

平成 27 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石油スラッジの
リサイクル事業

報告書

平成 28 年 3 月

JFE 環境株式会社

はじめに

本調査報告書は、環境省から JFE 環境株式会社が平成 27 年度の事業として受託した「平成 27 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石油スラッジのリサイクル事業」の成果を取りまとめたものである。

本調査は、インドネシアにおける石油精製事業から発生する石油スラッジの処理に関して、OSS (Oil Sludge Separation) 技術を用いて油分、水分、固体残渣に分離した後、油分をリサイクルする事業について、技術的・経済的な面での実現可能性を調査したものである。

本報告が上記プロジェクト実現の一助となり、加えて我が国関係者の方々のご参考になることを希望するものである。

平成 28 年 3 月

Summary

A feasibility study regarding treatment of oil sludge generated by oil refining businesses in Indonesia was conducted through a survey of literature, a field survey, analysis of oil sludge, and experiments. The OSS (Oil Sludge Separation) technology was employed to separate oil sludge into oil content, water content and solid residue, in order to recycle the oil separated.

First, the legal system related to the oil sludge recycling project was investigated, and procedures of approvals, obligations, etc. were summarized in connection with the management of hazardous wastes and environmental impact assessment system.

Next, a survey of the object amount of generated oil sludge was carried out. Even as a low estimate, the amount was found to be 30,000 tons/year. Although the results differed depending on the refinery, the oil content was roughly 40-70%, the water content was 20-30% and solid residues were 3-40%, according to the analysis of the oil sludge.

Commercialization was studied under two scenarios. Under one scenario (Scenario A), the oil sludge is transported from the refinery to a recycling plant in the outskirts of Jakarta, where oil separation is performed. In this case, the treatment scale is approximately 9,000 tons/year. Under the second scenario (Scenario B), separation of the oil content is performed at the refinery by using a mobile type separation system, and the treatment amount was supposed to be approximately 6,000 tons/year. Under both scenarios, the solid residue is treated under consignment, either by incineration or by use as a raw material at cement plants. The target refinery was assumed to be a refinery of Pertamina, which is a nationally-owned company.

The evaluation of the feasibility of the project for these cases revealed as follows. For the case of scenario A, assuming a crude oil price of US\$50, IRR_{10} (IRR in which the project term is set as ten years) was obtained to be 12.7%. On the other hand, for the case of scenario B (using a mobile system), assuming the same US\$50 price of crude oil, feasibility increased along with the improvement of IRR_{10} to 23.5%. Furthermore, a sensitivity analysis showed that profitability of the project is highly dependent on changes in the price of crude oil, because the selling price of the recycled oil is linked to the price of crude oil.

A joint workshop was held with the persons concerned at Pertamina offices. The feasibility of the oil sludge recycling project and an oil refinery tank cleaning technology were presented and discussed. As a result, the Indonesian side showed strong interest in this recycling project and the tank cleaning project.

Finally, a business plan considering integration of tank cleaning and OSS was formulated based on this feasibility study.

目次

1. 事業の目的・概要	1
1.1 OSS（Oil Sludge Separation）技術	1
1.2 事業概要	2
2. 海外展開計画案の策定	3
2.1 ジャカルタ近郊における産業廃棄物処理工場の建設（Case A）	3
2.2 製油所内又は製油所近郊への産業廃棄物処理工場の建設（Case B）	4
3. 対象地域における現状調査	5
3.1 社会・経済状況	5
3.2 処理対象廃棄物の発生・処理状況	16
3.3 処理廃棄物の処理・リサイクルの制度・政策	19
3.4 サービス及び再生品の売却単価	43
3.5 事業に必要なコスト	48
3.6 廃棄物の組成・性状等調査	53
4. 現地政府・企業等との連携構築	59
4.1 マレーシアにおける OSS 設備試験に係る調整	59
4.2 合弁会社の出資比率について	61
5. 現地関係者合同ワークショップ等の開催	62
5.1 ワークショップ概要	62
5.2 発表概要と質疑	65
6. 実現可能性の評価	67
6.1 事業採算性	68
6.2 環境負荷削減効果	80
6.3 社会的受容性	81
6.4 実現可能性の評価	82
7. 今後の海外展開計画案	83
添付資料 1	86
添付資料 2	89

1. 事業の目的・概要

石油精製事業において発生する廃棄物の中で、石油スラッジの処理に関して技術的・経済的に確立されたものはない状況である。日本においては、焼却炉による焼却やセメントキルンによる処理が中心である。インドネシアにおいても同様に、焼却炉による処理やセメントキルンにおいて処理が実施されているが、廃棄物の保管場所などからの地下浸透など処理全体から見ると、まだまだ改善の余地は大きいのが現状である。

本事業の目的は、既に、マレーシア・Labuan 島にて実用化されている OSS (Oil Sludge Separation) 技術を適用して、インドネシアにおける石油スラッジのリサイクルの事業化を検討するものである。

1.1 OSS (Oil Sludge Separation) 技術

OSS 技術は、共同実施者である株式会社プロスパー社の所有技術であり、プロセスフローを図 1-1 に、Labuan 島の実用化設備を図 1-2 に示す。

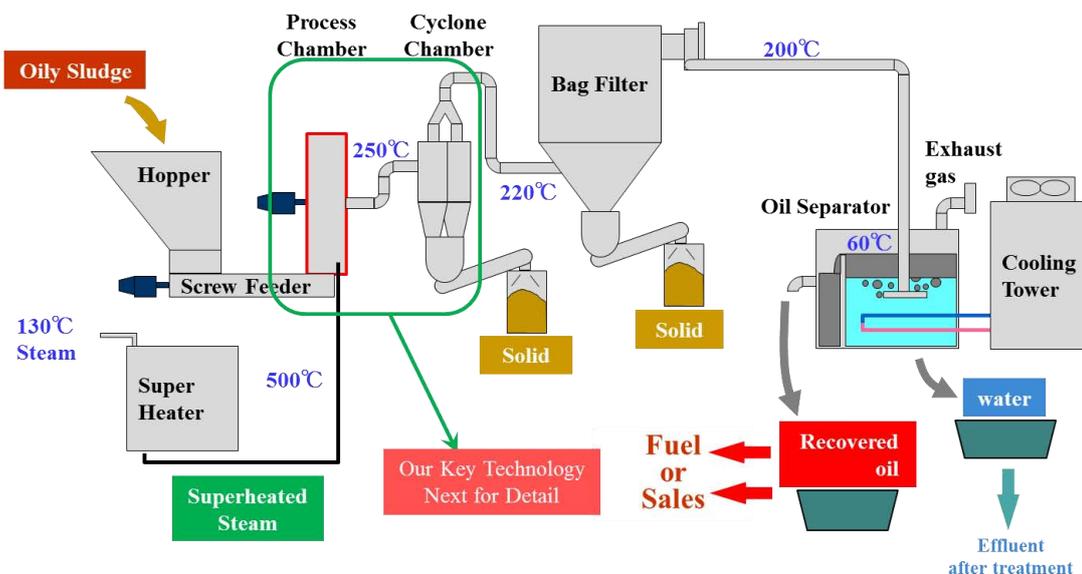


図 1-1 OSS プロセスフロー

OSS 技術は、エネルギー源として唯一過熱蒸気を用い、石油スラッジと過熱蒸気を特殊なノズルを介して反応させることにより、高効率で石油スラッジから油分と水分を蒸発分離させるプロセスである。

分離した油分と水分を、サイクロンやバグフィルターを用いて、固体（スラッジから油分と水分が蒸発したもの）から分離したのち、冷却して、油分と水分をそれぞれ単一成分として回収する。



図 1-2 OSS 設備 (Labuan 島)

1.2 事業概要

インドネシアにおいては、産業廃棄物を処理する焼却炉は、ジャカルタ周辺に設置されているので、OSS 設備を同様にジャカルタ近郊の工業団地内に設置してリサイクル事業を行った場合の事業性について検討する。

さらに、石油スラッジの発生場所である製油所の所内あるいは近郊に設置してリサイクル事業を行った場合の事業性について検討する。

事業規模としては、年間 10,000 トン 程度の石油スラッジを処理する工場を建設する前提で事業性を評価し、将来的には、事業規模を 10 倍程度まで増強することを検討したい。

その上で、マレーシア・ラブアン(Labuan)島にあるプロスパー社のプラントで試験を実施すると同時に、ジャカルタ市郊外の工業団地における工場設立や製油所隣接地における工場設立に関してのコスト評価、許認可の手続き等を評価して、リサイクル事業について総合的に評価する。

2. 海外展開計画案の策定

前項の事業概要に示したように、図 2-1 に示す 2 つのケースについて、事業性の評価を行う。

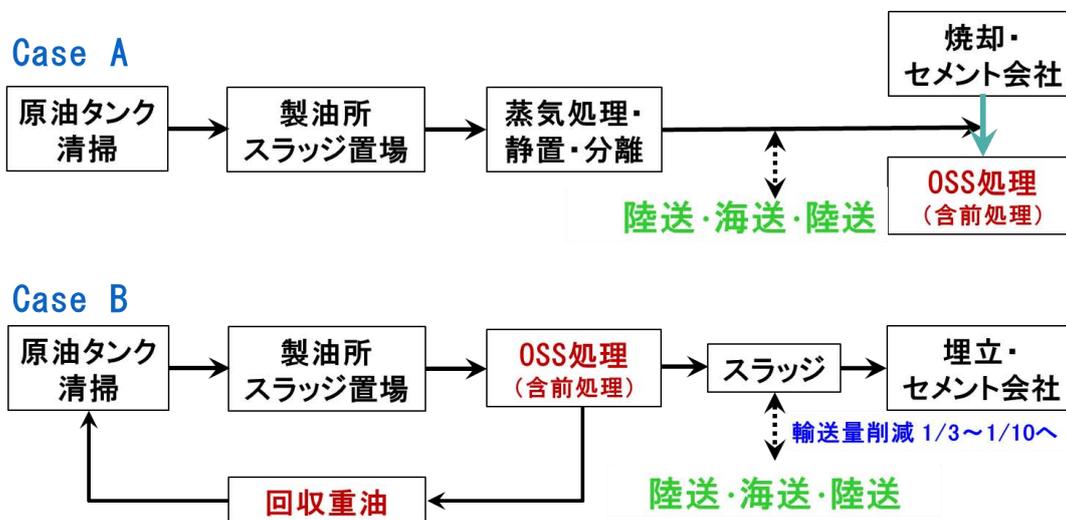


図 2-1 事業化検討内容：Case A & B

2.1 ジャカルタ近郊における産業廃棄物処理工場の建設（Case A）

ジャカルタ近郊における産業廃棄物処理工場の建設は、現状、ジャカルタ近郊の焼却炉工場又はセメント工場で処理されている石油スラッジを、新設する工場において、OSS 技術を用いて処理する場合の事業性について検討を行う。

事業計画等は、次の通りとする。

- 1) 事業規模は、処理量として約 10,000 トンとする。
- 2) 事業運営は、現状の処理費と同程度の価格で処理を受託し、石油スラッジの処理費及び回収油の販売費を収入として、事業の成立を図る。
- 3) 事業展開は、まず 10,000 トン規模の工場を建設運営し、その後、工場の規模を 10,000 トン単位で増強することを想定する。
- 4) 事業実施体制は、地元企業との合弁会社を設立し、事業の運営と技術的サポートをそれぞれ分担して、事業を実施する。
- 5) 事業化スケジュールは、後述する法制度に依存するが、現状では、環境影響評価（AMDAL）の取得に約 1 年間必要であり、その後、工場建設や回収油の販売許可等を得ることから、事業化決定から、2～3 年後の事業化を想定している。

2.2 製油所内又は製油所近郊への産業廃棄物処理工場の建設（Case B）

製油所で発生している石油スラッジを製油所内に設置した OSS 設備で処理する方法で事業性を評価することを当初考えていたが、石油スラッジの発生量を調査した結果、Pertamina 社の各製油所で継続的に石油スラッジは発生しないことが判明した。（第 3 章第 2 節を参照方）

従って、OSS 設備を各製油所に固定装置として設置するのではなく、OSS 設備のモバイル型設備を新たに設計し、各製油所を循環移動させることを考えた。つまり、石油スラッジ発生時に、各製油所に OSS 設備を移動させ、発生した石油スラッジの処理を順次行っていく方式とし、その事業性の検討を行う。

事業計画等は、次の通りとする。

- 1) 事業規模は、処理量として約 3,000 ～6,000 トンとする。（OSS : 2～4 基）
- 2) 事業運営は、現状の処理費と同程度の価格で処理を受託し、石油スラッジの処理費及び回収油の販売費を収入として、事業の成立を図る。
- 3) 事業展開は、モバイル OSS 設備を 1 unit（OSS 設備 2 基/unit）製造し、移動方式による事業性を検証する。

その後、発生量に応じてモバイル装置を操業して、事業の拡大を図る。

- 4) 事業実施体制は、日本企業の現地企業とし、各製油所に、既に、運営会社として事業参入している会社と共同受注として、設備の操業を運営会社に委託し、日本企業はその操業に関して、技術的サポートを行う方式とする。
- 5) 事業化スケジュールは、モバイル装置による B3 廃棄物の処理という方式が、現状の許可制度で受け入れられるかどうかについて、十分な検討が必要と考えられる。受け入れられる場合において、環境影響評価（AMDAL）の取得に、最低約 1 年間は必要であるが、このケースの場合、工場建設や回収油の販売許可が必要ないことが想定されることから、事業化決定後、約 2 年後の事業化を想定している。

3. 対象地域における現状調査

3.1 社会・経済状況

3.1.1 インドネシアのエネルギー事情

(1) エネルギー事情

インドネシアのエネルギー状況の世界的なランクを、表 3-1 に示した。

表 3-1 インドネシアのエネルギーランク

Indonesia's Key Energy Statistics			World Rank
一次エネルギー消費量 2013	6,231	quadrillion Btu	12
総石油生産量, 2014	911	Thousand bbl / day	22
総石油消費量, 2013	1,718	Thousand bbl / day	14
石炭総生産量, 2013	538,607	Thousand Short Tons	4
石炭総輸出量 2013	467,738	Thousand Short Tons	1
天然ガス生産量, 2011	2,693	billion Cubic Feet	11
天然ガス輸出量 2011	1,373	billion Cubic Feet	9

出所) U.S. Energy Information Administration

インドネシアにおける 2013 年の総一次エネルギー消費量は $6,231 \times 10^{15}$ Btu で日本の約 1/3、世界第 12 位（参考：日本 $19,816 \times 10^{15}$ Btu で世界第 4 位）であり、インドネシア政府によれば 2003 年から 2013 年の 10 年間で約 48% 増加したとのことである。

前世紀には日量 150 万 bbl を維持していた（最盛期：1977 年 日量 168.5 万 bbl—BP 統計より）石油生産量は今世紀に入り減少を続けており、2014 年の石油生産量は日量 91.1 万 bbl と報告されている。

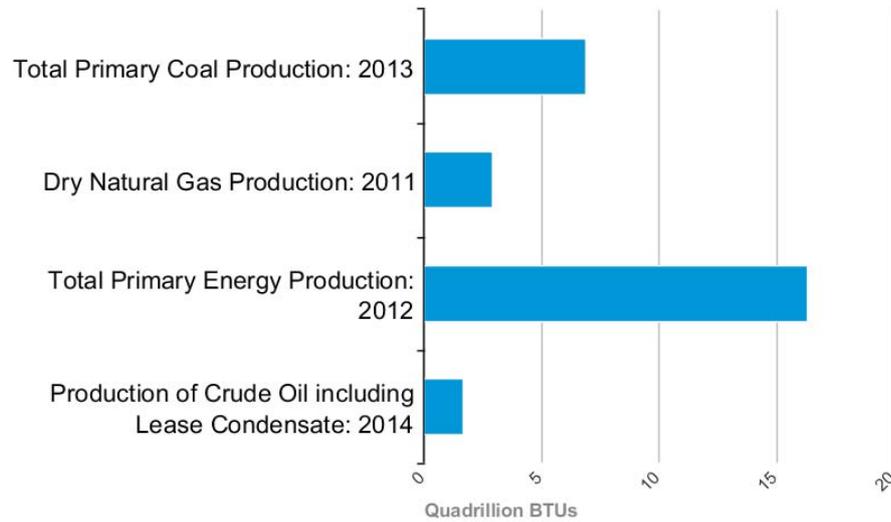
一方で石油の総消費は 2013 年で日量 171.8 万 bbl であり、自国での生産量を上回る消費があることから石油の輸入国である。

我が国にも液化天然ガス（LNG）として大量に輸入されている天然ガスの生産は、2011 年に 2 兆 6,930 億 Cubic Feet（約 763 億 m^3 ）で世界第 11 位である。

石炭の生産量は 2013 年に 5 億 3,860 万トンで世界では第 4 位であるが、生産量の大半は輸出されており、2013 年の輸出量は 4 億 6,773 万トン（生産量の 86.8%）と世界第 1 位の石炭輸出国である。

(2) インドネシアのエネルギー需給状況

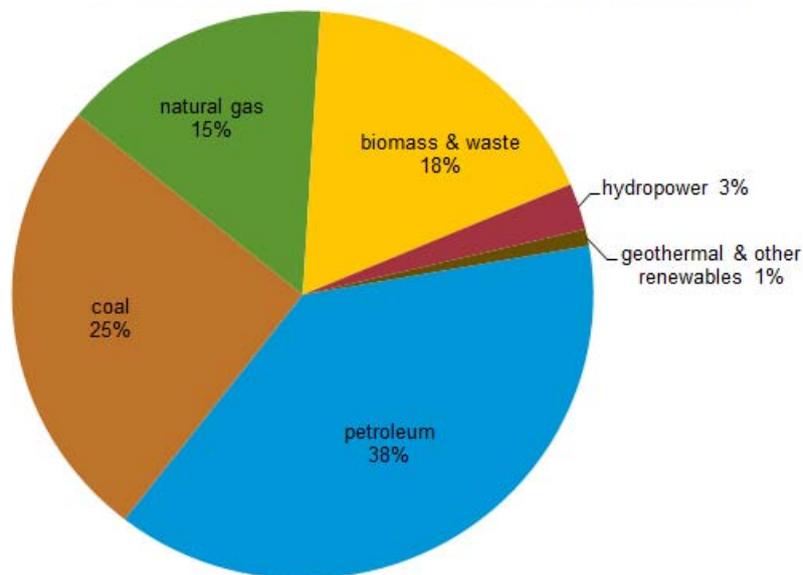
インドネシアの一次エネルギー生産量を図 3-1 に示したが、生産量の多い方から石炭、天然ガス、石油の順である。



eia Source: U.S. Energy Information Administration

図 3-1 インドネシアのエネルギー生産量

出所) U.S. Energy Information Administration



eia Source: Indonesia's Ministry of Energy and Mineral Resources

図 3-2 インドネシアのエネルギー消費量バランス p p p p

出所) U.S. Energy Information Administration

一方、エネルギーの消費割合を図 3-2 に示した。2002～2012 年間のインドネシアの一次エネルギー消費量増加は約 44%であり、エネルギーミックスの面から見ると、石油のシェアは減少傾向にはあるものの、2013 年においてもトップ（38%）を維持している。

3.1.2 インドネシアの石油事情

(1) 原油生産

1885 年にスマトラ島北部でインドネシア初の石油が発見された後、原油生産はインドネシア経済の重要な部分となってきた。

かつて、同国は石油の純輸出国で 1962 年から石油輸出国機構（OPEC）に加盟しており、前述のように 1900 年代には日量 150 万 bbl 程度の原油を生産していた。（図 3-3 参照）

しかしながら、成熟油田からの石油生産量の減衰と石油増産への限られた投資および石油の国内需要の増加により、2002 年から石油の純輸入国に転落し、2009 年 1 月に OPEC を脱退した。（その後 2015 年 11 月に再加盟している。）

2014 年の EIA 統計によれば石油類の生産量は日量 91.1 万 bbl であるが、一方 2014 年 1 月時点のインドネシアの石油確認埋蔵量は 36 億 bbl（出典：BP 統計）で、確認埋蔵量を原油生産量で除した可採年数は、11.9 年となっている。

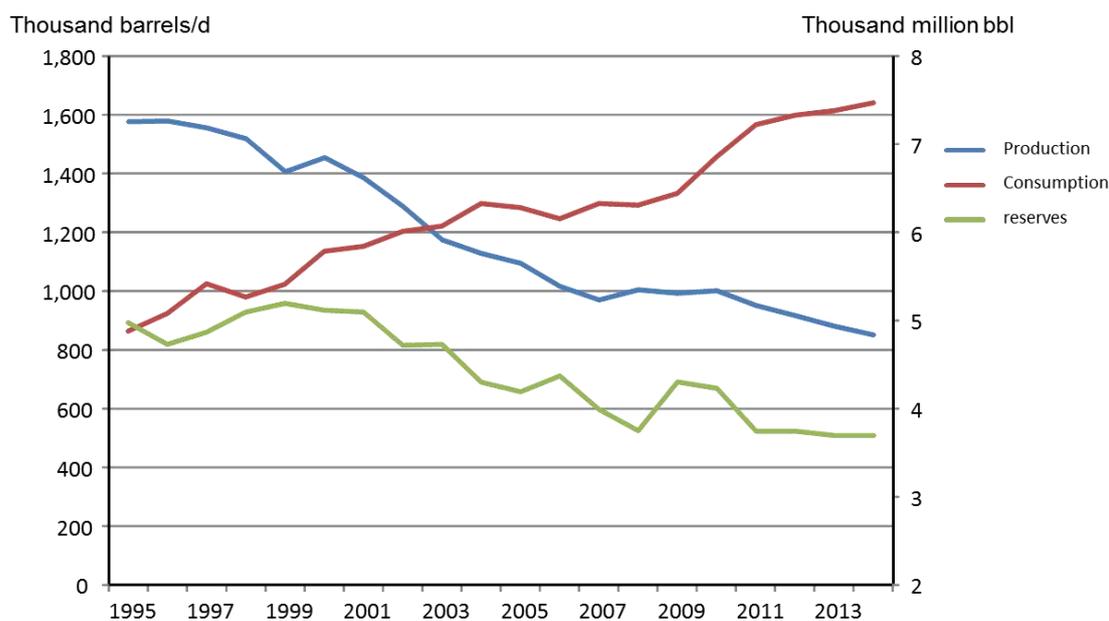


図 3-3 インドネシアの石油生産・消費量および確認埋蔵量（2002～2013 年）

出所) BP Statistical Review of World Energy (June 2015)

石油生産量は減衰し続ける一方で内需が増えており、2002 年以降は内需を満たすため、原油も輸入に依存している。

また石油精製設備能力も内需を賅いきれないので、石油製品（特に輸送用燃料）も輸入に依存している。

Indonesia crude oil imports by source, 2013

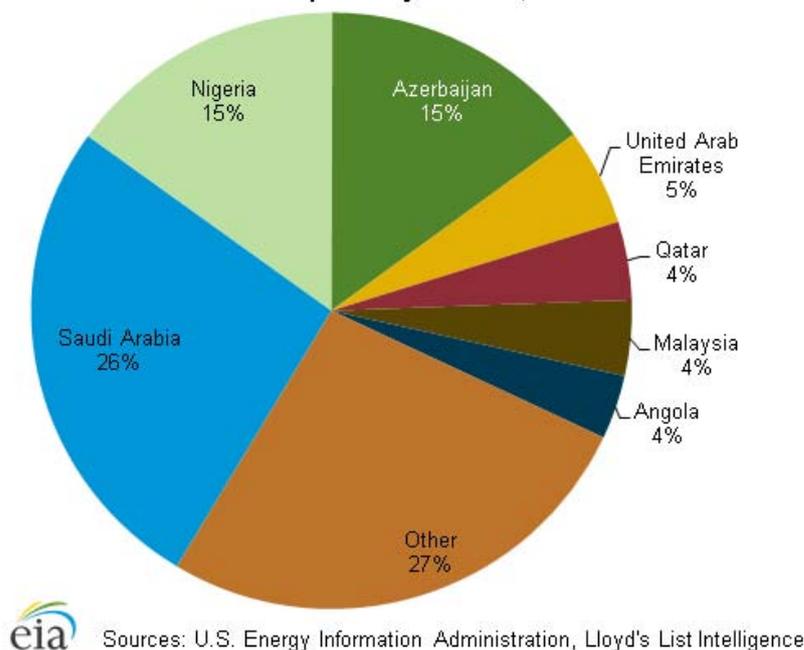


図 3-4 インドネシアの原油輸入元（2013 年）

出所) U.S. Energy Information Administration

(2) 石油製品需給

原油は輸出も輸入も行っているが、製油所と発電分野における原油需要の増大により輸入超過となっており、2013 年は日量 50.6 万 bbl 超の原油を輸入している。

図 3-4 にインドネシアの主な原油の輸入元を示した。

もっとも輸入の多いのはサウジアラビアであり総輸入量の 1/4 程度 (26%)、次に多いは、ナイジェリアとアゼルバイジャンが各々 15%、アラブ首長国連邦 5%、カタールとアンゴラが各々 4%、その他 27%となっている。

中央アフリカのナイジェリア原油や南コーカサスのアゼルバイジャン原油は、インドネシアで生産される原油と同様の低硫黄 (0.05~0.30%) 原油でありインドネシア国内の製油所設備に適合した原油として多く輸入されていることが推定される。

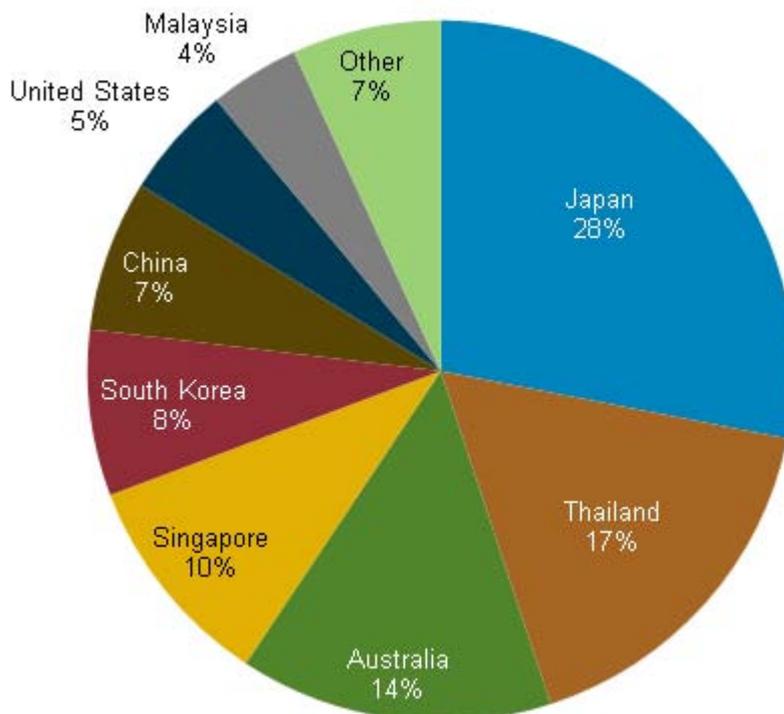
さらに、石油製品の内需の増加を満たすには石油精製能力が不十分なため、石油製品の純輸入量は高止まりしている。2012 年における石油製品の輸入量は日量 43.5 万 bbl であった。2013 年は日量 46.6 万 bbl と見積もられており、輸入品種は主としてガソリン (66%) および輸送分野と発電分野で使用するディーゼル燃料である。

(3) 原油の輸出

インドネシアは石油の純輸入国に陥ったが、現在も、国際石油価格が高値時の市場参入と、石油収益を維持する狙いから、原油とコンデンサートの輸出を継続している。

2013 年実績では日量約 45.5 万 bbl の原油を輸出した。図 3-5 にインドネシア原油の主な輸出先を示す。

Indonesia crude oil exports by destination, 2013



Sources: U.S. Energy Information Administration, Lloyd's List Intelligence

図 3-5 インドネシア原油の主な輸出先（2013 年）

出所) U.S. Energy Information Administration

輸出先は日本が最大で 28%、次いでタイ（17%）、オーストラリア（14%）、シンガポール（10%）、韓国（8%）、中国（7%）、米国（5%）、マレーシア（4%）の順で、その他の諸国が 7%となっている。

輸出されている原油は主に、インドネシア最古で最大の 2 つの油田である、ドゥリ油田とミナス油田から産出されている。

両油田は、スマトラ島東部沿岸の南スマトラ盆地に位置しており、ドゥリ油田は 1952 年から生産開始し現在およそ日量 14 万 bbl。一方、ミナス油田は 1955 年から生産開始し現在およそ日量 19 万 bbl を生産している。両油田の操業社はシェブロンであり、石油増進回収法（EOR）を採用しているものの生産量は減少傾向にある。

一方、2001 年にジャワ島東部で発見されたチェブ鉱区の石油はインドネシアの石油生産量の減衰にいくらかの歯止めをかける可能性がある。当該鉱区は 3 つの主要な油田（Banyu Urip、Jambaran、Cendana）で構成され、可採埋蔵量は 6 億 bbl、ピーク生産量は日量 16.5 万 bbl と見積もられている。

2005 年にエクソンモービルがプラタミナと生産物分与契約（PSC）を締結し、2011 年 8 月にチェブ鉱区に探査井を掘り石油を発見した。チェブ鉱区が生産物分与契約（PSC）の権

益はエクソンモービルとプルタミナが各々45%、残りの10%はインドネシアの地方自治体所有の企業4社が保有している。現在、唯一 Banyu Urip 油田が生産中で2013年4月に日量約2.6万 bbl に達した。2015年の第1四半期までにチェプ鉱区全体をフル生産(日量16.5万 bbl)する計画である。

表 3-2 インドネシア原油と他の主な原油の性状比較 (参考)

	流動点(°C)	原油比重(°API)	硫黄分(%)
ミナス原油	+32.2	34.4	0.09
ドゥリ原油	+15.9	20.3	0.19
アラビアン・ライト	-3 以下	34 程度	2
その他原油の API 比重 – WTI 35-50、北海ブレント 38、ドバイ 31、オマーン 33.5			

出所) JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典 (2010年2月16日更新) のデータに基づき作成

表 3-2 に参考値としてインドネシア原油と他の主な原油の性状を比較して示したが、インドネシア原油は中東系の原油と比較して、流動点が高く(常温では固体)、低硫黄な原油であることがわかる。この特徴から日本では主に低硫黄燃料の生産に盛んに輸入されていた。

図 3-6 に、インドネシアの原油の最大輸出先である日本に輸入されている原油の種類をまとめた。スマトラ・ライト、デュリ、ミナス、シンタ等が大半であり、かつては低硫黄燃料として火力発電所における原油生炊が行われていたが、近年の火力発電所における石油燃料の大幅な減少、LNG への転換の影響を受けて大きく減少している。

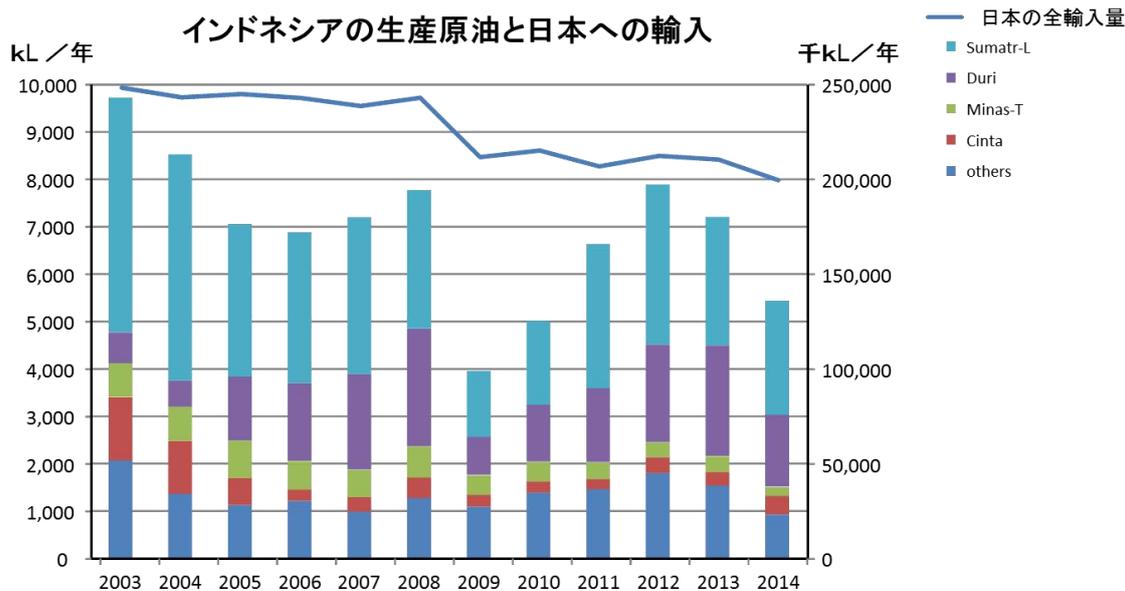


図 3-6 我が国に輸入されているインドネシア原油

注) 図 3-6 中のスマトラ・ライト (Sumatr-L)、デュリ (Duri)、ミナス・トップ (Minas-T)、シンタ (Cinta) 以外のその他 (others) の原油種は以下の通り (アイウエオ順)

アタカ、アノア、アルジュナ、ウイドリー、ウダン、オヨング、カジ・セモガ、ゲラガイ・ミック
ス、ジャチバラ、ジャチバラ・ミック、スンビラン、セニパ・コンデンセート、タンゲー・
コンデンセート、チラチャップ・レシッド、デュマイ・ストレートラン・ボトム、パゲルンガン・コ
ンデンセート、バダック、ハンディル・ミック、ブカパイ、ベラナック、ベリダ、マドウラ、ラ
ラン、ランサ

出所) 経済産業省石油統計

3.1.3 インドネシアの石油精製業

(1) 原油生産と石油精製

インドネシアにおける原油生産企業では、シェブロン (Chevron) が最大で 2013 年には同国の全原油生産量の約 39%を占有しており、第 2 位がインドネシアの国営石油会社プルタミナ (Pertamina) の約 17%であり、以下、トタル (Total)、コノコフィリップス (ConocoPhillips) と続く。

プルタミナは上流側の活動に加えインドネシアの製油所のほとんど全てを運営し、かつ、原油の調達・石油製品の輸入・国内市場への石油製品の供給を行っている。

また、同社の国内石油小売市場の独占は 2004 年に終わったが、2010 年初頭まで政府助成金が支給された燃料に対する独占販売業者であった。

2001 年に制定された石油ガス法 (2001 Oil and Gas Law) によって、石油と天然ガスの上流側を規制する役割はプルタミナからエネルギー & 鉱物資源省の石油・ガス規制局 (BPMigas) へ移行され、現在は BPMigas が生産物分与契約 (PSC) を管轄している。

(2) プルタミナの石油精製

インドネシア国内には 8 ヶ所の製油所があり、2013 年後半時点での原油精製能力合計は 105.5 万 BPSD (Barrel per Stream Day) である。(表 3-3)

Dumai 製油所の増強 (11.4 万 BPSD → 15.8 万 BPSD) と Musi (Plaju) 製油所の増強 (10.9 万 BPSD → 11.3 万 BPSD) により、全体の精製能力は以前に比べ増えている。

表 3-3 プルタミナの石油精製の能力

Refinery	Operator	Location	Capacity(BPSD)
Cilacap	Pertamina	Central Java	324,000
Balikpapan	Pertamina	East Kalimantan	242,000
Dumai/Sei Pakning	Pertamina	Central Sumatra	158,000
Balongan	Pertamina	West Java	116,000
Plaju/Musi	Pertamina	South Sumatra	113,000
Tuban(condensate splitter)	TPPI	East Java	93,000
Cepu	Migas	Central Java	3,600
Bojonegoro	Tri Wahana Universal(TWU)	East Java	5,600
Total			1,055,200

出所) FACTS Global Energy, International Energy Agency, OGJ, company websites

さらに、2014 年 12 月には、5 製油所 (Balikpapan、Cilacap、Dumai、Plaju、Balongan) の増強計画 (総額 250 億ドル) が発表されている。(Oil & Gas J Online Article、12/15/2014)

これによれば、プルタミナは 3 製油所 (Dumai、Cilacap、Balongan) の増強計画調査をサウジアラムコの協力で行うとともに、シノペック (Sinopec) の協力で Plaju 製油所の増強を、JX エネルギーとは Balikpapan 製油所の改造を計画しており、完成後は、精製能力が 5 製油所合計で 168 万 BPSD となるとしている。(終了は 2025 年)

3.1.4 精油所の環境対策に関する社会的な認識

インドネシアでは環境林業省が企業の環境管理パフォーマンスを格付評価する PROPER プログラムが毎年実施されている。PROPER プログラムは 1995 年に水質汚濁規制事業として格付け評価プログラム (PROPER PROKASIH) として開始された。その後 2002 年に大気汚染対策、有害廃棄物管理等が評価の対象に加えられ、2005 年からはコミュニティ開発が、2006 年からは CSR 情報も評価指標となっている。格付け評価は 5 段階にて行われ、以下の評価となっている。

- ・「金」（最高ランク） : 非常に優れた環境に取組み
- ・「緑」 : 環境法規制へのコンプライアンス
優れた CSR への取組み
環境マネジメントシステムの運用
- ・「青」 : 該当する環境法規制を遵守
- ・「赤」 : 環境法規制遵守のための環境マネジメントシステムの
取組みが不十分
- ・「黒」 : 環境法規制遵守の取組みを行っていない

PROPER プログラムへの参加は任意であるが、上場企業、輸出企業、環境負荷の大きい企業は参加が強く要請される。

2014-2015 PROPER 評価において製油所関連では、最高ランクである金評価を 1 社が（全体では 12/2137 社）¹

PT. Pertamina (Persero) RU VI – Kilang Balongan

金に次ぐランクである緑評価を 3 社（全体では 108/2137 社）が獲得している。²

PT. Pertamina (Persero) RU II - Kilang Sei Pakning

PT. Pertamina (Persero) RU II - Kilang Dumai

PT. Pertamina (Persero) RU III - Kilang Musi

このようにインドネシアでは製油所による積極的な環境対策が行われており、製油所の環境保全への取り組みは、十分に実施されていると認識されている。

¹ SK.557 / Menlhk-Setjen / 2015 “HASIL PENILAIAN PERINGKAT KINERJA PERUSAHAAN DALAM PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP TAHUN 2014-2015”

² SK.557 / Menlhk-Setjen / 2015 “HASIL PENILAIAN PERINGKAT KINERJA PERUSAHAAN DALAM PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP TAHUN 2014-2015”

3.1.5 外資規制等に関する情報

インドネシアにおいて会社を設立する際には、外国人投資家が投資できない分野の規制があるので、注意する必要がある。

投資分野については、2014年大統領令第39号（Lists of business fields that are closed to investment and business fields that are conditionally open for investment：投資が禁止されている事業と条件付きで開放されている事業のリスト）が、2014年4月23日より発効している。インドネシアへの投資をより促進する目的で、同名の2010年大統領令第36号を改訂したものであり、ネガティブ投資リスト（negative investment list）と呼ばれている。

本大統領令では、投資が禁止されている事業分野、条件付きで開放されている事業分野のリストが記述されており、それ以外が条件無しで投資できる事業分野とされている。

投資が禁止されている分野を表3-4に示す。危険、汚染、安全保障面からの規制である。

表 3-4 投資が禁止されている事業分野

No.	大分野	事業分野
1	農業	マリファナの栽培
2	林業	絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約（ワシントン条約）付属書1記載の魚介の種の捕獲
		建設資材、土産物、宝飾品のための自然珊瑚の捕獲等
3	工業	環境に影響を及ぼす化学物質の製造
		化学兵器に関連する化学物質の製造
		アルコール飲料の製造
4	運輸	乗客陸上輸送のためのターミナルの提供と運営
		車両重量を計測するための施設の提供と運営
		船舶航行のための遠隔通信
		航空航行サービスの提供
		車両性能試験
5	通信・情報	ラジオ波及び衛星軌道モニター局の管理と運営
6	教育・文化	政府系博物館
		歴史的及び考古学的な遺構
7	観光・創造経済	ギャンブル/カジノ

出所) 2014年大統領令第39号 添付資料I

2014年大統領令第39号の添付資料IIによれば、条件付きで開放されている事業分野は、次の16の分野にわたる。

農業（Agriculture：19事業分野）、林業（Forestry：23事業分野）、海事・漁業（Marine Affairs and Fisheries：11事業分野）、エネルギー・鉱物資源（Energy and Mineral Resources：13事業分野）、工業（Industry：36事業分野）、防衛・安全保障（Defense and Security：4事業分野）、公共事業（Public Works：6事業分野）、貿易（Trade：11事業分野）、観光・創造経済（Tourism and Creative Economy：15事業分野）、運輸（Transportation：23事業分野）、通信・情報（Communications and Informatics：11事業分野）、財務（Finance：6事業分野）、

銀行（Banking：4 事業分野）、労働・移住（Manpower and Transmigration：5 事業分野）、教育・文化（Education and Culture：4 事業分野）、健康（Health：25 事業分野）の分野である。

本分野は、次の項目を考慮して、事業化が許可される。

- ・ 中小、零細企業等の保護
- ・ 共同出資
- ・ 出資者（外国人出資比率の制限）
- ・ 場所（空間計画と環境に関する規則などで規定）
- ・ 特定のライセンス、許可など

石油スラッジのリサイクル事業に対しては、添付資料Ⅱを綿密に調査したが、該当項目は見あたらず、したがって条件無しで投資可能な事業分野と考えられる。

本事業に近い事業分野として、以下があげられているので、参考として示す。

- ・ 公共事業分野における、「No.6：非有害廃棄物の処理と投棄（Treatment and disposal of non-hazardous waste）」（産業分類：38211）事業分野では、外国資本比率は最大 95%が条件。
- ・ 工業分野における、「No.27：非金属の回収（Recovery of nonmetal materials）」（産業分類：38302）事業分野では、共同出資が条件。
- ・ エネルギー・鉱物資源分野における、「No.1：石油ガス建設サービス（Oil and gas construction services）」－「水平/鉛直タンク（Horizontal/ vertical tanks）」（産業分類：42914）事業分野では、100%国内資本が条件。
- ・ エネルギー・鉱物資源分野における、「No.10：エネルギー用バイオマスペレットの製造（Manufacture of biomass pellets for energy）」（産業分類：16295）事業分野では、共同出資が条件。

3.2 処理対象廃棄物の発生・処理状況

インドネシアにおいては、第3章第3節「処理廃棄物の処理・リサイクルの制度・政策」に示した通り、マニフェスト制度が運用されている。従って、本来は各廃棄物の発生量や処理状況が集計されて、統計的なデータの整備が可能であると考えられる。しかし、実際の運用において、廃棄物処理業者はマニフェストのコピーを各行政機関（各監督官庁である地方行政機関）に提出するだけで、自社処理の廃棄物に関する発生量や処理状況に関して、当該会社自身でさえ、正確に把握していない廃棄物処理会社もある状況である。

従って、インドネシアにおいては、個別廃棄物に関して統計的に処理された信用あるデータを入手することは非常に困難な作業である。

上記の状況を鑑みて、今回対象としている石油スラッジの発生量に関しては、石油会社等石油スラッジの排出者である各社が行っている入札（bid）に関して、可能な範囲で調査を行って、実際の発生量を調査した。（表 3-5 を参照）調査期間は、2013 年～2015 年 9 月までとした。

表 3-5 石油スラッジの発生量

(トン/年)

発生場所		2013 年	2014 年	2015 年
Refinery	Pertamina RU II Dumai	2,220	2,020	250
	Pertamina RU III Plaju	3,010	0	0
	Pertamina RU IV Cilacap	860	710	890
	Pertamina RU V Balikpapan	1,580	4,400	4,740
	Pertamina RU VI Balongan	260	40	220
	De Peteroleum International	0	7,230	0
sub-total		7,930	14,400	6,100
Drill	Ache.	220	330	0
	Jambi	5,290	790	3,310
	South Sumatra	5,080	7,660	5,960
	West Jawa	0	10,950	3,870
sub-total		10,590	19,730	13,140
Total		18,520	34,130	19,240

注) 上記数量は入札条件の数量であり、実際の排出量は入札を取った会社のみ把握できる。
出所) 現地調査

上記の情報によると、2013 年から 2.5 ヶ年の製油所からの石油スラッジ発生量は年間約 11,400 トン、掘削場所からの発生量は約 17,400 トンとなり、把握できただけで年間約 30,000 トンの石油スラッジの発生量があることが判明した。

なお、Pertamina 社最大の製油所である Cilacap 製油所の発生量が、他の製油所と比べて、少ないことからわかるように、今回の調査で把握できた石油スラッジの発生量は一部に過ぎず、上記の数倍の石油スラッジが発生しているものと考えられる。

次に、石油スラッジの処理価格であるが、入札条件において、下記のようにになっている。

$$\text{入札価格} = \text{石油スラッジの処理価格} + \text{運搬費用} + \text{現地の作業費用}$$

つまり、入札の前提として、石油スラッジの現状渡しが普通であり、廃棄物の処理を受託した会社側が以下のコストを見込んだ価格で入札を行う。

- i) 現地の作業費用 : 保管場所から運送用のトラックに積み込む費用
- ii) 運搬費用 : 現地（保管場所）から処理する場所への運搬費用
- iii) 処理価格 : 石油スラッジの適正に処理（無害化）する費用

日本の場合は、i) 廃棄物の適正処理の契約（委託処理）と ii) 廃棄物を運搬する契約（収集運搬）を個別に締結し、収集運搬に関しては、廃棄物の車上渡しが通常であるため、排出事業者側で収集運搬車に廃棄物を詰め込む作業を行うのが一般的である。

インドネシアの石油スラッジの処理に関しては、製油所の担当者によると、製油所の保管場所から石油スラッジの取出し、容器への詰込み、処理場所への運搬、そして処理の費用すべてを含んだ作業を外部委託しており、一連の作業に対して入札を行っている。

従って、日本で考えられているような **Tipping fee** という概念ではなく、**Treatment Cost** というトータルコストとして把握しており、その中の一部として、**Tipping fee** が含まれていることになる。

調査した入札結果の内、一部については、コスト構成に関する情報が得られたので、その調査結果について、表 3-6 にコスト構成の概略を示す。

表 3-6 石油スラッジの処理価格の内訳

作業項目	価格（円/kg）
a) 現地の作業費用	0.2 ～ 1.5
b) 運搬費用	5 ～ 11
c) 処理価格	14 ～ 22
総合計	22 ～ 34

出所) 現地ヒアリング調査

上記のうち、現地の作業費用については、各製油所における石油スラッジの保管場所のある付帯設備の設置状況等に応じて変化する。例えば、タンククリーニング時に発生した石油スラッジを保管場所に一端集める場合は、スラッジ保管場所に併設しているデカンター等設備を稼働させて、油分とスラッジ類を分離して、スラッジ類を内面コーティングしたフレキシブルコンテナ（内容積：1m³）に取出し、トラックに積み込んで処分する。一方、タンククリーニング等の際に発生するスラッジの液体分が少ない場合は、直接フレキシブルコンテナにスラッジを回収し、運送用のトラックへの積み込み作業が中心となり、固液分離の作業は発生しない。スラッジの性状に応じ作業内容が異なるため、作業費は変動している。

なお、石油スラッジ処理設備を有する許可事業者は、ジャカルタ周辺に多く存在するので、石油スラッジの処理する場所までの運搬コストは、発生場所によりかなりの幅があることが

わかった。

処理価格としては、1 回の入札におけるスラッジ量に応じて、ある程度幅を持っているようであり、スラッジ量が多くなるに従って、単価が下がる傾向になるようである。

事業性を計算する場合において、CaseA の場合は、現地での作業や運搬についてパートナー企業に委託することを想定しているため、表 3-6 の c) の処理価格は収入と判断すべきであり、CaseB の場合は、自社で石油スラッジの処理を請け負うため、表 3-6 の a)~c) すべての費用を収入と考えることができる。

しかし、CaseB の場合は、表 3-6 の a) と b) の費用は、実質製油所内で発生する費用であり、表 3-6 の a) はプラントへの石油スラッジの投入作業、表 3-6 の b) はスラッジ保管場所からプラントまでの横持ち作業なので、通常プラントの操業コストに含まれるものである。しかし、OSS で処理することに応じて、石油スラッジから回収できる油分量は現状の外部への委託処理に比べて、大幅に増加する。この事実を踏まえて、石油会社 (Pertamina 社) との Win-Win の関係を構築することを考える場合、本事業における収入金額は、表 3-6 の a) b)を除き、表 3-6 の c) + α (油分回収増) によるメリットで事業性を計算することが必要だと考えている。

最後に、現状の石油スラッジの処理状況は、油分が多い石油スラッジは、再生油の利用許可を持った事業者 (セメント会社や石灰の焼成事業者等) が、燃料油代替として利用している。スラッジ (固体分) が多い石油スラッジに関しては、焼却炉を所有している産業廃棄物処理事業者が、焼却処理を行っている。

なお、どちらの処理方法においても、製油所から排出された石油スラッジを分別又は選別する産業廃棄物の事業者が、中間に入っているケースが多く見受けられる。

3.3 処理廃棄物の処理・リサイクルの制度・政策

3.3.1 廃棄物及び環境影響評価に関する法制度

インドネシアにおいては、1982年に日本の環境基本法に相当する環境管理法（1982年法律第4号、1997年に法律第23号として改正）が制定され、これを上位法として、環境に係る法律が制定されている。環境管理法では、廃棄物管理の所管部署、B3（インドネシア語では、bahan berbahaya dan beracun (hazardous and toxic substance) で、危険・有毒の意味。本報告書では、「有害」と表記している）廃棄物の定義、B3廃棄物の輸入禁止や罰則などが規定されている。インドネシアでは、この時点では、廃棄物をB3廃棄物とそれ以外の廃棄物にしか分類がなされていなかった。その後、本環境管理法の全面改訂として、2009年に環境保護管理法（2009年法律第32号）が制定され、現在、これがいわゆる環境基本法となっている。B3廃棄物の事例、環境管理・保護のための個人・企業・政府の責務を規定している。

廃棄物に関する法律は、2008年の廃棄物管理法（2008年法律第18号）が基礎となっている。ここで、廃棄物が3種類定義されている。家庭ごみ、一定の活動から生じる廃棄物（事業系廃棄物、公共施設等からの廃棄物）、特定廃棄物である。特定廃棄物は、有害物質、B3廃棄物、リサイクル不可能な廃棄物を含む。

廃棄物及び環境影響評価に関連する法律、政令、大統領令、省令等を表3-7、表3-8にまとめて示す。

表 3-7 廃棄物/環境影響評価関連の法令（法律、政令、大統領令）一覧

法令名称	内容等
法律/Act	
環境管理法（1982年法律第4号） Act regarding Environmental Management (No.4,1982)	1997年法律第23号で改訂。日本の環境基本法に相当。 廃棄物管理の所管部署、B3廃棄物の定義、B3廃棄物の輸入禁止や罰則などを規定
環境保護管理法（2009年法律第32号） Act regarding Environmental Protection and Management (No.32,2009)	環境管理法の全面改訂で、名称も変更された。 環境管理・保護のための個人・企業・政府の責務、環境影響評価などを規定。
廃棄物管理法（2008年法律第18号） Act regarding Solid Waste Management (No.18,2008)	廃棄物管理の基本的枠組みを規定。廃棄物の定義、排出源における排出抑制、3R概念などを規定。家庭系廃棄物が対象。
政令/Government Regulation	
★環境影響評価（1993年政令第51号） Govern. Reg. regarding Environmental Impact Assessment (No.51,1993)	1999年政令第27号で改訂。さらに2012年政令第27号（環境許可）で改訂、法令の名称も変更。 環境アセスメントの手続、環境許可申請を規定。
★有害廃棄物の管理（1994年政令第19号） Govern. Reg. regarding Hazardous and Toxic Substance Waste Management(No.19,1994)	1995年政令第12号、1999年政令第18号、1999年政令第85号、2014年政令第101号で全面改訂。有害廃棄物（B3廃棄物）の管理規定。
有害物質の管理（2001年政令第74号） Govern. Reg. regarding Hazardous and Toxic Substance Management(No.74,2001)	有害物質（B3）に関する管理規定。
家庭廃棄物の管理（2012年政令第81号） Govern. Reg. regarding Management of Household Waste and Household-like Waste (No.81,2012)	州、県/市の役割の明確化、3R活動の推進、廃棄物管理施策の策定、最終処分場の準備・運用は県/市の責務などを規定
大統領令/Presidential Regulation	
★バーゼル条約の批准(1993年大統領令第61号) Presidential Decree regarding ratification of Basel Convention on the Control of Transboundary Movement of Hazardous Wastes and Their Disposal(No.61,1993)	有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規則に関するバーゼル条約
★バーゼル条約 BAN 改正案の批准(2005年大統領令第47号) Presidential Decree regarding ratification of Amendment to Basel Convention on the Control of Transboundary Movement of Hazardous Wastes and Their Disposal(No.47,2005)	先進国から発展途上国への有害廃棄物の輸出を禁止するバーゼル条約 BAN 改正案

注) 本事業の試行/実施にあたり直接関連する法令に★印をつけている。

表 3-8 廃棄物/環境影響評価関連の法令（省令等）一覧

法令名称	内容等
【主として有害廃棄物関連】	
有害廃棄物の保管、回収、処理、最終処分に関する許可証の取得に関する手続（1994年環境影響管理庁長官令第68号） Decree of BAPEDAL regarding Procedures for Obtaining Permits of Collection, Storage, Treatment and Final Disposal of Hazardous and Toxic Waste (KEP-68/BAPEDAL/09/1995)	有害廃棄物（B3廃棄物）の保管、回収、処理、最終処分に関する許可証の取得に関する規定
有害廃棄物の保管、回収に関する手続と必要事項（1995年環境影響管理庁長官令第1号） Decree of BAPEDAL regarding Procedures and Requirements for Storage and Collection of Hazardous and Toxic Waste(KEP-01/BAPEDAL/09/1995)	有害廃棄物（B3廃棄物）の保管と回収に関する技術指針
★有害廃棄物管理票に関する手続と必要事項（1995年環境影響管理庁長官令第2号） Decree of BAPEDAL regarding Procedures and Requirements for Hazardous and Toxic Waste Manifest (KEP-02/BAPEDAL/09/1995)	有害廃棄物（B3廃棄物）を管理するためのマニフェスト書類に関する規定
有害廃棄物の処理に関する技術的必要事項（1995年環境影響管理庁長官令第3号） Decree of BAPEDAL regarding Technical Requirements for Hazardous and Toxic Waste Treatment (KEP-03/BAPEDAL/09/1995)	有害廃棄物（B3廃棄物）処理の技術指針
処理された有害廃棄物の処分及び処分場に関する手続と必要事項（1995年環境影響管理庁長官令第4号） Decree of BAPEDAL regarding Procedures and Requirements for Disposal of Treated Hazardous and Toxic Waste and Landfill Sites (KEP-04/BAPEDAL/09/1995)	処理された有害廃棄物（B3廃棄物）の処分と処分場に関する技術指針
★有害廃棄物に関するシンボルとラベル（1995年環境影響管理庁長官令第5号） Decree of BAPEDAL regarding Symbols and Labels for Hazardous and Toxic Waste (KEP-05/BAPEDAL/09/1995)	有害廃棄物（B3廃棄物）のシンボル、ラベルに関する規定
廃潤滑油の保管、回収に関する手続と必要事項（1996年環境影響管理庁長官令第255号） Decree of BAPEDAL regarding Procedures and Requirements for Storage and Collection of Used Lubricating Oil(KEP-255/BAPEDAL/08/1996)	廃潤滑油の保管、回収の方法と条件に関する規定
地方の有害廃棄物管理に関する監督の実施体制（1998年環境影響管理庁長官令第2号） Decree of BAPEDAL regarding Supervision System for Management of Hazardous and Toxic Waste in Local Area(KEP-02/BAPEDAL/01/1998)	地方の有害廃棄物（B3廃棄物）管理に関する監督の実施体制を規定

法令名称	内容等
有害廃棄物処理における協力体制（1998年環境影響管理庁長官令第3号） Decree of BAPEDAL regarding Establishment of Partnerships in Hazardous and Toxic Waste Treatment (KEP-03/BAPEDAL//1998)	有害廃棄物（B3廃棄物）管理のプログラム
有害廃棄物管理プログラムを優先的に実施する地域（1998年環境影響管理庁長官令第4号） (KEP-04/BAPEDAL//1998)	有害廃棄物（B3廃棄物）管理プログラムを優先的に実施する地域
廃油処理と油による土壌汚染に対する技術的要求事項の手続（2003年環境大臣令第128号） Ministerial Decree regarding Procedures for Technical Requirements of Oil Waste Treatment and Soil Contaminated by Oil Biologically(No.128,2003)	油濁汚染と油濁による土壌汚染に関する技術指針
港における有害廃棄物の回収と貯蔵施設（2007年環境大臣令第3号） Ministerial Decree regarding Facilities for Collection and Storage of Hazardous and Toxic Waste in Port(No.3,2007)	港における有害廃棄物（B3廃棄物）の回収・貯蔵施設に関する規定
★有害廃棄物の利用（2008年環境大臣令第2号） Ministerial Decree regarding Utilization of Hazardous and Toxic Waste(No.2,2008)	有害廃棄物（B3廃棄物）の有効利用に関する規定
有害物質のシンボル及びラベルの手続（2008年環境大臣令第3号） Ministerial Decree regarding Procedures for Symbol and Label of Hazardous and Toxic Substances(No.3,2008)	有害物質（B3）のシンボル、ラベルに関する規定
港における廃棄物管理（2009年環境大臣令第5号） Ministerial Decree regarding Waste Management in Port (No.5.2009)	港における廃棄物管理規定
有害廃棄物管理のライセンス取得手続（2009年環境大臣令第18号） Ministerial Decree regarding Licensing Procedures for Management of Hazardous and Toxic Waste(No.18,2009)	有害廃棄物（B3廃棄物）管理のライセンス取得手続に関する規定
有害廃棄物管理に関する地方政府の許可手続、監督及び汚染モニタリング（2009年環境大臣令第30号） Ministerial Decree regarding Permit and Supervision of Management of Hazardous and Toxic Waste and Pollution Monitoring of Recovery of Hazardous and Toxic Waste by Local Governments(No.30,2009)	有害廃棄物（B3廃棄物）管理に関する地方政府の許可手続等
地域における環境管理、エコラベル、クリーナプロダクション、環境にやさしい技術に関するガイダンスと監督（2009年環境大臣令第31号） Ministerial Decree regarding Guidance and Supervision of Implementation of Environmental Management Systems, Eco-label, Cleaner Production and Environmentally-friendly Technologies in Area(No.31,2009)	地域における環境管理、エコラベル、クリーナプロダクション、環境にやさしい技術の実施に関するガイダンスと監督

法令名称	内容等
有害廃棄物によって汚染された土地の回復手続（2009年環境大臣令第33号） Ministerial Decree regarding Procedures for Recovery of Contaminated Land by Hazardous and Toxic Waste(No.33, 2009)	有害廃棄物（B3廃棄物）によって汚染された土地の回復手続
有害物質の電子登録システム（2010年環境大臣令第2号） Ministerial Decree regarding Use of an Electronic System of Registration of Hazardous and Toxic Substance in Framework of Indonesian National Single Window in the Ministry of Environment(No.2,2010)	有害物質（B3）の電子登録システム（環境省で一元的に登録）
廃棄物バンクによる3Rガイドライン（2012年環境大臣令第13号） Ministerial Decree regarding Guidelines for Implementation of Reduce, Reuse, and Recycle through Waste bank(No.13,2012)	廃棄物バンクを通じた3R（リデュース、リユース、リサイクル）の実施に関するガイドライン。有価物を廃棄物バンクで取引。
【環境影響評価関連】	
環境管理手続と環境モニタリング手続のガイドライン（1994年環境影響管理庁長官令第12号）	環境管理、環境モニタリングの詳細手続の規定。
環境アセスメントの社会環境影響に関する技術ガイドライン（1996年環境影響管理庁長官令第299号）	環境影響評価に関する技術指針の詳細規定。
環境管理計画と環境モニタリング計画のガイドライン（1997年環境影響管理庁長官令第105号）	環境影響評価に必要な環境管理計画と環境モニタリング計画の技術指針の詳細規定。
環境アセスメントガイドライン（2000年環境影響管理庁長官令第9号）	環境影響評価に関するガイドラインの詳細規定。
環境アセスメント技術審査のためのガイドライン（2000年環境大臣令第2号）	委員会における環境影響評価の審査基準に関する詳細規定。
環境影響評価文書処理資格認定および資格養成機関（2010年環境大臣令第7号）	環境影響評価文書作成に関する資格認定と資格者を養成する機関に関する規定。
環境影響評価の評価・委員会許可条件と手続（2010年環境大臣令第15号）	2000年環境大臣令第40号、第41号、第42号の改訂。環境影響評価委員会に必要なライセンス取得条件とプロセスの詳細規定。
★環境影響分析の義務を有する事業/活動の計画の種類（2012年環境大臣令第5号）	2001年環境大臣令第17号、2006年環境大臣令第11号の改訂。環境影響評価を義務づけられる事業/活動の詳細および選定条件の詳細規定。
環境影響評価文書手続き（2012年環境大臣令第16号）	環境影響評価の取得に必要な文書の内容と手続の詳細規定。
環境影響評価住民参加および環境許可手続（2012年環境大臣令第17号）	2000年環境影響管理庁長官令第8号等の改訂。環境許可に対する住民参加の詳細規定。

注) 本事業の試行／実施にあたり直接関連する法令に★印をつけている。

出所 (表 3-7 と表 3-8) :

(1) 法令原文は一部、以下の Web からダウンロード可能であるが、およそ 1999 年以降に限られる。

- ・インドネシア環境省の法令一覧 Web : <http://jdih.menlh.id/>
- ・インドネシア政府法令一覧 Web : <http://www.indonesia.go.id/in/produk-hukum>

(2) 参考文献としては、以下がある。

- ・インドネシアにおける環境汚染の現状と対策、環境対策技術ニーズ／日本国環境省の Web / <https://www.env.go.jp/air/tech/ine/asia/indonesia/SeidoIN.html>
- ・インドネシアにおける法制度の整備・執行 / <https://www.env.go.jp/air/tech/ine/asia/indonesia/files/law/files/law2014.pdf>
- ・JETRO アジア経済研究所／アジア各国における産業廃棄物・リサイクル政策情報提供事業報告書 (第 10 章インドネシアの産業廃棄物・リサイクル政策) / 経済産業省委託, 2007 年
- ・東京海上日動リスクコンサルティング株式会社／我が国製造業の海外展開ニーズが高い地域の環境保全制度比較調査報告書 / 経済産業省委託, 2014 年 2 月
- ・三菱マテリアル株式会社／インドネシアにおける銅製錬所を活用した非鉄金属リサイクル事業に関する実施可能性調査報告書 / 経済産業省委託, 2012 年 3 月
- ・株式会社エックス都市研究所／アジア地域 マレーシア及び近隣国 E-waste 管理に関する情報収集・確認調査ファイナルレポート / JICA 委託, 2014 年 7 月
- ・株式会社東亜オイル興業所／インドネシア国等における油性廃棄物総合リサイクル事業化可能性調査報告書 / 経済産業省委託, 2013 年 10 月
- ・地球・人間環境フォーラム／環境問題に関する OECD 加盟国等の貿易保険制度調査報告書 Part II 事業実施諸国における環境関連規則 / 経済産業省委託, 2007 年 2 月 など

(1) 廃棄物の定義

インドネシアにおける廃棄物は、家庭廃棄物 (household waste : 特定廃棄物を除く)、家庭廃棄物に類似の廃棄物 (household-like waste : 事業系一般廃棄物)、特定廃棄物 (specific waste) に分類され、特定廃棄物は、有害物質 (B3)、B3 廃棄物、災害廃棄物、建設廃棄物、現存する技術では処理できない廃棄物、定期的に発生しない廃棄物と定義している。

インドネシアで問題となる B3 廃棄物は、2014 年政令第 101 号 (有害廃棄物の管理) において、次のように定義されている。

B3 廃棄物とは、その性質、濃度、総量が危険、かつ有毒な物質を含み、これによって直接かつ間接に環境を汚染または破壊したり、事業や活動を通して、環境、健康、人類その他生物の持続的生活に危険をもたらしたりする残滓である。したがって、家庭を含めて、各分野から発生する有害物質を含む廃棄物が、B3 廃棄物に含まれることになる。

表 3-9 に 2014 年政令第 101 号に掲載されている B3 廃棄物のリストを示す。不特定発生源、一般特定発生源、特別特定発生源 (新たに追加)、使用期限切れ・流出物・梱包材・仕様を満足しない不良品の汚染物質を包括した有害廃棄物リストが示されている。汚染物質の種類等は、1999 年政令第 18 号に比べて増加している。リストにない場合には、試験の結果、爆発性、可燃性、反応性、有毒性、感染性、腐食性のいずれか又は複数の特性があれば、B3 廃棄物となる。このうち、オイルスラッジのリサイクルに関連すると思われる B3 廃棄物を表 3-10 に示す。なお、改正により、B3 廃棄物の危険度カテゴリー区分 1、2 が導入されており、保管、収集等において制約が異なっている。

表 3-9 B3 廃棄物の種類

発生源等	廃棄物名称等
<p>不特定発生源からの有害廃棄物 (合計 64 種類)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・有機塩素系溶剤（廃棄物コード：A101a～A112a, テトラクロロエチレン、塩化メチレン、クロロベンゼン、トリクロロエタン、四塩化炭素等）（12 種類、危険度 1） ・非有機塩素系溶剤（廃棄物コード：A1001b～A121b, キシレン、ジメチルベンゼン、アセトン、酢酸エチル、シクロヘキサン、メタノール、トルエン、イソブタノール等）（21 種類、危険度 1） ・酸/塩基（廃棄物コード：A101c～A110c, 水酸化アンモニウム、リン酸、硫酸等）（10 種類、危険度 1） ・その他不特定発生源からの有害廃棄物（廃棄物コード：A101d～B110d, PCB 廃棄物、鉛スクラップ、廃油、アスベスト、電子廃棄物等）（21 種類、危険度 1&2 混在）
<p>一般特定発生源からの有害廃棄物 (産業活動の合計 57 種類)</p>	<p>産業/事業コード：01～57 の産業活動からの廃棄物、危険度 1&2 混在</p> <ul style="list-style-type: none"> ・肥料、殺虫剤、クロロアルカリ工業、粘着性樹脂 ・ポリマー工業、石油化学工業、木材防腐剤製造 ・鉄・鉄鋼の溶解及び加工、仕上げ加工 ・鉛精錬、銅精錬、アルミ精錬、Ni 精錬、錫精錬、Mn 精錬、非鉄処理 ・インク製造、繊維業 ・自動車、機械の組立製造 ・電気めっき、塗料 ・乾電池、湿電池、電気構成・組立 ・石油・天然ガス・地熱掘削、石油・天然ガス精製、鉱業、ボイラー ・皮革なめし、染料業、製薬、病院・研究実験機関、商業研究所 ・写真業、石炭コークス製造、廃油リサイクル、石鹼・洗剤/洗浄液・消毒・化粧品 ・アルミ冶金・化成コーティング、亜鉛の溶解・加工仕上げ、非鉄金属加工、金属加工硬化、金属/プラスチック成形 ・ランドリー、産業排水の処理施設、廃棄物焼却、廃溶剤リサイクル、ガス業、シール・ガスケット・パッキング、紙製品 ・化学/工業洗浄業、写真コピー業 ・電力を生産または利用する全ての産業 ・建設業、自動車整備業
<p>特別特定発生源からの有害廃棄物 (合計 17 種類)</p>	<p>廃棄物コード：B401～B417 の汚染物質、全て危険度 2 銅スラグ、鉄鋼スラグ、Ni スラグ、錫スラグ、電炉ダスト、飛灰、焼却灰、汚泥、漂白土、ジプサム、石灰石、尾鉱など</p>
<p>使用期限切れ・流出物・梱包材・仕様を満足しない不良品の汚染物質 (合計 376 種類)</p>	<p>廃棄物コード：A2001～A2376 の汚染物質。全て危険度 1 ワルファリン～トリクロロフェノールまで</p>

出所) 有害廃棄物の管理 2014 年政令第 101 号の付属書 1、JFE 環境による仮和訳

表 3-10 オイルスラッジリサイクルに関連する B3 廃棄物

産業/事業コード	業種/ 排出源	発生する廃棄物	危険度
07	石油、ガス精製所 ・ガス、燃料、溶剤等を生成する石油精製プロセス ・潤滑油、グリース等製造工程 ・石油、天然ガス精製工程 ・溶存空気浮選ユニット ・熱交換器洗浄 ・貯蔵タンク	処理、保管中に発生する汚泥/物理的、化学的分離後のスラッジ	1
		タンク底部の残留物	1
		スロップオイルエマルジョン固形分	1
		使用済み触媒	2
		使用済み活性炭	2
		使用済みフィルター、フィルター粘土	2
		排ガス装置ダスト	2
30	石油、ガス、地熱の開発と生産 ・開発生産活動 ・生産、保管設備の保守活動 ・貯蔵タンク	タンク底部の残留物	1
		生産工程からの残留物	1
		掘削泥水、掘削切り屑、合成油の廃棄物	2
		使用済み活性炭	2
		使用済み吸収材、フィルター	2
40	使用済み潤滑油リサイクル ・処理、保管、収集設備における精製、再生処理 ・排ガス処理設備	蒸留、蒸発処理の残留物	1
		タンク底部の油、汚泥等の残留物	1
		使用済み吸収材、フィルター	2
		排ガス装置ダスト	2

出所) 有害廃棄物の管理 2014 年政令第 101 号の付属書 1、JFE 環境による仮和訳

(2) 廃棄物の発生、収集、処理等の責任について

表 3-11 に B3 廃棄物の発生者、収集者、処理者等の定義と責任等をまとめて示す。改正により、投棄（処分）をする法人が追加されているが、鉱山、海洋採掘関連のため割愛する。

表 3-11 B3 廃棄物の発生者、収集者、処理者等の定義と責任等

関係者	関係者の定義	責任等
発生者	B3 廃棄物を発生させる事業または活動を行う者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃棄物の削減の義務があり、削減実施後、6 ヶ月以内に最低 1 回環境林業省に提出。また、管理保管の義務がある。 ・ 廃棄物を引き渡す前に、B3 廃棄物の発生後、50kg/日以上の場合、最大 90 日間保管しておくことができる。危険度 1 で 50kg/日未満の場合は、最大 180 日間まで可能。また、危険度 2（不特定、一般特定排出源）で 50kg/日未満の場合は、最大 365 日間まで、更に危険度 2（特別特定発生源）の場合、最大 365 日間まで可能。 ・ B3 廃棄物の発生源、種類、特徴、総量、処理等の記録作成・保管の義務。最低 3 ヶ月に 1 回、県長/市長および環境林業省に届出の義務。 ・ （保管や運搬を行う際のラベル等の表示については、1995 年環境影響管理庁長官令第 5 号で規定。）
収集者	B3 廃棄物の収集活動を行う法人	<ul style="list-style-type: none"> ・ B3 廃棄物に関する発生源、種類、特徴、総量等の記録作成、分別の実施、最低 3 ヶ月に 1 回、環境林業省、州知事（又は県長/市長）に届出義務。 ・ 利用者、処理者あるいは処分者に引き渡す前に、B3 廃棄物を最大 90 日間保管することができる。
運搬者	B3 廃棄物の運搬活動を行う法人	<ul style="list-style-type: none"> ・ 危険度 1 の B3 廃棄物は、閉鎖型輸送設備で、危険度 2 に対しては、開放型輸送設備でも可。 ・ 輸送者は、B3 廃棄物の発生源、種類、特徴、総量、輸送設備、最終仕向地、委託証明（マニフェスト）等の報告書作成・保管の義務。最低 3 ヶ月に 1 回、環境林業省及び通信情報省に届出の義務。
利用者	リカバリー、リユース、リサイクルといった B3 廃棄物の利用に関する事業を行う法人	<ul style="list-style-type: none"> ・ 放射能汚染レベルが規定値以上の B3 廃棄物は再利用不可。 ・ B3 廃棄物再利用のための、廃棄物管理許可の取得ならびに再利用試験実施許可（1 年間有効で、延長不可）が必要。 ・ 再利用報告書を最低 3 ヶ月に 1 回環境林業省に提出する義務。収集廃棄物の特定、再利用分の種類・量・特徴、保管場所の設定と保管、汚染水・大気汚染に関する事項等を含む。
処理者	有害性や毒性を除去あるいは削減する法人	<ul style="list-style-type: none"> ・ 処理は、熱処理、安定化・凝固等による。 ・ B3 廃棄物処理のための、廃棄物管理許可の取得ならびに処理試験実施許可（1 年間有効で、延長不可）が必要。 ・ 処理報告書を最低 3 ヶ月に 1 回環境林業省に提出する義務。収集廃棄物の特定、再利用分の種類・量・特徴、保管場所の設定と保管、汚染水・大気汚染に関する事項等を含む。 ・ 廃棄物処理実施基準の遵守、処理残留物の保管および安定化処理後の派生物は最終処分場に埋め立てる。 ・ （処理技術や施設の要件については、1995 年環境影響管理庁長官令第 3 号で規定だが、今後公布予定の規則による。）
埋立処分者	埋立てを行う法人	<ul style="list-style-type: none"> ・ B3 廃棄物埋立のための、廃棄物管理許可の取得が必要。 ・ 埋立報告書を最低 3 ヶ月に 1 回環境林業省に提出する義務。収集廃棄物の特定、埋立の種類・量・特徴、環境基準等を含む。

出所) 有害廃棄物の管理 2014 年政令第 101 号、JFE 環境による仮和訳

(3) マニフェスト制度について

マニフェスト（B3 廃棄物ドキュメント）制度は、1995 年環境影響評価庁長官令第 2 号に基づき実施されている。

7 枚一組になった書類で、発生場所から処理、処分場所までの流れが管理できるようになっている。図 3-7 にマニフェストの流れを示す。

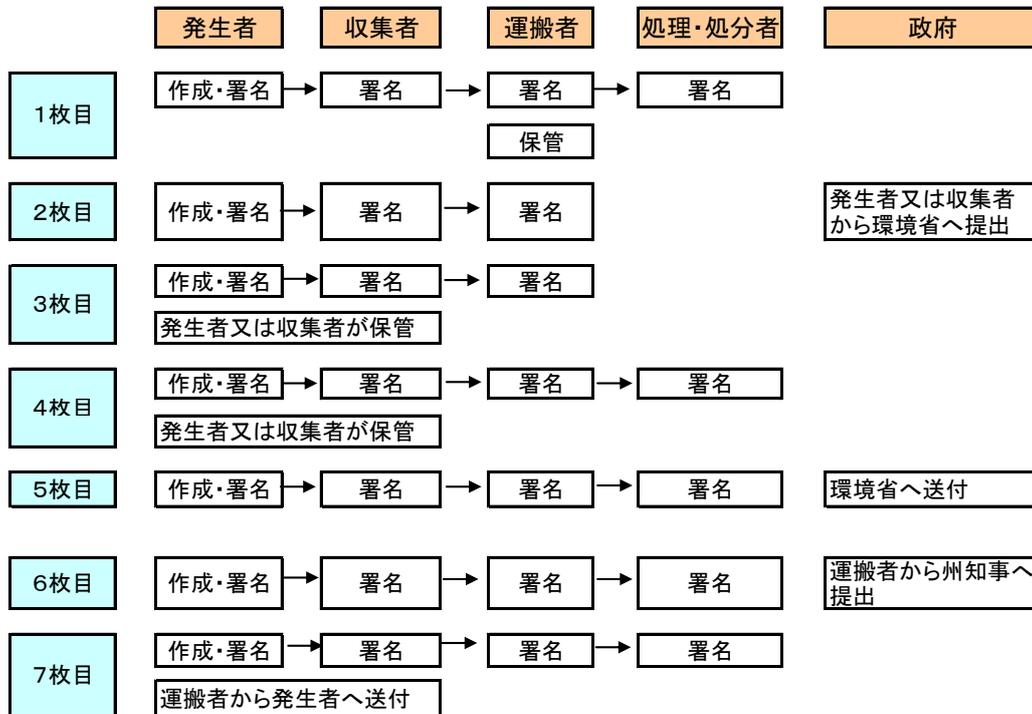


図 3-7 マニフェストの流れ

出所) 1995 年環境影響管理庁長官令第 2 号

(4) 廃棄物・リサイクル関連の省庁

環境問題、廃棄物・リサイクル問題等を担当する国の組織として、環境省と環境影響管理庁が設置されていたが、2002 年 7 月に環境影響管理庁（BAPEDAL）が環境省と合併し、新たな環境省（Kementerian Lingkungan Hidup : 略称 KLH）となった。環境保全対策の実施や環境監視等の業務が環境省に組み込まれたが、環境影響管理庁が持っていた法執行権限は地方政府に委譲されている。

その後、2014 年末に環境省と林業省が統合され、2015 年大統領令第 16 号（環境林業省）により、環境林業省（Ministry of Environment and Forestry）の組織化が、2015 年 1 月に公布されている。図 3-8 に組織図を示す。旧環境省に関する組織は、そのまま引き継がれており、大きくは、官房、9 総局、2 庁、監督局、専門家（5 分野）よりなる。インドネシア環境林業省でのヒアリングによれば、省庁再編の目的は大臣や局長の数を削減することが目的である。

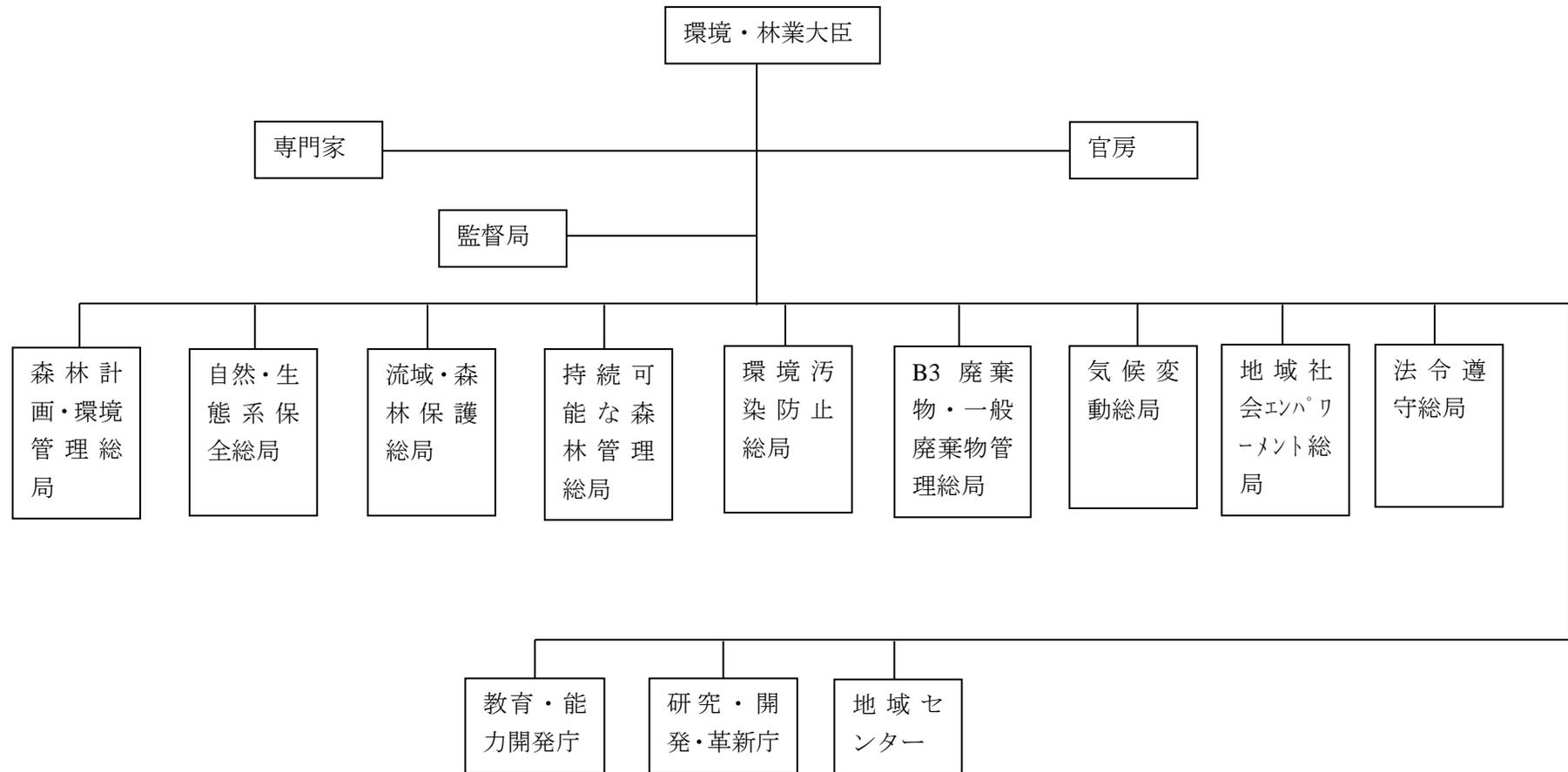


図 3-8 環境林業省の組織図

注) 専門家の分野は、国際貿易/産業、エネルギー、天然資源経済、食品
出所) 2015年大統領令第16号をもとに作成

3.3.2 輸出入に関する規制

インドネシアにおいては、1993 年大統領令第 61 号（バーゼル条約の批准）によって、有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規則に関するバーゼル条約を批准している。さらに、2005 年大統領令第 47 号（バーゼル条約 BAN 改正案の批准）によって、先進国から発展途上国への有害廃棄物の輸出を禁止するバーゼル条約 BAN 改正案を批准している。

バーゼル条約では、特定の有害廃棄物の輸出には、輸入国の書面による同意を要すること、同廃棄物の運搬、処分は許可された者のみが行うことができること、非締約国との同廃棄物の輸出入を原則禁止すること、ただし非締約国との間でも二国間または多数国間での取決めを結ぶことができること等が規定されている。

我が国では、1992 年に国内法（特定有害廃棄物等の輸出入等の規制に関する法律）を制定し、1993 年にバーゼル条約に加盟している。主な内容としては、特定有害廃棄物等（有価物も対象）を輸出する場合には外国為替及び外国貿易法にのっとり、輸出の承認を得ること、申請は経済産業大臣へ、写しを環境大臣へ行い、環境大臣が輸出国や通過地点国の承認を得た後に経済産業大臣から許可を得ること、輸入の場合は、環境大臣が輸出国に対する同意を得た後に輸入可能となることなどが規定されている。

インドネシア国内法では、バーゼル条約の批准を受けて、1994 年政令第 19 号（有害廃棄物の管理）を制定した。これらは、1995 年そして 1999 年政令第 85 号で改正されている。1999 年の改正では、国境を越える B3 廃棄物の国土内への移動を禁止している。また、1997 年法律第 23 号（環境管理法）において、有害廃棄物の輸入を禁止する条項および輸入時の罰則や廃棄物輸入ライセンスの発行停止を定める条項が含まれている。

3.3.3 許認可

2014 年政令第 101 号（有害廃棄物の管理）において、廃棄物関連事業を行うとする事業者に対する許認可手続きに関する事項が規定されている。改正前の 1999 年政令第 18 号に比べて、規定が詳細化されていることが特徴である。政令に記載されている各主体別の B3 廃棄物の管理許可の取得手続きのまとめを表 3-12 に、手続きに必要な書類を表 3-13、表 3-14 に示すとともに、主な項目を以下にまとめる。

・ 許可の対象

- B3 廃棄物の保管、収集、運搬、再利用（再使用、リサイクルを含む）、処理（有害廃棄物を熱処理または物理的、化学的に安定や固化によって処理すること）、埋立処分事業者は、環境大臣等³ から、目的とする B3 廃棄物管理許可を取得しなければならない。
- 目的とする B3 廃棄物管理許可に応じて、提出先は異なるが、輸送のための B3 廃棄物管理許可を除いて環境許可の取得が前提となっている。この環境許可について

³ 「環境大臣」としている部分は、現在は「環境林業大臣」に該当する。2015 年の省庁再編以前に制定された法律、規則等における表記については、原文でも「環境大臣」と記載されているため、本稿では、法律文に記載の表現のままとする。

は、環境影響評価制度の節で述べる。

- ・ 許可の有効期限
 - B3 廃棄物管理許可は、埋立処分を目的としたもの以外は、ほぼ5年間有効で、延長が可能である。埋立処分を目的としたB3 廃棄物管理許可は、10年間となっている。
- ・ 申請手続き
 - 申請にあたっては、申請者の身分証明書、事業主体の設立証書、扱うB3 廃棄物の名称・発生源・特性・量を基本として、それぞれの対象ごとに必要書類は異なっている。
 - なお、保管以外を目的としたB3 廃棄物管理許可取得にあたっては、環境汚染や環境損傷の影響軽減に備えた資金及び環境機能回復の確保に備えた資金の所有を証する証拠が必要である。
 - B3 廃棄物運搬者は、環境大臣から勧告⁴を受け取った後で、輸送を目的とした環境管理許可を輸送セクター担当大臣（運輸大臣）に申請する。許可された運送証券は環境大臣に提出することになっている。
 - B3 廃棄物再利用者は、B3 廃棄物管理許可を申請する前に、上述の環境許可の取得とB3 廃棄物再利用試験実施の承認を取得しなければならない。
 - B3 廃棄物処理者は、B3 廃棄物管理許可を申請する前に、上述の環境許可の取得とB3 廃棄物処理試験実施許可を取得しなければならない。
 - B3 廃棄物管理許可の取得までの日数は、申請書に瑕疵がない場合、それぞれの目的に応じて、以下となっている。⁵

保管のためのB3 廃棄物管理許可：申請後、54 営業日以内

収集のためのB3 廃棄物管理許可：申請後、54 営業日以内

輸送のためB3 廃棄物管理許可：B3 廃棄物運搬のための勧告申請後、54 営業日以内
＋管理許可取得日数

再利用のためのB3 廃棄物管理許可：B3 廃棄物再利用試験実施の申請後、108 営業
日以内＋28 日以内＋再利用試験日数

処理のためのB3 廃棄物管理許可：B3 廃棄物処理試験実施の申請後、108 営業日
以内＋28 日以内＋処理試験日数

埋立処分のためのB3 廃棄物管理許可：申請後、汚染物濃度総合試験日数＋54 営業
日以内

⁴ 政令の英語版では、recommendation of B3 waste transportation となっており、環境大臣から運輸大臣への、輸送のためのB3 廃棄物管理許可発行のための推薦状である。

⁵ ここに示す所用日数は政令に記載された日数を合算したもので、実際にかかる日数を担当部局等に確認したものではない。

表 3-12 B3 廃棄物の管理許可の取得手続

申請者	B3 廃棄物管理許可の種類	申請書提出先	申請要件	有効期間	取得までの日程
発生者	保管のための管理許可	県長/市長	・ 事前に環境許可の取得	5 年間有効、延長可	・ 45 営業日以内に実体審査し、審査結果確定後 7 営業日以内に許可を発行
収集者	収集のための管理許可	収集の規模に応じて、 ・ 県長/市長又は ・ 州知事又は ・ 環境大臣	・ 事前に環境許可の取得 ・ 収集廃棄物は、利用又は処理可能なもの	5 年間有効、延長可	・ 45 営業日以内に実体審査し、審査結果確定後 7 営業日以内に許可を発行
運搬者	輸送のための管理許可	運輸大臣	・ 事前に B3 廃棄物の輸送に対する勧告を受領（環境大臣宛） ・ 勧告の記載内容（運送証券の記号、B3 廃棄物の名称・特性、勧告の有効期間）	別途、規則による	・ 45 営業日以内に実体審査し、審査結果確定後 7 営業日以内に勧告を発行 ・ 勧告取得後、管理許可を申請
利用者	再利用のための管理許可	環境大臣	・ 事前に環境許可の取得 ・ 事前に B3 廃棄物再利用試験実施の承認許可の取得（環境大臣宛） ・ 再利用試験実施の承認取得の条件は以下。 －材料の代替品で、国家基準を満たさないもの －エネルギー源の代替品 －原料として再利用の場合は、不要。	<再利用試験実施許可> 1 年間有効、延長不可 <管理許可> 5 年間有効、延長可	・ 45 営業日以内に実体審査し、審査結果確定後 7 営業日以内に再利用試験実施許可を発行。 ・ 試験実施許可取得後 7 日以内に試験を開始。試験実施後、7 日以内に、報告書を提出。環境大臣は、報告書受領後 7 日以内に決定を発行。決定通知受領後 7 日以内に、管理許可申請書を提出。 ・ 45 営業日以内に実体審査し、審査結果確定後 7 営業日以内に管理許可を発行。
処理者	処理のための管理許可	環境大臣	・ 事前に環境許可の取得 ・ 事前に B3 廃棄物処理試験実施の承認許可の取得（環境大臣宛） ・ 処理の条件は以下。 －熱処理 －安定化と固化 －新技術によるもの	<処理試験実施許可> 1 年間有効、延長不可 <管理許可> 5 年間有効、延長可	・ 45 営業日以内に実体審査し、審査結果確定後 7 営業日以内に処理試験実施許可を発行。 ・ 試験実施許可取得後 7 日以内に試験を開始。試験実施後、7 日以内に、報告書を提出。環境大臣は、報告書受領後 7 日以内に決定を発行。決定通知受領後 7 日以内に、管理許可申請書を提出。 ・ 45 営業日以内に実体審査し、審査結果確定後 7 営業日以内に管理許可を発行。
埋立処分者	埋立処分のための管理許可	環境大臣	・ 事前に環境許可を取得 ・ 事前に汚染物濃度の総合試験 ・ B3 廃棄物処理実施基準に基づき処理	10 年間有効、延長可	・ 汚染物濃度の総合試験終了後 30 日以内に、管理許可を申請 ・ 45 営業日以内に実体審査し、審査結果確定後 7 営業日以内に管理許可を発行。

出所) 2014 年政令第 101 号 (有害廃棄物の管理)

表 3-13 B3 廃棄物の管理許可の取得のための手続書類(a)

発生者	収集者	運搬者	利用者	処理者	埋立処分者
<p><保管の管理許可></p> <ul style="list-style-type: none"> 申請者の身分証明書 事業主体の設立証書 保管する B3 廃棄物の名称、発生源、特性、数量 B3 廃棄物の保管場所について記述した文書 B3 廃棄物の包装について記述した文書（特別特定発生源からの危険度 2 の保管活動に対しては、適用除外）等 <p>注) 保管場所の要件は以下。</p> <ul style="list-style-type: none"> B3 廃棄物の保管場所であること（洪水から被害を受けない、自然災害に対して脆弱でない） B3 廃棄物の保管施設は、B3 廃棄物の量と特性に対して適切である 環境汚染対策がなされていること 緊急時対応用の設備があること 	<p><収集の管理許可></p> <ul style="list-style-type: none"> 申請者の身分証明書 事業主体の設立証書 収集する B3 廃棄物の名称、発生源、特性 B3 廃棄物の保管場所について記述した文書 B3 廃棄物の容器について記述した文書（特別特定発生源からの危険度 2 の保管活動に対しては、適用除外） B3 廃棄物の収集手順 環境汚染や環境損傷の影響軽減に備えた資金と環境機能回復の確保に備えた資金の所有権を証する証拠 <p>注) 保管場所の要件は、発生者の項と同様。</p>	<p><輸送のための勧告></p> <ul style="list-style-type: none"> 申請者の身分証明書 事業主体の設立証書 環境汚染や環境損傷の影響軽減に備えた資金と、環境機能回復の確保に備えた資金の所有権を証する証拠 輸送設備の所有権を証する証拠 B3 廃棄物の輸送に関する書類（・輸送設備の種類と数量、・輸送しようとする B3 廃棄物の発生源、名称、特性、・緊急時の B3 廃棄物の取扱い手順、・B3 廃棄物に対処する設備、・B3 廃棄物の積み降ろし手順） 許可を有する、B3 廃棄物排出者、B3 廃棄物収集者、B3 廃棄物利用者、B3 廃棄物処理者、B3 廃棄物投棄者の間における協力契約書 	<p><試験実施許可></p> <ul style="list-style-type: none"> 申請者の身分証明書 事業主体の設立証書 環境汚染や環境損傷の影響軽減に備えた資金と環境機能回復の確保に備えた資金の所有権を証する証拠 B3 廃棄物再利用のための機器、手順、施設の試験計画書（試験場所、試験日程、B3 廃棄物再利用のための機器、手順、施設に関する説明書、試験実施計画の説明書、試験実施手順書） 	<p><処理試験実施許可></p> <ul style="list-style-type: none"> 申請者の身分証明書 事業主体の設立証書 環境汚染や環境破壊に対処するための資金と環境機能回復のための保証金の所有を証明する書類 B3 廃棄物処理のための機器、手順、技術、施設の試験計画書（試験場所、試験日程、B3 廃棄物処理のための機器、手順、施設に関する説明書、試験実施計画の説明書、試験実施手順書） 	<p><埋立の管理許可></p> <ul style="list-style-type: none"> 環境許可の写し B3 廃棄物処理試験実施許可の写し 申請者の身分証明書 事業主体の設立証書 B3 廃棄物の名称、排出源、特性、量 B3 廃棄物保管場所に関する説明書 B3 廃棄物の梱包状態に関する説明書 B3 廃棄物埋立場所と施設に関する説明書 B3 廃棄物埋立の設計、技術、方法、処理についての説明書 B3 廃棄物埋立の工程 環境汚染や環境破壊に対処するための資金、環境機能回復のための保証金の所有を証明する書類等

表 3-14 B3 廃棄物の管理許可の取得のための手続書類(b)

運搬者	利用者	処理者
<p><輸送の管理許可></p> <ul style="list-style-type: none"> ・別途、規則により制定されている。 	<p><再利用の管理許可></p> <ul style="list-style-type: none"> ・環境許可の写し ・B3 廃棄物再利用試験実施許可の写し ・申請者の身分証明書 ・法人の定款 ・B3 廃棄物再利用試験実施結果の説明書（B3 廃棄物の名称、排出源、特性、成分、量、再利用対象の B3 廃棄物の試験結果等） ・B3 廃棄物保管場所に関する説明書 ・B3 廃棄物の梱包状態に関する説明書 ・B3 廃棄物再利用の実施技術、方法、処理、容量が試験実施許可記載内容と合致していることの説明書 ・B3 廃棄物再利用のための、添加原料や補助剤の名称、量 ・B3 廃棄物再利用の工程 ・環境汚染や環境破壊に対処するための資金、環境機能回復のための保証金の所有を証明する書類等 	<p><処理の管理許可></p> <ul style="list-style-type: none"> ・環境許可の写し ・B3 廃棄物処理試験実施許可の写し ・申請者の身分証明書 ・法人の定款 ・B3 廃棄物処理試験実施結果の説明書 ・B3 廃棄物の名称、排出源、特性、量 ・B3 廃棄物保管場所に関する説明書 ・B3 廃棄物の梱包状態に関する説明書 ・B3 廃棄物処理の計画、技術、方法、工程、容量、施設についての説明書 ・B3 廃棄物処理のための、添加原料や補助剤の名称、量 ・B3 廃棄物処理の工程 ・環境汚染や環境破壊に対処するための資金、環境機能回復のための保証金の所有を証明する書類等

3.3.4 環境影響評価制度

インドネシアにおける環境影響評価制度（環境アセスメント制度）は、AMDAL（Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup）とよばれ、環境許可や事業許可の取得に不可欠なものである。2009年に改正された、2009年法律第32号（環境保護管理法）では、環境アセスメント、環境基準等の大きな枠組みが規定されている。AMDALに特化した法令は、1993年政令第51号（環境影響評価）、1999年政令第27号で改訂され、その後、2012年政令第27号（環境許可）で、法令の名称が変更されて大幅な改正が行われている。環境影響評価の対象となる事業/活動の種類及び規模については、2012年環境大臣令第5号（環境影響分析の義務を負う事業/活動の計画の種類）に規定されている。関連する主な法令は、表3-7、表3-8に示したとおりである。

(1) AMDAL を必要とする事業/活動

環境保護管理法（2009年法律第32号）によれば、環境に重大な影響をもたらす全ての事業/活動は、AMDALを行う必要があると規定され（第22条）、以下の10の事業/活動が列挙されている。（表3-15参照）

表 3-15 AMDAL を行う必要がある事業/活動

a. 陸地及び景観の形状の変化
b. 天然資源、再生可能資源及び非再生可能資源の利用
c. 環境汚染または環境損失を引き起こす可能性のある工事/活動及び天然資源の利用に伴うその乱用または劣化
d. 社会的、文化的な環境並びに自然環境、人工環境に影響を及ぼす可能性のある事業/活動
e. 自然資源保護地域の保全や文化保護区の保全に影響を及ぼす可能性のある事業/活動
f. 植物、動物及び微生物の導入
g. 生物学的物質または非生物学的物質の生産と使用
h. 廃棄物の発生または天然資源への影響、悪化を引き起こす可能性のある事業/活動
i. 高い危険性のある活動または国家の安全に影響を及ぼす活動
j. 潜在的に環境に影響を及ぼすと予測される技術の利用

出所) 環境保護管理法（2009年法律第32号）

2012年環境大臣令第5号（環境影響分析の義務を負う事業/活動の計画の種類）では、AMDALが義務づけられる事業/活動の計画の種類として、13分野があげられている。それらは、A.マルチセクター分野、B.国防分野、C.農業分野、D.漁業及び海洋資源分野、E.林業分野、F.輸送分野、G.人工衛星技術分野、H.産業分野、I.公共事業分野、J.住宅及び地域分野、K.エネルギー・鉱物資源分野、L.観光分野、M.原子力分野、N.有害廃棄物（B3廃棄物）の管理分野である。

本プロジェクトが関連するB3廃棄物の管理分野について、詳細を表3-16に示す。表3-16を参照すると、本プロジェクト（石油スラッジのリサイクル事業）は、AMDALの義務を負わない案件と考えられるが、表に記載されていない場合には、別の方法により、判断されることになっている。

表 3-16 AMDAL が義務づけられている B3 廃棄物管理分野

No.	活動の種類	規模	科学的根拠
1	B3 廃棄物の再利用、処理、埋立処分を含む、2 種類以上の活動を行う B3 廃棄物管理サービス事業	全て	a.潜在的にダイキシン等汚染物質を排出 b.大気の質の低下を引き起こす可能性（ダスト、SOx、NOx、HF、HCl、As、Cd、Cr、Pb、Hg、Tl） c.製品や埋立て地からの浸出水の有害成分の環境へのリスク
2	B3 廃棄物の再利用		
	a.セメントキルンでの合成燃料としての利用	全て	a.潜在的にダイキシン等汚染物質を排出 b.大気の質の低下を引き起こす可能性（ダスト、SOx、NOx、HF、HCl、As、Cd、Cr、Pb、Hg、Tl）
	b.B3 廃棄物を燃料に混合する	全て	潜在的にダイキシンや他の危険物質を排出
	c.セメント製造において、代替物質として利用。飛灰は除く。	全て	a.放射性物質を含む B3 廃棄物の拡散抑止 b.製品からの浸出の環境への放出を抑止
	d.潤滑油リサイクルにおいて、原料としての廃油の利用	全て	潜在的に有害な有機・無機物質の大気、環境汚染を引き起こす
	e.溶剤リサイクルにおける廃溶剤の利用	全て	潜在的に有害な有機・無機物質の大気、環境汚染を引き起こす
	f.鉛精錬への廃蓄電池の利用	全て	潜在的に有害な有機・無機物質の大気、環境汚染を引き起こす
	g.廃蓄電池、アキュムレータのインゴットへの利用	全て	潜在的に有害な有機・無機物質の大気、環境汚染を引き起こす
	h.廃触媒の利用	全て	a.潜在的にダイキシン等汚染物質を排出 b.大気の質の低下を引き起こす可能性（ダスト、SOx、NOx、HF、HCl、As、Cd、Cr、Pb、Hg、Tl）
3	B3 廃棄物の処理		
	a.焼却による熱処理	全て	a.潜在的にダイキシン等汚染物質を排出 b.大気の質の低下を引き起こす可能性（ダスト、SOx、NOx、HF、HCl、As、Cd、Cr、Pb、Hg、Tl）
	b.生物学的な処理	全て	有害な有機・無機物質の大気、土壌、水汚染を引き起こす可能性
	c.地層への注入、再注入	全て	a.環境汚染を引き起こす再注入時の地層の破壊可能性 b.地下水学的なパターンの破壊可能性
4	埋立処分場クラス 1、2、3 への投棄	全て	a.埋立場として指定されている場所の制限 b.最低 30 年にわたるモニタリングの管理 c.埋立処分場からの、環境汚染物の浸出リスク

出所) 2012 年環境大臣令第 5 号（環境影響分析の義務を負う事業/活動の計画の種類）の付属書 I の II の表

(2) 環境許可手続フロー

インドネシアでは、環境影響評価の手続を経て、環境許可が取得できる。この手続フローを図 3-9 に示す。

まず、事業者は事業/活動計画を内容に応じて、担当省庁、州知事、または県長/市長に提出する。各レベルの環境部署が AMDAL の必要性のスクリーニングを行う。2012 年環境大臣令第 5 号（環境影響分析の義務を負う事業/活動の計画の種類）の付属書 I（AMDAL を保有する義務を負う事業/活動の計画の種類）にリストアップされている事業の場合は、AMDAL が必要であるが、リストアップされていない場合は、事業/活動の実施場所や特徴に関する質問票への回答を考慮して、AMDAL の必要性を決定する。重大な影響の決定基準には、以下の項目が用いられる。

- 影響を受ける人口総数
- 影響を受ける地域面積
- 影響の強度と継続期間
- 影響を受ける他の環境要素の数
- 累積した影響の特徴
- 影響の変化または継続

各レベルの環境部署がスクリーニングした結果に基づき、最終的には、環境大臣が AMDAL の必要性を決定する。

次に、AMDAL 必要性の有無にかかわらず、方法書（TOR: terms of reference、事業/活動の全体の構成を形成する環境影響分析の枠組み）を内容に応じて、中央、州、県/市の AMDAL 評価委員会事務局を通じて、環境大臣、州知事または県長/市長に提出する。方法書は AMDAL 評価委員会で審査され（実際には委託を受けた技術チームが審査）、承認書が発行される。審査期間は、形式審査の後 30 営業日以内である。

次のステップは、AMDAL が必要な場合と不要の場合で対応が異なる。AMDAL が必要な場合には、ANDAL（環境アセスメント報告書）、RKL（環境管理計画：事業/活動の計画が及ぼす環境影響に対処する取組）、RPL（環境モニタリング計画：事業/活動の計画により影響を受ける環境因子のモニタリング活動）を、AMDAL 評価委員会事務局を通じて、環境大臣、州知事または県長/市長に提出する。同時に、環境許可の申請も行う。なお、ANDAL の作成は、作成能力の証明書をもつ、個人またはサービス提供団体による必要がある。AMDAL 評価委員会による審査期間は、75 営業日以内となっている。

審査結果は AMDAL 評価委員会から推薦書（環境適切性または環境不適切）の形で、環境大臣、州知事または県長/市長に提出され、これに基づいて環境適切性の決定がなされる。同時に環境許可が発行される。

AMDAL が不必要な場合には、UKL-UPL（環境管理の取組及び環境モニタリングの取組：事業/活動の実施決定プロセスに必要な環境への重大な影響がないことを確認するための管理及びモニタリング）を環境大臣、州知事または県長/市長に提出する。同時に、環境許可の申請も行う。提出先は、事業/活動の実施場所によって異なる。

- ①環境大臣への提出
 - a.複数の州にまたがる場合
 - b.外国との紛争中の国内地域
 - c.海岸から 12 マイル以上の海域
 - d.外国との国境をまたぐ地域
- ②州知事への提出
 - a.1 つの州内の複数の県/市に位置する場合
 - b.県/市をまたぐ場合
 - c.海岸から 12 マイル以内の海域
- ③県長/市長への提出
 - a.1 つの県/市に位置する場合
 - b.州の権限のある海域から 1/3 以内の海域

UKL-UPL の審査は 14 営業日以内に行われ、推薦書（承認または却下）が発行されて、それに基づいて環境許可が発行される。

図 3-9 に示すように、インドネシアでは環境許可の手続において、住民参加が行われている。事業/活動計画の申請後、環境許可申請後に意見、助言、コメントを書面で提出することができる。

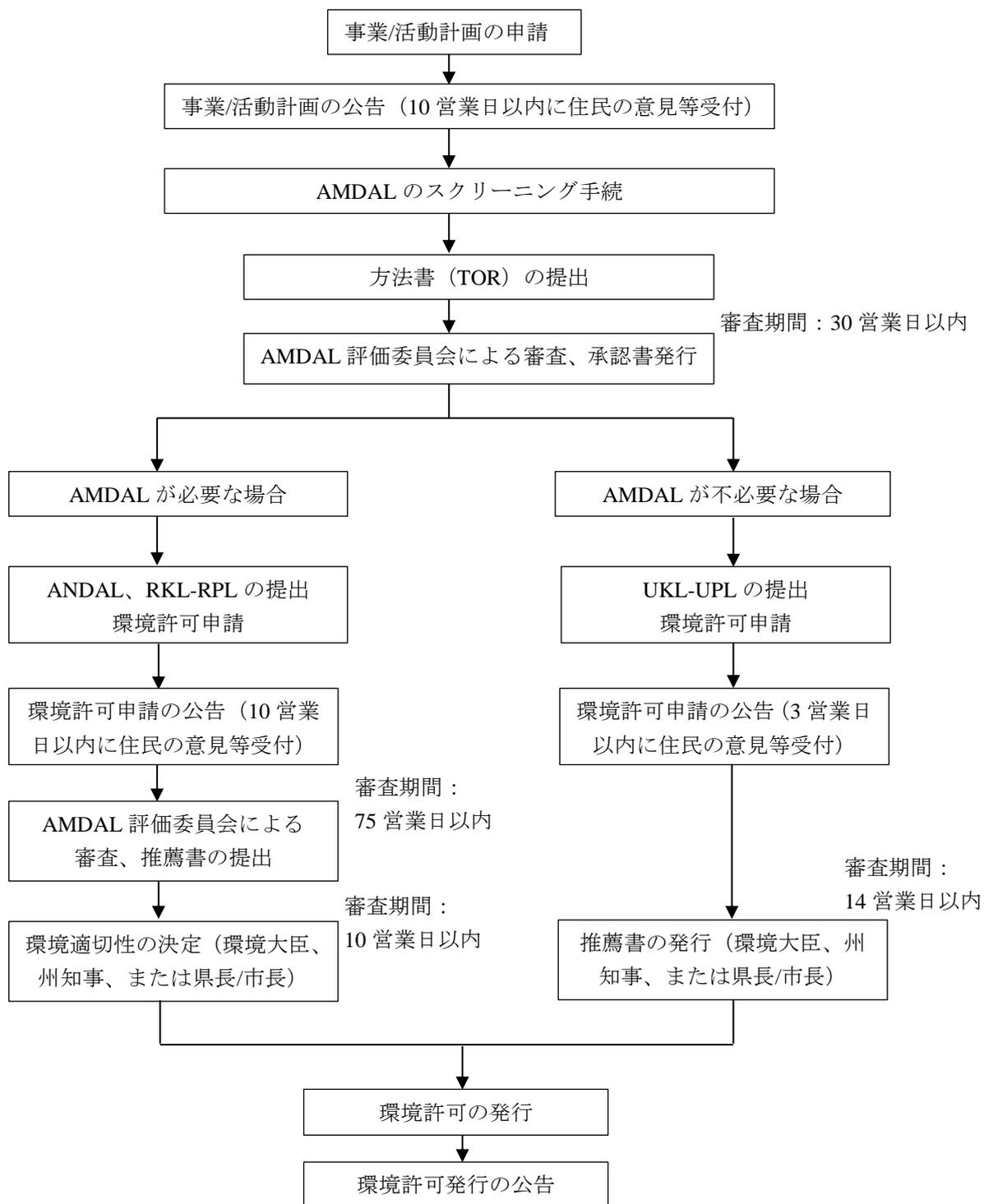


図 3-9 環境許可取得の手続フロー

注) 略号の意味は以下のとおり。AMDAL：環境アセスメント、ANDAL：環境アセスメント報告書、RKL：環境管理計画、RPL：環境モニタリング計画、UKL：環境管理の取組、UPL：環境モニタリングの取組、TOR：環境アセスの枠組み
出所) 2012 年政令第 27 号 (環境許可) 及び 2012 年環境大臣規則第 5 号 (環境影響評価対象の事業計画/活動の種類)

(3) AMDAL 評価委員会

インドネシアの環境影響評価制度においては、AMDAL 評価委員会が重要な役割を果たす。環境大臣、州知事または県長/市長の権限によって編成される各々の AMDAL 評価委員会の審査プロジェクトと構成について、それぞれ表 3-17 と表 3-18 に示す。

表 3-17 AMDAL 評価委員会の審査プロジェクトの特徴

AMDAL 評価委員会名称	審査対象となる事業/活動内容
中央 AMDAL 評価委員会	a. 国家戦略の特徴を有する事業/活動 b. 以下に位置する事業/活動 ・複数の州に位置する場合 ・他国と紛争中の国内地域 ・海岸から 12 マイル以上の海域 ・他国との境界をまたぐ国内地域
州 AMDAL 評価委員会	a. 州戦略の特徴を有する事業/活動 b. 以下に位置する事業/活動 ・複数の県/市に位置する場合 ・県/市の境界をまたぐ地域 ・海岸から 12 マイル以内の海域
県/市 AMDAL 評価委員会	a. 県/市戦略の特徴を有する事業/活動、または戦略を有しない事業/活動 b. 州の権限のある海岸から 1/3 以内の海域での事業/活動

注) 国家戦略、州戦略、県/市戦略の特徴を有する事業/活動は、環境大臣が定めることとされている。

出所) 2012 年政令第 27 号 (環境許可) 第 54 条

表 3-18 AMDAL 評価委員会の構成

AMDAL 委員会名称	中央 AMDAL 評価委員会	州 AMDAL 評価委員会	県/市 AMDAL 評価委員会
構成メンバー	<ol style="list-style-type: none"> 1. 空間規則分野の行政事務の中央機関 2. 環境保護・管理分野の行政事務の中央機関（委員長） 3. 国内分野の行政事務の中央機関 4. 厚生分野の行政事務の中央機関 5. 国防分野の行政事務の中央機関 6. 資本投資分野の行政事務の中央機関 7. 土地分野の行政事務の中央機関 8. 学術分野の行政事務の中央機関 9. 事業/活動を分野とする中央機関 10. 事業/活動の影響に関連する中央機関 11. 関係する州政府の代表 12. 関係する県/市当局の代表 13. 環境保護・管理分野の専門家 14. 事業/活動計画に関係する分野の専門家 15. 事業/活動計画からの影響に関連する分野の専門家 16. 環境機関 17. 影響を受ける住民 18. 必要に応じ、その他の者 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 州の空間規則分野の行政事務の機関 2. 州の環境保護・管理分野の行政事務の機関（委員長） 3. 州の資本投資分野の行政事務の機関 4. 州の土地分野の行政事務の機関 5. 州の防衛分野の行政事務の機関 6. 州の厚生分野の行政事務の機関 7. 関係する事業/活動を分野とする中央および/または地方の機関 8. 事業/活動の影響に関する行政事務を行う中央、州および/または県/市の機関の代表 9. 関係する県/市当局の代表 10. 関係する大学の環境学術センター 11. 事業/活動計画に関係する分野の専門家 12. 事業/活動計画からの影響に関連する分野の専門家 13. 環境機関 14. 影響を受ける住民 15. 必要に応じ、その他の者 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 県/市の空間規則分野の行政事務の機関 2. 県/市の環境保護・管理分野の行政事務の機関（委員長） 3. 県/市の資本投資分野の行政事務の機関 4. 県/市の土地分野の行政事務の機関 5. 県/市の防衛分野の行政事務の機関 6. 県/市の厚生分野の行政事務の機関 7. 事業/活動の影響に関する行政事務を行う中央、州および/または県/市の機関の代表 8. 事業/活動計画に関係する分野の専門家 9. 事業/活動計画からの影響に関連する分野の専門家 10. 関係する事業/活動に関係する環境機関の代表 11. 影響を受ける住民 12. 必要に応じ、その他の者

出所) 2012 年政令第 27 号 (環境許可) 第 56 条

3.3.5 廃棄物処理等における課題

これまで見てきたように、インドネシアにおいては、有害廃棄物（B3 廃棄物）に係る法令は漸次改正されて、整備が進んでいる状況である。

例えば、環境影響評価制度（AMDAL）においては、事業/活動の計画段階で公告され、影響を受ける住民からの意見聴取のステップもとられるように設計されている。我が国の環境影響評価制度（環境省/環境アセスメント制度のあらまし，2012年2月発行）と比べてみても、スクリーニング手続、方法書提出、環境アセスメント報告書提出、審査過程は、遜色はない。環境アセスメントの対象事業においては、有害廃棄物の分野は、我が国では対象事業となつてはおらず、その意味では、逆にインドネシアの方が厳しいと言える。課題を強いてあげれば、以下のようである。

- ・住民参加の面では、事業/活動の申請後、環境許可申請後に公告され、10 営業日以内に意見を受け付けることになっている。我が国では、説明会を開催し、各段階で1ヶ月半の間意見聴取可能であり、インドネシアの場合には、意見聴取期間が短いと言える。
- ・上記の点を反映して、審査期間が我が国と比べて短い。例えば、方法書の審査はインドネシアでは30 営業日以内であるが、我が国では90 日以内となっている。

一方で、制度の運用面での課題が指摘されている。文献（アジア経済研究所/アジア各国における産業廃棄物・リサイクル政策情報提供事業報告書，経済産業省委託，2007年）によれば、有害廃棄物の発生量の多くが、工場内に保管されるか、環境中に廃棄されているようである。また、マニフェスト制度は確立しているが、記入内容への信憑性の問題あるいはその実効性について実施上の問題があると言われている。

今回の現地ヒアリング調査においても、有害廃棄物の熱処理を行う焼却炉の数は少なく、かつ排ガスの連続測定装置を設置していない会社が多いことが分かった。上記文献によれば、2004年第四半期の調査では、23社は排出基準を満たしていたが、3社は排出基準を満たしていなかったと報告されている。

このように法整備の進みつつあるインドネシアでは、今後、運用面での規制をどのように行っていくかが課題となっている。

3.4 サービス及び再生品の売却単価

3.4.1 再生油の販売許可

本事業においては、石油スラッジを OSS 設備で適切に処理することにより、石油スラッジに含まれている油を回収して、販売することを想定している。

油の販売に関しては、産業廃棄物処理業者として販売できるルートは、廃油の再利用の許可を受けている事業者（特に、セメント会社や各種焼成炉の燃料利用等）に限定される。

一方で、石油・天然ガスに関する基本法（2001 年第 2 号）第 1 条、第 23 条及び第 28 条等に規定に基づき、以下に示す許可を取得すれば、廃油利用事業許可を取得している事業者以外に販売することが可能となる。

一つは、石油ガス監督機関長官が発行する「精製品処理事業許可書（Refined Product Processing Business License）」である。この許可を取得することで、小売販売でない場合に限って、次に述べる燃料油一般商用事業許可保有者又はその他の消費者に、直接販売することができる。

もう一つは、「燃料油一般商用事業許可書（Fuel Oil Selling Business License）」である。これは、燃料油・ガス、その他燃料、精製品の大規模売買や輸出入活動を行う事業者が取得する許可である。この許可事業者は、燃料貯蔵施設・手段を保有し、独自の商標で最終諸費者に製品を流通させる権利を持っている。

従って、本事業においては、産業廃棄物の処理許可を取得するだけでは、廃油利用の許可を持った事業者のみに販売先が限定されるので、精製品処理事業許可書を取得し、回収油の販売先の多様化を図ることが望まれる。

精製品処理事業許可の取得には、下記のような手順で、許可を取得できる。

- 1) 「一時許可」の申請
- 2) 「一時許可」の取得：3 年間有効
- 3) 一時許可を取得した事業者の義務の遂行
- 4) 正式な許可の申請
- 5) 正式な許可の取得 ⇒ 操業開始

上記手続きに必要な書類を、表 3-19 に示す。

表 3-19 精製品処理事業許可に必要な申請書類

項目	必要書類	詳細
一時許可の申請	1. プレゼンテーション 2. 現地見学 3. 許可の交付 (10 開庁日程度) 4. 有効期間は最大で 3 年間	【行政手続きに関する書類】 a. 法人化された事業会社であることの証明書 b. 会社概要 c. 納税者番号 (NPWP) d. 登記簿 e. 居住者証明書 f. 安全管理、健全な労働環境、環境管理、地域社会の発展に関する要求に応じる誓約書 g. 法規制の順守の誓約書 h. 施設の建設立地についての地方政府からの承諾 i. 工場の立ち入り検査に応じる誓約書 j. 国家の石油燃料の準備需要と国内需要の要求に応じる誓約書 【技術的事項に関する書類】 a. 事業実地可能性調査 b. 財政的支援についての覚書 (MoU) またはそれを証明する書類 c. 廃棄物処理施設の計画 d. 環境影響調査の計画 e. 施設の建設計画 (使用期間が 5 年を超える施設の修繕を含む) f. 天然資源供給の保証に関する覚書 (MoU) g. 製品の製造計画 (製品の規準、品質、市場)
一時許可を取得した事業者の義務	1. 実施事項 2. 承認された計画に基づく施設建設を行うこと。 3. 石油ガス監督機関への設備及び施設の操業に関する証明書 (SKPI,SKKP,SKPP) 提出 4. 上記事項の実施状況に関するエネルギー鉱物資源省への 3 ヶ月毎の報告	【実施事項】 a. 事業の資金準備に関する合意 b. 事業の実地可能性調査 c. 環境影響調査についての石油ガス監督機関からの承認 (Amdal/UKL/UPL) d. 天然資源供給についての合意 【承認された計画に基づく施設建設】 a. 法規制を遵守した安全な製品・設備の仕様、 b. 適切な技術的規則の活用、 c. 国内製品・施設・サービス・技術の優先的活用、 d. 国内労働者の優先的活用、 e. 安全な労働環境の確保を行うこと

項目	必要書類	詳細
正式な許可の申請	1. 行政手続き書類 2. 技術的事項に関する書類	<p>【行政手続きに関する書類】（：一時許可と同じ）</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 法人化された事業会社であることの証明書 b. 会社概要 c. 納税者番号（NPWP） d. 登記簿 e. 居住者証明書 f. 安全管理、健全な労働環境、環境管理、地域社会の発展に関する要求に応じる誓約書 g. 法規制の順守の誓約書 h. 施設の建設立地についての地方政府からの承諾 i. 工場の立ち入り検査に応じる誓約書 j. 国家の石油燃料の準備需要と国内需要の要求に応じる誓約書 <p>【技術事項に関する書類】</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 事業の資金準備に関する合意 b. 事業の実地可能性調査 c. 環境影響調査についての承認（Amdal/UKL/UPL） d. 天然資源供給についての合意 e. 販売商品についての合意 f. エネルギー省が定める品質及び仕様を満たしていること（信頼ある検査機関による商品の検査結果） g. 石油ガス監督機関への設備及び施設の操業に関する証明書（SKPI,SKKP,SKPP）、Commissioning test 及び操業承認の取得 h. 精製活動の年間計画 i. 使用する測定器利用に関する合意書 j. 施設及び設備の変更による商品多様化又は 30% 生産増加があった場合、石油監督機関を通して報告すること

出所) 現地ヒアリング調査

3.4.2 販売価格の検討

精製品処理事業許可の取得を前提に、回収した油を販売する場合の想定価格について検討を行った。

価格については、Pertamina 社のインドネシア国内における船舶燃料油（MFO : Marine Fuel Oil）の公示価格と、石灰焼成炉工場やセメント工場等の石油スラッジ等から回収した廃油の再利用の許可を得ている事業者の購入価格についてヒアリングを行った。調査結果を表 3-20 に示す。

表に示した通り、公示価格や、船舶会社の購入価格とセメント工場における購入価格では大きな隔たりがある。回収した油の販売先は、廃油の再利用の許可を得ている事業者ではなく、船会社などの船舶燃料油としての販売ルートを確認することが事業性において、重要であることが判明した。

上記の結果から MFO の公示価格の 80～90%程度を回収した油の販売価格の上限と考えて、本事業において回収した油の価格を設定した。

表 3-20 インドネシアの油種の公示価格及び回収した油の想定販売価格

		油種	価格（円/L）
販売価格	Pertamina 公示販売価格（2015年9月）	MFO	40～60
	船舶会社購入価格	MFO（重油）	65 ^{*1)}
		MFO（軽油）	120 ^{*1)}
	石灰焼成炉会社購入価格	廃油（スラッジ混合油）	10 ^{*1)}
回収油の目標販売価格（設定値）		MFO（重油）	32～36

注 1) 2015年9月時点のヒアリング調査を基にした価格

2015年9月以降、原油価格の変動が大きいため、インドネシアにおける原油価格及び船舶燃料（MFO）の変動を調査した（図 3-10 を参照）。数値については後段で実施する回収した油の販売価格の感度分析の参考とした。

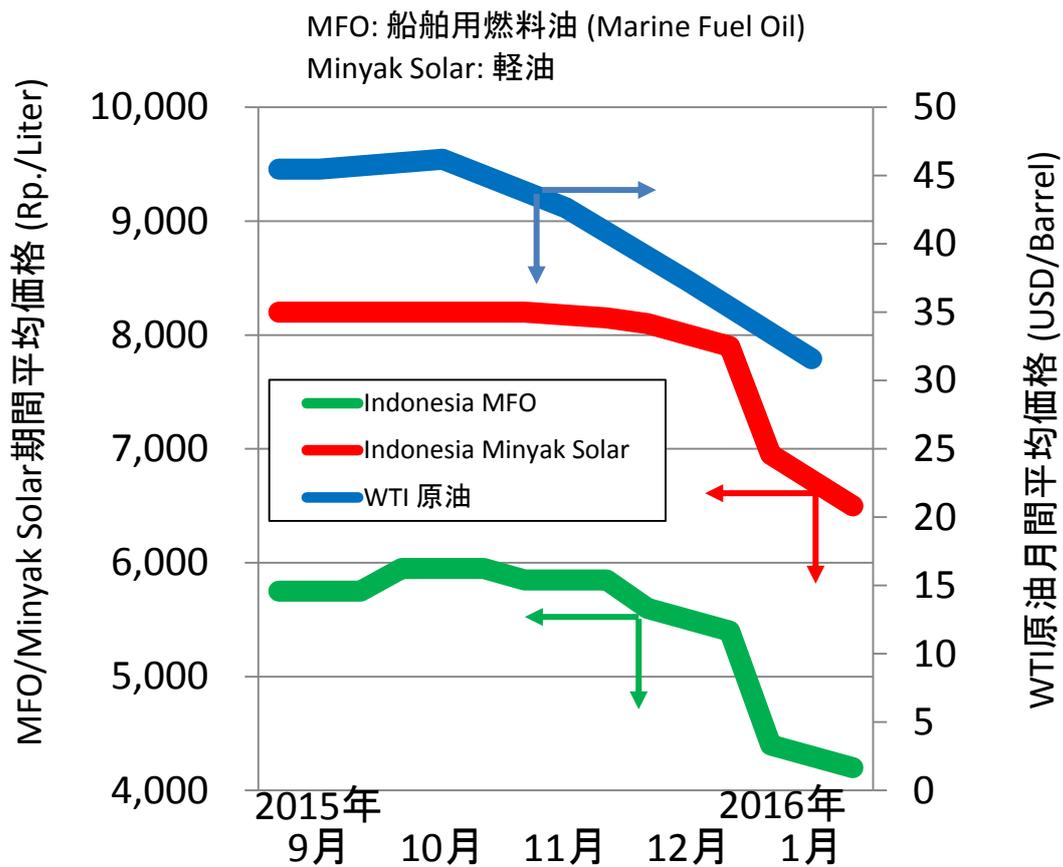


図 3-10 インドネシアにおける MFO 及び軽油の平均価格（左軸）と WTI 原油価格（右軸）の推移（2015 年 9 月～2016 年 1 月）

出所) FERIMAS GROUP website, <http://www.bunkerbbm.co.id/>

3.5 事業に必要なコスト

本事業においては、Case A 及び Case B の 2 つのケースにおいて事業性の評価を行った。Case A は、ジャカルタ市郊外にある工業団地内に、OSS 設備を設置した工場を建設する事業である。一方、Case B は、OSS 設備のモバイル型を用いて、製油所を巡回して、随時石油スラッジの処理を行う事業である。ここでは、2 つのケースを対象に、事業を実施する際に必要なコストに関する情報を整理した。

3.5.1 Case A : ジャカルタ近郊における産業廃棄物処理工場の建設に係るコスト

(1) 工場敷地

ジャカルタ市郊外の工業団地において、日系企業の工業団地他各種の工業団地が存在するが、日系企業系の工業団地は、基本、通常自動車等の運送機械及びその部品や電気機器産業等の廃棄物処理業と比較すると環境負荷の小さな工場建設を想定した環境アセスを実施であり、本事業のような環境負荷が大きな作業を実施する工場は、工業団地の建設時に実施した環境アセスの事業計画に該当しないので、本事業に係るような工場を建設はできない。

従って、現地資本の工業団地に本事業の工場を建設することを前提に調査を行った。

本事業のパートナー企業である Wastec International 社が既に取得済みである工業団地 (Moderncikande : モデルチカンデ ; 図 3-11 を参照) を対象として、当該工業団地において新たに敷地を取得する単価を基に、本事業で必要な面積を算出して、工場を建設し、事業を開発する前提で、事業性評価を行うことにした。

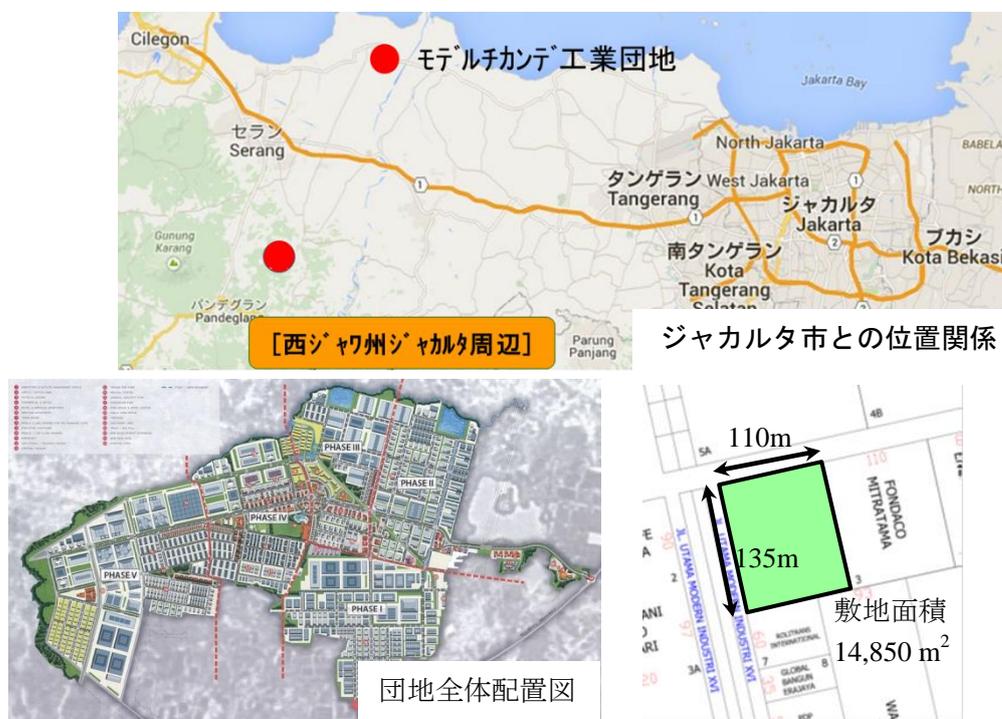


図 3-11 Moderncikande 工業団地の場所

(2) 工場建設費用

工場の建設費用は、現所有地に石油スラッジの工場を建設することを前提として、工場建屋の建設費、ユーティリティの導入工事（電気の配線・水の配管工事等）及び OSS 設備の設置工場等の費用について見積を行った。

約 10,000 トン規模の石油スラッジリサイクル工場の OSS 設備のレイアウト案を、図 3-12 に示す。

設備は、OSS 設備 2 ラインを 1 セットとし、2 セット設置する。その他の設備としては、蒸気ボイラー、廃水処理設備、冷却設備及び回収した油を保管するタンクなどから構成される。その他スペースとしては、OSS 設備のメンテナンス備品（交換部品等）を保管するストックヤードや福利厚生施設などが必要である。

なお、OSS 設備の設置スペースに余裕があるのは、処理する石油スラッジ類を、ストックヤードから設備へ投入するために、フォークリフト等で運搬するために動線が必要なためである。

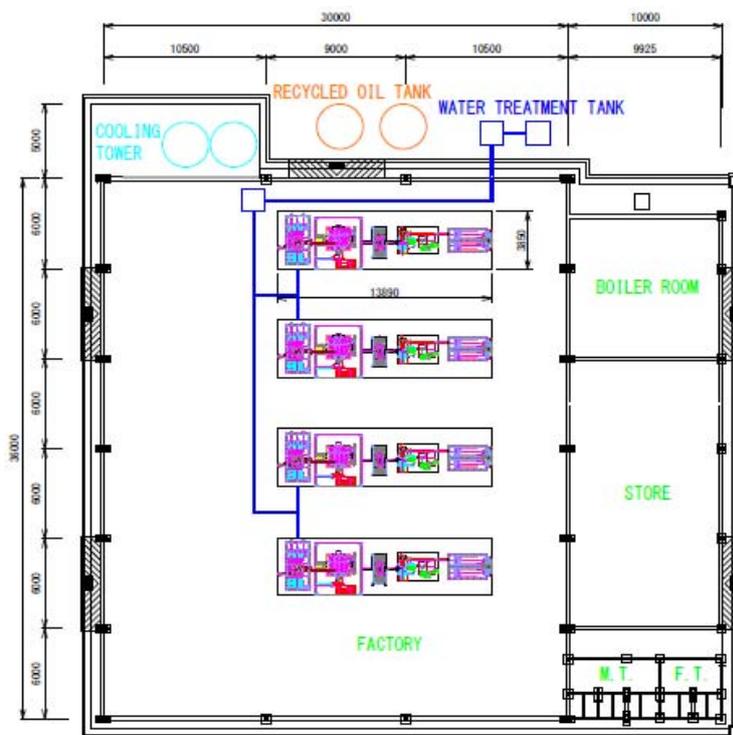


図 3-12 OSS 工場建屋案（4 ライン）

工場建屋の敷地は 41m×40m で、1,640 m² の建屋が必要である。

この他には、入荷した石油スラッジの一時貯留ヤードが必要であり、2,000 トンのストックには、約 50m×50m (2,500 m²) の敷地が追加が必要となる。一時貯留ヤードとしては、操業規模及び入荷間隔を考慮して、事業性評価の各ケースにおいて、決定した。

(3) 運転費用

OSS 設備の運転コストの試算は、マレーシア Labuan 島で稼働中の OSS 設備の原単位を参考にして決定した。各ユーティリティの価格は、工業団地で供給されている既存の単価を用いた。人件費などは、JETRO のホームページにある単価や現地パートナー企業からいただいた情報を元に計算を行った。

3.5.2 Case B : 製油所内又は製油所近郊への産業廃棄物処理工場の建設に係るコスト

(1) 工場敷地

本事業を開始した当初は、製油所毎に製油所でタンククリーニングにより発生する石油スラッジを処理する OSS 設備を設置することを想定していた。しかし、現地調査により、現地製油所の運用上石油スラッジの発生は時期によって大きく異なることが判明した。例えば、サンプルの石油スラッジの入手を依頼した、Pertamina 社のカリマンタン島にある Balikpapan の製油所では、依頼した時点の、少し前の時期にタンククリーニングの清掃作業が終了し、当面実施する予定が無くサンプルとして提供するスラッジを提供できないという回答であった。このように、インドネシアでは年間を通して安定的に石油スラッジが発生しないということが明らかになった。

現地調査の結果や各製油所の石油スラッジの処理に関する入札情報等から、製油所での石油スラッジの処理方式は、固定式の装置ではなく、移動式（モバイル式）の OSS 設備を設置して製油所の需要に応じて一定期間処理を実施する方式が好ましいと判断した。

従って、Case B においては、製油所内に工場敷地を取得するのではなく、各製油所で作業する期間必要な作業面積を、Pertamina 社から借用して処理を実施する方式とした。

現実として、Plaju 製油所では、石油スラッジの屋根着きの一時保管場所があり、保管場所に隣接して、デカンター設備が設置されており、油分とスラッジを分離して、スラッジを処理事業者が運搬している。（図 3-13、図 3-14 参照）

石油スラッジ保管場所周辺には、本事業で想定している OSS 設備を設置する十分なスペースが確保されている。また、油分とスラッジを分離するための蒸気配管が敷設されており、製油所内の排水処理設備への排水ルートも確保されている。



図 3-13 製油所における石油スラッジ保管場所例（概観と内部）

出所）現地調査において撮影



図 3-14 石油スラッジの固液分離装置（デカンター）

出所）現地調査において撮影

(2) 工場建設費用

前述の通り、本ケースではモバイル設備を製油所の既存の石油スラッジ保管場所に近接した場所に設置して、処理を行うことを前提とした。従って、工場建屋の建設は必要ないと判断した。

モバイル設備は、既存の OSS 設備（能力：300～400kg/h）1 基を、40 フィートコンテナに 2 台に、収納して運搬・設置・組立・運転できるものを設計した。

設計した設備の概略図を、図 3-15 に示す。

なお、回収した油は Pertamina 社のタンクへ送液し、排水は製油所の排水処理設備で処理する前提とした。

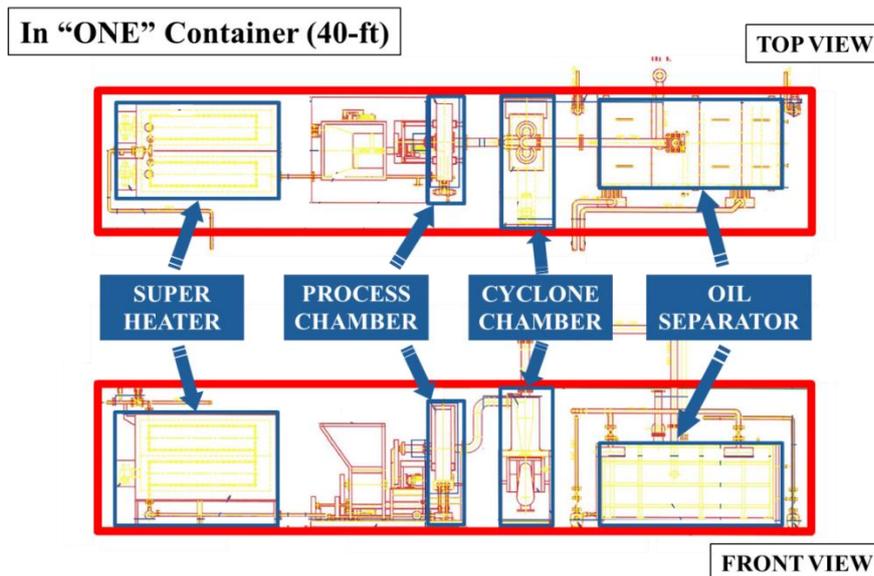


図 3-15 モバイル型の OSS 設備概略図

(3) 運転費用

モバイル設備の運転コストは、基本 Case A と同様とした。

相違点は、製油所の既存設備(蒸気の供給や排水処理設備の利用等)を利用できる前提で、該当する項目に関して、コストの見直し等を行った。

3.6 廃棄物の組成・性状等調査

3.6.1 石油スラッジの分析について

Pertamina 社との協議の結果、製油所からの石油スラッジのサンプルを取得することができた。当初は、Cilacap 製油所、Plaju 製油所、Balikpapan 製油所の 3 ヶ所を想定していたが、製油所の都合により、最終的に Cilacap 製油所と Plaju 製油所の 2 ヶ所となった。

なお、Plaju 製油所においては、訪問時にタンククリーニング作業を実施中であったので、作業中のタンクからの石油スラッジ (wet) と、少し前にタンククリーニング作業が完了し保管していた石油スラッジ (dry) の 2 種類のサンプルを、取得でき、都合 3 サンプルの分析を実施した。

その石油スラッジの組成分析結果を表 3-21 に、元素分析結果を表 3-22 に示す。

表 3-21 石油スラッジの組成分析結果

Item		Plaju		Cilacap	Note
		Dry	Wet		
Water	wt%	20.9	28.1	22.7	(ASTM D4006mod.)* ¹⁾
Ash	wt%	32.3	11.4	1.9	(ASTM D482)
Sediment	wt%	40.8	16.3	2.5	(ASTM D4807) Toluene insoluble
Oil	wt%	40.1	52.9	57.3	EPA 9071b (n-Hexane extraction)

*1) ASTM D4006 の分析は、通常、サンプルを容量で量りとり、分析を実施するが、石油スラッジは粘着性が高いサンプルなので、容量ではなく重量を秤量して分析を実施した。

表 3-22 石油スラッジの元素分析結果

Items		Plaju		Cilacap	Note
		Dry	Wet		
Element					
C	wt %	36.4	44.0	62.2	ASTM D 5291
H	wt %	4.38	6.58	8.58	ASTM D 5291
N	wt %	0.2	< 0.1	< 0.1	ASTM D 5291
O	wt %	1.42	1.82	1.52	ASTM D 5622
S	wt %	1.4	0.6	0.2	ASTM D 4239
H/C	mole ratio	1.44	1.79	1.65	
O/C	mole ratio	0.029	0.031	0.018	

注) 元素分析は、本来灰分と水を除去した油分を分析するのが適切であるが、石油スラッジから油分の分離は困難で、石油スラッジそのものを用いて分析を実施した。従って、分析値は、組成分析の水分、灰分と合わせて約 100%となる。(組成のばらつきや分析誤差のため、実際は 100%になっていない。)

サンプルの分析結果より、全サンプル共に水分の含有量が20%以上あり、石油スラッジ中にエマルジョンがかなりの重量で含まれていることが推定された。油分も日時が経過したPlaju Dry サンプルを除き、50%以上あることが分かった。なお、固形分に関しては、Plaju 製油所と Cilacap 製油所で大きな差があるので、タンクの運用（クリーニングの期間）等の運用において大きさ差があるものと推定された。

元素分析の結果より、Plaju 製油所と Cilacap 製油所の石油スラッジ中の硫黄含有量が大きく違っていることが分かった。インドネシアの原油は、低硫黄で有名な石油であり通常0.1%以下である。このことと、図3-3の石油事情から判断して、Plaju 製油所は、中東からの原油とインドネシア原産の原油を混合して処理しているものと推察された。

また、元素分析の水素と炭素の元素比（H/C）から回収される油分の性状は、十分燃料として利用する性状を有していることが期待される。

参考までに、分析に使用したサンプルの写真と分析後のサンプルの写真を、図3-16、図3-17、及び図3-18、図3-19に示す。

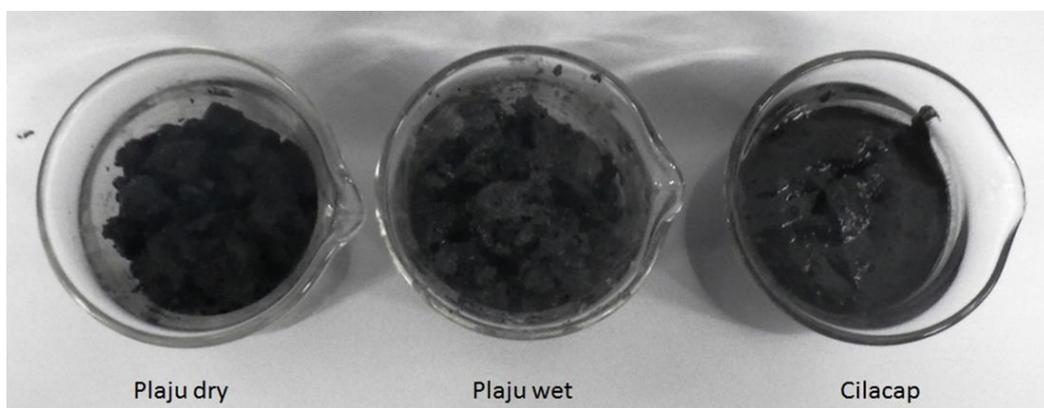


図 3-16 石油スラッジサンプル（上から）

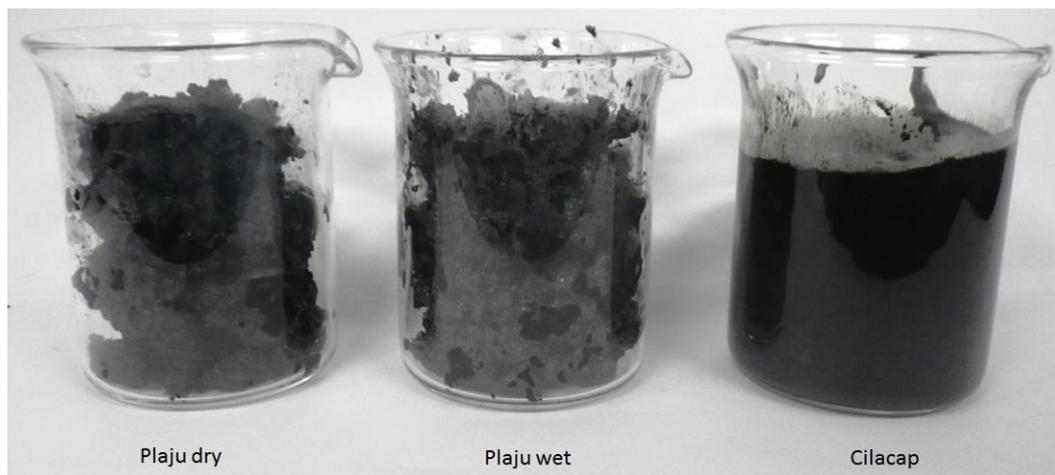


図 3-17 石油スラッジサンプル（側面から）



図 3-18 石油スラッジ Ash サンプル



図 3-19 石油スラッジ Sediment サンプル

さらに、各サンプルに関して、熱天秤による油分の回収の可能性について調査を行った。その結果を、表 3-23 及び図 3-20 に示す。

表 3-23 石油スラッジの熱天秤による重量減少率 (%)

	昇温温度 (°C)		
	~120	120 ~ 500	~ 500
Plaju Dry	- 9.9	- 33.5	- 43.4
Plaju Wet	- 26.4	- 55.4	- 81.8
Cilacap	- 32.8	- 57.5	- 90.3

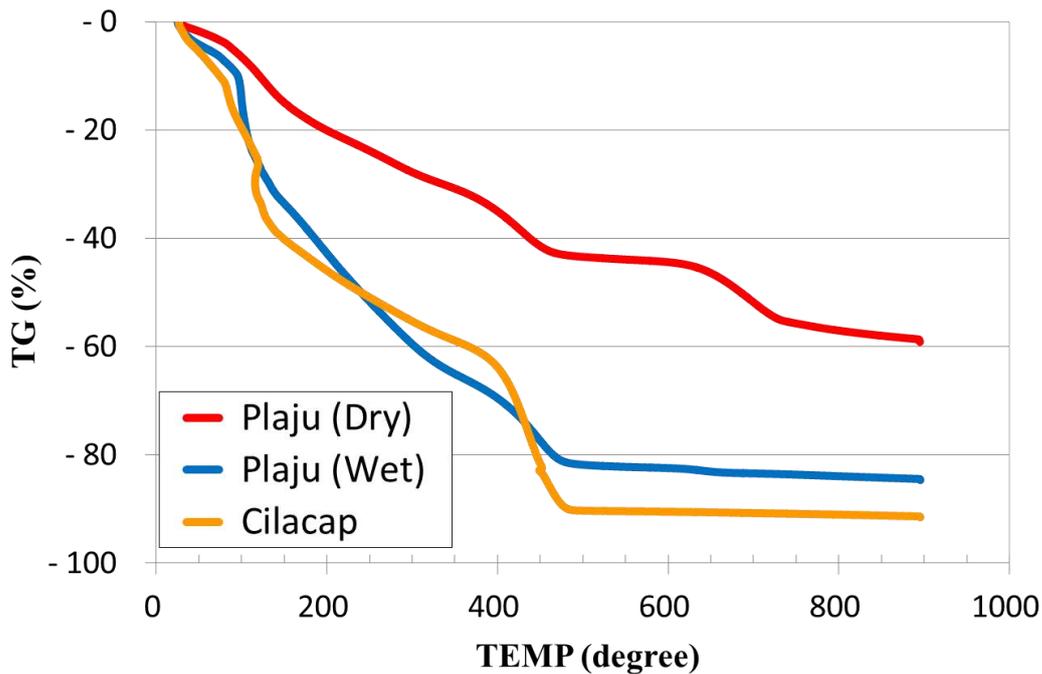


図 3-20 熱天秤分析結果

注) 熱天秤の分析条件は、窒素雰囲気下、昇温速度 10°C/min で、室温より 900°Cまで昇温した場合の重量減少を測定した。

熱天秤の分析結果より、Plaju Wet と Cilacap の石油スラッジは、常圧で 500°Cまでに 80%以上の重量減少を記録し、Cilacap のサンプルでは 90%を超えた。すなわち、水分と油分はほぼ沸点 500°C以下の油分であり、OSS システムにおいて、十分分離回収できる油分であることが判明した。

以上の結果を元に、各石油スラッジの成分を表 3-24 のように仮定した。

表 3-24 石油スラッジの成分 (仮定値)

Items		Plaju		Cilacap
		Dry	Wet	
Water	wt%	20.9	28.1	22.7
Solid	wt%	40.8	16.3	2.5
Oil	wt%	38.3	55.6	74.8

この石油スラッジの成分をもとに、OSS システムでの処理可能量(処理能力)を推算した。OSS 設備は、通常的能力は、300~400kg/h であるが、今回の石油スラッジは、水分・油分共に、従来から処理している石油スラッジより多く含有している。そのため、処理能力の推

定結果は、表 3-25 に示すように、従来の処理能力より低めの値となった。これは、OSS 技術そのものが油分や水分の分離に気化エネルギーを必要とすることから、導き出される当然の結果であると考えられる。

表 3-25 OSS の処理能力

Items		Plaju		Cilacap	unit
		Dry	Wet		
Superheated steam	Temperature	500			°C
	Volume	500			kg/h
Composition	Water	20	30	20	wt%
	Oil	40	55	75	wt%
	Solid	40	15	5	wt%
Chamber outlet temperature		250	250	250	°C
Capacity of OSS		315	201	218	kg/h・line

3.6.2 Labuan 島におけるリサイクル試験について

石油スラッジのインドネシアからマレーシアへの移送が可能となった場合に実施する前提で、マレーシア Labuan 島におけるリサイクル試験計画を、表 3-26 及び図 3-21 の通り作成した。

表 3-26 リサイクル試験計画（於 Labuan 島）

試験場所	プロスパー・マレーシア・ラブアン工場
スラッジ採取場所	1) Cilacap 製油所、2) Plaju 製油所、3) Balikpapan 製油所
スラッジ数量	各サンプル 2 ton 計 6 ton
試験時間	8 時間連続運転（9 時～17 時）、3 日間（1 日 1 サンプルを試験）
試験内容	1) 油分・固形分の分離効率
	2) 時間当たり処理量
	3) 処理燃料・電力の消費量
	4) 回収された油分の成分分析
	5) 分離された固形分の成分分析
	6) 排出される処理後の排水の成分分析

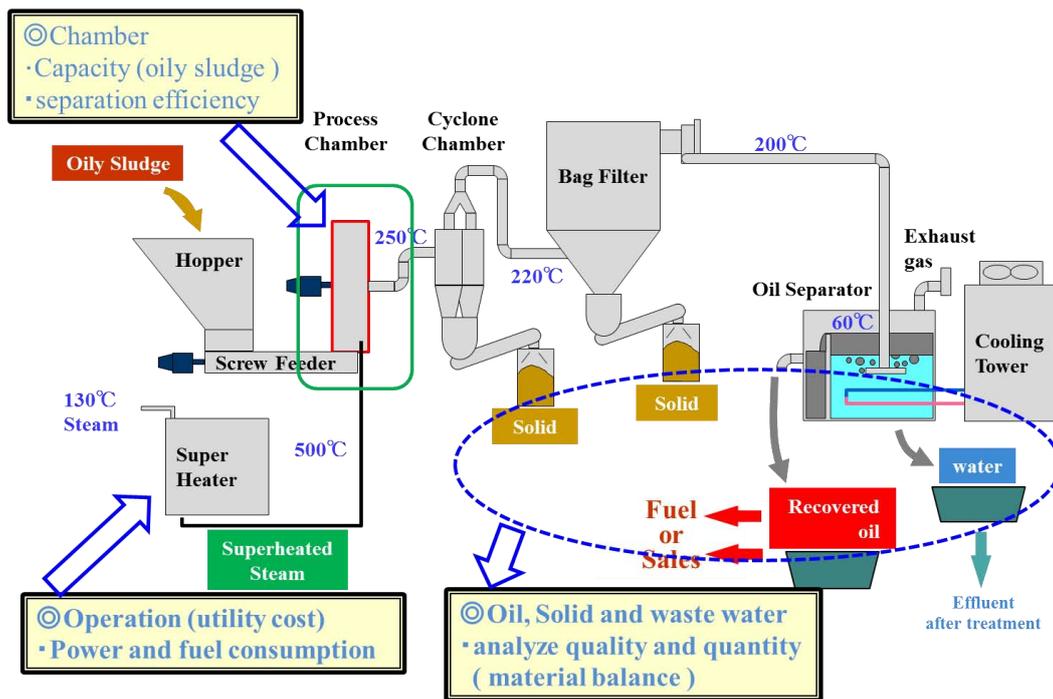


図 3-21 リサイクル試験計画 (Labuan 島)

リサイクル試験は、Labuan 島にあるプロスパー社の子会社の設備を利用して実施する計画である。サンプルは、インドネシアよりバーゼル条約の手続きを実施した上で、3 サンプルを運搬する予定としていた。各サンプルは、約 2 トンを想定した。

試験は、1 日に 1 サンプルずつで、各サンプル 8 時間程度の試験の実施を想定した。

試験項目は、表 3-26 及び図 3-21 に示したように、次の項目を実施することを予定していた。

- Process Chamber の反応効率
 - 1) 油分・固形分の分離効率
 - 2) 時間当たり処理量
- Super-heater 等の機器類のユーティリティ使用量
 - 3) 処理燃料・電力の消費量
- Oil separator や Cyclone の分離効率
 - 4) 回収された油分の成分分析
 - 5) 分離された固形分の成分分析
 - 6) 排出される処理後の排水の成分分析

試験で回収された油分・固体・水分は、石油スラッジの性状分析と同様の考え方で、分析を実施する。なお、排水に関しては、凝集沈殿処理の必要性についても検討を行う予定であった。

4. 現地政府・企業等との連携構築

4.1 マレーシアにおける OSS 設備試験に係る調整

本事業においてマレーシア Labuan 島において稼動している OSS 設備による試験を予定していたことから、インドネシアからマレーシアへの石油スラッジの輸出が必要であり、輸出にあたっては有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約(バーゼル条約) 及び両国の国内法に基づく手続きが必要であった。結果として、事業期間内に手続きに係る調整が完了しなかったため、マレーシアへ移送は実施しなかったが、調整の経緯等について以下の通り整理した。

4.1.1 バーゼル条約に係る調整

(1) インドネシア環境林業省との調整

インドネシアの環境林業省は、石油スラッジの輸出に関して、特に問題の提起は無く、下記のようなスケジュールで許認可を進むとの回答を得た。

- 1) 事業者が申請書を提出。
- 2) 環境省が申請書を審査の上、問題の有無を確認。(約 2 週間)
- 3) 問題が無いと確認できた場合は、書面でマレーシア政府のバーゼル担当部署に、許可の有無に関して問い合わせを行う。(今までの慣例から、約 1 ヶ月かかる)
- 4) マレーシア政府からの回答 (OK の場合) を受領後、約 1~2 週間で、許可書を事業者に出す。

(2) マレーシア天然資源環境省環境局との調整

マレーシアの環境省のバーゼル条約対応部署へ、今回のインドネシア側での申請に関する許可の可能性について、別途ヒアリングを行った。Labuan 島で実際に許可を受けて事業を行っていること等を含めて、今回の試験における許可に関して説明を行う手続きを行った。

当初より手続きに関して難航したため、環境省様やマレーシア日本大使館様の援助を得て、当該許可に関する手続きを進めた。

しかし、2015 年 10 月よりはじめたマレーシア環境局とのバーゼル条約の協議において、マレーシアの環境省の当該部局での検討期間が長期にわたったため、このままでは本事業期間中に、バーゼル条約の手続きを完了して、サンプルをインドネシアからマレーシアに輸送して試験を行うことを、非常に残念ながら 2012 年 12 月末の時点で断念した。

4.1.2 代替案の検討

このままでは、石油スラッジの分析結果のみを用いて、事業性を評価することになるので、代案として、下記の 2 通りについて検討を行った。

- 1) マレーシア Labuan 島 にあるプロスパー社子会社の OSS 設備を 1 基、インドネシア又は日本に移送し、リサイクル試験を行う。

2) 小型の試験装置を至急設計・製作して、少量（最大 100g 程度）ではあるが、リサイクル試験を行って、分析データの補完データを取得し、事業性の評価を行う。

まず、OSS 設備の移設に関して、日本への輸送を考えると、約 1 ヶ月の輸送期間がかかることから、インドネシアへの移設を本命として、仮設の設備による B3 廃棄物の処理試験を検討した。

そのために、インドネシアの法律において、正式な許認可を取らずに、試験研究開発として、一定期間のリサイクル試験を行う手続きについて調査したが、その手続き方法は詳細が不明であり、正規な手続きを見つけることができずに、断念した。

次に、小型試験装置を設計・製作することに関しては、サンプル量 100g 程度という少量の試験機であれば、約 1.5 ヶ月の期間で、設計・製作する目処ができたので、小型試験装置を製作して、試験を実施することにした。

製作した小型試験装置の写真を、図 4-1 に示す。

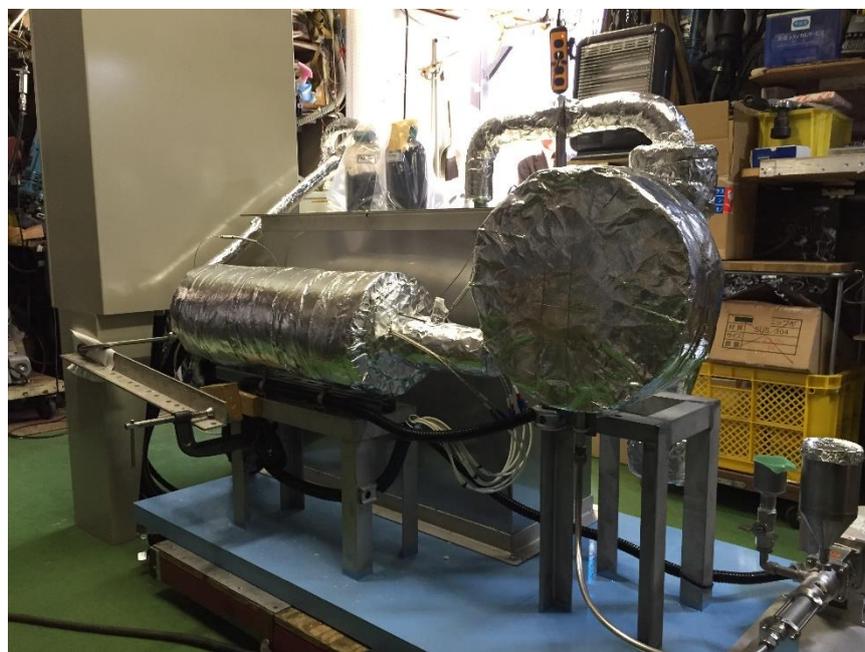


図 4-1 OSS 小型試験装置の概観

小型試験装置による試験は、分析したサンプルを用いて、設備の性能試験を兼ねて行った。結果は、少量のサンプルではあったが、油分の回収とスラッジとの分離を確認できた。ただ、インドネシアの原油は多量のパラフィンを含むためにスラッジは黒く着色したままであった。炭素由来の成分が存在するものと考えられたが、油臭はなかった。

4.2 合弁会社の出資比率について

本事業の商業化の段階で、現地企業との合弁会社を設立して事業化を行うことを想定しているため、合弁会社への日本企業の出資比率に関して整理を行った。

インドネシア投資調整庁への問い合わせにおいて、「ネガティブリストから日本企業の出資比率は、廃棄物処理と同様に 95%が上限であるかどうか」また、「エネルギー関係の事業として、別の規制が働くかどうか」について、確認を行った。

その結果、本事業において、日本企業の出資比率に関してなんら規制は無く、100%出資の子会社を設立して事業を行うことができるとの回答を得た。

しかし、当該事業を行うにあたって、現場での石油スラッジをハンドリングする作業が多く発生するので、弊社としては、現地企業との合弁を設立し、労働者などの雇用や運用などを現地企業に任せ、弊社は技術的・経済的な側面を中心に担当することを想定した事業展開を検討する。

5. 現地関係者合同ワークショップ等の開催

5.1 ワークショップ概要

本調査における調査結果及び廃棄物の性状分析結果に基づく事業性評価の報告を目的として、廃棄物排出先である Pertamina 社の関係者に対して、ワークショップを企画し、プレゼンテーションを行った。Pertamina 社の製油所関係者に対する事前打合せにおいて、タンククリーニングの技術やスラッジの性状に対する関心が高かったため、タンククリーニングに関するプレゼンテーションも行った。

プログラムを表 5-1 に、出席者を表 5-2 にそれぞれ示す。

表 5-1 ワークショッププログラム

ワークショップ名称	インドネシアにおける石油スラッジのリサイクル事業について
開催日	2016年3月11日(金)、14日(月)
開催場所	Pertamina社 Cilacap製油所(11日)、Plaju製油所(14日)
3月11日	
時間	プログラム内容
08:00 ~ 08:05	日本側挨拶 JFE環境(株)事業開発本部 海外事業チーム 主査 家本 勅
08:05 ~ 08:10	Pertamina社挨拶 Wahyu Sulistyowibowo
08:10 ~ 08:40	タンククリーニング技術について システム機工(株)工事部次長 則松 直樹
08:40 ~ 09:00	質疑
09:00 ~ 09:15	石油スラッジリサイクル技術について (株)プロスパー 社長 栗原 宣明
09:15 ~ 09:40	石油スラッジリサイクルの分析結果及び事業について JFE環境(株)事業開発本部 海外事業チーム 主査 家本 勅
09:40 ~ 10:20	質疑
10:20 ~ 10:30	ワークショップのまとめ JFE環境(株)事業開発本部 海外事業チーム 主査 家本 勅

表 5-1 ワークショッププログラム (続き)

3月14日	
時間	プログラム内容
09:10 ~ 09:15	Pertamina 社挨拶 Agus Tri Raharjo
09:15 ~ 09:20	日本側挨拶 JFE 環境 (株) 事業開発本部 海外事業チーム 主査 家本 勅
09:20 ~ 10:00	タンククリーニング技術について システム機工 (株) 工事部次長 則松 直樹
10:00 ~ 10:40	質疑
10:40 ~ 11:00	石油スラッジリサイクル技術について (株) プロスパー 社長 栗原 宣明
11:00 ~ 11:20	石油スラッジリサイクルの分析結果及び事業について JFE 環境 (株) 事業開発本部 海外事業チーム 主査 家本 勅
11:20 ~ 11:50	質疑
11:50 ~ 12:00	ワークショップのまとめ JFE 環境 (株) 事業開発本部 海外事業チーム 主査 家本 勅

表 5-2 ワークショップ出席者一覧

氏名	所属・役職
インドネシア側	
Wahyu Sulistyo Wibowo	Pertamina, Leader of Process Engineering
Burhanudin Ardiansyah	Pertamina, Process Engineer
Agus Tri Raharjo	Pertamina, Process Engineer
H Iwan galonggung	Pertamina, Operation Manager of Production
Aliefita Rankihim	Pertamina, ECLC
M. Solthin	Pertamina, Plant
Reza Siregar	Pertamina, Environment
日本側	
家本 勅	JFE 環境 (株) 事業開発本部 海外事業チーム 主査
結城 勝	JFE 環境 (株) 事業開発本部 海外事業チーム
則松 直樹	システム機工 (株) 工事部次長
宮正 愛梨	システム機工 (株) 事業本部計画グループ
水田 美能	(財) エネルギー総合工学研究所
栗原 宣明	(株) プロスパー 取締役社長

ワークショップの集合写真を図 5-1 に、発表や質疑の様子を図 5-2～図 5-6 に示す。



図 5-1 全体集合写真



図 5-2 会議の様子



図 5-3 システム機工による発表

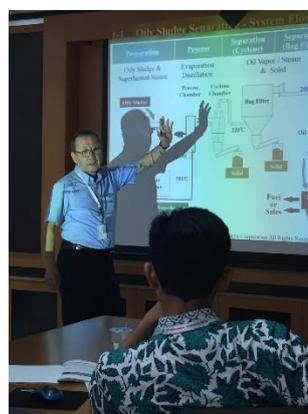


図 5-4 プロスパー社の発表



図 5-5 JFE 環境による発表



図 5-6 質疑の様子

5.2 発表概要と質疑

(1) 日本側挨拶

今回のミーティングを開催することに対する御礼と本会議の趣旨を説明した。

第一回の会議後提供していただいた石油スラッジに関する分析及び処理システムの説明及び Peramina 社から要望のあった洗浄タンクだけを使ったワンタンククリーニング技術、タンク規模に応じたコスト評価（マニュアルで行う場合との比較）及びタンククリーニングと OSS 技術を一体運用した場合のシステムに関して説明する旨を伝えた。

(2) Pertamina 社挨拶

製油所の運営において、日本の高い技術力を導入することができれば、現状を改善することができ、より安全で効率の高い作業につながると考えている。問題はコスト面で、十分に現状に対応できるかについて、よく検討をしたい。

(3) タンククリーニング技術について

発表概要は以下のとおりである。発表資料の概要を添付資料 1 に示す。

- i) 洗浄対象タンクのみを使ったタンククリーニングシステムの説明
- ii) タンク規模に応じたコスト試算案の説明

上記の発表に対して、以下の質疑が行われた。

- i) Pertamina のタンククリーニング仕様は、BS&W（basic sediment and water：沈殿物、水、エマルジョン）、スラッジ中のオイル含有量等の管理値があるが、それらの条件を満たすことは可能か？
→（回答）可能。但し、コストスタディは必要。
- ii) Cilacap 製油所では現在、作業期間の短縮が大きな課題となっている。
今回提案のシステムでは従来方法（遠心分離機）より作業期間が短い、それはアドバンテージとなる。
- iii) 作業期間短縮について
Cilacap 製油所は、従来約 6 万 kL タンクで、4,000 m³ を超えるオイルスラッジが発生し、作業日数として最低 2 ヶ月以上の日数を見込んでいる。今回提案のシステムでの作業所要日数がどうなるのか、非常に興味がある。
日数は From the beginning（オイル抜き取り）～Ready to Refill（再充填可能）でカウントすること。
一方、Plaju 製油所は、1 万 kL 小型タンクが中心であるが、連続してタンク洗浄を行うことで、大型タンク並みのコストでタンク洗浄を行うことができないか？

(4) 石油スラッジリサイクルの事業性評価について

発表概要は以下のとおりである。発表資料を添付資料 2 に示す。

- i) OSS システムの技術的な説明

ii) 受け取った石油スラッジの分析と OSS 処理設備を用いた場合の事業について

上記の発表に対して、以下の質疑が行われた。

i) OSS 技術において、石油スラッジが分解される機構について質問があり、音速を超える蒸気吹き込みにより衝撃波が出ることを説明した。

ii) 石油スラッジ性状分析結果の説明から、Cilacap 製油所のサンプルは Light Oil Tank のスラッジであるとの追加情報の提供がなされた。タンクの種類としては、原油タンクや重油タンク等 2 種類のスラッジが存在するとの情報開示があった。

もし、残り 2 種類のスラッジも提供があるなら、分析・評価を行うことを提案した。

Plaju 製油所では、モバイル型の OSS 装置をタンクの近傍に移動させながら設置して、発生するスラッジの処理を進められないかとの質問があり、モバイル型 OSS の設計を昨年秋から検討を開始し、完了している旨を説明した。

(5) ワークショップのまとめ

基本的には、今回提案に対して前向きに検討する方向で対応いただけることとなった。

今後、今回提案したスキームを用いることができる案件が今後発生した場合は、本チームに対して連絡するとのコメントやタンク洗浄に関する諸条件(ユーティリティの条件から各設備の運用等)について詳細を検討したい旨の提案があり、事業に向けて一段階を上ることができたと考えている。

しかし、Pertamina 社のビジネスは基本 Open Bidding であり、Bidding 参加には管理上の手続きが必要であるとの説明もあり、弊社の親会社の現地法人である JFEI との連携が必要等実際の受注に際して、手続きの進め方について、さらなる検討が必要である。

さらに、マレーシア Labuan 島にあるプロスパー社の事業化プラントにおける試験のために、約 2 トンのサンプル提供及びマレーシアの環境省への手続きのために、政府間の Letter が必要であることを説明し、検討を依頼した。

約 2 トンのサンプル提供については、社内のコンセンサスを含めてかなりハードルが高い手続きが必要との説明があったが、モバイル装置を Labuan 島からインドネシアへ移動できるかどうか検討できないかとの逆提案をいただいた。

総じて、本事業の提案に関して興味を示しており、現状の遠心分離法やマニュアルクリーニング作業と比べて、アドバンテージが各項目についてどの程度見込むことができるかを引き続き検討・説明していくことが重要であり、その結果として、タンククリーニングや OSS 技術によるスラッジ処理の受注につながると十分期待できる結果であった。

6. 実現可能性の評価

調達した石油スラッジの成分分析（表 3-21、表 3-22、表 3-24）及び OSS 設備の能力査定（表 3-25）の結果及び石油スラッジの発生量は数万トン以上あるが各製油所での発生は定期的（通年で連続して発生しない）でないという調査結果から、次のように考えた。

Case A : Plaju と Cilacap の両製油所のサンプルから評価した結果を元に、OSS 設備の能力を設定し、OSS 設備 4 基を設置した工場を建設運営することを前提として、事業採算性を評価して、その実現性について検討を行う。

なお、本事業範囲は、製油所での石油スラッジのフレキシブルフレコンへの詰込み、製油所から処理工場までの運搬は現地のパートナー企業に委託し、石油スラッジの処理工場のみを事業対象範囲として事業性評価を行った。（図 6-1 参照）

Case B : OSS モバイル 2 基を 1unit とし、2unit を用いて、Peramina 社の製油所を循環しながら、石油スラッジのリサイクル事業を行うことを前提として事業採算性を評価した、その実現性について検討を行う。ただし、OSS 設備の能力に関しては、現実には、各製油所毎に OSS の処理能力が異なるが、全ての製油所のスラッジを分析することはできていないので、Case A で査定した能力を前提として評価を行う。（図 6-1 参照）

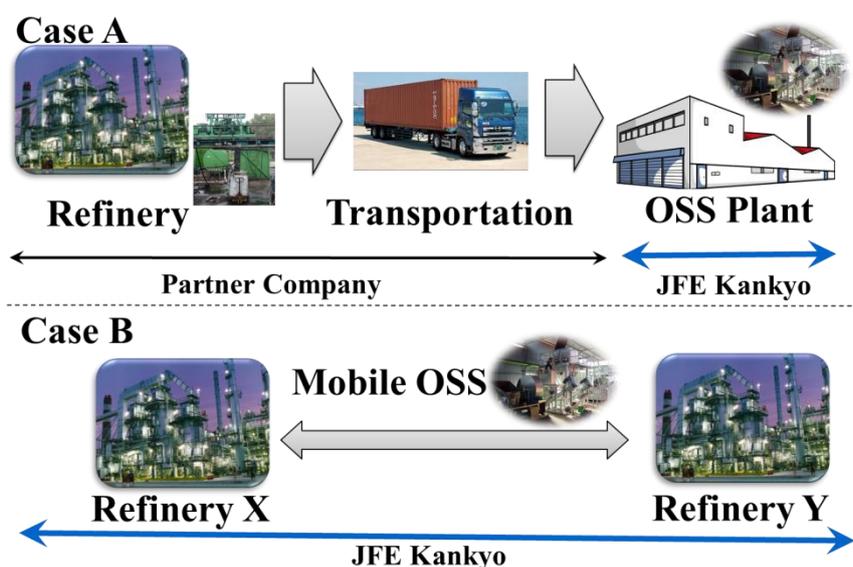


図 6-1 Case A 及び Case B の事業範囲

6.1 事業採算性

6.1.1 事業規模

OSS 設備の能力は、表 3-25 より Plaju dry oily sludge と Cilacap oily sludge の処理能力の中間値を採用する。

$$(315 + 218) \div 2 = 266.5 \text{ kg/h}$$

計算値がベースなので、少し余裕を見て、石油スラッジ 260 kg/h の処理能力として、事業規模を決定する。

事業規模及び工場操業条件など

Case A の工場の場合の諸元を表 6-1 に示す。

表 6-1 Case A 工場の場合の事業規模及び操業条件など

i)	OSS 設備設置台数	4	unit
ii)	OSS 能力	260	kg-oily sludge/h・unit
iii)	年間稼働日数	360	day/year
iv)	日稼働時間	24	h
v)	稼働率	96	%

上記条件から事業規模を計算すると、

$$260 \times 360 \times 24 \times 0.96 \times 4 = 8,626,176 \text{ kg/year}$$

従って、年間処理量を 8,600 トンとして、事業性評価を行った。

Case B のモバイル方式の場合は、OSS 設備の製油所間の移動回数を 4 回とし、その移動期間及び OSS 設備の設置及び解体期間を設定して、事業規模を決定した。

Case B のモバイル方式の場合の諸元を、表 6-2 に示す。

表 6-2 Case B 工場の場合の事業規模及び操業条件など

i)	OSS 設備設置台数	2 基	× 2 unit
ii)	OSS 能力	260	kg-oily sludge/h・unit
iii)	年間稼働日数	293	day/year
		製油所間の設備移動期間は、1 week/回 設備の設置及び解体期間は、設置 ; 1 week/回、解体 4 日/回	
iv)	日稼働時間	24	h
v)	稼働率	90	%
vi)	機会損失 ⁶	10	%

⁶ OSS 設備の移動等に伴い設備が稼働しない期間を機会損失として稼働率から差し引いた

上記条件から事業規模を計算すると、

$$260 \times 293 \times 24 \times 0.90 \times 2 = 3,290,976 \text{ kg/year}$$

従って、年間処理量を、3,200 トン/2 基の 2unit で年間 6,400 トンとして、事業性評価を行った。

6.1.2 事業性評価

(1) 事業性計算の前提

事業性を計算する上で、各種費用を表 6-3 のように設定した。

表 6-3 事業性計算の前提となる各種費用

1	本事業における資本金比率		40%	
	本事業の事業期間		10 or 15 年	
	借入金の返済期間		10 年	
2	石油スラッジの 逆有償価格	Case A	18,000 円/トン	
		Case B	12,000 円/トン	
		廃油の販売価格	MFO 油の 60%	
3	OSS 設備の移設費用	製油所間輸送	4 回/年	
		製油所設置・解体費用	4 回/年	
4	設備関連	OSS 設備費用	プロスパー社見積金額	
		OSS 付帯設備	現地企業見積金額	
		設備補修費	機械・電気類	3.0 % (設備費)
			建物	1.0 % (建築費)
		設備償却率	機械・電気類 定率	12.5 % (8 年)
			フォークリフト 定率	25.0 % (4 年)
建物・土地 定額	5.0 % (20 年)			
5	経済指標	経済成長率	5.0 %	
		金利・割引率	7.8 %	
		用役費アップ率	5.0 % /3 年毎	
		税率	25.0 %	
		人件費年増加率 (現場労働者)	10.6 %	
		人件費年増加率 (管理職)	5.0 %	
6	その他	事業会社管理費 (除く人件費)	6.0 %	
		土地賃貸	30 年	

本事業の収益性を調査する上で、前頁の条件を決定する上で、下記の示した点を考慮し、事業性の評価を行った。

- i) 売上に関しては、スラッジの処理価格は、本調査による価格をベースとした。但し、3 年毎に、価格の見直しを行って、5%の価格上昇が得られるものとして計算を行った。
- ii) 本事業の売上の重要な要因である回収油の販売価格に関しては、図 3-10 に調べた原油・MFO 油・軽油の価格調査の結果を元に、流通している MFO 油の 60%とした。

また、ここ数年の原油価格の変動が大きく、原油価格に応じた各種油種価格も大きく変動しているので、原油価格に関する感度分析を実施した。

- iii) 設備費は、見積金額の 80~90%の値をベースとした。
- iv) 設備の償却率は、PT. Prima Wahana Caraka が作成した「インドネシア税務ポケットブック 2014 年」をベースに設備償却期間及び償却法を決定した。
- v) インドネシアの経済環境は、JETRO のホームページより経済情報を入手して、経済成長率、金利、税率、用役単価等を決定した。なお、用役単価に関しては、3 年毎に 5%の単価上昇があるものとして計算を行った。
- vi) 労務費の実費に関しては、現地パートナー企業から想定する労務単価を入手して使用した。但し、労務費の年間増加率に関しては、インドネシアの最低賃金上昇率（公益財団法人横浜企業経営支援財団のホームページ）を参考にして、決定した。なお、管理職に関しては、経済成長率程度の上昇として計算を行った。
- vii) 事業会社の管理費については、人件費を別途計算しているので、売上の 6%として試算を行った。

(2) CaseA の事業性評価

1) 原油価格変化に係る検討

まず、CaseA の場合について、最初に原油価格を 30US\$/bbl として、計算を実施したところ、事業開初年度は赤字となり、2 年目で黒字化できるが 9 年目に経常利益が最大となり、その後利益は漸減していく。労務費の年間アップ率 10%が継続すると仮定してあるので、変動費に占める比率が 35%から 15 年目には 44%程度まで上昇する。

内部収益率 (IRR : Internal Rate of Return) は、事業年数が 10 年の場合 (IRR₁₀ と略) 4.8%、事業年数が 15 年の場合 (IRR₁₅ と略)、8.8%になった。純現在価値 (NPV : Net Present Value) の計算においては、事業開始から 12 年目にプラスになる。

本調査開始時の原油価格 50US\$/bbl から約 20US\$/bbl 価格下落を受けた現在の状況においては、事業性としては十分でないことが判明した。このため、原油価格が、現状の価格 (30US\$/bbl) から 70US\$まで上昇した場合に、事業性がどのように変化するかについて、感度分析を行った。

その結果を、表 6-4 に IRR₁₀ 及び IRR₁₅ 等で示す。

表 6-4 原油価格の変化による IRR の感度分析 (Case A)

原油価格 (US\$/bbl)	IRR ₁₀ (%)	IRR ₁₅ (%)	収益回収年度 (NPV)
30	4.8	8.8	12 年目
40	10.6	13.9	8 年目
50	12.7	15.8	7 年目
60	14.8	17.7	6 年目
70	16.8	19.5	6 年目

表 6-4 の結果からわかるように、事業期間 10 年間に於いて、IRR15% 以上を期待するには、本事業条件下では、原油価格 60US\$/bbl 以上が必要であることがわかる。しかし、2016 年当初における世界における原油の需給バランスなどを考えると、60US\$/bbl 以上の価格は当面見込むことができないと考えられる。最大限の可能性として、原油価格 US\$50 程度が見込むことができる最大原油価格と考えられるので、ベース条件として、原油価格を US\$50/bbl として更なる事業性評価を実施した。

2) 原油価格 US\$50（基本条件）での事業性評価

原油価格 50US\$/bbl の場合の損益計算表を、表 6-5 に示す。

事業期間 10 年間に於ける費用構成を、図 6-2 に示す。

表 6-5 損益計算表（原油価格 US\$50/bbl 時）（Case A）

単位：百万円

項目	1 年目	5 年目	10 年目	15 年目
	2016 年	2020 年	2025 年	2030 年
売上高	359.5	367.3	383.9	392.9
石油スラッジ処理	154.8	162.5	179.2	188.2
再生油	204.7	204.7	204.7	204.7
コスト	331.8	284.1	285.0	319.7
労務費	59.6	68.8	85.2	109.9
用役費	104.4	109.6	120.9	126.9
補修費	10.5	12.8	16.3	20.8
その他	19.8	20.7	22.4	23.5
変動費計	194.3	212.0	244.7	281.2
減価償却費	90.0	34.2	14.0	14.0
管理費	22.1	22.6	23.8	24.6
金利	25.6	15.3	2.6	0.0
固定費計	137.5	72.1	40.3	38.5
経常利益	27.7	83.2	98.9	73.2
税金	6.9	20.8	24.7	18.3
税引後利益	20.8	62.4	74.2	54.9

表 6-5 からわかるように、本事業収益計算に条件下においては、労務費コストの増加比率が大きいため、事業収益は設備償却額減少に応じて増加するがその後減少に転じる。計算の結果、9 年目の経常利益が 99.8 百万円となり最大となった。

将来の事業性を考える上で、インドネシア国内における労務費の上昇が年間 10%という状況がいつまで続くかということが、事業の将来性に大きく影響することは明らかである。また、その一方で廃棄物処理価格は、近年それほど変化してないとの情報もある。

日本の場合は、産業廃棄物は年間契約を締結し、その契約は両者に問題が無ければ自動で契約が延長され、価格に関しても随時交渉によって、変更が可能である。しかし、インドネシアの石油スラッジに関しては、本調査においても報告したように、排出されるスラッジ毎

に入札を行い、その度、契約を実施する方式であり、廃棄物処理価格の動向が一定していない。つまり、過去の処理価格が正常に反映される方式ではない。適正処理を行う事業者が適正価格で入札を行って落札できるということが担保されていない可能性があることがリスク要因として考えられる。

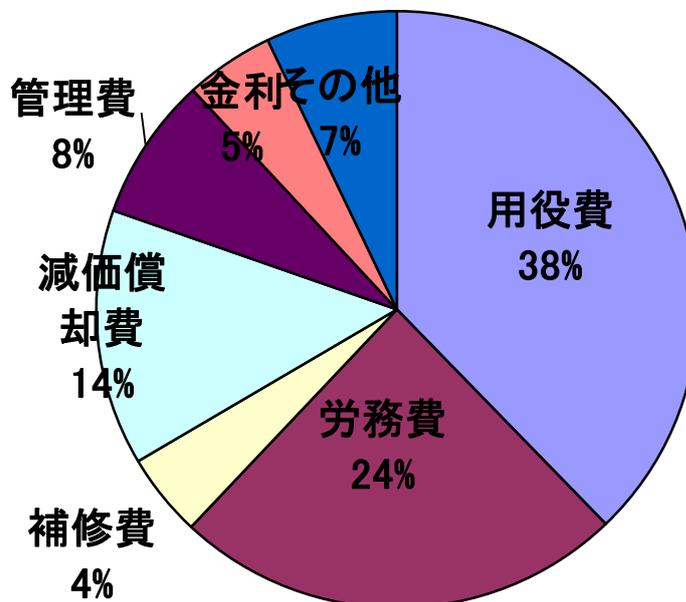


図 6-2 費用構成 (10 年間累計) (Case A)

図 6-2 からわかるように、本事業は、石油スラッジの処理にかかる用役費と労務費で、コストの 60%強を占めている。労務費は、初年度単独では 18%程度を占めるだけであるが、年々比率が増加していき、10 年目には約 30%を占めるまでになり、10 年間平均で 24%となった。

本事業のキャッシュフローの試算結果を図 6-3 に示す。

投資回収を達成するのは、事業 7 年目であり、10 年間の IRR_{10} は、12.7%となる。

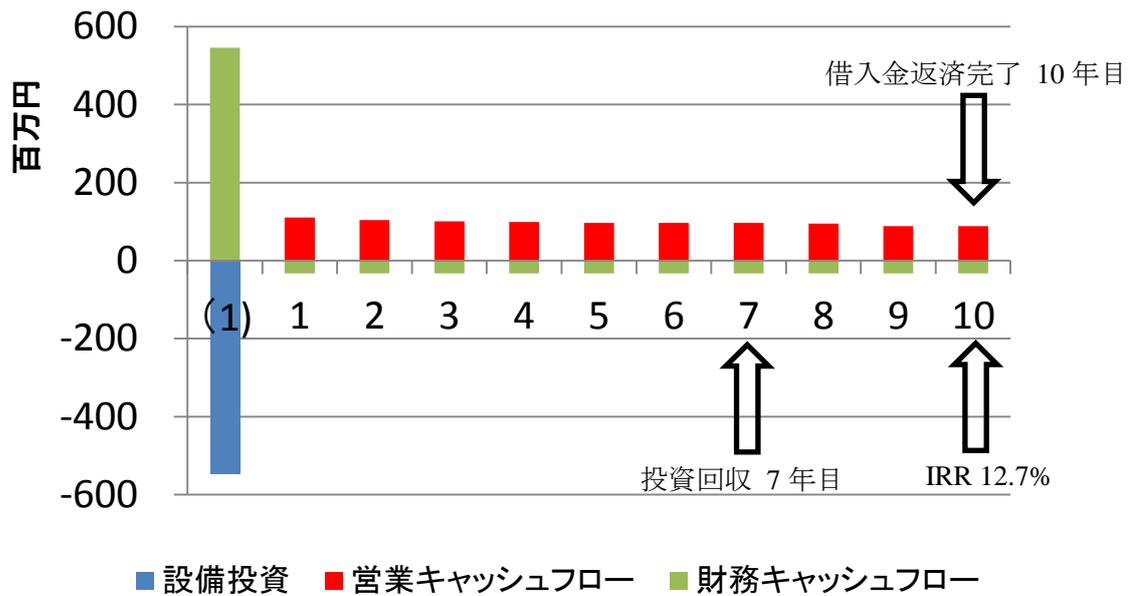


図 6-3 キャッシュフローの推移 (Case A)

3) 感度分析 (処理価格、労務費、設備費)

基本条件に対して、収益に影響を与える要素 (石油スラッジ処理価格 (Tipping fee)、労務費の増加率、設備費) の IRR へ与える影響について感度分析を実施した。処理価格は、±5 円/kg、労務費は、±5%、設備費は、±20%の変化した場合について、実施した。その結果を、それぞれ表 6-6、表 6-7、表 6-8 に示す。

表 6-6 石油スラッジ処理価格の変化による IRR の感度分析 (Case A)

石油スラッジ 処理コスト	円/kg	13.0	18.0	23.0
IRR ₁₀	%	3.5	12.7	20.4

表 6-7 労務費の増加率の変化による IRR の感度分析 (Case A)

労務費増加率	%	5.0	10.6	15.0
IRR ₁₀	%	13.4	12.7	12.0

表 6-8 設備費の変化による IRR の感度分析 (Case A)

設備費	%	-20	0 (現状)	+20
IRR ₁₀	%	15.7	12.7	10.2

表 6-4、表 6-6、表 6-7 及び表 6-8 の感度分析の結果から、原油価格 10US\$/bbl の増減で IRR₁₀

が2%程度、石油スラッジの Tipping fee 1 円で IRR_{10} が 1.5%、設備費 10%の増減で IRR_{10} が 1.5%、労務費単価の増減率 5%で IRR_{10} が 0.7%程度に影響することがわかった。

従って、本事業は原油価格及び石油スラッジの処理価格の変動が事業性に一番大きく影響する可能性が高いことが判明した。

4) リスク等

2015 年当初、本事業を計画し調査を計画した時点では、原油価格は 50US\$/bbl 付近であった。その後もさらに下がる可能性もあるが、原油安の原因の一つである米国シェールオイルの生産は、原油価格 US\$50/bbl を下回ると、製造原価割れを起こして、生産量が減少すると予測されており、原油価格は 40US\$/bbl 程度を下限として、50US\$/bbl 近辺で落ち着くものと考えられていた。現実には、米国におけるシェールオイルを含む原油の生産量は、2015 年度中にピークを迎えたが、その生産量の減少は漸減している状況で、当初見込まれていたような削減量に至っていない。そのため、現在原油価格は US\$30/bbl 台で、変動しており、数年間は、原油価格の上昇が見込みにくい経済状況である。

さらに、米国金利の正常化に伴うインドネシアを初めとした東南アジア各国からの資金引き上げの動きに伴った、インドネシアルピアの対 US\$ に対する為替レートの動き（ルピア安）、また、もともと近年資源高による資源貿易による経済発展をベースとしたインドネシア経済において、中国経済の減速に伴う資源安による輸出額の減少、それに伴うインドネシアマクロ経済の減速等が現実となっており、当面、インドネシア経済の成長率は減速していくことが予想される。今後、インドネシアの経済発展のためには、内需主導の経済発展への転換及び中国を除く東南アジア諸国への輸出、引いては、TPP への加盟による米国への輸出促進等、経済発展のための種々の施策が求められている。

今後、インドネシア経済の成長率が回復したとしても、原油安の世界状況は、大規模な産油国イランの世界経済への復帰、米国からの原油の輸出開始等の要因もあり、当面見込みにくい状況に追い込まれており、本事業の事業採算性の必要な要因である再生油の価格上昇は見込みにくい状況である。

このような国際情勢に起因した経済状況から、現地企業であるカウンターパート企業は大型の投資に慎重になっている。従って、現状では、大規模な投資は行わず、原油価格やインドネシア経済の安定化に関して様子を見る時期だとの認識に至っている。

また、事業性の評価結果から、原油価格としては US\$50/bbl 程度が望ましいと考えら得ることと、原油価格が上昇した際に、インドネシア政府として、2014 年秋に撤廃した石油化学製品への補助金制度を復活させる政策を再び選択することがあるかどうかなど、今後の政治・経済状況を含めたさらなる判断も必要になると考える。

一方、事業開始までの期間は、BKPM の制度運用の改善の結果、会社設立期間は大幅に短縮化がされている。従って、図 3-9 に示したように、事業化のための諸手続きは、土地の取得（工場建設地の選択・決定）や境アセスメントの実施期間が中心となり、会社設立から環境アセス完了までは、おおよそ 1.5 年間になると考えられる。その後約半年間に、処理設備を製作し、工場内に設置後、事業を開始することになる。事業開始まで約 2 年間の期間が必要であると考えられる。すなわち、事業進出に可否を決定する上で、今後 2 年以降のインドネシア経済の動向を見極める洞察力が要求される。

(3) CaseB の事業性評価

1) 原油価格変化に係る検討

次に、Case B について、同様の事業性評価を行った。Case A の場合と同様に、最初に原油価格を US\$=30\$ として、計算を実施したところ、事業開初年度は赤字となる。2 年目以降、黒字化し、9 年目に経常利益が最大となるのは、Case A と全く同じである。

内部収益率 (IRR : Internal Rate of Return) は、事業年数が 10 年の場合 (IRR₁₀ と略) 8.9%、事業年数が 15 年の場合 (IRR₁₅ と略)、11.1% になった。純現在価値 (NPV : Net Present Value) の計算においては、事業開始から 8 年目にプラスになる。Case A の場合と比べて、事業性が高いことがわかる。

次に、原油価格が、現状の価格 (30US\$/bbl) から 70US\$/bbl まで上昇した場合に、事業性がどのように変化するかについて、感度分析を行った。

その結果を、表 6-9 に IRR₁₀ 及び IRR₁₅ 等で示す。

表 6-9 原油価格の変化による IRR の感度分析 (Case B)

原油価格 (US\$/bbl)	IRR ₁₀ (%)	IRR ₁₅ (%)	収益回収年度 (NPV)
30	8.9	11.1	8 年目
40	19.8	21.6	5 年目
50	23.5	25.1	4 年目
60	27.0	28.5	4 年目
70	30.5	31.8	4 年目

表 6-9 の結果からわかるように、事業期間 10 年間に於いて、IRR15% 以上を期待するには、原油価格 40US\$/bbl 以上が必要であり、Case A の場合と比べてハードルは低い。

その理由は、Case B は、製油所内で事業を適時行う事業形態を前提としているので、土地・建物の設備投資がなく、蒸気や排水処理に関して、製油所の設備を利用できることを前提としていることが大きく寄与していると考えられる。

基本、製油所では、多量の蒸気を用いているし、排水処理設備も所有している。これらの設備を有効活用することで、OSS 処理設備にそれらの設備を設置する場合に比べて、大きく事業性が改善できることを前提としている。

もう一つは、OSS 設備を、製油所間を移動させたときに、原油タンクのクリーニング作業による石油スラッジが発生するタイミングと設備移動の時期のずれや契約の手続きの遅延等、OSS 設備を工場団地に設置した場合と異なって、設備の運転に関する機会損失が発生することが十分想定される。基本条件として、機会損失を 10% として計算しているが、スラッジ処理の逸注が発生したケースも十分考えられるので、機会損失に関して、感度分析を行った。

2) 原油価格 US\$50（基本条件）での事業性評価

なお、Case A との比較を考慮して、ベース条件として、原油価格を US\$50/bbl、機会損失 10%として事業性評価を実施した。

損益計算表を、表 6-10 に示す。

表 6-10 損益計算表（原油価格 US\$50/bbl、機会損失 10%時）（Case B）

単位：百万円

項目	1年目	5年目	10年目	15年目
	2016年	2020年	2025年	2030年
売上高	209.5	213.0	220.5	224.6
石油スラッジ処理	70.2	73.7	81.3	85.3
再生油	139.3	139.3	139.3	139.3
コスト	200.4	156.6	156.4	185.8
労務費	36.7	44.7	59.6	83.2
用役費	47.8	50.2	55.3	58.1
補修費	7.1	8.6	11.0	14.1
その他	13.6	14.2	15.2	16.0
変動費計	105.1	117.7	141.2	171.3
減価償却費	70.7	18.6	0.0	0.0
管理費	13.1	13.4	14.0	14.5
金利	11.5	6.9	1.2	0.0
固定費計	95.3	38.9	15.2	14.5
経常利益	9.1	56.4	64.2	38.8
税金	2.3	14.1	16.1	9.7
税引後利益	6.8	42.3	48.1	29.1

表 6-10 からわかるように、Case A と同様に本事業収益計算に条件下においては、労務費コストの増加比率が大きいため、事業収益は設備償却額減少に応じて増加するが、その後減少に転じる。計算の結果、9年目の経常利益が 66.8 百万円となり最大となった。

事業期間 10 年間に於ける費用構成を、図 6-4 に示す。

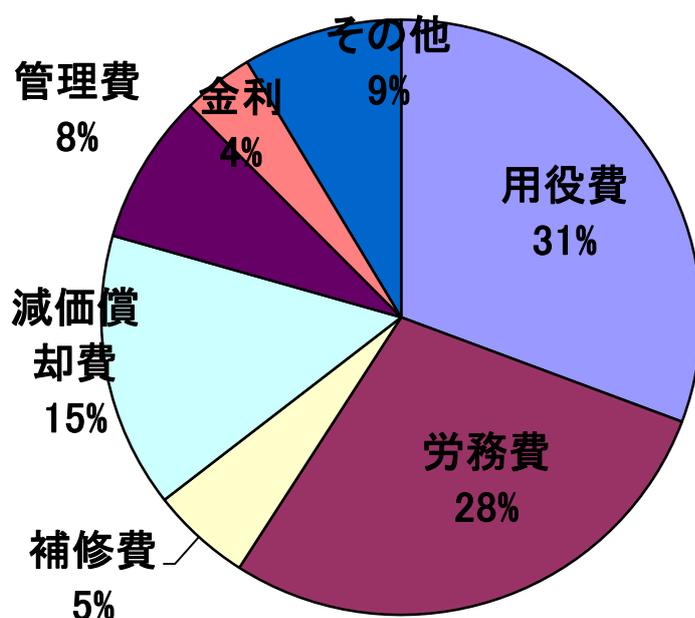


図 6-4 費用構成 (10 年間累計) (Case B)

図 6-2 と図 6-4 を比較するとわかるように、各費用の構成比率は、全体的には大きく変化していないことがわかる。唯一、変化している項目は、Case B が Case A に比べて用役費の割合が低下し、労務費の比率が増加していることである。Case B は、製油所のユーティリティの一部が利用できること、OSS 設備を運転する場所が 2 ヶ所 (製油所) に変化することが反映された結果だと考えられる。

次に、キャッシュフローの試算結果を図 6-5 に示す。

投資回収を達成するのは、事業 4 年目であり、10 年間の IRR_{10} は、23.5%となる。

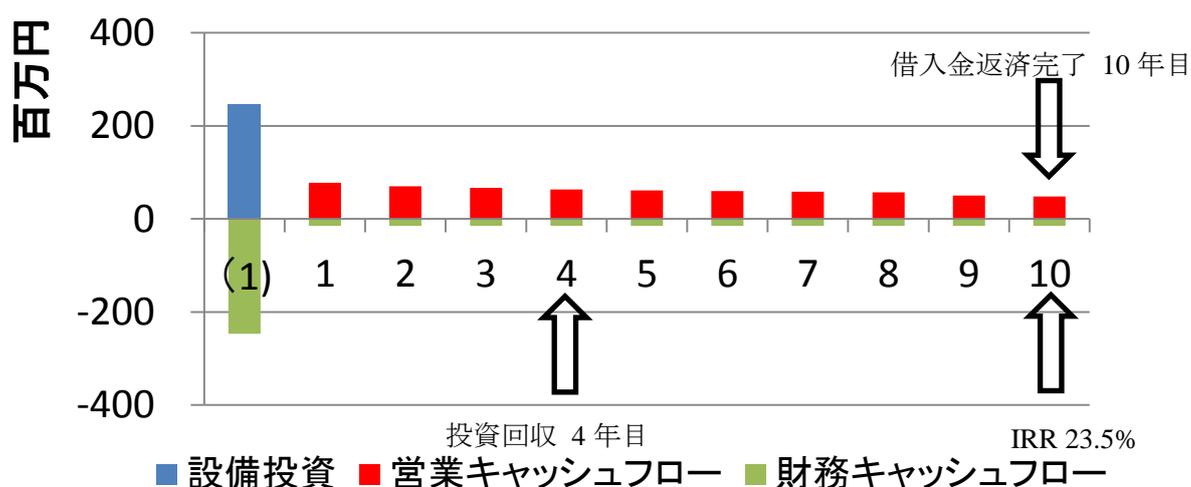


図 6-5 キャッシュフローの推移 (Case B)

3) 感度分析（機械費用損失）

まず、OSS 設備の移動期間以外に設備が停止する場合（機会損失）の感度分析を行った。その結果を表 6-11 に示す。

表 6-11 機会損失の変化による IRR の感度分析（Case B）

機会損失	%	40	30	20	10
IRR ₁₀	%	1.0	9.8	17.1	23.5

表 6-11 の結果からわかるように、OSS 設備の移動期間以外の設備停止期間が、20%（=機会損失）以上ある場合は、IRR が 17%を下回ってくるのがわかる。

また、基本条件に対して、Case A 同様に収益に影響を与える要素（石油スラッジ処理価格（Tipping fee）、労務費の増加率、設備費）の IRR へ与える影響について感度分析を実施した。Case B の場合、処理価格は、±3 円/kg とし、それ以外の労務費と設備費は、Case A と同じ範囲で変化した場合について、実施した。その結果を、表 6-12、表 6-13、表 6-14 に示す。

表 6-12 石油スラッジ処理価格の変化による IRR の感度分析（Case B）

石油スラッジ 処理コスト	円/kg	9.0	12.0	15.0
IRR ₁₀	%	16.2	23.5	29.9

表 6-13 労務費の増加率の変化による IRR の感度分析（Case B）

労務費増加率	%	5.0	10.6	15.0
IRR ₁₀	%	24.6	23.5	22.3

表 6-14 設備費の変化による IRR の感度分析（Case B）

設備費	%	-20	0 (現状)	+20
IRR ₁₀	%	32.2	23.5	17.3

表 6-9、表 6-11、表 6-12、表 6-13 及び表 6-14 の感度分析の結果から、機会損失、原油価格の変動及び設備費の低減が、収益性に大きく影響し、労務費の増加の影響は限定的であることが分かった。

4) リスク等

既存のリスクは CaseA の場合に検討したものと同じであり、Case B 特有のリスクとして

は、次の点が考えられる。

製油所での石油スラッジが多く発生するタンククリーニング等の実施時期は、各製油所間で調整しているわけではなく、各製油所の運用において実施されている。従って、極端なことを言うと、全製油所で同時に石油スラッジが発生している場合もあれば、どこの製油所でも石油スラッジが発生していないというケースも想定される。

事業性評価においても検討したが、製油所での廃棄物の運用管理が、我々が想定しているビジネスモデルとどの程度一致又はずれているかを検証しておく必要があると考えられる。

その他としては、産業廃棄物設備を製油所間で運搬するので、運搬時の事故による設備の破損や、全製油所で事業を実施するので、環境アセスや許認可の取得において、多大の労力を要求される可能性があること等が想定される。

6.2 環境負荷削減効果

今回対象とした石油スラッジに関して、Case A の場合、年間 8,600 トンの石油スラッジの処理時に、5,619kL の油が回収できる。一方、プラントの運転用の油として、ボイラー用に軽油を 1,544kL、フォークリフトの燃料として 2.4kL を使用する。

つまり、油種は違うが、年間を通して 4,000kL 以上の油を回収することができる。

使用する他のエネルギーは、電力が主であり、年間 767MWh と試算できている。

インドネシアの電力として、最近増加している石炭火力発電（発電効率：30%と仮定）から電力を調達するとして考えると、767MWh の電力を発電するために必要な石炭（熱量：26.6MJ/kg と仮定）量は、約 350t となる。石油と石炭の熱量の差を考慮すると、回収する 4,000kL に対して、概略 3,800kL の油を新たに回収できたことになる。

OSS 設備による石油スラッジの処理は、この回収した油を燃料その他として有効使用することで、新たな石油燃料を削減することが可能となる。

また、Case B においては、製油所からジャカルタ近郊にあるリサイクル工場までの石油スラッジの運搬時に発生する CO₂ も削減される。

今回の石油スラッジのサンプルは、スマトラ島の Praju 製油所とジャワ島の Cilacap 製油所から調達したので、この両製油所からの運搬時の CO₂ 削減について検討を行った。

・Cilacap 製油所

Cilacap 製油所からは、ジャワ島内部の輸送なので、完全にトラックでの輸送となる。

スラッジは、内面のプラスチックでコーティングしたフレキシブルフレコンにつめられ、これらのフレコンを 20 フィートコンテナ等に、積載して運搬しているのが現状である。

20 フィートコンテナには、約 30m³ 強の荷物が積載可能であるが、最大積載荷重はコンテナの自重を引いて、約 20 トン強となる。年間処理量の 5,850 トンの半分を陸送するとして計算すると、約 150 台のコンテナ車を走らせる必要がある。

本工場予定地と Cilacap 製油所の距離は、約 450 km なので、トラックの距離あたりの CO₂ 排出量を 130 kg-CO₂/t・km⁷ として、年間約 190 トンの CO₂ 削減となる。

・Plaju 製油所

こちらは、スマトラ島にある製油所なので、Plaju 製油所からスマトラ島南部の Bekau-huni まで陸送し、そこからジャワ島 Merak へフェリーでわたり、ジャワ島をもう一度陸送方法が、主流の運搬方法のようです。

スマトラ島 450km、ジャワ島 60km、フェリーが約 1 時間(30km)ということ considering して、1 回の運搬にかかる CO₂ の排出量は、約 1.5 トンで、年間約 220 トンと推定できる。

両製油所から、本事業の石油スラッジを等重量運搬するとして、運搬にかかわる CO₂ 排出量は、合計 410 トンとなる。

⁷ 輸送時の CO₂ 排出量：日本長距離フェリー協会
http://www.jlc-ferry.jp/environment/modal_shift.html

6.3 社会的受容性

本事業は、CaseA の場合は、ジャカルタ近郊の工業団地内に工場を建設し、各製油所から石油スラッジを運搬する。従って、工業団地内への新たな工場建設に伴う環境アセスメント（AMDAL）の取得時において、地域住民との交渉が発生する。

本事業によって周辺地域に対して追加的な環境影響を生じさせる要素は、工業団地への石油スラッジの搬入と、OSS 設備による処理及び搬出に限られる。既に石油スラッジがジャカルタ周辺にある産業廃棄物の焼却工場やセメント工場へ運搬され処理されていることから、本事業の実施により追加的に発生する環境影響は限定的であり、地域住民としても十分に受容可能なものであると想定しているが、実施にあたって具体的な調査検討を要する。

なお、回収された油を利用できる施設や工場が、地域にあれば現在購入している燃料より低価格の燃料として、優先的に再利用することも可能であり、リサイクル施設の受容性を高めるられる可能性がある。

CaseB の場合は、製油所の構内から産業廃棄物である石油スラッジの搬出・運搬がなくなるので、環境影響がさらに少なくなる。さらに、産業廃棄物を処理する最新の設備が導入されることになるので、製油所内での石油スラッジの処理に関してより安全性が高い処理が実施されることになり、周辺への影響もより小さくなり、製油所周辺の地域住民にとってもメリットが生じる。

6.4 実現可能性の評価

現状の原油価格 30US\$台では、Case A 及び Case B 両方ともに事業性はない。原油価格が 40US\$/bbl になると、Case B は IRR_{10} が 15%を超えて 19.8%まで増加する。Case A は、50US\$/bbl で、 IRR_{10} が 12.7%、60US\$/bbl で 14.8%となり、事業性が見込まれる。

どちらにしても、本事業の調査を開始した当初の原油価格レベルであれば、事業性を見込むことは可能であるが、現状の原油価格においては、新規に事業参入するには収益性が不十分な状況である。

さらに、石油スラッジの処理価格、労務費の増加率、設備費の変動や CaseB の場合の事業機会損失等についても、感度分析等の検討を行った。

以上の事業性検討の結果から、事業採算性は、次の 2 点の影響が大きいと考えられる。

- i) 世界の原油価格の動向
- ii) 石油スラッジの処理価格

原油価格の動向は、原油だけではなくアメリカを中心としたシェールオイルなど、従来型の石油以外油の生産量状況に大きく影響されるので、どのように推移するかが、現状非常に難しくなっている。

石油スラッジの処理価格については、ここ数年においては、処理価格の変更に大きな影響はないように感じられるが、各入札において、条件が異なるためか、金額にかなりの差が見受けられる。石油スラッジは、その性状や保管状況など、各製油所や掘削場所において、その条件がまちまちであることが多く、画一的な処理価格の体系ができていない可能性が高い。

事業性評価の結果と元に、許認可や工場建設にかかる時間（約 2 年間）を考えると、インドネシアの経済安定した状況を確認した段階で、事業を開始できるようなタイミングを選ぶことが何よりも肝要と考えられる。

また、本調査において計画した事業内容で事業を開始する上においては、本調査に引き続いて、石油スラッジの性状と処理価格の関係を十分に調査することが何よりも必要だと考えられる。

早期に、事業投資をする上では、現実の石油スラッジの処理体系について、例えば、石油スラッジが発生する作業（タンククリーニングの実施計画や過去数年間の実績表等）やタンククリーニング以外で石油スラッジが発生する作業（製油所補修時に発生するスラッジ類）に関する情報の取得等、もう少し石油会社と情報交換を密して、石油会社の目指している方向性を十分把握して、本事業の実施計画の立案・修正を行うことが重要だと考えている。

7. 今後の海外展開計画案

インドネシア政府は、2014 年末の B3 廃棄物の運用に関する法改正や BKPM（インドネシア投資調整庁）におけるワンストップサービスなど、海外から産業廃棄物のリサイクル事業を推進する上で、有効な改善がいくつもなされてきており、かなり改善されつつあると考えている。

一方、本事業に関係ないが、廃棄物処理に関する契約変更に関しては、労働争議や地域と密着した運用を要求されるなど、日本における産業廃棄物処理の実態とかけ離れた運用を要求される面も多々残っている。

これらは、法令ではなく実際の事業を実施する際に、課題としてあがってくる問題であり、工場のある事業場や事業内容に応じて発生する問題である。

これらの諸事情を日系企業のみで行うことは、現実的な対応ではありえず、現地企業との合弁会社を設立して実施することが求められる。また、それらの費用は、本事業の FS において費用評価をすることは非常に困難であり、本事業の事業性評価で十分な収益率を計上できる事業計画を選択することが重要となってくる。

上記の社会的状況を踏まえて、本事業の Case A と Case B の両者に対する調査結果を判断すると、事業性の観点（IRR の値）からは Case B の事業の方が望ましいと考えられる。しかし、現在のインドネシアの経済状況からインドネシアのパートナー企業は、投資に対して慎重になっている。さらに、顧客である石油会社は、原油価格の低下に対して、新規の開発や取り組みに関して先送りをする傾向にあるように見受けられる。

しかし、本事業調査を進めるにあたり、石油会社の製油所における石油タンクの運用に関して、情報提供等の要求があった。それは、原油タンクの点検・清掃に関する事項であった。日本の石油会社の場合、法律で規制されていることもあり、定期的に原油タンクは開放し、内部検査を実施して、原油タンクの構造や強度等の品質管理を実施して、原油タンクからの油の漏洩などの事故が発生しないように管理している。しかし、インドネシアではこの内部点検の制度が無く（おそらく法整備されていない）、製油所建設以来始めて、近年原油タンクの開放点検を行ったというような情報を得ることができた。さらに、長年、原油タンクを点検・清掃せずに使用したために、原油中の硫黄分などの腐食成分でタンク内部が腐食してしまい、タンクの底部に残っているスラッジを清掃する段階で油が漏洩するので、スラッジが残った状態で、タンクの亀裂やピンホールなどの腐食した部分の修理又は油が漏洩しないようにスラッジの除去ができないかというような要望を聞いた。

つまり、本事業で調査した石油スラッジの処理という回収したスラッジの処理の問題だけでなく、製油所本来の重要な設備である原油タンクを初めとしたタンク類の点検・清掃業務を効率よく、低コストで実施する作業と本事業（石油スラッジ処理）をコーディネートした提案の方が、現時点ではより求められている要望であることが判明した。

ここで、タンククリーニング作業を簡単に説明すると、本作業は、COWS (Crude Oil Washing System) という名称で呼ばれており、新油である原油自身で原油タンクに沈積したスラッジ

を洗浄・再溶解して、スラッジを除去するというシステムであり、日本の原油タンクなどでは一般的に実施されている方法である。

図 7-1 に、日本の実績 No.1 のシステム機工株式会社の COWS システムの概念図を示す。

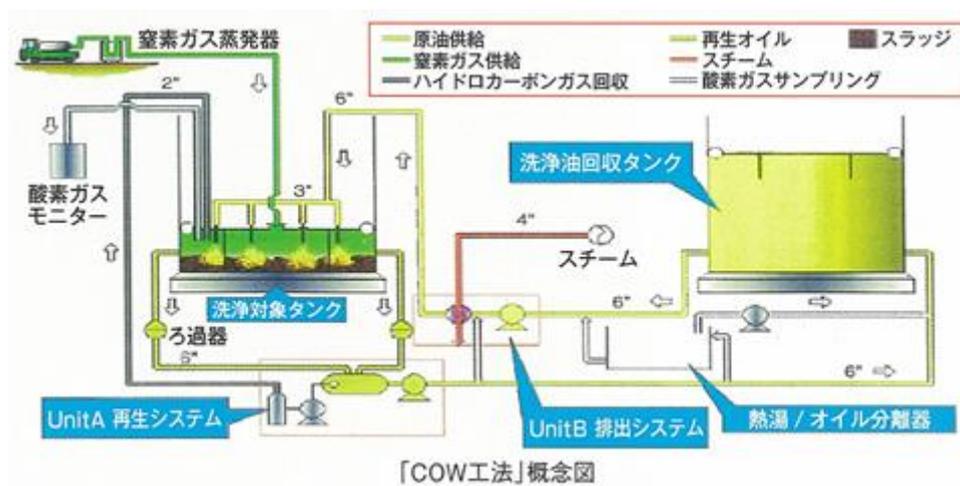


図 7-1 COWS 工法の概念図

出所) システム機工 <http://system-kk.cts-co.net/product/>

図 7-1 からわかるように、Unit A (再生システム) Unit B (排出システム) と洗浄油回収タンクを用いて、スラッジが蓄積した原油タンクの洗浄を行うシステムである。

ここで、海外事業展開としては、Tank Cleaning と OSS を組み合わせたトータルシステムを構築して、原油タンクの点検・清掃から発生する石油スラッジの処理までを一貫して処理するシステムを新たに構築し、本事業で検討した事業内容をさらに発展させることが、現在のインドネシアで事業を計画・展開することの一番の近道ではないかと考えている。

現在インドネシアでは、通常、タンクに残ったスラッジを人間が取出しているのですが、その取出したスラッジを、本事業の対象とするように変更することになる。

従って、タンククリーニング方式に変更した場合は、洗浄して回収する油中の固形分や洗浄するタンクに残るスラッジ分を、本事業で処理する対象のスラッジとすることになる。人間がタンクから取出すときと比較してスラッジ量はある程度減少することが考えられるが、タンククリーニングと一貫して作業を実施することで、効率よくタンクの点検・清掃及びスラッジの処理を行うことができるようになると考えている。

しかし、この場合、石油スラッジの処理事業が、タンククリーニングというサービス事業の一部として実施することになるので、

- i) 産業廃棄物の処理事業の一貫に当たるのか？
- ii) それとも、サービス業務ということで、B3 廃棄物の扱いに関する法令順守は必要であるが、設備等は、サービス業務の度に、タンクのそばに設置する完全移動式となる

ので、事業許可をどのように取得することになるのか？

等、本事業で検討した範囲を超えて、各種調査がさらに必要になると考えている。

また、タンククリーニング技術と OSS 技術を適切に接合させるためのインターフェースの技術が必要となると思われる。

今後は、上記の課題について考慮しながら、今回は十分な調査が実施できなかったタンククリーニングと OSS による石油スラッジの共同事業についての事業性評価について検討を進めていく予定である。

本調査以降に実施する事業計画は、次のように想定している。

- i) 事業概要 : タンククリーニングとスラッジ処理を一貫したシステム
- ii) タンククリーニング方式 : COWS
- iii) スラッジ処理方式 : OSS
- iv) 処理内容 : COWS によるタンククリーニング
COWS の洗浄液中のスラッジの分離と分離したスラッジの OSS 処理
COWS 後にタンクに残存するスラッジの OSS 処理

これらの各項目のインドネシアで実施するための最適化を図って、製油所から要望されるすべてのスラッジの処理を行えるシステムを早期に完成させ事業参入を図る。

事業化スケジュールとしては、一貫システムとしての事業許可に関する調査及び COWS と OSS のインターフェースの技術的な課題の解決を半年程度で行い、一貫システムの最終的な事業評価を行いたい。その後、原油価格の動向やインドネシアにおける石油会社のメンテナンスに関する補修方針等を見極めながら、許認可手続きの調査内容に従って、現地における合弁会社の設立、そして、事業参入というスケジュールを2年以内の実施したいと考えている。

ただ、この事業を開始するにあたって、新しい一貫システムであるために、石油会社からの要求事項を100%保証するためには、事前に一度新システムの実証事業を行うことができると、事業会社としては本事業計画においてリスク低減を図ることができる。

本事業の実施元である環境省をはじめとした政府機関等には、弊社が考えている事業計画に関する実証事業への援助やさらなる支援をお願いしたいと考えている。

SKK

SKK-COWS

**Proven Technology for De-Sludging
and Tank Cleaning**

System Kikou Crude Oil Washing System
2016



1

SKK

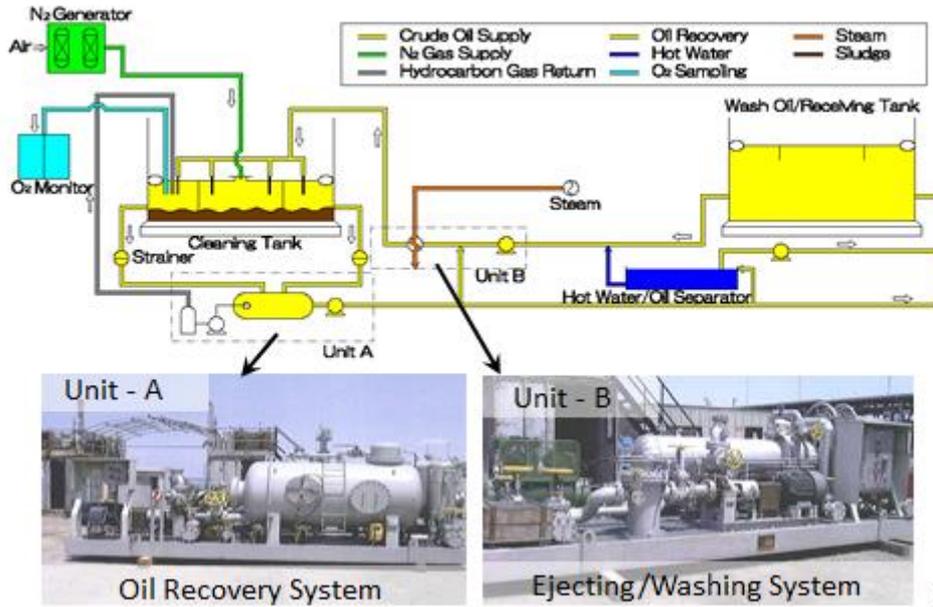
TANK CLEANING

For Tank Cleaning, Requirements are:

- Safety against Fire, Human Hazards,...
- Environmental Protection
- Maximum Oil Recovery from Oil Sludge
- Minimize Industrial Waste
- Short Period for Cleaning Works
- Cost Saving

2

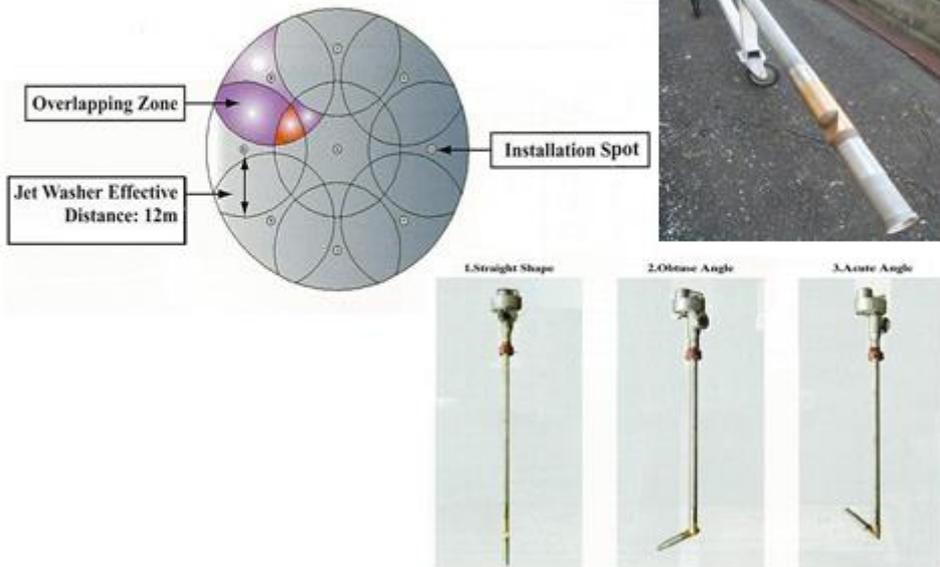
Overall Drawing of SKK-COWS



3

Jet Washer: AM Machine

SKK Jet Washer Installation Diagram



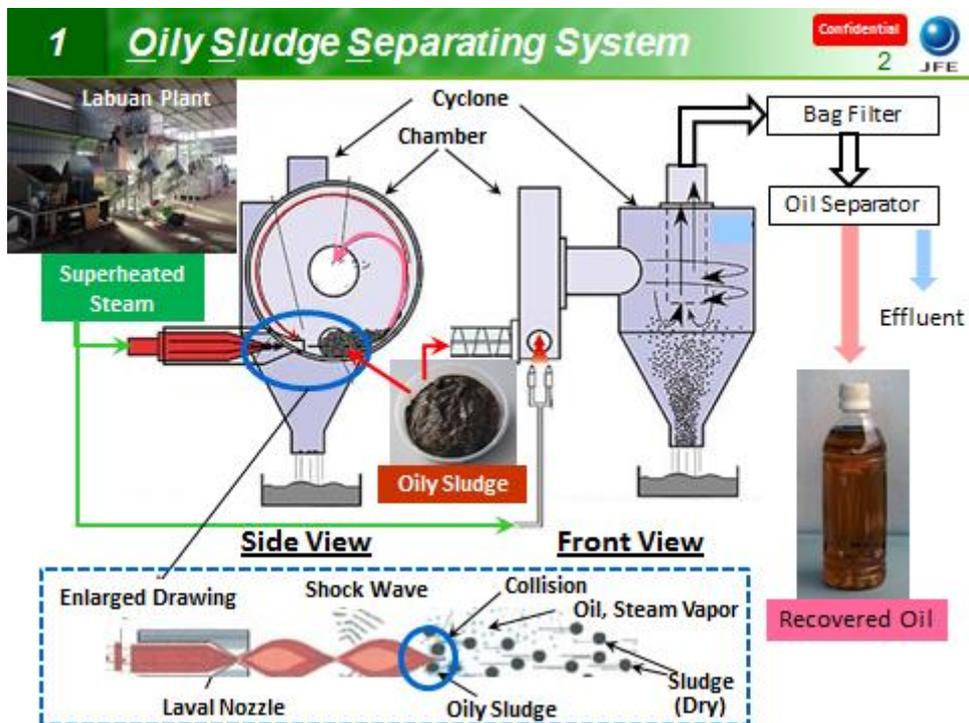
Comparison with Tank Cleaning

	SKK-COWS	Centrifuge	Manual Cleaning
Human Health	Good	Good	Inhuman working condition
Safety	Good and Secured	Good and Secured	Risk on high % HC concentration
Operation	Crude Oil Washing Easy and Proven	Two Steps and Difficult 1: Sludge Discharge 2: Centrifuge operation	Sludge Discharge by human only
Oil Recovery	Total Recovery	Oil Recovery Problem: Incomplete Separation, water/oil/solid	Dispose, Incineration
Work Duration	30 days	More than COW due to centrifuge operation	Depend on Sludge amount
Cost	Moderate	Expensive	Expensive, Depend on Sludge amount
Overall Evaluation	Much Better	Better	Base

5

Oily Sludge Recycle

February 2016
JFE Kankyo Co.
JFE Engineering Indonesia



2 Balance (material balance) in Labuan

Confidential



3

⊙ Oily Sludge (Oil Base Mud) in Labuan

Table Component of OBM (wt%)

Item	Water	Oil	Sludge
Content	10	30	60

⊙ Oil Balance (Recovered oil is more than using oil to treat oily sludge)



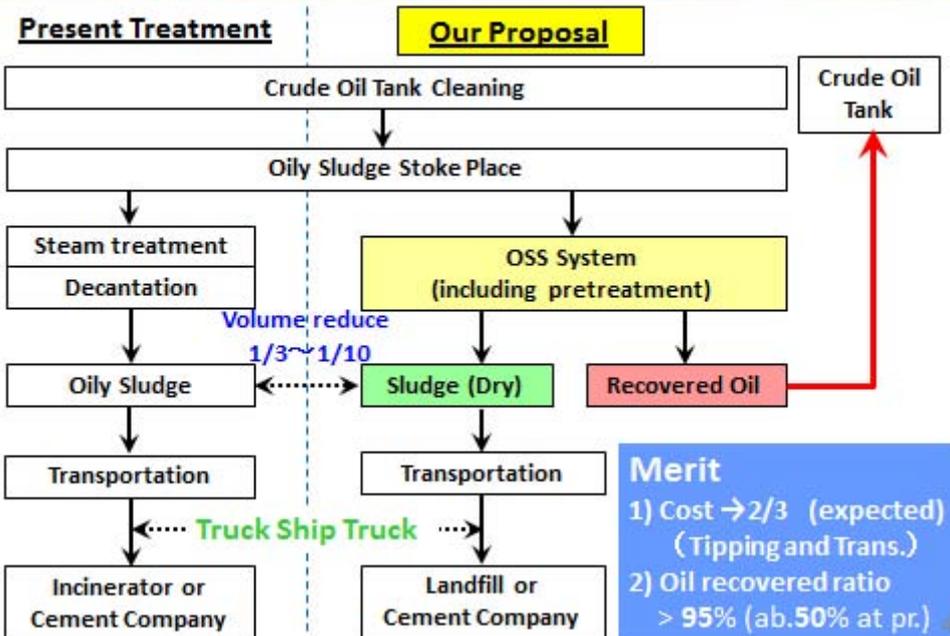
1) Using the light oil steam is produced by boiler. 2) The quality of recovered oil is dependent on kind of oily sludge.

3 Merit (Improvement Effect)

Confidential

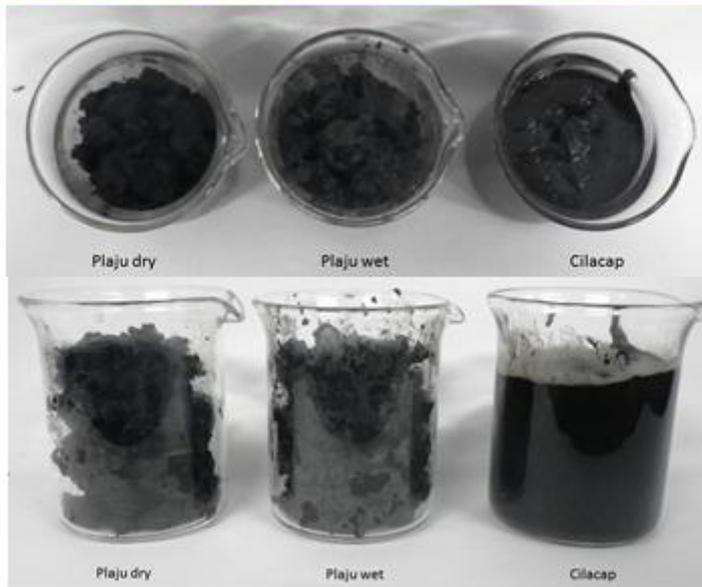


4



4-1 Photograph of Oily Sludge

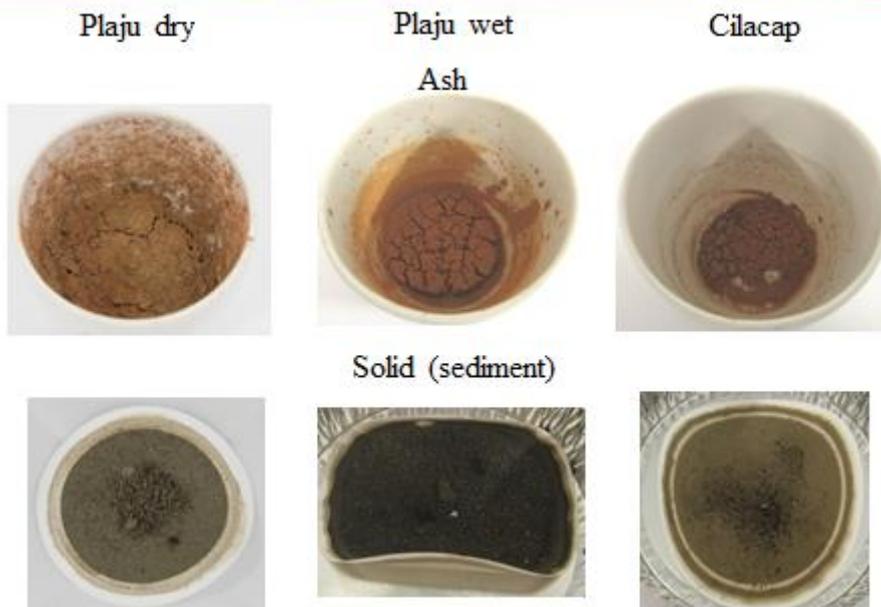
Confidential
5 JFE



Copyright 2015 © JFE Kankyo Corporation. All Rights Reserved

4-2 Ash and Sediment of Oily Sludge

Confidential
6 JFE



Copyright 2015 © JFE Kankyo Corporation. All Rights Reserved

4-3 Analysis data of Oily Sludge – 1/2

Composition Data of Oily Sludge					
Items		Plaju		Cilacap	Note
		Dry	Wet		
Water	wt%	20.9	28.1	22.7	(ASTM D4006mod.)
Ash	wt%	32.3	11.4	1.9	(ASTM D482)
Sediment	wt%	40.8	16.3	2.5	(ASTM D4807) Toluene insoluble
Oil	wt%	40.1	52.9	57.3	EPA 9071b (n-Hexane extraction)

Copyright 2015 © JFE Kankyo Corporation. All Rights Reserved

4-4 Analysis data of Oily Sludge – 2/2

Element Analysis Data of Oily Sludge					
Items		Plaju		Cilacap	Note
		Dry	Wet		
Element					
C	wt %	36.4	44.0	62.2	ASTM D 5291
H	wt %	4.38	6.58	8.58	ASTM D 5291
N	wt %	0.2	< 0.1	< 0.1	ASTM D 5291
O	wt %	1.42	1.82	1.52	ASTM D 5622
S	wt %	1.4	0.6	0.2	ASTM D 4239
H/C	mole ratio	1.44	1.79	1.65	
O/C	mole ratio	0.029	0.031	0.018	

Copyright 2015 © JFE Kankyo Corporation. All Rights Reserved

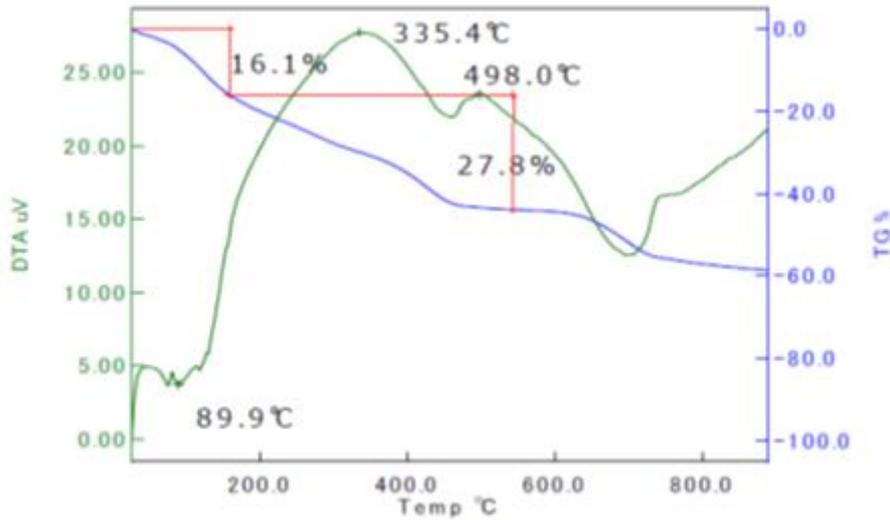


Fig.1 PLAJU DRY TG-DTA curve

Copyright 2015 © JFE Kankyo Corporation. All Rights Reserved

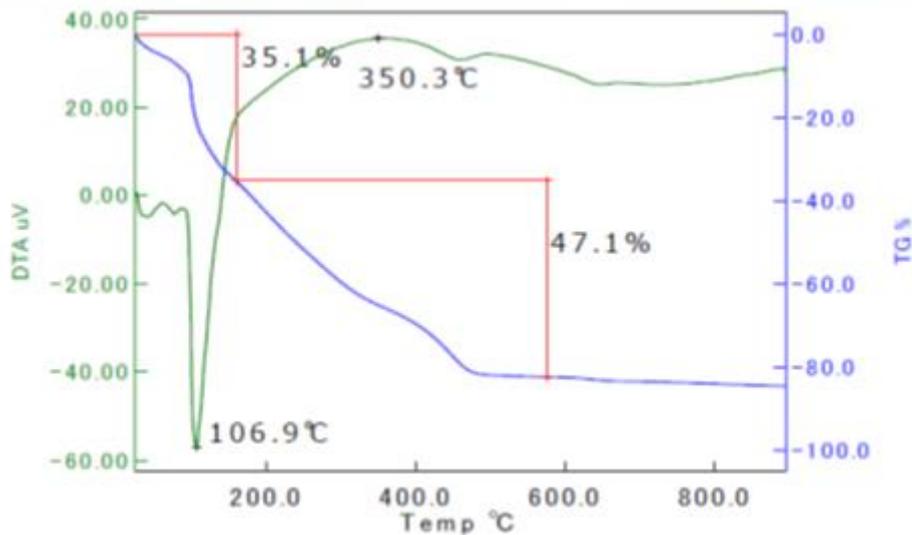


Fig.2 PLAJU WET TG-DTA curve

Copyright 2015 © JFE Kankyo Corporation. All Rights Reserved

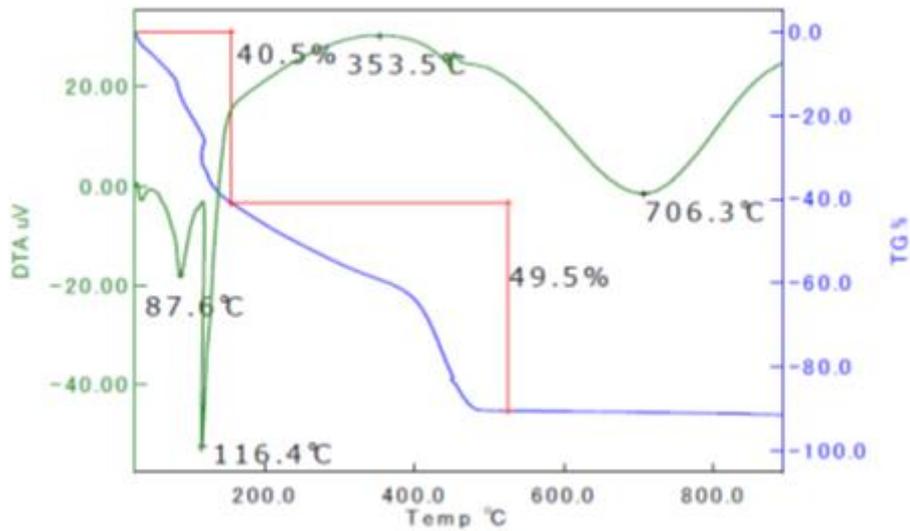


Fig.3 CILACAP TG-DTA curve

Copyright 2015 © JFE Kankyo Corporation. All Rights Reserved

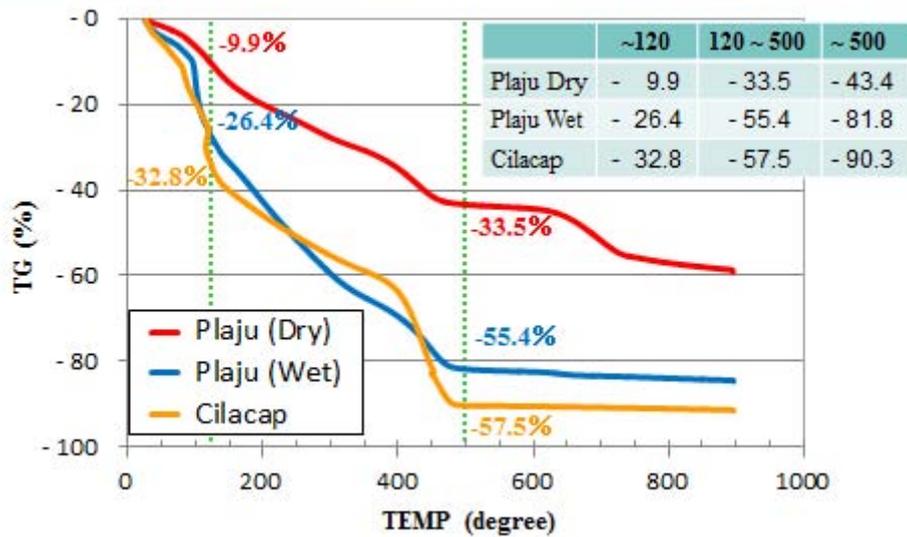


Fig. Plaju (Dry / Wet) / Cilacap TG- curve

Copyright 2015 © JFE Kankyo Corporation. All Rights Reserved

4-6 Characterization of Oily Sludge

Items		Plaju		Cilacap	Note
		Dry	Wet		
Water	wt%	20.9	28.1	22.7	
Solid	wt%	40.8	16.3	2.5	
Oil	wt%	38.3	55.6	74.8	

Copyright 2015 © JFE Kankyo Corporation. All Rights Reserved

ref-4 Capacity of OSS for Plaju Dry

Items		Content	unit
Superheated steam	Temperature	500	°C
	Volume	500	kg/h
Composition	Water	20	wt%
	Oil	40	wt%
	Solid	40	wt%
Chamber outlet Temperature		250	°C
Capacity of OSS		315	kg/h*line

ref-5 Capacity of OSS for Plaju Wet

Items		Content	Unit
Superheated steam	Temperature	500	°C
	Volume	500	kg/h
Composition	Water	30	wt%
	Oil	55	wt%
	Solid	15	wt%
Chamber outlet Temperature		250	°C
Capacity of OSS		201	kg/h*line

ref-6 Capacity of OSS for Cilacap

Items		Content	unit
Superheated steam	Temperature	500	°C
	Volume	500	kg/h
Composition	Water	20	wt%
	Oil	75	wt%
	Solid	5	wt%
Chamber outlet Temperature		250	°C
Capacity of OSS		218	kg/h*line

4-7 Capacity of OSS

Confidential

17



Items		Plaju Dry	Plaju Wet	Cilacap	unit
Superheated steam	Temperature		500		°C
	Volume		500		kg/h
Composition	Water	20	30	20	wt%
	Oil	40	55	75	wt%
	Solid	40	15	5	wt%
Chamber outlet Temperature		250	250	250	°C
Capacity of OSS		315	201	218	kg/h·line

Copyright 2015 © JFE Kankyo Corporation. All Rights Reserved