

「平成 23 年度 静脈産業の海外展開促進のための実現可能性調査事業
(再生燃料 (RPF) 製造販売事業並びに RPF 製造システム販売事業)」

第 1 章 プロジェクト並びに調査結果概要	1
1.1 プロジェクト目標	1
1.2 RPF とは?	1
1.2.1 RPF の特徴／メリット	
1.2.2 RPF と RDF の違い	
1.2.3 RPF の環境改善効果	
1.2.4 日本における RPF 市場	
1.2.5 弊社 RPF 製造施設概要	
1.3 企画立案の背景	10
1.3.1 現地廃棄物事情	
1.3.2 弊社のベトナム事業の進め方	
1.3.3 市場の反応	
1.4 調査結果概要	15
1.4.1 対象地域	
1.4.2 リサイクル対象廃棄物種類	
1.4.3 利用技術	
1.4.4 施設設置場所	
1.4.5 廃棄物回収範囲	
1.5 将来展望・波及効果	26
第 2 章 ベトナム情報	28
2.1 ベトナムに関する自然環境情報	28
2.1.1 地理・地形	
2.1.2 気候	
2.2 本調査に関連する行政組織情報	29
2.3 本調査に関連する法規制	31
2.4 ベトナムのエネルギー／燃料の現状と展望、政策	34
2.4.1 エネルギー構成における石炭の位置づけ	
2.4.2 ベトナムにおける石炭関連省庁並びに生産者	
2.4.3 石炭の生産と質	
2.4.4 石炭の需給	

2.4.5	国内石炭価格	
2.5	ベトナムの環境／廃棄物の現状と展望、政策	39
2.5.1	ベトナムの廃棄物の現状	
2.5.2	ベトナムにおけるリサイクルの現状	
第3章	調査内容	45
3.1	調査体制	45
3.2	調査課題	45
3.3	調査内容	47
3.3.1	現地調査	
3.3.2	廃棄物の組成・性状等調査内容	
3.3.3	パイロット試験	
3.3.4	実現可能性の評価手法	
3.3.5	実現可能性を改善する行政政策の提案	
3.3.6	実施スケジュール（2011年度）	
第4章	RPF 販売市場調査	52
4.1	競合燃料について	52
4.1.1	石炭	
4.1.2	その他の競合燃料について	
4.1.3	市場概況分析（その他競合燃料を含む）	
4.2	廃棄物について	53
4.2.1	廃棄物量の変化	
4.2.2	廃棄物性状の変化	
4.2.3	日本における RPF 事業立ち上げ経緯	
4.3	RPF 潜在顧客とその需要	55
4.3.1	潜在的ユーザー	
4.3.2	開発目標の設定	
第5章	RPF 製造技術検討	60
5.1	RPF 製造可能性検証	62
5.1.1	原料の分析	
5.1.2	原材料賦存量と供給可能性調査	
5.1.3	現在集められる原料の考察（質、量）	
5.2	前処理設備と RPF 製造方式の検討	62
5.2.1	前処理設備の検討	

5.2.2	RPF 製造方式の検討	
5.3	実証実験	63
5.3.1	原料調達（ベトナムでの作業）	
5.3.2	前処理工程①（ベトナムでの作業）	
5.3.3	前処理工程②（日本での作業）	
5.3.4	混合比率の設定	
5.3.5	製造実験	
5.4	RPF 燃焼実験	73
5.5	RPF プラントの現地生産可能性検討	74
5.6	設備計画	75
5.6.1	計画条件	
5.6.2	物質収支計画	
5.6.3	フローシート	
5.6.4	支出項目	
5.6.5	施設初期投資金額	
5.6.6	その他	
第6章	事業採算性の検討	83
6.1	前提条件	83
6.1.1	初期投資額	
6.1.2	年間収支	
6.1.3	優遇制度	
6.1.4	検討ケース	
6.1.5	採算性比較対象	
6.2	事業採算性の検討	85
6.2.1	ケース1 試算結果	
6.2.2	ケース2 試算結果	
6.3	感度分析	86
6.4	考察	87
第7章	全体プラン構築、立上げ・運営/実施体制の設定	88
7.1	事業展開スキーム（全体プラン）	88
7.2	事業展開に向けたツールの検討	88
7.2.1	RPF 製造販売スキーム/ツール	
7.2.2	RPF 製造システム販売スキーム/ツール	
7.3	推進スケジュール	90
7.4	実施体制	90

第 8 章 環境負荷低減並びに社会開発への貢献	92
8.1 石炭燃焼代替効果	92
8.2 埋め立て処分回避効果	93
8.3 リサイクル効果	94
第 9 章 合同ワークショップ	95
9.1 目的	95
9.2 実施概要	95
9.3 役割分担	96
9.4 実施内容	97
9.5 講演者及び講演内容についての概要	99
9.6 効果	103
第 10 章 本年度の成果と次年度の取組方針	105

第1章 プロジェクト並びに調査概要

1.1 プロジェクト目標

「環境経済成長ビジョン」（平成22年4月環境省）等では今後我が国の先進的な廃棄物処理・リサイクル技術を有する静脈産業のアジア等への海外展開を積極的に図っていくこととしており、海外における具体的な事業についての実現可能性調査を実施し、事業展開を支援することとしている

こうした中、本事業では株式会社市川環境エンジニアリング（以下 IKE）が30年以上事業展開している再生燃料事業の運営経験を柱に、次の2通りの事業を展開し、我が国静脈産業の一員として海外への事業展開を図ること目標としている。

- ① ベトナムにある製紙工場等、現在石炭を熱源としている工場・作業所に対して廃プラスチックを主原料とし、更に製紙スラッジ等の副資材を用いた**再生燃料 (Recycled Paper and Plastic Fuel、以下 RPF) 製造販売並びに供給事業**
- ② RPF 原料が豊富な石炭ボイラ併設の大型工場（例：製紙、古紙再生業等）、或いは IKE を中心とした RPF 製造・供給事業コンソーシアム以外の投資家（産業廃棄物処理事業者等）に対して、RPF 製造ラインそのもののライセンス販売のほか、原料となる廃プラスチックの供給並びに運転管理まで含めた”**RPF 生産のための一環システム**” 販売事業

尚、ベトナム政府並びにハノイ市人民委員会では、廃棄物のリサイクル並びに埋め立て処分場延命化に対する政策を掲げて推進しており、日本政府も JICA を通じて首都ハノイ市を中心に 3R 活動の推進支援を行ってきている。こうした中、本事業はこれまで埋め立て処分されてきた製紙スラッジ及び、マテリアルリサイクル市場に廻りにくい廃プラスチックを有効活用し、埋め立て処分量の削減に寄与し、同国の環境改善に資すると言えるに足る事業であることから、日越両国の協力方針並びに政策に合致している事業である。

1.2 RPF とは？

「RPF」とは Refuse Paper & Plastic Fuel の略称で、マテリアルリサイクルが困難な廃プラスチック類を主原料として、また製紙スラッジや紙屑、バイ

オマス等を副資材として製造する高品位の固形燃料である。日本では石炭やコークス等、化石燃料の代替として、大手製紙会社、鉄鋼会社、石灰会社など多くの産業で利用されている。



<写真 1.2 : RPF の例>

1.2.1 RPF の特徴／メリット

1) RPF は安定した品質を確保できる再生燃料である

日本の RPF 事業で用いている主原料並びに副資材は、廃棄物の発生経緯が比較的明確な産業廃棄物や選別された一般廃棄物（分別基準に適合したもの）を主並びに副原料に用いることから、品質が比較的安定している。RPF と混同されるものとして“RDF (Refuse Derived Fuel)”があるが、RDF は様々な性状の物質が混入する生活廃棄物に生石灰等を混合して固形燃料化するため、品質（発熱量・水分量・灰分・塩素含有量等）が安定しない。

2) 製品熱量のコントロールが可能

RPF は高カロリーな主原料である廃プラスチックに、廃プラスチックより低い熱量を持つ副資材を任意に混ぜることによって、ユーザーの求める熱量域に製品を調整することが可能である。副資材によっては廃プラスチックと混合しても製品として固まりにくいものもあることから、手に入れられる副資材を用いた試験製造を行い、顧客の要求に合わせていくことになる。ユーザー側としてはボイラの仕様に合わせることでボイラ側への負担を軽減した安定運転を実現することができる。

3) 高カロリー製品の製造が可能

主原料が 10,000kcal/kg 前後の廃プラスチックであることから、最高で同程度の熱量を持った製品を製造することが可能である。RDF は生活廃棄物を用いることから 3,000kcal/kg 前後が限界である。これに比べると RPF には石炭やコー

クス等の化石燃料の代替として十分な能力を有していると言える。

4) ハンドリング性が良い

原料の姿では嵩張り、ハンドリング性が悪い廃プラスチックや製紙スラッジ等を高い密度で固形化することによって運搬効率や貯蔵性が高くなり、石炭やコークス同様に取り扱うことができる。RDF と比べて腐食性の高い原料を用いないことで臭気発生や生ごみ等の発酵の進行に伴う発熱・発火等の問題の心配がいない。

5) 燃焼排ガスが安定する

前処理段階で金属類等燃焼不適物やそのまま灰になるような土砂類を取り除くほか、PVC 等塩素ガスの発生原因物質の除去を行うことで有害な燃焼ガスの発生を抑制することができる。また石炭と比べて硫黄分が少ない原料並びに副資材を使用することによって、石炭燃焼と比べ大幅な SO_x 発生抑制が可能となる。従って排ガス処理も容易になると言える。

6) 価格競争力の高い製品製造が可能である。

日本市場においては、廃棄物処分費をもらったうえで RPF 販売を行っていることから RPF 販売単価を石炭価格に比べて非常に低く抑えることができている。日本の取引先のひとつでは、全ボイラ燃料のうち 40%を RPF にすることで燃料費を押さえ、製品の価格競争力を高めている。

ベトナムにおいても石炭価格が国際基準レベルに高まる一方で、低い RPF 製造コストに支えられ、石炭価格に比べて十分価格競争力のある RPF 製品が作れるものと見込んでいる。

1.2.2 RPF と RDF の違い

RPF と混同されやすい固形燃料として RDF (Refuse Derived Fuel) が存在する。ベトナムにおいても RDF の製造が極めて小規模ながら行われているものの、発熱量の低さや灰の多さに加え臭気が発生やハンドリング (崩れやすさ) の悪さなどから一般化されていないのが現状である。

表 1.2.2 : RPF と RDF の違い

燃料名		RPF	RDF
		Refuse Paper & Plastic Fuel	Refuse Derived Fuel
収集方法		民間企業の分別排出に基づく (排出元への引き取り条件提示による)	自治体による収集 (分別収集によらない不特定多数の排出による混合ごみ)
原料性状	組成	一般廃棄物から比べると異物の混入は少ない	各家庭での分別に限界あり。塵芥、不燃物、異物、塩ビ等が混入する
	含水率	企業から排出されるものが中心なので含水率は低い	家庭系ごみが分別されずに混入されているため水分率は高い
製品性状	発熱量	6,000 ~ 10,000 kcal/kg(副資材混合比による)	3,000 ~ 4,000 kcal/kg
	サイズ	6 ~ 40 mm φ。空気輸送可能な小径まで対応可能	15 ~ 50 mm φ。小径サイズの製造は困難
	灰量	6%以下(副資材性状による)	一般的に 20%程度
付帯設備		集塵装置	集塵装置、脱臭装置、乾燥機用排ガス処理装置、腐敗防止添加剤供給装
用途		ボイラ用燃料、高炉吹込燃料、RPF 発電設備	ボイラ用燃料、乾燥機用燃料、RDF 発電設備等。 但し上記の用途はあるが燃料としては利用価値が一般的に低い。

1.2.3 RPF の環境改善効果

RPF は主原料が化石燃料由来である廃プラスチックであることから環境改善効果にあまり着目され難い。

しかしベトナムの事業においては、RPF 製造に用いる原料をマテリアルリサイクルに廻らなくなっているプラスチックを主なターゲットにしており、こうし

たプラスチック類は現在焼却→熱回収されること無く埋め立て処分されているため、廃棄物問題や石炭との比較から、下記の通り素晴らしい環境改善効果があると述べることができる。

1) 化石燃料の使用量の削減

現在有効利用されずに埋め立てられている発熱量の高い廃プラスチック等を原料とした RPF を用いることで、石炭と同等のエネルギーを回収することになる。結果的に石炭の使用量が減ることから化石燃料の使用量削減に資するといえることができる。

2) CO₂ の削減

廃プラスチックは石炭と比べて単位当たりの発熱量が高く（石炭：6,130kcal/kg 前後、プラスチック：9,700kcal/kg 前後（石炭に比べ 1.58 倍）、一方で CO₂ 排出量は小さい（石炭：2.33 tCO₂e/t、廃プラスチック：2.55 tCO₂e/t（石炭に比べて約 1.1 倍））。従って CO₂ 排出量は熱量あたり 68.4%となることから CO₂ 削減率は 31.6%となる。

【算出根拠数値は以下より：

<http://www.env.go.jp/earth/ghg-santeikohyo/material/itiran.pdf>】

3) 埋め立て処分場の延命効果

埋め立てられていた廃プラスチックが燃料として焼却されることから、同量の廃プラスチックが埋め立て処分場に廻っていた場合の容積が削減されることになる。

1.2.4 日本における RPF 市場

下図に示す通り、日本では石炭価格の上昇に伴い RPF の需要が高まっている。



図 1.2.4：日本の RPF 需要傾向

1.2.5 弊社 RPF 製造施設概要

1) 施設概要

弊社行徳工場においては、1985 年度クリーンジャパンセンターに於ける国庫補助事業として、製紙スラッジ等の固形燃料化(RDF 化)実証プラントを建設し、1986 年 4 月に完成した。それから 4 年間の実証実験を行い、経済性、市場性等を確認した。

実証実験期間に様々な廃棄物を原料として RDF を製造し、より品質の安定した RDF の製造が出来るようになり、石炭を大量に使用しているセメントメーカーや製紙メーカー等に燃料として販売するに至った。

RDF が、燃料として徐々に浸透してくるにつれ、より石炭に近い品質(高カロリー、低塩素、品質安定性等)が求められるようになり、実証実験期間終了と共に設備を更新し、当時マテリアルリサイクルに廻らなくなっていたプラスチックと紙を中心とした高カロリーの RPF の製造に移行した。

2003年には製造能力の増大を目的として設備の大幅改造を行い、処理能力120 t/日、RPF製造能力80 t/日の能力を持つ日本最大級のRPFプラントとして、事業を行っている。

表 1.2.5-1：弊社行徳工場概要

	一般廃棄物	産業廃棄物
種類	1.一般廃棄物	1.プラスチック類、紙類、木、繊維、ゴム、金属、ガラス、コンクリート、陶磁器、建設廃材(感染性廃棄物等の特別管理産業廃棄物を除く) 2.プラスチック類(発泡スチロール)
処理方法	1.破碎、選別、造粒による中間処理 2.溶融による中間処理	
処理能力	1.破碎: 120 t/day; 選別: 120 t/day, 造粒: 80 t/day 2.溶融: 0.8 t/day	
事業内容	1.RPF (Refuse Paper and Plastic Fuel)製造事業 2.発泡スチロール溶融・販売	



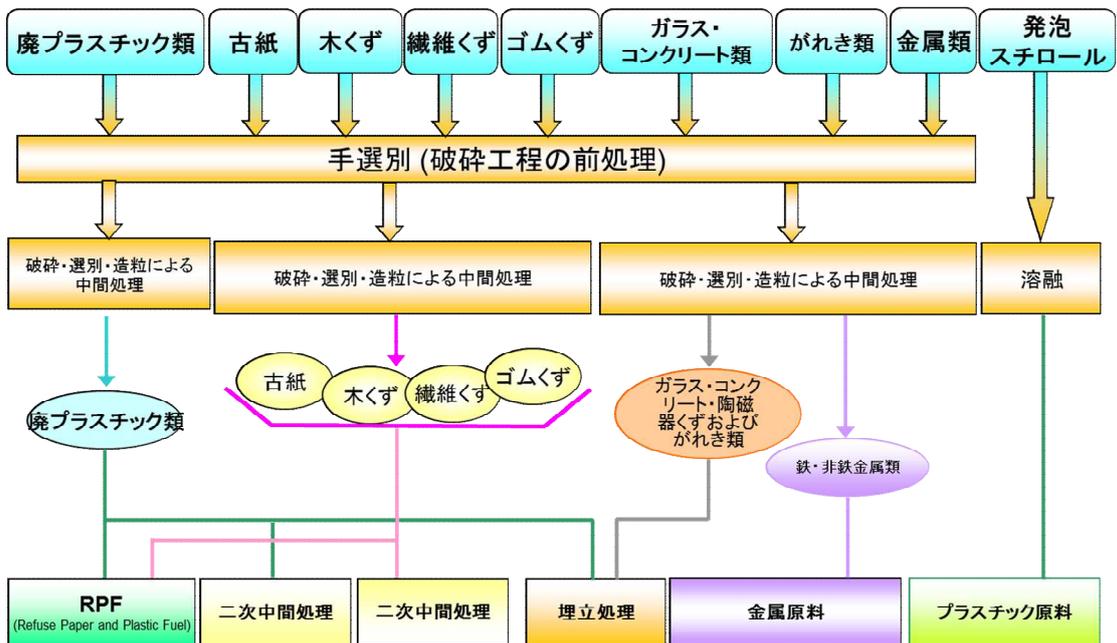


図 1.2.5-1：弊社行徳工場リサイクルフロー

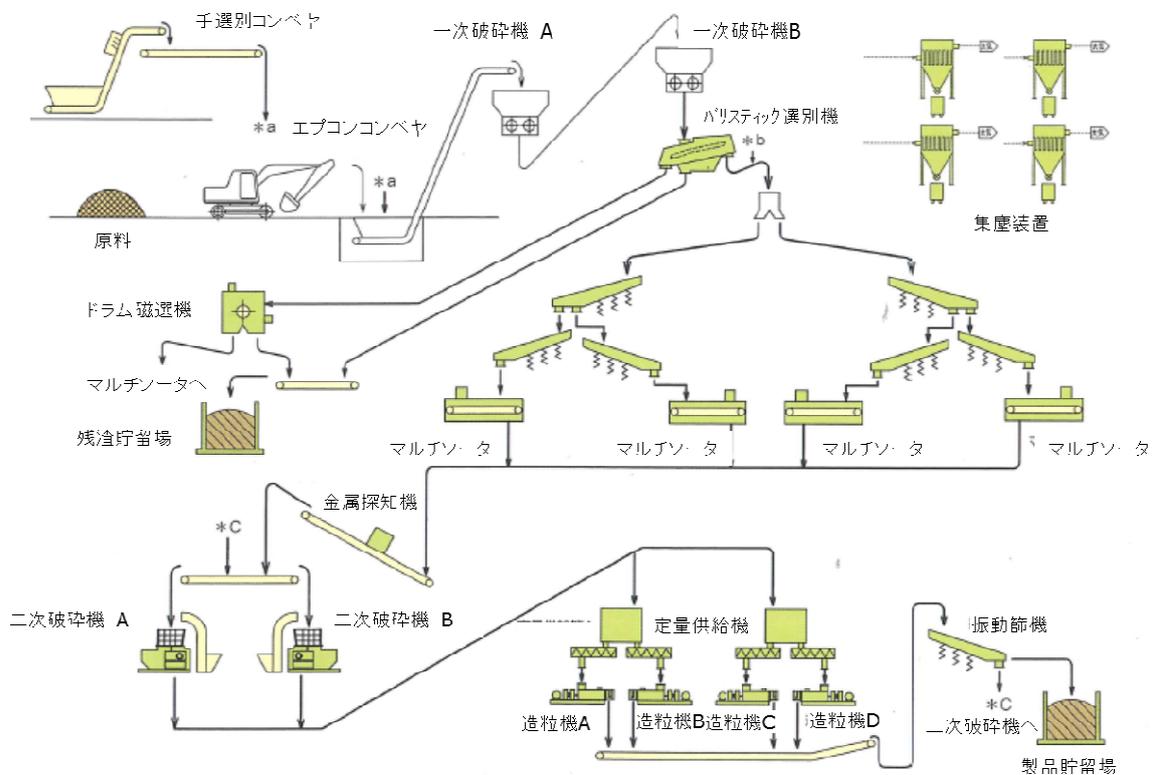


図 1.2.5-2：弊社行徳工場の現在のフローシート

2) RPF 原料について

IKE 行徳工場の主な搬入元は市町村・テーマパーク・商業施設・オフィスビル・複合施設・工場・廃棄物中間処理施設・ホテルなど様々である。従って搬入される廃棄物の状態も様々であることから、下記の通り一定基準を設けたうえで処理費用として排出元から受け取る料金を設定し、排出元の分別・選別に対するインセンティブを高めている。

表 1.2.5-2：行徳工場取扱い原料例

プラスチック	包装用プラスチック・フィルム類
紙類	紙コップ・容器等再生不適古紙
木くず	木製パレット等
その他	たたみ等

表 1.2.5-3：行徳工場における廃プラスチック類の処理単価の分類

処理料金	選別労力	例
安	小	塩素・アルミ・金属などの混入が無いもの、ロール品（直径 30cm 以下×長さ 1.1m 以下）
中	中	クギまでの大きさの磁石に付く金属は混入可
高	大	混合廃棄物

3) 生産される RPF 製品について

IKE 行徳工場で製造される RPF は顧客の要求に応じて 6,000kcal/kg～7,000kcal/kg（約 25MJ～約 29.3MJ）の熱量を持つ製品となっている。主な RPF の販売先としては製紙工場、バイオマス発電施設、セメント工場などが挙げられる。



また日本では PVC やラップなど塩素含有量の高いプラスチック製品が多く出

回っている。塩素はボイラや排ガス処理に負担をかけることから、RPF 製品は下記の通り塩素含有量によってレベル分けされている。

この中で A 製品並びに B 製品は対価を頂戴して販売しているが、C 製品並びに D 製品については処分費を支払って引き取ってもらっている。従って塩素含有量を減らして良い製品を作るためには排出元を選択するほか、或いは前処理にて取り除く作業が必要となる。

表 1.2.5-4：行徳工場製品等級

A 製品	塩素濃度	0.3%以下
B 製品	塩素濃度	0.8%以下
C 製品	塩素濃度	1.8%以下
D 製品	塩素濃度	2.5%程度

一方ベトナムでは塩素を含有するプラスチックは製造されておらず、また使用されている量も少ないことから、プラスチックの性状面からは比較的安定した製品作りできるものと期待されている。

1.3 企画立案の背景

本事業のポイントは、これまで埋め立て処分されてきた廃棄物を有効活用している点にある。尚、第一号施設の範囲には製紙スラッジ及びマテリアルリサイクル市場に廻らない廃プラスチックを使用することを想定しているが、将来展開においてはこの限りではない。

1.3.1 現地廃棄物事情

1) 生活廃棄物由来の廃プラスチック

ハノイ市では現在 5,500t/日～6,500t/日の生活廃棄物が排出されると予測されており、このうちの 10%程度がレジ袋とされている。ハノイ環境公社 (URENCO) の関連会社が行った廃棄物量並びに廃棄物組成調査結果は下記の通りである。

表 1.3.1-1：ハノイ市における廃棄物排出量

No	Type of Waste	ton/day			Main Composition	Treatment/disposal method	
		Total	Sub				
1	Domestic solid waste	< 6,500			Organics Plastic, paper, glass, metal...	Sanitary landfill Composting (160t/d) Material Recycling:10%	
2	Industrial solid waste	< 1,950	< 750		Paint waste Solvents Sludge Waste oil...	Some treated in URENCO	
	1) Old Hanoi						
				Hazardous	< 110		
				Non-Hazardous	< 640		
	2) Expanded Hanoi						
				Hazardous	< 175		
	Non-Hazardous	< 1025					
3	Medical waste	< 15				100% Incinerated	
1) Old Hanoi	< 5						
2) Expanded Hanoi	< 10						

下表の組成分析結果のうち、RPFの原料として考えられるものは3 (Tree, Branches, Wood)、4 (Paper)、5 (Plastic Bag)、6 (Other Plastics) であり、合計で廃棄物のうちの36%を占める。従って、汚れ具合などを無視した場合、潜在的には1,980t/日～2,340t/日のRPF利用可能物があると言える。

表 1.3.1-2 : ハノイ市中心街の生活廃棄物組成

No	Type of Solid Waste	Percentage(%)
1	Food waste, flower, grass, leaves...	51
2	Animal bones, shell...	1
3	Tree branches, wood...	22
4	Paper	3
5	Plastic Bags	10
6	Other Plastics	1
7	Metals	1
8	Glass	0
9	Rubber and leather	1
10	Textile	0
11	Hazardous waste (lamps, batteries..)	0
12	Charcoal	6
13	Disposed bumpers	1
14	Others	3
		100

廃プラスチックのうち、特に生活廃棄物に由来するレジ袋や包装材など、嵩張るうえにプラスチックとしての質も低く、汚れていることが多いものについてはマテリアルリサイクルされずに環境公社が実施する廃棄物収集運搬・処理フローに則って収集される。収集されきれないものについては市街地に飛散し、景観を乱すほか、排水側溝などを詰まらせる原因となっており、問題視されている。

また、現在は安い人件費と物価に支えられてマテリアルリサイクルされているような廃プラスチックについても、今後ベトナムの経済成長に伴いコストが見合わなくなって、結果的に既存の廃棄物処理フローへ流れ込む廃プラスチック量が増加していくことが予想される。

これら利用価値が低いとされている廃プラスチックの一般的な処理方法としては回収人（スカベンジャー）に回収されない限りは全量埋め立てとなっている。ベトナムではまだ経済状況から生活廃棄物を焼却する段階まで至っていない。尚ハノイ市内には現在正式な埋め立て処分場が 3 か所存在するが、このうち最大の Nam Son では朝方（AM3 時～AM7 時）に回収人の回収作業が許されている以外は場内への立ち入りが制限されている。

2) コンポスト化施設からの残渣プラスチック

直接埋め立て以外の廃棄物処理方法としてはコンポスト化が存在する。現在ハノイ市内だけでも 3 か所のコンポスト化施設がある（内 1 か所は運転停止中）ほか、ハノイ市において中核の埋め立て処分場にあたる Nam Son 処分場敷地内に、民間企業によるコンポスト施設を含む大型リサイクル施設（2,000t/日）が計画されている。

表 1.3.1-3：ハノイ市内のコンポスト化施設能力

施設名	施設規模	備考
Cau Dien	200t／日	
Gia Lam (Kieu Ky)	50t／日	
Son Tay	50t／日	運転停止
Nam Son (計画中)	2,000t／日	

コンポストでは生ごみをリサイクルし、土砂や廃プラ・紙などが残渣として発生し、埋め立て処分場に投棄される。ここで発生する残渣を再度選別し、廃プラを回収することも考えられる。

3) 製紙スラッジ

今回の調査では製紙工場から排出される製紙スラッジを副資材として考えている。ベトナムには製紙工場が約 500 箇所あり、紙の生産量は年間 160 万トンである（日本の約 5%）。経済発展に伴い紙の消費量は年々増加しており、生産量は 2009 年～2010 年で 37%伸びているにもかかわらず国内消費量が国内生産量を大幅に上回っている状態が続いている。経済成長を背景に今後も製紙スラッジの発生は増加すると考えられる一方で、製紙業界としては石炭や電力などのエネルギーコストの高騰が不安材料になっている。

各工場では安価なエネルギー源としてベトナム内で産出される石炭を利用し、製紙工程に必要な熱を供給している。石炭の形状に合わせ、ボイラ形式も製紙スラッジの燃焼に適する流動床等を使用していないため工場内処理されず、脱水した製紙スラッジは処理費を支払って埋立処分されているのが一般的である。

4) まとめ

以上の様に、利用価値の低い廃プラや製紙スラッジは共に埋め立て処分されているが、首都ハノイ並びにその近辺の首都圏地域においても急速に都市化が進んでいるため廃棄物の総量そのものが増大しており、埋め立て処分場に大きな負荷がかかってきている。一部にはまだ土地はあるという意見もあるが、現地政府としては 2009 年 12 月に新たな廃棄物処理政策を首相令として打ち出し、埋め立て処分量の削減とリサイクルの推進に力を入れはじめている。その他の埋め立て処分回避策として、現地では生ごみのコンポスト化（JICA 支援による 3R 活動を含む）が一部行われているほか、本事業に類似する燃料化案件として生活廃棄物そのものを固形燃料（RDF）化する事例がある。しかし RDF については機械的な欠陥が多く、コスト高で、最終製品が低質且つ臭いが強いなど商品として使用できるレベルに達しておらず、社会的にも受け入れられていないのが現状である。

1.3.2 弊社のベトナム事業の進め方

IKE は 2009 年初旬よりベトナムでの廃棄物処理事業参入検討を進めてきている。IKE は、本事業の共同実施予定者であるハノイ URENCO と、2010 年 4 月に”共同推進事業の開発に向けた二者間覚書”を締結しており、その新規事業発掘調査の過程において本提案の発掘形成に至った。2011 年 5 月 17 日にはハノイにおいて IKE-ハノイ URENCO 間で Executive Meeting が執り行われ、本提案を含む複数のアイデアの事業化に向けて動き出すことに合意した。尚、ハノイ URENCO はベトナム国内の廃棄物処理協会 (Vietnam Urban Environment and Industrial zone Association, VUREIA) の幹事会社であることから他地域の環境公社や環境製品の製造事業者との連携が取りやすいパートナーであると考えている。

また弊社では 2009 年度、2010 年度ともに (公財) 地球環境センターからの CDM 調査事業を受託しており、現地の廃棄物行政、廃棄物処理事情等の把握は十分にできている。IKE では、2010 年度の CDM 調査事業にて対象とした Hung Yen 市 (本提案 RPF 化第一号施設建設予定地と同じ省内) において”コンポスト化による埋め立て処分場でのメタンガスの発生を回避する CDM 事業”並びに同様の事業のシリーズ化 (プログラム CDM 化) に本格的に取り組む方向で Hung Yen 省、Hung Yen 市、VUREIA、建設省との調整に入っている。将来構想としては、Hung Yen 市で実施するコンポスト施設も本事業の廃プラ原料供給拠点とすることを考えており、相乗効果が生まれることを期待している。

1.3.3 市場の反応

ユーザー意見の聴取という点で、弊社では既にベトナム製紙連合会 (VPPA) や現地製紙最大手の VINAPACO にもコンタクトを取っているほか、複数の大型クリーニング工場なども訪問し、状況調査を行っている。クリーニング工場など比較的小口の石炭ユーザーは昨今の石炭価格上昇に伴い 4,500VND/kg (約 18 円/kg) を支払っていることから、価格競争力のある RPF 製品の生産も十分可能であると予測している。また将来的な RPF 市場形成並びに供給体制確立を見据え、石炭生産の国営会社である Vincula 傘下の石炭流通業者である Coalmen との協議も行い始めている。ベトナムでも環境に対する意識が高くなってきており、RPF の環境負荷低減特性を宣伝し、石炭と同等若しくはそれ以上の価格での販売も可能ではないかということで次年度に詳細調査を共同で行う方針としている。

RPF 燃料の規格化については今後ハノイ市並びに中央省庁の環境並びに燃料規制官庁 (天然資源環境省・局、科学技術省・局、工業省・局等を想定) との調整のうえ、他の燃料関係部局・団体との協議にあたる予定にしている。既にハノイ市科学技術局長は来日し、RPF に関する視察を終えている (環境省研修事業)。

RPF の製造については弊社のこれまでの経験を踏まえ、将来的にベトナム企業に対する技術供与も検討することができる国内環境装置メーカーの協力を得る方向で調整している。RPF の燃焼については国内環境装置メーカーの協力を仰ぐほか、実験の実施については既にベトナムのボイラーメーカー 2 社と協議を始め

ている。ボイラーメーカーからは固定床を用いたボイラを使用している小規模ユーザーに焦点を当てる方が機械的な相性も良いとのアドバイスをもらっている。小口のユーザーへの供給ということで、尚更ベトナム国内の石炭供給事業者との連携が不可欠であると考えている。

1.4 調査結果概要

1.4.1 対象地域

本事業の対象地域は普及型施設並びに実施体制が整えば類似顧客／エネルギー問題を抱える他国でも展開可能なビジネススキームであると考えている。

当面の展開地域としてベトナム北部に焦点を絞り、とりわけ首都ハノイを中心とする地域を【第一号施設範囲】として最初の事業モデルとして取り上げ、実現可能性を検討した。



図 1.4.1 : ベトナム国土地図

(出典 : Viet Nam Administrative Atlas, Cartographic Publishing House)

1.4.2 リサイクル対象廃棄物種類

本調査では、製紙スラッジ並びに廃プラスチックを最適な割合で混合し、RPFを製造することを想定した。

1) 廃プラスチック

第一号施設案件では、廃プラスチックは古紙再生工程から排出される廃プラ残渣のほか、量的に中心となるのはハノイ URENCO 等の埋め立て処分場やコンポスト化施設等に集まってくる再利用価値の低いレジ袋等となり、これを選別・破碎・洗浄を行い RPF 製造ユニットに供給することになる。

本調査では RPF の発熱量の想定や燃焼時におけるダイオキシンの発生等環境

面を考慮し、廃プラスチックの組成分析を行った。生活廃棄物由来のレジ袋や包装材料を中心とした廃プラに関する熱量調査では 39400J/kg (=9,425kcal/kg) であった。また塩素分は統計的にベトナムでの塩化ビニール使用量は元々少ないが、食品などの付着により塩分が高く示されているものと思われる。原料組成分析結果からも同様の結果が出た (1.35%)。この点は今後も引き続き原料分析を行い、更には洗浄試験後の廃プラとの比較を行うことを要する。

表 1.4.2-1 廃プラスチック原料分析結果

試験項目	試験名称	IKEDA			試験方法	定規/限度及び単位
	採取年月日 及び時期 試験目的					
		H22.12.20	-			
		固体(その他)				
灰分		7.7			固体試料含有試験 JIS Z 7302-4 915℃乾燥 重量法	0.1 wt%
可燃性塩素		1.86			固体試料含有試験 乾燥-付着(19) 灼焼(01換算)	0.01 wt%
塩素		<0.01			固体試料含有試験 Otit-9-(01換算)	0.01 wt%
可燃性硫黄		0.02			固体試料含有試験 乾燥-付着(19) 灼焼(換算)	0.01 wt%
総熱量		39400			廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-2 簡易熱量計による測定	50 kJ/kg
アルミニウム		4.51			廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-5 硫分率 7-4原子吸光法(AI換算)	0.01 wt%
		以下余白				

2) 製紙スラッジ

第一号施設で使用する製紙スラッジは古紙再生工程から出てくるインクなどを含む灰分が多いスラッジで、現在利用方法が確立されておらず埋め立て処分場に投棄されている。製紙工場ではスラッジをフィルタープレスにかけて含水率 50%～60%程度までに脱水して排出している。本事業ではこうした製紙スラッジを今迄通り廃棄物として引取り、自然乾燥工程等を入れ、上記廃プラ原料の混練・造粒成形して RPF を製造する。尚、第一号施設で使用する製紙スラッジは、URENCO11（ハノイ URENCO の関連会社で Hung Yen 市内に位置する工場で産業廃棄物処理を行っている）が Hung Yen 市内にある古紙再生事業者から 1,000t/月以上引き取り、埋め立て処分しているものを対象とする。

本調査では廃プラスチック同様製紙スラッジの分析を行った。灰分が多い（44%）ことから発熱量が低く（1,847kcal/kg）、固まりにくい性質があることが解ったので、これを受けて廃プラスチックとの混合比率を当初想定 of 50%から 20%程度までに下げる必要が生じた。

表 1.4.2-3 : 製紙スラッジ分析結果

試験項目	試料名称	R P F 原材料			試 験 方 法	定量下限値 及び 単 位
	採取年月日 及び時間					
	試料種別					
水分		52.8			廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-3 107°C加熱 重量法	0.1 wt%
灰分		44.4			廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-4 815°C強熱 重量法	0.1 wt%
炭素		20.2			廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-8 元素分析計法 (C換算)	0.01 wt%
水素		2.56			廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-8 元素分析計法 (H換算)	0.01 wt%
窒素		0.36			廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-8 元素分析計法 (N換算)	0.01 wt%
総発熱量		7740			廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-2 断熱熱量計による測定	50 kJ/kg
酸素		32.3			廃棄物燃料成分分析 計算法 [100- (炭素+水素+窒素+硫黄+全塩素+灰分)] (O換算)	0.01 wt%
硫黄 (可燃性硫黄)		0.06			廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-7 燃焼-イオンロマトグ ラフ法 (S換算)	0.01 wt%
不燃性硫黄		0.23			廃棄物燃料成分分析 燃焼後 重量法 (S換算)	0.01 wt%
全塩素 (可燃性塩素)		0.10			廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-6 燃焼-イオンロマトグ ラフ法 (Cl換算)	0.01 wt%
不燃性塩素		0.08			廃棄物燃料成分分析 燃焼後 水抽出 イオンロマトグ ラフ法 (Cl換算)	0.01 wt%
可燃分		55.6			廃棄物燃料成分分析 計算法 [100-灰分]	0.1 wt%
		以下余白				

1.4.3 利用技術

RPF 製造は弊社行徳工場にて既に約 30 年行われている技術を基本とし、ベトナムの技術並びに廃棄物事情に合わせたシステム構築を行った。本事業では製紙スラッジと廃プラスチックを混合・造粒し、現在ベトナムの製紙工場で主に使われている石炭代替とするレベルの発熱量 (6,000kcal/kg 前後) 並びにサイズ (φ30 mm以上) を開発目標とした。

1) 原料の調整

製紙スラッジはフィルタープレスされた脱水ケーキ (含水率 50%~60%程度) となっている。これを、一般的には燃料や廃熱を用いた乾燥設備にて含水率 20%程度まで乾燥させたいが、第一号施設の立地を URENC011 とした場合は恒常的に確保できる熱源がないため、コスト面を考慮して天日乾燥を検討した。第二号施設以降は製紙工場等に設置し、隣接する石炭ボイラの排熱を利用する計画であり、次年度には現在製紙スラッジを排出している古紙再生工場に廃熱利用乾燥設備を設置する場合の実現可能性・経済性の検討を行う。

生活廃棄物由来の廃プラについては、破碎機並びに乾式洗浄機を用いて機械的に破碎・洗浄をする試験を行った。破碎機は問題なく機能したが、乾式洗浄機で目詰まりなどが発生した。これは弊社が日本で取り扱っている廃プラスチックの状態と比べても原料廃プラの含水率が高いこと、並びに湿った付着物が多いことに起因する。湿式洗浄を用いたとしても、含水率が高いと RPF の成形ができない為、乾燥工程が重要であることが再認識された。今年度は原料が持ち込まれる状態が把握できたため次年度は現地ならではの安価な廃プラスチックの乾燥方法の検討を行う方向である。

2) RPF 化

製紙スラッジ及び廃プラを 2 種類の成形機 (リングダイ式及びスクリー式) を用いて発熱量が 6,000kcal/kg 前後になるように一定の割合 (検討の結果、製紙スラッジ : 廃プラ = 1:4 を基本とする) で混合し、成形試験を行った。本調査では、日本の JIS 規格に基づいた分析を行ったところ、塩素分が高かったことが解り、原料分析並びに乾式洗浄残渣の分析を行ったところ乾式洗浄残渣に多くの塩分が含まれていたことが判明したため、次年度は湿式洗浄等前処理にて食品や調味料等に由来していると思われる塩分対策を行うことを検討する。

表 1.4.3-1：乾式洗淨機殘渣成分分析結果

試驗項目	試料名稱	R P F 乾式 洗淨殘渣			試驗方法	定量下限值 及單位
	採取年月日 及時間					
		H24.02.03	—			
		廢棄物燃料				
可燃性塩素	0.57				固体試料含有試験 燃燒-付加成分法 (Cl換算)	0.01 wt%
不燃性塩素	0.05				固体試料含有試験 灰化後 水抽出 付加成分法 (Cl換算)	0.01 wt%
全塩素	0.62				固体試料含有試験 計算法 (可燃性塩素+不燃性塩素)	— wt%
	以下余白					

表 1.4.3-2 : RPF 製品分析結果

試料名称 採取年月日 及び時間 試験項目 試料種別	RPF (10%混合物)	RPF (20%混合物)	RPF (30%混合物)	試験方法	定量下限値 及び 単位
	廃棄物燃料	廃棄物燃料	廃棄物燃料		
総発熱量 (高位発熱量)	31500	26000	26000	廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-2 断熱熱量計による測定	50 kJ/kg
総発熱量 (高位発熱量)	7600	6200	6200	廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-2 断熱熱量計による測定	10 [kcal/kg]
水分	4.1	8.4	16.6	廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-3 107°C加熱 重量法	0.1 wt%
灰分	22.7	26.0	27.0	廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-4 815°C強熱 重量法	0.1 wt%
全塩素	0.53	0.52	0.51	廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-6 燃焼-イオンロケット法(Cl換算)	0.01 wt%
窒素	0.32	0.56	0.44	廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-8 元素分析計法(N換算)	0.01 wt%
硫黄	<0.01	<0.01	<0.01	廃棄物燃料成分分析 JIS Z 7302-7 燃焼-イオンロケット法(S換算)	0.01 wt%
	以下余白	以下余白	以下余白		

3) RPF の利用

製品化された RPF は石炭と 1:9 程度の割合で混焼されることを想定しているが、今年度はベトナムでの混焼試験を行うことができなかったため、日本で単体燃焼試験を行い、排ガス並びに灰の性状について確認を行った。分析結果は以下のとおりである。

また本調査内でベトナムの廃棄物を使用して RPF を試験的に製造し、これを燃焼試験にかけ、排ガス性状の分析を行っている（最終報告時点では分析結果はまだ出ていない）。灰の性状についても重金属を中心とした分析を行った。ベトナムに明確な基準が無いことから日本の埋め立て基準及び溶出基準と照らし合わせたところ、性状に問題は発見されなかった。

表 1.4.3-3：試験製造 RPF の単体燃焼後の灰分析結果①

試料名称	RPF (20%混合物) (灰化後)				試験方法	定量下限値 及び 単位
採取年月日 及び場所	H24.01.18					
試験項目	試料種別	廃棄物燃料				
アルキル水銀	<0.01				固体試料含有試験 レシフィン抽出カ'スロマト'グラフ(EOD)法(Hg換算)	0.01 mg/kg
総水銀	<0.005				固体試料含有試験 酸分解 還元酸化原子吸光法(Hg換算)	0.005 mg/kg
カドミウム	9.1				固体試料含有試験 酸分解 ICP発光分光分析法(Cd換算)	0.5 mg/kg
鉛	98				固体試料含有試験 酸分解 ICP発光分光分析法(Pb換算)	5 mg/kg
六価クロム化合物	92.4				固体試料含有試験 精製水抽出 シ'フェニカル'ジ'ド'吸光光度法(CrVI換算)	0.5 mg/kg
砒素	19.0				固体試料含有試験 酸分解 水素化物発生原子吸光法(As換算)	0.5 mg/kg
銅	675				固体試料含有試験 酸分解 ICP発光分光分析法(Cu換算)	1 mg/kg
亜鉛	1770				固体試料含有試験 酸分解 ICP発光分光分析法	1 mg/kg
ベリリウム	<5				固体試料含有試験 酸分解 ICP発光分光分析法(Be換算)	5 mg/kg
全クロム	332				液体試料測定分析 酸分解 ICP発光分光分析法(Cr換算)	1 mg/kg
ニッケル	132				固体試料含有試験 酸分解 ICP発光分光分析法(Ni換算)	1 mg/kg
バナジウム	54				固体試料含有試験 酸分解 ICP発光分光分析法(V換算)	5 mg/kg
セレン	<0.5				固体試料含有試験 酸分解 水素化合物発生原子吸光法(Se換算)	0.5 mg/kg
	以下余白					

1.4.4 施設設置場所

本事業の主要設備としては次の2つの設備群に大別できる。

- ① RPF 化ユニット
- ② 廃プラスチック前処理（乾燥・破砕・洗浄等）ユニット

廃棄物の物流の効率化や作業環境等を考慮し、それぞれ適した場所（原料の収集拠点や製品の使用先など）に設置できる工夫を行えるユニット構築を行った。

第一号施設の RPF 化ユニット（成形）は、弊社と共同事業検討を進めているハノイ URENCO 傘下企業の URENCO11/Dai Dong 工場（Hung Yen 省 Dai Tu, Dai Dong）内に設置することを想定した。また今後の検討オプションとして、恒常的な乾燥熱源が得られる製紙スラッジを排出する古紙再生事業者敷地内も検討することとした。

第一号施設の前処理ユニットは、ハノイ市内の2か所のコンポスト化施設（Cau Dien、Gia Lam）内に設置し、破砕洗浄の上、RPF 化ユニットに供給する体制を整える検討を行った。またハノイ市最大の埋め立て処分場である Nam Son において設置予定の 2000t/日リサイクル施設への併設についても、実施企業との調整を図る。

第二号施設以降の RPF 化ユニットは、ベトナム内に点在する製紙工場等、RPF 原料を多く排出する一方で燃料として RPF を使うポテンシャルが大きい場所へ設置することを前提としてシステム販売・廃プラ供給事業を想定している。廃プラの供給はハノイ市のほか、廃プラ前処理ユニットを各地で生活廃棄物を収集処分している地域毎の環境公社（URENCO）に販売・設置することも想定している。

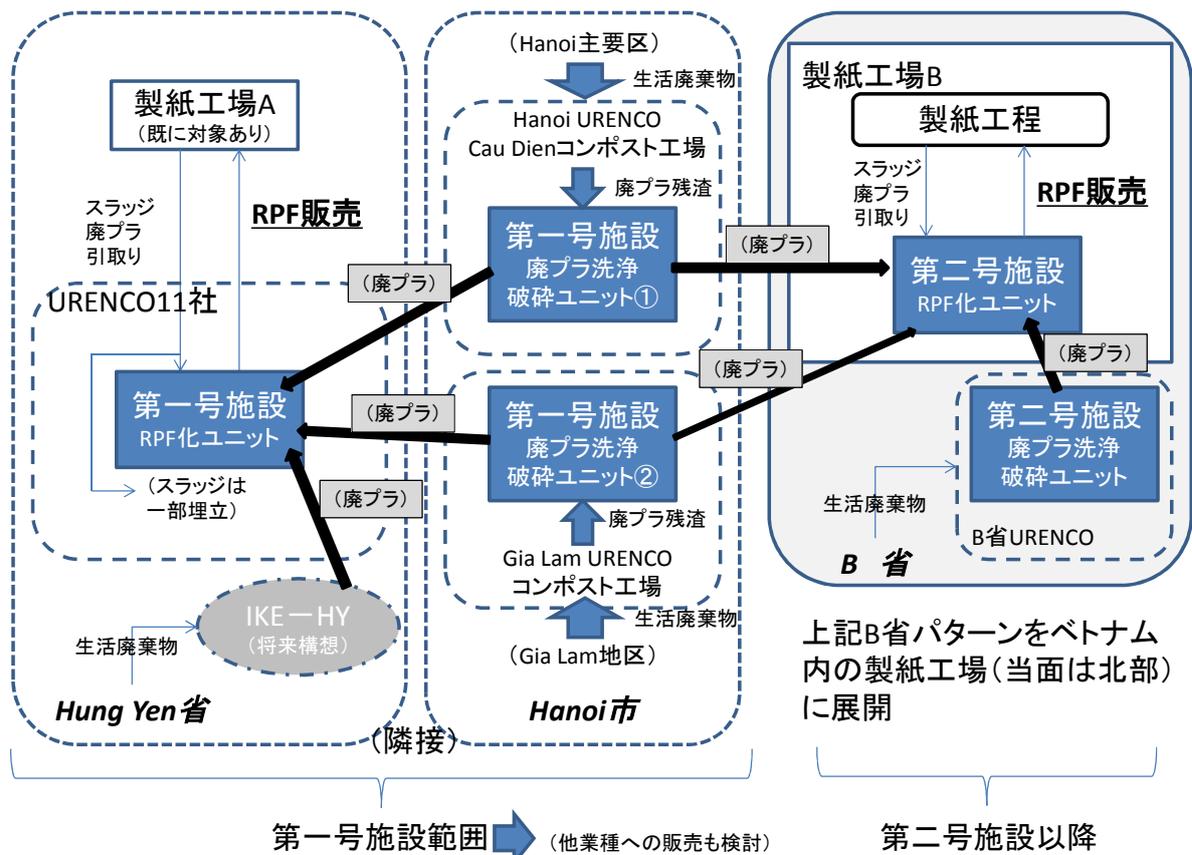


図 1.4.4：プロジェクトの展開案

1.4.5 廃棄物回収範囲

本事業成立の最大のポイントは安価な廃プラスチックの十分な確保と供給体制の構築にあることが改めて分かった。

第一号施設では、同じ Hung Yen 省内にある古紙再生事業者から既に引取り・埋め立て処分を行っている製紙スラッジ並びに廃プラを原料とするほか、不足する廃プラについては URENCO11 が処分を請け負っているその他の産業系廃プラ若しくはハノイ URENCO 及び Gia Lam (ザーラム) URENCO が運営するコンポスト化施設から排出される生活廃棄物由来の廃プラスチック類を利用する。更に足りない場合は既にマテリアルリサイクル原料として市場取引されているプラスチック類のうち、比較的 low grade 品として分類される廃プラスチックや、廃プラスチックを収集・選別・販売している所謂“リサイクル村”で発生するプラスチック残渣を自治体と協力して収集することなどをオプションとして検討する。

また第一号施設が順調に稼働して同地域内において RPF 需要が高まれば、第一号施設 (RPF 化ユニット、廃プラ前処理ユニット) を増設して対応する。

第二号施設以降は RPF 製造ユニットを設置した製紙工場等事業所から排出される製紙スラッジや廃プラを原料とするほか、不足する廃プラは地域の URENCO に廃プラ破砕洗浄設備を設置し、同地域の生活廃棄物系の廃プラスチックを原料として供給する。またハノイ周辺においては生活廃棄物に含まれる廃プラが

少ない場合もあることから、将来的には大都市ハノイの最終処分場である Nam Son 埋め立て処分場に大規模な廃プラ前処理ユニットの設置を行い、原料としての廃プラ供給拠点とすることも検討する。

1.5 将来展望・波及効果

現在 URENC011 が引き取っている製紙スラッジの排出元の年間の古紙生産能力は 3 万 t 以下で、排出する製紙スラッジ量は含水率 60% 程度、排出量は 1000t/月である。これを全量 RPF に加工したと仮定した場合、RPF 製品で約 70t/日の製造ラインを要する。このときの RPF 化設備を 3 億円と仮定し、同等規模の設備がベトナム内に 500 か所以上ある製紙工場全てに導入された場合、設備費だけで 1500 億円の市場規模がある。また、RPF 燃料市場規模としては 2012 年 3 月の石炭価格の 8 割で RPF を販売できると仮定すると、年間 1916 億円の潜在的市場がある。

但し、本事業のボトルネックは廃プラスチックの供給であることから、原料となる廃プラスチックをどれだけ集められるかが市場規模の推計に大きく関わる。

製紙スラッジや利用価値のない廃プラスチックは共に一般的には埋め立てられるだけであった廃棄物を燃料として使用することから、本事業活動は 3R に貢献するとともに埋め立て処分量の削減並びに処分場の延命化に寄与する。一方、RPF の製造・使用は石油・石炭等の代替燃料として天然資源を節約する省資源としての意義があり、更にはエネルギー源の多様化としてエネルギー安全保障の点からも意義を持つ。

日本での RPF の環境負荷低減に対する評価観点は、“産業廃棄物を原料とした原燃料の製造を推進することにより、焼却処分される産業廃棄物量が削減されるとともに製造原燃料を工場等で代替利用することで工場内での石油由来燃料使用量を削減できる”という点である。(社)全国産業廃棄物連合会リサイクル推進委員会の”RPF 製造にかかる基礎調査結果報告書 (H22 年)”では、A 重油の代替燃料として RPF を使用した場合の CO₂ 削減量を試算している。これによれば単純焼却の回避による CO₂ 削減と A 重油の消費量削減による CO₂ 削減を併せて 2.03t-CO₂/t の削減原単位を算出している。

日本の焼却に対してベトナムでは直接埋め立て処分、基準燃料が A 重油に対して石炭という違いはあるものの、仮にこの数値を本事業にあてはめた場合、本事業では第一号施設で生産される 20t/日前後の RPF が完全に消費されることを前提とした場合、12,992t-CO₂/年 (40.6 t-CO₂/日×320 日稼働) が削減される計算となる。ベトナム内製紙工場全てに同等の規模の RPF を供給した場合、約 650 万 t-CO₂/年 (工場数 500 として) となる。

ベトナムでは製紙スラッジは埋め立て処分されるため嫌気性発酵を経て CO₂ より地球温暖化係数の高い CH₄ を大気に放出することになり、また RPF により代替される化石燃料も A 重油より CO₂ 排出原単位が大きい石炭であるため、上

記試算より多くの CO2 削減効果を見込むことができる。

第2章 ベトナム情報

2.1 ベトナムに関する自然環境情報

2.1.1 地理・地形

ベトナム社会主義共和国は東南アジアのインドシナ半島東岸にある国家で、国土は南北に1,650km以上、東西に600km、北を中華人民共和国と、西をラオス、カンボジアと国境を接し、東は、南シナ海に面し、フィリピンと対する。国土面積は329,241km²であり、日本とほぼ同じ大きさである。首都ハノイや最大の商都ホーチミン市など5直轄都市のほか58の省に分かれている。本調査において第一号施設を設置予定のフンエン市並びにハノイ市はベトナム北部の紅河沿いに隣接している。

2.1.2 気候

ベトナム全土は北回帰線よりも南に位置し、赤道近くまで伸びる（本土の最南端は北緯8度33分）。このため南西モンスーンの影響を強く受ける。7月から11月まで台風の影響を受け、特に国土の中央部が被害を受けやすい。

プロジェクト実施地域のハノイ市並びにフンエン省が位置する北部は温帯性の気候であり、4月から10月までが雨期となる。首都ハノイの平均気温は1月が16度、7月が29度である。年平均降水量は1,704mm。ケッペンの気候区分では、温暖冬季少雨気候（Cw）に分類されている。



図 2.1.2：ハノイの気温・降水量

(出典：ATI ウェブサイト

<http://www.asia-tourist.info/vietnam/trip/climate/climate01.html>)

2.2 本調査に関連する行政組織情報

1) 天然資源環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment: MoNRE)
 1992 年の改組から環境政策及び行政を統括してきた科学技術環境省 (Ministry of Science, Technology and Environment: MoSTE) 管轄下の国家環境庁 (National Environment Agency: NEA) は、2002 年に環境および天然資源の国家管理を強化するために、天然資源環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment: MoNRE) として分離昇格された。今日、この MoNRE は環境政策及び行政の主務官庁として、環境関連政策の立案、環境関連法の運用、環境影響評価の承認等を行っている。産業廃棄物の処理業の許可や有害廃棄物の排出事業者の認定や、収集運搬の許可を行っている。また、廃棄物施設を含む工場における浸出水の監視など、環境面における規制と監視を行っている。

2) 建設省 (Ministry of Construction: MOC)

2007 年の「固形廃棄物の管理に関する政府議定」において、建設省は、複数

の省（日本の都道府県に相当）にまたがる廃棄物処理計画について首相の代理として承認する権限を持つ。また、複数の地方自治体間や政府機関間での廃棄物処理計画の調整や、計画に関する予算は建設省の予算に組み込まれる。廃棄物処理の技術認定に関し、技術認定を科学技術省と共に担う。廃棄物処理に関する公益企業の料金の見積料金などに関し指針を与える。

3) 科学技術省 (Ministry of Science and Technology: MoST)

2002 年に行われた科学技術環境省 (MoSTE) からの国家環境庁 (NEA) の分離独立に伴い、科学技術省 (Ministry of Science and Technology: MoST) として改組された。改組後の今日でも各種環境基準の作成はこの科学技術省 (MoST) が行っており、それら基準の運用は天然資源環境省 (MoNRE) が行っている。また技術的な評価を行う必要があるプロジェクトについて担当官庁からの求めで意見を出し、その意思決定に関わる。

4) その他の中央省庁

計画・投資省 (Ministry of Planning and Investment: MPI) や財務省 (Ministry of Finance) は、国家予算法 (Law on State Budget) に基づき、廃棄物関係の投資に予算を配分すること、廃棄物の排出などにかかわるインセンティブを税制面などから検討することが定められている。また廃棄物処理に関する投資についての指針を与える。

5) 省・県人民委員会 (Provincial / Municipal People's Committee)

2007 年の「固形廃棄物の管理に関する政府議定」において、省・県の人民委員会は地方の廃棄物処理およびその予算について、計画の制定と承認を行う。その計画に基づき、啓蒙活動や監査や法律違反に対しての罰則を行う。また、コミュニティの人民に委員会は、各地域における廃棄物の収集運搬を監督する。

6) 天然資源環境局 (Department of Natural Resource and Environment: DoNRE)

省人民委員会の環境関連の実務機関として、全国 59 省及び 5 つの直轄市（ハノイ、ホーチミン、ハイフォン、ダナン、カントー）の計 64 地方政府には、それぞれ天然資源環境局 (DoNRE) が設置されている。生活廃棄物処理業の許可なども実施する。

7) 都市環境公社 (Urban Environmental Corporation: URENCO)

都市環境公社は、主に一般廃棄物の収集や処分を目的とした公社であり、全国 64 地方行政政府にそれぞれ置かれている。その役割は個々の地域ごとに異なり、

上下水道事業等も含めた環境事業を担っていることもあり、一方廃棄物においても有害廃棄物や医療廃棄物を取り扱っている場合もある。また、ホーチミン市の CITENCO (City Environmental Company) のように地域よりその名称が異なっていることもある。

2.3 本調査に関連する法規制

1) 環境保護法および環境基準

ベトナムにおける環境関連法令の根幹となる「環境保護法」(Law on Environmental Protection: LEP) が、1993 年に制定されている。この法律は 2005 年 11 月改定され (Law No. 52/2005/QH11)、2006 年 7 月 1 日より施行されている。この法律では環境保護のため推進される諸活動 (廃棄物削減、収集、リサイクル及び再利用) について規定しており、第 66 条においては廃棄物の管理責任及び規制を明確化している。この中で廃棄物を排出する組織並びに個人は、廃棄物の排出を最小限にし、廃棄物の削減、リサイクル、再利用をする責任を負う、とされている。国としても廃棄物のリサイクル施設を建設する組織もしくは個人には、税金、補助金、土地を優遇する。また生活廃棄物の収集運搬を行う事業者に対しても生活廃棄物のリサイクル及び再利用の比率を最大限に上げ、リサイクルに廻すことができる生活廃棄物の処分を最小限にすることが求められている。

また固形廃棄物に関する法律 (No. 59/2007/ND-CP) においては固形廃棄物の原則を述べており、廃棄物は排出時点で選別され、マテリアルリサイクル及び発電に再利用されなければならない、としている。従って埋め立て処分量を削減する技術は奨励されていると言える。

更に Decree no. 04/2009/ND-CP では 環境保護活動に対する優遇処置及び支援内容を規定している。環境保護活動は優遇及び支援の対象となり、生活固形廃棄物の処理に関する投資は、最優遇を受ける分野の 1 つである。土地、減税、免税、販売支援などの優遇措置の他、埋め立て処分率を 10%削減した場合、政府は処理施設の建設費の半額を負担し、残りの半額は低い利率でベトナム開発銀行若しくは環境保護基金から借入れを行うこともできる。

環境保護法の制定に伴い、「環境保護法の条項を実施するガイドラインと明細規定に関する政府議定」(No. 80/2006/ND-CP、その後 21/2008/ND-CP に改訂) が交付されており、環境基準や、戦略的環境影響評価や環境情報の公開などについて詳細が規定されている。

環境基準についても、2005 年の環境保護法で基本的な枠組みが定められてい

るが、廃棄物処理施設に関する環境基準については特別にさだめられておらず、排水基準としてはベトナム標準規格「産業排水基準」(QCVN 24:2009/BTNMT (National Technical Regulation on Industrial Waste water) と QCVN 25:2009/BTNMT (National Technical Regulation on Wastewater of the Solid Waste Landfill Sites)) が適用される。

排ガス基準としては、「大気排出基準：無機物質とばいじんに対する産業排出基準」(QCVN 19: 2009/BTNMT (National Technical Regulation on Industrial Emission of Inorganic Substances and Dusts) QCVN 21:2009/BTNMT (National Technical Regulation on Emission of Chemical Fertilizer Manufacturing Industry) QCVN 23:2009/BTNMT (National Technical Regulation on Emission of Cement Manufacturing Industry)) および「大気排出基準：有機物質に対する産業排出基準」(QCVN 20:2009/BTNMT) が適用される。

2) 廃棄物管理に関する法令

前述の環境保護法においても、全 15 章のうち 1 章が廃棄物管理に充てられており、廃棄物・廃水・排気ガスについて基本方針が定められている。さらに、2007 年の「固形廃棄物の管理に関する政府議定」(59/2007/ND-CP) において固形廃棄物について詳細が定められている。この中で、廃棄物に関する責任を持つ政府機関や地方自治体についてのほか、廃棄物関連の事業への投資についても定められている。

3) プロジェクトへの出資に関する法令

プロジェクトの出資に関する法律としては、2005 年 11 月 29 日付けの投資法 (59/2005/QH11) がある。事業主は法人の設立地の地方自治体の投資計画局に事業登録を行う。問題がなければ、20 営業日以内に登録が終了し、法人設立書がもらえる。その後、事業用地の確保を行い、事業計画書を作成し、環境影響評価を行ったうえで、事業実施地の政令都市・商の投資計画局に「投資提案書」を提出し、事業を開始する。

4) 環境影響評価に関する法令

2005 年の環境保護法により、国家レベルの経済社会開発などについては、「戦略的環境評価」が (SEA) が必要とされるようになった。一方で、環境評価制度 (EIA) の対象事業は、環境保護法の第 18 条と、「環境保護法の実施細則および指針に関する政令」(Decree No. 80/2006/ND-CP) の付表 i において詳細に示されており、本調査対象事業にも含まれている固形廃棄物の再加工・処理事業も

対象となっている。

環境保護法において、EIA 報告書は実施可能性調査報告書と同時に作成することとされており、環境影響評価報告書が承認された跡にのみ投資・建設・開発許可が承認、発給される。

(1) 内容

環境影響評価の報告内容については、環境保護法第 20 条に記載されている。

- ①事業の詳細な説明
- ②事業実施地・隣接地の環境の状態と、汚染に対する反応度と許容力
- ③プロジェクトが実施された際に可能性のある環境への影響と経済社会要素についての詳細評価。また、建設過程における環境事故についての災難予測
- ④対処措置
- ⑤建設・運営過程における環境保護措置をとる誓約。
- ⑥プロジェクト実施過程における環境問題の工事項目、管理、監査プログラム
- ⑦プロジェクトの総経費における環境保護項目の、建設経費見積もり
- ⑧プロジェクトを実施する地域住民代表表の意見、反対意見。
- ⑨評価の数値、データなどの出典

(2) プロセス

- ①事業主は環境影響報告書を審査・承認権限を持つ機関に提出する。
審査・承認権限を持つ機関は、国会・政府・首相の決定したまたは承認する事業と複数の産業にまたがる事業の場合天然資源環境省であり、中央省庁などが承認権限を有する事業の場合その中央省庁、地方省レベルの人民委員会が承認権限を有する事業の場合はその地方の人民委員会となる。
- ②審査・承認の権限を持つ機関はプロジェクトの内容により定めたメンバーにより委員会を開き、環境影響評価報告の検討と承認を行わなければならない。その際、不足部分などについては、追加を事業主に要請することができる。
- ③追加・修正された環境影響評価報告を受け取ったから 15 作業日のうちに、環境影響評価報告批准を検討、決定しなければならない。批准しなかった場合は、文書にて理由を挙げて事業主に知らせる。
- ④承認された後、事業主は、事業実施地の人民委員会に環境影響評価報告の批准内容について報告をする。また、地域住民に知らせるため、プロジェクト実施地に公開掲示し、正しく実施する。

5) 知的所有権に関する概要

知的所有権に関する最初の法律は 2005 年末に通過し、2009 年に改正された。一連の省令は、政府と関連する省庁から、それぞれ施行方法と違反に対する対処法が発行された後、施行された。従って知的所有権についてはベトナムにおける法的事項に関しては既に効力を持つものであるといえる。

しかしながら、知的所有権の侵害はベトナムにおいて広範に見られる現象であり、ソフトウェアやウェブサイトといったハイテク分野を含む、著作権、特許、商標、会社名などのすべての保護された分野において発生している。

ベトナムにおける主要な知的所有権の侵害は食品・飲料・衣料・電化製品などの模倣品の製造・販売である。多くは海外から輸入されたものである。コンピュータのソフトウェアなどのハイテク製品は特に目立っている。

現状において、物品の価値の損失・個人の尊厳の侵害および損害を受けた被害者からの要求により、ベトナムの知的所有権に関する法律の侵害に対処するための、社会的・行政的・刑事的な基準が存在する。罰金はかなり高いが（一番高い著作権・産業財産(特許)の場合で5億ベトナムドンもしくは25,000USD)、被害者が主張し、証明することは困難である。特許の所有者が侵害を裁判所で主張した事例は少ししかない。

結局、法律に書かれた知的財産の保護の制度は十分整っているため、ベトナムにおける知的財産所有権の問題は法的な問題ではない。問題は、関連する政府機関による法律の実施の仕方と、慣例に従ってしまうことである。

IKE がベトナムで事業をおこなう場合、ベトナムと日本が二国間で知的財産の取り決めをしているか、両国が国際的な知的財産の条約のメンバーである場合、両国は領域内においてその条約に従い、IKE がベトナムにおいて展開する装置・システム・商標を保護する義務がある。その他の場合においても、RPF がベトナムにおいて受け入れられ、広範囲に普及した場合 IKE は模造品や、低級類似品に IKE の名前が使われることを防ぐため、IKE は商標を保護する権利を申請すべきであるという見解である。機器については、IKE ではなく機器製造会社が設計・製造したものであるため、IKE は機器製造会社の代理として登録することができる。

2.4 ベトナムのエネルギー／燃料の現状と展望、政策

2.4.1 エネルギー構成における石炭の位置づけ

ベトナムは石油・天然ガス資源が豊富に賦存しており、石炭を含め現状は純資源輸出国である。石炭は一次エネルギー消費の 18%であり、第一位の石油

(50%)、第二位の水力(20%)に次ぐ重要な位置づけにある(EIA Country Analysisより)。

但し昨今では経済の成長に伴い国内エネルギー需要が拡大したため、供給構造が自給自足から変化しつつある。2007年の石炭生産は前年比で+5.9%増加し41.2百万トン(BP統計2008)に上った。

2.4.2 ベトナムにおける石炭関連省庁並びに生産者

エネルギー分野・石炭鉱業を所轄するのは商工省(MOI: Ministry of Industry and Trade)のほか、「社会経済開発戦略」を立案する計画投資省(MPI)である。資源埋蔵量は天然資源環境省(MONRE)が招集する委員会で評価される。

ベトナムにおける石炭生産は国営ベトナム石炭鉱物産業集団(VINACOMIN)が99%以上を占めている。2005年12月、国営ベトナム石炭総公社(VINACOAL-TVN)は鉱業や他分野の産業も統合したベトナム石炭鉱物資源産業集団(Vietnam National Coal-Mineral Industry Group-VINACOMIN)として再編された。VINACOMINには石炭産業、鉱山科学技術研究所(VIMSAT)、金属鉱業、電力、造船やトラック製造等の機械産業、火薬等などの化学工業、輸送業、不動産、サービス業に85の企業・組織と約12万5千人(炭鉱関係8万7千人)の職員・労働者が在籍している。石炭鉱業部門では、石炭会社23社を有している。

表. 2.4.2 生産実績と計画 単位: 1,000t

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2010年 * 計画	2015年 * 計画	2025年 * 計画
生産(精炭)	11,053	12,889	15,436	18,513	25,456	31,322	36,955	40,844			
(原炭)	12,200	14,566	17,104	19,992	27,282	34,929	41,773	43,020	40,095	50,185	59,070
露天掘(原炭)	7,889	9,821	11,004	13,032	17,493	22,472	27,132	26,797	23,845	14,635	11,850
坑内掘(原炭)	4,311	4,885	6,100	6,960	9,789	12,456	14,650	16,223	16,250	35,550	47,220
剥土量(千m ³)	33,893	47,360	63,880	87,184	121,000	165,027	192,100	210,969			
掘進長(千m)	77.3	94.5	127.7	135.8	175.0	228.0	261.4	274.4			
剥土比(m ³ /t)	4.30	4.82	5.81	6.69	6.91	7.34	7.84	7.87			
坑内掘比率	35.3	33.5	35.7	34.8	35.9	36.0	36.0	37.7	40.5	70.8	80

注) 計画数値は、2006～2015年、2025年までの見通しを考慮するベトナム石炭産業発展計画による。

2.4.3 石炭の生産と質

石炭は、北部のクアンニン(Quang Ninh)省に集中して賦存しており、資源量は2,067.55億トン、内訳は褐炭・亜瀝青炭2,001.20億トン、無煙炭66.10億トン(Barlow Jonker Pty)とされている。

ベトナムの無煙炭(生成期;三疊紀後期約2億~2.4億年前)は坑内掘対象埋蔵量が全体の8割以上を占め、炭質は低揮発分(10%以下)、低硫黄分(1%以下)、高発熱量(6,000~8,000kcal/kg)の優良炭である。無煙炭炭田は、クアンニン省 Uong Bi、Hon Gai、Cam Pha 地域に賦存する。また瀝青炭田は、北部の Na Duong 近辺に賦存するが、地質的資源量としては140万トンに過ぎない。第三紀褐炭はベトナムに広く分布しているが、特に北部の Na Duong 炭田に集中している。

現在の採掘深度は、GL-0m前後であるが、-20m/年程度の深部化速度が予想され、2015年頃にはGL-200m程度まで深部化が進行する見込みである。深部化に対応した採掘条件の事前把握、機械化と新技術の導入、地域環境対策などと共に、ガス対策、出水防止対策並びに空間維持技術など安全管理体制の確立が大きな課題である。VINACOMINは、紅河デルタ地域に大規模炭田を発見し、埋蔵量は287億トン程度と推定しているが、炭層賦存深度が深く、炭質が亜瀝青炭であることから、現在の開発技術と石炭価格では経済的な採掘は困難と見なされており、輸入を中心として今後の国内需要増への対応策が検討されている。

主要炭鉱の生産推移を表1.3-16に示す。坑内掘割合は2002年の35.7%から微増し37.7%となった。

表2.4.3:ベトナムの主要炭鉱別採掘量

炭鉱名	2000	2003	2004	2005	2006	2007		
	原炭	原炭	原炭	原炭	原炭	坑内	露天	原炭
トンニャット炭鉱	365	550	799	1,125	1,382	1,258	411	1,668
ケーチャム炭鉱	362	518	734	824	985	641	196	837
コックサウ炭鉱	1,340	2,133	2,671	2,892	3,397		3,360	3,360
カオソン炭鉱	846	1,539	1,804	2,402	2,960		3,005	3,005
ヌイベオ炭鉱	390	1,285	1,845	2,817	3,848		3,726	3,726
ズオンフィ炭鉱	572	751	1,020	1,272	1,702	1,302	516	1,818
ウォンピ石炭会社	485	941	1,425	2,014	2,537	2,721	213	2,933
マオケ炭鉱	777	1,411	1,722	1,487	1,495	1,456	306	1,761
バンザイン炭鉱	611	1,071	1,468	1,790	2,260	2,402	370	2,772
ドンバック会社	1,101	2,196	2,878	3,451	3,636	837	3,220	4,057
VINACOMIN	12,044	19,979	27,264	34,904	41,773	16,223	26,797	43,020
合計	12,200	19,992	27,282	34,928	41,855	16,223	26,885	43,107

2.4.4 石炭受給

ベトナムの石炭の需給関係は以下の通りである。2009年1月の石炭・鉱物資

源政策対話（ハロン）においてベトナム側提示資料（表 1.3-18）によれば、石炭需要は 2008 年から更に拡大して、莫大な数量が計上されている。その後の現地報道によれば、前述の如く 2009 年の生産目標は 1,424 万トン減産し、3,350 万トンとしている。何れにせよ、2015 年から国際市場に 3,000 万トン以上の石炭を求める新規参入者が出来ることになる。

表. 2.4.4-1 石炭需給総括表（単位：千トン）
出典：Ministry of Industry and Trade, Vietnam

		2009	2010	2015	2020	2025
需要	国内需要	29,191	34,017	94,304	198,353	342,205
	火力発電	12,613	15,525	69,865	170,225	311,665
	セメント	6,485	7,703	9,369	9,265	9,265
	輸出	16,970	16,824	5,037	5,701	6,701
	計	46,161	50,841	99,341	204,054	349,906
供給	国内供給	45,478	49,814	62,231	76,821	98,457
	輸入	683	1,028	37,109	127,234	252,449
	計	46,161	50,842	99,340	204,055	350,906

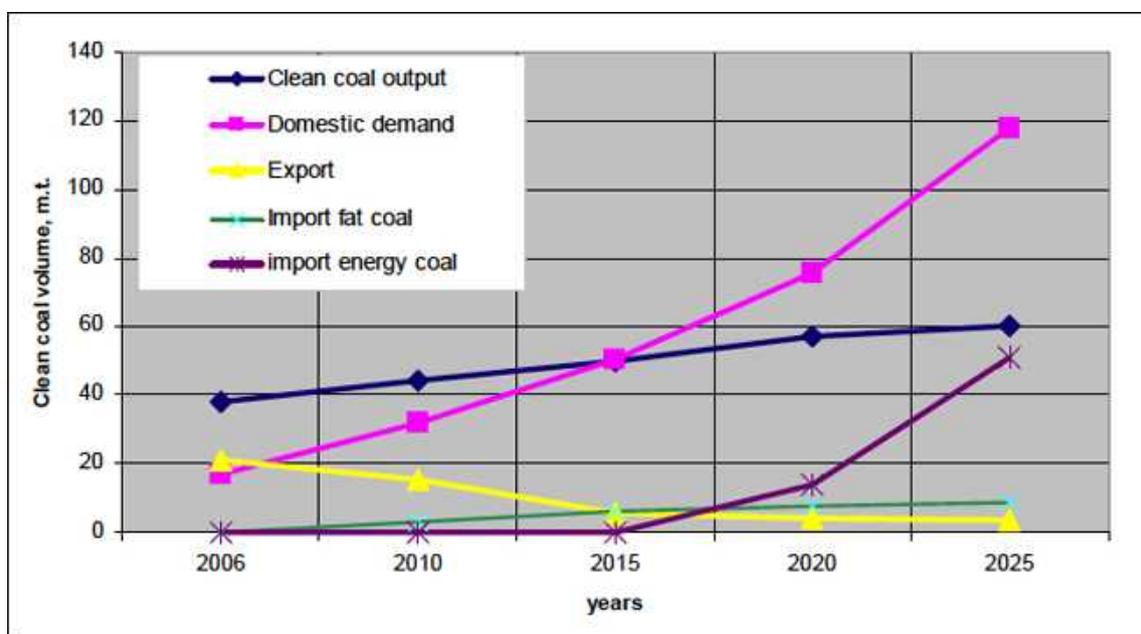


図. 2.4.4 需給予測（出典：平成 19 年度 APEC 石炭セミナー）

1) 国内の石炭需要

主な国内需要は、火力発電、セメント、建築資材・家庭燃料等である。2025

年の総需要量は 1.2 億トンに達すると予想されているが、国内炭の供給可能量は 5,837.7 万トンであるため差引 6,167.5 万トンの輸入炭が必要になる計算である。こうした国内需要増加分の殆どは電力向けであり、今後新たな石炭火力発電所が建設されることが既に決定していることから、2006 年の 508 万トンが 2025 年には 762.5 万トンに達することが予想されている。

2) 石炭輸出

輸出は、中国向けが 2007 年で約 19 百万トンと約 8 割を占め 2004 年以降急増している。尚、無煙炭に関しては我が国が最大の輸出先である。

表 2.4.4-2：ベトナム炭の日本への輸入実績： 単位：千トン

年	2002	2004	2005	2006	2007
輸入量	1,452	2,521	2,350	2,178	2,211

2.4.5 国内石炭価格

これまで国内における石炭には 21.5USD/t（2006 年）と、国際取引価格に比べて著しく安価な公定価格を設定していた。主な理由としては国内産業育成のために電力コスト負担を低減することであった。従って定められた石炭単価で各石炭発電所に石炭を供給する義務を背負っていた VINACOMIN は、物価上昇に伴う資材高騰など生産コスト上昇と、安価な公定価格に挟まれ、経営圧迫要因となった。

これを受け 2008 年以降、ベトナム政府は公定価格の是正並びに廃止を段階的に進めてきている。大口の石炭取引価格は既に輸出単価並みになっており（¥10/kg）、小口の場合は 2012 年の時点で ¥18/kg に上昇していた。他の業界と比べ石炭価格の上昇圧力が全産業に与える影響が大きいとされていた四大石炭多消費産業（電力、セメント、製紙、製糖）のうち、現状も公定価格が設定されているのは電力のみとなった。しかし電力向け公定価格も近い将来転配されることが決まっており、事業者としてはインドネシアなどの安価な石炭を輸入するなどの調整に入っている。

2.5 ベトナムの環境／廃棄物の現状と展望、政策

2.5.1 ベトナムの廃棄物の現状

1) ベトナムにおける廃棄物発生量

ベトナムの廃棄物の発生量、処理量については、全国的な発生量の推計としては、2003年の世界銀行の報告書に引用されているものがあるが、継続的には発表されていない。（「中小企業のアジア諸国における環境ビジネス展開に関する調査報告書」）。2003年の同報告書のデータによると、ベトナムでは、約80%が家庭ごみや、レストラン・市場などからの事業系の廃棄物を含む、都市ごみと推定される。また、同報告書によると、2010年までに都市人口が増えることにより60%の廃棄物の増量が予想されていたが、例えばハノイ市においては2005年に2000t/日程度だったものが2010年には3500t/日になっており、ハノイ市が拡大したことも受けてハノイ市人民委員会予測では2011年時点で5,500t/日、ハノイ URENCO では最大6,500t/日といったように、当初予想を大幅に上回る資料を発表している。

表 2.5.1-1：2003年におけるベトナムの廃棄物データ

都市ごみ (トン/年)	12,800,000 (都市部：6,400,000、農村部：6,400,000)
産業系有害廃棄物(トン/年)	128,400 (都市部：126,000、農村部：2,400)
非有害産業廃棄物(トン/年)	2,510,000 (都市部：1,740,000、農村部：770,000)
有害医療系廃棄物(トン/年)	21,500
農業系有害廃棄物(トン/年)	8,600
農業系貯留堆積化学廃棄物 (トン/年)	37,000
農業廃棄物 (トン/年)	64,560,000
都市ごみ発生原単位(kg/人/日)	0.4 (都市部：0.7、農村部：0.3)
都市ごみ収集率 (発生廃棄物当たり%)	都市部：71%、農村部：20%以下、スラム：10~20%
廃棄物処理・処分施設数 投 棄場	74 カ所
衛生埋立地	17 カ所
医療系有害廃棄物処理割合 (%)	50 (発生量に対する処理割合)

出典：Vietnam Environment Monitor 2004 (Solid Waste) , World Bank, CIDA, MONRE.

2) 廃棄物の定義

ベトナムでは環境保護法（2005 年法）の中で「廃棄物」を「日常生活、生産工程、サービス、その他の活動から廃棄された物質」で「固体、気体、液体の形態をとる」と定義されている（第 3 条第 10 項）。「固形廃棄物の管理に関する政府議定」（NO : 59/2007/ND-CP）においては、個人、家庭、公共施設から廃棄される廃棄物を「生活ごみ (Daily-life Solid Waste)」と定義し、産業、手工芸村、商業、サービス業などから廃棄される廃棄物を、「産業廃棄物 (Industrial solid waste)」と定義している（第 1 条 3 項）。

3) 廃棄物管理体制

環境保護法（2005 年法）において廃棄物の管理責任については、「廃棄物を発生させる活動を行う組織及び個人は、廃棄物の削減、リサイクル及びリユースを図り、これを廃棄又は除去して最小限にまで制限する責任を負う」（第 66 条 1 項）と定められている。

収集運搬及び保管については、2007 年の「固形廃棄物の関する政府議定」において、地方自治体などが定めた廃棄物管理計画に基づき、契約の下、会社などの団体が行うこととされている（第 24 条 1、2 項）。実際に、家庭廃棄物の収集運搬から最終処分は主として都市環境公社 (URENCO) によって行われている。また、コミューン以下の地方組織においては、廃棄物の収集運搬グループが組織され、持ち回りで収集運搬および埋め立てを行う。収集運搬などの費用については、地方自治体が定めた金額に基づき、排出者が支払う。

4) 廃棄物管理方針

上位の固形廃棄物政策としては“Decision No. 2149/QĐ-TTg 17/12/2009”が存在する。この政策はいわば固形廃棄物に関する国家戦略では、2025 年までに全ての廃棄物が環境に配慮した技術によって収集、再利用、リサイクル、適正処理されることを目標としている。

上記 Decision No. 2149 を補完するものとして No. 798/QĐ-ttg 25/05/2011 が存在する。この政策では 2011～2020 までの固形廃棄物処理に関して時期を 2 段階に分けて目標を設定している。

その他の固形廃棄物処理に係る政策としては QCVN 07:2010/BXD がある。この政策では固形廃棄物処理に適用される処理技術は、安全かつ衛生的な埋め立て処分、コンポスト化、燃料化、発電への利用とすること、また 85%以上の固形廃棄物を再利用し、埋め立て処分率は 15%を超えてはならないとしている。

ハノイ市でも“No. 03/2009/NQ-HĐND 17/07/2009”という独自の廃棄物処理に関する政策を設けている。ここでは 2010 年までのハノイ市の環境汚染に関す

る課題と解決策（市の固形廃棄物の 100%を回収し、回収された 60%を環境基準に合わせて適正に埋め立て処分する）といった目標が掲げられている。

現在ベトナムでは全国的なリサイクルに関するプログラムはないが、政府による中期計画の中で 3R に関して積極的に取り組む姿勢がみられる。2004 年に発表されたベトナム版アジェンダ 21 においては、現状の問題点を踏まえた上で、1)制度、2) 経済、3)技術、4)啓発の 4 点において、優先的に取り組むべきとしている。1)の制度面については、廃棄物由来の汚染への対策計画の立案と公布、固形及び有害廃棄物の収集・処理費のコスト回収の仕組みの検討などがあげられている。2)については、衛生埋め立て施設の大規模・中規模都市における建設、埋め立て処分場の削減及び処理費削減のための分別の奨励、病院における焼却炉の早期導入が上げられている。3)の技術面においては、技術導入を奨励することによる廃出源での分別、消費パターンの改善による天然資源使用量の削減、堆肥化技術の奨励があげられている。4)の意識啓発においては、コミュニティにおける意識啓発と廃棄物回収活動への参加の奨励と、家庭での分別や、資源の有効活用、衛生的な住環境を促す運動の実施があげられている。

天然資源環境省によると、2050 年までに、すべての廃棄物が回収され、再利用され、リサイクルされ、現地の状況に適した、環境負荷の少ない技術により処理されることにより、埋立て処理量を最低限にすることを目標とする方針である（2009）。

ハノイ市においては JICA の支援を得て 2006 年から 3 年間にわたり「循環型社会形成に向けてのハノイ 3R イニシアティブ活性化支援プロジェクト」を実施した。この中では高校生や大学生を中心とした若者のグループによる、分別回収プロジェクトや、広報・環境活動を行ってきた。

前述した数ある政策の中では、建設省と天然資源環境省が共同で提案していた、ベトナム全土におけるあらゆる廃棄物の減量化・適正処理・リサイクルを進めることを目的とした中長期ビジョン（英訳：“Decision 2149 on Strategy of Solid Waste Management up to 2025”）が最上位にあたる。この政策は 2009 年 12 月に首相承認された。この基本政策では、環境保護のうえでも廃棄物の適正管理が国の重要課題であることが述べられており、同国の社会経済計画に合致した対応を行い、排出者責任と負担の原則に立ちながら、廃棄物の発生抑制を第一にして、どうしても排出される廃棄物に関しては極力リサイクルを行った上で埋め立て処分量を極小化していくことを方針としている。具体的には下表のとおり普及目標値が挙げられている。

表 2.5.1-2 : Decision 2149 on Strategy of Solid Waste Management up to 2025
目標値

	項目	2015 年	2020 年	2050 年
1	都市部における収集運搬・処理率	85%	90%	100%
2	1 のうちのリサイクル・エネルギー回収・コンポスト化	65%	85%	90%
3	建設廃材の収集運搬・処理率	50%	80%	90%
4	3 のうちのリサイクル利用率	30%	50%	60%
5	二級都市におけるし尿汚泥回収率	30%	50%	100%
6	二級都市以下におけるし尿汚泥回収率	10%	30%	50%
7	レジ袋の非ナイロン化率	40%	60%	85%
8	排出元分別機材設置率	50%	80%	100%
9	非有害産廃収集・処分率	80%	90%	100%
10	9 のリサイクル率	70%	75%	-
11	工業団地における有害産業廃棄物の処理率	60%	70%	100%
12	非有害医療廃棄物の処理率	85%	100%	-
13	有害医療廃棄物の処理率	70%	100%	-
14	地方住宅地における収集・処分率	40%	70%	90%
15	既に改善命令が出されている埋め立て処分場跡地の適正化	100%	-	-

この政策を実現するにあたって、ベトナム政府は国内外、国費・民間資金などあらゆる資金を活用して実現していくことを明記しており、このなかに CDM スキームを活用して実施することも記されている。

5) 廃棄物処理の現状

2004 年の世界銀行の報告書によると、都市部において約 70%の廃棄物が回収されている。一般的に、大都市に行くほど回収率は高く小規模の都市であるほどリサイクル率は低い。主な廃棄物処理方法は、埋立て（オープンダンプング）であり、衛生埋め立て処分場はほとんどなく（91 箇所中 17 箇所）、野焼き、河川への投棄などが見られる。このことによる、健康被害や土壌汚染などの被害が深刻化している。

2010 年時点において、2009 年のベトナム統計局の人口統計において 50,000 人から 150,000 の中規模都市全て（44 都市）に対して現在の廃棄物処理インフ

ラについて聞き取り調査を行ったところ 31 都市からの回答を得た結果、現在全ての都市において直接埋め立て処分が行われておりコンポスト化を行っている都市はないことがわかった。

2.5.2 ベトナムにおけるリサイクルの現状

1) 生活廃棄物リサイクルの現状

ベトナムでは、日常的に金属や紙のインフォーマルセクターによる買取りが行われている。また、ウェイストピッカーと呼ばれる人々により、埋立て処理場などにおいても金属やプラスチックや紙が抜き取られ、売却されている。こういったリサイクルは市場原理において行われているが、物価水準と比較して相対的に再生資源が高いため、缶、ビン、アルミ、PET ボトル、ダンボール、廃プラスチック、鉄くずなどは有価で流通している。(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)。

2009 年並びに 2010 年に弊社で行った調査では、ハノイ市内の買取り業者に行ったヒアリングによると、再生品に使われている素材や相場により金額は異なるが、2009 年夏の時点で軟質プラスチックは約 1,000~6,000 ドン/kg (約 5 円~30 円) の値段がつき、硬質プラスチックは 1,200 ドン~7,000 ドン/kg (6 円~35 円) の値段がついていた。また、金属も相場の上下はあるものの、鉄で約 50,000 ドン/kg (250 円)、銅線で約 35,000 ドン/kg (175 円) の値段がついていた。

- 軟質プラは、2008 年頃は 7,000VND/kg 前後であったが、2009 年には 4,000~5,000VND/kg まで下落し、2010 年まで 5,000~6,000VND/kg で推移している。2011 年に入り、価格は急騰し 10,000VND/kg 以上となっている。ただし、この間でベトナムドンの為替相場が変動しているため、これをドルベースに換算すると、2008 年 0.43USD/kg (1USD=16,280vnd)、2009 年 0.22~0.28USD/kg (1USD=17,790vnd)、2010 年 0.26~0.31USD/kg (1USD=19,000vnd)、2011 年 0.49USD/kg (1USD=20,610vnd) となる (為替相場は各年とも 6 月頃のもの)。
- PET ボトルは 2008 年 13,000VND/kg (0.8USD/kg) だったものが、2009 年には 4,000VND/kg (0.22USD/kg) まで暴落、2010 年 6,000VND/kg (0.32USD/kg)、2011 年 11,000VND/kg (0.53USD/kg) と回復している。
- 本プロジェクトで対象としている“売られにくいプラスチック”は、2008 年~2011 年を通して、2,000VND/kg 前後で取引されている。これは 2000VND/kg が廃品回収による最低価格であり、これより安いものは回収しなくなってしまうと考えられる。

- フィルムブラの価格動向についても、固形ブラとほぼ同じようなことが言える。即ち、上級の透明 Nylon の場合、2008 年～2011 年の間に、9,000→6,000→8,000→12,000VND/kg と推移している。
- 低級 Nylon（レジ袋等）では大きな変化が起こっている。2008 年当時、比較的大きな袋は何とか回収されていたが、2011 年には全く回収されていない。また市場の極薄 Nylon も 2008 年当時は何とか取引されていたが、2011 年にはほとんど回収されていない。価格だけを見ると、市場の袋は 2,000～2,500VND/kg で売れるとしているが、1kg 集める手間を考えれば、回収人にとってこの価格では魅力がないと思われる。一方ラミネート加工があるようなお菓子の袋は、価格の付いている解答でも 500～700 VND/kg で、ほとんどの店舗は買い取らないと答えている。感覚的にも、空き地や道路に散乱するビニール袋は、以前より格段に増えていることから市場の袋とお菓子の袋は、もはや廃品回収ルートから外れたと言ってもよい。

回収されたりサイクル品は、農民が農業の傍ら始めたリサイクルビジネスから、専門化していった「リサイクル村」などにおいてリサイクルされる。回収されたもののうち 90%以上がリサイクルされている（世銀報告書）。リサイクルはされているものの、多くのリサイクル村の施設においては、水処理施設や排煙装置などがいないため、環境汚染とそれによる健康被害が問題になっている（アジア研ワールドトレンド 2007. 10）。

2) ベトナムにおける生活廃棄物由来コンポスト利用

ハノイやホーチミン市をはじめとする比較的大きな都市での実施例があるが（現状確認できているもので 9 か所）、狭雑物の混入など質が悪いということから製品の利用は少なかった。このためハノイでは JICA の支援を受けて、家庭での生ごみ分別のパイロット事業を通して質の改善を図り、茶畑等での有機性廃棄物の循環利用を目指している。

3) ベトナムにおける生活廃棄物由来燃料の利用

2009 年調査カウンターパートであった APT-Seraphin 社が生ごみを含む生活廃棄物全てを対象とした Refuse Derived Fuel（RDF）の製造設備を同社 Ha Nam 工場に実証設備、Son Tay 市にパイロット設備を有しているほか、2010 年には Thai Nguyen 省に新たに設備を導入したとのことである。製品である RDF の販売状況等は不明である。

い、事業実施に向けたデータを収集することも目的である。

上記目的の達成のためには、まず代替燃料製品の開発目標を再確認の上で、製品を作るための安定的な原材料確保の可能性と、その為に必要となるハード並びに維持管理を含めたソフト技術の現地での確保・実現可能性を確認する。実現可能性調査では、大項目として「ビジネスプランの作成」と「パイロット試験」の2つが成果物の柱となる。これに加え、毎年成果報告並びに RPF 市場形成を目的とした RPF の紹介と普及に関するワークショップ開催がある。

1) ビジネスプランの作成 (2011 年—2012 年実施予定事項)

ビジネスプランの作成では、まず①RPF 販売市場調査、②原材料賦存量と供給可能性調査、③RPF 製造技術・RPF 品質検証、④法制度・規格化に関する調査に基づき基本的なビジネスプランを作成し、次にそのビジネスプランに基づいて⑤標準施設の設計と土地・建物・設備等初期投資の試算、⑥収支項目/単価調査を行い事業採算性の検証を行うとともに、⑦事業展開スキーム並びにツールの検討を行い、最終的に普及までを含めた全体プランを構築し、立上げ・運営/実施体制の設定を行う。

2) パイロット試験 (2012 年実施予定事項)

パイロット試験では実機の 1/5 程度の能力の原料調整+RPF 製造ラインを設置・運転し、実機反映用のデータを取るほか、潜在的ユーザーに製造した RPF のモニター利用を依頼し、製品化に反映させる (詳細は”パイロット試験”参照)。

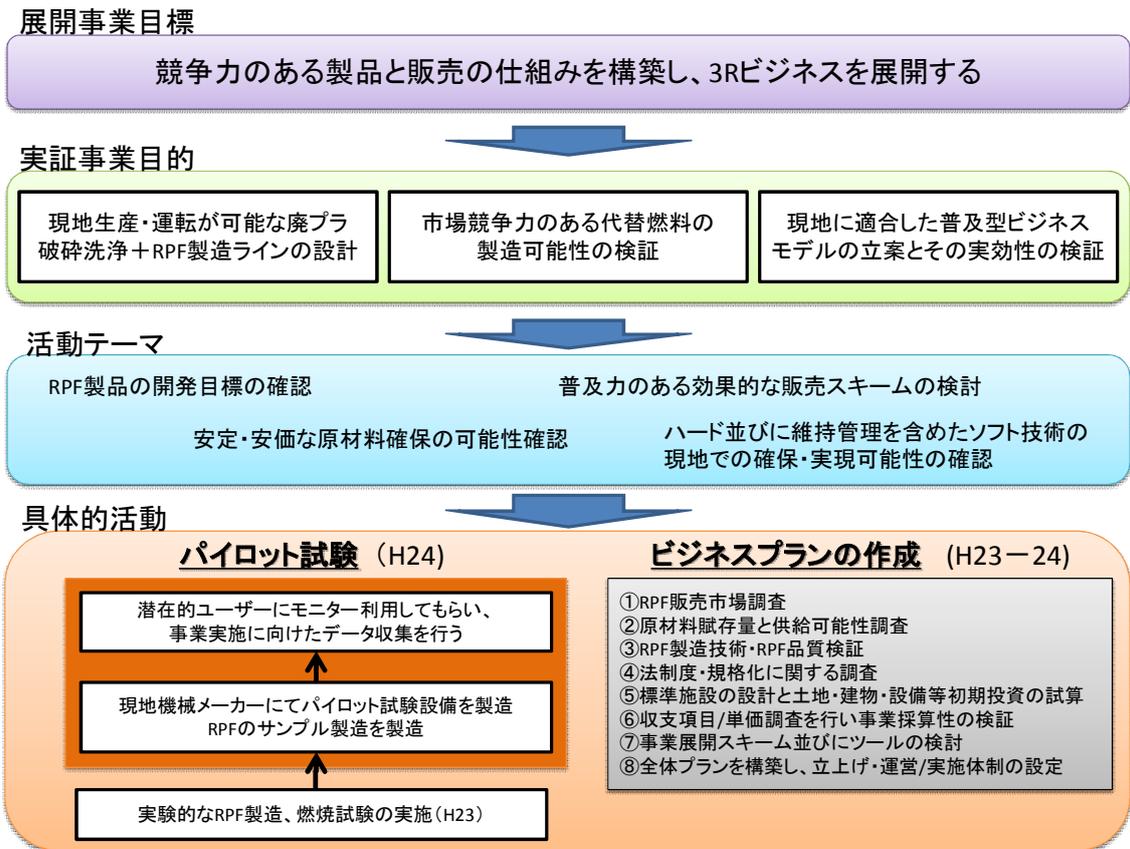


図 3.2 : 調査概要

3.3 調査内容

3.3.1 現地調査

- 1) RPF 販売市場調査 (競争力のある開発目標の再確認)
 - 競合燃料となる石炭市場動向／販売網／販売手法に関する情報収集/分析並びにその他競合となりうる燃料の動向調査
 - 顧客調査 (潜在的ユーザー数／所在地、燃料に対する要求品質並びに量、将来需要予測、ボイラ設備種類、現在の使用燃料の売買契約方式等)
- 2) 原材料賦存量と供給可能性調査
 - URENC011 が収集している産廃系廃プラのうち RPF 原材料として供給可能なものの品質と取扱量を把握するとともに、処分を請け負っている製紙スラッジの品質と取扱量を再確認する。
 - ハノイ市内の選別施設を有する 2 施設 (Cau Dien/Gai Lam (Kieu Ky) コンポスト化施設) でコンポスト化不適物として取り除かれる生活廃棄物系の廃

プラの状態、品質並びに排出量を把握する。

- ハノイ市内の2つの埋め立て処分場（Nam Son/Gia Lam (Kieu Ky)）に搬入される生活廃棄物に含まれる廃プラスチックの品質及び概算搬入量を把握する。
- 第二号施設以降として検討しているハノイに隣接する他省に位置する製紙工場並びに環境公社に対しても上記と同様の調査を行う。
- その他廃プラスチックの収集場所として考えられる地点を模索する。
- 各拠点間の位置関係・陸送距離を把握する。

3) RPF 製造技術・RPF 品質検証

- 実際に入手可能となる原材料の前処理（洗浄、破碎、乾燥）を行い、原材料の品質を確認する。
- 生産能力数十キロ/h程度の実験設備を準備してRPFを製造し、設定基準に基づいて出来上がったRPF製品の状態を評価する（形状、発熱量等）。
- 当該RPF製品の燃焼試験を分析機関にて行い、排ガス性状の確認を行う。
- 可能であれば現地ボイラーメーカーの実験設備にて実際の利用方法と近い石炭との混焼試験を行い、排ガス性状やボイラに対する影響の確認を行う。
- 現地の類似技術の視察（乾燥機や造粒機等の利用会社・製造会社等）を行うほか、現地の産業機械メーカーの技術レベルやサービス体制等を確認する。

4) 法制度・規格化に関する調査

- 環境基準全般の確認（特に大気汚染（排ガス）基準）。
- 立地に関する事項の確認（土地利用、設備設置、EIA等）。
- 事業者に関する事項の確認（合弁設立、業許可等）。
- RPFの品質基準の規格化に関する事項の確認（承認機関、プロセス等）。
- 特許/ライセンス化に関する事項の確認

5) 標準システム設計及び土地・建物・設備等初期投資の試算

- 調査結果に基づき標準型システムの規模を設定する。
- 現地の事情に最も適した仕様を検討・選択し、初期投資金額を算出する。

6) 収支項目/単価調査

- 標準型システム仕様に対するシステム運転上の支出項目の洗い出しと単価調査並びに価格動向調査を行う。
- 第一号施設の事業概要を想定し、事業運営上関わる収支項目の洗い出しと単価調査並びに価格動向調査を行う。
- 事業採算性を検証する。その際、事業投資の比較になる現地の銀行預金金利等の情報を収集する。

7) 事業展開スキーム並びにツールの検討

- RPF 製造販売スキーム・ツールの検討（規格作り、宣伝方法、直販ルート/代理店の構築、契約上で石炭価格に弾力的に追随する価格決定の可能性、灰

の引取り/リサイクルによる顧客増の可能性、等)

- RPF システム販売スキーム・ツールの検討（特許、ライセンス化等）

3.3.2 廃棄物の組成・性状等調査内容

排ガス性状に大きく影響することから、特に主原料となる生活廃棄物由来の廃プラスチック性状の調査を行う。生活廃棄物に含まれる廃プラスチック類をサンプリングし、主に素材（特に塩素の含有率）と発熱量調査を行う。

3.3.3 パイロット試験

当該事業の主要構成技術は既に確立されているものの、特に普及のための調達並びにメンテナンスの強化、現地の廃棄物性状や現地に合致した運転体制に合わせて“現地化”及びRPFの安全性の証明のためのプロセスとして実施する。

1) 廃プラスチック破碎・洗浄パイロット試験

H23 に実施する破碎・洗浄実験に基づき、H24 に現地の事情に合致するように設計されたユニットを製作し、運転試験を行う。特に様々な種類や状態の廃プラが流入すると予測されることから、破碎機の運転と破碎物の粒度の確認の他、洗浄方式（乾式・湿式）や、湿式洗浄の場合の洗浄水量調整・洗浄後廃水水質等の確認を行う。

2) RPF 製造パイロット試験

H23 に実施する RPF 製造実験の結果に基づき、H24 年に現地の事情に合致するように設計されたユニットを製作し、RPF 製造試験を行う。基準原料比での乾燥・造粒試験で得られた含水率、発熱量、形状、壊れやすさ等の項目に対し、投入原料比を変化させ、システムに対して製品として最適な混合比率を検証するとともに、実機設計に反映させるための基礎データを収集する。

3) RPF 燃焼試験

H23 の実験並びに H24 のパイロット試験で製造された RPF を実際にボイラで燃焼し、燃焼特性並びに燃焼ガス性状を把握する。燃焼試験はメーカー保有ボイラで検証したのちに、問題がなければ協力してもらえるユーザーが保有ボイラで使い勝手の確認も行う。ボイラーメーカーでの試験においては RPF 単独及び石炭と混焼による試験を行う。

3.3.4 実現可能性の評価手法

実現可能性の評価としては経済・財務評価の他、環境負荷低減効果について

も取り上げる。

1) 事業性評価項目

- 現地銀行預金金利に対する FIRR

2) 環境負荷低減評価項目

- 石炭燃焼に対する RPF 燃焼 (CO₂ 排出量、SO_x 等排ガス性状比較)
- 製紙スラッジ及び廃プラの埋め立て処分に対する焼却処理 (CO₂ 排出量、埋め立て処分場延命化効果)

3.3.5 実現可能性を改善する行政施策の提案

環境的・社会的には RPF に含まれる特に廃プラスチックを燃焼することによってダイオキシンの発生等が懸念されることが予想される。従って安全な RPF を普及させることを目的に、塩素含有量等の基準を設定し、規格化を図ったうえで品質管理を行うことが必要である。日本や他国の事例を参照し、現地での RPF 製造並びに燃焼試験結果を踏まえて H24 年度の成果として規格化の提案をベトナム政府に対して行う。

3.3.6 実施スケジュール (2011 年度)

2011 年度は下表の通り調査スケジュールを設定し、概ね予定通り進めることができた。

表：3.3.6：調査実施スケジュール

作業内容	スケジュール																					
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月												
	20 27	4 11	18 25	1 8	15 22	29 5	12 19	26 3	10 17	24 31	7 14	21 28	5 12	19 26	2 9	16 23	30 6	6 13	20 27	5 12	19 26	
1 調査準備	→																					
2 調査活動	→																					
3 分析・実験					→																	
4 FS実施・ 成果物作成					→																	
5 ワークショッ プ開催																					→	
事業結果報告																					●	