

インドネシアロンボック島における
50KL/日精製ひまし油生産工場プロジェクト
フィージビリティ調査報告書

(概要)

2010年3月

社団法人 日本プラント協会

委託先： 関西設計株式会社

KEIRIN



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

<http://ringring-keirin.jp/>

平成 21 年度日本自転車振興会補助事業
海外プラント推進協力支援事業 フィジビリティ調査
概要版

関西設計株式会社

1.プロジェクトの概要

- ・ 国名 : インドネシア
- ・ 実施主体 : (株)バイオグリーンランド (PT. Bio Greenland (BGL))
- ・ プロジェクトサイト : ロンボック島 プリンガバヤ (Pringgabaya)
- ・ プロジェクト名称 : インドネシアロンボック島における 50KL/日精製ひまし油
生産工場プロジェクト

2.調査チーム

本調査の調査団の構成及び担当分野は以下の通りである。

表 1 調査団の構成及び担当分野

氏名	所属	担当分野
岩城 正道	関西設計株式会社 機械・装置本部	プロジェクト総括 プロジェクトとりまとめ 国内、インドネシアのひまし油 需要調査
吉川 光司	関西設計株式会社 機械・装置本部 プラント部	プラント統括 プラント設備とりまとめ 経済性調査
吉見 博治	関西設計株式会社 機械・装置本部 プラント部	配管設計 配管・電気設備の概念設計 ひまし油製造プロセス調査
一瀬 和久	関西設計株式会社 機械・装置本部 プラント部	機械設計 機械設備の概念設計 FS 全般調整・作成
山根 重記	株式会社アイエスコーポレーション エネルギー事業部	プランテーション調査・検討 (原材料安定確保、栽培手法)
岡本 嵩靖	株式会社アイエスコーポレーション エネルギー事業部	プランテーション調査・検討 (原材料輸送手段、関連政策)

3.プロジェクトの必要性

- ①トウゴマ (学名 *Ricinus Communis L.*) (ひまし油原料) は、非食用油脂植物として脚光を浴びており、ひまし油は塗料、印刷インキや樹脂材料、潤滑剤、化粧品など様々な用途に日本国内で利用されている。
- ②ひまし油からセバシン酸とグリセリンが生産されバイオポリマー (ポリウレタン、ナイロン) としての需要が今後増加する。
- ③ひまし油はインドが生産の約 65%を占めており、インドから年間約 2 万トン日本に輸入されているが、価格変動が大きく日本国内精製会社は当惑しており、日本国内への

安定した価格での供給が求められている。

- ④インドのひまし油はヨーロッパ・アメリカの資本投下により、ヨーロッパ・アメリカへの輸出が70%を占め、日本国内への輸入は先細りの状況である。
- ⑤中国からも過去輸入されていたが、中国国内需要により現在は輸入禁止品となっており期待はできない。

このような事情により、インドネシアのロンボック島をプロジェクトサイトとして、50KL/日精製ひまし油プラントを建設する、トウゴマの有効利用プロジェクトとして本件調査が必要である。以下に理由を述べる。

- ①トウゴマは雨期と乾季がはっきりしている乾燥地（砂質土）が非常に適しているが、その条件を有する広大なマージナルランドがインドネシアには存在している。
(特にロンボック島、スンバワ島のプランテーションは戦略開発地区として、それぞれ15,000Ha、18,000Haのトウゴマ種子の作付が今後期待できる。)
- ②インドのひまし油が世界を低価格で席捲し、インドネシアでは衰退していったが、その栽培方法等の知識は、プランテーション・地域社会には存在するため、資本投下により拡大の可能性がある。インドのひまし油は逆に価格が独占で非常に高くなっている。
- ③インドネシア純粋種の研究もなされており、インド産と同等の品種改良がインドネシアの国立マラン農業開発研究所で調達できるなど環境は整っている。
- ④PT. Bio Greenland は、現在スンバワ島のスンバワベサルにおいて、研究開発用の10KL/日ひまし油精製プラントを建設中であり、精製ひまし油に関するノウハウを有している。また、生産した精製ひまし油（9.7ton/日*250日/年=2,425ton/年）は、全量日本に輸出する予定であり、今後はインドだけではなく、輸入先（インドネシア）の多様化、安定化が可能となる。なお、このプラントに必要なトウゴマ種子の作付に関してはロンボック島、スンバワ島にて農園・農協と契約済である（約5,400Ha）。
- ⑤日本にはインドからのみ年間約2万トン日本に輸入されているが、この需要は変わることはなく、今後バイオポリマー（ポリウレタン、ナイロン）としての需要によりさらに増えると予想され、日本国内精製会社は更なる生産要求に対応するための増産が求められている。これに関連して、④での生産した精製ひまし油は2,425tonであり輸入量の約12%（2,425/19,272ton（2008年比））に過ぎない。更なる需要にこたえるため、ロンボック島はプランテーションの戦略開発地区としての可能性が大いに期待でき、BGLは原料確保のため、現在ロンボック島に本プロジェクト増設に対応するプランテーションを拡張中であり、2011年末作付を目標に農園・農協と交渉中である。これにより、本プロジェクトのプラントを建設することにより生産した精製ひまし油（48.6ton/日*250日/年=12,150ton/年）は、10KL/日ひまし油精製プラントと合計して、70%以上（2,425+12,150/19,272ton（2008年比））の輸出が可能となり、日本国内への安定供給が可能となる。

4.市場と展望

日本国内への供給量として、下記に日本へのひまし油の輸入量及び取引価格を示す。インドから年間平均約 2 万トン日本に輸入されているが、価格変動が大きく、価格が増加傾向にあり、特に昨年度は現状の 30%増し (148¥/114¥) の取引価格となっており、日本国内精製会社は当惑しており、日本国内への安定した価格での供給が求められている。

表 2 日本へのひまし油の輸入量及び取引価格

年	ひまし油 (主輸入国：インド)	
	Ton	J.Yen/Kg
2003	22,656	103
2004	20,860	106
2005	24,856	98
2006	16,553	94
2007	18,970	128
2008	19,272	148
2009	12,595	114

5.プロジェクト設備規模及び主要機器

本プロジェクトはインドネシアにおける海外プラント推進として、トウゴマを原材料として、日本国内で利用されている精製ひまし油 (50KL/日) 及びケーキを製造するプロジェクトである。プロジェクト事業条件と目標を以下に示す。

表 3 プロジェクト事業条件と目標

項目	単位	値	備考
1.プラント運転条件 (抽出のみ)			
製品要求	—	商用グレードひまし油	
プラント能力			
時間	ton	1.5	
日量	ton	36	
月量	ton	1,095	13,140/12
年量	ton	13,140	
プラント稼働率 (目標)	%	68.49	稼働日数：250 日/年
月量 (種子投入量)	ton	750	1,095*0.6849
年量 (種子投入量)	ton	9,000	13,140*0.6849
2.生産能力			
ひまし油			
搾油率 (目標)	%	45	搾油機回転数：15rpm
日量	ton	16.2	比重：0.97 (16.7 KL)
年量	ton	4,050	比重：0.97 (4,175 KL)
遊離脂肪酸 (目標)	%	<2	精製ひまし油成分として
酸価 (目標)	%	<2	精製ひまし油成分として
水分と不純物の組合せ (目標)	%	<0.5	精製ひまし油成分として

表3 プロジェクト事業条件と目標 (続き)

項目	単位	値	備考
3. ケーキ			
ケーキ率	%	50	
日量	ton	18.0	比重：0.567 (31.7m ³)
年量	ton	4,500	比重：0.567 (7,937m ³)
ロス	%	5	
4. プラント運転のために必要なプランテーション(目標)			
年間に期待される種子量	ton/Ha	2	現実的
現実的なシナリオに基づく必要なプランテーションエリア (2ton/ha)	Ha	4,500	9,000/2
5. ケーキ条件 (補助燃料として利用する。)			

上記の条件を 3 系列設置することにより、本プロジェクトは 50KL/日 を確保するものとする。

表4 プロジェクト事業条件 (3 系列) と目標

項目	単位	値	備考
年量 (種子投入量)	ton	27,000	
1. 生産能力			
ひまし油			
日量	ton	48.6	比重：0.97 (50.1KL)
年量	ton	12,150	比重：0.97 (12,526KL)
2. ケーキ			
月量	ton	54.0	比重：0.567 (95.2m ³)
年量	ton	13,500	比重：0.567 (23,810m ³)
3. プラント運転のために必要なプランテーション(目標)			
現実的なシナリオに基づく必要なプランテーションエリア (2ton/ha)	Ha	13,500	

6. サイト詳細

本プロジェクトでは Pringgabaya (プリンガバヤ) をプロジェクトサイトとして設定した。理由を以下にまとめる。

- ①メイン幹線道路にある (ロンボック島⇄スンバワ島)。
- ②プランテーションサイトに非常に近い。(東ロンボックだけでも 2,050Ha はある。)
- ③レンバー港までの製品の輸送を行うためにインフラ設備 (道路) 条件が整っている。

また、プラント機器及び建設用資材の輸送も同じくレンバー港から可能となる。

- ④建屋、プラント建設に関し、地盤、地質に関して問題なく、合わせて、プラント用ユーティリティの供給の支障がないことも確認した (燃料、電気、水)。
- ⑤すでに土地はレンタル済みでトウゴマ種子の栽培試験場として、すでに利用している。

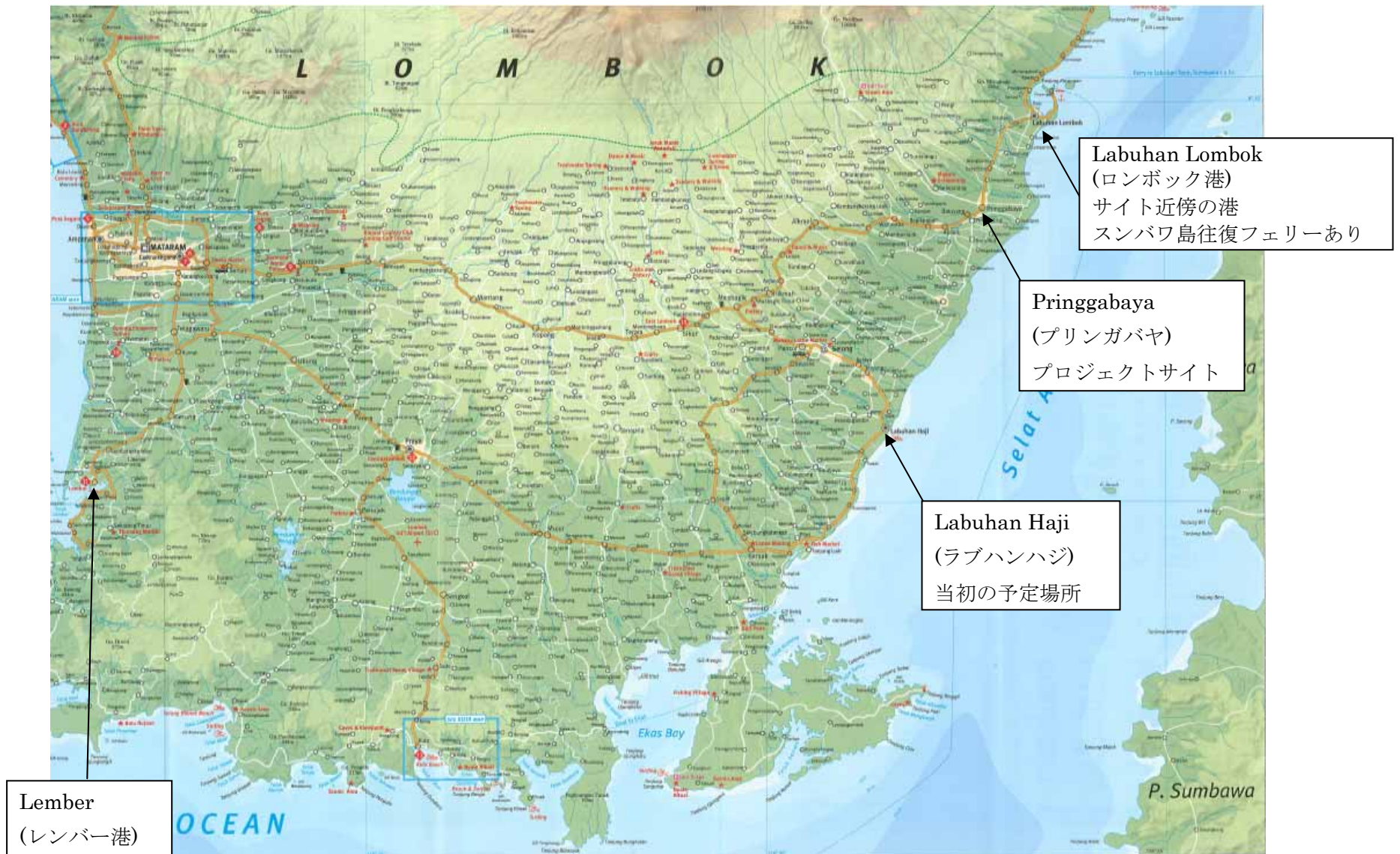


図1 プロジェクトサイト位置図

7.プロジェクト計画

7.1 原材料

ロンボック島の Lombok Utara（北部）と Lombok Timur（東部）を重要な農園開発戦略地区と位置づけている。以下に現状のロンボック島での開発状況を示す。契約済の農園はスンバワ島に建設中の 10KL/日ひまし油精製プラント用のトウゴマ種子であり、今後ロンボック島北部及び東部にて、本プロジェクト用を主に今後 15,000Ha を開発する計画である。

表5 ロンボック島でのプランテーション開発状況

エリア名	契約方式	期待値 (Ha)	契約済 (Ha)
Lombok Timur (東)	仲介者	1,740 (→5,000)	1,176
Lombok Barat (西)	仲介者	54	0
Lombok Utara (北)	農協	1,280 (→10,000)	1,068
Lombok Tenggara (中央)	仲介者	307	0
小計		3,381 (→15,361)	2,244

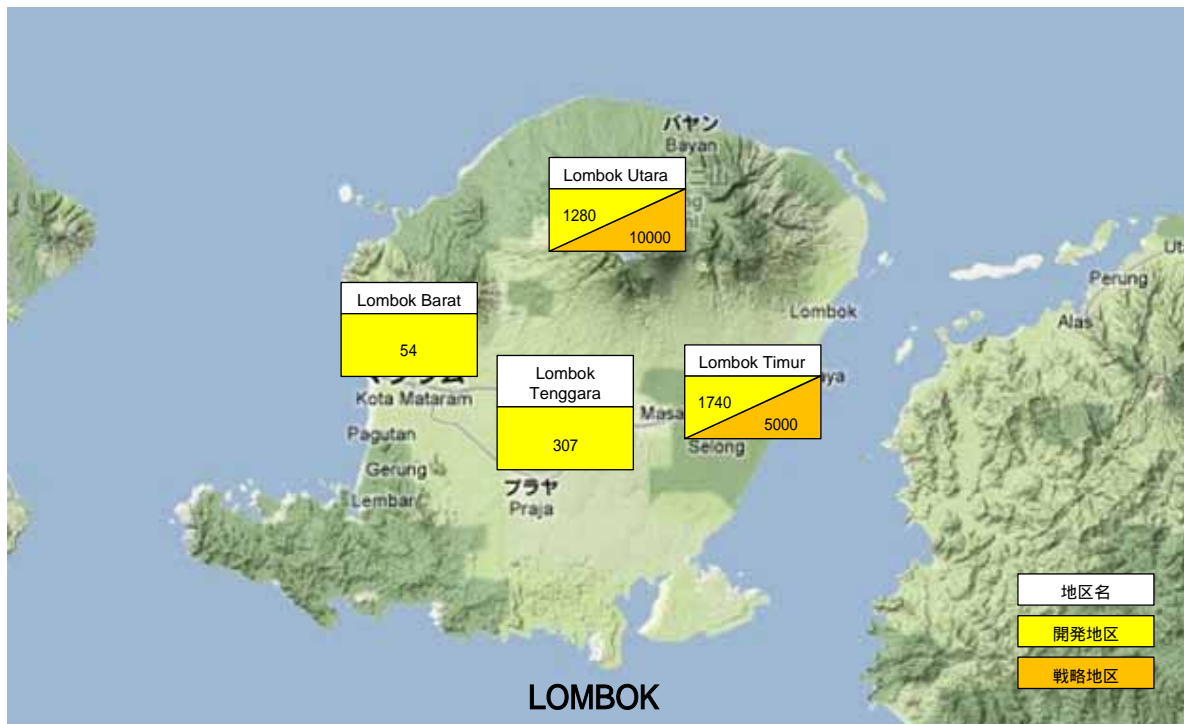


図2 プランテーション開発地区（ロンボック島）

7.2 適用プロセス

脱ガム、脱酸、脱臭、脱色設備の選定のフローシートを以下に示す。

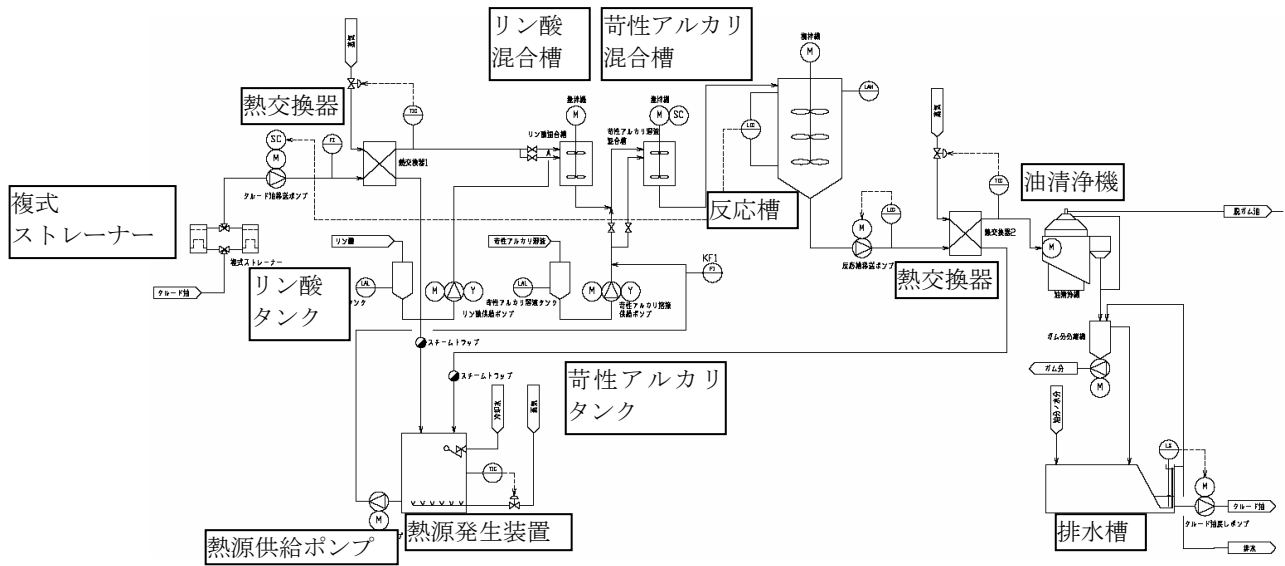


図3 脱ガム工程フローシート

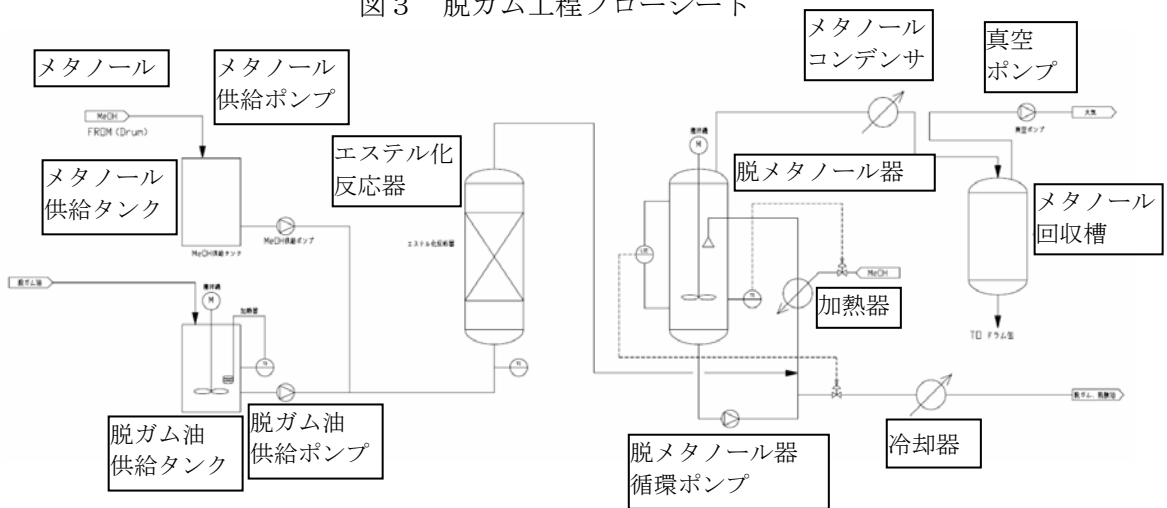


図4 脱酸工程フローシート

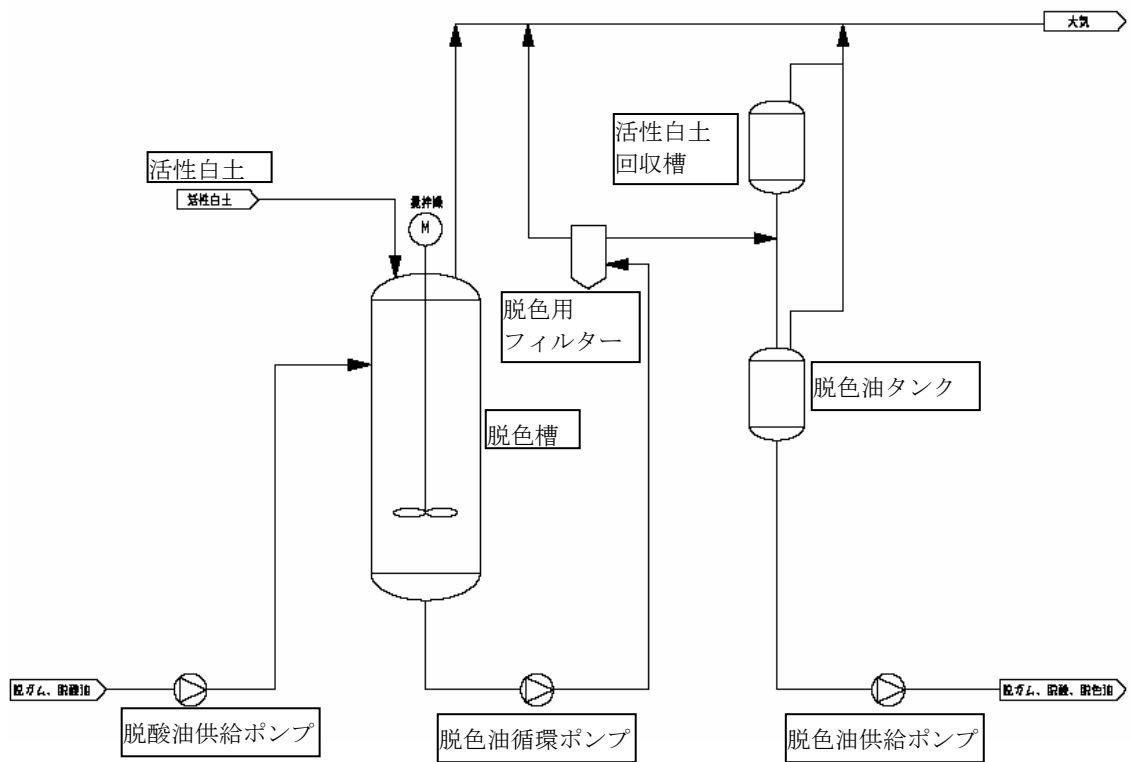


図5 脱色工程フローシート

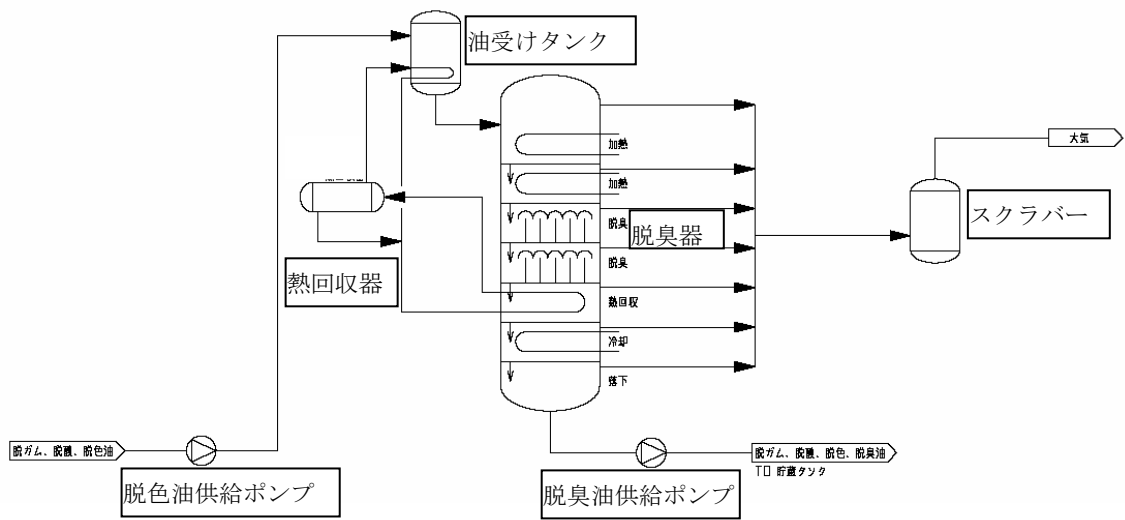


図6 脱臭工程フローシート

7.3 機器構成、調達

機器及び資材の調達は大きく国内調達と海外調達に分けられるが、現在建設中のプラントでの実績に基づき、以下のように選定した。

表6 調達方法

調達先	主要機器及び資材
日本からの調達	①搬送コンベア類 ②熱交換器 ③ファン、ブロワー ④ユーティリティ設備（ボイラー、チラー、冷却塔、ディーゼル発電設備他） ⑤搾油機（ホッパー含む） ⑥電気品 ⑦フィルター
現地調達	⑧タンク類（付属品含む） ⑨ポンプ類 ⑩現場計器、計装品 ⑪配管類 ⑫現地手配品

7.4 総所要資金

建中金利を加算した総所要資金を支出年度別に以下に示す。

表7 総所要資金（単位：MY）

項目	初年度 (2010)	次年度 (2011)	合計
割合	40%	60%	100%
1.設備／材料費	268.8	403.2	672.0
2.工事費	83.2	124.8	208.0
3.プラント EPC	352.0	528.0	880.0
4.その他間接費	32.4	48.6	81.0
基準投資額	384.4	576.6	961.0
建中金利 (IDC)	21.5	75.3	96.9
総所要資金	405.9	651.9	1,057.9

自己資金と借入金の比率は、以下の通りである。本プロジェクトでは、資金調達の候補として、インドネシア中央の市中銀行のローンを想定する。長期借入の条件は金利14%、10年返済（返済猶予期間2年）である。本調査における事業性評価ではインドネシアの市中銀行からの借入を想定するが、事業実施に向けて他の調達の検討も行う。投資額の年度別支出計画を以下に示す。

表8 プラント建設費の資金計画（単位：MY）

	金利	初年度	次年度	合計	割合
自己資金	-	76.9	115.3	192.2	20%
借入金	14%	307.5	461.3	768.8	80%
合計	-	384.4	576.6	961.0	100%

7.5 財務分析

財務評価のための前提条件を以下に示す。

表 9 財務評価のための前提条件

項目	値	単位	備考
生産及び販売計画			
精製ひまし油生産量	12,150	ton	事業条件による
ケーキ生産量	13,500	ton	事業条件による
油販売価格 (CIF)	114	¥/kg	2009 年の財務省貿易統計の平均
ケーキ (CIF)	6	¥/kg	韓国の FOB 価格参照
収入			
精製ひまし油収入	1385.1	M¥	
ケーキ収入	81.0	M¥	
収入合計	1466.1	M¥	
支出			
原料購入	594	M¥	2,200Rp./kg*27,000ton
用役費	199.1	M¥	燃料 (軽油)
労務費	7.0	M¥	人員 46 人
輸送費	158.2	M¥	油：ローリー、ケーキ：トラック
海上運賃費	157.0	M¥	68US\$/ton (20KL フレキシタンク)
副資材費	68.0	M¥	
管理費	22.0	M¥	油+ケーキ収入の 1.5%
メンテナンス費	26.4	M¥	EPC コストの 3%
保険	4.4	M¥	EPC コストの 0.5%
支出合計	1236.1	M¥	

表 10 税金、減価償却等の前提条件

項目	値	単位	備考
建設期間	2	年	2010～2011 年
プロジェクト期間 及び評価期間	20	年	算定基準年：2012～2031 年
借入期間	10	年	2010～2019 年
エスカレーション	0	%	調査時点の金額。
減価償却対象額	672	M¥	設備/材料費
償却期間	20	年	グループ 4
償却方法・償却率	定額法・5%		グループ 4
残存簿価	0	%	基本ゼロ
法人税	30	%	100,000,000Rp.以上の所得
金利	14	%	インドネシア中央市中銀行想定
為替レート	1US\$=90¥=9,000Rp. (2010 年 3 月時点)		

主要財務指標を前提条件に基づき計算した結果を以下に示す。

表 1 1 内部収益率 (10 年)

	税 前	税 後
FIRR (利息除外)	14.5%	10.0%
FIRR (利息込)	9.0%	4.1%

本プロジェクトのFIRR (10年、税後) は、利息を除外した場合は10.9%、利息を考慮した場合は4.1%、投資回収年数は8.2年であり、投資対象案件としては、非常に厳しい結果となった。

7.8 感度分析

支出及び収入に関して影響が大きいと考えられる以下の項目について感度分析を行った。

①総所要資金

表 1 2 総所要資金の感度分析

	-10%	-5%	0%	5%	10%
総所要資金 (M¥)	952.1	1005	1057.9	1110.8	1163.7
FIRR (%)	5.9	5.0	4.1	3.3	2.6
投資回収年数 (年)	7.5	7.9	8.2	8.5	8.8

総所要資金の5%、10%のコスト低減は、本プロジェクトの事業性に関して良好な結果となる。一方、5%、10%のこれ以上の価格上昇は事業性が更に悪化する。

②原料 (トウゴマ種子) 購入費

表 1 3 原料 (トウゴマ種子) 購入費の感度分析

	-10%	-5%	0%	5%	10%
トウゴマ種子購入 単価 (Rp./kg)	2,000	2,100	2,200	2,300	2,400
FIRR (%)	8.8	6.6	4.1	1.5	-1.3
投資回収年数 (年)	6.6	7.3	8.2	9.3	10.7

原料 (トウゴマ種子) 購入費は先払いを考慮すると、全く事業性は見込めない結果となった。よって、先払いについては、今後のプランテーションの展開・経験を考慮し、事業から除いた、原料 (トウゴマ種子) 購入単価 (2,200Rp./kg) として、考える必要がある。

また、トウゴマ種子購入単価については人件費、輸送費の更なるコスト削減が求められる。2,000 (Rp./kg) 程度で投資対象案件として、ある程度事業性が見込める結果となる。

③輸送費

表 1 4 輸送費の感度分析

	-20%	-10%	0%	10%	20%
輸送費 (M¥)	252.2	283.7	315.2	346.7	378.2
FIRR (%)	9.1	6.7	4.1	1.4	-1.7
投資回収年数 (年)	6.5	7.2	8.2	9.3	10.9

輸送費は、原料（トウゴマ種子）購入費の次に支出の割合を占めており、特にプロジェクトの事業性に大きな影響を与える。特にインドネシア国内の輸送費が 50% を占めているため、より輸出港に近いサイトにてプロジェクトが実現できれば、輸送費は下がり、更に事業性は向上するものと考えられる。

④用役費（燃料費）

表 1 5 用役費（燃料費）の感度分析

	-18%	-9%	0%	9%	18%
プルタミナ軽油単価 (Rp./L)	4,500	5,000	5,500	6,000	6,500
用役費 (M¥)	162.9	181.0	199.1	217.2	235.2
FIRR (%)	7.1	5.6	4.1	2.6	0.9
投資回収年数 (年)	7.1	7.6	8.2	7.1	9.6

プルタミナの工業用軽油価格は一般の政府補助ありの価格は 4,500 (Rp./L) であるが、政府の許可済で販売しているところは 5,500 Rp./L である。ただし、これには輸送費は含まれておらず、使用量に応じてプルタミナと協議することになるため、価格上昇により、更に事業性が悪化することが懸念される。

⑤精製ひまし油販売価格

表 1 6 精製ひまし油販売単価の感度分析

	-17.5%	-10%	0%	12%	30%
精製ひまし油販売単価 (¥/kg)	94	103	114	128	148
FIRR (%)	マイナス	-10.7	4.1	16.3	29.8
投資回収年数 (年)	回収不可	17.7	8.2	4.8	3.0

精製ひまし油販売価格がこれ以上下がった場合、本プロジェクトに与える影響は大きく、全く事業性が見込めない結果となる。逆に現在の価格設定 114¥/kg (110.6¥/L) より付加価値が高く、高い値段で販売（取引）できればより事業性は向上する。

8. 結論

本プロジェクトの実施可能性に関しては、以下の結論が得られた。

- 標準的なケースを想定した事業性評価においては、FIRR（10年、税後）が4.1%、投資回収年数が8.2年となり、本プロジェクトは投資対象案件としては、非常に厳しい結果となった。
- 事業性に最も影響を与える要素は、支出として原料（トウゴマ種子）購入費、輸送費、用役費（燃料費）、収入として精製ひまし油販売価格であった。
- 原料（トウゴマ種子）購入費については、インドとの価格競争力は十分有しているが、スンバワプラントで行われている現在の植付種子、技術サポートの先払いについては、今後の実績・経験により考慮せず、原料（トウゴマ種子）購入費として、更に2,200（Rp./kg）以下とする必要がある。
- 輸送費については非効率的な部分が多く存在しているため、プロジェクトサイトの更なる検討が必要である。
- 用役費については、PLN、プルトミナとの十分な協議が必要である。
- 精製ひまし油の販売先として、日本向けの販売は2009年取引価格をベースに114円/kgに設定しているが、事業的に厳しい結果となった。本プロジェクトで製造された精製ひまし油を日本向け原料として販売するためには、120円/kg水準では十分な事業性（FIRR：9.8%、投資回収年数：6.3年）が見込まれるが、114円/kg水準及びそれ以下に下がると事業としては厳しいという結果となった。
- 稼働率は低下するほど事業性に及ぼす影響が大きいが、トウゴマ種子の保管と関連するが、最低限70%程度水準であれば事業性は問題ないレベルで推移した。

結論として、精製ひまし油を原料としてより高い価格にて日本向け輸出が可能となれば、本プロジェクトは十分に事業性が見込めるといえるが、リスク要因（原料（トウゴマ種子）購入費、輸送費、用役費（燃料費））も多いことから、より安定的なプロジェクトを実現するためには、コスト低減、及び、収入の増大など事業性を向上させる努力が求められる。

また、今後、事業の本格実施、検討に向けて、以下に挙げる項目が検討課題であると考えられる。

- 本プロジェクトのプロジェクト建設サイトを定期船の輸出港近傍とした場合の F/S 調査
- 事業性への影響性が高い要素の再検討
- 本プロジェクトの環境、社会、事業性を考慮した最適ファイナンスの探求
- 温暖化対策としての本事業の位置づけをさらに強めるために、例えばプラント稼働のエネルギー源としてのバイオマス利用検討（ケーキ）、ジャトロファ油との生産ミックス検討など

9. スケジュール

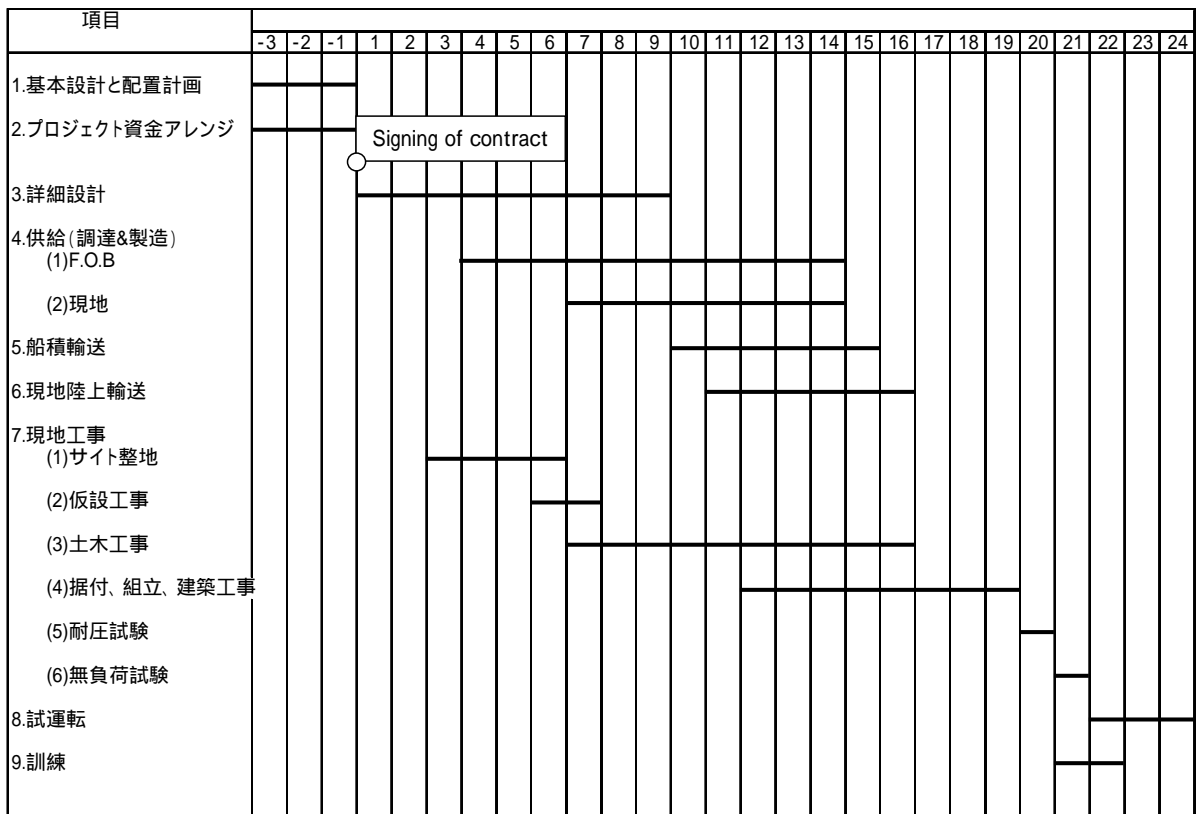


図7 建設スケジュール