバイオマス利活用推進事業	東アジアバイオマス利活用可能性調査等事業
国立研究開発法人産業技術総合研究所	—	バイオマス資源の活用とバイオマスマテリアルの開発状況に関する実態調査
環境省	CDM / JI 事業調査	インドネシア・中部ジャワ州における木質バイオマス発電プロジェクト調査
環境省	CDM / JI 事業調査	インドネシア・ランブン州タピオカ廃液からのメタン回収事業調査
環境省	CDM / JI 事業調査	インドネシア共和国3州における植林及びバイオマスエネルギー利用プロジェクト
環境省	CDM / JI 事業調査	インドネシア・東ヌサトゥンガラ州におけるジャトロファ複合利用による地域開発CDM事業調査
環境省	CDM / JI 事業調査	インドネシア・東ジャワ州における木質バイオマス発電CDM事業調査
NEDO	提案公募型開発支援研究協力事業	インドネシアにおける未利用農業廃棄物由来セルロース系バイオマスからのエタノール製造技術の開発
NEDO	国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業	セメント工場におけるバイオマス及び廃棄物の有効利用モデル事業

(出所：公益財団法人地球環境センターなどのホームページからJICA調査団作成)

1-5 対象国のビジネス環境の分析

1-5-1 外国投資全般の状況

(1) 投資概況

インドネシアは足元の経済成長に鈍化がみられるものの、依然として底堅い成長性が見込まれ、国民の購買力、豊富な労働力といった観点でも魅力的な投資先であると言われてい
る。近年の対内外国直接投資をみると、2010年以降増加を続けており、2013年には9,612
件、286億米ドルに達し、2014年には金額・件数共に微減し、8,885件、285億米ドルとなっ
ている。

(単位：百万米ドル、件)

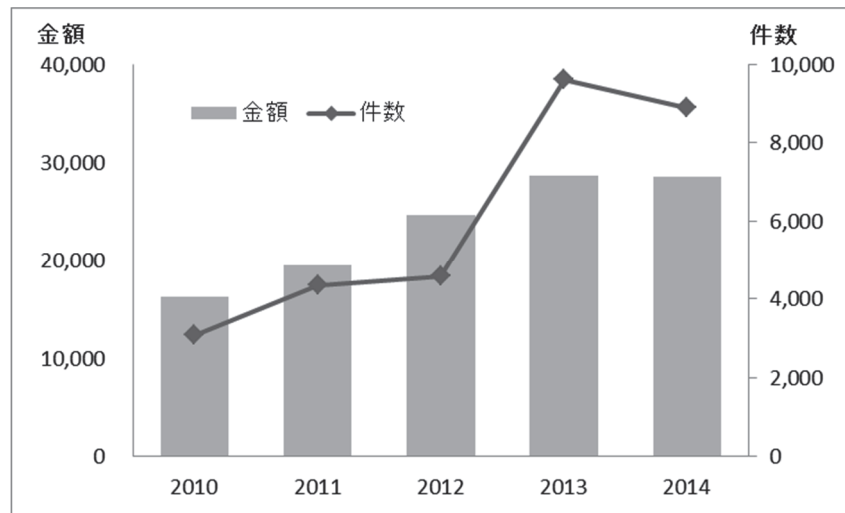


図 13 対内外外国直接投資金額・件数

(出所：インドネシア統計局)

国別には、2012年から2014年の3年間、金額・件数共にシンガポールが第一位の投資国であり、日本は2014年の件数が3位、その他の年度は金額・件数共に2位である。

表 17 国別対内外外国直接投資

(単位：件、百万米ドル)

順位	国名	2012		2013		2014	
		件数	金額	件数	金額	件数	金額
1	シンガポール	805	4,856	1,592	4,671	1,302	5,832
2	日本	405	2,457	958	4,713	1,010	2,705
3	マレーシア	237	530	574	711	448	1,776
4	オランダ	131	967	233	928	181	1,726
5	イギリス	97	934	231	1,076	182	1,588
6	アメリカ	97	1,238	210	2,436	179	1,300
7	韓国	421	1,950	807	2,205	1,054	1,127
8	中国	190	141	411	297	501	800
9	香港	105	310	233	376	197	657
10	オーストラリア	137	744	287	226	226	647

(出所：インドネシア統計局)

産業別には、金額ベースで一次産業が6,991.3百万米ドル（24.5%）、製造業が13,019.3百万米ドル（45.6%）、サービス業が8,519.2百万米ドル（29.9%）となっており、製造業が最も多い。件数ベースでは、1次産業が977件（11.0%）、製造業が3,075件（34.6%）、サービス業が4,833件（54.4%）であり、サービス業がもっと多い。

(単位：百万米ドル)

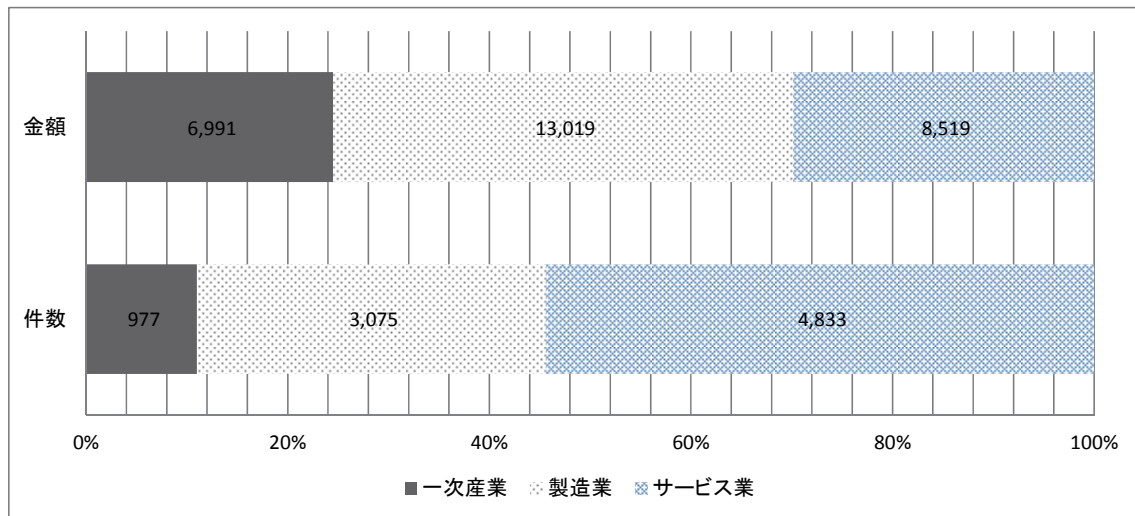


図 14 産業別対内外外国直接投資（2014年）

(出所：インドネシア統計局)

提案製品SEは、製造業のうち「その他」に該当すると考えられるが、製造業12業種の中で、金額ベースで10番目、件数ベースで7番目に多い業種となっている。

表 18 製造業対内外外国投資業種別内訳（2014年）

(単位：百万米ドル)

製造業	件数	金額
食品	640	3,139.6
繊維	285	422.5
皮革・製靴	102	210.7
木材加工	61	63.7
紙・製紙	87	706.5
化学・医薬品	377	2,323.4
ゴム・プラスチック	255	543.9
非鉄金属	104	916.9
非金属鉱物	690	2,471.9
医療機器・光学機器・時計等	11	7.2
輸送機器	295	2,061.3
その他	168	151.8
製造業合計	3,075	13,019.3

(出所：インドネシア統計局)

「わが国製造業企業の海外事業展開に関する調査報告（国際協力銀行）」では、インドネシアは「中期的（今後3年程度）に有望と考える事業展開先国・地域名」ランキングの第2位に挙げられている。有望であるとする理由として、「現地マーケットの今後の成長性」を83.4%もの企業が、現地マーケットの現状規模を38.7%の企業が挙げている。課題としては法

制の運用が不透明（40.3%）、インフラが未整備（35.1%）など挙げられており、マーケットの将来性に対して、制度・インフラ整備が追いついていない点がうかがえる。

表 19 中期的に有望と考える投資先国・地域

順位	国名	前年順位
1	インド	1
2	インドネシア	2
2	中国	3
4	タイ	4
5	ベトナム	5

（出所：国際協力銀行「わが国製造業企業の海外事業展開に関する調査報告」（2015年度））

表 20 インドネシアが有望である理由と課題

有望理由			課題		
		比率			比率
1	現地マーケットの今後の成長性	83.4%	1	労働コストの上昇	40.9%
2	現地マーケットの現状規模	38.7%	2	法制の運用が不透明	40.3%
3	安価な労働力	35.0%	3	インフラが未整備	35.1%
4	組み立てメーカーへの供給拠点として	23.9%	4	他社との激しい競争	31.8%
5	産業集積がある	12.9%	5	管理職クラスの人材確保が困難	24.7%

（出所：同上）

（2）投資制度

ア．総論

インドネシアにおける投資は、外国資本、国内資本共に投資法（2007年法律25号）の規制を受ける。同法を受けて、大統領令である「禁止業種リストおよび制限業種リスト（ネガティブリスト）」において、投資が禁止されるか、条件や制限が課される分野が指定され、それ以外の分野については、投資が開放されているということになる。ネガティブリストは毎年更新されているが、執筆時点において最新のものは2014年4月に定められたものである。

イ．投資ネガティブリスト

インドネシアにおいて事業を展開する場合には、ネガティブリストを確認し、禁止されている事業でないこと、条件や制限が課されている場合にはその内容を確認することが必要となる。本件の想定する事業については、以下のとおり確認を行った。

（ア）禁止業種リスト

同リストには、7分野について投資が制限されているが、本案件の想定する事業については該当が無いと考えている。

表 21 禁止業種リスト

	事業分野	内容
1	農業	大麻の栽培
2	林業	1. ワシントン条約（CITES）付属書1に記載された魚類の捕獲 2. 建材/石灰/カルシウム、土産/装飾品用への天然珊瑚、生きた珊瑚・死んだ珊瑚（recent death coral）の利用（採取）
3	工業	1. 陸上旅客ターミナルの実施と運営 2. 原動機付車両計量の実施と運営 3. 船舶航行支援通信/設備と船舶交通情報システム（VTIS） 4. 航空ナビゲーションサービスの実施 5. 原動機付き車両形式試験の運営
4	運輸	
5	情報通信技術	無線周波数及び衛星軌道の監視基地の管理と実施
6	教育・文化	1. 政府系博物館 2. 歴史・古代遺跡（寺院、王宮、石碑、遺跡、古代建造物など）
7	観光・創造経済	賭博/カジノ

(出所：大統領令2014年39号別表1)

(イ) 制限業種リスト

制限業種リストには事業分野ならびに業種別に、以下の10項目の制限または条件ならびに条件の内容が定められている。

制限または条件は、a) 零細中小企業・協同組合のために留保、b) パートナシップ（現地パートナーとの契約による共同事業、c) 外資比率、d) 特定の立地、e) 特別許可、f) 内資 100%、g) 外資比率と立地、h) 特別許可と外資比率、i) 内資 100%と特別許可、j) アセアン諸国の投資家向けの外資比率条件及び / 或いは立地の10項目である。本案件で想定する事業に関連する可能性がある業種と条件は以下の通りである。

表 22 本案件に関連する可能性のある制限業種リスト

事業分野	業種	条件
エネルギー・鉱物資源	エネルギー用のバイオマスペレット製造業	パートナーシップ
公共事業	無害ゴミの管理と廃棄	外資比率最高95%
商業分野	事業パートナーが開発した市場網を通じた直接販売	外資比率最高95%
	ディストリビューター	外資比率最高33%

(出所：2014年大統領令39号)

(3) 進出形態

外国企業がインドネシアで事業展開するにあたり、当該企業が選択することのできる形態は、株式会社と駐在員事務所とである。

ア. 株式会社

株式会社は、国内資本、外国資本ともに選択することのできる形態であり、外国企業にとっては、現地法人を設立する唯一の手段となっている。（投資法第5条2項）

株式会社の要件について、株主が2名以上いること（株式会社法7条1項）、取締役・監査役がそれぞれ1名以上いること（株式会社法97条3項、108条3項）などは、国内資本の株式会社と同様であるが、外国資本の株式会社は、先に述べた投資ネガティブリストや、その他の法令によって外国資本による投資が禁じられていないことと、最低投資額が100億IDR超かつ最低払込資本金額が25億IDR以上（投資調整庁長官例2013年5号）でなければならないことが国内資本の株式会社と異なる。国内資本の株式会社の場合、最低授權資本金5,000万IDR、引受資本金・払込資本金は1,250万IDR以上、ならびに外国人従業員1名あたり10名のインドネシア人雇用が必要となる。

イ. 駐在員事務所

駐在員事務所には、外国商事駐在員事務所・外国駐在員事務所・外国建設駐在員事務所の3種類があるが、本案件で関連する可能性のあるものは、外国商事駐在員事務所と外国駐在員事務所である。

外国商事駐在員事務所は、外国産の製品の販売活動、市場調査及び製品の調達に関する活動を目的とするものであり、外国駐在員事務所は、法人設立準備や現地法人や関連会社の監督調整を行うことを目的とするものである。両者とも、目的外の事業活動を行うことが認められないため、直接販売活動や、関連会社の業務は行えない。また、外国商事駐在員事務所には外国人従業員1名あたり3名の現地社員雇用も義務付けられている。

進出にかかる手続きは、株式会社のほうが煩雑である。以下に外国の企業が実施するそれぞれの手続きを簡単にまとめたものを記載する。

表 23 株式会社の設立手続

項目	申請先	内容
投資登録	投資調整庁	・ 申請書 ・ 自社、現地パートナーの定款 ・ 現地パートナーの納税者番号証の写し
書類作成・取得		・ 定款 ・ 設立証書 ・ 本籍証明書
納税番号取得	管轄税務署	
資本金払込	金融機関	・ 口座開設 ・ 資本金払込証明書
設立申請	法務人権省	・ 会社設立証書 ・ 資本金払込証明書 ・ 納税者番号
設立登記	登記所	
投資基本許可申請	投資調整庁	・ 投資登録申請書 ・ 会社設立証書の写し ・ 定款承認書写し

		<ul style="list-style-type: none"> ・納税者番号証写し ・事業に関する説明書
その他		<ul style="list-style-type: none"> ・外国人雇用認可取得 ・土地/建築関係許可 ・資本財・原材料輸入許可申請 ・営業許可等

(出所：JETROホームページ、インドネシアハンドブック2015年版等よりJICA調査団作成)

表 24 外国商事駐在員事務所の設立手続

項目	申請先	内容
書類認証	本国インドネシア大使館	<ul style="list-style-type: none"> ・辞令 ・宣誓書 ・意向表明
照会状発行	本国大使館	
仮許可申請	投資調整庁	<ul style="list-style-type: none"> ・上記認証書類 ・照会状 ・駐在員事務所の活動計画 ・代表者のパスポートの写し、履歴書等
書類申請		必要に応じて <ul style="list-style-type: none"> ・外国人労働許可取得 ・事務所の契約
本許可申請	投資調整庁	<ul style="list-style-type: none"> ・上記仮許可申請書類 ・仮許可証 ・労働許可証 ・事務所の所在地証明

(出所：同上)

表 25 外国駐在員事務所の設立手続

項目	申請先	内容
申請	投資調整庁	<ul style="list-style-type: none"> ・本社発行の辞令 ・本社の会社定款 ・代表者のパスポートの写し ・代表者の宣誓書 ・その他

(出所：同上)

(4) 税制

インドネシアにおいては、国税として、法人所得税、個人所得税、付加価値税、奢侈品販売税、印紙税、土地建物税、関税が定められており、地方税として、自動車税、ホテル・レストラン税、取水税・開発税等が定められている。このうち、同国へ進出する際に関連が深いと考えられる、法人所得税・付加価値税・関税について概略を説明する。

ア. 法人所得税

インドネシアで設立された、または同国内に住所を有する事業体（居住法人）や同国内に

ある恒久的施設（PE：事務所や倉庫等の目に見える拠点や従業員のほか、従業員等による一定期間以上の役務提供等）を通じて事業活動を行う事業体、同国内に源泉所得を有する事業体は法人所得税の納税義務を有する。居住法人は全世界所得に対して、それ以外は国内源泉所得にのみ課税される。

基本税率は25%であるが、上場企業については、一定の条件を満たす場合には20%、売上高が500億IDR以下の中小企業に対しては、48億IDRまでの所得に対して税額が半減される。年間売り上げが48億IDR以下の企業は、翌年、毎月の売上額の1%ずつを納税する。納税方法としては、前年の課税金額に基づき、12分の1ずつを毎月予定納付する、という方法がとられている。

イ．付加価値税

付加価値税は、インドネシア国内で課税対象の物品やサービスの引き渡し、輸出入、権利移転等が行われた場合に課税される税金である。（一部課税対象外/免税対象の物品・サービスあり）企業に徴収と納税義務が課せられており、年間売上高48億IDR以上の企業は、税務署で課税事業者として登録しなければならない。税率は10%であるが、政令により5%～15%の間で増減が可能である。輸出については0%であるが、国内企業が国外企業に対してサービスを提供する場合には、0%の場合と10%の場合がある。

ウ．関税

インドネシアの輸出関税は、原則として従価税となっており、基本税率は、最必需品が0-10%、必需品10-40%、一般品50-70%、贅沢品は上限が200%となっている。また、国内での必要量の確保や価格安定を目的とし、国内で原材料や燃料として必要とされる特定の品目（パーム油製品、皮革、木材、カカオ豆、鉱物製品）の輸出に対して輸出関税を課している。

これに加えて、世界貿易機関（World Trade Organization:以下、WTO）、EPA等で特惠関税等の特別措置が定められている場合は、その規定が優先する。インドネシアの場合は、ASEAN物品貿易協定（ATIGA）、WTO情報技術協定（ITA）、ASEAN中国自由貿易協定（ACFTA）、ASEAN韓国自由貿易協定（AKFTA）、日本インドネシア経済連携協定（Japan Indonesia Economic Partnership Agreement:以下、JIEPA）、ASEAN豪州・ニュージーランド自由貿易協定（AANZFTA）、ASEANインド自由貿易協定（AIFTA）、インドネシア・パキスタン特惠貿易協定で定められている関税がこれに該当する。日本からインドネシアへ輸出する場合は、JIEPAの特惠関税が、中国やASEAN諸国の生産拠点からインドネシアへ輸入するような場合には、ATIGA、ACFTAの特惠関税が適用されることになる。JIEPAには全10,012品目について関税率が定められており、適用される場合は、原産地証明書が必要となる。本案件で実際に適用される税率については、今後本案件実行時に輸入または輸出する物品が確定した後、適用となる時期の最新の税率表に基づき改めて調査する必要があるが、現時点における調査結果では本案件で輸出入にあたりインドネシア内での関税の影響はないと判断している

（5）投資優遇措置

インドネシア政府は税制上の優遇措置として

- 投資額に応じた課税所得控除
- 機械・物品・材料輸入にかかる関税優遇
- 機械・物品・材料輸入にかかる付加価値税優遇
- 加速減価償却の適用
- 特定地域及び分野における土地建物税の優遇

を定めており、これに基づき、タックスホリデー（法人税免税措置）、タックスアローワンス（法人税減税措置）を設けている。タックスホリデーは条件を満たす企業が5年から10年の間法人税免除と、その後の移行期間に減税を受けることができる制度であり、タックスアローワンスは、課税所得の控除、加速度償却、配当課税減税、繰越欠損期間延長等の特別優遇措置を受けることができる制度である。

両制度とも適用される業種や条件が定められているが、本案件が想定する業種に関連するものは、タックスアローワンスの適用される特定地域限定分野に定めのある「無害廃棄物処理業」（ジャカルタ・西ジャワ・バンテン・中央ジャワ・ジョグジャカルタ・マドゥラ島を除く東ジャワ・北スラウェシ・西スラウェシ・中央スラウェシ・南スラウェシ・ゴロンタロ・バリ・西ヌサトゥンガラ・東ヌサトゥンガラを除く全ての州。すなわち、ジャワ島・スラウェシ島・バリ島・ヌサトゥンガラを除く地域）のみであるとする。無害廃棄物処理業は、電気・蒸気・代替燃料及び/または有機廃棄物（パーム油搾油工場のパーム油ミルからの排出物）などを生産する業者の事を指す。（政令2015年18号別表）他の諸条件も合わせて、進出時に改めて最新の制度に照らして適用の可否を調査する。

また、上記以外には、保税地域、自由貿易地域、資本財・原材料の輸入税減免措置などの外資優遇措置が存在する。

表 26 タックスホリデーとタックスアローワンス

	タックスホリデー	タックスアローワンス
業種	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基礎金属 ・ 石油精製 ・ 石油及びガスを源とする基礎有機化学 ・ 産業機械 ・ 農産物や水産物、森林資源などを基盤とする加工産業 ・ 情報通信機器 ・ 海運業 ・ 経済特区（KEK）内の加工工業 ・ 官民連携以外のインフラ産業 上記9分野のパイオニア産業	<全国統一分野> 66分野 <ul style="list-style-type: none"> ・ 地熱発電・織物製造・石油精製 ・ 潤滑油精製・基礎無機化学品製造 ・ 医薬品原料製造・テレビ製造・組み立て・複写機製造・乾電池製造・家電製造・冷却器製造・発電設備製造 等 <特定地域限定分野>77分野 <ul style="list-style-type: none"> ・ 米作（パプア、カリマンタン、南スマトラ等）・漁業（北マルク、パプア、スラウェシ等）・石炭採掘（カリマンタン、スマトラ等）・非鉄金属製造（カリマンタン・パプア等）・無害廃棄物処理（スマトラ・パプア・カリマンタン・マルク等） 等
投資金額	1兆 IDR以上	高いまたは輸出用であることが求められている
減免内容	法人税を10%～100%	<ul style="list-style-type: none"> ・ 投資額の30%までを年5%ずつ6 年間、課税所得から控除
減免期間	商業生産開始から5年～15年、財務大臣が重要と判断する場合は2	<ul style="list-style-type: none"> ・ 加速減却償却（耐用年数を通常の2 分の1に短縮）

	0年	<ul style="list-style-type: none"> ・外国配当課税率の引き下げ（10%または租税条約の定める税率のうち低いほうを適用） ・欠損金繰り延べ期間の延長（通常5年を以下の条件を1つ満たすごとに最大10年まで延長） <p><条件></p> <ul style="list-style-type: none"> -工業地帯・保税地区での新規投資（1年延長） -地域の経済・社会インフラに100 億IDR以上投資（1年延長） -投資後4 年目から国内原料を70%以上使用（1年延長） -5 年間継続してインドネシア人労働者を雇用（500人以上雇用で1年延長、1000人以上で2年延長） -国内での商品の調査・開発に5 年間で投資額の5%以上を投入（2年延長） -総投資の5%について5 年間開発費支出（2年延長） ③利益の再投資（2年延長） ④売上総額の30%以上の輸出（2年延長）
その他の条件	<ul style="list-style-type: none"> ・財務大臣が指示する負債・資本比率 ・投資計画の10%の国内銀行預入れ（投資実現まで引き落とし不可） 	<ul style="list-style-type: none"> ・申請は投資許可の取得後1 年以内 ・総投資の80%が完了した後に適用 ・政令2011 年第52 号の発効前の案件でも、1 兆IDR以上の投資で未操業の場合は適用

（出所：政令2015年18号、189号）

1-5-2 本調査後のビジネスに関連する法令・規制概要

本調査にて想定しているビジネスの流れは、機械の生産・輸入、機械使用（すなわちバイオマス燃料の製造）、バイオマス燃料の国内販売・国外輸出、バイオマス燃料の使用を検討している。関連のある法令・制度について概要を記載する。

（1）機械の使用・バイオマス燃料の製造

ア．パートナーシップ

投資規制ネガティブリストにおいて、外資企業がバイオマス燃料用のペレット製造業を営む場合は、国内企業とのパートナーシップを条件としている（表22 本案件に関連する可能性のある制限業種リスト参照）。パートナーシップとは、事業提携、フランチャイズ、代理店等の契約に基づく共同事業のことである。

イ．輸出税の課税

インドネシアにおける関税は2012年の金融省令75条及びその改正条項である2015年の金融省令136条により定められている。この省令によれば①木及び動物の皮革製品②カカオ豆③鉱物資源④パーム油（天然のもの、及びこれを利用した加工品）の4業種に関しては輸出関税が必要とされている。また、パーム油関連製品の価格の安定化と国内需要量の確保のため、パーム油・アブラヤシ関連製品の輸出に対して輸出税がかけられることが定められている

(財務省令2015年136号)。

パーム油関連では、果実房及びその残渣、廃棄物は課税の対象となる。ただしCPOやCPKO及び派生製品は輸出関税の対象となっていない。下記はパーム油関連の製品に対する輸出関税のリストである。

表 27 パーム油関連の製品に対する輸出関税リスト

製品	輸出関税 (US\$/トン)
FFB	65
アブラヤシの実、種子、殻	45
アブラヤシのカス、その他の残渣	1
EFB	6
PKS	7

(出所：財務省令2015年136号)

規制ではEFBは輸出にあたり、7US\$/トンの関税がかかるとされている。しかし、これは加工されていないそのままのEFBの輸出についてであり、EFBペレットは上記のリストには含まれていない。なお、マレーシアでEFBペレットに付されているHSコード(26219000)を基にメダン市ベラワン港の関税当局に確認したところ、EFBペレットは輸出関税の対象とならないとの回答を得ている。

(2) バイオマス燃料の販売・輸出

ア．外資比率

バイオマス燃料の販売に関しては、ネガティブリストにおいて、外資企業がディストリビューターを営む場合、外資比率が最高で33%と制限されている。

イ．バイオ燃料の価格指数

インドネシアは、2004年以降石油の純輸入国となっており、石油に替わる燃料としてバイオ燃料の使用を推奨しており、バイオディーゼル燃料、バイオエタノール、純植物油について、他の燃料に混合したものを他の燃料として販売・使用する際の基準や手続き等を定めている。他の燃料のうち、特定のものについては、混合していないものと同じ価格で小売販売をするために、原価との差額を補助金で補うこととしている（エネルギー・鉱物資源省令2008年32号）。

表 28 バイオ燃料の混合率目標（2015年）

		バイオディーゼル				バイオエタノール			
年/月		15/04	16/1	20/1	25/1	15/04	16/1	20/1	25/1
零細漁業・農業・運送業・公共サービス(補助金付)		15%	20%	30%	30%	1%	2%	5%	20%
補助金なし運送業		15%	20%	30%	30%	2%	5%	10%	20%
工業・商業		15%	20%	30%	30%	2%	5%	10%	20%
発電		25%	30%	30%	30%	－	－	－	－
		純植物油							
年/月		15/04	16/1	20/1	25/1				
工業・運送業 (中低速エンジン)	工業	10%	20%	20%	20%				
	海運	10%	20%	20%	20%				
航空		－	2%	3%	5%				
発電		15%	20%	20%	20%				

(注) ・上記は需要総量に対しての比率。

・他に各燃料に対して「家庭」というカテゴリーが設けられているが、目標値が定められていない。

(出所：エネルギー・鉱物資源省令2015年12号)

(3) バイオマス燃料の使用

インドネシアでは、再生エネルギーで発電した電力を国営電力公社PT PLNが一定価格で買い取る事を義務付ける電力固定価格買取制度（Feed-in Tariff:以下、FIT）が導入されている。この制度はエネルギー・鉱物資源省令No31/2009にて発令され、No. 27/2014（MEM R Regulation No 27/2014 regarding Feed In Tariff for Biomass Source Powerplant to PT PLN）が最新の規定となっている。同省令では、「PLNは、独立系発電業者や発電事業者以外で発電した余剰電力を有する業者がバイオマス燃料・バイオガスで発電した電力を10メガワットまで購入する」ことが定められている。

電力の購入価格は種類・地域・相互接続電圧・発電地域ごとに定められている。インドネシアは地域によって電化率にばらつきがあるため、電化率の低い地域では買取価格を高く設定するインセンティブを付与している。価格設定は、次表の地域係数を用いている。

表 29 バイオマス・バイオガス発電電力買取単価

発電種別	相互接続電圧	容量	買い取り単価
バイオガス	中圧	10MWまで	IDR 1,050 /kWh x F
	低圧		IDR 1,400 /kWh x F
バイオマス	中圧		IDR 1,150 /kWh x F
	低圧		IDR 1,500 /kWh x F
MSW(Zero Waste)	中圧		IDR 1,450 /kWh x F
	低圧		IDR 1,798 /kWh x F
MSW(Land Fill)	中圧		IDR 1,250 /kWh x F
	低圧		IDR 1,598 /kWh x F

F：地域係数。発電地域によって以下の数字を当てはめる。

表 30 地域係数

地域	ジャワ島	スマトラ島	スラウェシ島	カリマンタン島	バリ島、バンカ・ブリトゥン島、ロンボク島	リアウ諸島、パプア等、その他
F：係数	1.00	1.15	1.25	1.30	1.50	1.60

(出所：エネルギー・鉱物資源省令2014年27号)

1-5-3 許認可

ここでは、機械の販売、メンテナンスに関する規制について記載する。

(1) 輸入

インドネシアにおいては、引越、贈与、見本等を除く仕入れ等の取引のために国外から物品を輸入する場合には輸入業者認証番号(Angka Pengenal Importir:以下、API)の取得が必要となる。APIには、輸入した商品をそのまま販売するための一般輸入業者認証番号(Angka Pengenal Importir Umum:以下、API-U)と、自社の生産活動のための原材料、部品等を輸入するための製造輸入業者認証番号(Angka Pengenal Importir Produsen:以下、API-P)の2種類が存在する。API-UとAPI-Pは一社につきどちらかしか取得することができない。2015年9月28日に発布された商業大臣令2015年70号(70/M-DAG/PER/9/2015(2016年1月1日施行))により、API-UおよびAPI-Pに課されていた制限が大きく緩和された。API-Uは、親子関係にあたり、書面による契約等を有する「特別な関係」になれば21分野に分けられたHSコード1分野に対するものしか取得ができなかったが、2016年にこの制限が廃止され、今後はAPI-Uを取得すれば、記載されている全分野の物品の輸入ができるようになった。

また、以前は、API-Pの保有業者は完成品の輸入が認められていなかったため、テスト機やメンテナンス用部品を生産拠点から直売するといった対応ができなかったが、この規制が廃止され、API-P保有業者も、商業大臣に輸入許可を申請することにより完成品が輸入できるようになった。API保有業者は3ヶ月に1度投資調整庁への輸入活動報告書の提出が求められている。また、APIの有効期限は5年である。

なお、とうもろこし・米・小麦・砂糖・繊維および繊維製品・履物・電気製品および部品・玩具の8分野の製品の一部については、特別輸入業者番号(Nomor Pengenal Importir Khusus:NPIK)の取得が必要である。

中古機械の輸入については、品目によって条件が異なるが、そのまま使用可能であるか、修理して使用することのできるもので、スクラップでないことが証明されたものについては、船積みに指定検査機関であるPT. Surveyor Indonesiaおよび PT. Persero SCOFINDOによる技術試験を受けることによって輸入が可能である。日本においては、社団法人日本海事検定協会とセイフティテック株式会社が代行検査機関として船積み検査を行っている。機械類(HSコード84類・85類に該当するもの)は2012年より製造年から20年を超えたものについてはインドネシアに輸入することができないことが定められている。(商業大臣令2011年48号(No. 48/M-DAG/PER/12/2011))

(2) 販売・メンテナンス

対象製品を販売するにあたって、特段の大きな規制・許認可等はない。しかしながら、2014年の投資ネガティブリスト改正時に、原則として、国内または国外で製造された製品をインドネシア国内向けに販売するには、国内のディストリビューターを通じて販売しなければならないという公式コメントが出されたという（独立行政法人日本貿易振興機構（Japan External Trade Organization：以下、JETRO）ホームページ）。これは明文上の規定ではないものの、日本から直接輸出販売を行う形態で事業を行う場合は、ディストリビューターとなるパートナーを探しつつ、改めて当該規制の有無を確認する必要がある。尚、ディストリビューターは本国本社の書面による承認を添付し、公証人の作成した書面によって指名されなければならない。

また、販売した機械に対しては、定期・不定期のメンテナンスが必要となるが、メンテナンス等のアフターサービス業務は、事業許可が異なることにより、製造会社が直接行うことはできないため、ディストリビューターや代理店、専門のメンテナンス会社に委託することになる。

第2章 提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針

2-1 提案企業の製品・技術の特長

2-1-1 提案企業の紹介

新日本溶業株式会社（以下、提案企業）は、溶接技術を用いて各種産業分野における機械装置の耐熱・耐磨耗等の付加価値を生む加工・施工を行っている。強みとする耐磨耗等の表面加工の技術、超硬粒を用いた加工技術を活かし、提案製品である減容圧縮成形機（SNYG Extruder：以下、SE）の開発やその他機器の加工サービス等、環境機器分野において実績を積んでいる。

2-1-2 提案製品の概要・活用の方角性



図 15 減容圧縮成形機（SNYG Extruder）

(1) 機能・用途

SEは、投入した物質の体積を減らし、圧縮・成形固化する機能を有する減容機・圧縮機である。マテリアルリサイクルが困難な古紙及び廃プラスチックを主原料とする固形燃料（Refuse derived paper and plastics densified fuel:以下RPF）を製造することができる。日本国内では主に、廃プラスチック・紙・木屑を固化したRPFや、家庭用ゴミを固化し燃料化した固形燃料（Refuse Derived Fuel：以下RDF）といったリサイク

ル燃料の生産ラインを有する企業・団体向けに、販売している。

(2) 仕様

- 2軸式押出スクリータイプ
- 材料を投入しブロック型ノズルよりペレット化される
- 主モーター：200kW タイプ SE200 重量約11トン
- サイズ：W1630xH1250xL4280

特長は高含水物処理を可能にする機能を有することである。一般的な減容・圧縮機においては10-15%程度の水分が上限であるが、SEは混練攪拌する工程で自動的に高温摩擦熱を発生させることで含水率45%の産廃物処理を可能としている。これに因り、投入材料を乾燥する工程の極小化を実現している。

(3) 提案する活用方法

上述のとおり、SEは主にRPF、RDFといったリサイクル燃料の生産装置として環境課題に貢献しているが、本事業では「高含水物処理を可能にする」特徴を活かし、インドネシアで大量に排出されているアブラヤシ由来の素材を原料とする燃料製造に活用する。具体的には、CP0を生成する際に生じる残渣であるEFBを原料として、バイオマス固形燃料である「EFBペレット」を生産する装置として活用する。

この項では、SEにより創出されるEFBペレットの位置する燃料、特にバイオマス燃料について概観する。

ア．エネルギー・燃料の分類

自然エネルギー世界白書2013によると2011年における世界の最終エネルギー消費に占める各資源の割合は、化石燃料が78.2%、原子力が2.8%、再生可能エネルギーが19.0%となっている。このうちバイオマスのみの割合は明記されていないが、燃料用に伐採された木材に代表される伝統的バイオマスで9.3%、その他発電に活用されているバイオマスは風力、太陽光等と合わせ1.1%、単体としてのバイオ燃料は0.8%となっている。

バイオマスは原料の出現体系により、「廃棄系」「未利用系」「資源作物」に区分されており、また大きく木材、農畜産関連、生活・工業廃材等に分類される。また、アウトプットの形態としては、原料を直接燃焼させるもの、ペレット化したもの、バイオガス(メタン、発酵)、液体バイオ燃料等に整理される。精製後は直接燃焼することで燃料として利用、及びその熱量を利用して発電するものが主である。

なお、SEが日本国内では主に対象としているRPF、RDFは生活・工業の廃棄物系バイオマスに分類される。なお、RPFは、石炭やコークス等、化石燃料の代替燃料として、大手製紙会社、鉄鋼会社、石灰会社のボイラー燃料として利用され、地球温暖化防止に寄与している。以下に、RPFおよびRDFについて日本国内の状況を記載する。

- RPF：燃焼時のCO2排出量が石炭に比べ少なく、幅はあるものの発熱量は石炭を

上回る長所を有している。日本では200社以上の会社が製造・販売に関与、年間生産量は115万トンを超えている(2014年時点)。潜在需要量は164万トンと更に上回り、依然としてRPFプラント・設備の拡大が求められている。

- RDF：塩素・ダイオキシンの問題に加えて、含水率が高い、発熱量も石炭に比べ低く物流コストの視点から経済性が低い等の課題があり、RPFほど普及が進んでいない状況である。



図 16 エネルギー・燃料の分類

(出所：JICA調査団作成)

イ. バイオマスの利用状況

世界全体で熱・電力・輸送のために利用されるバイオマスの量は2～3%の増加を見せており(2013→2014年 自然エネルギー白書2014)、特に液体バイオ燃料や木質ペレットの生産量は大きく増加している。日本を含め各国のFIT導入やその他自然エネルギーの利用促進を目的とした補助金等の政策もあり、バイオマス発電設備等の建設は進んでいる。ただし、バイオマス燃料への需要はますます高まっている傾向から、燃料供給が追いつかず当初想定した稼働に満たない施設も出てきている。

ウ. 日本におけるバイオマス燃料の比較

理論的には、バイオマス燃料は石炭等の化石燃料と競合することになり、熱量に応じた取引価格が設定される。ただし実際は、FITによりバイオマスを利用した発電は化

石燃料を利用した発電より高い価格で買い取られていることから、原料であるバイオマスも化石燃料より熱量あたり高い単価で取引される状況となっている。

なお、本調査の範囲では、EFBペレットが日本で代替燃料として利用された実績は確認されていない。日本木質バイオマスエネルギー協会によると、EFBは木材として認められておらず、草に分類されており、買取価格も一般廃棄物その他バイオマスの分類で17円/kwhとなる可能性が高いとの見解であった。

表 31 原料別の熱量・平均価格

原料	熱量 (t あたり)	平均価格 (kg)
PKS	約4500kcal	11.5円 (CIF価格2013年)
メソカープファイバー	約4000kcal	—
RPF (廃プラ・紙・木材)	6000～10000kcal (配合による)	3.8円 (1円～7円の幅) (国内流通価格 2010年)
RDF	3000～4000kcal	—
木質ペレット	3500～4500kcal	24.5円 (CIF価格2015年)
参考：石炭(一般炭(輸入))	約6300kcal	10.1円 (CIF価格2014年)

(出所：バイオマス産業社会ネットワーク第144回研究会バイオマス発電等で使用されるアブラヤシ核殻 (PKS) の最新動向、RPF 製造に係る基礎調査結果報告書 (平成22 年7 月)、財務省貿易統計)

表 32 バイオマスを利用した発電の買取価格

メタン発酵ガス (バイオマス由来)		39円/kwh
間伐材等由来の木質バイオマス	2,000kW未満	40円/kwh
	2,000kW以上	32円/kwh
一般木質、バイオマス・農作物残渣		24円/kwh
建設資材廃棄物		13円/kwh
一般廃棄物その他のバイオマス		17円/kwh

(出所：経済産業省資源エネルギー庁HP)

2-1-3 業界分析

SEは環境リサイクル機器に分類される。環境リサイクル機器はプラスチック、紙、ゴミ、その他の廃棄物、あるいは未利用の農作物残渣、木材等を、素材あるいは燃料等に再利用する設備・プラントを構成する機器であり、破碎機、減容圧縮機、熔融圧縮機、ペレタイザー等の区分がある。SEはこのうち減容圧縮機にあたる。

減容圧縮機、環境リサイクル機器等に関する直近の市場規模データ・推計値等はないものの、上記のとおりRPFプラント・設備の拡大に伴い、国内における需要は今後も増加していくと考えられる。一方で「環境リサイクル機器市場年鑑廃プラスチック廃棄物編(矢野経済研究所)」には提案企業を含め39社の環境リサイクル機器メーカーが取り上げられており、さらに小規模の企業を含めると競合企業は相応に存在すると考えられる。競合他社製品との比較については以降の項において記載する。

2-1-4 提案企業の実績

これまでの販売実績は下表のとおりである。

表 33 SEの販売実績

販売先の事業概要	形式	台数	販売年
産業廃棄物の収集運搬、中間処理	SE400	1台	2007年2月
RPF製造、木質チップ製造	SE400	1台	2007年8月
古紙回収、リサイクル	SE90	1台	2011年4月
産業廃棄物の処理(RPFの製造)	SE400	1台	2012年5月
環境リサイクル、廃棄物処理業	SE300	1台	2014年3月
産業廃棄物の収集運搬、中間処理	SE400	1台	2016年4月

(出所：JICA調査団作成)

2-1-5 業界における位置づけ

一連の商流の中で、提案企業は廃棄物を成形固化する機器メーカーの立場にある。廃棄物等を処理、リサイクルするプラントが一次的な販売対象先となり、製品に対する需要は廃棄物等原材料の入手量、及び最終的なエネルギー原料としてのバイオマス燃料への需要動向の影響を受ける。

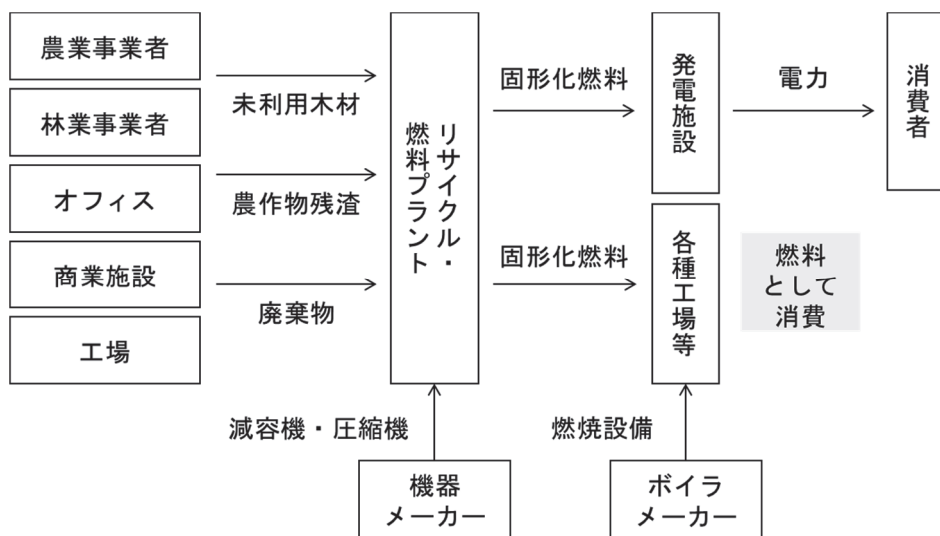


図 17 業界における位置づけ

(出所：JICA調査団作成)

2-1-6 活用が見込まれる製品・技術の特長

SEは2軸3条スクリーを採用した減容圧縮成形機であり、高圧縮・高密度化により固化が困難な高含水原材料の圧縮・成形固化を可能とする。その特性を活かし短い工程で含水率の高いEFBをペレット・燃料化し、廃棄物に大きな付加価値を与えることができる可能性がある。これに付随する製品特性及び優位性は以下のように整理される。

(1) 燃料製造にかかる時間・コストの低減

SEは、原材料の成形・固化の工程において従来のリングダイ・フラットダイと異なる押し出し機を用いた仕様であり、原材料の混練・攪拌・押し出しで生じる摩擦熱の利用により、他社の減容圧縮機では含水率10～15%の材料にしか対応できないところ、45%までの対応が可能となっている。さらに高含水原材料の固化において必要となる乾燥工程の時間・コストを大幅に圧縮する。

(2) 生成する燃料の仕様の多様化に対応

固化された燃料の排出口となる押し出しノズルの取替・数の変更により、材料圧縮率や形状・サイズの調整が可能であり、またスクリー回転数の変更により生産量の調整も可能である。

(3) 長寿命、低いメンテナンスコスト

摩擦熱を生み出す効果のあるスクリー表面の硬化肉盛材施工は他社製と比べ、3倍の耐磨耗性・腐食性を持ち、長期間稼動を可能とする。メンテナンス・部品交換等の回数を低減することで、設備維持コストの低減に貢献することができる。

2-1-7 国内外の同業他社、類似製品及び技術の概況

RPF、RDF、木質ペレット等の製造用途において国内外の多くの企業がペレット製造装置を生産している。こうした原料の減容・圧縮にあたっては、破碎あるいは溶融、成形、固化等複数の技術・工程が介在しており、それぞれ独立した装置を経てペレット化されるのが通常であるが、SEは破碎工程を除く全てのプロセスを一工程でまとめて行うことができる特徴を有する。

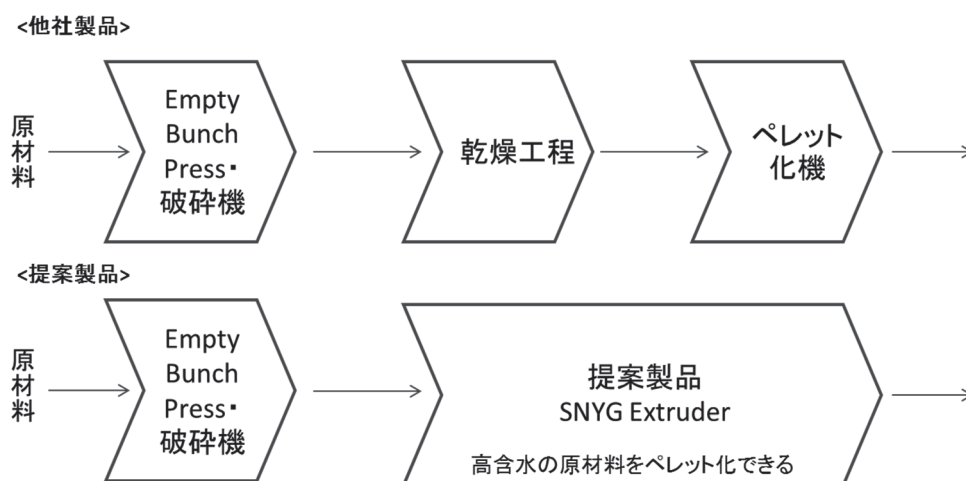


図 18 SEと他社製品によるペレット化プロセスの違い

(出所：JICA調査団作成)

(1) 成形・固化機器における競合

成形固化の製造方式は、ペレタイザー方式とSEのような2軸式押出成形方式がある。

ペレタイザーは、多数の円筒形の小孔を持つダイスと圧縮ローラーによって構成されており、圧縮ローラーで粉碎した原料を小孔に押し込んで成形する製法を採用し、その方式にもリングダイ方式とフラットダイ方式がある。

- リングダイ方式は、2つのドラムの上に原料を通して固める方法で、一度に大量のペレットを製造するのに適し、数百kg～数トン／時間の生産能力がある。
- フラットダイ方式は、直径数ミリの孔のあいたフラットな鋼鉄製の円盤を回転させながら、その孔に充填された原料に圧力をかけて作る方法である。製造方式の違いから大量生産には向かず、数十kg～数百kg／時間の範囲の生産量になるが、構造はシンプルで比較的安価であると言われている。

適用する製造技術はメーカーにより異なるが、この2方式間ではリングダイ方式が主流と言われている。リングダイはΦ10mm以下などの比較的小径のペレットの大量生産に強く、成形機自体もコンパクトになりやすい。ただし、小石等の異物混入に弱く、また含水率10%程度材料しか固化できない弱点を有している。

国内におけるペレタイザー機器メーカーには、川崎重工系のアーステクニカ、御池鉄工所（海外メカ品の輸入）があり、その他にも大小様々な規模のメーカーが存在する。また海外ではアメリカのCPM社等がペレット製造装置の代表的企業として知られる。

一方、SEが採用している2軸式押出成形方式は、原料を2本のスクリュウの回転により混練、加熱、圧縮しながら減容化し、面板に取り付けられたノズルから固形物を排出する方法である。固形物の長さは一定の長さに切断して調整する。比較的大径のペレット生産に適し、数百kg／時間～数トン／時間の生産能力を有する。また、比較的高い含水率の材料も成形固形できるという強みを有する。

(2) 2軸式押出スクリュウ方式を採用する競合他社

SEは2軸式押出スクリュウ方式を採用している。SEではΦ25mm以上（長さは任意の寸法に切断可能）のペレットを製造することができる。類似した製造方式を採用した減容圧縮成形機の製造メーカーには、株式会社御池鉄工所、株式会社タジリ、株式会社小熊鉄工所などがある。

SEの最大の特徴は、成形固化が困難である高含水材料（含水45%程度のもの）を成形固化できる技術であり、他社製品との差別化要因である。

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

提案企業は溶接施工事業を主体として、「ハードフェイシング部門」・「特殊溶接部門」・「環境機器部門」・「新技術・新材料の開発部門」に分かれている。

- 「ハードフェイシング部門」では、母材となる金属に異種の金属を溶着させる肉盛溶接で、耐熱性・耐蝕性が要求とされる石油精製プラントの機器部品、などを

製作する。

- 「特殊溶接部門」では、主に大型板金ギア(直径3～4m・重量35 t レベル)を自動化により製作している。
- 「環境機器部門」では、SEをはじめとして環境関係機器部品の製作・メンテナンスを行っている。
- 「新技術・新材料の開発部門」においては、半導体肉盛レーザ溶接システムを駆使して、取引先企業の要請に応える新技術や新材料の開発を行っている。

提案企業は、大手企業に対するサプライヤー事業にウェイトをおいた事業を展開、サプライヤー事業は相応に伸展してきた状況にある。しかしながら、サプライヤー事業には取引先からの制限を受けざるを得ない側面があり、企業存続には独自展開できる部門を志向している段階である。サプライヤー事業は継続するものの、今後は独自に展開可能な「環境機器部門」・「新技術・新材料の開発部門」に軸足を置いた事業展開を図る計画である。

「環境機器部門」は全体事業売上の1/3を占めるに至っている。環境市場において環境関係機器部品の製作・メンテナンスを行っており、部門売上は着実に増加の傾向にある。また高付加価値な製品や部品を扱っていることから利益率も高い。他方、SE販売も当該部門が展開しているが、減容圧縮成形機の国内市場はほぼ飽和状態にあり、国内市場における新規のSE需要は多く望めない状況にある。減容圧縮成形機を販売する競合他社の売上も横這いの状況である。この国内市場の局面の打開策として、SE機器の特徴(高含水材料に対応)を生かし、高含水廃棄物であるEFBの処理機器として活路を見出す計画である。インドネシアにおけるSE機器の販売事業が軌道に乗れば、未利用バイオマスの活用推進に合わせて事業拡大を図る計画である。

2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献

SE 製造に関わる材料・部品の購入や外注加工先への発注、また付帯機器として減容圧縮成形機に材料を投入する定量供給機、ペレットを保存するためのストッカー、圧縮成形を実現するための制御ユニットなどは、何れも北陸工場のある近隣企業先へ向けて発注しており、地元企業にとっても売上・雇用などへの波及効果が生じる。

(1) 新工場の建設

継続的にSE を主体とするバイオマス燃料製造装置の販売見込みが立てば、本邦において新工場を建設もしくは増設することも検討する。例えば年間10台を販売するには、現在の北陸工場では手狭であり、工場増設の必要性が生じる。また現状の製造人員体制では不足するため、新たに20人程度の雇用を生み出す事となる。

(2) 関連する産業クラスターへの波及効果

EFB ペレット燃料を製造するには、前処理として破砕機を設置し、EFB を破砕しておく必要がある。また、破砕機から出たEFBを選別し、SEに投入するための定量供給機、ペレットを保存するためのストッカー、圧縮成形を実現するための制御ユニットも必要

である。これらの製品も外部メーカーへの発注となる事から、SE販売と比例して増加する可能性がある。

(3) 自治体との連携

自治体においても中小企業のグローバル展開を支援しており、本事業で得た経験を自治体主催の勉強会やセミナーで披露し、自治体との連携を図り情報の発信・収集を行える。

(4) 安定的なエネルギー供給に貢献できる

温暖化対策や電力自由化などの影響を受け、日本各地においてバイオマス燃料の需要が増加している。既にPKSは日本国に向けに輸出されており、その量も年々増加している状況である。本EFB ペレット製造事業は、需要の高まる日本国内の再生可能エネルギーの燃料ユーザーに対し、安定した供給源として貢献する可能性がある。

第3章 ODA事業で活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

3-1 製品・技術の現地適合性検証方法と結果

製品ならびに技術の現地適合性は、固化検証活動と本邦受入れ活動の2つの活動を通じて、適合性の検証を行った。以下にそれぞれの検証方法と結果を記載する。

3-1-1 固化検証活動

(1) 活動概要と検証目的

高含水率の原料を成形固化する場合、一般的には固化の前処理としてキルン炉等で原料を乾燥させて含水率を10%～15%以下にするため、コスト高になりやすく普及し難いのが実情である。EFBは高含水材料（含水率60%）であり、上記の課題に直面する原料である。しかし、SEに関しては高含水材料の成形固化に特化しており、キルン炉での前処理工程を省略もしくは最小限化できる可能性があることから、ペレットの製造コストを低減でき、市場の要求を満たせる価格帯でEFBペレットの販売が可能となると考えている。

本調査における検証活動は、SEを使用したEFBの成形固化は未だ実証されていないため、EFBの成形固化の実現可能性を検証するものである。

(2) 検証場所および検証内容

検証場所：インドネシア ジャワ島ボゴール県インドネシア科学院（LIPI : Center for Innovation, Indonesian Institute of Sciences）研究棟内

検証目的①：EFBのみを原料とした成形固化の可否、配合や設定の検証

検証目的②：バインダー材を混合した成形固化の可否、配合や設定の検証
（バインダー材にはバガスやキャッサバパルプなどを使用）

(3) 検証用デモ機器および付帯設備ならびに各種機材スペック

- 減容圧縮成形機：SE90（RPF処理換算で0.5トン/時間処理可能、主モーター90kW）
- 定量供給機
- 1軸破碎機（主モーター32kW）EFB粉碎用

(4) EFB原料の調達方法

PTPN ⅧやPTPN ⅦからEmpty Bunch Press処理後のEFBを調達した。

(5) 固化実験の回数と検証結果

2015年11月、2016年2月、2016年6月に亘り、計73回の固化実験を行った。

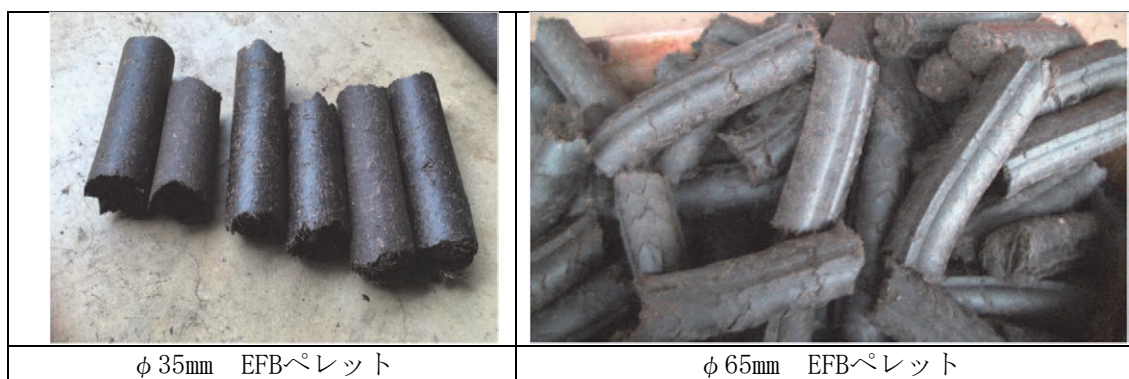
実験に際しては、原料をEFBのみの場合とEFBにキャッサバパルプの混入させる場合、EFBの破碎処理の有無、ノズル種類別、ノズル開放数別など、様々な方法を検証した。その結果、EFBにキャッサバパルプを含有する事で、EFBは安定的に成形固化することが確認された。他方、本調査の検証範囲内では、EFBのみを原料とした場合で安定的に成形固化できる条件は見つからなかった。

下表に完成したEFBペレットの成分/品質を示す。

表 34 EFBペレットの成分分析値

投入材	発熱量(cal/g)		含水率	灰分	塩素	硫黄	窒素	カリウム
	低位	高位	%	%	%	%	%	%
EFB+ キャッサバパルプ	4550	4960	21.6	5.06	0.19	0.01	1.24	0.40

(出所：JICA調査団作成)



(出所：JICA調査団作成)

3-1-2 本邦受入れ活動

(1) 活動概要

本邦受入れ活動は、SEに対する理解を深め、EFBペレット製造事業に対する共通認識の成就を図る事を目的として実施した。主な活動内容は、SEの製造工場の視察ならびに説明、SEを活用している企業の訪問、バイオマス発電施設の視察、日本における木質バイオマスの普及状況の把握を行った。

(2) 受入れ活動スケジュール

2016年5月31日～6月4日の1週間に亘り、愛知県、石川県、関東圏の企業等を訪問して実施した。参加者は国営農業公社II（PT Perkebunan Nusantara：以下、PTPNII）の計画開発責任者Mr. Bako氏1名とした。次頁に受入れ活動のスケジュールを記載する。

表 35 受入れ活動スケジュール

日付	時間	工程	場所	主な活動内容
5月30日 (月)	AM	—	—	—
	PM	インドネシア メダン発→	機中泊	
5月31日 (火)	AM	関空着		
	PM	A社	愛知県豊田市	SE設置工場にて稼働状況などの視察
6月1日 (水)	AM	新日本溶業（株）北陸工場	石川県金沢市	北陸工場の見学、減容圧縮成形機の説明
	PM	B社	石川県小松市	バイオマス発電施設の見学
6月2日 (木)	AM	C社	埼玉県入間郡	産廃処理工場における環境問題普及活動
	PM	木質バイオマス協会	東京都台東区	日本における木質バイオマス普及状況について
6月3日 (金)	AM	D社	千葉県旭市	SE設置工場にて稼働状況などの視察
	PM	新日本溶業（株）東京営業所	東京都豊島区	本受入れ活動に関するヒアリング
6月4日 (土)	AM	新日本溶業（株）東京営業所	東京都豊島区	普及実証事業に関する意見交換
	PM	成田発→	機中泊	
6月5日 (日)	AM	インドネシア メダン着		

(3) 本邦受入れ活動の結果

SEシリーズを活用して廃材の再利用ビジネスを実施している企業を訪問した。A社はS E300を活用してIPB（Iron Powder Briquet）を製造しており、IPBを特殊鋼メーカーに燃料として販売している。D社はSE400を活用して溶鋼用鎮静剤を製造し、転炉メーカーへ販売している。また建機メーカーによる木質バイオマス発電設備の視察を通じて、PT PNIIによるEFBの再利用ビジネスについてイメージが沸いたようであった。具体的には、EFBペレットを自社ボイラーの燃料として使用するとともに現燃料であるPKSを外部に販売する、あるいは他産業にEFBペレットを販売するビジネスに取り組みたいとの意向を示した。

3-1-3 その他

(1) インドネシア国家規格（SNI）について

機械の輸入・生産においては、SEがインドネシアで使用可能かを確かめる必要があり、インドネシア国家規格（Indonesian Nasional Standard:以下、SNI）の確認が必要である。SNIは、2000年政令102号に基づきインドネシア国家標準化庁（National Standardization Agency of Indonesia:以下、BSN）が定めたインドネシア唯一の標準規格である。SNIは、インドネシア国内で製造、販売される製品の標準規格を定めるものである。とりわけ健康・安全・環境および技術に関する製品について重点的に扱っており、現在8,592の規格を定めている。

SNIでは3つの製品類型に区分されており、(1)SNIの認証が必要な製品(2)SNIの認証が不要な製品(3)SNIに規格の定めがない製品となっている。(1)は水・食品・子供用玩具・電器製品等、健康と安全の観点から認証の取得が必要とされる製品であり、(2)はSNIに規格の定めはあるものの、その認証取得は任意であるもの、(3)はインドネシア国内で自由に製造・販売することができ、SNIに規格の定めのないものである。

SNIの認証の手続きは、認証機関の認定を受けた会社もしくはエージェント（以下、

審査機関）によって行われる。全ての審査機関が全ての製品の認証を行うことができるわけではなく、機関によってできる製品が異なるため、事前確認が必要である。認証の手続きは、審査機関への申請後、審査機関において製品サンプルのテスト・検査等を行い、その結果に基づき、工業省等の関係機関に推薦状を発行、その推薦を受けて関係省庁と審査機関とがSNI認証を発行する、という流れである。

SNI認証にかかる費用は製品によって異なり、1千万から1億IDR以上と幅がある。国内最大の審査機関であるPT. Sucofindoによれば、輸入機械が認証を受ける場合の原産国申請者が負担する費用は、輸送費や保管費なども含めると1億IDR程度になるのではないかとのことであった。（同社へのJICA調査団インタビューによる）

なお、SE及びEFBペレットのSNI認証の取得必要性についてBSNのホームページ（http://sisni.bsn.go.id/index.php/regtek/regulasi/sni_wajib）で検索した結果、SE及びEFBペレットは(1)SNIの認証が必要な製品（201種類）には含まれていなかった。したがって、特段満たすべき法律上の要件はないという整理となる。

(2) EFBペレットの基準について

インドネシア工業省に対するヒアリングによると、EFBペレットは国内で製造・流通されている実績はなく、国として基準を設けていないとの回答を得た。

3-2 対象国における製品・技術のニーズの確認

3-2-1 現地で確認されたニーズ

SEの販売先はパーム油搾油工場を想定している。しかし、SEで生産するEFBペレットが燃料ユーザーに購入される確証がない限り、パーム油搾油工場もSEを購入し難いと想定している。したがって、パーム油搾油工場に対しては、固化実験で製造したEFBペレットと成分結果を用いて、SEとEFBペレットのニーズの有無を確認し、EFBペレットのユーザー候補にはEFBペレットに対する需要の有無を調査した。

(1) パーム油搾油工場によるEFB処理に対するSEの活用見通し

ア PT. SOCFIN INDONESIA

同社はEFBをEmpty Bunch Pressと破砕機で粉碎し、灰と混ぜて肥料化している。この肥料は自社農園で使用しており、EFBの処分には困っていない状況であった。

ただし、EFBペレットを販売して収益が上がるのであれば、SEの導入について前向きに検討できるとの見解であった。ただし、同社に関してはEFBの肥料化に成功しているため、EFBをペレット化に使用してしまうと肥料は外部から仕入れる事になるため、外部調達肥料とのコスト比較する必要があるとのコメントがあった。

同社は1工場の製造キャパが、FFB投入量60トン/時間（EFBは12～15トン/時間排出する）であり、EFBの排出量は160トン/日くらいの排出量となる。時間あたりの処理量は最低でも10トン以上は必要とのことであった。また、同社に関しては機材投資に対する投資回収の目安は4年程度であった。

イ PT. Permata Hijau Group

同社はEFBを自社ボイラーの燃料として使用しており、EFBが占める割合は全体の15～30%とのことであった。EFBはEFB Bunch Pressと破砕機で細断してボイラーに投入している。ただし、含水率が高い分、カロリーも低くなる事から燃料性能は良くない。したがって主要燃料にはファイバーを優先して使用し、ファイバーが足りなければPKSも使用している。ただし、PKSは出来るだけ販売して収益化するように調整しているとのことであった。

なお余ったEFBは肥料として自社保有農園あるいは他の農家に肥料として無償提供しており、工場内で堆積する事は無いとのことであった。

また、SEで製造したEFBペレットに対しては以下の助言を得た。

- 理想的な含水率は10%以下である。
- カリウムがボイラーに与える問題は深刻に捉える必要はない。ボイラー内で結晶化、焦げ付きを発生されるが、定期掃除で対処している。
- 形状は大きく硬すぎる。PKSのように軽くて小さい形状が使いやすい。

同社に関しては、機材投資に対する投資回収の目安は1年くらいが理想的とのことであった。投資回収の観点からも、処理量2～3トン／時間の製品としては非常に高価で桁が一つ多いイメージであるとの見解を得た。同社も前社同様に、EFBペレットを販売して収益が上がるようであれば、SEの導入について前向きに検討できるとの見解であった。ただし、EFBペレットの品質安定化、販売確証を得るためには成形固化実験を継続する必要があるとの助言を得た上で、同社からは、EFBと実験場所を提供し、提案企業はSEを提供する形式で共同実験の実施を提案された。

ウ 国営農業公社PTPN VIII（ボゴール工場）

西ジャワ州のバンドンに本社を構える国営農業公社である。43の農園を運営し、主要農園はお茶、ゴム、コーヒー、アブラヤシである。43農園の内、10農園がアブラヤシ農園でパーム油搾油工場はボゴールとバンテンの2工場である。ボゴール工場の処理量は最大FFB30トン／時間である。

EFBは農園の肥料として使用しているが全てのEFBは堆肥化できず、工場周辺に滞積させざるを得ない状況である。月間のEFB排出量3,000トンの内、約55%（1,650トン/月）が農園に投棄して堆肥化をしているものの、約45%（1,350トン/月）は未処理のまま工場敷地内に滞積している。

EFB全量を堆肥化できない理由として、①EFBに油が数%残っているため。②雨季の際は、土壌がぬかるみ農園への運搬が困難になる、などがある。またEFBの堆肥化も試験段階であり、他の有効活用方法も模索中で、EFBの中でミミズ育成やEFBでキノコ栽培などを検討している。

エ 国営農業公社PTPN II

PTPNIIは北スマトラ州の州都メダン市に本部を構え、PTPNの中では2番目に大きなアブラヤシ農園面積を保有している。主要農園はアブラヤシ、ゴム、サトウキビ、タバコ農園であり、パーム油搾油工場に関しては4工場（Pagar Marbau工場、Swait Seberang工場、Sawit Hult工場、Kuala Sawit工場）を運営している。いずれの工場も同一の処理能力を有し、最大FFB30トン/時間（EFB発生量は約6トン/時間）であった。しかし、各工場のEFB処理事情は工場の立地や周辺環境によって異なっていた。

表 36 PTPN IIの各工場におけるEFBの処理状況

工場名	メダン市から工場までの距離	工場の周辺環境およびEFBの処理状況
Pagar Marbau	市の中心部から約1時間弱の距離に位置し、空港に近い工場である。	工場周辺に300社の煉瓦製造業（個人事業）があるため、EFBを煉瓦製造用燃料としても販売している。煉瓦製造企業は組織化されており、同組織とは12,000トン/半年のEFBを供給する契約を締結している。
Swait Seberang	市の中心部から約2.5～3時間弱の場所に位置する。	工場周辺に煉瓦製造業（個人事業）が少数ありEFBを煉瓦製造用燃料としても販売している。ただし、全量は販売できていない。
Sawit Hult	市の中心部から約2.5～3時間弱の場所に位置する。	-訪問不可能- Sawit Seberangとほぼ同等な状況。
Kuala Sawit	市の中心部から約4時間弱の場所に位置する最も遠方の工場である。	周辺には煉瓦製造業などのEFB供給者は存在しない。したがって、EFBは農園にて堆肥化する手段しかない状況である。全EFBを農園に戻すことは運搬コストが高くなる点、ならびに農園許容量を超えるため、工場敷地内に堆積させざるを得ない状況である。

（出所：PTPNIIに対するヒアリングならびに現場踏査を基にJICA調査団作成）

上表に示した通り、Pagar Marbau工場においては周囲の煉瓦製造業にEFBを燃料として販売する事が可能なためからか、工場敷地内にEFBは殆ど堆積していない状況であった。他方、Kuala Sawit工場の状況は異なり、周囲にEFBの販売先も存在せず、工場敷地内には大量のEFBが堆積している状況であった。PTPNIIはKuala Sawit工場のEFB堆積状況を改善したく、EFBのペレット化を熱望していた。

(2) EFBペレットのユーザー候補

燃料ユーザーである、a セメント業、b パルプ・製紙業、c 製糖業、d 鉄鋼業、e 製塩業、f ガラス・セラミック製造業、g バイオマス発電所 の7業種を対象に、EFBペレットの潜在需要の有無を調査した。

本調査の結果では、製糖業に対する販売が最も可能性が高く、次いでセメント業、パルプ製紙業、バイオマス発電所に対しては、需要に応じた品質改良を施すことにより販売可能性が高まると期待している。他方、鉄鋼業、製塩業、ガラス・セラミック業は固形燃料を使用しておらず、EFBペレットのユーザー候補としてはなり難いと判断

した。

表 37 EFBペレットのユーザー候補まとめ

業界	理由	条件
a セメント業	バイオマス燃料を利用する。代替燃料の利用率向上を目指している。	ペレットの柔らかさ(ハードグロブ指数45以上) 石炭との価格競争
b パルプ・製紙業	カリウムの含有率が高いため、EFBを燃料として多く利用できない。ただし、代替燃料の利用率向上を目指している。	カリウム含有率の低減
c 製糖業	主に石炭を利用しているが、破碎したEFBも一部利用している。	サイズ(5 ミリ以下) 石炭との価格競争
d 鉄鋼業	ガスと電気を使用する。固形燃料は仕様しない。	
e 製塩業	ガスと電気を使用する。固形燃料は使用しない。	
f ガラス・セラミック製造業	ガスと電気を使用する。固形燃料は使用しない。	
g バイオマス発電所	カリウムの含有率が高いため、EFBを燃料として多く利用できない。	カリウム含有率の低減

(出所：本調査結果に基づきJICA調査団作成)

a セメント製造業

セメント製造業は、化石燃料以外に廃タイヤなどの代替燃料も活用しており、EFBペレットの主要な販売候補先の一つである。インドネシアのセメント業界は、Semen Indonesia Group, Indocement, Holcim の3社により寡占されている。これら3社はインドネシアにおけるセメント生産量の約90%を占めている。したがって、セメント製造業界の上位に位置づくPT. Indocementに対してヒアリングを行った。

(a) PT Indocement (セメント製造企業)

PT IndocementがEFBペレットの使用する際の条件は、第一にEFBペレットの安定供給の実現、第二に石炭との価格競争、第三に技術的な仕様であった。第二の価格競争に関しては、他の代替燃料は全て石炭価格を比較対象としているとのことであった。第三の技術的な使用に関しては、ペレットは石炭と一緒に粉砕するため、ペレット硬度は柔らかすぎず、かつ固すぎない必要がある。石炭の硬度はHGI（ハードグロブ指数）により測定され、PT Indocementの基準ではHGIは45以上でなければならないとしている。この基準は全てのセメント工場と同様であり、他社に対しても同様の仕様を求めるものと想定されたとのことであった。

なお、PT Indocementは京都議定書後に東南アジア初のCDMプロジェクトとして申請するなど、積極的に化石燃料の使用量を削減し、CO2排出量削減に貢献する方向にある。このような環境ブランドを志向する企業に対し、EFBペレットは有効であると想定される。

以下にインドネシアの主要セメント企業の一覧を示す。

表 38 インドネシアの主要セメント企業

No	会社名	工場所在地	生産能力 (トン/年)	マーケット シェア (%)
1	PT Indocement Tungal Prakra Tbk	西ジャワ州 南カリマンタン州	19,000,000	32.0
2	PT Semen Gresik (Semen Indonesia Group)	東ジャワ州	13,000,000	20.7
3	PT Holcim Indonesia Tbk	西ジャワ州 中部ジャワ州 東ジャワ州	9,000,000	14.5
4	PT Semen Padang (Semen Indonesia Group)	西スマトラ州	7,000,000	11.9
5	PT Semen Tonasa (Semen Indonesia Group)	南スラウェシ州	6,000,000	9.1
6	PT Semen Bosowa Maros	南スラウェシ州	3,000,000	5.4
7	PT Lafarge Cement Andalas	アチェ州	1,800,000	3.3
8	PT Semen Baturaja	南スマトラ州 ランブン州	1,200,000	2.2
9	PT Semen Kupang	ヌサテウングラ	500,000	0.4

(出所：PT Data Consult)

b パルプ・製紙業

パルプ・製紙業界が製造工程に使用している主たる代替燃料は、製造工程にて排出される黒液、廃木材等である。しかし、排出された廃木材などでは十分な電力を賄えないため、依然として石炭を使用している工場が大半である。

(a) 紙パルプ企業協会

インドネシアには84社の製紙会社（パルプ製造含む）があり、左記の内64社は紙パルプ企業協会（Indonesian Pulp and Paper Association：以下、APKI）に加盟している。紙パルプ製造業界は、2011年1月の大統領規則No. 6にて定められた温室効果ガス排出削減の対象とする主要産業の一つであり、紙パルプ製造企業（指定15社）にはGHG排出削減目標が掲げられていることから、同業界としても再生可能エネルギーを積極的に使用しGHG排出削減を推奨していく必要があると捉えている。これらの紙パルプ製造企業の使用している燃料構成は、黒液（46%）、石炭（32%）、バイオマス（12.2%）、天然ガス（7.4%）、石油（1.6%）、PT PLN（0.8%）となっている。

表 39 紙パルプ業界全体のエネルギー使用構成

使用エネルギー項目	割合	電力量（割合に基づき算出）
PLN	0.8%	0.076MW
石油	1.6%	0.152MW
ガス	7.4%	0.703MW
石炭	32%	3.04MW
バイオマス	12.2%	1.159MW
ブラックリカー	46%	4.37MW
	100%	9.5MW（34.4ギガJ/年）

（出所：APKIからのヒアリングによりJICA調査団作成）

APKIによると32%を占める石炭の割合を削減し、バイオマス燃料の割合を増加させていく方向にあるとの見解であった。前述の通り、製造工程で排出される廃木材や黒液は全て内部燃料として利用しているにも関わらず、足りない分は石炭などで補わなくてはならない状況にあることから、石炭の代替としてEFBペレットに興味を持っている状況である。また前述の大統領規則により温室効果ガス排出削減の対象業界となっている事からも、石炭の使用を削減し、新たな代替燃料に対する期待されている。

(b) PT Toba Pulp Lestari（パルプ・製紙業）

PT Toba Pulp Lestariは北スマトラにある最も規模の大きいパルプ・製紙企業の一つであり、メダンから車で5時間の場所に位置する。同社はインドネシアのパルプ・製紙業の中でも最も早く脱化石燃料を促進し、バイオマス燃料の利活用を進めている企業である。

製造工場の燃料は100%バイオマスを利用しており、主力はパルプ製造過程で副産物として生じる黒液である。黒液以外ではメソカープファイバー、PKS、木の皮、EFBも燃料として利用されている。ただし、EFBを使用していると言っても、EFBに含まれるカリウムがボイラーに障害を引き起こすため、大量には利用することが出来ないとの見解であった。EFBを利用する際は細断したEFBを数か月間屋外に寝かせ、雨水でカリウム成分を洗い流した後、その他のバイオマス燃料とともに直接ボイラーに投入する。

次表にインドネシアの主要パルプ・製紙企業の一覧を示す。

表 40 インドネシアの主要パルプ・製紙企業

No	会社名	工場所在地	生産能力 (トン/年)
1	PT Indah Kiat Pulp and Paper	リアウ州、西ジャワ州 バンテン州	1,100,000
2	PT Pindo Deli Pulp and Paper Mills	西ジャワ州	913,000
3	PT Surabaya Agung Industri	東ジャワ州	486,000
4	PT Aspex Kumbong	西ジャワ州	420,000
5	PT Riau Andalan Kertas	リアウ州	350,000
6	PT Kertas Basuki Rachmat	東ジャワ州	260,000
7	PT Wirajaya Packindo	バンテン州	186,000
8	PT Jaya Kertas	東ジャワ州	150,000
9	PT Adiprima Suraprinta	東ジャワ州	144,000
10	PT Kertas Leces	東ジャワ州	136,000

(出所：Indonesian Pulp and Paper Association (APKI))

c 製糖工場

製糖業界は、①サトウキビから粗糖を製造する粗糖業と②粗糖から精製糖を製造する精製糖業の二つに分類されている。インドネシア精糖協会（Indonesia Refined Sugar Association:以下、AGRI）によると、粗糖工場では製造用の燃料として十分な量をバガス（サトウキビの搾りかす）、重油などで賄えているため、EFBペレットを燃料として取り入れることは困難とのことであった。

他方、精製糖工場の燃料の殆どは石炭（一部ガスを使用している場合もある）に依存している。これらの工場はサトウキビ農園の近くには無く、バガスも使用していない。したがって、製糖業界の内、精製糖工場では石炭の代替燃料としてEFBペレットを使用する可能性があるかと想定している。なお、AGRIによると、精製糖工場にEFBペレットを販売する重要なポイントは、(1) EFBペレットの安定供給、(2) 石炭と比較した場合の価格競争力であるとのことであった。

(a) PT Medan Sugar Industry

PT Medan Sugar Industryはメダン市内に位置する製糖工場であり、ボイラー燃料としては100%バイオマスを利用している。1日に使用する燃料は350トンに上り、そのうち半分がPKS、半分がEFB（細断済み）である。同企業もEFBの燃料利用に際してのカリウム成分がボイラーに与える影響は把握しているもののメンテナンス等により対応できるとして、それ程大きな問題とは考えていない。ただし、ペレットであれば5ミリ以下でなければ利用は考えられないと回答しており、形状・サイズが課題となってくる。また細断したEFBは275IDR(含水率20%)で購入している。

次表にインドネシアの主要精糖企業の一覧を示す。

表 41 インドネシアの主要精糖企業

No	会社名	工場所在地	生産能力
1	PT Angels Product	バンテン州	500,000
2	PT Jawamanis Rafinasi	バンテン州	533,200
3	PT Sentra Usahatama Jaya	バンテン州	540,000
4	PT Permata Dunia Sukses Utama	バンテン州	96,000
5	PT Dharmapala Usaha Sukses	中部ジャワ州	250,000
6	PT Sugar Labinta	ランブン州	225,000
7	PT Duta Sugar International	バンテン州	300,000
8	PT Makassar Tene	南スラウェシ州	462,000
9	PT Berkah Manis Makmur	バンテン州	n. a
10	PT Andalan Furnindo	西ジャワ州	n. a
11	PT Medan Sugar Industry	北スマトラ州	n. a

(出所: Indonesia Refined Sugar Association (AGRI))

d 鉄鋼業

製鉄所は製造工程において大量の燃料を必要とするものの、主燃料は天然ガスと電気である。鉄鋼協会に対するインタビューによれば圧延工程では天然ガスを使用しており、他のバイオマス、固形燃料で代替することは不可能である。またアーク炉や鑄造工程、その他の工程では電気が利用されているが、電気はPT PLNから購入しており、自社で発電のためのボイラーを備え発電を行っている製鉄所は存在しないことから、EFBペレットその他のバイオマス固形燃料の需要家にはなり得ない。

e 製塩業

製塩工場は海水や岩塩から塩を精製する際の蒸発・結晶化の過程でエネルギーを必要とする。しかしインドネシアにおける主要な製塩業者の数社(PT Garam (persero), PT Susanti Megah, PT Sumatraco Langgeng Makmur, PT Unichem Candi Indonesia, PT Cheetham Garam Indonesia)に対しインタビューを行ったところ、燃料としては天然ガスを利用しており、他のバイオマス、固形燃料で代替することは不可能である、との回答を得ている。

f ガラス・セラミック業

板ガラス・安全ガラス協会(Association of Sheet and Safety Glass : 以下、AKLP)によれば原料の溶融、精製にあたっては天然ガスを利用している。ガス以外ではPT PLNから購入する電気も各種機械設備の使用にあたり必要となるものの、バイオマス、固形燃料を製造工程で利用する余地はない、とのことである。同様にセラミック製造においても天然ガスがメインの燃料源となっている。セラミック製造協会 (Indonesia Ceramic Industry Association: 以下、ASAKI)によれば、製造コストの30%近くがこの天然ガスによるものであるとのことである。ただし、ガラス工場と同様バイオマス、固形燃料の製造工程での利用余地はない。

g バイオマス発電所

バイオマス発電所は発電した電力をPT PLNに固定価格で販売することができる。発電用燃料としてEFBペレットを使用する可能性があると捉えている。

PT PLNに電力販売する際の契約形態は二種類ある。一つ目は独立系発電事業（Independent Power Producer：以下、IPP）という契約形態であり、発電した電力の10MWまでPT PLNに販売できる契約である。二つ目は余剰電力（Excess power）を販売する契約形態であり、自社使用だけでは使用しきれない余剰電力をPT PLNへ販売することができる。

(a) PT Growth Asia

同社は10メガワット以上の発電能力を持つスマトラにおける主要なバイオマス発電所の一つである。現状はメソカープファイバー、PKS、木材、コーン、EFB等近隣から調達可能なバイオマスを燃料として利用している。EFBに関してはカリウムによる課題もあり全体量の5%程度を投入している。この割合を超えて投入した場合は、ボイラーのクリーニングに2-4週間を要し、稼働を止めざるを得ない事になる。安いEFBを燃料として利用する事は魅力的ゆえ、

■ ボイラー管に付着するカリウムを減らすための化学薬品の利用

■ カリウムの融点である800℃を超えないようにボイラーの温度を調整

等のような方法を検証してきたが、相応の追加コストが発生することから現状も5%程度の利用に留まっているとのことであった。

次表はインドネシアの主要バイオマス発電所企業の一覧である。

表 42 インドネシアの主要バイオマス発電所企業

No	会社名	キャパシティ (MW)	PT PLNと販売契約タイプ	燃料	地域
1	PT Riau Prima Energy	5	余剰電力(Excess Power)	パーム油搾油工場の廃棄物	リアウ州
2	PT Growth Sumatra 1	9	余剰電力(Excess Power)	パーム油搾油工場の廃棄物	北スマトラ州
3	PT Listrindo Kencana	5	独立系発電事業者 (IPP)	パーム油搾油工場の廃棄物	バンカ・ベリテウン州
4	PT Indah Kiat Pulp&Paper	2	余剰電力(Excess Power)	パーム油搾油工場の廃棄物	リアウ州
5	PT Belitung Energy	7	独立系発電事業者 (IPP)	パーム油搾油工場の廃棄物	バンカ・ベリテウン州
6	Permata Hijau Sawit	2	余剰電力(Excess Power)	パーム油搾油工場の廃棄物	リアウ州
7	PT Pelita Agung	5	余剰電力(Excess Power)	パーム油搾油工場の廃棄物	リアウ州
8	PT Growth Sumatra 2	10	余剰電力(Excess Power)	パーム油搾油工場の廃棄物	北スマトラ州

9	PT Growth Asia	10	余剰電力 (Excess Power)	パーム油搾油工場の廃棄物	北スマトラ州
10	PT Navigat Organic	6	独立系発電事業者 (IPP)	家庭生ゴミ	西ジャワ州
11	PT Navigat Organic	2	独立系発電事業者 (IPP)	家庭生ゴミ	バリ島
12	PT Growth Asia	10	余剰電力 (Excess Power)	パーム油搾油工場の廃棄物	北スマトラ州
13	PT Navigat Organic	4.5	独立系発電事業者 (IPP)	家庭生ゴミ	西ジャワ州
14	PT Navigat Organic	2	独立系発電事業者 (IPP)	家庭生ゴミ	西ジャワ州
15	PT Austindo ANE	1.2	独立系発電事業者 (IPP)	POME	パンカ・ベリテウン州
16	PT Rimba Palma	10	余剰電力 (Excess Power)	パーム油搾油工場の廃棄物	ジャンビ州

(出所：エネルギー・鉱業資源省、2014年)

(3) 日本・欧州に向けEFBペレット輸出

ア. 日本向け

日本国内では、FIT制度導入により木質バイオマス発電所が70施設を越える。バイオマス由来の燃料は、年間1,000万トン必要と想定されており、国内由来のバイオマス燃料だけでは供給が足りない事態である。日本はインドネシアからはPKSを約25万トン/年（2015年 貿易統計より）輸入しているが、PKS自体はインドネシアでも自家発電用ボイラーの燃料として利用されており、PKSの日本向け供給の不安定化が懸念されている。

なお、EFBペレットはPKSと同等の発熱量（約4,000kcal/kg）を有しており、PKSの代替として利用できる可能性があると考えている。日本におけるバイオマス燃料ユーザー2社に対しEFBペレットの成分表を提供したところ、A社に関しては多少基準を超えている成分もあるが検討の余地ありとの見解を得ている。特にインドネシアで懸念されていたカリウムに関しては受入れ基準を満たしていた。下表に本調査で実施した固化実験の結果と、両社のバイオマス燃料の受入れ基準を示す。

表 43 本調査における固化実験の結果と日本のバイオマス燃料受入れ企業の比較

	発熱量 (cal/g)		含水率	灰分	塩素	硫黄	窒素	カリウム
	低位	高位	%	%	%	%	%	%
EFB+ キャッサバパルプ	4550	4960	21.6	5.06	0.19	0.01	1.24	0.40
A社のボイラー仕様	3500 以上	-	25.0 以下	2.50 以下	0.10 以下	0.10 以下	0.30 以下	1.00以下
B社のボイラー仕様	6,500 以上	-	11.5 以下	4.00 以下	0.50 以下	0.05 以下	1.10 以下	1.00 以下

* 灰色の箇所は受入れ基準を満たしている項目である。

(出所：固化実験の結果と提供資料に基づきJICA調査団作成)

イ．欧州向け

EFBペレットの製造、固化などを研究しているインドネシア人研究者によれば、マレーシアで製造したEFBペレットは、欧州向けに95US\$/トン程度（FOB価格）で販売されているとの情報を得た。

また、インドネシアにおけるバイオマス専門家の情報によると、韓国におけるバイオマスペレット燃料の受入基準(KOSEPによる)は下記のとおりである。

表 44 本調査における固化実験の結果と韓国のバイオマス燃料受入基準の比較

	発熱量(kcal/kg)		含水率	灰分	塩素	硫黄	窒素	カリウム
	低位	高位	%	%	%	%	%	%
EFB+キャッサバパルプ	4,550	4,960	21.6	5.06	0.19	0.01	1.24	0.40
A社のボイラー仕様	3,900以上	－	10.0以下	不明	0.05以下	0.05以下	不明	0.40以下

* 灰色の箇所は受入れ基準を満たしている項目である。

(出所：ヒアリングに基づきJICA調査団作成)

なお、EFBペレットの場合は、カリウムの基準はクリアしているものの塩素、含水率は受入基準をクリアできない数値となっている。

3-2-2 現地で確認されたニーズの整理

当事業の実現可能性は、パーム油搾油工場がSEを購入し、EFBの処理ならびにペレット化後の販売を実際に行うかに依る。以下において主に(1) パーム油搾油工場によるEFB処理に対するSEの活用見通し、(2) EFBペレット販売による経済的メリット、の観点からパーム油搾油工場にとってのSE購入の可能性・有用性を記載する。

(1) パーム油搾油工場によるEFB処理に対するSEの活用見通し

本調査では、実際にEFBがどのように処理されているのか、どの程度残置されているのか、複数のパーム油搾油工場へのヒアリングを通じ確認を行った。結果として、EFBは自社または地元パーム農場用の肥料として、あるいは自工場及びその他近隣の工場における燃料(直接燃焼)として活用されているケースもあり、他方で左記のような手段を持たないパーム油搾油工場は、EFBの処分に苦慮しており、有効な処理方法を求めているケースも確認された。

表 45 パーム油搾油工場におけるEFB処理方法の整理

企業名	EFBの処理状況
PT Socfindo	EFBは粉碎して、PKS・ファイバーを燃焼後の灰と混ぜて、全て自社農園内で肥料として利用している。
PT Hijou	一部を自工場内のボイラーの燃料として利用(全体の燃料のうち15~30%程度がEFB)し、残りは全て自社農園において肥料として利用している。

PTPN IIIIV	ボゴール工場では、農園の肥料として使用しているが全てのEFBは堆肥化できず、EFB排出量の約45%（1,350トン/月）は未処理のまま工場敷地内に滞積している。EFB全量を堆肥化できない理由は、①EFBに油が数%残っているため。②雨季の際は、土壌がぬかるみ農園への運搬が困難になる、などがある。
PTPN II	Pagar Marbu工場では、近隣に存在する約300社（個人事業）の煉瓦工場に対し、EFBを燃料として販売している。一方、Kuala Sawit工場においては燃料・肥料として販売できる工場や農園が近隣に存在せず、処分に苦慮している。

（出所：ヒアリングに基づきJICA調査団作成）

EFBを有効活用出来るか否かは、近隣に十分な農園や燃料を必要とする工場が存在するかなど、といった立地に依るところが大きいことが伺えた。一方でEFBの提供先・有効な活用方法を有さず、EFB処理に課題を抱えるパーム油搾油工場も一定の割合で存在すると想定され、こうした工場はSEを導入する動機があると考えている。

（2）EFBペレット販売による経済的メリット

もう一つの観点として、SEの購入により経済的メリットが得られるのであれば、積極的に導入を進めるパーム油搾油工場も存在すると考えられる。実際に、EFB処理に苦慮していないパーム油搾油工場からも「EFBペレット販売による増収効果があればSE購入は検討に値する」との回答を得ている。仮にEFBペレットの販売価格が相応に高く、SEへの投資を回収し十分なリターンを得られることが立証できれば、より多くの搾油工場が販売先候補となる。

ア EFB販売による採算と投資回収

パーム油搾油工場がSE200もしくは400を導入し、EFBペレットを生産・販売した場合の採算シミュレーションを下表に記載する。

表 46 EFBペレットを販売した場合の採算シミュレーション
（SE200の場合）

項目	金額	計算前提	下記参照
<損益>			
A: 売上高	5,040百万IDR		
EFBペレット単価	700IDR/kg	PKSと同等と仮定	（ア）
生産・販売量	7,200t/年	SE200を想定	（イ）
B: 売上原価	600百万IDR		
投入EFB（機会費用）	400百万IDR	50IDR/kg × 8,000t	（ウ）
バインダー	200百万IDR	キャッサバを5%相当投入	（エ）
C=A-B: 売上利益	4,440百万IDR		
D: 販管費	2,022百万IDR		
人件費	192百万IDR	4百万/人月 × 4名 × 12ヶ月	
電力費	1,740百万IDR	1,450IDR/kwh × 1,200,000kwh	（オ）
メンテナンス	90百万IDR	3年程度で定期交換	（カ）

E=C-D: 営業利益	2,418百万IDR	
<投資>		
F: 投資総額	9,375百万IDR	(キ、ク)
G=F/E: 投資回収期間	4.0年	

(SE400の場合)

1	金額	計算前提	下記参照
<損益>			
A: 売上高	10,080百万IDR		
EFBペレット単価	700IDR/kg	PKSと同等と仮定	(ア)
生産・販売量	14,400t/年	SE400を想定	(イ)
B: 売上原価	1,200百万IDR		
投入EFB(機会費用)	800百万IDR	50IDR/kg × 16,000t	(ウ)
バインダー	400百万IDR	キャッサバパルプを5%相当投入	(エ)
C=A-B: 売上利益	8,880百万IDR		
D: 販管費	3,762百万IDR		
人件費	192百万IDR	4百万/人月 × 4名 × 12ヶ月	
電力費	3,480百万IDR	1,450IDR/kwh × 2,400,000kwh	(オ)
メンテナンス	90百万IDR	3年程度で定期交換	(カ)
E=C-D: 営業利益	5,118百万IDR		
<投資>			
F: 投資総額	13,125百万IDR		(キ、ク)
G=F/E: 投資回収期間	2.7年		

(出所: JICA調査団作成)

(ア) 販売価格

パーム油製造の過程で排出されるPKSは現状、バイオマス燃料として利用されている。仮にEFBペレットがPKSと同等の燃料として見なされれば、価格も同様の水準が見込まれると考えられる(但し、PKSと同じ価値を持つかは追加の検討を要する。下記「(3) 燃料ユーザー調査による課題と対応」を参照)。

現地の複数のパーム油搾油工場・燃料ユーザーへのヒアリングによると、PKSの取引価格は工場渡りで約500～800IDR/kg前後の振れ幅があるため(表60参照のこと)回答価格として最も多かった700IDR/kgとして設定する。また、昨今のインドネシア国外におけるバイオマス燃料需要の高まりを受け、今後値上がりする可能性もある。

(イ) 生産・販売量

上記のシミュレーション及び後述する事業計画においては、1時間に1.3t強のEFBを処理可能なSE200を計算の前提としている。ペレット化する過程で10%程度の水分が落ちるため、出来上がりのペレット重量としては1.2t程度となる。PTPNⅡやPT Hijouへのヒアリングによれば、おおよそ1日20時間、月25日稼働を前提としていることから、これを基準として1.2t×20時間×25日×12ヶ月として計算している。

(ウ) 投入EFB

現地のパーム油搾油工場及び燃料ユーザーへのヒアリングによれば、直接ボイラーに投入する等の方法により燃料として利用しているEFBは無償提供～100IDR/kg程度で取引されていることから当計算では50IDR/kgとした。また投入量に関しては上記のとおり水分量の減少から90%程度の歩留を前提としている。

(エ) バインダー

現状の実験結果ではEFBのみでペレット化することは出来ず、粘性のある材料(キャッサバパルプ)を一部投入することが必要となる。キャッサバパルプの調達先はタピオカ工場である。キャッサバパルプは特段利用価値のあるものではないため購入の必要はないと想定されるが、物流コスト相当は調達費用として参入しておく必要がある。上記では100IDR/kg・時間として5時間程度の輸送・物流コストがかかったものとして計算した。

(オ) 電力費

SE400は400kwhを前提として年間の電力使用量を計算した。

(カ) メンテナンス

スクリー部品等の摩耗のため定期的な点検と交換が必要となる。メンテ対象となる部品の原価(225万円相当)を3年周期で交換するとして、また点検にかかる人件費等を加味して概算金額を算出した。

(キ) SE及び破碎機

本調査時における固化実験の結果、パーム油搾油工場に備えられているEmpty bunch Press処理だけではペレット化の前処理工程として十分に破碎できていない事が判明した。したがって当計算では破碎機の導入を前提としている。

(ク) その他の設備投資

SE及び破碎機その他、SEを使用するための電力に余裕が無い場合には受電設備(キュービクル)の増設、またEFBペレット製造システムを構築するためには破碎機やベルトコンベア等が必要となるが、これらは既存のパーム油搾油工場の設備能力に問題が無いことを前提として上記の計算では見込んでいない。

投資回収の目線は企業によって異なるものの4年前後であれば、検討の遡上には上がるものと考えられる。現地パーム油搾油工場へのヒアリングにおいても、こうした設備投資に期待する回収期間は3～4年との回答であった。ただし、設備の耐用年数に不安が残ると投資判断に躊躇すると考えられるため、SEの耐久性については実績を示しながら説明・アピールしていく必要がある。

(3) 燃料ユーザー調査による課題と対応

SEを用いてEFBペレットを製造・販売するにあたり、パーム油搾油工場が最も関心を持ち、重要となる論点がEFBペレットの販売可能性及び販売価格である。一方、各燃料ユーザーの関心はEFBペレットの成分、価格、形状が論点となる（3-2-1「現地で確認されたニーズ」において各燃料ユーザーのニーズを参照のこと）。

ア 成分について

熱量は試験の結果kgあたり4550-4960kcalと、現在バイオマス燃料として利用されているPKSの4500kcalと同等以上が得られることが確認されている。含水率に関しては21.6%と、セメント工場等一部の需要家の基準に比して高い結果となっているが、多くの需要家にとっては受入の大きな障害とはならない。ただし、含水率が高いことから燃焼効率が低いとみなされ、ペレットの販売価格をPKSと同等にはならない可能性が高い。

EFBペレットをインドネシア国内で広く普及するにあたり、弊害となる可能性が高いのは、塩素及びカリウムの含有量である。元来のEFBの成分に由来し、SEにより製造したEFBペレットにも0.19%の塩素、0.4%のカリウムが含まれていることが確認されている。これらの成分は、一部のボイラーの燃焼時にボイラー管に付着し腐食、燃焼効率が落ちることが知られており、燃料としての利用を妨げる要因となっている。ただし、全てのボイラーで問題となる訳ではなく、ヒアリングした製糖工場やパーム油搾油工場(自工場内利用)等では、特にこれらの成分に関する懸念は示されなかった。ボイラー内の燃焼温度、ボイラー管に供給する水量やボイラー管に利用されている素材等により問題発生の有無が異なると言われており、塩素・カリウム等を問題としないボイラーを有する需要家も一定数見込まれると想定される。また、韓国向けにバイオマス燃料を輸出している商社の取引の基準値は塩素0.05%、カリウム0.4%とカリウムについては許容範囲が広がっている等、海外においても国・需要家の産業によって受入基準は異なってくると考えられる。

イ EFBペレットの販売価格について

販売価格面においてPKSに比較し得るかどうかは追加の検討を要する。現状、PKSが工場渡し500～800IDR/kg前後で取引されているのに対し、製糖工場などで利用されているEFBの取引価格は無料～100IDR/kg程度に留まっている。これは、高含水率のEFBゆえに燃焼効率が低い点と、上記の塩素・カリウムに関する懸念などからPKSに匹敵する認知を得られず、取引対象として十分な価格が付けられていないと想定している。したがって、EFBペレットの販売価格をPKSと同等程度に上げて採算を確保するための工夫が必要である。今後は塩素及びカリウムが問題とならないボイラーの条件やそれを備えている産業・需要家の調査・検討、及びこれらの成分の含有率を下げたEFBペレットの製造方法の研究開発を併せて進めていく。

ウ 形状について

成分以外で論点としてはペレットの形状があげられる。現地需要家ヒアリングでは、SEにより製造されたEFBペレットよりも扱いやすい小径のペレットを求める声が多く聞かれた。しかし、SEの仕様では現状より小径にすることは難しいため、径ではなく厚みを薄くする方向で改良を加えていく。

エ 供給量について

当初、燃料ユーザーは一定量の燃料の安定供給を取引条件としていると想定していたが、供給量や頻度に関してのニーズはそれほど強くなく、散発でも製造した分を持ち込めば受入は可能との回答が多かった。

3-3 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性および活用可能性

3-3-1 調査・検証結果に基づいた開発課題に対する有効性ならびにODA案件化における活用可能性

1-3-1 エネルギー政策の項に示した通り、インドネシアのエネルギー政策の方向性は「化石燃料消費の抑制」と「新エネルギー/再生可能エネルギーの開発」を進めながら、同時に省エネルギーを達成するというものである。

EFBペレットのユーザー候補として調査した産業の内、製糖業、セメント業、パルプ製紙業は化石燃料の占める割合が多い状況である。これまで未利用であったEFBを再生可能エネルギーとして開発し、これらの産業に普及する事が出来れば、同時に化石燃料の消費量の抑制にも繋げる事が期待できる。さらに、これらの産業は2011年1月の大統領規則No. 6にて定められた温室効果ガス排出削減の対象とする主要産業であり、GHG排出削減目標が掲げられている。再生可能エネルギーと密接に関係するGHG排出削減は、EFBペレットに対するプラス α の付加価値として上記産業界にインパクトを与える可能性も十分ある。

しかし、EFBペレットが産業界で利活用されるには、燃料ユーザーの求める品質を追求し、かつ安定的な生産が可能であることを実証する事が極めて重要である。特に品質面においては、前項の「イ 燃料ユーザー調査」による課題と対応で記載した通り、成分（カリウムや塩素への対応、含水率の適正化）、形状、EFBペレットの価格帯などを更に検証する必要がある。また、EFBペレットの開発によって齎されるGHG排出削減効果を検証する事も、環境課題を抱えるインドネシア国内に普及させていくには不可欠な要素である。

EFBペレット製造事業を確証高い事業に成長させる意味でも、本調査で明らかになった未解決事項の解消・解決を目指し、EFBペレットの品質向上と安定供給、産業界におけるEFBペレットの実利用と効果検証、化石燃料の削減効果やGHG排出削減などを検証する意義は高く、ビジネス展開を見据えたODA事業としてSEの有効性を検証する必要があると考える。したがって、まずはインドネシアの国営農業公社と共同でEFBペレット製造事業のモデルケースを検証する事を提案する。表45に示した通り国営農業公社であるPTPNIIとPTPN VIIIのパーム油搾油工場はEFBの処理に課題を抱えていることが判明している。特にPTPN VIIIは紅茶製造工場も運営し、燃料ユーザーであることから、EFBペレットの効果検証を行う

には適切な組織である。次章では、上記の構想実現に向けたODA案件について記載する。

第4章 ODA案件化の具体的提案

4-1 ODA案件概要

本章で提案するODA案件は、パーム油搾油工場より排出されるEFBを、SEを活用して成形固化（EFBペレット化）し、このEFBペレットが低品位石炭と同等の熱量を保持、かつ安定供給可能な再生可能エネルギーであることを実証する。

この実証事例を基に、EFB ペレットの市場開拓ならびにEFBペレット流通モデルを構築する。パーム油産業からPKS、ファイバーに次ぐ新たなバイオマス燃料の供給事業を立案し、産業界で使用されている既存燃料の代替燃料として普及させることを目指す。この活動を通じて、SEを活用したパーム油産業における再生エネルギー開発を後押しし、新・国家エネルギー政策に掲げた再生可能エネルギーの供給拡大に貢献する。

4-1-1 具体的なODAスキームの名称

「ODAを活用した中小企業海外展開支援事業-普及・実証事業-」を想定している。

4-1-2 当該製品・技術を必要とする開発課題及び期待される成果

「1-2-2 再生可能エネルギーの開発状況」にて記載した通り、インドネシアにおけるバイオマス発電ポテンシャルは32,654MWと言われている。しかし、現時点の開発済みのオングリッド・オフグリッド合計発電量1,717.1MWで、上記ポテンシャルの5%程度に留まっている。さらに、パーム油産業はバイオマス発電ポテンシャル産業の中で最もポテンシャルが高く、全体の38%（12,654MW）を占めていると言われている。しかし、パーム油産業における開発済みのオングリッド・オフグリッド合計発電量（518MW）は、発電ポテンシャルの約4%程度に留まっている。

本事業は、バイオマス発電ポテンシャルが最も高いパーム油産業において、これまで未利用であったEFBをペレット化し、再生可能エネルギーの供給拡大に貢献するものである。このEFBペレットが石炭などの化石燃料の代替として有効であることを普及・推奨し、化石燃料の消費削減にも貢献する。

4-1-3 対象地域及び製品・技術の設置候補サイト

(1) 実施パートナーとなる対象国の関連公的機関（カウンターパート）

カウンターパートは、国営農業公社PT Perkebunan Nusantara VIII（以下、PTPN VIII）を想定している。PTPNはインドネシア全土に14拠点を有する国営農業公社であり、PTPN VIIIは西ジャワ州の州都バンドンに本社を有する。

PTPNVIIIのアブラヤシ農園面積、CPO生産量はPTPNの中では最小であるが、EFBペレットユーザー候補として想定しているセメント製造業、紙・パルプ製造業、精糖業は西ジャワ州に多いことから、本事業モデルを検証するには適切な立地にあると考えている。

表 47 PTPNの一覧（農園面積、パーム搾油工場所在地、工場数他）

PTPN一覧	総計農園 面積 (Ha)	アブラヤシ農 園面積 (Ha)	パーム油搾油工場所在地	CP0生産量 (トン)	工場数
PTPN I	80,343	46,377	アチェ州	95,619	3
PTPN II	119,869	61,577	北スマトラ州、パプア州	236,000	4
PTPN III	n. a	n. a	n. a.	n. a	n. a.
PTPN IV	153,872	119,585	北スマトラ州	365,081	16
PTPN V	90,493	57,979	リアウ州	439,445	12
PTPN VI	45,870	19,090	ジャンビ州	124,888	3
PTPN VII	76,740	31,874	ランブン州、南スマトラ 州、ブンクル州	163,762	7
PTPN VIII	118,510	5,057	西ジャワ州、バンテン州	25,000	2
PTPN IX	39,137	0	—	0	0
PTPN X I	68,730	0	—	0	0
PTPN X II	69,516	0	—	0	0
PTPN X II	83,090	0	—	0	0
PTPN X III	124,430	43,988	西カリマンタン州	213,774	7
PTPN X IV	55,425	16,228	スラウェシ島マルク州、 ヌサトゥンガラ州	27,500	1

（出所：各社ウェブサイト、PT Kharisma Pemasaran Bersama Nusantaraのウェブサイト
を基にJICA調査団作成）

(2) PTPN VIIIの概要

	
PTPN VIII ボゴール農園事務所	PTPN VIII ボゴール農園事務所
	
PTPN VIII ボゴール工場鳥瞰	

ア. 主な事業：紅茶、ゴム、パーム、コーヒーなど

イ. 保有農園および工場： 43 の農園を運営し、この内10 農園はアブラヤシ農園である。パーム油搾油工場はボゴール県とバンテン州にある。紅茶の生産量はPTPNの中で最大を誇る。

ウ. PTPN VIIIの事業概要（農園面積、工場数など）

	お茶	ゴム	アブラヤシ
農園面積	20,616ha	22,959ha	19,849ha
生産拠点	23拠点	12拠点	9拠点
工場数	26工場	16工場	2工場
生産量			下記パーム油生産量
2012年	33,129トン	20,579トン	63,056トン
2013年	36,803トン	20,469トン	62,002トン
2014年	35,371トン	17,777トン	67,702トン

（出所：PTPN VIIIによる提供資料を基にJICA調査団作成）

エ. 従業員：36,522 人

オ. 財務概要：

単位：10億IDR(Billion Rupiah)

	2012年	2013年	2014年
流動資産	769	688	551
肯定資産	2,289	2,761	3,040
資産合計	3,059	3,449	3,591
負債	1,896	2,191	2,352
純資産	1,163	1,259	1,240
売上高	1,832	1,815	1,784
純利益	118	119	7

（出所：PTPN VIIIによる提供資料を基にJICA調査団作成）

カ. PTPN VIIIの組織図：

本事業におけるPTPN VIII本部の所管部署は、Operation部門とAsset Management部門となる（次図の赤太点線枠参照）。Asset Management部門は投資行為や契約事項を担い、Operation部門はEFBペレットの製造・運営を担う。

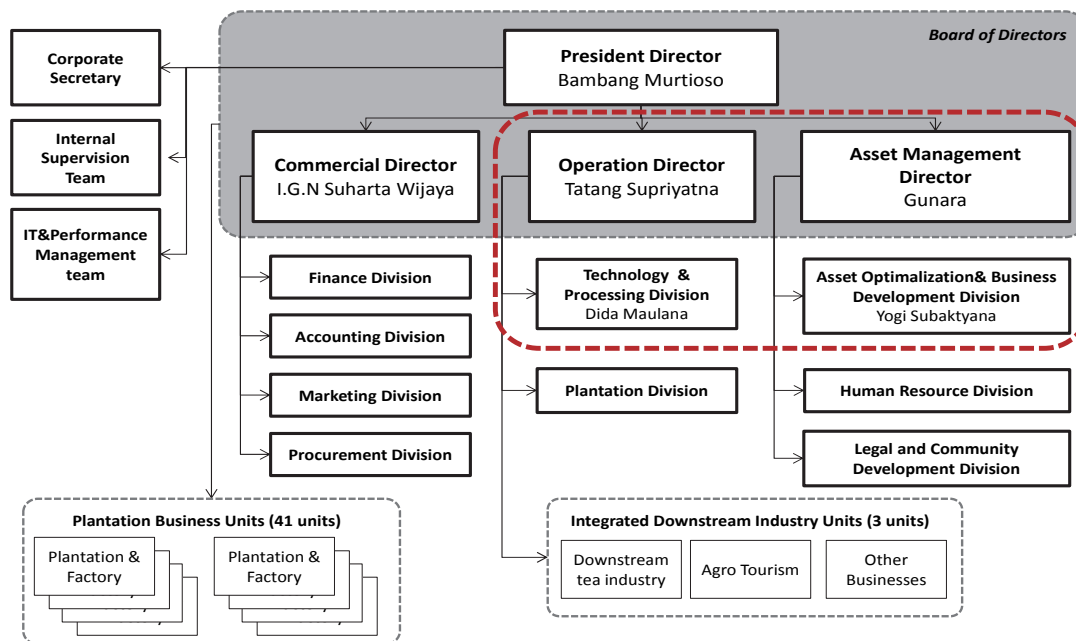


図 19 PTPN VIIIの組織図

(出所：PTPN VIIIによる提供資料を基にJICA調査団作成)

(3) 候補サイト：PTPN VIIIの西ジャワ州 ボゴール工場

西ジャワ州ボゴール県とバンテン州にあるパーム油搾油工場の内、本事業はボゴール工場（正式名称はCikasungka Factoryと言われている）にて実施する予定である。

ア. ボゴール工場の概要

- 工場面積：4ha
- 工場の処理量：最大FFB30トン/時間
- ボゴール工場の組織図

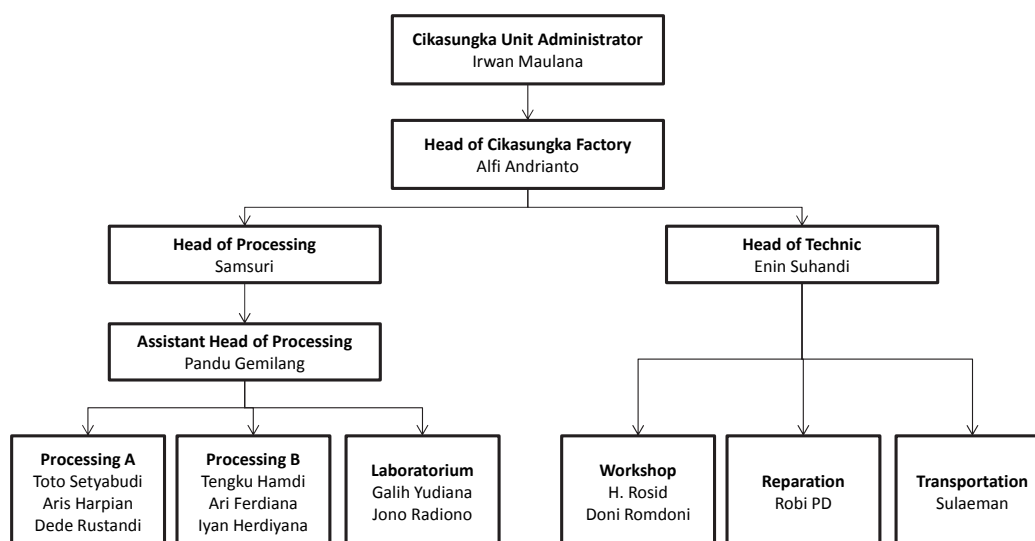


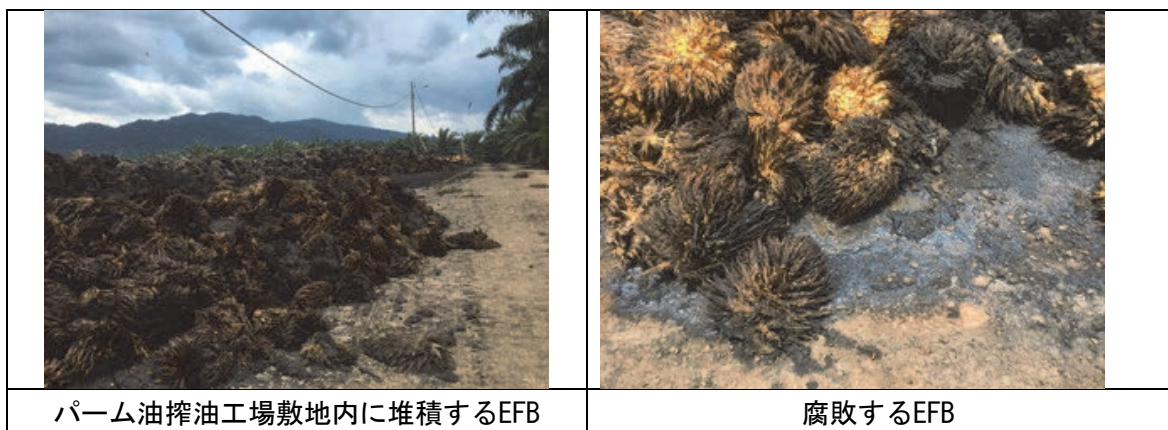
図 20 ボゴール工場の組織図

(出所：PTPN VIIIによる提供資料を基にJICA調査団作成)

ボゴールのアブラヤシ農園とパーム油搾油工場は併せてCikasungka Unitと称され、Irwan氏が総責任者である。パーム油搾油工場の運営はALFI工場長を頂点として「生産」と「技術」の2ユニットで構成されている。本事業が実施される場合、EFBペレットの製造に関する責任は「生産」ユニット、SEや付帯機材の保守、維持管理に関する責任は「技術」ユニットとなる。

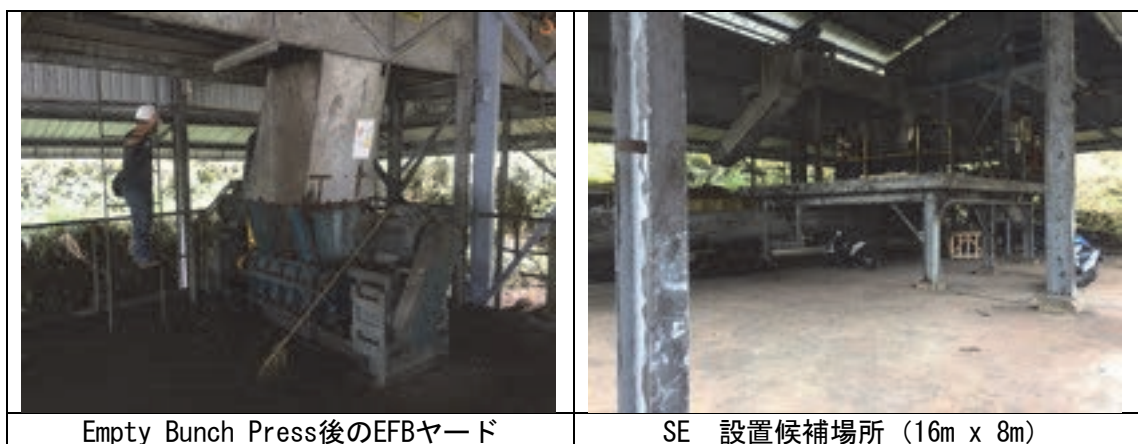
イ. ボゴール工場におけるEFBの状況

ボゴール工場は1日20時間稼働しており、FFB処理量は最大で日量600トン（30トン／時間x20時間／日）である。EFBはFFBから約20～23%程度排出されるため、EFBは日量120～138トン、年間約36,000トン排出される計算となる。このEFBの内、55%はアブラヤシ農園へ投棄もしくは細断して堆肥化に取り組んでいるが、残りの45%は堆肥化もできず、工場敷地内に長期堆積せざるを得ない状況である。なお、EFBを農園に投棄するために、年間400～500万円ほど運送費を支出している。



ウ. ボゴール工場内のSE導入候補エリア

- エリア：Empty Bunch Pressで処理されたEFBの保管ヤード
- 空き面積：16m x 8m
- 既存の電力供給網を使用可能。屋根、壁もあるため雨、盗難も防ぎやすい。

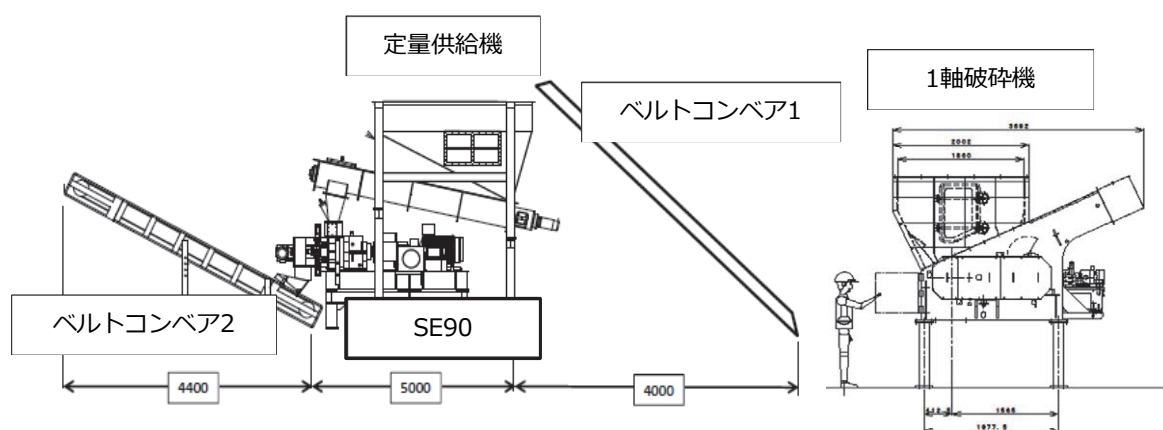


（出所：現場視察を基にJICA調査団提供）

エ. 機材とインフラ整備

EFBペレットを製造する際に必要な機材ならびにインフラ設備を以下に記す。SE以外にも複数機材を構成しているため、この仕組みを「EFBペレット製造システム」と称す。

EFBペレット製造システムは、①Empty Bunch Pressや二軸破碎機などで破碎したEFBを一軸破碎機にて細断する。②細断済みEFBをベルトコンベア1で運び、定量供給機を介してSEに投入する。③SEにてEFBペレットを製造する工程となる。なお、本システムの動力には電力が必要である（生産規模や導入機材規模によって使用電力量は異なる）。



（出所：JICA調査団作成）

図 21 EFBペレット製造システムの機材組み合わせ図

表 48 EFBペレット製造システムに必要な機材等

必要設備	必要スペック	台数
SE90 (減容圧縮成形機)	* 90kw * 固化能力(トン/時間)~1.0(ただし、EFBの処理は0.6トン。ペレット生産量は0.5トンとする)	1台
定量供給装置	3kw	1台
1軸破碎機	* 20kw * 破碎能力(トン/時間)~0.5 * 回転刃口40mm標準刃46枚	1台
ベルトコンベア1	1kw 5500mm	1台
ベルトコンベア2	1kw 5500mm	1台
EFBペレット貯蔵庫	濡れると拙くなるため屋根付き保管場所が必要	—
フォークリフト(2トン)	EFBペレットを保管場所へ移動する	1台

（出所：JICA調査団作成）

また、EFBペレット製造システムの設置にあたり必要な準備項目を次表に記載する。

表 49 EFBペレット製造システムの設置準備

必要設備	必要スペック	台数
クレーン(10トン) (レッカー車両)	SE90は6トン、1軸破砕機は7トン程度。各々分割して搬入する。 *PTPNⅧが保有するクレーンを使用する予定	1台
土間	12m x 8m程度のコンクリート土間を想定。 製造システムは全重量10 t 程度である。コンクリート土間でない場合は、鉄板敷にして設置も可能である。	

(出所：JICA調査団作成)

4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果

4-2-1 提案するODA案件の目標、投入

表 50 提案するODA案件の概要

項目	概要
案件名称	アブラヤシ殻のバイオマス燃料製造・販売普及・実証事業
事業目標	1) PTPNⅧのボゴール工場より排出される未利用のEFBを、SEを通じてペレット化し、このEFBペレットをバイオマス燃料ユーザーに販売する事により、バイオマス燃料として有効活用できる事を実証する。 2) PTPNⅧによるEFBペレット製造事業の収支モデルを構築する。この収支モデルを基に、パーム油産業にSEの導入メリットとEFBペレット製造事業の実施に必要な取り組み等を提示する。 3) これらの実証を基にEFB ペレットの市場開拓ならびに持続可能なバリューチェーン像を構築し、パーム油産業界における新たなバイオマス燃料の供給事業として普及推進する。
開発効果	1) パーム油産業による新たな再生可能エネルギーの供給方法を構築し、再生エネルギー供給割合の増加に貢献する。 2) 排出されたEFBの長期滞積状態を解消し、腐敗臭などの環境課題の解決に資する。
協力額概算	99,391千円(税込み)
カウンターパート	PT Perkebunan Nusantara Ⅷ
対象サイト	PTPNⅧのボゴール工場を想定
事業概要	活動1：SE90の導入 1-1) SE90を日本から輸出し、PTPN Ⅷのボゴール工場内に設置する。 1-2) PTPN Ⅷの技術者に対し、SEならびに付帯機材の通常操作、定期メンテナンス、保管方法などの技術移転を行う。 活動2：EFBペレット製造にかかる技術に移転する。 2-1) PTPN Ⅷの技術者によるEFBペレット製造を行う。適切な配合、品質管理方法などEFBペレットの品質維持に必要な知識、技術に移転する。 2-2) EFBペレットの需要に対する安定供給計画を策定する。またPTPN Ⅷの技術者に計画策定方法を指導する。 2-3) SEのメンテナンスにかかるパートナーを開拓する。 活動3：EFBペレット製造・販売パイロット事業の収支計画を策定する。 3-1) 導入したSEの生産量ならびに販売単価、製造コストなどを策定し、導入時における収支計画を策定する。 3-2) パイロット事業の計画と実績を検証し、PTPN Ⅷによる収支計画の見直しを行う。

	<p>活動4: EFBペレットの流通・パイロット販売を行う</p> <p>4-1) パイロット事業で生産されたEFBペレットの受入協力に合意する燃料ユーザーを特定する。</p> <p>4-2) EFBペレットの流通計画を策定する。運搬方法、運搬回数、運搬先を策定する。</p> <p>活動5: パイロット事業の実施により齎された未利用EFBの削減効果を検証する。</p> <p>5-1) 導入したSEにより未利用EFBの年間処理量、ならびにEFBペレット生産量を算定する。</p> <p>5-2) 生産量と販売量のギャップを検証し、ギャップの生じる課題と、その対策を検討する。</p> <p>活動6: パイロット事業の実証事項ならび効果検証結果を周知するワークショップを開催する。</p> <p>6-1) パーム油産業（パーム農園、パーム油搾油企業、パーム油産業の関連設備販売代理店など）を対象としたワークショップ。</p> <p>6-2) 政府関係機関を対象としたワークショップ。</p>
--	---

（出所：JICA調査団作成）

4-2-2 製品・技術の位置づけ（我が国による投入・先方政府による投入）

PTPN VIIIは、PTPNの中でも最大の紅茶生産量を誇る。紅茶の製造工程では熱交換器を使用して茶葉の乾燥するため、熱交換機用に燃料を使用している。現在は燃料を外部調達していたが、EFBペレットが実用化されれば、PTPNVIIIの事業内で燃料調達が可能になる。実現されれば、紅茶製造工場においては燃料調達コストの削減、パーム油搾油工場においては工場敷地内に滞留するEFBの削減、EFBの腐敗防止のみならず工場敷地を有効活用できると同時にEFBをパーム農園に投棄する運搬コストも削減できるため、環境面にも経済面にも大きな効果が期待できると考えている。

ただし、茶葉の乾燥工程で使用している燃料はゴムの木であった。JICA調査団の構想として、バイオマス燃料の開発と化石燃料の削減を目指した事業モデルを遂行したい旨をPTPNVIIIに説明したところ、

- EFBペレットの実用化を実証する必要がある。石炭の代替でなくとも、まずは実用化されていなければインドネシアでは受け入れられない。その実証のためにも、紅茶の乾燥工程で十分使用できることを証明できれば、他の燃料ユーザーも興味を持ち始めるはずである。
- PTPNVIIIも紅茶の乾燥のみならずEFBペレットが他の燃料ユーザーに販売できるか関心がある。PTPNVIIIにとっても新たな事業形成を検証する機会となる。

との見解を得た。したがって、普及実証事業ではEFBペレットの品質検証、生産量安定化の検討ならびにEFBペレットの販売先確保にPTPN VIIIと共同で取り組むこととし、普及実証事業のカウンターパートとなる事に同意を得た。

表 51 我が国による投入とカウンターパートによる投入想定リスト

投入	日本側	PTPN Ⅷ
	<p>調査団員数：12名 団員構成： （提案企業）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 会社統括者 2) 業務主任者 3) 副主任者 4) 市場調査、事業推進 5) 技術担当、機器装置 6) 機械操作、製造 1 7) 機械操作、製造 2 8) 機械操作、製造 3 9) 業務調整 10) 業務調整 <p>（外部人材）</p> <ol style="list-style-type: none"> 11) チーフアドバイザー 12) 流通・販売計画／事業計画策定 13) バイオマス燃料需要調査／EFB ペレット市場調査 14) 開発効果検証／ワークショップ 	<p>✧ パイロット事業の共同実施 にかかる意思決定者</p> <p>✧ SEおよび付帯機材の操作・ 管理責任者（整備工場の工 場長を予定）</p> <p>✧ SE操作員</p> <p>✧ ペレット製造モニタリング 担当</p> <p>✧ ペレット販売責任者</p>
	<p>✧ SE90(減容圧縮成形機) <付帯機材></p> <p>✧ 定量供給装置</p> <p>✧ 1軸破碎機</p> <p>✧ ベルトコンベア1</p> <p>✧ ベルトコンベア2</p> <p>✧ EFBペレット貯蔵庫</p>	<p>✧ 日本人調査団の執務室</p> <p>✧ SEの設置場所</p> <p>✧ 電力費</p> <p>✧ フォークリフト</p> <p>✧ クレーン</p> <p>✧ システム設置用土間の整備</p>

（出所：JICA調査団作成）

4-2-3 実施体制及びスケジュール（図、バーチャートで記載）

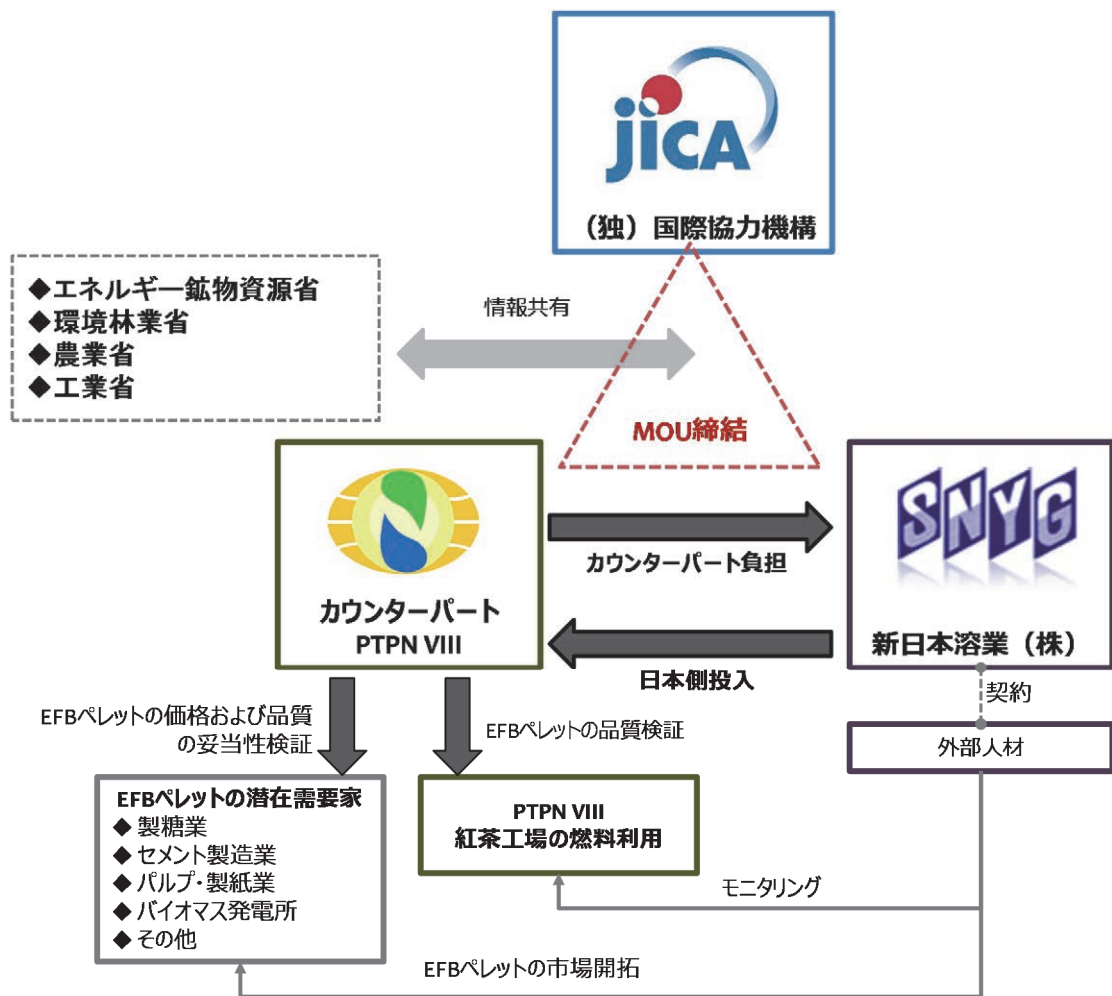


図 22 事業実施体制

（出所：JICA調査団作成）

主要な作業		2017年												2018年								2019年			
		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
活動		▼契約締結																							
1	-1 SEを日本から輸出し、PTPN Ⅷのボゴール工場内に設置する。	機材導入にかかる事前協議							機材受入れ	機材設置	試験運転														
	-2 PTPN Ⅷ技術者に対し、設置したSEならびに付帯機材の通常操作、定期メンテナンス、保管方法などの技術移転を行う。									機材の操作指導															
2	-1 PTPN Ⅷの技術者によるEFBベレット製造を行う。適切な配合、品質管理方法などEFBベレットの品質維持に必要な知識、技術を移転する。											ベレット製造技術移転（配合決定、安定化）													
	-2 EFBベレットの需要に対する安定供給計画を策定する。またPTPNⅡ技術者に計画策定方法を指導する。											安定供給計画の策定													
	-3 SEのメンテナンスにかかるパートナーを開拓する。																パートナー開拓・指導								
3	-1 導入したSEの生産量ならびに販売単価、製造コストなどを策定し、導入時における収支計画を策定する。			ラマダン									収支計画		ラマダン										
	-2 計画と実績を検証し、PTPN Ⅷによる収支計画の見直しを行う。																			見直し					
4	-1 生産されるEFBベレットの受入協力に合意するエンドユーザーを特定する。												EFBベレットユーザー候補の発掘	販売先確保											
	-2 EFBベレットの流通計画を策定する													流通計画策定											
	-3 EFBベレットの製造・利用状況のモニタリング															モニタリング期間									
5	-1 導入したSEにより未利用EFBの年間処理量、ならびにEFBベレット生産量を算定する。																	算定		算定					
	-2 生産量と販売量のギャップを検証し、ギャップの生じる課題と、その対策を検討する。																	検証		検証					
6	-1 バーム油産業（バーム農園、バーム油搾油企業、バーム油産業の関連設備販売代理店など）を対象としたワークショップ																				ワークショップ開催				
	-2 政府関係機関を対象としたワークショップ																								
(2) 国内調査（文献調査含む）																									
1	-1 SEを日本から輸出し、PTPN Ⅷのボゴール工場内に設置する。		提案製品の設計・製造、付帯機器の調達、設置計画など						機材輸送																
	-2 PTPN Ⅷの技術者に対し、設置したSEならびに付帯機材の通常操作、定期メンテナンス、保管方法などの技術移転を行う。			技術移転計画の策定、実施方法検討、マニュアル作成・翻訳等																					
2	-1 PTPN Ⅷの技術者によるEFBベレット製造を行う。適切な配合、品質管理方法などEFBベレットの品質維持に必要な知識、技術を移転する。																								
	-2 EFBベレットの需要に対する安定供給計画を策定する。またPTPN Ⅷの技術者に計画策定方法を指導する。										正月		案の作成									正月			
3	-1 導入したSEの生産量ならびに販売単価、製造コストなどを策定し、導入時における収支計画を策定する。												案の作成												
	-2 計画と実績を検証し、PTPN Ⅷによる収支計画の見直しを行う。																	案の作成							
4	-1 生産されるEFBベレットの受入協力に合意するエンドユーザーを特定する。									候補先リスト、交渉準備															
	-2 EFBベレットの流通計画を策定する											案の作成													
	-3 EFBベレットの製造・利用状況のモニタリング																	結果整理		結果整理					
5	-1 導入したSEにより未利用EFBの年間処理量、ならびにEFBベレット生産量を算定する。																	結果整理		結果整理					
	-2 生産量と販売量のギャップを検証し、ギャップの生じる課題と、その対策を検討する。																	分析		分析					
6	-1 バーム油産業（バーム農園、バーム油搾油企業、バーム油産業の関連設備販売代理店など）を対象としたワークショップ																		ワークショップ準備						
	-2 政府関係機関を対象としたワークショップ																		ワークショップ準備						
(3) 報告書作成									▲P/R1				▲P/R2					▲P/R3				DF/R▲		F/R▲	

現地作業

国内作業

図 23 普及実証事業の実施スケジュール案

4-2-4 協力額概算

表 52 協力額概算

I.	人件費（外部人材の活用費としてのみ計上）	26,216	千円
	1. 直接人件費	8,512	千円
	2. その他原価	10,214	千円
	3. 一般管理費等	7,490	千円
II.	直接経費	59,872	千円
	1. 機材製造・購入・輸送費	41,867	千円
	1) 機材製造・購入費等	35,402	千円
	2) 輸送費・保険料・通関手数料	3,500	千円
	3) 関税・付加価値税（VAT）等	2,965	千円
	2. 旅費	11,130	千円
	航空賃	5,913	千円
	日当・宿泊料、内国旅費等	5,217	千円
	3. 現地活動費	5,972	千円
	車両関係費	1,520	千円
	現地傭人費	4,452	千円
	現地交通費	0	千円
	現地再委託費	0	千円
	4. 本邦受入活動費	903	千円
III.	管理費	5,941	千円
IV.	小計	92,029	千円
V.	消費税	7,362	千円
VI.	合 計	99,391	千円

（出所：JICA調査団作成）

4-2-5 具体的な開発効果

（1）新たな再生可能エネルギーの生産と搾油工場内に堆積するEFBの減容化

「1-3-1 エネルギー政策（National Energy Policy）」にて記載した通り、インドネシアのエネルギー政策の方法性は「化石燃料消費の抑制」と「新エネルギー/再生可能エネルギーの開発」を進めていくことにある。

導入するSE90は1時間あたり0.5トンのEFBペレットが生産可能である。仮に1日20時間（搾油工場の稼働時間と同じ）、毎月25日稼働すると、年間約3,000トン（0.5トン/時間x20時間x25日x12か月）のEFBペレットを生産することになる。また左記の生産量を確保するには、3,600トン/年（0.6トン/時間x20時間x25日x12か月）のEFBを処理する事になる。これはボゴール工場では堆肥化できず、工場敷地内で蓄積するEFB16,200トン/年の22%相当である。

(2) 化石燃料の代替として使用される

製造したEFBペレットが石炭などの代替燃料として全て使用された場合、石炭の使用削減ならびにバイオマス燃料の消費増をもたらす事となる。石炭の発熱量は約6,000 kcal/kg、EFBペレットの発熱量は約4,000kcal/kgである。本事業で生産されたEFBペレット3,000トン/年が全て石炭の代替燃料として消費された場合、石炭使用量約2,000トン分を削減する事になる。

4-2-6 本提案事業後のビジネス展開

まず、EFBペレットはインドネシア国内では流通されていない現状にある。EFBペレットが産業界で利活用されるには、燃料ユーザーの求める品質を追求し、かつ安定的な生産が可能であることを実証する必要がある。品質面においては、上記3-3-2の項で記載した「燃料ユーザー調査による課題と対応」の通り、成分（カリウムや塩素への対応、含水率の適正化）、形状、EFBペレットの価格帯などを更に検証し、EFBペレットの消費市場を組成することが重要である。

他方、EFBペレットが需要家に受け入れられたとしても、SEを含むEFBペレット製造システムがパーム油搾油工場に導入・事業化されなければ、再生可能エネルギーの開発拡大に資する貢献もビジネス展開も限定的になると想定している。パーム油搾油工場にとってSE購入のハードルを下げるためには、EFBペレットの販売収益の確保と同時に、投資回収見込期間を短縮しSE等の設備投資金額の低減も必要である。ペレット原価にかかるコスト面では、EFBのみで固化を実現する事により、バインダーにかかる原価の削減が方向性として考えられる。また設備投資の面では、初期投資で約1億円弱という投資金額は、投資回収期間が見込めていても実行する企業側にとっては非常にハードルが高いものである。EFBの処理量2〜3トン/時間の製品に対する価格帯の検証にはじまり、同等価格で大量処理が可能な製品、SEの製造コストの低減に向けた取組や多くのパーム油搾油工場で備置されているEmpty Bunch Pressのみの前処理でペレット製造可能な方法など、さらなる研究・開発を進め、SEのユーザー候補であるパーム油搾油工場側に向けて必要投資金額の抑制に努めていく事が重要であると考えている。

4-3 他ODA案件との連携可能性

現時点では、EFBをペレット化する観点においては他ODA案件との連携可能性は見受けられない。バイオマス燃料の観点においては、本調査と同様に案件化調査として「未利用廃棄地中熱源（再生エネルギー）の有効活用による村落電化のための案件化調査」や「未利用廃棄地中熱源（再生エネルギー）の有効活用による村落電化のための案件化調査」が展開されており、これらの調査が普及・実証事業などを実施していれば情報交換を行うとともに、本事業で開発したEFBペレットを活用した村落電化に発展する可能性を模索する。

なお、NEDOによる地球温暖化対策技術普及等推進事業では、「インドネシア国営パームオイル工場廃棄物バイオマスボイラー発電プロジェクトの案件発掘調査」を行っている。これはEFBを直接燃料として投入可能なボイラーの実用可能性を検証した調査である。本調査以降の展開も併せて注視していく。

4-4 ODA案件形成における課題と対応策

4-4-1 新たに顕在化した課題と対応方法等

本調査を通じて把握した新たな課題を以下に記す。

表 53 新たに顕在化した課題と対応方法

	新たに顕在化した課題	対応方法
1)	＜キャッサバパルプの調達＞ 3-1-1の固化検証活動の結果、EFBペレットはEFBのみではペレット化する事が出来なかった。ただし、キャッサバパルプを混入する事でパルプ化は成功している。	キャッサバパルプを混入してEFBペレットを生産する。 またEFBのみで成形固化できるよう研究を重ねる。
2)	＜EFBペレットの含水率＞ 本製品の強みは、含水率が高い原料でもペレット化できる点にある。他方、需要家によっては含水率10%以下を定めている事もあるため、ペレットを乾燥させる必要がある。	パーム油搾油工場に整備されているボイラーの排熱を利用した簡易型の乾燥炉の整備を検討する。
3)	＜電力供給量＞ SE90を中心としたEFBペレット製造システムを導入した場合、必要電力量は概ね200KVA（おおよそ160Kw/h）必要である。	PTPNⅧボゴール工場はボイラーで自家発電をしており100kw/h程度は余剰電力がある見通しである。さらに予備電力としてPT PLNの電力網も整備しており、電力が不足する場合は新たに購入する用意がある。この電力費をEFBペレットの収益により補う事を検討する。

（出所：JICA調査団作成）

4-5 環境社会配慮にかかる対応

(1) 環境影響評価に関する法令

インドネシアの環境影響評価は、環境保護と管理に関する法律 (EPMA No. 32/2009) によって規定されており、戦略的環境アセスメント、事業環境アセスメント、モニタリングと環境監査まで、事業計画の初期段階から事業閉鎖後の段階までをカバーする包括的なものである。

対象事業は、①AMDAL（EIA の審査手続きが必要）、②UKL-UPL（環境管理とモニタリング計画書の審査手続きが必要）、③SPPL（環境管理計画書の提出のみで審査手続き不要）かに区分される。環境省もしくは州・県・市の環境局は、環境省令（MoE Regulation No.5/2012）に示された事業種と規模要件に照らし、事業がAMDAL に該当するかを判定する。なお、AMDALに区分されなかったものは、州知事や県知事・市長が環境

保護と管理に関する法律（EPMA No. 32/2009）に基づく要件を参照し、UKL-UPL か SPP Lかを区分される。

環境省令（MoE Regulation No. 5/2012）に示された事業種リストによると「新エネルギー資源」（New and Renewable Energy）も含まれており、本事業も該当している。しかし、本事業で生産されるバイオマス燃料は最大で3,000トン/年程度であり、省令にて定められた規模の1/10でありことから、AMDALの対象とはならないと想定している。なお、PTPN VIIIに対するヒアリングでは「PTPN VIIIはバイオマス燃料であるPKSを生産しており、すでに当該セクターのAMDALを保有している。EFBペレット製造工程が加わる場合も、現在保有しているAMDALの修正で良い。」との見解を示した。

表 54 対象事業リスト

セクター名	事業の種類と規模
K. 4 新エネルギー資源	1. 地熱探査 a. 認可面積：200ha以上 b. 地上利用面積：50ha以上 c. 地熱蒸気開発/地熱発電開発：55MW以上 2. バイオ燃料精製：30,000トン/年

（出所：環境省令MoE Regulation No. 5/2012に基づきJICA調査団作成）

第5章 ビジネス展開の具体的計画

5-1 市場分析結果

5-1-1 市場規模

非公開箇所につき非公開とする。

5-1-2 売上げ規模

非公開箇所につき非公開とする。

5-1-3 競合相手の状況等

非公開箇所につき非公開とする。

5-1-4 想定する需要等

非公開箇所につき非公開とする。

5-2 想定する事業計画及び開発効果

5-2-1 具体的な海外ビジネス展開計画

非公開箇所につき非公開とする。

5-2-2 提案企業が事業展開した場合の開発効果

非公開箇所につき非公開とする。

5-3 事業展開におけるリスクと対応策

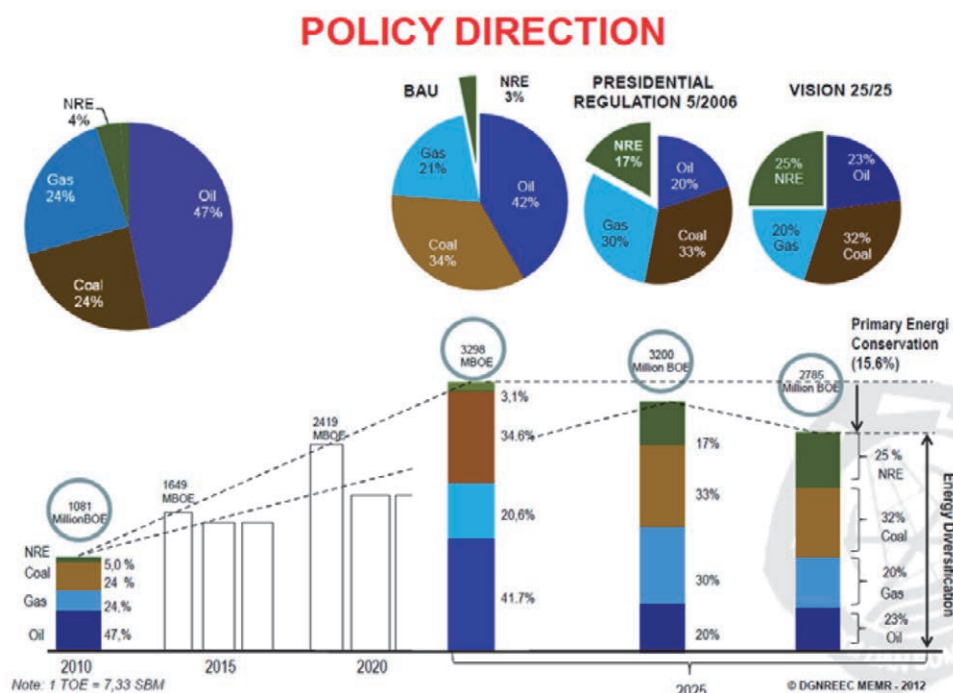
非公開箇所につき非公開とする。

Summary

Chapter 1. Development issue in the target country

Indonesia was able to suffice its domestic energy needs and was an energy exporting country, with abundance of oil, natural gas, coal, hydropower, etc. In 2003 it joined Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC). However, it was forced to leave the organization in 2008 due to decreasing oil production. On the other hand, Indonesia's oil consumption has been increasing rapidly. Due to this circumstance, the government issued National Energy Policy through Presidential Regulation No 5/2006, in which shift to renewable energy and energy diversification becomes a major policy in Indonesia. Furthermore, through the issuance of Energy Vision 25/25 in 2010, new and renewable energy proportion of total energy target was increased from 17% to 25% by 2025. In the later revision in 2014, the target was increased to 31% by 2025.

At the same time, energy vision 25/25 also targets the reduction of energy consumption growth, from 9.3% per year to 6.4% per year. In addition, the total energy consumption is also targeted to be reduced by 34%. While the country reduce the consumption of fossil fuel and increase new and renewable energy portion, it also at the same time focus on energy conservation effort to reduce total energy consumption and growth rates.



(Source : Ministry of Energy and Mineral Resources)

Summary Figure 1 2025 energy target according to Energy Vision 25/25

Summary Table 1 Energy policy target history

Energy Source	2006	2010	2014	2010 (current condition)
Oil	20%	23%	25%	47%
Natural gas	30%	20%	22%	24%
Coal	33%	32%	30%	25%
Renewable Energy	17%	25%	23%	5%
Policy	Presidential Regulation No 5/2006 regarding National Energy Policy	Vision 25/25	Presidential Regulation No 79/2014 regarding Energy Policy	Refer to Summary Figure 2

(Source : JICA study team creation based on various materials)

1-1) Energy supply and demand in Indonesia

Indonesia energy consumption has increased about 1.6 times between 2000 and 2013 (from 777,924 thousand BOE to 1,211,236 thousand BOE). LPG, coal, and other petroleum products had seen high consumption growth during the period. Oil and traditional biomass source are two main energy source usually mentioned. However, during the above period, coal consumption has increased 10 points, while oil and traditional biomass come after that.

Indonesia energy supply has also increased around 1.6 times between 2000 and 2013 (from 995,742 thousand BOE to 1,613,610 thousand BOE). Fossil fuel, including coal and natural gas, has increase by 1.7 times, while geothermal, hydropower, biomass energy, and other renewable energy has increased by 3.7 times. But the highest increase came from coal (4.4 times). Fossil fuel energy accounts for 74% of total energy supply, while renewable energy accounts for 8% of total supply. With the newest energy policy aiming that new and renewable energy accounts for 31%, there is a need to increase the ratio by 23% in 10 years.

1-2) Current condition of renewable energy development

According to Ministry of Energy and Mineral Resource Strategic Plan 2015-2019, in order to reduce the consumption of fossil fuel energy, the government prioritizes the development of renewable energy such as geothermal, biomass, hydro, solar, wind, and ocean wave energy. In particular, the government put emphasis on biomass energy development to replace gasoline, in the form of bio fuel and biomass power plant. It is targeted that by 2019 there are 2,872 MW of biomass power plant, both on and off grid.

1-3) Development target and current condition

According to Ministry of Energy and Mineral Resources statistics 2015, biomass energy potential in Indonesia is estimated to be 32,654 MW. However according to 2014 data, biomass power plant installed capacity was only 1,717 MW (On-grid: 90.5MW, Off-grid: 1,626 MW) in 2013, or only 5% of the estimated potential.

Points worth noting are that growth target and actual development of biomass power plant. The target in 2015 is 1,892 MW, or a huge increase of 154 MW from 2014 installed capacity of 1,740 MW. In comparison there were only 23 MW of new biomass power plant capacity installed between 2013 and 2014. There is a need to increase the installed capacity in 2014-2015 period by 7 folds compared to 2013-2014 period.

1-4) Biomass power plant potential

Among biomass energy source, palm oil industry offers the highest potential with 38% of total biomass energy potential (12,654 MW). However, the installed capacity of palm oil based power plant is only 518 MW, or only 4% of the potential.

Summary Table 2 Biomass Power Plant Potential by Source

Biomass	Sumatra	Kalimantan	Java Bali	Nusa Tenggara	Sulawesi	Maluku	Papua	Total	Rate
Palm Oil	8,812	3,384	60	0	323	0	75	12,654	38.8%
Sugarcane	399		854	0	42	0	0	1,295	4.0%
Rubber	1,918	862	0	0	0	0	0	2,780	8.5%
Coconut	53	10	37	7	38	19	14	178	0.5%
Rice Paddy	2,255	642	5,353	405	1,111	22	20	9,808	30.0%
Corn	408	30	954	85	251	4	1	1,733	5.3%
Cassava	110	7	120	18	12	2	1	270	0.8%
Wood	1,212	44	14	19	21	4	21	1,335	4.1%
Livestock	96	16	296	53	65	5	4	535	1.6%
Municipal Waste	326	66	1,527	48	74	11	14	2,066	6.3%
Total	15,589	5,061	9,215	635	1,937	67	150	32,654	100%

(Source : New, Renewable Energy, and Energy Conservation Division, Ministry of Energy and Mineral Resources statistics 2015)

1-5) Empty Fruit Bunch (EFB)

Indonesia is the largest palm oil producer in the world. EFB is discharged during the process crude palm oil production process in the factory. In the past, EFB was usually burned openly in the plantation area. However, this practice has been prohibited through air pollution regulation. Other difficulties with regards to EFB include high moisture content (60%) which make it is easy to decay and expensive transportation cost due to water content. Due to these difficulties, palm oil producer usually leave the EFB lying near the factory area. Only about 20%-30% of EFB is utilized as raw material for cushion, compost, etc, while the remaining 70%-80% is disposed near factory area. The disposed EFB will cause smell and produce methane gas as it decays. In order to prevent the decay problems come factories impose rule to prohibit piling up EFB. However, this method is not effective as it requires vast land area due to the large volume of EFB discharge every day.

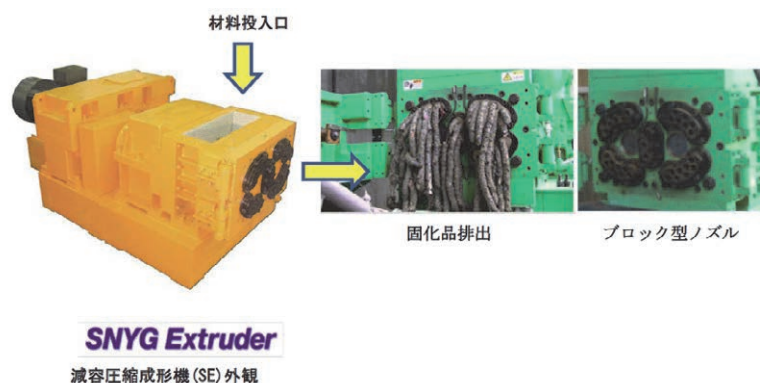
1-6) Discharged EFB volume

There is no official data of EFB volume in Indonesia, so EFB volume is estimated using CPO production volume. It is estimated that 34 million tons of EFB is produced every year in Indonesia. Assuming that 70% of the EFB unutilized, there is 24 million tons of EFB disposed without treatment.

This feasibility study explore the potential to turn EFB, the hidden biomass energy potential from palm oil industry, into biomass pellet fuel to increase renewable energy supply in Indonesia.

Chapter 2. Characteristics of the Proposed Technology

The proposed technology is SNYG Extruder (SE), developed by Shinyo Engineering. SE can compress and solidify the material put into, and turn it into solid fuel. The main specialty of the technology is the ability to solidify material with high moisture content. Typically, pelletizing machines require the material to be dried until the moisture level reach 10%-15% before putting into the machines. However, SE can solidify material even when the moisture level is as high as 45%. On this study, it is hoped that SE specialty to solidify high moisture material can be utilized to turn EFB to become EFB fuel pellet.



Summary Figure 3 SNYG Extruder

(Source : JICA Study Team)

Chapter 3. Results of Feasibility Study regarding utilization of the technology for ODA project

The team conducted survey to determine the feasibility and compatibility of the technology in the target country, through EFB solidifying experiment as well as site visit activities to Japan.

3-1) EFB Solidifying experiment

(1) Purpose of the experiment

SE has never been used for EFB before. Thus, the team conducted experiment in Center for Innovation, Indonesian Institute of Sciences (LIPI) Bogor in order to test whether SE can actually solidify EFB.

Main purpose:

- a) To test whether EFB (only) put into SE can solidify, including machine setting and required mixture.
- b) To test whether EFB mixed binder put into SE can solidify, including machine setting and required mixture.

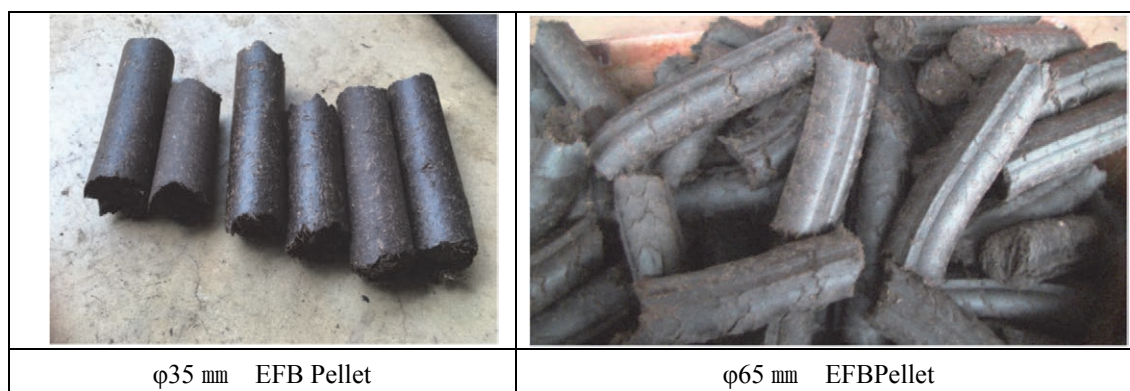
(2) Result

There were total 73 test during the experiment conducted in November 2015, February 2016, and June 2016. The experiments test various conditions for pelletizing, such as using only EFB as well as mixing EFB with cassava pulp as binder, using shredded EFB as well as non-shredded EFB, changing nozzle types, etc. The result is that EFB mixed with cassava pulp can solidify perfectly. Below is laboratory test result when EFB is mixed with cassava pulp. During the experiments, the team could not manage to solidify EFB perfectly if no binder is mixed.

Summary Table 3 EFB Pellet content

Raw material	Calorific value (cal/g)		Moisture content	Ash	Chlorine	Sulphur	Nitrogen	Potassium
	Min	max	%	%	%	%	%	%
EFB + Cassava pulp	4550	4960	21.6	5.06	0.19	0.01	1.24	0.40

(Source : JICA Study team)



(Source : JICA Study team)

3-2) Site Visit Program to Japan

The purpose of site visit program to Japan is to further understand the usage of SE in Japan, and to recognize the possibility of pellet manufacturing business in Japan. The participant was Mr Hakim Bako from PT Perkebunan Nusantara II (PTPNII)

The main activities were visit to SE production facility, visit to factories that utilize SE for producing pellet, and visit to biomass power plant. By visiting plants that utilize EFB to turn waste into fuel pellet, PTPNII could understand the potential business from SE and EFB pellet. In particular, to use the EFB pellet produced for own factory boiler, and to sell the Palm Kernel Shell (PKS) externally. Otherwise the EFB pellet can be sold to external users.

3-3) Survey of demand for the technology in the country

The team targeted palm oil factories as the main potential user of SE. However, it is also important to survey the potential users of EFB pellet, because without EFB pellet users, there is no incentive for palm oil factories to invest in SE.

Below are the three key points of the survey:

(1) Potential of utilizing SE to process EFB by Palm Oil Factories

In this feasibility study, the team interviewed several palm oil factories to understand how the EFB is processed and utilized, as well as how much EFB is left unutilized. Some ways to utilize EFB include using it as compost in the company plantation and burning it directly as fuel by other factories (such as brick factories). However, many factories do not have the means to utilize the EFB and are struggling to dispose it. They are looking for an effective way to deal with disposing EFB.

Summary Table 4 EFB utilization in Palm Oil Factories

Company name	EFB utilization condition
PT Socfindo	EFB is shredded and mixed with ash from boiler (the boiler uses PKS and fiber as fuel) to be used as compost in the company's own plantation.
PT Hijau	15%-30% of the EFB is used as fuel to factory boiler, while the remaining is used as compost in the company's own plantation.
PTPN VIII	Only 55% of the EFB is used as compost in the plantation, while the remaining 45% (1,350 ton / month) is unutilized and disposed in the factory area. The main reasons why not all EFB can be used as compost: 1. There are still some % of oil remaining in EFB 2. During rainy season, it is difficult to transport EFB to the plantation area.
PTPN □	Near Pagar Merbau factory there are around 300 brick factories to which PTPN2 sell its EFB to be used as fuel. However there is no brick factories nearby Kuala Sawit factory to sell its EFB, thus there is a problem in disposing EFB in Kuala Sawit factory.

(Source : JICA Study Team based on interviews)

The team realized that the ability to utilize EFB depends on whether there is a sufficient plantation area nearby and whether there is other industry that can use EFB as fuel. There is a potential to utilize SE in factories that cannot find effective way to utilize EFB as compost or cannot find nearby factories to sell the EFB, thus having problem in disposing EFB.

(2) Benefit of producing and selling EFB pellet

Another point of the survey is to see whether there is a financial benefit from utilizing SE to turn EFB into fuel pellet and sell it for profit. If there is a clear benefit to utilize SE, even palm oil factories that currently do not have problem utilizing EFB can also consider using SE in order to increase revenue and profitability.

Below is profit and loss simulation of production and sales of EFB Pellet using SE200 and SE400

Summary Table 5 Simulation of utilizing SE to produce and sell EFB Pellet (SE200)

Item	Value	Assumption
< Profit and Loss >		
A:Revenue	5,040 Mill IDR	
EFB pellet price	700IDR/kg	Same price as PKS
Production volume	7,200t/year	Assuming SE200
B:Cost of goods sold	600 Mill IDR	
EFB	400 Mill IDR	50IDR/kg×8,000t
Binder	200 Mill IDR	Assuming 5% cassava
C=A-B: Gross profit	4,440 Mill IDR	
D:Operation cost	2,022 Mill IDR	
Wages / salary	192 Mill IDR	4MillionIDR/person/month×4person ×12 month
Electricity	1,740 Mill IDR	1,450IDR/kwh×1,200,000kwh
Maintenance	90 Mill IDR	Periodic replacement every 3 years
E=C-D: Operating profit	2,418 Mill IDR	
< Investment >		
F : Investment value	9,375 Mill IDR	
Price of SE	6,875 Mill IDR	SE200 : 55Million Yen
Shredder	2,500 Mill IDR	20Million yen
Others	300 Mill IDR	Construction cost, etc
G=F/E : Payback period	4.0years	

(SE400)

Item	Value	Assumption
< Profit and Loss >		
A:Revenue	10,080 Mill IDR	
EFB pellet price	700IDR/kg	Same price as PKS
Production volume	14,400t/year	Assuming SE400
B:Cost of goods sold	1,200 Mill IDR	
EFB	800 Mill IDR	50IDR/kg×16,000t
Binder	400 Mill IDR	Assuming 5% cassava

C=A-B: Gross profit	8,880 Mill IDR	
D: Operation cost	3,762 Mill IDR	
Wages / salary	192 Mill IDR	4MillionIDR/person/month×4person ×12 month
Electricity	3,480 Mill IDR	1,450IDR/kwh×1,200,000kwh
Maintenance	90 Mill IDR	Periodic replacement every 3 years
E=C-D: Operating profit	5,118 Mill IDR	
< Investment >		
F : Investment value	13,125 Mill IDR	
Price of SE	8,750 Mill IDR	SE400 : 70 Million Yen
Shredder	4,375 Mill IDR	35 Million yen
Others	500 Mill IDR	Construction cost, etc
G=F/E : Payback period	2.7 years	

「Reference」 refers to the main report (Source : JICA Study Team)

(3) EFB pellet potential user

The team surveyed seven industries that can potentially become end user of EFB pellet, which are cement factory, pulp & paper factory, sugar factory, salt factory steel factory, glass & ceramic factory, and biomass power plant.

The result shows that there is a high potential to sell EFB pellet to sugar factory, cement factory, pulp & paper factory, and biomass power plant, by adjusting to each industry's specific needs.

On the other hand, there is low potential to sell to steel factory, salt factory, and glass & ceramic factory because these industries do not use fuel in solid form (mainly using natural gas and oil) for production process.

Summary Table 6 EFB Pellet User Potential

Industry	Potential	Reason	Condition
a Cement	Medium	Already using biomass energy source. Aiming to increase the ratio of alternative energy in production process	Pellet hardness (Hard Groove Index : 45 and above) Competitive price (with coal)
b Pulp&paper	Medium	Using EFB as fuel, but cannot use too much due to potassium content. Aiming to increase the ratio of alternative energy in production process	Reduction of Potassium content
c Sugar	High	Using coal as fuel, but also use some shredded EFB	Smaller size (below 5 mm) Competitive price (with coal)
d Steel	Low	Using gas and electricity from PLN as main source of energy. Cannot use solid form of fuel.	
e Salt	Low	Using gas and electricity from PLN as main source of energy. Cannot use solid form of fuel.	

f Glass&ceramic	Low	Using gas and electricity from PLN as main source of energy. Cannot use solid form of fuel.	
g Biomass power plant	Medium	Using EFB as fuel, but cannot use too much due to Potassium content.	Reduction of Potassium content

(Source : JICA Study Team based on interviews)

Below are some conclusions with regards to EFB pellet content, form, price, etc. from surveying potential end users.

a) Content

The calorific content of EFB pellet tested is 4,550-4,960 kcal. This is equal or higher than typical PKS calorific value of 4,500, which is the main source of biomass energy widely used at the moment. However, the high moisture content means a less efficient burning compared to PKS, which result in possibly lower selling price of EFB pellet compared to PKS.

Potassium and Chlorine content will become major impediment in spreading the use of EFB pellet in Indonesia. EFB pellet produced using SE has 0.19% Chlorine and 0.4% Potassium content. These contents will prevent the use of EFB pellet because when it is burnt in boiler, it will stick to the boiler tube, inducing corrosion, and reducing the burning efficiency. However, this problem does not apply to all boilers, as from the interviews some factories (sugar factories, some palm oil factories) does not show any concern regarding this problem. Depending on materials used in boiler tube, interior temperature of the boiler, water supply to the tube, and so on the problem might not occur. The team also takes into account the potential to sell EFB pellet to factories that possess boilers that can handle potassium and chlorine content.

b) EFB Pellet Selling Price

The team surveyed whether it is feasible to set EFB pellet price comparable to PKS price. Currently, PKS price is 500-800 IDR/kg (excluding transportation cost). In comparison, currently utilized EFB price (in sugar factory, and so on) ranges from free to 100 IDR/kg. The main reason for the low price is the high moisture content of EFB that result in less efficient burning, as well as potassium and chlorine content. Thus, there is a need to improve EFB pellet in order to be able to sell the pellet at PKS price. The improvements are to conduct further research to target industries that utilize boiler that can handle potassium and chlorine content, as well as developing a method to reduce potassium and chlorine content in EFB.

c) Form / shape of EFB pellet

Other than content, the shape of EFB pellet also matters. During the interview with potential end users, it is revealed that many end users require pellet that is smaller in size compared to EFB pellet produced by SE. However, due to difficulty for SE to adjust to smaller size, one possible improvement is to reduce thickness rather than diameter of the pellet in order to reduce the weight.

d) Amount of Supply

Initially the team assumed that end users require a stable supply of EFB pellet as one condition to purchase. However, from the interviews it is revealed that stable supply is not much of an issue, and that many end users are able to purchase EFB pellet (and other biomass fuel) irregularly depending on availability.

Chapter 4. Proposed ODA Project

The proposed ODA project is to utilize SE in palm oil factory with unutilized EFB, and to produce EFB pellet that has comparable calorific value as low grade coal, and ultimately to stably supply renewable energy in Indonesia.

Using this project as an example, the team tries to develop market as well as build supply chain model for EFB pellet. The aim is to spread the use of EFB pellet as alternative biomass fuel, since PKS and fiber have been widely used. Through this project, it is also expected that the palm oil factory can boost its renewable energy development, increase renewable energy supply, and eventually contribute to the national energy policy target.

(1) Candidate Counterpart

The candidate counterpart is PT Perkebunan Nusantara □ (PTPN VIII), which is one of the state owned plantation companies in Indonesia. There are total of 14 PTPNs in Indonesia, and PTPNVIII is overseeing plantation business in west Java and Banten provinces, with headquarter in Bandung city.

Even though PTPNVIII is considered small compared to other PTPN in terms of palm oil production capacity, many of the possible end users of EFB pellet, namely cement factory, paper factory, and sugar factory are located in Java Island. Therefore, it is suitable for EFB pellet business model development.

(2) Candidate project site : Palm oil factory in Bogor, West Java, owned by PTPNVIII.

(3) EFB condition in Bogor Factory

The factory is operating at 20 hours per day, with maximum capacity of 600 ton FFB per day (30 ton/hour x 20 hours/day). Assuming that EFB volume discharged is 20%-23% of FFB volume, there is 120-138 ton of EFB discharged per day, or equal to 36,000 ton per year.

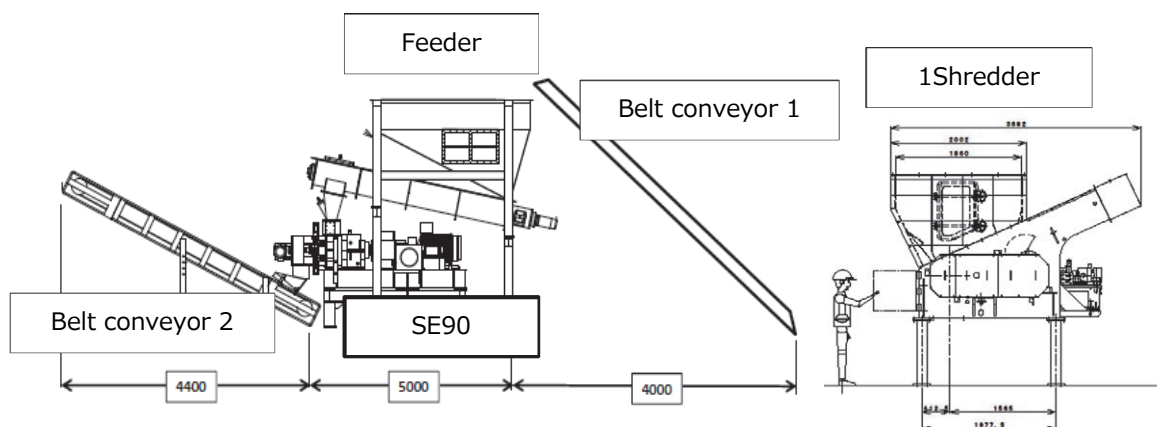
From the total discharged EFB, 55% is sent back to plantation to be used as compost, either shredded or not shredded. The remaining 45% is not utilized, and is left to decay in the factory area. In addition, the cost to transport EFB to plantation for composting is around 400-500 million yen per year.

(4) Required equipment and infrastructure for EFB pellet production

Below are the required equipment for producing EFB pellet using SE. Together, they will be called EFB pellet production system.

- Empty Bunch Press and shredder, to cut EFB to small size for pelletizing
- Belt conveyor 1, to transport shredded EFB to SE.
- SE, to pelletize the EFB.

The system also requires electricity to operate. The total electricity required depends on production volume and SE types.



Summary Figure 4 EFB Pellet production system

(Source : JICA Study Team)

Summary table 7 Overview of Proposed ODA Project

	Overview
Project Name	Verification survey of EFB biomass fuel production and utilization
Goal	<p>1) To utilize EFB in PTPNVIII Bogor factory, produce EFB pellet using SE, sell the EFB pellet to end users, and demonstrate that EFB pellet can be effectively used as alternative biomass fuel.</p> <p>2) To develop EFB pellet business model in PTPN and to demonstrate to palm oil industry the benefit of utilizing SE to produce EFB pellet.</p> <p>3) To pioneer EFB pellet market development, develop EFB pellet value chain, and to promote the development of new biomass fuel in palm oil industry.</p>
Expected result	<p>1) Contribute to increased ratio of renewable energy supply by palm oil industry.</p> <p>2) Reduced the disposed EFB problems that has long issue in palm oil factories due to environmental pollution associated with it.</p>
Approximate budget	99,391,000 Yen (including tax)
Counterpart	PT Perkebunan Nusantara PTPNVIII
Site	Bogor Palm Oil Factory owned by PTPNVIII
Project Overview	<p>Activity 1 : SE90 installation</p> <p>1-1) Shipping SE90 from Japan to Indonesia and installation inside PTPNVIII Bogor Factory.</p> <p>1-2) Technology transfer regarding operation and maintenance of SE90 from SNYG engineers to PTPNVIII staff.</p> <p>Activity 2 : EFB pellet production planning and knowledge transfer</p> <p>2-1) EFB pellet production to be done by PTPNVIII staff. Knowledge transfer on how to produce EFB pellet to PTPNVIII, including raw material formulation, quality control, etc.</p> <p>2-2) Development of EFB pellet production planning to achieve stable supply to meet demand by end user.</p> <p>2-3) Identification of partner for maintenance SE90.</p> <p>Activity 3:Revenue and cost planning for EFB production</p> <p>3-1) survey and planning for EFB pellet production volume, selling price, and production cost.</p> <p>3-2) EFB pellet production and sale trial, evaluation of the trial, and planning revision based on the evaluation.</p> <p>Activity 4:EFB pellet commercial production and sales planning</p> <p>4-1) Identification of end-user for the EFB pellet that agrees on the planned production volume and price.</p> <p>4-2) Supply chain and logistics planning, including transport method, frequency of delivery, etc.</p> <p>Activity 5 : EFB pellet commercial production and sales execution</p> <p>5-1) Calculation of EFB volume in the factory as raw material.</p>

	<p>5-2) Calculation of EFB volume produced and sold, identification of supply demand gap, and planning measures to address the gap.</p> <p>Activity 6 : Workshop/seminar to socialize the result of the project</p> <p>6-1) Conduct workshop to private sector, including palm oil companies, machinery distributor, etc.</p> <p>6-2) Conduct workshop to public sector</p>
--	---

(Source : JICA Study Team)

(5) Result of the project to Development issue

a) EFB volume reduction in the factory area through EFB pellet production

Indonesia energy policy stated that reduction of fossil fuel energy and development of new and renewable energy. With the installation of SE90 in the factory, it can produce 0.5 ton of EFB pellet per hour. Assuming that SE90 operates for 20 hours per day and 25 days a month, EFB pellet production reach 3,000 ton per year. In addition, to produce the above EFB pellet, it will utilize 3,6000 ton of EFB per year, or equal to around 22% of yearly unutilized EFB in Bogor factory.

b) Utilization of alternative fuel to reduce fossil fuel consumption

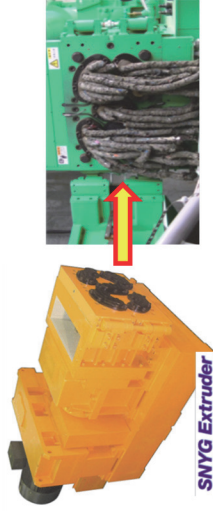
The EFB pellet produced can be used as alternative fuel to fossil fuel such as coal, leading to reduction of coal and increased of alternative fuel consumption. With calorific value of around 4,000 kcal/kg, 3,000 ton EFB pellet produced can reduce the consumption of 6,000 kcal/kg coal by 2,000 ton per year.

Feasibility Survey for The utilization of Empty Fruit Bunch (EFB) Oil Palm Waste and making solid fuel valuable as biomass energy by SNYG's Extruder

In Republic of Indonesia

SME and Counterpart Organization

- Name of SME : Shin'yo Engineering Company
- Location of SME : Kobe, Japan
- Survey Site - Counterpart Organization : PT. Perkebunan (PTPN VIII) or Indonesian Institute of Science (LIPI)



The Subject that Republic of Indonesia

- Indonesian palm industry has been developed as world's best production country. However, on the way to produce CPO, by-products such as EFB are enormously born and 60 to 70% of them are disposed in palm oil factory or at Elaeis guineensis Farm. EFB contains moisture of 60 to 65% which could easily decay. Disposed becomes a trigger of the environment disruption; Bad smell, produce methane gas.
- Indonesian Government declared to reduce the consumption of fossil fuel and to develop new and renewable energy to increase its portion.

Products and Technologies of SMEs

- SNYG's Machine (hereinafter called "SE") specialized for special purpose, having two axis with three threads screws, is compactly made to press various materials by matrix system nozzles. This Matrix system nozzles can make pressure changeable its rate freely at any time. Such structural system keeps so high heat temperature that is useful to solidify high density material. Machine can be applicable to treat the materials with high moisture content.
- SE specialty to solidify high moisture EFB can be utilize to renewable energy (EFB Pellet)

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- To utilize EFB in PTPN8 Bogor factory, produce EFB pellet by using SE, sell the EFB pellet to end users, and demonstrate that EFB pellet can be effectively used as alternative biomass fuel. This action helps to develop EFB pellet market and value chain, and could able to promote the development of new biomass fuel in palm oil industry.
- If EFB pellet can be used as alternative fuel to fossil fuel (such as coal), EFB Pellet could lead reduction of coal and increase usage of alternative fuel consumption. With calorific value of around 4,000 kcal/kg, 3,000 ton EFB pellet produced can reduce the consumption of 6,000 kcal/kg coal by 2,000 ton.

New Stage for Sustainable Business

- SE and related machinery sales business will be widely expand to Indonesian palm industry.
- Spare parts sales and maintenance business to be expected.

Picture

