

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

調査報告書

平成 2 7 年 3 月

環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部

(委託先) 住友林業株式会社

株式会社レノバ



## 目次

はじめに.....	1
1. 海外展開計画案の策定.....	2
2. 対象地域における現状調査.....	5
2. 1 一般情報の収集.....	5
2.1.1 インドネシアの概況.....	5
2.1.2 インドネシアのエネルギー事情.....	7
2.1.3 インドネシアの自然条件.....	9
2.1.4 インドネシアにおけるパームオイル産業.....	10
2.1.5 パームオイルと副産物.....	14
2. 2 対象とするパームオイル工場のエネルギー事情、自然条件、インフラ整備状況等の把握.....	15
2.2.1 対象とするパーム農園の状況.....	15
2.2.2 Tanah Putih(TP) 工場の概況.....	19
2.2.3 輸送・建設条件.....	22
2. 3 関連政策、関係機関、ファイナンススキームに係る情報収集.....	23
2.3.1 関連機関の事業概要整理.....	23
2.3.2 ファイナンススキーム.....	24
2.3.3 輸出規制・関税等調査.....	24
2.3.4 投資に伴う規制、優遇策.....	26
2. 4 環境規制の把握.....	27
2. 5 対象処理事業に係る潜在的な普及ポテンシャルの特定.....	29
3. 廃棄物の組成・性状等調査.....	32
4. パイロット試験の実施.....	35
4. 1 ラボレベルの脱水実験.....	35
4. 2 乾燥 POME の性状分析.....	45
4. 3 天日乾燥コンピュータシミュレーション.....	47
5. 現地政府・企業等との連携構築.....	62
5. 1 連携構築状況.....	62
5. 2 各機関の反応.....	64
5.2.1 政府機関.....	64
5.2.2 研究機関.....	66

5.2.3	パームオイル関連産業 .....	67
6.	現地関係者合同ワークショップ等の開催.....	68
7.	実現可能性の評価 .....	75
7. 1	事業採算性評価.....	75
7.1.1	乾燥 POME 燃料を利用した日本でのバイオマス発電の売電価格の検証 ...	75
7.1.2	事業採算性の評価 .....	78
7. 2	技術的な実現可能性.....	89
7. 3	環境負荷低減効果 .....	92
7.3.1	水質汚染低減効果 .....	92
7.3.2	CO2 削減効果の試算.....	92
7. 4	社会的受容性 .....	95
7. 5	実現可能性の評価 .....	96
7.5.1	事業採算性の評価 .....	96
7.5.2	技術的な実現可能性の評価 .....	96
7.5.3	現地のニーズ及び制度・規制との合致.....	97
7.5.4	国内のバイオマス発電事業者による POME 由来燃料のニーズと課題.....	98
8.	海外展開計画案の見直し.....	100
8. 1	本事業に対する現地ニーズと課題.....	100
8.1.1	現地のニーズ .....	100
8. 2	実現に向けた提案 .....	100
8.2.1	日本での利用 .....	100
8.2.2	インドネシア国内での利用 .....	101
参考資料 1	ワークショップでのプレゼン資料.....	102
参考資料 2	インドネシア各地における平均気温、湿度、風速等の気象状況 .	135
参考資料 3	インドネシアのパームオイル企業リスト .....	143

【略称一覧】

略称	英語	日本語
CAPEX	Capital Expenditure	初期投資額
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CPO	Crude Palm Oil	パーム原油
EFB	Empty Fruit Bunch	パーム空果房
FFB	Fresh Fruit Bunch	パーム椰子果実
FS	Feasibility Study	可能性調査
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行(日本)
JCM	Joint Credit Mechanism	二国間オフセット・クレジット制度
GAPKI	Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia	インドネシアパームオイル協会
MF	Mesocarp Fiber	中果皮繊維
LIPI	Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia	インドネシア科学院
O&M	Operation and Maintenance	運用および整備
OPEX	Operating Expense	運営費
PJ IRR	Project Internal Rate of Return	プロジェクト内部収益率
PKO	Palm Kernel Oil	パーム核油
PPKS	Pusat Penelitian Kelapa Sawit	オイルパーム研究所
PKS	Palm Kernel Shell	パームやし殻
POME	Palm Oil Mill Effluent	パームオイル工場廃液
PT.PN V	PT Perkebunan Nusantara V	農業公社 5 番
RPN	Riset Perkebunan Nusantara	プランテーション研究所
SPC	Special Purpose Company	特定目的会社



## はじめに

本調査は、インドネシアにおけるパームオイル製造工場から排出される廃液（POME: Palm Oil Mill Effluent）の乾燥燃料化の実現可能性調査を行うものである。

インドネシアでは、一般的な規模である日量 1,200t の油椰子果実（FFB: Fresh Fruit Bunch）を処理するパームオイル（CPO: Crude Palm Oil）製造工場においては、約 800t/日の POME が発生し、有効利用されずにラグーンに放流され嫌気性処理されている。この廃液が現状ではラグーンに滞留放置され、発酵ガスによる悪臭や害虫・害獣被害、水質汚濁等を引き起こしている。また、発生するメタンガスは大気へ放出されている状況である。メタンの地球温暖化係数は二酸化炭素に比べて 21 倍と非常に大きく、地球温暖化に悪影響を及ぼしている。このため現地では、POME の処理が課題となっている。

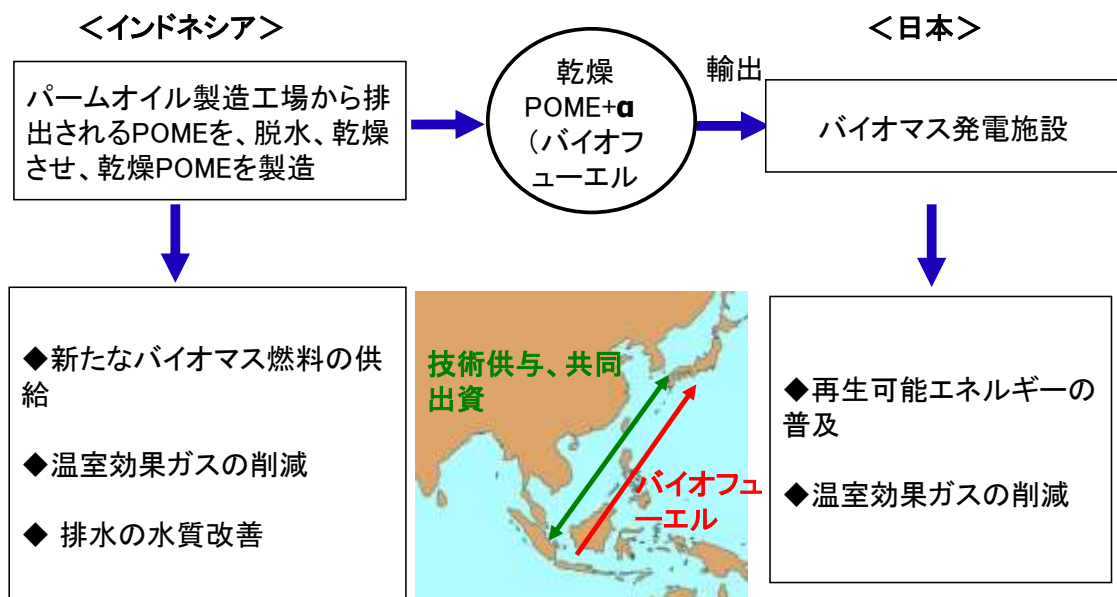
一方で、乾燥させた POME を分析すると、低品位の石炭と同程度の熱量を有することが確認されている。インドネシアでは燃料としては価値の低い POME であるが、日本においては 2012 年 7 月から再生可能エネルギー固定価格買取制度（Feed-in-Tariff: FIT）が本格施行され、バイオガス・バイオマス発電の燃料として有機性廃棄物由来の燃料は価値が高まっている。

このような状況を踏まえ、本調査では、パームオイル製造工場の廃液である POME を脱水・乾燥して燃料化させ、再生可能エネルギーの利用を推進している我が国のバイオマス発電への燃料供給を行なう事業の実現可能性調査を行う。本事業が実現化すれば、従来の廃棄物の有効利用をはじめ、現地における汚水の水質改善、衛生環境の改善、さらに温室効果ガス（GHG）発生の削減に貢献することができると考えている。

## 1. 海外展開計画案の策定

本事業は、日本の廃液の脱水・乾燥技術を用いて、ラグーンに排出される前の POME を脱水・乾燥させて、乾燥 POME 燃料を製造するものである。乾燥 POME 燃料は、現地で余剰となっているパームやし殻（PKS : Palm Kernel Shell）と混合させて「バイオフェューエル」<sup>1</sup>として日本に輸出し、日本のバイオマス発電の燃料として用いる。

事業のコンセプトは、図 1-1 の通りである。インドネシアにおいて、CPO 工場から排出される POME を工場内に設けた乾燥 POME 製造施設において脱水、乾燥させ、乾燥 POME 燃料を製造する。乾燥 POME と PKS を混合させたバイオフェューエルを日本のバイオマス発電施設で利用する。これにより、インドネシアではラグーンから排出される GHG の削減及び排水の水質浄化という環境改善効果がある。また、日本においては、バイオマス発電事業の活性化による再生可能エネルギーの普及及び温室効果ガス削減につなげることができる。



想定している事業スキーム案は図 1-2 の通りである。

POME を排出しているパームオイル製造会社と、日本企業で共同出資を行い、現地にバイオフェューエル製造会社を設立する。製造されたバイオフェューエルは、日本に海上

<sup>1</sup>本報告書において、「バイオフェューエル」は、乾燥 POME と PKS を混合した燃料と定義する。



輸送を行い、日本のバイオマス発電所にて、発電燃料として利用する。バイオマス発電所で売電された電力は、固定価格買取制度（FIT）を利用して売電する。

現地 CPO 工場は、POME をバイオフェューエル製造会社に提供することで、水質浄化とメタン排出抑制を行うことができる。また、出資による配当を得ることができる。日本企業にとっては、バイオマス発電所に安定した燃料供給を行なうことができるようになる。

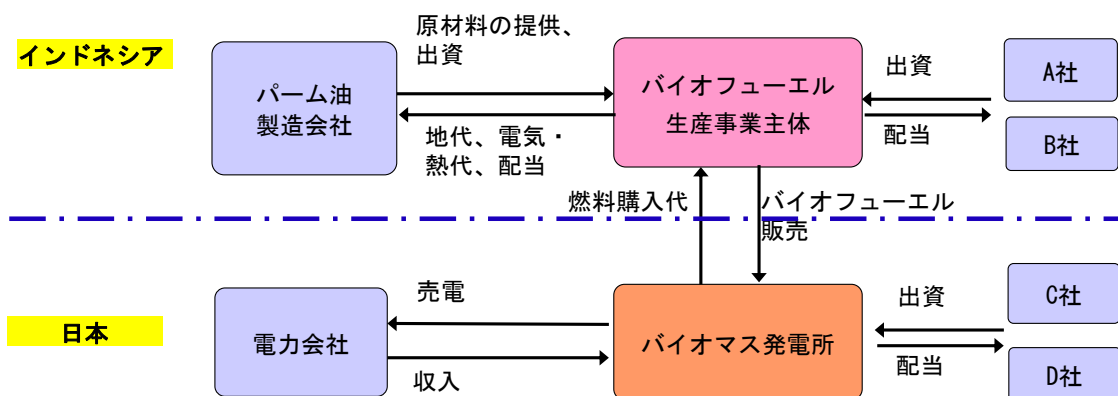


図 1-2 事業スキーム

乾燥 POME 燃料の製造フローは図 1-3 の通りである。POME に木粉と高分子凝集剤を投入し、凝集脱水する。更に、ほぼ同量の PKS を混合（PKS 購入）し乾燥させ、バイオフェューエルとして生産し、それを輸出する。原料の混合割合は、乾燥 POME(42%)、PKS(50%)+木粉 (8%)を想定する。

FFB 処理量が 1,200 t/day の工場を想定し、バイオフェューエルとして約 20,000t/年の生産を想定している。そのうち、乾燥 POME の量は約 10,000t 年である。

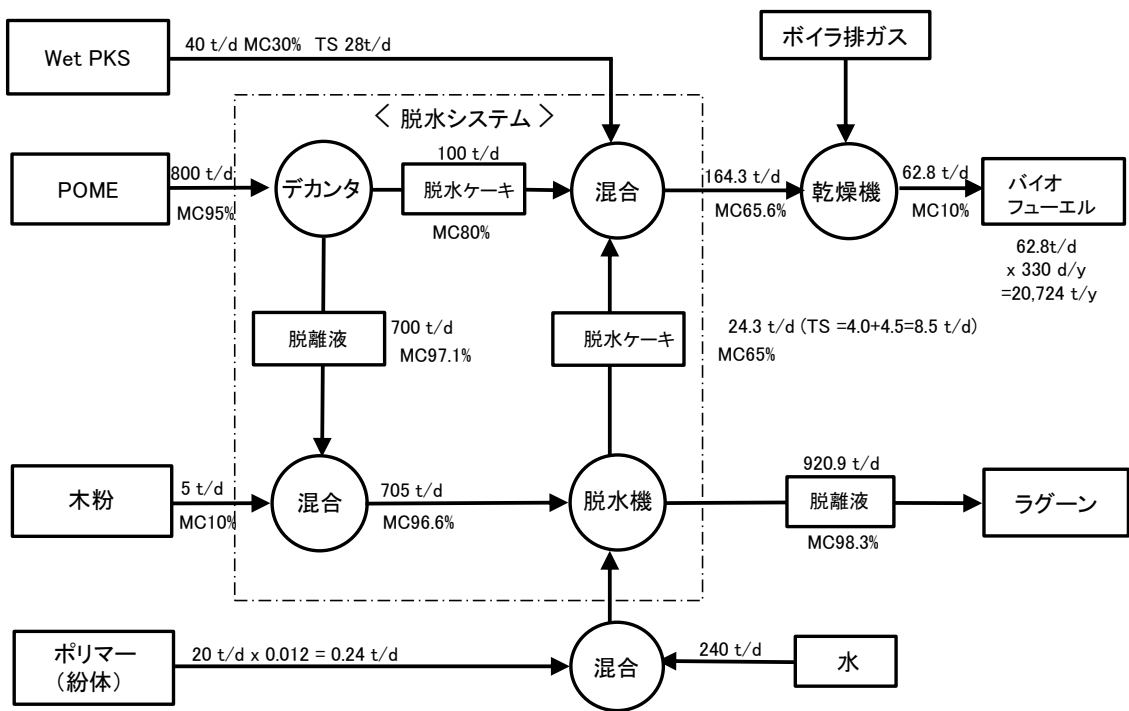


図 1-3 製造フロー

## 2. 対象地域における現状調査

### 2. 1 一般情報の収集

#### 2.1.1 インドネシアの概況

インドネシアは17,000の島々からなり、330以上の民族が住む多民族国家である。インドネシアは世界最大のパームオイル生産国であり、2013年の生産量は3100万トン/年である。この内70%は海外輸出、残りは国内消費である。パームオイルはインドネシアの重要な輸出製品であり、今後も生産手法の改善による生産効率の向上を図るなど、生産量を増加させる計画である（パームオイル協会（GAPKI）ヒアリングより）。

表 2-1 インドネシアの一般情報

	内容	備考
国・地域名	インドネシア共和国 Republic of Indonesia	-
面積	1,910,931 平方キロメートル	2013年、日本の5.1倍
人口	2億4,882万人	2013年、出所：中央統計局
首都	ジャカルタ 人口997万人	2013年、出所：中央統計局
言語	インドネシア語	-
宗教	イスラム教 88.1%、キリスト教 9.3%（プロテスタント 6.1%、カトリック 3.2%）、ヒンズー教 1.8%、仏教 0.6%、儒教 0.1%、その他 0.1%	2010年、宗教省統計

（出典：JETRO HP [http://www.jetro.go.jp/world/asia/idn/basic\\_01/](http://www.jetro.go.jp/world/asia/idn/basic_01/)、外務省 HP <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/indonesia/data.html#section1>）

表 2-2 インドネシアの基礎的経済指標 (2013 年)

	内容	備考
実質 GDP 成長率 (%)	5.8	基準年=2000 年
名目 GDP 総額・IDR (単位: 100 万)	9,083,972,200	-
名目 GDP 総額・ドル (単位: 100 万)	868,349	-
一人あたりの GDP (名目)・ドル	3,510	-
総貿易額/輸出 (億 USD)	1,826	2013 年、インドネシア政府統計
総貿易額/輸入 (億 USD)	1,866	2013 年、インドネシア政府統計
貿易品目/輸出	石油・ガス (19.5%)、鉱物性燃料 (13.9%)、動物・植物油 (11.2%)	2012 年、インドネシア政府統計
貿易品目/輸入	石油・ガス (22.2%)、一般機械機器 (14.8%)、機械・電機部品 (9.9%)	2012 年、インドネシア政府統計

(出典: JETRO HP [http://www.jetro.go.jp/world/asia/idn/basic\\_01/](http://www.jetro.go.jp/world/asia/idn/basic_01/)、外務省 HP <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/indonesia/data.html#section1>)

### 2.1.2 インドネシアのエネルギー事情

インドネシアのエネルギー鉱物資源省は、今後数年の内に電力不足に陥る危険があることから、再生可能エネルギーの目標を定めており、2025年までにエネルギーの17%を再生可能エネルギー由来とする目標を掲げている。

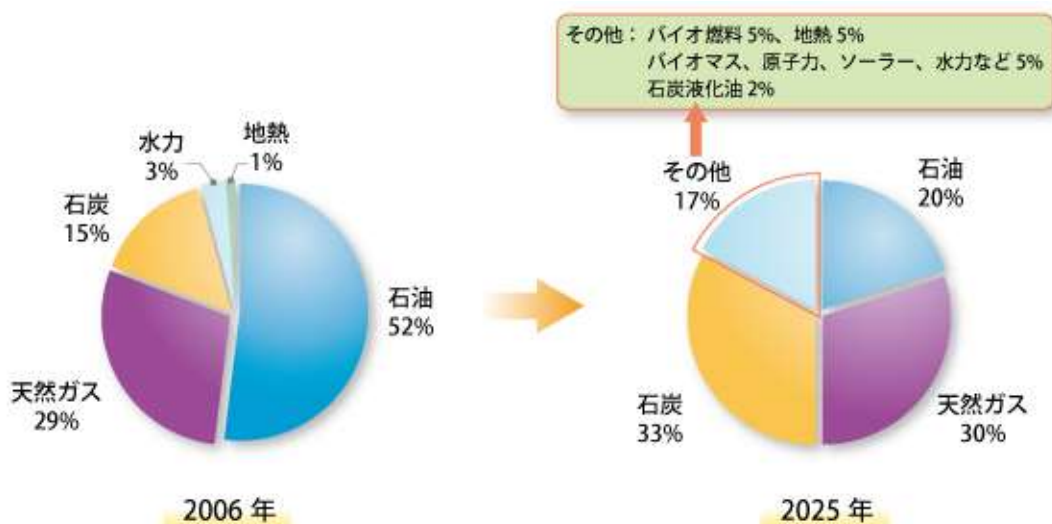


図 2-1 インドネシアの一次エネルギー供給 (2025年のエネルギーミックス目標)  
(出典: 「OUTLOOK OF INDONESIAN DOMESTIC COAL SUPPLY AND DEMAND TOWARD 2025」 2007年)

表 2-3 インドネシアにおける再生可能エネルギー源別の導入目標

	バイオマス	地熱	小水力	太陽光・熱	風力
導入目標	バイオマス発電 0.74%、バイオ燃料 5%(2025年1次エネルギー供給目標)	5%(2025年1次エネルギー供給目標)	水力全体で 2.6%(2025年1次エネルギー供給目標)	-	0.03%(2025年1次エネルギー供給目標)

(出典: The 3<sup>rd</sup> ASEAN Energy Outlook – ASEAN Center for Energy 他 2011.2)

再生可能エネルギー発電の実現に向けて、インドネシアのエネルギー鉱物資源省は、2012年に「Regulation No.4/2012」を導入、FITの規定を定めた。この規定に基づき、国営電力会社 PLN による FIT 価格が定められている。

国内のバイオマス発電の潜在出力は、昨年時点で 3,265 万 kW に上ると試算されて

いるが、既存の発電容量は 172 万 kW にすぎないことから、2014 年には、同省令『2014 年第 27 号』（『12 年第 4 号』の改正令）において、バイオマス発電及びバイオガス発電の価格が引き上げられた。中圧送電網に接続する場合で、バイオマス発電所の買取価格の基本料金は、中圧送電網に接続する場合で 1kWh1,150IDR（約 10 円）、低圧電力網で 1,500 IDR と規定されている。バイオガス発電所の買電価格は、それぞれ 1,050 IDR と 1,400 IDR に設定されている。

また、発電所の建設地に応じて、基本料金に最大 6 割を上乗せするインセンティブを付与することも盛り込まれた。従来の買い取り価格が 925 IDR～1,325 IDR で、インセンティブの比率は最大 3 割だったが、買取価格とインセンティブを引き上げることで、これまでディーゼル燃料の発電に依存していた僻地や、林業、農業、パーム農園などバイオマス資源が豊富な地域での発電インフラへの投資を促す構えである。

エネルギー鉱物資源省にヒアリングを行ったところ、インドネシアにてバイオマス発電を行っている事業者は 3 つあり、①30MW(売電 20MW+10MW)、②7MW（FIT 売電）、③6MW（自家消費のみ）とのことで、燃料は、もみ殻、木質チップを使用しているとのことであった。

パームオイル工場のうち、POME からのバイオガス発電を行っている工場数は、リアウ (1MW)、バンカブリトン(1.2MW)、カリマンタン(将来設定 8MW 2MW×4 基)、メダン(1MW)、ランブン（計画中）の 5 工場である。このうち、売電しているのは、バンカブリトン 1 工場（ドイツ社による）のみであり、他は自家消費にとどまるとのことであった。

### 2.1.3 インドネシアの自然条件

インドネシアは、赤道直下に位置するため熱帯性気候に属しており、乾季と雨季に分かれる。インドネシアの雨季は11月～3月に該当し、おおむね午後になると雨が降り、湿度の高い日が続く。乾季は4月～10月で、気温21～33度、湿度60～90%と蒸し暑い、雨は殆ど降らない。

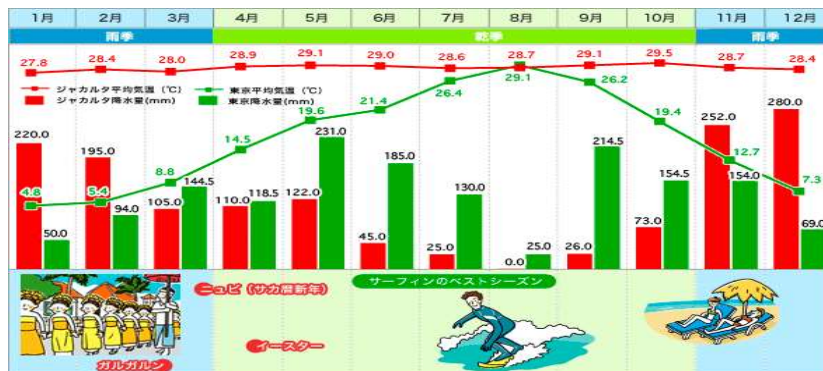


図 2-2 インドネシアの気象状況

(出典:ジャカルタと東京都の平均気温、降水量:気象庁 HP より(2012年))

本調査の協力機関である国立研究機関 LIPI が取りまとめたインドネシア各地の平均気温、湿度、風速等のデータを「参考資料 2 インドネシア各地における平均気温、湿度、風速等の気象状況」に示す。一方で、日射量のデータについては、インドネシア国政府による計測はなされていないとのことである。

#### 2.1.4 インドネシアにおけるパームオイル産業

インドネシアは世界最大のパーム油生産国であり、全世界生産量の 40%以上を占める。パームオイルはインドネシアの重要な輸出作物であり、2013 年は、1,059 万 ha の作付面積から 2,690 万トンのパーム油を生産し、この内 80%を輸出した。

一方で、インドネシアは原油輸入国でもあることから、石油の輸入を削減するため、バイオ燃料を中心とした再生可能エネルギーの開発・生産に注力している。特に世界最大のパーム油生産国の強みを活かして、パーム油からバイオディーゼルを製造する事業を国の重要な産業として育成している。

インドネシア政府は、2006 年に国家バイオ燃料計画(National Plan on Biofuel)を発表し、2025 年までにバイオディーゼルは軽油に 20%混合し生産量を 1,022 万 kL に、バイオエタノールはプレミアムガソリンに 15%混合し 628 万 kL 生産する計画を立て、2010 年 4 月にバイオ燃料（軽油に 2.5%のバイオディーゼルの混合）に対し、1L あたり 2,000IDR（20 円）の補助金を定めるなど、積極的な支援を行っている。

このように、パームオイルは、従来の食料品等の資源としてだけでなく燃料資源としても、インドネシアの重要な産業となっている。

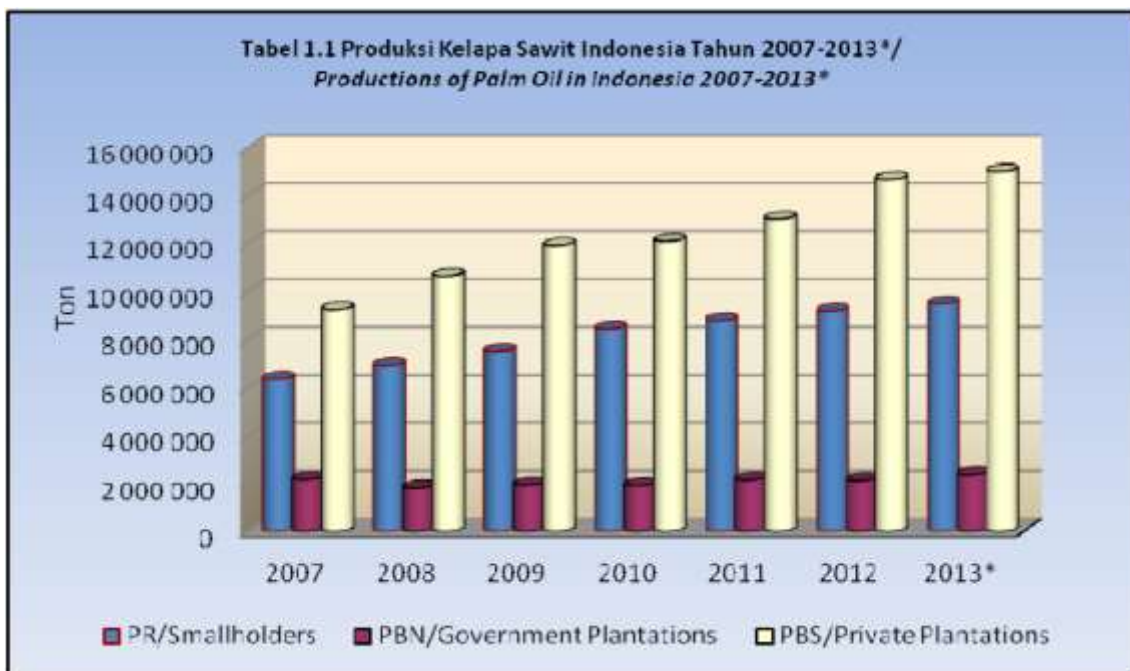


図 2-3 インドネシアにおけるパームオイル生産量の推移  
(備考：LIPI 作成資料)



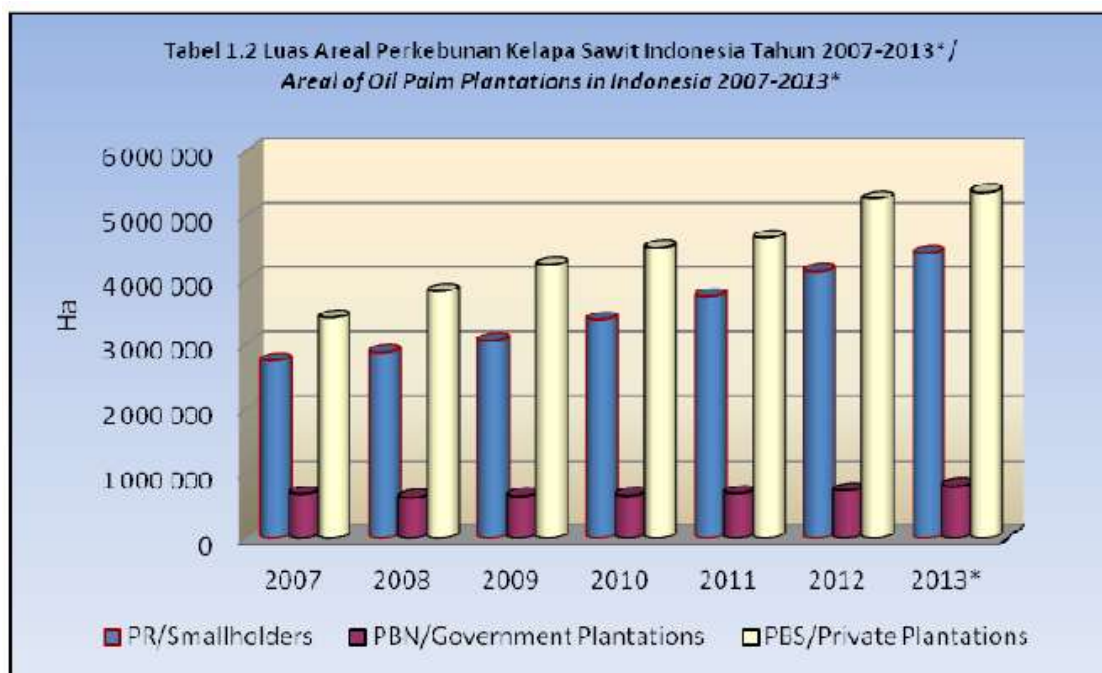


図 2-4 インドネシアにおけるパームオイルの農地面積の推移  
(備考：LIPI 作成資料)

表 2-4 インドネシアにおける生産者別のパームオイル農地面積の推移

Tahun Year	Luas Areal/Area (Ha)			
	PR Smallholders	PBN Government Plantations	PBS Private Plantations	Jumlah Total
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2007	2 752 173	685 087	3 416 656	6 853 916
2008	2 881 899	626 666	3 825 142	7 333 707
2009	3 061 412	651 216	4 236 761	7 949 389
2010	3 387 258	658 492	4 503 078	8 548 828
2011	3 752 480	692 065	4 657 751	9 102 296
2012	4 137 621	734 077	5 261 624	10 133 322
2013*	4 415 796	803 817	5 366 854	10 586 467

Sumber/Source : Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Perkebunan/ BPS-Statistics Indonesia and Directorate General of Estate  
\*) Angka Sementara/Preliminary Figures

(備考：LIPI 作成資料)

表 2-5 インドネシアにおける生産者別のパームオイル生産量の推移

Tahun Year	Produksi Minyak Sawit / Production of Palm Oil (Ton)				Produksi Inti Sawit / Production of Palm Kernel (Ton)			
	PR Smallholders	PBN Government Plantations	PBS Private Plantations	Jumlah Total	PR Smallholders	PBN Government Plantations	PBS Private Plantations	Jumlah Total
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
2007	6 358 388	2 174 897	9 263 089	17 796 374	1 424 279	492 230	2 100 968	4 017 477
2008	6 923 042	1 820 594	10 657 158	19 400 794	1 550 762	412 043	2 417 158	4 379 962
2009	7 517 724	1 943 212	11 929 390	21 390 326	1 683 971	439 794	2 705 714	4 829 123
2010	8 458 709	1 921 660	12 116 488	22 496 857	1 894 752	434 916	2 748 150	5 077 818
2011	8 797 925	2 154 218	13 043 830	23 995 973	1 759 585	487 549	2 958 491	5 205 625
2012	9 197 729	2 133 007	14 684 783	26 015 519	1 839 546	426 601	2 936 957	5 203 104
2013*	9 504 982	2 378 214	15 012 254	26 895 450	1 900 996	475 643	3 172 586	5 549 225

Sumber/Source : Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Perkebunan/ BPS-Statistics Indonesia and Directorate General of Estate  
\*) Angka Sementara/Preliminary Figures

(備考 : LIPI 作成資料)

表 2-6 インドネシアの生産者別、州別のパームオイル生産量と農地面積（2013年）

No	Propinsi Province	Perk. Rakyat Smallholders		Perk. Negara Government Plantations		Perk. Swasta Private Plantations		Jumlah Total	
		Luas Area (Ha)	Produksi Production (Ton)	Luas Area (Ha)	Produksi Production (Ton)	Luas Area (Ha)	Produksi Production (Ton)	Luas Area (Ha)	Produksi Production (Ton)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	Aceh	201 489	243 470	42 978	71 052	149 325	362 454	393 792	676 976
2	Sumatera Utara	430 600	1 199 588	352 084	1 149 791	493 630	1 798 272	1 276 314	4 147 651
3	Sumatera Barat	190 985	399 142	10 246	39 579	172 462	521 709	373 693	960 430
4	Riau	1 362 769	3 514 937	85 126	251 004	778 675	2 733 877	2 226 570	6 499 818
5	Kepulauan Riau	1 265	1 374	-	-	18 012	37 090	19 277	38 464
6	Jambi	445 650	911 857	28 666	87 298	247 087	761 199	721 403	1 760 354
7	Sumatera Selatan	401 795	1 028 059	53 842	150 811	485 426	1 373 540	941 063	2 552 410
8	Bangka Belitung	60 567	88 832	-	-	132 210	433 240	192 777	522 072
9	Bengkulu	210 589	478 675	4 803	17 383	93 727	329 701	309 119	825 759
10	Lampung	93 699	186 418	19 713	67 578	57 464	205 736	170 876	459 732
11	DKI Jakarta	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Jawa Barat	179	105	8 228	19 704	3 263	5 053	11 670	24 862
13	Banten	7 629	10 785	12 479	18 027	869	1 045	20 977	29 857
14	Jawa Tengah	-	-	-	-	-	-	-	-
15	D.I, Yogyakarta	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Jawa Timur	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Bali	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Nusa Tenggara Barat	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Nusa Tenggara Timur	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Kalimantan Barat	332 983	502 196	72 593	215 684	549 608	1 224 267	955 184	1 942 147
21	Kalimantan Tengah	181 136	286 523	767	426	986 548	2 768 104	1 168 451	3 055 053
22	Kalimantan Selatan	90 344	142 182	15 217	48 020	425 048	1 089 452	530 609	1 279 654
23	Kalimantan Timur	239 056	239 744	62 896	177 199	527 499	976 777	829 451	1 393 720
24	Sulawesi Utara	-	-	-	-	-	-	-	-
25	Gorontalo	-	-	-	-	-	-	-	-
26	Sulawesi Tengah	62 377	104 784	6 777	6 871	75 802	125 878	144 956	237 533
27	Sulawesi Selatan	23 413	27 400	6 922	15 446	2 571	6 062	32 906	48 908
28	Sulawesi Barat	48 574	96 315	-	-	48 025	161 184	96 599	257 499
29	Sulawesi Tenggara	5 538	82	4 179	6 259	52 547	23 684	62 264	30 025
30	Maluku	-	-	-	-	16 124	0	16 124	0
31	Maluku Utara	-	-	-	-	-	-	-	-
32	Papua	14244	8120	13 227	27 873	24 919	61 704	52 390	97 697
33	Papua Barat	10915	34 394	3 074	8 209	26 013	12 226	40 002	54 829
<b>INDONESIA</b>		<b>4 415 796</b>	<b>9 504 982</b>	<b>803 817</b>	<b>2 378 214</b>	<b>5 366 854</b>	<b>15 012 254</b>	<b>11 181 677</b>	<b>26 895 450</b>

Wujud Produksi/Production : Crude Palm Oil

Sumber/Source : Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Perkebunan/ BPS-Statistics Indonesia and Directorate General of Estate

\*) Angka Sementara/Preliminary Figures

(備考 : LIPI 作成資料)

### 2.1.5 パームオイルと副産物

アブラヤシの果実から得られる植物油がパーム油 (Palm Oil) である。この他にアブラヤシの種子から採った油は、パーム核油 (Palm Kernel Oil) と呼ばれる。これらの油を採った後に、多くの廃棄物が発生する。パーム油残渣は空果房 (Empty Fruit Bunch: EFB)、パーム核油残渣はパーム核粕 (Palm Kernel Cake: PKC) であり、その他にパームオイル工場廃液 (Palm Oil Mill Effluent : POME) も廃棄物として排出される。特に POME は FFB を 100 とすると 58 を占めており、この適正処理や有効活用が課題となっている。

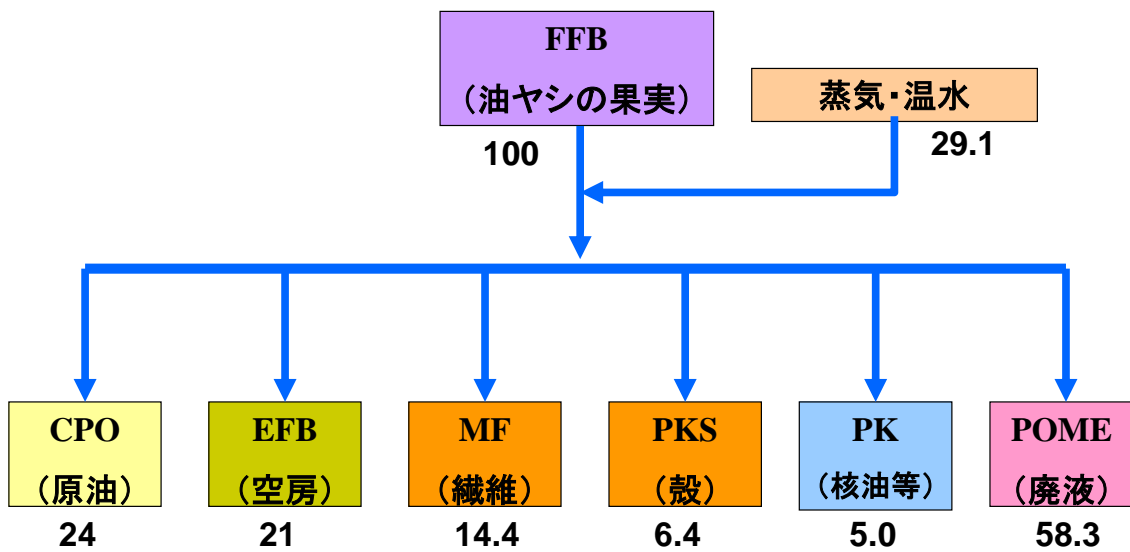


図 2-5 パームオイルと副産物

(備考：数値は FFB を 100 とした場合の割合)

## 2. 2 対象とするパームオイル工場のエネルギー事情、自然条件、インフラ整備状況等の把握

### 2.2.1 対象とするパーム農園の状況

#### (1) PT.PN5 のパーム農園生産状況

本調査では、PT.PN5 の工場を対象として、技術導入可能性についての検証を行った。

PT.PN5 はインドネシアスマトラ島のリアウ州にあり、12 の CPO 工場を所有する。年間に消費する FFB 重量の合計は、約 270 万 t (2013 年) で、供給源の内訳は、自社農園 31.2%、契約農園 (プラズマ) 26.7%、第三者の農園 42.1% となる。自社とプラズマからの供給は、ここ数年減少傾向にあるが、第三者の農園からは、年々増加している。

FFB から 2 種類のオイル、CPO (Crude Palm Oil: パーム原油) と PKO (Palm Kernel Oil: パーム核油) が生産される。PT.PN5 の PKO 搾油工場は、Tandun 工場と Wilmer 工場の 2 ヶ所である。

#### (2) PT.PN5 における POME のエネルギー利用状況

PT.PN5 には、12 の CPO 工場があるが、その中の一つ、Tandun(TAN)工場では、POME をメタンガス発電に利用し、電力は隣接する自社の PKO 工場で利用している。TAN 工場は、現在 PT.PN 全体で唯一のメタンガス発電システムを有する工場であるが、今後、周辺に電力の需要がある工場では、同システムの導入が検討される予定で、既に 2 つの CPO 工場で計画されている。事業形態は、BOT (Build, Operate & Transfer) で、一定の期間後、この設備が PT.PN5 に移管され、保有されることになる。

今回の調査対象工場として、PT.PN5 の企画開発部門 取締役より、12 の CPO 工場の内、周辺に電力の需要や公共電力のグリッドがない Tanah Putih (TP) と Tanjung Medan (TM) の 2 工場が、我々の提案する乾燥 POME 生産システムを検討できる工場として薦められた。本提案の方が TAN 工場のメタンガス発電よりも経済的に有利と判断できれば、他の工場でも採用の可能性がある。図 2-6 に TAN 工場のメタンガス発電システムとその概要を示す。



PTPN5 Tandun CPO Mill "Covered Lagoon Methane Fermentation System"

※ システムの概要

- メタン発酵方式 : Covered Lagoon 方式
- 発酵槽規模 : L120m x W55m x D10m(有効 8m)
- 発電機容量 : 当初 1025kW, 追加 609kW 計 1,634kW (Dresser Rand ,Spain)
- 脱硫方式 : 水洗式スクラバー
- 発酵槽攪拌 : 発生バイオガスをポンプで発酵槽内敷設の有孔パイプに送り攪拌
- 発酵残渣(液体) : BOD 7,000ppm~8,000ppm (農園に散布して肥料として活用)
- 沈殿汚泥 : 1日4回、1回4時間ポンプで排出、液体残渣と合わせ農園へ散布。
- 発酵槽内清掃 : 予定していない。
- 建設費(合計) : 40 Milyar Rp (4,000,000 US\$) (当初分)
- 事業推進形態 : BOT (Build - Operate - Transfer) 方式

図 2-6 PTPN5 Tandun CPO 工場 メタンガス発電システムとその概要

(3) 本調査対象工場の選定

調査の対象として推薦された TP 工場と TM 工場の FFB の年間処理状況を

図 2-7 に示す。各工場の FFB 処理能力は、TP 工場が 60t/時、TM 工場が 30t/時であるが、

図 2-7 ではその差が顕著ではない。これは、TP 工場の場合周辺の農園の 80~90% がプラズマ(契約農園)所有のもので、FFB の収穫量の少ない時期の雨季には周辺の同業者との競合があり、一定量の確保が難しいためと言われている。

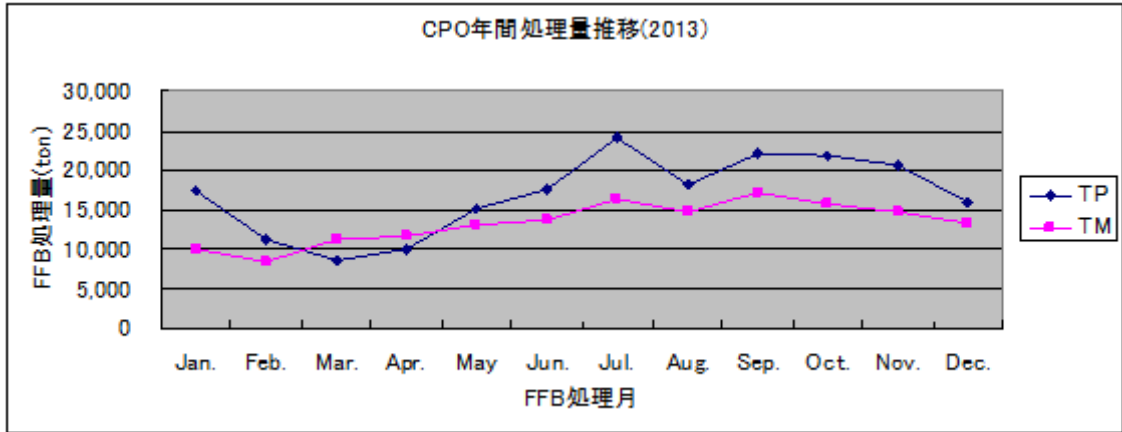


図 2-7 TP と TM における月別 FFB 処理量  
(出典：PTPN5 より提供)

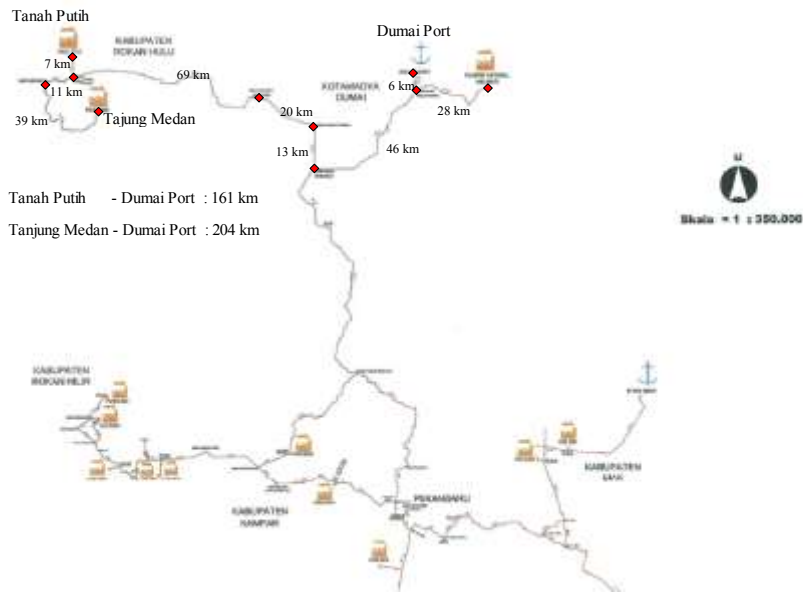


図 2-8 TP と TM 所在地及び Dumai との距離  
(出典：PTPN5 より提供)

TP 工場 と TM 工場の 所在地及び、CPO 積出港 Dumai との位置関係を図 2-8 に示した。TP 工場と TM 工場から Dumai までの距離は、それぞれ、161km、204km で、TM 工場から Dumai へ向かう途中に TP 工場がある。TP 工場と TM 工場との距離は 60km 弱で、大型車両の対向は可能だが、パーム農園に囲まれた赤土+砂利道の未舗装道路であり、自家用車で約 2 時間を要した。

TP 工場から Dumai までは、大型トラックが対面通行できる舗装道路が整備されている。今回訪問した際、一部道路の補修工事が行われている部分が片側通行になり、昼間は1時間ほど停車を強いられたが、工事は着実に進められており、今後時間短縮が期待できる。

TP 工場の FFB 処理能力は TM 工場の 2 倍あり、蒸気生産量 20t/hr のボイラを、TP 工場：3 基、TM 工場：2 基、タービン発電機を TP 工場：700kW x 3 台、TM 工場：800kW x 2 台、所有している。何れの工場においても、内 1 セット（ボイラ+タービン発電機）は連続運転のために予備として待機させている。

TP 工場への FFB 供給量が不安定という問題はあるが、TP 工場の FFB 処理能力は、想定していた能力(60 t/hr)であり、また、TM 工場と比較すると積出港へのアクセス条件の良いので、TP 工場を本調査事業の対象工場と想定した。



図 2-9 Tanah Putih 工場事務所



図 2-10 Tanjung Medan 工場での説明会



図 2-11 Tanah Putih での POME 採取



図 2-12 Tanjung Medan 嫌気性ラグーン



## 2.2.2 Tanah Putih(TP) 工場の概況

### (1) 副産物発生状況

表 2-7 TP 工場から発生する副産物 (2013 年)

副産物等の種類	発生量(t)	対 FFB (%)
E F B	40,428	20.0%
M F	22,561	11.2%
P K S	14,148	7.0%
燃 焼 灰	160	0.1%
合 計	77,297	38.3

### (2) 浄化処理後の POME 分析値

表 2-8 PT.PN5 による POME 処理後の分析値(2013 年)

POME 分析項目	分析値 (mg/l)			
	最小値	最大値	平均値	基準
BOD	212.2	843.9	477.1	5,000
COD	684.0	2,589.3	1,478.8	-
TSS	440.0	1,390.0	871.7	-
Oil & Grease	4.0	132.0	26.3	-
Pb	0.1	0.3	0.1	-
Cu	0.0	0.5	0.1	-
Cd	0.0	0.0	0.0	-
Zn	0.0	0.6	0.2	-
NH3	67.2	196.0	146.9	-
pH	7.2	8.4	7.8	6.0~9.0

註)PT.PN5 では、排水の BOD を 5,000ppm 以下に管理し肥料として農園に散布する。

BOD:生物化学的酸素要求量、COD:化学的酸素要求量

(3) POME 発生量

表 2-9 TP 工場から発生する POME (2013 年)

POME の発生源	発 生 量(m <sup>3</sup> )	割 合(%)
POME① :浄化处理	82,774	70.3%
POME② :蒸煮処理	23,277	19.8%
POME③:PK 分離処理	3,881	3.3%
工場洗浄水	7,759	6.6%
合 計	117,691	100.0%

※ 表中の POME①～③の発生工程は、図 2-13 を参照。

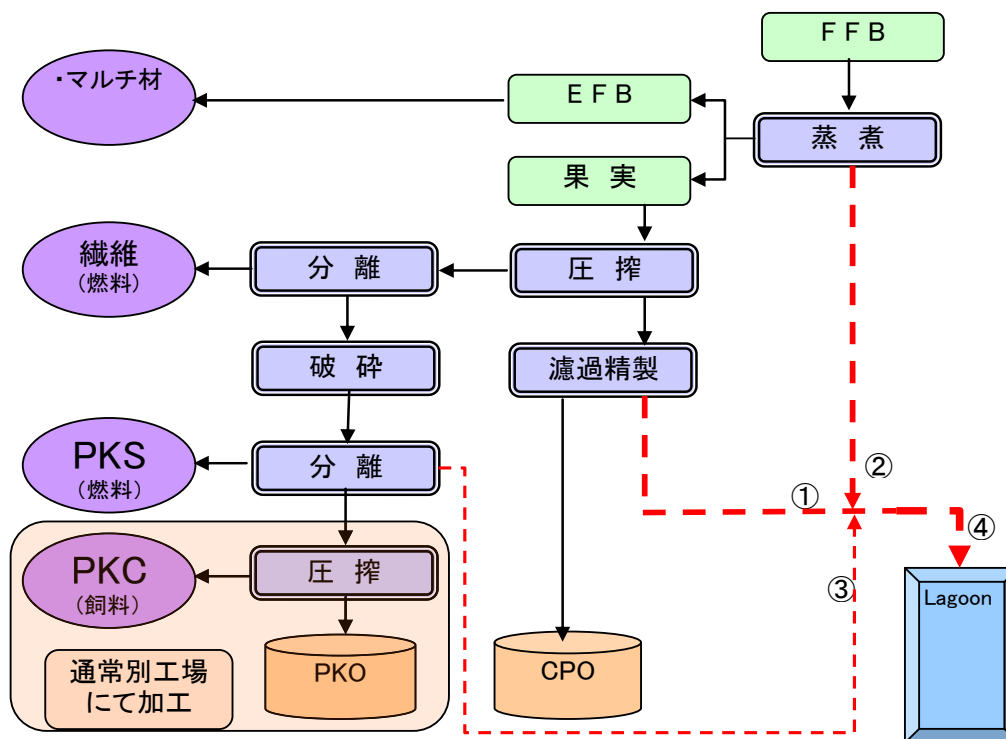
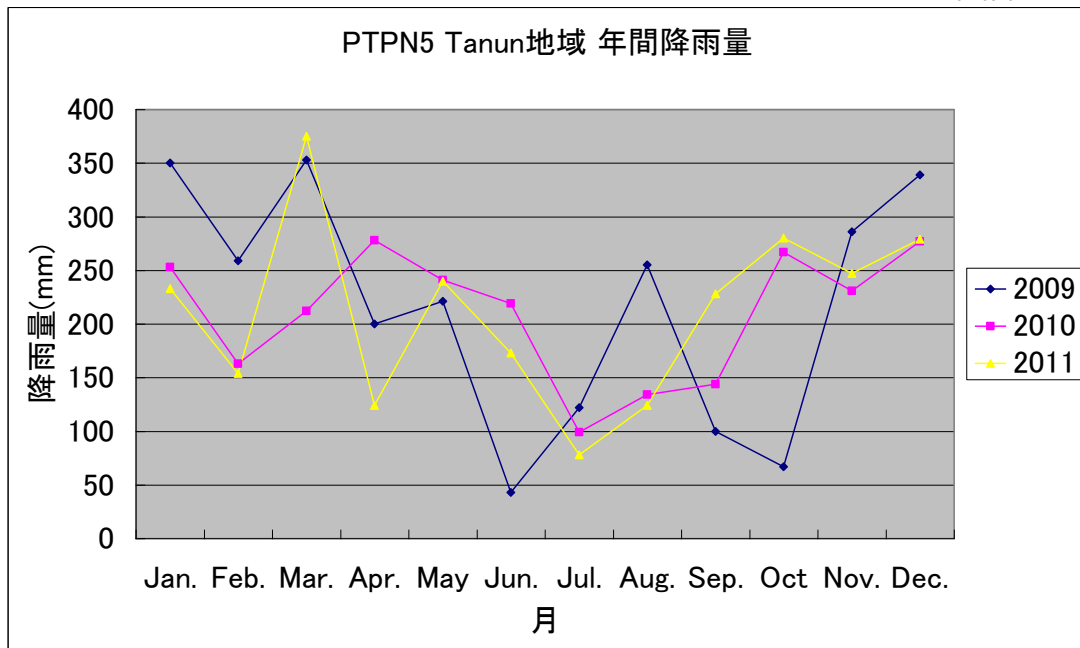


図 2-13 パームオイル工場廃液発生フロー図

<参考>

20120920



年	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct	Nov.	Dec.	ttl
2009	350	259	353	200	221	43	122	255	100	67	286	339	2595
2010	253	163	212	278	241	219	99	134	144	267	231	277	2518
2011	233	154	375	124	240	173	78	124	228	280	247	279	2535

(mm)

図 2-14 Tanun 地域の年間降雨量 (2009 年～2011 年)

(出典：PTPN5 より提供)

### 2.2.3 輸送・建設条件

パームオイル製造工場の敷地内に脱水設備と乾燥設備を設置して本事業を行うため、設備に関わる資機材の搬入路が必要である。本調査で対象としている工場はいずれも大規模なもので、パームオイル製造工場自体が建設され、現在も 10 トン以上のトラックでパームが搬入、搬出されていることから、設備に関わる資機材の搬入には問題がないと考えられる。図 2-15 に TP 工場の入り口の様子を示す。資機材の搬入に十分なスペースがあることが確認できる。



図 2-15 TP 工場の入り口の様子

## 2. 3 関連政策、関係機関、ファイナンススキームに係る情報収集

### 2.3.1 関連機関の事業概要整理

図 2-16 に当事業の実施スキームを示す。事業を実施する際の主体である住友林業およびインドネシアのパームオイル工場は、当事業のために特定目的会社（Specific Purpose Company。以下、SPC）を現地に設立し、SPC に対して一定の割合に基づき、出資をする。同時に、複数の銀行により主にプロジェクトファイナンス形式により融資を受ける。これらの出資金と融資金を合わせて、SPC を通じて脱水、乾燥設備に投資を行う。建設工事や O&M は現地企業が中心となって行う。

SPC はパーム工場から POME 等の当事業用の原料を引きとり、乾燥させた状態でバイオフェューエルとして輸送会社に売却する。この売却額が当事業の収益源および銀行への返済原資となる。

なお、事業の実施にあたっては地元の団体や住民との協議が必要であるが、現在も大規模なパームオイル製造施設が稼動していることから新たに大きな問題が発生する見込みは少ないと考える。



図 2-16 当事業の実施スキーム

### 2.3.2 ファイナンススキーム

実際の事業を行うにあたってプロジェクトファイナンスによる借り入れを活用することを想定して、JBIC にヒアリングをした結果を以下に示す。当事業を対象とした 2 ステップローンのプログラムが存在するが、大企業は現時点で対象ではないことがわかった。今後、当プログラムの動向を注視しつつ、事業実施の際には、インドネシア現地の銀行からの直接借り入れの可能性も検証する。

- ・ インドネシアは国としては積極的に融資を行う対象であるがバイオマス関連の融資実績は結果的にはない
- ・ 投資金融制度によるプロジェクトファイナンスが最適である
- ・ 現地通貨での融資が可能。出資、借入比率は、2 対 8 もしくは 3 対 7 程度。借入のうち、JBIC による融資は 6 割が上限で、残り 4 割は日本国内に籍を置く民間銀行の融資が必要である
- ・ DSCR、IRR 等の融資に当たっての経済条件に制限はない。プロジェクト毎に判断する。今回の総投資額の 5 億円程度も、融資規模として問題ない
- ・ インドネシアでは、りそなプルタミア銀行と投資金融における 2 ステップローンの契約を交わしているが、中小企業限定であるため、大企業は対象でない

### 2.3.3 輸出規制・関税等調査

#### (1) HS コードについて

東京税関に乾燥 POME の成分等の情報を基に HS コードの特定を依頼したところ、現時点では、2306.50-000 もしくは 2306.60-000 である可能性が高いとの回答であった。下図に対応する HS コードと品目の結果を示す。乾燥 POME はやし油かすまたはパーム油かす、パーム核油かすと同じ HS コードであることがわかる。事業化の際には、サンプル、製造工程等に関わる詳細資料を東京税関へ共有し、事業の実用化の際の HS コードを確定させるための手続きを把握する。

統計番号 Statistical code		品名 Description	単位 Unit	
番号 HS code			I	II
2301		肉、くず肉、魚又は甲殻類、軟体動物若しくはその他の水棲無脊椎動物の粉、ミール及びペレット（食用に適さないものに限る。）並びに獣脂かす		
2301.10	0000	－ 肉又はくず肉の粉、ミール及びペレット並びに獣脂かす		MT
2301.20		－ 魚又は甲殻類、軟体動物若しくはその他の水棲無脊椎動物の粉、ミール及びペレット		
	100	－ 魚の粉、ミール及びペレット		MT
	900	－ その他のもの		MT
2302		ふすま、ぬかその他のかす（穀物又は豆のふるい分け、製粉その他の処理の際に生ずるものに類するものとし、ペレット状であるか否いかを問わない。）		
2302.10	0000	－ とうもろこしのもの		MT
2302.30	0000	－ 小麦のもの		MT
2302.40		－ その他の穀物のもの		
	100	－ 米のもの		MT
	900	－ その他のもの		MT
2302.50	0000	－ 豆のもの		MT
2303		でん粉製造の際に生ずるかすその他これに類するかす、ビートパルプ、パガスその他の砂糖製造の際に生ずるかす及び醸造又は蒸留の際に生ずるかす（ペレット状であるか否いかを問わない。）		
2303.10	0000	－ でん粉製造の際に生ずるかすその他これに類するかす		MT
2303.20	0000	－ ビートパルプ、パガスその他の砂糖製造の際に生ずるかす		MT
2303.30	0000	－ 醸造又は蒸留の際に生ずるかす		MT
2304				
2304.00	0000	大豆油かす（粉砕してあるか否いか又はペレット状であるか否いかを問わない。）		MT
2305				
2305.00	0000	落花生油かす（粉砕してあるか否いか又はペレット状であるか否いかを問わない。）		MT
2306		その他の植物性の油かす（粉砕してあるか否いか又はペレット状であるか否いかを問わないものとし、第23.04項又は第23.05項のものを除く。）		
2306.10	0000	－ 綿実油かす		MT
2306.20	0000	－ 亜麻仁油かす		MT
2306.30	0000	－ ひまわり油かす		MT
		－ 菜種油かす		
2306.41	0000	－ 茶種油かす（低エルカ酸のもの）		MT
2306.49	0000	－ 茶種油かす（高エルカ酸のもの）		MT
		－ その他のもの		
2306.50	0000	－ やし（コブラ）油かす		MT
2306.60	0000	－ パーム油かす及びパーム核油かす		MT
2306.90	0000	－ その他のもの		MT
2307				
2307.00	0000	ぶどう酒かす及びアーゴル		MT
2308				
2308.00	0000	飼料用に供する種類の植物材料、植物のかす、植物のかす及び植物性副産物（ペレット状であるか否いかを問わないものとし、他の項に該当するものを除く。）		MT
2309				
2309.10	0000	飼料用に供する種類の調製品		
		－ 犬用又は猫用の飼料（小売用にしたものに限る。）		MT
2309.90	0000	－ その他のもの		MT

図 2-17 HS コードの分類表

(出典：財務省貿易統計)

(2) バーゼル条項の対象について

乾燥 POME のバーゼル条項における規制対象の有無について、わが国の環境省へのヒアリングの結果、規制対象外であることを確認した。以下の図に、規制対象の有無を示す判定プロセスを示す。

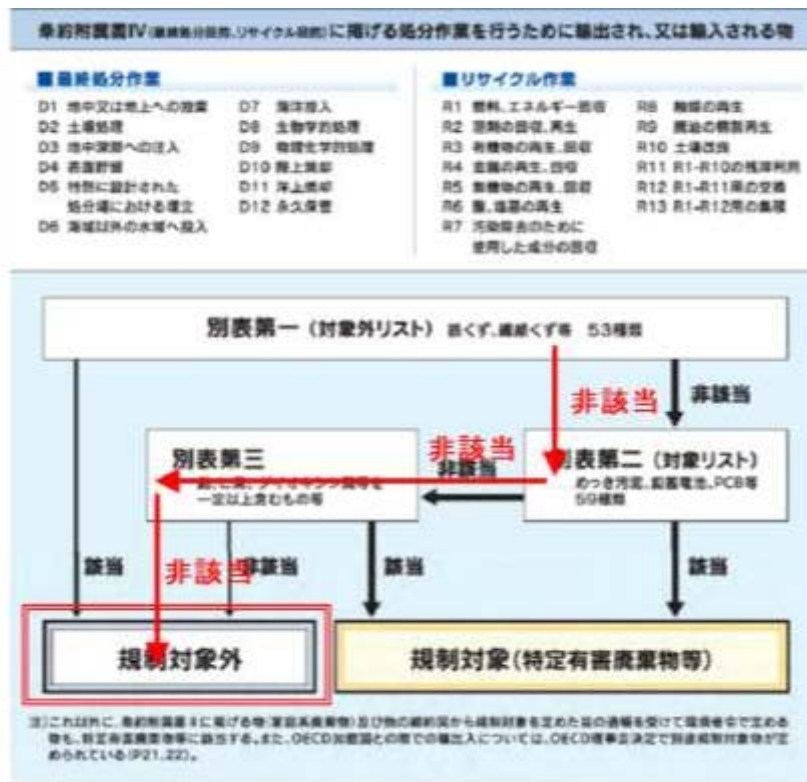


図 2-18 バーゼル条項の対象

(出典：環境省「廃棄物等の輸出入管理の概要」)

2.3.4 投資に伴う規制、優遇策

インドネシアでは、再生可能エネルギー発電事業において税制優遇策が取られている他、産業支援も合わせて支援策がとられており、海外からの電源開発参入を促進している。一方で、規模に応じて地場企業とのパートナーシップを必要とするなどの外資規制も取られている。投資庁 (BKPM) にヒアリングしたところ、2014年に新設された外資規制により、パームオイル関係の事業において、外資企業は95%までの所有権を持つことが可能だが、林業省 (現 環境林業省) および農業省 (Ministry of Agriculture) のテクニカルライセンスが必要とされるとのことである。乾燥 POME 燃料製造もパームオイル関係に該当し、同様の要件となる。Principle License (原則許可) は BKPM にて申請し、BKPM が Business License (IUT/営業許可) を出す仕組みである。



現地機関へのヒアリングの結果、本事業に関わる優遇策として、TAX ALLOWANCE という制度を用いることにより、減税措置を受けることが可能とのことであった。TAX ALLOWANCE は毎年 5%分の税額控除が 6 年間にわたって行われ、複数の事業区分を対象とする制度である。当事業がこの TAX ALLOWANCE の対象となり、税額控除が適用可能かどうかについては今後協議を図る必要がある。その他の環境事業への優遇策は、現地政府の政権交代を受けて、今後検討されるとのことであった。

## 2. 4 環境規制の把握

パームオイル製造工場からの排水は多量の有機物を含んでいることから、排水基準が定められているほか、モニタリング報告も義務付けられている。報告を怠ると行政指導が入る。指導は 3 段階あり、改善されない場合は、最終的に操業停止処分もありうる（環境林業省ヒアリングより）。

インドネシアにおけるパームオイル工場の排水基準を以下に示す。根拠法令は「水質汚濁防止及び水質管理に関する政令（2001 年政令第 82 号）」であり、省令にて排水量の毎日測定が定められており、「産業活動からの排水基準に関する環境大臣令（1995 年第 51 号）」にて、水質モニタリング結果を 3 ヶ月毎に報告することが定められている。

更に、環境林業省の 2003 年 No.28,29 の省令にて、排水・排気ガスに関する規定があり、排気ガスには温暖化ガスも含まれている。排気ガスについては 6 ヶ月ごとに各会社がチェックし、政府へ報告することが定められている。この他、工場が立地する県・市を含む管轄州当局が上乘せ基準を設定している場合がある。

表 2-10 インドネシアにおけるパームオイル工場（CPO 工場）の排水基準

項目	最大濃度(mg/L)	最大汚濁物質排出量(kg/t)
BOD	100	0.25
COD	350	0.88
TSS	250	0.63
油脂	25	0.063
全窒素	50	0.125
pH	6.0 - 9.0	
最大排水量	2.5 m <sup>3</sup> /t	

注) 最大排水量は CPO 生産 1t 当たりの排水量  
 最大汚濁物質排出量は排水量 1t 当たりの排出量  
 全窒素 = 有機態窒素 + アンモニア態窒素 + 硝酸態窒素 + 亜硝酸態窒素

(出典：「水質汚濁防止及び水質管理に関する政令（2001 年政令第 82 号）」)

工場排水に関する測定方法と測定頻度はインドネシア政府によって定められており、地方政府に対する届出では、KAN (Komite Akreditasi Nasional) や ISO 等の認証分析室による分析値であることの証明書添付が必要とされている。以下に、パームオイル工場での指定項目と指定測定方法を示す。

表 2-11 インドネシアにおけるパームオイル工場 (CPO 工場) の指定測定項目

測定項目	届出の義務	公定法 (番号)	備考
試料の採取・保管		SNI 6989.59:2008	
排水流量	○		
BOD	○	SNI 6989.72:2009	5日間法
COD	○	SNI 6989.2:2009	重クロム酸法
COD		SNI 06-6989.22-2004	Mn 法
NO <sub>3</sub> -N	○ <sup>1</sup>	SNI 6989.74:2009	
NH <sub>3</sub> -N		SNI 06-6989.30-2005	
ケルダール N		SNI 06-6989.52-2005	
PO <sub>4</sub> -P		SNI 06-6989.31-2005	
pH		SNI 06-6989.11-2004	
DO		SNI 06-6989.14-2004	アジ化ナトリウム法
DO		SNI 06-2425-1991	電極法
TSS	○	SNI 06-6989.11-2004	重量法
鉱物油	○	SNI 6989.10:2011	重量法
油分		SNI 06-6989.10-2004	
ノルマルヘキサン抽出物		SNI 06-2502.1991	重量法

1) NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>3</sub>-N + ケルダール N

(出典「粗パーム油製造工場における排水対策ガイドライン」2013年11月日本国環境省/インドネシア環境省)

これらの基準に対し、政府の定める検査員 (PROPE) が基準を満たしているかのチェックを行う。環境に良い事例は政府が評価する。環境配慮基準を満たしていない場合は、その旨が公表される。金銭的なインセンティブはなく、評価、表彰が行われる。この政府からの表彰によって、銀行からの融資が有利になるなどのメリットがある (環境林業省ヒアリングより)。

## 2. 5 対象処理事業に係る潜在的な普及ポテンシャルの特定

インドネシアには、パームオイル製造会社が 695 ヶ所存在する。地域ごとの CPO 工場の下図を表 2-13 にまとめる。

これらのパーム工場のうち、以下の条件に合致する工場は、本技術のターゲットとなると考えられる。

- グリッドから工場の距離が遠く、系統連系コストがかかるために、バイオガス発電の FIT 事業を行うメリットがない工場
- すでにパームオイル製造工程での余剰バイオマスを利用して場内エネルギーが十分にまかなわれており、バイオガスのエネルギー利用のメリットがない工場
- 積み出し港が工場から近く、バイオ燃料の港への輸送コストが大きくなならない工場

POME からエネルギーを回収するという観点での競合技術は、メタン回収によるエネルギー利用である。CPO 工場がメタン回収を行った後の利用方法は、表 2-12 のようなエネルギーの使い方がある。

多くの CPO 工場では、グリッドからの距離が遠く売電の採算が合わないことに加えて、工場内のエネルギーはすでに MF 等の副産物を燃料とすることで十分にまかなわれている。今後、メタン回収を行ってもエネルギーの利用用途が無いため、本技術の適用の候補となる。このため、回収されたメタンガスによるバイオガス発電やボイラ燃料用途でのニーズが無い工場も多いとみられる。これらの、バイオガスエネルギーの用途が無い工場が、本技術適用の対象となる。

表 2-12 メタン回収後のメタンの利用方法

方法	適用条件
バイオガス発電を行い、FITで売電	<ul style="list-style-type: none"> <li>● グリッドからの距離が近い必要がある。</li> </ul>
バイオガス発電を行い、自家消費	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 追加の自家発電による電気のニーズがあること。</li> <li>● 現時点ですでに副産物によるエネルギー利用を行っている工場では、追加のエネルギー創出の必要は無い。</li> </ul>
バイオガスをガスボイラの燃料として自家消費	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 追加のエネルギーのニーズがあること。</li> <li>● 現時点ですでに副産物によるエネルギー利用を行っている工場では、追加のエネルギー創出の必要は無い。</li> </ul>
メタン破壊（焼却のみ。エネルギー回収は行わない）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 最も安価であるが、エネルギー利用はできない。</li> <li>● 他の利用方法が適用できない場合に検討されると考えられる。</li> </ul>
乾燥 POME 燃料化	<ul style="list-style-type: none"> <li>● これまで、インドネシアでは検討されたことが無い。</li> <li>● 特に売電及び自家消費を行わない工場で検討の余地がある。</li> </ul>

表 2-13 インドネシアのパームオイル製造工場の数

No.	Propinsi Province	Jumlah Industri Pengolahan Kelapa Sawit Number of Palm Oil Processing Industry	Kapasitas (ton TBS/jam) Capacity (ton FFB/hour)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Aceh	28	1.097
2	Sumatera Utara	116	4.810
3	Sumatera Barat	26	1.645
4	Riau	146	6.311
5	Kepulauan Riau	1	40
6	Jambi	78	4.170
7	Sumatera Selatan	58	3.555
8	Bangka Belitung	16	1.235
9	Bengkulu	19	990
10	Lampung	10	375
11	DKI Jakarta	-	-
12	Jawa Barat	1	30
13	Banten	2	120
14	Jawa Tengah	-	-
15	D.I. Yogyakarta	-	-
16	Jawa Timur	-	-
17	Bali	-	-
18	Nusa Tenggara Barat	-	-
19	Nusa Tenggara Timur	-	-
20	Kalimantan Barat	65	5.475
21	Kalimantan Tengah	47	2.830
22	Kalimantan Selatan	19	975
23	Kalimantan Timur	38	1.795
24	Sulawesi Utara	-	-
25	Gorontalo	-	-
26	Sulawesi Tengah	7	590
27	Sulawesi Selatan	2	150
28	Sulawesi Barat	6	260
29	Sulawesi Tenggara	3	260
30	Maluku	-	-
31	Maluku Utara	-	-
32	Papua	3	140
33	Papua Barat	4	360
	<b>INDONESIA</b>	<b>695</b>	<b>37.213</b>

(出典：BPS-Statistics Indonesia)

### 3. 廃棄物の組成・性状等調査

インドネシア出張にて、Riau 州（スマトラ島）の PT.PN V（農業公社 5 番）の Tandun(TAN)工場(2回訪問)、Tanah Putih(TP)工場(1回訪問)、Tanjung Medan(TM)工場(1回訪問)にて POME を採取して日本に持ち帰り、そのまま性状分析を行った。次に、脱水実験を行い、脱水実験で得られた脱水ケーキを乾燥させた後に乾燥 POME として性状分析を行った。

表 3-1 は、液体 POME の分析値を示すが、今回採取した POME の性状は、どれも固形分が 2.0~3.5%程度であり、一般的に言われている POME の固形分 5%に比べて低い。また、TP 工場及び、TM 工場で採取した POME は、一般的な POME の性状に比べて大きな相違があった。これらの工場では、通常ラグーンに放出された POME から油を回収している。今回の分析サンプルは、油回収を終えたラグーンから排出される POME を採取したものである。そのため、ラグーンの状態が POME の性状に影響を与えたことが考えられる。

表 3-1 PT.PN5 工場 の POME(原液)分析結果(採取場所:油回収後のポンド出口)

No.	項目	単位	測定結果			
			Tandun (第 1 回目採取)	Tandun (第 2 回目採取)	Tanah Putih (第 2 回目採取)	Tanjung Medan (第 2 回目採取)
1	pH	-	4.4	4.1	4.4	8.0
2	TS(水分)	%	3.4 (96.6)	3.6 (96.4)	2.0 (98.0)	0.6 (99.4)
3	BOD	mg/L	18,000	15,000	8,700	280
4	COD	mg/L	16,000	15,000	9,000	860
5	SS	mg/L	15,200	17,600	9,500	400
6	VS	mg/L	28,500	22,000	920	2,600
7	TOC	mg/L	12,200	14,000	510	466
8	Oil	mg/L	5,000	6,300	370	30
9	NH <sub>3</sub> -N	mg/L	38	41	1	210
10	Kj-N	mg/L	730	700	24	300

註) TS:全固形物、BOD:生物化学的酸素要求量、COD:化学的酸素要求量、SS:浮遊物質量、  
VS:強熱減量、TOC:全有機体炭素、NH<sub>3</sub>-N:アンモニア性窒素、Kj-N:ケルダール窒素

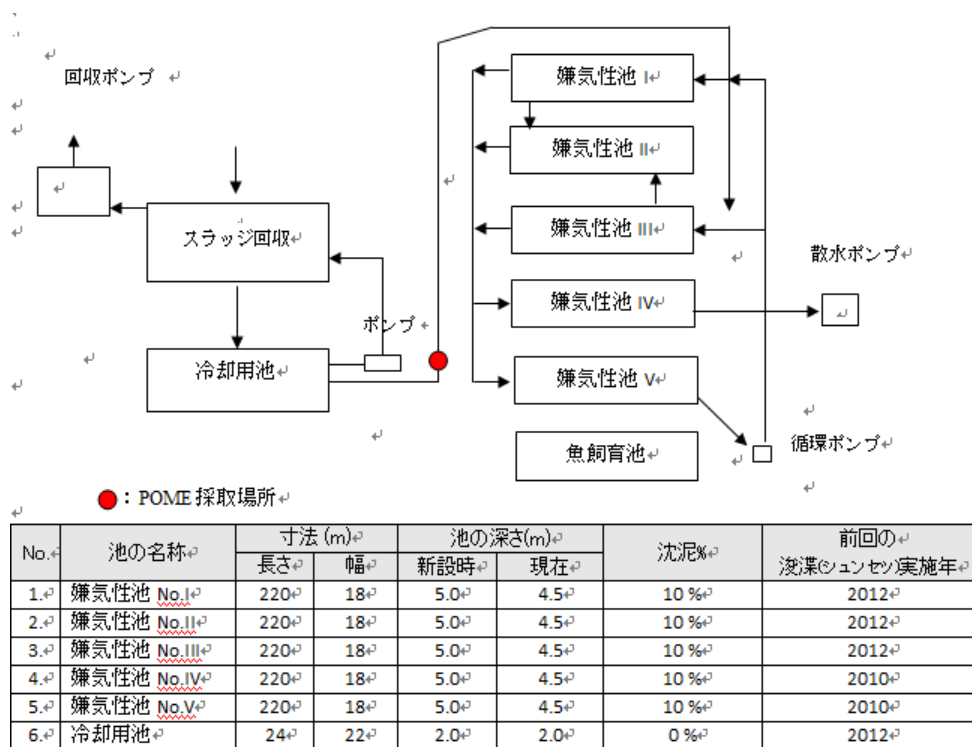


図 3-1 Tanah Putih 工場での分析用 POME 採水場所

表 3-2 は、乾燥 POME（木粉混入あり）と PKS の性状を示す。乾燥 POME（木粉あり）は、HHV（総発熱量）で 5,300 kcal/kg 以上であり、PKS は一般的な性状同様である。

なお、ボイラにダメージを与える可能性がある塩素や低融点物質のカリウムやリンが PKS に比べて高く、乾燥 POME をボイラ燃料として活用するには、石炭等と混ぜ合わせて利用する必要がある。また、乾燥 POME 中の重金属、鉛やクロムの含有量は非常に小さい。

表 3-2 性状分析結果（乾燥 POME の脱水助剤は木粉 20%対 TS）

No.	項 目	単 位	乾燥脱水ケーキ		PKS (Palm Kernel Shell)	
			Tandun 第 1 回採取	Tanah Putih 第 2 回採取	Tandun 第 1 回採取	Tanjung Medan 第 2 回採取
1	含水率	%	8.2	2.8	1.5	3.1
2	HHV	J/g	22,200	24,500	21,500	20,900
		Kcal/kg	5,300	5,850	5,130	4,990
3	灰分	%	4.8	4.9	1.7	1.7
4	水素	%	6.59	7.33	5.71	5.78
5	塩素	%	0.11	0.19	0.06	0.06
6	SiO <sub>2</sub>	%	1.1	0.7	0.8	0.4
7	Na <sub>2</sub> O	%	0.05	0.04	0.02	0.01
8	K <sub>2</sub> O	%	0.37	0.61	0.12	0.10
9	PbO	mg/kg	< 20	< 20	< 20	< 20
10	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	mg/kg	< 20	< 20	27	28



## 4. パイロット試験の実施

### 4. 1 ラボレベルの脱水実験

液状の POME から乾燥 POME を得るには、脱水と脱水ケーキの乾燥が主要な技術となり、特に脱水技術が乾燥 POME 生産システムの性能と生産コストに影響を与える。

本脱水実験では、第 1 回目は Tandun 工場で採取した POME、第 2 回目は Tanah Putih 工場で採取した POME を用い、脱水性能を左右する高分子凝集剤（ポリマー）と脱水助剤（木粉）の組合せ（第 1 回、第 2 回共に 6 条件）による脱水実験を行い、それぞれの脱水特性を調べた。なお、脱水特性の具体的な評価項目は以下の通り。

- ・ 脱水ケーキの含水率及び油分の含水率
- ・ 脱水ろ液（脱離液）の清浄度（BOD、COD 等）
- ・ TS (Total Solid) の回収率
- ・ ポリマー消費量（ポリマーは高価であり、生産コストに占める割合が大きい。）

#### (1) 脱水実験方法

- ① 手順 1: POME 原泥に選定したポリマーと助剤を添加しフロックを形成させる。



図 4-1 フロックの形成

- ②脱離液の採取し、フロック形成した検体を 500 $\mu$  のメッシュにあける。

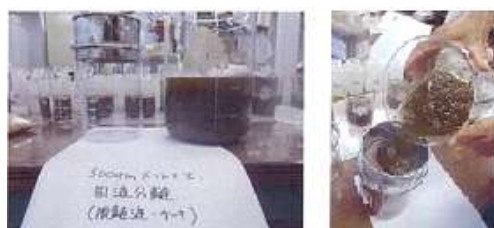


図 4-2 ろ液分離

- ③工程②で分離した固形分を、特定の布で加圧し脱水する。

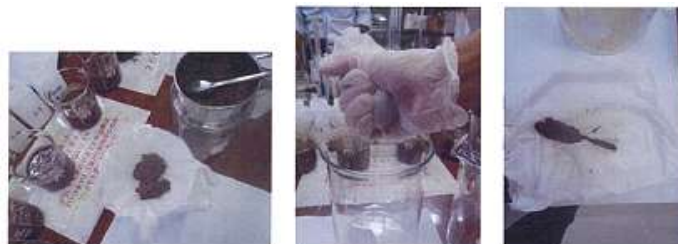


図 4-3 脱水ケーキ採取

また、前述の脱水実験に先立ち、ポリマーの選定、脱水助剤の選定及び温度の影響（工場から排出される直後の POME の温度は 60℃前後である。）の予備実験を行った。なお、脱水助剤は、マルチ回転ディスクプレス式脱水機を使用する上で要求される脱水ケーキの含水率になるかどうかを調べるためのものである。

- ・ ポリマーの選定

BASF 社製の 5 種類の内、フロック形成の最も良好な 1 種類(Zetag8180J、粉体)と、この Zetag8180J をエマルジョン化した HB-3045 を選定した。

- ・ 脱水助剤の選定

木粉、コーヒー滓乾燥粉、デカンタケーキ（CPO 製造プロセスから排出される）の乾燥粉及び、PKS 粉末について、それぞれ POME に混合させ、脱水特性を調べたが、コーヒー滓、デカンタケーキ、PKS 粉末は、作り易さや、POME との混合性の点で、木粉を使うこととした。

- ・ 温度の影響

POME を 80℃に加熱しポリマーを添加し脱水を行ったが、支障がないことが確認できた。

## (2) 脱水実験結果

表 4-1 POME の性状分析（第 1 回目: Tandun）

	サンプル名	パームオイル工場廃液 (POME)
	水素イオン濃度 (pH)	4.4 (22℃)
	蒸発残留物 (TS)	3.44 %
	浮遊物質 (SS)	16,000 mg/L
	強熱減量 (VTS)	83.8 %
	繊維状物 (100 メッシュ)	2.2 %
	BOD	25,000 mg/L
	COD	16,000 mg/L
	TOC	8,700 mg/L
	ヘキサン抽出物質 (= 油分)	3,900 mg/L
	塩化物イオン	1280 mg/L
	電気伝導率	650 mS/m

表 4-2～表 4-6 に、2 回の脱水実験の結果を示す。目標は、ポリマーの添加率を POME 原液の TS に対して 0.6%で、脱水ケーキの含水率を 65%、脱水ろ液の BOD や COD など大幅に改善することであった。2 回の脱水実験の結果より、ポリマーの使用量が少なく、かつ脱水ろ液の清浄度を大幅に改善するのは難しいことが分かった。木粉は、マルチ回転ディスクプレス式脱水機の要求の脱水ケーキ含水率を 60%～70%にすることにより効果が認められた。

また、本実験の対象 POME は、前章(3.1 廃棄物組成調査)で述べた様に一般的な POME と比べて TS が低いことを考慮し、マレーシアで採取した一般的な性状の POME を用いた 2 段階脱水実験の結果を参考として、表 4-7, 表 4-8、図 4-4 及び、表 4-9 に記載する。

表 4-2 脱水ろ液の性状（第1回目:Tandun 工場）

試験 番号	凝集 剤種	希釈 倍数	凝集剤 添加率	pH	TS (%)	VTS (%)	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	油分 (mg/L)
E1-1	粉体 Zetag 8180	500	0.6%	4.5	1.99	77.7	6,400	14,000	11,000	5,000	1,100
E1-2			0.9%	4.5	1.52	74.5	2,600	11,000	8,900	4,900	500
E1-3		1,000	0.9%	4.5	1.73	76.5	1,900	9,200	7,600	5,000	400
E1-4		500	1.2%	4.5	1.39	72.6	1,600	10,000	8,000	4,700	280
E2-1	液状 HB-3 045	200	0.6%	4.5	2.13	79.2	7,900	14,000	11,000	6,600	1300
E2-2			0.9%	4.5	1.74	76.4	5,200	13,000	9,900	5,300	930
E2-3		400	0.9%	4.5	1.32	73.0	1,800	10,000	7,500	4,800	240
E2-4		200	1.2%	4.5	1.50	73.9	2,700	11,000	8,400	5,300	570

註) 粉体 Zetag8180J の基本希釈倍率は 500 倍、一部比較として 1000 倍で試験。

液状 HB-3045 の基本希釈倍率は 200 倍、一部比較として 400 倍で試験。

脱水助剤：すべて木粉 20%

表 4-3 脱水ケーキの性状（第 1 回目：Tandun 工場）

試験番号	凝集剤種	希釈倍数	凝集剤添加率	水分量 (%)		油分※ (%)	
				含水率	TS (固形分)	ケーキ中	固形物中
E1-1	粉体 Zetag81 80J	500	0.6%	65.7	34.3	7.03	20.5
E1-2			0.9%	65.3	34.7	8.94	25.8
E1-3		1,000	0.9%	63.9	36.1	10.3	28.5
E1-4		500	1.2%	63.8	36.2	9.24	25.5
E2-1	液状 HB-304 5	200	0.6%	62.4	37.6	8.90	23.7
E2-2			0.9%	65.4	34.6	9.66	27.9
E2-3		400	0.9%	64.8	35.2	9.65	27.4
E2-4		200	1.2%	66.2	33.8	9.04	26.7

表 4-4 POME 原液の性状分析（第 2 回目：Tanah Putih 工場）


	サンプル名	パームオイル工場廃液 (POME)
	水素イオン濃度 (pH)	4.4 (23°C)
	蒸発残留物 (TS)	1.87 %
	浮遊物質 (SS)	10,000 mg/L
	強熱減量 (VTS)	83.2 %
	繊維状物(100 メッシュ)	1.4 %
	BOD	12,000 mg/L
	COD	21,000 mg/L
	TOC	7,500 mg/L
	ヘキサン抽出物質 (=油分)	1,800 mg/L
	塩化物イオン	2,700 mg/L
	電気伝導率	480 mS/m

表 4-5 脱水ろ液の性状分析（第 2 回目：Tanah Putih 工場）

試験 番号	凝集剤 添加率	pH	TS (%)	VTS (%)	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	油分 (mg/L)
Z2-1	0.6%	4.5	1.16	77.5	4,600	8,400	5,900	3,500	421
Z2-2	0.9%	4.4	0.92	73.9	1,700	7,600	4,000	3,000	366
Z2-3	1.2%	4.4	0.77	70.6	560	6,100	3,500	3,600	176
Z2-4	1.5%	4.4	0.73	70.5	540	5,400	3,200	3,300	138
Z2-5	1.8%	4.4	0.67	69.2	260	5,500	2,800	2,400	37
Z2-6	2.1%	4.4	0.64	68.7	160	5,000	2,900	2,700	46
原 POME		4.4	1.87	83.2	10,000	12,000	21,000	7,500	1,800

註) 凝集剤：Zetag8180 粉体を 1,000 倍に希釈

表 4-6 脱水ケーキの性状分析（第 2 回目：Tanah Putih 工場）

試験 番号	凝集剤 添加率	水分量 (%)		油分※ (%)	
		含水率	TS (固形分)	ケーキ中	固形物中
Z2-1	0.6%	60.8	39.2	12.5	31.9
Z2-2	0.9%	60.4	39.6	11.8	29.8
Z2-3	1.2%	60.1	39.9	10.6	26.6
Z2-4	1.5%	60.7	39.3	11.6	29.5
Z2-5	1.8%	60.8	39.2	10.0	25.5
Z2-6	2.1%	62.6	37.4	11.3	30.2

註) 凝集剤：Zetag8180 粉体を 1,000 倍に希釈

表 4-7 <参考>CPO 工場の POME 性状分析 (マレーシア)



サンプル名	1. 原 POME (現地採取 POME)	2. 遠心分離模擬 POME (ラボ用バッチ式遠心分離機)
写真		
水素イオン濃度 (pH)	4.0 (16°C)	4.0 (16°C)
蒸発残留物 (TS)	5.67 %	3.81 %
浮遊物質 (SS)	22000 mg/L	2040 mg/L
強熱減量 (VTS)	84.8 %	79.9 %
繊維状物 (100 ヲシユ)	0.50 %	0.05%未満
BOD	35000 mg/L	19000 mg/L
COD	25000 mg/L	19000 mg/L
TOC	27000 mg/L	19000 mg/L
ヘキサン抽出物質	4200 mg/L	570 mg/L
塩化物イオン	1900 mg/L	- - -
電気伝導率	990 mS/m	- - -

表 4-8 <参考>CPO 工場の脱水ろ液性状分析 (マレーシア)

凝集剤 添加率	水分量(%)		油分(%)		pH	TS (%)	VTS (%)	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	油分 (mg/ L)
	含水率(%)	TS 固形分	ケーキ 中	固形分中								
1.2%	60.2	39.8	1.21.	3.04	4.0	2.39	79.8	380	12,000	13,000	10,000	62
1.5%	59.2	40.8	1.62	3.97	4.0	2.23	79.9	280	10,000	11,000	9,100	52
1.8%	58.2	41.8	1.56	3.73	4.0	2.07	79.8	180	9,300	10,000	7,300	50
遠心分離模擬 POME					4.0	3.81	79.9	2040	19,000	19,000	19,000	570



### (3) 2段階脱水システム実験結果及びマスバランス

表 4-7 に POME の性状分析値、表 4-8 に脱水ろ液の性状分析値、表 4-9 にマスバランスの総括表を示した。なお、図 4-4 は、マスバランスの考え方をフロー図で表現したものである。脱水システムを 2 段階とし、1 段階に遠心分離機（デカンタ、ポリマー添加なし）、第 2 段階にマルチ回転ディスクプレス式脱水機（ポリマー添加あり）で脱水する。

ポリマー使用量を削減するための 2 段階脱水システム試験結果より、ポリマーを必要としない第 1 段階目の遠心分離脱水で、POME 中の 66% の固形分が取れるため、第 2 段階目のポリマーを用いてより微細な固形分を除去するためのマルチ回転ディスクプレス式脱水機（ヴァールト脱水機）では、その添加量が削減できる。POME 固形分凝集の良好な条件は、脱離液へのポリマー添加率が 1.2~1.8% である。一方、ポリマー添加率の 0.9% 未満の条件では、フロック形成が不十分であった。遠心分離脱水処理により脱離液中の固形分が 34% のため、全体の固形分からみたポリマーの割合は、0.4~0.6% ( $1.2 \times 0.34 \sim 1.8 \times 0.34$ ) となり、当初目標の 0.6% となる。

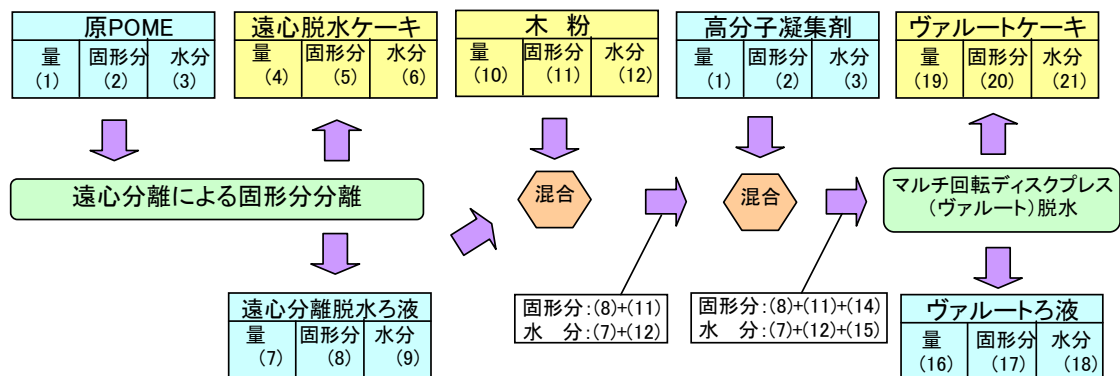


図 4-4 <参考>POME 脱水試験マスバランス (マレーシア)

表 4-9 <参考>POME 脱水試験 マスバランスシート表 (マレーシア)

プロセス		算出方法	記号	重量	高分子凝集剤 (ポリマー) 添加率(%)		
					1.2	1.5	1.8
原 POME	量		(1)	G	100	100	100
	固形物量		(2)	G	5.67	5.67	5.67
	水分量		(3)	G	94.33	94.33	94.33
遠心ケ ーキ	量		(4)	G	50	50	50
	固形物量	(2)-(8)	(5)	G	3.745	3.745	3.745
	水分量		(6)	G	46.255	46.255	46.255
遠心ろ 液	量		(7)	G	50	50	50
	固形物量		(8)	G	1.925	1.925	1.925
	水分量		(9)	G	48.075	48.075	48.075
サンダ ー ダスト	添加量		(10)	G	0.385	0.385	0.385
	固形物量		(11)	G	0.3542	0.3542	0.3542
	水分量		(12)	G	0.0308	0.0308	0.0308
高分子 凝集剤	添加量		(13)	G	23.1	28.875	34.65
	固形物量		(14)	G	0.0231	0.0289	0.0347
	水分量		(15)	G	23.0769	28.8461	34.6154
ヴァル ート ろ液	量		(16)	G	70	76	81
	固形物量		(17)	G	1.673	1.6948	1.6767
	水分量		(18)	G	68.327	74.3052	79.3233
ヴァル ートケ ーキ	量		(19)	G	1.3013	1.2208	1.2366
	固形物量		(20)	G	0.4828	0.4981	0.5169
	水分量		(21)	G	0.8185	0.7227	0.7197
回収率	全体回収	1-((17)/(2))		%	70.5	70.1	70.4

#### 4. 2 乾燥 POME の性状分析

脱水実験で得られた脱水ケーキを乾燥し、性状分析結果を表 4-10 に示す。総発熱量 (HHV)は、油分が多く PKS に比べ高く、燃料として有利である。一方、ボイラの燃焼条件により燃焼効率低下要因となる塩素、低融点物質 (P、K) 含有率、灰分が、PKS に比べて高く、発電用のボイラ燃料として利用する際には、単独で使用されるわけではなく、石炭等と混ぜて利用されるので大きな問題ではないと考えられる。

表 4-10 バイオフィューエル原料の性状 (含水率 10%換算値)  
(乾燥 POME の脱水助剤は木粉 20%対 TS)

No.	項目	単位	乾燥脱水ケーキ		PKS (Palm Kernel Shell)	
			Tandun 第 1 回採取	Tanah Putih 第 2 回採取	Tandun 第 1 回採取	Tanjung Medan 第 2 回採取
1	含水率	%	10.0	10.0	10.0	10.0
2	VS	%	95.0	94.8	98.3	98.3
3	TOC	%	44.9	47.6	44.6	43.5
4	油分	%	24.2	27.0	1.1	2.3
5	HHV	J/g	20,000	22,700	19,600	19,400
		Kcal/kg	4,780	5,420	4,680	4,630
6	灰分	%	4.8	4.9	1.7	1.7
7	炭素	%	46.3	48.3	45.7	46.0
8	水素	%	6.46	6.79	5.22	5.37
9	窒素	%	1.82	1.86	0.33	0.37
10	硫黄	%	0.21	0.19	0.07	0.06
11	塩素	%	0.11	0.18	0.05	0.06
12	酸素	%	38.5	30.7	37.8	37.8
13	SiO <sub>2</sub>	%	1.1	0.7	0.7	0.4
14	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.25	0.30	0.03	0.04
15	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.34	0.44	0.01	0.01
16	CaO	%	0.91	0.72	0.04	0.05
17	MgO	%	0.22	0.29	0.05	0.06
18	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.32	0.40	0.03	0.06
19	TiO <sub>2</sub>	%	< 0.01	0.02	< 0.01	< 0.01
20	Na <sub>2</sub> O	%	0.05	0.04	0.02	0.01
21	K <sub>2</sub> O	%	0.36	0.56	0.11	0.09

No.	項 目	単 位	乾燥脱水ケーキ		PKS (Palm Kernel Shell)	
			Tandun 第 1 回採取	Tanah Putih 第 2 回採取	Tandun 第 1 回採取	Tanjung Medan 第 2 回採取
22	CuO	mg/kg	54	31	< 20	< 20
23	PbO	mg/kg	< 20	< 20	< 20	< 20
24	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	mg/kg	< 20	< 20	25	26

※上記分析結果は、VS 及び、灰分を除き現物（到着ベース）の値を示す。

TOC: Total Organic Carbon（全有機体炭素）、VS: Volatile Solids（強熱減量）、HHV: Higher Heating Value（高位発熱量=総発熱量=低位発熱量+水蒸気の凝縮潜熱 x 水蒸気量）

表 4-11 バイオフィューエルの組成物及び混合物の性状試算

No.	項 目	単 位	乾燥 脱水ケーキ	PKS	バイオフィューエル	
					試算値	マレーシア
1	含水率	%	10.0	10.0	10.0	7.4
2	HHV	J/g	21,400	19,500	20,450	21,100
		Kcal/kg	5,110	4,660	4,890	5,040
3	灰分	%	4.9	1.7	3.3	3.9
4	水素	%	6.63	5.30	5.96	5.86
5	塩素	%	0.15	0.06	0.10	0.09
6	SiO <sub>2</sub>	%	0.88	0.54	0.71	< 0.2
7	Na <sub>2</sub> O	%	0.05	0.02	0.03	0.02
8	K <sub>2</sub> O	%	0.46	0.10	0.28	0.09
9	PbO	mg/kg	< 20	< 20	< 20	
10	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	mg/kg	< 20	< 20	< 20	

#### 4. 3 天日乾燥コンピュータシミュレーション

POME の脱水ケーキの乾燥手段として、蒸気による人工乾燥と天日による自然乾燥が考えられる。インドネシアのパームオイル工場は、年間を通して日射量が豊富な赤道直下に位置しており、まず、温室を利用する天日乾燥利用の可能性について検討した。

本天日乾燥コンピュータシミュレーションでは、スーパーコンピュータを利用して温室内の気流分布、温湿度分布から換気状況及び、POME の脱水ケーキが乾燥に至るまでの実時間にして 10 日間相当分の予測をした。また、温室の屋根開口間隔を、1.15m と 2.30m の 2 モデルに対し含水率の変化を推定し、POME 含水率の変化を予測した。なお、インドネシアでは日射データの入手が難しく、本シミュレーションでは、シンガポールの設計用気象データ（米国の ASHRAE）を使用した。また、年間を平均し代表的気象データを採用した。

##### (1) 気象データ



図 4-5 調査実施サイト及び観測データ取得箇所

(出典：Google map)

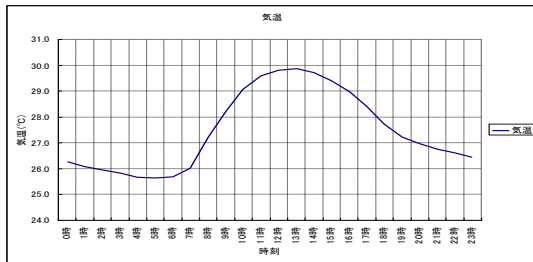


図 4-6 気温(シンガポール)

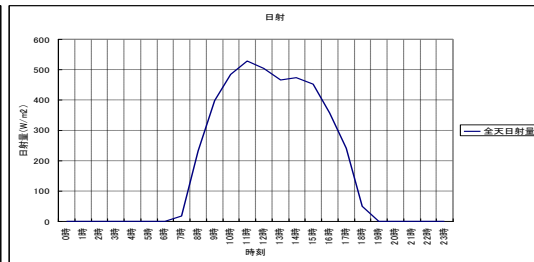


図 4-7 日射量(シンガポール)

(出典:ASHRAE より引用)

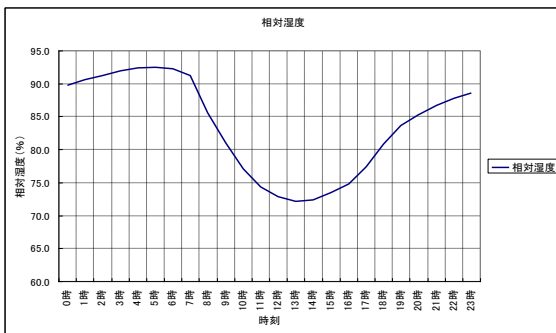


図 4-8 相対湿度(シンガポール)

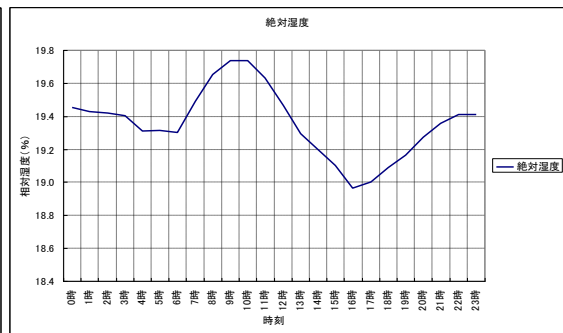


図 4-9 絶対湿度(シンガポール)

(出典:ASHRAE より引用)

(2) 解析モデル（中央の屋根開口高さを変化させた2つのモデル）

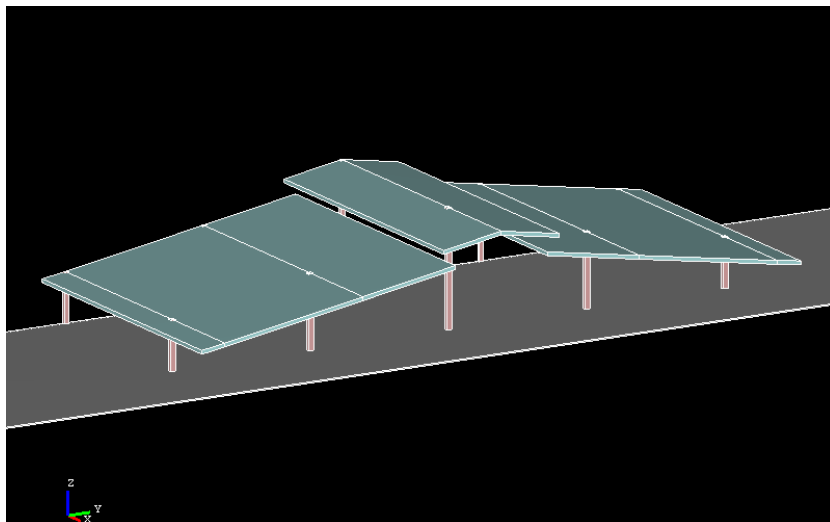


図 4-10 解析モデルパース図(屋根開口 1.15m)

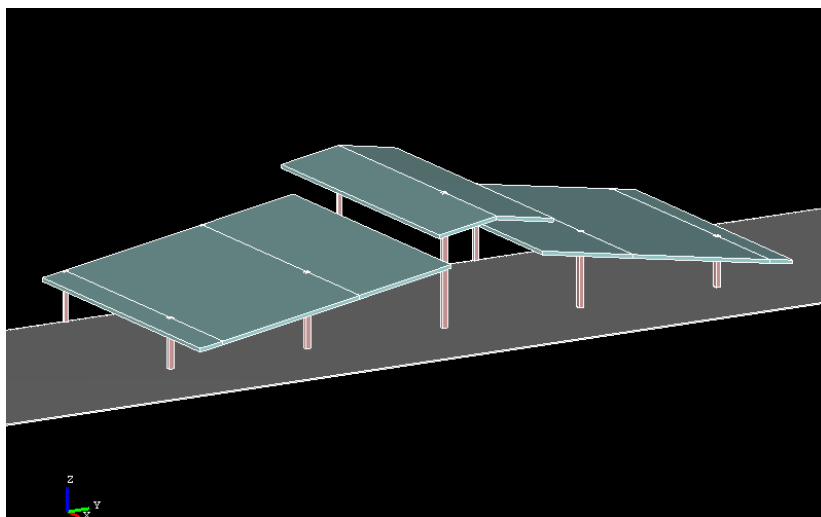


図 4-11 解析モデルパース図(屋根開口 2.30m)

### (3) 3次元熱流体シミュレーション条件

昼間は日射の影響で温室内温度が周辺気温より上がり、自然換気が起きていると考えられる。使用する解析条件が周辺気象データのため、ハウス周辺空間で3次元熱流体シミュレーションを行い、温室内 POME 表面付近の気温・風速を求め、含水率予測の際の条件とした。含水率予測は1日を12の時間帯に分けて行った。また、日射のある昼間5つの時間帯で3次元熱流体シミュレーションを行い POME 表面付近の気温・風速を求めた。

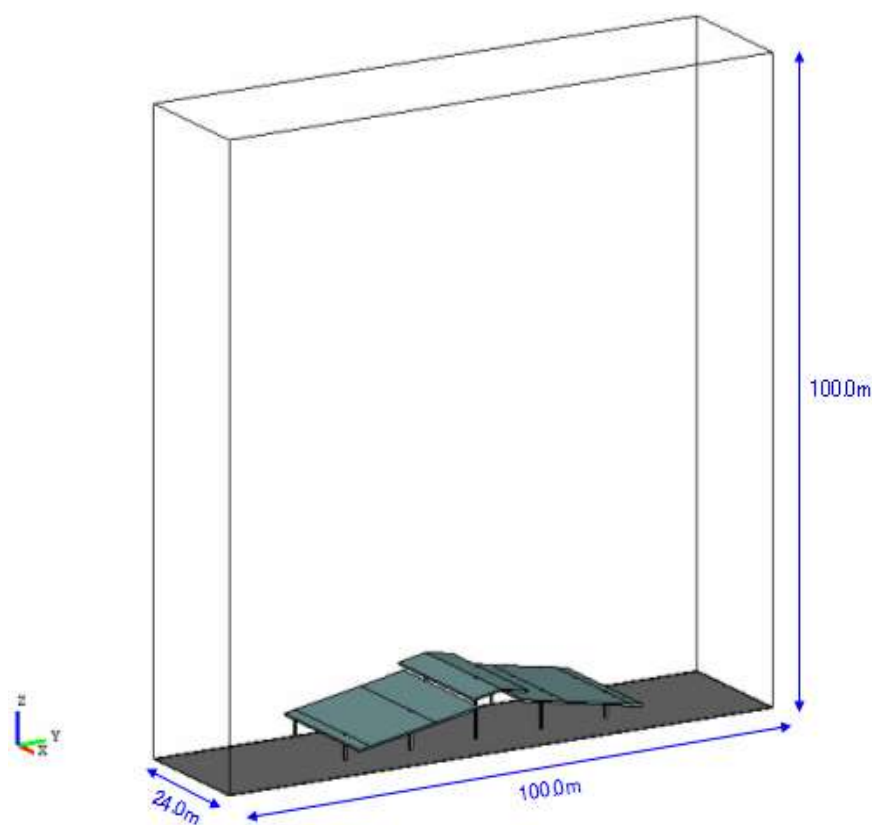


図 4-12 解析空間概要

表 4-12 3次元熱流体シミュレーション条件

	気温 °C	相対湿度 %	絶対湿度 g/m <sup>3</sup>	全天日射量 W/m <sup>2</sup>
8時～10時	27.72	83.28	19.70	316
10時～12時	29.33	75.67	19.69	506
12時～14時	29.84	72.52	19.38	485
14時～16時	29.56	72.92	19.15	463
16時～18時	28.69	76.10	18.98	300



屋根材の日射透過条件を反射：10% 吸収：20% 透過：70%と想定した。

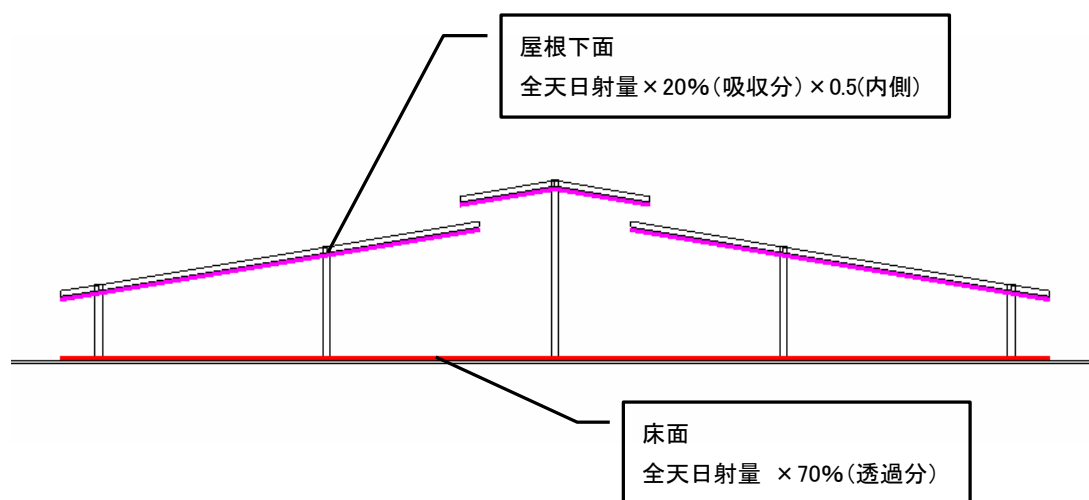


図 4-13 日射条件

(4) 3次元熱流体シミュレーション結果

・屋根開口 1.15m のモデルの温度分布+ベクトル断面図 (X=0.0m) の変化

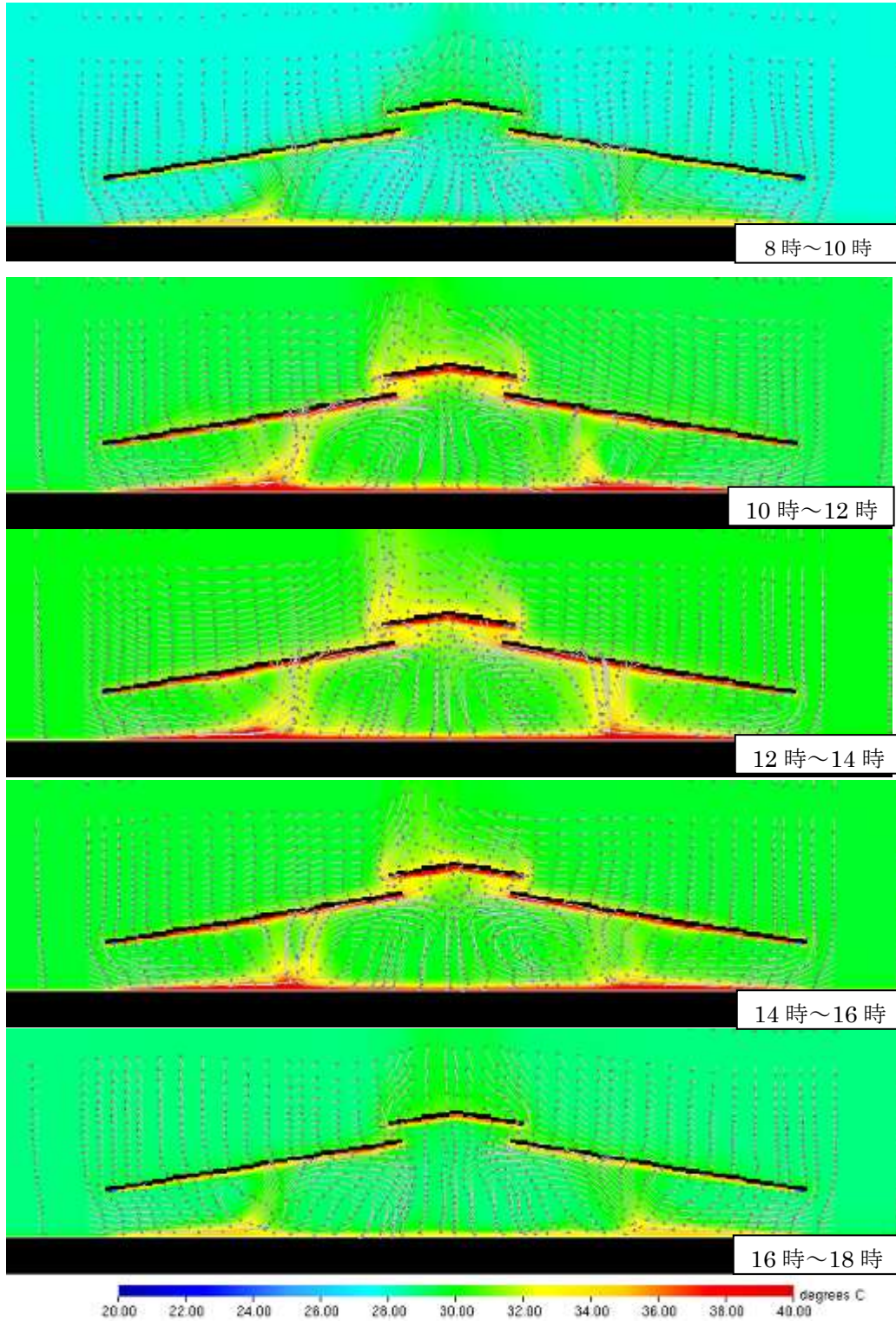


図 4-14 屋根開口 1.15m の温度分布+ベクトル断面図

- 屋根開口 2.3m のモデルの温度分布+ベクトル断面図 (X=0.0m) の変化

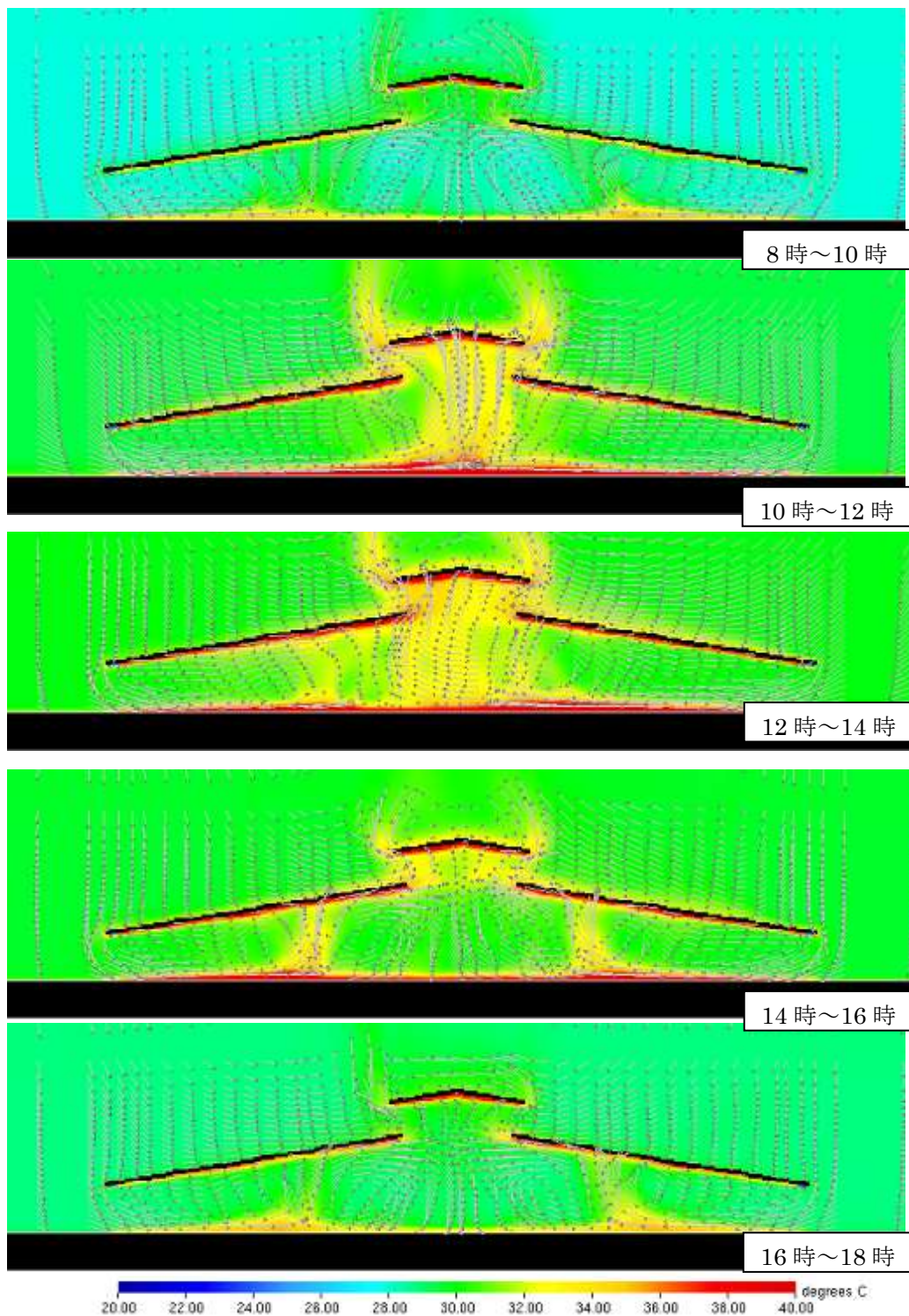


図 4-15 屋根開口 2.3m の温度分布+ベクトル断面図

- 屋根開口 1.15m のモデルの風速分布+ベクトル断面図 (X=0.0m) 変化

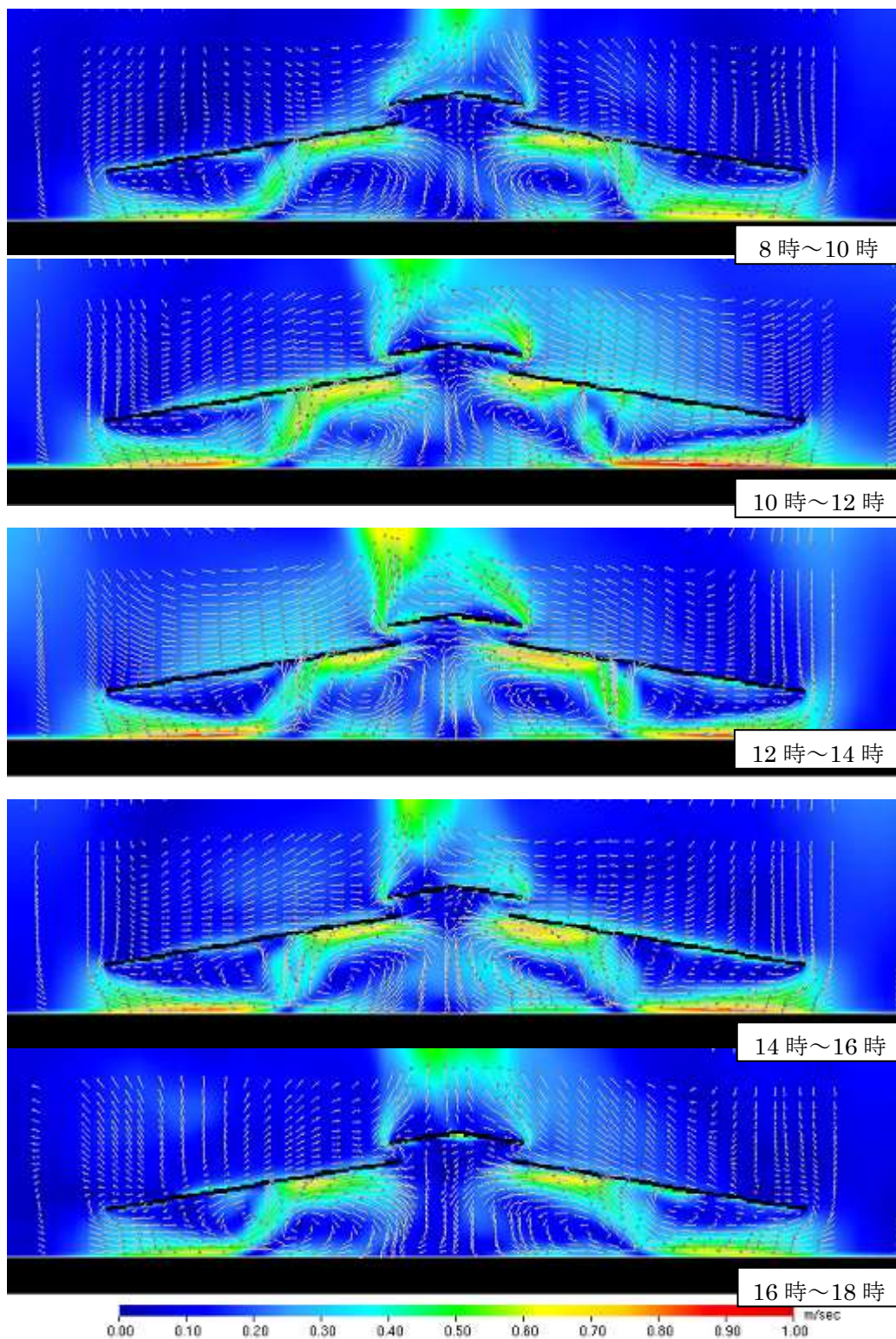


図 4-16 屋根開口 1.15m の風速分布+ベクトル断面図

- 屋根開口 2.3m のモデルの風速分布+ベクトル断面図 (X=0.0m) の変化

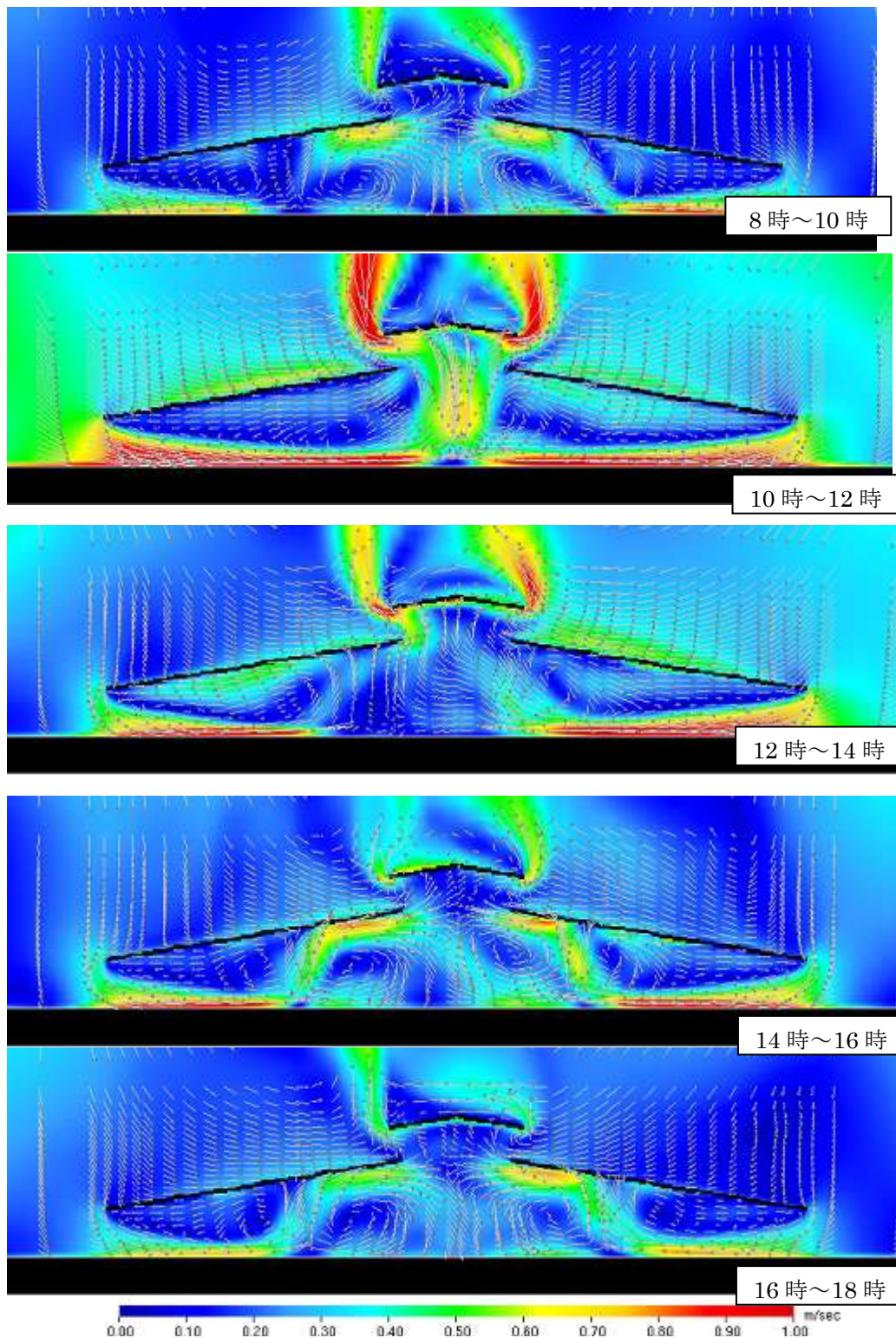


図 4-17 屋根開口 2.3m の風速分布+ベクトル断面図

- ・解析空間全体の3次元熱流体シミュレーション結果（10時～12時）

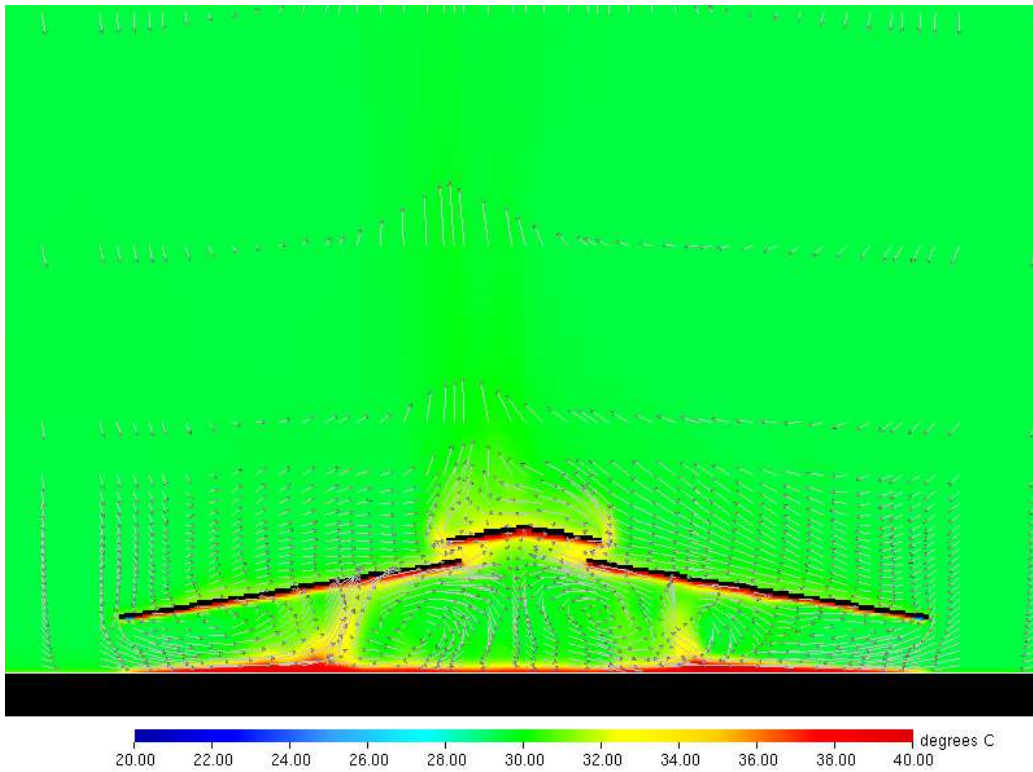


図 4-18 温度分布+ベクトル断面図 (X=0.0m) (屋根開口 1.15m)

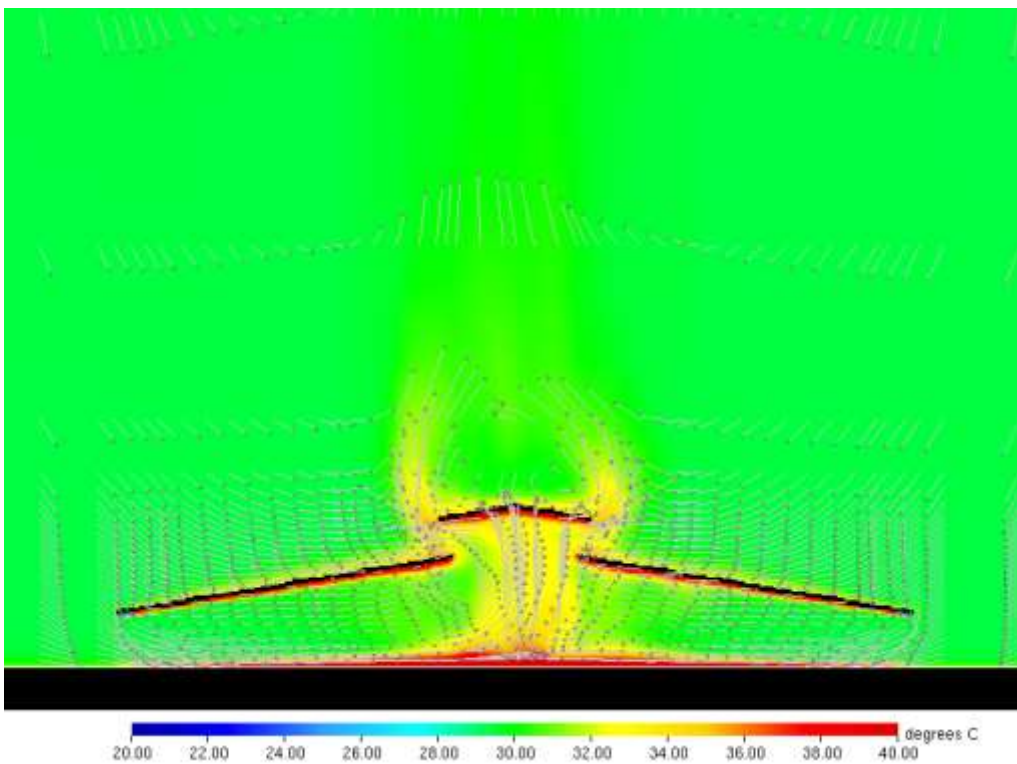


図 4-19 温度分布+ベクトル断面図 (X=0.0m) (屋根開口 2.30m)

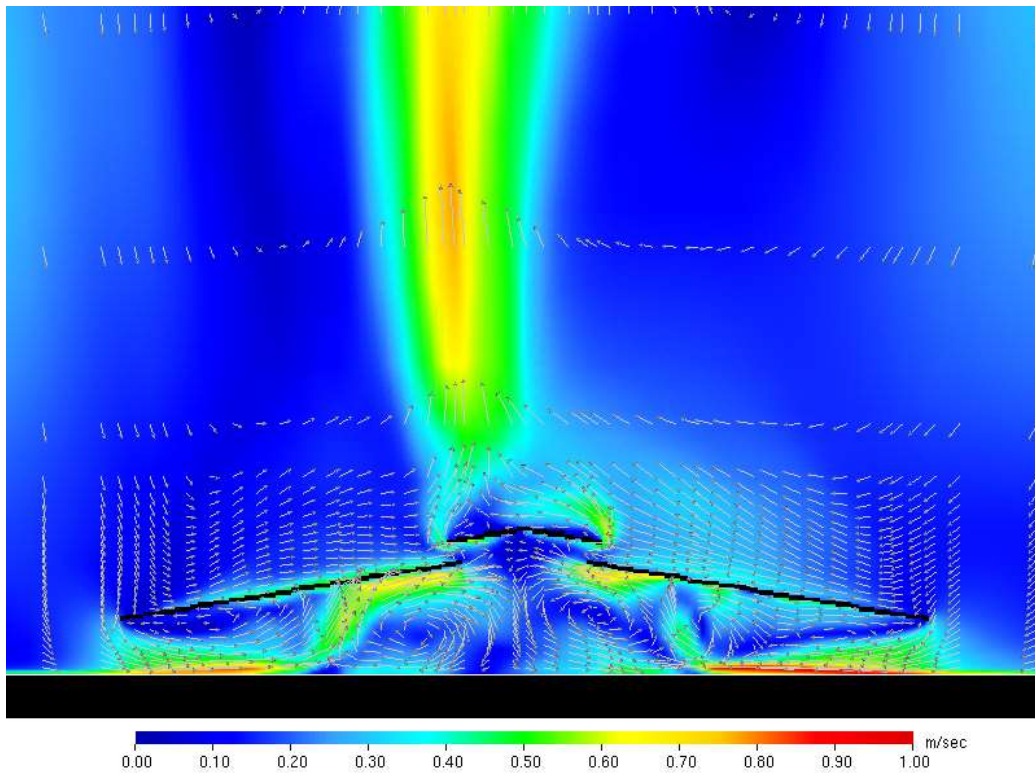


図 4-20 風速分布+ベクトル断面図 (X=0.0m) (屋根開口 1.15m 10時~12時)

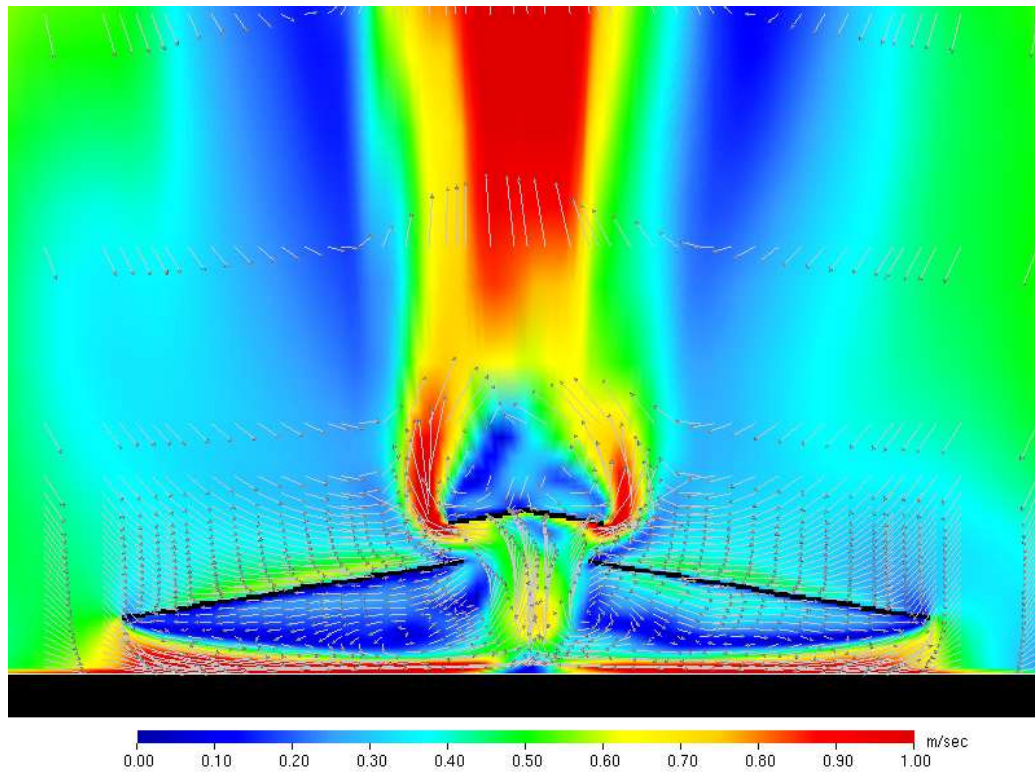


図 4-21 風速分布+ベクトル断面図 (X=0.0m) (屋根開口 2.30m 10時~12時)

(5) 含水率予測条件

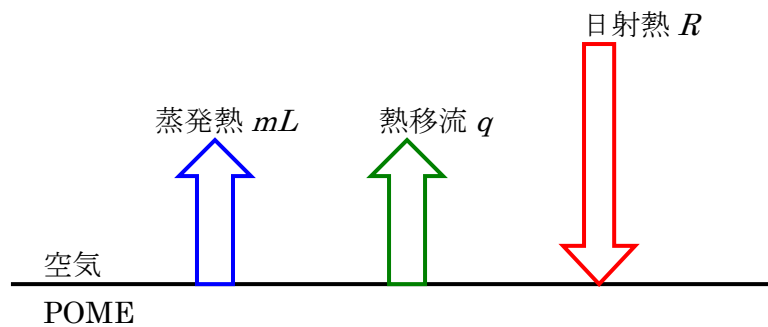
1 日を 12 の時間帯に分け含水率予測を行った。日射のある昼間 5 つの時間帯では 3 次元熱流体シミュレーションの結果を含水率予測で使用する条件とした。

(6) 予測手法

各時間帯における水分移動量を予測し、予測した水分移動量を累積することで含水率を予測した。

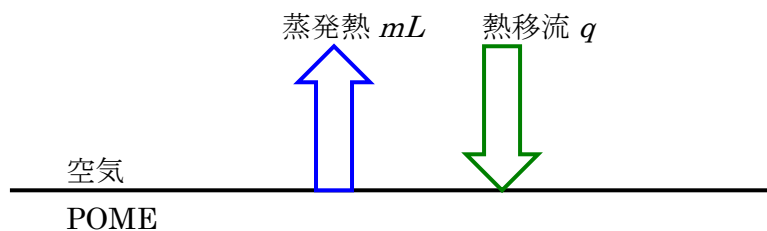
水分移動量の予測は POME から水分が蒸発することで発生する蒸発熱、空気と POME 間の熱移流、及び POME が受ける日射熱についての熱の釣り合いから求めた。

○昼間



$$\text{日射熱 } R = \text{蒸発熱 } mL + \text{熱移流 } q$$

○夜間



$$\text{蒸発熱 } mL = \text{熱移流 } q$$

$m$  : 質量流束       $L$  : 相変化潜熱 (J/kg)、蒸発熱



(7) 含水率予測条件

表 4-13 含水率予測条件

屋根開口高さ: 1.15m	気温 °C	風速 m/s2	相对湿度 %	全天日射量 W/m2
0時～2時	26.18	1.26	90.2	0
2時～4時	25.89	1.05	91.6	0
4時～6時	25.65	1.11	92.4	0
6時～8時	25.85	1.24	91.7	9
8時～10時	33.65	0.40	58.3	316
10時～12時	38.16	0.54	44.8	506
12時～14時	38.33	0.51	43.7	485
14時～16時	38.18	0.53	43.5	463
16時～18時	33.89	0.38	55.4	300
18時～20時	27.46	2.34	82.3	25
20時～22時	26.87	1.76	86.0	0
22時～0時	26.52	1.46	88.2	0

※透過考慮

屋根開口高さ: 2.30m	気温 °C	風速 m/s2	相对湿度 %	全天日射量 W/m2
0時～2時	26.18	1.26	90.2	0
2時～4時	25.89	1.05	91.6	0
4時～6時	25.65	1.11	92.4	0
6時～8時	25.85	1.24	91.8	9
8時～10時	34.31	0.42	56.1	316
10時～12時	40.84	0.87	38.4	506
12時～14時	40.05	0.69	39.6	485
14時～16時	38.90	0.54	41.8	463
16時～18時	34.63	0.38	53.1	300
18時～20時	27.46	2.34	82.3	25
20時～22時	26.87	1.76	86.0	0
22時～0時	26.52	1.46	88.2	0

※透過考慮

(8) 含水率予測結果

表 4-14 含水率変化

	時刻	含水率(%)			時刻	含水率(%)	
		屋根開口1.15m	屋根開口2.30m			屋根開口1.15m	屋根開口2.30m
1日目	8時	65.000	65.000	6日目	8時	37.262	36.185
	10時	64.089	64.075		10時	36.682	35.603
	12時	62.598	62.449		12時	35.728	34.529
	14時	61.188	60.964		14時	34.821	33.561
	16時	59.855	59.618		16時	33.956	32.701
	18時	59.036	58.789		18時	33.427	32.175
	20時	58.854	58.607		20時	33.267	32.016
	22時	58.766	58.519		22時	33.179	31.928
	0時	58.700	58.453		0時	33.113	31.861
	2時	58.649	58.402		2時	33.062	31.810
	4時	58.609	58.363		4時	33.023	31.771
	6時	58.573	58.326		6時	32.986	31.735
2日目	8時	58.513	58.267	7日目	8時	32.934	31.683
	10時	57.681	57.423		10時	32.405	31.154
	12時	56.317	55.927		12時	31.533	30.164
	14時	55.026	54.564		14時	30.702	29.276
	16時	53.804	53.334		16時	29.909	28.490
	18時	53.054	52.576		18時	29.424	28.010
	20時	52.877	52.400		20時	29.268	27.855
	22時	52.789	52.312		22時	29.180	27.767
	0時	52.722	52.245		0時	29.114	27.700
	2時	52.671	52.194		2時	29.063	27.649
	4時	52.632	52.155		4時	29.023	27.610
	6時	52.596	52.119		6時	28.987	27.574
3日目	8時	52.538	52.061	8日目	8時	28.936	27.523
	10時	51.777	51.291		10時	28.454	27.042
	12時	50.530	49.915		12時	27.656	26.130
	14時	49.347	48.665		14時	26.896	25.315
	16時	48.227	47.539		16時	26.168	24.597
	18時	47.539	46.847		18時	25.725	24.159
	20時	47.367	46.676		20時	25.572	24.008
	22時	47.279	46.588		22時	25.484	23.920
	0時	47.213	46.521		0時	25.417	23.853
	2時	47.162	46.470		2時	25.367	23.802
	4時	47.122	46.431		4時	25.327	23.763
	6時	47.086	46.395		6時	25.291	23.727
4日目	8時	47.030	46.339	9日目	8時	25.241	23.677
	10時	46.335	45.637		10時	24.801	23.241
	12時	45.194	44.370		12時	24.073	22.400
	14時	44.111	43.222		14時	23.378	21.651
	16時	43.083	42.193		16時	22.710	20.997
	18時	42.453	41.561		18時	22.305	20.598
	20時	42.286	41.394		20時	22.154	20.449
	22時	42.198	41.306		22時	22.066	20.361
	0時	42.131	41.240		0時	22.000	20.295
	2時	42.080	41.189		2時	21.949	20.244
	4時	42.041	41.150		4時	21.910	20.205
	6時	42.005	41.113		6時	21.873	20.168
5日目	8時	41.950	41.059	10日目	8時	21.825	20.120
	10時	41.315	40.420		10時	21.424	19.725
	12時	40.271	39.253		12時	20.759	18.949
	14時	39.280	38.200		14時	20.123	18.262
	16時	38.337	37.259		16時	19.511	17.665
	18時	37.760	36.681		18時	19.140	17.303
	20時	37.597	36.519		20時	18.993	17.157
	22時	37.509	36.431		22時	18.905	17.069
	0時	37.442	36.364		0時	18.838	17.002
	2時	37.391	36.313		2時	18.788	16.951
	4時	37.352	36.274		4時	18.748	16.912
	6時	37.316	36.238		6時	18.712	16.876

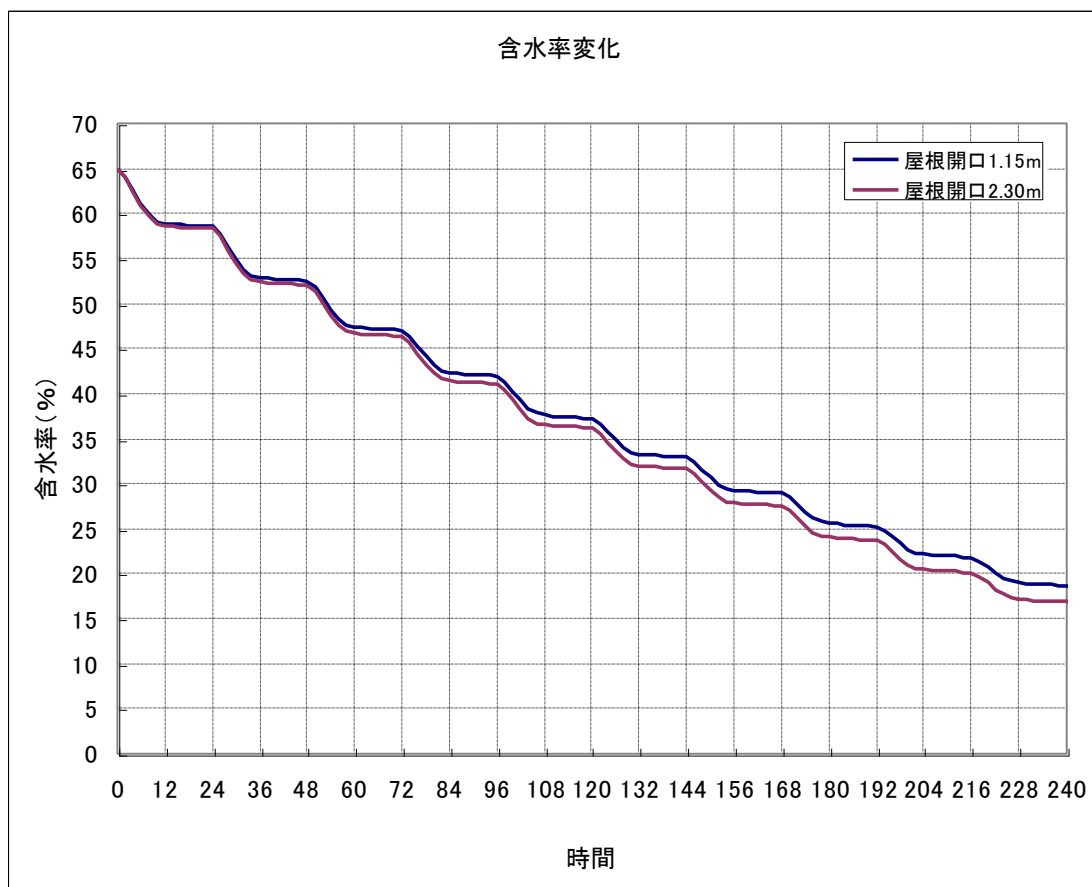


図 4-22 含水率変化グラフ

含水率は 65%から 10 日間で屋根開口 1.15m では約 19%、屋根開口 2.30m では約 17%まで低下している。

昼間は温室内の気温が高く、相対湿度も小さいため、水分移動量が大きく含水率が大きく低下している一方、夜間は気温が低く、相対湿度も高いため、含水率の低下がほとんどみられない。また、含水率の低下が進むにつれ、昼間の含水率低下の度合いが小さくなっていることがわかる。

屋根開口の比較では屋根開口 2.30m のほうが、屋根開口 1.15m より若干ながら含水率低下が大きく、乾燥が進んでいることがわかる。

周辺気象データをもとに、POME の含水率変化の予測を行った。昼夜の水分移動量の違いなどが再現できており、おおむね含水率変化の予測が出来ていると考えられる。しかしながら、7 日間以内に 10%以下にする事を目標としていたため、雨季を含めた天候不順を考慮すると、天日乾燥は、乾燥 POME 生産に利用することは難しいと考えられる。

## 5. 現地政府・企業等との連携構築

### 5. 1 連携構築状況

インドネシア国営の科学技術研究機関であるインドネシア科学院(LIPI)と協力して、下記の機関に訪問を行い、事業に向けての情報収集及び連携構築を行った。

表 5-1 現地政府・企業等との連携構築状況

訪問時期	訪問先	組織の概要	連携構築概要
第1回訪問 (7月)	インドネシア科学院(LIPI)	インドネシア国営の科学技術研究機関	本調査の現地パートナー。各機関とのコネクション構築を仲介
	PTPN V 本社	国営パームオイル企業。12のパームオイル工場を保有	本技術の紹介により、関心を示す
	PTPN V タンドゥン工場	PTPN V の工場。メタン発酵発電を行っている	関連データの取得
第2回訪問 (10月)	PT.PN V 本社	国営パームオイル企業。12のパームオイル工場を保有	調査の進捗報告
	PT.PN V タンドゥン工場	PTPN V の工場	関連データの取得
	PTPN V タンジュンメダン工場	PTPN V の工場	関連データの取得
	PT.PN V タナプティ工場	PTPN V の工場	関連データの取得
	オイルパーム研究所(PPKS)	パームオイル関連の技術開発機関	本技術の紹介と、本技術に現地のニーズの把握。今後の技術開発に関する協力依頼
	インドネシアパームオイル協会(GAPKI)	パームオイル産業の業界団体	本技術の紹介と、本技術に関する現地のニーズの把握
	インドネシア科学院(LIPI)	インドネシア国営の科学技術研究機関	本調査の現地パートナー。各機関とのコネクション構築を仲介。
	投資庁	海外からの投資の管轄官庁	事業開始時の投資に関する規制とプロセスの把握
	エネルギー鉱物	エネルギー政策管轄官	本技術の紹介と、バイオマス利用の

訪問時期	訪問先	組織の概要	連携構築概要
	資源省	庁	現状把握。事業化に向けてのサポート依頼。
	環境林業省	パーム排液等の環境基準の管轄官庁	本技術の紹介と、パーム工場における環境改善ニーズの把握。事業化に向けてのサポート依頼。
	プランテーション研究所 (RPN)	パーム生産を含むプランテーション事業に関する技術研究機関。PPKS の上部組織。	本技術の紹介と、本技術に関する現地のニーズの把握。 今後の技術開発に関する協力依頼
	インドネシア科学院(LIPI)	インドネシア国営の科学技術研究機関	本調査の現地パートナー。各機関とのコネクション構築の仲介とワークショップ支援。
第3回訪問 (1月)	ワークショップ開催	現地政府機関、パーム関連企業、研究機関等	本技術の紹介。政府機関等の POME の活用の現状についての情報共有とディスカッション。
	農業省	パーム産業を含む農業の管轄官庁	本技術の紹介と、パーム産業の位置づけについての情報収集。
	パームオイル生産会社 A 社	民間のパームオイル生産会社	本技術の紹介と、横展開ポテンシャルについて把握。製造工程の確認。
	パームオイル生産会社 B 社	民間のパームオイル生産会社	本技術の紹介と、横展開ポテンシャルについて把握

## 5. 2 各機関の反応

各機関の訪問の要点は、以下の通りである。

### 5.2.1 政府機関

政府機関に対しては、本事業の紹介、パーム産業の現状把握、今後事業に行うにあたっての留意点についてのヒアリングを行い、関係構築を行った。

#### (1) エネルギー・鉱物資源省

- ・ 国内のバイオマス発電の現状と、乾燥 POME の燃料としての評価についての確認を行った。
- ・ POME から固形燃料を生産している事例は、まだ国内には存在していない。
- ・ バイオガス発電事業は 5 ヶ所、バイオマス発電事業は、3 ヶ所で実施されている。
- ・ 国内のバイオマス発電は、FIT 等のインセンティブを増やしていきたいと考えている。
- ・ 乾燥 POME 燃料が、FIT においてどのように評価されるかについては、まだ使用の事例がないので不明。
- ・ パーム産業からバイオマス燃料として販売される PKS は、ここ数年で価格が急上昇している。

#### (2) 環境林業省

- ・ 排水規制、排気ガス規制についての確認を行った。
- ・ 2020 年から、パームオイル製造工場に、メタンガスの有効活用を求めていく。ガス化後は、肥料としての利用を進める。
- ・ 乾燥 POME 燃料生産事業を行うにあたって、配慮すべき社会環境要因は特に存在しないと考えられる。
- ・ POME 乾燥燃料化の設備に関わってくる環境規制は、特にないと考えられる。

#### (3) 農業省

- ・ パーム産業における、POME 利用の位置づけについての確認を行った。
- ・ POME のエネルギー利用としては、メタンガス利用が有望と考えている。
- ・ 現状では、POME は肥料としてパーム農園で用いられている。農園では、肥料としてのニーズが高い。
- ・ 乾燥燃料として POME を利用する方法は、これまで考えられたことはない。

#### (4) 投資庁

- 乾燥 POME 事業を行うにあたっての投資関係の規制についての確認を行った。
- 事業を開始するにあたっては、農業省及び工業省の技術関係のライセンスを確認する必要がある。
- 投資庁からは、ビジネスライセンスを取得する必要がある。
- 乾燥 POME のインドネシアからの輸出については、特に規制はない。

## 5.2.2 研究機関

### (1) インドネシア科学院(LIPI)

- ・ 国営の科学技術研究機関であり、本調査において、現地関連機関とのコーディネーター等の支援を受けた。
- ・ 乾燥 POME 燃料化については、まだインドネシアにおいて実施されていない事業であることから、本事業について高い関心を示している。
- ・ 実際の事業化にあたっては、現地関連機関とのコネクションを多く持っている LIPI と協力しながら進めることになると考えられる。

### (2) プランテーション研究所 (RPN)

- ・ オイルパーム、ゴム、ココア、コーヒー、サトウキビ、茶のプランテーションに関わる技術開発等の研究を行っている。国営のプランテーション企業が株主となっている研究機関である。
- ・ 乾燥 POME の研究には興味がある。日本の企業や研究機関と連携しての研究には積極的であり、オイルパーム以外の生産物でも連携を進めたいと考えている。
- ・ POME は現在、プランテーションの肥料として使われている。
- ・ パームプランテーションでは、廃棄物をゼロとすることを目指している。本事業も、事業採算性が合えば、プランテーションにとっても魅力的な仕組みになる可能性がある。

### (3) オイルパーム研究所(PPKS)

- ・ パームオイル関連の研究を行っている研究所で、RPN の関連機関である。
- ・ バイオガス発電が、乾燥 POME 燃料化事業の競合になると考えられる。
- ・ バイオガスプラントの建設コストは、約 200 億～250 億 IDR/MW 程度である。一般的な工場では、1.2～2.4MW 規模の設備になる。
- ・ プロジェクト実施にあたり、近隣住民や野生生物に対する影響について、考慮すべき点は特にないと考えられる。工場の排水を改善するものであるため、周辺環境に良い影響がある。

### (4) インドネシアパームオイル協会 (GAPKI)

- ・ パームオイルの生産量は今後も増加する見込みである。農地を広げるのみでなく、生産効率を上げることに焦点が置かれている。
- ・ バイオガス発電は、パームオイル生産会社にとっては、まだそれほど魅力的とみられていないと思われる。パーム工場は一般的に、送電網からの距離が遠いからである。このため、乾燥 POME 事業に興味を示すパームオイル生産会社はありと考える。



### 5.2.3 パームオイル関連産業

#### (1) PT.PN V

- ・ 国営のパームオイル製造会社である。12 工場を運営している。
- ・ このうち 1 ヶ所では、バイオガス発電を実施している。
- ・ 本事業においては、データ提供等で協力を受けた。詳細については、3. を参照のこと。

#### (2) パームオイル製造会社 A 社

- ・ 民間のパームオイル製造会社の工場を訪問し、生産設備等について把握した。
- ・ 生産設備について PT.PN V で訪問した工場と、ほとんど類似していることを確認した。また、工場内のエネルギーはパームオイル製造過程で排出される副産物でまかなわれていることを確認した。
- ・ 11 のラグーンがあり、POME の排水基準については、クリアしている。
- ・ バイオガス発電施設は、初期投資が大きいため、現在は検討していない。

#### (3) パームオイル製造会社 B 社

- ・ 民間のパームオイル製造会社の本社を訪問して、本事業について紹介し、関心度合いについて把握した。
- ・ 工場内の副産物を燃料として使う際の優先度は、PKS、MF、EFB の順番になっている。
- ・ POME のエネルギー密度は低いため、乾燥燃料としての利用方法についてはあまり積極的な考え方ではないとのことであった。

## 6. 現地関係者合同ワークショップ等の開催

本技術の紹介と、現地関係者との関係構築のために、現地政府機関、パーム産業関係企業、パーム関連研究機関を招いてのワークショップを開催した。約 40 人が出席した。

住友林業、レノバからの本調査結果についてのプレゼンの他、工業省、環境林業省、エネルギー・鉱物資源省、PT PN V から、現地のパーム産業に関連する政策や、パーム工場における副産物の利用方法等についての紹介が行われた。参加者から活発な質疑が行われた。

本ワークショップの中で、住友林業、レノバが本調査の概要及び結果について報告を行った。プレゼン内容の詳細は、「参考資料 1 ワークショップでのプレゼン資料」を参照のこと。

### (1) 目的

本ワークショップの目的はインドネシアにおけるバイオマス燃料としての POME の処理技術およびその実現可能性について紹介し、検討することを目的とした。さらに、インドネシアの POME 利用プロジェクトを継続する上で、ワークショップ参加者からの貴重な意見・情報を得ることを目的とした。

### (2) 開催日時、場所

開催日時：2015 年 1 月 20 日 9 時～16 時

開催場所：Seminar Hall, 2nd floor PDII Building, LIPI Campus, Jakarta, Jl. Gatot Subroto Kav. 10, Jakarta Selatan

### (3) 議題

以下の議題、発表者によるプレゼンテーションを行なった。

表 6-1 ワークショップの議題とスケジュール

No	議題	時間	発表者	内容
1	登録	8:30 – 9:00	-	-
2	LIPI からの連絡事項	9:00 – 9:05	LIPI	
3	開会挨拶	9:05 – 9:30	LIPI	-
4	バイオフェューエルとしての POME 利用の方法の紹介	9:30 – 10:00	住友林業	-
5	写真撮影	10:00 – 10:10	-	-
6	休憩	10:10 – 10:30	-	-

No	議題	時間	発表者	内容
第1セッション：パームオイル産業開発に関する動向および政策				
7	インドネシアにおけるオイルパーム産業の動向	10:30 - 10:50	工業省	インドネシアオイルパーム産業の動向および将来予測
8	パームオイル工場の排水規制	10:50 - 11:10	環境林業省	POME に関する規制
9	POME 由来再生可能エネルギーに関する政府政策	11:10 - 11:30	エネルギー・鉱物資源省	POME 由来再生可能エネルギーに関する政府政策
10	パネルディスカッション	11:30 - 12:00	LIPI、工業省、環境林業省、エネルギー・鉱物資源省	講演に関する質疑、意見、提案等
11	Lunch and Pray	12:00 - 13:00	-	-
第2セッション：POME 活用技術				
12	POME による発電設備の導入	13:00 - 13:30	Tandun Palm Oil Mill - PT.PN V	Tandun 工場の POME 導入によるバイオガス発電
13	LIPI のパームオイル研究	13:30 - 13:50	LIPI 化学研究センター	LIPI のパームオイル研究
14	乾燥 POME 燃料の生産機械およびプロセス	13:50 - 14:10	住友林業	乾燥 POME 燃料の生産機械およびプロセス
15	バイオフューエルとしての POME 利用の実現可能性	14:10 - 14:30	レノバ	バイオフューエルとしての POME 利用の実現可能性
16	パネルディスカッション	14:30 - 15:30	LIPI、PT.PN V、住友林業、レノバ	講演に関する質疑、意見、提案等
17	閉会挨拶	15:30 - 16:00	LIPI	-

(4) 参加者

ワークショップには、下記の機関を招聘し、約 40 名が参加した。

表 6-2 ワークショップの参加団体

業種	団体
研究機関(ワークショップ事務局)	LIPI
日本国企業	住友林業
	レノバ
政府機関	投資調整庁
	農業省
	環境林業省
	エネルギー・鉱物資源省
	工業省
研究機関	PT. Riset Perkebunan Nasional(RPN)
	Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS)
	Gabungan Asosiasi Pengusaha Kelapa Sawit (GAPKI)
電力会社	PT. PLN
	PT. Indonesia Power
	PT. Medco Power Indonesia
パームオイル製造会社	PTPN V - Riau
	PTPN VIII
	PT. Agricinal
	PT. Astra Agro Lestari
	PT. London Sumatera Plantation
	PT. SMART Agro
	PT. BW Plantation
	Asian Agri
	Socfindo
	DSN Group
	Sampoerna Agro
	Bakrie Sumatera Plantation

## (5) 講演概要

各発表者の講演概要は、以下の通りである。

### ① バイオフェューエルとしての POME 利用の方法の紹介（住友林業）

- ・ POME の乾燥燃料化とバイオフェューエル製造についての概要を説明した。
- ・ ビジネスモデル、及び本事業によるインドネシア、日本両国に対するメリットについての紹介を行なった。

### ② インドネシアにおけるオイルパーム産業の動向（工業省）

- ・ インドネシアにおける部門別の産業成長の動向、および特にパームオイル産業の成長についての概要の説明が行われた。
- ・ また、パームオイル産業の状況について、政府規制、さらにインドネシアのパームオイル産業の生産傾向について情報提供が行われた。
- ・ パーム産業の政府規制
  - The Industrial Act No. 3 (2014)
  - Ministry of Industry Regulation No. 13 of 2010 about Cluster Development Roadmap of Downstream Oil Palm
- ・ 投資インセンティブ
  - Tax Allowance (Government regulation No.1 of 2007 jo Government regulation No.62 of 2008 jo Government regulation No.52 of 2011)
  - Tax Holiday (Ministry of Finance Regulation No. 130/PMK.011/2011)
  - Exemption from Import Duty on Import of Machinery and Goods and Materials for Development or Industrial Development in the framework of Investment (Ministry of Finance Regulation No. 76 of 2012)
- ・ 関税および派生商品の再構築(Ministry of Finance regulation No.75 (2012))
  - 国内産業向けパームオイル原料確保の保証
  - 調理油の国内供給および価格の確保
  - National Program Downstream Palm Oil Industry を支援

### ③パームオイル工場の排水規制（環境林業省）

- ・ 環境保護およびパームオイルの管理規制についての情報提供が行われた。
- ・ パームオイルの製造過程で生成される環境負荷である廃液や固定廃棄物、ガス等についての留意点についての説明が行われた。
- ・ Environment Planning and Implementation Act No.32 (2009)に焦点を当て、POME 利用に関する規制についての説明が行われた。
- ・ 汚染や環境破壊対策に関する規制や政策：
  - バイオマス生産による土地破壊について：Government Regulation No.150 (2000)
  - 森林および・または土地の焼却による環境破壊および・または汚染について：Government Regulation No.24 (2001)
  - 大気汚染対策について：Government Regulation No. 41 (1999)
  - 水質管理および汚染対策について：Government Regulation No.82 (2001)
  - 海洋汚染および破壊対策について：Government Regulation No.19 (1999)
  - 環境ライセンスについて：Government Regulation No 27 (2012)

### ④POME 由来再生可能エネルギーに関する政府政策（エネルギー鉱物資源省）

- ・ インドネシアの既存エネルギー普及状況に関する情報提供が行われた。
- ・ POME のバイオガスエネルギー利用の事例の紹介が行われた。
- ・ インドネシアにおける今後の再生可能エネルギー導入可能性についての紹介が行われた。
- ・ POME のバイオガスへのエネルギー変換における政府・需要・プロジェクト開発者の関係性や規制等が説明された。
- ・ エネルギー鉱物資源省は、バイオマスエネルギー開発の促進や国家電力供給事業者の統合を支援している。
- ・ バイオガスは、FIT による電力買取の対象となっている。

### ⑤POME による発電設備の導入（PT.PN V）

- ・ PT.PN V が Tandun Palm Oil Mill において実施している POME を活用したバイオガス発電についての紹介が行われた。
- ・ 事業の具体的データを示しての、POME による発電事業のポテンシャルや POME 処理、POME を発電に利用する際の課題などについて情報提供が行われた。
- ・ Tandun 工場は年間 18 万～19.8 万 t の EFB を生産し、これにより 1.1～1.3MW の発電が可能である。
- ・ これにより、Tandun 工場は燃料に使用していた 43 億 IDR を節約することが可能

である。

- ・ しかし、発電機のスペアパーツはいまだ輸入しなければならないということが課題となっている。

#### ⑥LIPI のパームオイル研究 (LIPI)

- ・ LIPI が行っているパームオイル関連の研究成果についての紹介が行われた。
- ・ パームオイル由来のバイオディーゼルや、化学品への活用の実績が紹介された。

#### ⑦乾燥 POME 燃料の生産機械およびプロセス (住友林業)

- ・ 本調査結果に基づいて、POME の乾燥燃料化のプロセス及びシステム案についての紹介を行なった。
- ・ インドネシアにおいて採取した POME の分析結果について説明した。

#### ⑧バイオフェューエルとしての POME 利用の実現可能性 (レノバ)

- ・ 日本におけるバイオマス利用の現状を示し、本事業によるバイオフェューエル生産のニーズが高いことを説明した。
- ・ 本事業を行う際の事業採算性についての説明を行った。
- ・ 本事業を実施することによる、環境改善効果についての説明を行った。

### (6) パネルディスカッションで出された意見

#### ①セッション 1 における意見

- ・ 農園労働のためには、追加収益の確保が重要である。例えば、農園労働力によって管理される、パームオイルと牧畜の統合施設等がある。
- ・ PLN のグリッドに売電し接続するための手順に関する質問があった。これに対して、エネルギー・鉱物資源省が国営電会社 PLN との交渉の仲介に入ることが可能との意見が同省よりあった。
- ・ LIPI に対して、長期的な研究の動向についての質問があった。

#### ②セッション 2 における意見

- ・ 住友林業の採取した POME のデータ分析結果に関して、BOD、COD が低いことの理由についての質問があった。
- ・ パームオイル製造会社より、グリッドから離れた農園で POME の技術は利用されるべきだとの意見があった。



図 6-1 パネルディスカッションの風景



図 6-2 ワークショップの参加者集合写真



## 7. 実現可能性の評価

### 7.1 事業採算性評価

#### 7.1.1 乾燥 POME 燃料を利用した日本でのバイオマス発電の売電価格の検証

##### (1) バイオマスの FIT 価格区分

再生可能エネルギー固定価格買取制度における、売電価格の区分は以下のようになっている。

POME と同じ原料で、同一の製造工程から排出される PKS は、24 円/kWh に区分されている。このため、乾燥 POME 燃料は PKS と同等の価格の売電単価と認定される可能性が高いとの仮説を行い、経済産業省資源エネルギー庁と価格設定に関する協議を行った。

表 7-1 バイオマスの FIT の価格区分 (2014 年度)

バイオマス	メタン発酵 ガス (バイオマス 由来)	間伐材等 由来の木質 バイオマス	一般木質 バイオマス・ 農作物残さ	建設資材 廃棄物	一般廃棄物 その他の バイオマス
調 達 価 格 (/kWh)	39 円+税	32 円+税	24 円+税	13 円+税	17 円+税
調達期間	20 年間	20 年間	20 年間	20 年間	20 年間

<バイオマスの例>

【メタン発酵ガス】下水汚泥・家畜糞尿・食品残さ由来のメタンガス

【間伐材等由来の木質バイオマス】間伐材、主伐材※

【一般木質バイオマス・農作物残さ】製材端材、輸入材※、パーム椰子殻 (PKS)、もみ殻、稲わら

【建設資材廃棄物】建設資材廃棄物、その他木材

【一般廃棄その他のバイオマス】剪定枝・木くず、紙、食品残さ、廃食用油、汚泥、家畜糞尿、黒液

※「発電利用に供する木質バイオマスの証明のためのガイドライン」に基づく証明のないものについては、建設資材廃棄物として取り扱う。

## (2) 乾燥 POME 燃料の価格についての協議

乾燥 POME 燃料の価格設定に関して、資源エネルギー庁と協議を行った。

乾燥 POME 燃料は、POME の排出工程が、農作物の収穫工程から排出されるものであれば 24 円/kWh が適用され、CPO という製品を生産する工程から排出されるものであれば 17 円/kWh が適用される。資源エネルギー庁から、図 7-1 のうち、POME②と③は、パーム核油（Palm Kernel Oil : PKO）を取るための収穫工程から排出されるものであるため、農作物残渣と判断され、24 円/kWh が適用されるとの見解を受けた。一方で、POME①については、物理的には②③と変わらないものの、CPO という製品を生産する工程に入ってくるために、農作物残渣とは判断されず、「その他のバイオマス」の 17 円/kWh が適用されるとの判断を受けた。

農業製品生産工程に位置づけられる②③と、工業製品生産工程に位置づけられる①を分離することができれば、②③から排出される POME による乾燥 POME 燃料は 24 円/kWh の売電価格が適用される。一方、①から排出される POME による乾燥 POME 燃料は 17 円/kWh であり、①が混入する④についても、17 円/kWh が適用される。

ただし、現在の POME の排出工程では、①②③が混入した④がラグーンに排出されるため、分離することは実質的には非常に困難である。また、仮に①のみ排水管を分離することが可能だとしても、①は最も濃度の濃く固形分の多い原液であるため、①を排除した場合には、乾燥 POME 燃料の熱量が低くなってしまうため、これも現実的ではない。

上記のことから、乾燥 POME 燃料を日本に輸入してバイオマス発電燃料として活用しようとする、FIT の適用価格は 17 円/kWh に設定される可能性が高いと考えられる。

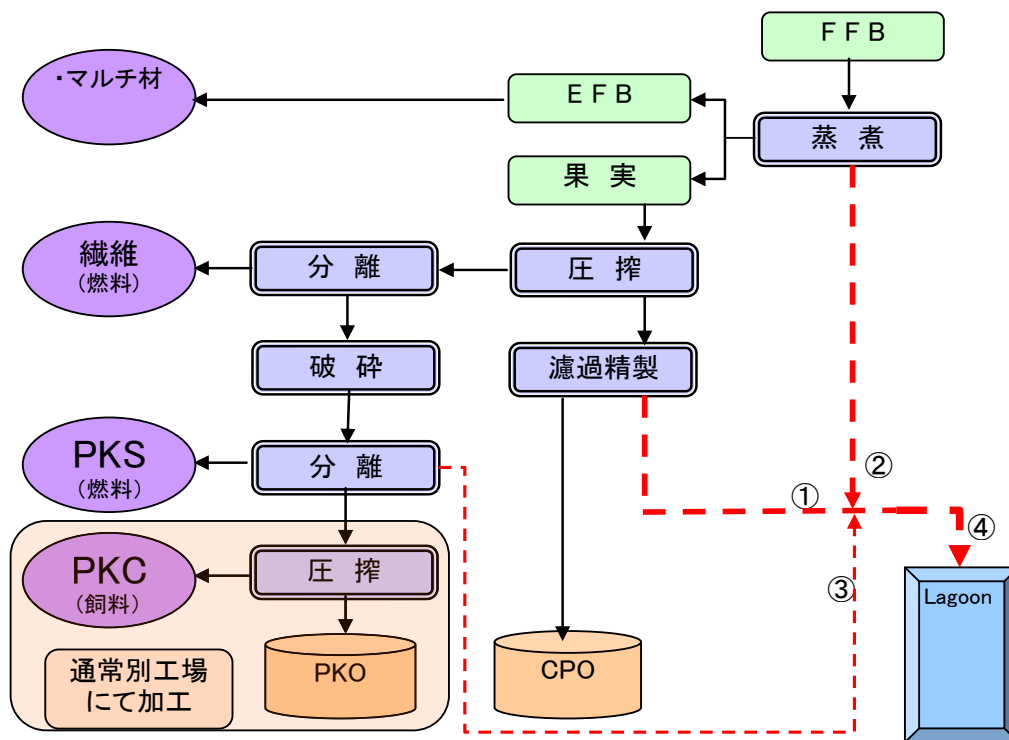


図 7-1 副産物及び POME 発生経路

### 7.1.2 事業採算性の評価

当事業の売上となるバイオフェューエルの売却額を決定するにあたり、日本のバイオマス発電における原料輸入側とインドネシアにおけるバイオフェューエル原料の製造側の両側面のコスト構造を考慮する必要がある。図 7-2 に、コスト構造の全体像を示す。例えば、バイオフェューエルの売却額を高く設定すれば、当事業としての収益性は高くなるが、その分日本側での引き取り価格が高くなり、バイオマス発電所としての採算性が低下する。

輸入側の立場において、日本側でのバイオフェューエルの引き取り価格は、インドネシアから日本への輸送費等の必要経費と製造施設からの引き取り額により構成される。製造施設側の立場においては、この引取り額はバイオフェューエルの売却額であり、収入となる。一方、乾燥施設等の初期投資額やメンテナンス費等の事業運営費が発生し、これは支出となる。これらを勘案して、製造施設の収益性を検討する必要がある。

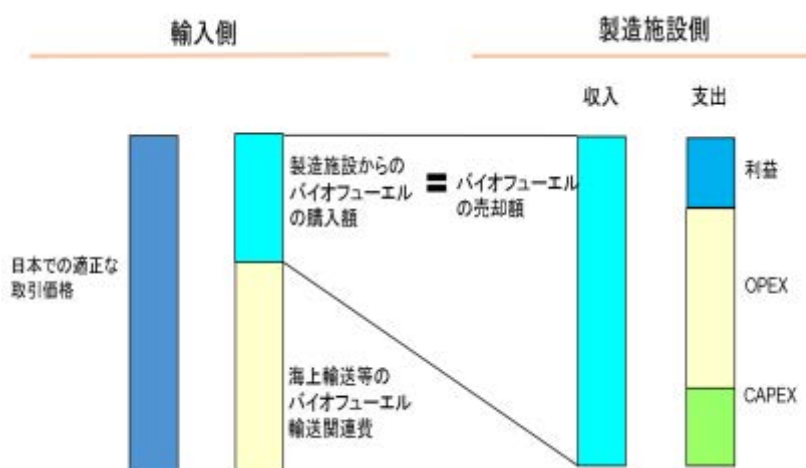


図 7-2 当事業に関するコスト構造の全体像

図 7-2 に示すコスト構造を踏まえ、以下の 4 つの段階を踏まえて、採算性の検証を行った。各段階における実施事項の詳細は、後述する。

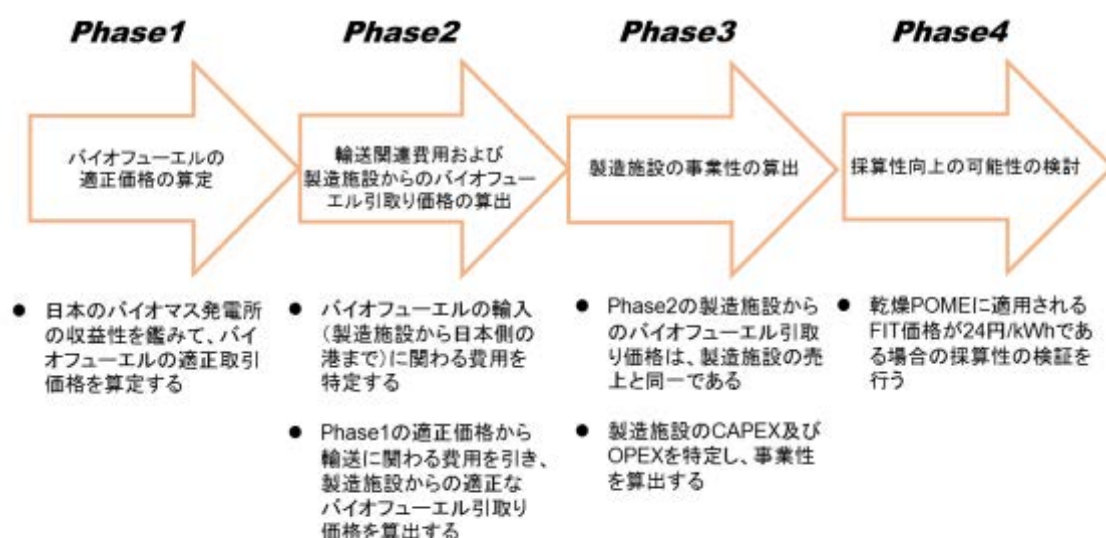


図 7-3 事業性検証の各段階における検討内容

(1) バイオ燃料の適正価格の算定（Phase1）

日本の大型バイオマス発電所においてバイオ燃料を発電原料として用いた場合の採算性を検証し、適正なバイオ燃料の引取り価格を算出した。まず、下表に基づきバイオ燃料を構成する乾燥 POME、PKS、木粉の混合割合から、バイオ燃料を原料として日本国内で発電事業を行った場合の FIT による売電単価を 21 円/kwh と算出した。同様に、バイオ燃料の熱量を 4,448kcal/kg と算出した。

表 7-2 バイオ燃料の FIT 単価と熱量の算出

記号	項目	値	単位	参照
A	バイオ燃料使用時の FIT による売電単価	21	円/kWh	$C * F + D * G + E * H$
B	バイオ燃料の熱量	4,448	kcal/kg	$C * I + D * J + E * K$
C	バイオ燃料における POME の混合割合	42	%	住友林業より
D	バイオ燃料における PKS の混合割合	50	%	住友林業より
E	バイオ燃料における木粉の混合割合	8	%	住友林業より
F	POME の FIT における売電単価	17	円/kWh	METI との協議
G	PKS の FIT における売電単価	24	円/kWh	FIT 規定値
H	木粉の FIT における売電単価	24	円/kWh	FIT 規定値
I	POME の熱量(バイオ燃料生産条	4,868	kcal/kg	住友林業より

記号	項目	値	単位	参照
	件)			
J	PKS の熱量(バイオフェューエル生産条件)	4,185	kcal/kg	住友林業より(含水率は 10%。製造時の余熱で乾燥)
K	木粉の熱量(バイオフェューエル生産条件)	3,890	kcal/kg	住友林業より
L	PKS の熱量	3,700	kcal/kg	住友林業より(含水率は 20%)

次に、現在 PKS と間伐材を原料として使用する日本国内の大型バイオマス発電所(50MW)を想定し、以下の前提条件に基づいて採算性を算出したところ、PJ IRR は 9.8%となった。

表 7-3 日本国内のバイオマス発電所の前提値

項目	数値	単位	参照
発電容量	50	MW	想定
稼働率	80	%	参考文献 1
PKS の使用量割合	31	%	PKS を使用しているプラントの原料割合を想定
間伐材の使用量割合	69	%	PKS を使用しているプラントの原料割合を想定
FIT 単価(PKS)	24	円/kWh	FIT の規定値
FIT 単価(間伐材)	32	円/kWh	FIT の規定値
発電効率	30	%	参考文献 1
自家消費率	15	%	参考文献 1
初期投資額	15,000,000	千円	参考文献 1 より試算
人件費	700,000	千円/年	参考文献 1 より試算
運転維持費	660,000	千円/年	参考文献 1 より試算
PKS の原料費	14,520	円/t	輸入事業者へのヒアリング等
間伐材の原料費	10,000	円/t	市場価格より想定
諸経費	750	円/t	参考文献 1
償却年数	15	年	想定
法人税率	35	%	東京都における数値
為替	120	円/USD	想定

(参考文献 1:「第 18 回 森林再生事業化委員会」配布資料、一般社団法人 JAPIC、2013 年)

上記の発電所に用いる全ての PKS の使用をバイオフェューエルにより代替した際においても、現在と同一の採算性 (PJ IRR=9.8%) を維持する必要があると考え、この際のバイオフェューエルの引き取り価格を逆算したところ、123USD/t となった。この価格をバイオフェューエルの適正価格として、以後の検証を行った。

## (2) 輸送関連費用および製造施設からのバイオフェューエル引取り価格の算出 (Phase2)

関係各社へのヒアリング等により、海上輸送費等の必要費用を調査した。これらの結果を踏まえ、製造施設に支払い可能なバイオフェューエルの価格は 57USD/t 以下であると特定した。費用内訳および試算の方法を下表に示す。なお、海上輸送費はバイオフェューエルの輸送用に専用船を用いる場合の前提であり、たとえば既存の PKS の空きスペースを用いて輸送する場合等は、費用が上昇する可能性がある。事業実施の際には、倉庫の運用も含め、最適な導線、オペレーションの設計が必要である。

表 7-4 バイオフェューエルの費用内訳

記号	項目	値	単位	参照
A	製造施設からのバイオフェューエル引取り価格	57	USD/t	B-(C+D+E+F+G+H)
B	バイオフェューエル購入価格	123	USD/t	適正価格を参照
C	インドネシアの国内輸送費	7	USD/t	PKS 輸入事業者へのヒアリング
D	港付近での保管費用	1	USD/t	周辺のパーム会社へのヒアリング等により想定
E	海上輸送費	31	USD/t	海運会社ヒアリング等
F	積み揚げの人件費	5	USD/t	想定
G	フレコン費	10	USD/t	海運会社ヒアリング等
H	予備費	11	USD/t	10%と想定した

## (3) 製造施設の事業性の算出(Phase3)

当事業の売上は、バイオフェューエルの売却額であり、Phase2 に示すように単価は 57 USD/t で、年間生産量は 20,000t/年であるため、57USD/t×20,000t により算出され、1,140 千 t/年である。一方で、初期投資額(Capital Expenditure。以下、CAPEX)は製造施設の購入、設置・工事費用であり、5,000 千 USD 程度である。以下に初期投資額の内訳を示す。

表 7-5 初期投資額の内訳

	工 事 項 目	数 量	単 価	計 × 1000US\$	
<b>I. 直接工事費</b>					
1	敷地造成	1.0ha	15,000USD/ha	15	
2	建屋<脱水機・デカンタ・乾燥機>	1242㎡	180USD/㎡	224	
3	土建雑工事	1式		50	
4	脱水機及び関連機器	4ea	150,000USD/ea	600	
5	デカンタ及び関連機器	2ea	200,000USD/ea	400	
6	乾燥機及び関連機器	1式		800	
7	サービスタンク	1式		50	
8	混合機及び関連機器	1式		400	
9	ポリマー供給装置及び関連機器	1式		100	
10	袋詰め装置	1式		100	
11	コンベア&ホッパー	120m	800USD/m	96	
12	配管・機器据付工事	1式		400	
13	電気・計装工事	1式		400	
14	パワーショベル	2ea	40,000USD/ea	80	
15	その他費用(輸送、保険等)	1式		100	
16	予備費Σ(1~19)×0.1	1式		382	
	直接工事費計			4,197	
<b>II. 間接工事費</b>					
1	工事監理費及び諸経費	1式		420	
2	設計・エンジニアリング(日本サポート含む)	1式		210	
	間接工事費計			630	
<b>III. 総計(I + II)</b>					
				4,827	

Say 5,000kUSD



また、操業費用(Operating Expenditure。以下、OPEX)は、設備のメンテナンス費、製造過程で消費するポリマーの費用、電気代等で構成される。PKS はインドネシアのパームオイル工場へのヒアリング結果をもとに想定している。下表にこれら OPEX 等の当事業の前提を示す。

表 7-6 OPEX 等の前提

項目	値	単位
年間生産量	20,000	t/年
バイオフィューエル売却額	57	USD/t
CAPEX	5,000	1,000USD
メンテナンス	100	1,000USD/年
人件費	90	1,000USD/年
電力代	146	1,000USD/年
PKS および木粉の購入	332	1,000USD/年
ポリマー	277	1,000USD/年
マネジメントフィー	100	1,000USD/年
福利厚生等	5	1,000USD/年
CAPEX の予備費率	10	%
OPEX の予備費率	10	%
償却年数	10	年
適用法人税率	25	%

以上の売上、CAPEX、OPEX 等の前提条件を基に当事業の採算性を評価した。税引き後利益は 20 年間平均で-295,000USD/年となり、赤字事業である。以下に PL およびキャッシュフローを示す。

表 7-7 当事業の PL およびキャッシュフロー (単位: 1,000USD)

年次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<売上>																				
POME売却収入	1,140	1,174	1,209	1,246	1,283	1,322	1,361	1,402	1,444	1,487	1,532	1,578	1,625	1,674	1,724	1,776	1,829	1,884	1,941	1,999
その他収入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
売上合計	1,140	1,174	1,209	1,246	1,283	1,322	1,361	1,402	1,444	1,487	1,532	1,578	1,625	1,674	1,724	1,776	1,829	1,884	1,941	1,999
<原価、販管理費等>																				
OPEX	1,155	1,190	1,225	1,262	1,300	1,339	1,379	1,421	1,463	1,507	1,552	1,599	1,647	1,696	1,747	1,799	1,853	1,909	1,966	2,025
原価償却	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550										
原価合計	1,705	1,740	1,775	1,812	1,850	1,889	1,929	1,971	2,013	2,057	1,552	1,599	1,647	1,696	1,747	1,799	1,853	1,909	1,966	2,025
<税金>																				
税引前利益	-565	-565	-566	-566	-567	-567	-568	-568	-569	-570	-20	-21	-21	-22	-23	-23	-24	-25	-26	-26
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引後利益	-565	-565	-566	-566	-567	-567	-568	-568	-569	-570	-20	-21	-21	-22	-23	-23	-24	-25	-26	-26
<CF>																				
営業CF	-15	-15	-16	-16	-17	-17	-18	-18	-19	-20	-20	-21	-21	-22	-23	-23	-24	-25	-26	-26
投資CF	-5,500																			
Total CF	-5,515	-15	-16	-16	-17	-17	-18	-18	-19	-20	-20	-21	-21	-22	-23	-23	-24	-25	-26	-26

#### (4) 採算性向上の可能性の検討(Phase4)

現時点の協議結果においては、FITで乾燥POMEに適用される売電単価は17円/kWhであり、当事業におけるバイオフェューエルは21円/kWhとなるが、今後の協議により乾燥POMEに適用される売電単価が24円/kWhとなる場合、バイオフェューエルに対しても24円/kWhが適用される。この場合の事業採算性を検討した。

売電単価が高くなることにより、日本国内のバイオマス発電において、(1)にて検討した際と同等の採算性（PJ IRR=9.8%）となる場合のバイオフェューエルの購入価格は147USD/tとなる。また以下に示すように、この購入費用から輸送費用や予備費等を差し引くと、製造施設からのバイオフェューエルの引き取り価格は79USD/tであり、これが製造施設の売却額となる。

表 7-8 24円/kWhの売電単価が適用される場合の前提条件

記号	項目	値	単位	参照
A	製造施設からのバイオフェューエル引き取り価格	79	USD/t	B-(C+D+E+F+G+H)
B	バイオフェューエル購入価格	147	USD/t	適正価格を参照
C	インドネシアの国内輸送費	7	USD/t	PKS 輸入事業者へのヒアリング
D	港付近での保管費用	1	USD/t	周辺のパーム会社へのヒアリング等により想定
E	海上輸送費	31	USD/t	海運会社ヒアリング等
F	積み揚げの人件費	5	USD/t	想定
G	フレコン費	10	USD/t	海運会社ヒアリング等
H	予備費	13	USD/t	10%と想定した

売却額が20USD/t以上増加することにより、製造事業としての採算性は向上し、PJ IRR=6.9%、税引き後利益は20年間平均で214,000USD/年となる。以下にPLおよびキャッシュフローを示す。

表 7-9 売電単価が 24 円/kWh の場合の PL およびキャッシュフロー (単位: 1,000USD)

年次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<売上>																				
POME売却収入	1,580	1,627	1,676	1,727	1,778	1,832	1,887	1,943	2,001	2,062	2,123	2,187	2,253	2,320	2,390	2,462	2,535	2,611	2,690	2,771
その他収入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
売上合計	1,580	1,627	1,676	1,727	1,778	1,832	1,887	1,943	2,001	2,062	2,123	2,187	2,253	2,320	2,390	2,462	2,535	2,611	2,690	2,771
<原価、販管理費等>																				
OPEX	1,155	1,190	1,225	1,262	1,300	1,339	1,379	1,421	1,463	1,507	1,552	1,599	1,647	1,696	1,747	1,799	1,853	1,909	1,966	2,025
原価償却	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550										
原価合計	1,705	1,740	1,775	1,812	1,850	1,889	1,929	1,971	2,013	2,057	1,552	1,599	1,647	1,696	1,747	1,799	1,853	1,909	1,966	2,025
<税金>																				
税引前利益	-125	-112	-99	-86	-72	-57	-43	-27	-12	5	571	588	606	624	643	662	682	702	724	745
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	143	147	151	156	161	166	171	176	181	186
税引後利益	-125	-112	-99	-86	-72	-57	-43	-27	-12	3	428	441	454	468	482	497	512	527	543	559
<CF>																				
営業CF	425	438	451	464	478	493	507	523	538	553	428	441	454	468	482	497	512	527	543	559
投資CF	-5,500																			
Total CF	-5,075	438	451	464	478	493	507	523	538	553	428	441	454	468	482	497	512	527	543	559

このように乾燥 POME に適用される FIT の売電単価次第では、当事業の採算性が成立する可能性があるため、今後、制度に関する状況を注視する必要がある。

#### (5) インドネシア国内の発電所にバイオフェューエルを使用した場合の試算

バイオフェューエルを日本へ輸出せずに、インドネシア国内で利用することができれば、海上輸送費がかからずに、バイオマス発電所では、相対的に安価な燃料価格で燃料を購入することが可能である。このため、インドネシアで製造するバイオフェューエルを日本へ輸出するケースとは別に、インドネシア国内の 10MW 規模のバイオマス発電所で原料として用いる場合の採算性を検証した。

表 7-10 に前提条件を示す。またこれらの前提条件をもとに事業性を評価した結果を表 7-11 に示す。

表 7-10 インドネシア国内でバイオマス発電事業を行う場合の採算性の前提

	項目	数値	単位	前提
A	発電容量	10	MW	想定
B	売電量	70,080,000	kWh/年	表 7-3 により試算
C	売電単価	9	US ¢ /kWh	FIT 制度の規定値(1,150IDR/kWh を、2015 年 2 月時点の為替レートである 0.0076US ¢ /IDR で換算)
D	売電収入	6,307,200	USD/年	B*C/100
E	バイオフェューエル購入量	45,165	t/年	表 7-2、表 7-3 により試算
F	バイオフェューエル購入単価	82	USD/t	(4)にて採算が成立する可能性のある 79 USD/t に国内輸送運賃を加えた
G	バイオフェューエル購入額	3,703,568	USD/年	E*F
H	プラント維持管理費用	2,200,000	USD/年	表 7-3 により試算
I	CAPEX	26,200,000	USD	表 7-3 により試算

表 7-11 インドネシア国内でバイオマス発電事業を行う場合の採算性の結果

単位：USD	1年目	5年目	10年目	20年目
売上	6,307,200	6,307,200	6,307,200	6,307,203
原価	9,093,925	9,908,970	11,073,099	11,387,137
税引前利益	-2,786,725	-3,601,770	-4,765,899	-5,079,934
税引後利益	-2,786,725	-3,601,770	-4,765,899	-5,079,934
キャッシュフロー	-26,186,725	-1,001,770	-2,165,899	-5,079,934

この前提の場合には、表 7-11 に示すように赤字事業となり、事業として成立しないことがわかる。現時点の売電価格等の前提においては、バイオフィューエルをインドネシア国内のバイオマス発電所に用いる事業は実現が困難である。

しかし、将来的にインドネシアにおいてバイオマス発電に適用される売電価格が現在の 9US¢/kWh から上昇し、16US¢/kWh 以上となれば、PJ IRR が 7% を超え、事業として成立する可能性がある。今後、政策動向を含めて、市場環境を注視していく。

## 7. 2 技術的な実現可能性

現地事業者等へのヒアリングと各種の情報収集により、製造システムのプロセスとして、次図のフローを提案した。

### Bio Fuel Production Plant System Flow

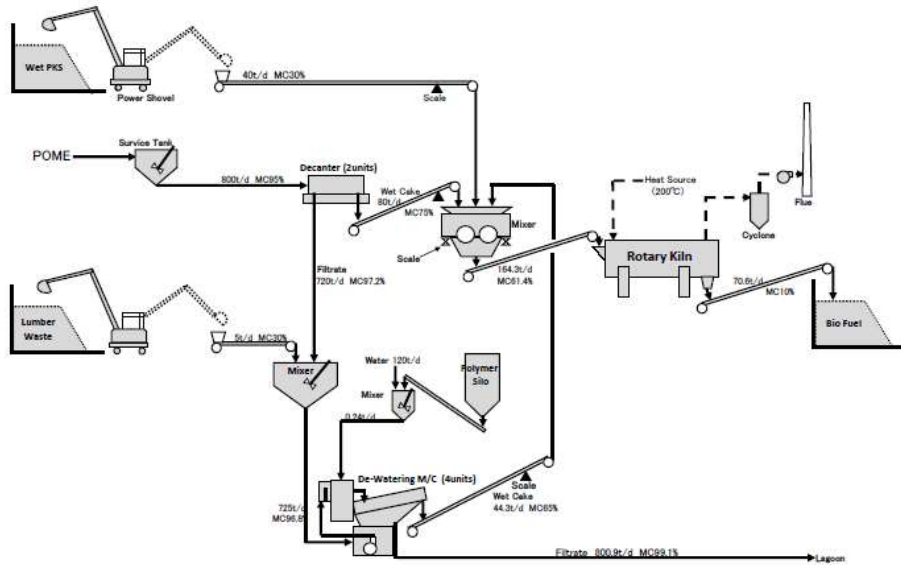


図 7-4 Bio Fuel 製造工場システムフローイメージ

### Bio Fuel Production Plant Section Image

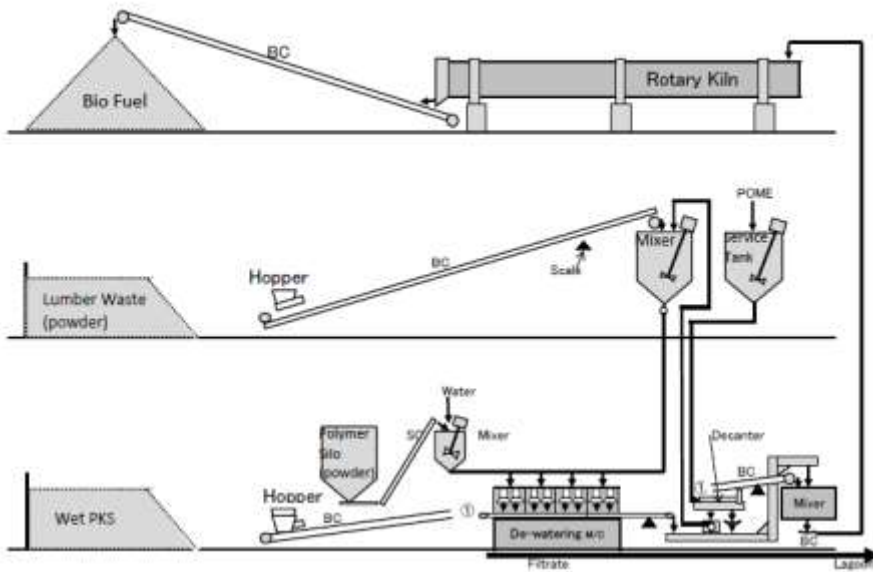


図 7-5 Bio Fuel 製造工場 側面イメージ図

前述の生産システムフローをもう少し詳しく述べると、下の図 7-6 の様に、POME に木粉と高分子凝集剤を混ぜて凝集脱水し、それに POME の固形分とほぼ同量の PKS を更に混合し、乾燥させ、Bio Fuel として製造する。製造工程で消費する電力は CPO 工場の副産物バイオマスを利用した電力を使用する。また、脱水 POME 及び PKS の乾燥には、CPO 工場のバイオマスボイラの排熱を利用することによって、初期投資費用及び消費エネルギーコストの低減を図る。一方、BOD・COD の低減した脱離液は、ラグーンに放水、浄化し、放出される。なお、このマスバランスは、FFB処理量 1,200t/day、POME 発生量 800t/day を想定したものである。

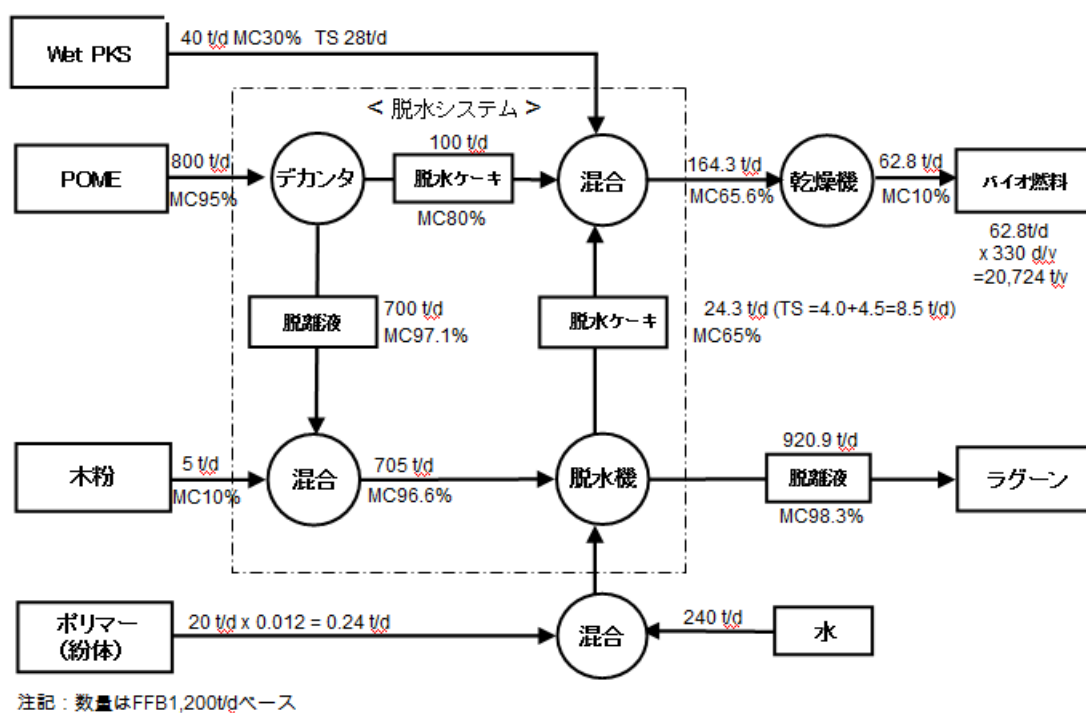


図 7-6 Bio Fuel 生産システムとマスバランス



表 7-12 Bio Fuel 生産システムの熱エネルギー特性

	到着ベース(ARB)			無水ベース(DB)			出荷ベース(MC10%)				歩留
	投入量	MC	TS	HHV	水素	LHV	HHV	LHV	生産量	有効総発熱量	
	t/d	%	t/d	cal/g	%	cal/g	cal/g	cal/g	t/d	Mcal/d	
POME	800	95	40.0	5,800	5.35	5,476	5,220	4,868	26.7	129,976	60%
Wet PKS	40	30	28.0	5,000	5.25	4,717	4,500	4,185	31.1	130,154	
Sander Dust	5	10	4.5	4,685	5.50	4,388	4,217	3,890	5.0	19,450	
Bio Fuel	845	-	72.5	-	-	-		4,379	62.8	279,580	

註) FFB 投入 1,200t/d ベース、\*逆算にて算出、年間生産量：62.8 x 330 d/y = 20,724 t/y MC : 含水率、TS : 固形分、HHV : 高位発熱量、LHV : 低位発熱量

## 7. 3 環境負荷低減効果

採集した POME の分析結果を基に、水質汚染低減効果と CO2 削減効果を試算する。

### 7.3.1 水質汚染低減効果

表 4-2 における、現地において採取した POME の分析結果によると、水質の改善効果は、以下のようになる。

表 7-13 POME 脱水による水質改善効果

	①POME の原液	②脱水後の脱離液 (凝集剤添加率 0.9%、 1,000 倍希釈のケース)	改善効果 (①-②)
BOD (mg/L)	25,000	10,000	15,000
COD (mg/L)	16,000	7,500	8,500

### 7.3.2 CO2 削減効果の試算

CO2 排出削減効果は、(ア) 乾燥 POME 燃料を日本におけるバイオマス発電施設で用いることによる CO2 排出削減量と、(イ) インドネシアにおけるメタン抑制による CO2 排出削減の 2 つの側面の削減量を算定する。

#### (ア) 日本のバイオマス燃料利用側での削減効果

- ・ 乾燥 POME10,000t/年の利用に伴うバイオマス発電による CO2 削減量：9,977 t-CO2/年

(算定過程)

- ▶ 乾燥 POME の熱量@含水率 10.0%：5,200kcal/kg (8.2%:5,300kcal/kg を換算)
- ▶ バイオマス発電の発電量 (発電効率 30%) @5,200kcal/kg：約 1.81kWh/kg
- ▶ POME10,000t/年の発電相当量：18,139,535kWh/年
- ▶ 電力の CO2 排出係数@1kWh：0.00055 t-CO2/kWh
- ▶ バイオマス発電によるグリッド電力の CO2 削減分=9,977 t-CO2/年

- ・ インドネシア (タナプティ) から日本への輸送に伴う CO2 排出増加量：577 t-CO2/年

(算定過程)

#### ◇ 陸上輸送

- ▶ タナプティ工場からドゥマイ港への陸上運送：約 100km
- ▶ 陸上輸送のトンキロ：0.000097672tCO2/t・km
- ▶ 年間 10,000 トンの乾燥 POME を 100km 陸上輸送した場合の CO2 増加量：

97t-CO<sub>2</sub>/年

◇ 海上輸送

- ▶ インドネシアから日本への海上輸送距離：5,500km と仮定
- ▶ 海上輸送（コンテナ船）のトンキロ：0.00000907t-CO<sub>2</sub>/t・km
- ▶ 年間 10,000 トンの乾燥 POME を 5,500km 海上輸送した場合の CO<sub>2</sub> 増加量：  
480t-CO<sub>2</sub>/年

◇ 陸上輸送+海上輸送

- ▶ 97t-CO<sub>2</sub>/年 + 480t-CO<sub>2</sub>/年 = 577 t-CO<sub>2</sub>/年

- ・ バイオマス発電による CO<sub>2</sub> 削減量 - 輸送による CO<sub>2</sub> 増加量 = 9,977t-CO<sub>2</sub> - 577 t-CO<sub>2</sub>/年 = 9,400t-CO<sub>2</sub>/年

(イ) インドネシアでのメタン抑制側での削減効果

以下の前提に基づき、CDM の方法論「AM0080“Mitigation of greenhouse gases emissions with treatment of wastewater in aerobic wastewater treatment plants”」を参考として、メタン発酵の抑制による CO<sub>2</sub> 削減効果を算定した。COD 削減分を 8,500 (mg/L) とした場合の削減量は、7,017t-CO<sub>2</sub>/year とする見込みである。

(算定過程)

- ▶ POME の 1 リットルあたりの COD 削減分：8,500 (mg/L)
- ▶ 年間の POME 排水量：780t/日×300 日 = 234,000t/年
- ▶ 年間の COD 削減量 = 1,989t/年

(算定式) (※)

- ▶ (算定式) CO<sub>2</sub> 削減量  
(tCO<sub>2</sub>e/year) = GWP(tCO<sub>2</sub>e/tCH<sub>4</sub>) × Bo(tCH<sub>4</sub>/tCOD) × COD(tCOD/year) × MFC (fraction)
- ▶ メタンガスの削減分 = 21(tCO<sub>2</sub>e/tCH<sub>4</sub>) × 0.21(kg-CH<sub>4</sub>/kg COD) × 1,966 (tCOD/year) × 0.8 = 7,017t-CO<sub>2</sub>/year

※なお、算定式における変数の意味は、以下の通りである。

- $GWP_{CH_4}$  = Global Warming Potential of methane valid for the commitment period (tCO<sub>2</sub>e/tCH<sub>4</sub>)
- $B_o$  = Maximum methane producing capacity of wastewater, expressing the maximum amount of CH<sub>4</sub> that can be produced from a given quantity of chemical oxygen demand (tCH<sub>4</sub>/tCOD)
- $COD_{BL,ww,y}$  = Quantity of chemical oxygen demand that would have been treated in the baseline scenario in year y (tCOD/year)
- $MCF_{BL,ww,y}$  = Average baseline methane conversion factor in year y, representing the fraction of organic load that would be degraded to CH<sub>4</sub> in the baseline scenario (fraction)

(ア) 及び (イ) を勘案すると、本事業による CO<sub>2</sub> 排出削減効果は、16,335 t-CO<sub>2</sub>/year になる。

表 7-14 本事業による CO<sub>2</sub> 排出削減効果

削減項目	CO <sub>2</sub> の排出削減量 (t-CO <sub>2</sub> /year)	備考
日本でのバイオマス発電の削減	9,977	熱量 5,200kcal/kg×発電効率 0.3×POME10,000t
輸送（陸上+海上）による放出	▲577	
インドネシアでのメタン発生抑制	7,017	
合計	16,417	

## 7. 4 社会的受容性

本技術導入に伴って想定される社会的な影響について、PT.PN V、環境省、パームオイル研究所、LIPI とディスカッションを行った。いずれの現地機関からも、本事業に伴う、社会的な悪影響はないとの見解を受けた。また、多数の関係者が集まったワークショップにおいても、社会的な悪影響を懸念する意見はなかった。

本事業は、すでに存在しているパームオイル工場に追加的に設備を導入するものである。設備の設置時に輸送用トラック等の交通量が増加することが考えられるが、パームオイル工場では、すでに毎日 20t トラックがパームを運んでいることから、特段の悪影響は考えられない。また、パームオイル工場は大規模プランテーションの中に設置されており、周辺に住居等はないことから、設備の稼動により、周辺住民の生活に影響を及ぼす可能性はないと考えられる。

一方で、環境や労働環境の改善で、以下のプラスの効果が考えられる。

- パームオイル製造工場：排液（POME）のバイオマス燃料化による新規技術・産業発展の促進、ラグーン管理の手間（メンテナンス他）・人件費の軽減
- 行政：ラグーン運用管理環境の改善に伴う衛生環境（悪臭、害虫・害獣の発生抑制）の改善
- 周辺住民：悪臭、害虫・害獣の発生抑制による衛生環境の改善

## 7. 5 実現可能性の評価

上記の調査結果を受けて、以下の事項について実現可能性を整理した。

### 7.5.1 事業採算性の評価

本技術は、初期投資額が現状の 5 億円である場合には、IRR がマイナスとなり、事業性を確保することができない。

当初は日本における乾燥 POME 燃料を使用したバイオマス発電の FIT の価格が 24 円/kWh であると想定していたが、本調査の中で資源エネルギー庁との調整の結果、17 円/kWh であることが確定した。これが本事業の採算性に与えている影響が大きい。

仮に日本において乾燥 POME 燃料を使用したバイオマス発電の FIT 価格が 24 円/kWh であったと仮定した場合には、日本のバイオマス発電所は、USD147/t でバイオ燃料を購入できる (17 kWh の場合は USD123/t)。また、燃料製造事業者は、USD79/t (17 kWh の場合は USD57/t)。この場合には、初期投資額が 5 億円であった場合でも、IRR は 9.8% と高い収益を得ることができる。

### 7.5.2 技術的な実現可能性の評価

#### ● バイオフィューエル 生産システム

本調査で現地にて採取した POME の性状(TS、BOD、COD 等)は、一般的に言われている POME の性状に比べて低く、当初考えていた生産システムでは脱水 POME の収率面で不十分と考え、図 7-6 に示すシステムを検討している。

本システムは脱水システムを 2 段階脱水とし、第一段階の脱水にデカンタ (ポリマー添加無し)、第二段階の脱水にマルチ回転ディスクプレス脱水機 (ヴァルート脱水機、ポリマー添加あり) を用いる。第一段階脱水ケーキ、第二段階脱水ケーキ及び、PKS を混合し、この混合物を乾燥機にて乾燥してバイオフィューエルを製造するものである。

一方、脱水システムにより BOD、COD 等が低減された脱離液はラグーンに放流され、長時間かけて生物処理された後、河川に放流される。なおマスバランスは、FFB 処理量 1,200 t/day、POME 発生量 800 t/day を想定したものである。

#### ● 乾燥機の熱源

当初、本計画は、乾燥熱源として“蒸気”又は“天日”を活用することを考えていた。しかし、“蒸気”は CPO 工場のボイラ燃料が増えること、“天日”は温室用に広いフラットな敷地が必要なことに加え、気象が不安定な地域では乾燥期間がばらつくこと等から、CPO 工場のボイラ排ガスを活用することを検討した。

調査中に、ラグーン汚泥堆肥製造工程にボイラ排ガスを活用している CPO 工場(マレーシア、サラワク州)を見学する機会があり、乾燥熱源として採用可能との確信をえた

ので、バイオフィューエル乾燥熱源としてボイラ排ガスを活用することとした。

- **燃料としての適用可能性**

バイオフィューエルは、表 7-12 に示すように発熱量が他のバイオマスに比べて高く、低品位炭に近い値である。しかしながら、バイオフィューエルを構成する乾燥 POME は、Cl (塩素) や K (カリウム) の含有量が高く、発電用ボイラの燃焼効率を低下させる恐れがあり、本バイオフィューエルを発電用燃料として活用する場合には、石炭等との混合等が推奨される。また、乾燥 POME は輸送中に周囲の湿分を吸収する可能性があるため、密閉防湿系のフレコン等に収納した輸送を必要とすると考えられる。

### 7.5.3 現地のニーズ及び制度・規制との合致

- **現地パーム会社の排水処理工程の改善へのニーズ**

現地パーム企業では、100ppm という高い排水基準に合致させるため、ラグーンでの処理を進めている。ラグーン処理はメタンを排出するため、環境省では、すべてのパームオイル製造工場にメタンの有効利用を求める方針である。本技術をパームオイル製造工場に導入することができれば、メタン発生を抑制することができるため、国の方針に合致する。

- **現地パーム会社の本技術への関心**

パームオイル製造会社の PT PN.V や PT. SMART Agro に技術の紹介を行った。技術に対しては高い関心を示したものの、現状のコストでは事業採算性が合いにくいことについては、課題が残った。

- **POME に対する現地政府の方針**

環境省やエネルギー・鉱物資源省からは、PKS 等のパーム産業から出る副産物については、海外へ輸出することについては、積極的ではないとのコメントがあった。ただし、POME を輸出することについては、まだ検討がなされたことが無いとのことである。実際の導入にあたっては、本技術の導入による環境改善効果と、現地産業の発展とのバランスを考慮していく必要がある。

#### 7.5.4 国内のバイオマス発電事業者による POME 由来燃料のニーズと課題

バイオマス発電事業者や、プラントメーカーへのヒアリングによると、バイオマス発電事業者が燃料利用を行うに当たって考慮する事項は、主に以下のようなものである。

- ▶ FIT における売電価格
- ▶ 燃料購入価格
- ▶ 熱量
- ▶ 炉に影響を及ぼす成分（リン、カリウム、塩素等）
- ▶ 灰分
- ▶ 保管方法、ハンドリング
- ▶ 流通のシンプルさ
- ▶ 搬入ロット
- ▶ 調達量の長期安定性

乾燥 POME 及び PKS との混合燃料であるバイオフェューエルは、間伐材の補完燃料としてのニーズが想定される。特徴としては、PKS や木質ペレットと同様に、まとまった量の購入を行うことが可能ということである。また、今回のスキームでは、日本企業が生産から輸送までを管理することで、安定した供給を行うことができる。燃料生産側を日本企業が確保していることは、国際市場の価格変動の影響を受けにくいというメリットがある。

バイオマス燃料の種類は多数あるため、バイオマス発電利用者側としては、その発電施設の事業形態に最も適した燃料を選ぶ。逆に考えると、価格や安定した調達等の条件が適合しなくなれば、他の燃料に代替されることになる。本事業で検討したバイオフェューエルについても、熱量や価格でこれらの燃料と比べて同等か有利なものに設定する必要がある。

表 4-11 に示すように、乾燥 POME は、現在燃料として用いられている PKS と比較すると、炉に悪影響を及ぼす塩素、リン、カリウムの成分が多い。このため、乾燥 POME 燃料を単独の燃料としては、成分が課題となると考えられる。ただし、乾燥 POME 燃料で想定している用途としては、PKS 及び木粉と混合したバイオフェューエルを 50MW クラスの大規模バイオマス発電所に投入することである。50MW クラスのバイオマス発電所での燃料利用量は、投入する燃料の含水率等によって変化するが、仮に全ての発電量をバイオフェューエルにより賄うとすると 23 万 t/年程度が目安となる<sup>2</sup>。乾燥 POME

---

<sup>2</sup> PKS、間伐材を原料として使用する日本国内の 50MW のバイオマス発電所において、同量の発電をするために必要なバイオフェューエルの量を、熱量（4,448Kcal/kg）を用いて換算した。



燃料が1万t/年投入される場合には、全体の燃料投入量の数%程度であることから、発電施設には大きな影響はないと考えられる。

保管の課題としては、雨に濡れると水分を含んで燃料の形状を保てなくなるということがある。これを避けるために、インドネシア側でフレコンバッグに投入して、現地輸送、海上輸送、日本側での保管をフレコン単位で行うことで解決させる。

## 8. 海外展開計画案の見直し

### 8. 1 本事業に対する現地ニーズと課題

#### 8.1.1 現地のニーズ

現地の CPO 工場や、現地政府へのヒアリングによると、CPO 工場から排出される POME の処理に対するのニーズが高いことがわかった。POME を嫌気性処理するラグーンから排出されるメタンガスについては、今後工場が対策を求められるようになってくる。

ラグーンから排出されるメタンガスを有効活用する技術としては、メタンガスによる発電技術または熱利用技術がある。ただし、現状のメタンガスのエネルギー利用の課題としては、2. 5 に示したように、多くの CPO 工場では、グリッドからの距離が遠く売電の採算が合わないことに加えて、工場内のエネルギーはすでに MF 等の副産物を燃料とすることで十分にまかなわれているということがある。これに対して本技術は、FIT 売電事業で考慮すべきグリッドとの距離に関係なく導入することができる。また、メタン回収による自家消費のエネルギー需要が工場に無い場合にも、本技術はエネルギー回収を有効に行い、価値を生み出すことができる。このような観点から、メタン発酵による発電技術または熱利用技術のできない工場に導入することが適切である。

本技術は、複雑な工程を経るわけではないため、CPO 工場であれば、オペレーションに問題はない。このため、相手国の技術レベルに合致している。

### 8. 2 実現に向けた提案

#### 8.2.1 日本での利用

7. 1 に示したように、現状の日本国内の FIT の売電価格、現地設備の CAPEX、OPEX の想定では、事業を成立させることが難しいことがわかった。これは、当初は日本における乾燥 POME 燃料を使用したバイオマス発電の FIT の価格が 24 円/kWh であると想定していたが、本調査の中で資源エネルギー庁との調整の結果、17 円/kWh であることが確定したことが、本事業の採算性に与えている影響が大きい。

一方で、将来的に我が国の FIT におけるバイオマス発電の売電価格の見直しの中で、乾燥 POME を燃料として用いて発電した電気の売電価格が上昇することがあれば、それに伴って乾燥 POME 燃料を混合したバイオフィューエル製造事業の採算性が大幅に向上する。現時点での乾燥 POME 燃料を使用したバイオマス発電の売電価格は 17 円/kWh であるが、これが仮に 24 円/kWh に変更された場合には、CAPEX、OPEX が現状のままだと十分に事業として成立する。仮に日本において、24 円/kWh でバイオマス発電の電力が売電できるとした場合、バイオフィューエル製造事業の採算性は、7. 1 に示したように、9.8%程度になると試算している。

このようなことから、日本とインドネシア双方の環境問題の改善に本事業が貢献する意義を日本政府に理解を求め、乾燥 POME 燃料を利用したバイオマス発電の売電価格の評価について、現状の 17 円/kWh から 24 円/kWh へ上昇するように提案を行なっていく方向性が考えられる。

### 8.2.2 インドネシア国内での利用

バイオフェューエルを日本へ輸出せずに、インドネシア国内で利用することができれば、海上輸送費がかからずに、バイオマス発電所では、相対的に安価な燃料価格で燃料を購入することが可能である。当事業において製造したバイオフェューエルを輸出せずに、インドネシア国内のバイオマス発電所で燃料として使用し、FIT 制度の基で売電する場合の採算性を 7.1.2(5)にて検証した。インドネシアのバイオマス発電に対する売電単価は、1,150IDR/kWh (約 9US¢ /kWh) と日本における適用予定単価である 21 円/kWh の半分以下である。このため、売上が確保できずに毎年赤字となり、現時点の FIT 価格等の前提においては、インドネシア国内のバイオマス発電所でバイオフェューエルを燃料として使用する事業の成立は困難である。

しかし、将来的に FIT 制度における売電価格が上昇し、16US¢ /kWh 以上となれば、PJ IRR が 7%を超え、事業として成立する可能性がある。日本のバイオマス発電所向けに輸出する場合と比較して海上輸送費用が発生しないため、一定の売上が確保できれば採算が成立する可能性がある。今後、インドネシアの政策動向等の注視を継続する。

このように、インドネシア、日本双方における事業環境の変化も見据えながら、技術の導入を検討していく。

## 参考資料 1 ワークショップでのプレゼン資料

(1) バイオフィューエルとしての POME 利用の方法の紹介 (住友林業)

Confidential

Do Not Copy

# Practical Use of POME

Supported by MOE in Japan  
(Ministry of the Environment)

January 2015



Sumitomo Forestry Co., Ltd.

RENOVA, Inc

0

# Corporate Profile

●Sumitomo Forestry Co.,Ltd.

●RENOVA.,Inc

1

## History About Sumitomo Forestry

**Forestry Business** Managing over 45,808 hectares\* of Company-owned forests in Japan and 200,000 hectares of forests overseas. \*1/500th of the total land area in

- 1691 Began using timber harvested in neighboring forestlands to fortify the Besshi Copper Mine, where the Sumitomo family started mining operations
- 1894 The large-scale reforestation plan at the Besshi Copper Mine was undertaken
- 1948 Divided into six companies (one of them became the current Sumitomo Forestry) under the government's zaibatsu\* dissolution order



\*Zaibatsu: family-run conglomerate operating as an industrial group in Japan.

**Distribution and Manufacturing of Timber and Building Materials** The leading trading company in Japan

- 1955 Established a nationwide network to procure and sell domestic timber
- 1960 Expanded of our timber importing business
- 1964 Established full-scale plywood manufacturing company in Japan
- 1970 Established plywood manufacturing company in Indonesia



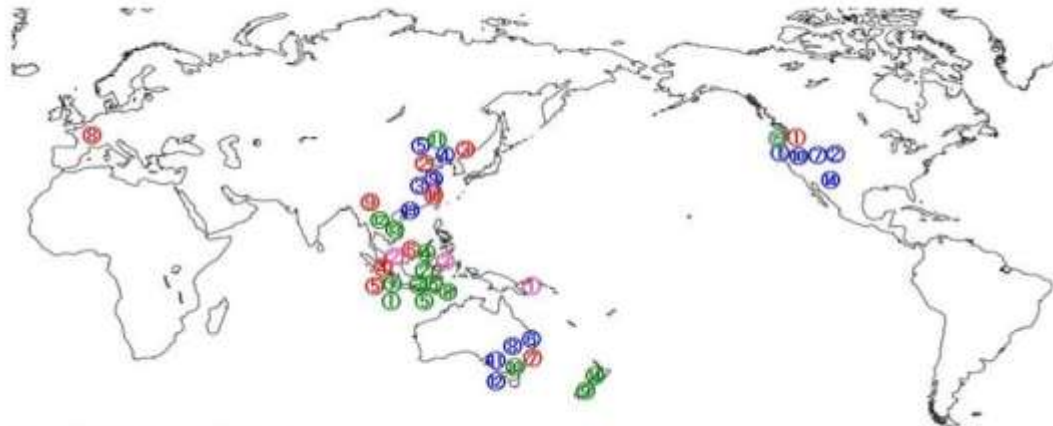
**Housing and Housing-Related Businesses** Top brand in custom-built wooden housing

- 1975 Started construction for high-grade, custom-built housing
- 2003 Started selling spec homes in the U.S.A.
- 2004 Started selling spec homes in China
- 2006 Started selling spec homes in South Korea
- 2008 Started selling spec homes in Australia





### Overseas Network (Overseas Offices and Overseas Associated Companies)



**● Distribution Bases/Offices:**

- 1 Vancouver 2 Dalian 3 Khabarovsk 4 SF Singapore 5 SF Indonesia 6 Kota Kinabalu (Indonesia)  
7 SF Australia 8 Amsterdam 9 SF Vietnam 10 SF Shanghai

**● Plantation Business**

- 1 Open Bay Timber (Papua New Guinea) 2 Mayangkara Tanaman Industri 3 Wana Subur Lestari

**● Building Materials Manufacturing Business:**

- 1 Kutai Timber Indonesia 2 Kutai Timber Indonesia (Probolinggo) 3 Kutai Timber Indonesia (Surabaya) 4 Kutai Timber Indonesia (Samarinda)  
5 AST Indonesia 6 Rimba Partikel Indonesia 7 Rimba Partikel Indonesia (Jakarta) 8 Sinar Rimba Pasifik Indonesia 9 Nelson Pine Industries  
10 Alpine MDF Industries 11 Fuxin Sumirin Wood Products 12 Shouei Furniture 13 Vina Eco Board 14 SFNZ 15 Canyon Creek

**● Housing Business:**

- 1 SFC Homes 2 Cascadia Resort Communities 3 Paragon Wood Product (Shanghai) 4 Paragon Wood Product (Dalian)  
5 Dalian Sumirin Information Technology Service 6 Henley-SFC Housing 7 Henley U.S.A 8 Grices Road Management  
9 Yantai Golden Bridge Enterprise 10 SF Seattle 11 Edgewater Homes 12 SPJR Land Developments 13 Sumirin Hong Kong 14 Bloom Field

## About RENOVA

### Overview

#### Corporate profile



- **Founded:** May 30, 2000 (zero-waste day)
- **Capital:** 1,190 million JPY (12 million USD)
- **Revenue:** 4,325 million JPY, consolidated (44 million USD)
- **Employees:** 178, consolidated
- **Businesses:** Renewable energy  
Plastic recycling  
Research and consulting
- **Headquarter:** Tokyo
- **Factories:** Saitama, Shizuoka, Ibaraki
- **Corporate Philosophy:**  
**"Renew: For the Newer Environment"**  
RENOVA will pursue realization of the secure and comfortable society through creation of the new environment. We will continue to lead such efforts by leveraging the latest information, technologies, and network.
- **"RENOVA"** comes from "renovar" which means "renew" in Latin language.

#### Management team

- **Yosuke Kiminami**, President & CEO  
Graduated from Kyoto University  
Worked for McKinsey & Company before founding Recycle One (now RENOVA).
- **Daisaku Honda**, Corporate Director  
Graduated from Tokyo Institute of Technology.  
Worked for Mitsubishi Research Institute before joining Recycle One (now RENOVA).
- **Daisuke Tsujimoto**, Corporate Director  
Graduated from Massachusetts Institute of Technology  
Worked for McKinsey & Company before founding Recycle One (now RENOVA).
- **Norimasa Matsuyama**, Corporate Director  
Graduated from Sophia University. USCPA.  
Worked for Kumagai Gumi, Goldman Sachs Realty before joining Recycle One (now RENOVA).
- **Tadashi Mizushima**, Corporate Director  
Former CFO of Unison Capital, vice president of Quantum Leaps, and current CEO of PNB Asset Management.

5

### Business

#### Business

##### Research and consulting



- Research and consulting service for public and private sectors.
- Covers waste management and recycling, energy conservation, renewable energy, soil contamination, asbestos, etc.

##### Business development and operation

##### Plastic recycling



- Recycling factories for waste plastics from households and compounding of recycled plastics.
- Two of largest factories in Japan in the industry.

##### Renewable energy



- Development and operation of renewable energy projects.
- One of the leading companies in the large-scale solar business in Japan (300 MW under development)

#### Group companies



Ecos Factory  
(Plastic recycling, 91 t/d)



Green Loop  
(Plastic recycling, 91 t/d)



Nissen  
(Compounding, 40t/d)



Futtsu Solar  
(Solar power generation, 40 MW)



Suigo Itako Solar  
(Solar power generation, 14 MW)

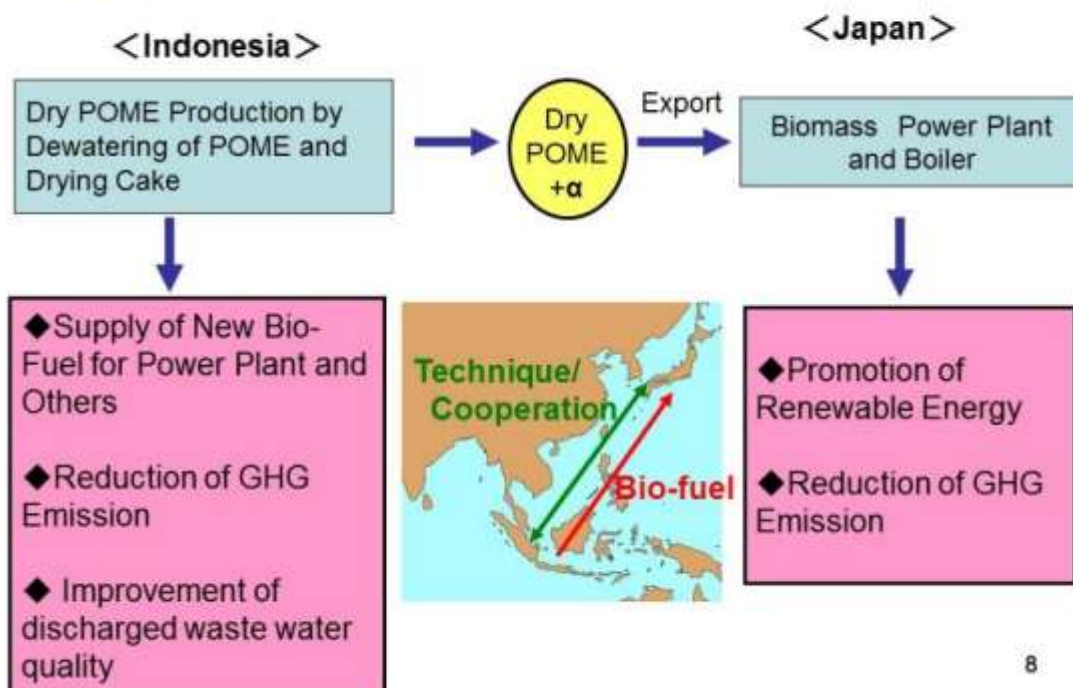
6

## Outline of Contents

- Project Concept
- Generation of  
PKS/Dried POME Fuel & Distribution Flows
- Process of Palm Oil Production
- Division of Roles
- Feed-In Tariff in Japan
- Properties of Biomass Fuel
- Environmental Impact Effect
- Project Operation Structure (Proposal)

7

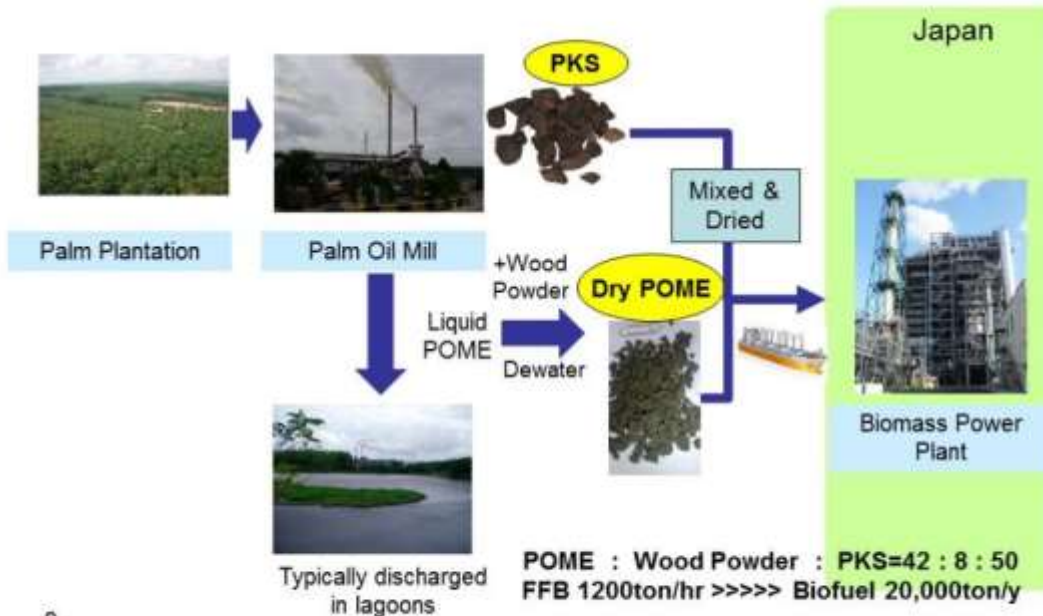
### Project Concept



8

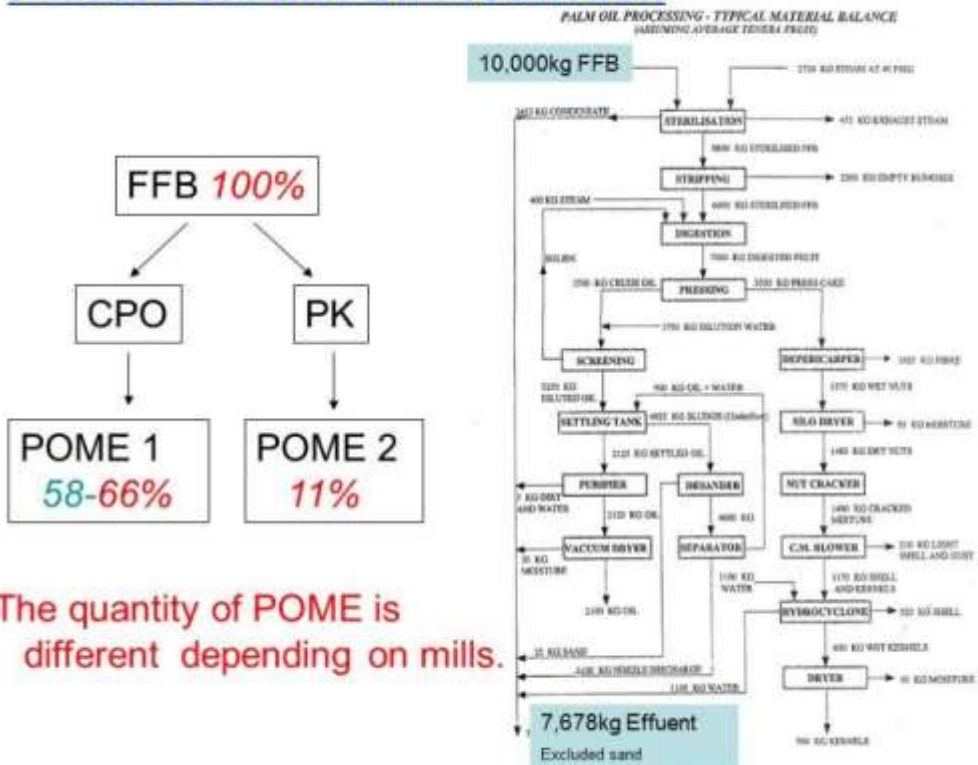


## Generation of PKS/Dried POME Fuel & Distribution Flows



9

## Process of Palm Oil Production

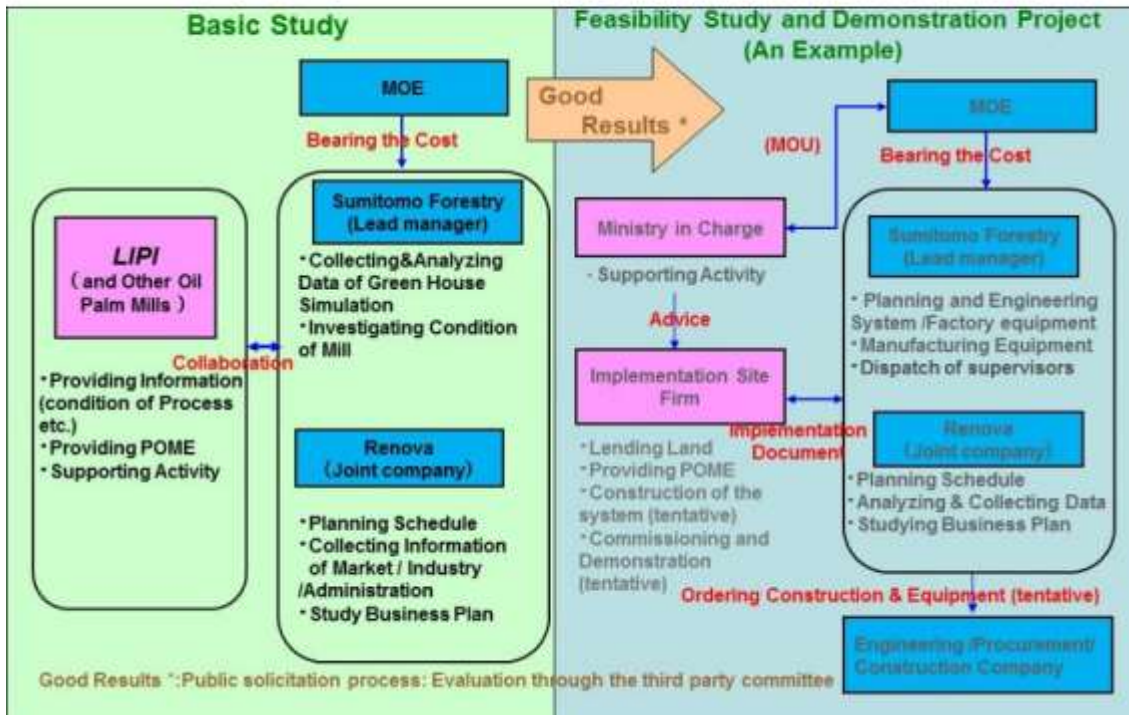


The quantity of POME is different depending on mills.

## Division of Roles

2014

2015~



## Feed-In Tariff in Japan

### Tariffs and Durations(Biomass Power Generation)

Biomass type	Biogas	Wood fired power plant (Timber from forest thinning)	Wood fired power plant (Other woody materials:PKS,EFB, Palm Fibre,Rice husk,etc)	Waste (excluding woody waste:POME, Cofee grounds, Soybean dregs)	Wood fired power plant (Recycled wood)
Tariff (Yen/kwh) Tax exclusive	39	32	24	17	13
Duration	20 years				

Targeting installed capacity of approx 2.17 million kW by 2020(ex.20MW X100)

### What shall be Purchased

Electricity generated from solar PV, wind power, hydraulic power (below 30MW), geothermal and biomass shall be purchased.

The certification by the Minister of Economy, Trade and Industry on power generator and generation method shall be required

## Properties of Biomass Fuel

Fuel	Dry POME	Wood Chip	PKS	Low Rank Coal (reference)
Heating Value (kcal/kg)	4000-4700 MC 3-15%	2000-2900	3400-4500 MC 5-25%	5500-6700
Storage	To be Protected from rain and water	(Waterproof)	(Waterproof)	Waterproof
Price (US\$/kg)	?	0.09-0.10	0.12	0.15
Remark	Environmental Impact Effect	-	-	-

13

## Environmental Impact Effect

GHG Reductions

Mitigation of Effluent Pollution

Improvement of Sanitary Environment

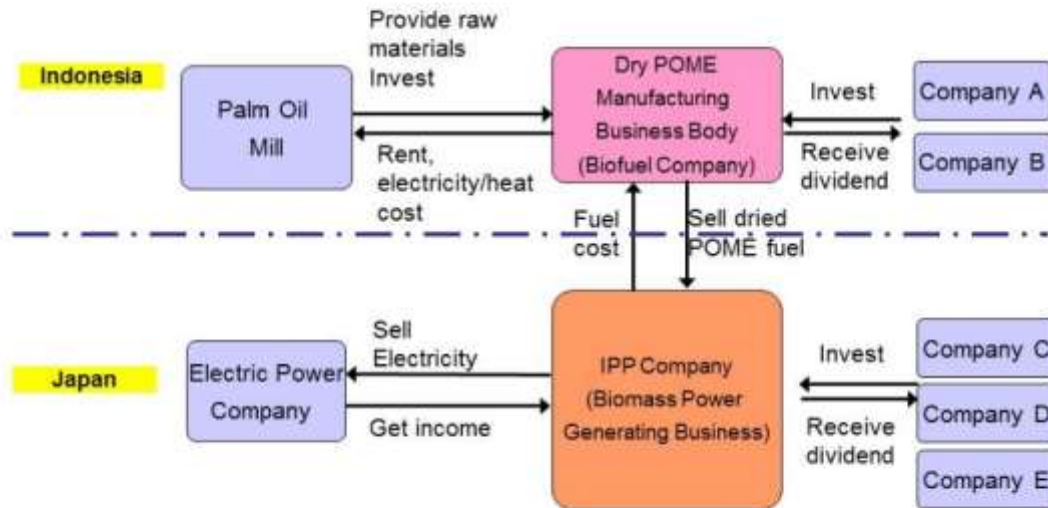
- Reduce methane emission from lagoon



- GHG emissions reductions of approximately 16k t-CO<sub>2</sub>/y (Assume 100t-CO<sub>2</sub> per 1,000t POME) at the target mill
- Approximately 9.2million t-CO<sub>2</sub>/y emissions reductions effect is expected if the technology diffuses to whole Indonesia
- Greatly reduce concentration of organics in lagoon effluents
- Suppress and control malodors and harmful insects/animals.

14

## Project Operation Structure (Proposal)



15



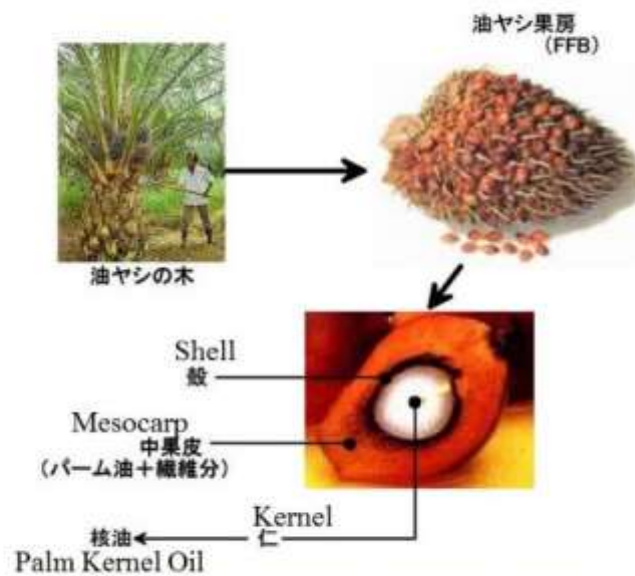
16

(2) 乾燥 POME 燃料の生産機械およびプロセス (住友林業)



Confidential 0

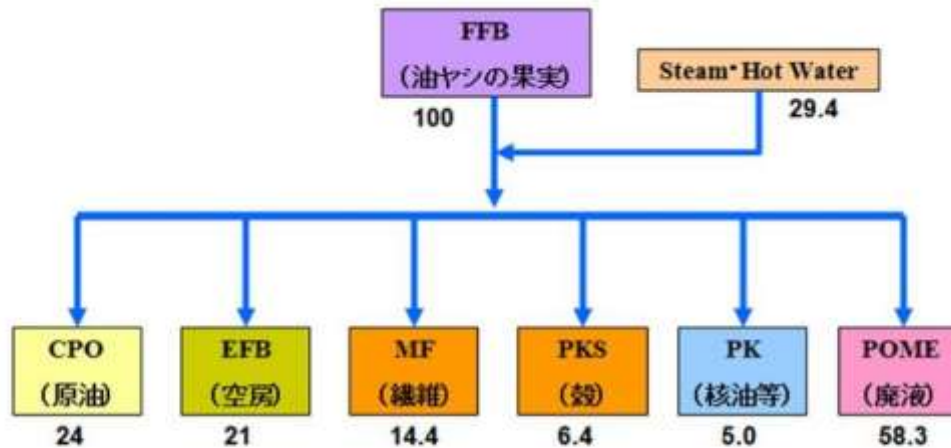
**Structure of FFB (Fresh Fruit Bunch)**



Confidential 1



## Palm Oil and Side Products



Confidential 4

## Characteristics of Raw POME and the Regulatory Discharge Limits

Parameters	Value Range of Raw POME	Regulatory discharge limits
Temperature (dc)	80-90	45
pH	3.4 – 5.2	5-9
Biochemical Oxygen Demand BOD <sub>5</sub> ; 3days at 30 dc.	10,250 – 43,750	100
Chemical Oxygen Demand	15,000 – 100,000	-
Total Solids (T.S)	11,500 - 79,000	-
Total Suspended Solids (T.S.S)	5,000 - 54,000	400
Total Volatile Solids (T.V.S)	9,000 - 72,000	-
Oil and Grease (O&G)	130 - 18,000	50
Ammonia-Nitrate (NH <sub>3</sub> -N)	4 - 8	100
Total Kjeldahl nitrogen (TKN)	180 – 1,400	-

Unit in mg/l except Temperature and pH

Source : Malaysian Palm Oil Board ( Oil Palm & The Environment (updated March 2014))

Confidential 5

## Actual Analysis Data of POME

No.	Items	Unit	Analysis Result			
			Tandun (Sampling: 2014/7/17)	Tanah Putih (Sampling: 2014/7/17)	Tanjung Medan (Sampling: 2014/7/17)	CPO Mill X (Reference)
1	pH	-	4.1	4.4	8.0	4.0
2	TS (MC)	%	3.6 (96.4)	2.0 (98.0)	0.6 (99.4)	4.7 (95.3)
3	BOD	mg/L	15,000	8,700	280	25,000
4	COD	mg/L	15,000	9,000	860	25,000
5	SS	mg/L	17,600	9,500	400	40,000
6	VS	mg/L	22,000	920	2,600	34,000
7	TOC	mg/L	14,000	510	466	17,000
8	Oil	mg/L	6,300	370	30	4,600
9	NH <sub>3</sub> -N	mg/L	41	1	210	43
10	Kj-N	mg/L	700	24	300	890

Note ) BOD: Biological Oxygen Demand, COD: Chemical Oxygen Demand, SS: Suspended Solid, VS: Volatile Solid, TOC: Total Organic Carbon, NH<sub>3</sub>-N: Ammonia Nitrogen, Kj-N: Kjeldahl Nitrogen

Confidential 6

## Actual Analysis Data of Dry POME

No.	Items	Unit	Analysis Result			
			Tandun (Sampling: 2014/7/17)	Tanah Putih (Sampling: 2014/7/17)	Tanjung Medan (Sampling: 2014/7/17)	Tandun PKS (Patis Keras Dtd)
1	MC	%	8.2	2.8	-	1.5
2	VS	%	95.0	94.8	-	98.3
3	TOC	%	45.8	51.4	-	48.8
4	Oil	%	24.7	29.2	-	1.2
5	HHV	J/g (kcal/kg)	22,200 (5,300)	24,500 (5,850)	-	21,500 (5,130)
6	Ash	%	4.8	4.9	-	1.7
7	C	%	47.2	52.2	-	50.0
8	H	%	6.59	7.33	-	5.71
9	Cl	%	0.11	0.19	-	0.06
10	K <sub>2</sub> O	%	0.37	0.61	-	0.12

Note) VS: Volatile Solid, TOC: Total Organic Carbon

Confidential 7





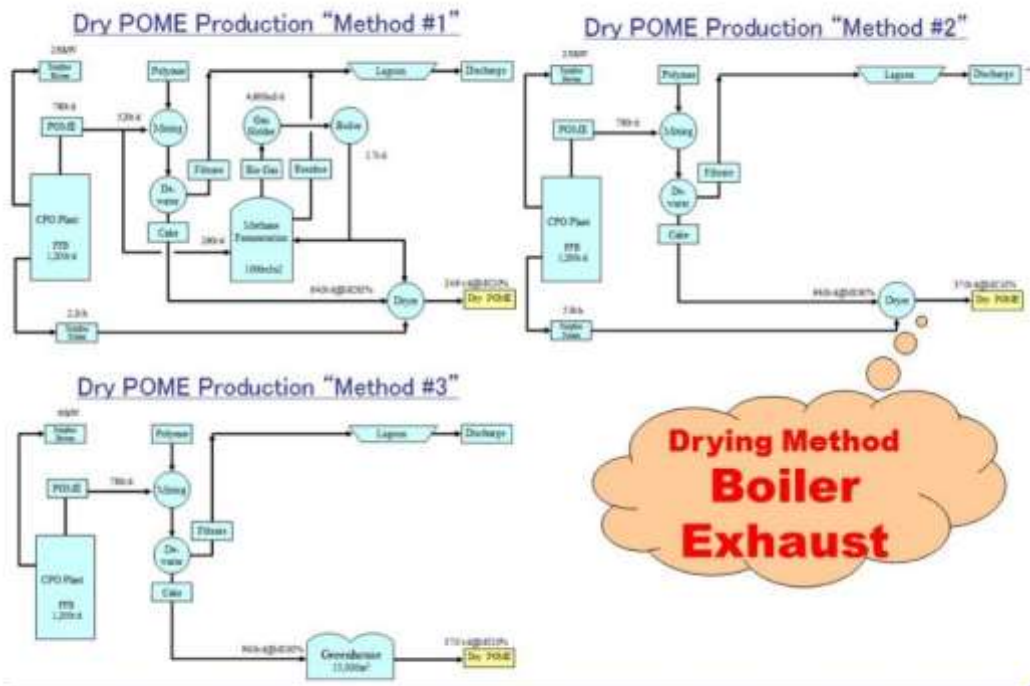
# Bio Fuel Production System

Confidential 8

## Original Option for Dry POME Production

Method	Dry POME Production	Energy Source		Required Land Area (ha)	Bio Fuel			Remarks
		Power	Heat		Construction Cost (kUSD)	Annual Operation Cost (kUSD/y)	Dry POME Unit Cost (USD/ton)	
#1 9,690/y	De-Water M/C → Steam Dryer	Surplus Power (200kW)	Methane Fermentation(1.5t/d) & Surplus Steam(2.0th)	0.5~1.0	6,500 ~ 7,000	700 ~ 750	80 ~ 85	-System is complicate -Steam Dryer is expensive
#2 11,550/y	De-Water M/C → Steam Dryer	Surplus Power (215kW)	Surplus Steam (4.3th)	0.5~1.0	6,300 ~ 6,800	750 ~ 800	75 ~ 80	-Surplus steam is much -Steam Dryer is expensive
#3 11,550/y	De-Water M/C → Green House	Surplus Power (105kW)	Sun Heat ( 0 )	4.0~5.0	5,200 ~ 5,700	720 ~ 770	70 ~ 75	-Greenhouse requires large land area

Confidential 9



Confidential 10

## Computer Simulation on Solar Heat Drying

- Solar drying computer simulation



Fig. Greenhouse Image

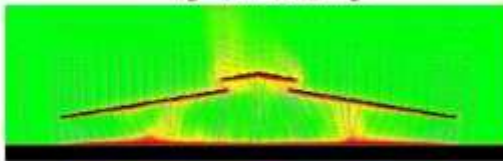


Fig. Temperature Distribution Image

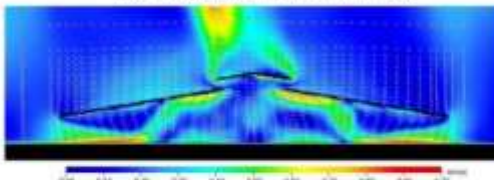


Fig. Wind Speed Distribution Image

Table: Meteorological Data for Computer Simulation

Time Zone	Temperature °C	Relative Humidity %	Absolute Humidity %	Total Solar Radiation W/m <sup>2</sup>
8:00-10:00	27.72	83.28	19.70	316
10:00-12:00	29.33	75.67	19.69	506
12:00-14:00	29.84	72.52	19.38	485
14:00-16:00	29.56	72.92	19.15	463
16:00-18:00	28.69	76.10	18.98	300

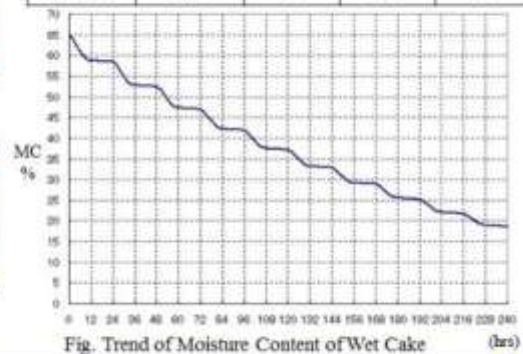


Fig. Trend of Moisture Content of Wet Cake (hrs)

Confidential 11

## Experiment on Dewatering at Laboratory

### ① Polymer Selection



### ④ Solid-liquid separation



### ② Supporting Agent Selection



### ⑤ Dewatered Cake Collection

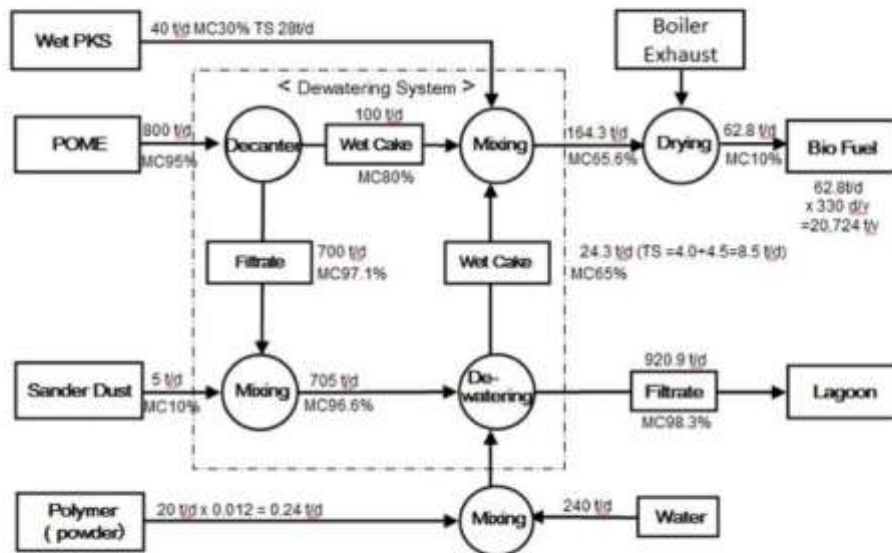


### ③ Flocculation



Confidential 12

## Basic Process Flow



Note: Based on FFB consumption :1,200t/d

Confidential 13

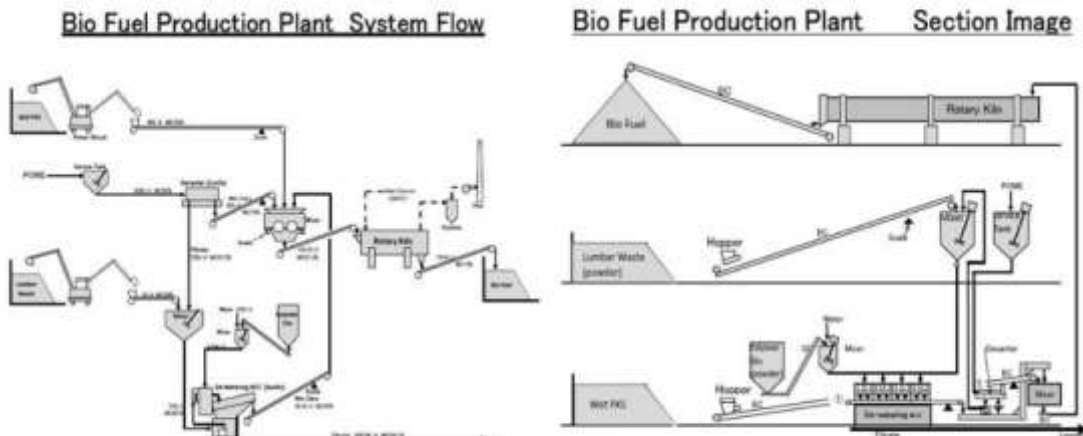
## Bio Fuel Heating Value

	As Received Base			Dry Base			Shipping Base		10% MC	Remark	
	Charging Volume	MC	TS	HHV	Hydrogen	LHV	HHV	LHV	Production Volume		Total LHV
	t/d	%	t/d	kJ/kg	%	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	t/d		Mcal/d
POME	800	95%	40.0	5,800	5.35%	5,476	5,220	4,868	26.7	129,976	
Wet PKS	40	30%	28.0	5,000	5.25%	4,717	4,500	4,185	31.1	130,154	
Sander Dust	5	10%	4.5	4,685	5.50%	4,388	4,217	3,890	5.0	19,450	
Bio Fuel	845	-	72.5	-	-	-	-	4,379	62.8	279,580	

62.8 t/d x 330 dy = 20,724 ty

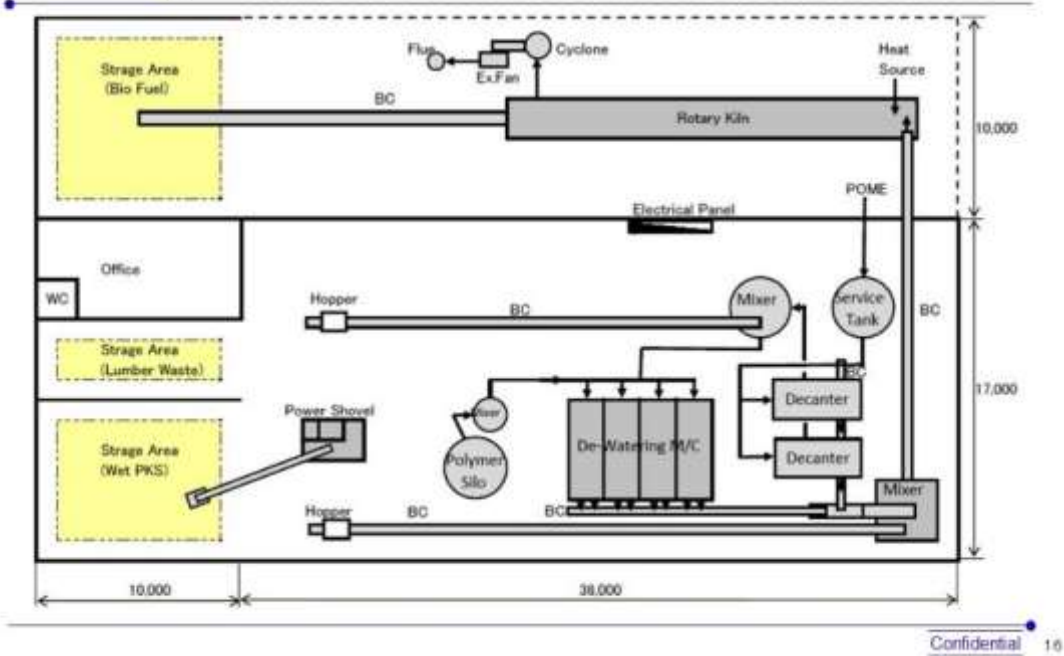
Confidential 14

## Production Plant System Flow



Confidential 15

## Plant Layout



## Introduction of Unique Dewatering Machine “Volute”

**L'VOLUTE**

### Volute Dewatering Press Unlike Any Other

The performance of dewatering equipment is ultimately determined by the design of the filter cloth.

L'VOLUTE dewatering presses are designed with unique technology, which allows dewatering to take place at a much lower pressure than other presses. This results in a much longer life for the filter cloth and a much higher dewatering rate.

**Volute technology**

Volute is a unique technology that consists of two types of rings: a fixed ring and a moving ring, and a screw that drives the filter element and transfers and presses the sludge. The gap between the rings and the screw pitch are designed to gradually get narrower towards the direction of sludge cake water and the screw pressure of the filter element increases due to the volume compression effect, which thickens and dries the sludge.

**End Plate**  
**Sediment Cake**

**Thickening Zone**  
**Sediment Inlet**  
**Filtrate**

**Dewatering Zone**

**Confidential** 17

## Comparison on Dewatering Machine

COMPARISON TABLE - VOLUTE and Other Dewatering Equipment - \*Currency: SGD\*

Overall Image	Volute Dewatering Press	Screw Press	Centrifuge	Bulk Press
Model (Throughput - 40kg SS/h)	ES-301	Screw Diameter : 500mm	Screw Diameter : 500mm	Standard Model : 500 Lx wide
Principle	In this unit, water is removed from suspended solids by the action of centrifugal force and gravity. The solids are discharged and removed by the action of gravity.	In the wastewater unit used in the spinning, solid is removed by the action of gravity and centrifugal force. The solids are discharged and removed by the action of gravity.	The solids are built in the centrifugal force. The solids are discharged and removed by the action of gravity.	In this unit, water is removed from the solids by the action of gravity and centrifugal force. The solids are discharged and removed by the action of gravity.
Dewatering Performance (sludge cake solids content)	★★★★ 15 - 20 %	★★★ 15 - 18 %	★★ 10 - 15 %	★ 10 - 15 %
Installation	Footprint	★★★★	★★	★
	Dry Weight	★★★★ 2000 kg	★★★★ 2000 kg	★★★ 2000 kg
	Rate	★★★★	★★★	★
Noise and Vibration	★★★★	★★★	★	★★
Slurry Sludge	★★★★	★	★★	★
Daily Maintenance	★★★★	★★	★★	★
Initial Cost	<b>Please Ask</b>	★★	★★	★★★★
*Power Consumption	0.8 kW SGD500/year	2.0 kW SGD1,250/year	20.5 kW SGD12,812.5/year	1.2 kW SGD750/year
*Water Consumption	0.04 m <sup>3</sup> /h SGD210/year	0.5 m <sup>3</sup> /h SGD2,625/year	2.5 m <sup>3</sup> /h SGD13,125/year	4.6 m <sup>3</sup> /h SGD24,150/year
Total Consumption	SGD710/year	SGD3,875/year	SGD25,938/year	SGD24,900/year

★★★★ very good, ★★★ good, ★★ normal, ★ not good  
 \*Power Consumption is based on 100% efficiency of motor and generator.  
 \*Water Consumption is based on 100% efficiency of motor and generator.  
 \*Dry Weight is based on 100% efficiency of motor and generator.



Confidential 18

## Drying by Boiler Exhaust



Confidential 19

## Estimate of Reduced GHG by Dry POME Production

### Estimate Condition

- Dry POME Production Volume @ Moisture Ratio 10% : 26.7 ton/day
- Total Volatile Solid of Dry POME : 90%
- Degrading Ratio of Total Volatile Solid : 60% @Lagoon
- Biogas Generation Rate : 0.7m<sup>3</sup>/kg-VS @Lagoon
- Methane Ratio of Biogas : 45% @Lagoon
- Specific Weight of Methane : 0.554 kg/m<sup>3</sup>
- Global Warming Index of methane : 21

### Reduced GHG Volume

- Biogas Generation Volume : 26.7 x 1,000 x 0.9 x 0.9 x 0.6 x 0.7 = 9,083 m<sup>3</sup>/day
- Methane Generation Volume : 9,083 m<sup>3</sup>/day x 0.45 = 4,087 m<sup>3</sup>/day
- Removed GHG Volume : 4,087 m<sup>3</sup>/day x 0.554 kg/m<sup>3</sup> ÷ 1,000 x 21 = 47.5 ton-CO<sub>2</sub>/day  
 → 47.5 ton-CO<sub>2</sub>/day x 330 days/year = 15,675 ton-CO<sub>2</sub>/year

Confidential 20

## Effect of Bio Fuel Production

### Improvement of Water Pollution

	① Discharged POME	② Dewatered POME	①-② Effect.
BOD (mg/L)	18,000	9,200	8,800
COD (mg/L)	16,000	7,600	8,400

### Effect of GHG (Green House Gas) Reduction

Items	Deducted CO <sub>2</sub> (t-CO <sub>2</sub> /year)	Estimate Condition
CO <sub>2</sub> Reduction in Japan	17,267	5,300kcal/kg × Efficiency of Power Plant 0.3 × POME10,000 ton
Transportation	▲1,188	
CO <sub>2</sub> Reduction by Reduction of Methane Generation in Indonesia	16,511	
Total	32,590	

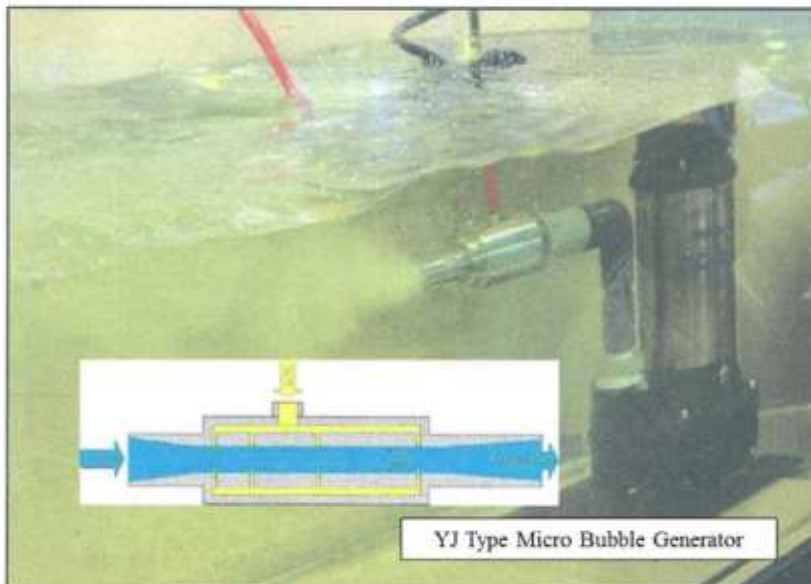
Confidential 21

## Waste Water Treatment by using Micro Bubble (Removal of Organic Matter in Waste Water)

- Floating Separation by Micro Bubble
- Change Organic Matter to Inorganic Matter
- Improvement of Bio-degradability
- Change Dissolved Organic Matter to Suspended Solid and Removal of Suspended Solid

Confidential 22

## Micro Bubble Generator



Confidential 23

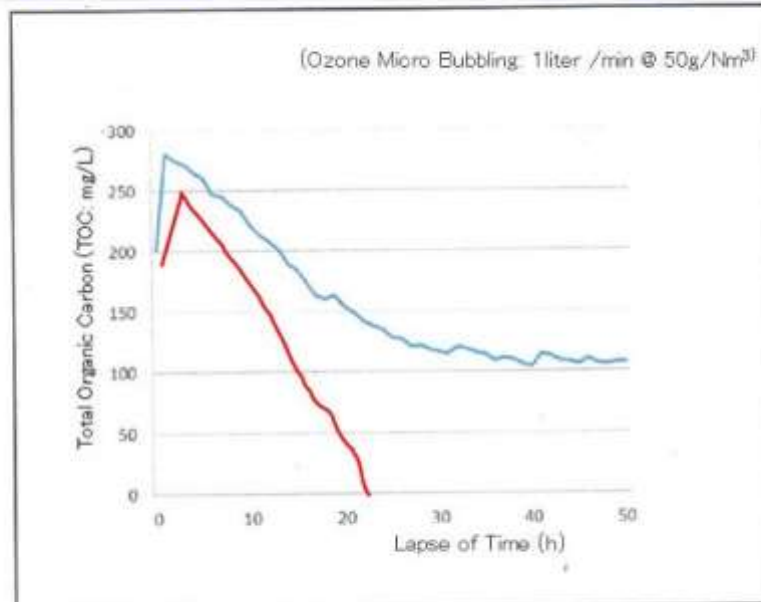


## Ozone Micro Bubble Generator



Confidential 24

## Ordinary Bubbling VS Ozone Micro Bubbling



Confidential 25

**Reduction of global warming risk**



Confidential 20

(3) バイオフィューエルとしての POME 利用の実現可能性 (レノバ)

## Feasibility on POME Utilization for Biofuel in Indonesia

January 2015



Sumitomo Forestry Co., Ltd.

RENOVA.,Inc

---

**<Back ground of Business Feasibility>**

**Trend of biomass utilization in Japan**

## Feed-In-Tariff in Japan

- Feed-in-Tariff (FIT) has started in Japan since 2012
- FIT is applicable to the electric power generation by solar, wind, water, biomass and geothermal heat
- FIT sets preferential price to biomass power generation, according to kinds of biomass fuel.

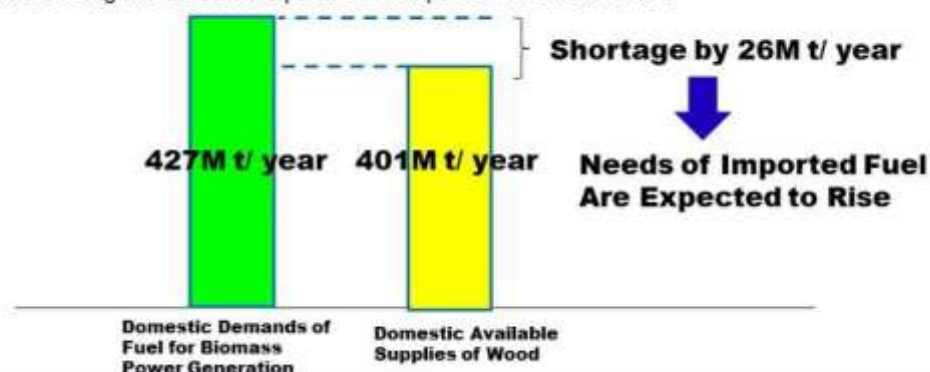
	Price (cent/kWh)
Solar	32 – 37
Wind	22 – 55
Geothermal	26 – 40
Hydro	24 – 34
Biomass (Wood)	13 - 32
Biomass (Biogas)	39

Assumed Rate: 1cent=1JPY

\*A feed-in tariff (FIT) is a policy mechanism designed to accelerate investment in renewable energy technologies. It achieves this by offering long-term contracts to renewable energy producers, typically based on the cost of generation of each technology.

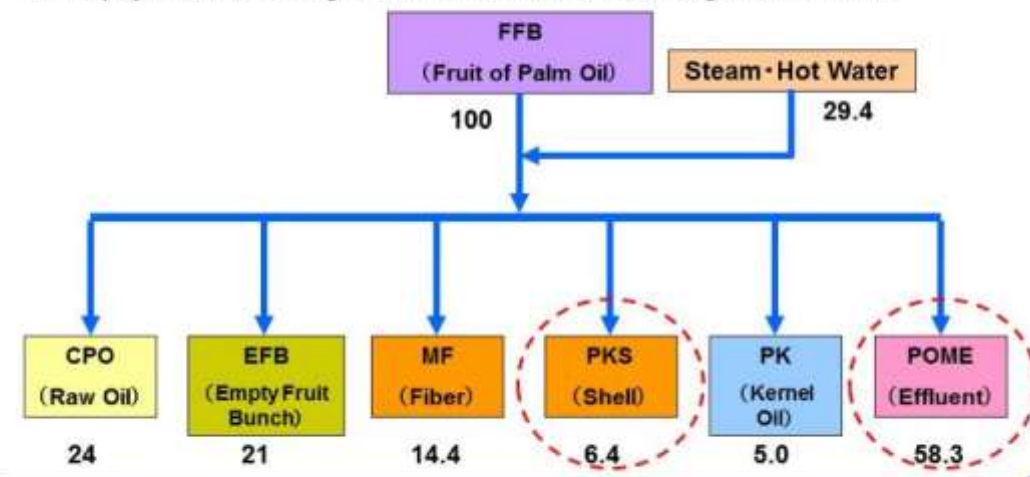
## Fuel Market Trend of Biomass in Japan

- About **70 plans of woody biomass power generation projects** are planned in Japan
- It is considered that if currently planned biomass power generation projects are successfully conducted, **4,270,000 tons of demands of wood biomass fuel will arise in Japan**
- On the other hand, since available supplies of unused wood in Japan are currently 4,010,000 tons, **260,000 tons of woody fuel would be in short**
- It is necessary to use PKS and wood pellet as substitutes for woody fuel in order to solve the shortage of the fuel. Therefore, electric power generation companies which want to set up new biomass power plant are taking into account the purchase of imported wood from abroad



## Palm Oil and Side Products

- Japanese biomass power plants are now thinking of employing the by-product of palm oil factories as fuel in Indonesia and Malaysia
- The demands of PKS will still be increased in Japan
- This project considers using POME instead which still does not get much attention



## FIT Price of Biomass

- Sales price of biomass power generation using dried POME fuel is 17cent/kWh (17 yen/kWh)

Biomass	Methane Ferment Gas (derived from biomass)	Woody Biomass derived from Thinned Wood etc.	General Woody Biomass and Residue of Agricultural crops	Waste of Building Material	General Waste and Other Biomass
Sales Price (cent/kWh)	39	32	24	13	17

### Examples of Biomass

[Methane Ferment Gas] Methane gas derived from food residue, sewage sludge and animal excrement

[Woody Biomass Derived from Thinned Wood etc.] Thinned wood and regeneration cut wood

[General Woody Biomass and Residue of Agricultural Crops] Imported wood, lumber, **Palm Oil Shell (PKS)**, chaff and rice straw

[Waste of Building Material] Waste of Building Material and other wood materials

[General Waste and Other Biomass] Pruned branch, woodchip, paper, food residue, waste of edible oil, sludge, animal excrement, black liquor and **POME**

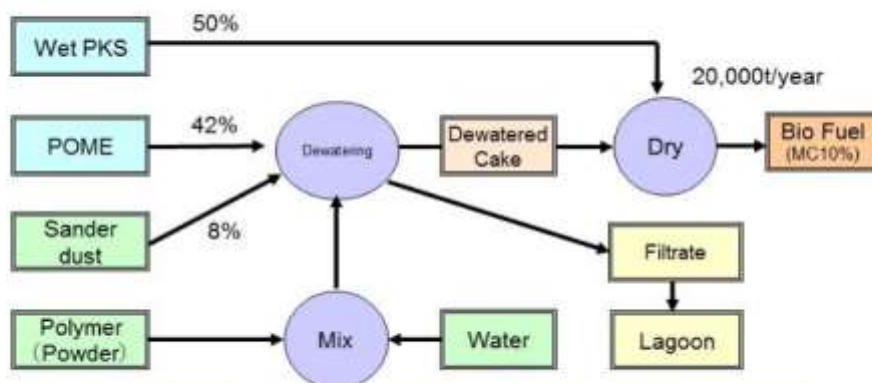
---

## Business Feasibility

---

### Composition and Production Amount

- Composition of biofuel : dried POME(42%)+PKS(50%)+Sander dust(8%)
- Production amount : about 20,000 ton/year
- The disposal amount of FFB is assumed as 1,200 ton/day, and around 20,000 ton/day of Bio-Fuel will be produced



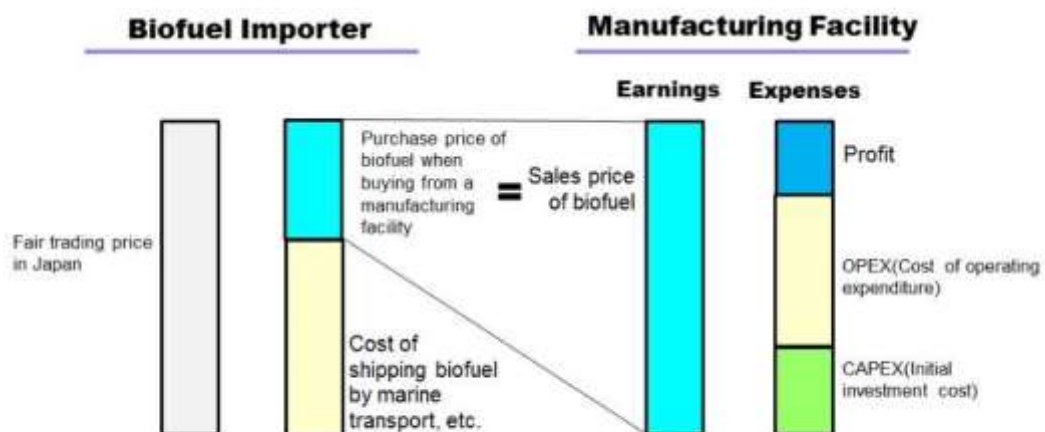
## Steps in Determining Costs and Feasibility



5

## Financial Structure Overview

- Financial structures of a biofuel importer and a drying facility are indicated below



9

## Phase1:Determining a Fair Price of Biofuel

- Based on the premise below, the PJ IRR(ratio of investment return) of biomass power generation business in Japan using PKS and thinned wood is **9.8%**.
- When using PKS as a substitute for this biofuel, the cost of raw material to obtain the same profitability of IRR is **123\$/ton**

	Item	Value	Reference
Biofuel	<b>Fair Purchase Price(US\$/t)</b>	<b>123</b>	Calculated considering profitability in Japan
	Heat Vale (kcal/kg)	4448	Calculated by using Heating Value of POME, PKS, Woodand #
	Ratio of Combination (POME:PKS:Wood)#	42:50:8	
	<b>FIT Price of Electricity (JPY/kwh)</b>	<b>21</b>	Calculated by using Fit Price of POME, PKS, Woodand #
PKS	Purchase Price (US\$/t)	121	Price varies under the influence of movements in the market.
	Heat Vale (kcal/kg)	3700	
	FIT Price of Electricity (JPY/kwh)	24	Fixed by METI

Remark) FIT Price of Electricity generated by using fuel  
 in case of POME:17(JPYW/kwh), In case of Wood Powder: 24(JPYW/kwh)  
 Heating Value (kcal/kg) POME4868, Wood3890

10

## Phase2:Transport Cost and Trading Price of Biofuel from Manufacturing Facility

- The cost to transport biofuel is set by conducting interview to marine transport company
- Trading price paid to manufacturing facility is set as **57\$/ton** so that the price of biofuel
- that Japanese side buys can be within the fair price written in Phase 1

Code	List	Value	Unit
<b>A</b>	<b>Trading price of biofuel from manufacturing facility</b>	<b>57</b>	<b>\$/ton</b>
B	Purchase price of biofuel	123	\$/ton
C	Transport cost in Malaysia	7	\$/ton
D	Storage cost around port	1	\$/ton
E	Cost of marine transport	31	\$/ton
F	Labor charge	5	\$/ton
G	Cost of flexible container bag	10	\$/ton
H	Contingency fee	11	\$/ton

11



### Phase3:Feasibility of Manufacturing Facility

- Based on Phase2, feasibility when sales price of biofuel is **57\$/ton** is calculated
- PJ IRR is 8.4%. PL (Profit and Loss Statement) and other conditions are shown below
- If there are no subsidy or decline of CAPEX, profitability is not possible (PJ IRR < 0)

Result					Condition																																															
<b>PJ IRR=8.4%</b>					<ul style="list-style-type: none"> <li>• CAPEX is originally 5,000K\$, but assuming that investor burden 70%, 3,500K\$</li> <li>• Assuming that investor can get PKS for free</li> </ul>																																															
<b>&lt;PL and Cash Flow&gt;</b>					<table border="1"> <thead> <tr> <th>List</th> <th>Value</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Annual production amount</td> <td>20,000</td> <td>t/y</td> </tr> <tr> <td>Dried POME sales price</td> <td>57</td> <td>\$/t</td> </tr> <tr> <td>CAPEX</td> <td>3,500</td> <td>K\$</td> </tr> <tr> <td>Maintenance</td> <td>100</td> <td>K\$/y</td> </tr> <tr> <td>Labor cost</td> <td>90</td> <td>K\$/y</td> </tr> <tr> <td>Power cost</td> <td>146</td> <td>K\$/y</td> </tr> <tr> <td>Sender dust</td> <td>17</td> <td>K\$/y</td> </tr> <tr> <td>Polymer</td> <td>277</td> <td>K\$/y</td> </tr> <tr> <td>management cost</td> <td>100</td> <td>K\$/y</td> </tr> <tr> <td>Misc. incl welfare</td> <td>5</td> <td>K\$/y</td> </tr> <tr> <td>CAPEX's contingency fee rate</td> <td>10%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>OPEX's contingency fee rate</td> <td>10%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Depreciation Years (CAPEX)</td> <td>10</td> <td>year</td> </tr> <tr> <td>Applied corporate tax</td> <td>25%</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>			List	Value	Unit	Annual production amount	20,000	t/y	Dried POME sales price	57	\$/t	CAPEX	3,500	K\$	Maintenance	100	K\$/y	Labor cost	90	K\$/y	Power cost	146	K\$/y	Sender dust	17	K\$/y	Polymer	277	K\$/y	management cost	100	K\$/y	Misc. incl welfare	5	K\$/y	CAPEX's contingency fee rate	10%	-	OPEX's contingency fee rate	10%	-	Depreciation Years (CAPEX)	10	year	Applied corporate tax	25%	-
List	Value	Unit																																																		
Annual production amount	20,000	t/y																																																		
Dried POME sales price	57	\$/t																																																		
CAPEX	3,500	K\$																																																		
Maintenance	100	K\$/y																																																		
Labor cost	90	K\$/y																																																		
Power cost	146	K\$/y																																																		
Sender dust	17	K\$/y																																																		
Polymer	277	K\$/y																																																		
management cost	100	K\$/y																																																		
Misc. incl welfare	5	K\$/y																																																		
CAPEX's contingency fee rate	10%	-																																																		
OPEX's contingency fee rate	10%	-																																																		
Depreciation Years (CAPEX)	10	year																																																		
Applied corporate tax	25%	-																																																		
Unit: 1,000\$	1year	5year	10year	15year																																																
Revenue	1,140	1,283	1,444	1,999																																																
Cost	1,194	1,295	1,440	1,419																																																
Profit before tax	-54	-12	48	581																																																
Profit after tax	-54	-12	36	436																																																
Cashflow	-3,519	373	421	436																																																

12

### Phase4:Requirements for Business Establishment

- Two proposals which could build up the feasibility of manufacturing facility are shown below

Proposals	Contents
Consider the use of subsidy as a part of initial investment. And examine the possibility to decrease initial investment by local production etc.	Business operator necessarily bears 30% of the charge for initial investment so that manufacturing facility can be profitable (PJ IRR 8.4%)
Obtain PKS for free	Obtaining PKS for free, which is now not externally sold, would contribute to decreasing \$528,000/y which is to cost for purchasing PKS otherwise

13

## Merit for CPO mill

- This project is effective in purifying drainage water and in decreasing methane gas emission

Revenue of SPC	<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>If 30 % of initial investment is reduced or subsidized</b>, the company would receive approximately <b>\$3,752,000</b> as Net Cash In in 20 years</li></ul>
Purification of Water Quality	<ul style="list-style-type: none"><li>● BOD: Decrease by 8,800mg/L (Input: 18,000mg/L)</li><li>● COD: Decrease by 8,400mg/L (Input: 16,000mg/L)</li></ul>
Decrease of Methane Gas Emission	<ul style="list-style-type: none"><li>● Decrease by around 16,000(t-CO<sub>2</sub>/year)</li></ul>

14

## Options to Promote this Project

- Decrease of Initial Investment
  - Lower price because of prevalence of the technology or local manufacturing
  - Utilization of subsidy by the Japanese or Indonesian government (e.g. Joint Crediting Mechanism)
- Rise of Electric Power Selling Price with FIT in Japan
- Use as biomass fuel in Biomass Power Generation in Indonesia
  - If FIT price in Indonesia rises
  - Oversea transportation fee is not be required

15

**(Reference)**

**In case that FIT price of POME is 24yen/kwh**

- In case that FIT price using POME is **24yen/kWh (higher than 17yen/kWh)**, power plant in Japan can buy biofuel with **147\$/t (higher than 123\$/t)**.
- And also, manufacturing facility can sell the biofuel higher with **79\$/t (higher than 57\$/t)**.
- PJ IRR of manufacturing facility is **15.8%** even though they pay CAPEX as 100% if PKS is still for free

**Result**

**PJ IRR=15.8%**

**<PL and Cash Flow>**

Unit: 1,000\$	1st Year	5th Year	10th Year	20th Year
Sales	1,580	1,778	2,001	2,771
Cost	1,359	1,460	1,805	1,418
Profit before tax	222	318	457	1,353
Profit after tax	166	239	342	1,015
Cash flow	-4,784	789	892	1,015

**Condition**

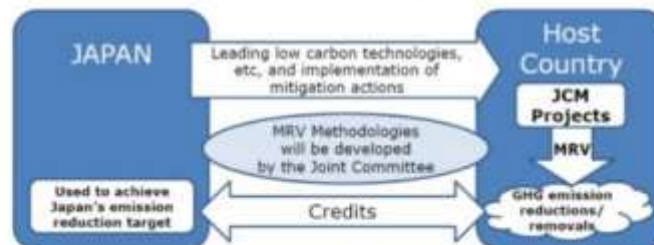
List	Value	Unit
Annual production amount	20,000	t/y
Dried POME sales price	79	\$/t
CAPEX	5,000	K\$
Maintenance	100	K\$/y
Labor cost	90	K\$/y
Power cost	146	K\$/y
Sander dust	17	K\$/y
Polymer	277	K\$/y
management cost	100	K\$/y
Misc. incl welfare	5	K\$/y
CAPEX's contingency fee rate	10%	-
OPEX's contingency fee rate	10%	-
Depreciation Years (CAPEX)	10	year
Applied corporate tax	25%	-
Interest rate	3%	-

16

**(Reference)**

**Scheme of the Joint Crediting Mechanism (JCM)**

- If this technology can use JCM scheme, Japanese government may subsidize the plant.
  - Facilitating diffusion of leading low carbon technologies, products, systems, services, and infrastructure as well as implementation of mitigation actions, and contributing to sustainable development of developing countries.
  - Appropriately evaluating contributions from Japan to GHG emission reductions or removals in a quantitative manner, by applying measurement, reporting and verification (MRV) methodologies, and use them to achieve Japan's emission reduction target.
  - Contributing to the ultimate objective of the UNFCCC by facilitating global actions for GHG emission reductions or removals, complementing the CDM.



(Source: METI of Japan)

17

## Discussion Topic

---

1. Technological aspect
  - Why are total solids (TC), included in POME, different depending on CPO factories?
2. Current issues of POME treatment
  - What is issues of the current disposal method of POME?
  - How should the drainage regulation of POME be tackled? (Including use of this technology)
3. Business aspect
  - What kind of implementing body of this project could be considered?
  - How should be the partnership between Japan and Indonesia for commercialization of this technology?
4. Issues for introduction of this project
  - What could be difficulties to realize the introduction of this POME utilization technology? And how could the problems be solved?
  - In which situation could this technology be introduced?
  - Is there any issue for introduction of this technology to be taken account in terms of public acceptance? (e.g. Impact on inhabitant near the site)

## 参考資料 2 インドネシア各地における平均気温、湿度、風速等の気象状況

表 インドネシア各地における平均気温、湿度、風速等の気象状況

Given data														
Location	:	Cut Bau Sabang Station												
Latitude	:	5,866666667												
Longitude	:	95,3166667126												
Elevation	:	126 meter												
TEMPERATURE AVERAGE (°C)														
Year(s)	Moith													
	Jan	Feb	March	Apr	May	June	July	Augst	Sept	Oct	Nov	Dec		
2009	25,5	26,4	26,8	28,0	27,8	27,7	26,8	27,1	27,6	26,6	26,1	25,6		
2010	26,5	27,4	27,4	28,3	28,7	27,4	27,1	27,6	27,2	27,6	26,0	26,0		
2011	26,1	26,6	26,6	27,3	27,7	28,4	27,9	28,0	26,9	26,4	26,4	26,3		
2012	26,1	27,4	26,5	27,6	27,5	27,8	27,8	27,7	27,4	27,1	26,7	26,3		
2013	26,5	26,3	27,6	27,5	28,0	27,3	27,8	27,3	27,1	26,4	26,3	25,7		
HUMIDITY AVERAGE (%)														
Year(s)	Moith													
	Jan	Feb	March	Apr	May	June	July	Augst	Sept	Oct	Nov	Dec		
2009	87,7	83,9	84,5	81,2	79,7	84,4	84,4	75,7	73,8	83,2	91,2	88,7		
2010	89,1	86,7	88,6	88,6	86,6	86,4	86,1	84,0	87,2	83,3	90,5	90,6		
2011	89,6	90,0	89,8	87,7	85,4	80,5	80,7	83,3	87,6	83,7	85,7	92,4		
2012	93,8	86,7	92,8	90,7	89,2	83,4	82,5	85,5	86,5	90,6	91,0	91,6		
2013	91,8	90,8	89,5	87,9	87,0	84,7	75,3	75,9	78,2	84,9	87,5	89,5		
WIND SPEED AVERAGE (knot)														
Year(s)	Moith													
	Jan	Feb	March	Apr	May	June	July	Augst	Sept	Oct	Nov	Dec		
2009	8,9	3,9	4,0	4,9	9,8	11,5	12,3	10,8	10,3	8,9	8,9	10,1		
2010	8,3	8,3	7,6	7,3	7,8	8,8	11,1	9,0	8,8	10,4	8,5	8,4		
2011	9,5	7,9	8,5	8,4	10,9	12,5	10,7	9,2	9,2	10,1	9,0	10,2		
2012	9,4	8,3	8,4	8,5	10,3	12,4	11,5	9,8	9,5	8,2	6,9	8,8		
2013	6,5	8,5	4,6	4,9	8,9	11,2	10,4	9,3	9,3	5,7	5,0	7,5		
WIND DIRECTION AVERAGE (degree)														
Year(s)	Moith													
	Jan	Feb	March	Apr	May	June	July	Augst	Sept	Oct	Nov	Dec		
2009	90	360	360	360	270	260	220	210	210	230	110	100		
2010	100	100	100	100	100	260	240	240	240	230	250	110		
2011	150	110	110	260	260	250	200	230	220	110	110	110		
2012	100	100	100	240	230	210	200	240	210	100	210	100		
2013	80	80	360	360	210	210	200	210	210	360	360	100		









Given data														
Location	:	Klimatologi Indrapuri Station												
Latitude	:	5. 25												
Longitude	:	95,28333000000												
Elevation	:													

TEMPERATURE AVERAGE °C

Year(s)	Moith											
	Jan	Feb	March	Apr	May	June	July	Augst	Sept	Oct	Nov	Dec
2009	25,5	26. 0	25,9	27,2	27,2	28,2	28,2	27,3	27,4	26,9	26. 0	26,2
2010	26,3	27,3	27. 0	27,3	27,7	27,2	26,9	27,3	26,7	27. 0	25,7	25,9
2011	25,8	26. 0	25,8	26,6	27. 0	28,2	27,3	26,8	26,8	26,8	26,1	26,2
2012	28,8	26,4	25,9	26,5	27,2	27,9	27,2	27,3	27. 0	26,1	26. 0	26,1
2013	26,3	25,9	27,2	27. 0	27. 0	27,7	27,4	27. 0	27,1	26,3	26,1	26. 0

HUMIDITY AVERAGE (%)

Year(s)	Moith											
	Jan	Feb	March	Apr	May	June	July	Augst	Sept	Oct	Nov	Dec
2009	88,4	83,2	85,9	86,9	85,5	78,6	79,5	79,5	78,7	81,4	88,8	85,8
2010	83,1	81. 0	84,5	85,2	83,3	80,9	81,9	78,3	80,9	78,6	87,8	86. 0
2011	84,3	85,3	87,6	91,2	88,7	81,8	82,1	85,2	87,3	88,1	90,2	91. 0
2012	91,3	90,4	89,3	88,8	87,5	74,2	76,7	77,6	77,6	86,7	89,8	88,1
2013	87,8	88,2	87,7	89,6	89,2	85. 0	75,7	77,4	75,8	82,7	86,7	87,8

WIND SPEED AVERAGE (knot)

Year(s)	Moith											
	Jan	Feb	March	Apr	May	June	July	Augst	Sept	Oct	Nov	Dec
2009	1,9	1,8	0,9	1,9	1,6	3,8	5,3	5,3	2,7	2,6	2,3	3,8
2010	3,5	4. 0	2,4	1,9	1,2	1,4	1,8	1,8	1,4	1,8	1,1	1,5
2011	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	2,3	1,6	1,6	1,5	1,8	1,5	1,4
2012	1,6	2,1	1,6	1,3	1,7	2,4	2,3	2,3	1,4	1. 0	0,9	1,6
2013	1,4	1,7	2. 0	1,9	1,7	2,1	1,9	1,9	2,1	1,6	1,3	1,5

WIND DIRECTION AVERAGE (degree)

Year(s)	Moith											
	Jan	Feb	March	Apr	May	June	July	Augst	Sept	Oct	Nov	Dec
2009	360	360	180	360	180	200	200	180	180	150	160	180
2010	120	130	360	360	120	360	360	200	330	270	300	350
2011	calm	calm	calm	calm	calm	calm	calm	360	calm	360	360	180
2012	360	360	360	360	270	180	230	360	180	360	360	180
2013	130	130	360	320	360	360	180	230	360	360	360	180







### 参考資料 3 インドネシアのパームオイル企業リスト

#### KABUPATEN/KOTA DI PROPINSI RIAU TAHUN 2013

No	Regency/city	District	Products	Mill	Capacity	Note
A	<b>PEKANBARU ( 1 UNIT)</b>					
1	PT.Budi Tani Kembang Jaya	Tenanyan Raya	CPO	1	30	K
	<b>JUMLAH</b>				30	
B	<b>KAMPAR ( 36 UNIT )</b>					
2	PT. Buana Wira Lestari I	Tapung Hilir	CPO	1	60	K
3	PT. Buana Wira Lestari II	Tapung Hilir	CPO	1	30	K
4	PT. Pangkalan Baru Indah	Siak Hulu	CPO	1	20	NK
5	PTPN V Sungai Garo	Tapung Hilir	CPO	1	30	K
6	PTPN V Sungai Galuh	Tapung Hilir	CPO	1	60	K
7	PTPN V Sungai Pagar	Perhentian Raja	CPO	1	30	K
8	PT. Tunggal Yunus Estate	Tapung Hilir	CPO	1	30	K
9	PT. Arindo Tri Sejahtera	Tapung Hilir	CPO	1	60	K
10	PT. Subur Arum Makmur	Tapung Hilir	CPO	1	45	K
11	PT. Ramajaya Pramukti	Tapung Hilir	CPO	1	60	K
12	PT. Sekar Bumi Alam Lestari	Tapung Hilir	CPO	1	60	K
13	PT. Sewangi sawit Sejahtera	Tapung Hilir	CPO	1	30	NK
14	PT. Sewangi Sejati Luhur	Tambang	CPO	1	30	K
15	PT. Egasuti Nasakti	Tapung	CPO	1	45	K
16	PT. Flora Wahana Tirta	Kampar Kiri	CPO	1	45	K
17	PT. Ganda Buanindo	Kampar Kiri		1	30	K
18	PT. Johan Sentosa	Bangkinang	CPO	1	60	K
19	PT. Adimulyo Agro Lestari	Kampar Kiri	CPO	1	40	K
20	PT. Mustika Agro Sari	Kampar Kiri	CPO	1	60	K
21	PT. Padasa III/ XIII Koto Kampar	XIII Koto Kampar	CPO	1	60	K
22	PT. Peputra Masterindo	Bangkinang	CPO	1	45	K
23	PT. Ciliandra Perkasa	Bangkinang	CPO	1	45	K
24	PT.Tasma Puja	Kampar	CPO	1	30	K
25	PT. Riau Kampar Sahabat Sejati	Tapung Hilir	CPO	1	45	NK
26	PT. Bina Fitri Jaya	Kt.Garo/Tapung hilir	CPO	1	30	K

No	Regency/city	District	Products	Mill	Capacity	Note
27	PT. Aderson Yunido	Petapahan, Tapung	CPO	1	40	NK
28	PT. Bumi Mentari Karya	Pantai Cermin, Tapung	CPO	1	40	NK
29	PT. Persada Agro Lestari Mdr	Sikijang, Tapung Hilir	CPO	1	45	NK
30	PT. Ocu Mandiri Palma Oil	S.Pagar, Kampar Kr.H	CPO	1	30	NK
31	PT. Bangun Tenera Riau	Pantai Raja, Siak Hulu	CPO	1	25	NK
32	PT. Inti Karya Plasma Perkasa	Tg.Pauh, Kampar Kiri	CPO	1	45	K
33	PT. Angso Duo Sawit	P. Cermin, Tapung	CPO	1	30	K
34	PT. Bina Sawit Nusantara	Penghidupan,Kampar	CPO	1	15	K
35	PT. Multi Agro Sentosa	Sk. Ramai, Tapung	CPO	1	30	K
36	PT. Swastisidi Amagra/Pangkalan Baru Indah	Bina Baru Siak Hulu	CPO	1	45	NK
37	PTPN. V Terantam	Tapung	CPO	1	60	K
	<b>JUMLAH</b>				<b>1.485</b>	
C	<b>ROKAN HULU (27 Unit)</b>					
38	PT. Dapenbun Investama	Tambusai, Talikumain	CPO	1	30	NK
39	PT. Kencana Persada Nusantara	Tambusai, Batang Kumu	CPO	1	45	NK
40	PT. Karya Perdana	Tambusai, Tambusai Timur	CPO	1	30	K
41	PT. Torganda Batang Kumu	Tambusai, Tambusai Timur	CPO	1	30	K
42	PT. Eka Dura Indonesia	Kunto Darusalam	CPO	1	60	K
43	PT. Perdana Inti Sawit Perkasa	Kepenuhan	CPO	1	60	K
44	PT. Eluan Mahkota	Kepenuhan Hulu	CPO	1	90	K
45	PT. Hutahean I	Tambusai	CPO	1	60	K
46	PT. Hutahean II	Bonai Darusalam	CPO	1	30	K
47	PT. Torganda	Tambusai Utara	CPO	1	60	K
48	PT. Rohul Sawit Industri	Ujung Batu	CPO	1	45	NK
49	PT. Merangkai Artha Nusantara	Tambusai Utara	CPO	1	30	NK
50	PT. Indomakmur Sawit Berjaya	Rambah Hilir,Surau tinggi	CPO	1	45	NK
51	PT. sawit Asahan Indah	Ujung Batu	CPO	1	45	K
52	PT. Panca Surya Agrindo	Kepenuhan,Barat	CPO	1	90	K

No	Regency/city	District	Products	Mill	Capacity	Note
53	PT. Sumberjaya Indah Nusa Coy	Kunto Darusalam	CPO	1	30	K
54	PT. Fortius Agro Asia	Kabun, Aliantan	CPO	1	60	NK
55	PT. Nagamas Agro Mulya	Tambusai Utara	CPO	1	30	NK
56	PT. Arya Rama Prakasa	Tambusai Utara, Rantau sakti	CPO	1	30	NK
57	PTP V Sei Rokan	P. Tapah Darussalam	CPO	1	60	K
58	PTP V Sei Intan	P. Tapah Darussalam	CPO	1	30	K
59	PT. Sumber Alam Makmur Sentosa	Kunto Darusalam	CPO	1	30	K
60	PT. Andika Permata Sawit	Bonai Darusalam, Sontang	CPO	1	30	K
61	PT. Padasa Kalsa	Kabun, Kabun	CPO	1	60	K
62	PT. Padasa Kalda	Kabun, Aliantan	CPO	1	90	K
63	PTPN V Sei Tapung	Tandun, Tapung	CPO	1	60	K
64	PT. Subur Arum Makmur	Kunto Darusalam	CPO	1	45	K
	<b>JUMLAH</b>				<b>1.305</b>	
D	<b>PELALAWAN (22 Unit)</b>					
65	PT. Serikat Putra I	Bandar Petalangan	CPO	1	75	K
66	PT. Sari Lembar Subur I	ukui	CPO	1	60	K
67	PT. Sari Lembar Subur II	ukui	CPO	1	30	K
68	PT. Inti Indosawit Ukui I	Ukui	CPO	1	60	K
69	PT. Inti Indosawit Ukui II	Ukui	CPO	1	30	K
70	PT. Musim Mas I	Pangkalan Kuras	CPO	1	90	K
71	PT. Musim Mas II	Pangkalan Lesung	CPO	1	60	K
72	PT. Adei Plantations	Bunut	CPO	1	45	K
73	PT. Surya Bratasena	Pangkalan Kuras	CPO	1	30	K
74	PT. Gandaerah Hendana	Ukui	CPO	1	30	K
75	PT. Sinar Siak Dian Permai	Langgam	CPO	1	45	K
76	PT. MultiPalma Sejahtera	Pangkalan Kerinci	CPO	1	45	K
77	PT. Sinar Agro Raya	Pangkalan Kerinci	CPO	1	45	NK
78	PT. Jalur Mahkota	Pangkalan Kerinci	CPO	1	10	NK
79	PT. Mitra Unggul Pusaka	Langgam	CPO	1	30	NK
80	PT. Multi Gambut Industri	Kuala Lumpur	CPO	1	30	NK
81	PT. Sumber Sawit Sejahtera	Pangkalan Kuras	CPO	1	40	K
82	PT. Makmur Andalan Sawit	Pangkalan Lesung	CPO	1	45	NK

No	Regency/city	District	Products	Mill	Capacity	Note
83	<i>PT. Mekar Sari Alam Lestari</i>		<i>CPO</i>	1	60	
84	<i>PT. Cakra Alam Sejati</i>		<i>CPO</i>	1	45	
85	<i>PT. Sawit Mas Nusantara</i>		<i>CPO</i>	1	60	
86	<i>PT. Guna Setia Pratama</i>		<i>CPO</i>	1	45	
	<b>JUMLAH</b>				<b>1010</b>	
E	<b>INDRAGIRI HULU ( 14 UNIT)</b>					
87	PT. Indriplant	Peranap	CPO	1	30	K
88	PT. Tunggal Perkasa Plantations	Pasir Penyu	CPO	1	60	K
89	PT. Inecda Plantations	Siberida	CPO	1	30	K
90	PT. Kencana Amal Tani	Siberida	CPO	1	45	K
91	PT. Sugih Indah Perista	Siberida	CPO	1	30	NK
92	PT. Regunas Agri Utama	Peranap	CPO	1	30	K
93	PT. Meganusa Inti Sawit	Siberida	CPO	1	30	K
94	PT. Banyu Bening Utama	Kuala Cinaku	CPO	1	60	K
95	PT. Inti Indo Sawit Ukui II	Lubuk Batu Jaya	CPO	1	30	K
96	PT. Nikmat Halona Reksa	Siberida	CPO	1	45	K
97	PT. Talang Jerinjing Palm Oil Mill	Rengat Barat	CPO	1	30	K
98	PT. Buana Wira Lestari Mas	Rakit Kulim	CPO	1	60	K
99	PT. Mitra Agung Swadaya	Kelayang	CPO	1	30	NK
100	<i>PT. Sumber Kencana Indo Palma</i>	<i>Batang Gansal</i>	<i>CPO</i>	1	30	K
	<b>JUMLAH</b>				<b>540</b>	
F	<b>KUANTAN SINGINGI ( 16 UNIT )</b>					
		Benia/Kuantan				
101	PT. Duta Palma Nusantara	Tengah	CPO	1	45	K
102	PT. Cerenti Subur	cerenti	CPO	1	45	K
103	PT. Wanajingga Timur	Kuantan Hilir	CPO	1	30	K
104	PT. Surya Agrolika Reksa	Singingi Hilir	CPO	1	60	K
105	PT. Wanasari Nusantara	Logas Tanah Datar	CPO	1	45	rsk
106	PT. Citra Riau Sarana I	Logas Tanah Datar	CPO	1	30	K
107	PT. Citra Riau Sarana II	Logas Tanah Datar	CPO	1	30	K
108	PT. Tri Bhakti Sarimas	Kuantan Mudik	CPO	1	45	K
109	PT. Kebun Pantai Raja	Singingi	CPO	1	45	K
110	PT. Asia Sawit Makmur	Kuantan Tengah	CPO	1	45	K
111	PT. Manunggal Muara Salim	Singingi	CPO	1	45	K



No	Regency/city	District	Products	Mill	Capacity	Note
112	PT.Citra Riau Sarana	logas Tanah Darat	CPO	1	30	K
113	Pt. Tamora Agro Lestari	Desa Serosah	CPO	1	30	NK
114	<i>PT. Inti Indosawit Subur</i>	<i>Singingi Hilir</i>	<i>CPO</i>	<i>1</i>	<i>45</i>	<i>K</i>
115	<i>PT. Surya Agrolika Reksa</i>	<i>Singingi Hilir</i>	<i>CPO</i>	<i>1</i>	<i>30</i>	<i>K</i>
116	<i>PT. Usaha Kita Makmur</i>	<i>Kuantan Tengah</i>	<i>CPO</i>	<i>1</i>	<i>30</i>	<i>K</i>
	<b>JUMLAH</b>				<b>630</b>	
G	<b>INDRAGIRI HILIR (12 Unit)</b>					
117	PT. Bumi Palma Lestari Psd	Tempuling	CPO	1	30	K
118	PT. Bumi Reksa Nusa Sejati	Plangiran	CPO	1	45	K
119	PT. Bumi Reksa Nusa Sejati	Plangiran	CPO	1	45	K
120	PT. Multi Gambut I (Pulai)	Kateman	CPO	1	120	K
121	PT. Multi Gambut II (Suntai)	Kateman	CPO	1	10	K
122	PT. Multi Gambut	Pelangiran	CPO	1	45	K
123	PT. Multi Gambut	Pelangiran	CPO	1	45	K
124	PT. Multi Gambut	Pelangiran		1	45	K
125	PT. Agro Sarimas Indonesia	Kempas	CPO	1	45	K
126	PT. Guntung Idaman Nusa	Plangiran	CPO	1	30	K
127	<i>PT. Citra Palma Kencana</i>	<i>Gaung Anak Serka</i>	<i>CPO</i>	<i>1</i>	<i>30</i>	<i>K</i>
128	<i>PT. Bumi Orion Sawit Sukses</i>		<i>CPO</i>	<i>1</i>	<i>60</i>	<i>K</i>
	<b>JUMLAH</b>				<b>550</b>	
H	<b>BENGKALIS (10 Unit)</b>					
129	PT. Adei Plantations	Pinggir	CPO	1	45	K
130	PT. Liat Adidaya Perdana	Pinggir	CPO	1	45	NK
131	PT. Sebang Multi Sawit	Pinggir	CPO	1	10	NK
132	Pt. Pelita Agung Agro Industri	Mandau	CPO	1	60	NK
133	PT. Tenggau Mandiri Lestari	Pinggir	CPO	1	10	NK
134	PT. Intan Sejati Andalan	Mandau	CPO	1	45	NK
135	PT. Murini Sam-sam	Pinggir	CPO	1	90	K
136	PT. Murini Wood Indah Industri	Mandau	CPO	1	45	K
137	PT. Sibaya Multi Sawit	Mandau	CPO	1	45	K
138	PT. Mustika Agung Sawit Sejahtera	Pinggir	CPO	1	30	K
	<b>JUMLAH</b>				<b>425</b>	
I	<b>SIAK (19 Unit)</b>					
139	PTPN V Sei Buatan	Dayun	CPO	1	60	K

No	Regency/city	District	Products	Mill	Capacity	Note
140	PTPN Lubuk Dalam	Lubuk Dalam	CPO	1	60	K
141	PT. Ivomas Tunggal U Tanjung	Kandis	CPO	1	60	K
142	PT. Ivomas Tunggal Libo	Kandis	CPO	1	60	K
143	PT. Ivomas Tunggal Sam-Sam	Kandis	CPO	1	60	K
144	PT. Murini Sam-Sam	Kandis	CPO	1	30	K
145	PT. Aneka Inti Persada	Tualang Perawang	CPO	1	30	K
146	PT. Swasti Sidi Amagra (SSA)	Kandis	CPO	1	45	NK
147	PT. Mulya Unggul Lestari	Kandis	CPO	1	45	NK
148	PT. Kimia Tirta Utama	Kuala Gasib	CPO	1	30	K
149	PT. Meridan Sejati Surya	Tualang Perawang	CPO	1	45	K
150	PT. Siak Sinar Sakti	Gasib	CPO	1	60	NK
151	PT. Era Sawit Indah	Tualang Perawang	CPO	1	40	NK
152	PT. Fetty Mina Jaya	Minas	CPO	1	30	NK
153	PT. Aek Nitio Group	Minas	CPO	1	30	NK
154	<i>PT. Siak Prima Nusalima</i>	<i>Dayun</i>	<i>CPO</i>	<i>1</i>	<i>30</i>	<i>K</i>
155	<i>PT. Bertlian Inti Mekar</i>	<i>Dayun</i>	<i>CPO</i>	<i>1</i>	<i>30</i>	<i>NK</i>
156	<i>PT. Kamparindo Agro Industri</i>		<i>CPO</i>	<i>1</i>	<i>45</i>	
157	<i>PT. Teguh Karsa Wana Lestari</i>		<i>CPO</i>	<i>1</i>	<i>45</i>	
	JUMLAH				<b>835</b>	
J	<b>ROKAN HILIR (23 Unit)</b>					
158	PTPN V Tg. Medang	Bagan Sinembah	CPO	1	30	K
159	PTPN V Bagan Sinembah	Bagan Sinembah	CPO	1	60	K
160	PT. Gunung Mas Raya Sei Bangko	Bagan Sinembah	CPO	1	60	K
161	PT. Tunggal Mitra Plantations	Tanah Putih	CPO	1	45	K
162	PT. Salim Ivomas Pratama Sei Dua	Bagan Sinembah	CPO	1	45	K
163	PT. Salim Ivomas Pratama Sei Balam	Bagan Sinembah	CPO	1	45	K
164	PT. Salim Ivomas Pratama Kayangan	Bagan Sinembah	CPO	1	60	K
165	PT. Geliga Bagan Riau	Bagan Sinembah	CPO	1	30	NK
166	PT. Sawita Ledong Jaya	Bagan Sinembah	CPO	1	45	NK
167	PT. Dharma Wungu Guna	Bagan Sinembah	CPO	1	30	NK
168	PT. Sinar Perdana Caraka	Bagan Sinembah	CPO	1	90	NK
169	PT. Dwi Mitra Daya Riau	Bagan Sinembah	CPO	1	30	NK

No	Regency/city	District	Products	Mill	Capacity	Note
170	PT.Sawit Riau Makmur	Tanah Putih	CPO	1	30	NK
171	PT. Bahana Nusa Interindo	Tanah Putih	CPO	1	30	NK
172	PT. Simpang Kanan Lestarindo	Simpang Kanan	CPO	1	30	NK
173	PT. Musim Mas	Bagan Sinembah	CPO	1	45	NK
174	PT. Alur Damai (Lahan Tani Sakti)	Pujud	CPO	1	15	K
175	PT. Hasil Karya Bumi Sejati	Pujud	CPO	1	45	K
176	PT. HES Agro Lestari	Kubu	CPO	1	30	NK
177	PT. Ivomas Tunggal I/Ujung Tanjung	Ujung Tanjung	CPO	1	60	K
178	PT. Jatim Jaya Perkasa	Kubu	CPO	1	45	K
179	PT. Karyabadi Samasejati	Pujut	CPO	1	60	K
180	<i>PT. Cipta Agro Sejati</i>		<i>CPO</i>	<i>1</i>	<i>30</i>	
	JUMLAH				<b>990</b>	
K	<b>KOTA DUMAI ( 2 UNIT )</b>					
181	PT.Meridan Sejati Surya Plantation	Sungai Sembilan	CPO	1	45	K
182	PT. Murni Sam-Sam	Pelintung Damai	CPO	1	60	K
	JUMLAH				<b>105</b>	
Jumlah total kapasitas :					<b>7.905</b>	

(出典 : LIPI 取りまとめ)



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  
調査報告書

平成 27 年 3 月

環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部  
(委託先) 住友林業株式会社  
株式会社レノバ

住友林業株式会社  
山林環境本部環境・エネルギー部  
〒100-8270 東京都千代田区大手町一丁目 3 番 2 号 (経団連会館)  
TEL : 03-3214-2220  
URL : <http://sfc.jp/>