

ラオス人民民主共和国

ラオス国  
BOP 訴求型の農林業由来  
バイオコークス製造販売事業準備調査  
(BOP ビジネス連携促進) 報告書

平成 25 年 8 月

(2013 年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

王子グリーンリソース株式会社

株式会社ナニワ炉機研究所

プライスウォーターハウスクーパース サステナビリティ株式会社

民連
JR
13-085

## 目次

1. 要約 .....	i
2. ラオス地図（詳細） .....	iii
3. 写真 .....	iv
4. 略語・用語一覧 .....	viii
5. 図・表リスト .....	viii
6. 参考資料・文献リスト .....	ix

## 本編

### はじめに（調査の背景と実施体制）

1.1. 本報告書の位置付け .....	1
1.2. 調査の背景 .....	1
1.3. 調査目的と調査概要 .....	4
1.4. 調査実施体制等 .....	5

### 第1編 投資環境・ビジネス環境（各種政策・制度、インフラ、関連施設等）

1.1 基礎情報 .....	6
1.2 ラオスの国家社会経済開発、我が国の援助方針、並びに JICA の活動 .....	7
1.3 その他関連政策 .....	8
1.4 本事業に関連する投資優遇策、投資コスト、並びにその他許認可等 .....	10
1.5 対象市場の現状（バイオコークス及びブリケット炭の競争優位性） .....	17
1.6 原料の選定及び原料調達システムの立案 .....	25
1.7 既存インフラや関連設備等の整備状況 .....	32
1.8 社会・文化的側面（対象事業の文化的受容性や社会的影響等） .....	35

### 第2編 事業計画

2.1 事業サイトの調査 .....	38
2.2 ニーズ調査 .....	38
2.3 目標販売価格の設定 .....	40
2.4 原材料・資機材の調達計画 .....	41
2.5 生産、流通、販売計画 .....	45
2.6 要員計画、人材育成計画 .....	49

2.7	現地事業パートナー候補等の企業情報収集・分析	50
2.8	製造コスト積算	51
2.9	事業モデル立案、事業性評価	51
2.10	事業のリスク分析	56
2.11	資金調達計画	59
2.12	許認可関係	59
2.13	事業化実施スケジュール（案）	60
2.14	環境・社会配慮	61
2.15	類似案件との比較（競争優位性の検討）	63
2.16	バイオコークスの二国間クレジット制度（JCM）活用の可能性	63
2.17	本調査における積み残し課題	65

### 第3編 JICA 事業との連携の可能性の検討

3.1	BOP 層のバリューチェーンへのかかわり	67
3.2	連携事業の可能性	68
3.3	連携事業の実施スケジュール	70
3.4	連携による効果の予測	70

### 第4編 開発効果

4.1	対象となる BOP 層の状況（人口、家計、生活形態、経済活動等）	71
4.2	BOP ビジネスを通じて解決したい開発課題に関する指標の設定	74
4.3	設定した開発指標に関するベースラインデータの収集・分析	79
4.4	BOP ビジネス実施後の開発効果発現シナリオ（案）	81

### 第5編 資料集

1.	バイオコークスとは？	82
2.	ラオス国 基礎情報	85
3.	各国の石炭コークス輸入実績	86
4.	アカシア及びネピアグラスのバイオマス試験	88
5.	ラオス産バイオマスの分析レポート	90
6.	第1回～第11回現地調査面談先（抜粋）	95

## 要 約

(図表番号は、本編記載の図表番号)

王子グリーンリソース株式会社は、2012年8月22日～2013年8月30日の期間、株式会社ナニワ炉機研究所、プライスウォーターハウスコーパースサステナビリティ株式会社と共同で、「ラオスにおけるBOP訴求型の農林業由来バイオコークス製造販売事業準備調査（BOPビジネス連携促進）」を実施した。

### 1. 調査背景

- 王子グループの植林会社 LPFL (Oji Lao Plantation Forest Co., Ltd.) は、同国の中南部地域ボリカムサイ県及びカムアン県において植林事業を行っており、加えてラオス政府の農村開発政策「2+3政策」に即した農民植林を実施している（本編 図2）。
- バイオコークスとは、近畿大学理工学部准教授の井田（調査団員）によって開発された新しいバイオマス固形燃料である（本編 図1）。日本では、石炭コークス代替燃料として、間伐材を原料としたバイオコークスが販売されている。尚、海外におけるバイオコークスの実現可能性調査は本調査が初の事例である。
- 事業モデルは、植林木伐採残渣やその他未活用のバイオマスを原料として、現地にてバイオコークスを製造し、日本及びタイへ販売することを想定している。尚、同事業モデルでは、原料の生産・収集、製造、流通等のバリューチェーンにおいて BOP 層の活用を想定している（本編 図8）。

### 2. ニーズ調査（ラオス政府、対象市場、原料調達等）

- ラオス政府は、第7次国家社会経済開発計画において、「農村地域の開発が貧困削減の最も有効なアプローチであり、経済成長の恩恵がラオスの成長と公正を両立させる長期的な経済発展の達成にも欠かせないものである」と捉え、農村地域への開発を促進するために各種の投資優遇策を奨励している。
- 本事業モデルに対する政策側のニーズは以下に集約される；
  - 新技術（バイオコークス）の導入と、同事業を通じた地方への投資と経済開発の促進、
  - バイオコークスの先進国への輸出と、ラオスの再生可能エネルギー戦略の促進、
  - 産業廃棄物の削減と、これらを原料とするバイオコークス及びブリケット炭への製造・販売、
  - 農家への原料販売市場の提供、同市場へのアクセスを通じた農家所得の改善、
- バイオコークスの代替候補として、石炭コークスや木炭等の市場調査を行った結果；
  - ラオス国内には、現在、鑄造・冶金産業がないため石炭コークスの需要はないが、将来、タイの鑄造会社等がラオスの安い人件費や電力費を求めて、進出する可能性がある。
  - 世界の石炭コークスの市場価格は、中国の輸出量に大きく影響を受けている。中国産石炭コークスは、日本の輸入量の約7割を、隣国のタイは輸入量の3割を占めている。また、中国産石炭コークスの輸入 CIF 価格も、US\$ 510~570/トンと高値で推移している(本編 表5)。
- 調理用熱源として、LP ガスと木炭があるが LP ガスは極めて高く、一般世帯での調理用熱源は木炭が主体であった。また、木炭の原料となる雑木 Mai-tiew の資源の枯渇が懸念され、木炭の市場価格は US\$ 292/トンの高値であった（本編 表7）。

- バイオコークスと、原料及び粉碎～乾燥の製造工程を同じとするブリケット炭のモニター調査を行った結果、ブリケット炭は調理用熱源として、木炭代替可能であった（本編 表 9）。
- バイオコークス及びブリケット炭の原料となるバイオマスの発生量や利用状況を調査した結果；
  - 経済的に調達可能な原料は、製材工場で発生する製材オガ粉やバーク等の製材廃棄物である。これらは、発生量に対して引き取り量が極めて少量であるため、大量に廃棄されている（本編 表 11、12）。
- 農家は、稲作を主体とする生業を行っており、稲作以外にもキャッサバ、野菜、ゴム等多様な栽培戦略を取っている。従来、販売市場のなかった植林木の伐採残渣や小径木等の原料買い取りの市場ができれば、農家の栽培戦略の一つとして、本事業の原料調達システムに参加することが可能となる（本編 図 8）。

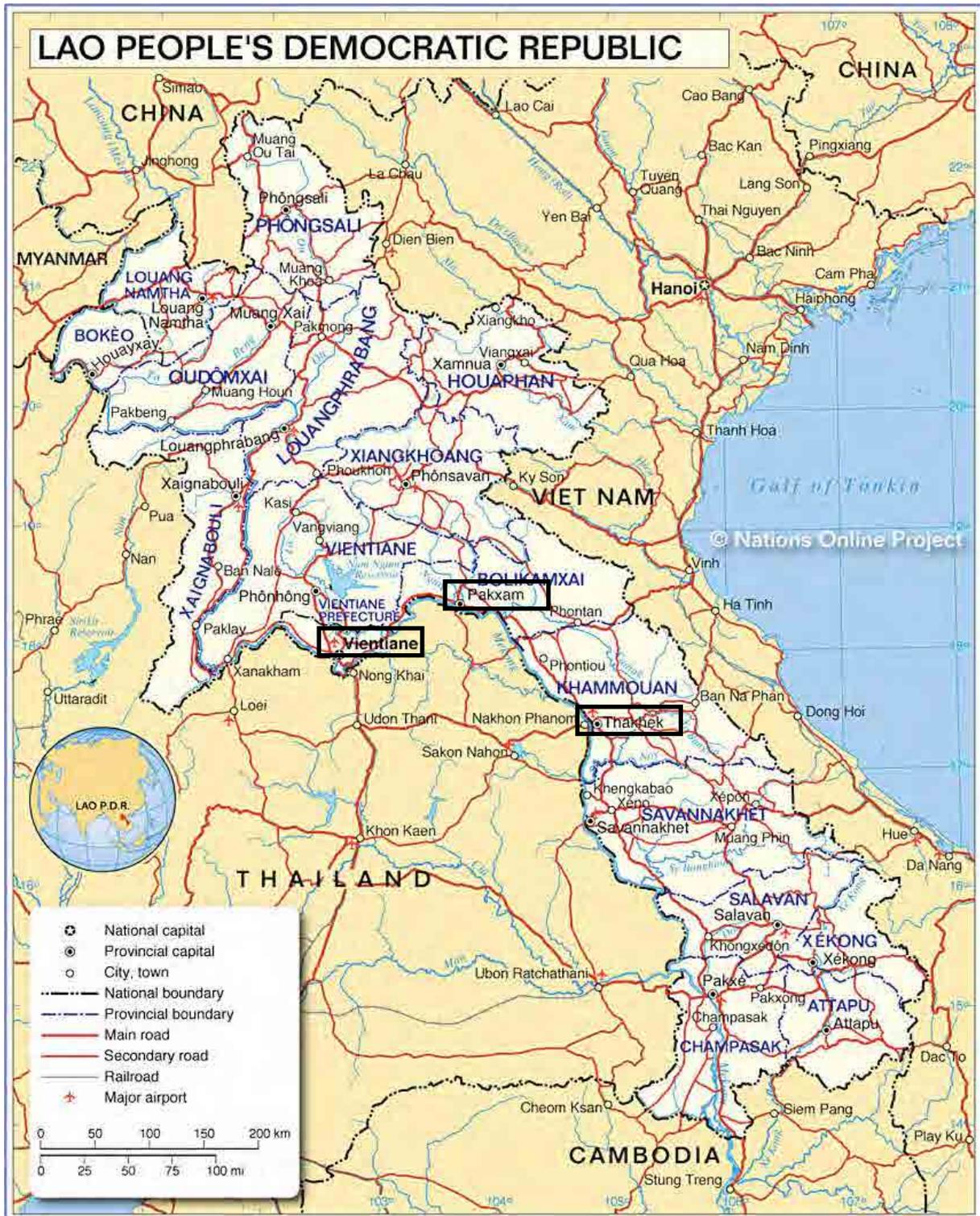
### 3. 事業モデルの実現可能性評価

- 事業期間を 20 年とし、バイオコークスを年間 3,000 トン製造し、日本向けに年間 2,100 トン、タイ向けに年間 900 トン販売する。バイオコークスの目標販売価格は、中国産石炭コークスの輸入 CIF 価格に対し熱量等価で設定した（本編 表 15）。ブリケット炭は、ビエンチャンの一般世帯向けに年間 60 トン製造し、目標販売価格は木炭市場価格よりも安く設定した（本編 表 16）。
- バイオマス原料は、JV パートナー候補の製材工場より年間 3,000 トンを内部調達し、工場周辺の小規模製材業者や農家等から年間 2,100 トンを外部調達することを想定した（本編 表 17）。
- 上記条件での実現可能性を評価した結果、物価上昇率を加味しない場合実現可能性であると判断された（本編 表 25、表 26）。しかしながら、今後 20 年間の物価上昇率（現在 7.0%）を加味した場合実現可能性は失われる結果となった（本編 表 27）。
- 物価上昇率のリスクを緩和するために、再生可能エネルギー戦略の投資優遇策や日本政府が進めている二国間オフセット制度の活用が期待される。

### 4. 開発効果

- ① 市場販売部門：BOP 層のかかわりはブリケット炭の購入者が想定される。一般世帯の木炭使用量を年間 600kg と想定した場合、木炭からの代替による費用削減は年間 US\$ 35.1/世帯（世帯あたり燃料費約 20%削減）×100 世帯分に相当する。
  - ② 流通/輸送部門：ブリケット炭の場合、地元のトラック業者や小型トラックを所有する一般世帯に輸送を委託することを想定している。
  - ③ 製造部門：雇用は 44 人を想定。尚、ブリケット炭の製炭作業は一般作業とは異なるため、炭焼き経験のある地元の炭焼人を雇用する。
  - ④ 原料販売(生産)：農家が、仮に原料を年間 10 トン販売する場合、販売農家数は約 210 世帯と想定され、農家一世帯当り、年間 US\$ 62.0 の新規収入が発生する。また、農家がバイオコークスの原料として、新たに植林（前述のアカシアや Mai-tiew）を行うと仮定した場合、1ha あたりの伐採量を 10 トンと仮定すると、約 210ha の植林が必要となる。
- 上記の開発効果はやや小さいものの、本事業は環境に配慮した農村地域への経済開発、バリューチェーンにおける BOP 層の活用、さらには気候変動対策等に貢献することから、ラオス政府の政策に合致し、同開発目標の達成に貢献するものと考えられる。

## 2. ラオス地図（詳細）



出典：United Nation ([http://www.nationsonline.org/oneworld/map/laos\\_map.htm](http://www.nationsonline.org/oneworld/map/laos_map.htm))

; 筆者追記。

### 3. 写真



石炭コークス

原料鉄

キュポラ溶融炉

溶湯の鑄込（砂型）

型枠外し

製品仕上り

写真3 主要な鑄造プロセス



製材廃棄物

端材を使った製炭風景

業者へ販売用木炭

村内の炭焼（半地下式）

木炭（Mai-tiew）の販売

露店商（木炭の利用）

写真4 製材端材やMai-tiewを原料とする製炭方法



一般世帯（薪と木炭併用）

露店商（Mai-tiewの木炭）

露店商（LPガス）

写真5 一般世帯での薪と木炭の併用、露店商での木炭とLPガスの併用



木炭原木Mai-tiewの集積



業者の製炭窯



木炭選別作業



我が国の技術協力の事例（黒炭窯の設置と製炭技術の移転、Mai-tiew植林）

写真 6 日系企業による製炭と我が国の技術移転の事例



ラム酒工場のバガス



農家のキャッサバ栽培



キャッサバチップの日干



ゴム農家



脱穀風景



脱穀後、牛の放し飼い

写真 7 バイオマスの発生状況



脱穀後放置される稲わら



村内の精米所



もみ殻由来ブリケット



稲わらの収集無償（牛の餌）



農家の運搬手段



木炭業者のMai-tiew運搬

写真 8 稲ワラ・もみ殻の発生状況、ローカルの運搬手段



木炭販売用端材



用途のないバークと端材



村人への無償提供



大規模製材工場における製材オガ粉の発生状況（中央は埋立地）

写真 9 製材工場における製材廃棄物の発生状況



バークの発生状況



製材工場内作業



サンダル履きの作業員

写真 10 製材工場での作業環境



伐採跡地



伐採残渣（枝葉）



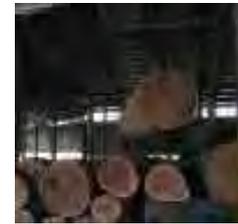
直径別に選別



直径別に選別



長材の集積



太径材

写真 11 LPFL 植林地での伐採状況



水没地



アカシア試験地



分析用サンプル



ネピアグラス栽培試験地



バイオマス量測定



分析用サンプル

写真12 アカシア・バイオマス試験地、ネピアグラス栽培試験地



Mai-tiew苗木



もみ殻クン炭



竹製家具や改善カマド

写真13 AFTC 内の様々な農民自立支援活動



小規模な製材工場



精米所内部



大規模製材工場



ラム酒メーカー



タイの機械設備メーカー(製缶物)



写真14 ラオス及びタイの工場等概観

#### 4. 略語・用語一覧

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
FDI	Foreign Direct Investment	海外直接投資
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LDC	Least Developed Country	後発開発途上国
LIRE	Lao Institute of Renewable Energy	再生可能エネルギー研究所
MAF	Ministry of Agriculture and Forestry	農業森林省
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MOEM	Ministry of Energy and Mining	エネルギー資源省
MOIC	Ministry of Industry and Commerce	商工省
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源環境省
MOPI	Ministry of Planning and Investment	計画投資省
NSEDP	National Socio-Economic Development Plan	国家社会経済開発計画
SEZ	Special Economic Zone	経済特別区・特定経済区
WB	World Bank	世界銀行
WREA	Water Resources and Environment Administration	水資源環境庁

#### 5. 図表リスト

図 1	バイオコークスの生成原理と製造工程（近畿大学井田提供）	1
図 2	LPFL 事業位置図	3
図 3	バイオコークスの製造販売プロセス（バリューチェーン）	4
図 4	投資承認手続き	11
図 5	実施中及び計画中の経済特別区 SEZ	13
図 6	中国産石炭コークスの輸出量と輸出価格（FOB）の推移	18
図 7	Thakek を中心とした二国間輸送ルート	34
図 8	原料調達システムと主要な製造プロセス	42
図 9	工場レイアウト(案)	44
図 10	バイオコークス及びブリケット炭の製造ライン	46
図 11	二国間カーボン制度におけるバイオコークスの活用	65
表 1	投資事業の区分(概要)	11
表 2	経済特区及び特区外の税制上の恩典	12
表 3	一般投資事業に適用される投資関連コスト比較（税制、賃金、公共料金等）	14
表 4	ラオス及びタイにおける製造コストの比較(参考)	15
表 5	各国の石炭コークス輸入実績(年間平均：2009年-2012年)	18
表 6	各国の石炭の年間消費量と調達価格	21
表 7	ラオスにおける木炭の調達価格と平均使用量	22
表 8	ラオスの木炭の輸出実績（上位4カ国）	23

表 9	調理用木炭代替のブリケット及びブリケット炭のモニター結果	24
表 10	精米工場におけるもみ殻発生量	27
表 11	製材工場における製材廃棄物の発生状況	29
表 12	製材工場における製材廃棄物の発生状況（続き）	29
表 13	ラオス産バイオマスの基礎分析結果	32
表 14	ボリカムサイ県パクサン地域とカムアン県タケク地域における製材オガ粉発生量	38
表 15	日本及びタイの石炭コークスに対するバイオコークスの目標販売価格	40
表 16	ビエンチャンの木炭に対するブリケット炭の目標販売価格	41
表 17	製造諸条件	44
表 18	製造設備及び建屋リスト	45
表 19	販売計画、製造計画、並びに原料調達計画	46
表 20	製造設備一覧と減価償却費	47
表 21	陸上輸送費及び海上輸送費の見積額	48
表 22	人件費積算	50
表 23	製品及び販売先別、製造原価収支（輸送費込み）	51
表 24	財務諸条件（暫定値）	53
表 25	現行モデルの事業費積算及び財務分析結果（事業期間：20年）	54
表 26	現行モデルの損益計画（事業期間20年）	54
表 27	現行モデルに対する修正モデル①と②の収益性比較	55
表 28	タイの石炭コークスの市場縮小によるリスク分析	57
表 29	製材廃棄物調達量減少に伴うリスク分析	58
表 30	事業実施スケジュール(案)	61
表 31	BOP 層のバリューチェーンへのかかわり	67
表 32	BOP 層のバリューチェーンへのかかわり(続き)	68
表 33	LPFL の農家植林への参加世帯数と地域	71
表 34	村落調査結果	71
表 35	村落調査結果（つづき）	72
表 36	本事業を通じた開発課題、開発目標、並びに開発指標	77
表 37	各指標のベースラインデータおよびデータ入手手段	79

## 6. 参考資料及び文献リスト

- 1) 外務省基礎データ：ラオス人民民主共和国（2013年6月現在）
- 2) 小野澤 麻衣（2012）：「ラオスの成長可能性を探る」国際問題 No.615（2012年10月） P17-29
- 3) 第7次国家社会経済開発5カ年計画(第7次 NSEDP)：The Seventh Five-Year National Socio-Economic Development Plan (2011-2015)
- 4) MAF (2010): Strategy for Agriculture Development 2011 to 2020, 1 頁
- 5) Socio-economic ATLAS of the Lao PDR (2005): An analysis based on the 2005, 21 頁
- 6) JICA (2010)：ラオス人民民主主義共和国貧困プロファイル調査（アジア）
- 7) 外務省（2012）：対ラオス人民民主共和国 国別援助方針（平成24年4月）
- 8) JICA（2013）：ODA マップ ラオス全国拡大版）

- 9) 再生可能エネルギー戦略：Renewable Energy Development Strategy in Lao PDR (2011)
- 10) 大和総研（2012）：Emerging Markets Newsletter, ラオスにおけるバイオ燃料生産事業の現状と課題、2 頁。
- 11) 外務省（2013）：報道発表「日・ラオス間の二国間クレジット制度に関する二国間文書の署名」
- 12) 藤田聡(2012)：ラオスにおける森林保全及び持続可能な資源利用に関する各種施策、森林技術、No.848,2012.11
- 13) 投資計画省 MOIP（2011）：投資ガイドブック Investment Guide Book 2011 in Japanese,
- 14) 鈴木基義（2013）：ラオス経済投資セミナー、「ラオスの経済・投資環境、ラオス投資の利点」、スライド 10、22 頁。
- 15) 日本アセアンセンター(2011)：ラオス投資セミナーレポート、ラオス計画投資省 Mr. Manothoung VONGSAY, On going SEZ and future plan for the establishment
- 16) MOIP: No.10 Thakhek Specific Economic Zone,
- 17) JETRO（2013）：第 23 回アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較
- 18) Regulation on Environment Assessment in the Lao PDR(2010)：環境影響評価に関する布告
- 19) 外務省（2011）「貿易のための援助」の評価（2011 年度（平成 23 年度））、第 5 章ラオス、126 頁、131 頁
- 20) NEDO（2012）：「(平成 24 年 2 月)アジアの主要石炭消費国における石炭消費動向と石炭供給ソース確保に向けた動き」、6 頁、85 頁。
- 21) Coke Market Survey (2011)：Annual Report November 2011
- 22) コークス・ノート(2010)：(社)日本エネルギー学会編、我が国のコークス生産・受払推移(2008-2010)、5 頁
- 23) 小野澤麻衣(2013)：「メコン諸国タイ+1 をどう使うか」ジェトロセンサー2013 年 6 月号、P56-57
- 24) 圓谷浩之(2011)：海外の森林と林業 No.80(2011)、「ラオス産木炭、特にマイテュー白炭について」
- 25) JETRO (2012): 日本貿易振興機構、メコンビジネス・ニーズ調査、2012 年 10 月、4 頁。
- 26) JETRO (2012)：第 3 メコン有効橋を經由したルートにおける 3 国間輸送(バンコック-ハノイ間)調査、4 頁。
- 27) 鈴木 基義（2008）：第 2 章 ラオスの地域補完型工業化戦略、天川直子編「後発 ASEAN 諸国の工業化-CLMV 諸国の経験と展望-」
- 28) 外務省（2013）：「日本国とラオス人民民主共和国との間の低炭素成長パートナーシップのための二国間クレジット制度に関する二国間協力（仮訳）」

## はじめに（調査の背景と実施体制）

### 1.1 本報告書の位置付け

本報告書は、独立行政法人国際協力機構（以降 JICA）による「協力準備調査（BOP ビジネスとの連携促進）」において、王子グリーンリソース株式会社（以降「王子」という。）が、2012年8月22日～2013年8月30日の期間、株式会社ナニワ炉機研究所（以降「ナニワ炉機」という。）及びプライスウォーターハウスクーパースサステナビリティ株式会社（以降「PwC」という。）と共同で実施した「BOP 訴求型の農林業由来バイオコークス製造販売事業準備調査（BOP ビジネス連携促進）」に関するファイナルレポートである。

### 1.2 調査の背景

#### (1) バイオコークスとは

バイオコークスとは、近畿大学理工学部准教授の井田民男（本事業の調査団員）によって開発された新しいバイオマス固形燃料(特許第 4088933 号)である。同品は、光合成由来の植物性廃棄物から保有するエネルギーの損失が殆どなく、製品化される。その生成原理は、植物性廃棄物が持つリグニン、セルロース、ヘミセルロースを圧縮加熱することでヘミセルロースとリグニンが軟化して繊維質のセルロースをバインド強化する。この軟化とバインド強化が、高密度で高強度なバイオコークスを生成可能とする。また、加圧することで植物由来廃棄物の間の空隙が充填され密度が上がり、植物由来廃棄物の欠点の一つである、エネルギー密度（体積あたりのエネルギー量）が小さな点を解決することが可能となった。

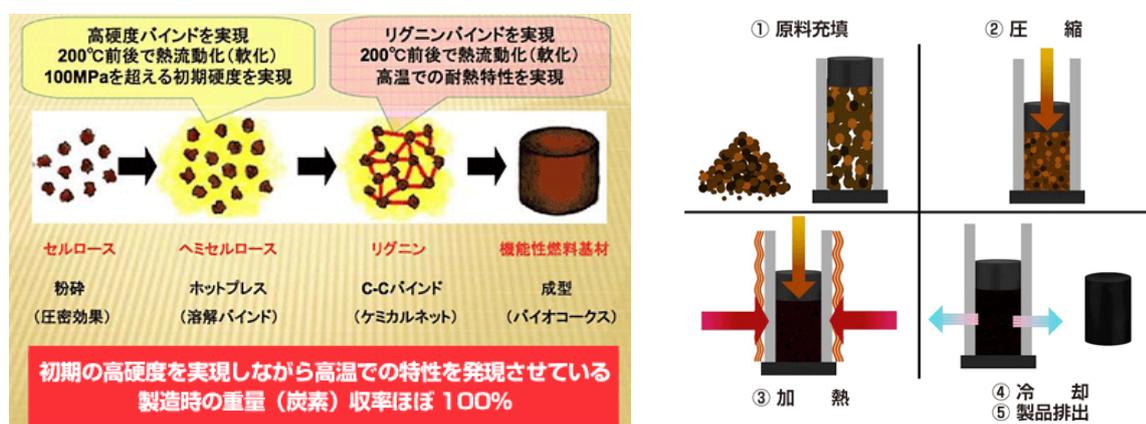


図 1 バイオコークスの生成原理と製造工程（近畿大学井田提供）

- 井田等は、同技術の様々な実用化試験を行っており、実用炉を用いたバイオコークスによる石炭コークス代替の検証では 2008 年には自動車エンジン部品を製造するキュポラ炉で 11.4%の代替に成功している。さらに 2011 年には、廃棄物高温ガス化直接溶融炉で、石炭コークスの 18.9%をバイオコークスが代替できることを実証している (<http://www.kindai.ac.jp/bio-coke/>及び及び第 5 編資料集「1.バイオコークスとは？」参照)。
- 商用化の事例は、我が国において、1 例ある。2011 年、大阪府高槻森林組合が間伐材等を原料としてバイオコークスを製造する「高槻バイオコークス加工場（年間製造能力 1,800 トン）」を稼動し、バイオコークスを石炭コークス代替燃料として製造販売している (<http://www.bio-cokes.info/>)。

- 2012年、「新型バイオコークス連続製造機」を開発し、原料充填から加圧、加熱、冷却、そして完成したバイオコークスを切断・排出するまでの全工程を完全自動・ノンストップで稼働とした。また、新型機は製造能力を従来機の約4倍まで高めることができた。さらに、新型製造機は従来機から省電力が進んだことがあげられ、製造に必要な電力は従来機の20%にまで低減した（写真1及び <http://www.kindai.ac.jp/topics/2012/12/-4-826.html>）。

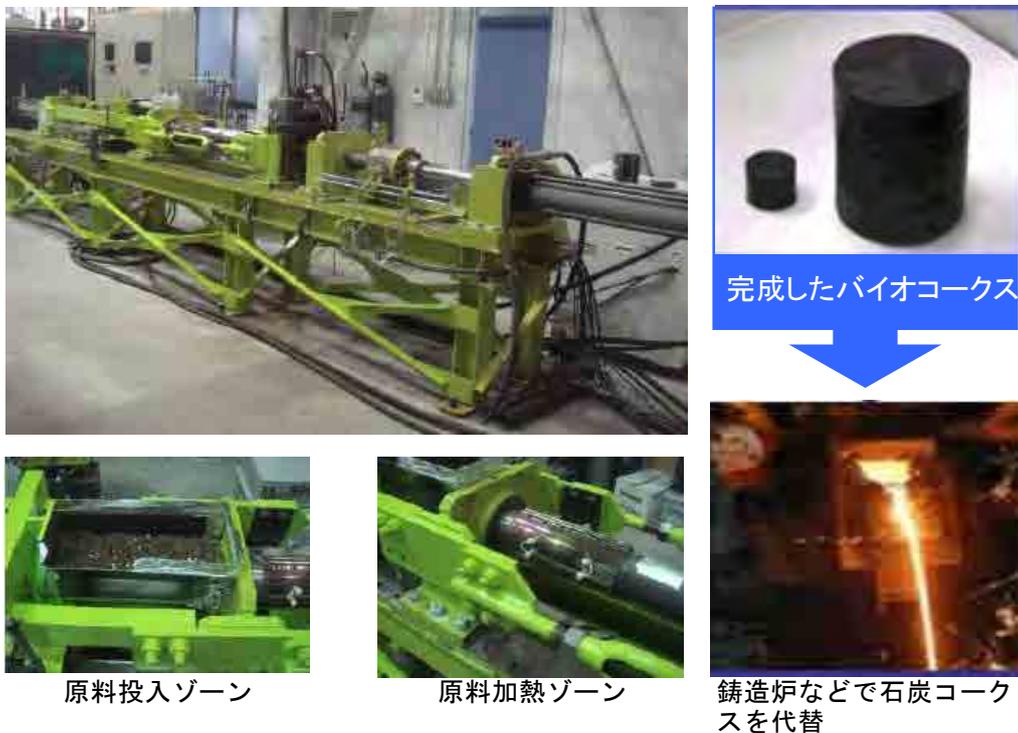


写真1 新型バイオコークス連続製造機（近畿大学井田提供）

## (2) LPFLの植林事業

- 王子グループは、グループ資源を活用した資源環境ビジネスの一層の拡大を目指しており、国内外に有する植林資源は紙パルプ資源の安定供給にとどまらず、高付加価値木材や木材加工事業を展開している。さらに、国内においては王子グループの社有林や木材生産拠点、また長年の製紙原料集荷の経験を活用し、間伐材などの未利用資源を用いて再生可能エネルギーを活用した発電事業を展開している。
- 王子グループの植林会社LPFL（Oji Lao Plantation Forest Co., Ltd.）は、ラオス人民共和国（以下「ラオス」という。）の中南部地域ボリカムサイ県、カムアン県等において、現在まで約22,000haの植林を実施している。
- さらに、ラオス政府の農村開発政策「2+3政策」に則して、農民が「土地」と「労働力」を、LPFLが「資金」「技術」「マーケット」を提供する方式で、農民植林を実施している。現在、農民植林への参加世帯は、ボリカムサイ県2,958世帯（約2,600ha）、カムアン県1,827世帯（約2,400ha）と、約5,000世帯（約5,000ha）に達している（「LPFL事業位置図」、参照）。また、LPFLは村の要望に基づき、道路建設、井戸水路建設、学校建設支援等多岐に及ぶ社会貢献活動を実施している。
- LPFLの事業方針や事業活動の詳細は、同社のホームページに紹介されている（<http://www.lpfl.la/>）。

今回提案するビジネスモデルの事業化においては、こうしたLPFLの事業基盤、地元農村集落との信頼基盤の活用を前提に検討を進めていくことが重要であると考えている。

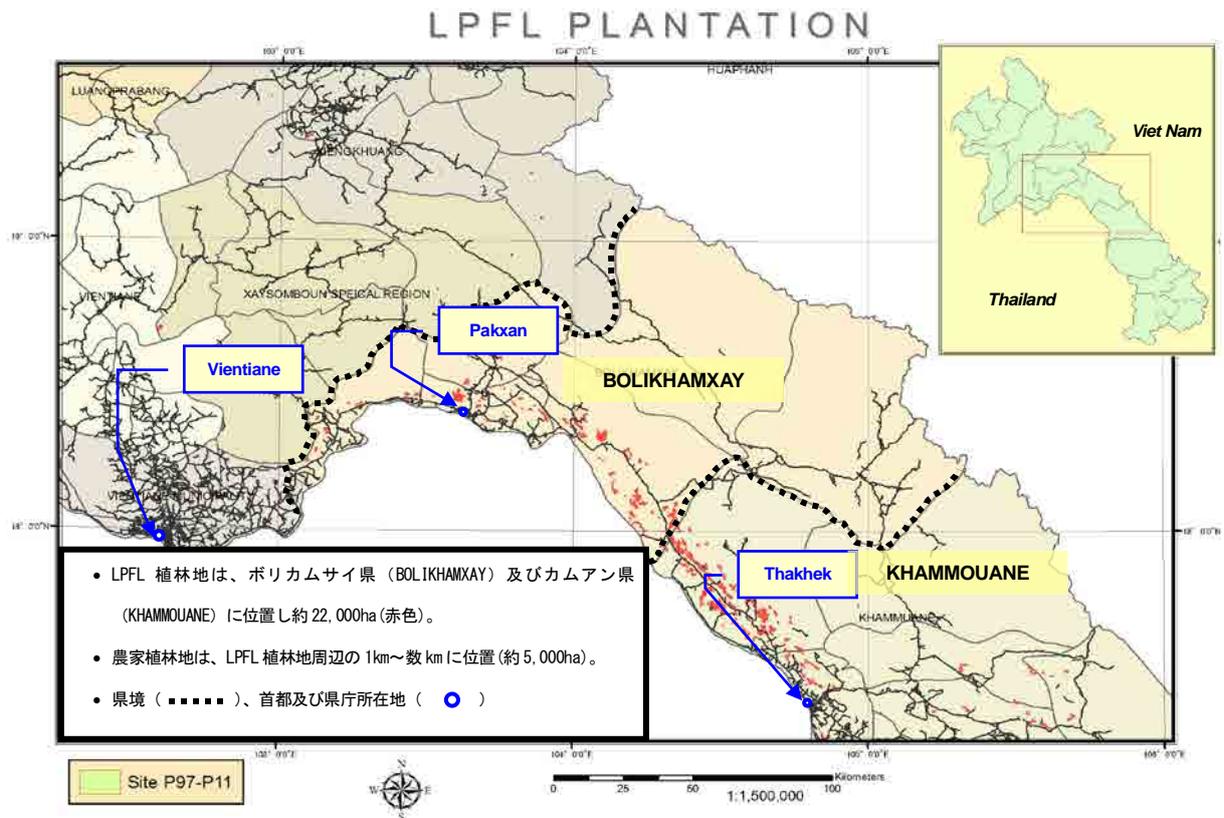


図 2 LPFL 事業位置図



LPFL 植林地



ユーカリ植林地



林内



農民植林 (アカシア)



アカシア植林



アカシア植林

写真 2 LPFL 植林事業

### 1.3 調査目的と概要

#### (1) 調査目的

本調査の目的は、王子がラオス中南部地域におけるバイオコークス製造・販売ビジネスの実現可能性の検証である。このビジネスでは、農林業国であるラオスにおいて発生するバイオマスからバイオコークスを生産し、製造・流通・消費のバリューチェーンにおいてBOP層の活用を目標としている。

#### (2) 調査概要

前述の通り、バイオコークスは既に国内にて商用化されているが、海外における商用化の事例はない。このため、①同国にて原料を調達し、②バイオコークスを製造し、③/④にて同国及び隣国への輸送・販売するバイオコークスのバリューチェーンを、下図に示す。



図 3 バイオコークスの製造販売プロセス（バリューチェーン）

ついで、以下に調査の主要な内容を示す。

市場ニーズ	石炭コークス、石炭、木炭等に対し、バイオコークスの価格や品質がこれらの市場ニーズを満たすのか、代替可能な市場規模、さらには将来の需要等を予測評価等。
原料調達	原料の種類や発生時期（雨季や乾季）、原料の収集手段、原料の買取価格や収集コスト、現在、同原料を利用している既存の業者やBOP層の有無。
製造コスト	原料調達可能量に応じた製造規模と製造コストの試算、現地資源（原料、人、モノ）を活用した製造モデルの策定と製造コストの評価
その他	輸送費、税制、優遇策他をおりこんだ製造原価、資金計画、投資計画、事業採算性の評価
解決すべき課題	上記の商用化を阻む要因のリストアップとそれの解決策の提案

#### 1.4 調査実施体制等

- (1) 調査実施期間： 2012年8月22日～2013年8月30日
- (2) 調査団員名：

(2012年12月3日付け、打合簿)

調査団員名	担当分野
1 金田克巳	総轄責任者
2 助野真一	バイオマス植林：樹種選定、植林方法、バイオマス推定等
3 James Scott	植林/原料選定：事業計画立案、植林・伐採・収集等のコスト試算
4 原口直人	原料調達コスト（木質、農業系全バイオマス）他
5 井田民男	バイオコークス製造：原料選定、バイオコークス試作、分析等
6 村田博敏	バイオコークス製造：工事の構想案
7 立入勝啓	バイオコークス製造：製造計画、製造コスト他
8 野村恭子	副) 総轄責任
9 高倉秀太郎	バイオコークス製造プロセス評価
10 Perera Sajitha Chamara	ビジネス環境・開発計画
11 木村亮介	製造に係るステークホルダー・関連制度調査
12 細田奈月	事業計画の策定
13 Irene Boonwikrom	調達・販売等マーケット調査
14 Chanon Pungsrinont	流通販売等BOP調査
15 Irving Sison	税制等関連政策調査
16 Apisit Thiengtrongpinyo	外資優遇策、関連制度調査
17 Anousack Chaysavang	BOP・ビジネス環境調査
18 Phousavanh Keohavong	BOPニーズ調査(集落、製材業者等)
19 Thinakone Vangchanh	BOPニーズ調査(原料収集等)

- (3) 現地調査： 計11回、(第5編資料集「6. 現地調査面談先」を掲載)

	期間	(日間)	実施団員
1	2012年8月26日 9月2日	8	原口直人、井田民男、高倉秀太郎
2	2012年10月7日 10月16日	10	Perera Sajitha Chamara
3	2012年10月16日 10月26日	11	原口直人、村田博敏
4	2012年12月9日 12月18日	10	Perera Sajitha Chamara
	2012年12月10日 12月14日	5	Phousavanh Keohavong
5	2012年12月16日 12月24日	9	木村亮介
	2012年12月17日 12月21日	5	Apisit Thiengtrongpinyo
6	2012年12月17日 12月19日	3	Phousavanh Keohavong、Thinakone Vangchanh
7	2013年2月17日 2月26日	8	木村亮介
	2013年2月17日 2月26日	7	Anousack Chaysavang
8	2013年3月10日 3月16日	7	原口直人、村田博敏
	2013年3月10日 3月13日	4	井田民男
9	2013年3月18日 3月28日	9	Chanon Pungsrinont、Phousavanh Keohavong
10	2013年6月23日 6月28日	6	Perera Sajitha Chamara
	2013年6月23日 6月27日	5	Chanon Pungsrinont
11	2013年7月8日 7月13日	6	原口直人
	2013年7月9日 7月13日	5	野村恭子
	2013年7月9日 7月11日	3	Irving Sison

## 第1編 投資環境・ビジネス環境（各種政策・制度、インフラ、関連施設等）

### 1.1 基礎情報

外務省国別情報に基づき、ラオスの基礎情報の概要を、以下に、紹介する（第5編資料集 2.ラオス国基礎情報、2.ラオス地図（詳細））。

#### (1) 地理・自然環境

ラオスはインドシナ半島の中心に位置し、東はベトナム、南はカンボジア、西はタイ、北は中国と国境を接している。ミャンマー～タイ～ラオス～ベトナムと繋がるメコン地域東西経済回廊が国土を横断している。また、国土の80%が森林におおわれた山岳または高原地帯であり、平野は首都ビエンチャン周辺をはじめとするメコン川周辺に限られる。そのため、比較的人口の多い都市もメコン川周辺に集中している。

#### (2) 気候

ラオスは熱帯性モンスーン気候に属し、高温多湿である。また、雨季（6月～10月）と乾季（11月～2月）が明確に分かれており、雨季には洪水が発生し国内各所で交通が遮断されることがある。

#### (3) 人口

国連統計によると、ラオスの人口は、約639万人（2011年現在）で、2010～2015年の年平均人口増加率は1.33%と予測されている。

#### (4) 労働人口

ラオスの人口の特徴として、平均年齢が21.5歳と若く、15～24歳の人口が22.9%、いわゆる労働人口（生産年齢人口）の15～64歳の人口が全人口の61.6%（ともに2010年）を占めている。

#### (5) 国民総生産（GDP）

2011年の実質GDP成長率は7.8%となり、前年の7.5%に続き高成長を維持した。水力発電事業、鉱山事業といった資源部門や縫製を中心とする製造業が経済を牽引し、鉱工業部門の成長率が15.6%と高かったことが背景にある。

- 名目GDP：約82億米ドル
- 一人当たりの名目GDP：約1,281米ドル

#### (6) 消費者物価上昇率

- 7.6%（2011年、ラオス統計局）、特筆すべきは、消費者物価上昇率である。

小野澤 麻衣（2012）

ラオスの2011年のGDP成長率は8.3%で、2001年から2011年の推移は、平均7.2%と高い水準を示している。1人当りのGDP(2011年)をみても、およそ1204米ドルとベトナム（1374米ドル）に並ぶ水準となっている<sup>\*)</sup>。GDPの部門別シェアは（2011年）をみると、農業30.8%、工業34.7%（うち製造業7.6%）、サービス業34.5%という内訳だ。2002年時点と比較すると、農業部門は約12ポイント低下しているのに対し、工業部門は着実に増加し約15ポイント増加している。

<sup>\*)</sup>：出所；IMF, World Economic Outlook (WEO), Apr. 2012

## 1.2 ラオスの国家社会経済開発、我が国の援助方針、並びに JICA の活動

### 1.2.1 第7次国家社会経済開発 (2011-2015)

前述の通り、近年のラオスの経済成長は好調な伸びを示している。しかし、一方でラオスは依然として国連人間開発指標で後発途上国(LDC)に区分されている。

2011 年、国民議会にて承認された第7次国家社会経済開発5か年計画(2011~2015)では、

- ① 安定的な経済成長の確保 (GDP 成長率 8%、一人当たり GDP1,700 ドル)、
  - ② 2015 年までのミレニアム開発目標 MDGs の達成、2020 年までの LDC の脱却、
  - ③ 文化・社会の発展、天然資源の保全、環境保全を伴う持続的な経済成長の確保、
  - ④ 政治的安定、平和、及び社会秩序の維持、国際社会における役割向上、の4点を目標に掲げている。
- この背景にあるのが、人口の 68.0%が農村地域で自給自足に近い農業を営み、GDP の 32.5%が農業から生まれている現状がある。ラオスの貧困率は 1992/93 年で 46%、2002/03 年で 33%、そして 2007/08 年で 27%と着実に減少している。
  - しかしながら、1992/93 年と 1997/98 年の間では貧困の不均衡 (ジニ係数) が広がり、経済成長の貧困削減効果を鈍化させている。貧困は地方部(2007/08 年における地方部の 81%が貧困に区分)に分布している (MAF 2010)。
  - 農村地域の開発は、ミレニアム開発目標 (MDGs) の一つである貧困削減の最も重要な分野である。即ち、農村地域の開発が貧困削減の最も有効なアプローチであり、経済成長の恩恵がラオスの成長と公正を両立させる長期的な経済発展の達成にも欠かせないものである。
  - このため、上記の MAF (2010) では、主要な開発目標として、①食料安全保障、②商品作物の生産増加及び付加価値化、③持続的な生産体系の拡大、④持続的な森林経営を掲げている。
  - ラオス政府は、2005 年、世帯、村、並びに郡レベルでの貧困調査を行い、それらの結果を公表している (Socio-economic ATLAS of the Lao PDR (2005)。これによれば、貧困度の高い郡は北部及び南部の国境地帯に集中している。
  - なお、同国の貧困プロファイルに関しては、JICA (2010) 「ラオス人民民主主義共和国貧困プロファイル調査 (アジア)」において、詳述している。

### 1.2.2 我が国の援助方針

上記の背景から、我が国はラオスに対し、以下の援助方針を表明している。

1. 我が国の援助の基本方針（大目標）：MDGs 達成及び LDC からの脱却への支援

- ラオス政府は、第 7 次社会経済開発計画の中で経済成長率 8%以上とする目標を掲げ、経済発展を急務としつつも、その課程で生じうる負の側面を懸念し、バランスの取れた形での経済発展を志向している。
- 我が国は、同国の開発目標達成を支援し、ASEAN が進める統合、連結性の強化、域内の格差是正を図っていく観点から、「経済・社会インフラ整備」、「農業の発展と森林の保全」、「教育環境の整備と人材育成」及び「保健医療サービスの改善」の 4 つを重点分野とし、特に、環境などにも配慮した経済成長の促進に一層の重点を置いた援助を展開する。

上記方針に基づき、JICA では経済・社会インフラ整備、農業の発展と森林の保全、教育環境の整備と人材育成、保健医療サービスの改善を重点分野として、様々な支援活動を行っている（JICA : ODA マップ ラオス全国拡大版）。

### 1.3 その他関連政策

#### 1.3.1 再生可能エネルギー戦略

- ラオスは、山岳国という自然条件及びメコン河の豊富な水資源を活用し、国内発電量のほぼ 100% を水力発電でまかなっている。さらに、地理的優位性を生かして、タイ等へ電力を輸出している。輸出総額の 60%程度を銅・金などの鉱物が、次いで約 15%程度を電力が占めており、電力は重要な外貨獲得資源であり、ラオス政府は現在約 10 箇所の発電計画を進めている（鈴木基義（2012））。
- 再生可能エネルギー戦略 Renewable Energy Development Strategy in Lao PDR (2011)によれば、2009 年のエネルギー消費規模は 0.935TOE ( $\times 10^7$ kcal) である。ラオスのエネルギー消費量は他の途上国に比べて低い。この理由は、一般世帯の調理用熱源として薪が 56%、木炭が 12%を占めているためである。残りは、化石燃料 17%、電力(主に水力)12%、石炭 2%である。
- 同戦略では、今後の経済発展、特に輸送部門における化石燃料の需要は急速に増加することを指摘している。今後の経済成長を年率 5%とし、2025 年時点の化石燃料の需要は 1,174 百万リットルと予測している。この内、10%をバイオ燃料（バイオエタノールやバイオディーゼル）で代替することを目標に掲げている。
- さらに、同戦略では再生可能エネルギー分野への投資に対し、以下の投資優遇策を示している。
  - ① 生産設備や原料に係る関税の免除、
  - ② 7 年間の化学原料に対する関税の免除、並びに。
  - ③ 事業の規模や地域、投資規模に応じて、法人税を 10%、15%、20%に区分し、さらに免税期間を設ける<sup>1</sup>。
- 第 1 回現地調査において、同政策を管轄しているエネルギー鉱業省 MOEM と同政策をサポートし

<sup>1</sup> 但し、事業規模、地域、免税期間等の詳細は明記されていない。具体的な投資案件が申請されたタイミングで、申請者とラオス政府で詳細を協議するものと思われる。

ているラオス再生可能エネルギー研究所 LIRE に対し、ラオスにおける再生可能エネルギー分野のプロジェクトの進捗及び同戦略に関しヒアリングした結果、「韓国企業がジャトロファの実証栽培用に土地を取得し栽培を開始ししていると聞かすが、栽培面積等の詳細不明。商用レベルでのバイオディーゼル燃料生産には至っていないだろう」とのコメントを得ている。

- また、大和総研（2012）では、下記を指摘している。

大和総研（2012）

ただし、現時点では同戦略の実施に向けた取り組みには進展が見られない。換言すると、政府は、再生可能エネルギーの導入に関して将来的な方向性を示したに留まり、公的支援等の詳細は未だ明らかとなっていない。この中で注目に値するのは、外国企業の進出を歓迎する内容となっている点である。

- ※ バイオコークスは固形燃料であり、ラオス国内で消費される液体燃料との代替は不可能である。しかしながら、バイオコークスは農家等からバイオマス原料を購入し、同国で製造し、タイ等隣国へ輸出することを想定している。同事業は、同国の経済発展と地方開発の政策に合致するプロジェクトである。
- ※ また、一般投資事業の投資優遇策に加え、再生可能エネルギー戦略への貢献を含めて、本事業の投資優遇策の可能性を協議する必要があると考える。さらに、我が国が積極的に進めている「二国間クレジット制度<sup>2</sup>」と同再生可能エネルギー戦略との連携も期待できるものと思われる。
- ※ さらに、2013年8月7日、外務省より、「日・ラオス間の二国間クレジット制度に関する二国間文書の署名」の発表がなされた。

外務省 報道発表（2013）

- 2013年8月7日、ラオス主共和国において、横田順子駐ラオス大使とヌーリン・シンバンデット天然資源・環境大臣（H.E. Mr. Noulinh Sinbandhit, Minister of Natural Resources and Environment）との間で、二国間クレジット制度に関する二国間文書の署名が行われました。
- ラオスとの署名は、モンゴル、バングラデシュ、エチオピア、ケニア、モルディブ、ベトナムに続き7番目となる。

### 1.3.2 森林政策

藤田（2012）によれば、ラオスでは近年の水力発電や鉱山資源開発、プランテーション開発等により、1940年に70%以上あった森林が2010年には40%と急速に減少している。

---

<sup>2</sup> 二国間クレジット制度は、途上国への温室効果ガス削減技術、製品、システム、サービス、インフラなどの普及や対策を通じ、実現した温室効果ガス排出削減・吸収への日本の貢献を定量的に評価し、日本の削減目標の達成に活用するもの。

藤田 聡 (2012)

- 森林減少の主な要因は、商品作物（ゴム、キャッサバ等）の浸透による用地の転換、鉱山開発、水力発電所等のインフラ建設等で、いずれも近年の経済成長が目覚ましい隣国のタイやベトナム、中国等からの直接投資によるところが大きい。
- ラオス政府は、上述した森林率の低下等の問題に対処すべく、2005年に森林セクターにおける中期戦略となる『森林戦略2020』を策定した。
- 同戦略の4つの目標のひとつ、①600万haの森林の自然再生と50万haの植林により2020年までに森林率70%という目標達成のため、50万haの植林が必要であるとしており、木材供給ベースの拡大による天然林への伐採圧力の軽減、小規模植林による農家収入の増大のため、植林が奨励されている。2010年末時点での植林地の合計面積は34万haとなっている。

本事業モデルは、既存の製材工場の製材オガ粉や端材、周辺農家から小径木等の買い取りを計画している。さらに、可能であれば農家等へ新たなバイオマス植林を奨励し、これらの原料を買い取ることを想定している。このため、

- 原料及び原料調達等によるコンセッション取得や用地の取得、これに伴う住民移等は想定されない。
- 製造工場は、既存の製材業者の工場内に設立することを想定しており、工場の面積は約5,000m<sup>2</sup>と、新たな土地造成や開墾を想定していない。製造工場が必要するエネルギーは電力と燃料であり、用水量は一般的な工場レベルであり、地下水の減少等の影響は想定されない。
- 上記の通り、原料調達及び製造工場建設のために、森林伐採や国立公園・国指定の保護対象地域への影響は想定されない。

但し、正式な手続きを経していない、あるいは所有者不明等の原料の混入を避けるために、

- ① 原料購入時に、原料所有者や村の正式な手続きにもとづくものか確認し、
- ② 合法材由来の製材廃棄物であることの証明を求め、「原料の履歴を確認し、原料調達の合法性」を確保する方針である。

## 1.4 本事業に関連する投資優遇策、投資コスト、並びにその他許認可等

### 1.4.1 投資事業の概要

ラオス政府は、外国の直接投資により、資金、技術、経営ノウハウ、及び市場等が導入され、ラオスの発展や開発に貢献することから、投資優遇策を国の主要な政策のひとつとして積極的に投資促進を行っている。

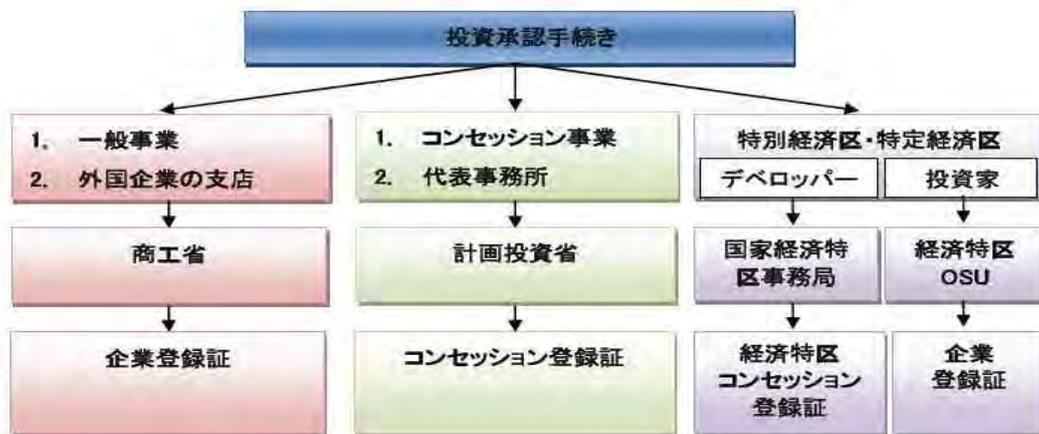
- 投資事業は、①一般投資事業、②コンセッション事業、並びに③特別経済区及び特定経済区事業(SEZ Special Economic Zone)の3種類に区分し、それぞれの所管組織及び投資申請先を示している。
- 尚、合弁企業の場合、最初の資本金は総投資額の30%以上、最低登録資本は10万ドル以上が必要である。ライセンス有効期間は、20年（更新可能）である。

※ 本事業は、現地の製材業者とのJVを想定しており、バイオコークス製造工場は製材工場内に建設予定であることから、下表の「一般投資事業」に区分されるものと思われる。

表 1 投資事業の区分(概要)

<p>1. 投資事業</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・一般投資事業（商工省MOIC）</li> <li>・コンセッション事業（計画投資省）</li> <li>・特別経済区及び特定経済区事業（国家経済特区委員会事務局）</li> </ul>	<p>3. 投資奨励分野</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 輸出のための製品生産活動</li> <li>② 農林業、農林水産加工及び手工業活動</li> <li>③ 加工産業、技術加工産業、先端技術産業科学及び開発研究活動、環境及び様々な生物種の保護、</li> <li>④ 人的資源開発、労働技能及び国民の健康を守る活動</li> <li>⑤ インフラストラクチャー建設活動</li> <li>⑥ 重要産業生産に応えるための原材料、機材生産活動</li> <li>⑦ 観光産業開発及び中継サービス活動</li> </ol>
<p>2. 投資形態</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>☐ 合弁企業</li> <li>・業務提携</li> <li>・100%外国投資企業</li> </ul>	

出典：投資計画省MOPI(2011)：投資ガイドブックInvestment Guide Book 2011 in Japanese



出典：投資計画省MOPI(2011)：投資ガイドブックInvestment Guide Book 2011 in Japanese

図 4 投資承認手続き

#### 1.4.2 一般投資事業と経済特区（SEZ）の投資優遇策の概要

##### (1) 一般投資事業の投資優遇策（概要）

- 一般投資事業は、インフラの未整備状況に応じて、地域を第Ⅰゾーン、第Ⅱゾーン、並びに第Ⅲゾーンの3地域を指定している。本事業が想定しているボリカムサイ県パクサン地域とカムアン県タケク地域は第Ⅱゾーンに指定されている。
- さらに、投資案件に応じて、レベル1（奨励度高）、レベル2（奨励度中）、レベル3（奨励度低）に区分し、法人税の免税期間を第Ⅱゾーンの場合、それぞれ6年、4年、2年に区分している。
- 尚、各レベルは各種中央及び地方の政策への貢献性や貧困対策、あるいは新技術導入等に応じて、政府と交渉し、免税期間が確定される。

表 2 経済特区及び特区外の税制上の恩典

	経済特区	特区外			
		地域分類 低 ← インフラ整備 → 高			
法人税	10年免税→ 免税期間終了後8%	プロジェクトの奨励度	Zone 1	Zone 2	Zone 3
		Level 1 高	10年	6年	4年
		Level 2 中	6年	4年	2年
		Level 3 低	4年	2年	1年
		利潤税免税期間後	24%	24%	24%
		Zone 1	投資に便利は経済インフラが未整備		
		Zone 2	投資に便利は経済インフラがある程度整備されている。		
Zone 3	投資に便利は経済インフラが十分に整備されている。				
		奨励度を示すレベル1~3は、政府によって決定される。			
個人所得税	一律5%	累進課税0~20%			
輸入関税	建設資材・プラント：免税 材料・部品：免税	建設資材・プラント：免税 材料・部品：免税			
付加価値税	建設資材・プラント：免税 材料・部品：免税	建設資材・プラント：免税 材料・部品：還付			

出典：鈴木基義（2013）：ラオス投資セミナー、「ラオスの経済・投資環境、ラオス投資の利点」、22頁

## (2) 特別経済区・特定経済区（SEZ）の政策

SEZは、国内外の投資家を呼び込むために特定の場所を指定し、インフラ開発、サービス、生産、技術開発、現代技術等の国内への移転促進のため、投資家に税金や関税の優遇措置を提供する経済発展方式である。現在の10箇所のSEZの計画が公表され、下図のSEZ①、②、③、④、⑥は既に稼働中である（日本アセアンセンター（2011）：ラオス投資セミナーレポート、ラオス計画投資省 Mr. Manouthong VONGSAY）

- SEZの開発資本は、ラオス政府の100%出資と、外国資本による出資の2種類がある。SEZの投資優遇策は、それぞれのデベロッパーによって内容や条件が若干異なるが、概ね上記の税制上の恩典の他、環境影響評価の免除等がある。詳細は、各SEZのデベロッパーに確認しなければならない。
- 2011年11月、タイ政府の支援により、タイ・ナコンパノム県～ラオス・カムムアン県タケクを結ぶ1,423mの国際橋「第3メコン友好橋」が開通した（下図の⑩）。この友好橋近くに、現在、ラオス政府100%資本で約1,000ha規模のSEZが建設中である。投資案件候補として、商業施設やホテル、物流施設、バス&トラックステーション、リゾート施設、スポーツセンター、教育施設や国際会議場等を挙げており、今後、詳細が確定していくものと思われる（MOPI: Thakhek Specific Economic Zone）。

1. Savan-Seno Special Economic Zone (2003)
2. Boten Special Economic Zone (2003)
3. Golden Triangle Special Economic Zone (2007)
4. Vientiane Industry and Trade Area (2011)
5. Saysethe Development Zone (2010)
6. PhouKieu Nakhon Specific Economic Zone (2010)
7. Thatluang Lake Specific Economic Zone (2011)
8. Longthanh- Vientiane Specific Economic Zone (2012)
9. Dongposy Specific Economic Zone (2012)
10. Thakhek Specific Economic Zone (2012)



日本アセアンセンター（2011）：ラオス投資セミナーレポート、投資計画省Mr. Manouthoung VONGSAY, On going SEZ and future plan for the establishment

図 5 実施中及び計画中の経済特区 SEZ

### (3) 投資優遇策適用の可能性

#### ① 投資計画省 (Ministry of Planning and Investment, MOPI)

MOPI は、ラオスにおいて経済特区 SEZ への投資を行う外国企業への優遇策の手続を行っている。

- MOPI との面談を通して、2009 年の投資法によって区 (ZONE) を定めており、ZONE に関しては交渉が不可能。
- また、SEZ 内で生産活動が行うことが優遇を受ける条件の一つであり、SEZ 内で生産活動を行わない、例えば輸出向けの倉庫、またオフィスだけでは優遇を受ける対象にはならない。

#### ② ラオス工業省 (Ministry of Industry and Commerce, MOIC)

- MOIC は、一般投資事業の申請窓口である。直接海外投資事業の場合は、MOIC へビジネスプランを提出の上、優遇を受けるための活動レベルの決定を当局が行っている。
- 活動レベルの判断を行うためには企業側で事業活動情報に基づいた申請を行い、詳細なビジネスプランを提出後、活動レベル及び優遇の受け方についてアドバイスを受領する。

※ 上記より、本事業は 1. 4. 1 記載の「①一般投資事業」に該当し、SEZ を対象とした投資優遇策は受けられないと判断された。

※ 一方で、本事業は 1. 3. 1 記載の再生可能エネルギー事業に対する投資優遇策が受けられる可能性がある。今後、我が国政府が積極的に進めている二国間クレジット制度 (JCM) の活用を含め、本事業に対する投資優遇策に関し、ラオス政府と協議を行っていく方針である (2. 16 に後述)。

### 1.4.3 投資関連コスト

アジア域内の投資関連コストは、ジェットロによって報告されている（JETRO（2013））。本事業に関連する税制、賃金、電気料金、燃料費について、下表に抜粋した。また、参考までに隣国のタイ（バンコク）とベトナム（ダナン）のデータも掲載した。

表 3 一般投資事業に適用される投資関連コスト比較（税制、賃金、公共料金等）

		ビエンチャン（ラオス） 1米ドル=7,975（キープ） 米ドル	バンコク（タイ） 1米ドル=30,454（バーツ） 米ドル	ダナン（ベトナム） 1米ドル=20,828（ドン） 米ドル
税制	28. 法人所得税（%）	国税：24% 地方税：0% その他公租公課：0%	20%	25%
	29. 個人所得税（%）	24%（最高税率）	35%（最高税率）	35%（最高税率）
	30. 付加価値税（%）	10%（VAT）（標準税率）	7%（VAT）（標準税率）	0%、5%、10%（VAT） （品目毎に、標準税率）
	31. 日本への利子送金課税（%）	10%（最高税率）	15%（最高税率）	5%（最高税率）
	32. 日本への配当送金課税（%）	10%（最高税率）	10%（最高税率）	0%
	33. 日本へのロイヤリティ送金課税（%）	5%（最高税率）	15%（最高税率）	10%（最高税率）
賃金	1. ワーカー（一般工職）	132（月額）	345（月額）	107（月額）
	2. エンジニア（中堅技術者）	336（月額）	698（月額）	168（月額）
	3. 中間管理職（課長クラス）	410（月額）	1,574（月額）	336（月額）
	4. 非製造業のスタッフ（一般職）	321（月額）	664（月額）	320（月額）
	8. 法定最低賃金	78（月額）	9.85（日額）	n. a.
公共料金	17. 業務用電気料金（kWh当たり）	月額基本料：-	月額基本料：10	月額基本料：なし
		1kWh当たり料金： ① 0.08（22 kV） ② 0.09（0.4 kV）	1kWh当たり料金：0.15	1. 製造業/1kWh当たり料金 (1) 0.04（22～翌4時） (2) 0.06（通常時間帯） (3) 0.11（ピーク時）
燃料費	26. レギュラガolin価格（1L）	1.30	1.44	1.11
	27. 軽油価格（1L）	1.16	0.99	1.05

出典元：JETRO（2013）：日本貿易振興機構（2013年5月）、第23回 アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較、52-53頁、60-63頁（抜粋）

- ラオスの法人税は24%。ASEAN 諸国の各国の法人税と比較して、ラオスは特段高い国ではない（PwC調べでは、インドネシア・ミャンマー・ベトナムが25%、シンガポール17%）。
- ラオスの賃金は、凡そタイの1/3～1/4である。
- 法定最低賃金は、US\$ 78(月額)。仮に、日額で換算すると、US\$ 3.12/日（25日/月）。興味深いのは、ラオス・ビエンチャンとベトナム・ダナンの賃金差がタイほどにないことである。
- 電気料金は、タイの約1/2。

※ 製造拠点をラオス、もしくはタイで比較した場合、ラオスの賃金安と、特に、電気料金の安さは最大の魅力である。

- 本事業における輸送費や製造コストについては、第2編「2.5 生産、流通、販売計画」において詳述するが、表3に記載した“人件費、電力費、並びに燃料費”をベースに試算したラオス及びタイにおける製造コストの比較を、下表に示す。

表 4 ラオス及びタイにおける製造コストの比較(参考)

		ラオス	タイ	差異	備考
固定費	人件費 (US\$/t)	24.78	65.73	-40.96	マネージャー1人、中間技術者1人、スタッフ42人=合計44人
	減価償却費 (US\$/t)	67.39	67.39	0.00	
	修繕費 (4.00%) (US\$/t)	22.96	22.96	0.00	
	公課保険料 (2.0%) (US\$/t)	11.48	11.48	0.00	
	(小計) (US\$/t)	126.60	167.55	-40.96	
変動費	原料買取費 (US\$/t)	6.19	6.19	0.00	原料収集に係る人件費の差 消費電力211.5kw/トン 2.5L/トン
	原料収集費 (US\$/t)	4.60	1.57	3.03	
	電力費 (US\$/t)	19.22	34.30	-15.08	
	燃料費 (US\$/t)	3.19	2.72	0.48	
	(小計) (US\$/t)	33.21	44.79	-11.57	
合計 (US\$/t)		159.81	212.34	-52.53	

※ 上記試算の通り、ラオスに製造拠点を設ける最大の魅力は人件費と電気料金の安さである。加えて、本事業では前述の「1.2 (2) LPFL 植林事業」記載の LPFL や農家植林の植林伐採残渣等のバイオマス資源、さらには LPFL が農家植林において培った農家との信頼関係に基づく原料収集における人的資源の活用が期待できることが、ラオスで製造するメリットである。

#### 1.4.4 環境影響評価(環境アセスメント)

- 2010年に公布された「環境影響評価に関する布告」第6条によると
- 開発プロジェクトの実施に際して水資源環境庁(WREA、現在は天然資源・環境省(MONRE)内に移行)に投資申請書を提出した後に、プロジェクトの種類あるいは規模などの情報をもとにスクリーニングが実施され、初期環境調査あるいは環境影響評価が必要かどうかに関して指示が出されることになっている(Regulation on Environment Assessment in the Lao PDR)。さらに、2012年の環境法律によって、Environment Impact Assessment (EIA) と Initial Environmental Examination (IEE) が規定される。
- 第10回現地調査において、MONREのEIA所管部署(Department of Environment and social Impact Assessment, Deputy Chief of Centre)の担当者と面談し、バイオコークス工場の建設に伴いEIAの手続き対象となるかどうか、EIAに係る本事業の概要情報及びInput-Output情報を示して確認した。
- 面談者より、「当プロジェクトの3,000トン/年の生産能力(アウトプット量)は大規模のため、EIAが実施対象に該当する可能性がある。ただし、詳細は生産計画が明らかにならなければ判断できない」とのコメントが得られた。
- EIAを実施の上、Environment Compliance Certification(環境認証, ECC)が取得しなければならない。その後、2-3年に1回の更新審査が行われる。EIAの申請費用として50,000USDが必要になり、その費用は審査員(MoNRE職員)及びECCを行う専門コンサルタント(おそらく政府の認定審査機関)の審査およびコンサル費用として使われるものと思われる。ただし、環境法が適用されて間もないため、運用実態を踏まえた検討が必要と考える。
- 経済特区(SEZ)では、環境関連の基礎調査が完了しているため、原則、EIAが必要ない。しかしSEZの場合でも環境へのインパクトが大きければEIAは必要になる可能性がある

#### 1.4.5 関税

ラオスの基本関税率は、物品毎に5%~40%の6段階が設定されている。しかしながら、将来的には2015年のASEAN経済統合を控え、多くの製品に対する関税の撤廃・軽減が進むことが予想される<sup>3</sup>。

外務省（2011）

- ラオスは内陸国という地理的条件もあって、地域経済統合に積極的であり、東南アジア諸国連合（ASEAN: Association of Southeast Asian Nations）自由貿易地域（AFTA: ASEAN FreeTrade Area）をはじめ、ASEAN統合イニシアティブ（IAI: Initiative for ASEAN Integration）、ADBによるメコン地域経済協力プログラム（ADB-GMS: ADB-Grater Mekong Subregion）、タイが推進役となっているエーヤワディー・チャオプラヤ・メコン経済協力戦略会議（ACMECS: Ayeyawady-ChaoPhraya-Mekong Economic Cooperation Strategy）等、多国間の地域開発枠組みを利用し、地域の経済統合・協力にも積極的に参画している。
- ラオスは内陸国という地理的な制約を克服するため、多国間の地域開発枠組みを利用し地域の経済統合、経済協力を積極的に参画し、国際的な貿易制度の適用を目指している。世界銀行やIMF等が支援する統合フレームワーク（IF）の支援も受けながら、現在はWTO加盟を目指して交渉が進められている。
- 関税については、AFTAの枠組みの中で、関税の引き下げが進められており、共通実効特惠関税（CEPT: Common Effective Preferential Tariff）の適用が進められている。
- 2009年時点では、CEPT適用品目8,214品目のうち71.1%の関税が0になり、適用品目の3.8%が5%を超える関税率となっている。また、ラオスはLDCであるため、特別特惠関税の適用対象国となっている。

- 尚、バイオコークスは、我が国では「第44類木材及びその製品並びに木炭」に区分されると思われる。ラオスは、LDC国であるため一般特惠対象品目またはLDC特惠対象品目が適用される。参考までに、類似品目の木質ペレット（HS4401）や木炭（HS4402）の場合、無税である。

#### 1.4.6 その他許認可関係

工場の設立にあたっての直接投資の優遇策の適用申請手続きと環境アセスメント手続き、バイオコークスの製造・販売・海外輸出にあたっての許認可手続きについては、以下のような対応を行う。

##### (1) バイオコークスの製造・販売

- ラオス国内でバイオコークスの製造の許認可および販売のライセンス取得の有無については、MOICのDepartment of Planning and Cooperation, Development Planning Division担当者の直接メールと電話で確認し、特に届出は必要ないとの回答を得た。

##### (2) バイオコークスの海外輸出

<sup>3</sup> ラオスのWTO加盟は2012年10月26日のWTO一般理事会により承認され、批准手続きを経て、2013年2月2日、ラオスはWTO正式加盟国となった。

- バイオコークスをラオスから海外に輸出する際には、Decree on Import and Export Goods No. 114/GOLに基づき、商工省輸出入局から輸出許可を得る必要がある。
- また、木炭や石炭は、タイの現行法（輸出入管理法（B.E.2522 111））で輸出許可品目対象の扱いとなっており、バイオコークスのタイ経由の輸出に際しては、輸出許可の承認手続きの要否を確認し、適切に対応する必要がある。

### (3) HSコード（国際的な貿易分類コード）と輸出許可ライセンス

- 通関時に、HSコード Harmonized Commodity Description and Coding System（「商品の名称および分類についての統一システム」）に基づき、輸出入品目を特定し関税を計算する。バイオコークスは新しい商品のためどのHSコードに区分されるのか、事前に確認しておくことが必要である。
- タイは木炭と石炭と共に、輸出許可取得必要品目（商務省・輸出入管理法（B.E.2522(1979)））に指定している。輸出許可取得が不適切だったために、タイ側の税関を通過できなかった物流会社の事例もあり、上記のHSコードも含め、新しい製品や貿易品目の場合、事前に通関ルールを把握し、必要な手続きを行う必要がある。

※ バイオコークスは、現在、ラオス国内に需要がないため全量を日本及びタイに輸出することを想定している。このため、輸出に係るライセンス及びHSコード等は事前に手続きを行うことを想定している。

## 1.5 対象市場の現状（バイオコークス及びブリケット炭の競争優位性）

### 1.5.1 石炭コークスの市場

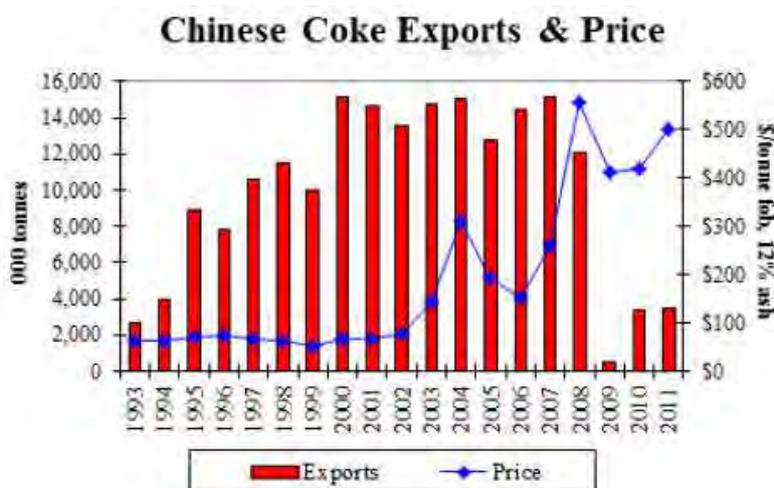
石炭コークスは、原料炭を乾留（蒸し焼き）し製造される。主に、高炉、鋳造、冶金業界の他、ゴミ熔融炉等で用いられ、特に鉄鋼の製錬工程において、コークスは高炉で鉄鉱石を還元するときの還元剤の他、炭素の供給源、並びに装入物を加熱・溶解するための熱源としての役目を果している。このため、高炉で使うコークスは炭素を高濃度に含みかつ灰分や硫黄分が少ないことに加えて、適当な気孔率を持ち、高温でも粉化しない強度が必要である。

- 世界経済の発展の中心になりつつアジア地域は、一方で世界のエネルギー需要の中心地域でもある。アジア主要国の分野別石炭消費量は、電力用が58%を占めるが、鉄鋼用石炭（主に石炭コークスの原料となる原料炭）の消費量も全体の17%を占める。さらに、石炭コークスの原料となるコークス用原料炭に関し、下記が指摘されている（NEDO (2012)）。

NEDO (2012)

コークス用原料炭は、今後、世界中で奪い合う戦略資源になる。今後、中国とインドがコークス用原料炭の輸入を急激に増やし、日本や韓国に取って代わる最大の輸入国になり、コークス用原料炭資源の争奪も激化していくであろう。そのことによって、コークス用原料炭価格が中長期的に上昇することは必然の傾向になると見られる。

- 2010年の全世界の石炭コークス生産量は約5.94億トン(前年比10%増)であり、中国の石炭コークス生産量は世界の石炭コークス生産量のおよそ65%約3.86億トンを占めている。中国は主要な石炭コークス生産国であると同時に、消費国であるため、2008年以降、石炭コークスの輸出量を制限している。尚、同国の輸出量は全世界貿易量の7%前後(約15百万トン)にとどまっている。さらに、この年の中国の石炭コークス輸出価格は約US\$500/トン（FOB ベース）に達している(Coke



出典：Coke Market Survey (2011)

図 6 中国産石炭コークスの輸出量と輸出価格 (FOB) の推移

- このため、世界の石炭コークスの市況価格は中国の輸出量に大きく影響を受けている。自国で産出される原料炭を用い、安価に石炭コークスを生産できる中国やインド、ベトナム等を除き、アジア域内の主要な石炭コークス消費国は日本、韓国、並びに台湾であり、これらの国々では原料炭を輸入し石炭コークスを生産する一方、不足分を中国等より輸入している。尚、タイは自国内で石炭コークスを生産せず、国内需要の全量を中国や日本等より輸入している。

コークス・ノート(2010)

- 日本は、原料炭を輸入し石炭コークスを生産しており、不足分を、主に中国より、輸入している。2003年～2008年の日本の石炭コークス生産量は、製鉄業及び非製鉄業とあわせて、年間38百万トンの規模で推移している。

- 日本、タイ、韓国、並びに台湾の4ヵ年(2009年-2012年)の石炭コークスの年間平均輸入量と輸入CIF価格を、下表に示す。

表 5 各国の石炭コークス輸入実績(年間平均：2009年-2012年)

	日本		タイ		韓国		台湾	
	輸入量 (t/年)	CIF (US\$/t)						
中国	315,796	510.70	31,701	570.52	273,052	428.87	86,082	456.85
その他	114,024	303.45	85,412	406.41	141,740	347.23	564,165	216.66
合計	429,819	455.72	117,113	450.84	414,792	400.97	650,247	248.46

出典：各国の貿易統計より実績を抜粋し、第5編資料集の「2. 各国の石炭コークス輸入実績」より、筆者試算。

- 日本と韓国の全輸入量に占める中国産石炭コークスの割合は日本73%、韓国66%と極めて高い。タイは中国産が27%、日本産が31%と両国で58%に達している。台湾は中国13%、日本8%、ロシア、インドネシア等幅広く調達している(第5編 資料集3 各国の石炭コークス輸入実績)。
- 中国産の石炭コークスの輸入CIF価格は、タイUS\$570/トン、日本US\$510/トン、韓国・台湾がUS\$429~US\$456/トンと、輸入石炭コークスの中で、最も高い価格を示している。

- 尚、日本の中国産石炭コークスの輸入 CIF 価格は、2009 年 US\$ 486/トン、2010 年 US\$ 501/トン、2011 年 US\$ 518/トン、2012 年 US\$ 534/トンと、年間 3.0%~4.0%で上昇している（第 5 編資料集 3「表 1 日本の石炭コークス輸入実績」）。
- ベトナムは、国内で原料炭を産出できるため、自国で石炭コークスを製造している。主に、Hoa Phat グループと TISCO Steel が石炭コークスを生産し、自社の高炉用に消費している。Hoa Phat グループは、2012 年、350,000 トンの石炭コークスを生産し、内 10%を国内マーケットに販売し、残りを自社の高炉用と余剰分を輸出している。国内の市場価格は、US\$ 125.5~US\$ 175/トン（2,613,537~3,644,375 VND/トン）である（ヒアリング調査に基づく）。
- ラオス国内には、製鉄産業、あるいはバイクや自動車等のエンジンパーツを製造する鑄造や冶金産業がないため、石炭コークスを消費している業界はなかった（MOIC 他業界等へヒアリングにて）。しかしながら、後述のタイの鑄造メーカー等が将来、ラオスの安い人件費や電力費を求めて、ラオスに進出する可能性はある。進出企業が、電気炉を導入した場合でも、吸炭のために石炭コークスは必要である。
- このため、当面はラオス国内で製造したバイオコークスは全量輸出と想定した。尚、輸出製品の場合、為替の他市場価格や取引数量の変動等の市場リスクは避けがたい。一般に、為替の変動や市場の需要に応じて製品の販売先を変更することにより、市場リスクを緩和することが可能となる。
- このため、同事業では、下記の 2 つの市場を対象とする。
  - ① 市場規模が最大の日本、
  - ② 市場価格が最大のタイ、

### 1.5.2 タイの石炭コークス市場

2012 年 10 月、バイオコークスの市場調査の一環として、タイ工業省産業開発支援局 Bureau of Supporting Industries Development 及び同国鉄鋼協会 Iron and Steel Institute に、バイオコークスについて説明を行い、下記のコメントを得た。

（第 3 回、第 8 回現地調査にて、ヒアリング）

- 同技術に対し、大変興味を持った。コークスは主に中国より輸入しており、これまで輸入価格の高騰等チャイナリスクを経験し、業界としても対応が必要と感じている。
- 中国石炭コークスは、年間 3 万数千トンベースで、価格は US\$590/トンベースで取引している。ついで多いのが日本産石炭コークスである(但し、為替の影響で年度間の変動が大きい)。
- 石炭コークスのマーケットは他の市場に比べて小さいが、鑄物メーカーを中心に年間数万トン規模の需要があり、今後も継続されるだろう。
- 原料となるバイオマスはタイ国内でも調達可能であり、製品輸送コストを考慮すれば、タイで製造し販売する方が、経済性が高いのではないかと？
- タイ国内で、同技術や同製品の普及を行うには実際に製品を製造し、実炉での燃焼試験が必要と考える。

実際に、第 3 回と第 8 回現地調査にて、キュポラ溶融炉で石炭コークスを使用しているタイの鑄造工

場（2業者）を調査した。

- 石炭コークス使用量：年間 400 トン～600 トン程度。代表的な小規模鋳物メーカー。
- 石炭コークス購入価格：中国産。価格は CIF ベースで 2010 年 450US\$/トン、2011 年 670US\$/トン、2012 年 500US\$/トン。
- 製品：バイクエンジン用パーツ、
- 現在、当業界では電気炉への設備更新が加速している。その理由は、周辺住民からの排煙に対する改善対策だという。
- 一方で、訪問したメーカーでは電気炉もあるが、湯の性状が違うため、製品化に苦しんでいる。製造コストは、キューポラ炉の方が電気炉よりも安価に製造できることを認識している。
- ただし、環境問題や人件費コスト（ベトナム人やミャンマー人を雇用し、タイ人は非常に少ない）等により、タイ国内における鋳造工場の存続に希望を持っていない様子も感じられた（写真3「主要な鋳造プロセス」）。

では、同国の鋳造業界の将来に対し、ヒアリングした所、関係者の一致したコメントを得た。

- 鋳造業界は、今後も縮小するであろう、しかし、同業種がなくなることはない、
- 体力のある企業は、より安価な電力費と人件費を求めて、ラオスやカンボジア、ミャンマー等へ移転するであろう。

キューポラ炉は、

- 大量の溶湯を連続溶解できる、
- コークスで溶解するので溶解コストが電炉に比べて低い、
- 亜鉛など不純物を精錬する作用があるので、電炉で使用できない材料を使用することができる、
- 炭素分がコークスから補給（吸炭）されるので、電炉のように溶解による損失を追加する必要がない、

※ 実際、人件費の高騰や労働力不足、高い電力費等により、人件費の安いミャンマー人を雇用している工場もあった。こうした労働集約型産業はタイ国内では生産限界に近づきつつあると感じている。同様なことを、JETRO でも、指摘している。

小野澤 麻衣（2013）：「メコン諸国タイ+1をどう使うか」

さらにはタイの生産拡大に安定的に対応できるサプライチェーンを構築する狙いもあるといえよう。縫製や製靴といった労働集約型産業に加え、自動車、電気・電子部品業界も、特に労働集約的な工程を中心に、タイから周辺国に生産拠点を拡大する動きはこの流れを端的に示す。今後は、鋳造・鍛造といった現地での事業分野を拡大させ、さらにはミャンマーなど周辺国との生産分業実現に動く流れである。

### 1.5.3 石炭の市場

前述の通り、石炭は経済性に優れ、安定調達が可能なため、ラオスをはじめ各国で幅広く消費されている。第2回及び第4回現地調査において、得られた主要なコメントを以下に、紹介する。

- ラオスは、産業用燃料を使用している業界が少なく、石炭を使用している業種は主にセメント業界である。業界の年間使用量は約1百万トン、調達価格は約US\$113/トンであった。
- 石炭は、ラオス国内でも生産しているが、需要を満たすほどではなく、セメント業界ではタイより石炭を輸入している。タイ輸入石炭を使用した場合のセメントの製造コストはUS\$120/トン、一方、国内産石炭を使用した場合のセメントの製造コストはUS\$80/トンであった。ヒアリング先より、「より安価な石炭の調達先の確保が望まれている」とのコメントが多かった。
- タイの自国産石炭は低品質で熱量も低いいため、主に一般炭として、火力発電やセメント等で使用され、これらの業界が石炭消費量の上位を占める。価格は、US\$64/トンと最も安価であった。
- ベトナムは自国産石炭をセメントや一般ボイラー用熱源として、大量にかつ安価に調達されていた。
- 主な業界における石炭の市況価格を、下表に示す。

表 6 各国の石炭の年間消費量と調達価格

国別	ラオス	タイ	ベトナム	参考：日本	
炭種	石炭(一般)	石炭	石炭	一般炭	原料炭
ヒアリング先 (業界)	セメント	セメント	一般用	一般用	主に高炉用
年間消費量 (百万 t/年)	1.0	12.0 - 15.0	44.7	-	-
年間輸入量 (百万 t/年)	-	-	-	11.7	128
調達価格 (US\$/t)	113.36	64.12	102.39	140.15	161.47

ラオス、タイ、ベトナムの調達価格は、ユーザーヒアリングに基づく工場着価格を示す。

日本は、2011年の輸入CIF価格を示す。

- ※ 石炭の市場規模は大きいですが、価格がUS\$100/トン前後と極めて安い。輸送費を除くバイオークスの製造コストはUS\$160~180/トン前後と想定されることから、石炭に対する価格競争力は望めない。

### 1.5.4 木炭の市場

ラオスのエネルギー消費の約60%~70%は薪や木炭であり、その殆どが調理用熱源である。このため、木炭の調達価格と使用量に関し、産業用と民生用(一般世帯、食堂等)にわけてヒアリングを行った(表7 ラオスにおける木炭の調達価格と平均使用量、写真4 製材端材やMai-tiewを原料とする製炭方法)。

- 産業用に木炭を使用している業種(シリコンメーカー)が、ビエンチャン近郊に1社ある。同社では、ケイ石の還元用燃源として、木炭を使用している。使用している木炭は、製材端材と雑木Mai-tiewを原料とした2種類の木炭である。使用量は不明であったが、製材端材の木炭は地方のタケクの製材工場から発生する製材端材を地元の木炭業者が製炭し、工場着で平均価格US\$189~201/トンで調達していた。
- 雑木由来の木炭は、地元の製炭業者(家族経営によるいわゆる“炭やき人”)により、地方では広く

製造販売されており、輸送業者を通じてビエンチャンに広く流通している。上記のシリコンメーカーでは、雑木の Mai-tiew は硬木なため木炭にした場合、火持ちが良く、製材端材よりも高値で取引されている (US\$239/トン)。燃料源としては、「Mai-tiew 木炭が良いのだが、年々 Mai-tiew の資源が不足していると聞き、高値で買わざるを得ない」とコメントしている。

- 都市部の一般世帯における調理用熱源の種類と木炭の使用状況等を調査した。調査世帯数 9 世帯の内、主に薪や木炭を調理に使用している世帯が 5 世帯、木炭と LP ガスを使用している世帯が 3 世帯と、調査世帯の全体世帯が薪・木炭を使用している (写真 5 「一般世帯での薪と木炭の併用、露店商での木炭と LP ガスの併用」)。
- ビエンチャンにおける木炭の調達価格(市場価格)は US\$292/トンと、地方の木炭調達価格 US\$130\$/トンの約 2 倍と極めて高い(輸送費以外の価格要素があると思われる)。さらに、LP ガスは US\$1,427/トンとさらに高い。また、木炭グループと木炭/LP ガスグループの 1 ヶ月の平均使用料はそれぞれ US\$11.9/トンと US\$21.6/トンと、LP ガスが極めて高い熱源である。特に、木炭と LP ガスを併用している世帯の LP ガスの負担額は月使用料の約 69%を占めている。
- 木炭の不便性(着火のしやすさ、煙、熱量不足等)をヒアリングしたが、「特に不便性は感じない、LP ガスに比べ価格が安い、容易に調達できる等」、木炭の不便性を示すコメントは得られなかった。また、ビエンチャンのレストランはタイより安価な LP ガスを調達しており (US\$827/トン)、一般世帯の調達価格 (US\$1,427/トン) の約 1/2 であった。
- 地方のタケクにおける簡易食堂と首都ビエンチャンのレストランにおいて、調理用熱源の使用状況について、ヒアリングした。簡易食堂では、全ての食堂において木炭を使用しており、LP ガスを使用していなかった。その理由は、地方では LP ガスの価格が高く、容易に入手できないためである。また、木炭(雑木)の地方とビエンチャンの価格差も極めて高い(約 2 倍)。
- 今後、LP ガスのインフラが普及し安価に供給できるシステムが構築されれば、一般世帯の需要は木炭から LP ガスへ転換するものと思われる。

※ しかしながら、木炭と LP ガスの価格差は極めて高く、現状から推察すると、今後もしばらくは木炭が主要な調理用燃料源の座を占めるものと思われる。

表 7 ラオスにおける木炭の調達価格と平均使用量

調査件数	産業用 シリコンメーカー1社		一般世帯(ビエンチャン)			簡易食堂 (タケク)	レストラン (ビエンチャン)
			5世帯	3世帯 (木炭/LPガス併用)		3軒	2軒
燃料種	木炭 (製材端材)	木炭 (雑木)	木炭 (雑木)	木炭 (雑木)	LPガス	木炭 (雑木)	LPガス
調達価格 (kip/kg)	1,500~1,600	1,900	2,333	2,333	11,333	1,033	6,571
(US\$/t)	188.9~201.5	239.3	292.5	292.5	1,427.5	130.1	827.7
平均使用量 (kg/月)	-	-	35 (15~60)	12 (5~15)	12 (8~15)	284	255

雑木 Mai-tiew 由来の木炭と、製材端材由来の木炭の 2 種。  
調理用としては、火持ちが良い雑木由来の木炭が好まれ、広く普及されている。

#### (ラオスの木炭輸出状況)

- ラオスの木炭輸出量は、2009 年全体で約 9,000 トンであったが、2010 年以降 15,000 トン~30,000 トンと大幅に伸びている。輸出数量の約 75%が陸路でつながる中国とタイが占め、2012 年は中国向け約 9,200 トン、タイ向け約 8,600 トンである。

- 中国とタイ向けの FOB ベース価格は約 US\$150～200/トンと、日本向けや韓国向けと比べると極めて安い。

表 8 ラオスの木炭の輸出実績（上位 4 カ国）

	2009年		2010年		2011年		2012年		平均(2009年-2012年)		
	数量 (t)	,000USD	数量 (t)		,000USD						
China	669	93	3,254	258	18,402	3,593	9,218	1,896	7,886	37.6%	1,460
(US\$/t)		139		79		195		206			185.1
Thailand	5,872	379	7,997	506	8,690	806	8,587	1,340	7,787	37.1%	758
(US\$/t)		64.5		63.3		92.8		156.0			97.3
Japan	2,302	1,989	2,889	2,512	3,489	3,713	5,888	7,115	3,642	17.4%	3,832
(US\$/t)		864.0		869.5		1,064.2		1,208.4			1,052.2
Korea	784	358	1,175	685	1,362	1,077	3,080	3,170	1,600	7.6%	1,323
(US\$/t)		456.6		583.0		790.7		1,029.2			826.4
その他	21	8	101	17	107	23	0	0	57	0.3%	12
(US\$/t)		381.0		168.3		215.0					209.6
Total	9,648	2,827	15,416	3,978	32,050	9,212	26,773	13,521	20,972		7,385
(US\$/t)		293.0		258.0		287.4		505.0			352.1

- 輸出向け木炭の原料の由来は不明だが、多くは前述の Mai-tiew であると推察される。Mai-tiew は、焼畑跡地の耕作（陸稲や大豆、キャッサバ等）終了後、自然萌芽し、休閑期間 5 年程度で根元径 8cm～12cm 程度、樹高 8-10m 程度になる。Mai-tiew の多くが村有林に自生しており、木炭原木として農民の換金作物になっている。
- 事実、カムアン県パクサン郡の Nasomemore 村の村有林（約 800ha）では、村内の炭焼人が村の手続きを経て Mai-tiew を伐採し木炭を村外に販売している。また、薪は村民が自由に利用している。この地域でも、木炭原木として「(伐採費込みの)道路際渡しで、100,000kip/m3 程度で売った」ことはあるとのコメントを得た。
- 村長は、「バイオコークスの原料として売ることが可能。一方で、中国や日本の炭焼専門業者からの引き合いも多い。十分な成長を待たずに、伐採すれば、将来、Mai-tiew の資源が不足するかもしれない。また、地元の木炭供給量が減るかもしれない」と、安易な村有林の Mai-tiew の伐採に懸念を表明している。
- 圓谷（2011）は、木炭原木 Mai-tiew の資源枯渇を懸念し、これらの課題解決のために、日本からの製炭技術の移転や改善と Mai-tiew の植林等を実践している（写真 6 日系企業による製炭と我が国の技術移転の事例、第 3 回現地調査にて）。

圓谷 浩之（2011）

ラオス産木炭の課題は、

- ① 製炭技術のバラツキによる原木の利用効率が悪い点、
- ② 原木の資源管理が十分でない点、
- ③ さらに、ニッチな商品を巡り日系企業の過当な競争、と指摘している。

※ 表 7 に記載の通り、一般世帯における調理用木炭需要は高く、価格も高値で取引されている。加えて、木炭の原木となる Mai-tiew の資源の枯渇が懸念されている。さらに、木炭の輸出量も増えており、今後、特に都市部における木炭への需要は益々高まることが予想される。

- バイオコークスとブリケット（製材オガ粉を圧縮した固形バイオマス“オガライト”）は、原料と

製造プロセスの前処理工程（粉砕→乾燥）は凡そ同じである。さらにブリケットを製炭すれば、ブリケット炭“オガタン”になる。ブリケット炭は、成形炭として、日本国内で広く普及している。

- 仮に、日本及びタイ向けのバイオコークスの製造・販売事業と並行し、ラオスの一般世帯向けにブリケット/ブリケット炭の製造・販売事業を行えば、上記の木炭に対するニーズを満たす、もしくは緩和につながるものと考えられる。
- また、本事業では周辺農家から原料となるバイオマス（伐採残渣や小径木等）を購入することを想定している。周辺農家から購入した原料を用いて、ブリケット、あるいはブリケット炭を製造し、ラオスに普及させることにより、本事業における原料生産（植林）や収集における周辺農家の理解が深まることが期待される。
- バイオコークスとブリケット炭は、原料を粉砕するため、原料の種類は問わない。即ち、現在、売り物にならないバイオマスを原料として購入し、加えて植林等を推奨することにより、Mai-tiew 資源の枯渇に対する懸念を緩和させることにつながる。

#### 1.5.5 木炭代替としてのブリケット及びブリケット炭の可能性

- バイオコークスと木炭の違いは、
  - ① バイオコークスは、800℃～1,000℃でなければ着火しない。このため、着火には別の熱源が必要であり、一般世帯での使用は困難である。
  - ② バイオコークスを、木炭と同様に、炭焼窯で木炭にすることは可能である。一般に、木炭の収炭率は20%～35%程度であるから、バイオコークスを木炭にした場合、その重量は1/3～1/5に減少する。即ち、バイオコークスを木炭にした場合の製造コストは3倍～5倍になる（表4 ラオス及びタイにおける製造コスト比較）。
- ブリケットの製造方法は、我が国で開発され、その後、中国、インドネシア、マレーシア等に普及している。我が国でも、ブリケットは薪の代用品（オガライト）として、ブリケット炭は木炭代替品（成型炭、もしくはオガタン）として流通している。
- しかしながら、ラオス国内ではブリケット及びブリケット炭は流通していない。このため、日本国内で製材オガ粉由来のブリケット及びブリケット炭を調達し、現地に持ち込んで両品の調理用木炭代替の可能性について、モニター調査を行った。
  - 調査協力者：6名（ボリカムサイ県 LPFL パクサン事務所のローカルスタッフ）
  - テスト品：日本の製材オガ粉を原料とした”ブリケット”及び”ブリケット炭”
  - 調査方法：調理用熱源として、通常の木炭（雑木 Mai-Tiew）との比較

表 9 調理用木炭代替のブリケット及びブリケット炭のモニター結果

1. 通常の木炭に関し	
月平均使用量	平均50kg/月（30kg～70kg）
調達価格	平均US\$163/トン（US\$125～200/トン）
燃焼灰の量	少ない
燃焼灰の処理	庭に捨てる（4名）、収集ゴミに出す（2名）

2. ブリケットとブリケット炭の燃焼結果		ブリケット		ブリケット炭	
着火性	良い		5名		1名
	悪い		1名		5名
燃焼時の煙	多い		1名		0名
	少ない		3名		2名
	気にならない		2名		4名
燃焼時のにおい	良い		2名		4名
	悪い		1名		0名
	気にならない		3名		2名
爆跳性	多い		0名		0名
	少ない		3名		2名
	木炭と同じ		3名		4名
火持ち	長い		0名		5名
	短い		5名		0名
	木炭と同じ		1名		1名
燃焼灰	多い		2名		0名
	少ない		1名		4名
	木炭と同じ		3名		2名
仮に販売された場合	価格が安ければ買う		6名		6名
コメント		品質は良いが、販売価格は安い方が良い。			

- ブリケットとブリケット炭の違いは、着火性と火持ちである。特に、火持ちは重要である。即ち、火持ちが悪ければ、何回も燃料を追加しなければならない。
  - ブリケットは薪の様に長いため(30cm長)、燃料を追加する時に細かくしなければならない。また、長いまま、コンロや七輪に入れた場合、鍋の座りが悪い。
    - ※ ブリケットは、木炭の代替にはならず、薪の代替である。
    - ※ 木炭代替の調理用熱源は、ブリケット炭でなければならない。
- ※ 本事業では、バイオコークスに加え、ブリケット炭を製造販売する事業モデル(案)を提案し、検討した。

## 1.6 原料の選定及び原料調達システムの立案

### 1.6.1 原料調達の視点

バイオコークスは、あらゆる光合成由来のバイオマスから製造可能であるが、一般にバイオマスは広く薄く分散しているため、原料収集や運搬コストが割高となり、経済性や実現性を満たさない場合が多い。即ち、原料収集や運搬コストが高い原料種は製造コストを上昇させ、不安定な原料調達量は製造設備の稼働率を低下させ、製造コストを上昇させる。

このため、本事業では下記の視点から、現地のバイオマスの発生状況を調査し、原料種を検討した。

- 経済性を有し（安価で）、かつ現実に調達可能な原料種であること、
- 生産規模を満たし（大量で）、かつ通年で調達可能な原料種であると、
- 将来においても、安定して調達可能な原料種であること、
- （願わくば）水分率が低く、かさ張らない原料種であること、

### 1.6.2 食品加工工場の加工残渣、農家の収穫残渣の可能性

- **ビール工場（ラオス大手メーカー）**：ビール原料（欧州産輸入モルト及びラオス産コメ）由来の廃棄物は、湿重量ベースで凡そ 150kg/日程度、発生する。廃棄物は、地元の養魚業者に 1 回当たり 4,000kg×130kip/kg（約 325kip/トン）で、販売している。
- **ラム酒メーカー**：年間 400 トンのラム酒を製造する。プラントの操業はサトウキビ収穫期のみであった。バガス（サトウキビの搾りかす）はボイラーで燃やし、余剰分は肥料源として畑に還元する。「ラオスの気候では、バイオマス腐敗しやすく長期保管は不可能。通年で調達可能な原料を探すべき」と指摘された。
- **キャッサバ農家**：収穫されたキャッサバはスライスして工場へ出荷するため、農地では残渣は殆ど発生しない。また、タイの事例から推察すると、「キャッサバ工場で発生するでん粉残渣は極めて少なく、残渣も上記のビール工場の様に農家へ有償、あるいは無償で引き取られる」。

※ 食品加工場の加工残渣は極めて少なく、バイオコークスの原料としては望めない。

- 農家は、稲刈り後、水田で乾燥させた稲束を道路際に集積し、脱穀業者を呼んで脱穀する。このため、脱穀後の稲わらが道路際に発生する。稲わらは水田に放置し、牛の餌や水田の肥料として利用されている。
- ヒアリングした農家からは、「原料として販売することは可能であるが、牛の餌が不足する、田んぼの地力が低下するのでは」との懸念があった（写真7 バイオマスの発生状況）。

※ 稲わらは軽にかさ張るため、広く分散した稲わらを収集し運搬するコストは木質バイオマスよりも割高になる。このため、バイオコークスの原料としてはコスト面で適さない（写真8「稲わら・もみ殻の発生状況とローカルの運搬手段」）。

### 1.6.3 農家の稲わらや精米場で発生するもみ殻の可能性

- オランダ開発公社 SNV（Netherlands Development Organization）は“精米業者の精米技術を向上させることにより、米の市場価格を向上させるプロジェクト；The Enhancing Milled Rice Production in Lao PDR (EMRIP)”を実施している。
- 第7回現地調査にて、SNV から紹介を受けたボリカムサイ県とカムアン県の精米工場におけるもみ殻発生量を、調査した。精米工場の操業期間は8ヵ月～10ヵ月ほどであり、農家のオーダーに応じて精米を行う。
- 本事業の対象地域であるボリカムサイ県とカムアン県では日産平均3.0トン前後の小規模な精米工場が多かった。もみ殻は農家、肥料製造会社に販売されているケースもあるが、多くは無償で引き渡されている（写真8「稲わら・もみ殻の発生状況とローカルの運搬手段」）。

表 10 精米工場におけるもみ殻発生量

(Unit: t / day)

Province	Khammouane						Bolikhamxay	Savannakhet
	Mahaxay	Nongbok	Nongbok	Nongbok	Nongbok	Nongbok	Pakxan	Kaysonphomvihan
District	Mahaxay	Dongkuang	Lawporkkham	Law Baukham	Dongkhaung		Nong Bua	Ban lak 18
Village	Mahaxay	Dongkuang	Lawporkkham	Law Baukham	Dongkhaung		Nong Bua	Ban lak 18
Rice mill	Phanhengxaynam xechalemsab	Bounmy	Saiy Fon	Vanida	Souivanh	Phonesavanh	Sokbounmy	Siao Linda
Paddy rice	16.0	15.0	16.0	8.0	25.0	30.0	16.0	50.0
Rice husk	3.2	3.0	3.2	1.6	5.0	6.0	3.2	10.0

Rice husk: estimated by average 20 % of paddy rice

(もみ殻由来のソフトバイオコークスのモニター結果)

- 日本国内で調達したもみ殻を原料として、バイオコークス反応機で、ソフトバイオコークス（もみ殻ブリケット）を試作して、現地にてモニター調査を行った。
- 調査方法は、ビエンチャンの一般世帯 5 軒とレストラン 5 軒に、ソフトバイオコークスを配布し、木炭と同様に使って同品の品質評価を行った。
  - 一般家庭からは、「大量に煙が発生、低い熱量、燃え続ける時間が短い等」のネガティブコメントがあった。また、レストランからは殆どポジティブコメントはなかった。「燃え始めるために木炭を使う必要があり、燃焼時間が短い、目が痛い程煙が強いという」コメントがあった。
- また、ブリケット成形機を製造している日系の機械メーカーに、もみ殻ブリケットの可能性についてヒアリングした結果、「もみ殻を原料としてブリケットを製造することは可能だが、もみ殻のケイ素（ガラス質）がシリンダーを磨耗させ、場合によっては数日でシリンダーを交換しなければならない。また、燃焼後の灰分も多い。メーカー的には木質を原料の方が望ましい」のコメントが得られた。

※ 上記の結果より、「もみ殻を原料とするソフトバイオコークスは品質面において、調理用熱源に適さない」と判断した。

1.6.4 製材工場における製材廃棄物（端材、バーク、オガ粉等）の可能性

- 製材工場では、丸太を製材する際に、バーク（樹皮）、端材、オガ粉等の製材廃棄物が発生する。
- 製材廃棄物は、オガ粉程度の粒径（1mm～2mm 程度）に粉砕することにより、バイオコークスの原料として適していることは、既に日本国内で実証されている。
- また、原料発生場所に、バイオコークス製造工場を建設することは、①原料収集コストの圧縮、②製材工場の既存インフラ（土地、電力、設備等）の共用による設備投資額の圧縮が可能となる。

このため、国道 13 号線沿いで製材業者が集中しているボリカムサイ県パクサン地域にて 4 軒、カムアン県タケク地域にて 4 軒、合計 8 軒の製材業者に聞き取り調査を行った（第 4 回、第 7 回、第 8 回現地調査にて）。

- 業者によって、年間製材量は大きく異なるが、製材業者 A と H は周辺業者の中でも比較的大規模な製材業者であった。

- 製材端材は、主にシリコン会社向けに木炭を製造している木炭業者に販売し(製材業者 A と E)、あるいは小規模ながら周辺の村民用に有償で販売されている。また、工場内に木材乾燥機(Kiln dry)を有し、これの燃料源として製材端材を利用している製材業者もあった(製材業者 E)。
  - 上記の通り、製材端材は木炭用原料として、取引の規模や定期/不定期によって価格や数量は異なるが小規模な市場を形成しており、取引価格(販売価格)も表 11 及び表 12 の通りである。
  - 一方、製材オガ粉は買い手がなく、一部は木炭製造時の熱源、もしくは木炭製造時の覆土の代わりに利用するしかない(第 1 回現地調査)。このため、市場を形成するには至っていない。
  - ヒアリングしたどの業者も製材オガ粉の処理には頭を悩ませており、バイオコークスの市場が形成されるならば原料として提供可能とのコメントが多かった。希望販売価格をヒアリングした結果、価格は交渉可能価格としながらも、製材端材の 1/4~1/10 以下の価格であった。
- ※ 製材オガ粉や木炭の原料とならないバーク等はバイオコークスの原料として有望であると思われる (写真 9 製材工場における製材廃棄物の発生状況)。
- ※ 一方で、製材業者の原木は、政府の開発計画に依存している。このため、将来の原木の減少を想定し、後述の植林木や他の木質バイオマスの利用を想定した原料調達システムを立案しなければならない。

(第 3 回現地調査にて、ヒアリング)

- 水力発電所や鉱山開発に伴う天然林の伐採認可は、中央農林省が管轄している。中央 MAF が各県に伐採木の割当量を決め、地方森林局が各製材業者への割当量を決める。
  - 正式な手続きに基づき、天然林伐採→製材業者への割当を行っており、製材廃材やオガ粉を原料とすることは規模が大きな製材工場では法的手続きに問題はない。
  - どの製材業者も製材廃材やオガ粉の処分に苦慮しており、バイオコークスの原料にするのは有効と思う。
  - しばらくは、パクサンなどの地域から伐採木は出てくると思うがラオス政府の発電所や鉱山等の開発計画に大きく左右されるので長期的な展望は描けない。
- 製材工場の作業現場は、良好な労働環境とは言えない。木炭原料として売り物になる“製材端材”は工場の一角に整理して積み上げられている、しかしながら、売り物にならないバークやオガ粉は足元に散乱し、乱雑に積み上げられている。殆どの作業員は防止とマスクを着用しているが、足元はサンダル履き、あるいは裸足で作業を行っている (写真 10 製材工場内の作業環境)。
  - 仮に、バークやオガ粉が売り物になると認識されるならば、これらは整理されると思われる。その結果、作業員の労働環境が改善されるともと思われる。
- ※ 工場の社長の話では、「こうした労働環境のためラオス人は働きたがらない。殆どの作業員はベトナム人である」とのことであった。

表 11 製材工場における製材廃棄物の発生状況

Borikhamxay県Pakxan周辺 設立 (年)	A 2010	B 2008	C 2011	D 2004
製材量 (m <sup>3</sup> /日)	150	40	40 - 50	40
(m <sup>3</sup> /年)	45,000	12,000	12,000 - 15,000	12,000
製材廃材発生量 (t/日)	0.8	0.4	1.0 - 1.5	1.0
利用の有無	全量利用	一部利用	全量利用	全量利用
用途先	シリコン会社向けの木炭 用原料の販売	村民、木炭用	村民、木炭用	村民/タイ業者、木炭 用
販売価格(相場) (kip/t)	16,000	300	1,600 - 2,000	300
(US\$/t)	2.00	0.04	0.20 - 0.25	0.04
製材オガ粉発生量 (t/日)	1.5	0.4	1.0	1.0
利用の有無	一部利用	未利用	一部利用	全量利用
用途先	タイ業者		村民	村民/タイ業者
希望販売価格 (kip/t)	250		250	250 - 300
(US\$/t)	0.03	-	0.03	0.03 - 0.04

表 12 製材工場における製材廃棄物の発生状況 (続き)

Khammouane県Thakhek周辺 設立 (年)	E 1987	F 2005	G 2005	H 1990
製材量 (m <sup>3</sup> /日)	30	60 - 70	50 - 60	400
(m <sup>3</sup> /年)	9000	18,000 - 21,000	15,000 - 18,000	120,000
製材廃材発生量 (t/日)	1	1.5 - 1.75	1.3 - 1.5	10.0
利用の有無	一部利用	一部利用	一部利用	一部利用
用途先	自社内乾燥用燃料源、シ リコン会社/村民の木炭 用	村民、木炭用	村民、木炭用	村民、木炭用
販売価格(相場) (kip/t)	500	1,000	1,000 - 1,500	333 - 467
(US\$/t)	0	0.13	0.13 - 0.19	0.04 - 0.06
製材オガ粉発生量 (t/日)	2	1.5 - 1.8	1.3 - 1.5	10.0
利用の有無	未利用	一部利用	一部利用	一部利用
用途先		村民	村民	村民
希望販売価格 (kip/t)			100	500
(US\$/t)	-	-	0.01	0.06

### 1.6.5 植林地伐採残渣及びバイオマス植林 (栽培) の原料候補の可能性

#### (1) 植林地伐採残渣の可能性

- LPFLの植林地面積は、現在まで約22,000haに達している。また、農民植林地の面積はボリカムサイ県で約2,600ha、カムアン県で約2,400haと合計5,000haに達している。LPFLでは、2015年頃より、LPFL植林地で年間1,200haベース、農民植林地で年間800haベースの伐採を想定している。
- LPFLでは、伐採木は末口10cm以上をパルプ材や用材向けに、末口10cm未満を木炭用原木に使用することを想定している。仮に、(木炭向けとの価格次第であるが)末口10cm未満がバイオコークスの原料として可能性がある。年間の伐採面積から推定すれば、伐採残渣は枝葉を含め年間数百

～1、2千トンの規模で発生する（写真 11 LPFL 植林地での伐採状況）。

- しかしながら、これらの伐採残渣を LPFL が人を雇用して集めることは現実的でない。仮に、LPFL が 20 人の農民を雇用して伐採残渣を拾い集め、トラクターで道路まで搬出する費用等を加算し試算した結果、伐採残渣の道路渡し価格は凡そ US\$ 20.88/トンとなり、極めて高い価格になる。また、同地域は人口密度の低い地域であるため、作業員 20 人を確保するは極めて困難である。

※ 雇用して伐採残渣を集める場合、安定した数量の確保が望めるが、上記の通り、価格と労働力確保の面で現実的ではないと判断される。

※ 現実には、薪を集めるように、周辺農家が自主的に伐採残渣を集めて、道路際に集積する。ついで、農家は集積した伐採残渣を耕運機に乗せて工場に搬入する。あるいは、一定量（2 トン程度）を集積した場合、工場側でトラックを手配し、道路際に購入することが現実的な原料収集プロセスと思われる。

## (2) アカシア・バイオマス植林とネピアグラス・バイオマス栽培の可能性

- LPFL のコンセッションエリア内には、毎年、雨季に水深 1m～3m 程度、水没する土地が約 7,500ha 以上ある。このような土地では、植栽苗が水没により枯死し、あるいは生き残ってもその後の生育が遅れ成長不良になる。
  - こうした水没地の有効活用を目的として、アカシアとネピアグラスのバイオマス試験を、2012 年 10 月より、開始している（写真 12 アカシア・バイオマス試験地、ネピアグラス栽培試験地）。
  - 試験方法は、2012 年 10 月に、アカシア苗 32 本/125 m<sup>2</sup>（約 2,000 本/ha 相当）、ネピアグラス苗 24 本/14 m<sup>2</sup>（約 18,000 本/ha）を植栽し、植栽後、施肥及び灌水を行った。植栽 4 ヶ月後に、一部を収穫しバイオマス量を測定した（第 5 編 資料集 3. アカシア及びネピアグラスのバイオマス試験）。
  - 尚、アカシアの伐採は植栽 3 年後に機械伐採で、ネピアグラスの収穫は植栽 1 年後に人力での収穫を想定している。
  - 4 ヶ月間の成長量から推定し、アカシアの道路渡しの価格は 64,000kip/トン(US\$ 8.0/トン)を、ネピアグラスは 92,307 kip/トン(US\$ 11.0/トン)と試算している。
- ※ 推定されたバイオマス量及び同バイオマス量をベースとした道路渡し価格は、バイオコークスの原料の可能性はあると判断される。今後、試験の最終段階におけるバイオマス量を確定した上で判断する。

### 1.6.6 Mai-tiew 植林の可能性

ラオス国内で広く普及している木炭の原木は、郷土樹種である Mai-tiew である。Mai-tiew の木炭は熱量が高く、火持ちが良いことから、製材端材由来の木炭より高値で取引されている。

- Mai-tiewの原木を売る方が焼畑をするより儲かることが農民に知られ、積極的にMai-tiewを植林する動きがある。
- 今後は積極的にMai-tiew植林を進め、焼畑から脱却したい。
- 製炭業者も資源確保のため自らMai-tiewの挿し木苗を生産し、農民に植林を奨励して資源の確保を図っている。赤土と砂ともみ殻炭を混ぜた培養土に枝を切って挿し木するという単純な方法でも活着率は90%をこえるという。

- ビエンチャン北部のバンビエン郡の MAF 所管の Agro-Forestry Training Center の Lattana 所長は同センター内で上記の Mai-tiew 植林の奨励の他、竹製家具の製作、もみ殻クン炭機の製作やともみ殻クン炭を用いた栽培、機織り等、様々な農民の自立支援策を実施している(写真 13 AFTC 内の様々な農民支援活動)。
- 農民が Mai-tiew 植林を行う場合、ユーカリ植林のように施肥や除草は必要としないことから、初期投資は少なくすむ。また、植栽 5 年くらいで木炭の原木に売れるため、農民にとって、バイオコークスの原料として売るか、木炭の原木として売るか、市場の選択が可能になることはメリットになる。
- このため、バイオコークスの原料の一つとして、Mai-tiew 植林の可能性があると判断される。

(第 3 回現地調査にて、ヒアリング)。

- Mai-tiew は、焼畑跡地の耕作(陸稲や大豆、キャッサバ等)終了後自然萌芽し、休閑期間 5 年程度で根元径 8cm~12cm 程度、樹高 8-10m 程度になり、木炭原木として、農民の換金作物になっている。
- Mai-tiew は萌芽力が高く、切り株より容易に萌芽する。また、根から容易に分岐し発芽生育する。挿し木増殖も容易である。植林するというよりは、焼畑跡地を放棄すれば自然に Mai-tiew の自然林になる。
- 黒炭に加え、白炭原木の需要が高まっており、需要を満たすため Mai-tiew の植林が必要と思う。また、焼畑等他の作物に比べ労力の少ない換金作物として Mai-tiew の植林を薦めていきたい。
- 蓄積量や生長量を調査した事例は殆どない。このため、伐採時にどの程度の収入が見込まれるかを評価するために、系統だった蓄積量や生長量の調査が必要。
- 2011 年 6 月、(社)国土緑化推進機構の助成を受け Mai-tiew 展示林を設置(面積 2ha)。不成績地の雑木林を伐採し、1,500 本/ha 植林した。無施肥無除草で、樹高 2m~3m。全体のバイオマス量は豊富。地力は後述の Mai-tiew の 2 年目植林地より、高いと思われる。

## 1.6.7 バイオコークスサンプル試作及び分析結果

### 1) バイオマスサンプル

- バイオコークスのサンプルを試作し熱量分析等を検証するために、現地にてバイオマスを採取した。
- 尚、バイオマスサンプルの輸出及び我が国への輸入にあたっては、両国の検疫法に基づき輸出入許可を正式に取得し、近畿大学にてバイオコークスのサンプル試作及び分析を行った（写真 12 アカシア・バイオマス試験地、ネピアグラス栽培試験地）。

### 2) ラオス産バイオマスの分析レポート（結果）

- ラオス国産バイオマス 6 種、マイチューの幹 (Stem of Mai tie)、マイチューの枝 (Branches of Mai tie)、ユーカリの枝 (Branches of Eucalyptus)、アカシアの枝 (Branches of Acacia)、オガクズ (Saw Dust)、ネピアグラス (Napier grass) について、基本的な元素組成分析、熱量分析を基に、熱分解特性を行い、さらにそれらの原料からバイオコークスを形成し、冷間圧縮強度評価を行ったので報告する。詳細は、第 5 編 資料集 5. ラオス産バイオマスの分析レポートを参照。

#### (基礎元素組成分析)

- 下表に、発熱量分析、CHN 分析、水分量分析、灰量分析結果を示す。総発熱量（有姿ベース）は、JIS M 8814 により、CHN 分析は JIS M 8813、水分及び灰分分析：JIS M 8812 により実施した。
- 総発熱量、炭素量ともに、平均的なバイオマス資源であることが分かった。
- 窒素成分は、草本系バイオマスであるネピアグラスが少し高値を示しているが、燃焼利用に問題になるレベルではない。
- また、同様に灰分量もネピアグラスだけが 5%台を示しているが、石炭コークス約 15%の灰分量と比較すると、問題にならない範囲であると考ええる。

表 13 ラオス産バイオマスの基礎分析結果

No.	Samples	Gross Calorific Value [kJ/kg]	Gross Calorific Value [kcal/kg]	C [wt%]	H [wt%]	N [wt%]	Water Content [wt%]	Ash Content [wt%]
1	Stem of Mai tie	18,350	4,390	46.59	6.39	0.11	9.34	0.58
2	Branches of Mai tie	18,810	4,500	47.51	6.51	0.46	10.74	1.59
3	Branches of Eucalyptus	17,681	4,230	47.23	6.49	0.09	10.45	1.00
4	Branches of Acacia	18,099	4,330	46.66	6.55	0.46	9.75	2.27
5	Saw Dust	18,517	4,430	47.32	6.37	0.15	9.14	2.26
6	Napier grass	17,890	4,280	44.34	6.55	1.50	9.28	5.04

※ 上記の結果、木質バイオマス及びネピアグラスは、品質面においてバイオコークスの原料として、適していることが判明した。

## 1.7. 既存のインフラや関連設備等の整備状況

### 1.7.1 製造設備の調達先、建屋等

- バイオコークスの反応機は、日本国内で製造することを想定している。その他の製造設備や建屋等はラオス、もしくはタイから調達することを想定し、現地のプラントメーカーや建設業者等へ、現地の調達状況について、調査を行った。

### (1) 機械設備の調達先

- ラオス国内にも、土木工事や建屋工事等の建築設備や機械設備の施工が可能な業者は存在するが、その範囲は限られている。
- 第1回現地調査にてヒアリングしたビール工場とラム酒工場では、主要設備はタイ等の国外で製造したものを導入している。ラオス国内では、精度の高い機械設備の製造が行えるメーカーがほとんど存在していない（写真14 ラオス及びタイの工場等概観）。
- 第1回現地調査にて、ビール工場（ビエンチャン在）の場合、施工の一部で地元業者を使ったが、プラント設備は主に欧州の他、タイより導入していた。また、停電に備え、自社ディーゼル発電設備を所有しているが、自社の発電コストは通常の買電価格の約5倍と極めて高い。
- また、ラム酒製造プラント（年間400tのラム酒を製造）の場合、全てタイより製造設備を調達・施工している。ビエンチャンには、これらを行う業者はいない。停電時はプラントを止めて対応する（最近は、事前に停電の連絡があるから、対応しやすい）。

### (2) 土木工事、工場建屋等

ラオス建設業者へのヒアリングでは、以下のコメントが得られた。

- 工期は雨季（6月-10月）を除き、材料や職人の手配を含めて、規模的に約6ヵ月間必要。
- 一般的な工場であり、EIAや建設の許可は比較的簡単に取れると思う。100%の外資系投資だと工場（会社なども）の設立や建設が難しくなるが、国内と外資の合弁企業にすれば、割と簡単に許可は取れるだろう。
- 工場重機は、ラオスの国内にあまりないため、ものによってタイとかで手配する必要がある。
- 工場の作業員は、場所によって確保が難しい。
- 鉄骨は、海外から輸入となるので工期に影響する。材料が揃えば、見積り程度の規模であれば、土地造成も含めて、約2~3ヶ月間で完成するだろう。

### (3) タイの装置製作工場

機械設備の一部は、タイの装置製作工場に依頼する可能性がある。このため、第3回現地調査にて、装置製作工場を視察した。

- （タイ経済は落ち着き始めているが）生産コストについての質問は、「ほとんどの会社が日本と比較して、①タイのメリットは人件費が安いこと、②材料費や購入品は日本と大きな差がないこと」をコメントした。
- 製品は、どれも丁寧に処理されており、日本での製造現場と比較しても十分対応できる技術を有していることが、訪問した工場で確認できた。
- ラオスへの製造設備の供給と据付工事については、タイでの会社がほとんど実施していることも事実であった。

※ 前述の通り、土木工事や工場建屋等はラオス国内の業者で実行可能であるが、工場の機械設備や据付等はタイの業者より調達しなければならない。また、バイオコークス反応機は、ナニワ炉機にて製作し、現地への輸送・据付を行う計画である。

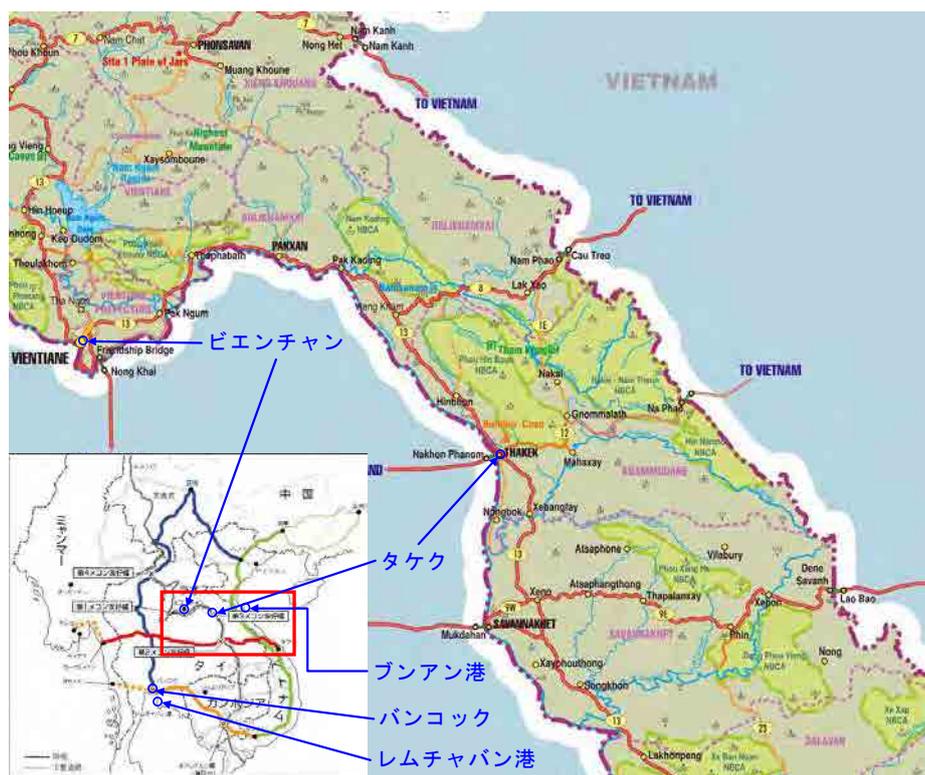
※ ラオス国内で機械設備の調達ができないため、消耗品等もタイから調達しなければならない。工場に常時勤務する機械技術者の確保や研修を含め、メンテナンス体制を構築しなければならない。

## 1.7.2 陸路輸送インフラ

製造工場は、原料調達が容易なパクサン、もしくはタケクを想定している。バイオコークスを日本向けに輸出する場合、タケクを起点に①タイ経由、②ベトナム経由の2ルートが想定される。両ルートも二国間をまたがるため、二国間の輸送に係る道路インフラや通関手続きについて、既存の情報を整理した（一部、ヒアリングも実施）。

### (1) 道路インフラ

- ラオスは中国、ベトナム、カンボジア、タイといった新興国と国境を接しているため、これら周辺諸国との経済交流が増加する東南アジアにおいて、陸上交通上重要な地域となりつつある。これらの国々との交通需要の増加に応え、かつアジア全域国境通過の簡素化等によるシームレスな移動の実現に向けて、アジアハイウェイ構想に基づく道路整備が進められている。
- ラオスの道路交通で中心的な役割を果たしているのが、中国からラオスを南北に縦断しカンボジアに抜ける国道13号である。（上記のアジアハイウェイのAH11とAH12が該当）また、国道13号と交差して東西を結ぶ国道も、ベトナムあるいはタイとの交通において重要な役割を果たしている。
- ラオスの幹線道路はおおむね舗装されているものの、簡易アスファルト舗装であること、かつ維持管理が適正になされていないことが多く、アスファルト舗装の剥離などが各所で見られる状況である。また、幹線道路から外れると未舗装の箇所が多く、雨季には通行が困難となる道路も存在する。



出典：フリーマップより、筆者作成

図7 Thakekを中心とした二国間輸送ルート

- ベトナムの港湾に対しても開発を求める声が多い。1つはハノイとダナンの間位置するブンアン港だ。ラオス国内を横断する国道12号線のベトナム側の出口となる。今回の調査では「ラオスからの農林物資の輸出促進に、同港の開発が非常に重要」という指摘があった。現在、ビエンチャン

に拠点を構える製造業は、多くがタイの港（レムチャバン港、バンコク港）を利用しており、その輸送にかかる時間とコストがラオスへの投資のボトルネックとなっている。ブンアン港が開発されれば、ビエンチャンからの距離は約 500 キロと短くなり、特に在ビエンチャン企業にとっては輸送効率が高まる。2010 年にベトナムとラオスによる合弁会社が設立され、同港の開発に当たっている（JETRO (2012): メコンビジネス・ニーズ調査）。

- 第3 メコン友好橋を経由したルートにおける3 国間輸送（バンコク-ハノイ間）調査タイ・ナコンパノム県～ラオス・カムムアン県タケク間に開通した「第3 メコン友好橋」を経由したルート（以下、新規ルート）とタイ・バンコク～ベトナム・ハノイ間（既存ルート）の3 国間輸送調査を実施した。新規・既存ルートのいずれも、ラオス・ベトナムでのハード、ソフトインフラの未整備が課題となった。新規ルートではトランジット通関制度の適用や税関職員の人材育成、既存ルートとの共通事項では、道路補修・街灯設置等のインフラ整備、国境通関におけるワンストップサービスの促進、税関の開庁時間延長等による制度・運用面での整備等が課題として挙げられる（JETRO (2012): 第3 メコン有効橋を経由したルートにおける3 国間輸送調査）。

※ 上記の通り、「ラオス-ベトナム間の道路インフラは極めて脆弱であり、輸送は可能であるが商用レベルでない」と推察される。

## (2) 通関手続き

実際に、現地調査においてタイ及びベトナム、日本への輸出品の陸路輸送を取り扱っている物流会社4社（Lao Freight Forwarder 社、HHL 社、VTS 社、Asiatrans 社）にヒアリング調査した。

- 「日本に輸出する場合はタイルートとベトナムルートで（通関手続きを含め）輸送時間はトータルでは大きな差がないとする」のが、輸送する側の認識である。
- 「むしろ、通関手続きによって国境越えに時間がかかるベトナムルートのリスクよりも、タイルートは、一部電子手続き化が進んでおり、税関職員とトラック運転手のやりとりの言語の障害が少なく、一般的に手続きがスムーズで計画的配送が可能な輸送ルートである」として、タイルートを推奨された。
- 加えて、「タケクから国道13号で南下し、サバナケットから第2国境橋（第2友好橋）でタイ国境越えし、東西経済回廊（国道9号線）を経てバンコクから日本へ輸出するタイルートの方が、地理的には遠回りをするルートとなるが、日本着の輸送時間ではベトナムルートとほぼ同じかそれより短時間で運べる可能性があり、コスト的にもほとんど差がない」との説明を受けた。

※ したがって、「現時点での日本への輸送ルート計画は、タイ国境越えルートを選定するものとし、通関手続きの手間や所要時間の輸送時間や物流コストに跳ねかえるリスクのあるベトナム国境越えルートを経て日本へ輸出するルートは現実的ではない」と判断した。

## 1.8. 社会・文化的側面（対象事業の文化的受容性や社会的影響等）

### 1.8.1 ラオス人を含めた多様な労働人材

#### (1) ラオス人の労働意欲と気質

本事業では、ラオスの地方・農村の出身者やBOP層の雇用、雇用機会の提供が想定される。

その前提として、ラオスの国民性や気質、労働に関する概念や労働意欲について把握しておく必要あり、現地調査でのヒアリング等を行ったところ、以下の事項のような特徴があることがわかった。

- フランスがインドシナ3カ国の気質を統治時代のことわざ「稲を植えるのがベトナム人、稲を育つのを眺めるのがカンボジア人、そして稲を育つ音を聞いているのがラオス人」があり（現地調査時のラオス人からも実際にことわざがあると確認した）、ラオス人の気質、労働意欲を表している。
- 実際に、現地調査において人材支援会社（Sinxai Employment Service Co., Ltd）、ラオス日本センター、通訳（JICA 業務を多数経験、日本留学経験あり）等のヒアリングで、次のような労働意欲、気質についてコメントが得られた。
- 労働意欲や企業や工場に就職して安定的に収入を得るということが一般的でないという側面をもちながら、農業収入のみでは不安定なため、現金収入を得たいニーズもあり、ビエンチャンやタイ国境地域の県への出稼ぎがみられる。
- 特に、鈴木(2008)、JICA（2010）によると、タイ国境地域への出稼ぎは、タイへの国道13号線南沿い、さらにタイ国境を挟むメコン川沿岸の地域で多い傾向にあり、言語や習慣等が近いことや地理的アクセスの良さを理由として挙げている。タイへの出稼ぎが、メコン川流域の中南部地域で多い実態については、前述の人材支援会社からも同様のコメントが得られた。

また、ラオス日本センターおよびラオス日本商工会議所でのヒアリングでは、

- カムアン県、ポリカムサイ県、サワナケート県などの国道13号線沿いの農村集落の住民が、タイ国境地域への出稼ぎに出る実態や当該地域で最低賃金以下の低賃金で雇用されている事例があることが確認できた。
- 本事業がタケク周辺（カムアン県）に工場を操業する場合、就労ニーズがあるかという点に関しては、タイやビエンチャンへの出稼ぎに出る必要がなく、安定的な雇用と最低賃金以上の賃金が得られる労働条件であれば、地方で働きたい農村世帯住民にとってニーズがあるだろう。
- さらに、仮に少ない雇用人数であっても、地方で安定して働ける工場の事例として、ラオスにとってもグッドプラクティスになるだろう、とのコメントを得た。

※ 以上から、事業実施時の人材調達では、こうした国民性や労働意欲を理解したうえで、雇用の仕方、役割や責任分担、3交代制時や農業繁忙期等の労働環境について工夫することになる。

## (2) 外国人・少数民族の地方流入

ラオスの地政学的要因から、ラオス国内には周辺国の国境地域からの出稼ぎ労働者、また高地の孤立した地方地域からの流入が社会現象として起こっている。

- ラオス国内にはタイ、ベトナム、カンボジア、ミャンマー、中国といった周辺諸国からの外国人の出稼ぎ労働者がビエンチャンやカムアン県のタケクやポリカムサイ県などに流入し、様々な製造工場、サービス業等で働いている。ラオス日本商工会議所と人材支援会社でヒアリングや実際のビエンチャンや当該地域での現地調査中にその実態を確認することができた。
- ラオスには少数民族が70種程度存在するといわれているが、ラオス日本商工会議所によると、モン族が、現金収入を得るために働き機会を求めて、首都ビエンチャン、さらに南下したポリカムサイ県の国道13号線沿いに流入している現象がみられる。同、モン族は平均的なラオス人に比べて労働意欲が高く、難しい作業や夜間労働でも働く意欲があるなど、雇用対象の選択肢の一つになるだろうとの助言を得られた。
- 尚、本事業のバイオコークス製造工場は3交代制による操業体制とすることを想定している。
- そのため、地方での一定水準の仕事ができる能力の人材を確保し、かつ賃金水準や農業との両立と

いった地方の農村世帯ならではのニーズにも応えながら、離職率を抑えて長期に渡っての雇用を定着させることは重要な事業課題になると考えている。

- したがって、カムアン県やボリカムサイ県の国道沿線の農村集落から通える人材を確保することが大前提になるであろう。そのことにより当該地域の雇用機会の提供に寄与することも考えている。
  - 他方で、ラオス人が得意としない機械操作や集計や帳簿管理等の作業や、管理や指導等といったリーダー格の役割、避けたがる夜間作業などの受け皿となる人材確保が容易でないことが予想される。
  - このため、特定の能力作業を必要とする職種（マネージャーや技術者）は必要なトレーニングを行う必要がある。また、夜間作業者と昼間作業者間とで給与や待遇（休日やローテーション等）の改善を行う等して、労働災害の防止や労働意欲の向上を図る必要があると考える。
  - 本事業では、原則ラオス人を優先して雇用する方針である。加えて必要とされるトレーニング等を行う方針である。
  - 一方で、十分に労働者が確保できない場合は外国人の雇用も視野に入れなければならない。実際、製材業者へのヒアリングにて、製材工場で雇用している作業員の多くがベトナム人であった。
- ※このため、労働者の雇用にあたっては現地の雇用環境、労働法、並びに現地労働行政当局と協議しながら、労働力の確保を図る予定である。

## 第2編 事業計画

### 2.1 事業サイトの調査

事業サイトは、通年を通じて原料が調達可能なサイトでなければならない。この点で、製材業者が集中するボリカムサイ県パクサン地域とカムアン県タケク地域は有力な事業候補である。また、LPFLが植林事業を展開しているエリアでもある。

このため、前述の第1編 1.6.4において調査した製材業者の内、下記の製材業者について、製材オガ粉の発生量、機械設備、土地スペース等について、あらためて調査を行った。(第7回及び第8回現地調査にて)。

- 製材工場の中には原木の供給がなく操業していない工場等があり、バイオコークスの原料調達時には製材工場の将来的な原木獲得力能力を計る必要がある。即ち、地方MAFが各製材工場への原木割当量を決定するため、地方MAFと強いコネクションをもっている製材工場を、本ビジネスのパートナー候補とすることが重要であると思われる。
- オガ粉の相場は2tトラックあたり50,000Kip前後(US\$3.13/トン)であるが、大規模工場では多くのオガ粉は販売されずに放置されているケースが目立った。また、業者Hでは木材乾燥ボイラーにオガ粉を使用しているケースもあったが、発生量の1%未満の使用率のため原料調達の観点から見るときに影響は少ない。製材端材は、木炭の原料としてオガ粉よりも高い金額で製炭業者により買い取りされていた。
- 本調査の中ではカムアン県の業者Hが最大であり、日産60tのオガ粉が発生している。また、製材前の原木も多数保有しているため、今回調査した原料調達先候補の中では唯一単独での原料調達が可能な製材工場であった。
- ボリカムサイ県パクサン地域の製材業者は周囲10km県内に集中しており、バイオコークスの製造拠点を設ければ、周辺の小規模製材業者を含め、日50トン～60トン程度は調達可能であるとのコメントが多かった。

表 14 ボリカムサイ県パクサン地域とカムアン県タケク地域における製材オガ粉発生量

(Unit: t / day)

Province	Bolikhambay				Khammouane
	A	B	C	D	H
Saw mill					
Saw dust	7.0 t/ day	2.5 t/ day	7.0 t/ day	7.5 t/ day	60.0 t/ day

※ 上記の結果より、「事業候補地は、ボリカムサイ県パクサン地域及びカムアン県タケク地域の2箇所」が最有力候補である。また、どの製材業者も製材オガ粉の処分には困っており、本事業モデル及びバイオコークスに関し、強い興味を示している。

### 2.2 ニーズ調査

前述の通り。本事業に関わる①市場側、②原料側、並びに③政策側のニーズについて、詳述してきた。以下に、ポイントを再掲する。

### 2.2.1 市場側のニーズ

- ラオスには、石炭コークスを使用する業種はなかった。タイ、日本、並びに韓国等は、調達している石炭コークスの価格や数量は共に中国産石炭コークスに依存している。
- 木炭は、調理用熱源の主体である。ビエンチャンの調達価格は、高値で推移している。
- 上記、石炭コークス及び木炭に対し、品質及び価格において代替可能な製品が提供されるならば、市場に受け入れられる可能性がある。

### 2.2.2 原料側のニーズ

- 数量及び価格の面において、調達可能な原料は製材オガ粉やバーク等の製材廃棄物である。これらは発生量に対して引き取り先や取引量が極めて少なく少量であるため、大量に廃棄されている。
- 農家は、稲作を主体とする生業を行っており、稲作以外にもキャッサバ、野菜、ゴム等多種多様な栽培戦略を取っている。従来、販売市場のなかった植林木伐採残渣や小径木等の原料買い取りの市場ができれば、農家の栽培戦略の一つとして、本事業の原料調達システムに参加することが可能となる。
- 実際に、本事業がスタートし原料を買い取る市場ができれば、LPFL や LPFL の農家植林地等で発生する伐採残渣を原料として本事業者に販売することが可能となる。

### 2.2.3 政策側のニーズ

これまでの面談により、政府側のニーズは以下に集約される。

- バイオコークスと言う新しい技術の導入と、同事業を通じた地方への投資の促進、
- 先進国へバイオマス由来の再生可能エネルギーの輸出、再生可能エネルギー戦略の促進
- 製材オガ粉等の産業廃棄物の削減と、これら原料に石炭コークス及び木炭等の代替品への転換
- 農家への原料販売市場の提供、同市場へのアクセスを通じた農家所得の改善、

### 2.2.4 製品開発計画

本事業モデルでは、前述の市場側ニーズ、原料調達側のニーズ、並びに政策側のニーズを考慮し、

- 製品は、バイオコークスとブリケット炭の2種類とし、
  - ① バイオコークスは、日本及びタイの石炭コークスユーザー向けとし、
  - ② ブリケット炭は、当面、ビエンチャンの一般世帯やレストラン向けとすることを想定した。
- 原料は、現在、安定した調達が望める「製材オガ粉と周辺の小規模製材業者の製材端材や農家等からの小径木や植林木伐採残渣」を想定する。さらに、将来の原料として、「アカシア・バイオマス植林やネピアグラス・バイオマス栽培、あるいは Mai-tiew 植林由来の原料」も想定する。
- 前述の「ラオス産バイオマス分析レポート（結果）」により、“これらはバイオコークスの原料とし

て適している”との結果を得ている。

- 今後は、これらの調達量にあわせて、製造プラントの改善（粉砕能力や乾燥能力）や原料調達システムの改善を図りながら、市場にニーズに合わせた製品及び製造技術の改善を行うことを想定している。

## 2.3 目標販売価格の設定

バイオコークス及びブリケット炭は、①対象品と同等の品質を持ち、②販売価格は同額、若しくはそれ以下、③販売価格は製造費や輸送費等のコスト、並びに利益を加味し、目標販売価格を設定した。

### (1) バイオコークスの目標販売価格

- 石炭コークスは、厳格に品質管理された工業製品であり、その性状や発熱量は比較的安定している。このため、バイオコークスの販売価格は対象とする石炭コークスと熱量等価でなければ、価格競争力は望めない。一方、各種バイオマス原料を用いた井田等の分析によれば、バイオコークスの発熱量は石炭コークスより低く、その範囲は凡そ 4,302kcal/kg～5,497 kcal/kg（18M～23MJ/kg）とされている。
- 本事業モデルでは、バイオコークスの標準発熱量を 4,500kcal/kg（暫定値）とし、前述の 1.5.1 に記載した中国産石炭コークスの輸入 CIF 価格に対する日本及びタイ向けの目標販売価格（CIF ベース）を、下表に設定した。

表 15 日本及びタイの石炭コークスに対するバイオコークスの目標販売価格

対象市場		日本向け	タイ向け	(韓国)	(台湾)
バイオコークス	標準熱量 (kcal/kg)	4,500.0	4,500.0	4,500.0	4,500.0
	目標販売価格(CIFベース) (US\$/t)	327.1	365.4	274.7	292.6
中国産石炭コークス	標準熱量 (kcal/kg)	7,026.0	7,026.0	7,026.0	7,026.0
	輸入CIF価格 (US\$/t)	510.7	570.5	428.9	456.9

石炭コークス標準発熱量：経済産業省資源エネルギー庁(平成19年5月)：「2005年度以降適用する標準発熱量の検討結果と改訂値について」、韓国及び台湾は、参考価格。

### (2) ブリケット炭の目標販売価格

- 木炭の熱量は製炭方法によって異なり、凡そ 6,500kcal～7,500kcal/kg である。ラオス国内で流通している木炭の熱量を 7,086kcal/kg（暫定値）とし仮定した。ブリケット炭の価格は熱量等価であれば、US\$ 292.5/トンである。しかしながら、前述の「表9 ブリケット及びブリケット炭のモニター結果」では、“品質は良いが、販売価格は安い方がよい”とのコメントが多かった。
- このため、熱量等価価格の 8 掛けとし、目標販売価格を US\$ 234/トンに設定した。

表 16 ビエンチャンの木炭に対するブリケット炭の目標販売価格

対象市場 (ビエンチャン)		ブリケット炭
ブリケット炭	標準熱量 (kcal/kg)	7,086.0
	目標販売価格(調整額) (US\$/t)	234.0
木炭	市場価格 (US\$/t)	292.5
	標準熱量 (kcal/kg)	7,086.0

参考; ウッドペレット 3,800~4,500kcal, 木質チップ 2,100kcal

## 2.4 原材料・資機材の調達計画

### 2.4.1 原料調達システム(案)

- 年間バイオコークス 3,000 トン (操業 300 日)、ブリケット炭を 60 トン生産する場合、原料は水分量 40%ベースで、年間 5,100 トン必要である。
- 本事業では、既存の製材業者との JV を想定している。このため、JV パートナーより、年間 3,000 トン (10 トン/日) を内部調達する。
- 周辺の小規模な製材業者や農家より製材端材やオガ粉、小径木等を、年間 2,100 トン (7 トン/日) を調達することを想定している。以下に、その原料調達システムを、詳述する。

- ① 製造工場に、比較的近い小規模製材業者や農家は工場に直接搬入する。  
搬入量は、日 5 トン、年 1,500 トンを想定。
- ② 遠方の農家は、工場が小型破砕機を設置した精米所に原料を搬入し、原料を精米所に販売する。日 2.0 トン、年 600 トンを想定。
- ③ 工場は定期的に精米所から原料を回収する。
- ④ さらに、外部調達した“製材端材、バーク、小径木”は、固定式破砕機で 2 次粉砕する。  
粉砕物は、さらにオガ粉製造機で、オガ粉状にする。
- ⑤ 一方、JV パートナーより製材オガ粉を内部調達する。年間 3,000 トンを想定。
- ⑥ 製材オガ粉を、キルン式乾燥ドライヤーで、水分率 10%に調整する。
- ⑦ 反応機で、バイオコークスを製造。年 3,000 トン (11 トン/日) を想定。
- ⑧ 成形機で、ブリケットを成形する。年 300 トン (10 トン/日) を想定。
- ⑨ 製炭炉で、ブリケット炭を年間 60 トン (0.18 トン/日)、生産する。  
なお、ブリケットは炭化により重量が減少する (1.0 トン→0.18 トン/日)。

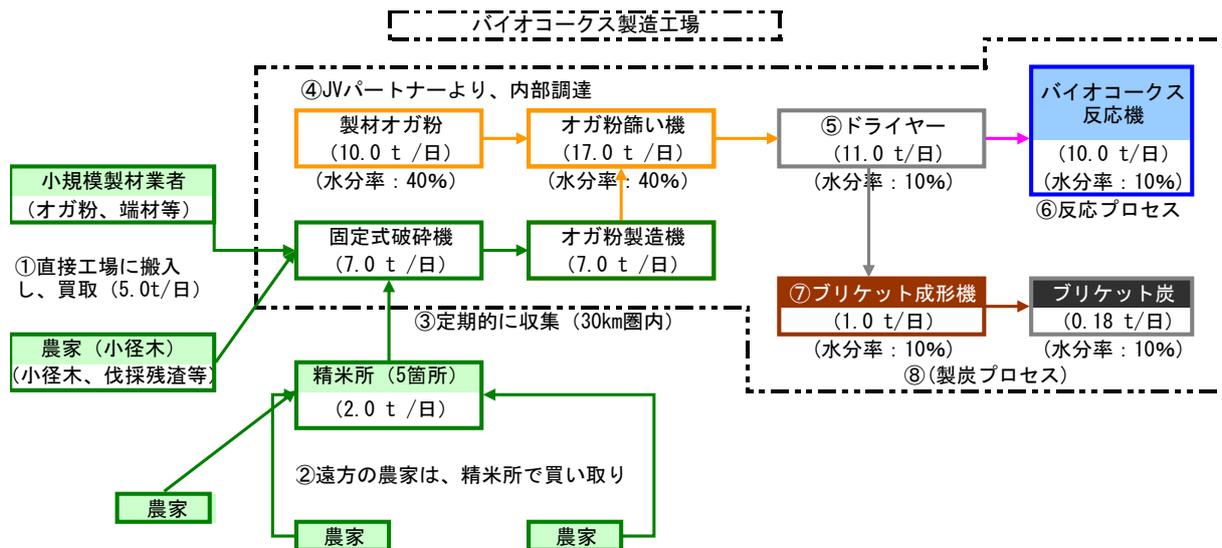


図 8 原料調達システムと主要な製造プロセス

- 製材工場の製材端材やオガ粉等は、通年で発生するため、原料調達は比較的安定した調達計画がたてられる。
- しかしながら、農家より調達する原料は原則、乾季に限られるため、調達量に応じて製材工場からの調達量を調整し、年間を通じ安定した調達計画を目指す。

※外部調達の原料は、原料買い取り時の価格設定の透明性を担保するために、重量ベースでの取引となる。特に、農民へは価格の根拠を明らかにする等の配慮が必要である。

#### 2.4.2 原料調達システム(案)の実現性と買取価格の妥当性

- 原料の買い取り価格は、農民が Mai-tiew を伐採し道路渡しで木炭業者に販売している価格 100,000kip/m<sup>3</sup>~150,000kip/m<sup>3</sup> (約 US\$ 5.0~7.5/トン) を参考に、123,488kip/m<sup>3</sup> (US\$ 6.19/トン) と設定した。尚、現在、製材オガ粉は無償で取り引きされている。
  - 原料収集費は、製造工場がトラックを手配し周囲 30km 圏内より収集することを前提。車両減価償却費、ドライバー人件費、燃料費他を含め、US\$4.60/トンと設定した。
  - 一般に、原料買い取り価格は、工場側の原料調達計画に対し、需要と供給のバランスによって異なる。即ち、外部の小規模製材業者や農家等の供給量が長期に一定量の供給量が見込まれるか、1回当りの供給量が少量か大量かによって、原料の買い取り価格や原料収集コストは異なる。
- ※ 第 11 回現地調査にて、上記の原料調達システムの実現性と買い取り価格の妥当性について、パクサンの製材業者 A と C、同地区の Nasomemore 村の村長にヒアリングを行った。

- **製材業者 A**：1 社では無理だが、周辺の製材業者を集めれば、日 50 トン～70 トンは集まるだろう。特に、製材オガ粉は希望者に無償で引き取ってもらっているが、それでも処分に困っている。これが売れるという事になれば、非常にありがたい話だ。JV のビジネスパートナーになりたい。それが無理ならば、組合やグループを作って、JV と一緒にやることはできないのか？
- **製材業者 C**：原料買い取りは重量ベースで価格を設定するのが良い。原料調達は十分に可能だろう。韓国人がこの周辺の木炭原木を探しにきている。しかし、Mai-tiew はあまり多くない。一方で、周辺の農家も Mai-tiew ではないが、たくさんの木を持っている。これらも原料になるならば、大変よい事だ。是非、協力したい。
- **Nasomemore 村の村長**：村の人間は、大抵、耕運機を持っているから直接工場に運ぶこともできるし、遠方のため工場まで運べない人が精米所までは持っていけることは、非常に良いシステムだ。過去に、村の共有林の Mai-tiew を木炭原木として売ったことがあり、価格は良く解る。アクセプタブルだ。大きい木は家具材に売れるだろうし、小さい木は木炭にも売れる。それよりも小さい木がこの事業に売れることは大変いいことだ。事業が始まれば、ここら周辺の村人が原料を売りに行くだろうから、原料調達システムはフィージブルだ。

※ 上記の通り、「原料調達システム(案)は現実的であり、価格は妥当な価格設定である」と判断された。

### 2.4.3 製造設備の調達計画

#### (1) 製造諸条件

- 事業期間： 20 年。
- 工場予定地： ボリカムサイ県パクサン地域、若しくはカムアン県タケク地域の製材工場
- 操業条件： 3 シフト/24 時間操業、25 日/月、300 日/年
- 製品種： 日本向けとタイ向けのバイオコークスと、ビエンチャン向けブリケット炭
- 年間生産量： バイオコークス 3,000 トン/年、ブリケット炭 60 トン/年
- 原料調達量： 合計 5,100 トン/年。製材オガ粉ベースで、水分率 40% で計算。  
内訳は、内部調達(製材オガ粉)； 3,000 トン/年。  
外部調達(製材端材、小径木等)； 2,100 トン/年

(2) 生産量と必要原料

表 17 製造諸条件

Name		バイオコークス	ブリケット炭	備考
生産能力	(t/日)	10.0	0.2	ブリケットベースで、1.0t/日
年間生産量	(t/年)	3,000.0	60.0	ブリケットベースで、300.0t/日

4) 原料調達		製材オガ粉、製材端材、小径木等		
原料調達先		内部調達	外部調達	備考
原料種		製材オガ粉	小径木等	別途、乾燥用ボイラー熱源として、約3.0t/日必要。
調達量	(t/日)	10.0	7.0	
	(t/年)	3,000.0	2,100.0	
みかけ比重	(m <sup>3</sup> /t)	0.1	0.4	
調達価格	(kip/m <sup>3</sup> )	0.0	123,487.5	木炭原木買取（道路渡し）価格に基づく
	(US\$/t)	0.00	6.19	

為替=7,975 kip/ US\$

(3) 工場レイアウト(案)



図 9 工場レイアウト(案)

#### (4) 製造設備及び建屋リスト

製造プロセスにおける各設備機器のリスト及び調達予定先を、下表に示す。

表 18 製造設備及び建屋リスト

設備名 (* : 共用設備)	設備能力	調達予定
バイオコークス反応機	能力 : 500kg/24hr/セット (20セット)	日本
ブリケット成形機	能力 : 100kg/hr × 10hr (1セット)	タイ
製炭炉一式	キルン10m <sup>3</sup> 、消火用鉄箱、専用台車3等 (3セット)	タイ
*小型粉碎機 (精米所設置)	能力 : 100kg/hr/セット。精米所5箇所。 (5セット)	タイ
*固定式粉碎機	能力 : 3,000kg/hr (1セット)	タイ
*オガ粉製造機	能力 : 3,000kg/hr (1セット)	タイ
*オガ粉篩い機	能力 : 1,000kg/hr (1セット)	タイ
*乾燥機	能力 : 1,000kg/hr (1セット)	タイ
*コンベヤー・制御盤等一式	粉碎物運搬用、製品搬出用他	タイ
*キュービクル、重機等一式	受電設備、フォークリフト他	タイ
*原料貯蔵ヤード	面積 : 250m <sup>2</sup> 、コンクリ厚150mm、屋根なし。	ラオス
*粉碎原料貯蔵ヤード	面積 : 1,200m <sup>2</sup> 、コンクリ厚150mm、屋根付き、側壁なし	ラオス
*製造・製品保管建屋等	面積 : 3,300m <sup>2</sup> 、コンクリ厚150mm、屋根付き、側壁あり	ラオス

## 2.5 生産、流通、販売計画

### 2.5.1 販売計画、製造計画、原料調達計画

- 通常、石炭コークスの発注は半年前、あるいはスポット契約でも3ヵ月前の発注が商流である。このため、販売及び製造計画は、前年度、少なくとも半年前までに販売先及び販売量を確定した上で、販売計画を立案することを想定している。
- バイオコークスの年間販売量 3,000 トンは、日本の中国産石炭コークスの約 1.0%、タイの中国産石炭コークスの 9%程度である (表 5 各国の石炭コークス輸入実績参照)。両国の需要を満たす規模ではない。実際の両国向けの販売数量の割合は、市場の需要や為替動向を加味しながら、決定される。
- このため、両国向けの販売数量の割合を、日本向け 70%、タイ向け 30%と仮定した (日本向け年間 2,100 トン、タイ向け年間 900 トン)。
- 事業期間 20 年間の販売量は、(年ベースで 3,060 トン (バイオコークス 3,000 トン+ブリケット炭 60 トン) × 事業期間 20 年) - 初年度販売在庫 255 トン = 販売量合計は 60,945 トンとなる。

表 19 販売計画、製造計画、並びに原料調達計画

1. 販売及び製造計画		(単位：US\$)			
		0年目	1-10年	11-20年	合計
販売計画	バイオークス(日本)	(t/年)	20,825	21,000	41,825
	バイオークス(タイ)	(t/年)	8,925	9,000	17,925
	ブリケット炭(ラオス)	(t/年)	595	600	1,195
	(小計)	(t/年)	0	30,345	30,600
製造計画	バイオークス	(t/年)	30,000	30,000	60,000
	ブリケット炭	(t/年)	600	600	1,200
	(小計)	(t/年)	0	30,600	30,600
販売在庫(累計)		(t/年)	255	0	255
原料調達計画	内部調達	(t/年)	30,000	30,000	60,000
	外部調達	(t/年)	21,000	21,000	42,000
	(小計)	(t/年)	0	51,000	51,000

### 2.5.2 バイオークス及びブリケット炭の製造ライン

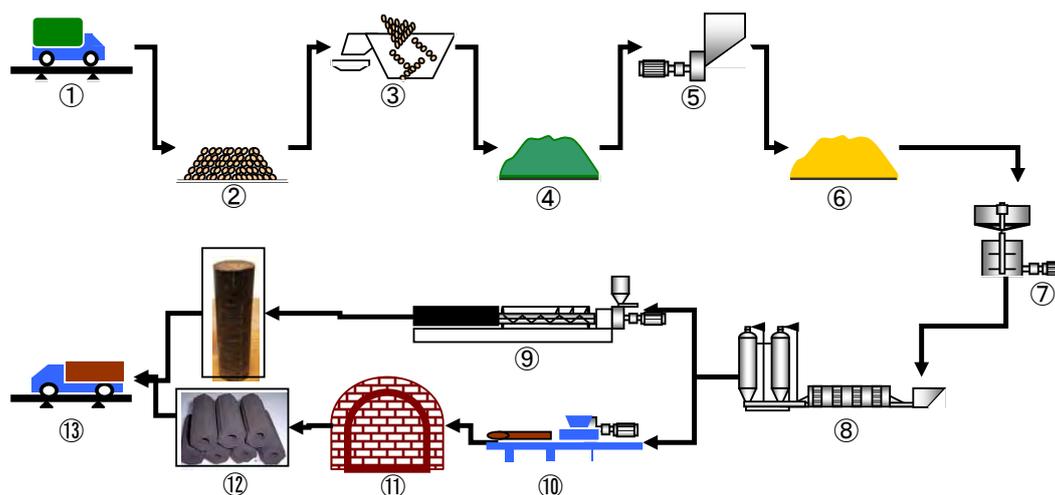


図 10 バイオークスとブリケット炭の製造ライン

- ①トラックスケール： 外部調達原料の搬入(重量ベース)
- ②原料1次ヤード
- ③固定式破碎機： 小径木、製材端材等を1次粉碎。
- ④粉碎物貯蔵ヤード：屋根付き
- ⑤オガ粉製造機
- ⑥オガ粉貯蔵ヤード
- ⑦オガ粉ふるい機
- ⑧オガ粉乾燥機：バイオマスボイラー
- ⑨バイオークス反応機
- ⑩ブリケット成形機
- ⑪製炭キルン
- ⑫バイオークス、ブリケット炭
- ⑬トラックスケール：製品搬出

### 2.5.3 製造設備一覧と減価償却費

製造設備とヤード建屋等の設備費と減価償却費を、以下に示す。

表 20 製造設備一覧と減価償却費

設備名 (*: 共用設備)	設備費 (US\$)	減価償却費			
		(US\$/yr.)	(US\$/t)	バイオコークス	ブリケット炭
バイオコークス反応機 (US\$)	996,784	142,398	47.47	47.47	
ブリケット成形機 (US\$)	11,800	1,686	28.10		28.10
製炭炉一式 (US\$)	19,800	2,829	47.14		47.14
*小型粉碎機 (精米所設置) (US\$)	10,000	1,429	0.47	0.47	0.47
*固定式粉碎機 (US\$)	25,000	3,571	1.17	1.17	1.17
*オガ粉製造機 (US\$)	32,000	4,571	1.49	1.49	1.49
*オガ粉篩い機 (US\$)	17,500	2,500	0.82	0.82	0.82
*乾燥機 (US\$)	55,218	7,888	2.58	2.58	2.58
*コンベヤー・制御盤等 (US\$)	40,000	5,714	1.87	1.87	1.87
*キュービクル、重機等 (US\$)	66,957	9,565	3.13	3.13	3.13
*原料貯蔵ヤード (US\$)	21,500	1,075	0.35	0.35	0.35
*粉碎原料貯蔵ヤード (US\$)	125,840	6,292	2.06	2.06	2.06
*製造・製品保管建屋等 (US\$)	333,740	16,687	5.45	5.45	5.45
(合計) (US\$)	1,756,139	206,205	67.39	66.84	94.61

耐用年数：原料貯蔵ヤード、粉碎物原料貯蔵ヤード、製造・製品保管建屋（製炭含む）の耐用年数は20年と想定。その他、設備の耐用年数は7年と想定。

- 設備に係る電力費と燃料費は、「表 3 投資関連コスト比較」記載のラオスの業務用電気料金と軽油の燃料費をベースに、製造 1 トンあたりに係る電力消費量及び燃料消費量から、上記の電力費と燃料費を積算した。
- 設備に係る修繕費と公課保険料は、設備投資額にそれぞれ 4.0%と 2.0%を乗じて、積算した。

※ 初年度の設備投資額は、US\$ 1,756,139（約 1.7 億円）である。

### 2.5.4 製品輸送費試算

- パクサン地域、若しくはタケク地域でバイオコークスを製造する場合、日本向けはベトナム・ブンアン港経由、若しくはタケク（第 3 友好橋）から、タイ・バンコックのクロントイ港、あるいはレムチャバン港まで陸送し、その後海上輸となる。なお、この場合の荷姿はフレコンバック（容量約 1 トン）に収納し、20ft コンテナ（18 トン積載）で輸送することを想定している。
- タイ向けのバイオコークス輸出は、フレコンバックに収納し、トラック（天蓋なし、18 トン積載）で陸送することを想定している。
- ブリケット炭は、現地で一般に使用されている袋（20kg～30kg/袋）に収納し、トラック 36 トン積載で陸送することを想定している。
- 上記想定に基づき、ラオス国内の物流業者に加え、タイ側の物流業者にも同一条件での輸送費の見積りを依頼した。加えて、タケクの小規模なトラック陸送業者や製材業者等へのヒアリングもあわせて行った。

- 陸上及び海上輸送費の見積り及びヒアリング結果を、下表に示す。尚、収集した既知情報も、参考までに、表中に記載した。

表 21 陸上輸送費及び海上輸送費の見積額

積地～(経由地)～揚地	コンテナ陸送 (18 t)	トラック陸送		海上輸送費 (諸掛含む)	備考
		(18 t)	(36 t)		
タケク - (ハイフォン) - 横浜	97.22			91.67	ラオス輸送業者A見積：40 f t コンテナ使用
タケク - (レムチャバン) - 横浜	97.22			48.89	ラオス輸送業者B見積：20 f t コンテナ使用
タケク - (ブンアン) - 横浜	97.22			48.89	ラオス輸送業者B見積：20 f t コンテナ使用
ビエンチャン - タケク			16.86		ラオス/トラック業者聞き取り
ビエンチャン - パクサン			8.43		ラオス/トラック業者聞き取り
タケク - ブンアン/ベトナム		55.56			ラオス製材業者聞き取り
Nakhon(タケク) - バンコック	72.97	131.35*			タイ側日系業者見積り；20ft、トラック10トン車
レムチャバン/タイ - 名古屋				58.63	同上：海上輸送費600\$/20ft、諸掛等含む
(参考)					
ビエンチャン - (クロントイ) - 横浜	72.86			50.00	JETRO(2013)：40 f t コンテナ
ビエンチャン - バンコック	119.44	66.67			JICA(2012)：20ft常温コンテナ、トラック12～15トン
ビエンチャン - ハイフォン	61.11				JICA(2012)：20ft常温コンテナ、トラック12～15トン
タケク - バンコック	136.11	81.48			JICA(2012)：20ft常温コンテナ、トラック12～15トン
タケク - ハイフォン		81.48			JICA(2012)：20ft常温コンテナ、トラック12～15トン
クロントイ/タイ - 横浜				35.56	JICA(2012)：20ft常温コンテナ
レムチャバン/タイ - 横浜				41.67	JICA(2012)：20ft常温コンテナ

JICA(2012)：ラオスにおける戦略的加工食品の創出と本邦食品関連ビジネスの進出促進のための情報収集・確認調査、23p、26p。

JETRO(2013)：第23回 アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較より、抜粋。

- タケク(第3友好橋)を積み地として、①タイ経由、もしくは②ベトナム経由での陸送費を、ラオスの輸送業者(AとB)へ見積もったが、コンテナ陸送費は距離に関係なく、US\$97.2/トンと同額であった。また、二国間に渡る輸送の場合、「トラック輸送は認められず、コンテナ輸送でなければならない」とのコメントが得られた。
- 一方、タイ側の日系業者に、Nakhon(タケク第3友好橋の対岸)～バンコックまでのコンテナ陸送費を見積もった所、US\$72.9/トンであった。両者の見積差はUS\$24.0/トンと、前述の「1.7.2 陸送インフラ」記載の“通関手続きに係る費用”と推察しても、極めて高い価格差である。

タイ側日系物流業者のコメント

- ラオス～ベトナム間の情報を集めようとしたが、ラオス国内の二国間物流は登録運送会社が行っており、輸送費の積算根拠や、実際に輸送できるかどうかは、不明。
- ブンアン港への経路は、橋、道路等の重量制限により、18t車は運行できないはず。また、ブンアン港にはコンテナ設備がないから、コンテナ輸出はできないはず。
- 国境での積み替えや税関の関税システム、輸送許可等、ラオス側の物流に関し、不明な事が多く、情報も得られない。

- 海上輸送を行わない場合、通常、トラック輸送の方がコンテナ輸送より安いはずである。ラオスのトラック業者によれば、「セメント輸送の場合、タイとラオス間のトラック輸送は日常的に行っている」とのことであった。

※ タイ側の日系業者指摘通り、ラオス側の物流事情は不透明な所が多く、外部に対し開かれていない

との印象を持つ。しかしながら、事業モデルの作成のために、輸送費は下記の数値を採用する。

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• ルート： 日本向け（タケク～バンコック経由～横浜）、<br/>タイ向け（タケク～バンコック市内の石炭コークスユーザー）、</li><li>• バイオコークス輸送費： コンテナ陸送費 US\$ 97.2 /トン（タケク～バンコック）、<br/>海上輸送費 US\$ 48.9/トン（バンコック～横浜）</li><li>• ブリケット炭輸送費： トラック陸送費 US\$ 20.2 /トン（タケク～ビエンチャン）<br/>(木炭はかさ張るため、2割増し)。</li></ul> |
|--|

## 2.6 要員計画、人材育成計画

### 2.6.1 要員計画

- 価格競争力のある製品を販売するためには、機械設備に係る減価償却費や修繕費、公課保健料等、さらに人件費等の固定費の圧縮しなければならない。このため、本事業での要員計画は以下の通りとする。

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• 操業は、24時間操業とし、</li><li>• 雇用は、ラオス人及び外国人を含め、44人。</li><li>• 内訳、マネージャークラス1人、機械技術者(中間クラス)1人、単純作業員42人<br/>(内、3人は製炭作業員)</li><li>• 賃金は、法令順守を前提に、適切な賃金水準を維持する。</li></ul> |
|--|

- 雇用は、原則、地元雇用とする。しかしながら、マネージャークラス及び機械技術者が地元にはない場合は、ビエンチャンからも募集する。
- 単純作業員39人は13人を1シフトとし、8時間勤務×3シフト体制を想定。尚、夜間勤務の人件費と、昼間勤務の人件費は適正な給与格差を設ける。
- ブリケット炭の製炭作業は、炉内への原木積み方、燃焼具合、消火・取り出しのタイミング等の炭やきの経験を有している地元の炭焼人を雇用する。

### 2.6.2 人材育成計画

- マネージャー及び機械技術者は経験者を厚遇するが、特に機械技術者の不足するスキルに関しては機械設備メーカー等へ機械技術者を派遣し、技術習得のトレーニングを行う。
- 単純作業は、作業種を可能な限り単純化させ、作業マニュアルに基づく指導を行う。
- 今回導入する製炭炉は、現地の一般的な半地下式炭焼窯と異なり、炉型である。このため当初から日本の製炭技術者を招き、炉の建設、その後の製炭作業を含め、日本人製炭技術者の下でトレーニングを行うことを想定している。

- 社団法人全国燃料協会（以下、全燃）が行った技術協力は黒炭窯の設置協力だが、白炭の技術協力のきっかけになったものである。全燃は、海外技術協力の一環として、地球環境基金の助成金を得て 1997 年から 2 年間、ビエンチャン県やルアンブラパン県等で岩手式黒炭窯を設置した。支援の目的は地域住民が焼畑を止めて木炭で生計を立てられるようにすることと森林資源の有効利用であった。
- 2002 年には全燃自らの資金と国際協力機構（JICA）のラオス国森林保全・普及計画プロジェクトと合同で日本の無償資金協力で建設された造林センター内に近隣の住民 20 名を集めて炭焼窯設置研修を行った。
- 2010 年 6 月 1 日に全燃は緑の募金の助成金を得て、ビエンチャン県と合同でマイテュー林の記念植樹を行った。

### 2.6.3 人件費

本事業モデルにおける人件費を、下表に示す。

表 22 人件費積算

クラス	雇用人数	月額単価		人件費 (US\$/年)	重量ベース (US\$/ t)	製品別	
		(kip)	(US\$)			バイオコークス	ブリケット炭
マネージャー	1.00	3,281,250	411.44	4,937	1.61	1.61	1.61
中間技術者	1.00	2,689,286	337.21	4,047	1.32	1.32	1.32
スタッフ	42.00	1,057,500	5,569.28	66,831	21.84	21.84	21.84
合計	44.00	-	-	75,815	24.78	24.78	24.78

為替=7,975 kip/ US\$

JETRO (2013) : 第23回 アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較より、抜粋。

### 2.7 現地事業パートナー、企業(候補)等の情報収集・分析

- 本事業では、王子と現地製材工場との JV を想定している。このため、JV パートナーは前述の 2.1 記載の製材業者、パクサンから 1 社、若しくはタケクから 1 社を選定する。これまでの調査結果より、どの製材業者も製材オガ粉の処分に困っており、これらが新たなビジネス資源に成りうる事を理解している。さらに、JV パートナーに対し強い興味を示している。
- 尚、JV パートナーの選定に関するスケジュールは、後述の「2.14 事業実施スケジュール」において、詳述する。
- 尚、LPFL 及び LPFL の農家植林に参加している農家は、原料調達側のパートナーに位置する。

## 2.8 製造コスト積算

前述の目標販売価格に対する輸送費込みの製造原価表を、下記に示す。

- 日本向けバイオコークスの原価収支はUS\$ 12.0/トン、タイ向けUS\$ 98.1/トンと、輸送費差US\$ 48.9/トンにより原価収支はタイ向けの販売が圧倒的に良い。しかしながら、タイの市場規模は日本の約1/10であり、将来の事業リスクを考慮すれば日本とタイの双方を対象にした方が、リスクは緩和されると考える。
- ブリケット炭は、全量をビエンチャンの木炭市場に販売することを想定している。ビエンチャンの市場価格US\$ 293/トンに対し、目標販売価格をUS\$ 234/トンでも原価収支はUS\$ 21/トンを確保している。

※ 前述の「2.5 製品輸送費試算」記載の通り、ラオスーベトナム間の道路インフラや通関手続き等が改善されラオスーベトナム間の輸送費は安くなれば、日本向けバイオコークスの原価収支はさらに改善されるものと期待する。

表 23 製品及び販売先別、製造原価収支(輸送費込み)

製品名	全体平均	バイオコークス		ブリケット炭	備考	
販売先		日本向け	タイ向け	ビエンチャン		
販売量 (t/年)	3,060.00	2,100.00	900.00	60.00		
目標販売価格 (US\$/t)	336.53	327.09	365.41	234.00	日本向け：タケク-バンコック-横浜	
輸送費 (US\$/t)	129.26	146.11	97.22	20.23	タイ向け：タケク-バンコック	
固定費	人件費 (US\$/t)	24.78	24.78	24.78	24.78	ビエンチャン向け：タケク-ビエンチャン
	減価償却費 (US\$/t)	67.39	66.84	66.84	94.61	マネージャー1人、中間技術者1人、スタッフ42人 = 合計44人
	修繕費 (4.00%) (US\$/t)	22.96	22.96	22.96	22.96	
	公課保険料 (2.0%) (US\$/t)	11.48	11.48	11.48	11.48	修繕費：設備投資額×4.0%
	(小計) (US\$/t)	126.60	126.05	126.05	153.83	公課保険料：設備投資額×2.0%
変動費	原料買取費 (US\$/t)	6.19	6.19	6.19	6.19	外部調達の道路渡し価格
	原料収集費 (US\$/t)	4.60	4.60	4.60	4.60	工場から30km圏内
	電力費 (US\$/t)	19.22	19.11	19.11	24.97	業務用電気料金US\$ 0.08US\$/kWh
	燃料費 (US\$/t)	3.19	3.19	3.19	3.19	軽油US\$ 1.16US\$/L
(小計) (US\$/t)	33.21	33.10	33.10	38.97		
ロイヤリティ (US\$/t)	10.16	9.81	10.96	0.00	バイオコークス目標販売価格 × 3.0% (暫定値)	
合計 (US\$/t)	299.23	315.08	267.34	213.02		
収支 (US\$/t)	37.30	12.01	98.07	20.98		

## 2.9 事業モデル立案、事業性評価

### 2.9.1 財務諸条件

#### ① 資本金

- 資本金は、US\$ 600,000 を想定し、JVの親会社からの調達とする。日本側は王子と、JVパートナーは現地の製材業者を想定している。JVパートナーの出資条件や出資比率の具体的な条件については、今後協議を行う予定である。

#### ② 借入金

- 合弁事業の最初の資本金は総投資額の30%以上であることから、総投資額より資本金を除く資金を、JVは現地金融機関、あるいは親会社を通じて資金を調達することを想定している。

- 借入期間は、設備投資の更新期間7年以内とする。

### ③ 法人税免税期間

- 一般事業の投資優遇策の場合、「1.4.2 (1) 一般投資事業の投資優遇策（概要）」記載の第Ⅱゾーンの免税期間はレベル（奨励度）に応じて、2年、4年、6年に区分される（表2 経済特区及び特区外の税制上の恩典）。
- 尚、法人税免税期間は投資申請後の政府との協議によって確定されるため、中間値の4年と仮定した。

### ④ 有利子負債調達レート

- 長期及び短期借入に対するラオスの市中銀行調達レートは kip ベースで、年率 6.5%～11.0%である（PwC グループ調べ）。
- 実際の借入利率は、借入額や借入期間、並びに親会社の借入保証の有無によって異なることから、調達レートを 6.5%と仮定した。

### ⑤ 物価上昇率

- 事業性を評価する上において、物価上昇率は極めて重要な要因である。現在の物価上昇率は、過去 2003 年～2012 年の物価上昇率の平均は 6.99%で推移している（IMF - World Economic Outlook Databases 2013）。
- 本事業の事業期間は 20 年を想定しており、今後 20 年間の物価上昇率の予測は極めて難しく、かつ前提条件によって、事業の収益性は大きく異なることから、
  - 物価上昇率を折り込まない事業モデルを「現行モデル」とし、
  - 物価上昇率が今後 20 年間 6.0%で推移すると仮定したケースを「修正モデル①」とし、
  - 物価上昇率が今後 20 年間 7.0%で推移すると仮定したケースを「修正モデル②」と仮定した。

### ⑥ 販売価格上昇率

- バイオコークスの目標販売価格は、熱量等価で中国産石炭コークスの輸入 CIF 価格に連動することを前提としている。
- 日本の中国産石炭コークスの輸入 CIF 価格の上昇率は 2009 年～2012 年の期間、3.0%～4.0%であった（第 5 編資料集「日本の石炭コークス輸入実績（2009-2012）」を基に、筆者計算）。
- ラオスの物価上昇率の予測と同様に、今後 20 年間の中国産石炭コークスの輸入 CIF 価格の推移を予測するの極めて難しい。このため、
  - バイオコークスの販売価格上昇率を、中間値の 3.5%と仮定した。
- 尚、ブリケット炭の販売価格上昇率は、ラオスの物価上昇率に連動すると仮定した。

表 24 財務諸条件（暫定値）

	現行モデル	修正モデル①	修正モデル②	備考
事業期間 (年)	20	20	20	合併企業法に基づく
資本金 (US\$)	600,000	600,000	600,000	最低出資制限US\$ 300,000以上
必要現金 (US\$/年)	100,000	100,000	100,000	
有利子負債調達レート (%)	6.5%	6.5%	6.5%	(暫定値)
法人税PT(実行税率) (%)	24.0%	24.0%	24.0%	一般投資事業の現行通り
法人税免税期間 (Zone 2) (年)	4	4	4	(暫定値) 現行の免税期間の中間値
最小課税MT(実行税率) (%)	0.25%	0.25%	0.25%	現行通り
物価上昇率 (%)	0.0%	6.0%	7.0%	(暫定値) kipベース
販売価格上昇率 (バイオコークス) (%)	0.0%	3.5%	3.5%	(暫定値) 現行の上昇率の中間値
(ブリケット炭) (%)	0.0%	6.0%	7.0%	物価上昇率に連動

2009年～2012年の日本の中国産石炭コークスのCIF価格の上昇率：3.0%～4.0%

## 2.9.2 現行モデルの事業費、財務及び収益性分析、並びに損益計画

### ① 事業費

- 総投資額は、US\$ 1.86 M.(約 1.7 億円)。内、32%をJV親会社からの調達とする。初期投資資金の95%は製造設備への投資である。
- 尚、総投資額の68%を長期借入とした。借入期間は6年で返済可能であった。
- 当期純利益（累計）は、US\$ 3.0 M(約 2.8 億円)。

### ② 財務及び収益性分析

- 当期純利益率（累計）は15.0%。事業20年目の当期純利益率は20.3%と、21年目以降の事業の継続も可能な値であった。
- IRRは、11.9%であった。

### ③ 損益計画

- 売上高は、US\$ 20.5M（約 18 億円）。売上高に占める割合はバイオコークスが98.6%、内日本向けが66.7%、タイ向けが31.9%、ついでブリケット炭は1.4%であった。
- 売上原価は、US\$ 16.25M（約 15 億円）。製造原価に占める割合は、輸送費が48.3%、変動費と固定費の割合が48.0%であった。
- 耐用年数7年の原価償却費と借入金の返済等等で、1-10年の当期純利益はUS\$ 0.98（約 0.9 億円）であるが、減価償却費と借入金の返済が終わり、11-20年の当期純利益はUS\$ 2.09M（約 1.9 億円）となった。

※ 現行モデルでは、実現可能性はあると判断される。一方で、初期投資 US\$ 1.86M（約 1.7 億円）に対し、20年間の純利益合計 US\$ 3.0M（約 2.8 億円）と、投資案件としては魅力がやや乏しい結果となった。

- 今後、タケク-ベトナム間の道路インフラと通関手続きが改善されれば、製造原価の48%を占める輸送費（陸送費）が安くなり、収益性は改善されることを期待する。

表 25 現行モデルの事業費、財務及び収益性分析（事業期間：20年）

1. 前提条件					
法人税	(%)	24.0%		(現行通り：一般投資事業)	
免税期間	(年)	4		(現行通り)	
有利子負債調達レート	(%)	6.5%		(暫定値)	
物価上昇率	(%)	0.0%			
販売価格上昇率	(%)	0.0%		(バイオコークス)	
2. 事業費積算					
1) 総投資額			3) 初期投資資金		
増資	(US\$)	600,000	32%	設備投資額	(US\$) 1,756,139
長期借入	(US\$)	1,256,139	68%	必要現預金	(US\$) 100,000
合計	(US\$)	1,856,139		合計	(US\$) 1,856,139
2) 借入期間 (年)			6	3) 当期純利益(累計) (US\$) 3,068,116	
3. 財務及び収益性分析					
当期純利益率(累計)	(%)	15.0%	売上高営業利益率	(%)	20.8%
当期純利益率(20年目)	(%)	20.3%	売上高経常利益率	(%)	19.4%
NPV(5.0%)	(US\$)	2,300,079	IRR(5.0%)	(%)	11.9%

表 26 現行モデルの損益計画(事業期間20年)

4. 損益計画		事業期間：20年			
		1-10年	11-20年	合計	備考
売上高	(t/年)	10,212,118	10,297,934	20,510,053	売上高に占める割合
バイオコークス	(t/年)	10,072,888	10,157,534	20,230,423	98.6%
日本向け	(t/年)	6,811,638	6,868,878	13,680,516	66.7%
(販売価格平均)	(US\$/t)	327.1	327.1	327.1	
タイ向け	(t/年)	3,261,251	3,288,656	6,549,907	31.9%
(販売価格平均)	(US\$/t)	365.4	365.4	365.4	
ブリケット炭	(US\$/Y)	139,230	140,400	279,630	1.4%
(販売価格平均)	(US\$/t)	234.0	234.0	234.0	
売上原価		8,695,388	7,550,521	16,245,909	
期首棚卸資産	(US\$/年)	666,938	629,210	1,296,148	(製造原価に占める割合)
製造原価	(US\$/年)	8,758,309	7,550,521	16,308,830	(売上高に占める割合)
輸送費	(US\$/年)	3,922,510	3,955,473	7,877,983	48.3%
変動費					
原料購入・収集費	(US\$/年)	234,310	234,310	468,620	2.9%
電力費・燃料費	(US\$/年)	971,868	1,003,636	1,975,504	12.1%
固定費					
人件費	(US\$/年)	758,152	758,152	1,516,305	9.3%
減価償却費	(US\$/年)	1,515,599	240,540	1,756,139	10.8%
修繕費	(US\$/年)	702,456	702,456	1,404,911	8.6%
公課保険料	(US\$/年)	351,228	351,228	702,456	4.3%
ロイヤリティ	(US\$/年)	302,187	304,726	606,913	3.7%
期末棚卸資産	(US\$/年)	729,859	629,210	1,359,069	3.0%
営業利益	(US\$/年)	1,516,730	2,747,414	4,264,144	
支払利息 6.5%	(US\$/年)	283,534	0	283,534	返済期間6年
経常利益	(US\$/年)	1,233,196	2,747,414	3,980,609	
税引前当期利益	(US\$/年)	1,233,196	2,747,414	3,980,609	
法人税等 24%	(US\$/年)	253,114	659,379	912,493	免税期間：4年
当期純利益(累計)	(US\$/年)	980,082	2,088,034	3,068,116	

### 2.9.3 現行モデルに対する物価上昇率と販売価格上昇率の影響（修正モデル①と修正モデル②）

前記「表 24 財務諸条件（暫定値）」記載の条件に基づき、現行モデルに対し物価上昇率と販売価格上昇率を加味した修正モデルの分析を、以下に行った。

#### 「現行モデルと修正モデル①の比較」

- 修正条件：物価上昇率を 6.0%、目標販売価格上昇率を 3.5%に修正した。
- 投資額は、両モデルとも US\$ 1.8M は変わらない。
- 売上原価は、物価上昇率をおりこむことにより、電力費や燃料費、人件費が上昇し、45%増の US\$ 23.6M（約 21.7 億円）、事業収益を悪化させる要因となっている。
- しかしながら、販売価格の上昇に伴い売上高は 42%増の US\$ 29.16M（約 26.8 億円）。
- 結果、当期純利益（累計）は US\$ 4.09M（約 3.8 億円）と増加した。
- IRR も、当期純利益（累計）の増加により、2.9%増の 14.7%であった。

※ 修正モデル①は、現行モデルに対し収益性が改善され、実現可能性はあると考える。

#### 「現行モデルと修正モデル②の比較」

- 修正条件：物価上昇率を 7.0%、目標販売価格上昇率を 3.5%に修正した。
- 投資額は、両モデルとも US\$ 1.8M は変わらない。
- 売上原価が現行モデルに対し 61%増となり、営業利益、経常利益共に 30%程度悪化した。当期純利益（累計）は、US\$2.1M（約 1.9 億円）と、凡そ初期投資額並みとなり、投資案件としては魅力がないと判断される。

※ 結果、修正モデル②は収益性が低く、実現可能性はないと考える。

表 27 現行モデルに対する修正モデル①と②の事業収益性比較

		現行モデル	修正モデル①	差異 (%)		修正モデル②	差異 (%)	
前提条件	法人税 (%)	24.0%	24.0%	0.0%		24.0%	0.0%	
	免税期間 (年)	4	4	0		4	0	
	金利 (%)	6.5%	6.5%	0.0%		6.5%	0.0%	
	物価上昇率 (%)	0.0%	6.0%	6.0%		7.0%	7.0%	
	目標販売価格上昇率 (%)	0.0%	3.5%	3.5%		3.5%	3.5%	
投資額 (US\$)	1,856,139	1,856,139	0		1,856,139	0		
当期純利益率(累計) (%)	15.0%	14.0%	-0.9%		7.3%	-7.7%		
NPV (5.0%) (US\$)	2,300,079	2,894,493	594,414		1,979,538	-320,541		
IRR (5.0%) (%)	11.9%	14.7%	2.9%		11.7%	-0.1%		
売上高 (US\$)	20,510,053	29,155,838	8,645,785	42%	29,214,945	8,704,892	42%	
売上原価 (US\$)	16,245,909	23,595,627	7,349,718	45%	26,111,532	9,865,623	61%	
営業利益 (US\$)	4,264,144	5,560,210	1,296,067	30%	3,103,413	-1,160,731	-27%	
経常利益 (US\$)	3,980,609	5,294,805	1,314,195	33%	2,835,612	-1,144,998	-29%	
税引前当期利益 (US\$)	3,980,609	5,294,805	1,314,195	33%	2,835,612	-1,144,998	-29%	
当期純利益 (累計) (US\$)	3,068,116	4,093,025	1,024,909	33%	2,118,226	-949,890	-31%	

- 上記の通り、物価上昇率と目標販売価格上昇率の変動は事業性を大幅に左右する要因である。
- 一方で、本事業は、石炭コークスをバイオコークスに代替することにより、石炭コークス由来の CO2 の排出を削減することから、前述の「1.3.1 再生可能エネルギー戦略」の投資優遇策が適用さ

れる可能性もある。同戦略では投資優遇策のひとつとして、法人税の税率を 10%、15%、20%と区分しているが、具体的な事業規模や地域、投資規模、法人税免税期間等は示されていない。

- 今後、一般投資事業の投資優遇策に加え、上記の再生可能エネルギー戦略の投資優遇策の適応の範囲、条件等を協議しなければならない。
- 一般投資事業を所管する商工省 MOIC の投資計画局 DPC 局長と面談し、以下のコメントを得た。

#### 第 11 回現地調査にて、ヒアリング

(事業モデルについて)

- まさに、ラオスに適した事業モデルである。ラオスは農業国であり、森林をはじめ多くのバイオマス資源を持っている。一方、我々は、韓国、日本やタイから、車やバイクを輸入し、化石燃料を使うのみであった。この事業がはじまれば、先進国に新しいエネルギーを売ることが可能になり、また先進国の化石燃料を減らすことになる。全く、新しいビジネスモデルであり、大変おもしろい。

(投資優遇策の可能性について)

- SEZ は担当が違うのでわからない。ただ、一般投資案件として、投資優遇条件は交渉の可能性はある。まずはプロポーザルを出して欲しい。中央及び地方の関係機関を交え、協議する。個人的な意見だが、一般投資案件でも、この案件は最大の優遇策を受けられる可能性があると思う。

(投資額 1.8M 規模の投資案件について、)

- 投資額の少なさは全く問題にならない。これまで、鉱山開発や電力開発案件等の大型の案件はあったが、一方で環境や人権問題等も生じることもある。
- 投資額が少ないということは、他の地域に展開できることを示している。ラオス北部や南部にも製材工場はもちろん、他のバイオマスもある。こうした地域に展開できることは、多くの BOP 層も本案件に参加することができると思う。

(二国間オフセット・クレジット制度 (JCM) について)

- 我が国にも再生可能エネルギー戦略はあるが、実際に動いている案件は殆どない。この案件は我が国の再生可能エネルギー戦略にマッチしており、日本側の JCM 制度と一緒に協議できればよい。

## 2.10 事業のリスク分析

前記にて、事業リスクのひとつが上述の物価上昇率であることは、詳述した。

それ以外の主要な事業リスクとして、以下が想定される。

- 石炭コークスや木炭の市場縮小に伴うリスク、
- 製材廃棄物調達量の減少に伴うリスク、
- 法規制関連リスク (法人税率、法人税免税期間等の適用)、

- 資金調達関連リスク（借入金調達、借入金の金利、出資パートナーの選定等）

#### (1) 石炭コークスや木炭の市場縮小によるリスク

- 石炭コークスユーザーが、将来、電気炉への転換や廃業によって、石炭コークスの消費量が減り、結果、バイオコークスの販売量が減少するリスクも想定される。
- また、ビエンチャンの一般世帯が木炭から LP ガスに転換することで木炭の消費量が減り、結果、ブリケット炭の販売量が減少するリスクも想定される。

#### ① タイ、石炭コークスの市場縮小

- 日本の石炭コークスの生産量は製鉄業及び非製鉄業とあわせて、2003年～2008年年間、38百万トンの規模で推移している（（社）日本エネルギー学会編：コークス・ノート(2010)、5頁）。このため、日本の石炭コークスの市場規模が、今後、急速に縮小されることは想定されない。
- 一方、タイの石炭コークスの使用量は年間約17万トン、全量を輸入石炭コークスに依存している。また、電力費や人件費の高騰、さらには煙等の環境問題において、電気炉への転換が進みつつある（1.5.1「石炭コークスの市場」参照）。
- 両国向けの販売数量は、実際の市場の動向（中国産石炭コークスのCIF価格や為替の推移や需要等）をみながら決定される。本事業の販売計画では、仮の値として、年間生産量3,000トンの内、日本向けに年間2,100トン、タイ向けに年間900トン（全体の30%）を販売することを想定した（表19販売計画、製造計画、並びに原料調達計画）。
- そこで事業開始11年目以降、タイ向けの販売量を仮に年間300トン（全体の10%）に変更した場合のリスク分析の結果を、下表に示す。

表 28 タイの石炭コークスの市場縮小によるリスク分析

		修正モデル①	(分析結果)	備考
バイオコークス販売量	日本向け (t)	41,825	47,825	比率30%→10%
	タイ向け (t)	17,925	11,925	
	合計 (t)	59,750	59,750	
前提条件	法人税 (%)	24.0%	24.0%	
	免税期間 (年)	4	4	
	金利 (%)	6.5%	6.5%	
	物価上昇率 (%)	6.0%	6.0%	
	目標販売価格上昇率 (%)	3.5%	3.5%	
投資額 (US\$)	1,856,139	1,856,139		
当期純利益率(累計) (%)	14.0%	12.5%	▲1.6%減	
NPV (5.0%) (US\$)	2,894,493	2,660,936		
IRR (5.0%) (%)	14.7%	14.1%	▲0.6%減	
売上高 (US\$)	29,155,838	28,775,392	▲1.3%減	
売上原価 (US\$)	23,595,627	23,875,213	1.2%増	
営業利益 (US\$)	5,560,210	4,900,178		
経常利益 (US\$)	5,294,805	4,634,773		
税引前当期利益 (US\$)	5,294,805	4,634,773		
当期純利益(累計) (US\$)	4,093,025	3,591,401	▲12.3%減	

- 修正モデル①の IRR 及び当期純利益率は若干悪化するが、事業の実現性に影響を及ぼすほどではない。また、第1編 1.51「石炭コークスの市場」に記載の通り、韓国や台湾も中国産石炭コークスを輸入しており、タイの石炭コークスの市場の縮小によるリスクは小さいと判断される。

## ② ビエンチャンの木炭市場の縮小

- 将来、ビエンチャンにおいて LP ガスの普及が進み、調理用熱源が木炭から LP ガスに転換する可能性はある。一方で、木炭自体は安価であり、調達容易であることから、市場から消えることはないと推察する。
- ブリケット炭の売上高に占める割合は、現行モデル及び修正モデルにおいても 2.0%未満であることから、同リスクは小さいと判断される。

### (2) 製材廃棄物調達量の減少に伴うリスク

- 前述の「1.6.4 製材工場の製材廃棄物の可能性」に記載の通り、政府の伐採計画の変更や終了に伴い、原料となる製材廃棄物は将来減少する可能性がある。
- 原料調達計画では、年間 3,000 トンのバイオコークスと 60 トンのブリケット炭を製造するためには、年間 5,100 トンの原料が必要である。内、3,000 トンを製材工場より内部調達で、2,100 トンを外部の小規模製材業者や農家等から調達する計画である。外部調達量を増やすことにより、製材廃棄物から植林木伐採残渣等への原料がシフトすることになる。
- このため、事業開始 11 年目以降、内部調達量を年間 900 トン、外部調達量を年間 4,200 トンに変更した場合のリスク分析の結果を、下表に示す。

表 29 製材廃棄物調達量の減少に伴うリスク分析

		修正モデル①	(分析結果)	備考
原料調達先	内部調達量 (t)	60,000	39,000	年間：3,000t→900t
	外部調達量 (t)	42,000	63,000	年間：2,100t→4,200t
	合計 (t)	102,000	102,000	年間：5,100t
前提条件	法人税 (%)	24.0%	24.0%	
	免税期間 (年)	4	4	
	金利 (%)	6.5%	6.5%	
	物価上昇率 (%)	6.0%	6.0%	
	目標販売価格上昇率 (%)	3.5%	3.5%	
投資額 (US\$)	1,856,139	1,856,139		
当期純利益率(累計) (%)	14.0%	12.6%	▲1.4%減	
NPV (5.0%) (US\$)	2,894,493	2,704,593		
IRR (5.0%) (%)	14.7%	14.2%	▲0.5%減	
売上高 (US\$)	29,155,838	29,155,838		
売上原価 (US\$)	23,595,627	24,131,500	2.3%増	
営業利益 (US\$)	5,560,210	5,024,338		
経常利益 (US\$)	5,294,805	4,758,932		
税引前当期利益 (US\$)	5,294,805	4,758,932		
当期純利益(累計) (US\$)	4,093,025	3,685,762	▲10.0%減	

- IRR と当期純利益率は若干悪化するが、当期純利益(累計)は US\$ 3.7M (約 3.4 億円) は維持しており、事業の継続は可能と判断される。

### (3) 法規制関連リスク（法人税率、法人税免税期間等の適用）、

- 現行の一般投資事業の優遇策に基づく事業評価（現行モデル）では事業の実現性はあるが、物価上昇率（現在 7.0%）のリスクが極めて高く、事業実施の判断に至らなかった。
- 本事業は、一般投資事業に基づく投資案件、もしくは今後投資優遇策の細則が整備されるであろう再生可能エネルギー戦略の投資案件として、適応される可能性がある。このため、本調査終了後もひきつづき事業化を検討する予定である。
- さらに、投資優遇策の最大のメリットを得るべく、適応される法人税や法人税免除期間等について、ラオス政府と協議していく方針である。

### (4) 資金調達関連リスク（借入金調達、借入金の金利、出資パートナーの選定等）

- 出資パートナーは、前述の「2.7 現地事業パートナー、企業(候補)等の情報収集・分析」記載のボリカムサイ県パクサン地区、もしくはカムアン県タケク地区の製材業者から 1 社を選定する予定である。
- 今後、本調査事業の事業モデルと収益性分析結果等を提示し、合弁条件や資金調達方法等の詳細を、協議する方針である。

## 2.11 資金調達計画

- 初期投資額は、US\$ 1.86 M.(約 171 百万円)。内、32%、US\$ 0.6M（約 55 百万円）は JV 親会社からの調達とする。
- 尚、総投資額の 68%、US\$ 1.26M（約 115 百万円）は長期借入とした。借入期間は 6 年で返済可能であった。
- 本事業は、現地パートナーとの JV を想定している。今後のスケジュール等に関しては、後述の「2.14 事業実施スケジュール（案）」記載の通り、今後、JV パートナーの選定する計画である。選定後、資金調達に関して、JV パートナーと協議することになる。
- 資金調達方法として、①親会社の取引銀行（邦銀）を經由した借入、②親会社を通じた日本国内の各種公的貸付制度を利用した借入、③JV が現地金融機関を通じた借入が考えられる。
- 原則、JV が資金調達できれば良いのだが、特に、現地パートナーが単独で現地金融機関から資金を調達する場合、現実には厳しい可能性がある。
- このため、可能であれば、第一位に JICA の海外投融資制度を活用したい。尚、JICA の海外投融資制度（融資）を活用する場合、融資決定までに半年程度を要することから投資のタイミングや借入の条件等を協議していく予定である。
- 今後、事業実施の判断後、JV パートナーと協議を行いながら、幅広く資金調達について模索する方針である。

## 2.12 許認可関係

- 本事業は、前述の「1.3.4 森林政策」記載の通り、周辺環境への多大な影響は想定されない。以下に、本事業活動の概要を示す。

事業体	王子と現地パートナー(既存の製材工場を想定)による合弁事業 出資比率は、JV契約に基づく。
事業種	輸出及び国内販売向け農林水産品加工事業
製品種	バイオコークス(木質ブリケット) ブリケット炭(木質ブリケット炭)
事業地域	ボリカムサイ県パクサン地域、若しくはカムアン県タケク地域
投資額	US\$ 1.86 M
雇用	44人(マネージャー1人、機械技術者1人、作業員42人)
工場面積	約5,000㎡(既存の製材工場の敷地内)
年間販売量	バイオコークス:年間3,000トン(全量を、日本、タイに輸出) ブリケット炭:年間60トン(ラオス国内にて販売)
原料種	製材オガ粉、製材端材、バーク等の木質バイオマス 植林木伐採残渣他
原料必要量	年間5,100トン、 内、JVパートナーから製材オガ粉等を、年間約3,000トン 内、工場周辺の製材業者から製材端材やオガ粉等を、 農家等から小径木を購入する。年間2,100トン

- 前述の「1.4.1 投資申請手続き」及び製品輸出のための「1.4.6 輸出許可等」記載の通り、投資申請手続きを行い、事業活動に必要な各種許可を取得することを、想定している。

## 2.13 事業化実施スケジュール(案)

- 本調査で、「バイオコークスは日本及びタイの石炭コークス代替品として、ブリケット炭はビエンチャンの木炭代替品として、価格競争力がある」ことを、明らかにした。
- しかしながら、事業実施の判断を行うには更なる調査及び関係者との協議が必要と考える。主要な調査内容に関しては、「2.17 本調査における積み残し課題」に記載した。

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 日本の石炭コークスユーザー(高炉業界、冶金業界、鑄造業界)等のバイオコークスの数量取引の打診。</li> <li>• 現地製材工場へのJVパートナーとの打診他</li> <li>• 事業性分析、技術評価、関連政策等の詳細調査等</li> <li>• ラオス関係省庁への正式な打診</li> </ul> |
|---|

- 事業化へ判断、その後の事業化へ向けて、以下のスケジュール(案)を想定している。

- ① 事業化詳細調査:2013年9月~2014年2月
- ② 事業化の是非:2014年3月頃
- ③ ラオス政府、JVパートナー他:交渉、合意:2013年4月~9月
- ④ 借入金調達先、調達条件等の協議、融資決定:2013年7月~2014年3月
- ⑤ 投資許可申請と取得:2014年9月~11月
- ⑥ 環境影響評価の実施:2014年8月~10月
- ⑦ 製造設備/工事発注等:2014年11月~2015年3月
- ⑧ 操業開始:2015年4月以降

表 30 事業実施スケジュール(案)

		2013年	2014年					2015年
		9月-1月	2月	3月	4月-9月	10月	11月-3月	4月
詳細調査	日本市場への数量取引の打診							
	現地製材工場へのJVパートナーの打診							
	事業性/関連政策等の詳細調査							
事業化の是非判断								
交渉・申請等	ラオス政府への正式な打診・交渉							
	JVパートナーとのJV条件の交渉・合意							
	借入金調達先、調達条件等の協議							
	投資許可申請							
	環境影響評価 (EIA) の実施、許認可取得							
	製造設備/工事等の発注							
操業開始								

## 2.14 環境・社会配慮

### 2.14.1 原料調達（工場）側で配慮すべき事項

#### (1) バイオコークスの原料由来や品質等の明示

- 前述の通り、現在、伐採されている天然林は政府の伐採計画に基づき合法的に伐採され、ついで中央府や県のMAFを通じて、各製材業者へ割り当てられている。しかしながら、原料が天然林由来の製材廃棄物であれば、ユーザー側、あるいは第3者はバイオコークスと違法伐採を、容易に関連付けてしまう可能性がある。

※ このため、原料購入時に、原料所有者や原料の由来、製材廃棄物の場合は合法性の有無を確認し、調達量や支払い価格等とあわせて書類で管理し、製品に原料履歴を明記する。

※ 既存の石炭コークスは、固定炭素量、水分、灰分等を明記され、一般に普及している。このため、バイオコークスも同様にこれらを明記する方針である。

※ 尚、将来の二国間オフセット・クレジット制度（JCM）に備えて、原料調達～製造に要した燃料消費量と電気使用量をベースに製品1トン当りのCO2排出量を明記する必要がある。これにより、石炭コークスユーザーはバイオコークスへの代替によるCO2排出削減量を容易に積算することが可能となる。

#### (2) 原料としての村有林資源への配慮

- 村有林は、そのコミュニティの共有の資源である。森林法において、村有林は森林3区分（保護林、保全林、生産林）外の「3区分外」に区分されている。尚、村有林の利用権は村落に委譲されている（藤田 2012）。
- 実際、ニーズ調査を行った村では、村有林を商業的に利用しているのは村の炭焼人であった。炭焼人は村長の許可を得て木炭を作り村外に販売しており、この量は極めて少量であり、他の村人の薪の採取を制限させる程ではない。

- 後述の「4.1.(7) バイオコークスの原料調達での連携の可能性」で記載の通り、負の影響として“木炭生産の供給不足や収集した木質原料に金銭的価値が生まれれば村人間で盗みが生じないか懸念される”の指摘があった。仮に、本事業が村有林の資源を購入することになれば、炭焼人以外の村人も村有林の資源を求める懸念が生じる。その結果、村有林の資源が枯渇する恐れもある。
- ※ このため、村人が村有林の資源を原料として販売する場合、資源の枯渇を未然に防ぐために村長に対し伐採量や現存バイオマス量等を把握できるよう、理解を求める必要がある。
- ※ また、製造工場側では村有林由来の原料を購入する場合、村長の正式な許可に基づく原料であるか、確認しなければならない。
- ※ さらに、原料搬入者や村長に対し、Mai-Tiew の苗木を無償で配布し、村有林への植え付け等を奨励し、村有林の資源の維持を図ることも想定される。

### (3) 精米所にアクセスできない農家への配慮

- 前述の原料調達システムでは、直接原料を搬入できない遠方の農家に対し、精米所(5箇所)に小型破碎機(モーター式)を設置し、農家が自家用耕運機を用いて精米所に小径木を搬入するシステムである。調査村の多くの世帯が耕運機を所有し、精米所にアクセスできる。しかしながら、耕運機を所有していない世帯も実在しており、彼らは精米所にアクセスできない。
- ※ このため、ある一定量の原料の調達量が見込める場合は、移動式破碎機(エンジンタイプ)を村、あるいは世帯グループに貸しだせば、耕運機を持たない世帯でも人力や牛車で原料を運ぶことは可能と思われる。こうした精米所にアクセスできない世帯に対する配慮が必要と考える。

## 2.14.2 人材確保、人材育成において配慮すべき事項

本事業では、原則地元のラオス人を優先して雇用する方針である。

- マネージャークラスの要員1名は、工場の全体操業を管理し、機械作業員1名と42名の作業員の作業管理や指導を行う役割を担うため、管理能力に加えて、リーダーとしての指導力や統率力が求められる。製造設備のメンテナンスや管理等を行う中間技術者の要員は1名必要である。
- 上記の2名は、例えば地元の製材工場のラオス人のマネージャー経験者や製材工場の機械技術者等の経験者を優先して雇用したい。
- 特に、工場周辺から原料を調達する上で、地元出身の方が周辺の農家等と良好なコミュニケーションが期待できる。また、地元雇用の作業員に対しても同様な効果が期待できる。仮に、地元において適任者が見つからない場合、ビエンチャンからも募集を募る。
- 尚、機械技術者が十分な基礎知識がない場合、製造設備導入先の日本メーカーやタイメーカー等の下で一定期間のオン・ジョブトレーニングなど行い、人材・能力の育成を図ることを想定している。
- バイオコークス製造工場での単純作業を行う42人の作業員は、カムアン県やボリカムサイ県の国道13号線沿いの農村集落の農家世帯や炭焼経験者から雇用を募り、確保する。
- 地方は就労場所や雇用の機会そのものが少なく、最低賃金以上の雇用水準での労働環境を提供することは、当該地域の雇用ニーズに貢献するものとする。また、安定した雇用機会の提供は、農村世帯の現金収入の確保や、所得向上にも寄与が期待できる。さらに、ビエンチャンやタイ国境地域への出稼ぎの必要がなく、通勤可能な距離の職場での就労スタイルは、生活環境の安定性にもつながる。

- また、3交代制の24時間操業体制をとるためには、夜間勤務の人材を確保する必要がある。このため、夜間作業に対し労働意欲が期待できる様、給与体系や作業環境の改善、さらにはシフト体制等に配慮し、作業員が労働の対価を満たす雇用環境を提供する方針である。
- 一方で、ラオス人のみで24時間操業体制が組めない場合は、外国人の雇用も検討する。その場合、外国人の雇用に関する規制や労働法に配慮し、地元の労働行政局に相談しながら、外国人の雇用を募る方針である。
- 本事業のバイオコークス工場での上記の人材確保モデルが有効に機能した場合、農村・地方でも一定期間安定した労働環境を提供するためのモデルケースを提示することが出来るであろう。

## 2.15 類似案件との比較（競争優位性の検討）

- バイオマス由来の固形燃料として、一般に、薪や木炭の他、ブリケット炭、ウッドペレット、木質チップ等が流通している。しかしながら、石炭コークスと同等の品質と価格競争力を有するバイオマス固形燃料は、本製品（バイオコークス）を除き、市場に普及していない。
- ブリケット炭は、日本国内では木炭として、流通している。また、ラオスにて我々が行ったモニター調査では「ブリケット炭は木炭と代替可能である」との結果を得ている。しかしながら、ラオス国内にはブリケット炭は一般に流通していない（一部地域で製造していると聞かすが、全量海外に輸出されていると推察する）。このため、ブリケット炭の一般世帯への普及を図るために、ビエンチャンの木炭の市場価格の2割安のUS\$ 234/トンで販売することを計画している。

※ 上記の通り、バイオコークス及びブリケット炭は、既存の石炭コークスや木炭に対し、同等の品質と価格競争力を有していると思われる。

## 2.16 バイオコークスの二国間クレジット制度（JCM）活用の可能性

### (1) 日本及びラオスの二国間クレジット制度への取り組み

- 日本政府は、二国間オフセット・クレジット制度の本格導入を目指して、本年度から制度の本格的な運用を開始するため、国内での関連制度の整備や国際的な位置付けの確保に向けたロードマップを早急に策定している。また、途上国において、我が国の優れた低炭素技術の導入を強力に促進するために必要な支援を検討するとともに、関係省庁及び JICA や JBIC 等の関係機関が連携し、プロジェクト形成の促進等を行っていくことを表明している。

外務省報道発表（平成 25 年 7 月）

途上国の状況に柔軟かつ迅速に対応した低炭素技術移転や対策実施の仕組みを構築するべく、我が国は二国間オフセット・クレジット制度を提唱。これにより、以下の実現を目指す。

- 途上国への温室効果ガス削減技術・製品・システム・サービス・インフラ等の普及や対策実施を加速し、途上国の持続可能な発展に貢献。
- 相手国における活動を通じて実現した温室効果ガス排出削減・吸収への日本の貢献を定量的に評価し、日本の削減目標の達成に活用。
- 地球規模での温室効果ガス排出削減行動の促進を通じ、国連気候変動枠組条約の究極的な目的の達成に貢献

- 2013年8月、日本とラオスは「日・ラオス間の二国間クレジット制度に関する二国間文書」に署名を行い、その文書が外務省より発表されている。下記に、冒頭の4項目を紹介する。

日本国とラオス人民民主共和国との間の低炭素成長パートナーシップのための二国間クレジット制度に関する二国間協力（仮訳）

1. 日本側及びラオス側（以下「双方」という。）は、気候変動に関する国際連合枠組条約（以下「条約」という。）第2条に言及される条約の究極的な目的及び持続可能な開発の達成を追求し、また2013年以降も協力して、引き続き気候変動に取り組むため、次のとおり低炭素成長パートナーシップを推進する。
2. 双方は、国際連合の下並びに東アジア低炭素成長パートナーシップを含めた、地域的及び二国間の枠組みでの低炭素成長に向けた協力のため、様々なレベルで緊密に政策協議を行う。
3. 双方は、ラオス人民民主共和国における低炭素成長を実現するための投資並びに低炭素技術、製品、システム、サービス及び社会基盤の普及を促進するため、二国間クレジット制度（以下「JCM」という。）を創設し、それぞれの国の関連する有効な国内法令に従ってJCMを実施する。
4. 双方は、JCMを運営するため、合同委員会を設置する。
  - (1) 合同委員会は、双方の代表者から構成される。
  - (2) 合同委員会の委員の構成を含む合同委員会運営規則は、双方の協議を通じて定められる。
  - (3) 合同委員会は、JCMに関する規則及びガイドライン類、排出削減又は吸収量の定量化のための方法論、第三者機関の指定に関する要件並びに必要に応じてその他のJCMの実施及び管理に関する事項を策定する。
  - (4) 合同委員会は、定期的に会合を招集し、JCMの実施状況を評価する。

以下、5、6、7、8、9、10、11、12を省略。

※ 今後、上記の合同委員会で、具体的なMRV（算定・報告・検証）やプロジェクト認証手続き、クレジットの取扱い等に関する細則が整備されていくものとする。

※ さらに、両政府は実際の案件やプロジェクトを導入するために、具体的な導入促進策や優遇策等を協議するものと思われる。

## (2) バイオコークスの二国間クレジット制度活用の可能性

- バイオコークスの製造技術は、近畿大学の井田等開発した技術であり、海外における商用化の事例はない。
- 原料となる製材廃棄物や植林木伐採残渣等はカーボンフリーであるため、CO<sub>2</sub>は排出されない。CO<sub>2</sub>が排出されるのは、原料収集と製造工程、並びに工場～港迄の輸送工程における燃料消費や電力消費に伴うCO<sub>2</sub>の排出である。
- 製造したバイオコークスを、日本やタイに輸出し、両国の石炭コークスと代替することにより両国のCO<sub>2</sub>の排出量が削減される。
- 本事業は、ラオスの第7次国家社会経済開発計画における開発目標を達成するための政策（投資優

遇策や再生可能エネルギー戦略等) に合致するものである。

- また、ラオスに対する我が国の環境に配慮した経済成長の促進に重点をおいた国別援助方針や二国間クレジット制度にも合致するものである。

※ したがって、本事業が二国間クレジット制度及び再生可能エネルギー戦略の下で実施されれば、前述の 2.9 や 2.10 に記載した事業リスクの緩和につながることが期待される。

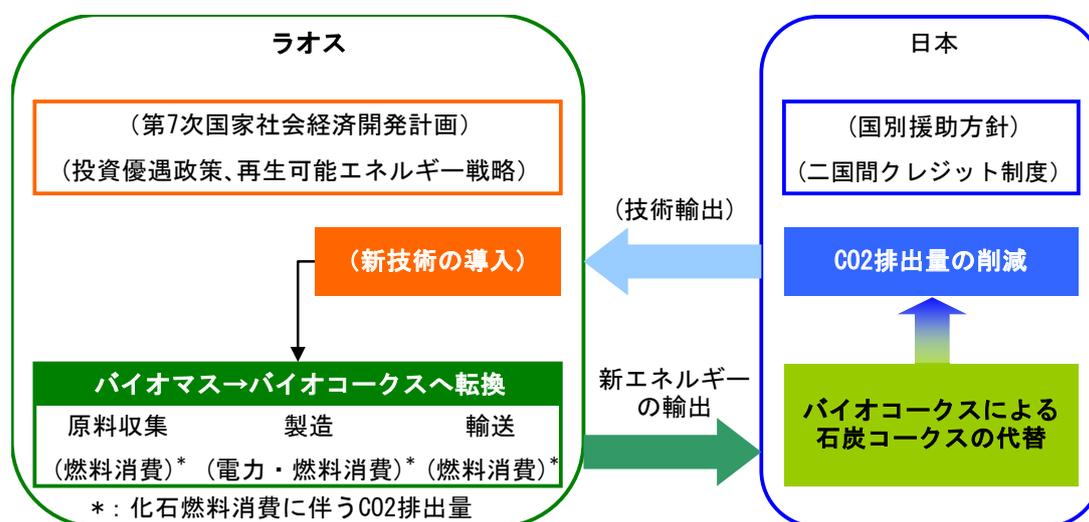


図 11 二国間クレジット制度におけるバイオコークスの活用

## 2.17 本調査における積み残し課題

我々は、本調査事業において、以下のことを明らかにした。

- バイオマスを原料とし、バイオコークスを年間 3,000 トン、ブリケット炭を年間 60 トン製造し、
- バイオコークスは日本向けに年間 2,100 トン（目標販売価格 US\$ 327/トン）、タイ向けに年間 900 トン（目標販売価格 US\$ 365/トン）を販売する。同目標販売価格は、両国の中国産石炭コークス輸入 CIF 価格に対し、熱量等価である。
- ブリケット炭を、当面ビエンチャンの一般世帯向けに年間 60 トン（US\$ 234/トン）販売する。同価格は、ビエンチャンの木炭市場価格に対し US\$ 58/トンの安い価格を設定した。
- 原料となるバイオマスは、ボリカムサイ県パクサン地区、もしくはカムアン県タケク地区の製材工場と周辺の小規模製材業者や農家等から、年間 5,100 トンのバイオマスが調達可能であった。
- 上記を背景に、バイオコークス及びブリケット炭の製造・販売モデルを検討した結果、今後の物価上昇率や目標販売価格の上昇率を加味しない現行モデルはフィージブルであると判断した。
- しかしながら、現在の物価上昇率 7.0%を加味した場合（事業期間；20年）フィージビリティが失われる結果となった。

王子は、本調査事業と平行し、「中国産石炭コークスと熱量等価でバイオコークスを提供した場合、引き取る可能性があるか」、日本国内の高炉メーカーや、冶金・鋳造メーカーに対しヒアリングを開始している。これまでの所、以下のコメントが寄せられている。

- バイオコークスの事は知っているが、まずは価格、ついで安定した数量が望めなかった。
- 熱量等価で供給できるならば、検討の余地はある。しかし、年間の使用量に対し供給量 1,000 トンベースはあまりにも少なすぎる。
- 一方で、カーボンフリーで石炭コークスを代替できるのは大変興味深い。
- バイオコークスの特徴は燃焼灰が少ないことである。

- 前述の「2.13 事業化実施スケジュール(案)」記載の通り、事業化の判断は 2014 年 3 月を目標にしており、今後、以下の本調査における積み残し課題を含め、調査及び協議を行う予定である。

#### ① 対象購買層/対象ユーザーの品質評価

- 日本におけるバイオコークスの品質評価は既に井田等が実施しており、バイオコークスに対するユーザーの評価は上記の通りである。
- 一方、タイにおいてバイオコークスの品質評価は行われていない。キュポラ炉でバイオコークスの燃焼評価を行うには 1 箇所あたり数トン規模のバイオコークスが必要である。このため、本調査では実施できなかった。
- 事業実施判断後、タイ工業省産業開発支援局等と連携しながら、バイオコークスの熱量や灰分等の分析を行い、バイオコークスに対する品質評価を得る必要があると考える。

#### ② JV パートナーの選定、合弁条件等の協議

- 原料発生量及び原料調達システム(案)を作成するために、面談したボリカムサイ県パクサン地区及びカムアン県タケク地区の製材業者は本事業に対し強い興味を示していることを記載した。
- 今後、本調査結果に基づく事業モデル及び収益性評価を、上記の製材業者に提示し、JV への参加の意思、原料調達量、JV 条件等を調査する予定である(2014 年 1 月～2 月頃目標)。その結果を得て、事業化の是非及び JV の選定を行う予定である。

#### ③ 投資優遇策関連

- ラオス側における適用の可能性のある投資優遇策は、一般投資事業と再生可能エネルギー戦略に基づく投資優遇策が考えられる。特に、一般投資事業における、本事業に適用可能な免税期間が明らかにされなかった。また、再生可能エネルギー戦略に基づく投資優遇策の詳細及び適用の可能性が明らかにされなかった。
- JV パートナー選定後、本調査で作成された事業モデルをベースに事業計画のプロポーザル(案)を作成し、関係省庁との協議を行う予定である(2014 年 4 月～9 月)。
- また、二国間クレジット制度の適用の可能性についても、日本及びラオスの関係先と協議を行う必要がある。

#### ④ 資金調達関連

- JV パートナー選定後、JICA の海外投融資制度を含め、資金調達先や借入れ条件等を協議する予定である(2014 年 9 月～2015 年 3 月)。

### 第3編 JICA 事業との連携可能性の検討

#### 3.1 BOP 層のバリューチェーンへのかかわり

可能性を含め、BOP 層の本事業モデルのバリューチェーンへのかかわりに関し、以下のように整理した。

##### ① 市場販売部門：

- BOP 層のかかわりはブリケット炭の購入者のみと想定される。一般世帯の木炭使用量を年間 600kg と想定した場合、購入世帯数は 100 世帯。ブリケット炭代替による費用削減は、年間 US\$ 35.1/世帯（世帯あたり燃料費約 20%削減）に相当する。

##### ② 流通/輸送部門：

- バイオコークスの場合、二国間輸送を行う輸送業者及びローカルのトラック業者を想定しており、BOP 層のかかわりは望めない。
- ブリケット炭の場合、地元のトラック業者、または小型トラック（1 トン程度）を所有する一般世帯に輸送を委託することを想定している。
- また、ブリケット炭の販売拠点をビエンチャンに設けた場合、在庫管理や販売を行う BOP 層を雇用することも想定される。さらに、販売拠点がブリケット炭の注文を受け、耕運機やトゥクトゥク（3 輪車）を使って、小規模レストランに直接デリバリーする流通システムが生じる可能性もある。

表 31 BOP 層のバリューチェーンへのかかわり

製品種 用途	バイオコークス(年間3,000トン) 石炭コークス代替用	ブリケット炭(年間60トン) 木炭代替用			
市場価格	日本 US\$ 510.7/トン、 タイ US\$ 570.5/トン	ビエンチャン：US\$ 292.5/トン (参考) タケク：US\$ 130.1/トン			
目標販売価格	日本向け：US\$ 327.1/トン タイ向け：US\$ 365.4/トン	ビエンチャン：US\$ 234.0/トン 地方向けは、価格競争力が望めない。			
1. 市場/販売部門 対象購買層	日本・タイの石炭コークスユーザー 現在、ラオスには石炭コークスの需要はない。  将来、タイの鋳物メーカーがラオスに進出すれば、ラオス国内に需要が生まれる可能性がある。	ビエンチャンの一般世帯、小規模レストラン、シリコンメーカー等  一般世帯の木炭使用量を、年間600kgと想定した場合、100世帯分。  <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>世帯当りの木炭消費価格：US\$ 175.5/年</td> </tr> <tr> <td>－ 代替した場合の消費価格：US\$ 140.4/年</td> </tr> <tr> <td>－ 一世帯当りの代替効果：▲US\$ 35.1/年</td> </tr> </table> 購買者としてのかかわりが期待できる。	世帯当りの木炭消費価格：US\$ 175.5/年	－ 代替した場合の消費価格：US\$ 140.4/年	－ 一世帯当りの代替効果：▲US\$ 35.1/年
世帯当りの木炭消費価格：US\$ 175.5/年					
－ 代替した場合の消費価格：US\$ 140.4/年					
－ 一世帯当りの代替効果：▲US\$ 35.1/年					
BOP層のかかわり	かかわらない。				
2. 流通/輸送部門 BOP層のかかわり	二国間輸送を行う輸送業者を想定 かかわらない。	地元のトラック業者、小型トラック所有世帯。 近距離の輸送の場合、かかわる可能性がある。			

- 製造部門：雇用は 44 人を想定。内、作業員 42 人が BOP 層となる可能性がある。一般作業員 39 人は、OJT を通じたトレーニングを実施予定。
- 尚、製炭作業は一般作業とは異なるため、製炭経験のある地元の炭焼人を雇用する。但し、今回導入する製炭炉はローカルの半地下式炭窯と異なる製炭炉である。このため、製炭炉のメンテナンスや製炭方法等の技術を習得させるために、日本の製炭技術者を招聘し、製炭炉の建設段階より、技術トレーニングを行うことを想定している。

- 原料収集：地元のトラック所有者が年間 2,100 トンを収集すると仮定した場合、ドライバーの雇用は 1 人程度と想定される。
- 原料販売(生産)：仮に、農家が原料を年間 10 トン販売する場合、販売農家数は約 210 世帯と想定される。農家一世帯当たり、年間 US\$ 62.0 の新規収入が発生する。
- 仮に、農家がバイオコークスの原料として、新たに植林（前述のアカシアや Mai-tiew）を行うと仮定した場合、伐採時のバイオマス 10 トン/ha を想定すると、約 210ha の新規植林が必要となる。

表 32 BOP 層のバリューチェーンへのかかわり(続き)

製品種	バイオコークス(年間3,000トン)	ブリケット炭(年間56トン)
3. 製造部門 雇用人数	24時間/3シフト体制 マネージャー1人、機械技術者1人、作業員42人（内、製炭3人）の合計44人 BOP層の対象となるのが、作業員42人。但し、夜間操業に対しては外国人の雇用を想定。	
BOP層のかかわり	直接雇用。	
人材育成計画	機械技術者は、設備メーカー等でのトレーニングが必要。 作業員39人は、OJTによるトレーニングが必要。 炭焼人は、地元雇用を優先。但し、製炭炉の違いによるトレーニングが必要。	
4. 原料調達部門	JVパートナーより、年間3,000トンの製材オガ粉を、内部調達。 製造工場周辺（30km圏内）の小規模製材業者や農家等が製材残材や小径木等を、外部調達 外部調達量は、年間2,100トン。	
1) 原料収集 (外部調達収集方法)	製造工場周辺の製材業者や農家等が、直接製造工場に搬入する。 地元トラック所有者に委託し、1日4回、30km圏内の精米所から収集する。	
BOP層のかかわり	仮に、全量2,100トンをトラックで収集した場合、ドライバーの雇用は、1人に相当。	
2) 原料販売(生産)	原料の買い取り価格は道路渡しで、US\$ 6.2/トン。	
BOP層のかかわり	仮に、農家が原料を年間10トンを販売した場合、販売農家数は年間210人。 農家一世帯当たりの収入は、年間US\$ 62.0/世帯に相当。	
(新規植林)	仮に、農家がバイオコークス用の植林を新たに行う場合、 1ha当りの伐採量を10トンと仮定すると、210haの植林面積が必要。	

### 3.2 連携事業の可能性

上記の BOP 層のバリューチェーンへのかかわりをもとに、JICA との連携可能な事業を、調査団としての要望を含め、以下に提案する。

#### (1) 資金協力の可能性

前述の「2.12 資金調達計画」記載の通り、本事業の長期借入金は US\$ 1,256,139（約 115 百万円）と試算された。また、本事業は現地製材業者との JV を想定している。

- 日本側は、親会社経由や日本国内の各種公的貸付制度を利用できる可能性がある。しかしながら、現地の JV パートナーは、親会社が現地金融機関を通じた借入は貸付金利の高さも含め厳しいものと推察する。
- 前述の通り、現地金融機関の貸付金利は 6.5%以上であり、同金利では事業収益性は極めて悪くなる。このため、JV が事業資金を調達する場合、公的貸付制度の可能性を模索する。
- 特に、JICA の海外投融資制度の必要要件を満たすか、今後、JV パートナー選定後、事業資金の調達方法についても協議する方針である。

## (2) 技術協力の可能性

本事業が想定している地域は、現在、ラオス農業セクターで実施中の案件と対象地域が異なるため、現時点では農村部担当案件での連携は難しいものと思われる。このため、以下の内容は、調査団として要望である。

尚、ブリケット炭の製造・販売の裨益者は炭焼人や一般世帯が想定される。さらには将来、新たなバイオマス植林/栽培等が開始されればその裨益者は周辺農家が想定される。

### ① シニアボランティア等の製炭技術者の派遣

- 今回、同事業が導入するのは、製材オガ粉や小径木等の粉碎物を原料として、ブリケットを製造し、専用炭炉で炭焼する方法である。同製炭プロセスは、ラオス国内では普及していない。
- 前述の通り、製炭経験のある地元の炭焼人を雇用する。日本の製炭技術者を招聘し、製炭炉の建設段階より、製炭技術者の指導の下、製炭炉のメンテナンスや製炭方法等の技術を炭焼人に習得させる必要がある。
- 可能であれば、シニアボランティア等の製炭技術者の派遣を要請したい。

### ② 製炭技術の拠点作り

- 現地の農家や炭焼人が行っている製炭方法は、「Mai-tiew を原料とする半地下式炭焼釜」と「製材端材を原料とする伏せ焼き」の2通りである（写真4参照）。同製炭方法について、圓谷（2011）は「製炭技術のバラツキにより、原木の利用効率が悪い」ことを指摘している。
- 特に、製材端材を製炭している炭焼人の伏せ焼き方法では売り物にならないクズ炭や粉炭が大量に発生しているのが現状である。
- 前述の「2.6.2 人材育成計画」記載の事例の通り、JICA 支援の下で地方 MAF にブリケット炭の製造拠点を設置し、周辺の炭焼人や農家等へトレーニングを実施する。
- 同製炭技術が BOP 層に普及すれば、製造工場は BOP 層へのブリケット炭の委託生産が可能となる。

### ③ 原料生産部門における青年海外協力隊等の支援の可能性

- 将来、工場の生産規模を増やした場合、外部調達を行う原料（小径木等）が不足する可能性がある。この場合、新たな植林や栽培を行わなければならない。
- 前述の「1.6.6 (2)アカシアやネピアグラス」及び「1.6.7 Mai-tiew 植林」は、植林コスト、伐採時のバイオマス量、原料販売価格等、明らかにされていない部分が多いが、将来、有力なバイオマス原料候補種である。将来、LPFL の試験結果や農民等のニーズを考慮して、製造工場が農民等の農家植林を支援し、原料を買い取るシステムが想定される（農家植林システム）。
- その場合、青年海外協力隊等の支援を受けながら、農民への植林技術の移転や指導を行うことも想定される。

上記の通り、ブリケット炭の製炭・販売の裨益者は BOP 層であり、さらにバイオマス植林/栽培等が実施されれば、これの裨益者も BOP 層である。このため草の根技術協力と民間連携ボランティアと組み合わせた技術協力の可能性が想定される。

### 3.3 連携事業の実施スケジュール

- 前述の「2.14 事業実施スケジュール(案)」記載の通り、当社の事業実施確定し、2014 月以降の①ラオス政府への事業プロポーザルの提出と交渉、②JV パートナーとの協議（特に資金調達計画について）と平行し、以下の実施スケジュールについて JICA と協議を行うことを想定している。
- 資金協力の可能性：2014 年 7 月以降協議開始。
- 製炭技術者の派遣：2015 年 6 月以降。バイオコークスの製造が開始され、外部調達システムが開始されたタイミング。第 3 者組織へ委託生産する場合、委託先の選定や協議を含め、2016 年以降と思われる。
- 青年海外協力隊等への支援：LPFL の試験結果がまとまるのは、2014 年 10 月頃。実施計画立案、希望農家の募集等を含めると、実施は 2016 年 4 月頃と思われる。

### 3.4 連携による効果の予測

連携事業実施のタイミングは、2014 年の資金協力を除き、製炭技術者派遣や植林等への青年海外協力隊の支援等は 2015 年以降となる。現在、想定される連携による効果を、以下に、示す。

#### ① 資金協力

- 本事業実施を阻む要因のひとつである長期借入金に対する金利が緩和されることにより、事業実施が可能となる。
- JICA 投融資制度の活用により、ラオス政府の投資優遇精度を最大限活用できる可能性がある。
- JICA 投融資制度の活用により、本事業を二国間クレジット制度（JCM）へ適用する可能性が高くなる。
- 事業途中に事業拡大を行う際、他の公的貸付制度を活用しやすくなる（IFC 等）

#### ② 製炭技術者の派遣及び製炭技術の拠点作り

- 製炭技術者の派遣と製炭技術の拠点作りを行うことにより、ブリケット炭の製炭技術が現地の炭焼人に移転される。
- 同製炭技術が普及されれば、ブリケット炭の委託生産を行い、さらには同技術の習得を希望するラオス人や他の地域の組織に移転することが可能となる。

#### ③ 原料調達（生産）

- 青年協力隊等による技術支援（例えば、苗木作り、植林、管理等）により、これらの技術が農家に定着できれば、農家の安定した収入基盤のひとつとなる。事業側にとって、原料の安定した調達量が望まれることから、結果、原料調達リスクが緩和される。

## 第4編 開発効果

### 4.1 対象となるBOP層の状況（人口、家計、生活形態、経済活動等）

- LPFLの農民植林に参加している世帯数は約5,000世帯、植林面積は約5,000haである。原料として、植林木伐採残渣や、将来のアカシア・バイオマス植林やネピアグラス栽培等を想定した場合、下記の農民植林参加村が中心になるものと思われる。

表 33 LPFLの農家植林への参加世帯数と地域

県 Province	Bolikhambxai	Khammouane	Savannakhet	Xiangkhoang	Vientiane fecture
郡 District	6	5	4	1	2
村 Village	12	146	30	1	4
世帯 Family	2,543	2,386	243	1	12
植林面積 Area (ha)	2,933	1,826	201	4	38
世帯当りの面積 (ha)	1.2	0.8	0.8	4.4	3.2

- このため、農民植林参加世帯の多いボリカムサイ県とカムアン県の参加村より調査村を無作為で抽出し、以下の内容にて、ニーズ調査を行った。調査方法は、質問表(ラオス語)に基づき、村長へのインフォーマルな形式で実施した。

#### 調査方法

集落を対象としたBOPニーズ調査を、Bolikhambxay県とKhammaune県の合計15ヵ村で実施した。

表 34 村落調査結果

Province 県 District 郡 Village 村 調査村 No.	Bolikhambxay								
	Thaphabad		Pakkading			Bolikhambxay	Pakxan		
	Palai 1	ThouayBeng 2	PhoneNgarm 3	Nahin 4	Nam Dua 13	Somseuan 5	Phonesi 6	Sibounhouag 7	
人口 (人)	1,827	752	1,803	550	2,558	1,207	680	262	
世帯数	333	168	306	112	520	221	144	52	
電化率 (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	97%	100%	
村から国道13号線までの距離 (km)	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	14.0	3.0	9.0	
村 (ha)	1,200	665	40,800	13,650	5,826	13,500	277	783	
土地利用面積	灌漑田 (ha)	21	0	0	0	*	0	0	30
	天水田 (ha)	386	75	399	130	*	78	45	102
	キャッサバ (ha)	5	42	15	10	*	15	0	16
	サトウキビ (ha)	0	0	0	0	*	55	0	0
	ゴム植林 (ha)	46	33	3	5	*	10	0	0
	ユーカリ植林 (ha)	10	4	0	0	*	0	8	30
	村有林 (ha)	25	30	65	808	*	4,500	76	440
非耕作地 (ha)	0	30	0	0	*		68	50	
収入源	農業	70%	70%	80%	100%	70%	90%	50%	95%
	商業	10%	10%	10%	0%	20%	10%	0%	0%
	漁業	10%	5%	10%	0%	10%	0%	0%	0%
	その他 (手工芸等)	10%	5%	0%	0%	0%	0%	50%	5%
収入手段	農産物販売	70%	70%	80%	100%	90%	85%	50%	100%
	村内の賃作業	10%	10%	0%	0%	10%	5%	0%	0%
	その他 (手工芸、魚、賃作業等)	20%	20%	20%	0%	0%	15%	50%	0%
支出源	食料	40%	18%	70%	20%	28%	20%	40%	4%
	教育	25%	29%	10%	30%	55%	40%	30%	30%
	農業 (燃料費、肥料代他)	20%	44%	10%	30%	16%	20%	20%	20%
	ユーティリティ (電気、水等)	10%	9%	10%	20%	1%	20%	10%	46%

\*: 面積等、データ把握しておらず、不明

表 35 村落調査結果 (つづき)

県 郡 村 調査村 No.	Khammaun							
	Mahaxay	HinBoun			Thakek			
	Elan 8	HinKhan 9	Nongchanla 12	Na kok 15	Phonesavang 10	PhoneNgarm 11	Laow Lung 14	
人口 (人)	390	206	358	743	153	201	377	
世帯数	81	44	68	121	31	52	92	
電化率 (%)	35%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
村から国道13号線までの距離 (km)	76.0	3.0	1.3	3.5	0.0	7.0	1.0	
土地 利用 面積	村 (ha)	650	3,025	1,200	358	235	600	2,300
	灌漑田 (ha)	21	35	16	*	0	0	*
	天水田 (ha)	58	15	33	*	46	75	*
	キャッサバ (ha)	0	1	0	*	0	0	*
	サトウキビ (ha)	0	0	0	*	0	0	*
	ゴム植林 (ha)	10	0	0	*	0	10	*
	ユーカリ植林 (ha)	0	0	0	*	0	0	*
	村有林 (ha)	30	66	15	*	30	15	*
	非耕作地 (ha)	50	17	15	*	30	20	*
収入 源	農業	100%	80%	90%	99%	85%	90%	70%
	商業	0%	0%	0%	0%	10%	0%	30%
	漁業	0%	10%	5%	0%	0%	0%	0%
	その他 (手工芸等)	0%	10%	5%	1%	5%	10%	0%
収入 手段	農産物販売	100%	80%	90%	99%	85%	90%	70%
	村内の賃作業	0%	0%	0%	0%	10%	0%	30%
	その他 (手工芸、魚、賃作業等)	0%	20%	10%	1%	5%	10%	0%
支出 源	食料	8%	1%	70%	40%	10%	19%	30%
	教育	23%	13%	10%	4%	17%	20%	30%
	農業 (燃料費、肥料代他)	19%	18%	10%	50%	0%	23%	20%
	ユーティリティ (電気、水等)	50%	68%	10%	6%	73%	38%	20%

\*: 面積等、データ把握しておらず、不明

### (1) 対象集落の人口・世帯数

- 村の人口は 105 人～1,827 人、世帯数は 31～333 世帯で構成されている。

### (2) インフラ整備状況

- 電化率については、13 カ村のうち 10 カ村は完全に電化している。100%未満の 2 カ村は、Phonesi 村が 97.2%、Elan 村がわずかに 35%であった。
- 村落⑬と①は、殆どの世帯が人力耕作であった。他の全ての村では人力耕作はわずかであり、多くの村人が耕運機を所有している。2 トントラックを所有する割合は村落①、②、③高かった。
- 村からの主要な幹線道路のアクセスについては、国道 13 号線が使われている。村から国道 13 号線迄の雨季の道路状況は、12 カ村中 9 カ村は全ての車両が通行でき、村落③と⑦の村では 2 トン車は通行できない状況であった。村落⑨と⑫は、雨季の間、全てのタイプの車両が通行できない状況になり、雨季の期間は、集落住民は不便をしいられる状況であった。

### (3) 土地利用

- 全ての村で、季節米を耕作し、面積は 15 ha～398.8 ha であった。灌漑田を所有する村は、12 カ村中わずかであった。キャッサバの栽培面積は、村落②が 42ha、サトウキビの栽培面積は村落⑤が 55ha であった。ゴム植林は、村落②で 33ha、ユーカリ植林は村落⑦で 30ha であった。
- 村落④ (807.69ha)と村落⑤(4,500ha)は村有林を共有しており、最大の共有面積であった。非耕作地 (雨季冠水土地) はカムアン県の全ての調査村にあったが、ボリカムサイ県の調査村 8 村の内、わずかに 3 カ村であった。

### (4) 生計・経済活動

- 季節米の年間収穫量は 750～3,200 kg/ha であった。キャッサバの年間収穫量は、村落⑦で 18,000 kg/ha と最大であった。

- 調査村の生計手段は農業であり、収入源も農業である。世帯の支出は、食料、農業、教育費であった。
- 12カ村中5カ村で、農作物の生産や販売のために必要な資金を貸し付けるコミュニティ/共同体を組織していた。
- 各々の村では様々な農産物を外部に販売している。販売価格は、コメは1,000~2,000 kip/kg、サトウキビは70,000 kip/12 kg、キャッサバは400~500 kip/kg、薪は50,000 kip、もしくは100,000 kip/m<sup>3</sup>、木炭は25,000~30,000 kip/袋(25 kg)、ゴムは7,800 kip/kg、タバコは7,000~23,000 kip/kgであった。カムアン県では農作物の外部販売に対するコメントは得られなかった。
- 8カ村中5カ村では、村人が直接業者と交渉し売買し、生産者は業者に直接手渡す、売買取引方式をとっている。
- 農業廃棄物の28%は家畜の餌、45%は肥料、80%は放置あるいは利用されていない。村長の全てがこれらの農業廃棄物を提供することは可能と考えている。稲わらは年間108m<sup>3</sup>トン(村落④で最大で650トンで、村落⑩で最小15トン)発生しており、もみ殻は年間118トン発生する。村長は、それら農業廃棄物が25,000~100,000 kip/トンで売れると考えている。

#### (5) 農家世帯の薪・木炭の利用状況

- 世帯の85.7%が調理用に薪を使用しており、わずか8%が木炭を使用し、これらは村有林や自分の土地から木を採取していた。木炭と同じ割合で、電気、もしくはガスを使用している。木炭の購入価格は15,000~25,000 kip/15~25 kg袋(1,000kip/kg)。
- 調査村中、65%の村が村有林から薪を採取し、2つの村(20%)では木炭を、32%の村が林産物を採取している。

#### (6) 木炭の生産と売買取引

- 調査12カ村中7カ村で木炭を生産しており、年間300kgs~144,000kgs(村落①)。
- 村人が直接業者に売買する薪と木炭の販売価格は、薪は50,000 kip、もしくは100,000 kip/m<sup>3</sup>、木炭は25,000~30,000 kip/袋(25 kg)(再掲)。

#### (7) 原料調達での連携の可能性

- 稲わらやもみ殻、あるいは収穫残渣等の農業廃棄物に関し、利用状況をヒアリングした所、家畜の餌や田畑の肥料に使用している反面、殆どの村で田畑に放置しているのが実情である。
  - また、未利用な農業廃棄物をバイオコークスの原料として、提供可能かヒアリングした所、価格次第であろうが、農業廃棄物を提供することは可能と回答している。
  - さらに、2+3システムの下で、苗木や栽培方法等が提供されるならば、これらの栽培組織に参加することは可能と考えている。
  - 村有林を原料として、提供することに関し、下記の懸念や期待される事項がコメントされた。バイオコークスの原料として村有林の木材を提供の可能性についての質問に対して、全ての村では、可能であると考えている。
  - バイオマス植林について、全ての村長は、2+3システムの下で、苗木や栽培方法等が提供されるならば、これらの栽培組織に参加することは可能と考えている。
- ① さらに、農業残渣や村有林の資源を原料として提供することに対し、懸念される負及び正の影響についてヒアリングした結果(調査15カ村)、
- 負の影響についてコメントがなかった村が7カ村、負の影響がないと回答した村が3カ村、5カ村

がなんらかの負の影響が懸念されることをコメントした；

- ‘a 乾季の動物の餌の不足、
- ‘b 木炭生産の供給不足、
- ‘c 田んぼの地力の低下、
- ‘d 収集した木質原料に金銭的価値が生まれれば、村人間で盗みが生じないか懸念される。

(調査団コメント)

- 上記のコメント a と c は、水田に放置されている稲わらを指している。稲わらは牛のエサである同時に田んぼの肥料となっていることから、上記の懸念が示されたものと思われる。
- 上記のコメント b と d は、村有林の資源を利用している炭焼人や薪を利用している村人に対する配慮から生じたコメントと思われる。さらに、村有林の資源が売り物になれば枯渇するのではないかとする懸念から生じたコメントと思われる。
- ※ 稲わらを原料として、バイオコークスを製造することは可能だが、稲わらは軽にかさ張るため原料収集費が木質よりも高いことが予想される。このため、外部調達の原料は製材業者の製材廃棄物と農家植林の伐採残渣を想定している。伐採残渣は、個々の農家が小径木を収集し工場、あるいは精米所に搬入する(2.4.1 原料調達システム(案)の妥当性)。このため、上記 a と c の負の懸念は想定されない。
- ※ 村有林の取扱は、「2.15.1 原料調達(工場)側で配慮すべき事項」に記載の通り、村長と協力しながら、村有林の資源が枯渇しないよう、かつ不利益を被る村人が生じないよう配慮しなければならない。

正の影響は、以下のコメントが得られた；

- コミュニティに新たな雇用が生まれる、結果として、村人に新たな収入が生まれる、
- 生活が良くなる、村の環境が良くなる。

#### (8) 村落の開発ニーズ

開発ニーズに関しては、以下のコメントがあげられた；

- 村の内外の道路状況が改善される、乾季の灌漑システムの建設と改善
  - 村長事務所の建設、教育システムや施設の改善、農業従事者へのトレーニングや技術者の派遣
- 本事業(事業化した場合)を通じて、村長は上記の村の発展や改善に繋がるものと考えている。

## 4.2 BOP ビジネスを通じて解決したい開発課題に関する指標の設定

### 4.2.1 本事業に関する開発組織・専門家等のコメント

第5回、第11回等の現地調査において、国際開発組織や専門家等に対してヒアリングを行い、事業の与えるインパクト、BOP 層や開発課題への裨益などについてコメントを得た。主要なコメントを以下に整理し、次項 4.2.2 の開発課題の指標設定の参考とする。

- (1) Stichting Nederlandse Vrijwilligers (オランダ開発機構・SNV, Mr. Bastiaan Teune, Renewable energy Secotre Leader, Mr. Ranjan Shrestha, Senior Advisor Sector Leader)

- SNV は、もみ殻（ライスハスク）を中心とした再生可能エネルギープロジェクトの案件発掘と事業化の促進をおこなっており、類似する分野の専門家として参考となるコメントが得られた。
- 本事業について、持続的で安定した原料調達が成功の鍵となり、生産されたバイオコークスの売り先の確保も重要であると、我々が事業モデルの課題と認識している点についての的確に指摘された。さらに、バイオコークスがラオスにおいて既存の木炭を代替するためには、販売価格がネックになり、事業化が難しいと考えるが、石炭やコークスを代替をターゲットとしている点は非常に興味深く、SNV としても積極的に知見・情報提供の点で協力したい、との評価するコメントを得た。
- 我々の事業モデルは、タイ市場および日本市場の産業セクターのコークス代替をターゲットとし、ブリケット（炭）の事業モデルは、ラオスの木炭代替との競争力が期待できる点などを、前述の 1.5 の市場調査で調査し、確認済みである。
- バイオコークスの原料としてのもみ殻の利用に関しては、カムアン県、ボリカムサイ県、サバナケット県などに大規模精米工場のプロジェクトを実施しているが、現在、もみ殻は取引されておらず値段がついていない状況にあり、もみ殻利用を検討しているため、必要であれば、積極的にサポートしたいとの、協力的なコメントを得た。
- ヒアリング後にバイオコークスのもみ殻利用の可能性を検討したが、灰分の発生、燃焼カロリーの低さの問題などもデメリットがあるため、本事業のバイオコークスの原料としては利用は困難となった。

#### (2) Wildlife Conservation Society (Mr. Sinthone Phoumkhamouane, National Project Coordinator)

- 本事業の立地想定先と活動内容を説明したところ、保護区内、周辺の事業実施ではないため、WCS として特に問題視はしない、環境的、社会的にポジティブな影響があると思われるので、事業が実施されることを楽しみにしている、との好評価のコメントを得た。
- 開発課題の指標設定においては、可能な限り定量的に計測評価できる、環境的、社会的な指標の設定を試みることにする。

#### (3) IFC (Mr. Phongsavanh Phomkong, Country Officer)

- IFC は従来から、LPFL とは良い関係を築いており、本事業でも積極的に支援したい。たとえば、本事業にファイナンスできる可能性があり、ファイナンスをつける場合は、通常、事業拡大フェーズであり、事業立ち上げフェーズでの支援は事業オーナーからの資金面における強いコミットメントが必要である、など具体的な支援内容の紹介を受けた。
- 想定しているバイオコークスの顧客・ユーザーが、バイオコークスを代替燃料として使う意思があるか、(燃焼炉や機器の)準備ができていないかを調査する必要がある、との代替燃料としてのニーズや条件が整っているか懸念を指摘された。
- CO2 削減効果があり、CDM 化し、Credit からの収入も検討に値するとの、炭素プロジェクトとしての事業アイデアの提案を受けた。

#### (4) JICA 専門家、MAF, Department of Agriculture

- バイオコークスの原料としての農業残渣の利用可能性について、稲藁よりも利用されていないもみ殻や、(ラオスの主要農産物である) コーヒー、ゴムの農園からの調達の可能性について、アイデアが出された。
- 工場の運営について、3 シフト制でも難しいのではないかと、また夜間シフトでの従業員の確保は難しいだろうとの、3 シフト制の操業と人材確保の困難性について懸念を示すコメントであった。
- 前述の 2.6.2 の人材確保において示すように、本事業では、ラオス人の他に、モン族やタイ人・ベ

トナム人等の外国人も含めた多様な人材確保方策を図り、農業繁忙期、夜間作業、作業の向き不向きなどに配慮した人材登用を計画することとした。また、ワークバランスやタイバーシティの重要性を留意し、多様な従業員が個々の能力を十分に発揮できる職場づくりを検討する。

#### (5) JICA ラオス事務所

- 将来的には JICA ボランティア、民間ボランティアなどを通じて、農村開発などの分野で連携できるの可能性がある、MPI、MOEM、MOAF 等の本事業に関連する省庁に派遣されている JICA 専門家が配属省庁との調整等を支援することも可能、との JICA との連携に関して前向きなコメントを得られた。
- 24 時間操業のシフト体制については、ラオス人の働く意欲や気質を考えると、2 シフト制は現実的ではなく、3 シフト性で運用するのが良いと考える、とのアドバイスを受けた。
- 事業立ち上げフェーズでは政府への働きかけ、事業実施フェーズでは、JICA ボランティアを通じた農村開発での連携が検討できる。ラオス人の労働意欲や気質に合った 3 シフト制にすることで、雇用できる人材も増やすプラス効果もつながる。

#### (6) ラオス日本センター（ビジネス人材育成プロジェクト、チーフ・アドバイザー（JICA）、プロジェクト・コーディネーター）

- 地方における人材確保について、カムアン県、ボリカムサイ県の国道 13 号線の周辺の農村集落の就労ニーズはあるだろう、ラオス人の気質からリーダー格の人材探しは難しい可能性があるが、村社会でも村長を担う人材が存在するように、ゼロではない。人材を募集する際は「村と一体なって」人材確保やリーダー格を育てていくような工夫をしてはどうか、との助言を得られた。村社会の特徴を生かし、コミュニティと連携した人材確保する方策は一案として考えられる。
- ラオス日本センター（JICA）の MBA コースは 5-6 年の歴史があり、その卒業生（ラオス企業に勤める社会人）は 150 人～200 人に上る。同窓生を集めたビジネス交流やビジネスマッチングを開催することができ、ブリケット（炭）の事業の起業についてのアイデア提案の場や、リーダー格や機械作業の人材の雇用の機会として活用できるのではないかと、との JICA との連携策としての一策として提案を受けた。

※ JICA の事業との連携の検討では、バイオコークス工場の従業員の能力向上、労働意欲・モチベーション向上の機会提供として、ラオス日本センターのビジネス人材育成プロジェクトの受講者の送り込みや、出張授業の委託などが考えられる。

※ また、提案されたように、MBA コース卒業生の起業アイデアや経営学の基礎知識を活かす場であり、「ブリケット炭の事業モデル化」を検討する場として、同窓会メンバーとのワークショップ、ビジネス交流は、ラオス人主導による BOP ビジネスの事業化として非常に意義のある連携活動として期待できる。

### 4.2.2 開発課題に対する開発目標と開発指標の設定

本事業の上位目標は、「1.2.1 第 7 次国家社会経済開発(2011-2015)」記載の 4 つの開発目標に対する達成への寄与である。

具体的には、本バイオコークス及びブリケット炭の製造・販売事業を通じて「農村地域への開発を行い、本事業のバリューチェーンにかかわる BOP 層の貧困削減に寄与し、かつ本事業の製品がラオスの長期的な経済成長の発展への寄与」である。

また、本事業は農村地域の開発を促進するための政策

- ① 投資優遇策、
- ② 農業開発戦略や森林政策、
- ③ 加えてバイオ燃料の開発を促進するための政策、再生可能エネルギー戦略に即しており、同事業の実施はこれらの開発戦略に寄与するものである。

これらの上位目標を背景に、本調査で得られた開発課題を整理し、本事業を通じた開発目標、並びに開発課題に関する指標を下表に示す。尚、開発指標に記載した値は本事業における開発目標値を示す。

表 36 本事業を通じた開発課題、開発目標、並びに開発指標

	開発課題	開発目標	開発指標(目標値)
1. 市場/ 販売/消費部門	<p>(バイオコークス)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 石炭コークスの市場は、中国産の石炭コークスに依存している。</li> <li>● 石炭コークスの代替品が普及していない。</li> <li>● 石炭コークス燃焼に伴う CO2 排出を削減しなければならない。</li> </ul> <p>(ブリケット炭)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 調理用の木炭代替品が普及していない、若しくは極めて高い (LP ガス等)。</li> <li>● 都市部の木炭の価格は地方に比べて極めて高い (約2倍)。</li> </ul>	<p>(バイオコークス)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 中国産石炭コークスに対し、価格競争力のあるバイオコークスを市場に提供する。</li> <li>● 燃焼時の CO2 排出を伴わないバイオコークスを市場に提供する。</li> <li>● バイオコークスを日本向けに年間2,100 トン、タイ向けに年間 900 トン輸出販売する。</li> </ul> <p>(ブリケット炭)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 市販の木炭に対し、価格競争力のあるブリケット炭を、一般世帯向けに販売する。</li> </ul>	<p>(バイオコークス)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● バイオコークスの輸入量：3,000 トン/年</li> <li>● 同、輸入 CIF 価格：日本向け US\$327/トン、タイ向け US\$ 365/トン</li> <li>● バイオコークスの代替燃焼に伴う CO2 削減原料：tCO2/年</li> <li>● バイオコークスの輸出量：3,000 トン/年</li> <li>● 同、輸出 FOB 価格：US\$170/トン</li> </ul> <p>(ブリケット炭)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ブリケット炭の販売量：60 トン/年</li> <li>● 同品の販売価格：US\$ 234/トン。</li> <li>● 同品の使用に伴う世帯当りの燃料費の削減率：20%/年</li> </ul>
	※ 今後、タイの鑄造メーカー等がラオスに進出すれば、ラオス国内に石炭コークスの需要が生ずる可能性はある。		
2. 流通/ 輸送部門	<ul style="list-style-type: none"> <li>● セメントや木材、石炭等の流通は大手業者が担っており、小口商品の流通は少ない。</li> <li>● 地元の小規模な流通業者や小型トラックや耕運機等による流通のニーズが少なく、不定期であるため、収入が安定しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ビエンチャン市内にブリケット炭の販売拠点を確保する。</li> <li>● 年間を通じて、ブリケット炭の流通/輸送を行う地元業者を確保する。</li> <li>● 販売拠点では、ブリケット炭の在庫管理及び販売等を行う人員を確保する (委託販売方式)。</li> <li>● 小規模レストラン等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ブリケット炭の販売拠点数：箇所/年。</li> <li>● ブリケット炭の輸送・販売量：60 トン/年。</li> <li>● 販売拠点における人員数と販売委託料：人/年、US\$/トン。</li> <li>● 販売拠点を含む流通/輸送に工場側で支払われた委託料の割合：%/年</li> </ul>

		の小口需要に対する 地元流通業者を確保 する。	
	※ バイオコークスの場合、大手流通業者による二国間輸送を想定しているため、流通部門における BOP 層のかかわりは望めない。 ※ 但し、将来、ラオス国内にバイオコークスの需要が生まれれば、地元の小規模流通業者へ優先的に委託する予定である。		
3. 製品 製造部門	<ul style="list-style-type: none"> <li>農産物を販売する市場が少なく、取引が不安定（販売の予測が困難）。</li> <li>販売価格が安い、あるいは価格設定が不明瞭。</li> <li>市場へのアクセス手段が限られている（耕運機他）</li> <li>現金獲得の機会が少ない。</li> <li>2次産業が少ないため、雇用機会に恵まれない。</li> <li>製材廃棄物の処分に困っている。</li> <li>地元の炭焼釜は半地下式窯であり、製炭技術にバリエーションが多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造工場候補地は、ボリカムサイ県パクサン地区、あるいはカムアン県タケク地区である。</li> <li>既存の製材業者と合弁事業（JV）を行う。</li> <li>バイオコークスを、年間 3,000 トン製造する。</li> <li>ブリケット炭を、年間 60 トン製造する。</li> <li>工場では、マネージャー 1 人、エンジニア 1 人、作業員 42 人合計 44 人を通年雇用する。</li> <li>24 時間操業のため、給与や雇用条件は労働法を遵守し、必要な技術取得トレーニングを行う。</li> <li>新たにブリケット炭の製炭技術を導入し、炭焼経験者を優先して雇用する。</li> <li>可能であれば、同技術を習得した周辺の炭焼人にブリケット炭の製炭を委託する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>バイオコークスの年間製造量：3,000 トン/年</li> <li>ブリケット炭の年間製造量：60 トン/年</li> <li>製造工場の従業員数：44 人/年</li> <li>内、炭焼人の従業員数：3 人/年</li> <li>従業員の平均年収：US\$1,723/年。</li> <li>従業員の年間所得に対する給与の割合：%/年</li> <li>工場従業員の年間技術トレーニングの受講者数：人/年</li> <li>技術取得や作業環境改善に対する工場の支出割合：%/年。</li> <li>ブリケット炭の委託生産量：トン/年。</li> </ul>

<p>4. 原料生産/収集部門</p>	<p>(製材工場)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 製材工場では、製材廃棄物の処分に困っている。</li> <li>● 製材原木は政府の開発計画に依存しており、将来の展望が描けない。</li> <li>● 廃棄物を原料として、新たな製品をつくれれば、安定した操業が望める。</li> </ul> <p>(農家)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 植林木や、ゴム、キャッサバ以外に、原料を売る市場が少ない。</li> <li>● 木炭原木の Mai-tiew の市場はあるが、資源の枯渇が懸念されている。</li> <li>● 原料の買い取り業者が少なく、不定期。めったに売れたことはない。</li> <li>● 伐採残渣や小径木等の売り先がない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● JV パートナーで発生する製材オガ粉や廃棄物を、原料として年間 3,000 トンと使用する。</li> <li>● 工場周辺の製材業者や農家より、製材廃棄物や小径木等を購入する(年間 2,100 トン)。</li> <li>● 工場では、地元の小規模流業者や小型トラック所有者に、原料収集を通年で委託する。</li> <li>● 工場に直接原料を搬入できない農家に対し、精米所、あるいは村に小型の破砕機を設置する(工場 30km 圏内)。</li> <li>● 原料がまとまれば、工場側で直接買い取り収集を行う。</li> <li>● Mai-tiew 植林や(試験中の)バイオマス植林/栽培を奨励する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原料調達量：5,100 トン/年</li> <li>● 年間の廃棄物発生量に対する原料使用割合：%/年。</li> <li>● (製材工場、農家)外部調達先別、年間の原料購入量：2,100 トン/年。</li> <li>● 調達先別、原料購入価格：US\$6.2/トン。</li> <li>● 農家の原料販売世帯数：210 世帯/年。</li> <li>● 農家の年間所得に占める原料販売の割合：%/年/世帯。</li> <li>● Mai-tiew 植林やバイオマス植林/栽培面積の推移：210ha</li> </ul>
---------------------	---	--	--

### 4.3 設定した開発指標に関するベースラインデータの収集・分析

本事業で取り扱うバイオコークスは日本及びタイの市場では普及していない、若しくは市場が形成されていない。また、ブリケット炭は輸出用であるため、ラオス国内には普及していない。

このため、開発指標に対するベースラインデータの多くが入手不可能である。このため、統計データ等は現時点から遡って取得可能であるが、事業開始後のデータは関係機関への届出情報や工場側への聞き取りにより、入手可能である。

表 37 各指標のベースラインデータおよびデータ入手手段

部門	開発指標 (目標値)	ベースラインデータ	入手手段
<p>1. 市場/販売/消費部門</p>	<p>(バイオコークス)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● バイオコークスの輸入量：3,000 トン/年</li> <li>● 同、輸入 CIF 価格：日本向け US\$327/トン、タイ向け US\$ 365/トン</li> <li>● バイオコークスの代替燃焼に伴う CO2 削減量：tCO2/年</li> <li>● バイオコークスの輸出量：3,000 トン/年</li> <li>● 同、輸出 FOB 価格：US\$170/トン</li> </ul>	<p>(バイオコークス)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 日本及びタイにおける輸入量：実績なし。但し、日本においては地域限定で年間 1,800 程度流通している。</li> <li>● CO2 削減量：実績なし。尚、日本における事例では CO2 削減量は開示されていない。</li> <li>● ラオスからのバイオ</li> </ul>	<p>(バイオコークス)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 統計情報(毎年)</li> <li>● 輸出量及び輸出価格の関係機関への届出情報</li> <li>● 製造工場側の品質情報 (固定炭素量、灰分、水分等)</li> </ul>

	<p>(ブリケット炭)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ブリケット炭の販売量：60 トン/年</li> <li>同品の販売価格：US\$ 234/トン。</li> <li>同品の使用に伴う世帯当りの燃料費の削減率：20%/年。</li> </ul>	<p>コークスの輸出量：実績なし。</p> <p>(ブリケット炭)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国内販売量：実績なし</li> </ul>	<p>(ブリケット炭)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>関係機関への工場側届出情報（製造、販売数量等）</li> <li>ブリケット炭及び木炭の市場価格調査</li> </ul>
2. 流通/輸送部門	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブリケット炭の販売拠点数：箇所/年。</li> <li>ブリケット炭の輸送・販売量：60 トン/年。</li> <li>販売拠点における人員数と販売委託料：人/年、US\$/トン。</li> <li>販売拠点を含む流通/輸送に工場側で支払われた委託料の割合：%/年</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>販売拠点；実績なし。</li> <li>輸送・販売量：実績なし。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関係機関への工場側届出情報（製造、販売数量等）</li> <li>工場側へ聞き取り</li> </ul>
3. 製品製造部門	<ul style="list-style-type: none"> <li>バイオコークスの年間製造量：3,000 トン/年</li> <li>ブリケット炭の年間製造量：60 トン/年</li> <li>製造工場の従業員数：44 人/年</li> <li>内、炭焼人の従業員数：3 人/年</li> <li>従業員の平均年収：US\$1,723/年。</li> <li>従業員の年間所得に対する給与の割合：%/年</li> <li>工場従業員の年間技術トレーニングの受講者数：人/年</li> <li>技術取得や作業環境改善に対する工場の支出割合：%/年。</li> <li>ブリケット炭の委託生産量：トン/年。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造工場：実績なし。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関係機関への工場側届出情報（製造、販売数量等）</li> <li>地元労働行政局への届出情報</li> <li>工場側へ聞き取り</li> </ul>
4. 原料生産/収集部門	<ul style="list-style-type: none"> <li>原料調達量：5,100 トン/年</li> <li>年間の廃棄物発生量に対する原料使用割合：%/年。</li> <li>(製材工場、農家)外部調達先別、年間の原料購入量：2,100 トン/年。</li> <li>調達先別、原料購入価格：US\$6.2/トン。</li> <li>農家の原料販売世帯数：210 世帯/年。</li> <li>農家の年間所得に占める原料販売の割合：%/年/世帯。</li> <li>Mai-tiew 植林やバイオマス植林/栽培面積の推移：210ha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原料調達量：実績なし</li> <li>製材廃棄物に対する原料使用割合：実績なし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関係機関(MAF 他)への届出情報(原料種、原料使用量、購入価格等)</li> <li>製材廃棄物の発生量：年間製材量からの推定値</li> <li>製造工場側への聞き取り</li> </ul>

#### 4.4 BOP ビジネス実施後の開発効果発現シナリオ(案)

前述の「4.2.2 開発課題に対する開発目標と開発指標の設定」において、各バリューチェーンにおける開発課題を整理し、これらに対する開発目標を記載した。

ここでは、本事業の上位目標に対する開発効果発現シナリオ(案)について、記載する。

本事業規模での想定される開発効果は以下の通りであり、その効果はやや小さいものと言わざるを得ない。

##### 1. バイオコークス：年間 3,000 トン

- 日本の石炭コークス消費量は 38 百万トン(コークス・ノート 2010)、中国の石炭コークス輸出量は 15 百万トン (Coke Market Survey 2011) である。これに対し、本事業で製造・販売するバイオコークスは年間 3,000 トンと、市場規模の 1%にも満たない。

##### 2. ブリケット炭：年間 60 トン

- (ラオスの木炭消費量は不明であった) 参考までに、2009 年～2012 年のラオスの木炭輸出量は 20,972 トンであった(表 7 ラオスの木炭の輸出実績、参照)。木炭輸出量と比較した場合、本事業でビエンチャンの一般世帯向けに販売するブリケット炭は年間 60 トンと、0.3%程度である。
- 仮に、一世帯当り年間 600kg のブリケット炭を使用すると仮定した場合、その裨益者は 100 世帯に相当する。世帯当りの燃料費を約 20%削減。

##### 3. 雇用：地元より、年間 44 人。

##### 4. 原料販売：周辺農家が、原料を US\$6.19/トン×年間 10 トンを販売した場合、その裨益者は 210 世帯で、世帯あたり年間 US\$61.9 の収入増に相当する。また、仮に農家が原料生産用に新たに植林や栽培を始めた場合、植林・栽培面積は 210ha (1ha/世帯×210 世帯) に相当する

- しかしながら、本事業は環境に配慮した農村地域への経済開発、バリューチェーンにおける BOP 層の活用、さらには気候変動対策等、上位目標に対する開発効果は明らかである。
- さらに、本事業は第 1 ステップとして、ボリカムサイ県パクサン地区、もしくはカムアン県タケク地区のどちらかで事業を開始する予定であるが、バイオコークスやブリケット炭が市場に受け入れられ、事業経営が安定すれば、他の地域への展開も予想される。
- 前述の「2.10 再生可能エネルギー戦略の投資優遇策」に記載の商工省投資計画局局長のコメントの通り、本事業モデルはバイオマスの収集量に応じて、ラオスの他の地域へ展開可能な事業である。

※ 即ち、本事業モデルをラオスの他地域へ水平展開することにより、上記の上位開発目標に対するさらなる貢献が可能になると考える。

- 石炭コークスの市場規模に対し、バイオコークスの供給規模は極めて小さい。このため、本事業モデルは、ラオスと同様にバイオマスを有するアジア地域への展開も可能である。即ち、自国で発生するバイオマスを用いてバイオコークスを製造し、自国あるいは他国へ販売して、アジア域内の石炭コークス由来の CO2 排出量を削減が可能となる。

※ このため、本事業をラオスで最初に実施することは、環境に配慮しながら持続的な経済発展を目指す他のアジア域内における先駆的な BOP ビジネスの事例となることが期待される。

1. バイオークスとは？

近畿大学理工学部の井田民男准教授によって開発された新しいバイオマス固形燃料(特許第4088933号)です。光合成由来の植物性廃棄物から保有するエネルギーの損失が殆どなく製品化されますので、バイオマスエネルギーの有効利用と石炭ークス代替として期待できます。



1) 特長

- 原料歩留まり率 100%  
製造中に灰など残渣の発生がなく、原料中の揮発成分も揮散しないので理論上の原料歩留まり率は100% 即ち、投入原料重量≒製品重量です。
- 原料保有エネルギーを100%有効利用  
原料中の揮発成分の揮散がないので原料が保有するエネルギーを100%有効に利用できます。
- 高いエネルギー密度  
比重は1.2~1.4で、原料比重(木屑では0.2~0.3)に比べて極めて大きく、燃料としての輸送効率が高く、遠い消費地までの流通が可能となります。
- 保管性に優れた固形燃料  
強度が高いので輸送時や保管時の破損・崩壊が少なく、吸水・腐敗もしないので長期間の保存が可能。また炭のように火がつきにくく自然発火の心配もありません。
- CO2削減効果  
カーボンニュートラルであり化石燃料代替品としてCO2削減の効果があります。

2) 各種固体燃料の比較

表1 各種固体燃料の比較

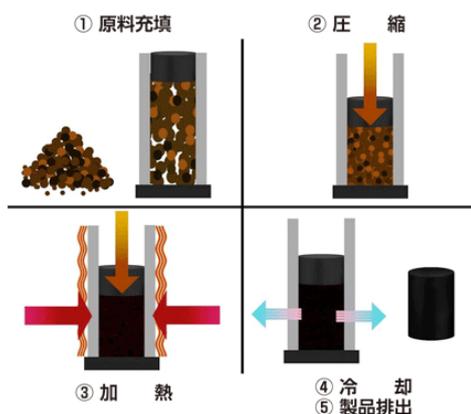
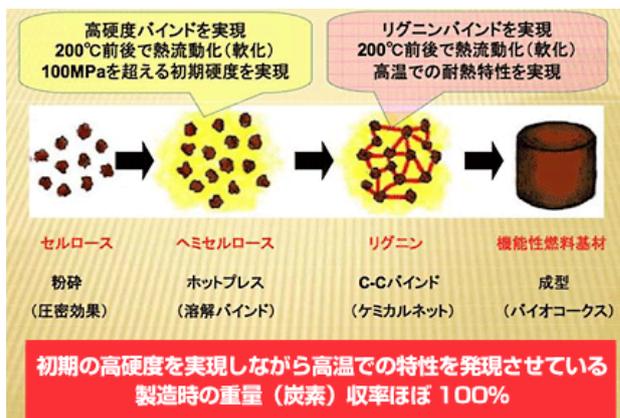
	バイオークス (杉)	石炭ークス (鑄物用)	石炭 (一般炭)	木炭	ペレット (杉)
総発熱量 (kcal/kg)	4200	7000	8000	6640~7525	4200
冷間強度 (MPa)	50~100	20	—	—	5~10
見かけ比重	1.2~1.4	0.7	0.8	0.07~1.2	0.6~0.7
水分 (%)	3~10	ほぼ0	7~10	5~11	3~10
窒素分 (%)	0.2~1.0	2.2	0.2~2.0	—	0.2~1.0
硫黄分 (%)	0.06~0.08	0.5~1.0	0.2~1.2	—	0.06~0.08
炭素分 (%)	約50	80~90	55~74	70~80	約50
灰分 (%)	0.05~1.0	6~10	5.9~12	0.9~4.7	0.05~1.0
揮発分 (%)	30~40	5以下	18~37	8.7~24.5	30~40
気孔率 (%)	ほぼ0	30~40	—	約40	—

3) バイオークスの製造原理

植物性廃棄物が持つリグニン、セルロース、ヘミセルロースを圧縮加熱することでヘミセルロースとリグニンが軟化して繊維質のセルロースをバインド強化します。この軟化とバインド強化が高密度で高強度なバイオークスを生成します。また、加圧することで植物由来廃棄物の間の空隙が充填され密度が上がり、植物由来廃棄物の欠点の一つである、エネルギー密度 (体積あたりのエネルギー量) が小さな点を解決することができます。

#### 4) バイオコークスの製造工程

- ① 原料充填 所定サイズの原料を反応容器の上部から充填します。
- ② 圧縮 油圧シリンダーにより原料を圧縮します。
- ③ 加熱 圧縮した状態で約 200℃×約 30 分の加熱を行います。
- ④ 冷却 圧縮した状態で間接水冷により常温まで冷却します。
- ⑤ 製品排出 反応容器下部から製品を油圧シリンダーで押し出します。



## 2. 研究・発表実績

### 【学術論文】

著書・学術論文名	著者名	発表年月	発行所・雑誌名
草本系バイオマスを原料とする高硬度・高密度固形物の成形特性	水野諭、井田民男、 淵端学、難波邦彦、 加子坂篤志、藤田修	2012年1月	日本エネルギー学会誌、第91 巻1号、pp.41-47
緑茶を原料とする高密度バイオ固形燃料の形成条件による物理的特性に関する研究	井田民男、高木亮 伍、水野諭、サンチ ェスエドムンド、難 波邦彦	2013年3月	スマートプロセス学会誌、 Vol.2、No.2、pp.83-87
高温雰囲気下における緑茶バイオコークスの圧縮強度特性に及ぼすスケール効果	水野諭、井田民男、 淵端学、難波邦彦、 澤井徹	2013年6月	日本実験力学学会誌、Vol.13、 No.2、pp.48-51

### 【口頭発表】

著書・学術論文名	著者名	発表年月	発行所・雑誌名
バイオコークスの燃焼強度構造設計基準について	井田民男、水野諭、 サンチェス・エドモ ンド	2012年5月	スマートプロセス学会春季総 合学術講演会、pp.35-36
TMA分析によるバイオコークス熱特性の幾何学依存性	井田民男、水野諭、 サンチェス・エドモ ンド	2012年7月	日本実験力学学会 2012 年度年次 大会、pp.360-361
ラオスにおける次世代バイオ固形燃料：バイオコークス導入の可能性について	井田民男、原口直人、 村田博敏、野村恭子、 Sanchez Edmunds Jr.	2013年1月	第29回エネルギーシステム・ 経済・環境コンファレンス、 p.117

### 3. 特許開発実績（氏名、題名、年、開示番号等）

氏名	題名	年	開示番号	備考
井田民男、 中西亜貴夫	バイオマス固形物及 びその製造方法	2008年3月	特許第4088933号	PCT/JP2006/300985 移行中

### 4. 調査事業実績一覧

	事業名	事業概要	実施年度	発注者
1	先進的トレファクション技術による高密度・高炭化率固形燃料の研究開発	先進的トレファクション技術による高密度・高硬度炭化率固形燃料の製造を実現する開発を行い、既存の溶解炉での石炭コークス代替の上限 40%程度を実用化時には70%代替実証	2011.10 ～ 2013.03	NEDO
2	道内未利用バイオによる高効率ソフト・バイオコークスの研究開発	道内未利用バイオマス資源の利活用に高付加価値をつけ、市場ニーズに合わせたバイオコークスの着火性、燃焼持続性、加炭性等を制御できるソフト・バイオコークスの研究開発と電磁誘導（IH）技術を最大限に活かす高効率連続式製造法の開発	2010.6 ～ 2011.03	経済産業省・北海道経済産業局
3	北海道発・草本資源を活用した次世代ゼロ・エミ燃料による低炭素社会への実証モデル	本プロジェクトは、環境モデル都市を掲げる下川町をフィールドに、草本バイオマス等のモバイル型製造機、農業用ハウスで利用可能な小型ボイラー開発を通して、エネルギー備蓄からシーズンシフト熱利用をすることにより北海道のみならずアジア各国への低炭素社会を実現する次世代ゼロ・エミ燃料による実証モデル	2009.06 ～ 2010.03	経済産業省・北海道経済産業局
4	鑄造コークス代替となる高硬度固形バイオ燃料の量産機開発と実証	植物性バイオマスを原料とする鑄造コークス代替可能な高硬度固形燃料の量産機開発を行い、更に本燃料の大型鑄造実炉でのコークス代替実証試験	2007.08 ～ 2009.3	NEDO

以上

一般事情	
1.面積	24万平方キロメートル
2.人口	639万人 (2011年, ラオス統計局)
3.首都	ビエンチャン
4.民族	ラオ族 (全人口の約半数以上) を含む計49民族
5.言語	ラオス語
6.宗教	仏教
政治体制・内政	
1.政体	人民民主共和制
2.元首	チュンマリー・サイニャソーン国家主席 (ラオス人民革命党書記長)
3.議会	国民議会
外交	
	平和5原則に基づく全方位外交 (ベトナムとは, 「特別な関係」) 近隣諸国との友好関係の維持拡大 (1997年7月, ASEAN加盟) 2011年11月には, アジア欧州会合第9回首脳会議を主催
経済	
1.産業	サービス業 (GDPの約38%), 農業 (約28%), 工業 (約27%)。 (2011年, ラオス統計局)
2.GDP (名目) ;	65兆6,897億キープ (約82億米ドル) (2011年, ラオス統計局)
3.一人当たりGDP	1,281ドル (2011年, ラオス統計局)
4.GDP成長率	8.0% (2011年, ラオス統計局)
5.消費者物価上昇率	7.6% (2011年, ラオス統計局)
6.失業率	不明
7.貿易	(1) 輸出 18.54億ドル (2011年ラオス中央銀行) (2) 輸入 24.23億ドル (2011年ラオス中央銀行)
8.主要貿易品目	(1) 輸出 鉱物, 農産林産品, 縫製品, 電力 (2011年ラオス中央銀行) (2) 輸入 投資関連財, 消費財 (2011年ラオス中央銀行)
9.主要な貿易相手国	タイ, 中国, ベトナム, 韓国, 豪州他 (2011年ラオス工業商業省)
10.通貨	キープ (Kip)
11.為替レート	1ドル=8,001キープ (2012年1月, ラオス統計局)
経済協力	
1.日本の援助実績	(1) 有償資金協力 231.03億円 (2011年度まで) (2) 無償資金協力 1,307.62億円 (2011年度まで) (3) 技術協力 約574.65億円 (2011年度まで)
2.主要援助国	①日本、②オーストラリア、③韓国、④ドイツ、⑤スイス
二国間関係	
1.政治関係	日ラオス間に特に懸案はなく, 従来より良好な関係。
2.経済関係	(1) 対日貿易 (2011年, 財務省貿易統計) (イ) 貿易額 日本の輸出 61.83億円 日本の輸入 77.50億円 (ロ) 品目 日本の輸出 乗用車, 建設・鉱山用機械, 織物用糸・繊維 日本の輸入 コーヒー, ケイ素他無機化合物, 衣類・同付属品 (2) 日本からの投資 縫製業, 部品製造業, 植林業, 農業, 電力, 鉱業等

出典元：外務省国別情報 <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/laos/data.html>

第5編 資料3 「各国の石炭コークス輸入実績」

表1 日本の石炭コークス輸入実績（上位5カ国）

国名	2009年全期		2010年全期		2011年全期		2012年全期		平均(2009-2012)	
	数量 (t)	,000円	数量 (t)	,000円	数量 (t)	,000円	数量 (t)	,000円	数量 (t)	,000円
									92.0 円/US\$	
中華人民共和国 (US\$/t)	186,723	8,340,229 485.5	400,045	18,438,804 501.0	451,503	21,525,274 518.2	224,911	11,045,037 533.8	315,796	73% 14,837,336 510.7
ベトナム (US\$/t)			19,338	776,850 436.7	36,426	1,310,818 391.2	40,028	1,142,028 310.1	31,931	7% 1,076,565 366.5
台湾 (US\$/t)	12,285	268,306 237.4	36,371	947,976 283.3	50,218	1,016,613 220.0	58,250	933,980 174.3	39,281	9% 791,719 219.1
大韓民国 (US\$/t)	2,702	53,241 214.2	5,324	102,633 209.5	8,831	168,662 207.6	5,479	146,176 290.0	5,584	1% 117,678 229.1
インド (US\$/t)			26,367	1,190,509 490.8			33	1,585 522.1	13,200	3% 596,047 490.8
その他 (US\$/t)	40,175	1,052,727 284.8	0	0	102,244	3,135,678 333.4	25	1,083 470.9	35,611	8% 1,047,372 319.7
合計 (US\$/t)	244,165	9,813,088 436.9	487,450	21,458,681 478.5	658,935	27,541,434 454.3	328,726	13,269,889 438.8	429,819	

表2 タイの石炭コークス輸入実績（上位5カ国）

国名	2009年		2010年		2011年		2012年		平均(2009-2012)	
	数量 (t)	,000 THB	数量 (t)	,000 THB	数量 (t)	,000 THB	数量 (t)	,000 THB	数量 (t)	,000 THB
									30.45 THB/US\$	
CHINA (US\$/t)	26,249	471,995 590.4	31,882	552,569 569.1	36,957	636,043 565.1	31,715	542,550 561.7	31,701	27% 550,789 570.5
JAPAN (US\$/t)	84,418	632,334 246.0	33,003	366,793 364.9	27,504	369,522 441.2	4	215 1,766.9	36,232	31% 342,216 310.1
SWEDEN (US\$/t)	1,410	43,969 1,024.0	2,132	68,280 1,051.6	1,868	72,577 1,275.8	1,716	69,120 1,322.6	1,782	2% 63,486 1,170.2
HONG KONG (US\$/t)	2,308	27,540 391.8	775	10,495 444.7			1,427	14,696 338.2	1,503	1% 17,577 383.9
UNITED STATES (US\$/t)			437	14,406 1,082.5	1,197	42,477 1,165.2	323	13,240 1,346.0	652	1% 23,374 1,176.6
その他 (US\$/t)	1,177	18,800 486,431.8	140,475	1,909,384 413,941.1	40,639	546,888 409,826.5	834	7,801 284,870.5	45,781	39% 620,718 412,906.1
合計 (US\$/t)	115,562	1,194,639 339.5	208,704	2,921,927 459.7	108,165	1,667,508 506.2	36,019	647,622 590.4	117,113	

表3 韓国の石炭コークス輸入実績（上位5カ国）

国名	2009年		2010年		2011年		2012年		平均(2009-2012)		
	数量 (t)	,000USD	数量 (t)	,000USD	数量 (t)	,000USD	数量 (t)	,000USD	数量 (t)	,000USD	
China (US\$/t)	99,691	39,429 395.5	479,730	204,923 427.2	336,505	150,060 445.9	176,283	74,006 419.8	273,052	66% 117,105 428.9	
Japan (US\$/t)	134,865	42,872 317.9	49,852	18,112 363.3	27,025	11,221 415.2	114,537	42,788 373.6	81,570	20% 28,748 352.4	
Taiwan (US\$/t)	18,148	4,150 228.7	65,234	19,252 295.1	37,211	13,441 361.2	29,288	10,821 369.5	37,470	9% 11,916 318.0	
Russian (US\$/t)	15	0 0.0	2,670	494 185.0	0	0 #DIV/0!	34,028	12,615 370.7	9,178	2% 3,277 357.1	
Australia (US\$/t)	1,784	520 291.5	10,034	3,003 299.3	0	0 0.0	4,182	1,292 308.9	4,000	1% 1,204 300.9	
その他	1,919	1,076 560.7	21,326	8,533 400.1	4,805	2,336 486.2	10,037	4,340 432.4	13,561	3% 5,592 412.3	
合計 (US\$/t)	256,422	88,047 343.4	628,845	254,317 404.4	405,546	177,058 436.6	368,355	145,862 396.0	414,792		166,321 401.0

表4 台湾の石炭コークス輸入実績（上位5カ国）

国名	2009年		2010年		2011年		2012年		平均(2009-2012)		
	数量 (t)	,000USD	数量 (t)	,000USD	数量 (t)	,000USD	数量 (t)	,000USD	数量 (t)	,000USD	
CHINA (US\$/t)	32,700	13,688 418.6	137,533	61,942 450.4	114,061	53,924 472.8	60,033	27,751 462.3	86,082	13% 39,326 456.8	
JAPAN (US\$/t)	43,180	5,984 138.6	43,845	9,598 218.9	26,134	8,886 340.0	107,008	33,252 310.7	55,042	8% 14,430 262.2	
RUSSIAN FEDERATION (US\$/t)							32,505	11,631 357.8	32,505	5% 11,631 357.8	
INDONESIA (US\$/t)			33,000	7,238 219.3	78,740	20,009 254.1	20,270	4,295 211.9	44,003	7% 10,514 238.9	
INDIA (US\$/t)							11,000	4,723 429.4	11,000	2% 4,723 429.4	
その他 (US\$/t)	33,288	4,696 141.1	1,162,111	229,145 197.2	663,828	148,337 223.5	1,752	1,133 646.7	465,245	72% 129,385 278.1	
合計 (US\$/t)	109,168	24,368 223.2	1,376,489	307,922 223.7	882,763	231,156 261.9	232,568	82,785 356.0	650,247		161,558 248.5

Short report of Trial in Nongboua PK

**Reported date** 4-Mar-13  
**Site name** Nongboua PK  
**Classification** Species trial  
**Plant Material** 2 clones of Napier grass (Pakchong 1 and 2) and Acacia hybrid  
**Spacing** Napier grass: 0.75m × 0.75m (two canes per hole) Acacia hybrid: 3.0m × 1.3m  
**Planted date** 11-Oct-12  
**Surveyed date** 15-Nov-12 1.2 month  
 21-Dec-12 2.4 month  
 6-Feb-13 3.9 month  
**Survey plot** Napier grass: 24 holes (6 × 4, 13.5 m<sup>2</sup>) Acacia hybrid: 32 trees (4 rows × 8 trees, 124.8 m<sup>2</sup>)

**Operation History** - Site prep: Oct 2012  
 (Napier grass: Plowing for whole area, Acacia hybrid: Plowing for whole area and mounding,  
 - Planting: 11 to 14-Oct-2012  
 - Fertilizing: Napier grass-SSP (0-16-0) 20 g/hole Acacia hybrid-SSP (0-16-0) 100 g/tree & 0-0-25 (B 2.6%) 40 g/tree (Putting in planting hole)□  
 - Infilling: Napier grass-No operation Acacia hybrid-17-Oct-2012  
 - Irrigation: Have done irrigation for all species by end of Oct using Land cruiser to keep good survival rate.  
 Started irrigation by sprinkler from 7-Nov-2012 only for Napier grass.

Figure 1. Map of trial site

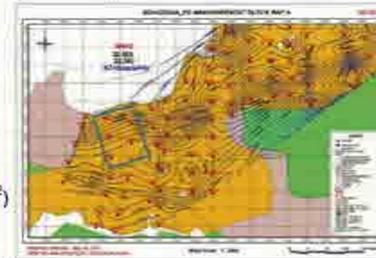
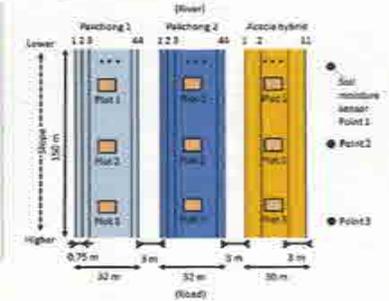


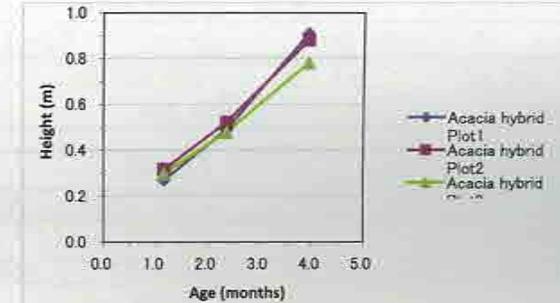
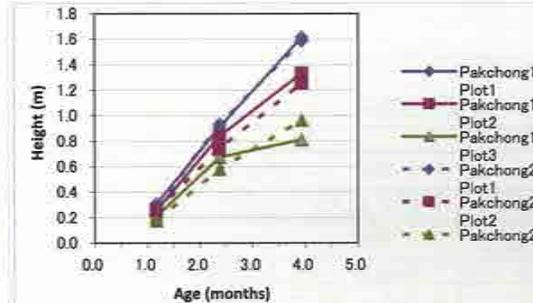
Figure 2. Trial design



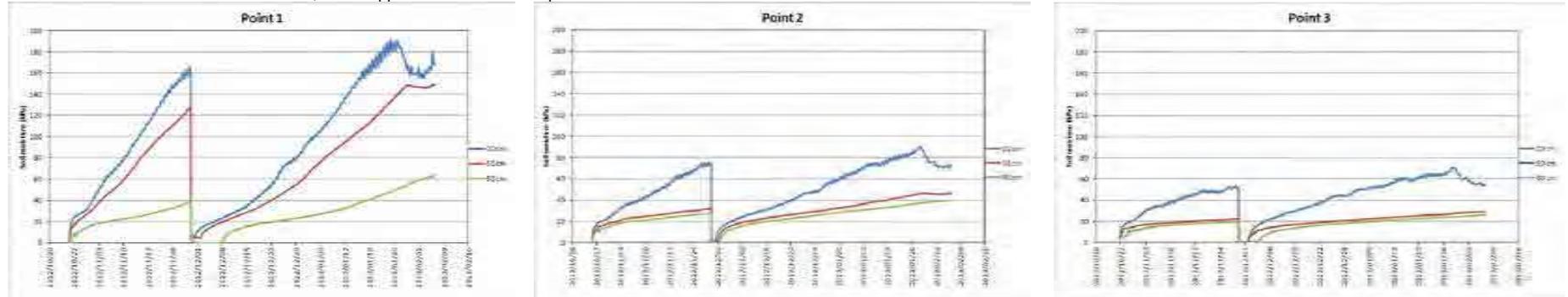
1. Growth

Species	Plot #	Age (months)			
		1.2	2.4	3.9	
Napier grass	Pakchong1	1	0.30	0.91	1.61
		2	0.25	0.84	1.33
		3	0.21	0.67	0.81
Napier grass	Pakchong2	1	0.28	0.93	1.58
		2	0.25	0.74	1.25
		3	0.17	0.58	0.96
Acacia	hybrid	1	0.27	0.49	0.91
		2	0.32	0.52	0.88
		3	0.30	0.48	0.78

Feeding damage was found.  
 The growth could be affected by the damage.



**2. Soil moisture** \*0 kPa: Saturated soil, Refer Appendix1 for relationship of soil moisture tension and soil water content.



Point 1 soil, especially top soil and subsoil was more drier than other points.

**Soil profile at Point 1**



80 cm Loamy clay  
50 cm Loamy clay  
20 cm Loamy sand

**Soil profile at Point 3**

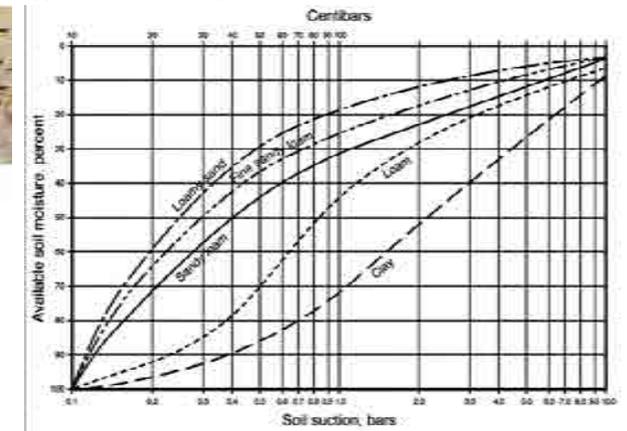


80 cm Clay  
50 cm Clay  
20 cm Loamy sand

\*Point 2 shows similar profile to Point 3.

Soil at 50 cm depth or under more in Point 2 and 3 could hold moisture more than Point 1 because of soil property.

**Appendix1. Relationship between soil moisture tension and water content**



Adapted (with permission) from the EC: Irrigate Irrigation Manual; EC: Ministry of Agriculture and Food, Irrigation Industry Association of British Columbia (T.W. Van der Gulik)  
Note: 1 kpa = 1 centibar; 100 centibars = 1 bar

**3. Discussion**

**Napier grass** Growth in Plot 1 is obviously better than other plots. The difference in growth seems to be difficult to be explained from soil moisture data. Potential reasons are  
 1) different soil profile  
 2) uneven irrigation (PX asked guard to apply water evenly, but it seems difficult.)  
 3) duration of planting (planting started from river side and it took 4 days.)  
 Purple dots were observed on old leaves of Pakchong1, but not on new leaves. (See the picture)  
 It looks like nutrient disorder, but I have no idea about element.

**Acacia hybrid** Yellowish leaves were observed at middle part of stem or higher (but not top) on Dec of 2012. However, the symptom can not be found in the last checking.

**Soil moisture** Point 1 (lower altitude, close to small river) seems to dry easily compared with other points (higher altitude, far from the river). Easy drying may relate to soil property. At Point 1, soil deeper than 50 cm is loamy clay. On the other hand, soil <50 cm at Point 2 and 3 was clay, which can retain more water. However, roots is difficult to penetrate to clay soil and water logging would be problem during rainy season. To understand relationship between growth and soil property, it is better to check soil profile at several point in the trial site.

**4. Issue**

We had plan to harvest Napier grass on May 2013 in our initial plan. However, I think that now is timing to harvest Napier grass. The following points are the reason why.

- 1) We started irrigation to make Napier grass survive. In the result, growth is faster than our expectation.
- 2) Earlier harvesting could be better because we can utilize the Napier grass for multi purpose (cow feeding and biomass). Problem is no pelletizing machine available. We cannot make pellet from Napier grass now. Options are 1) allow farmer to harvest and feed it to their cow/buffalo and check that cow/buffalo can stay there with Napier grass.
- 2) utilize Napier grass as compost in NSR.

## 第5編 資料5 「ラオス産バイオマスの分析レポート」

ラオス国産バイオマス6種、マイチューの幹 (Stem of Mai tie)、マイチューの枝 (Branches of Mai tie)、ユーカリの枝 (Branches of Eucalyptus)、アカシアの枝 (Branches of Acacia)、オガクズ (Saw Dust)、ネピアグラス (Napier grass) について、基本的な元素組成分析、熱量分析を基に、熱分解特性を行い、さらにそれらの原料からバイオコークスを形成し、冷間圧縮強度評価を行ったので報告する。

### 1. 基礎元素組成分析

表1に発熱量分析、CHN分析、水分量分析、灰量分析結果を示す。総発熱量(有姿ベース)は、JIS M 8814により、CHN分析はJIS M 8813、水分及び灰分分析: JIS M 8812により実施した。総発熱量、炭素量ともに、平均的なバイオマス資源であることが分かった。窒素成分は、草本系バイオマスであるネピアグラスが少し高値を示しているが、燃焼利用に問題になるレベルではない。また、同様に灰分量もネピアグラスだけが5%台を示しているが、石炭コークス約15%の灰分量から比すると、問題にならない範囲であると考えられる。

表1 ラオス産バイオマスの基礎分析結果

No.	Samples	Gross Calorific Value [kJ/kg]	Gross Calorific Value [kcal/kg]	C [wt%]	H [wt%]	N [wt%]	Water Content [wt%]	Ash Content [wt%]
1	Stem of Mai tie	18,350	4,390	46.59	6.39	0.11	9.34	0.58
2	Branches of Mai tie	18,810	4,500	47.51	6.51	0.46	10.74	1.59
3	Branches of Eucalyptus	17,681	4,230	47.23	6.49	0.09	10.45	1.00
4	Branches of Acacia	18,099	4,330	46.66	6.55	0.46	9.75	2.27
5	Saw Dust	18,517	4,430	47.32	6.37	0.15	9.14	2.26
6	Napier grass	17,890	4,280	44.34	6.55	1.50	9.28	5.04

### 2. 熱分解特性分析

熱分解特性である重量収率および吸・発熱特性を得るために、高温型示差熱重量同時測定装置(セイコー電子工業、TG/DTA320)を用いた。装置の概略を図1に、分析条件を表2に示す。

分析は、ビーム先端に設けられたサンプルホルダーに試料、リファレンスホルダーに基準物質をのせ、電気炉内において設定された一定速度で加熱する。温度上昇に伴い試料の重量変化が生じると試料側のビームが傾き、その変化を光学的にとらえて常にビームが水平になるように駆動コイルを作動させる。コイルに流れる電流は試料の重量変化量に比例するため、この電流量を検出してTG信号とする。また、両ホルダー底面に設けられた熱電対の起電力により両者の温度差を検出し、DTA信号とする。なお、実際に燃焼させる場合と同様な状態でのデータを得るために、測定は空気雰囲気で行った。電気炉内は±5Kの範囲で温度設定が可能であり、試料の粒子中心部の温度測定にはφ0.3mmのPt/Pt-13%Rh熱電対を用いた。

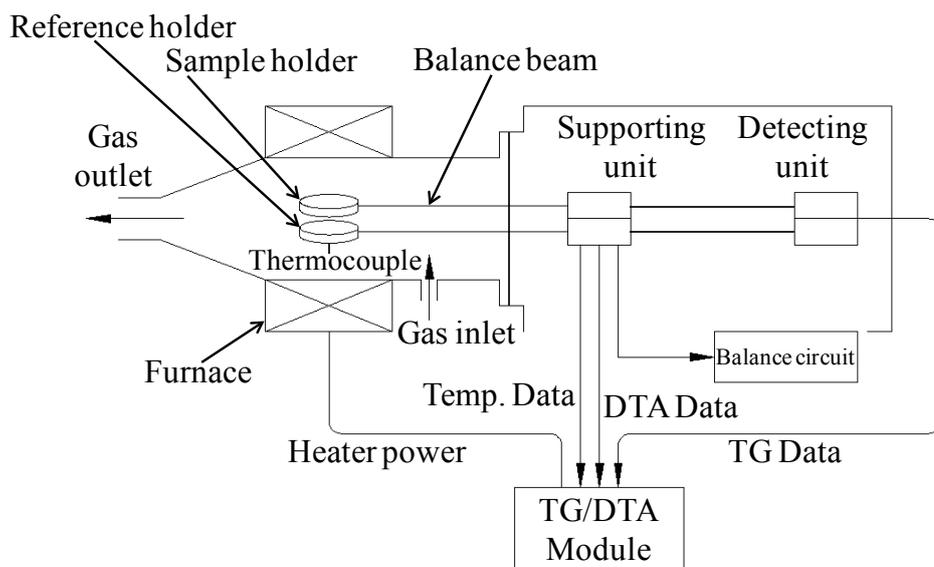


図1 熱分解特性分析装置 (TG/GTA)

表2 熱分解特性分析条件

Sample weight (mg)	10
Gas flow rate (cm <sup>3</sup> /min.)	200
Gas atmosphere	N <sub>2</sub> , Air
Maximum temperature (K)	1273
Heating rate (K/min.)	10

気乾状態に置いたそれぞれの原料による熱分解特性分析 (TG/DTA) 結果を図 2-1~6 に示す。図の実線—第 1 軸は相対重量収率 (TG) 曲線を、破線—第 2 軸は吸・発熱特性 (DTA) 曲線に対応している。青ライン活性化 (空気/酸素) 雰囲気、赤ラインが不活性 (窒素) 雰囲気での結果を示す。

まず、分解曲線は、TG 曲線から 370 K で自由水が蒸発することによる重量減少が現れ、370 ~520K 付近まで温度が上昇しているにもかかわらず、重量変化が生じない領域 (バイオコークス形成温度領域) からバイオマスがガス化現象により急激に重量減少が生じている領域が表れている。その温度以上では、活性雰囲気では、約 700K 以上で灰へと移行し、不活性雰囲気では、約 650K 付近以上で固定炭素へと移行している様子が伺える。

一方、DTA 曲線を見ると、620K 付近では揮発成分による第 1 ピークが、720K 付近では固定炭素による第 2 ピークを持つバイオマスに典型的な曲線が存在していることが分かった。

以上の分析より、これらのバイオマスには、バイオコークスが形成できる約 100K 程度の温度域が存在していることが分かった。

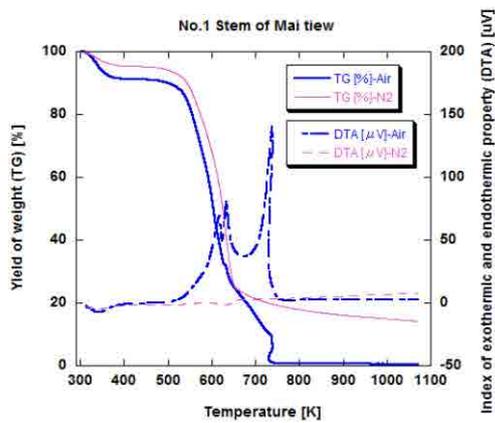


図 2-1 マイチューの幹 (Stem of Mai twig)

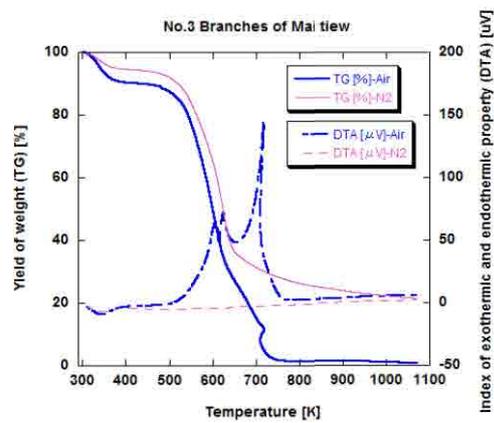


図 2-2 マイチューの枝 (Branches of Mai twig)

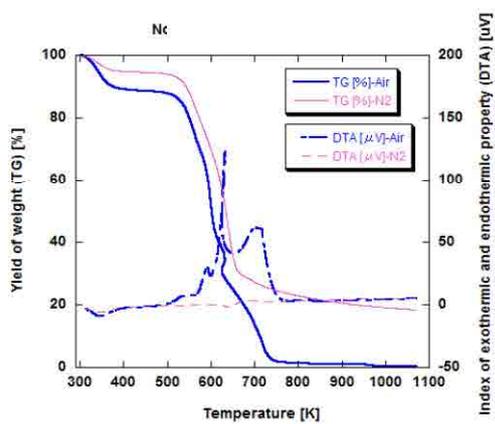


図 2-3 ユーカリの枝 (Branches of Eucalyptus)

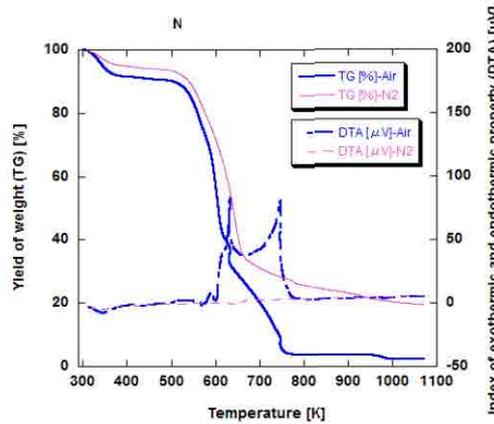


図 2-4 アカシアの枝 (Branches of Acacia)

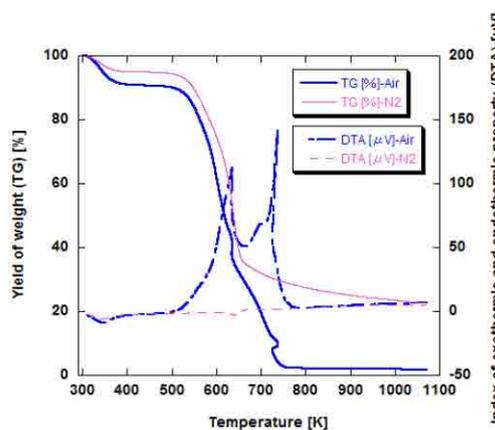


図 2-5 オガクズ (Saw Dust)

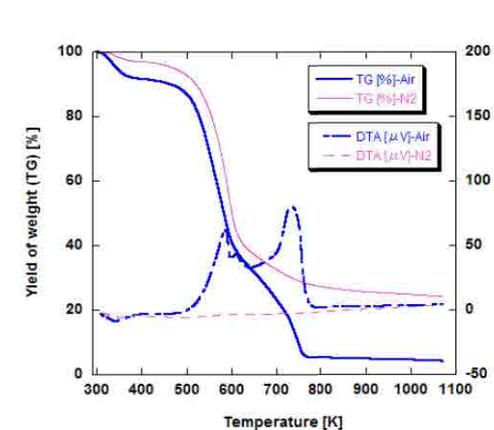


図 2-6 ネピアグラス (Napier Grass)

### 3. バイオコークスによる冷間圧縮強度評価

バイオコークスは、高密度・高硬度固形物である。その形成に用いた装置の加熱・加荷器具の装置断面を図3に示す。原料調整として、粉碎前に乾燥機により 378 K で 24 時間をかけ全乾状態にした葦の茎部を粉碎し、電動フルイで粒径を 1 mm 以下に揃えた。さらに、かき混ぜながら霧吹きを用いて所定の水分を原料に馴染ませ、24 時間以上置き均質化を図ることで、初期含水率の調湿を行った。形成は、初期含水率に調湿した葦から設定重量 100 g を取り分け、その原料をシリンダーに入れ、モールドで挟み込み、設定荷重 22 MPa を加え、電気炉で設定の加熱温度（ここでは 453K を設定）まで昇温する。設定温度に達してから、一定時間 15 分、加荷重と加熱温度を保持し続け、その後、室温まで冷却し、シリンダーより排出した。

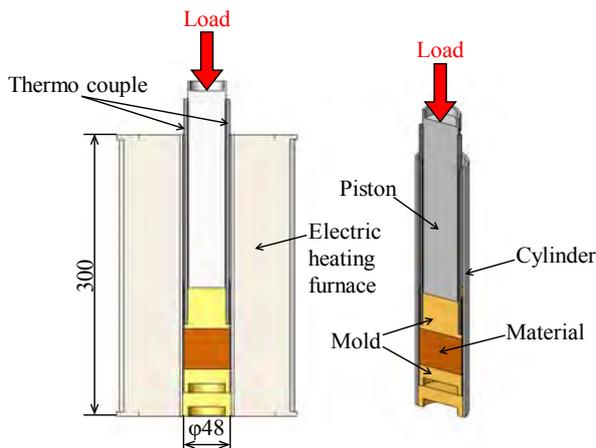


図3 バイオコークス形成装置イメージ

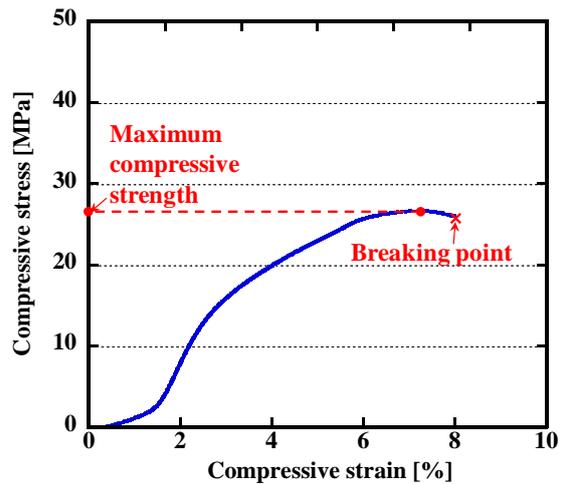


図4 冷間圧縮強度分析曲線

図4に冷間圧縮強度分析曲線を示す。縦軸が機械的圧縮強度  $\sigma$  (MPa) に相当し、横軸がひずみ率  $\epsilon$  (—) に相当している。曲線は、荷重と共に圧縮方向にひずみが発生し、最高圧縮強度に到達後、破壊する。ここでは、最高圧縮強度とその時のひずみ率から考察する。

図5-1では、約16%ひずみ率で約78MPaの最高圧縮強度を有していることが分かった。

図5-2では、約13%ひずみ率で約58MPaの最高圧縮強度を有していることが分かった。

図5-3では、約16%ひずみ率で約75MPaの最高圧縮強度を有していることが分かった。

図5-4では、約14%ひずみ率で約78MPaの最高圧縮強度を有していることが分かった。

図5-5では、約6%ひずみ率で約55MPaの最高圧縮強度を有していることが分かった。

図5-6では、約15%ひずみ率で約35MPaの最高圧縮強度を有していることが分かった。

最高圧縮強度は、マイチューの幹、ユーカリの枝、アカシアの枝が約78MPaと高い強度を有していることが分かった。また、ネピアグラスは、約35MPaと弱い特性になることが分かった。

ひずみ率では、オガクズが約6%で最高圧縮強度に達し、崩れない性質であることが分かった。また、ネピアグラスは、ひずみ率約15%—最高圧縮強度約35MPaで延性があることが分かった。

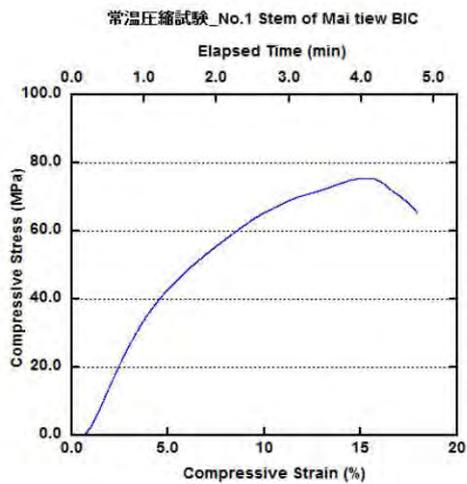


図 5-1 マイチューの幹 (Stem of Mai tiev)

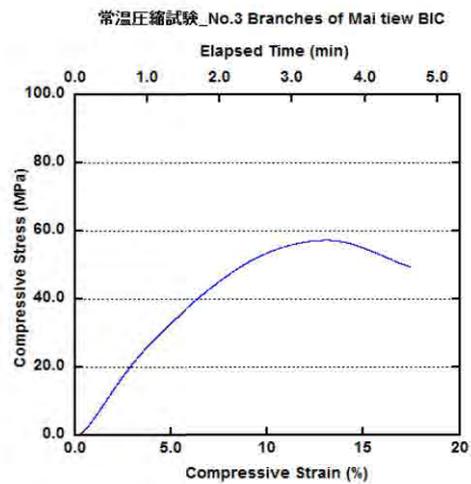


図 5-2 マイチューの枝 (Branches of Mai tiev)

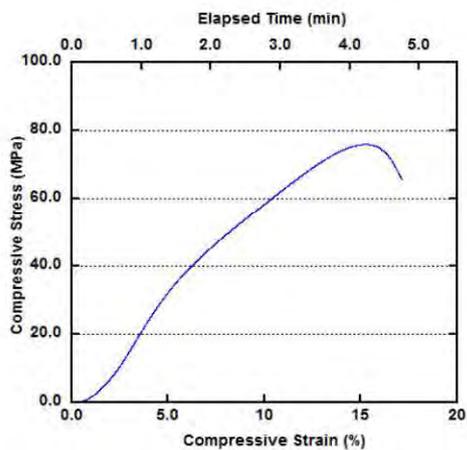


図 5-3 ユーカリの枝 (Branches of Eucalyptus)

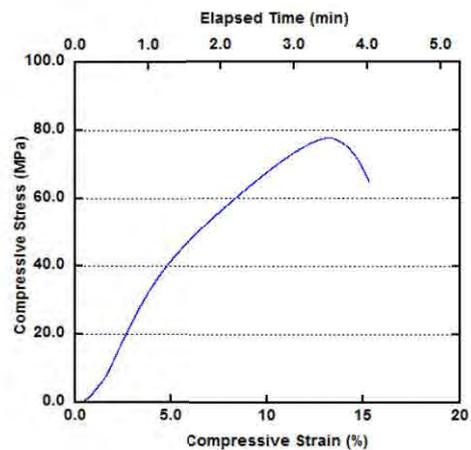
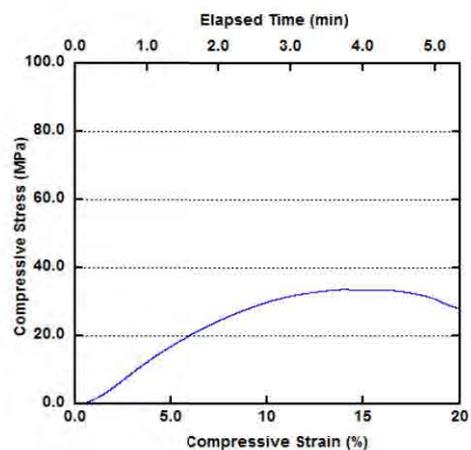
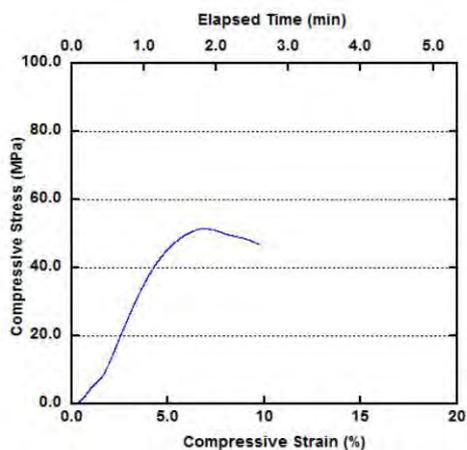


図 5-4 アカシアの枝 (Branches of Acacia)



以上

## 第5編 資料集6 第1回～第11回 現地調査面談先（抜粋）

### 第1回現地調査面談先

2012年8月26日～9月2日（8日間）：原口 直人、井田 民男、高倉 秀太郎
エネルギー工業省 Ministry of Energy and Mines (MEM) Institute of Renewable Energy Promotion, Deputy director general; Mr. Chantho Milattanapheng, Deputy director; Mr. Syvang Xayyavong
全国燃料協会輸入木炭対策協議会 ラオス国造林事業委員 圓谷
JICA ラオス事務所米山次長、久保田 BOP 担当員
Oji Lao Plantation Forest Co., LTD. (LPFL) 参鍋取締役、助野アジア農林技術センター長、佐々木所員
Bolikhambxai 県 Pakxane 郡 Nasomemore 村、村長、農家(ゴム、キャッサバ)
Bolikhambxai 県 Pakxane 郡、製材廃材を原料とする製炭家族
JICA Lao Pilot Program For Narrowing the Development Gap Towards ASEAN Integration (LPP Project)佐藤専門家、中楯インターン
商工省 Ministry of Industry and Commerce (MoIC) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Department of Planning and Cooperation, Director general; Mr. Sirisamphanh Vorachith</li> <li>• SME Promotion and Development Office, Deputy director general; Mr. Soutchay Sisouvong</li> <li>• Department of Central Investment Promotion, Director; Mr. Nivone Nhoysaykham</li> </ul>
ラオス再生可能エネルギー研究所 Lao Institute for Renewable Energy (LIRE) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Managing director; Ms. Aurelie Phimmason</li> <li>• CDM and Technical advisor; Mr. Edward Allen</li> </ul>
Laodi (ラム酒メーカー) 取締役副社長 井上
森林局 Forestry department JICA 藤田専門家
National University of Laos (NUoL) Faculty of Engineering; Professor, Phd., Khamphone Nanthavong, Lecture Phd., Kinnalesh Vonchan
Lao Brewery Co., LTD Chief Finance Officer; Mr. Bui Huu Quang
Ministry of Agriculture and Forestry (MAF) Department of Planning, International cooperation division, Deputy director; Mr. Iathadom Akkharath, Investment and Business division, Director; Phd. Ketkeo Phouangphet

### 第2回現地調査面談先

2012年10月07日～10月16日（10日間）：Perera Sajitha Chamara
Lao National Chamber of Commerce and Industry (LNCCI) Secretary General : Mr. Khantavong Dalavong
Oji Lao Plantation Forest Co., LTD (LPFL) Manager: Mr. Dabone、Mr. Vanxay、R&D Manager:佐々木慎弥
Bolikhambxay Province Department of Planning and Investment (DPI) General Secretary: Mr. Sonthong Vinounkouang
Thakhek Branch of Ministry of Agriculture and Forestry (MAF) Branch leader : Mr Souvannajak Keochanthala
Phoudoi Sawmill (Thakhek) ; Manager: Mr Bounyoung
Thakhek Province Department of Planning and Investment (DPI) General Secretary Department of Foreign Trade Policy: Mr. Saysana Sayakone

Lao Cement Co., LTD Deputy Managing Director : Mr. Thongponh Kingkhamphet
GEOTRANS Logistics & Movers Co., Ltd : Director Mr. Vira Salikoun
村落簡易調査 : Nam Dua 村、Hinboun 村、Na Kok 村

### 第3回現地調査面談先

2012年10月16日～10月26日(11日間) : 原口 直人、村田 博敏
統計局 Data Service Division, Department of Statistics (DoS), Ministry of Planning and Investment (MPI): Director Mrs. Sulaphauh, Miss. Chanthapany
全国燃料協会輸入木炭対策協議会ラオス国造林事業委員 圓谷氏 Afforestation and Extension Training Center (AFETC): Director Mr. Lattana Phaxaysombath
JETRO (Lao) : Correspondent 山田氏
製材業者 Bolikhan 郡 VLS Wood Processing Dactory Co., Ltd. Mr. Khamphaeng
JICA ラオス事務所 久保田氏、米山次長、MAF Department of Planning 横井専門家、同 Forestry Secotr Capacity Development Project Hiramura 専門家
<ul style="list-style-type: none"> <li>● タイ産業開発支援局 Bureau of Supporting Industries Development, Department of Industrial Promotionm Ministry of Industry; Director Panuwat Triyangkulsri, Advisor Masanobu Nii</li> <li>● 鉄鋼協会 Iron and Steel Institute Industrial Information and AnalCysis Division, Senior Manager Jirapon Yingsittisawad</li> <li>● 建設協会, Staff Mr. Sviva、</li> <li>● ウッドペレット製造 Acutech Co., Ltd. Managing Director Samatha Meteeputthi</li> </ul>
タイキュボラ工場: Sealand Casting & Machining Co.,Ltd. (SCM), Managing Director Mr. Anan、Level Five Co., Ltd. Managing Director Mr. Iwamoto 氏案内
機械設備 : PAINT APPLICATION SYSTEM CO.,LTD(PASS) 、Sales & Marketing Manager (YOSHIYA FUJIWARA)、SIAM OKAYA MACHINE & TOOL CO.,LTD
MRP ENGINEERING CO.,LTD(MRP) : Kraison(Sales Mager)、Ratchana(Engineer)
TECOSE ENGINEERING CO.,LTD : YOSHIFUMI KORESAWA(Managing Director)
Than Hirakawa Co.,Ltd. : OTA(Managing Director)、IKEDA(Asistant Manager)、NOGUCHI(Advisor)

### 第4回現地調査面談先

2012年12月09日～12月18日(10日間) : Perera Sajitha Chamara、 2012年12月10日～12月14日(5日間) : Phousavanh Keohavong
Ministry of Agricultural and Forestry prefectural (Bolikhamxay 県支局) Head of Agricultural Department: Mr. Viengphone Sisomphong
Keokhoumeshub Woods processing factory,VLS wood processing factory Co.,Ltd., Co, LTD,Soksay Sawmill, Bandon wood factory
MAF Khammouane 県支局 Deputy Head of Planing Section: Mr. Bounmy Sibounheung
Phoudoy 1 sawmill,KV sawmill factory.Co.ltd, Jakkaphong sawmill factory.Lao.,ltd, Phonsak Group Wood factory
Lao cement Co.,Ltd Director Adviser: Mr. Somphent Mounthaly
Vientiane cement Co.,Ltd : Vice Director: Mr. Inpone Pathammavong
Lao Silicon Co., Ltd : Promotion in charge: Mr Bountieng

Asiatrans Line Co., Ltd : Director: Vongvihane Khansanavong
Eternity Grand Logistics Co., Ltd
Business Development :ms. Philumpha Jirasatit 、 ms. Susakha Kumnerdkan

#### 第5回現地調査面談先

2012年12月17日～12月19日(3日間) :
Phousavanh Keohavong、Mr. Thinakone Vangchanh、Mr. Anousack Chaysavang
BOP ニーズ (村落調査実施)

#### 第6回現地調査面談先

2012年12月16日～12月24日(9日間) : 木村 亮介
o2012年12月17日～12月21日(5日間) : Apisit Thientrongpiny
JICA ラオス事務所 米山 芳春 (次長)
Ministry of Agriculture and Forestry, Department of Agriculture 横井 誠一 (JICA 農業専門家)
World Bank Country Office (Lao PDR) : Ms. Patricia Ramos Peinado (Infrastructure Analyst)
International Finance Corporation Country Office (Lao PDR) • Phongsavanh Phomkong (Country Officer)
SEZ (Savan Park) ; Savan Pacifica Development Co. Ltd. Ong Chin Chai (Executive Director)、Marcus Mah (Marketing Manager)
Ministry of Agriculture and Forestry, Department of Forestry、Mr. Kota Hiranuma
Ministry of Agriculture and Forestry, Department of Planning and Cooperation Ms. Khekhthone Chommanyong
SNV (Netherlands Development Organization) • Mr. Bastiaan Teune (Renewable Energy Sector Leader) • Mr. Ranjan Shrestha (Senior Advisor / Sector Leader)
Wildlife Conservation Society Mr. Sinthone Phoumkhamouane (National Project Coordinator)
Ministry of Planning and Investment, Prime Minister's Office Prof. Motoyoshi Suzuki (Executive Adviser / JICA 専門家)、Ms. Chanthaphone Souttavong
Government's Office Lao National Committee for Special Economic Zone (NCSEZ) Secretariat Office : Dr. Kheungkham Keonuchan (Deputy Director General)、Dr. Malaykham Sayakone、Mr. Bouatha Khattiya

#### 第7回現地調査面談先

2013年2月17日～2013年2月26日 : 木村亮介 (8日間)、Anousack Chaysavang (7日間)
製材工場 : 6工場調査
精米業者 : 9業者調査

#### 第8回現地調査面談先

2013年3月10日～2013年3月16日(7日間) : 原口、村田
2013年3月10日～2013年3月13日(4日間) : 井田
タイ産業開発支援局 Bureau of Supporting Industries Development, Department of Industrial Promotion Ministry of Industry; Director Panuwat Triyangkulsri, Advisor Masanobu Nii

タイ鋳造メーカー Thai Casting Product Co.,Ltd(TCP), Managing Director Mr.SOMNUK Level Five Co., Ltd. Managing Director Mr.IWAMOTO 氏案内
タイ・バンコック事務所石井所長、金山所員
タイ鉄鋼協会 Technical Department Director Assistant : Pasin Placksiri、Researcher : Tossapon Chettaisong
タイ (ウッドペレット) バイオマス発電 Sale& marketing section head: Natthakorn Baisolsakunee Consultant: Saravud Sukhakit
製材工場 (2工場)、精米業者 (2業者)
タケクトラック業者
JICA ラオス事務所武井所長、米山次長、久保田所員 (BoP 担当)

### 第9回現地調査面談先

2013年3月18日～2013年3月28日 (9日間) Chanon Pungsrinont、Phousavahn Keohavong
もみ殻由来のソフトバイオークスの燃焼試験モニター調査

### 第10回現地調査面談先

2013年6月23日～6月28日 (6日間) : PereraSajithaChamara、 2013年6月23日～6月27日 (5日間) : ChanonPungsrinont
Ministry of Planning and Investment, Investment Promotion Department: Deputy Director :Dr. SengphaivanhSengaphone Director: BounpanhSouvannavong
Ministry of Industry and Commerce Department of Planning and cooperation Coordinator: MrKavinSaiyavong
Water Resources and Environment Administration Ministry of Natural Resource and Environment Department of Environment and social Impact Assessment Deputy Chief of Centre: SleumsackXayyamonch
JICA ラオス事務所 ; Mrs. KamiyaMachiko、Mr. Kubota Hiroaki、Mr. Yokoi Seichi
charcoal manufacturer ① ( Small scale community production) charcoal manufacturer ② ( Korean Manufactures)

### 第11回現地調査面談先

2013年7月8日～7月13日 (6日間) : 原口直人 2013年7月9日～7月13日 (5日間) : 野村恭子、 2013年7月9日～7月11日 (3日間) : Irving Sison
タイブリケット炭機械メーカー
パクサン製材2工場、Nasomemore 村長 : 原料調達システムと買取価格の妥当性ヒアリング
MOIC Department of planning and cooperation Director general Sirisamphanh VORACHITH
JICA ラオス事務所 ; Mrs. KamiyaMachiko、Mr. Kubota Hiroaki、Mr. Yokoi Seichi
ビエンチャン物流会社、ラオス商工会議所、ラオス日本センター、人材エージェント

以上