

**ラオス人民民主共和国  
ラオス国における効率的炭製造方法の  
普及に関する案件化調査**

**業務完了報告書**

**平成 27 年 10 月  
(2015 年)**

**独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)**

**有限会社 山本粉炭工業**

国内
JR(先)
15-071



## 目次

### 略語集

要約 .....	i
----------	---

1. 対象国の現状.....	1
ア. 対象国の政治・社会経済状況 .....	1
イ. 対象国の対象分野における開発課題 .....	2
ウ. 対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度 .....	2
エ. 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析 .....	5
オ. 対象国のビジネス環境の分析 .....	7
2. 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針 .....	11
ア. 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特徴 .....	11
イ. 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ .....	15
ウ. 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献 .....	15
3. 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果 .....	17
ア. 製品・技術の検証活動（紹介、試用など） .....	17
イ. 製品・技術の現地適合性検証 .....	20
ウ. 製品・技術のニーズの確認 .....	24
エ. 製品・技術の開発課題との整合性及び有効性 .....	28
オ. 実現可能性の検討 .....	30
カ. 本邦受入活動 .....	35
4. ODA 案件化の具体的提案 .....	39
ア. ODA 案件概要 .....	39
イ. 具体的な協力計画及び開発効果 .....	48
ウ. 対象地域及びその周辺状況 .....	53
エ. 他 ODA 案件との連携可能性 .....	54
オ. ODA 案件形成における課題 .....	54
カ. 環境社会配慮にかかる対応 .....	54
5. ビジネス展開の具体的計画 .....	59
ア. 市場分析結果 .....	59
イ. 想定する事業計画及び開発効果 .....	63
ウ. 事業展開におけるリスクと課題 .....	64
6. その他 .....	65
ア. その他参考情報 .....	65
添付資料 01 ラオスでの企業に必要な手続き .....	67
添付資料 02 議事録（1 月 30 日） .....	71
添付資料 03 土壌微生物多様性・活性値について .....	77
添付資料 04 Working group agreement .....	87
添付資料 05 科学技術省 RENMI への用地利用許可申請書 .....	89
添付資料 06 第 4 回現地調査（6 月 22～25 日）打合せ資料 .....	91
添付資料 07 ダム開発サイト概要説明資料（非公開） .....	103
添付資料 08 ダム開発サイト関係者会議議事録（非公開） .....	109
添付資料 09 メコン地域エネルギー・環境パートナーシップ（Finland EEP Mekong） .....	115

添付資料 10	粉炭製造事業の収支計算書 .....	135
添付資料 11	ラオス国のダム開発位置図（JETRO 提供資料） .....	137
添付資料 12	山本粉炭工業：守秘義務、契約書 .....	139
添付資料 13	エネルギー鉱山省大臣への報告（非公開） .....	147

Summary .....	E-1
---------------	-----

## 図目次

図 1	ラオス国のエネルギー消費の実態（2009 年）と 2025 年までのエネルギー需要の将来予測 .....	4
図 2	特許と小特許出願のフローチャート .....	9
図 3	提案技術の特徴 .....	11
図 4	山仙プール式炭化平炉の概要 .....	12
図 5	山仙プール式炭化平炉の概略設置例（必要な敷地面積 1,500 m <sup>2</sup> 程度） .....	12
図 6	山仙プール式炭化平炉の概要 .....	13
図 7	本調査で訪問した地域 .....	17
図 8	実施行程と作業内容 .....	18
図 9	調査の実施体制 .....	19
図 10	郊外及び地方の家庭用調理燃料の構成 .....	25
図 11	調理用燃料に対する支出 .....	25
図 12	ベニバナインゲン綿腐病と土壤微生物多様性・活性値の関係について .....	29
図 13	本邦受入活動の訪問先（中国地方） .....	36
図 14	普及・実証事業の実施体制図 .....	39
図 15	山仙式粉炭製造法研修に掛る技術費用 .....	42
図 16	RENMI の位置 .....	55

## 表目次

表 1	木炭の原料の販売価格 .....	20
表 2	木炭の販売価格 .....	21
表 3	ラオス国の炭と山仙の炭の分析結果 .....	22
表 4	分析機器の種類と日本における参考価格 .....	23
表 5	山仙プール式炭化平炉の設置に係る費用の比較 .....	24
表 6	ナム・ニエップ 1 ダム住民移転予定地の実験圃場における実証の結果 .....	27
表 7	ベトナム北部での籾殻燻炭と堆肥、肥料の施用による収量増の結果 .....	27
表 8	本邦受入活動の参加者及び同行者のリスト .....	37
表 9	ダム開発サイトでのパイロット事業実施形態案 .....	45
表 10	日本側とラオス国側のステークホルダーの役割 .....	49
表 11	普及・実証事業の工程計画 .....	52

## 略語集

ASEAN	Association of South - East Asian Nations	東南アジア諸国連合
AusAID	Australian Agency for International Development	オーストラリア国際開発庁
CADC	Clean Agriculture Development Center, Laos	ラオス国農林省農業局クリーン農業開発センター
CSI	Clean Stove Initiative	高効率ストーブイニシアチブ
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
EEP Mekong	Energy and Environment Partnership / Mekong	メコン地域エネルギー・環境パートナーシップ
EU	European Union	欧州連合
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
HDI	Human Development Index	人間開発指数
IREP	Institute of Renewable Energy Promotion	(ラオス国エネルギー鉱山省) 再生可能エネルギー推進研究所
LDC	Least Developed Country	後発開発途上国
LHSE	Lao Holding State Enterprise	ラオス国営投資会社
MAF	Ministry of Agriculture and Forestry, Laos	ラオス国農業森林省
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MEM	Ministry of Energy and Mines, Laos	ラオス国エネルギー鉱山省
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment, Laos	ラオス国天然資源環境省
MOST	Ministry of Science and Technology, Laos	ラオス国科学技術省
NAFRI	National Agriculture and Forestry Research Institute, Laos	ラオス国立農林研究所
NNP1	Nam Ngiep 1 Dam	ナム・ニエップ1ダム
NSEDP	National Socio-Economic Development Plan	国家社会経済開発
NUOL	National University of Laos	ラオス国立大学
RENMI	Renewable Energy and New Materials Institute	(ラオス国科学技術省) 再生可能エネルギー新素材研究所
RMU	Resettlement Management Unit	住民移転管理委員会
SMO	Social Management Office	社会管理部



# 要約

## 1. 対象国の現状

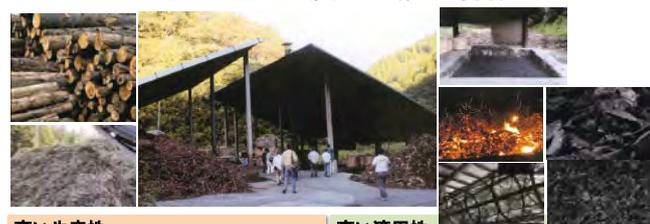
ラオス国は、周辺を中国、ベトナム、カンボジア、タイ、ミャンマーに囲まれた内陸国である。人口は約 660 万人、面積は 24 万平方キロメートルで 17 の県から成り立っており、首都ビエンチャンには約 70 万人の人々が暮らしている。面積の約 7 割が山岳地帯であり、森林資源が豊富である。しかし近年、過剰伐採により森林資源が激減しており、森林の保全と資源の有効利用が求められている。現在、一般家庭の調理及び暖房（北部）に利用する燃料の 94% は薪炭であり、森林伐採だけでなく、それを国内で燃やすに際して発生する煤煙による健康への悪影響も報告されている。<sup>1,2</sup> また、ラオス国では近年エネルギー開発の一環としてダム開発を積極的に行っているが、それにより生じる移転住民に対する補償や生計回復支援といった課題を抱えており、伐採・廃棄される森林資源も有効利用されていない。また、ラオス国は農業国であり人口の約 7 割が農業に従事しているが、主に自給自足を目的としていることから、それがそのまま収入の低さに繋がっており、農業従事者の生計向上を図ることも開発課題の一つとなっている。

本調査は上記背景に鑑み、未利用バイオマスを有効活用した効率的な粉炭の製造技術の普及を目指すべく実施する。提案する炭化技術は、①特殊な構造の炉を用いることで従来の炭焼き窯と比較し作業効率が高く、大量のバイオマス原料を容易にかつ安価に炭化することが可能であり、②高温で焼成することにより煤煙の発生を低減し、③粉状であるため農林地の土壌改良材や家畜飼料添加物としても活用可能等の特徴がある。本技術の導入により、森林保全と資源の有効利用、煤煙による健康被害の低減、粉炭の農林地や家畜飼料への活用とそれによる収量増による住民の生計向上に貢献することを目的とする。

### 製品・技術の概要

提案する炭化技術は山本粉炭工業が特許（第 5117548 号、国際特許第 5560383 号）を有する「山仙プール式炭化平炉」（または山仙式粉炭製造法）である。本技術の特徴は下図のとおり。

**山仙プール式炭化平炉の特徴** 写真提供:  
(有)山本粉炭工業



<b>高い生産性</b> 窯の大きさ: 7m x 5m x 1.8m (深さ) 1週間: 原材料 50t → 10t の炭 1ヶ月: 原材料 200t → 40t の炭	<b>高い適用性</b> <ul style="list-style-type: none"><li>➢ 木材、樹皮、抜根、農業系バイオマス</li><li>➢ 材料の大きさを問わない</li><li>➢ 地元のバイオマスの有効活用</li></ul>
<b>低コストと容易な操作</b> <ul style="list-style-type: none"><li>➢ 安価な設備投資</li><li>➢ 平炉と自然換気システム</li><li>➢ 容易な技術(機械化不要)</li><li>➢ 2~3人の作業員で運転可能</li></ul>	<b>高品質の炭</b> <ul style="list-style-type: none"><li>➢ 日本で確立された技術(特許取得済み)</li><li>➢ 煙の発生が少ない</li><li>➢ 高温(600~1,000℃)で炭化</li><li>➢ 高カロリー(7,000~8,000kcal/kg)</li><li>➢ 土壌改良材、家畜や養殖魚の消臭効果、食品添加物、住まいの調湿材、代替燃料として利用可能</li></ul>
<b>← 日本での4週間の研修が必要</b>	

<sup>1</sup> GERES (2013) Baseline Stove Market Assessment Report.

<sup>2</sup> Mengersen, K., Lidia Morawska, Hao Wang, Fengthong Tayphasavanh, Kongkeo Darasavong, and Nicholas Holmes. 2007. Investigation of Indoor Air Pollution and Relationship to Housing Characteristics and Health Effects Observed by Occupants in Lao PDR. Executive Summary, Project for World Health Organization, International Laboratory for Air Quality and Health and Queensland University of Technology.

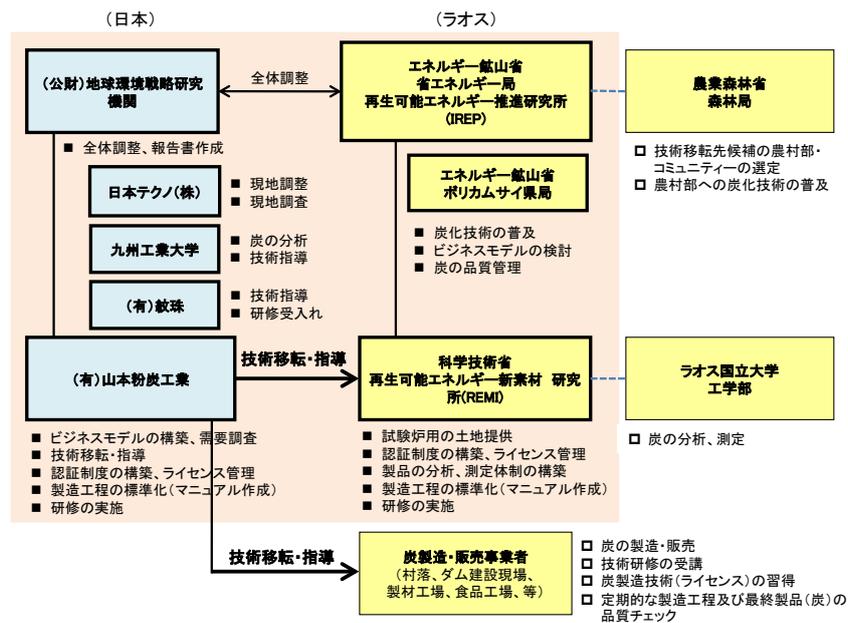
## 事業展開における海外進出の位置付け

山本粉炭工業はこれまで国内の事業者の技術研修を受入れてきており、最近になり海外からの研修者も受入れはじめ、その需要の大きさを理解しており、今後は海外の顧客や研修希望者向けのサービスを拡充していく予定である。ただし、島根県益田市にある自社炭化施設まで海外から研修に来てもらうのは容易ではないため、JICA 中小企業海外展開支援事業（普及・実証事業）に応募し、ラオス国内で標準型の実証施設を設置し、そこで研修できる体制の構築を目指す計画である。将来的なビジネスモデルは、国内での活動と同様、ラオス国の事業者（ダム開発会社、その他民間企業）への炭化技術の売込みを予定する。すなわち、山仙プール式炭化平炉設置費用及び用地確保、付帯設備等の調達は事業者の負担で実施し、山本粉炭工業はその管理技術者の研修及び現地での窯設置と運転技術指導を行い、その対価を受け取ることを想定する。そのため、普及・実証事業では研修施設を科学技術省の敷地内に設置し、パイロット事業をダムサイトに建設し、両施設の運営及びその支援、そして炭化技術の認証制度の構築を通じ、その普及を図る。

## 2. 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

本調査の目的は、1) 高効率な炭化手法の普及により、森林資源の保全、家庭内煤煙の解消、炭の多面的利用による農村部の生計向上等を目指す ODA 事業案を形成すること、また、2) その実証施設となる山仙プール式炭化平炉の設置可能性を検討し、その技術をバイオマス系廃棄物の処理に困っている事業者等に販売するビジネスモデル案を構築することであった。本調査において、粉炭の燃料や土壌改良材としての活用等、用途に応じた活用可能性を調査したが、粉炭の原材料の入手のしやすさや、技術導入に係る経費の負担能力、技術流出を防ぐ守秘義務徹底の可能性等を考慮し、最終的にはダム開発に伴う伐採林を炭化し、それを移転住民の生計向上手段として活用するモデルを主軸とすることにした。

調査の実施体制及び各機関の役割図は次図に示す通り、全体調整を地球環境戦略研究機関及び日本テクノ、技術移転及びビジネスモデルの検討を山本粉炭工業、そしてそれぞれのラオス側カウンターパートをエネルギー鉱山省と科学技術省として進めた。



案件化調査の実施体制

## 炭の市場調査

一般にラオス国で流通している炭は燃料用のもので、その多くが家内工業的に伝統的な小型のマウンド式の窯で製造されており、事業者が大規模に製造する高価な白炭（火力が強く、火持ちが良く、堅くて型崩れしにくい）のほとんどは輸出されている。現地調査の結果、燃料以外の用途（土壌改良材、家畜飼料、水質浄化材、食品添加物、家屋の調湿材等）での炭の実用例は見られなかったが、聞き取り調査により、籾殻燻炭を肥料と共に施肥したり、大規模農業事業者が自社の白炭の粉末を土壌改良用に使用している事例があることが分かった。また、農業関係の JICA 専門家や農林省関係者には炭の土壌改良効果を理解し、供給があれば使用したいという声もあり、その需要があることも分かった。

これを受け、山仙式手法で製造した粉炭を日本から現地に輸送し、その効果を実証してもらうことも検討したが、コンテナにて混載輸送する場合、可燃物である粉炭の安全性を証明し、その責任を担保することが必要なことが分かり、短期間にそれを実施することができず、断念した。その代り、本邦受入活動にてラオス国側カウンターパート 5 名を招聘し、日本での農業利用等での効果を視察してもらうことにし、その結果、参加者全員が粉炭の様々な用途での有効性を理解し、ラオス国での同技術の導入と実証事業の実現に意欲を示すことになった。これから、実際に現地にて粉炭を製造し、その農地適用による有効性を実証できれば、その需要を喚起し、同製炭技術の普及が図れると考えられる。

## 炭の品質

ラオス国の既存の炭の品質を知るため、ラオス国で市場販売されている燃料用炭のサンプルを一部国内に持ち帰り、その性状を分析センターで調べたところ、発熱量は約 7,000 kcal/kg と山仙の炭（約 7,500 kcal/kg）とほぼ同等であることが分かった。ただし、ラオス国の炭の原料はマイティウ材のようにラオス産備長炭になるような高品質のものであり、山仙の炭はバイオマス残渣を原料としている点に留意が必要である。将来的には現地で山仙プール式炭化平炉を用いて製炭したものが山仙本社の炭と同等の品質か確認するため、固定炭素、灰分、水分等のほかの要素も調査する必要がある。

## バイオマス賦存量

山仙式炭化法は高効率なため、小規模の窯であっても、既存の製炭法と比べると多くの原材料を処理することが可能である。ダム建設現場、製紙企業、コーヒー工場、農場、製材所等を訪問し、現地での原材料の確保可能性を調査したところ、全ての場所で一定量のバイオマス残渣が確認されたものの、これらのある程度均質で集約されたバイオマスはすでに活用されていることが判明した。未回収のバイオマス残渣も多く見られたが、これを如何にして回収・運搬するかが課題として挙げられた。このうち、ダム建設現場で伐採・廃棄されるバイオマスについては、ラオス国政府からダム開発会社に対しその有効利用を検討するよう指示することにより、伐採業務を請け負う業者がバイオマスを回収・運搬・保管ができる可能性があることが現地政府関係者により示唆された。ただし、その場合、伐採に係るダム開発会社の実質的な負担が増えるため、計画段階からその費用を見込むよう、監督官庁であるエネルギー・鉱山省からの通達が必要となる。

## 山仙プール式炭化平炉の設置に係る費用

山仙プール式炭化平炉の設置に掛る費用については、隣国タイでの実例を参考に、そこで要した資材等の情報を基に算出した。その結果、ラオス国で設置した場合、次表に示すように土木工

事費等は小さくなるものの、タイから輸入する建築資材や小型重機等が割高となり、全体の費用は若干大きくなることが分かった。

山仙プール式炭化平炉の設置に係る費用の比較

項目	タイ国 (円)	ラオス国 (円)
窯、煙突	2,550,000	2,470,000
建屋、倉庫、事務所	3,400,000	2,770,000
小型重機	3,480,000	4,980,000
合計	9,430,000	10,220,000

### 知的財産権の保護に向けた動き

ラオス国での知的財産権について JICA や JETRO の関係者に聞き取り調査したところ、その保護は困難との指摘を受けた。とはいえ、本調査事業が提案するビジネスモデルはその保護に依るところが大きいため、本件のラオス国カウンターパートは知的財産保護局を擁する科学技術省とし、普及・実証事業では知的財産保護に向けて同局と協働する。なお、山本粉炭工業は 2013 年 7 月に国際特許をタイ国、ラオス国、マレーシア国にて申請中であり、2015 年 1 月に公開特許となっている。

#### 【国際特許出願】

- 出願人：有限会社山本粉炭工業 (YAMAMOTO BIO-CHARCOAL MFG. CO., LTD.)
- 国際出願日、出願番号：2013 年 7 月 26 日、PCT/JP2013/070306
- 国際公開日、公開番号：2015 年 1 月 29 日、WO 2015/011828 A1

### 実現可能性の検討等

山仙プール式炭化平炉は比較的安価でシンプルな構造であり慣れれば容易に操作できるようになるが、様々な材質のバイオマスから一定の品質の炭を製造できるようになるには、その技術及び現象を理解するため、最初に最低 1 ヶ月間、できれば 3 ヶ月間程度の研修を必要とする。この研修及び現地での窯築造に掛る費用は、ほかの機械化された炭化施設等の初期投資及びその維持管理費等と比べると安価であるものの、一般の農家等が負担できる額ではないため、普及・実証事業では、負担能力のあるダム開発会社をビジネスの対象として進めるのが妥当と判断した。ラオス国政府としては研修施設の設置に科学技術省の土地の一部を提供することや、関連省庁間でワーキンググループを組織し調査団と協働していく構えを見せており、技術の早期導入に向けた準備を進めている。

## 3. 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

### 具体的な ODA スキーム

本事業は山仙式炭化法の活用により、ダム開発現場等にて発生する大量の森林系バイオマスを効率よく炭化し、製造した粉炭を農地に適用することにより土壌改良し、作物等の収量増を図り、農業を営む移転住民や一般農家等の生計向上に資することを目的とする。そのため、次のフェーズでは普及・実証事業に応募し、先ず、1) 科学技術省再生可能エネルギー新素材研究所 (RENMI) 敷地内に粉炭製造の研修施設を設置し、そこで研修マニュアル及び知的財産保護のための制度整備を進め、実際に研修を実施し、2) ダム開発現場にて製炭を行うパイロット事業を実施し、そこでの粉炭の生産性及びその農地への適用による土壌改良効果を確認し、ほかのダム開発現場への

普及を図り、さらに 3) 森林・農業組合等での同技術の適用モデル構築によるさらなる普及を目指す。

### 1) 科学技術省再生可能エネルギー新素材研究所 (RENMI) での研修施設

技術研修用施設の建設・運営の場所に関しては、RENMI の実験用ジャトロファ畑内の 1,500 m<sup>2</sup> (30 m×50 m) 程度の用地使用許可を科学技術省大臣に申請中である。研修施設の建設費用及び研修指導員の養成費用は事業予算で負担し、RENMI には研修施設建設の用地提供だけでなく、粉炭製造マニュアル及び品質管理マニュアルの作成、研修プログラム及び研修修了認定制度の整備、知的財産保護制度の整備、これらの実施体制の整備 (施設運営責任者及び研修指導員の割当て) 及び山本粉炭工業 (島根県益田市) での 3 ヶ月間の技術研修受講 (計 3 名を想定)、そして有料の研修実施、研修修了者の土地での粉炭製造窯築造指導 (山本粉炭工業と共同)、これらの新規稼働施設の定期的な品質管理等の業務の担当を依頼し、概ねその合意が得られている。事業採択後、RENMI と山本粉炭工業間で技術移転及びラオス国での同技術の管理及び普及に関する合意書を締結する。

#### 本邦受入活動：粉炭製造技術の移転

RENMI に建設予定の研修施設は、ラオス国内で山仙式炭化法を普及するための中心的な役割を果たすことになる。山仙プール式炭化平炉の構造は簡易であるが、それを使用して多様な森林資源を様々な気象条件下で効率よく炭化し、一定の品質を保つには相当の経験と技術力を要するため、山本粉炭工業での研修は、通常の 1 ヶ月間 (1 週間の製炭プロセスを 4 セット) より長めの 3 ヶ月間 (12 セット) とする。

#### 粉炭製造マニュアル及び品質管理マニュアルの作成

3 ヶ月間の本邦受入活動終了後、山本粉炭工業の指導の下、RENMI の敷地に研修用粉炭製造窯を設置し、試運転する。RENMI 職員は粉炭製造工程を図示した粉炭製造マニュアル及び最終製品である粉炭の品質検査のための品質管理マニュアルを作成する。粉炭の品質測定 (固定炭素、発熱量、灰分、水分等) に必要な試験機材の整備は事業予算で負担し、RENMI はその技術者を配置する。RENMI には、研修用粉炭製造窯の運営及び他施設での築造指導等を通じ、現地の条件に合った粉炭製造窯のラオス国仕様を定め、窯築造コスト低減により普及を促進する。

#### 研修プログラム及び研修修了認定制度の整備

研修用粉炭製造窯の設置後、2～3 ヶ月間程度の様々な材料による試運転をしながら、具体的な研修プログラム及び研修修了者向けの認定制度を整備する。研修プログラムは有料の 1 ヶ月コース及び 3 ヶ月コースとする。1 年目は RENMI が山本粉炭工業と共同で研修を実施し、2 年目以降は RENMI が補助なしで研修を運営できるようにすることを目指す。

1 年目の試運転及び研修に必要な資材購入・運搬費用は事業予算により負担し、製造した粉炭を農林省の試験農地や JICA 農業案件等で使用してもらい、その収量等に与える効果等を検証し、それを発信することにより、2 年目以降、農業関連事業者への粉炭の販売を目指す。その販売収入および研修費用の徴収により、2 年目以降は研修が財政的な補助なしで運営できるようにすることを目指す。なお、本研修施設の運営には山本粉炭工業が設立を検討中の現地法人も加わり、RENMI と共同で管理する予定である。

研修員は研修受講前に山本粉炭工業および RENMI と技術移転に関する守秘義務契約を結び、

研修修了後、粉炭製造プロセスや品質管理等に関する試験を受け、合格者には修了証を授与する。研修修了者が自分の土地に粉炭製造窯を設置する場合は、RENMI が山本粉炭工業と共同で技術指導し、事業実施者がその設置費用及び窯築造指導・試運転の技術指導費として窯 1 基当たり 250 万円（特許使用料 150 万円/基を含む）とその直接費を支払う（添付資料 10 の”On-site supervision for furnace setup (incl. licensing fee)”）。その後、年に数回程度、品質管理及びトラブルシューティングのため技術指導員が視察する。この技術料（20 万円/週）と直接費も事業実施者が負担する。この品質管理基準に合格すれば（運転後 2 年間程度の期間を想定）、山仙プール式炭化平炉の認定を受け、山仙ブランドにて粉炭の販売を許可する。これらの技術移転経費は小さくないため、当初はダム開発会社等の支払い能力のある事業者を研修対象とする。

## 2) ダム開発現場でのパイロット事業

一般に、ラオス国でのダム開発に伴い発生する森林系バイオマスのうち大径木等の商品価値の高いものは土地所有者等が販売し、それ以外は取り残され、野焼きされるかダム湖に沈められている。本事業はこの未利用資源を予めストックしておき、窯を設置したダム開発会社等がこれから粉炭を製造し、それを住民移転先の農地の土壌改良材として使用し、移転住民にその技術及び窯の運営を徐々に移転するというモデルの実現を目指す。未利用資源の伐採、収集、運搬、処理（チップ化）には追加費用が発生するが、その有効利用による移転住民への利益還元という名目でそれをダム開発会社の負担とすべく、本事業ではダム開発計画にその費用を盛り込むことをエネルギー鉱山省が通達することを推奨している。ダム開発完了後もストックしたバイオマスによる粉炭製造を継続し、徐々に農業残渣や生活林からの原材料調達に変え、その規模や頻度を移転住民が自給自足的かつ持続可能に生産可能な規模に修正する。

### 粉炭製造・販売の収支計算

仮に粉炭製造の標準窯（5m×7m×1.8m）を設置し、10 トンの粉炭を月 3 回製造し、これを 1 トン当たり 1.8 万円（USD150）で販売した場合、年間収入は 650 万円程（10 トン×3 回/月×12 ヶ月/年×1.8 万円/トン）となる。粉炭製造窯及び付帯施設（建屋、倉庫、機材等）設置費用は計 1,200 万円（USD100,000）程度であり、研修費用や特許使用料等を加えると、事業者の初期投資額は計 2,000 万円程度となる。施設運営のための水光熱費（月 3 万円程度）、機材維持管理費（月 3 万円程度）、人件費（3 名で月 20 万円程度）等を加えると年間 300 万円程度の支出となる。原材料の収集・運搬・処理費用はダム開発会社による負担を想定したとき、年間収支は 350 万円程度の黒字となり、初期投資額は 6 年程度で回収できることになる（詳細は別添資料 07 参照）

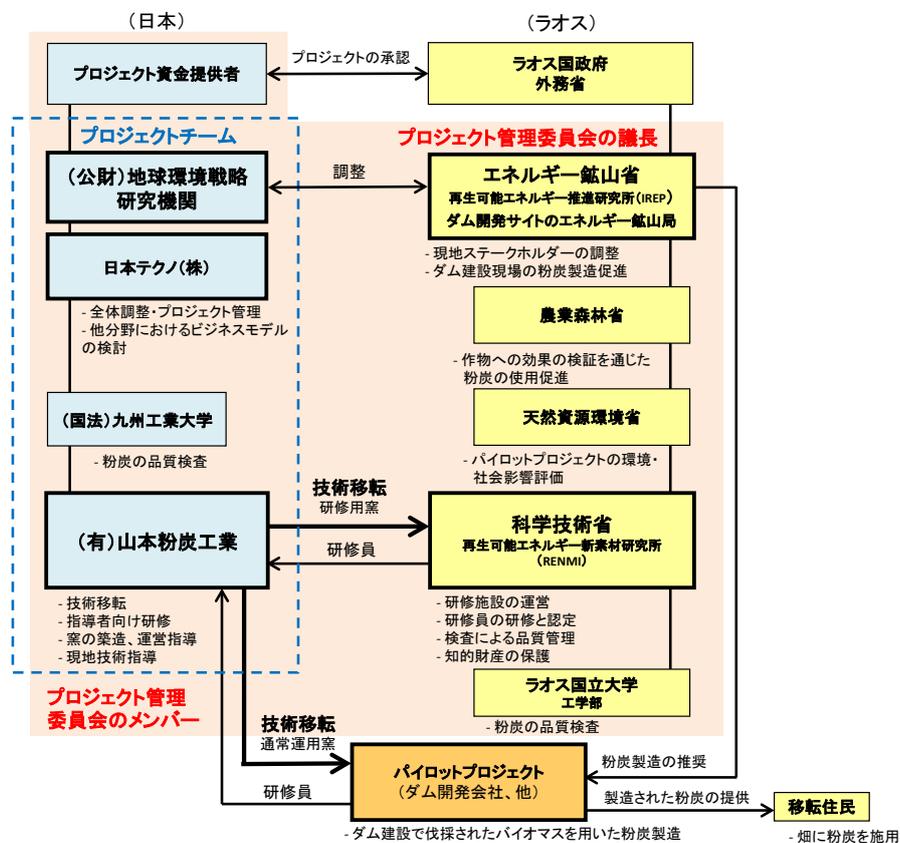
## 3) 森林・農業組合等での適用モデル

普及・実証事業では、農業森林省等との連携の下、森林管理や農業従事者を対象としたビジネスモデルの構築も目指す。これまでの現地調査の結果、ラオス国の農地、特に南部では（炭素分が足りず）赤土系で痩せ、pH 値も 5.0～5.5 程度の酸性を示しているところが多く、粉炭の投入によりそれを中和し、保水性・通気性を高め、土中微生物量を増加し、堆肥や肥料分と合せて施用することで収量増が期待でき、農林省や JICA 専門家等もその効果を認識している。ただし、ラオス国では一般に粉炭は市場に流通しておらず、籾殻燻炭が土壌改良材として使用されているもののその販売は局所的で、価格も 1 トン当たり 2 万円程度と高価のため、その効果を知りつつも、経済的に手が出ない農家が多いと想定される。したがって、本事業の実施及びその普及により、粉炭が大量に、しかも安価に製造できるようになれば、新たな需要を開拓できると考えられる。農

林業での粉炭利用の需要開拓は、農業森林省及び農業分野の JICA 技術協力事業と連携して進める。具体的には、科学技術省 RENMI 敷地内に設置する研修施設で製造する粉炭をこれらの農場等で使用してもらい、その作物の収量や土壌状態の変化などを報告してもらう。本調査で訪問した南部で実施中の農業分野の JICA 技術協力事業はいずれも本年末で終了するため、そのほかの有機農業促進プロジェクト (LOAPP) 等の農業技術協力事業や、その関連部署 (農林省農業局クリーン農業開発センター (CADC)) との連携を図る。また、関連の農業技術サービスセンター (ATSC) では既に白炭製造の研修を実施しており、粉炭製造をメニューに加えてもらう可能性もあるため、そこでの粉炭製造施設の建設・運営を視野に、その実現可能性や実施形態についても協議する。

### 実施体制

普及・実証事業では、RENMI での研修施設の建設・運営のほか、ダム開発現場でのパイロット事業の実施を目指す。実施体制は次図に示すように本調査の実施体制を継承し、日本側は地球環境戦略研究機関と日本テクノが全体調整し、山本粉炭工業が技術移転、九州工業大学がマレーシア国で進めている類似事業の実績の共有等をし、ラオス国側はエネルギー鉱山省再生可能エネルギー推進研究所 (IREP) が全体とりまとめ、科学技術省再生可能エネルギー新素材研究所 (RENMI) が研修施設の運営及び技術管理、それを農業森林省が粉炭の農林地への適用効果について検証し、天然資源環境省が粉炭製造施設の環境社会影響評価を実施し、ラオス国立大学が製造された粉炭の品質管理を補完する体制とする。このメンバーにプロジェクト資金提供者を加え、プロジェクト管理委員会を構成し、エネルギー鉱山省 IREP がその議長を務め、年 3～4 回、事業の進捗を確認する。パイロット事業はダム開発サイトとし、その候補地はエネルギー鉱山省が選定する。



普及・実証事業の実施体制図

## 目標

本事業の長期目標は、今後、ラオス国における住民移転を伴うダム開発事業の計画段階において伐採林等の有効利用手段の一つとして本粉炭製造技術の採用が検討され、その窯築造、研修及びバイオマス収集・運搬・前処理等に係る費用がダム開発計画に計上され、それにより多くの事業が実施され、粉炭の農地適用によりその生産性が拡大し、それが移転住民の生計向上につながることである。ラオス国では、現在、20以上の水力発電所が稼働しており、建設中及び計画中のものも80以上あるため、これらのダム開発事業での採用の潜在的な可能性は大きい。また、既に稼働中のダムにおいても、移転地の状況により適用可能性がある。

## 工程計画

普及・実証事業は次表に示すように3年間の工程で実施する。先ず1年目にRENMI職員及びダム開発サイトのパイロット事業実施者を対象に山本粉炭工業にて3ヶ月間の技術研修をし、粉炭製造施設運転の中心となる技術者を育成する。その後、この技術者を中心に現地での資機材を調達し、RENMI敷地及びダム開発サイトにて、それぞれ1ヶ月程度かけ、山本粉炭工業が粉炭製造施設の築造・運転指導をし、施設の試運転をする。併行し、科学技術省RENMIではラオス語の操作マニュアル及び研修プログラムを作成し、年内に研修を開始する。各粉炭製造施設稼働後、山本粉炭工業とRENMIが共同で、各施設の運転管理状況や最終製品の品質管理を2～3ヶ月ごとに実施する。

2年目及び3年目は、3ヶ月間の研修コースを2回程度実施し、年間1～2ヶ所のダム開発サイトでのパイロット事業の実施を目指す。これにより、普及・実証事業完了時にはRENMI主導の研修施設が自立運営され、パイロット事業も計3～5ヶ所稼働し、RENMIが現地での粉炭製造施設築造・運転指導及び品質管理できる体制を築き、ほかのダム開発サイトに同様のモデルが自律的に広がる体制を構築する。常時の現地でのモニタリングやトラブルシューティングはRENMI及び現地在住の日本テクノ職員（または山本粉炭工業が設立を検討中の現地法人職員）が対応し、山本粉炭工業を含む調査団は年4回程度現地に入り、抜本的な粉炭製造施設の改修やトラブルシューティングを行う。事業の進捗確認のためのプロジェクト管理委員会は、調査団の現地調査に合せ、年3回程度開催する。

活動内容	1年目											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
業務進捗管理(プロジェクト管理委員会)	■契約、実施計画書	インセプション会議					■進捗報告書	プロジェクト管理委員会			プロジェクト管理委員会	■進捗報告書
1) 科学技術省 RENMI での研修施設		インセプション会議	本邦受入活動準備	本邦受入活動、本邦技術研修 (※山本粉炭工業)			資機材調達	需要造・運転指導	操作マニュアル作成	研修プログラム作成	研修開始	研修プログラム修正
2) ダム開発サイトでのパイロット事業(1)		インセプション会議	本邦技術研修準備				資機材調達、関係者調整	需要造・運転指導	試験運転	授業開始 品質確認 1		
3) 農林業を対象とした事業モデルの検討		インセプション会議					関係者会議	粉炭の配布			粉炭施用の効果確認	
活動内容	2年目											
業務進捗管理(プロジェクト管理委員会)		プロジェクト管理委員会				プロジェクト管理委員会	■進捗報告書			プロジェクト管理委員会		■進捗報告書
1) 科学技術省 RENMI での研修施設		研修(1)	研修(1)	研修(1)	品質確認				研修(2)	研修(2)	研修(2)	品質確認
2) ダム開発サイトでのパイロット事業(1)		品質確認 2				品質確認 3			品質確認 4			
パイロット事業(2)			研修参加			資機材調達、関係者調整	需要造・運転指導	試験運転	授業開始 品質確認 1			品質確認 2
パイロット事業(3)										研修参加		資機材調達
3) 農林業を対象とした事業モデルの検討		粉炭施用の効果確認				粉炭施用の効果確認				事業モデル案の検討会議		事業モデル案の事業者への提示
活動内容	3年目											
業務進捗管理(プロジェクト管理委員会)		プロジェクト管理委員会				プロジェクト管理委員会	■進捗報告書			プロジェクト管理委員会	■ドラフトファイル	■業務完了報告書
1) 科学技術省 RENMI での研修施設		研修(3)	研修(3)	研修(3)	品質確認		研修(4)	研修(4)	研修(4)	品質確認		
2) ダム開発サイトでのパイロット事業(1)												
パイロット事業(2)		品質確認 3				品質確認 4						
パイロット事業(3)		関係者調整	需要造・運転指導	試験運転		授業開始 品質確認 1		品質確認 2		品質確認 3		
パイロット事業(4)			研修参加			資機材調達、関係者調整	需要造・運転指導	試験運転	授業開始 品質確認 1			
3) 農林業を対象とした事業モデルの検討		事業モデル案の検討会議				事業モデル案の事業者への提示			事業モデル案の検討会議		事業モデル案の提案	

国内での技術協力      現地での技術協力

### 普及・実証事業の工程計画

#### 製品・技術の位置付け

山本粉炭工業は炭化物生成窯の国際特許については iv ページに既述。

#### 4. ODA 案件化の具体的提案

##### 市場分析

当面、エネルギー鉱山省の調整の下、ダム開発会社を顧客とする。ラオス国内には既に 20 以上の水力発電所が稼働しており、建設・計画中のものも 80 以上あるため、これらのうち住民移転が懸案となっている事業を中心に、年間 1~2 件での採用を目指す。一つのダム開発サイトにて標準窯 1 基の生産能力 20~30 年分の原材料を入手できる可能性があり、これによる粉炭の安定的な製造・供給により、農地の土壌改良材や建設資材等の新たな需要を喚起できると考えられる。ダム開発サイトでの最初のパイロット事業は事業予算による支出を中心に進めるが、2 件目以降はダム開発会社の支出を想定する。そのため、エネルギー鉱山省の通達により、ダム開発事業計画にその適用を盛り込むことを促すと共に、最初のパイロット事業の収支や粉炭の農地適用による収量増等の効果を明らかにし、ダム開発会社が採用しやすい環境を整えていく。このほか、ある程度の農林業・食品残渣を抱える農林業事業者や食品加工事業者等も顧客となる可能性があり、この分野の顧客開拓も進める。普及・実証事業実施に向け作成したプロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) 案とそのビジネス推進戦略の概要を示したビジネスモデル・キャンバスを次頁以降に添付する。

##### 想定する事業計画及び開発効果

普及・実証事業実施の 3 年間以降、プロジェクトチーム (山本粉炭工業の現地法人を中心に想定) はエネルギー鉱山省、科学技術省、農業森林省、JICA 農業関連事業等と協力し、現地の民間企業や農林業法人等を対象に顧客を開拓し、並行し、ラオス国内での実績を基に、RENMI の研修

施設に他国関係者を受け入れ、ダム開発サイトでの実施事例をモデルケースとして紹介することにより、タイ、カンボジア、ベトナム等の近隣国での普及も目指す。また、JICA 中国との連携の下、国内での1~3ヶ月間の研修コース実施を定期化し、各国の普及員・研修トレーナーとなる人材の育成体制の構築も目指す。これらのパイロット事業の普及に伴うバイオマス（森林資源、農業・食品残渣等）の有効利用による廃棄物発生量の削減、粉炭の土壌改良材としての利用による農産物の品質向上及び収量増、土壌への炭素固定効果、粉炭の需要拡大及び製造事業者の収支等を検証し、それを広く発信することにより、さらなる同事業モデルの普及拡大を目指す。

### **現地パートナーの見通し**

ダム開発会社を対象とした事業形成はエネルギー鉱山省及び科学技術省を現地パートナーとして進め、農村部での普及策は農業森林省と協議して進める。技術移転は山本粉炭工業での3ヶ月間の研修に参加するRENMIの3名の職員を中心に進め、本事業構成員である日本テクノ職員（及び本事業にアテンドする通訳）が本邦受入活動や現地での研修に参加し、現地で簡易なトラブルシューティングができる体制とする（現地法人の立ち上げも検討中）。ラオス国での事業モデル構築後、他国においても関連省庁に働きかけ、同様の事業モデルの実現を目指す。

### **リスクと対応等**

本事業モデル実施上のリスクは、山仙式炭化法に関する守秘義務が守られず、違法に類似の製炭製造手法が伝播することである。この防止のため、科学技術省の協力の下、製炭工程の管理や最終製品の品質管理を徹底し、研修参加者には守秘義務契約の徹底を求め、当面は社会的信用のあるダム開発会社等を顧客に限定する。

## プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)

プロジェクト名:ラオスにおける山仙炭の普及・実証事業  
 対象地域:ピエンチャン特別市、ボリカムサイ県、他

実施機関:エネルギー鉱山省 IREP 及び科学技術省 RENMI  
 ターゲットグループ:プロジェクト対象地域の住民及び地方政府担当行政官

期間:2016年4月～2019年3月  
 Ver. 1.0  
 作成日:2015年8月

プロジェクトの要約	指標	入手手段	外部条件
<b>上位目標</b> □ 未利用バイオマスから生産した安価で良質な粉炭の供給量が増え、それが家庭用燃料や土壌改良に使用され、家屋内煤煙の解消や農業生産性の向上に貢献し、農家の生計を向上すること。また、それが既存の良質な木材から生産した炭を置換し、森林保全に役立つこと。	1. 粉炭を既存の炭と替えて燃料として利用した家庭の数と家屋内煤煙の発生状況 2. 粉炭を農地利用した農家の数と収支の変化 3. 認可された粉炭の生産拠点数とその生産量(既存の炭の置換量)	- 粉炭を燃料として利用した家庭への聞き取り調査 - 粉炭を農地利用した農家への聞き取り調査 - 粉炭製造者への聞き取り調査	□ 技術契約の守秘義務が遵守され、非認可の粉炭製造が横行しないこと。
□ 山本粉炭工業がラオスにて持続的なビジネスを展開し(技術管理が徹底され)、未利用バイオマスの有効利用が進む。	1. 住民移転を伴うダム開発サイトでの標準的な適用モデルとしての採択 2. ラオス各地での山仙窯の設置数、RENMI での炭製造技術者認定者数、守秘義務遵守率 3. ラオス国内外での山仙ブランドの粉炭の製造・流通量(森林系バイオマスの有効利用量) 4. 土壌改良効果(収量増、農薬投与量の減少、土壌の微生物多様性指標の増加)、粉炭の多用途利用(燃料、家畜飼料への添加、水質浄化材、脱室材等) 5. 山本粉炭工業現地法人の収支	- ダムサイトでの適用数 - 技術契約締結数 - 研修実施報告書 - 技術契約者への聞き取り調査、品質管理結果 - 市場調査 - 山本粉炭工業現地法人の収支報告書	□ 技術契約の守秘義務が遵守される。
<b>プロジェクト目標</b> □ 山仙式炭製造技術がラオスにおいて適用可能かつ持続的であることが実証される。	1. RENMI の研修施設での高品質の炭の製造、自立的な研修実施体制の整備 2. ダムサイトでの粉炭製造(計3ヶ所以上) 3. 対象地域における粉炭使用率の増加(市場創出) 4. 山本粉炭工業現地法人の運営	- 炭の成分分析 - 研修実施報告書 - プロジェクト報告書 - 事業実施者への聞き取り調査 - 山本粉炭工業現地法人の収支報告書	□ 政府の実施体制や基本政策に変更がない。
<b>成果</b> 1. 科学技術省 RENMI での研修実施体制が自立運営される。	1-1 本邦受入活動・現地研修の受講・修了実績 1-2 研修リキュラム及び研修計画の策定状況 1-3 研修教材・マニュアルの作成部数及び教材の質 1-4 研修講師数及び講師/技術者の能力	- プロジェクト報告書 - 研修実施報告書 - 事業実施者への聞き取り調査 - 窯の運転記録	□ 関連省庁の再生可能エネルギー開発に関する役割が変更されない。
2. ダム開発事業付近のパイロットサイトにおける粉炭製造が実施される。	2-1 パイロット窯の設置状況、運転状況 2-2 技術者の研修成果の現場での活用状況 2-3 パイロット窯による製品の質・量の向上	- 炭の成分分析 - 製品出荷記録	□ 対象とするダム開発事業の実施工程や運営方針に変更がない。
3. ラオスで製造された粉炭の土壌改良効果が実証される。	3-1 炭利用による農地の生物多様性の増加 3-2 農業技プロ等での炭の利用による収量増加	- 生物多様性分析結果、収量報告書 - 技プロ報告書	
4. 関連省庁で組織されるタスクフォースの体制が強化される	4-1 ワーキンググループ会合の開催頻度(年4回程度) 4-2 新規開発プロジェクトへの提言や通達の状況	- 会議報告書 - 通達	

<p>5. 山仙技術の普及基盤が形成される。</p>	<p>5-1 山本粉炭工業の現地法人設立及び運営状況 5-2 ラオス国内特許の取得および商標登録状況 5-3 現地ダム会社や民間企業との商談数 5-4 現地にて製造された山仙炭の出荷量</p>	<p>- 会社登録文書 - 特許番号、商標登録番号 - 収支報告書</p>	
<p><b>活動</b> 成果 1 の発現に係る活動 1-1 RENMI 職員を対象とした本邦受入活動(講師研修)の実施 1-2 RENMI における窯築造の技術指導、窯築造・研修施設工事 1-3 上記研修施設が整った段階での現地研修(講師研修)の実施 1-4 研修施設における研修実施計画及び研修カリキュラムの策定 1-5 研修教材・研修マニュアルの作成 1-6 デモンストレーション・ワークショップの開催</p> <p>成果 2 2-1 ダム事業者との協議、パイロットサイトの選定、炭製造技術者の選定 2-2 炭製造技術者を対象とした技術研修の実施 2-3 パイロットサイトにおける窯築造の技術指導、窯築造工事 2-4 パイロット窯での炭製造、運転指導 2-5 周辺住民に対する炭材料収集及び炭利用促進にかかる説明会の開催 2-6 パイロット窯で製造された炭の成分分析</p>		<p><b>投入</b> <b>【日本側】</b> <b>専門家:</b> 業務主任(技術指導) 経営判断、商取引 流通、ブランド化戦略 施設設計・施工監理 ビジネスモデル 研修管理 調査分析</p> <p><b>資機材:</b> 山仙窯施設 計 2 式 バックホウ 搬送車(フォークリフト) トラック(2t 程度) 破砕機</p> <p><b>本邦受入活動</b></p>	<p><input type="checkbox"/> 技術研修により能力向上を図られた RENMI 職員等が、継続的に勤務する。</p> <p><input type="checkbox"/> パイロットサイトの周辺住民の協力が得られる。</p>
<p>成果 3 3-1 農業省、農業技プロ関係者との協議 3-2 研修施設及びパイロットサイトで製造された炭の農地利用(実証試験) 3-3 上記実証試験その他で炭を適用した土壌の成分分析(微生物多様性分析) 3-4 炭の農地改良効果にかかるワークショップの開催</p>		<p><b>【ラオス国側】</b> <b>人材:</b> CP の配置 CP の研修への参加</p> <p><b>事務所/施設:</b> RENMI 敷地の利用許可</p>	<p><b>前提条件</b></p> <p><input type="checkbox"/> ラオス国内の政治的・経済的安定が続く。</p>
<p>成果 4 4-1 関連省庁によるタスクフォースの組織化と MM の締結 4-2 定期ワーキンググループ会合の開催支援(2ヶ月毎) 4-3 新規開発プロジェクトへの提言や通達に関する協議</p>		<p><b>資機材:</b></p>	
<p>成果 5 5-1 山本粉炭工業の現地子会社の設立、法人登録手続き 5-2 ラオス国内特許の取得および商標登録申請 5-3 製品のセールス及びマーケティング 5-4 現地ダム会社や民間企業との商談・交渉</p>			

山粉炭工業ラオスでのビジネス展開計画\_普及・実証事業

Ver. 1.0 作成日:2015年8月

<p><b>パートナー</b></p> <p>エネルギー鉱山省 IREP@MEM                  科学技術省 RENMI@MOST                  天然資源環境省 DRFM@MONRE                  農林省 DOF, DAEC, NAFRI, CADC @MAF                  ラオス国立大学 NUOL                  ポリカムサイ県局 RMU                  ダム事業者 SMO</p> <p>JICA 農業技術協力プロジェクト                  ラオス日本留学生協会</p> <p>マレーシア・プトラ大学 UPM                  (九州工大のサバ州での SATREPS 事業)</p>	<p><b>主要活動</b></p> <p>1. <b>RENMI での研修体制整備</b>                  研修マニュアル作成                  品質管理体制の構築                  特許取得・商標登録</p> <p>2. <b>ダムサイトでのパイロット事業</b>                  窯築造指導、試運転                  粉炭の供給先開拓</p> <p>3. <b>粉炭の土壌改良効果の実証</b>                  土壌生物多様性評価                  収量変化の測定比較</p>	<p><b>価値提案</b></p> <p><b>製造技術(ライセンス)</b>                  未利用バイオマス(雑木、農業残渣等)を原料とした安価で大量に粉炭を製造可能な技術研修及びライセンスの有償供与</p> <p><b>製品(粉炭)</b>                  粉炭の農林業や畜産等への利用による収量増及び品質向上による収入の増加</p> <p><b>ダム開発に伴う伐採林等の有効利用による移転住民への利益還元</b>                  ダム開発に伴う伐採林等の未利用バイオマスの炭化及びその土壌改良材等としての利用により、移転地への移住を余儀なくされる住民への利益還元(農畜産物の収量増・品質改善、余剰粉炭の販売による現金収入等)</p>	<p><b>顧客との関係</b></p> <p><b>製造技術(ライセンス)</b>                  研修                  技術提携(ライセンス契約)                  アフターサービス(品質管理、トラブル・シューティング)</p> <p><b>製品(粉炭)</b>                  粉炭利用法の共有                  粉炭のブランド化(付加価値化)</p>	<p><b>顧客</b></p> <p><b>製造技術(ライセンス)</b>                  ダム開発事業者                  食品加工事業者                  製材業者</p> <p><b>製品(粉炭)</b>                  農家・農業法人                  ダム移転住民                  農林省                  地方自治体                  環境関連 NGO</p>
<p><b>コスト構造</b></p> <p>窯築造・施設建設工事                  資機材・重機                  施設・機材運搬維持管理費                  原料収集・運搬・加工(チップ化)                  調査費</p>	<p>人件費                  滞在費                  研修、ワークショップ開催費                  交通費                  通信・事務消耗費                  オフィスリース</p>	<p><b>収益の流れ</b></p> <p><b>製造技術(ライセンス)</b>                  技術提携費(ライセンス契約)                  本邦受入活動受入費                  人材派遣費(現地技術指導)</p>	<p><b>製品(粉炭)</b>                  粉炭の販売利益                  農畜産物の収量増・品質向上による収入増</p>	

# 案件化調査

## ラオス人民民主共和国 効率的な炭製造方法の普及 に関する案件化調査

### 企業・サイト概要

- 提案企業：有限会社山本粉炭工業
- 提案企業所在地：島根県益田市
- サイト・C/P機関：ビエンチャン、ボリカムサイ  
・エネルギー鉱山省、科学技術省



山仙プール式炭化平炉

### ラオス国の開発課題

- 家庭の調理用燃料のほとんどが薪炭
  - ・煤煙による家庭内での健康への悪影響
  - ・木材等の過剰伐採による森林の減少
- エネルギー開発の一環としてダム開発が盛ん
  - ・伐採・廃棄される森林資源の有効活用
  - ・移転住民に対する補償や生計回復支援

### 中小企業の技術・製品

- 山仙プール式炭化平炉（特許第5117548号）
  - ・高い生産性：一週間で10tの粉炭を製造可能（原材料50t）
  - ・高い適用性：原材料の形状不問（木材、樹皮、農業残渣等）
  - ・低コストと容易な操作：安価な設備投資、平炉と自然換気システム、機械化不要
  - ・高品質の炭：低煤煙、高カロリー、用途多様（土壌改良剤等）

### 調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 薪から炭への燃料転換の促進による家庭内煤煙の課題解消及び森林保全
- 高品質の粉炭の安定供給によるエネルギー源の確保
- 未利用バイオマス資源の有効活用による廃棄物量の削減
- 粉炭の農林業や畜産への利用等による農村部での収量増・収入増・生計向上及び新規需要の喚起
- 粉炭の土壌改良材としての利用によるカーボンマイナス（炭素固定）効果
- 現地における知的財産権の保護システムの構築

### 日本の中小企業のビジネス展開

- 事業を通じて粉炭の有効性を実証すると共に、ビジネス展開の足掛かりとする。
- 検証した事業モデルをもとに、現地の他の潜在顧客に事業を展開する。

# 1. 対象国の現状

## ア. 対象国の政治・社会経済状況

ラオス国は、周辺を中国、ベトナム、カンボジア、タイ、ミャンマーに囲まれた内陸国である。面積は24万平方キロメートルであり、約7割が山岳地帯である。人口は約660万人であり<sup>3</sup>、人口の半数以上を占めるラオ族を含む49民族によって構成されている。日本の本州に、千葉県民（人口620万人<sup>4</sup>）が居住しているような状況であるため、1km<sup>2</sup>あたり27人と、周辺国の中で最も低い人口密度を示している<sup>5</sup>。ラオス国は17の県から成り立っており、首都はビエンチャンで約70万人の人々が暮らしている。ラオス国の北部には世界遺産にも指定されている古都ルアン普拉バン、南部にはインドシナ東西回廊の通るサバナケットや古都パクセーを擁し、それぞれ独自の経済圏を形成している。ラオス国は人民民主共和制であり、ラオス人民革命党の一党独裁となっている。

ラオス国は1975年12月に王政を廃止し、人民民主共和国への移行を宣言し、ラオス人民民主共和国が成立した。社会主義政策をとったが、計画経済が行き詰ったため、1986年11月にラオス人民革命党の第4回党大会で唱えられた「チンタカナカーン・マイ（新思考）政策」による開放政策を導入した。これにより、市場原理による価格決定メカニズム、内外取引の自由化、企業や地方行政への自主権の付与、経済計画の柔軟化、対内投資の受け入れが行われるようになり、ラオス国の経済は急激に発展した<sup>6</sup>。2012年のGDPは91億ドルで、年率8%の成長を遂げている。堅調な成長を維持しているものの、ラオス国の人間開発指数（HDI）は186カ国中138位<sup>7</sup>であり、依然として後発開発途上国（LDC）に位置付けられている。

ラオス国の財政面は、歳出入管理が重要な課題であり、依然として財政赤字ではあるものの、2009年度（会計年度）の財政赤字は、税収の増大を主因として、前年度GDP比3.4%から2.3%へと改善が見られた。なお、貿易分野では、好調な鉱業（銅・金）及び水力発電により輸出額は増加傾向にある一方で、投資関連材の輸入の増加から、貿易収支は赤字の状況にある<sup>8</sup>。貿易面では隣国のタイに大きく依存しており、輸出の約3割がタイ向けで、輸入の6割もタイからとなっている。

ラオス国の産業構造は、かつて人口の8割近くが農業に従事し、GDPの4割以上を占める時期があったが、近年ではサービス産業と建設を含む、鉱業部門のウェイトが拡大している。この背景には、外資を中心とした金融機関や小売部門の成長、外国人観光客増、情報通信サービスの拡大等に加え、水力発電や銅、カリウムなどの資源エネルギー部門の成長、2011年1月からEUの一般特惠関税規則の緩和と中国や周辺国での賃金上昇や人手不足等で日系等の縫製工場の進出が増えたことがある<sup>9</sup>。事実、2003年から2013年の間に、GDPに占める農業の割合は41%から27%に減少し、その一方でサービス産業と建設が42%から44%に、鉱業部門が8%から18%に、産業部門が9%から11%に増加している。農業の割合が減少傾向にあるとはいえ、依然として農

<sup>3</sup> <https://data.un.org/CountryProfile.aspx?crName=Lao%20People's%20Democratic%20Republic>

<sup>4</sup> 2010年10月1日 国勢調査人口

<sup>5</sup> 中国（140）、ベトナム（266）、カンボジア（82）、タイ（132）、ミャンマー（74）※カッコ内の単位は「人/km<sup>2</sup>」

<sup>6</sup> 総務省大臣官房企画課、諸外国の行政制度等に関する調査研究 No.14－ラオスの行政、平成18年9月

[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000096650.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000096650.pdf)

<sup>7</sup> UNDP 人間開発報告書2013、[http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2013\\_summary\\_japanese.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2013_summary_japanese.pdf)

<sup>8</sup> [http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/kuni/11\\_databook/pdfs/01-11.pdf](http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/kuni/11_databook/pdfs/01-11.pdf)

<sup>9</sup> <https://www.jetro.go.jp/world/asia/la/data/overview20150310.pdf>

業に従事する人口が約7割を占めていることから<sup>10</sup>、ラオス国の経済発展のためには農家の生計向上が大きな開発課題となっている。

### イ. 対象国の対象分野における開発課題

ラオス国には教育分野や保健分野等での開発課題も多くあるが、本調査に関連するもののひとつとして農家の生計向上があげられる。人口の約7割が農業従事者であり、主に自給自足を目的としていることから、それがそのまま収入の低さに繋がっている。世界銀行<sup>11</sup>によると、農業従事者の多さから、農業の生産性をあげて農家の生計向上を図ることが経済発展に有効であり、それが農業従事者の減少に繋がり、農業に従事しなくなった労働者をより高収入の職業につけるようになれば、貧困の改善に繋がるとしている。それに際してそのような労働者の吸収先としてより収入の高い業種を増やす必要があり、また、労働者自身の能力も高める必要がある。

このほか、経済成長に必要なエネルギーの安定供給を如何に国内の資源を活用して実現していくか、また、それと同時に天然資源と環境を如何に保全していくかも課題となっている。ラオス国では国内の電力需要の増加に加えて、隣国タイの電力需要の増加にも対応し、外貨を獲得するため、今後も多くの水力発電の開発が計画されており、それに伴う道路やダム建設のために多くのバイオマスが伐採され、それが有効活用されない可能性がある。水力発電事業は、このほかにも、ダム建設に伴い生じる移転住民の移転後の生計支援も課題となっている。

更には、近年の過剰伐採により森林資源が激減しており、森林の保全と資源の有効利用が求められている。また、一般家庭の調理及び暖房（北部）に利用する燃料の94%は薪炭であり、それを国内で燃やすに際して発生する煤煙による健康への悪影響も報告されている。<sup>12,13</sup>

### ウ. 対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度

ラオス国政府は、2011～2015年の第7次国家社会経済開発5か年計画（7<sup>th</sup> NSEDP）<sup>14</sup>を実施しており、同計画において次の目標を掲げている。

- ①. 安定的な経済成長の確保（GDP成長率8%、一人あたりGDP1,700ドル）
- ②. 2015年までのミレニアム開発目標（MDGs）達成、2020年までのLDC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、および社会秩序の維持、国際社会における役割向上

地方開発及び貧困対策としては、特に貧しい村及び地区を対象に、高価値で競争力の高い製品及びサービスの開発に集中することとなっている。

<sup>10</sup> World Bank. Lao Development Report 2014 – Expanding Productive Employment for Broad –Based Growth, October 2014, Washington, DC: World Bank Group.  
[http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/EAP/lao-pdr/LDR\\_2014\\_Eng.pdf](http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/EAP/lao-pdr/LDR_2014_Eng.pdf)

<sup>11</sup> World Bank. Lao Development Report 2014 – Expanding Productive Employment for Broad –Based Growth, October 2014, Washington, DC: World Bank Group.

<sup>12</sup> GERES (2013) Baseline Stove Market Assessment Report.

<sup>13</sup> Mengersen, K., Lidia Morawska, Hao Wang, Fengthong Tayphasavanh, Kongkeo Darasavong, and Nicholas Holmes. 2007. Investigation of Indoor Air Pollution and Relationship to Housing Characteristics and Health Effects Observed by Occupants in Lao PDR. Executive Summary, Project for World Health Organization, International Laboratory for Air Quality and Health and Queensland University of Technology.

<sup>14</sup> Ministry of Planning and Investment, The Seventh Five-Year National Socio-Economic Development Plan (2011-2015), Vientiane, October 7, 2011.

[http://www.unpei.org/sites/default/files/e\\_library\\_documents/7th\\_National\\_Socio-Economic\\_Development\\_Plan\\_Lao\\_PDR.pdf](http://www.unpei.org/sites/default/files/e_library_documents/7th_National_Socio-Economic_Development_Plan_Lao_PDR.pdf)

日本国外務省の「対ラオス人民民主共和国 国別援助方針」（平成 24 年 4 月）<sup>15</sup>では、ラオス国開発援助の基本方針として、上記計画を考慮しつつ、ラオス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としている。粉炭製造を通じて資源循環を促進し、技術移転を通じて人材を育成し、農業生産性の向上や環境問題（大気汚染、森林減少）の改善に繋がることが想定される本案件化調査は、「農業の発展と森林の保全」を主として、外務省の基本方針とも合致したものである。

本案件化調査に関連する政策には、エネルギー政策、森林保全政策、農業政策がある。それぞれの概要と関連する支援活動を以下にまとめる。

#### • エネルギー政策

ラオス国政府は、2011 年 10 月にエネルギーの安定供給、社会経済的な利益の享受および環境社会的に持続可能な経済成長を目的とした「再生可能エネルギー開発戦略（Renewable Energy Development Strategy in Lao PDR）」<sup>16</sup>を打ち出している。当該戦略を牽引するのがエネルギー鉱山省であり、他省（科学技術省、農業森林省、他）とも連携して推進することとなっている。

図 1 に示すように、2009 年の状況として、ラオス国のエネルギー需要量は約 200 万石油換算トンであり、その 7 割を薪炭が占めていた。燃料の使用先は主に家庭で（51%）、これに交通、産業、農業、商業が続いた。ただし、近年は自家用車が普及したことから、交通の燃料消費量の増加が見込まれる状況にある。2025 年までのエネルギー需要の予測では、全てのエネルギーの需要の増加が見込まれているが、特に石炭及び石油の増加が突出している。

ラオス国には石油や天然ガスといった資源がないため、豊富にある天然資源（バイオマス、水力、太陽光）を活用して、再生可能エネルギー利用を推進し、輸入に依存する石油等の消費を抑制することが政府の方針である。同開発戦略では政府の目標として、2025 年に再生可能エネルギーの割合を 30%まで拡大することとしており、当面は燃料消費量の 10%をバイオ燃料で賄うこととしている。特に優先するのは、①バイオ燃料、②小水力発電、③その他の再生可能エネルギー（太陽光、バイオマス、バイオガス、風力）、そして④交通用の代替燃料、となっている。③にあるバイオマスエネルギーのセクションでは炭についても言及されており、この中では高効率の調理用ストーブの推進が謳われている。<sup>17</sup>

<sup>15</sup> <http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/seisaku/houshin/pdfs/laos-1.pdf>

<sup>16</sup> Renewable Energy Development Strategy in Lao PDR, October 2011.

[http://www.lao-ire.org/data/documents/data\\_research/general/LIRE-Renewable\\_Energy\\_Development\\_Strategy\\_in\\_Lao\\_PDR.pdf](http://www.lao-ire.org/data/documents/data_research/general/LIRE-Renewable_Energy_Development_Strategy_in_Lao_PDR.pdf)

<sup>17</sup> Renewable Energy Development Strategy in Lao PDR

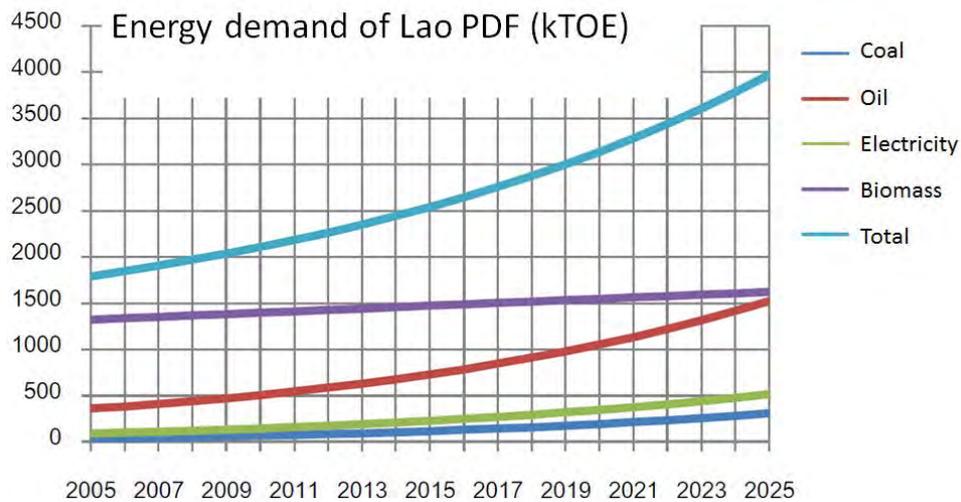
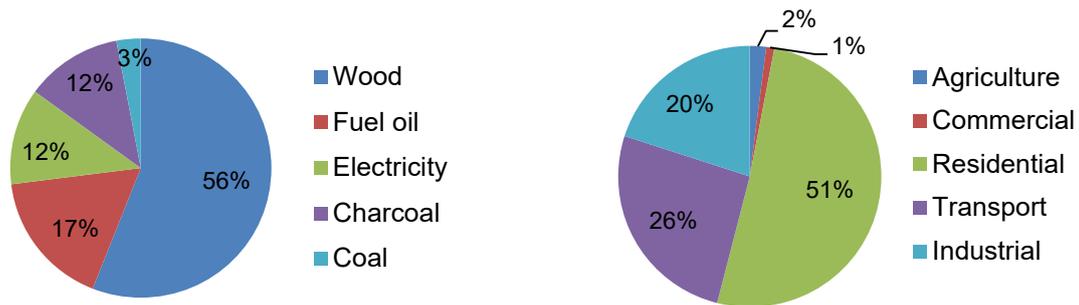


図 1 ラオス国のエネルギー消費の実態 (2009年) と 2025年までのエネルギー需要の将来予測

左上：燃料種別の消費割合 (2009年)、右上：分野別の消費割合 (2009年)、下：将来予測

出所：上図は「再生可能エネルギー開発戦略」の Figure 1.4 及び 1.5 を基に作成

下図は「再生可能エネルギー開発戦略」の Figure 1.6 を基に作成

### • 森林保全政策

ラオス国では1960年代には70%あった森林率が、過度の伐採や農地転用などを主因として2002年には41.5%まで低下している。減少の遠因としては、近隣諸国の森林伐採の制限や国外の木材需要の伸びに伴うものや、国内での焼畑農業の継続、村人による不適切な伐採・管理、農地やインフラ設備への土地転用、森林保全関連の法制度の順守不足、住民意識向上の活動が不十分であること等が挙げられており、その根底には貧困の問題や人口増加の問題があることも指摘されている<sup>18</sup>。ラオス国の人口増加は地方でも生じており、それが調理用の薪としての森林資源の利用増加にも繋がる懸念されている。

ラオス国政府は、状況の改善を目指して、2005年7月に「森林戦略2020 (Forestry Strategy to the Year 2020 of the Lao PDR)」<sup>19</sup>を打ち出している。達成すべき目標として、①約600万haの潜在森林の再生及び50万haの植林による森林率70%の達成、②世帯所得、国家収入および外貨獲得貢献に寄与する林産物の持続的生産の創出、③絶滅が危惧されている多くの種及び固有の生息地

<sup>18</sup> Proceedings of the regional land degradation assessment in drylands (LADA) workshop for Southeast Asia. Bangkok, Thailand, 27-30 April 2009 <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/11067e/11067e01.pdf>

<sup>19</sup> Forestry Strategy to the Year 2020 of the Lao PDR, July 2005. [http://theredddesk.org/sites/default/files/fs\\_2020.pdf](http://theredddesk.org/sites/default/files/fs_2020.pdf)

の保護、④土壌、流域及び気候を含んだ環境の保全、が挙げられている。

山仙の技術は、これまで土地利用に伴い破棄されていたバイオマスを炭にして有効利用できるため、ラオス国政府の目標達成に貢献できると考えられる。

#### • 農業政策

ラオス国農林省は「農業開発戦略 2011-2020」<sup>20</sup>において、経済・社会・生態系のバランスを考慮した農業、森林、天然資源の管理、地方の持続的な開発を目指し、2020年までに気候変動に適応するために、小規模の農業従事者を対象に、近代化された低平地での市場指向の農業生産の適用を徐々に増やしていくこと、また、食糧安全保障と地域コミュニティの生計向上を保証しながらも高地の生態系システムを保全していくことの2点を開発目標として掲げている。それを指す上で2015年までに次のような個別の目的を掲げている。

- ① 食糧安全保障
- 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

②では、作物の生産と農業組織、灌漑農業、農林業の研究と普及、人材育成の4点のプログラムを推進することとしている。山仙の技術の導入は、粉炭を土壌改良材として利用することにより、農作物の生産量の増大と、有機農業による農作物の付加価値化に繋がる可能性があり、ラオス国政府の農業政策の推進にも貢献できると考えられる。

## エ. 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

ラオス国で行われている ODA 事業について、エネルギーと森林の分野別に述べる。

#### • エネルギー政策

##### 世界銀行のクリーンストーブイニシアチブ (World Bank's Clean Stove Initiative : Phase I : 2011 年 12 月～2012 年 7 月、Phase II : 2013 年 5 月～2014 年 6 月)

先述の「再生可能エネルギー開発戦略」でも言及されている再生可能エネルギーの高効率化とクリーンエネルギーの普及に対して実施されている高効率ストーブのイニシアチブ (CSI) は、世界銀行がオーストラリア国際開発庁 (AusAID) と共に推進している。当該プログラムは、1) 現状把握と戦略の検討、2) 戦略の実施、能力向上の実施、パイロット投資プロジェクトの検討、3) パイロット投資プロジェクトの実施、高効率ストーブの普及、の3段階で進めることとされている。

ラオス国政府とは、エネルギー鉱山省、科学技術省、ラオス国立大学、保健省、ラオス女性ユニオン、天然資源環境省との連携が想定されている。科学技術省 (MOST) とはすでに連携が進められており、CSI 用の研究室にて高効率ストーブの改良や品質検査が進められている。また、高効率ストーブは MOST の近くの店で販売されていることも確認された。

高効率ストーブとともに高品質の山仙炭も家庭での調理用燃料として合わせて普及できれば、薪利用の縮小に繋がるため、資源の有効利用と家庭内の煤煙被害の抑制により効率的に繋がる可能性がある。

<sup>20</sup> <http://www.forestcarbonasia.org/wp-content/uploads/2011/10/3.-Strategy-for-Agricultural-Development-2011-to-2020.pdf>



販売されていた高効率ストーブ



科学技術省の研究室 (CO、CO<sub>2</sub> 測定)

### 改善調理ストーブプログラム (Improved Cook Stoves programme : 2013 年 2 月～2017 年 1 月) <sup>21</sup>

Association for Rural Mobilisation and Improvement (ARMI) <sup>22</sup>は、SWITCH-Asiaプログラム <sup>23</sup>に関わるSNV Netherlands Development Organisation (SNV) <sup>24</sup>、Oxfam Novib<sup>25</sup>、Blue Moon Fund<sup>26</sup>等と協働し、従来のストーブよりも薪炭の消費量を25%程度削減できる「Tao Payat」ストーブを開発し、生産者、小売業者、利用者の省エネ意識の向上を通じて調理ストーブの市場構築を目指している。本案件化調査ではSNVのビエンチャンオフィスにてヒアリングを行い、よりエネルギー効率の高い高額(約1万円)の試作ストーブ等の紹介も受けた。一般に、このような高額なものでなくとも住民は新しいものを簡単には受け付けないようで、どのような製品も普及させるには時間がかかるとの指摘があった。なお、粉炭のサンプルがあれば、新しいタイプのストーブで利用できるかテストすることも可能とのことであり、今後の協力の可能性もある。



様々な調理用ストーブ (試作品)



SNV でのヒアリング

<sup>21</sup> SNV Website: <http://www.snvworld.org/en/countries/laos/our-work/projects/improved-cook-stoves>

<sup>22</sup> ラオス国の非営利団体。公民両方のアクターと組んで、サバナケット県、チャンパサック県、ビエンチャン都、ビエンチャン県、カモアン県で開発支援プログラムを展開している。2012年に Non-profit Association for Rural Mobilization and Improvement (NORMAI) から改名。NORMAI 自身は2006年に Coopération Internationale pour le Développement et la Solidarité (CIDSE) 前職員により2006年に設立された。 <http://www.armi.la/en/>

<sup>23</sup> 欧州委員会が2008年に発足した資金援助するプログラムで、アジアにおける「持続可能な消費と生産 (SCP)」の取組を支援している。 <http://www.switch-asia.eu/programme/>

<sup>24</sup> 1965年にオランダ外務省が Dutch Volunteers Foundation (Stichting Nederlandse Vrijwilligers : SNV) 設立。農業、精製可能エネルギー、水、衛生の分野の専門家を派遣して最貧国の開発課題に取り組んでいる。ラオス国ではビエンチャンに拠点を置いている。 <http://www.snvworld.org/en>

<sup>25</sup> オックスファム・オランダ。1956年にオランダで初めての非政治・非宗教の国際支援組織として設立。1996年に Oxfam International に加入し、2006年に Oxfam Novib に改名。貧困問題を解決するための活動を行っている。 <http://www.oxfamnovib.nl/>

<sup>26</sup> 2002年に設立。環境保護を目的とした活動に助成金を出している。主にアジア、北アメリカ、熱帯アメリカを対象としている。 <http://www.blumoonfund.org/>

- 森林保全政策

### JICAの森林管理関連プロジェクト

ラオス国政府の要請を受けて、JICAは、ラオス国北部6県（ルアンパバン、フアパン、ボケオ、ルアンナムター、サヤブリ、ビエンチャン県）を対象に、「森林管理・住民支援プロジェクト（FORCOM）」<sup>27</sup>（技術協力プロジェクト：2004年2月～2009年2月）や「森林減少抑制のための参加型土地・森林管理プロジェクト（PAREDD）」<sup>28</sup>（技術協力プロジェクト：2009年8月～2014年8月）を実施した。これらは地域政府職員や地域住民の意識向上や能力向上を通じて持続可能な森林経営を促すことを目的とした事業で、現地カウンターパートはラオス国農林省農林業普及局、林野局、対象6県の農林事務所であり、日本側は農林水産省林野庁が協力した。

FORCOMでは地域住民の生計向上を主眼として住民支援プログラムツール（CSPT：Community Support Programme Tool）を開発し、CSPTを通じて家畜飼育、魚の養殖、アグロフォレストリー導入、織物生産、果樹栽培、水田の拡張等の焼畑代替手段の普及を実施した。しかし、CSPTと焼畑抑制の関係性は必ずしも十分に解明されていなかったことから、PAREDDではCSPTの改善と対象地域のモニタリングの継続、土地利用計画を含めた総合的な森林減少を抑制するツールの開発を行っている。ラオス国政府は気候変動対策としての「森林減少・劣化からの温室効果ガス排出削減（REDD）」が森林保全及び森林に依存する農民の生計向上に極めて有用な手段と捉えており、本プロジェクトはラオス国のREDD体制整備計画の策定・実施等に向けたものでもある。

本プロジェクト実施の結果、森林減少と劣化の防止のための「PAREDDアプローチ」が整理され、シェンゲン郡とボンサイ郡の対象9村のすべてにおいて、土地利用計画が住民の手により作成され、郡政府や県天然資源環境事務所（Provincial Agriculture and Forestry Office：PAFO）などの関係機関に承認されている。2014年1月のアセスメントの結果として、土地利用計画の中で設定された全ての森林保護区において新たな焼畑が確認されない等といった効果が見られている。

また、JICAは上記プロジェクトと並行して「森林セクター能力強化プロジェクト（FSCAP）」（技術協力プロジェクト：2010年10月～2014年9月）、「ラオス持続可能な森林経営及びREDD+のための国家森林資源情報システム構築に係る能力向上プロジェクト」（技術協力プロジェクト：2013年9月～2015年9月）も実施している。

山仙の技術を住民に普及する場合には、森林減少に拍車をかけないようにするため、このように適切な森林管理を行える状態にある村落を対象とする必要がある。地域住民が粉炭を農業に利用することで農産物の生産量が増加し、生計向上に繋がることにより、焼畑を抑制できる可能性もある。

### **オ. 対象国のビジネス環境の分析**<sup>29</sup>

ラオス国は2013年1月18日に正式にWTOに加盟し、世界共通のルールの下で貿易・投資活動が可能となった。内外投資の一体化により、一般投資案件<sup>30</sup>の窓口は工商業省（MOIC：Ministry

<sup>27</sup> Forest Management and Community Support Project (FORCOM)  
<http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/11964ab4b26187f649256bf300087d03/0b5da5beafd921eb492575d100354b0f?OpenDocument>

<sup>28</sup> Participatory Land and Forest Management Project for Reducing Deforestation in Lao PDR (PAREDD)  
<http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/0/c6e28ee5d93be23f492575ed0079df76?OpenDocument>

<sup>29</sup> ラオスの投資環境（2014年7月、（株）国際協力銀行）

[https://www.jbic.go.jp/wp-content/uploads/inv-report\\_ja/2014/07/24480/20140710.pdf](https://www.jbic.go.jp/wp-content/uploads/inv-report_ja/2014/07/24480/20140710.pdf)

<sup>30</sup> 3種の投資形態（①一般事業への投資、②コンセッション事業への投資、③特別経済区（SEZ）への投資）の中の①であり、②のコンセッションを通しての投資はMPIが、③のSEZへの投資はSEZ委員会が管轄することになって

of Industry and Commerce) となり、管轄部署は企業登録管理局 (Department of Enterprise Registration and Management) となっている。

ラオス国への直接投資は法制度の整備とともに、世界的な資源ブームを背景に 2000 年代後半に入り急増している。1989～2012 年までのラオス国の直接投資受入相手国を見ると、ベトナム (28%) が最大の投資国であり、中国 (26%)、タイ (25%) を含む上位 3 ヶ国で約 8 割の直接投資を占めている。業種で言えば、鉱業が最大の投資額を集めており、次に多い発電事業と合わせて投資全体の 51% を占めている。3 番目に多いのは農業 (15%) で、それに対する最大の投資国はベトナムである。

投資に関連する主な法規としては、1) 投資法、2) 特別経済区 (Special Economic Zone : SEZ) に関する法律、3) 会社法、4) 税法、5) 金融・外国為替関連の法律、6) 貿易・通関関連の法律、7) 知財に関する法律、8) 労働法がある。ここでは、将来的な事業展開に重要になるものと考えられる知財に関する法律について触れる。

### 知的財産権保護の状況

国の法制

- 改正知的財産法 (No.01/NA) (2011 年 12 月公布)
- 知的財産法に関する首相令 (No.054/PM) (2012 年 1 月公布)

所管

- 科学技術省知的財産局 (Department of Intellectual Property)  
特許、商標、著作権等の登録と権利保護を実施。

知的財産権の保護の概要

- 特許・小特許の場合  
法律： 2011 年改正知財法、2012 年首相令  
登録要件： 新規性、進歩性、産業上利用性  
優先制度： 先順主義  
保護期間： 特許：20 年間、小特許：10 年間

特許の場合、国外に居住する出願人は、ラオス国内に代理人を指定しなければならない (知財権法第 27 条) とされているのみで、具体的な資格の要否や資格取得の手続きについては規定されておらず、実務上、弁護士を特許代理人として選任することが一般的になっている。

特許出願のフローチャートは図 2 の通りである。

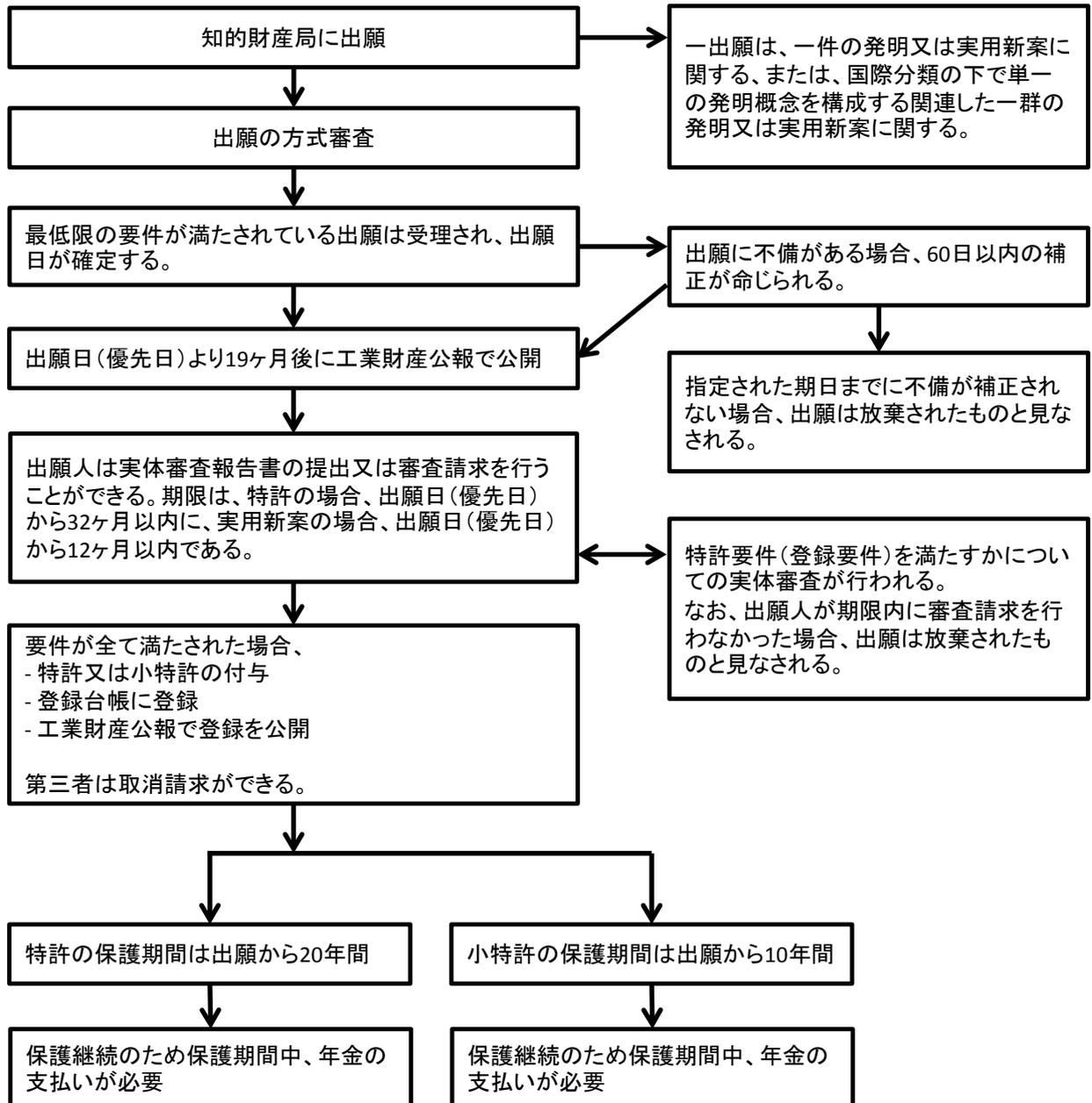


図 2 特許と小特許出願のフローチャート<sup>31</sup>

<sup>31</sup> JETRO 報告書 (2013 年 3 月作成) を基に作成 [http://www.jetro.go.jp/ext\\_images/world/asia/la/ip/pdf/laws\\_la.pdf](http://www.jetro.go.jp/ext_images/world/asia/la/ip/pdf/laws_la.pdf)



## 2. 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

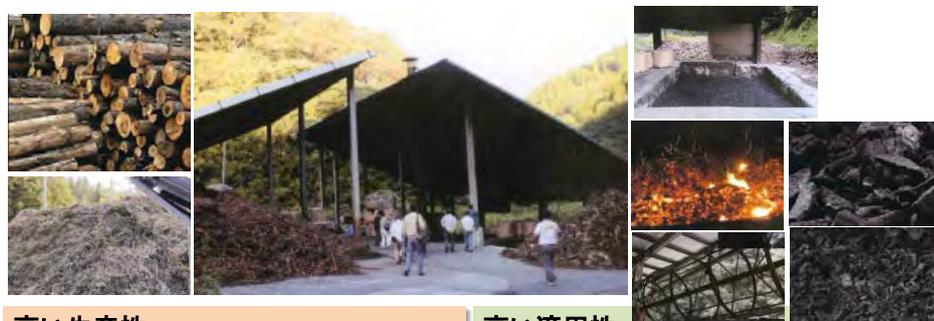
### ア. 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特徴

#### ・ 活用が見込まれる製品・技術の特長

提案する炭化技術は山本粉炭工業が特許（特許第 5117548 号）を有する「山仙プール式炭化平炉」（または山仙式炭化法）であり、植物系バイオマス原料を 600～1,000℃の高温で炭化する。従来のマウンド型の炭焼き窯と異なり、開放型のプール式平炉のため炭化原料の投入や取り出しが容易で作業効率が高い（図 3）。また、ホイールローダーやバックホー等の汎用作業機械を使用し、さらに作業効率を高めることも可能である。炉は、90 cm角のコンクリートブロック、鉄板、U字溝、燃焼器等を組合せて築造し、これらの材料は基本的に現地で調達・加工する。

### 山仙プール式炭化平炉の特徴

写真提供：  
（有）山本粉炭工業



<b>高い生産性</b> 窯の大きさ: 7m x 5m x 1.8m(深さ) 1週間: 原材料 50t → 10t の炭 1ヶ月: 原材料 200t → 40t の炭	<b>高い適用性</b> > 木材、樹皮、抜根、農業系バイオマス > 材料の大きさを問わない > 地元のバイオマスの有効活用
<b>低コストと容易な操作</b> > 安価な設備投資 > 平炉と自然換気システム > 容易な技術(機械化不要) > 2～3人の作業員で運転可能	<b>高品質の炭</b> > 日本で確立された技術(特許取得済み) > 煙の発生が少ない > 高温(600～1,000℃)で炭化 > 高カロリー(7,000～8,000kcal/kg) > 土壌改良材、家畜や養殖魚の消臭効果、食品添加物、住まいの調湿材、代替燃料として利用可能

← 日本での4週間の研修が必要

図 3 提案技術の特徴

#### 高い生産性

標準形の縦 7m×横 5m×深さ 1.8m の平炉 1 基で、1 週間の炭化作業により、約 40～50 トンの原料を約 10 トンの粉炭に転ずることが可能であり、図 4 に示すように、従来型の密閉式の窯と比べると生産効率は高い。炭化原料の供給がこれよりも多ければ、1 つの燃焼器で最大 2 基の平炉を接続し、生産能力を倍増することも可能である。ただし、資材置場や製品の粉炭の貯蔵庫、重機の作業スペース等を考慮すると、図 5 に示すように、1,000～1,500m<sup>2</sup> 程度の敷地があることが望ましい。



項目	山仙プール式炭化平炉	岩手窯	地中掘り込み窯 (従来平窯)
製造サイクル日数	7日/Cycle	15日/Cycle	15日/Cycle
生産能力/月	30~40 トン/月	1.2 トン/月	1.5 トン/月
窯サイズ	7m×5m×1.8m (標準型)	2m×3m 程度	直径 3m 程度
材料&サイズ	木のチップ、 食物残渣	木 Φ5~15 cm×100 cm	←
製品	粉炭 (粉末~塊)	棒状 炭	←

出所：調査団作成

図 4 山仙プール式炭化平炉の概要

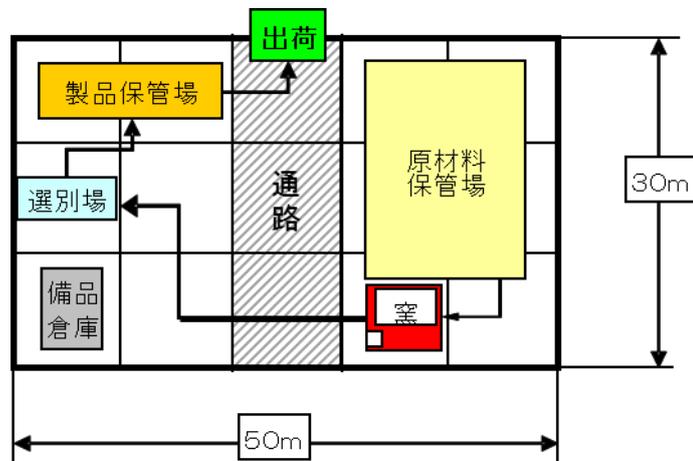


図 5 山仙プール式炭化平炉の概略設置例 (必要な敷地面積 1,500 m<sup>2</sup>程度)

### 高い適応性

炭化原料は木材に限らず、木屑、枝打ち材、樹皮、抜根や、竹、とうもろこしの芯、さとうきびの茎、椰子空房等の農業残渣も利用可能である。大きな炭化原料は破砕機等で細かく破砕し、平炉に入れた炭化原料間の隙間を密にし、圧密状態で積層する。

### 低コストと容易な操作

製造工程は、図 6 に示すように、平炉に投入した炭化原料に着火し、燃焼部分と外気を遮断するために新たに炭化原料を積み増し、水分が蒸発し、体積が減ったらさらに原料を積み増すとい

う作業を1週間繰り返す。火と原料の境界面で炭化が進むので、燃えて灰になることはない(が、それを制御する技術を必要とする)。夜間は燃烧器の排気量を絞ることで、炭化速度を遅らせ、原料投入作業を翌朝に調整するなどして、夜間作業を減らし、平常勤務で管理することも可能である。これにより、数名で全体の工程を管理できる。

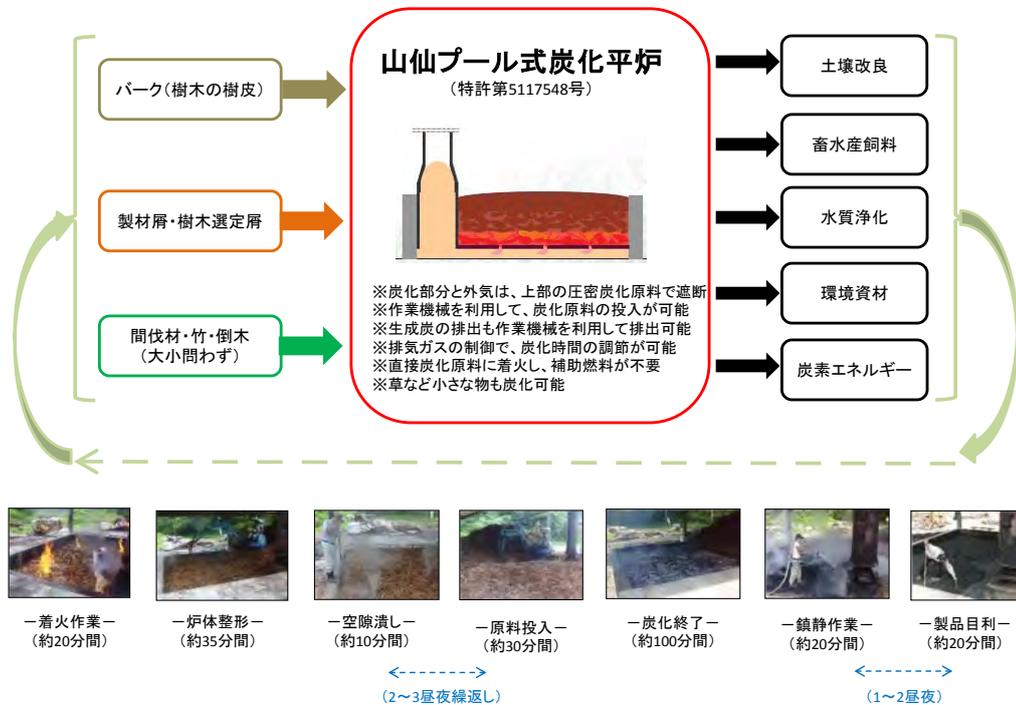


図 6 山仙プール式炭化平炉の概要

### 燃料としての優位性

製品の炭は粉状(粉炭)で、篩い機でサイズを選別し、用途に応じ出荷する。発熱量は 7,000 ~ 8,000 kcal/kg と石炭並みに高く、固定炭素も通常 80%程度以上と高いため、煤煙等の発生しにくい良質の燃料が得られる。粉炭をそのままストーブに利用することもできるが(ストーブを粉炭用に加工する必要があるが)、タピオカの澱粉等を糊剤として加え圧縮することにより成型炭に加工することもできる。

### 土壤改良材としての優位性

一般に炭は多孔質のため土壤改良効果があり、さらに本製品は粉状のため散布しやすく、農業利用しやすいという特徴をもつ。また 600°C以上の高温で炭化することによりアルカリ性を示し、酸性土壤の改良効果も期待できる。農業利用以外にも、国内では家畜飼料への添加による消臭効果や肉質の向上、養殖魚の飼料添加による品質向上、水質浄化等にも利用されており、高品質の炭を安価に入手可能になることにより、ラオス国においても同様の用途の拡大が期待される。

### 山仙プール式炭化平炉の概算コスト

ラオス国における山仙プール式炭化平炉の設置・運営・維持に要するコストの概算は以下の通りである。

## 製品・技術のスペック

- ✓ 山仙プール式炭化平炉の標準製造能力

サイズ： 縦 7 m×横 5 m×深さ 1.8 m

窯は 90 cm の立方体コンクリートブロックで構成（60 個程度使用）

窯の深さは 2 ブロック（1.8 m）で底溝 0.3 m の実質 1.5 m の深さ

粉炭製造量： 10 トン/週（1 ヶ月当り 3 回製造するとし、30 トン/月）（炭化原料の投入量は  
その 4～5 倍程度）

## 製品・技術の価格

- ✓ 山仙炭化炉の設備設置費

土木工事、建築資材： 250 万円（現地で加工）  
（コンクリートブロック、床材、U字溝、鉄板等込み）

建屋、倉庫、オフィス： 250 万円

重機： 500 万円（バックホー、破砕機、トラック（中古））

総工費： 1,000 万円程度

（※既存の床材や倉庫棟を利用することにより、工費を低減することが可能）

（費用の詳細については表 5（24 ページ）を参照のこと）

- ✓ 技術研修費

本邦技術研修（4 週間＝1 週間@4 回）： 150 万円（1 名参加の場合）  
（島根県の山本粉炭工業にて、宿泊費・食費込、旅費別）  
計 400 万円（2 名参加＋通訳同行の場合）

現地での窯築造・運転指導： 計 250 万円（特許使用料 150 万円含む）

現地での窯運転指導： 計 100 万円（25 万円/回×4 回/12 ヶ月）

総額： 750 万円程度（これに旅費等の関連費用が加わる）

- ✓ 運営・維持費

材料収集・運搬費： —（2 トン/トラック@60 往復/月）  
（バイオマスの排出事業者の負担を想定）

作業員（管理者 1 名、作業員 2 名）： 200 万円（16 万円@12 か月）  
（管理者月単価：10 万円、作業員月単価 3 万円）

光熱費（水、燃料、電気）： 30 万円（2.5 万円@12 か月）

小型重機： 30 万円（@12 か月）（バックホー、破砕機、トラック）

## • 国内外の同業他社、類似製品及び技術の概況

国内では山本粉炭工業所有の特許許諾を受けて粉炭を製造・販売している業者は 10 社あり、所在地は、鹿児島（1）・福岡（1）・大分（1）・山口（2）・島根（3）・岡山（1）・大阪府（1）である。各社の使用している原料は、ダムの流木、チップ工場から出される端材や木の皮、製糖工場から出されるさとうきびの絞り粕等がある。以前は燃料用炭（豆炭、練炭）の製炭工場も数社存在していたが、現在はほとんど廃業している。

海外でも SATREPS の産官学連携事業「生物多様性保全のためのパーム油産業によるグリーン経済の推進プロジェクト」にてマレーシアに技術の導入を進めており、ヤシ殻を原料に、2015年8月にサバ州での窯の試験稼働を開始したところである。

### イ. 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

山本粉炭工業ではこれまで国内の事業者の技術研修を受け入れてきたが、最近、海外からの研修者も受入れはじめ、その需要が大きいことが分かってきており、今後は海外の顧客や研修希望者向けのサービスも拡充していく予定である。ただし、海外から島根県益田市にある自社炭化施設まで研修に来てもらうのは容易ではないため、本事業では首都ビエンチャンの科学技術省の敷地内での研修施設及びダム開発サイトでの実証施設の設置し、そこで研修受け入れや稼働状況の開示を通じ、顧客開拓を進める計画である。

これまでタイ国の事業者からバイオマス系廃棄物の処理・有効利用についての相談を受け、その対策案を提示し、ビジネスベースで事業実施合意の直前まで話が進んだ案件もあり、同様にバイオマス系廃棄物の処理に困っている農産品加工事業者等がタイ国をはじめ近隣諸国に多くあると想像される。これらの顧客開拓を進める上でも、実際に目に見え、効果を示せる現地での実証施設が必要のため、本事業ではその実現を目指す。

山本粉炭工業では普及・実証事業にて現地で実施予定のパイロット事業等の現地サポート体制を構築するため、ラオス国での現地法人立ち上げの可能性について関係者と検討を開始したところである。添付資料 01 に示すようにラオス国での起業には代表事務所と有限会社があり、前者は1年間（延長すれば最大3年間）の期間に投資判断のための関連情報等を収集するためのもので、後者は本格的な進出のためのものである。

### ウ. 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献

#### ・ 業界分析、提案企業の実績、業界における位置づけ

2012年度の粉炭の国内生産量は11,027トンであり、木炭（11,618トン）と同程度の生産量をあげている。粉炭の生産量は島根県が最も多く3,185トンであり、全国の粉炭生産量の約3割を占めており、業界を牽引している。<sup>32</sup> このなかでも山本粉炭工業はその中心的な役割を果たしており、「粉炭生産日本一・島根県」に大きく貢献している。

#### ・ 現時点における提案企業の地元経済・地域活性化への貢献

山本粉炭工業は、製品である粉炭を、土壌・農地利用、飼料用（養鶏、畜産、養殖魚）、環境資材用（調湿材）、燃料用、食品添加物等として出荷しており、新たな市場を開拓している。

これまで、技術開発や用途の拡大にあたり、島根県水産技術センター、島根県中山間地研究センター、島根県石見地区木質バイオマス事業化プロジェクト、しまね産業振興財団、産業技術総合研究所バイオマスリファイナリー研究センター等との連携がある。

2006年から技術研修を受け入れており、技術移転した事業者は8社にのぼる。九州工業大学とも連携し、福岡県八女市の（株）バンブーテクノへ技術移転し、マレーシア・プトラ大学への実証研究施設設置に係る技術協力も実施した。これらに関連し、海外からの研修員も受入れている。

<sup>32</sup> 森林・林業統計要覧2014（林野庁）、IV 林産物、86 木炭、竹炭、粉炭及び薪生産量  
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/toukei/pdf/yoran1404.pdf>

このほか、地域の小学生等の視察も受け入れ、同施設の事例が環境学習教材としても利用されている。

- **提案企業が海外進出することによる日本の地域経済への裨益**

ラオス国での山仙式炭化法の技術の普及がきっかけとなり、山本粉炭工業やその粉炭を利用する日本の農林水産分野の事業者への海外からの研修員や視察者が増え、それが地元経済を潤し、地域活性化の足がかりとなることが期待される。また、ラオス国の科学技術省敷地内に研修施設を設けることにより、そこでの研修を終え、さらに一段上の技術指導者を目指す技術者が増え、山本粉炭工業での本格的な研修を希望する者が増えることも期待される。

日本国内での山仙式炭化法の技術の普及は、製品単価に比較し、バイオマスの収集・運搬コストが高く、また労働者確保の難しさからなかなか広がっていないのが現状であるが、バイオマス賦存量が多く労働力も安価な熱帯地域の途上国における同技術の適用可能性は高く、製品である粉炭の農地への利用拡大も見込め、その新たな市場創出も期待される。また、海外での事業展開が進むことにより、これが逆に日本国内での同技術の見直し及びその普及に寄与することも期待される。

なお、前述したように山本粉炭工業はしまね産業振興財団をはじめ島根県関係機関との結びつきが強く、本年度のしまね地球温暖化防止活動大賞優秀賞も受賞し、県もその技術力を評価している。島根県は中小企業の海外進出を支援するため様々なスキームを用意し、タイ国バンコクにも現地事務所を立ち上げているため、今後、これらのスキームの活用を検討し、県内関係者との連携も深めていく。

### 3. 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

#### ア. 製品・技術の検証活動（紹介、試用など）

##### • 検証活動の概要

本調査の目的は、1) 高効率な炭化手法の普及により、森林資源の保全、家庭内煤煙の解消、炭の多面的利用による農村部の生計向上等を目指す ODA 事業案を作成すること、また、2) その実証施設となる山仙プール式炭化平炉の設置可能性を検討し、その技術をバイオマス系廃棄物の処理に困っている事業者等に販売するビジネスモデル案を構築することである。

そのため、本調査では、先ずは①関係省庁・機関と活動内容や役割分担について合意し、②炭の需要供給状況を調査し、農村部及び民間事業者での炭化技術の適用可能性を見極め、③炭化炉設置に係る材料や機材、工費等を調査し、④本邦及び現地で技術研修を実施し（ただし、現地での技術研修は、関係者と出資条件等の合意形成が得られ、実証試験用の施設を設置できた場合）、製造マニュアル案や品質管理規定案を作成し、⑤これらの調査結果を取りまとめ、ODA 事業案及びビジネスモデル案を作成することとした。

#### 調査内容と方法

本調査は上記のようなスコープで開始し、当初は良質で安価な粉炭の供給により家庭内煤煙の原因である薪や低質な炭の置換を計画していたが、既存の炭との競合によるその販売・市場獲得の難しさからこれは保留し、その代り、ラオス国の主要産業は農業で、（特に南部において）農地がやせているところが多く粉炭の土壌改良材としての潜在的需要が大きいの意見から、粉炭の用途は農業利用を中心に検討することとした。また、山仙式炭化法は大量のバイオマスを効率よく炭化でき（または大量のバイオマスを必要とし）、その初期投資や研修に係る技術料や特許使用料を負担できる事業者はラオス国では限られることから、その両条件を満たすダム開発会社を事業対象とすることとした。図7に調査地域を、図8に実際の行程と作業内容を示す。

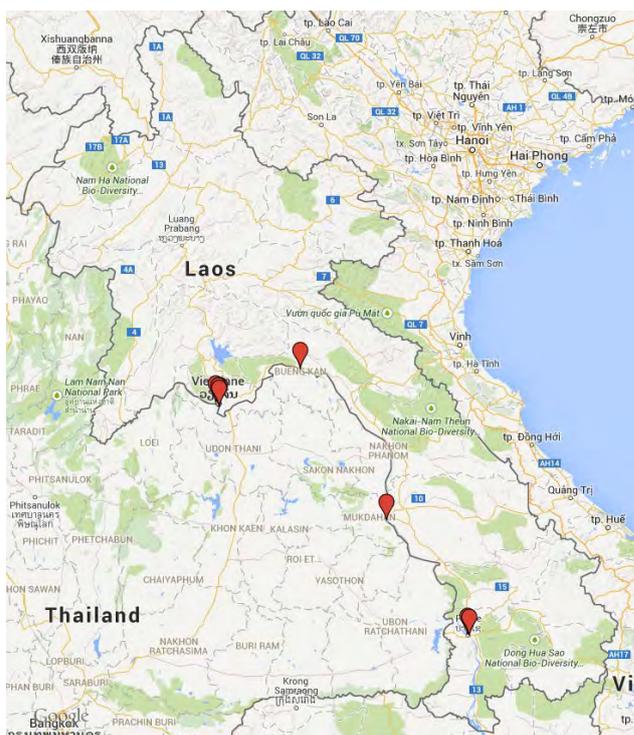


図7 本調査で訪問した地域  
（北西から南東：ビエンチャン、ボリカムサイ、サバナケット、パクセー）

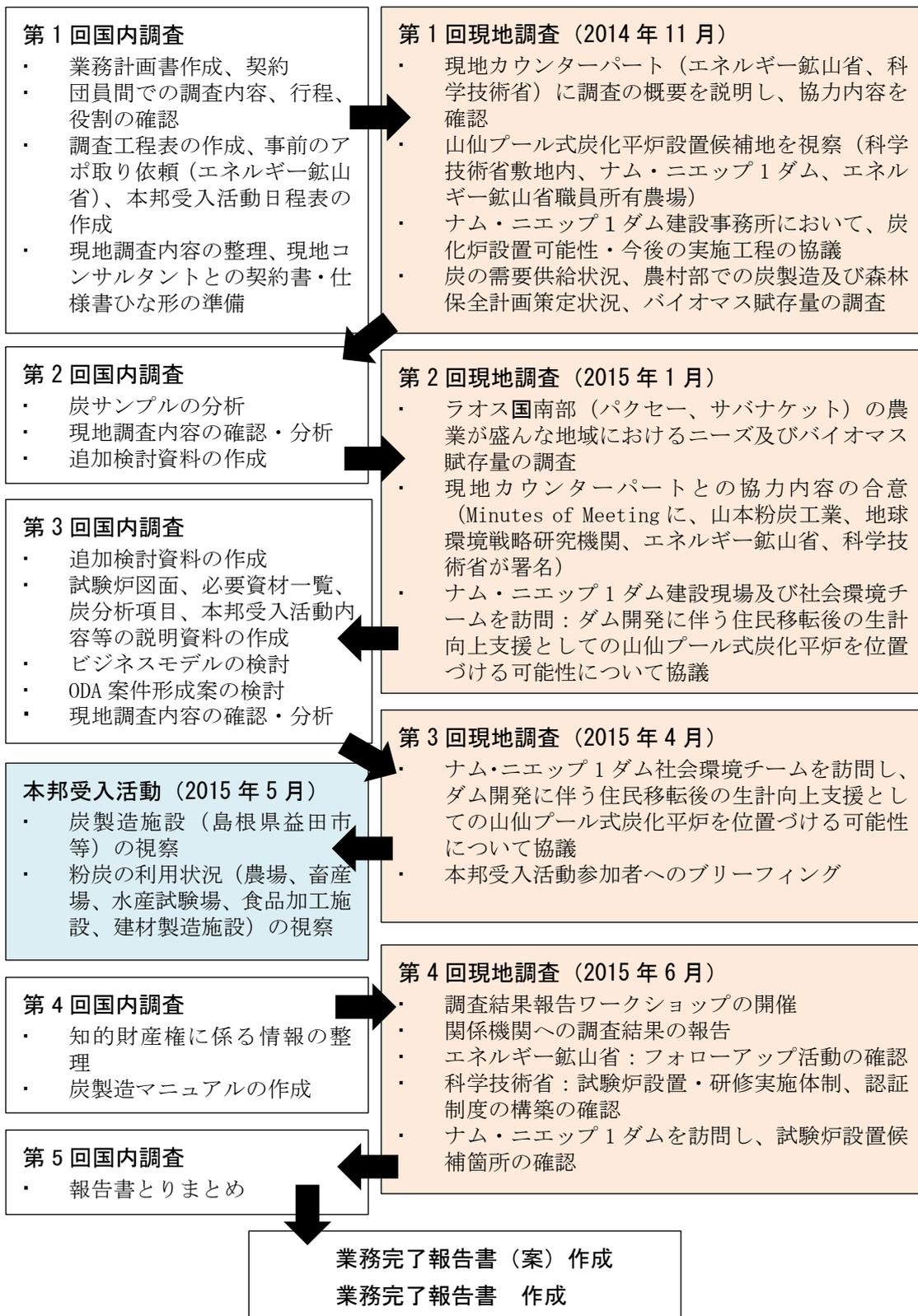


図 8 実施行程と作業内容

## 調査の実施体制

提案企業と外部人材（コンサルタント等）の役割分担を以下の通りとした。

(有) 山本粉炭工業	提案企業・代表、製炭技術指導、実証試験用の山仙プール式炭化平炉設置、ビジネスモデルの構築（営業）、本邦受入活動
(公財) 地球環境戦略研究機関	全体調整、ラオス国政府機関・関係者との調整、研修受入れの調整・実施、ODA 案件化の条件整理、報告書作成
(株) 日本テクノ（ラオス国在住）	現地委託調査の監理、現地調整
(国法) 九州工業大学	炭の品質検査、製炭技術指導、研修受入れの調整
(有) 紋珠	技術指導（山本粉炭工業の技術的補完）

ラオス国側の主要カウンターパートは、エネルギー鉱山省（MEM）と科学技術省（MOST）である。各々の役割については、第1回現地調査時のステークホルダー会合の結果をベースにした議事録（Minutes of Meeting、添付資料 02）に整理した。他にも、農業森林省（MAF）、天然資源環境省（MONRE）、ラオス国立大学（NUOL）等からも、聞き取り調査への協力や、ステークホルダー会議への参加を得ている。

エネルギー鉱山省・再生可能エネルギー推進研究所（IREP）	ラオス国の窓口、ステークホルダー会議の調整、本邦受入活動への招聘業務・研修への参加、情報提供
科学技術省・再生可能エネルギー新素材研究所（RENMI）	山仙プール式炭化平炉設置の土地供与、粉炭の農業における効果の実証、知的財産保護のための研修マニュアル・プログラム案の作成、認証制度の構築、本邦受入活動への参加、情報提供

全体の調査実施体制を図9に示す。

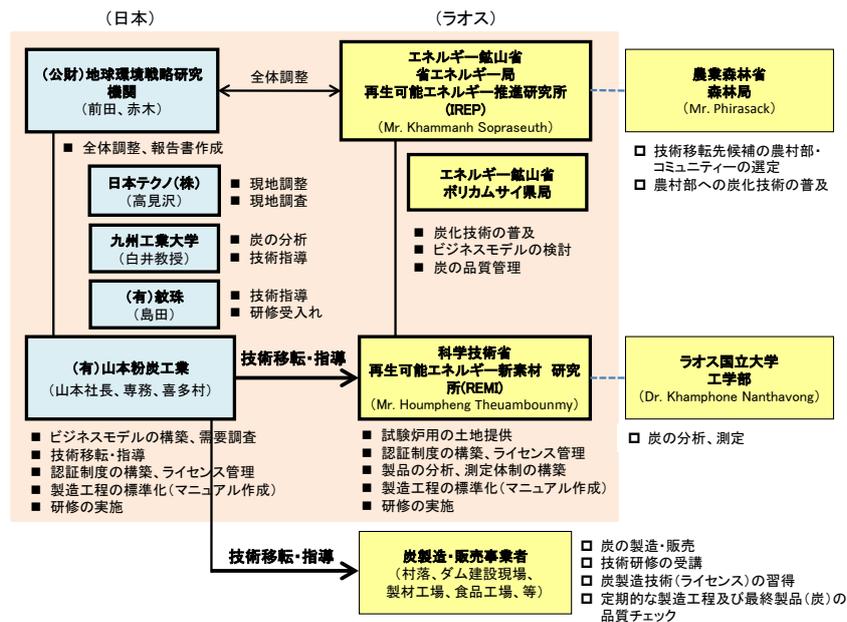


図9 調査の実施体制

## イ. 製品・技術の現地適合性検証

ラオス国の既存の炭の製造方法、原材料の価格、製品の品質、窯築造に係る費用等について調査し、山仙プール式炭化平炉のものと比較する形で、現地適合性について検証を行った。

### • 炭の製造方法

ラオス国では一般に伝統的な製法（密閉式の窯）により燃料用の木炭が製造されている。森林から切り出したマイティウ材等を原料として家庭レベルで小規模の製造をしているものが多く、製材所からの端材やおがくず等を原料として購入し木炭製造を主な生業としている村もある。調査で訪問した小規模な炭窯（写真左）では、1～2人で約400kgの炭を2週間かけて炭化しており、大規模な炭製造業者（写真中央）では、5世帯約25人で4～6トンの炭を1週間で製造しているとのことであった。また、日本企業の指導の下で運営している大小規模の白炭の製造工場もある。これらの原材料が適切に管理された森林からの伐採林なのかどうか実際には把握できておらず、違法伐採が横行している可能性も否定できない。他方、山仙式炭化法は、原材料を木材に限定しておらず、それ以外のあらゆる形状のバイオマスが製炭可能なことから、森林の劣化及び減少を抑制する意味でも、現地に適合した技術と言える。ただし、従来の炭焼き窯とは全く異なる形状をしており、炭の製造方法、窯の管理方法等、全てが新しく導入される形となるため、(有)山本粉炭工業による技術研修が必要となる。



ラオス国で見られた炭焼き窯

### • 炭の原材料の価格

ラオス国の炭づくりでは、炭の原料を各家庭が管理している森林から採取したり、製材所の廃材を購入したり、籾殻等の農業残渣を利用しているところもある。原材料の販売価格は表1の通りである。他方、山仙式炭化法ではこれまで廃棄されていた未利用バイオマスを主な原料とするため、原材料費は主にその収集・運搬費となる。

表 1 木炭の原料の販売価格

販売元	販売先	販売品	原料の販売価格
パクサンの製材所	近所の炭製造者	廃材	35,000 バーツ/月 (13 万円/月) <sup>1</sup> 契約販売
パクサンの農家	炭製造者	マイティウ	2,000 キープ/kg (30 円/kg) <sup>2</sup>

1) 1 バーツ 3.7 円換算

2) 1 キープ 0.015 円換算

- 炭の販売価格

ラオス国の市場で流通している調理用の炭は、生産地に近い程価格が安く、都市部やラオス国北部では価格に輸送コストが反映され、割高となっている。また、原料の木によって炭の品質が異なり、マイティウやマイケーンといった高価な木を原料とする炭は高値で取引されている。現地調査の結果、生産地に近い地方村落では一般の木炭が USD230/トン、マイティウの木炭は USD275/トンであるのに対し、都市部では一般の木炭は USD430/トン、マイティウの木炭は USD470/トン程度で販売されていた。

炭はビエンチャン郊外や地方で製造され、現地で販売もしくは輸送業者によって市場まで運ばれている。ビエンチャン市内のみならず、国道沿いでも炭の販売店舗が多く立ち並ぶ光景が見られる（次ページの写真参照）。表 2 に示すようにこれらはビエンチャン市内よりも価格が安く、地方からビエンチャンへの帰路で購入されるケースが多い。ルアンパバン県やシェンクワン県といったラオス国北部は、比較的冷涼で炭の原料に向く木が少ないことから炭の製造が一般的ではなく、主にビエンチャン県で製造された炭が輸送され流通している。一方ラオス国中部と南部では、伝統的な炭焼きによる小規模の炭製造が盛んであり、近年は日本に輸出するための白炭製造技術も広がりを見せている。

調理用木炭については、特に伝統的な料理を作る際に木炭の火力が不可欠であり、また、風味の観点からも木炭の使用が好まれている。ビエンチャンとパクサンの食堂（ラオス人経営）の調理用熱源についても調査したところ、熱源は全て木炭であった。また、木炭に代わる燃料（天然液化ガスや電気等）は木炭と比べても料金が高く、各家庭への普及も遅れており、調理用木炭の需要は根強い。ラオス国政府としても、クリーンストーブイニシアチブ（CSI）に合わせて高品質の粉炭の使用を促進し、既存の薪炭の使用量を削減し、家庭内煤煙の問題や森林保全を促進したい狙いもある。



道路沿いの炭販売店



道路沿いの炭販売店

(左が一般の木炭、右がマイティウからできた木炭)

表 2 木炭の販売価格

ビエンチャン市内	ビエンチャン郊外
2,000 キープ/kg (30 円/kg)	1,200 キープ/kg (18 円/kg)

※2014年4月調べ  
 ※1 キープ 0.015 円換算

ラオス国の炭は日本でも流通している。これは、中国産の備長炭が森林伐採抑制の目的で輸出

禁止になり、ラオス国産の白炭（ラオス備長炭）に注目が集まったためである。原料であるマイティウは成長が早く、4～5年で薪や炭の原料となる。ラオス備長炭は火力が強く安定しており、爆ぜることも少ないので、扱いやすい炭として飲食店の需要が大きい。流通しているものの多くは長さが10～30cm、直径2～4cmのものが15kg詰められて6,000円前後の価格で販売されている（通販サイト調べ）。これらの炭の品質保証と規格統一は日本企業が直接ラオス国の製造者に技術指導していることが多く、ほぼ100%が輸出され、現地ではほとんど流通していない。

木炭の産業利用の例としては、ビエンチャン郊外にあるシリコンメーカーが挙げられる。同社では珪石の還元用に木炭を使用しており、主として製材所からの端材による木炭を約USD200/トンで調達している。また、ナム・ニエップ1ダムの住民移転予定地の実験圃場では、籾殻燻炭（biochar）を使用した土壌改良の試験を行っており、その調達価格はUSD200/トンとのことであった。

- 炭の品質、性能

山本粉炭工業は山仙プール式炭化平炉の特許を日本で取得し、現在その国際特許も申請しており、ラオス国での技術移転を進めるには、炭の品質管理・品質保証を徹底し、その知的財産権の保護を図る計画である。そこで本調査ではラオス国における既存の燃料用炭の品質が山仙の炭とどの程度異なるか調べるため、実際に市場に流通している炭のサンプルを日本に持ち帰り、その発熱量、水素濃度（pH）、水溶性窒素・りん酸・加里（NPK）を分析した。その結果、表3に示すように両者に大きな差異はなく、特に発熱量は同等の値を示すことが分かった。山本粉炭工業では目安として発熱量6,000kcal/kg以上のものは燃料炭として、それ以下のものは燃料以外の用途に分けており、ラオス国での事業でも同様の扱いを予定している。

表3 ラオス国の炭と山仙の炭の分析結果

項目	ラオス国の炭	山仙の炭	備考
原材料	マイティウ マイボック混在	木質残渣	山仙の炭は針葉樹、広葉樹、竹等が原料
発熱量【kcal/kg】	7,000	7,500	山仙の炭は2008年の分析結果
pH	8.6	9.3	600℃以上で焼成されるとアルカリ性を示す <sup>33</sup>
水溶性NPK【現物%】			
窒素	0.15	0.36	
りん酸	0.03	0.01	
加里	0.65	0.29	

※ラオス国の炭：3試料の平均、山仙の炭：2試料の平均

出所：調査団作成

山仙プール式炭化平炉の導入の目的は、既存の燃料炭と競合することではなく、農林業残渣等の未利用バイオマスから粉炭を製造する技術を普及し、それにより粉炭の供給量を増やし、土壌改良材等の新たな需要を喚起し、新たな市場を創造することによりビジネスの機会を広げることである。ラオス国の既存の良質の燃料用炭を粉砕して土壌改良材として利用することも可能であるが、それは加

<sup>33</sup> 木質炭化学会誌 3(1)、45-52 (2006)

工プロセスが一つ増えることになり、価格的に効率よく大量のバイオマスを炭化可能な山仙式炭化法と競合することにはならない。ただし、山仙の炭をほかの炭と科学的に差異化するには定期的な品質管理が欠かせず、そのため、技術研修を受け、特許使用許可を取得した事業者が製造した炭も、科学技術省との協力のもと、定期的に検査する。山仙プール式炭化平炉の技術移転に係る契約においては、炭の品質について以下の条件を満たすこととしており、現地での炭化作業を進めながら、適当な基準を定めていく。

水分	6%
発熱量	6,000 kcal/kg 乾物重
灰分	10%乾物重

本調査での分析は日本国内で行ったが、普及・実証事業では現地に分析用の研究室を設け、品質管理できる体制を整える。この点については科学技術省が主体となり、ラオス国立大学とも連携してその役割を担う意思があることが確認されている。なお、科学技術省の高効率ストーブ用の研究室には電子天秤等の分析に必要な器具があり、ラオス国立大学には発熱量を測定できる機器（熱量計）があるが、それ以外の機器はプロジェクト等を通じて提供する必要がある。必要な分析装置及び器具は表4に示すものであり、現地で手配・購入する際の価格については追加的な調査が必要である。

表4 分析機器の種類と日本における参考価格

項目	装置・器具類	参考価格（円）	情報源（ウェブサイト）
pH	卓上 pH メーターセット (1)、標準液セット (1)	20 万円	(株) 堀場製作所
工業分析 (水分)	乾燥装置 (1)、平形はかり瓶 (10)、デシケーター (1)	30 万円	アズワン (株)
工業分析 (灰分)	電気マuffle炉 (1)、磁製平皿 (10)、	40 万円	(株) 島津理化、アズワン (株)
工業分析 (揮発分)	縦型管状電気炉 (1)、白金るつぼ (5)	60 万円	(株) ヒートテック、(株) ニラコ
全炭素含有量	全窒素・全炭素測定装置	800 万円	(株) 北海ケミカル

※熱量計、電子天秤、その他器具については、既存のものを活用することを想定、

※工業分析 (JIS M 8812:2006) では、水分、灰分、揮発分が分析可能で、そこから固定炭素が算出可能

なお、一連の現地調査を通じて、現地の炭からは調理中に煙が出ることが指摘されているが、これは焼成の甘さ（固定炭素<sup>34</sup>の低さ）から来るものであり、製品の炭の成分分析をすることにより、それを科学的に説明できるようになる。また、炭を土壌改良材として使用するとき、それは炭の多孔質性を利用して土壌微生物の住処を提供することにあるため、NPK等の栄養分を含む堆肥等と混合して施用の方が作物の生育に与える効果は大きい。これについては、ダム開発の住民移転地区の農地での実証や、農林省、JICA農業プロジェクト等との連携を通じ、適当な配合を求め、それを普及することが考えられる。

<sup>34</sup> NC 計を用いて試料を 830℃で燃焼した際に放出されたガス中の炭素を測定した値。無機、有機炭素の両方を含む。

• **山仙プール式炭化平炉の設置に係る費用**

山仙プール式炭化平炉を現地で設置することを想定し、実際に隣国のタイで窯を設置・運用している事例を参考に、必要な資機材等について価格調査を行った。その結果、表5の通り、ラオス国で設置した場合はタイ国で設置した場合より若干割高になることが分かった。これは現地の土木や施工に係る労働費は小さいものの、資機材はタイ国からの輸入に頼るものが多く、それが割高となっているためである。

**表 5 山仙プール式炭化平炉の設置に係る費用の比較**

項目	タイ国 (円)	ラオス国 (円)	項目に含まれているもの
窯、煙突	2,550,000	2,470,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 設置場所整備（掘削、除草、整地等）</li> <li>✓ 窯製作関連（ブロック、コンクリート等）</li> <li>✓ 給水塔関連（ブロック、給水ポンプ等）</li> <li>✓ 設備製作関連（燃焼器、煙突、傘等）</li> </ul>
建屋、倉庫、事務所	3,400,000	2,770,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 天井建屋製作関連（天井版、柱等）</li> <li>✓ 現場環境整備（休憩所、作業備品類等）</li> </ul>
重機	3,480,000	4,980,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 材料供給（パワーショベル、破碎機等）</li> </ul>
合計	9,430,000	10,220,000	

• **製品・技術の法的適合性**

山仙プール式炭化平炉に使用する資材も、粉炭の材料も現地にすでに存在するものや天然バイオマス由来であるため、法的に不適合のものはない。

**ウ. 製品・技術のニーズの確認**

ラオス国における炭のニーズを確認するために、関係各所を訪問し聞き取り調査等を行った。

- 訪問先：
- ✓ ビエンチャン県
    - ・ エネルギー鉱山省
    - ・ 製紙工場
    - ・ SNV
  - ✓ ボリカムサイ県
    - ・ エネルギー鉱山局
  - ✓ シェンクワン県
    - ・ 大規模農場
  - ✓ チャンパーサック県
    - ・ エネルギー鉱山局
    - ・ コーヒー工場
  - ✓ サバナケット県
    - ・ 農業森林局
    - ・ 南部メコン川沿岸地域参加型灌漑農業振興プロジェクト（PIAD）農業実証区
- ・ 科学技術省
  - ・ 精米工場
  - ・ 農業森林省
  - ・ 食品加工工場
  - ・ 製材所
  - ・ 農業森林局
  - ・ ナム・ニエップ1電力会社
  - ・ JICA 一村一品の対象農園

炭は多機能であるため、ここでは燃料としての炭、土壌改良材としての炭、その他用途の炭の3つに分けて、ニーズ調査の結果を示す。

### 燃料としての炭（調理用の炭）

ラオス国内の主要なエネルギーは薪であり、家庭の調理用及び暖房用に広く薪が使用されている。炭は薪に次ぐエネルギーとして主として調理用に利用されている。ラオス国のエネルギー消費量全体の約7割が薪炭であることから、炭の需要が高いことは明確である。世界銀行によると、図10と11に示すように都市郊外と地方で調理用燃料の内訳に差があり、都市部に近いほど炭の割合が多くなっていることが分かる。地方では、バイオマスが容易に入手できることもあり、薪利用の割合が大きい。

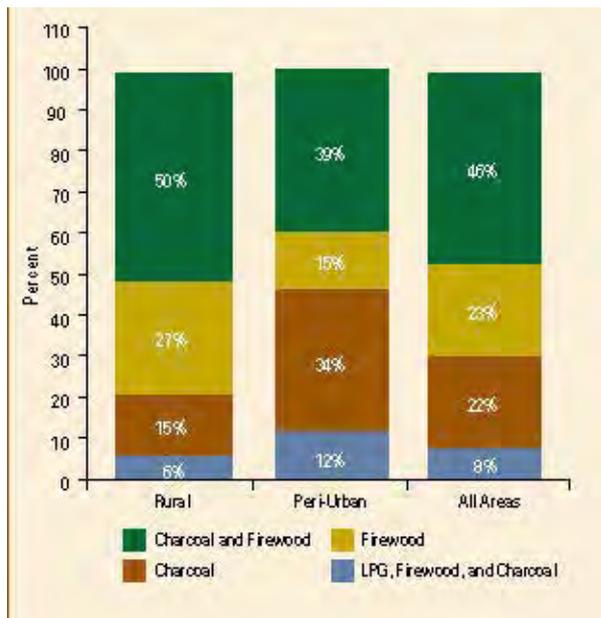


図10 郊外及び地方の家庭用調理燃料の構成

※調査対象：ビエンチャン首都圏、ビエンチャン県、ボリカムサイ県、カモアン県の郊外及び地方  
 出典：World Bank, Pathways to Cleaner Household Cooking in Lao PDR – An Intervention Strategy, May 2013, Washington, DC, USA

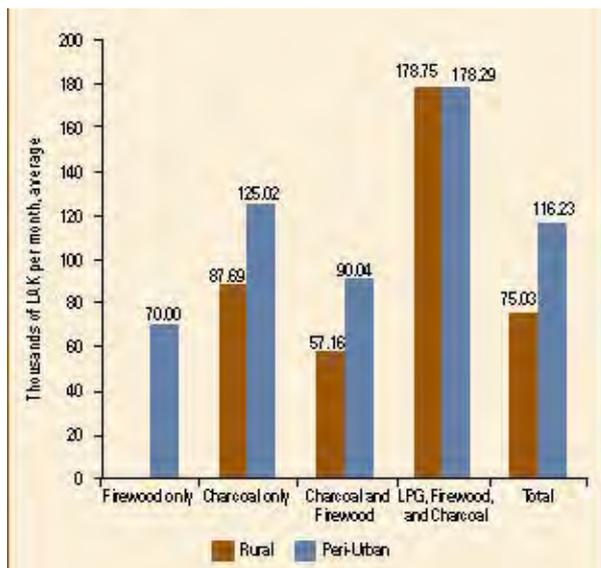


図11 調理用燃料に対する支出

※調査対象：ビエンチャン首都圏、ビエンチャン県、ボリカムサイ県、カモアン県の郊外及び地方  
 出典：World Bank, Pathways to Cleaner Household Cooking in Lao PDR – An Intervention Strategy, May 2013, Washington, DC, USA

ラオス国の地方及び都市の一般家庭における調理用熱源の種類と調達状況について聞き取り調査したところ、上記と同様の結果を得た。調査世帯数 40 世帯（地方 20 世帯、都市 20 世帯）のうち、地方では 17 世帯が薪のみ、薪と炭の利用は 3 世帯、都市部では薪と炭の利用が 13 世帯、薪炭と電気が 5 世帯、薪炭と LP ガスが 2 世帯という結果であった。地方では、薪は自宅付近の山林や雑木林から収集しているため支出がかからないが、炭は自家生産している家庭以外は近隣から購入する必要があるため、炭の使用量が少ない。都市部では、薪、炭とも業者や市場で購入する傾向にあり、炭の需要のほうが高い結果となった。薪の使用は煤煙による健康・室内環境への影響が懸念されるが、炭に比べて着火にかかる時間が短く料理時間の短縮のため、また炭の着火材として都市部においても薪は調理に使用されている。

### 土壌改良材としての炭（農業用の炭）

ラオス国において炭の農業利用は殆どなされていない。聞き取り調査においても、植物の生長促進のために灰を土に撒くことはしても、炭を土壌に利用するという回答はなかった。ただし、JICA ラオス事務所から紹介されたシェンクワンの農業法人では、有機野菜の栽培に関連会社で製造した白炭の粉末 200 トンを農地 250 ヘクタールに土壌改良用に使用したとのことであり、現地の農業分野の JICA 専門家や農林省のスタッフは炭の効果を認識している者が多く、粉炭の供給があるのなら使用したいという反応が多かったため、炭の農業利用の潜在的需要は大きいと考えられる。

ラオス国は農業が重要な産業であるものの、土壌の高い酸性度、土壌物性の悪さ（砂地や粘土質）、炭素分の不足（特に南部において）等の理由から、生産性が低いところが多い。ラオス国南部のパクセーやサバナケットで農地を視察した際も、土づくりが十分に行われていないために農作物の生育状況が良くないことや、ナム・ニエップ 1 ダムの住民移転予定地でも、農地の土壌の悪さ（水分保持能力の低さ）に悩まされている様子が観察された。

粉炭を土壌改良材として利用すると、土壌の酸性度や物性の改善、水分保持能力の向上に繋がりと、農業の生産性向上と収量増が期待できる。実際、表 6 に示すように、ナム・ニエップ 1 ダムの住民移転予定地の実験圃場で、籾殻燻炭（biochar）を石灰、EM 菌と混合して施用した場合、無対策の場合と比較し 60%以上の収量増が確認されている。また、表 7 に示すように、ベトナム北部の事例においても 1 ヘクタール当り 10 トンの堆肥と籾殻燻炭 5%、窒素・リン・カリウム（NPK）を含む肥料の施用で、通常の状態と比較して 20~30%程度の収量増が記録されている。このことから、粉炭の農地利用によるその収量増等の効果を示し、粉炭を安価に供給することができれば、その需要をさらに喚起できると考えられる。

ただし、ラオス国では粉炭は市場に一般に流通しておらず、籾殻燻炭の販売も局所的で、その価格も 1 トン当り 2 万円程度と高価のため、その効果を知りつつも、経済的に手が出ない農家が多いと想定される（ちなみに、通常の燃料炭の市販価格も 1 トン当り 2~3 万円程度であり、籾殻燻炭の価格も妥当な範囲と考えられる）。したがって、本事業の実施及びその普及により、粉炭が大量に、しかも安価に製造できるようになれば、新たな需要を開拓できると考えられる。

表 6 ナム・ニエップ 1 ダム住民移転予定地の実験圃場における実証の結果

No	Soil type	Net surfaces (m <sup>2</sup> )	Product (Kg)	Yield (Kg/ha)	Yield (Ton/ha)
1	Original	159.0	49.5	3,112.8	3.1
2	Original + Lime	272.9	132.5	4,855.4	4.8
3	Original + Lime + EM	228.1	114.2	5,005.9	5.0
4	<b>Original + Lime + EM + Bio-char</b>	<b>273.2</b>	<b>142.5</b>	<b>5,216.3</b>	<b>5.2</b>

Note: 1 ha = 10,000 m<sup>2</sup>

(出典) ナム・ニエップ 1 電力会社提供資料を基に作成

表 7 ベトナム北部での籾殻燻炭と堆肥、肥料の施用による収量増の結果

TT	Treatments	Thai Nguyen		Thanh Hoa	
		Spring Rice tonne/ha	Summer Rice tonne/ha	Spring Rice tonne/ha	Summer Rice tonne/ha
1	Farmer Practice	5.93b	5.82b	6.86b	4.75b
2	2.5t/ha biochar (BC)	4.69a	3.98a	5.09a	3.85a
3	90N/60P/K (NPK)	6.23bc	4.85ab	7.02b	4.43b
4	.5t/ha BC +NPK	6.6bc	5.27b	7.5bc	4.62b
5	2.5t/ha BC +NPK	7.1cd	6.45c	8.14bc	5.39c
6	10t/ha Compost/5%BC +NPK	7.78d	6.53c	8.47c	5.67c
	LSD, 5%	0.98	0.9	1.29	0.49
	CV, %	8.4	9.2	9.9	4.9
	% Increase treatment 5	19.70%	22.10%	18.70%	17.90%

Table 4: Treatments and results from field trials in during and summer

TT	Treatments	Thai Nguyen		Thanh Hoa	
		tonne/ha	%	tonne/ha	%
1	Farmer Practice	14.33a	100	16.83a	100
2	Compost +NPK	17.67b	123.3	22.43b	133.3
3	Compost +5%BC + NPK	17.5b	122.1	22.8	135.5
4	Compost +25%BC + NPK	15.00ab	104.7	17.88a	106.2
	CV, %	8.3		11	
	LSD, 5%	2.66		3.5	

Table 5: Results from trials in home gardens

(Source: North Vietnam Villagers Develop Strategies to Help Combat Global Warming and Improve Household Health; Results of First 18 Months of Village Biochar Program, [http://www.biochar-international.org/sites/default/files/Evaluation\\_of\\_CARE\\_Vietnam\\_Biochar\\_final.pdf](http://www.biochar-international.org/sites/default/files/Evaluation_of_CARE_Vietnam_Biochar_final.pdf))

### その他用途の炭

日本では炭を燃料や土壌改良材としてだけでなく、家畜飼料、水質浄化材、食品添加物、家屋の調湿材、脱臭剤として活用する等、幅広い分野で利用されている。ラオス国では燃料以外の炭の利用としては冷蔵庫やトイレの脱臭剤として使用するという回答がみられたが、利用状況は極めて限定的である。現地調査を通じてコーヒー製造会社では水質浄化に活性炭をタイから輸入している事実がある等、燃料以外の用途でも需要があることが確認されている。また、本邦受入活

動で見学した木炭ボイラー<sup>35</sup>は、簡易な構造と安価な製造費であることから、ラオス国でも工業や室内暖房に適用の可能性が高いと招聘者から好評であった。

## エ. 製品・技術の開発課題との整合性及び有効性

### ①. 森林保全と資源の有効利用

ラオス国は近年の過剰伐採により森林資源が激減しており、1940年には70%であった森林率が、1989年には47%にまで低下している。過剰な森林伐採の要因として、焼畑移動耕作、不法伐採、貧困による土地の他用途への転用等が挙げられている。<sup>36</sup> この他、ラオス国では国内の電力需要の増加に加えて、隣国タイの電力需要の増加にも対応し、外貨を獲得するため、水力発電の建設が多く予定されており、その度に道路やダム建設のために多くの森林バイオマスが伐採され、有効活用されずに燃焼処理されている状況である。このため、森林の保全と資源の有効利用が求められている。水力発電事業は、このほかにも、ダム建設に伴い生じる移転住民の移転後の生計支援も課題となっている。

山仙プール式炭化平炉はバイオマスの種類・形状を問わず製炭できる技術であり、その製品は燃料や土壌改良材等として活用できる。これをダム開発現場付近に設置して近隣住民が管理できれば、これまで廃棄されていたバイオマスを活用して製炭し、近隣の住民が燃料炭として利用する、あるいは畑に施用して土壌を改良し、これまでよりも品質の良い農作物を生産することができるようになる。余剰分が出れば、市場に卸し、収入を得ることにより生計向上に繋がる。

### ②. 煤煙による健康被害の低減

一般家庭の調理及び暖房（北部）に利用する燃料の94%は薪炭であり、それを国内で燃やすに際して発生する煤煙による健康への悪影響も報告されている。<sup>37,38</sup> 山仙の炭は高温で製炭するため燃焼時に出される煙が少ないため、現地で普及できれば健康への悪影響を低減することができる。また、すでに世界銀行らにより進められている高効率ストーブイニシアチブと連携し、高効率の調理ストーブと山仙の炭をともに普及することができれば、屋内大気汚染の大幅な改善が期待できる。

### ③. 粉炭の農地への活用とそれによる収量増による住民の生計向上

前項に記したように、粉炭と肥効分の混合施用により、場所により20~60%程度の収量増が記録されており、人口の約7割が農業従事者であるラオス国において、その普及による裨益効果は大きいといえる。ここで粉炭の農業利用の普及にはその価格が問題となるが、仮に表7のベトナム北部の事例のように1ヘクタール当たり500kgの粉炭を投入した場合、その価格は9,000円（＝0.5トン×18,000円/トン）程度となり、これはラオス国の稲作農家が1ヘクタール当りに使用して

<sup>35</sup> (有) 山本粉炭工業がテクノ化工機(株)と共同で開発した木炭粉炭を燃料としたストーブボイラー。農業用のハウスの暖房等として使用可能。混合炭30kgで約12~15時間利用可能。益田市の農家で実証実験を行っている。

<sup>36</sup> Forest Management and Community Support Project (FORCOM)

<http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/11964ab4b26187f649256bf300087d03/0b5da5beafd921eb492575d100354b0f?OpenDocument>

<sup>37</sup> GERES (2013) Baseline Stove Market Assessment Report.

<sup>38</sup> Mengersen, K., Lidia Morawska, Hao Wang, Fengthong Tayphasavanh, Kongkeo Darasavong, and Nicholas Holmes. 2007. Investigation of Indoor Air Pollution and Relationship to Housing Characteristics and Health Effects Observed by Occupants in Lao PDR. Executive Summary, Project for World Health Organization, International Laboratory for Air Quality and Health and Queensland University of Technology.

いる化学肥料の価格 8,000～12,000 円<sup>39</sup>と大差なく、一般の農家が十分購入できる価格帯といえる。また、首都ビエンチャン近郊の葉物野菜等を栽培している有機農家の肥料や農薬にかかる費用は1ヘクタール当り 34 万～50 万円(=3,600,000～5,400,000Kip/Rai (0.16ha) /time: 州農林局情報)、コーヒー農園の化学肥料の使用量は1ヘクタール当り 3 トン<sup>40</sup>(1 トン当りの価格を 10 万円とすると 30 万円) という数字もあり、商業作物の栽培農家を対象とした場合、その市場性は十分あるといえる。

本調査事業の継続事業では、粉炭の土壌改良効果及び炭素固定効果を示すため、以下の2つの調査を予定する。

### 土壌改良効果の測定

粉炭の施用による土壌改良効果を確認するため、実際に粉炭を農地で利用してもらいその効果を報告してもらうことを進めつつ、それを科学的に分析するため、「土壌微生物多様性・活性値」を測定することを計画する。これは株式会社 DGC テクノロジーズ(茨城県つくば市)が提供する、「95 種類の異なった有機物(微生物のエサ)が入った試験用プレートを利用し」、「土壌微生物群の有機物分解パターンの多様性とスピードから土壌の生物性を客観的に評価する」分析サービスであり(添付資料 03)、図 12 に示すように、活性値 100 万以上を示す土壌ではおいしい農産物が収穫でき、病気が起こりにくいという結果が出ており、その因果関係を科学的に説明できる。

同社に確認したところ、防疫所に許可申請をもらい(申請から許可まで2週間～2ヶ月程度かかる)、特別な管理下のもとに分析・保管・処分すれば海外の土壌分析も可能で、海外土壌取扱手数料は 100,000 円(書類申請費、防疫所検査立会い費、分析後土壌保管・処分費)+税、海外土壌分析価格は 35,000 円/サンプル+税、それに輸送等に係る費用が別途発生することであった。やや費用が掛かるが、粉炭の農地への施用効果を科学的に示すため、選択的な土壌サンプルの分析を検討する。

	試験区 1	試験区 2	試験区 3
発病株率(%)	19.2	69.2	100
土壌微生物多様性・活性値	1,069,672	382,835	444,960

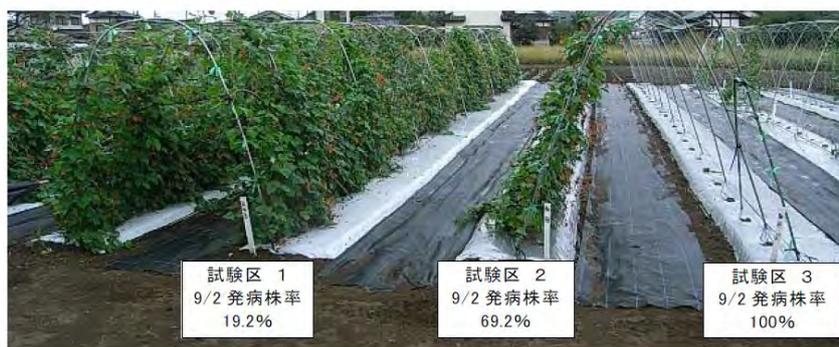


図 12 ベニバナインゲン綿腐病と土壌微生物多様性・活性値の関係について  
(出所: 株式会社 DGC テクノロジーズ ホームページ <http://www.dgc.co.jp/usecase/menfu.pdf>)

<sup>39</sup> ADB Institute (2008) Rice Contract Farming in Lao PDR: Moving from Subsistence to Commercial Agriculture, “For both contract and non-contract farmers, fertilizer is the largest material expense. Contract farmers, however, have significantly higher fertilizer costs, spending on average 814,000 kip/ha, compared with 528,000 kip/ha for non-contract farmers.”

<sup>40</sup> Final Report, CDF on Sustainable Pest Management for Coffee Small-holders in Laos and Vietnam, CABI Southeast & East Asia, P.O. Box 210, UPM Post Office, 43400 Serdang, Selangor, Malaysia, 2008

## 土壌への炭素固定効果

一般に、バイオマスを焼却したときの炭素分の固定率は3%程度で（残りは大気中に放出）、自然分解の場合は5～10年で10～20%以下（100年でほぼ全量分解）である。これと比較して、熱分解（炭化）した場合、バイオマス中の炭素分の50%以上を固定でき、それが1,000年単位で持続すると考えられている<sup>41</sup>。これより、本提案事業の推進によりラオス国における温室効果ガス排出削減に貢献できる可能性があるため、事業進捗に合せその効果を計算し、関係者と共有し、その精度を高めていく。仮に月間30トンの粉炭を製造できる標準型の施設が5ヶ所稼働したとした場合、年間の粉炭製造量は1,800トン（＝30トン/月×12ヶ月/年×5ヶ所）になり、その約半分（900トン/年）が土壌に固定されたと考えられる。

## **オ. 実現可能性の検討**

### • ODA 案件化における実現可能性

山仙プール式炭化平炉は比較的安価でシンプルな構造の窯であり、操作法も難しいものではないが、それ故に技術の習得が必須であり、そのための研修が不可欠である。これに掛る費用は、ほかの機械式炭化装置等の初期投資及び維持管理費と比べると安価であるが、農家等による投資を期待するのは難しいため、事業対象は支払い能力のあるダム開発会社や食品加工会社等の大手事業者とすることとした。（ODA 案件化の具体的提案は次章に詳述する。）

### • バイオマスの入手可能性

山仙式炭化法は、高効率の製炭法であるため、小規模の窯であっても、既存の製炭法と比べると多くの原材料が必要となる。本調査では、ラオス国における既存の燃料用の炭の原料（マイティウ、マイボック等）と競合しないバイオマスで、これまで廃棄される等して十分に活用されてこなかったバイオマスの入手可能性について、ダム建設現場、製紙企業、コーヒー工場、農場、製材所等を訪問し、調査を行った。

## ダム建設現場

ラオス国では水力発電用のダム建設が盛んであり、アクセス道路の建設、ダム湖エリアの伐開、住民移転地の農地開拓により、膨大なバイオマスが伐採され、商用木はラオス国政府により売却、その他の木材や雑木は主として近隣住民の建築材料や薪として使用されているが、処分が困難な根の部分や枝葉等の残渣は最終的に焼却されるのが一般的となっている。本調査で訪問したナム・ニエップ1ダムでも、道路建設や送電線建設等のために伐採された多くのバイオマス残渣が道路脇に残され、野焼き等の手段により処理されていたことを確認した。このようなバイオマスは回収して有効利用すべきであるが、伝統的な炭焼きの技術では灰になるだけなので、山仙式の技術を活用して有効利用に繋げることに意義がある。エネルギー鉱山省によると、今後もダム建設が多く予定されていることから、建設現場の近くでは、粉炭製造の原材料として活用できるだけの量が確保できるはずである。

---

<sup>41</sup> 参考 : Biochar Carbon Stability Test Method: An assessment of methods to determine biochar carbon stability, A. Budai et al., September 2013 [http://www.biochar-international.org/sites/default/files/IBI\\_Report\\_Biochar\\_Stability\\_Test\\_Method\\_Final.pdf](http://www.biochar-international.org/sites/default/files/IBI_Report_Biochar_Stability_Test_Method_Final.pdf)



ダム建設現場の道路脇



ダム建設現場の野焼きされた土地

### 製紙工場

製紙会社を訪問して聞き取り調査を行ったところ、自社農場で相当量のバイオマス残渣は存在するとのことであった。しかし、バイオマスは農場に広く薄く残されていることから、回収の手間とコストがかかり過ぎてしまうため、積極的な活用には繋がっていないようである。とは言え、同社もバイオマスの有効利用を念頭に置き、おが炭や豆炭等の試作を行い、活用を検討している。

### 大規模農場

ラオス国北部のシェンクワン県にて大規模な農地を借受け、農業を展開している日本の農業法人では、燃料炭の製造、有機野菜の栽培、畜産等を行っている。牛の飼料としてとうもろこしを栽培しているが、芯や茎の部分も全て飼料として加工するため残渣が出ないとのことである。

### コーヒー工場

ボラベン高原にあるコーヒー工場で、自社農場と契約農家からコーヒー豆を入手している。コーヒー工場に隣接してドライフルーツの加工工場も運営しており、工場や農場から出されるバイオマス残渣は、最近建設されたコンポスト工場でコンポスト化され、自社農場に散布して循環を促す試みを開始するとのことであったためバイオマスの入手は期待できない。一方、コーヒー抽出のために自社の井戸水を活性炭で浄化しているが、活性炭はタイから輸入しているため、その支出を抑えるために自社の廃棄物を利用して活性炭を製造できるのであればと工場長は山仙技術に興味を示した。

### JICA 一村一品の対象農園

パクセー近郊の村にある農場で、2013年6月から施設園芸を開始しており、トマト、イチゴ、なす、ピーマン等を栽培している。現地農民に農業の知識が不足しているため、能力向上を通じて農業の生産性を高める支援を行っている。化学肥料、苦土石灰、牛糞等を元肥として利用しており、病害虫が発生した時は農薬を使用している。ラオス国南部では土の中の炭素分が足りていない。現地で活動している専門家は炭に地力を向上させる効果があることを認識しており、炭に興味を持たれている。当該農園から直接出される残渣は規模が小さいが、圃場の脇には草が茂っていることが多く、これらの利用についても可能性が示唆された。



専門家に対するヒアリング



トマトの栽培

### サバナケットの農業実証区

南部メコン川沿岸地域参加型灌漑農業振興プロジェクト (PIAD) が行われている農業の実証区では、モデル農家が主に自給自足のために農業を行っている。土地が酸性で痩せており、収量は良くない。農地が 900 ha ある中で水が届くのが 300 ha であり、水が届かないところでは生産量に差があるようである。また、1997 年から灌漑農業を実施しているが、年々収量が落ちてきていることも感じているようであった。ここでは余剰のバイオマスの残渣は見られなかった。



モデル農家に対するヒアリング



虫食いの多いとうもろこし

### 製材所

ラオス国内には大小様々な製材所が存在し、端材や大鋸屑が粉炭の原料となり得るため、パクサン市内の比較的規模の大きい製材所を視察した。同製材所では、一日 50 m<sup>3</sup> の原材料から 6 割が木材として加工され、残り 4 割は端材や大鋸屑等であり廃材として処理されている。端材は近くの炭製造者に 35,000 パーツ/月で契約し、売却している。大鋸屑は一部を無料で渡しているが、残りは横の空き地に捨てているとのことで、不要となる樹皮も同様に山積みとなっていた (ただし、端材や樹皮はボイラー燃料としても利用されている)。パクサンに限らず製材所はラオス国内に多数あることから、これら未利用のものを原料とした粉炭製造の可能性も考えられる。



製材所の様子



製材所から出る大鋸屑と樹皮

### 精米工場

ビエンチャン郊外にある精米工場では1日約50トン进行精米し、発生する粃殻約10トンを肥料や家畜飼料用として2万円程度で販売している（10トントラック1台当りの取引価格）。同工場ではその有効利用としてブリケット炭の製造を検討しており、山仙の技術には関心があるものの、設備と研修にかかる初期投資分の費用捻出が難しいとのことであった。

### 食品加工工場

ビエンチャン近郊のキャッサバ工場では1日50トン程の残渣が発生しているが、これはベトナム系企業が買い取り有機肥料の原料としているとのこと。また、ラオス国の大手ビール会社では、加工工場でビール残渣が湿重量で1日約20トン発生するが、これを飼料として地元の養殖業者に1トン当り約2千円で販売している。また工場から発生する汚泥も脱水後、別の有機肥料工場へ有償で運ばれるとのことである。いずれも残渣の引取り先があり、処分には困っていない。

以上のように、各所において様々なバイオマスがあるものの、均質で集約されているものはずでに活用されており、一方で、建設道路の脇や農地等に散在しているバイオマス残渣については炭の原料として利用できる可能性があるものの、収集の手間とコストを考えると経済的に成り立ちにくい。（ただし、農林地等で一定量のバイオマスがある場合には、その近くに小型の山仙プール式炭化平炉を設置し、供給量に合わせて炭を製造し、それを農林地等に還元し、余剰分は販売したり燃料等の他用途で使ったりというようなモデルは考えられる。）

#### • 山仙プール式炭化平炉の設置候補地

山仙プール式炭化平炉の設置候補先として、ビエンチャン市内とダム開発サイトの2ヶ所が挙げられた。

まず、ビエンチャン市内にあるRENMIの敷地内の一画が候補として挙げられた。ここはバイオ燃料の実験の目的でジャトロファが栽培されていた畑で、現在は手つかずの状態となっている。場所は平坦で開けており、車道も整備されている。畑のすぐ傍に建屋があり、電気や水道も届いている。放置されているジャトロファも粉炭の原料として活用できる。これらの理由から、現地での山仙プール式炭化平炉の設置候補地として申し分ないと判断された。更に、当該候補地は市街地からのアクセスも良いため、将来的にはラオス国における山仙式炭化法の研修施設として十分機能するものと考えられる。



山仙プール式炭化平炉の設置の候補地  
(RENMI 敷地内)



候補地の傍の建屋

ボリカムサイ県にあるナム・ニエップ 1 ダムの敷地内にある住民移転の予定地も山仙プール式炭化平炉の設置候補地として挙げられた。現在は農業の実証区となっており、土地はすでに造成されている。傍には建屋もあり、水のアクセスもある。しかし、エネルギー鉱山省ボリカムサイ県局によれば、この土地で窯を造成することは妥当でないため、当該局により、この土地の近くで、かつナム・ニエップ 1 ダムの敷地外で候補地を挙げることを示唆された。



住民移転地の農業実証区とモデル住居



当初の山仙プール式炭化平炉設置候補地

#### ・ ラオス国政府の期待

ラオス国政府は山仙の技術を高く評価しており、技術の導入に強い期待を寄せている。各省の反応は以下の通りである。

##### エネルギー鉱山省

大臣からも本案件への期待が寄せられている。6月の最終現地調査で開かれたステークホルダー会合では、IREP より、本案件の関連省庁間でワーキンググループあるいはタスクフォースを組織することについて提案があり、メンバーは MEM、MOST、MAF、MONRE、NUOL の中の関連部署とし、IREP が議長を務める形とする方向で調整するとのことであった。その後、添付資料 04 に示すように、エネルギー鉱山省の調整により、8月31日付で上記テクニカルワーキンググループが発足した。

##### 科学技術省

現地の研修施設としての役割を担うことを了承している。また、エネルギー分野に限らず農業分野での粉炭の実証実験にも関心を寄せている。科学技術省の敷地の一部 (1 ライ、40 m × 40 m)

を使用し、山仙プール式炭化平炉を設置して、実証活動を行えるように準備を進めている。調査団からは大臣宛のレターを提出しており、現在検討されている状況である。また、品質保証のための炭の分析も行えるようにしたいが分析機器が揃っていないため、この点の支援も期待している。

#### 農業省

最近のラオス国の国会でも国内自給率の維持として食糧生産量の増強について取り上げられており、本案件が土壌の状態を改善し農地の生産性の向上に寄与するという点で、ラオス国政府の方針とも合致しているため、早期の実施が期待されている。国立農林研究所（NAFRI）は農業の実証結果に基づき農法を普及・促進する部署であるため、農業での実証試験の結果が出れば普及に協力できる。

#### 天然資源環境省

通常は廃棄される大量の木質系バイオマス廃棄物を利用して炭にし、それをダム建設地の住民移転地の農地改良に利用するというのはとても良い技術であり、将来的な普及にも期待している。ただし、小規模な炉による粉炭の生産であり、大規模な環境影響がでる可能性は低いが森林伐採に繋がる懸念があるため、環境影響に関するスクリーニングの実施が提案されている。

#### 知的財産権の保護に向けた動き

ラオス国では特許があったとしても無断でコピーされる傾向があり、知的財産権の保護が困難であることが JICA 及び JETRO 関係者から指摘された。ラオス国での知的財産保護の担当は本事業の主要カウンターパートである MOST の下の知的財産保護局であることから、同局との連携を密にしていく。なお、山本粉炭工業は 2013 年 8 月に国際特許出願を基にして、タイ国、ラオス国、マレーシア国にて特許申請中である。国際特許出願は 2015 年 1 月に公開特許となっている（番号：WO2015-011828）。

#### **カ. 本邦受入活動**

実際に山仙式の粉炭の効果をラオス国で見てもらうことが技術の導入・普及には有効であると判断し、その実証のために日本から製品を輸送することを検討したが、炭が可燃物であること、どのような条件で発火するのか明確に分からないこと、万が一発火した際に輸送業者に迷惑をかけてしまうこと等の懸念から、輸送を断念した。更に、科学技術省の土地での簡易窯設置による試験的な粉炭製造についても検討したが、土地の使用には大臣の許可があることが第 3 回現地調査の時点で判明し、技術流出のリスクを払拭することもできなかったため、こちらも実施を見送ることとした。

これらの判断を受けて、本邦受入活動にラオス国のカウンターパート（エネルギー鉱山省（MEM）、科学技術省（MOST））から意思決定者と実務担当者の各 2 名と、ボリカムサイ県エネルギー鉱山局の NNP1 ダムの住民移転管理委員長（Head of Resettlement Management Unit）を加えた計 5 名を招聘し、日本における粉炭の活用状況について理解を促すことにした。

本邦受入活動は、山本粉炭工業の窯を始め、山本粉炭工業と取引のある中国地方の農家、企業、文化施設等を訪問し、担当者に利用状況の説明してもらった。研修の途中、島根県副知

事、益田市長、JICA 中国所長他を表敬訪問し、全ての方から案件化に向けた期待の声が寄せられた。今回の研修は、現地のメディアでも広く取り上げられた。

参加者は、日本では粉炭がすでに土壌改良材、水質浄化材、食品添加物等のように燃料以外の分野でも幅広く活用され、効果が出ている状況を目の当たりにした。参加者は全員が山仙プール式炭化平炉と粉炭に強い感銘を受けた様子で、ラオス国での技術展開の実現可能性を確信し、いち早くラオス国に技術を導入できるようラオス国政府及び現地企業等に積極的に働きかける意向を示した。

実施期間： 2015 年 5 月 24～31 日

招聘者： ラオス国エネルギー・鉱山省、科学技術省から 5 名（表 8）

訪問先： 中国地方（島根県、山口県、広島県）で粉炭を利用している農家、企業、文化施設等（図 13）

実施目標： 山仙式炭化法、並びに、日本において様々な目的で活用されている粉炭の利用状況について、参加者により一層の理解を深めるために開催する。本研修を通じて、参加者は、次のことを行う。

1. 山仙プール式炭化平炉の視察を通じて山仙式炭化法の概要を理解する。
2. 粉炭の多様な用途について、現場視察、並びに、農家、企業、専門家等との直接的な会話を通じて理解する
3. 専門家による説明により、粉炭及び製炭方法の技術面について理解する。
4. 日本国内のステークホルダーとの交流を促す。
5. 調査団と招聘者間の信頼関係を強化する。

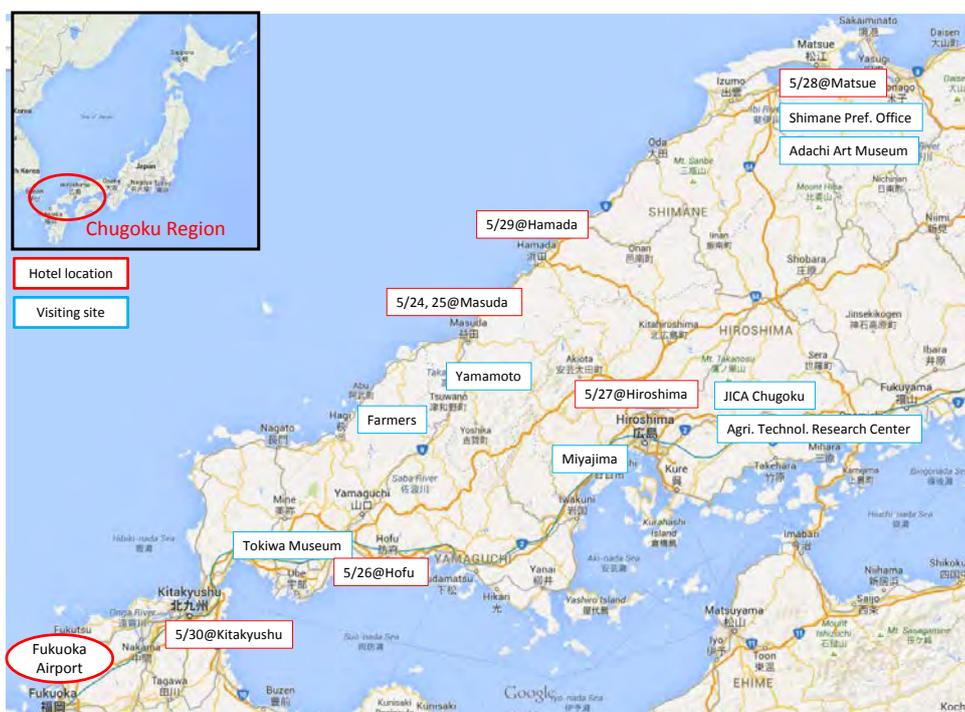


図 13 本邦受入活動の訪問先（中国地方）

表 8 本邦受入活動の参加者及び同行者のリスト

ラオス国からの招聘者/Invitees from Lao PDR

No	所属/ Affiliation	役職・名前/ Title, Name
1	エネルギー鉱山省 再生可能エネルギー推進研究所	副所長 チャント・ミラタナフェン Deputy Director General Mr. Chantho Milattanapheng
2	Institute of Renewable Energy Promotion (IREP), Ministry of Energy & Mines (MEM)	省エネルギー室 室長補佐 カマン・ソプラセウス Deputy Director of EE & C Division Mr. Khammanh Sopraseurth
3	エネルギー鉱山省 ボリカムサイ県局 Department of Energy and Mines (MEM), Bolikhamsay Province	副局長／住民移転管理部長 カムシン・サイフオウヴォン Deputy Director / Head of Resettlement Management Unit (NNP1) and (THXP) Mr. Khamsing Sayphouvong
4	科学技術省 再生可能エネルギー新素材研究所 Renewable Energy & New Materials	副所長 ブンチャン・ドウアングライ Deputy Director General / Mr. Bounchanh Douangvilay
5	Institute (RENMI), Ministry of Science & Technology (MOST)	代替エネルギー室長 フンペン・テウアムボウンミ Director of Alternative Energy Division / Mr. Houmpheng Teuambounmy
6	通訳 Interpreter	ブアソン・ヴォンタヴォン Mrs. Bouasone Vongthavone

同行者/Accompany

No	所属/ Affiliation	役職・名前/ Title, Name
7	(有)山本粉炭工業 Yamamoto Bio-charcoalMFG Co., Ltd.	代表取締役 山本 明男 President Mr. Akio Yamamoto
8		専務 山本 きん子 Managing Director Ms. Kinko Yamamoto
9	日本テクノ(株) テクニカル・グループ Japan Techno Co., Ltd., Technical Group	主任研究員 高見沢 清子 Project Engineer Ms. Kiyoko Takamizawa
10	(公財)地球環境戦略研究機関 北九州アーバンセンター Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Kitakyushu Urban Centre	主任研究員 赤木 純子 Senior Policy Researcher Ms. Junko Akagi



山本粉炭工業における窯の視察



企業が開発した粉炭ストーブ



山陰中央新報の記事



炭だけで咲くカトレア



島根県にある港の水質浄化の結果  
炭を入れていない側（魚影なし）



島根県にある港の水質浄化の結果  
炭を入れている側（魚影、海藻あり）

## 4. ODA 案件化の具体的提案

### ア. ODA 案件概要

#### 実施体制

普及・実証事業の実施体制は、図 14 に示すように本調査の実施体制を継承し、日本側は地球環境戦略研究機関と日本テクノが全体を調整し、山本粉炭工業が技術移転、九州工業大学がマレーシア国での同様の事業の実績の共有等による技術的補完をし、ラオス国側はエネルギー鉱山省再生可能エネルギー推進研究所（IREP）が全体とりまとめ、RENMI が研修施設の運営及び技術管理、それを農業森林省が粉炭の農林地への適用効果について検証し、天然資源環境省が粉炭製造施設の環境社会影響評価を実施し、ラオス国立大学が製造された粉炭の品質管理を補完するという体制とする。このメンバーにプロジェクト資金提供者を加え、プロジェクト管理委員会を構成し、エネルギー鉱山省 IREP がその議長を務め、年 3～4 回、事業の進捗を確認する。パイロット事業はダム開発サイトとし、その候補地はエネルギー鉱山省が選定する。

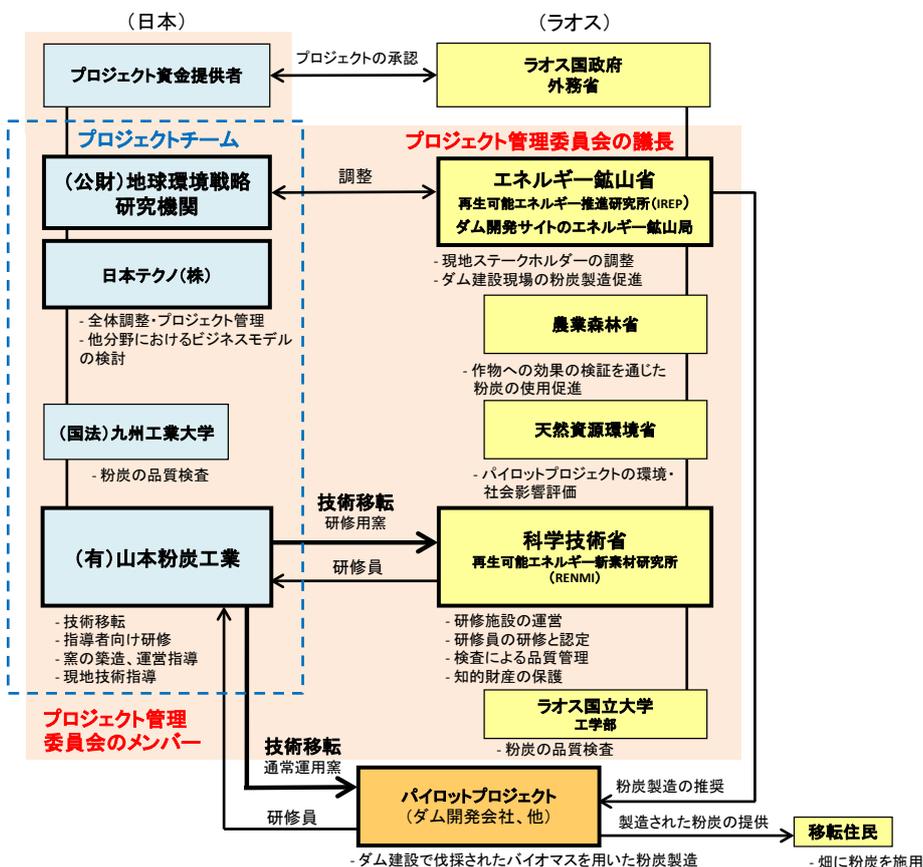


図 14 普及・実証事業の実施体制図

#### 具体的な ODA スキーム

本事業は山仙式粉炭製造技術の活用により、ダム開発現場等にて発生する大量の森林系バイオマスを効率よく炭化し、それを農地等に適用することにより土壌改良し、それによる作物等の収量増を図り、農業を営む移転住民や一般農家等の生計向上に資することを目的とする。そのため、

次のフェーズでは普及・実証事業に申請し、まず、1) 科学技術省再生可能エネルギー新素材研究所 (RENMI) 敷地内に粉炭製造の研修施設を建設し、そこで研修マニュアル及び知的財産保護のための制度整備を進め、実際に研修を実施し、2) ダム開発現場にてパイロット事業を実施し、そこでの粉炭の生産性及びその適用による土壌改良効果を確認し、ほかのダム開発現場への普及を図り、さらに3) 森林・農業組合等での同技術の適用モデル構築によるさらなる普及を目指す。

### 1) 科学技術省再生可能エネルギー新素材研究所 (RENMI) での研修施設

技術研修用施設の建設・運営に関しては本調査期間中に科学技術省 RENMI と協議し、RENMI の実験用ジャトロファ畑内の 1,500 m<sup>2</sup> (30 m×50 m) 程度の用地使用許可を科学技術省大臣に申請中である (添付資料 05)。場所は RENMI 事務所からほど近く (Tha Gnon Road, Km14, Danxang Village, Xaythani District, Vientiane)、ビエンチャン市内中心部から東北に 10 km 程度、幹線道路から 500m 程入った位置で、資材運搬の便が良く、また近隣に住居はなく、騒音・煙害等の苦情の心配も要らず、電気・水道も整備されており、研修施設の運営に適している。

研修施設の建設費用及び研修指導員 (トレーナー) の養成費用は実施事業での負担を予定しており、ラオス国政府側 (RENMI) には、研修施設建設の用地提供だけでなく、粉炭製造マニュアル及び品質管理マニュアルの作成、研修プログラム及び研修修了認定制度の整備、知的財産保護制度の整備、これらの実施体制の整備 (施設運営責任者及び研修指導員の割当て) 及び山本粉炭工業 (島根県益田市) での 3 ヶ月間の技術研修受講 (計 3 名を想定)、そして有料の研修実施、研修修了者の土地での粉炭製造窯築造指導 (山本粉炭工業と共同)、これらの新規稼働施設の定期的な品質管理等の業務の担当を依頼しており、これについては本調査期間中に概ねその合意が得られている (添付資料 06)。

普及・実証事業採択後、RENMI と山本粉炭工業間で技術移転及びラオス国での同技術の管理及び普及に関する合意書の締結を予定する。

### 本邦受入活動：粉炭製造技術の移転

RENMI に建設予定の研修施設は、山仙式粉炭製造技術普及のための中心的な役割を果たすことになる。また山仙プール式炭化平炉の構造は、コンクリートブロック、鉄板、燃焼施設と煙突の組合せというように簡易であるが、それにて多様な森林資源を様々な気象条件下で効率よく炭化するには相当の製炭プロセスの理解とそれを支える経験と技術力を要するため、普及・実証事業での山本粉炭工業 (島根県益田市) での研修は、研修指導員養成のため、通常の 1 ヶ月 (1 週間の製炭プロセスを 4 セット) より長めの 3 ヶ月を予定する。

RENMI の研修施設の責任者は代替エネルギー室長フンペン・トゥアムボウンミ氏 (Director of Alternative Energy Division, Mr. Houmpheng Teuambounmy)、その管理責任者は副所長ブンチャン・ドゥアンヴィライ氏 (Deputy Director General, Mr. Bounchanh Douangvilay) を予定しており、RENMI から基本的合意も得られている。両名とも 5 月に実施した本邦受入活動に参加しており、同技術の効果及び実施に必要な条件等を理解している。普及・実証事業での 3 ヶ月間の本邦受入活動には、RENMI からフンペン氏及びその部下 2 名が参加予定である。

### 粉炭製造マニュアル及び品質管理マニュアルの作成

3 ヶ月間の本邦受入活動終了後、山本粉炭工業の指導の下、RENMI の敷地に研修用粉炭製造窯

を設置し、試運転する。RENMI 職員は、本邦受入活動終了後、窯築造に必要な資材を調達し、建設箇所の整地を済ませておく。窯築造期間は1週間程度、試運転は3週間程度、計1ヶ月程度を予定する。この間、RENMI 職員は粉炭製造工程を図示した粉炭製造マニュアル及び最終製品である粉炭の品質を検査するための品質管理マニュアルを作成する。粉炭の品質基準は以下の値を参考とし、実際の材料ごとの製炭状況等を調査し、現地の条件に適した基準とする。なお、粉炭の品質管理に必要な試験機材の整備も普及・実証事業での負担を予定しており、RENMI にはその技術者の配置を要請している。

粉炭の品質基準（案）（参照：「燃料用木炭の規格」の黒炭の値、社団法人全国燃料協会）

固定炭素： 75%以上

発熱量： 7,000 kcal 以上

灰分： 5%以下（工業分析の一項目として固定炭素の分析と同時に行う）

水分： 10%以下

RENMI には、研修用粉炭製造窯の運営及び他施設での築造指導等を通じ、現地の条件に合わせたラオス国における粉炭製造窯の標準形及び仕様を定め、築造コストを低減することで普及を促進するという役割もある。

#### **研修プログラム及び研修修了認定制度の整備**

研修用粉炭製造窯の設置後、2～3ヶ月間程度の様々な材料による試運転をしつつ、具体的な研修プログラム及び研修修了者向けの認定制度を整備する。研修プログラムは有料の1ヶ月コース及び3ヶ月の長期コースとする。料金設定は資材購入・運搬費、宿泊費、水光熱費、人件費、技術料等を考慮の上、決定する。1年目は山本粉炭工業と共同で研修を実施し、2年目以降は単独で研修できるようにする。粉炭製造期間は昼夜兼行となるため、研修施設内に簡易な宿泊施設も整備する。

1年目の試運転及び研修に必要な資材購入・運搬費用は事業予算による負担を予定する。その間、製造した粉炭を農林省の試験農地や JICA 農業案件等で使用してもらい、その収量等に与える効果等を検証し、2年目以降、農業関連事業者への販売を目指す。その販売収入および研修費用の徴収により、2年目以降は、補助なしで研修を運営できるようにすることを目指す。

研修員は研修受講前に山本粉炭工業および科学技術省 RENMI と技術移転に関する守秘義務契約を結び、研修修了後、粉炭製造プロセスや品質管理等に関する試験を受け、合格すれば修了証を受領する。研修修了者（事業実施者）が自分の土地に粉炭製造窯を設置する場合は、RENMI が（当初は山本粉炭工業と共同にて）現地にて技術指導する。事業実施者は窯設置費用を負担し、窯築造指導及び試運転の技術指導費として窯1基当たり250万円（特許使用料150万円/基を含む）を支払う。技術指導員の交通費や現地滞在費等の直接費はこれに含まれておらず、事業実施者が別途負担する。粉炭製造窯運転後、年に数回程度、品質管理及びトラブルシューティングのため現地に技術指導員が視察する。この技術料（20万円/週）と直接費も事業実施者が負担する。この品質管理基準に合格すれば（運転後2年間程度の期間を想定）、山仙プール式炭化平炉の認定を受け、山仙ブランドにて粉炭の販売を可能とする。

以下にラオス国側関係者に提示した山仙式粉炭製造法研修に掛る技術費用をまとめた図を示す。

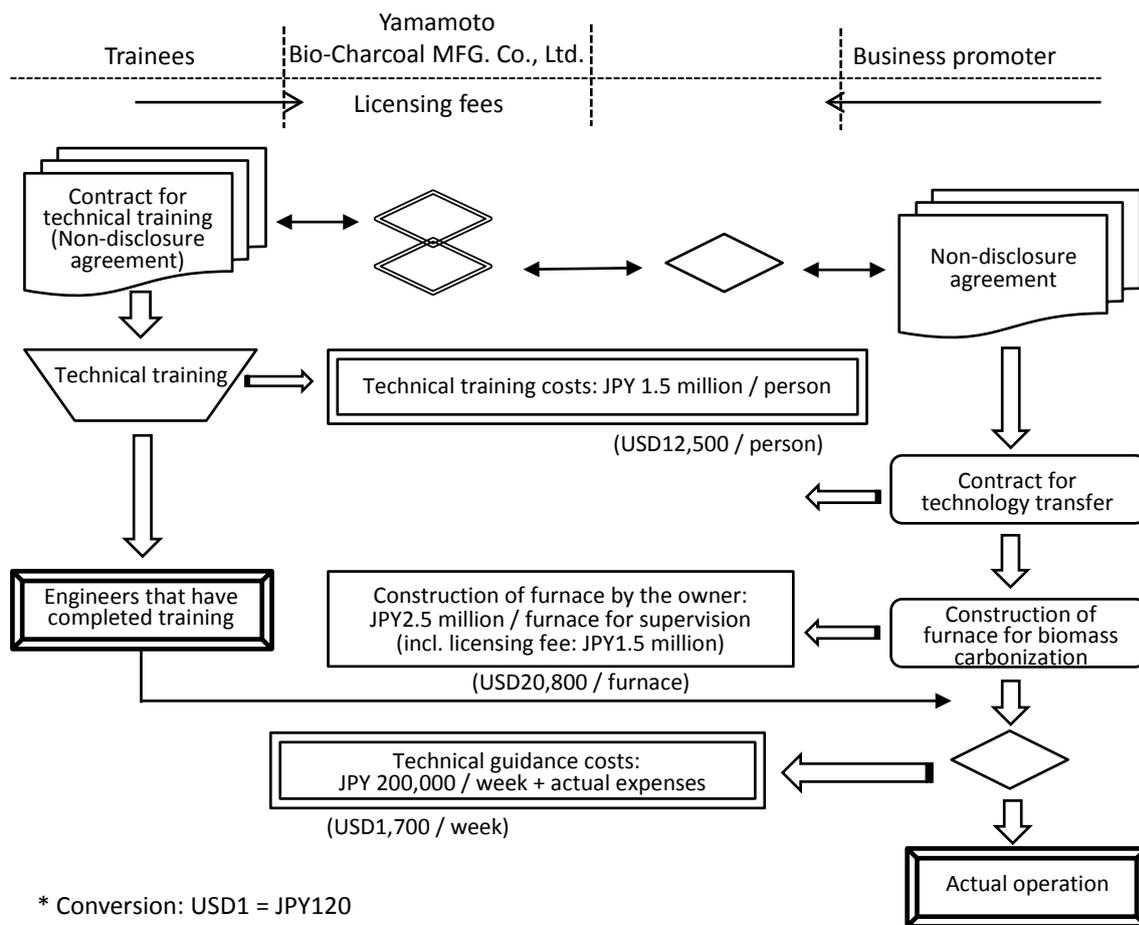


図 15 山仙式粉炭製造法研修に掛る技術費用

## 2) ダム開発現場でのパイロット事業

普及・実証事業では、科学技術省再生可能エネルギー新素材研究所（RENMI）での研修施設の建設・運営のほか、ダム開発現場でのパイロット事業の実施を目指す。一般に、ラオス国でのダム開発に伴い発生する森林系バイオマスは、大径木等の商品価値の高いものは土地所有者等が販売し、それ以外は取り残され、野焼きされるかダム湖に沈められており、有効利用されていない。この未利用資源の伐採、収集、運搬、処理（チップ化）には追加費用を必要とするが、森林資源の有効利用による移転住民への利益還元という名目で、それをダム開発会社の負担とすべく、予めダム開発計画にその費用を盛り込むようエネルギー・鉱山省が指導することを本調査では推奨し、エネルギー・鉱山省もその趣旨に賛同しており、普及・実証事業期間中にその実現が期待される。

粉炭製造の原材料はダム湖開削及びアクセス道路建設等に伴い発生した森林資源とし、それを予めストックしておき、窯を設置したダム開発会社もしくはその関連会社等が粉炭を製造し、それを住民移転先の農地の土壌改良材として使用し、その技術及び窯を移転住民に徐々に移転するというパイロット事業を想定する。ダム開発（及び住民移転）完了後もストックしたバイオマスによる粉炭製造を継続しつつ、徐々にその規模や頻度を縮小し、農業残渣や生活林からの原材料

の投入に転換し、移転住民による自給自足的で持続可能な生産規模に移行する。製品の粉炭は土壌改良材以外にも家畜飼料添加材や調理・暖房用燃料等として利用し、余ったものは市場に販売し、この技術移転により移転住民の生計向上に貢献することが期待される。実際に粉炭を製造し、それを農地や家畜飼料に使用し、それが収量増や品質改善につながることで、さらにその製造意欲が高まり、周辺の需要も喚起でき、その販売による現金収入の途が開けることになる。ダム開発会社としても、移転住民に対し、代替農地や新規住居施設等だけでなく、このような追加の生計手段を提供することは、住民移転の交渉を効果的に進める手段の一つとなり得ると考えられる。実際に本邦受入活動に参加した関係者も、粉炭の多様な用途やその効果を確認し、その採用による移転住民への裨益効果に期待している。最初のパイロット事業の窯築造指導及び技術研修は、現地にて山本粉炭工業が RENMI と共同で実施し、安定的な運転ができるまで、定期的（2～3 ヶ月に 1 度）に運転管理及び製品の品質管理に関する検査・指導を行う。

### **参考) ダム開発サイトでの適用可能性**

首都ビエンチャン近郊で着工中のダム開発サイトにてパイロット事業を実施した場合の概要を以下に示す。本ダム開発サイトは民間電力会社、タイ電力公社 (EGAT)、ラオス国営投資会社 (Lao Holding State Enterprise: LHSE) 等が出資する総出力 27 万 kW 以上の水力発電施設で、2019 年の商業運転を目指し、2013 年後半より着工している。出資者の一つであるアジア開発銀行の資料によると、総工費は 1,000 億円程度で、そのうち環境社会配慮等にその 4～5% 程度の予算が計上されていると考えられる。ダム湖湛水域は 67 km<sup>2</sup> あり、それに伴い 3,000 人程度の住民移転が発生し、新たに 800 ha 程度の農地を開墾する計画である。既に新設の全長 28 km のアクセス道路は完成し、2014 年末からダム本体工事及びダム湖開削も開始されており、湛水開始の 2018 年中旬までバイオマス供給の可能性がある (添付資料 07)。

仮に湛水域 67 km<sup>2</sup> から 100 m<sup>2</sup> 当り 100 kg のバイオマスを採取できた場合、バイオマス量は計 6.7 万トンになり、理論上、それから 1.3 万トン (原材料投入量の 20%) の粉炭が得られることになる (ただし以下の写真から分かるようにメインダム上流域は高低差 150 m の V 字型峡谷で、アクセス道路もなく、バイオマスの搬出は容易でないと判断される)。これは、一つの標準型の窯 (7 m×5 m×1.8 m) が 1 週間で 10 トンの粉炭を製造するとして、1,300 週 (27 年) 分の原材料となる。仮に 800ha の農地に 1 ha 当り 2 トンの粉炭を投入したとしても計 1,600 トンであり、これは生産量の 12% 程度のため、残りを燃料利用や販売に回すことができる。



ダム上流の急峻な地形



メインダム底部の掘削の様子 (高低差 150m)

今年から住民移転が開始される予定であり、エネルギー鉱山省、住民移転管理委員会（RMU）等のラオス国側関係者は、本提案事業の早期実現を期待していた。（本事業案については、エネルギー鉱山省再生可能エネルギー推進研究所（IREP）所長がエネルギー鉱山大臣やラオス国営投資会社局長にも説明し、両名とも本事業の早期実現を期待していた。）

2015年5月の本邦受入研修にはエネルギー鉱山省 IREP 副局長チャント・ミラタナフェン氏（Mr. Chantho Milattanapheng）及び県エネルギー鉱山局副局長兼住民移転管理委員長のカムシン・サイフオウヴォン氏（Mr. Khamsing Sayphouvong）も参加し、ラオス国への粉炭製造技術導入による農業利用の可能性について理解を深めた。これを受け、帰国後、同ダムでの同事業の適用可能性を協議するため、首都ビエンチャンにて、両名及びダム開発会社、ラオス国営投資会社、エネルギー鉱山省ビジネス・エネルギー局の代表者を交え検討会が開催され、以下の点が確認された（添付資料 08）。

- ダムサイトの開削はダム開発会社から委託を受けた天然資源環境省森林資源管理局が入札する予定であり、その内容の変更には同社出資者の合意が必要。
- ダム開発会社は計画にない粉炭製造用窯の設置費用を負担することはできないが、移転先の農地の土壌改良材として粉炭を購入する可能性がある。
- 事業計画にない粉炭製造施設を移転地に設置することは関係者の理解が得られにくい。
- 粉炭製造事業への民間投資を促すためその収支計算を示すことが必要。
- 技術習得の研修費用等は JICA の支援が必要。

これから分かるように、既に建設の始まっているダム開発事業に本提案事業を追加することは出資者を含む関係者の合意が得にくく容易ではないが、同社は提案事業の内容及びその効果の可能性については理解しており、同地でのパイロット事業実施の可能性は残るため、今後、どのような形態で進めることが可能か、引き続き協議する。

ダム開発サイトでのパイロット事業の実施形態は、表 9 に示す 4 パターンを想定している。

表 9 ダム開発サイトでのパイロット事業実施形態案

	A 案	B 案	C 案	D 案
	エネルギー鉱山省の通達（ダム開削に伴う森林資源の有効利用の促進）を受けての将来的な自立普及モデル	エネルギー鉱山省の通達が出されるまでの普及・実証事業での暫定的なパイロット事業モデル	県エネルギー鉱山局が主導的な役割を果たした場合のモデル（普及・実証事業で B 案が実現しなかった場合の代替案）	将来的な普及モデル（民間企業の投資を促進するには、普及・実証事業を実施し、その採算性を示す必要がある）
実施主体	ダム開発会社	ダム開発会社	県エネルギー鉱山局	地元の民間企業
粉炭製造施設の建設費用	ダム開発会社	ダム開発会社（もしくは JICA 支援）	県エネルギー鉱山局と移転住民の協同（もしくは JICA 支援）	自己資金
粉炭製造施設設置場所の提供	ダム開発会社（住民移転地区）	ダム開発会社（住民移転地区）	ダム開発会社（住民移転地区）との交渉	ダム開発会社（住民移転地区）との交渉もしくは民間企業所有地
関連機材の調達費用	ダム開発会社	JICA 支援	JICA 支援	自己資金
技術者の研修費用	ダム開発会社	JICA 支援	JICA 支援	自己資金
原材料の収集・運搬・前処理	天然資源環境省森林資源管理局の入札を応札した企業（ダム開発会社からの委託事業）	同左	同左	同左
施設の所有権	3 年を目途に移転住民に譲渡	所有はダム開発会社だが、3 年を目途に移転住民による実質的な運営形態に移行する	所有は県エネルギー鉱山局だが、3 年を目途に移転住民による実質的な運営形態に移行する	民間企業（民間による施設の運営になり、移転住民の裨益効果は限定的になる）
その他の資金支援の可能性	特になし	特になし	草の根無償資金協力への申請を検討	フィンランドのメコン地域エネルギー・環境パートナーシップ（EEP Mekong）基金等の利用を検討

A 案はダム開発会社が実施主体となる場合で、エネルギー鉱山省によるダム開削に伴う森林資源の有効活用を促進する通達が出され、それを受け、ダム開発会社が粉炭製造施設の設置及び運営をダム開発計画に盛り込むことを想定した、将来的な自立普及モデルである。したがって、その実現には、普及・実証事業での具体的なパイロット事業の実施及び成果の発信と、同通達の普及・浸透のための 3 年程度の時間を要すると考えられる。

B 案も同じくダム開発会社が実施主体となる場合で、ダム開発会社の社会管理部（Social Management Office: SMO）のような組織が施設を所有・管理運営し、移転住民への技術移転を進め、3 年程度を目途に施設の運営を移転住民に移管するというモデルを想定している。ただし、事業進行中のダム開発サイトにて事業者に新たな出資を期待することは難しいため、普及・実証

事業で提案するパイロット事業に関する事業費の負担は、粉炭製造施設建設に係るコンクリートや鉄板等の基本資材を除き、JICA 支援を想定している。

C 案はダム開発サイトのある県のエネルギー鉱山局が実施主体となり、施設を所有・管理運営し、3 年程度を目途に運営を移転住民に移管するモデルである。関連機材の調達と技術者の研修費用は JICA 支援を想定し、粉炭製造施設の建設に関しては、B 案と同様、ダム建設関連の余剰資材（コンクリートや鉄板）等の譲渡や移転住民等の労力投入による費用分担（コストシェアリング）を期待している。また、実施主体が地方自治体（県）となるため、機材調達及び研修費用の支援を在ラオス日本国大使館の草の根・人間の安全保障無償資金協力を申請することが考えられる。

D 案は地元の民間企業による出資を前提とするもので、実際に複数の企業が興味を示しており、ラオス国側関係者もその可能性を探っているが、まだ初期投資額に対し確実に収益が見込めるビジネスモデルが確立していないため、これはパイロット事業実施後の普及モデルの一つという位置付けである。また、民間企業による投資のため、施設の所有権は民間企業に属し、将来的に移転地区の住民への施設や技術の移転が期待できず、移転住民への裨益効果は限定的と考えられる。この実施形態の場合、民間企業が申請可能な外部資金、たとえばフィンランド政府のメコン地域エネルギー・環境パートナーシップ（EEP Mekong）に申請し、投資リスクを低減することも考えられる（添付資料 09：同基金は 50 万ユーロ以下の事業費の最大 60%を支援可能；ただし、成果確認後の支払いのため、それまで事業実施者が初期投資全額を負担しなければならない）。

なお、ダムサイトからのバイオマスの収集・運搬・前処理については、A～D 案とも、天然資源環境省森林資源管理局が入札するダムサイト開削に関する仕様書にその条件を加え、応札企業が実施することを想定する。ただし、これはダム開発会社にとっては追加コストとなるため、今後、県エネルギー鉱山局等を通じ実施可能なレベルの条件を詰めると共に、エネルギー鉱山省と協議し、それを指示する通達の内容について詰める必要がある。

### **粉炭製造・販売の収支計算**

パイロット事業の実施による収支計算は次のとおりである。仮に粉炭製造の標準窯（5m×7m×1.8m）を設置し、10 トンの粉炭を月に 3 回製造し（原材料の投入量は 1 ヶ月当り 120 トン程度）、これを 1 トン当り 1.8 万円（USD150）で販売できた場合、年間収入は 650 万円程（10 トン×3 回/月×12 ヶ月/年×1.8 万円/トン）となる。粉炭製造窯及び付帯施設（建屋・倉庫、機材購入等）設置に掛る費用は計 1,200 万円（USD100,000）程度<sup>42</sup>であり、技術習得のための研修費用や特許使用料等を加えると、初期投資額は計 2,000 万円程度となると仮定する。施設運営のための水光熱費（月 3 万円程度）、機材維持管理費（月 3 万円程度）、人件費（3 名で月 20 万円程度）を想定すると、年間 300 万円程度の支出となる。原材料の収集・運搬・処理費用はダム開発会社の負担を想定する。このとき、年間の収支は 350 万円程度の黒字となり、初期投資額は 6 年程度で回収できることになる。ラオス国側関係者に提示した収支計算表を添付資料 10 に示す。

なお、ラオス国で販売されている燃料用木炭の価格は 1 トン当り 2 万～3 万円程度であり（表 2 参照）、籾殻燻炭の市場価格は 2 万～2.4 万円/トン程度である。これから粉炭の想定販売価格は、販売促進費等を差し引き、1.8 万円/トン程度とした。これは一般の農家が容易に購入できる価格

<sup>42</sup> 表 5 では施設等の初期投資額は 1,000 万円程度としていたが、調査当初は為替が 1 ドル 100 円であったものが調査終盤には 1 ドル 120 円に変動したため、ここでは安全側の価格を採用し、初期投資額 1,200 万円としている。

帯ではないと想定されるが、実際に籾殻燻炭が取引されており、それと同様、粉炭の土壤改良効果が実証されれば、コーヒーやとうもろこし、キャッサバ等の商業作物を扱っている大農場等からの需要が喚起できると考えられる。

### **エネルギー鉱山省による推奨**

本提案事業の実現及び普及には、ダム開発を管轄しているエネルギー鉱山省によるダム開発会社への強い働きかけが肝要となる。すなわち、ダム開発に伴う未利用森林資源の粉炭化による有効利用と、その適用による移転地の農地の土壤改良による生産性向上及び余剰粉炭の販売による移転住民の生計向上の可能性についての検討を促すため、ダム開発会社に対しダム開発計画策定時の要検討事項とすることを省令等の形で通達することである。これまでの調査期間での協議を通じ、エネルギー鉱山省関係者もその必要性について理解を示しているため、引き続き普及・実証事業での実現を促していく。

### **3) 森林・農業組合等での適用モデル**

普及・実証事業では、農業森林省や JICA 農業事業等との連携の下、森林管理や農業従事者を対象としたビジネスモデルの構築も目指す。具体的には、科学技術省 RENMI 敷地内に設置する研修施設で製造する粉炭をこれらの農場等で使用してもらい、その作物の収量や土壤状態の変化などを報告してもらおう。本調査で訪問した南部で実施中の農業分野の JICA 技術協力事業はいずれも今年末で終了するため、そのほかの有機農業促進プロジェクト (LOAPP) 等の農業技術協力事業や、その関連部署 (農林省農業局クリーン農業開発センター (CADC)) との連携を図る。また、関連の農業技術サービスセンター (ATSC) では既に白炭製造の研修を実施しており、粉炭製造がメニューに加えられる可能性もあるため、そこでの粉炭製造施設の建設・運営を視野に、その実現可能性や実施形態についても協議していく。

### **農林業ビジネスモデル構築の方向性**

農林業をベースにした粉炭の製造・販売ビジネスモデルの確立には、ア) 原材料となるバイオマスの収集・運搬・前処理コストと、イ) 初期投資 (施設整備費及び研修費用) の手当てが必要条件となり、その負担が期待される粉炭の販売や農産物の収量や質の向上による収益に対し大きいと、補助金等の公的な支援がないとその実現は難しいと考えられる<sup>43</sup>。そのため、事業の実現には、バイオマスの賦存量により小規模な生産体制とし、粉炭製造窯の構造の簡素化や研修内容の見直しにより初期投資額を小さくし、森林・農業組合等でもそれを負担できるように必要がある。科学技術省 RENMI 及びダム開発サイトでの事業実施を通じ、ラオス国に適した廉価な粉炭製造窯や研修体制ができ、それが初期投資額を抑えた農林業向けモデルの構築につながることを期待される。

北部寒冷地にて本事業を適用した場合、粉炭を農業利用だけでなく、当初、エネルギー鉱山省 IREP が構想していたように、これを高効率ストーブとセットで屋内での調理や暖房用の燃料と

---

<sup>43</sup> ダム開発事業を対象とした事業モデルでは、「ア」をダム開発会社の協力の下、ダムサイトの開削を請け負う企業が実施し、「イ」をパイロット事業では JICA 支援、その後の普及モデルではダム開発会社の負担や民間企業の投資を想定している。大量のバイオマスを抱える大規模食品加工事業者等も事業対象となり得るが、それは事業者間 (B-to-B) の事業モデルとなり、ラオス国の課題解決に資する裨益効果は限定的なため、ここでは検討対象から除外する。

して普及し、煤塵を発生する薪の置換を進め、屋内大気汚染の改善に役立てることができる。また、これにより一般に普及しているマイティウ材製の炭の利用を置換し、森林資源の有効活用につながることもできる。寒冷地では1週間単位で稼働する粉炭製造窯本体の廃熱から温水をつくり、それを周辺住民で共有するというモデルも考えられる。

このように粉炭製造施設設置による住民への裨益効果は大きいため、普及・実証事業ではダム開発サイトでのモデル事業の普及を進めつつ、農林業地区を対象とした事業モデル構築のための検討も進める。

## **イ. 具体的な協力計画及び開発効果**

### **提案する ODA 案件の目標**

本事業の長期目標は、今後、ラオス国における住民移転を伴うダム開発事業の計画段階において本粉炭製造技術の採用が検討され、その窯築造、研修及びバイオマス収集・運搬・前処理等に係る費用が計上され、それにより多くの事業が実施され、ダム開発に伴うバイオマスの有効活用により、それが農地の生産性拡大及び移転住民の生計向上につながることである。ラオス国では、現在、20以上の水力発電所が稼働しており、建設中及び計画中のものも80以上あるため（添付資料11及びエネルギー鉱山省のウェブサイト<sup>44</sup>を参照）、これらのダム開発事業での採用の潜在的な可能性は大きい。また、既に稼働中のダムにおいても、移転地の土地が痩せていて移転住民からの苦情があるところもあるので、そのような箇所での適用可能性もある。

### **投入**

普及・実証事業（3年間）での投入及び各ステークホルダーの役割は表10に示す内容を予定する。

---

<sup>44</sup> <http://www.poweringprogress.org/new/power-projects>

表 10 日本側とラオス国側のステークホルダーの役割

日本側	ラオス国側
<p>(公財) 地球環境戦略研究機関 日本テクノ (株)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 全体調整、事業管理、報告書の作成</li> <li>● 本邦受入活動へのアテンド (通訳として)、現地の粉炭製造施設の稼働状況のモニタリング・軽微なトラブルシューティング (日本テクノ (株))</li> <li>● 粉炭の作物の生育に与える影響、土壌改良効果、炭素分固定効果等の調査</li> <li>● JICA 技術協力事業の農業関連事業や農林省との連携 (粉炭の利用促進、粉炭製造施設設置可能性の調査)</li> <li>● 年 4 回程度の現地調査への参加</li> </ul>	<p>エネルギー鉱山省 再生可能エネルギー推進研究所 (IREP)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● プロジェクト管理委員会の開催 (エネルギー鉱山省、科学技術省、農業森林省、天然資源環境省、ラオス国立大学をラオス国側の構成員とする)、他省庁との調整</li> <li>● パイロット事業を実施するダム開発会社の選定、関係者との調整、現地調査アテンド</li> <li>● ダム開発に伴い発生する未利用バイオマスの有効利用を促す省令もしくはそれに準ずる通達の発令</li> </ul>
	<p>パイロット事業対象のダム開発サイトのあるエネルギー鉱山局 (1 年目はナム・ニエップ 1 ダムのあるボリカムサイ県を想定、その後、順次対象を拡大)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ナム・ニエップ 1 ダムでの粉炭製造施設 (パイロット事業) 管理責任者の本邦受入活動への参加 (3 ヶ月間、2~3 名を想定、費用は事業予算から支出予定) (それ以降は、科学技術省 RENMI での研修を予定)、守秘義務契約の締結</li> <li>● ダム開発会社、移転住民、事業参加意欲のある民間企業等の関係者との調整の上、パイロット事業案の形成</li> <li>● 粉炭製造施設の建設 (ナム・ニエップ 1 ダムのパイロット事業費は事業予算から支出予定、電力会社や移転住民等からの一部費用負担を想定 (資材供与、労働力提供など)、それ以降はダム開発会社の負担を想定)</li> <li>● 粉炭製造施設の運転、定期的な品質検査、移転住民への技術移転、2~3 年を目途に移転住民への粉炭製造施設の譲渡</li> </ul>
	<p>ダム開発会社 (2 件目以降のパイロット事業推進者、各費用は事業者負担を想定)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 移転住民の生計向上手段の一つとして粉炭製造施設運営をダム開発計画に追加</li> <li>● ダム開発に伴うバイオマス資源の収集・運搬・処理 (チップ化)</li> <li>● 科学技術省 RENMI での 3 ヶ月間の技術研修への参加、守秘義務契約の締結</li> <li>● 粉炭製造施設の建設</li> <li>● 粉炭製造施設の運転、定期的な品質検査、移転住民への技術移転、2~3 年を目途に移転住民への粉炭製造施設の譲渡</li> </ul>

<p><b>(株) 山本粉炭工業</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 山仙式粉炭製造技術の移転</li> <li>● 3ヶ月間の本邦受入活動の受入れ（計5～6名を予定）</li> <li>● 現地での粉炭製造施設築造・運転指導（1ヶ所当り1ヶ月間程度を想定）</li> <li>● 科学技術省 RENMI が作成する操作マニュアルや研修プログラムの監修</li> <li>● 科学技術省 RENMI が実施する現地研修の監修</li> <li>● 粉炭製造施設の稼働状況及び製品の粉炭の品質検査（1ヶ所当り4回程度を想定）、トラブルシューティング</li> <li>● 規格を満たす品質の粉炭を製造できている施設の山仙ブランド使用の認定</li> <li>● 現地法人設立による上記サービスの提供及び各種事業進捗管理の検討</li> </ul>	<p><b>科学技術省 再生可能エネルギー新素材研究所 (RENMI)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● RENMI 職員3名の山本粉炭工業（島根県益田市）での3ヶ月間の技術研修への参加（費用は事業予算から支出予定）</li> <li>● 技術研修用の粉炭製造施設（5m×7m×1.8m）の建設（用地提供については既に概ね合意済み、費用は事業予算からの支出を予定）、山本粉炭工業による窯築造・運転指導（計4週間程度）</li> <li>● RENMI での粉炭の品質管理機材の設置、検査指導（検査項目：熱量、炭化率、水分、灰分、（空隙率）；機材購入費は事業予算から支出予定）、ラオス国立大学との連携</li> <li>● 操作マニュアル、研修プログラム、品質検査マニュアル等の作成</li> <li>● 山本粉炭工業と連携し、ダム開発会社向け技術研修（3ヶ月コース）の実施</li> <li>● 山本粉炭工業と連携し、ダム開発サイトでの粉炭製造施設築造・運転指導</li> <li>● 山本粉炭工業と連携し、ダム開発サイトでの粉炭製造施設の運転状況及び品質管理</li> </ul>
<p><b>(国法) 九州工業大学</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● マレーシア国サバ州にて山本粉炭工業と共に実施中の同様の事業（SATREPS）の成果や実施状況等の情報共有</li> <li>● エネルギー鉱山省職員の本邦技術研修への受入れ（別途、新エネルギー財団のスキームを活用）</li> </ul>	<p><b>農業森林省</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 粉炭の農林業利用による生育状況に与える影響の評価、利用促進</li> <li>● 農林業を対象とした事業モデルの検討</li> </ul> <p><b>天然資源環境省</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 粉炭製造施設建設・運転に掛る環境・社会影響評価、環境基準順守状況の検査</li> </ul> <p><b>ラオス国立大学</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 粉炭の品質管理に関する科学技術省 RENMI への支援</li> <li>● 粉炭の農林業利用による生育状況に与える影響の評価、利用促進</li> </ul>

ラオス国の特許は科学技術省知的財産局が所管しており、その保護を図る必要もあるため、本事業では科学技術省（再生可能エネルギー新素材研究所（RENMI））をカウンターパートとしている。粉炭製造に関わる RENMI 及びダム開発会社は山本粉炭工業と守秘義務契約を締結し（添付資料12）、無断で製炭窯の増築や改良をしないことに合意する。特許使用料は粉炭製造窯1基当り150万円とし、事業者は窯築造費、並びに技術研修、現地での窯築造・運転指導、定期検査に掛かる費用を負担する。

**実施パートナーとなる対象国の関連公的機関（カウンターパート）**

エネルギー鉱山省と科学技術省がカウンターパートとなる。

## カウンターパート、関連公的機関等との協議状況

本案件化調査の進捗について、カウンターパートであるエネルギー鉱山省の担当者から、同省の大臣に対して、2015年6月に報告を済ませている（添付資料13）。その中では、2015年6月19日に行われたステークホルダー会合での協議状況が示されている。なお、当日の会合に参加したのは以下の通りである。

1. IREP
2. ビジネス及びエネルギー局
3. ダム開発会社の社会管理部及び環境管理部の代表
4. 住民移転管理委員会（RMU）委員長
5. ラオス国電力投資企業
6. MEM 内閣（※欠席）

会合において、以下のことが確認された。

1. ダム建設では、ダム開発会社が提供し MONRE の森林資源管理局が管理する予算を基に、受託者が伐採を行っている。必要に応じて、当該プロジェクトのステークホルダーが、伐採のあり方について助言できる可能性がある。
2. 窯の設置には、住民移転先以外の公共の土地を使用することで合意を得た。住民移転先に窯を設置することについては、当該プロジェクトがダム開発プロジェクトの範疇外であるため適切ではない。ダム開発会社の環境社会配慮のタスクは増加傾向にあるため、緊急予算の額も結果として膨らむことが想定される。
3. ダム開発会社は住民移転先の土地改良のために有機肥料の使用を検討していたため、製品の購入を検討できるが、大規模な粉炭製造は想定外であったため、詳細を検討する必要がある。
4. 当該プロジェクトを効率的に進めるために、民間の参画を承認すべきである。研修費用及び知的財産権の保護については JICA に支援を求める方針とする。
5. 会合ではワーキンググループの立ち上げが承認した。関係者を全て含めるものとし、エネルギー鉱山省が監督する。
6. JICA 中国での協議では、当該技術のラオス国への導入ポテンシャルが高いことが示唆された。これは、（一財）日本国際協力センター（JICE）でこのような中小企業の案件を支援する予算があるためである。
7. 当該プロジェクトを JICA 支援の下で続けられるようにする。エネルギー鉱山省が JICA ラオス国に支援を要請する。

今後の実施計画についても次のことが確認された。

1. ワーキンググループを設置する。
2. 当該案件に興味のある民間セクターと調整する。
3. 窯の設置場所について RMU と検討する。
4. 当該案件を支援してもらえるような予算措置について JICA ラオスと検討する。
5. 窯の設置がなされたら、ラオス国の技術者を養成する。
6. ラオス語での技術マニュアルを作成する。
7. 知的財産を保護する。

## スケジュール

3年間の普及・実証事業は表11に示すような工程での実施を計画する。まず1年目に科学技術省RENMI職員及びダム開発サイトのパイロット事業実施者を対象に山本粉炭工業（島根県益田市）にて3ヶ月間の技術研修を実施し、粉炭製造施設運転の中心となる技術者（トレーナー）を養成する。（本邦受入活動にはビエンチャン在住の日本テクノ職員も通訳として参加し、その後の現地での資機材調達フォローアップを行う。）その後、この技術者を中心に現地での資機材調達をし、科学技術省RENMI及びダム開発サイトに、それぞれ1ヶ月程度かけ、山本粉炭工業が粉炭製造施設の築造・運転指導をし、施設の試運転を開始する。併行し、科学技術省RENMIではラオス語の操作マニュアル及び研修プログラムを作成し、年内に研修を開始する。各粉炭製造施設稼働後、山本粉炭工業と科学技術省RENMIが共同で、各施設の運転管理状況や最終製品の品質管理を2～3ヶ月ごとに実施する。

2年目及び3年目は、3ヶ月間の研修コースを2回程度実施し、年間1～2ヶ所のダム開発サイトでのパイロット事業の実施を目指す。これにより、普及・実証事業完了時にはRENMI主導の研修施設が自立運営され、パイロット事業も計4～5ヶ所が稼働し、科学技術省RENMIが現地での粉炭製造施設築造・運転指導及び品質管理をできる体制を築き、ほかのダム開発サイトに同様のモデルが自立的に広がる体制ができることを目指す。常時の現地でのモニタリングやトラブルシューティングは科学技術省RENMI及び現地在住の日本テクノ職員が対応し、山本粉炭工業を含む調査団は年4回程度現地調査に入り、抜本的な粉炭製造施設の改修やトラブルシューティングはその際行う。事業の進捗確認のためのプロジェクト管理委員会は、調査団の現地調査に合せ、年3回程度開催する。

表 11 普及・実証事業の工程計画

普及・実証事業の工程計画

活動内容	1年目											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
業務進捗管理（プロジェクト管理委員会）	■契約、実施計画書	インセプション会議					■進捗報告書	プロジェクト管理委員会			プロジェクト管理委員会	■進捗報告書
1) 科学技術省RENMIでの研修施設		インセプション会議	本邦受入活動準備	本邦受入活動、本邦技術研修 (※山本粉炭工業)			資機材調達	築造・運転指導	操作マニュアル作成	研修プログラム作成	研修開始	研修プログラム修正
2) ダム開発サイトでのパイロット事業(1)		インセプション会議	本邦技術研修準備				資機材調達、関係者調整	築造・運転指導		試験運転	操業開始品質確認1	
3) 農林業を対象とした事業モデルの検討		インセプション会議					関係者会議	粉炭の配布			粉炭施用の効果確認	
活動内容	2年目											
業務進捗管理（プロジェクト管理委員会）		プロジェクト管理委員会			プロジェクト管理委員会	■進捗報告書			プロジェクト管理委員会			■進捗報告書
1) 科学技術省RENMIでの研修施設		研修(1)	研修(1)	研修(1)	品質確認				研修(2)	研修(2)	研修(2)	品質確認
2) ダム開発サイトでのパイロット事業(1)		品質確認2			品質確認3				品質確認4			
パイロット事業(2)			研修参加		資機材調達、関係者調整	築造・運転指導	試験運転	操業開始品質確認1				品質確認2
パイロット事業(3)									研修参加			資機材調達
3) 農林業を対象とした事業モデルの検討		粉炭施用の効果確認			粉炭施用の効果確認				事業モデル案の検討会議			事業モデル案の事業者への提示
活動内容	3年目											
業務進捗管理（プロジェクト管理委員会）		プロジェクト管理委員会			プロジェクト管理委員会	■進捗報告書			プロジェクト管理委員会	■ドラフトファイナル		■業務完了報告書
1) 科学技術省RENMIでの研修施設		研修(3)	研修(3)	研修(3)	品質確認		研修(4)	研修(4)	研修(4)	品質確認		
2) ダム開発サイトでのパイロット事業(1)												
パイロット事業(2)		品質確認3			品質確認4							
パイロット事業(3)	関係者調整	築造・運転指導	試験運転		操業開始品質確認1			品質確認2		品質確認3		
パイロット事業(4)			研修参加		資機材調達、関係者調整	築造・運転指導	試験運転	操業開始品質確認1				
3) 農林業を対象とした事業モデルの検討		事業モデル案の検討会議			事業モデル案の事業者への提示			事業モデル案の検討会議		事業モデル案の提案		

国内での技術協力

現地での技術協力

### 事業実施に係るコスト負担

現地カウンターパートからは、山仙プール式炭化平炉設置のための土地供与や人材の投入といった形での協力が得られることを想定する。科学技術省では、具体的に試験用ジャトロファ畑内の用地を研修施設として利用できるか打診し、内諾が得られている（大臣に申請済みで、普及・実証事業が開始されれば承諾の見込み）。3ヶ月間の本邦受入活動に参加予定の3名の人選も済んでおり（その責任者は5月の本邦受入活動に参加したフンペン・テウアムボウンミ氏）、RENMI所長の内諾も得られている。本邦受入活動後、1ヶ月程度かけ、現地にて粉炭製造施設の建設・試運転に入るが、この3名がその責任者兼労働力となる。

表9に示した普及・実証事業で予定するパイロット事業B案及びC案に関しては、粉炭製造施設の設置場所の確保はダム開発会社の協力を仰ぎ、森林系バイオマスの収集・運搬・前処理に関してもダム開発会社の協力を期待する（ただし、その規模、協力の程度に関しては、今後の交渉による）。粉炭製造施設の原材料、特にコンクリートブロック用のコンクリートや鉄板等の資材については、ダム建設や付帯施設工事に伴う余剰資材等の払い下げまたは無償供与を期待する。またその建設には裨益対象となる移転地の住民の協力を仰ぎ、現地エネルギー鉱山局等の協力により、必要な資材や小型重機（バックホー、トラック、破碎機）を調達する。

### 具体的な開発効果

- 未利用森林資源等の有効利用及びそれによる粉炭製造・販売による新たな収入源の確保、雇用促進、ダム開発に伴う移転住民の生計向上手段の提供
- 粉炭の農地適用による土壌改良及びそれによる農作物の収量増・品質向上
- 安価で良質な粉炭の供給による新たな市場創造（土壌改良材、家畜飼料添加物、暖房・調理用炭、脱湿材・脱臭剤、水質浄化材等）
- 薪から炭への燃料転換の促進による家庭内煤煙の課題解消（及び森林保全）
- 土壌改良材としての利用によるカーボンマイナス（炭素固定）効果

## **ウ. 対象地域及びその周辺状況**

### 候補サイト

窯の設置場所はRENMIの敷地内にあるジャトロファ畑内の一区画を想定しており、現在、大臣に使用許可申請を行っている状況である。また、ダム開発サイトでは、ナム・ニエップ1ダムの事業敷地外ではあるものの、その近くの土地を取得することを想定している。しかし、現時点では明確には決まっておらず、現地カウンターパートとともに検討する必要がある。

### 関連インフラ整備

RENMIの敷地内であれば、すでに電気も水も使える建屋が存在している。ダム開発サイトでは、これから検討する必要がある。

### 環境社会配慮、ジェンダー配慮

環境社会配慮については後続の力の欄を参照されたい。ジェンダー配慮については、山仙式粉炭製造法は男女を問わず習得できる技術であるため、業務の従事に性別を問わない。

## エ. 他 ODA 案件との連携可能性

### 既存の ODA 案件との連携可能性

炭の農業分野での普及を促進し、市場を開拓するには、炭の効果を現地で実証する必要がある。そのために、パクセーの JICA 一村一品の対象農園や、サバナケットの南部メコン川沿岸地域参加型灌漑農業振興プロジェクト (PIAD) の農業実証区において、RENMI で製造した炭を使用してもらうために連携できる可能性がある。

燃料用の炭について検討する場合は、同じく RENMI をカウンターパートとしている高効率ストーブイニシアチブとの連携の可能性もある。

## オ. ODA 案件形成における課題

### 新たに顕在化した課題と対応方法等

現時点で顕在化した課題はない。

## カ. 環境社会配慮にかかるとの対応

### 1. 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

提案する事業は、山仙式粉炭製造技術の活用により、ダム開発現場等にて発生する大量の森林系バイオマスを効率よく炭化し、それを農地等に適用することにより土壌改良し、それによる作物等の収量増を図り、農業を営む移転住民や一般農家等の生計向上に資することを目的とする。そのため、普及・実証事業に申請し、先ず、1) 科学技術省再生可能エネルギー新素材研究所 (RENMI) 敷地内に粉炭製造の研修施設を建設し、そこで研修マニュアル及び知的財産保護のための制度整備を進め、実際に研修を実施し、2) ダム開発現場にてパイロット事業を実施し、そこでの粉炭の生産性及びその適用による土壌改良効果を確認し、ほかのダム開発現場への普及を図り、さらに 3) 森林・農業組合等での同技術の適用モデル構築によるさらなる普及を目指す。

上記 3 では 1 で製造された炭の適用を念頭に置いているため、ここでは 1 及び 2 においてのみ土地を取得し山仙プル式炭化平炉を設置する際の環境社会影響について検討する。

### 2. ベースとなる環境及び社会の状況

上記 1) の事業で窯の設置が想定される場所は、RENMI の実験用ジャトロファ畑内にある。その場所は RENMI 事務所からほど近く (Tha Gnon Road, Km14, Danxang Village, Xaythani District, Vientiane)、ビエンチャン市内中心部から東北に 10 km 程度、幹線道路から 500 m 程入った位置で、資材運搬の便が良く、電気・水道も整備されており、研修施設の運営に適している。そのジャトロファ畑内のうち 1,500 m<sup>2</sup> (30 m×50 m) 程度の用地使用許可を現在、科学技術省大臣に申請中である。候補地の付近にはフエイナン保護林 (Houay Nhang Conservation Forest) があるが、保護林には隣接しておらず、RENMI がすでに土地を取得の上、畑として造成しているため、本事業で予定している窯設置により追加的な影響が出るものとは考えにくい。なお、ジャトロファ畑は現在、関連プロジェクトが終了したため使用されていない。また、近隣には住居はなく、騒音・煙害等の苦情の心配も不要である。



図 16 RENMI の位置

上記 2) の事業で窯の設置が想定される場所は、ナムニエップ 1 ダムの事業敷地外でありながら、その近辺で探すことになっているため、現地ステークホルダーと協働の予定である。土地の造成が必要となるが、そこで出されたバイオマスについても一時的にストックし、炭化した上でダムの住民移転先の畑等で有効活用できるものと想定される。土地取得の場所がダム開発に伴う住民移転先の近くとなる場合は、窯の設置場所を検討し、騒音・煙害等の影響が無いようにする予定である。

ナム・ニエップ 1 ダムプロジェクトの地図は参考資料 04 のスライド 3 の通りであるが、その敷地外のどこになるかは現時点では未定である。

### 3. 環境チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由・根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIA レポート)等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a)N (b)N (c)N (d)N	(a)現地カウンターパートから求められていないため、現時点では作成していない。 (b)N/A (c)N/A (d)RENMI の敷地の一区画について使用申請許可を申請中である。
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a)Y (b)N	(a)現地ステークホルダー (IREP、RENMI、ナム・ニエップ 1 電力会社等) には事業の説明を行っており、理解も得ている。 (b)現時点では住民等には説明を行っていない。

	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は（検討の際、環境・社会に係る項目も含めて）検討されているか。	(a)Y	(a)業務完了報告書の第4章の通り。
2 汚 染 対 策	(1)大気質	(a) 対象となるインフラ施設及び付帯設備等から排出される大気汚染物質（硫黄酸化物（SOx）、窒素酸化物（NOx）、煤じん等）は当該国の排出基準、環境基準等と整合するか。大気質に対する対策は取られるか。 (b) 宿泊施設等での電源・熱源は排出係数（二酸化炭素、窒素酸化物、硫黄酸化物等）が小さい燃料を採用しているか。	(a)Y (b)Y	(a)原材料が天然バイオマスであること、また、炭化処理は高温で行われることから、不完全燃焼にはならないため、大気への影響は限定的である。 (b)炭化作業においては電源も熱源も必要ない。
	(2)水質	(a) インフラ施設及び付帯設備等からの排水または浸出水は当該国の排出基準、環境基準等と整合するか。	(a)Y	(a)炭化の最終段階（消火の段階）で水を使用するが、活性炭に水を通すようなものなので、水質浄化になっても汚染には繋がらない。
	(3)廃棄物	(a) インフラ施設及び付帯設備からの廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a)N	(a)当該事業により廃棄物はない。
	(4)土壌汚染	(a) インフラ施設及び付帯設備からの排水、浸出水等により、土壌・地下水を汚染しない対策がなされるか。	(a)Y	(a)上記2(2)の通り、土壌汚染には繋がらない。
	(5)騒音・振動	(a) 騒音、振動は当該国の基準等と整合するか。	(a)Y	(a)騒音、振動はほとんど生じない。また、窯は近くに住居のない場所に設置する予定である。
	(6)地盤沈下	(a) 大量の地下水汲み上げを行う場合、地盤沈下が生じる恐れがあるか。	(a)N	(a)大量の地下水くみ上げはない。
	(7)悪臭	(a) 悪臭源はあるか。悪臭防止の対策はとられるか。	(a)N	(a)悪臭源はない。
3 自 然 環 境	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a)N	(a)RENMI の敷地が保護林の一面にあるようだが、すでに RENMI が造成済のため、本事業により追加的な影響を与えることはない。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) プロジェクトによる水利用（地表水、地下水）が、河川等の水域環境に影響を及ぼすか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。	(a)N (b)N (c)N (d)N	(a)含まない。 (b)含まない。 (c)生態系影響を及ぼすほど大規模ではない。 (d)影響を及ぼさない。
	(3)水象	(a) プロジェクトによる水系の変化に伴い、地表水・地下水の流れに悪影響を及ぼすか。	(a)N	(a)影響を及ぼさない。
	(4)地形・地質	(a) プロジェクトにより、サイト及び周辺の地形・地質構造が大規模に改変されるか。	(a)N	(a)影響を及ぼさない。

4 社 会 環 境	(1) 住 民 移 転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。(b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。(c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。(d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。(e) 補償方針は文書で策定されているか。(f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民等々の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。(g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。(h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。(i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。(j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a)N(b)N/A(c)N/A(d)N/A(e)N/A(f)N/A(g)N/A(h)N/A(i)N/A(j)N/A	(a)住民移転は生じない。 (b)N/A(c)N/A(d)N/A(e)N/A(f)N/A(g)N/A(h)N/A(i)N/A(j)N/A
	(2)生 活・生計	(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。	(a)N	(a)悪影響は生じない。
	(3)文化 遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a)N	(a)損なう恐れはない。
	(4)景 観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。 (b) 大規模な宿泊施設や建築物の高層化によって景観が損なわれる恐れがあるか。	(a)N (b)N	(a)影響を及ぼさない。 (b)影響を及ぼさない。
	(5)少数 民族、先 住民族	(a) 少数民族、先住民の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a)Y (b)Y	(a)現地カウンターパートと調整の上、住民の生活向上を目指す。 (b)尊重される。
	(6)労働 環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)N	(a)法律を順守する業者に作業を依頼できるように、現地カウンターパートと協議の上、適切な業者を選定する。 (b)安全面での配慮を講じるよう業者に指導する。 (c)安全面での配慮を講じるよう業者に指導する。 (d)近隣に住居がないことを想定しているため、警備要員の配置は不要である。

5 そ の 他	(1)工事中の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a)Y(b)N(c)N	(a)近隣に住居がないことを想定しているが、苦情がある場合は作業時間の設定や短縮等を通じて緩和策を講じる。(b)影響を及ぼさない。(c)影響を及ぼさない。
	(2)モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a)N (b)N (c)N (d)N	(a)N/A (b)N/A (c)N/A (d)N/A
6 留 意 点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合、道路、鉄道、橋梁に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（インフラ施設に関連して、アクセス道路等が設置される場合等）。 (b)電話線敷設、鉄塔、海底ケーブル等については、必要に応じて、送変電・配電に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること。	(a)N/A (b)N/A	(a)N/A (b)N/A
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a)N/A	(a)N/A

## 5. ビジネス展開の具体的計画

### ア. 市場分析結果

当面、エネルギー鉱山省の調整の下、ダム開発（電力）事業者を顧客とする方針とする。ラオス国内には既に 20 以上の水力発電所が稼働しており、建設・計画中のものも 80 以上あるため、これらのうち住民移転が懸案となっている事業を中心に、年間 1~2 件のペースでの採用を目指す。上述したように、一つのダム開発サイトにて標準窯 1 基の生産能力 20~30 年分の原材料を入手できる可能性があり、これによる粉炭の安定的な製造・供給により、農地の土壌改良材や建設資材等の新たな需要を喚起できると考えられる。

ダム開発サイトでの最初のパイロット事業の実施は事業費による支出を中心に進めるが、2 件目以降はダム開発（電力）事業者の支出を想定する。そのため、エネルギー鉱山省の通達により、ダム開発事業計画にその適用（ダム開発に伴う森林資源の有効利用及び粉炭製造施設の導入による粉炭製造、その土壌改良材や燃料としての利用による移転住民の裨益効果の向上等）を盛り込むことを促進すると共に、最初のパイロット事業の収支や粉炭の農地適用による収量増の効果等を明らかにし、ダム開発会社が同事業案を積極的に採用しやすい環境を整えていく。なお、本提案事業の普及にエネルギー鉱山省の通達が必要なことは再生可能エネルギー推進研究所（IREP）所長を含む同省関係者も理解しており、第 4 回現地調査関係者協議資料（添付資料 06）にもその旨記載し、関係者の合意が得られている。また、本事業の調査進捗は IREP からエネルギー鉱山大臣やラオス国営投資会社局長にも報告されており、本事業実現に向けた両者の期待も高いことから、普及・実証事業が開始されれば、通達が発出されると考えられる。このほか、ある程度の農林業残渣を抱える農林業協同団体も顧客になる可能性がある。ただし、対象とする人数が大きくなるため、技術流出を防ぐため、法人格の団体等を選定する必要がある。この事業案については、農林省や農業系の JICA 技術協力事業関係者と検討を進める。普及・実証事業実施に向け作成したプロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）案とそのビジネス推進戦略の概要を示したビジネスモデル・キャンバスを次頁以降に添付する。

これ以外にも、農業残渣や食品残渣を抱える食品加工事業者や大規模農場等も顧客となる可能性がある。具体的にはコーヒー製造事業者やキャッサバ加工事業者等を対象に、これらの農地や加工工場等からの農業・食品残渣を炭化し、農地に還元したり、工場や社員寮等での燃料として利用したりする事業案が考えられる。この分野の顧客開拓は山本粉炭工業が民間企業間で進める。

## プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)

プロジェクト名:ラオスにおける山仙炭の普及・実証事業  
 対象地域:ピエンチャン特別市、ボリカムサイ県、他

実施機関:エネルギー鉱山省 IREP 及び科学技術省 RENMI  
 ターゲットグループ:プロジェクト対象地域の住民及び地方政府担当行政官

期間:2016年4月～2019年3月  
 Ver. 1.0  
 作成日:2015年8月

プロジェクトの要約	指標	入手手段	外部条件
<b>上位目標</b> □ 未利用バイオマスから生産した安価で良質な粉炭の供給量が増え、それが家庭用燃料や土壌改良に使用され、家屋内煤煙の解消や農業生産性の向上に貢献し、農家の生計を向上すること。また、それが既存の良質な木材から生産した炭を置換し、森林保全に役立つこと。	4. 粉炭を既存の炭と替えて燃料として利用した家庭の数と家屋内煤煙の発生状況 5. 粉炭を農地利用した農家の数と収支の変化 6. 認可された粉炭の生産拠点数とその生産量(既存の炭の置換量)	- 粉炭を燃料として利用した家庭への聞き取り調査 - 粉炭を農地利用した農家への聞き取り調査 - 粉炭製造者への聞き取り調査	□ 技術契約の守秘義務が遵守され、非認可の粉炭製造が横行しないこと。
□ 山本粉炭工業がラオスにて持続的なビジネスを展開し(技術管理が徹底され)、未利用バイオマスの有効利用が進む。	1. 住民移転を伴うダム開発サイトでの標準的な適用モデルとしての採択 2. ラオス各地での山仙窯の設置数、RENMI での炭製造技術者認定者数、守秘義務遵守率 3. ラオス国内外での山仙ブランドの粉炭の製造・流通量(森林系バイオマスの有効利用量) 4. 土壌改良効果(収量増、農薬投与量の減少、土壌の微生物多様性指標の増加)、粉炭の多用途利用(燃料、家畜飼料への添加、水質浄化材、脱室材等) 5. 山本粉炭工業現地法人の収支	- ダムサイトでの適用数 - 技術契約締結数 - 研修実施報告書 - 技術契約者への聞き取り調査、品質管理結果 - 市場調査 - 山本粉炭工業現地法人の収支報告書	□ 技術契約の守秘義務が遵守される。
<b>プロジェクト目標</b> □ 山仙式炭製造技術がラオスにおいて適用可能かつ持続的であることが実証される。	5. RENMI の研修施設での高品質の炭の製造、自立的な研修実施体制の整備 6. ダムサイトでの粉炭製造(計3ヶ所以上) 7. 対象地域における粉炭使用率の増加(市場創出) 8. 山本粉炭工業現地法人の運営	- 炭の成分分析 - 研修実施報告書 - プロジェクト報告書 - 事業実施者への聞き取り調査 - 山本粉炭工業現地法人の収支報告書	□ 政府の実施体制や基本政策に変更がない。
<b>成果</b> 1. 科学技術省 RENMI での研修実施体制が自立運営される。	1-5 本邦受入活動・現地研修の受講・修了実績 1-6 研修リキュラム及び研修計画の策定状況 1-7 研修教材・マニュアルの作成部数及び教材の質 1-8 研修講師数及び講師/技術者の能力	- プロジェクト報告書 - 研修実施報告書 - 事業実施者への聞き取り調査 - 窯の運転記録	□ 関連省庁の再生可能エネルギー開発に関する役割が変更されない。
2. ダム開発事業付近のパイロットサイトにおける粉炭製造が実施される。	2-4 パイロット窯の設置状況、運転状況 2-5 技術者の研修成果の現場での活用状況 2-6 パイロット窯による製品の質・量の向上	- 炭の成分分析 - 製品出荷記録	□ 対象とするダム開発事業の実施工程や運営方針に変更がない。
3. ラオスで製造された粉炭の土壌改良効果が実証される。	3-3 炭利用による農地の生物多様性の増加 3-4 農業技プロ等での炭の利用による収量増加	- 生物多様性分析結果、収量報告書 - 技プロ報告書	
4. 関連省庁で組織されるタスクフォースの体制が強化される	4-3 ワーキンググループ会合の開催頻度(年4回程度) 4-4 新規開発プロジェクトへの提言や通達の状況	- 会議報告書 - 通達	

<p>5. 山仙技術の普及基盤が形成される。</p>	<p>5-5 山本粉炭工業の現地法人設立及び運営状況 5-6 ラオス国内特許の取得および商標登録状況 5-7 現地ダム会社や民間企業との商談数 5-8 現地にて製造された山仙炭の出荷量</p>	<p>- 会社登録文書 - 特許番号、商標登録番号 - 収支報告書</p>	
<p><b>活動</b> 成果 1 の発現に係る活動 1-7 RENMI 職員を対象とした本邦受入活動(講師研修)の実施 1-8 RENMI における窯築造の技術指導、窯築造・研修施設工事 1-9 上記研修施設が整った段階での現地研修(講師研修)の実施 1-10 研修施設における研修実施計画及び研修カリキュラムの策定 1-11 研修教材・研修マニュアルの作成 1-12 デモンストレーション・ワークショップの開催</p> <p>成果 2 4-1 ダム事業者との協議、パイロットサイトの選定、炭製造技術者の選定 4-2 炭製造技術者を対象とした技術研修の実施 4-3 パイロットサイトにおける窯築造の技術指導、窯築造工事 4-4 パイロット窯での炭製造、運転指導 4-5 周辺住民に対する炭材料収集及び炭利用促進にかかる説明会の開催 4-6 パイロット窯で製造された炭の成分分析</p>		<p><b>投入</b> 【日本側】 <b>専門家:</b> 業務主任(技術指導) 経営判断、商取引 流通、ブランド化戦略 施設設計・施工監理 ビジネスモデル 研修管理 調査分析</p> <p><b>資機材:</b> 山仙窯施設 計 2 式 バックホウ 搬送車(フォークリフト) トラック(2t 程度) 破砕機</p> <p><b>本邦受入活動</b></p>	<p><input type="checkbox"/> 技術研修により能力向上を図られた RENMI 職員等が、継続的に勤務する。</p> <p><input type="checkbox"/> パイロットサイトの周辺住民の協力が得られる。</p>
<p>成果 3 3-5 農業省、農業技プロ関係者との協議 3-6 研修施設及びパイロットサイトで製造された炭の農地利用(実証試験) 3-7 上記実証試験その他で炭を適用した土壌の成分分析(微生物多様性分析) 3-8 炭の農地改良効果にかかるワークショップの開催</p>		<p>【ラオス国側】 <b>人材:</b> CP の配置 CP の研修への参加</p> <p><b>事務所/施設:</b> RENMI 敷地の利用許可</p>	<p><b>前提条件</b></p> <p><input type="checkbox"/> ラオス国内の政治的・経済的安定が続く。</p>
<p>成果 4 4-4 関連省庁によるタスクフォースの組織化と MM の締結 4-5 定期ワーキンググループ会合の開催支援(2ヶ月毎) 4-6 新規開発プロジェクトへの提言や通達に関する協議</p>		<p><b>資機材:</b></p>	
<p>成果 5 5-5 山本粉炭工業の現地子会社の設立、法人登録手続き 5-6 ラオス国内特許の取得および商標登録申請 5-7 製品のセールス及びマーケティング 5-8 現地ダム会社や民間企業との商談・交渉</p>			

山粉炭工業ラオスでのビジネス展開計画\_普及・実証事業

Ver. 1.0 作成日:2015年8月

<p><b>パートナー</b></p> <p>エネルギー鉱山省 IREP@MEM                  科学技術省 RENMI@MOST                  天然資源環境省 DRFM@MONRE                  農林省 DOF, DAEC, NAFRI, CADC @MAF                  ラオス国立大学 NUOL                  ポリカムサイ県局 RMU                  ダム事業者 SMO</p> <p>JICA 農業技術協力プロジェクト                  ラオス日本留学生協会</p> <p>マレーシア・プトラ大学 UPM                  (九州工大のサバ州での SATREPS 事業)</p>	<p><b>主要活動</b></p> <p>1. RENMI での研修体制整備                  研修マニュアル作成                  品質管理体制の構築                  特許取得・商標登録</p> <p>2. ダムサイトでのパイロット事業                  窯築造指導、試運転                  粉炭の供給先開拓</p> <p>3. 粉炭の土壌改良効果の実証                  土壌生物多様性評価                  収量変化の測定比較</p>	<p><b>価値提案</b></p> <p><b>製造技術(ライセンス)</b>                  未利用バイオマス(雑木、農業残渣等)を原料とした安価で大量に粉炭を製造可能な技術研修及びライセンスの有償供与</p> <p><b>製品(粉炭)</b>                  粉炭の農林業や畜産等への利用による収量増及び品質向上による収入の増加</p> <p><b>ダム開発に伴う伐採林等の有効利用による移転住民への利益還元</b>                  ダム開発に伴う伐採林等の未利用バイオマスの炭化及びその土壌改良材等としての利用により、移転地への移住を余儀なくされる住民への利益還元(農畜産物の収量増・品質改善、余剰粉炭の販売による現金収入等)</p>	<p><b>顧客との関係</b></p> <p><b>製造技術(ライセンス)</b>                  研修                  技術提携(ライセンス契約)                  アフターサービス(品質管理、トラブル・シューティング)</p> <p><b>製品(粉炭)</b>                  粉炭利用法の共有                  粉炭のブランド化(付加価値化)</p>	<p><b>顧客</b></p> <p><b>製造技術(ライセンス)</b>                  ダム開発事業者                  食品加工事業者                  製材業者</p> <p><b>製品(粉炭)</b>                  農家・農業法人                  ダム移転住民                  農林省                  地方自治体                  環境関連 NGO</p>
<p><b>コスト構造</b></p> <p>窯築造・施設建設工事                  資機材・重機                  施設・機材運転維持管理費                  原料収集・運搬・加工(チップ化)                  調査費</p>	<p>人件費                  滞在費                  研修、ワークショップ開催費                  交通費                  通信・事務消耗費                  オフィスリース</p>	<p><b>収益の流れ</b></p> <p><b>製造技術(ライセンス)</b>                  技術提携費(ライセンス契約)                  本邦受入活動受入費                  人材派遣費(現地技術指導)</p>	<p><b>製品(粉炭)</b>                  粉炭の販売利益                  農畜産物の収量増・品質向上による収入増</p>	

## イ. 想定する事業計画及び開発効果

### 流通・販売計画、収益予測、販売方法・販売網の構築

上述したように、ラオス国内ではダム開発会社を対象に年間 1～2 件の本事業モデル採用の実現を目指し、それにより山本粉炭工業は相応の特許使用料収入（年間 150 万～300 万円）及び研修指導、粉炭製造施設建設指導、定期的な品質管理等に係る技術料収入が見込める。普及・実証事業実施の 3 年間以降、ラオス国内での同事業モデルの普及促進は、エネルギー鉱山省、科学技術省、農業森林省等のラオス政府の活動に委ねられ、山本粉炭工業による支援は要請に応じてのスポット的対応になることが予想される。したがって、山本粉炭工業としてはラオス国内での実績を参考事例に、たとえば科学技術省での研修に他国関係者を受け入れたり、ダム開発サイトでの実施事例をショーケースとして紹介したりすることにより、他国において同様の事業モデルの採用を促すことに軸足を移していくことになる。また、JICA 中国との連携の下、国内での 3 ヶ月間の長期研修コース実施を定期化し、各国の普及員・研修トレーナーとなるべく人材育成に注力することが考えられる。

併行し、これらのモデル事業の普及によるバイオマス（森林資源、農業・食品残渣等）の有効利用による廃棄物量の削減、土壌改良、農産物の収量増、土壌への炭素固定、粉炭の需要拡大、粉炭製造従事者の収入増等の効果を検証し、それを広く発信し、さらなる同事業モデルの採用拡大を目指す。

### 体制・普及に向けたスケジュール

表 11 を参照されたい。

### 現地パートナー及び顧客の見通し

当面、ラオス国内においてエネルギー鉱山省及び科学技術省を現地パートナーとし、ダム開発会社を顧客として開拓を進めることを目指す。これまで首都ビエンチャンから程近くパイロット事業として適用可能性のあるダム開発会社一社と具体的に協議してきたが、これまで訪問したボリカムサイ県、チャンパーサク県、サバナケット県のエネルギー鉱山局でも適用可能な複数の計画中・建設中・稼働中のダムサイト候補があげられており、パイロット事業実施後は、これらのサイトへの普及も目指す。また、農業森林省や農業関連の JICA 技術協力事業と協議し、（技術流出リスクを抑制できる形での）農林組合や森林保全団体等を対象とした初期投資及び維持管理費を抑えた普及策も検討する。

技術移転は山本粉炭工業での 3 ヶ月間の研修に参加する科学技術省 RENMI の 3 名の職員を中心に進めるが、本事業構成員である日本テクノ職員（及び本事業にアテンドする通訳）が本邦受入活動や現地での研修に参加することにより技術を吸収し、山本粉炭工業の参加がなくとも、現地で簡易なトラブルシューティングができる体制を築く。

ラオス国においてダム開発会社及び農林業事業者を対象とした事業モデルを構築後、他国においても同様に関連省庁に働きかけ、同様の事業モデルの採用促進を図る。

### 調達・生産に関する具体的な計画

将来的なビジネス展開については表 9 に示した A 案の実現を目指す<sup>45</sup>。ダムサイトからのバイオ

<sup>45</sup> D 案は移転住民への直接的な裨益効果が A 案と比較して小さく、その実現はパイロット事業の収支を明らかにし、

マスの収集・運搬・前処理については、エネルギー鉱山省の通達を反映し、天然資源環境省森林資源管理局が入札するダムサイト開削に関する仕様書にその条件が加わり、応札企業が実施することを想定する。ただし、これはダム開発会社にとっては追加コストとなるため、今後、県エネルギー鉱山局等を通じ実施可能なレベルの条件を詰めると共に、エネルギー鉱山省と協議し、どのような通達内容とするか詰める必要がある。

#### **提案企業が事業展開した場合の開発効果**

ダム建設現場の伐採林や農業残渣等、これまで有効利用されていなかったバイオマスから粉炭を製造し、それを土壌改良材や燃料等として使用することにより、農業生産性の向上や農業従事者の生計向上、エネルギー安全保障への貢献といった開発効果が見込まれる。それを実証するため、普及・実証事業ではダム開発サイトにてパイロット事業を実施し、住民移転地区において粉炭の生産性やその土壌改良効果による農産物の生産性の向上効果等を確認し、その結果を広く発信することにより、同様の取組の採用を促す。並行し、農林省や JICA 農業プロジェクトサイト等にも粉炭を供給し、その効果を報告してもらい、そのデータの信憑性を高めると共に、両機関関係者と協力し、農林業従事者を対象とした普及モデルの構築も進める。

#### **ウ. 事業展開におけるリスクと課題**

##### **想定していたリスクへの対応結果**

本事業モデル実施上のリスクは、山仙式粉炭製造技術に関する守秘義務が守られず、違法に類似の製炭製造手法が伝播することである。したがって、本事業のカウンターパートは知的財産保護局を擁する科学技術省とし、当面、事業対象も信頼のおけるダム開発（電力）事業者に限定することとした。また、それを補完するため、引き続きラオス国における知的財産権保護の実状について詳しい JETRO や JICA 関係者と情報共有し、指示を仰ぐ。

##### **新たに顕在化した課題と対応方法等**

科学技術省の協力の下、研修参加者には守秘義務契約の徹底を求めることとする。なお山本粉炭工業と科学技術省再生可能エネルギー新素材研究所（RENMI）は、守秘義務が守られず技術流出が発生した場合の罰則規定を含む契約を交わし、その担当者であり 3 ヶ月間の本邦受入活動に参加する研修員（トレーナー）とも個人的に守秘義務契約を交わすと共に、そのなかに、研修修旅後 3 年間程度は離職しない旨の誓約を盛り込むものとする。山本粉炭工業も現地子会社を立ち上げ、その遵守状況をモニタリングする。

---

民間企業による投資を引き出せるかどうかにかかっているため、A 案の副次的展開という位置づけとする。

## 6. その他

### ア. その他参考情報

特になし。



**ラオスでの起業** <http://jclao.com/what-do-i-need-to-know-about-operating-a-company-in-laos/>

ラオスでは、申込書の提出から全ての必要書類が受理されるまでの時間がかかるため、起業が最も困難な国の一つと言われている。しかし、近年多くの会社が設立され、事業を行うべくラオスに来る投資家が年々増えているのも事実である。ラオスで事業を開始するのは気が遠くなる程困難であるが、基本的な構造と手順は以下のようにになっている。

## 1. 会社の形態

ラオスで新規に事業を起こそうとする投資家にとって、可能かつ適切な企業形態を判断することは非常に分かり難いかも知れない。要約するとラオス法規に従った投資には2つの選択肢がある。①代表事務所の設立、又は②有限会社の設立である（支店の開設が認可されるのは、国際航空、銀行、保険業に限られているため省略）。

### ① 代表事務所

代表事務所は他国で登記済みの法人の代理をするもので、その海外法人が、投資機会の情報収集やラオス関連省庁と本社との協調確保のために、ラオスで公式に認可された存在を示すことを可能にする。

代表事務所の任期は1年間で、2度延長することができるため、計3年間の任期である。事業のための調査及び情報収集により長期間の滞在が必要な場合は、代表事務所の本社がラオス政府と合意書（MOU）を交わすことで、任期延長が可能である。

代表事務所では以下の活動を行うことが可能である。

- 潜在的な投資の情報収集と F/S の実施
- 海外法人本社のラオスにおける中心拠点として機能
- 本社とラオス政府間の MOU や合意の実施モニタリング
- 代表事務所とラオス政府間で MOU を締結した場合、車輛や機械等の設備輸入に関する免税措置を享受

一方で代表事務所は通常の有限会社のような機能を持たない。特に以下の活動を行うことはできない。

- 経済活動
- 収入を生み出すこと

### ② 有限会社

有限会社は、海外からラオスへの殆どの直接投資で利用される会社形態である。有限会社は100%外資でもラオスの共同出資者を有していてもよい。

ラオス法規では海外投資家に以下の権利と便益を与えている。

- ラオス法廷を含むラオス法規による投資の保護
- 投資家とその家族のビジネスビザ
- ラオス法規に準じた知的財産権の保護
- 税金・賦課金・その他手数料納付後の利益・資本・その他収入の本国への送金
- ラオス国内にある銀行の KIP 及び外貨建て銀行口座の開設

## 2. 有限会社登記申請に必要な書類

申請書パッケージとしてラオス政府は様々な書類の提出を求めている。有限会社として登記する場合に必要な書類リストを以下に要約する。このリストは全てを網羅しているわけではなく、またこれら全ての書類が毎回要求されるというわけでもない。提出される書類はラオス語であるが、投資家は英語（またはその他言語）のコピーを所持して書類内容を理解しておくことが望ましい。

- 会社定款－全ケースに必要
- 株主間契約又は合弁会社設立契約－会社のオーナーが複数の場合、議決手順、争議解決法、財務投入責任等の概要を記述した株主間契約又は合弁会社設立契約が必要
- 賃貸借契約－有限会社は申請書提出前に施設の賃貸借契約を済ませ、申請書の一部として署名済み賃貸借契約を示す必要がある
- 投資家の財務能力を示す預金報告書
- 投資家の個人情報（パスポートコピー、写真、履歴書等）
- 申請書の状況により、主な従業員の雇用契約書を要求される場合がある
- 事業計画書－事業実施、従業員数、ラオス人従業員への研修等を記述した書類

## 3. 登記によりラオス政府から授与される証明書とライセンス

有限会社が登記されると、政府省庁から以下の書類が与えられる。

- 投資許可証
- 企業登録証
- 税金登録証
- 社印
- 関連省庁からの許可証－事業により異なる例えば学校の場合教育省の承認が必要

投資許可証、企業登録証及び税金登録証を受領すれば、その事業は法的に存在すると見なされる。全ての書類が一度に発行されるわけではなく、また異なる役所から書類の発行手数料を求められることもある。

事業の実施中は、当然関連する税金、給与、その他ラオス法規に準ずる支払に応ずる必要がある。

ラオスにおける殆どの投資は簡単である一方、いくつかの投資は海外資本にセンシティブまたは閉鎖的である。詳細については経験のある弁護士に相談すること。

ラオスで新規事業を開始し登記しようとする企業が直面するお役所的法的ハードルは以下のとおり。従業員 50 人以下で原資がラオス GNP の 10 倍以下の規模の商工業会社を開業する際の手続、期間、費用を示す。

No.	手続	所要期間	関連費用
1	<p><b>名義登録証の申請</b></p> <p><i>申請先:</i> Enterprise Registry Office (ERO), Department of Investment Promotion for General Businesses (DIPB), Ministry of Industry and Commerce (MOIC)</p> <p>企業登録証の申請前に商工省 MOIC 内 ERO から名義登録証を入手する必要がある。名義登録証を取得するためには、MOIC 規定のフォーマットによる新設の会社名候補を 3 つ記載した会社名申請書と署名済み株主間契約(株主が複数の場合)を ERO に提出する。</p>	1 日	LAK 10,000
2	<p><b>企業登録証と税金登録証の申請</b></p> <p><i>申請先:</i> Department of Industry and Commerce of Vientiane Capital (DICV), and the Finance Office of Vientiane Capital</p> <p>投資家は MOIC 規定の企業登録申請書を記入し、以下の添付書類とともに提出する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) 株主間契約又は合併会社設立契約: 3 部</li> <li>(ii) 会社定款(MOIC 標準書式) オリジナル: 3 部</li> <li>(iii) 創設者の決議案: 3 部</li> <li>(iv) 委任状(MOIC 標準書式): 3 部 (第 3 者が申請書を提出する場合)</li> <li>(v) 身分証明書(ID カード又はパスポート)または事業許可証: 3 部</li> <li>(vi) 社長候補者の写真(3cmx4cm): 6 枚</li> </ul> <p>会社が企業登録証を得たのち、会社定款を財務省国家資産管理局(SAMD)に登録する。この登録には、要請書、署名済み会社定款オリジナル、企業登録証コピーが必要。</p> <p>税金登録証の申請は、企業登録の申請と同時にできる。税金登録証申請にかかる費用は会社年収によって異なる。年収 US \$113,000 の会社の場合、手数料は LAK 983,018,852 となる。申請手数料は一律 LAK 25,000。</p>	<p>企業登録 1 週間、</p> <p>税金登録 2 週間</p>	<p>企業登録 LAK 380,000</p> <p>税金登録 LAK 125,000</p>

	費用詳細: LAK 10,000(株主間契約書式)+ LAK 70,000(企業登録申請書式)+ LAK 300,000(企業登録手数料)+ LAK 25,000(税金登録申請書式)+ LAK 100,000(税金登録証)		
3	<b>関連省庁からの営業許可証</b> <i>申請先:</i> Department of Industry and Commerce of Vientiane Capital (DICV) 企業登録証、納税者番号証、企業登録番号を取得後、会社は DICV 標準書式の申請書と必要書類を DICV に提出する。営業許可証の発行前に申請書と工場設置場所の審査が DICV によって行われる。	平均 18 日	LAK 50,000
* 4	<b>会社標識の内容承認と建築許可の取得</b> <i>申請先:</i> Ministry of Information Culture and Tourism (MICT) 会社標識の内容承認の申請については、MICT の標準書式による申請書と以下を提出する。 (i) ラオス語の会社名、企業登録証によって与えられた企業番号、事務所住所、連絡先 (ii) 文字は赤、背景は黄色とする(この配色は国内企業に当てはまる) (ii) 寸法は 2mx4m 以内とする。 建築許可については、会社はサインのレイアウト、設置場所と寸法及び営業許可証のコピーと共に申請書を提出する。	5 日、上述の 手続と並行	LAK 10,000
5	<b>社印の作成</b> <i>申請先:</i> Ministry of Industry and Commerce (MOIC) and Ministry of Public Security (MPS) 企業登録証と社印文字の発行後、企業は MOIC と MPS の社員彫刻課(SCU)に申請書を提出する。社印彫刻後、SCU から社印登録に関するレターが届き、企業は公的に社印を承認する旨のレターを提出する。 費用詳細: LAK 10,000(社印申請書式)+ LAK 60,000(デザイン公証)+ LAK 50,000(ラオス語のみの社印作成)又は LAK 53,000(ラオス語と多言語の社印作成)	45 日	LAK 120,000 又は LAK 123,000
6	<b>従業員の社会保障登録</b> <i>申請先:</i> Social Security Office 従業員の社会保障登録申請書は、上記担当官庁で入手できる。従業員及び雇用者は社会保障制度への加入が義務となっている。社会保障制度は国民保険の原理に則っている。雇用者は全給料の 5.0%、従業員は 4.5%の掛け金を支払う。 掛け金の上限は LAK 2,000,000 (5% + 4.5% = LAK 2,000,000)。	7 日	なし

\* 他の手続と並行して申請可能。

**Minutes of Meeting**  
**on Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese**  
**Technologies in ODA Projects:**  
**Feasibility Study for Efficient Charcoal Production System in Lao PDR**

30 January 2015

The Feasibility Study for Efficient Charcoal Production System in Lao PDR (hereinafter referred to as the Study), funded by the Japan International Cooperation Agency (JICA) under the Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects, aims to conserve forest resources in Lao PDR by promoting the efficient use of biomass resources through the application of the Yamasen Method, an efficient powdered charcoal production system. This study will be carried out in cooperation with the following agencies: the Institute of Renewable Energy Promotion, Ministry of Energy and Mines, Renewable Energy and New Materials Institute, and Ministry of Science and Technologies (Lao PDR), and Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd., Kitakyushu Urban Centre, Institute for Global Environmental Strategies, and other partners (Japan).

The Yamasen Method produces powdered charcoal from non-timber biomass and agricultural wastes. This method can be used to produce high-quality charcoal locally at an affordable price, alleviate in-house smoke problems caused by the use of wood and low-quality charcoal for in-door cooking and heating, and increase income opportunities for farmers with the use of powdered charcoal for agriculture to increase productivity and through sales of unused charcoal on the market.

Herewith, both parties agree to the following terms in the joint conduct of the Study.

**Lao PDR:**

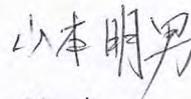
Thongkhanh Phimvilay  
 Director General  
 Institute of Renewable Energy Promotion  
 Ministry of Energy and Mines  
 Nong Born Road, PO Box 4708, Vientiane, Lao PDR



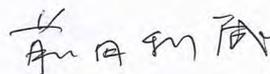
Mayty Vongkhamsao  
 Director General  
 Renewable Energy and New Materials Institute  
 Ministry of Science and Technology  
 Danxang Village, Xaythany District, Thangon  
 Road, Km 15, PO Box 2279 Vientiane, Lao PDR


**Japan:**

Akio Yamamoto  
 President  
 Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd.  
 678 Itagawa, Mito-Cho, Masuda-Shi,  
 Shimane-Ken, Japan



Toshizo Maeda  
 Deputy Director, Kitakyushu Urban Centre  
 Institute for Global Environmental Strategies  
 1-1-1-2F Hirano, Yahata-Higashi-Ku,  
 Kitakyushu-Shi, Japan



## 1. Objectives of the Study

This Study aims to:

- 1) Conduct field surveys to identify potential charcoal production sites and project partners by confirming the availability of raw biomass materials, and identifying users of charcoal products and types of construction materials; develop sustainable business models and cooperative models for communities by studying possible incomes and expenditures and capital costs for scaling up the pilot projects;
- 2) Market powdered charcoal and its production system for farmers and private companies that produce large amounts of biomass waste;
- 3) Survey the chemical and physical characteristics of charcoal in the market for comparison with Yamasen products and assist relevant government departments to be able to examine and monitor it by themselves;
- 4) Develop draft training manuals and fee-based programs on the Yamasen Method with a proper intellectual property protection system;
- 5) Develop a draft certification system of minimum standards for the Yamasen Method and products;
- 6) Organise one-week study visits in Japan for local stakeholders to learn about the Yamasen Method and the applications of products;
- 7) Organise stakeholder meetings in Vientiane to report on the progress and findings of the Study and facilitate collaboration; and
- 8) Develop a project proposal for the implementation of pilot projects using other JICA funding schemes.

## 2. Outline of the Study

The study team will conduct field surveys from November 2014 to June 2015. The final report will be submitted to JICA in September 2015. Members of the study team are below.

### Study team members (Japan):

1 <sup>st</sup> Survey (6 persons), November 2014	Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd.: Mr. Akio Yamamoto, Ms. Kinko Yamamoto, Mr. Yoshitaka Kitamura IGES: Mr. Toshizo Maeda, Ms. Junko Akagi Japan Techno Co., Ltd.: Ms. Kiyoko Takamizawa
2 <sup>nd</sup> Survey (6 persons), January 2015	Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd.: Mr. Akio Yamamoto, Ms. Kinko Yamamoto, Monju Co., Ltd.: Mr. Hayami Shimada IGES: Mr. Toshizo Maeda, Ms. Junko Akagi Japan Techno Co., Ltd.: Ms. Kiyoko Takamizawa
3 <sup>rd</sup> Survey (3 persons), March 2015	Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd.: Mr. Yoshitaka Kitamura IGES: Ms. Junko Akagi Japan Techno Co., Ltd.: Ms. Kiyoko Takamizawa
4 <sup>th</sup> Survey (7 persons),	Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd.: Mr. & Ms. Akio Yamamoto, Mr.

June 2015	Yoshitaka Kitamura Kyushu Institute of Technology: Prof. Yoshito Shirai IGES: Mr. Toshizo Maeda, Ms. Junko Akagi Japan Techno Co., Ltd.: Ms. Kiyoko Takamizawa
-----------	---

### Field survey schedule:

1 <sup>st</sup> Survey	Nov. 17-21	17 (Mon)	Min. of Energy and Mines: Confirm objectives, visiting schedule, and appointments Min. of Science and Technology: Visit potential pilot project site; confirm licensing system in Lao PDR JICA: Report visiting schedule
		18 (Tue)	Nam Ngiep 1 Dam: Visit dam construction sites and potential project sites; discuss potential collaboration
		19 (Wed)	Bolikhamxay Province: Visit timber factories and agricultural product processing companies
		20 (Thu)	Min. of Agriculture and Forestry: Discuss potential application of the Yamasen Method Visit private companies that produce biomass waste
		21 (Fri)	Nam Ngiep 1 Dam Environment Team: Discuss potential application of the Yamasen Method Min. of Energy and Mines: Report progress and confirm upcoming visiting schedule JICA: Report progress
2 <sup>nd</sup> Survey	Jan. 26-30	26 (Mon)	Pakxe: Visit potential partners (farmers and factories)
		27 (Tue)	Savannakhet: Visit potential partners (farmers and factories)
		28 (Wed)	Borikhamxay Province: Visit potential partners (farmers and factories)
		29 (Thu)	Nam Ngiep 1 Dam: Visit relocation site
		30 (Fri)	Meeting with Min. of Energy and Mines and Min. of Science and Technology: JICA: Report progress
3 <sup>rd</sup> Survey	Late March or mid-April	Follow up to the 2 <sup>nd</sup> survey	
Visiting Japan (4 persons)	May 23-31	Objectives: Help stakeholders understand the process and applications of the Yamasen Method and how products can be used by farmers and private companies	
		23 (Sat)	Depart Vientiane (Vientiane-Bangkok (night flight))
		24 (Sun)	Arrive Tokyo (morning), depart to Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd. in Shimane Prefecture by domestic flight and car
		25 (Mon)	Learn about the process and applications of the Yamasen Method at Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd. Visit users of charcoal (farms, factories)
		26 (Tue)	Same as above
		27 (Wed)	Same as above
		28 (Thu)	Travel to Hiroshima City (site visit)
		29 (Fri)	Travel to Takatsuki City; visit charcoal production site at

		Monju Co., Ltd. (Mr. Shimada) Travel to Kyoto City
		30 (Sat) Kyoto City (site visit) Travel to Kansai Airport
		31 (Sun) Depart Kansai (Kansai- Bangkok-Vientiane)
4 <sup>th</sup> Survey	Mid-June	Follow up to the 3 <sup>rd</sup> survey
Draft Final	July 13	Submit draft final report to JICA
Final Report	Sep. 21	Submit the final report to JICA (conclusion of the Feasibility Study and application for Demonstration Project)

\* The study members and the schedule may change to reflect the progress and findings of the field survey.

A total of four officials from relevant ministries including the Ministry of Energy and Mines, Ministry of Science and Technology and others will be invited to Japan in late May 2015 for approximately one week. The officials will visit Yamamoto Bio-Charcoal MFG Co., Ltd. in Shimane Prefecture and other related sites to learn how powdered charcoal is produced and is being used by farmers and other private companies. The persons attending this study visit will be determined after the 2<sup>nd</sup> survey in January 2015.

### 3. Roles and Responsibilities of Each Party

#### Japan:

- 1) Conduct field surveys to identify potential project sites for the application of the Yamasen Method in cooperation with the Ministry of Energy and Mines, JICA, and other stakeholders; cover expenses related to field surveys, including transportation and accommodation for accompanying officials from the Ministry of Energy and Mines; develop sustainable business models and cooperative models for communities by studying possible incomes, expenditures and capital costs for scaling up the pilot projects.
- 2) Survey the demand for powdered charcoal and availability of non-timber biomass and agricultural waste.
- 3) Survey the chemical and physical characteristics of charcoal sold in the market and compare quality with Yamasen products; survey the tests and systems in place to examine the quality of locally-available charcoal and recommend the establishment of an examination system with necessary equipment in the follow-up project proposal for monitoring the charcoal quality.
- 4) Develop draft training manuals and programs for the Yamasen Method with an intellectual property protection system in cooperation with the Ministry of Science and Technology.
- 5) Develop a draft certification system with minimum standards for the Yamasen Method and products.
- 6) Organise one-week study visits in Japan for four officials from Lao PDR and cover travel expenses, including flights, transportation, accommodation, and daily allowances.

- 7) Organise stakeholder meetings and cover expenses for the venue, food and beverages, and documentation; periodically report the progress of the study to the Director General of the Institute of Renewable Energy Promotion, Ministry of Energy and Mines.
- 8) Develop a project proposal for the implementation of the Yamasen Method in 2015 or later as an output of this Study; implement demonstration projects and start training-of-trainers if sponsors for construction and training have been identified during the Study.

**Lao PDR:**

**Institute of Renewable Energy Promotion, Ministry of Energy and Mines**

- 1) Function as the primary focal point of the Study; organise stakeholder meetings in coordination with relevant ministries and stakeholders as required.
- 2) Assign one official to attend the four surveys; coordinate meetings with relevant stakeholders and potential partners as required.
- 3) Assist the development of a pilot project proposal by providing necessary input.

**Renewable Energy and New Materials Institute, Ministry of Science and Technology**

- 1) Allocate potential project sites for the application of the Yamasen Method on Ministry property.
- 2) Use Yamasen charcoal to confirm its effects on plants, such as jatropa if a pilot project is developed during the Study.
- 3) Develop draft training manuals and programs for the Yamasen Method with an intellectual property protection system in cooperation with the Japan study team.
- 4) Develop draft certification system with minimum standards for the Yamasen Method and products in cooperation with the Japan study team.
- 5) Appoint appropriate officials to be the trainers for training sessions on the Yamasen Method and to certify the production system and final products.
- 6) Assist the development of a pilot project proposal by providing necessary input.

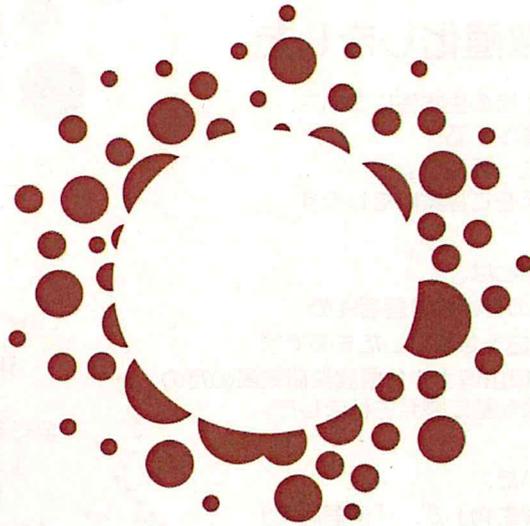
**4. Period of the Study**

The minutes of this meeting are valid until the end of the survey period, September 2015.

**Attachment:**

- Project outline (12 pages)





## 豊かな土の新指標 土壤微生物多様性・活性値

株式会社 DGCテクノロジー

※弊社に断りなく資料の一部または全部を複製、転載することを固く禁じます

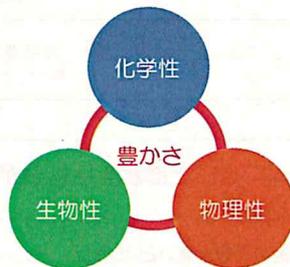
DGC Technology Inc.

1

### 「土の豊かさ」とは

土壌の豊かさを表す3つの視点

- ・ **化学**  
 pH、窒素、リン酸、カリ、ミネラル、腐植など
- ・ **物理性**  
 粒状、堅さ、水はけ、水持ちなど
- ・ **生物性**  
 微生物、小動物など



化学・物理・生物性3つが揃って始めて豊かな土壌といえます

土の豊かさは、化学性、物理性、生物性の3つで表します。豊かな土作りのためには、土壌の化学性、生物性、物理性の3つを評価する必要があります。しかし、今まで土壌の生物性を測る方法は、ほとんどありませんでした。



### どうして土壌の生物性は測れなかったのか？

- 土壌微生物の世界は科学的に未踏の領域でした。
- ・ 機能... 組合せの数が多すぎて群として調べら数... 土壌1グラム当たり億~兆の数存在
  - ・ 種類... 土壌1グラム当たり千種以上、殆どが新種
  - ・ 個々の機能... 見える数の百分の一以下しか培養出来ない
  - ・ 群としてのれない
- 現実的に、微生物一つ一つを調べてそのすべての機能を特定するのは不可能です。また、それぞれの微生物の相互作用を調べるのも、場合の数天文学的数字となり不可能です。



直径約1 μmの点が土壌懸濁液中で遺伝子DNAを持った土壌細菌

DGC Technology Inc.

2

## 世界で初めて 土壌の生物性を数値化しました

DGCテクノロジーは、土壌の生物性について  
より迅速・安価に測定する  
「土壌微生物多様性・活性値」  
という新しい技術をご提案いたします

土壌微生物多様性・活性値とは、  
土壌中微生物群集の有機物分解活性の  
多様性と活性の高さを数値化したものです  
独) 農研機構・中央農研 横山博士や各県農業研究員の方の  
20年にわたる研究成果を基に開発されました。

従来の科学が問題にしていた、  
土壌に「何の種類の微生物」が、「何個居て」  
「何をしているか？」を敢えて問いません

土壌の微生物「群集全体」が、  
「どれだけ速く」「どれだけ多様な有機物」を分解できるか？  
を問います (特定の菌の検出や菌数・菌量を測るものではありません)

微生物の有機物分解能に着目した、非常に科学的で客観的な方法です。

DGC Technology Inc.

3

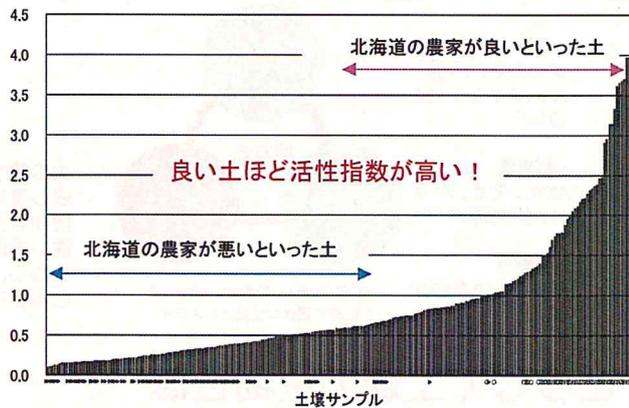


発想の転換！  
全く新しい評価方法  
にチャレンジ  
しています

## 良い土と 土壌微生物多様性・活性値の関係

農家は長年の経験から、農産物がよく育つ「良い土」を認識しています。その一方で「悪い土」があることも理解しています。農家の感覚で「良い土」「悪い土」を選んでいただき、それぞれの土の土壌微生物多様性・活性値を測ったところ、農家が良いと認識している土は高い値が、そうでない土は低い値がでました。

(独) 中央農業総合研究センター・横山博士調べ



## おいしさと 土壌微生物多様性・活性値の関係

同一圃場における小松菜の肥料別栽培試験

	糖度	硝酸態窒素 (単位:ppm)	土壌微生物 多様性・活性値
対照区	5.6	248	579,929
堆肥10t区	5.9	224	1,057,746
化成肥料区	4.4	5,028	288,656

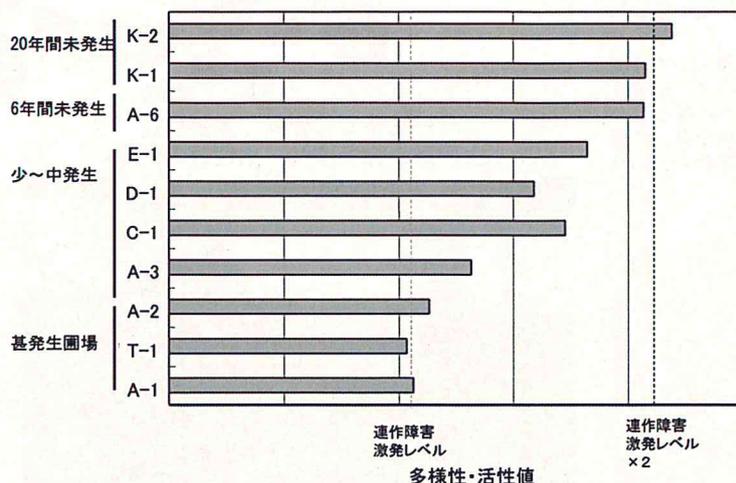
よい堆肥で育った野菜は、糖度は高く、残留硝酸態窒素は少なく、土壌微生物多様性・活性値は高くなります。逆に、化成肥料で育った野菜は、糖度は低く、残留硝酸態窒素はとて多く、土壌微生物多様性・活性値は低くなります。

※ (株) 三功、(財) 日本土壌協会、(独) 中央農業総合研究センターなどとの共同研究結果

DGC Technology Inc.

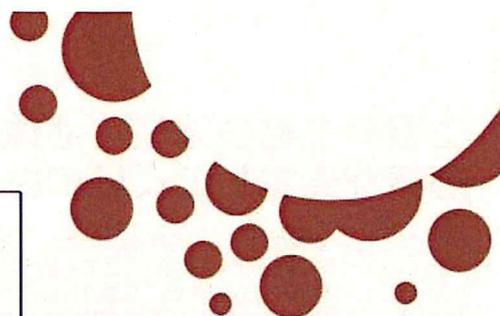
4

## 土壤病害と 土壤微生物多様性・活性値の関係



トマトの青枯病の発病程度と土壤微生物多様性・活性値の関係  
新潟県・(独)中央農業総合研究センター 調べ

土壤病害を起こさない土壌では、土壤病害が激発する土壌に比べて、高い土壤微生物多様性・活性値を有していることが明らかになります。



O地区におけるN作物の萎ちょう病の発生と土壤微生物多様性・活性値の関係

## 土壤病害と 土壤微生物多様性・活性値の関係

もともと土壤微生物多様性・活性値が高い土で土壤病害が発生しにくいことは分かっていましたが、人為的に土壤微生物多様性・活性値を高めることにより、綿腐病を抑制することができました。

ベニバナインゲン綿腐病の発生と土壤微生物多様性・活性値の関係

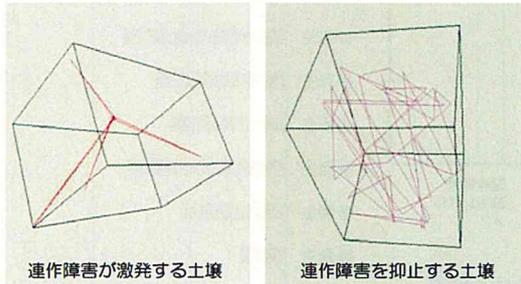
	試験区 1	試験区 2	試験区 3
発病株率(%)	19.2	69.2	100
土壤微生物多様性・活性値	1,069,672	382,835	444,960

片倉チッカリン株式会社、茨城県農業総合センター農業研究所との共同試験



# 土壌微生物多様性・活性値の高い土で病気が発生しにくいのはなぜか？

微生物の多様性が高く、活性の高い土は、あらゆる有機物は微生物によって分解され、とても競争的な環境です。病原菌のみがぬくぬくとはびこることが難しくなっています。土壌微生物の多様性の高い土では、病原菌がないというわけではなく、一人勝ちできないということです。



連作障害が激発する土壌  
殆どの微生物は同じ有機物分解機能をもった中心点に集中

連作障害を抑制する土壌  
同じ有機物分解機能をもった微生物は殆どいないため、均等に分散

## H地方のホウレンソウ連作土壌の例

出典「非計量多次元尺度構成法への期待と新しい視点」  
中央大学 田口善弘・慶應義塾大学/イリノイ大学 大野克嗣  
農業技術研究機構 北海道農業研究センター 横山和成

同一圃場での春菊の根張り  
と土壌微生物多様性・活性値の関係



土壌微生物多様性・活性値 611,275

土壌微生物多様性・活性値 1,303,391

生物性が良好な土は団粒構造が発達して適切な空気と水を植物に与えます。土中の有機物も微生物が分解することで栄養分として植物に供給されます。こうした環境で育った植物はとても健康的で、根が良く張り、病気にかかりにくくなります。

DGC Technology Inc.

7

# 正しい有機農業を行うために

近頃、未発酵の畜産糞や生ごみなどを堆肥として販売する業者が増えていいます。そういった資材は有機であるとはいえ、土壌微生物に悪影響を及ぼし、却って土を壊してしまいます。長く続けることのできるような、正しい有機農業の目印として、土壌微生物多様性・活性値をご利用いただけます。

<正しい有機農業を行うと慣行栽培圃場よりも生物性は高まります>

圃場	土壌微生物多様性・活性値	備考
有機10年圃場	1,371,983	水稲品種:さいのかがやき、堆肥2t 菜種ぼかし施用
慣行栽培圃場	634,099	水稲品種:さいのかがやき、稲わら鋤込み

<正しい有機農業を行うと年々生物性は高まります>

圃場	土壌微生物多様性・活性値	備考
有機8年 (No1)圃場	1,092,095	
有機8年 (No2)圃場	1,086,078	
有機6年圃場	917,846	
有機転換中の圃場	724,817	有機転換2年目圃場
(参考) ぼかし肥料	3,024,371	米糠におから等混ぜたもの

※県の試験研究機関、(財)日本土壌協会、(独)中央農業総合研究センターなどの共同研究結果

※JAS有機栽培でも生物性が低い場合があります

実際の例)  
鶏糞1t/20a投入後、寝かさずですぐに作付

土壌微生物多様性・活性値  
396,336

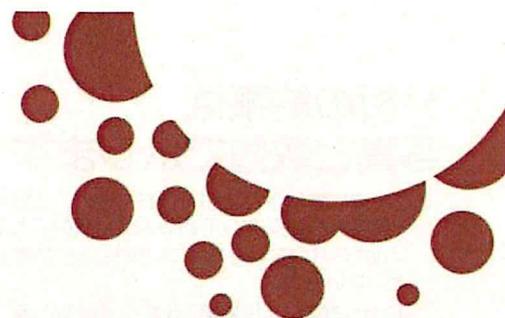
DGC Technology Inc.

8

# ふかふかで物理性の良い 土作りのために

埼玉県の茶農園 土壌硬度調査結果  
(土壌硬度の数値が小さいほど土は軟らかい)

	有機栽培30年	慣行栽培(近接)
土壌硬度 深さ10 cm	10	13
15	12	15
20	17	19
微生物多様性・活性値	1,363,414	946,853



土の生物性を改善すると、団粒構造が出来て、土の物理性も改善します。微生物がバランス良く豊かにいる土はふかふかで、植物の根の発達も非常に良いです。

(財) 日本土壌協会、  
(独) 中央農業総合研究センターなどとの  
共同研究結果

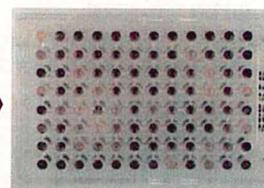
## ミミズのいる土は良い土ってホント？



(株)豊徳様のご協力により、菌床くずと牛糞を混ぜて寝かせただけのもの、それをミミズが食べてフンになったものとの土壌微生物多様性・活性値を調べました。結果、ミミズのお腹を通ると値は6倍以上に！ミミズがいる畑の土が豊たというのは本当だったのですね。



土壌微生物多様性・活性値  
273,270



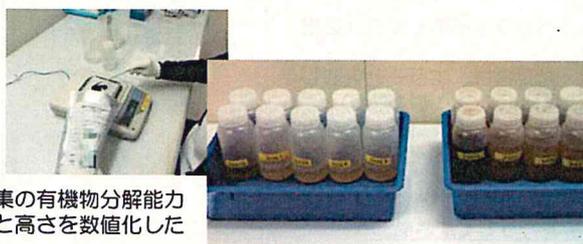
土壌微生物多様性・活性値  
1,880,240

DGC Technology Inc.

9

## どのように分析するのか？

土壌微生物群集の有機物分解パターンの多様性とスピードから土壌の生物性を客観的に評価します

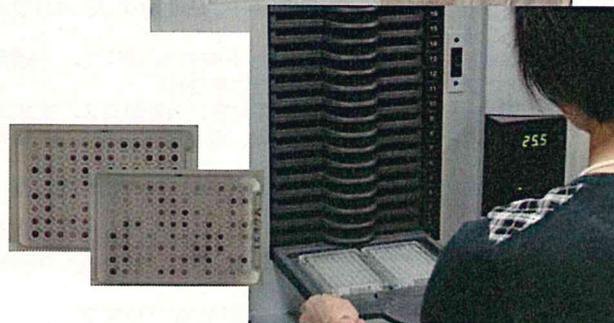


微生物群集の有機物分解能力の多様性と高さを数値化したものです。

95種類の異なる有機物（微生物のエサ）が入った試験用プレートに、サンプル土壌入れて、専用のロボットで15分間隔、48時間連続的に、各有機物が分解される速度を調べます。

微生物によって分解できる有機物の種類は異なりますので、たくさんの種類の有機物が分解できたということは、たくさんの種類の微生物がいるということになります。また、有機物の分解速度が速いということは、それだけ微生物が活発に働いているということになります。こうして、微生物の多様性と活性との両方を合わせて計測した値が、土壌微生物多様性・活性値となります。

※国際特許出願番号 PCT/JP2010/051329



DGC Technology Inc.

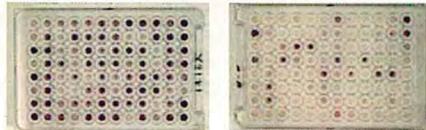
10

## 分析の結果は 写真と数値で示します

現在までに蓄積されたデータをもとに、土壤微生物多様性・活性値の目安としておおよそ以下のことがいえます。

- ・ 100万～10万 土壤ではない資材などで微生物がほとんどいないもの
- ・ 10万～30万 土壤消毒を続けている土壤、病気が多発している土壤
- ・ 30万～50万 農薬・化学肥料を乱用している土壤
- ・ 50万～70万 慣行栽培土壤（ごく平均的な土壤）、通路、裸地など
- ・ 70万～100万 土作りが比較的うまくいっている土壤
- ・ 100万～130万 豊かな土壤、農産物がおいしい、病気が起こりにくい
- ・ 130万～150万 大変豊かな土壤、農産物が大変おいしい、ほぼ病気が起きない
- ・ 150万～200万 極めて豊かな土壤、害虫が少なく、少肥料・少除草で栽培可能
- ・ 200万～ 土ではなく、ボカシや質の良い堆肥など ※値は補正をかけているためマイナスに出ることもあります。

生物的に豊かな土      生物的に貧しい土



土壤微生物多様性・活性値      土壤微生物多様性・活性値  
1,576,605      256,395

DGC Technology Inc.

11



## 分析タイプ

土壤微生物多様性・活性値分析は、通常分析および簡易分析の2つの方法で行います。

### <通常分析>

土壤サンプルを2枚のプレートに分注し、バリファイチェック（2枚のプレートの結果を比較）を行います。

2枚のプレートの分析結果が著しく異なった場合は、エラーと判断して無料で再分析を行います。（エラー以外の再分析については有償）

詳細データを記録しながら分析します。オプションで詳細データを用いたグラフをご確認いただけます。オプションでMDS解析をご利用いただけます。

**メーカー様および、農家様におかれましても資材試験、試験研究、外部報告などに利用される場合は、必ず通常分析を行ってください。**

### <簡易分析>

土壤サンプルを1枚のプレートのみに分注し、バリファイチェックをせずに分析します。

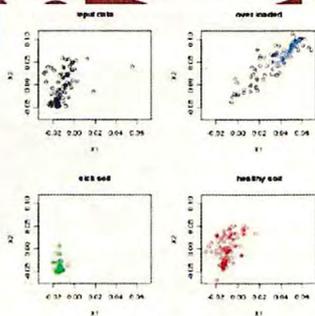
詳細データは分析中のロボット内でのみ利用し、別途取り出しませんのでオプションをご利用いただけません。

プレートの不具合、機械の不具合、人為的ミス、サンプルのむらなどエラーの判定はできませんので、あくまで目安として結果をご利用ください。

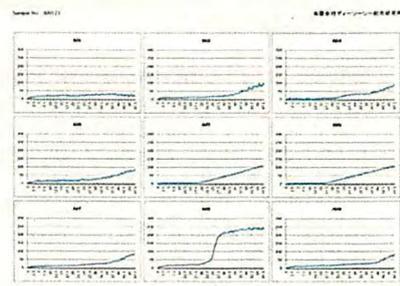
結果にご納得いただけない場合の再分析は、再度、同様の費用が発生します。

ほぼ原価で作業させていただくため、分析結果の再発行や、メールでの結果送信、領収書発行など、ルーチンワーク以外の作業が発生する場合は、別途費用をいただきます。

**農家様の土づくりの目安にお使いいただけます。**



MDS解析の例



詳細データを用いたグラフの例

DGC Technology Inc.

12

## 納期および価格

### <納期>

受け付けは毎週月曜・火曜（いずれも祝日を除く）に行います。火曜午前中までにサンプルが弊社新潟ラボに到着しない場合は、翌週の受付となりますのでご了承ください。（サンプルは適切に保管すれば2週間程度保管できますので、翌週回しになっても分析結果に影響はありませんのでご安心ください）

受付の翌週より（いずれも祝日を除く）順次ご報告書を発送いたします。（輸送機関3～4日）

お急ぎの場合は事前にご相談ください。日・祝日稼働することで、最短、5営業日で分析できる場合もあります（通常分析のみ対応）。

### <価格>

価格はすべて消費税抜きの価格です。別途消費税を申し受けますのでご了承ください。

項目	オプション	価格(円)
土壌微生物多様性・活性値 通常分析 (1サンプルあたり) ※サンプル数が多い場合はお値引き可能	オプションなし	30,000
	詳細データを用いたグラフ	プラス 3,000
	MDS解析	プラス 5,000
	詳細データを用いたグラフ、MDS解析	プラス 6,000
土壌微生物多様性・活性値 簡易分析 (1サンプルあたり)	-	12,800
	分析結果の再送付 手数料	プラス 500
	分析結果のメール送信 手数料	プラス 500

※ 分析結果の個別コンサルについては別途料金となります。価格につきましては、内容によって大きく異なりますので、ご希望の内容を明記の上、お問い合わせください。

### <ご注文方法>

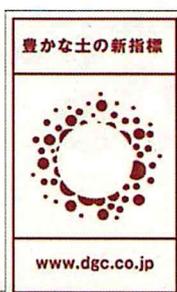
ご注文の際は別途ご注文用紙に、ご住所、お名前、お電話番号、サンプル数、分析方法、オプションの有無などを記載の上、弊社までE-mailまたはFAXにてご連絡ください。

受注後、サンプルを入れるためのバッグ、サンプルの送付方法などをご送付させていただきます。

DGC Technology Inc.

13

## Soilマークで ほんものの「おいしさ」アピール



Soilマークは豊かな土の新指標です

土壌微生物多様性・活性値の高い土で育った農産物  
および農産加工品であることを示しています



有名百貨店、ネット販売、直売所、直接販売、レストランなどで、Soilマーク商品のアピールや販売を展開しています

自然に過度の負荷を加えずに持続・再生可能な生産活動を行う、環境保全型農業。

それらを単なる理想に終わらせないためには、収益性を備えていなければなりません。

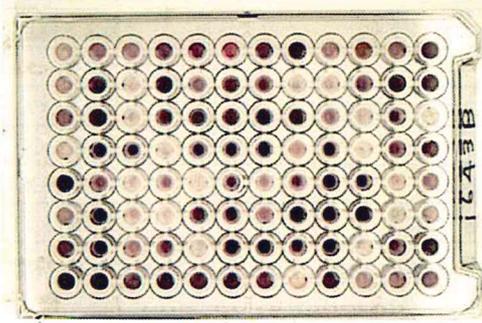
DGCテクノロジーでは「Soil Project」として、Soilマーク商品のマーケティングを行うことで、農業と環境、経済の、Win-Winの関係を目指します。

DGC Technology Inc.

14

## ご利用いただいている農家さんの声 (その1)

豊かな土壌を維持するためには、無農薬・無化学肥料栽培だけでなく、大豆を途中に入れた輪作体系が必要だとおっしゃる岩手県畠山さん。実際に土壌中の微生物の多様性・活性値を測定してみたところ、大豆を作付けした畑はそうでない畑よりも高い値となりました。



畠山さんの輪作圃場の土壌微生物多様性・活性値を分析したプレート。  
土壌微生物多様性・活性値：1,437,349



有機栽培のショウガ、ニンニク、大豆などを輪作することで土づくりをし、大変良い農産物を収穫されています。大豆だけ焦点を当てればペイしませんが、大豆を取り入れたことで他の作物の品質が向上し、全体として収益性が確保できています。

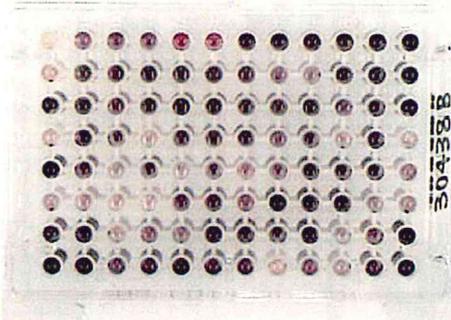
「昔から大豆を入れた輪作が大事だと言われていたが、本当かどうか確認したかった。分析によりこの説が数値で明確に表れ、自信がついた」ととても誇らしています。

DGC Technology Inc.

15

## ご利用いただいている農家さんの声 (その2)

「土壌微生物多様性・活性値分析の結果を見て、土壌中の微生物の種類と数が確実に増えていることが分かり、自分たちがやってきたことが間違いではなかったと実感しています」とおっしゃる金子さん。長年、有機農業に取り組んでこられた、環境保全型農業のカリスマです。



金子さんの水稲-小麦-大豆ブロックローテーション圃場の土壌微生物多様性・活性値を分析したプレート。  
土壌微生物多様性・活性値：1,680,376



自家製堆肥や廃油の再利用など、大自然から与えられたものを無駄なく使う「自然エネルギー循環型有機農業」を実践されています。

DGC Technology Inc.

16

## ご利用いただいている 企業の皆様（一部）



**サントリー酒類 株式会社 登美の丘ワイナリー ・ サントリーワインインターナショナル 株式会社**  
オーガニックワインの原料となるぶどうの土づくりの指標として、微生物多様性・活性値分析をご活用いただいています。

**神鋼造機 株式会社**  
植繊機は草木類バイオマスを圧縮・混練しながら繊維を解繊・膨潤処理し資源化する機械です。  
植繊機で処理された竹堆肥などの評価のために、微生物多様性・活性値分析をご活用いただいています。

**有限会社 三功**  
優れたリサイクル技術を持ち、「平成21年度食品リサイクル推進環境大臣賞」奨励賞を受賞した会社です。  
食品リサイクル堆肥の評価に、微生物多様性・活性値分析をご活用いただいています。

**富士見工業 株式会社**  
土づくりにこだわり、土壌改良資材・堆肥を製造している会社です。土壌改良資材や堆肥の生物性の評価に、微生物多様性・活性値分析をご活用いただいています。

**株式会社 ミライエ**  
堆肥化装置の製造販売をしている会社です。ミライエさんの堆肥化装置を利用して製造した堆肥の評価に、微生物多様性・活性値分析をご活用いただいています。

**有限会社 ヤードウエスト浜松**  
高品質の堆肥製造・販売に加え、CSRのコンサルテーションを行う会社です。堆肥自体の評価、堆肥を施肥した圃場の生物性の評価に、微生物多様性・活性値分析をご活用いただいています。

**株式会社 アレフ(びっくりドンキー)**  
環境保全型農業や冬みず田んぼプロジェクトに取り組まれており、生物多様性の目印として弊社の分析をご活用いただいております。

※その他、多数の企業様にご利用いただいております。

DGC Technology Inc.

17

## よくある質問と回答（1）



Q1. 土壌微生物多様性・活性値の値の違いはどのように評価するのか。  
30万が悪くて、40万の方が良いということなのか？

A1. 数値が大きければ大きいほど、土壌中の微生物は多様で有機物分解活性が高いと評価できます。値が大変低い土壌は、生物性に何らかの問題があり、値が高い土壌は生物性が良好で土壌病害を起こしにくく、生産物の質が良い傾向にあります。なお、短期的な収量と値との相関はありません。短期的な収量は、化学肥料の投入などで窒素分が高いほうが高くなります。また、多様な雑草が圃場もしくは周辺に多い場合も高くなります。値の高さのみを追求するのではなく、生産性・作業性等を考慮しながら、目指す目標値を決めていただくのが現実的です。

Q2. 土の中には良い微生物、悪い微生物がいると思うが、それがどれくらいいるのか分かるのか？

A2. いいえ、分かりません。土壌微生物多様性・活性値分析は特定の菌を同定したり菌数を調べる分析ではありません。

土づくりに取り組んでこられた農家さんの中には、土の中での病気が発生しないような、とてもよい土を作ってこられた方々がいらっしゃいました。はじめは、そういった土には、特別に有効な微生物が多数いるのだと思われていたのですが、国や県の研究機関が実際に調べてみたところ、そうではなく多様な微生物がとても活発にいたのです。

大切なのは土壌微生物のバランスだということがわかりました。スーパー微生物が土を良くしているわけではなかったのです。そこで、土壌中の微生物の多様性と活性を評価しようという研究が15年間にわたりおこなわれて、その結果できた値がこの土壌微生物多様性・活性値です。この値は、様々な有機物がどれだけ勢よく分解されたか、という結果を評価した、とても客観的で科学的な方法です。

Q3. 地域によって微生物の種類が違うのでは？

A3. 大切なのは土壌微生物のバランスです。地域によって微生物個々は異なってるでしょうが、分解された結果のバランスを見るという点ではそれは関係なくなります。どの地域でも多様性・活性値の高い土は生物的に豊かな土です。

DGC Technology Inc.

18

## よくある質問と回答（2）

Q 4. 砂地では、土壌微生物は少なく、土壌微生物多様性・活性値は低くなると思われるが、りっぱな農産物ができている。どのように理解したらよいのか？

A 4. 砂地でも高い土壌微生物多様性・活性値を出す土壌も多く見られます。

土づくりに取り組んで団粒構造を作り上げている農家があり、そういった土壌では高い土壌微生物多様性・活性値が出ます。逆に、砂地でなくても化学物質の乱用によって団粒構造を失っている土も多くあり、風が吹けば土ぼこりが舞いあがり、砂地よりもひどい砂嵐のようなものが起こる畑もあります。このような土の土壌微生物多様性・活性値は低くなります。石の多い、一見がらがらの畑でも、土づくりに取り組んでいる畑の土壌微生物多様性・活性値も高いです。

土質によらず、土壌微生物多様性・活性値が大きければ大きいほど、土壌の生物性は高いといえます。

Q 5. 堆肥を通常の2～3倍以上大量に投入すると作物は育たないが、土壌微生物多様性・活性値は高く出るのはないか？

A 5. いいえ、土づくりは堆肥を多く入れればできるというものではありません。質の良い堆肥を必要量投入するのが大切です。今までの分析の結果、微生物の育っていない土壌に一度に大量の堆肥を入れた場合、却って値は下がることが分かっています。また、質の悪い堆肥を投入した場合、年々土壌微生物多様性・活性値は下がっています。

堆肥の投入はコストと労力がかかり、また投入後の失敗を取り戻すには大変長い時間がかかります。圃場にあった堆肥とその施肥量を調べるために、土壌微生物多様性・活性値をご活用いただいております。

Q 6. 土壌微生物多様性・活性値は、季節変動があるのではないのか？どの季節に土壌をサンプリングしたらよいのか？

A 6. 現在のところ、季節によって特に大きな違いはないようです。むしろ植物の発達段階によって差があります（根が良く発達している時期は高くなる）ので、そちらをご考慮ください。分析中は25℃にキープして微生物の活性を見ており、寒い間眠っている微生物も起きだしますので、それについても評価することとなります。

DGC Technology Inc.

19

## 会社概要

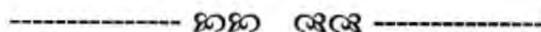
代表取締役	櫻本 直美
本社所在地	300-2667 茨城県つくば市中別府591-163
サイトURL E-mail	http://www.dgc.co.jp E-mail dgc@dgc.co.jp
本社電話番号	029-896-4602
本社FAX	029-896-6066
新潟ラボ所在地	959-0109 新潟県 燕市 分水向陽 5-43 DGC新潟ラボ
新潟ラボ電話番号	0256-77-5022
設立年月日	平成25年10月4日
資本金	3,000,000 円
目的	1. 農業及びその他の分野における土壌分析その他各種分析及び未来予測サービス並びにコンサルティング 2. ソフトウェアの開発・販売 3. 講演会・講習会の開催等の学術・教育・交流事業 4. 農産物及びその加工品の販売 5. 農業用資材及び土壌改良剤、肥料、農薬の販売 6. 園芸品、園芸資材、園芸添加剤の販売 7. 園芸品、園芸資材並びに園芸添加剤の販売 8. 食料品、飲料品、酒類の販売 9. 服飾雑貨、和洋小物類の販売 10. 前各号に付帯関連する一切の事業

DGC Technology Inc.

20



Lao People's Democratic Republic  
Peace Independence Democracy Unity Prosperity



Ministry of Energy and Mines

Ref. 1197/MEM  
Vientiane Capital, date 31 AUG 2015

**Agreement on  
Establishment of Technical Working Group for Efficient Bio-Charcoal Project in Lao PDR**

- Pursuant to the Prime Minister's Decree No.372/PM, dated 21 October 2011, on the role and responsibility of the Ministry of Energy and Mines;
- Pursuant to the Regulation of the role and responsibility of the Institute of Renewable Energy Promotion (IREP) No. 0543/MEM, dated 10 May 2012;
- With the reference to the Minutes of Meeting (MM) between the Institute of Renewable Energy Promotion (IREP) and the Renewable Energy and New Material Research Institute (RENMI) with Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd. dated 30 January 2015.
- With reference to the letter of IREP No.639/MEM. IREP, dated 12 August 2015;
- With reference to the proposal of the organized departments and officials.

**The Minister of Energy and Mines issues a Agreement:**

**Article 1.** Agree established the technical working group (Bio-Char) efficiency in Lao PDR as follows:

- |                                  |  |             |
|----------------------------------|--|-------------|
| 1. Mr. Seurmksam Thummavongsa    | Deputy Director of IREP, Ministry of Energy and Mines  | Team leader |
| 2. Mr. Khamsing Saiphouvong      | Deputy Director of Energy and Mines, Bolikhamxay Province  | Team leader |
| 3. Mr. Houmpheng Thuermbounmy    | Deputy Director of RENMI, Ministry of Science and Technology   | Team leader |
| 4. Mr. Thongath Phaivanh         | Deputy Director of DOF, Ministry of Agriculture and Forestry   | Team member |
| 5. Dr. Sengpaserth Rasabandith   | Deputy Director of DAEC, Ministry of Agriculture and Forestry  | Team member |
| 6. Dr. Somboun Xayavong          | Deputy Director of NAFRI, Ministry of Agriculture and forestry   | Team member |
| 7. Mr. Sulaphone Inthavong       | Head of Forest Regeneration Service, Department of Forest Resource Management, Ministry of Natural Resources and Environment | Team member |
| 8. Assoc. Prof. Korakan Pasomsuk | Professor of Engineering Faculty, National University of Laos  | Team member |
| 9. Mr. Khamman Sopraseurth       | Acting Head of Energy Efficiency and Conservation Division, IREP, Ministry of Energy and Mines                               | Team member |

**Article 2.** The Institute of Renewable Energy Promotion (IREP), Ministry of Energy and Mines is assigned to coordinate with other relevant governmental agencies, organizations and all members of technical working group as above to elaborate and implement this Agreement strictly and effectively.

**Article 3.** This Agreement enters into force from the date of its signature. Other Regulations, Decisions and Orders issued previously with provisions in conflict to this Agreement are nullified.

**Minister of Energy and Mines  
Dr. Khammany Inthilath**

CC:

- Department of Organisation and Official
- All members
- Copyright

24 June 2015

Ministry of Science and Technology

**Request for Using the Land of Renewable Energy and New Materials Institute  
for Operating a Biochar Training Center**

Dear Sir / Madam,

We are pleased to inform you that the Feasibility Study for Efficient Charcoal Production System in Lao PDR (hereinafter the Study) funded by the Japan International Cooperation Agency (JICA) under the Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in Official Development Aid (ODA) Projects has almost completed the Study and drafted a project proposal for the next phase with active involvement of your respective ministry. The Study has been carried out by Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd., Institute for Global Environmental Strategies and other partners in Japan in cooperation with the Institute of Renewable Energy Promotion (IREP), Ministry of Energy and Mines, Renewable Energy and New Materials Institute (RENMI), Ministry of Science and Technology and other counterparts in Lao PDR aiming to develop an ODA project proposal for conserving forest resources in Lao PDR by promoting the efficient use of biomass resources through the application of the Yamasen Method, and efficient biochar production system.

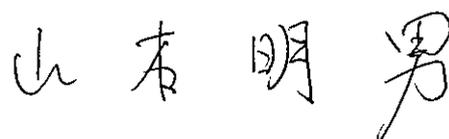
The Study proposes to setup a biochar training facility of the Yamasen Method at the compound of RENMI located at Tha Gnon Road, Km 14, Danxang Village, Xaythani District, Vientiane, upon approval of the 2<sup>nd</sup> phase project proposal by JICA which will be submitted in October 2015 and expected to start operation in early 2016, to organize hands-on biochar production training courses for willing partners in Lao PDR. The required land area for the training facility is about 1,500m<sup>2</sup> (30m x 50m) comprising a standard-sized Yamasen furnace (5m x 7m x 2m), storage spaces for the raw materials, final products (biochar) and equipment, and operational spaces for crushing the raw materials, sieving the biochar and hauling the raw materials and biochar. The training facility needs an access to water and power and set apart from residential areas to avoid claims on the noise and smokes during the operation.

Upon approval by JICA, the construction cost of the training facility will be borne by the project team and necessary technical advice for setting up and operationalize the facility will be provided by the project team, whereas the RENMI is expected to nominate one official to be the manager and more than two officials to be the trainers of the training facility who would be required to participate in a few months training course at Yamamoto

Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd. located in Shimane Prefecture, Japan, in 2016 and subsequent on-site trainings at RENMI and other project sites. In cooperation with the project team, the RENMI is also expected to prepare a training manual of the Yamasen Method in Lao language, develop a certification system of the Yamasen Method which has a patent in Japan (patent number: 5117548) and being applied for an international patent (PCT/JP2013/070306 filed on 26 July 2013; International Publication Number: WO 2015/011828) including in Lao PDR to protect its intellectual property and ensure the quality products, and confirm effects of the biochar on plants in cooperation with other relevant ministries and departments. The training facility owned by JICA during the project period will be transferred to the Government of Lao PDR upon completion of the project and agreement on the terms with the Government of Japan.

Herewith, the Study team requests a general agreement of your ministry to allocate a certain area of RENMI compound for the training facility during the proposed project period upon approval of the 2<sup>nd</sup> phase project proposal.

Sincerely,

Handwritten signature in black ink, consisting of four characters: 山, 本, 明, 男.

Akio Yamamoto

President

Yamamoto Bio-Charcoal MFG., Co., Ltd.

Attachments:

1. Minutes of Meeting on Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects: Feasibility Study for Efficient Charcoal Production System in Lao PDR, 30 January 2015
2. Meeting Document of the 4<sup>th</sup> Field Survey on 22-25 June 2015

## **JICA Feasibility Study on Efficient Charcoal Production System in Lao PDR Meeting Document: 4<sup>th</sup> Field Survey on 22-25 June 2015**

The Feasibility Study for Efficient Charcoal Production System in Lao PDR (hereinafter referred to as the Study), funded by the Japan International Cooperation Agency (JICA) under the Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in Official Development Aid (ODA) Projects, aims to develop an ODA project proposal for conserving forest resources in Lao PDR by promoting the efficient use of biomass resources through the application of the Yamasen Method, an efficient biochar<sup>1</sup> production system. This study has been carried out in cooperation with the following agencies: the Institute of Renewable Energy Promotion (IREP), Ministry of Energy and Mines; Renewable Energy and New Materials Institute (RENMI), Ministry of Science and Technologies in Lao PDR; and Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd., Institute for Global Environmental Strategies, and other partners in Japan.

The Yamasen Method produces high-quality biochar locally from non-timber biomass and agricultural wastes at an affordable price which could alleviate in-house smoke problems caused by the use of wood and low-quality charcoal for in-door cooking and heating and has a potential to increase incomes of farmers by using the biochar for farms to increase the productivity and through sales of unused biochar in the market.

### **1. Objectives of the Study**

This Study aimed to:

- 1) Conduct field surveys to identify potential biochar production sites and project partners by confirming the availability of raw biomass materials and identifying users of biochar; develop a sustainable business model and a cooperative model for communities by studying possible incomes and expenditures and capital costs;
- 2) Market biochar and its production system for farmers and private companies that produce large amounts of biomass waste;
- 3) Survey the chemical and physical characteristics of charcoal sold in the market locally for comparison with Yamasen products and assist relevant government departments to be able to examine and monitor them;
- 4) Develop draft training manuals and fee-based programs of the Yamasen Method with

<sup>1</sup> A solid material obtained from thermochemical conversion of biomass in an oxygen-limited environment. Biochar can be used for a range of applications as an agent for soil improvement, improved resource use efficiency, remediation and/or protection against particular environmental pollution and as an avenue for greenhouse gas (GHG) mitigation. In addition, to be recognized as biochar, the material has to pass a number of material property definitions that relate both to its value (e.g., H/Corg ratios relate to the degree of charring and therefore mineralization in soil) and its safety (e.g., heavy metal content).

*Adapted from: Lehmann, J., and Joseph, S. (2015). Biochar for Environmental Management: An Introduction. In: Biochar for Environmental Management - Science and Technology, 2nd edition. J. Lehmann and S. Joseph (eds.). Routledge.*

- an intellectual property protection system;
- 5) Develop a draft certification system of minimum standards for the Yamasen Method and its products;
  - 6) Organise one-week study visits in Japan for local stakeholders to study the Yamasen Method and the applications of products;
  - 7) Organise stakeholders meetings in Vientiane to report the progress and findings of the Study and facilitate collaboration among partners; and
  - 8) Develop a project proposal for implementation of pilot projects using other JICA funding schemes.

## 2. Schedule of the Study

The study team conducted field surveys from November 2014 to June 2015. The final report will be submitted to JICA in September 2015. Members of the study team are listed below:

### Study team members (Japan):

1 <sup>st</sup> Survey (6 persons), 17-21 November 2014	Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd.: Mr. Yamamoto, Ms. Yamamoto, Mr. Kitamura IGES: Mr. Maeda, Ms. Akagi Japan Techno Co., Ltd.: Ms. Takamizawa
2 <sup>nd</sup> Survey (6 persons), 26-30 January 2015	Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd.: Mr. Yamamoto, Ms. Yamamoto Monju Co., Ltd.: Mr. Shimada IGES: Mr. Maeda, Ms. Akagi Japan Techno Co., Ltd.: Ms. Kiyoko Takamizawa
3 <sup>rd</sup> Survey (5 persons), 6-9 April 2015	Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd.: Mr. Yamamoto, Ms. Yamamoto IGES: Mr. Maeda, Ms. Akagi Japan Techno Co., Ltd.: Ms. Takamizawa
Study visit in Japan (4 persons), 23-31 May 2015 [5 visitors from Lao PDR]	Yamamoto Bio-Charcoal MFG. Co., Ltd.: Mr. Yamamoto, Ms. Yamamoto IGES: Ms. Akagi Japan Techno Co., Ltd.: Ms. Takamizawa
4 <sup>th</sup> Survey (3 persons), 22-25 June 2015	Kyushu Institute of Technology: Prof. Shirai IGES: Mr. Maeda, Ms. Akagi Japan Techno Co., Ltd.: Ms. Takamizawa

## 3. Features of the Yamasen Method

The proposed biochar production technology, for which the Yamamoto Bio-Charcoal MFG Co., Ltd. has a patent (patent number: 5117548) in Japan and an international patent being applied (PCT/JP2013/070306 filed on 26 July 2013; International Publication Number: WO 2015/011828 A1, [Attachment 01](#)), is called the “Yamasen Pool-type Furnace to Produce Charcoal (or the Yamasen Method).” The Yamasen Method is used to produce biochar by heating non-timber biomass at high temperatures between 600 and 1,000 degrees Celsius. Unlike

traditional closed charcoal furnaces, the input and extraction of the raw materials to produce charcoal are simple and work-efficient because of the use of an open and flat, pool-type furnace. Work can be made even more efficient when using general-purpose machinery, such as wheel loaders or backhoes.

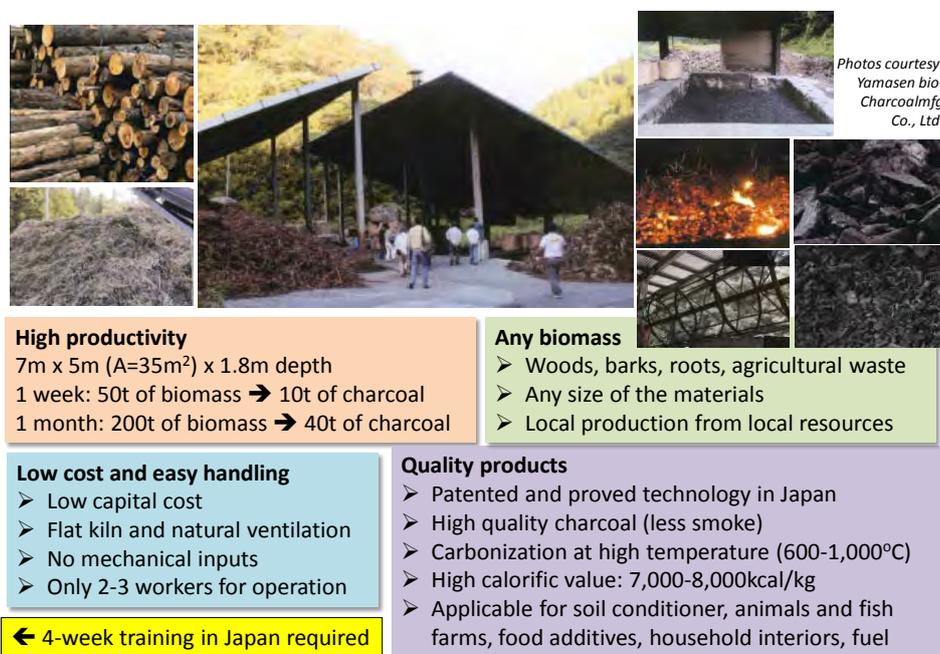


Figure 1 Features of the Yamasen method

The furnace is constructed of 90-cm concrete blocks, steel plates, U-shaped gutters, and a burner. Materials can generally be procured and processed locally. The production process is highly efficient: about 40-50 tonnes of raw materials can be converted into about 10 tonnes of charcoal over a period of a week using one flat furnace with a standard structure of 7 m (L) X 5 m (W) X 2 m (D). If the supply of raw materials to produce charcoal is more than 50 tonnes, it is possible to connect two flat furnaces to one burner in order to increase production capacity.

The raw materials to produce charcoal need not be limited to timber; it is also possible to use non-timber wood, such as wood shavings, pruned twigs, tree bark, and roots, as well as bamboo and agricultural waste such as corncobs, sugar cane fibres, and empty fruit bunches of oil palms. Large raw materials to produce charcoal can be finely crushed using a crusher or other machine. This reduces gaps between the raw materials when placed in the furnace, and allows them to be layered compactly.

The process is repeated over the period of one week: raw materials in the furnace are ignited and new raw materials are added to block the combustible parts from the open air. Water content evaporates and new raw materials can be added after the volume is reduced. Since charcoal continues to be produced at the surface of separation between the fire and the raw

materials, it will not burn and become ash (although special techniques to control this are needed). The speed of charcoal production can be slowed by reducing the emissions from the burner at night. Night work can be decreased by adjusting the input of raw materials the next morning, for example, which can be managed during regular working hours. Using this method, the entire production process can be managed with only a few people.

The final product is in powder-form (biochar) and is sorted by size using a sieve to allow it to be shipped in accordance with its intended application. The high-quality biochar has a calorific value of 7,000 to 8,000 kcal/kg, which is almost equivalent to the calorific value of coal. The biochar also has a fixed carbon rate of more than 80%, and therefore, does not emit soot and dust when burned. It is also possible to use the biochar directly in stoves (although stoves would need to be converted to use the biochar). The biochar can also be processed into briquettes by adding carbohydrates, such as tapioca, as a glue substance.

As charcoal is generally porous, it can improve the condition of soil. Biochar is easy to scatter because it is powder, and can easily be applied to agricultural use. The biochar can also improve the acidity of the soil because the pH is alkaline due to carbonization at temperatures as high as 600 to 1,000 degrees Celsius. In addition to agricultural use, the biochar can eliminate odours and improve meat quality by adding it to livestock feed, and can also be used as a feed additive for farmed fish and to improve water quality. Similar expansion of these types of applications can be expected in Lao PDR with the introduction of this high-quality biochar at low costs.

#### **4. Proposed Project Outline**

After conducting a series of field surveys, the study team identified the following project for implementation in the 2<sup>nd</sup> phase under another JICA scheme:

##### **1) Pilot project at a hydraulic dam construction site**

The study team found that there is a high potential of Yamasen Method application at hydraulic dam construction sites because of the availability of a large volume of biomass when the project clears the dam site and for the access roads. For example, at Nam Ngiep 1 Dam in Bolikhamxai Province about 150km away from Vientiane to the north-east being constructed since late 2014 for the targeted operation in early 2019, the dam clearing site and access roads in total cover an area of about 70km<sup>2</sup>. Suppose 100kg of biomass collected per 100m<sup>2</sup> area, the amount of available biomass will be 70,000 tonnes, which can produce theoretically 14,000 tonnes of biochar (suppose 20% output from the total input). Suppose a standard-sized furnace (5m x 7m x 2m) with production capacity of 10t/week was installed, it is good for running for 1,400 weeks, or 28 years.

Nam Ngiep 1 Dam also needs to resettle a total of about 3,000 residents to a newly developed site with rice paddy and other farms with 400 hectares area each. Suppose 2 tonnes per hectare (200kg/ha/year @ 10 years) of biochar was applied to these farms to improve the soil quality, the total amount used will be 1,600 tonnes which is about 10% of the expected total production, thus the residents can use the rest for cooking, heating and feeding animals and fish or sell it to the market for income generation.

Since currently there are more than 20 hydro power plants operating and more than 80 being constructed or under the pipeline in the country, there is a high potential of applying the same in these sites.

### Dimension and cost of the facility

One work station of the Yamasen Method requires a space of about 1,500m<sup>2</sup> (30m x 50m) including a standard-sized furnace (5m x 7m x 2m), storage sites for raw materials, final products (biochar) and equipment, sieving space, and operational space for hauling as shown in Figure 2. If required, the furnace can be doubled to increase the capacity by connecting to the same burner when there were enough raw materials and space for expansion.

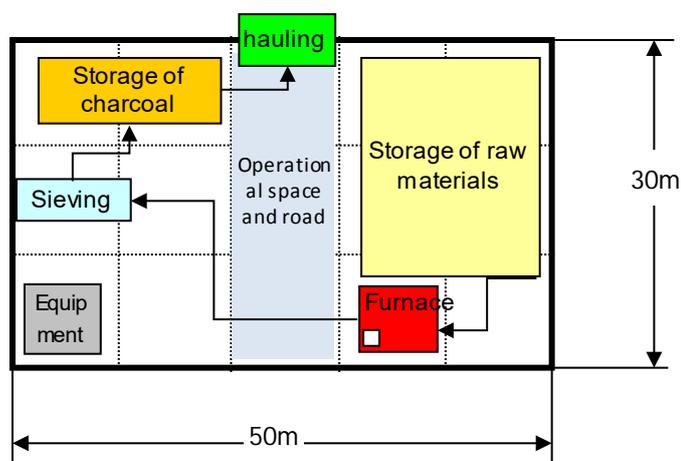


Figure 2 Work station of the Yamasen Method (required area: 1,500m<sup>2</sup>)

To construct a standard-sized Yamasen furnace (5m x 7m x 2m) consisting of concrete blocks (90cm thickness), U-shape gutters, steel plates, concrete foundation works, a drainage pump, a water supply system, a burner, a chimney, and civil works, it costs about USD30,000 in total. Installation of the roof and prefabricated storage stations cost additional USD35,000 and small second-hand machineries including a backhoe, a crusher and a truck another USD35,000. Including all, the minimum total capital cost is about USD100,000. If the pavement of the entire work space of 1,500m<sup>2</sup> and installation of roofs and walls for the

storage sites included, the capital cost will increase further.

### Required training for the operation

Although the structure of the Yamasen furnace is simple, operation and maintenance of it requires knowledge and experiences based on proper trainings. As shown in Figure 3 Yamamoto Bio-Charcoal MFG Co., Ltd. provides a 4-week training in Shimane Prefecture, Japan, as a standard course for JPY1.5 million (USD12,500) per person including the accommodations and meals but excluding the transportation costs. Subsequent on-site supervision for a furnace setup and operation and maintenance which could last for 3-4 weeks cost additional JPY2.5 million (USD20,800) including the patent licensing fee and technical guidance but excluding actual travelling and accommodation costs. In addition, subsequent on-site technical guidance for every few months for quality management and trouble-shooting costs JPY200,000 (USD1,700) per week which could recurrent for a year. After all, acquiring the technology takes 6-12 months and another few years' experiences with usage of various materials under various conditions are required to be an expert.

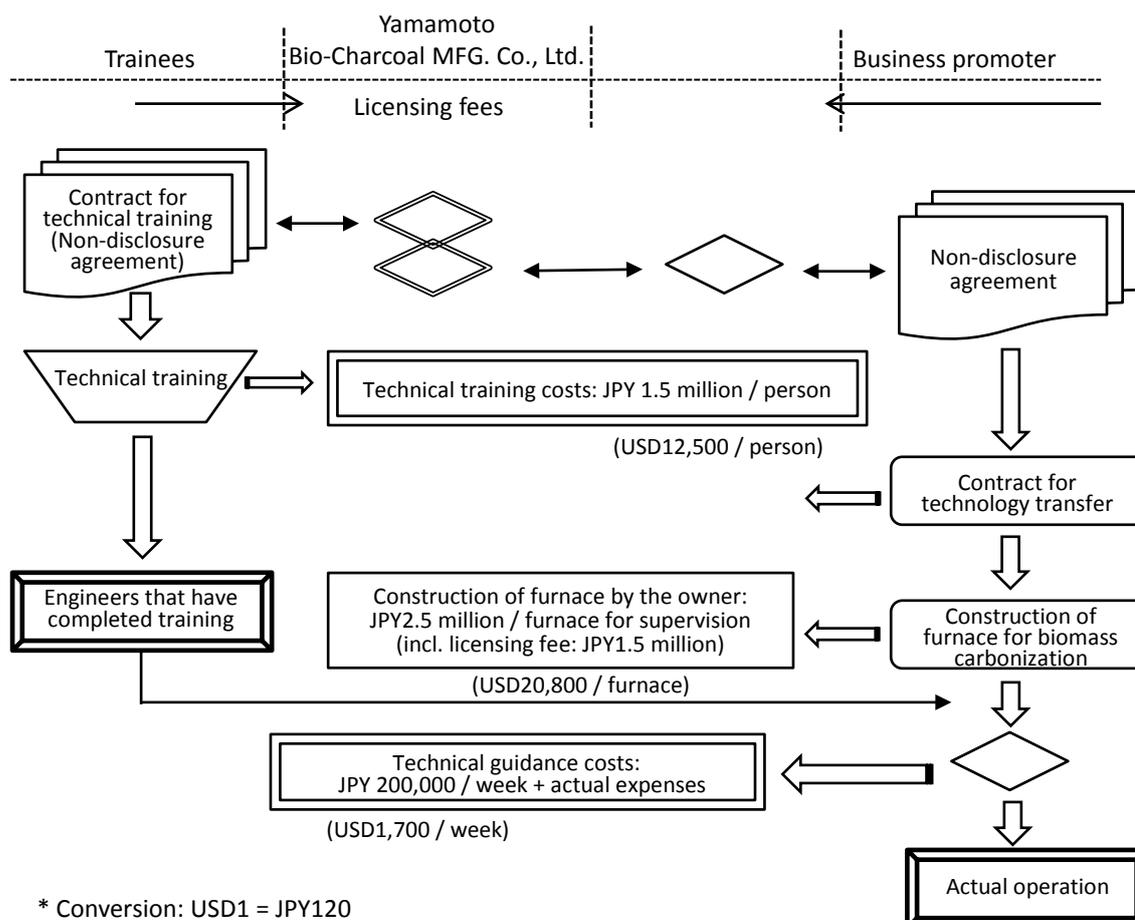


Figure 3 Training fees of the Yamasen Method

### **Business model of the pilot project**

As shown above, minimum **capital cost** for the furnace setup is about **USD100,000**.

As for a 4-week technical training in Japan, it costs about USD12,500 (=JPY1.5 million) plus USD2,000 for travelling costs, thus USD14,500 per person. Suppose two persons attend the training with one interpreter (Lao – Japanese) for the entire course (USD10,000 = USD300/day @ 30 days + USD1,000 for travelling and others), the total cost is USD39,000. Including the subsequent on-site supervision for the furnace setup and operation and maintenance (USD20,800) and 4 times of on-site inspections (USD12,000 = (USD1,700/week + USD1,300 for travelling and others) @ 4), the entire **training, supervision and inspection** costs about **USD71,800**.

As for the **operation and maintenance** of the furnace, suppose one manager (USD1,000/month) and two workers (USD300/month) work for that with additional expenses for the utilities (water, fuel and electricity: USD250/month) and maintenance of the small machineries (backhoe, crusher and truck: USD250/month), it costs USD2,100/month, or **USD25,200/year**. Here, the collection and transportation of the biomass to the furnace is not accounted in expectation of the dam construction company provides the service for the resettled residents' benefits.

Expected **annual income** for selling the biochar in the market is **USD54,000** assuming the production capacity is 30t/month (= 10t/week @ 3 times/month) and the unit selling price is USD150/t.

Thus, this business model can expect an **annual profit** of **USD28,800** and the **payback period** for the capital and training-related expenses is about **6 years (Attachment 02)**.

### **Expected support for upscaling the project**

In order to replicate a pilot project in other hydraulic dam construction sites, political support by the Ministry of Energy and Mines, such as recommending the similar approaches in ongoing or planned sites highlighting the efficient use of underutilized biomass resources for the benefits of the resettled residents, is inevitable. For that, the effect of biochar application on commercial crops and grains in terms of yield increase and strength against diseases (or less use of fertilizers and pesticides) must be examined scientifically in cooperation with other ministries including the Ministry of Science and Technology and the Ministry of Agriculture and Forestry.

### **Other potential partners for application**

Other than dam construction (power) companies, potential partners for applying the

Yamasen Method are food processing companies and large-scale agricultural farms where a large amount of biomass as well as demand for biochar as soil conditioner, fuel, or other usage exists. As the collection and transportation of the raw materials (biomass) and final products (biochar) is the financial constraint of the business model, proximity to both markets is essential. Here, as the business model is B-to-B (business-to-business) and the environmental and social impacts are limited, identification of the partners will be undertaken by Yamamoto Bio-Charcoal MFG Co., Ltd.

Other than that, there is a potential to apply the similar model in communities where there are enough biomass from forests or agricultural products which can bring about large environmental and social impacts in terms of sustainable forest management, increased yield of agricultural products, and income generation from biochar sales. However, as the capital and training-related expenses are large compared to the expected income, the business model must accompany with some subsidy scheme for the initial expense. During the second phase, the study team intends to explore the potential model in cooperation with relevant ministries and departments.

## **2) Training facility at RENMI, Ministry of Science and Technologies**

While a pilot project is implemented at a hydraulic construction site, the study team proposes to setup a training facility of the Yamasen Method at the compound of the Renewable Energy and New Materials Institute (RENMI), Ministry of Science and Technologies, located at Tha Gnon Road, Km 14, Danxang Village, Xaythani District, Vientiane. The training facility will have a similar layout plan (1,500m<sup>2</sup> = 30m x 50m, or a bit smaller) as shown in Figure 2 with a standard-sized furnace (5m x 7m x 2m) for accepting 4-week trainings. RENMI will train several trainers (experts) of the Yamasen Method who prepare a training manual in Lao language and supervise the training course under the guidance of Yamamoto Bio-Charcoal MFG Co., Ltd. Trainers of RENMI will have a 1-2 months training at Yamamoto Bio-Charcoal MFG Co., Ltd. in Japan, if the 2<sup>nd</sup> phase project proposal was approved, and learn from the furnace setup and initial operation at RENMI and a pilot project site. The outline of the operational manual is shown in Figure 4.

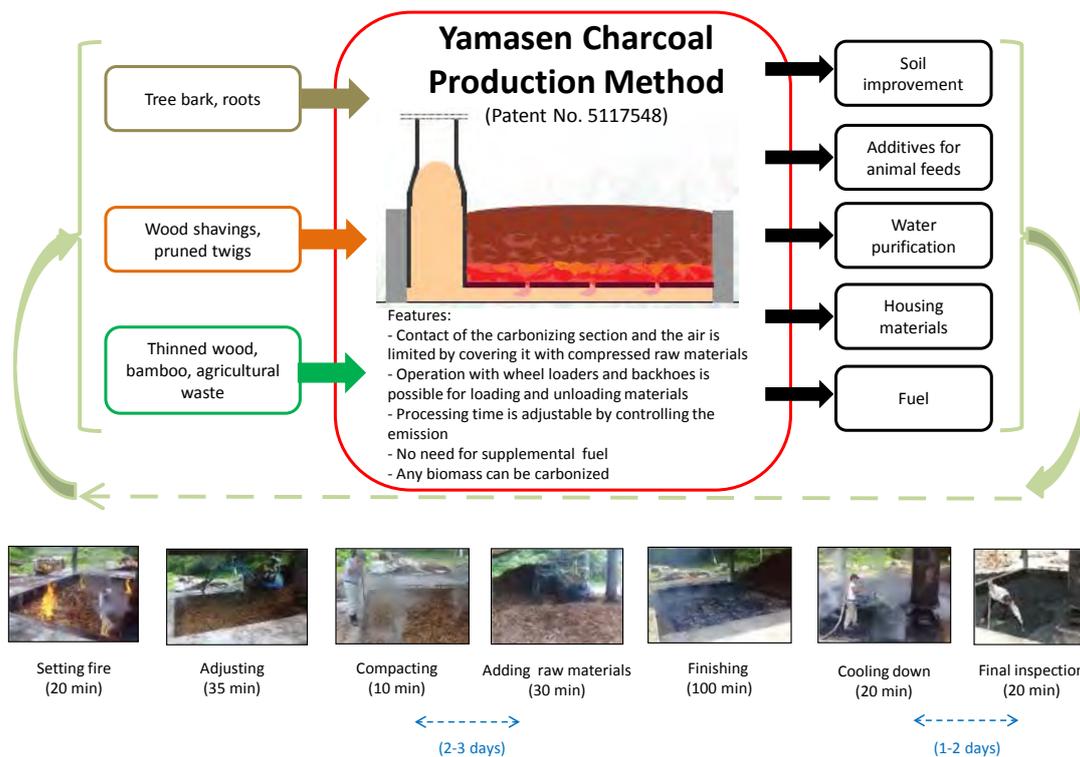


Figure 4 An outline of the Yamasen Method operational manual

### Quality management and a certificate system

In addition to the 4-week trainings at RENMI, RENMI trainers also supervise on-site furnace setup and initial operation and maintenance and subsequent inspection for the quality management of new project sites under the guidance of Yamamoto Bio-Charcoal MFG Co., Ltd. Suppose the 2<sup>nd</sup> phase project duration is three years, RENMI will gradually take over the role from Yamamoto Bio-Charcoal MFG Co., Ltd.

In order to inspect proper operation and maintenance of the furnace and production of qualified biochar, RENMI will prepare a quality management manual and a certificate system in cooperation with the project team with the following elements:

Chemical and physical requirements of biochar (tentative)

- Calorific value: more than 6,500kcal/kg
- Carbon fixation: more than 75%
- Ash content: less than 5%
- Moisture content: less than 10%
- pH value: more than 8

RENMI will also setup a laboratory and assign technicians to test these elements with the support from the 2<sup>nd</sup> phase project.

### **Intellectual property protection system**

As the Yamasen Method is a patented technology in Japan and being applied for an international patent including in Lao PDR, RENMI will cooperate in protecting the intellectual property by mandating the trainees to sign a contract which contains a confidentiality clause (**Attachment 03**) and inspecting unpermitted copies of the furnace. As stipulated in the contract document, the patent licensing fee is JPY1.5 million per furnace setup.

### **3) Implementation structure**

Implementation structure of the 2<sup>nd</sup> phase project will be similar to current one. On Japan side, while Yamamoto Bio-Charcoal MFG Co., Ltd. continues to be in charge of technology transfer and explore business partners in Lao PDR, Institute for Global Environmental Strategies (IGES) and Japan Techno Co., Ltd. cooperate to lead the project by coordinating relevant stakeholders under the supervision of the Japan International Cooperation Agency (JICA).

On Lao side, the Institute of Renewable Energy Promotion (IREP), Ministry of Energy and Mines, continues to be the main counterpart of the project by engaging other ministries and recommending hydraulic dam construction companies to adopt the biochar production technology. The Renewable Energy and New Materials Institute (RENMI), Ministry of Science and Technology, also plays a key role by hosting and managing the biochar production training facility. Cooperation with the Ministry of Agriculture and Forestry is also vital to examine the effect of biochar on plants scientifically. The National University of Laos may provide support to RENMI in terms of quality inspection of biochar and the Ministry of Natural Resources and Environment provides guidance to monitor the environment and social impact assessment of biochar production pilot projects.

All these stakeholders will be the members of the project committee chaired by the Ministry of Energy and Mines to manage the direction of the project.

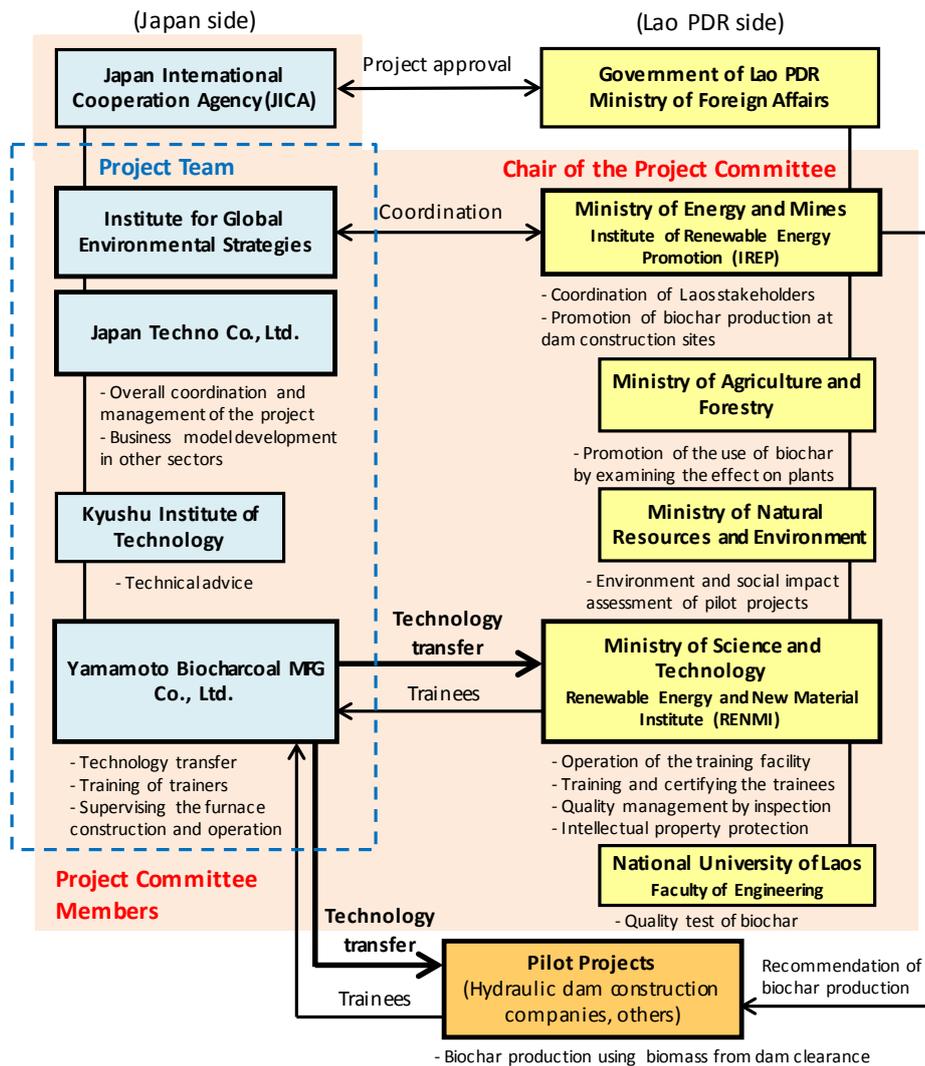


Figure 5 Implementation structure of the 2<sup>nd</sup> phase project

### Roles and responsibilities of each stakeholder

Table 1 illustrates the roles and responsibilities of each stakeholder for the main activities.

Table 1 Roles and responsibilities of each stakeholder  
(upon approval of the 2<sup>nd</sup> phase project proposal)

Item	Japan side (project team)	Lao side
<b>Pilot project</b>		
Land procurement		■ Dam construction company
Furnace setup and operation	■ Supervision, project fee	■ Cost-sharing by the Dam construction company
Training in Japan	■ Supervision, training fee	■ Cost-sharing by the Dam

		construction company
Collection and transportation of biomass		■ Dam construction company
On-site inspection	Inspection	■ Dam construction company
Coordination and up-scaling		Ministry of Energy and Mines
<b>Training facility</b>		
Land procurement	Request letter	■ RENMI
Furnace setup and operation	■ Supervision, project fee	In-kind contribution by RENMI
Training of trainers, incl. training in Japan	Supervision	RENMI
Training manual	■ Supervision	■ RENMI
Quality management and certificate system	■ Supervision, laboratory equipment	RENMI
Intellectual property protection	Supervision	RENMI
On-site inspection	Inspection	RENMI

■ Funding source

#### 4) Implementation schedule

Planned implementation schedule of the 2<sup>nd</sup> phase project is as follows (depending on the approval by JICA):

Table 2 Planned implementation schedule of the 2<sup>nd</sup> phase project

Month	Activities		Notes
Oct. 2015	Submission of the project proposal		
Dec.	Approval of the project proposal		
Jan. 2016	Inception Meeting		
Mar.	<b>Pilot project</b>	<b>Training facility at RENMI</b>	
	Start implementation	Start implementation	
April – May	Accepting trainees from a pilot project and RENMI in Japan		1-2 months
June	On-site furnace setup	On-site furnace setup	1 month
Aug.	Commencement of operation	Commencement of operation	
Sep.	Interim Meeting		
Oct.	Operation in full capacity	Start accepting trainees	
Dec.	Review of the 1 <sup>st</sup> year implementation		
2017	Pilot projects in 1 or 2 sites	Training and on-site inspection	
2018	Pilot projects in 1 or 2 sites	Training and on-site inspection	Handing over

※非公開



※非公開





## **Energy and Environment Partnership with the Mekong Region (EEP Mekong) Programme**

**Invitation to the EEP Mekong Stakeholder Meeting – Lao PDR**

**30<sup>th</sup> June 2015**

**9:30-12:00 hrs.**

**Main Meeting Room, 6<sup>th</sup> Floor**

**Institute of Renewable Energy Promotion  
Ministry of Energy and Mines**

**Vientiane, Lao PDR**



Vientiane, 19 June 2015

Dear Madam - Sir,

The Energy and Environment Partnership Programme with the Mekong Region (EEP Mekong) in cooperation with the Institute of Renewable Energy Promotion (IREP) team cordially invites you to participate in the first stakeholders meeting in Vientiane, Lao PDR.

The **Energy and Environment Partnership Programme with the Mekong Region (EEP Mekong)** is funded by the Ministry for Foreign Affairs of Finland and supports energy management related partners and clean energy projects in Cambodia, Lao PDR, Myanmar, Thailand and Vietnam.

Objective of the EEP Mekong Programme is to promote access to clean energy and to mitigate climate change by funding suitable projects in the Mekong region. The EEP Mekong Programme supports clean energy projects in the Mekong region since 2009 and has so far completed 32 projects with further 7 projects presently under implementation.

EEP Mekong applies innovative and sustainable financing mechanisms thru Result-based Financing (RBF), while enhancing business partnerships with energy agencies and project developers in the Mekong countries. The second phase of the EEP Mekong Programme started in November 2014 and will support clean energy projects in **Lao PDR** and other Mekong countries thru call-for-proposals starting in July 2015.

We cordially invite you to the **EEP Mekong Stakeholders Meeting for Lao PDR on 30<sup>th</sup> June 2015**, during **9:30-12:00 hrs**, held at the **Main Meeting Room, 6<sup>th</sup> Floor, Institute of Renewable Energy Promotion, Ministry of Energy and Mines, Vientiane**.

This meeting aims, besides introducing the EEP Mekong Programme to clean energy promoters in Lao PDR, to arouse your interest in cooperating with the programme in project development as well as co-financing of clean energy projects in Lao PDR.

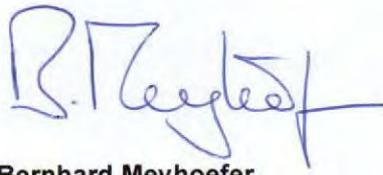
At the event, you will meet with representatives from the donor organisation, the Ministry for Foreign Affairs of Finland, members of the EEP Mekong Steering Committee as well as the team of the Regional Coordination Unit – placed in Vientiane. The agenda is attached for your kind reference and perusal.

We would be glad to receive your confirmation to participate in the Lao PDR Stakeholders Meeting by **Friday 26<sup>th</sup> June 2015** thru email at [dararat.weerapong@eepmekong.org](mailto:dararat.weerapong@eepmekong.org) or [ka\\_manh@yahoo.com](mailto:ka_manh@yahoo.com)

Should you need further information, please do not hesitate to contact **Ms. Dararat Weerapong**, Communication and Knowledge Management Coordinator – EEP Mekong Programme, at [dararat.weerapong@eepmekong.org](mailto:dararat.weerapong@eepmekong.org), - mobile phone : 020 54250441; or **Mr. Khammanh Sopraseuth**, Deputy Director of Energy Efficiency and Conservation Division and National Coordinator, EEP-Mekong – Lao PDR, Tel: 021-413012 E-mail: [ka\\_manh@yahoo.com](mailto:ka_manh@yahoo.com)

Looking forward to receive you at the Stakeholders Meeting.

Sincerely,



**Bernhard Meyhoefer**  
Programme Manager

Regional Coordination Unit (RCU)  
EEP Mekong Programme  
Vientiane, Lao PDR



**Thongkhanh Phimvilay**  
Director General

Institute of Renewable Energy Promotion  
Ministry of Energy and Mines  
Vientiane, Lao PDR



**Energy and Environment Partnership with the Mekong Region  
(EEP Mekong) 2<sup>nd</sup> Phase**

**Lao PDR Stakeholders Meeting**

**30<sup>th</sup> June 2015  
9:30-12:00 hrs.**

**Main Meeting Room, 6<sup>th</sup> Floor  
Institute for Renewable Energy Promotion  
Ministry of Energy and Mines**

**Vientiane, Lao PDR**

**Objective**

Introduction of content, approach and methodologies used in the 2<sup>nd</sup> Phase to extended stakeholders of the EEP Mekong Programme including confidence building for possible cooperation.

**Outcome**

Appreciation of the approach and methodologies and interest to cooperate with the EEP Mekong Programme in project development, co-financing and creation of synergies.

## Provisional Agenda

Time	Topic	Speaker
09:30	Registration and coffee break	
10:00	Welcome Speech	Mr. Thongkhanh Phimvilay Director General Institute of Renewable Energy Promotion, Ministry of Energy and Mines
10:10	Opening Remark	Mr. Marko Saarinen, Counsellor, Regional Cooperation, Embassy of Finland, Vietnam
10:20	Overview on Renewable Energy Policy and Plan in Lao PDR	Mr. Chantho Milattanapheng Deputy Director General Institute of Renewable Energy Promotion, Ministry of Energy and Mines
10:35	<p>Introduction to EEP Mekong Programme:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Portfolio of the EEP-Mekong Programme and impacts achieved during the 1<sup>st</sup> Phase of programme implementation</li> <li>2. Cooperation with EEP Mekong Programme: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programme organization</li> <li>- Result-based Financing (RBF) approach</li> <li>- Call-for-Proposal – criteria and application process</li> <li>- Project Life-Cycle</li> </ul> </li> </ol>	<p>Mr. Bernhard Meyhoefer, Programme Manager</p> <p>Mr. Cosme de Arana Business Support and Capacity Building</p> <p>EEP Mekong Programme</p>
11:15	Questions & Answers	Mr. Bernhard Meyhoefer Mr. Cosme de Arana Mr. Chantho Milattanapheng
12:00	Closing	

# EEP-Mekong – Phase 1 PORTFOLIO

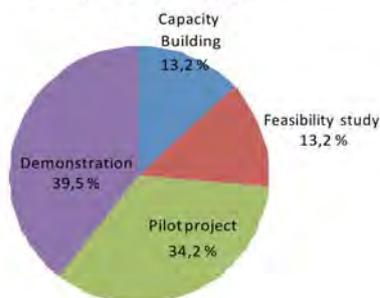
## Funded Projects

Bernhard Meyhoefer  
PM - RCU  
30-June 2015

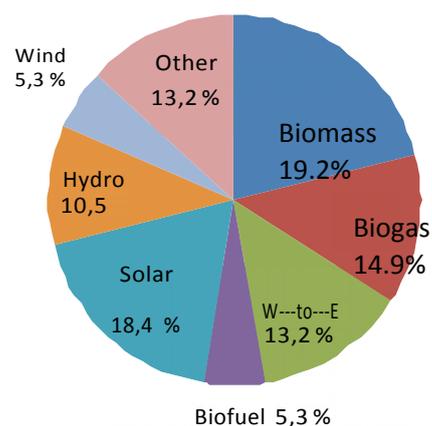


## Projects funded in EEP Mekong Phase-1

Projects by type



Projects by technical focus



## COUNTRY DISTRIBUTION

- **Lao PDR** **12 projects**
  - Cap-Building 4
  - Hydro (m/m) 3
  - Biogas 2
  - Bio-fuel 1
  - Wind 1
  - Solid w-mgmt 1

## COUNTRY DISTRIBUTION

- **Cambodia** **10 projects**
  - Solar 4
  - Cap Building 4
  - E-conservation 2
  - Biomass 1

## COUNTRY DISTRIBUTION

- **Vietnam** **9 projects**
  - Biogas 4
  - Cap Building 3
  - Bio-fuel 1
  - Biomass 1

## COUNTRY DISTRIBUTION

- **Thailand** **4 projects**
  - W-2-E 2
  - Cap Building 1
  - Biomass 1

## Replicability of projects

- **Criteria for selection**
  - Financially sustainable (beyond grant period)
  - Impacts verifiable
  - Business model applied
  - Application of proven/mature technologies
  - Minimum co-financing ratio applied
  - Meeting new CfP criteria

## Identified projects

- **TBEC Biogas Project (Lao PDR – 2-L-011)**
- Market introduction of medium-scale plug-flow biogas digester (Vietnam – 2-V-061)
- Off-grid Flow of the river Micro Hydro Power (Lao PDR – 3-L-068)
- **First Larger-scale Grid-connected Solar-PV (Cambodia – 4-C-040)**
- Community based integrated Solar Water Systems (Regional – 2-R-042)

## Starch waste as clean energy source and better environment in Lao PDR



**Partners:** Thai Biogas Energy Company (TBEC), National University of Laos, and EEP Mekong

**Action:** Installation of an industrial scale biogas plant, using wastewater from a cassava starch factory to produce biogas as energy source for the factory, replacing coal as energy source for starch drying

**Results:**

- clean energy source and improvement of environmental management (odor)
- reduction of greenhouse gas emissions by 40,000 tons CO<sub>2</sub> per year, equivalent to the exhaust of 15,000 cars; and registration as CDM project
- Reduction of energy cost of the starch factory & job creation for 18 qualified persons.

EEP Mekong fund contributed to improve the techno-economic feasibility of the biogas plant, which was built by applying strict international quality and safety standards.

## Clean energy in the education sector



**Partners:** Don Bosco Vocational School Sihanoukville, Kamworks, EEP Mekong

**Action:** installation of a 115 kWp roof mounted, grid-connected solar PV system, producing electricity equivalent to the demand of 3,500 people in Cambodia

**Results:**

- Clean & cheaper energy resource - reduction of the school's electricity bill of around 50,000 USD/year
- Reduction of green house gas emissions of about 1,500 tons CO<sub>2</sub>, equivalent to CO<sub>2</sub> absorbed by 30,000 trees during 10 years.

EEP Mekong funds contributed to overcome the feasibility gaps facing solar grid-connected projects in Cambodia, due to the absence of feed-in tariff regulations.



## Next steps

- Preparation of business case – best practice document
- Marketing of business case at Clean Energy forum (generation of investment interest – co-financing)
- Preparation of project proposal for/with identified investors



More information please contact

[bernhard.meyhofer@eepmekong.org](mailto:bernhard.meyhofer@eepmekong.org)  
[cosme.arana@eepmekong.org](mailto:cosme.arana@eepmekong.org)

Visit us

[www.eepmekong.org](http://www.eepmekong.org)

on behalf of



# Energy and Environment Partnership with the Mekong Region

EEP Mekong Phase-2

## STAKEHOLDER MEETING

Lao PDR – Vientiane – 30 June 2015



## Programme Overview

- **OBJECTIVE**  
**Improved livelihoods and climate resilience** in rural communities and semi-urban areas in the EEP Mekong countries through improved access and use of reliable, sustainable and affordable energy



## Organizational Structure

Close cooperation with clean energy related ministries in

- Cambodia
  - Lao PDR
  - Myanmar
  - Thailand
  - Vietnam
- Steering Committee members from these ministries
  - National Coordinators (NC) from these ministries

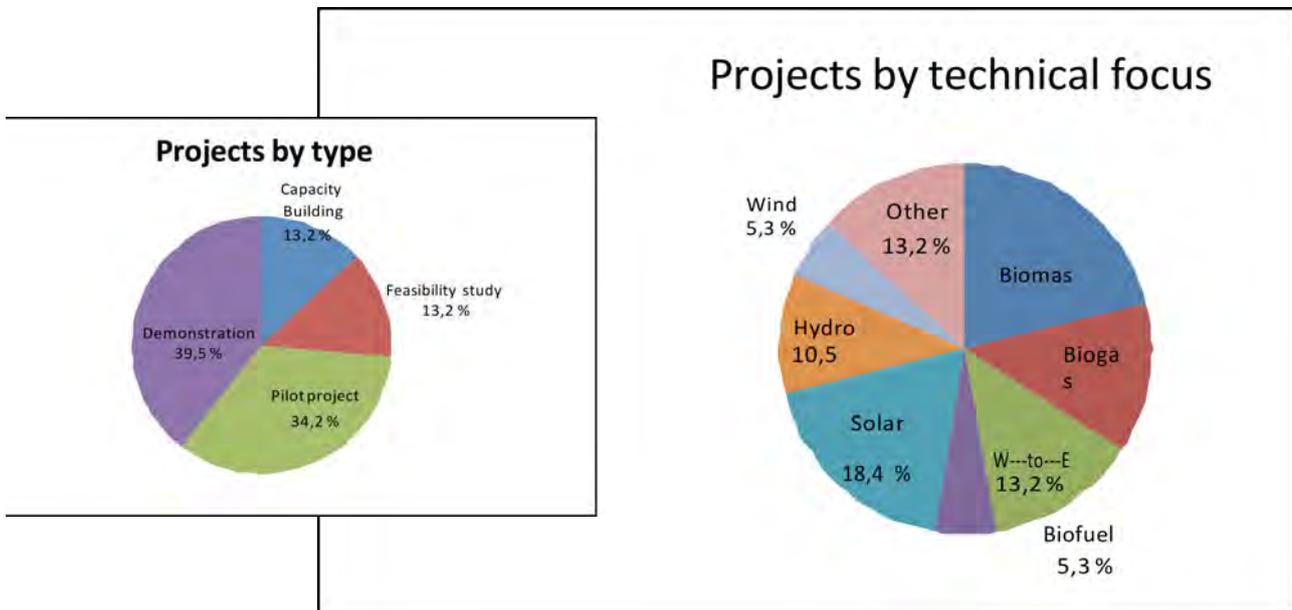
Planning and Coordination of Programme implementation

- Regional Coordination Unit (RCU) – Vientiane Lao PDR
- Linkage with NC

## Timeline of Programme Implementation



## Projects funded in EEP Mekong Phase-1



## Call-for-Proposals – July 2015

- EEP-Mekong seeks applications to support solid **access to sustainable energy projects that are close to commercial maturity and have prospects for scaling-up**
- EEP Mekong support -> **overcome specific market barriers** currently constraining private sector delivery of modern clean energy services to the poor



## Eligibility for Application

### Applicants

- **Private companies, NGOs, and sector associations (Lead Applicants)**
  - From the 5 Mekong partner countries, and Finland
  - Long term commitment to develop the projects
  - Proven access to sufficient capital to pre-finance all required investments (RBF)
- **Lead Applicants can partner with other organizations** to meet human resource requirements, financial capacity and technical capacity to implement the proposed project
  - A Lead Applicant can only be selected for 1 project
- **Excluded:**
  - Multilateral institutions
  - Development agencies
  - Trust funds



## Eligibility for Application

### Type of projects

- **Clear business plans**
- Potential for **replication / and or scaling up**
- Proven **technical feasibility, economic and financial sustainability, and commercial viability**
- Feature **socially inclusive business models, gender equality, climate resilience and poverty reduction**



## Eligibility for Application

### Type of projects

- **Categories:**
  - **Access to energy** in off-grid and/or rural areas (e.g. Solar Home Systems, domestic biogas, hydro or solar-powered mini/micro-grids).
  - **Large scale sustainable energy demonstration** projects which provide local knowledge and experience, and have potential for creating new markets (e.g. large biomass plants creating large number of jobs along the value chain)
    - *Applicants will have to submit evidence of how the project will initiate the market development*
- **Excluded:**
  - Studies, Planning Tools, Capacity Building / Training, BAU



## Eligibility for Application

### Technical focus

Biomass	Hydro power (up to 10 MW)	Energy Efficiency/Conservation
Biofuels (*Nonfood feedstocks)	Solar (PV and thermal)	Waste-to-Energy
Biogas	Wind	Hybrid (a combination of one or more technical focuses)

**National Focus:** The technical focus will be country-wise, according to the priorities defined for the different countries.

## Eligibility for Application

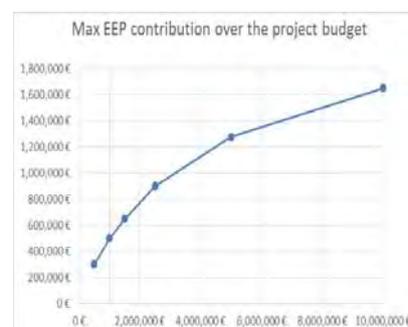
- **Geographic Coverage:** Cambodia, Lao PDR, Myanmar, Thailand, and Vietnam
- **Duration:** 30 months (\*Ending before May 2018)
- **Project Partners:** From the five Mekong Partner Countries, as well as Finland (promotion of Technology Transfer)
- **Exit and Sustainability Strategy:** Ensuring operations after the withdrawal of the EEP funding, showing at least five years cash flow projections and unit costs beyond sub-project exit.



## EEP-MEKONG CONTRIBUTION

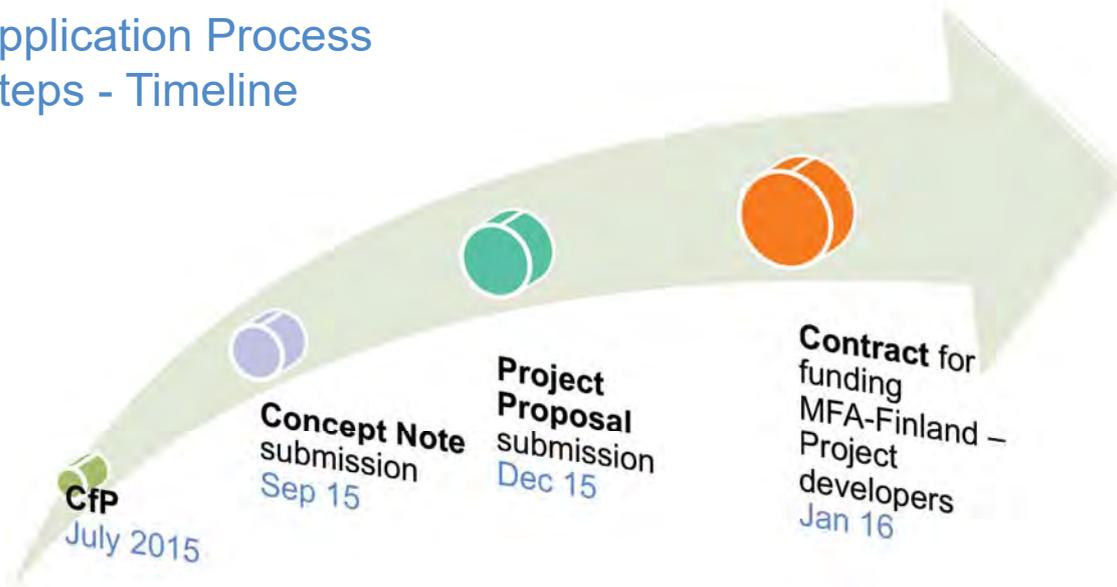
### EEP Co-Financing

Step	Project size up to	Maximum EEP co-funding	Minimum own contribution	Maximum EEP contribution over total project budget
1	500.000 €	300.000 €	200.000 €	60%
2	1.000.000 €	500.000 €	500.000 €	50%
3	1.500.000 €	650.000 €	900.000 €	40%
4	2.500.000 €	700.000 €	1.800.000 €	28%
5	10.000.000 €	1.000.000 €	9.000.000 €	10%



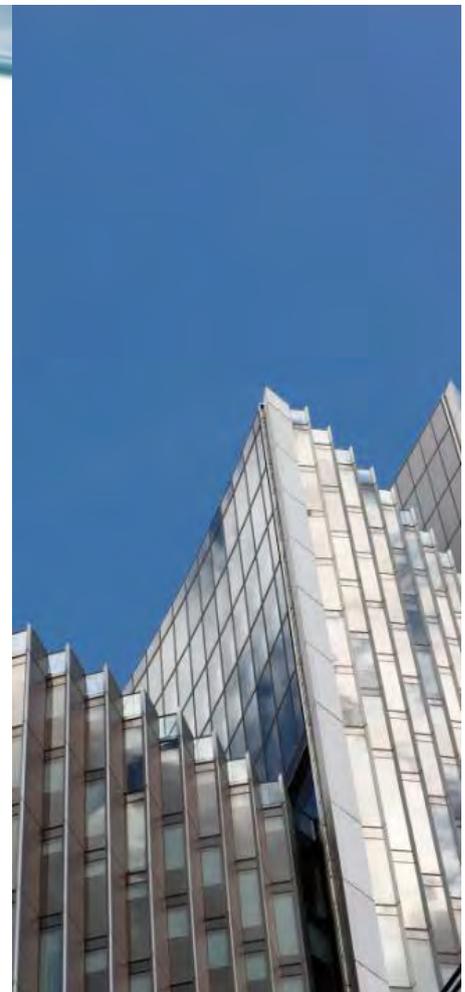
## From Call-for-Proposals to Funding Contract

### Application Process Steps - Timeline



## Funding Approach Result based Funding - RBF

- Project developers have to clearly indicate which of the **results** in their proposal will trigger the EEP incentive
- Eligible results are:
  - A. Increased **access** to sustainable energy services
    - number of households and/or businesses supplied with clean energy
  - B. Increased **renewable energy** generation or **energy saving**
    - kWh generated from renewable sources or saved by energy-efficiency improvement
- ❖ **combination** of both types of results is possible
- incentive is paid ex post **after delivery** of results
- no advance payment.
- but **milestone results** (e.g. completion of the installation of a RE system) can also be proposed by developers.



# ENERGY AND ENVIRONMENT PARTNERSHIP WITH THE MEKONG REGION (EEP MEKONG)

Phase II, 2014-2018

**The Energy and Environment Partnership with the Mekong Region (EEP Mekong) is part of the EEP Global programme funded by the Ministry for Foreign Affairs of Finland (MFA). EEP Programmes in other regions include South and Southeast Africa, Andean Region, Central America, and Indonesia, which is already completed.**

The EEP Mekong Programme is implemented since 2009. The first Phase of EEP was jointly funded by MFA and Nordic Development Fund, with a total budget of EUR 7.9 million. Through Calls for Proposals, the Programme provided funds to the implementation of 39 projects in four Mekong countries (Cambodia, Lao PDR, Thailand and Vietnam). Implementation of these projects have been carried out by about 75 project development organisations (private companies, institutions, universities etc.) primarily within the Mekong Region.

Through a total of four Calls for Proposal, EEP Mekong Regional Coordination Unit received 432 proposals. In the evaluation and selection process 39 projects received funding support from EEP Mekong. From the 4<sup>th</sup> call for proposal, there are 7 projects under implementation and to be completed during 2015. The Programme impacts benefit more than 50,000 beneficiaries. Out of the supported 39 Projects, 5 projects have proven to be upscaleable.

EEP Mekong Phase II is solely supported by MFA with a total budget of EUR 9.1 million. This contribution is part of the Government of Finland's Development Policy which aims to alleviate poverty and climate change mitigation by making access to sustainable energy a reality for all.

## Objective

EEP Mekong aims to improve access to reliable, sustainable and affordable energy while mitigating global climate change.

## Implementation Strategy

In Phase II, EEP Mekong will integrate the Result-based Financing and Human Right-based Approach into the overall programme as well as project implementation.

### 1. Calls for Proposal (CfP)

Two Calls for Proposals are planned for this phase. The focus is on private sector cooperation which is encouraged to be the lead implementation partner. Cooperation NGO/non-profit organisations, business association, etc. is possible if they are the junior project partner. Sustainability of the proposed clean energy projects and their potential for upscaling has to be formulated in business plans/models as part of the implementation approach.

### 2. Result-based Financing (RBF)

All project proponents have to clearly indicate how the support from the EEP Mekong Programme will trigger the development of clean energy related markets. EEP Mekong support is provided thru Result-based Financing (RBF) mechanism in which financial incentives are provided after pre-agreed milestones/results have been achieved and verified.

### 3. Human Right-based Approach

EEP Mekong integrates HRBA principles and Cross-Cutting Objectives in project planning and implementation. This includes important issues as participation, empowerment, non-discrimination, transparency, accountability, gender equality and climate sustainability in all aspects of Programme implementation as well as impact monitoring and evaluation.



## Programme Components

1. Mobilization of national and regional resources to implement sustainable and affordable rural energy solutions.
2. Support to renewable energy based rural energy access.
3. Capacity building and regional knowledge exchange.

## Organisational Structure

EEP Mekong works closely with clean energy related ministries in Cambodia, Lao PDR, Myanmar, Thailand and Vietnam. Representatives from these ministries are nominated as Steering Committee (SC) Members for the EEP Mekong Programme. The SC will meet twice a year to provide guidance and key decision on Programme implementation.

Planning and coordination of the EEP Mekong will be carried out and supported by the Regional Coordination Unit (RCU) which is based in Vientiane, Lao PDR.

**Calls for proposals will be organized to select projects having impacts on a large number of beneficiaries and with sufficient own funding resources.**

At the country level, National Coordinators (NC) which are closely linked with the RCU, support the promotion of Calls for Proposal in their countries, take an active role in monitoring and evaluation, as well as capacity building and information dissemination.

## Figures about EEP 1

Country: **4**  
 Budget: **EUR 7.9 million**  
 Donors: **2**  
 Calls for Proposal launched: **4**  
 Organizations participated: **75**  
 Proposal submitted: **432**  
 Project funded: **39**  
 Beneficiaries: **54,768**  
 Scale-up ability: **5 projects**  
 Secured fund for future work: **1 project**

**For more information, please visit our website:** [www.eepmekong.org](http://www.eepmekong.org)  
**Email:** [info@eepmekong.org](mailto:info@eepmekong.org)

**Visiting address:**  
 6<sup>th</sup> floor, Institute for Renewable Energy Promotion  
 Ministry of Energy and Mines  
 Nongbone Road, Vientiane, Lao PDR

**Mailing address:**  
 Regional Coordination Unit  
 EEP Mekong Programme  
 PO Box 4400  
 Vientiane, Lao PDR



## Balance of Payments of Yamasen Charcoal Furnace in Lao PDR (tentative)

## - A Proposal for Implementation and Operation at a Resettlement Site of a Hydraulic Dam

Furnace size: 5m x 7m x 2m

Production capacity: 10t/week (=30t/month) Input: 120t/month

[USD1 = JPY120]

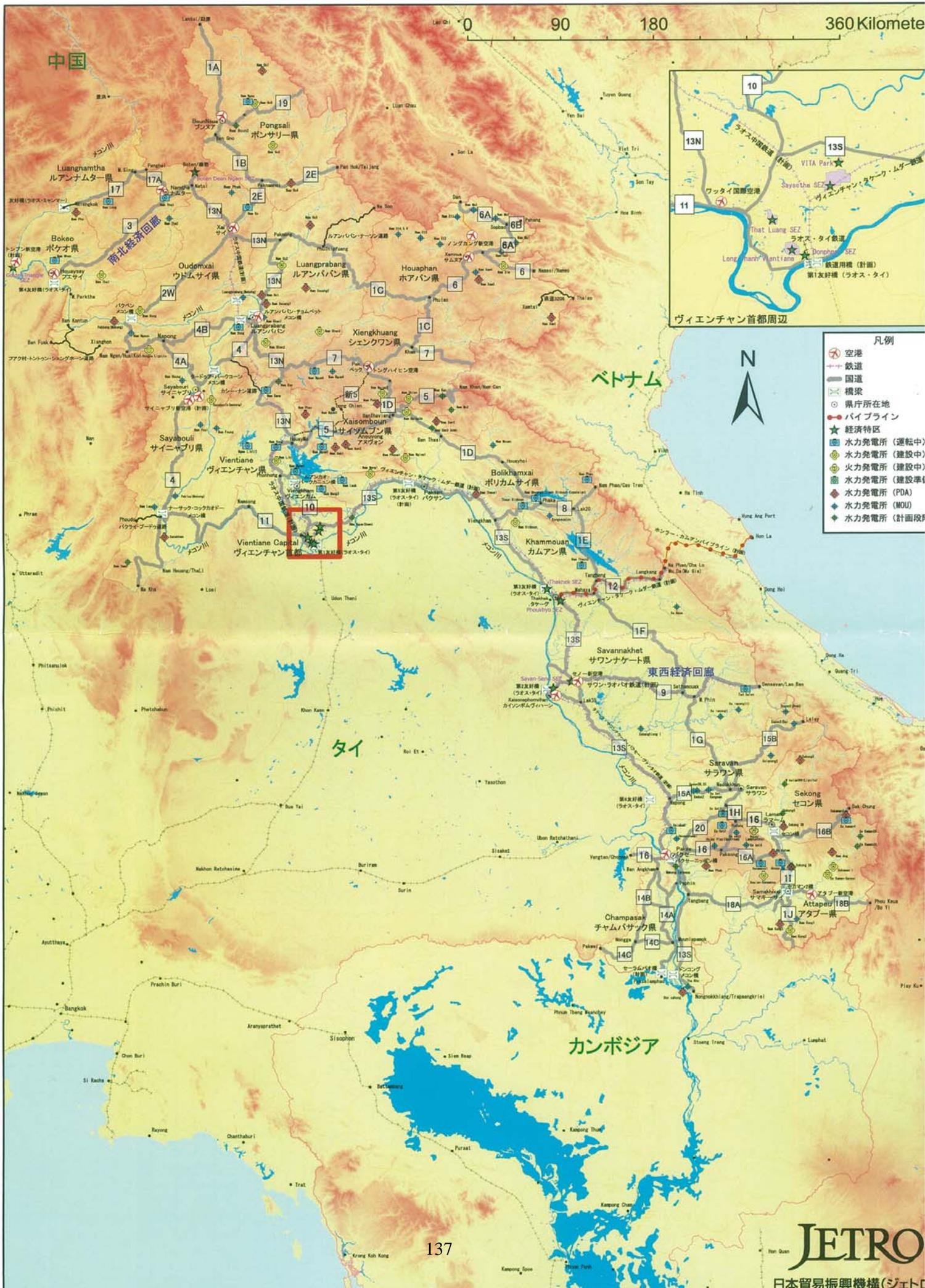
Expenditures	USD	Notes
<b>1. Furnace Setup (Capital Cost)</b>		
Civil works, floor, concrete blocks, ditch, chimney	30,000	
Roof, warehouse, office	35,000	
backhoe, crusher, truck (all second-hand)	35,000	
<b>Sub-total 1</b>	<b>100,000</b>	
<b>2. Training, Supervision and Inspection (Training Cost)</b>	<b>USD</b>	
4-week training in Japan (incl. accommodations, meals)	12,500	per person (= JPY1.5 million)
	25,000	for 2 persons
Travelling costs between Laos and Japan	4,000	for 2 persons
Interpreter (Japanese - English)	10,000	USD300 @ 30 days + local transport costs
On-site supervision for furnace setup (incl. licensing fee)	20,800	(= JPY2.5 million)
Inspection fee (every 2-3 months @ 4 times / year)	12,000	USD3,000 @ 4 times
<b>Sub-total 2</b>	<b>71,800</b>	
<b>3. Collection and transportation of biomass (Collection Cost)*</b>		
Collection and transportation of biomass (120t/month)*	28,800	2t/truck @ 60trips/m @ USD20/trip @ 12m/yr
<b>Sub-total 3</b>	<b>28,800</b>	It is expected that the dam construction company bears the costs.
<b>4. Operation and Maintenance (Running Cost)</b>	<b>USD/year</b>	
Labour: 1 manager (USD1,000/m), 2 workers (USD300/m)	19,200	USD1,600 @ 12 months
Utilities: water, fuel, electricity	3,000	USD250 @ 12 months
Machines (backhoe, crusher, truck)	3,000	
<b>Sub-total 4</b>	<b>25,200</b>	
<b>Income</b>	<b>USD</b>	
Selling 100% of the products (biochar)	54,000	30t/month @ 12 months @ USD150/t**
<b>Profitability</b>	<b>USD</b>	
(Income) - (Running Cost)	28,800	Per year
<b>Initial Investment Payback Period</b>	<b>Years</b>	
(Capital Cost + Training Cost) / (Income - Running Cost)*	6.0	The initial investment (capital and training costs) can be recovered in 6 years.

\* It is assumed that the dam construction company collects and transports the biomass from the dam site using its own vehicles to reduce the operating costs of the biochar production business (thereby increasing its profitability). Suppose the collection and transportation costs of the biomass were fully covered by the dam construction company (for example, collected biomass was stored near the furnace for ready use), the operation is profitable and the initial investment can be recovered in 6 years.

\*\* Biochar produced from rice husks is sold at around USD180-200/t. (For reference, charcoal is sold on the streets and markets at around USD150-200/t and USD250-300/t, respectively.) In this sheet, the price of the biochar is calculated at USD150/t considering the marketing cost of 20-25% (USD30-50/t).



# ラオス人民民主共和国 インフラマップ 添付資料11





## **Contract for the Use of Technology to Produce Carbonized Materials.**

\_\_\_\_\_ (hereinafter referred to as "Organization") and Yamamoto Charcoal MFG Co., Ltd. (hereinafter referred to as "Company") agree to the basic provisions listed in this contract with regard to the use of the Yamasen Pool-type Charcoal Furnace developed by the Company from which the Organization will obtain the technology to produce carbonized materials outlined below.

### Section 1 (Definition)

The following terms that appear in this contract shall be defined as follows.

1. "Carbonized-material production technology" is defined as intellectual property that has been developed for this project, is currently in the Company's possession, or will be improved in the future. Intellectual property includes the patent rights related to the production of carbonized materials, rights to obtain patents, copyrights, technical information, data and materials, operational manuals, and other know-how and knowledge related to the technology for the Yamasen pool-type charcoal furnace to produce carbonized materials for which the Company has submitted a patent application.
2. "This project" refers to the Organization's plan to make carbonized charcoal (as described in Attachment 2) from woody resources in the forest system (as described in Attachment 1), which the Organization plans to sell to a third party.

### Section 2 (Consent of Use)

1. The Company shall consent to the non-exclusive right of the Organization to use the carbonized-material production technology for the purpose of this project according to the terms of this contract. This does not include the right to permit reuse.
2. The rights of use in clause 1 does not include the right for the Organization to use any or all parts of the carbonized-material production technology for purposes other than this project, license the technology's use to a third-party, or change or alter the technology in any way. The Organization shall discuss with the Company in a timely manner if the Organization wishes to use the carbonized-material production technology for purposes other than this project (including cases where the technology will be used for purposes other than for the woody resources from the forest system described in Attachment 1), license the technology's use to a third-party, or deems it necessary to change or alter the technology in any way.

### Section 3 (Technical Information)

The Organization shall be responsible for the installation and construction of production equipment based on the drawings of the carbonized-material production equipment (drawings of the carbonized-material production equipment located in

Mito-cho, Masuda City, Shimane Prefecture, and that is owned by the Company), which shall be provided separately by the Company. In response to requests from the Organization, the Company shall release classified information about the structure of the carbonized-material production equipment that is owned by the Company. The Organization shall be responsible for the acquisition of required permits and approval, obtain approval from local residents for construction and the implementation of the project, and shall take smoke emission measures, if necessary. The Company shall offer cooperation and provide technical guidance for the installation and construction of the carbonized-material production equipment, which will be carried out by the Organization or a third-party designated by the Organization.

#### Section 4 (Guarantees)

1. The Company shall guarantee that the use of the carbonized-material production technology in this project does not infringe upon the patent rights and other intellectual property rights of third parties.
2. The Organization shall contact the Company promptly if a claim is received from a third party in relation to the above clause 1, and the Company shall respond promptly. However, in this case, the Organization agrees that the Company shall not be responsible for compensation for expenses, damages (including indirect damages), and losses incurred by the Organization that exceed the value that has been paid to the Company from the Organization based on this contract.

#### Section 5 (Production Control)

1. The Organization shall employ one or more persons that have completed the training course on carbonized-material production technology (hereinafter referred to as "training graduates") to manage production control, in order to follow the required methods for carbonized-material production technology and carry out this project.
2. The Organization shall nominate third parties that have been specified by the Organization to receive training from the Company for the purpose of promoting training graduates.
3. A technical training contract shall be concluded separately between the Organization and the Company, and a confidentiality agreement shall be concluded between the Company and the third party designated by the Organization.

#### Section 6 (Handling of Technical Improvements)

1. If the Organization develops improved technology related to the carbonized-material production technology in matters which have been agreed upon after discussions with the Company based on clause 2, section 2, the Organization shall submit a joint patent application with the Company for the improved technology. The Organization shall grant the Company the non-exclusive

right to use the improved technology.

2. If the Company develops improved technology related to the carbonized-material production technology, the improved technology shall be included in the scope of this contract, and the Organization shall be permitted to use the improved technology in accordance with the terms of this contract.

#### Section 7 (Prohibition of Transfer of Rights and Responsibilities)

If the Organization and the Company are unable to obtain consent from both sides in writing beforehand, both parties shall not transfer the rights or responsibilities provided in this contract or offer security to a third party.

#### Section 8 (Confidentiality)

1. The Organization and the Company shall not disclose or release information (hereinafter referred to as "information") to third parties without the consent of the other party on the content of the carbonized-material production technology, facts related to the conclusion of this contract or contract details, matters based on or related to this contract, or information on business that may be useful to the business practices of the other party that has received information disclosed by the other party.
2. If a third party will take part in business related to the production of carbonized materials carried out by the Organization as a project, the Organization shall specify the third party. A non-disclosure agreement shall be exchanged among the parties concerned between the Organization and the designated third party on information released by the Company, which the third party shall observe.

However, the above restrictions do not apply to the following conditions.

- ① Information that was public knowledge at the time of disclosure.
- ② Information already owned by the parties at the time of disclosure.
- ③ Information that became public knowledge after disclosure regardless of the responsibilities of the parties.
- ④ Information that was acquired legally from a third party after disclosure without being under any obligation to maintain confidentiality.
- ⑤ Information that the parties can show evidence to prove that it was developed independently regardless of the timing of disclosure.

#### Section 9 (Price for Services Received)

The Organization shall pay the amount indicated in Attachment 3 to the Company as the price for services received.

#### Section 10 (Termination of Contract)

1. Even if both parties pass the improvement period set through consultations after repeated claims that one party has violated the terms set out in this contract, and

no reason is offered for not correcting the violation, the other party may annul this contract immediately and demand compensation for damages suffered by notifying the other party in writing.

2. Both parties may annul this contract immediately and without notification if the other party is found to be in violation of any of the following conditions.
  - ① If the party has been penalized by a supervisory authority, including cancellation of business licenses or ordered to suspend business, etc.
  - ② If there is probable cause or fear to suspect that the property situation of a party is extremely serious, including declarations of foreclosure, provisional seizure, temporary injunction, or auction, notification that the party is in arrears of taxes and public dues, or that the party has received notification of preservative seizure.
  - ③ If a note or check bounces and banking transactions have been suspended by a check clearinghouse, or payment is suspended.
  - ④ If a party receives a petition for bankruptcy, civil rehabilitation proceedings, start of company reorganization, or company rehabilitation procedures, or a party files itself.
  - ⑤ If a party is dissolved, merged, liquidated, or transfers critical parts of its business.
3. The annulment or cancellation of this contract shall not prevent the party that annuls or cancels this contract from demanding compensation for damages from the other party.

#### Section 11 (Entry into Force)

1. This contract shall be effective for ten years from the date of signing.
2. This contract shall be renewed for one year and each year after, if there is no special declaration of intention from either of the contracting parties in writing three months before the date of expiration of this contract.

#### Section 12 (Matters for Consultation)

1. Both parties shall conduct deliberations in good faith if disputes or doubts arise between the Organization and the Company regarding interpretations of the provisions in this contract and matters that have not been set in this contract.
2. The Hamada District Court shall be the exclusive agreement jurisdiction court of the first hearing for any disputes that cannot be settled through deliberations between the parties.

#### Section 13 (Application of Priority)

If there are inconsistencies or contradictions between the provisions listed in this contract, and provisions which relate to this contract on which both parties have agreed orally, through documents, including electronically or estimates, or other means, the

provisions listed in this contract shall prevail.

Two copies of this contract shall be drawn up, and signed by both parties. One copy shall be retained by each party to verify the conclusion of this contract.

DAY MONTH YEAR

Organization

Company:

Akio Yamamoto, President

Yamamoto Charcoal MFG Co., Ltd.

678 Itagawa, Mito-cho, Masuda City

Shimane Prefecture, Japan

## **Attachment 1**

The types of materials specified in clause 2, section 1 are as follows.

### 1. Type

- (1) Tree bark, etc. from Japanese cedars and cypress that is generated at sawmills and unprocessed timber markets.
- (2) Chips that originate from forest residue and timber from forest thinning
- (3) Backboards and wood waste, etc. that originates from other wood-related facilities.

\*The above shall not include construction waste, such as scrap wood from dismantling, and corresponding items.

### 2. Moisture content

A moisture content of 50% shall be set as standard.

### 3. Calorific value

A low calorific value of 2,000 kcal/kg shall be set as standard.

## **Attachment 2**

The types of carbonized materials specified in clause 2, section 1, are as follows.

1. Moisture content during production

A moisture content of 35% shall be set as standard.

2. Moisture content

A moisture content of 6% shall be set as standard for an air dried basis.

3. Calorific value

A calorific value of 6,000 kcal/kg shall be set as standard for an air dried basis.

4. Ash content

Ash content of 10% shall be set as standard for an air dried basis.

### Attachment 3

1. At the time of conclusion of this contract, a unit fee of JPY 1,500,000 shall be paid as the technical fee for the installation and construction of the carbonized-materials production equipment. If the carbonized-materials production equipment is expanded after the conclusion of this contract, technical fees shall be paid at the time of installation and construction according to the number of furnace units to be constructed.

※The basic size of the furnace is 5 to 6 m X 6 to 8 m X 1 to 1.5 m (depth). The amount of money required for technical fees is determined separately within the range of general common sense in cases where furnace sizes differ greatly.

2. In response to requests by the Organization, the Company shall carry out technical guidance in the project field, and will perform technical guidance through on-the-job training on carbonized-material production equipment for employees dispatched by the Organization, under the following conditions.

Technical guidance in Mito-cho, Masuda City, Shimane Prefecture:

JPY 200,000 per week (per person): Includes accommodation and meals at the training site)

Technical guidance at the project site:

JPY 30,000 per day and actual costs for accommodation and travel, etc.

3. Special items

A feature of the carbonized-material production technology is that it is carried out in the mountainous areas located away from the city area, and primarily does not require that environmental measures to be taken.

The Organization shall be responsible in the event that environmental measures are required.

※非公開



## Summary

### 1. Current State of the Target Country

The Lao People's Democratic Republic is a landlocked country surrounded by China, Vietnam, Cambodia, Thailand, and Myanmar. Home to 17 provinces, the country has a population of about 6.6 million people in a land area of 240,000 sq. km. About 700,000 people reside in the capital city of Vientiane. About 70% of the country is mountainous, and forest resources are abundant. However, these resources have been depleted due to excessive deforestation in recent years, and now the country needs to pursue forest conservation and the effective use of resources. Currently, wood and charcoal make up 94% of the fuel used for cooking and heating (in the north) in ordinary households; and in addition to the problem of deforestation, adverse health effects have been reported due to smoke and soot from the burning of wood and charcoal.<sup>46,47</sup> Laos is actively building dams as part of its recent energy development plans, but it has led to issues such as compensation and livelihood recovery support for displaced residents, and resources from cleared forests are not being used effectively. As an agricultural country, about 70% of the population of Laos is engaged in farming; however, most of this is subsistence farming, providing only a low level of income. Therefore, improving the livelihoods of farmers is one of the important development issues facing the country.

In view of the above, this study was implemented with the aim of promoting wider use of a technology to efficiently produce biochar from biomass that would otherwise be wasted. The proposed carbonization technology has the following features: (1) Biochar can be produced easily and economically from a large amount of biomass resources using a uniquely structured furnace with higher operating efficiency than conventional charcoal furnaces; (2) Soot is reduced by firing at high temperatures; and (3) Because the biochar is in powder form, it can be used as a soil conditioner on agricultural and forest land and as a livestock feed additive. The purpose of introducing this technology is to protect forests, use resources effectively, reduce health impairment from smoke and soot, and help to improve the livelihoods of residents by increasing agricultural yields through the use of biochar on agricultural and forest land and as a feed additive.

#### Overview of product and technology

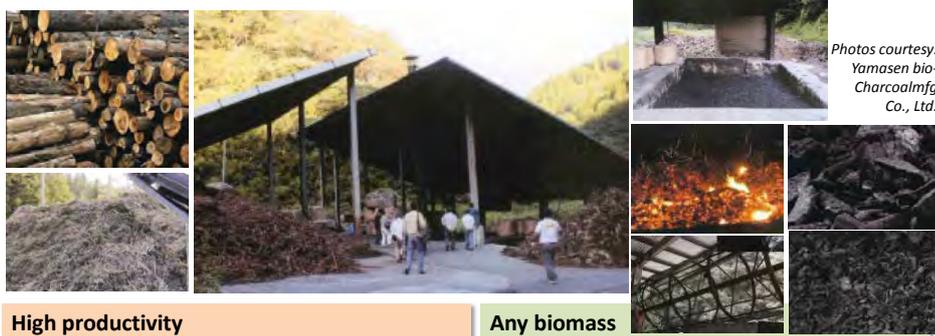
The proposed carbonization technology is the Yamasen pool-type furnace, also known as the Yamasen furnace or the Yamasen charcoal production method, patent held by Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. Co., Ltd. (patent number: 5117548; international patent number: 5560383). Its features are summarized in the figure below.

---

<sup>46</sup> GERES (2013) Baseline Stove Market Assessment Report.

<sup>47</sup> Mengersen, K., Lidia Morawska, Hao Wang, Fengthong Tayphasavanh, Kongkeo Darasavong, and Nicholas Holmes. 2007. Investigation of Indoor Air Pollution and Relationship to Housing Characteristics and Health Effects Observed by Occupants in Lao PDR. Executive Summary, Project for World Health Organization, International Laboratory for Air Quality and Health and Queensland University of Technology.

## Features of Yamasen Charcoal Production Method



Photos courtesy:  
Yamasen bio-Charcoalmfg Co., Ltd.

<p><b>High productivity</b> 7m x 5m (A=35m<sup>2</sup>) x 1.8m depth 1 week: 50t of biomass → 10t of charcoal 1 month: 200t of biomass → 40t of charcoal</p>	<p><b>Any biomass</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Woods, barks, roots, agricultural waste</li> <li>➢ Any size of the materials</li> <li>➢ Local production from local resources</li> </ul>
<p><b>Low cost and easy handling</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Low capital cost</li> <li>➢ Flat kiln and natural ventilation</li> <li>➢ No mechanical inputs</li> <li>➢ Only 2-3 workers for operation</li> </ul>	<p><b>Quality products</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Patented and proved technology in Japan</li> <li>➢ High quality charcoal (less smoke)</li> <li>➢ Carbonization at high temperature (600-1,000°C)</li> <li>➢ High calorific value: 7,000-8,000kcal/kg</li> <li>➢ Applicable for soil conditioner, animals and fish farms, food additives, household interiors, fuel</li> </ul>

← 4-week training in Japan required

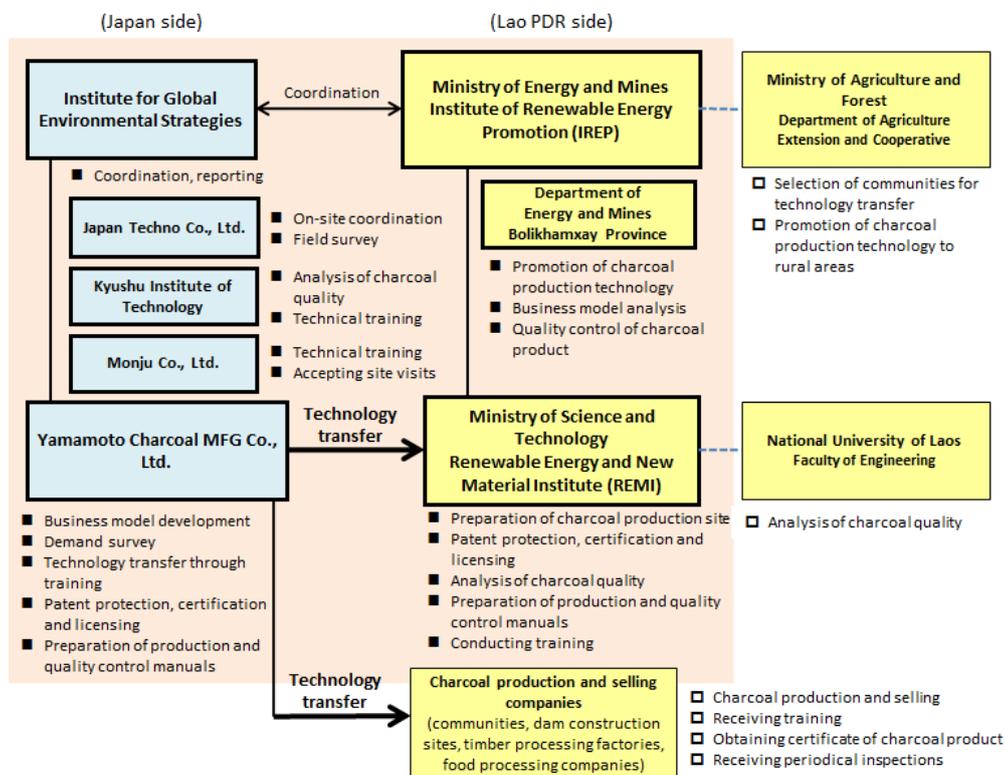
### Role of overseas expansion in business development

In the past, Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. Co., Ltd. has accepted trainees from local companies in Japan to take part in technical training programmes. In recent years, the company has begun accepting trainees from overseas as well, and plans to expand services for customers and potential trainees from overseas in the future, recognizing the magnitude of demand for such training opportunities. However, since it is not easy for potential customers to visit the company's biochar production facility in Masuda, Shimane Prefecture, the company plans to apply to JICA's assistance programme for overseas development of small and medium enterprises (dissemination and demonstration projects), and to establish a standard demonstration facility in Laos and develop a system for training there. In its future business model, the company plans to market its carbonization technology to companies in Laos (dam development companies and other private businesses), similar to its activities in Japan. The costs for installation of the Yamasen furnace, securing land for installation of the furnace, and procuring auxiliary equipment will be shouldered by the local companies, while Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. will train engineers to manage the furnace and provide technical guidance on its installation and operation of the furnace, and will receive compensation for its services. To that end, in this dissemination and demonstration project, the company will establish a training facility on the premises of the Ministry of Science and Technology, build a pilot project at a dam site, and pursue dissemination through the operation and support of both facilities and the development of a carbonization technology certification system.

## 2. Applicability of Proposed Products and Technology and Aims of Overseas Business Deployment

The purpose of this study is twofold: (1) to formulate an ODA project proposal to conserve forest resources, eliminate smoke and soot within homes, and improve livelihoods in rural areas through various uses of charcoal by means of the expanded use of a highly efficient carbonization technology; and (2) to examine the potential for installing the Yamasen pool-type furnace as a demonstration facility and develop a business model for marketing this technology to entities such as businesses that need to find ways to dispose of biomass waste. In this study, we have investigated the potential for utilization of biochar for different purposes, including as fuel and a soil conditioner, and considered the ease of obtaining raw materials for biochar, the capacity for covering the costs related to introducing the technology, and the feasibility of ensuring an adequate level of confidentiality to prevent technology drain, with the ultimate aim of carbonizing biomass from forests cleared for dam development, based on a model in which this will be used to improve the livelihood of displaced residents.

The implementation system of this study and the roles of each organization involved are as shown in the figure below. The Institute for Global Environmental Strategies and Japan Techno Co., Ltd. was in charge of overall coordination and Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. Co. was in charge of studying the technology transfer and the business model, along with their Laotian counterparts, the Ministry of Energy and Mines and the Ministry of Science and Technology, respectively.



Implementation System for Study on Project Development

### Survey of the charcoal market

The charcoal distributed within Laos is generally for use as fuel, and most of it is produced by residents in traditional small mound furnaces as a cottage industry. Exports account for practically all of the high-value white charcoal, or hard charcoal (high thermal capacity, long burning time, and holds its shape well) that is produced by Laotian companies on a large scale. Our investigation did not reveal any cases where charcoal was used for purposes other than fuel (soil conditioner, livestock feed, water purification agent, food additive, household humidity control, etc.), but we heard in interviews that charcoal made from rice husks is sometimes applied along with fertilizer, and that large-scale agricultural operators sometimes use dust from their own white charcoal to improve the soil. In addition, JICA experts in the field of agriculture and persons related to the Ministry of Agriculture and Forestry are aware of the effectiveness of charcoal in soil improvement and stated that they would like to use it if a supply were available, indicating that the demand exists.

We considered shipping some biochar produced in Japan using the Yamasen method to Laos to demonstrate its effectiveness, but abandoned the idea after learning that this would not be possible in a short period of time because of the liability involved with transporting biochar, a combustible material, in a consolidated shipping container, and the need to demonstrate its safety. Instead, five counterparts from the Laotian side were invited to Japan, and after observing the use of biochar for agricultural and other purposes in Japan, all of the participants indicated an eagerness to introduce and demonstrate this technology in Laos, recognizing the efficacy of biochar in a variety of applications. When biochar is produced locally and its effectiveness in agricultural applications is demonstrated, this can be expected to stimulate demand and promote wider adoption of this charcoal technology.

### Quality of charcoal

To analyze the quality of existing charcoal in Laos, a sample of the charcoal that is commercially available in Laos for use as fuel was brought back to Japan, and its properties were investigated at an analytical center. Its calorific value was found to be approximately 7,000 kcal/kg, or nearly the same as that of charcoal produced by the Yamasen furnace (approximately 7,500 kcal/kg). However, it should be noted that Yamasen charcoal is made from biomass waste, while the raw material for the Laotian charcoal was high quality timber such as *mai tiaw* that could have been used to produce high-grade charcoal. In the future, it will be necessary to measure fixed carbon, ash content, moisture, and other factors to confirm that charcoal produced locally using a Yamasen furnace can be manufactured to the same quality as Yamasen charcoal in Japan.

### Potential quantity of biomass

Because of the efficiency of the Yamasen method, even a small furnace is capable of handling large quantities of raw materials, compared to conventional charcoal manufacturing methods. We looked into the possibility of procuring raw materials locally at dam construction sites, paper manufacturers, coffee factories, farms, sawmills, and the like, and learned that all of these sites produce considerable quantities of biomass, but whenever there is a significant quantity of relatively uniform biomass, it is already being

utilized. We observed many cases of unrecovered biomass, but there are unanswered questions as to how it could be collected and transported. Local government officials indicated that after the government of Laos had instructed dam development companies to look into ways to effectively utilize the biomass from trees that are felled and disposed at dam construction sites, companies engaged in logging operations would be possible to collect, transport, and store such biomass. However, because this would increase the substantive burden on dam construction companies in relation to logging, a directive would need to be issued by the Ministry of Energy and Mines as the regulatory agency, instructing them to take such costs into consideration from the planning stage.

Costs of Yamasen pool-type furnace installation

The costs of installing a Yamasen pool-type furnace were calculated with reference to existing installations in neighboring Thailand, based on data such as the materials required. As indicated in the table below, we determined that the overall cost of installation in Laos would be somewhat higher than in Thailand because of the higher costs associated with importing construction materials and small items of heavy equipment from Thailand, even though certain costs would be lower in Laos, including the cost of civil engineering work.

**Cost comparison for Yamasen pool-type furnace installation**

Item	Thailand (JPY)	Laos (JPY)
Furnace, chimney	2,550,000	2,470,000
Building structure, storage area, office	3,400,000	2,770,000
Heavy equipment	3,480,000	4,980,000
Total	9,430,000	10,220,000

Movements toward protection of intellectual property

The difficulty of protecting intellectual property rights in Laos has been mentioned in interviews with persons related to JICA and JETRO. Since the business model proposed for the project of this study is highly dependent on the protection of intellectual property rights, cooperation in intellectual property protection will be pursued with the department of intellectual property protection of the Laotian Ministry of Science and Technology as one of the counterparts in the dissemination and demonstration project. Incidentally, Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. filed an international patent application for Thailand, Laos, and Malaysia in July 2013, and in January 2015, the patent application was published after filing.

[Application of international patent]

- Applicant: Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. Co., Ltd.
- International application date and application number: 26 July 2013, PCT/JP2013/070306
- International publication date and publication number: 29 January 2015, WO 2015/011828 A1

Study of feasibility, etc.

The Yamasen furnace is relatively inexpensive, has a simple structure, and is easy for an experienced person to operate. However, to learn to produce charcoal of a certain level of quality from diverse types of

biomass, initial training of at least one month and preferably about three months is required in order to learn the technology and understand the related phenomena. Even though the initial investment and maintenance and other costs are low in comparison to other mechanized carbonization facilities, the costs of training and furnace construction in Laos are out of reach for local farmers and the like. Therefore, we have concluded that it would be appropriate to target dam construction companies, which have the necessary financial capacity, in the dissemination and demonstration project. The Laotian government has shown a cooperative stance towards the study team and is moving ahead with preparations to introduce this technology in the near future, providing land to establish a training facility on the premises of the Ministry of Science and Technology and organizing a working group with members from related government ministries and agencies.

### **3. Results of Investigations and Feasibility Studies on the Products and Technologies to be Used**

#### Specific ODA schemes

Through the Yamasen biochar production method, this project aims to efficiently carbonize large amounts of woody biomass that have been generated at dam development sites and produce biochar for use on agricultural land in order to improve soil quality, increase crop yields, and help to improve the livelihoods of relocated residents, ordinary farmers, and others practicing agriculture. In the next phase, an application for a dissemination and demonstration project will be filed, with the goals of (1) constructing a training facility for the production of biochar on the grounds of the Renewable Energy and New Materials Institute (RENMI), Ministry of Science and Technology to promote institutional development for the development of training manuals and protection of intellectual property rights, and to carry out actual training; (2) implementing pilot projects on dam development sites, confirming the productivity of biochar and the effects on soil improvement through its application, and expanding this practice to other dam development sites; and (3) expanding the use of this technology through the development of models that use the same technology in forestry and agricultural cooperatives.

#### **1) Training facilities at the Renewable Energy and New Materials Institute (RENMI) of the Ministry of Science and Technology**

An application to the Minister of Science and Technology is pending for permission to use a 1,500 m<sup>2</sup> (30 m X 50 m) piece of land for the construction and operation of a facility for technical training in RENMI's jatropha testing plots. Costs for construction of the training facility and training of instructors will be borne by the project budget, and RENMI has generally agreed to the following: provision of land for the construction of a training facility, development of biochar production manuals and quality control manuals, development of training programmes and training completion certification systems, development of an intellectual property protection system, and a system to implement these activities (assignment of facility operation managers and training instructors), as well as attending technical

training for three months at Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. (three persons expected to participate in Masuda, Shimane Prefecture). RENMI has also been requested to implement trainings for a fee, offer instruction on the construction of a biochar furnace on the sites of graduates of the training course (jointly with Yamamoto Bio-Charcoal Mfg.), and to take charge of business, such as regular quality control of these new production facilities. After the project is adopted, an agreement will be signed between RENMI and Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. on the transfer of technology, and management and expansion of the use of this technology in Laos.

#### Training in Japan: Transfer technology on the production of biochar

The training facility planned to be constructed in RENMI will play a central role in expanding the use of the Yamasen biochar production technique in Laos. The structure of the Yamasen furnace is simple; however, it requires a significant understanding of the production process and experience and technical skill to support this process, in order to achieve the efficient carbonization of a variety of woody resources under various weather conditions. Therefore, instead of the usual one month training course (four sets of a one-week long production process), training at Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. will be extended to three months (twelve sets).

#### Development of biochar production and quality control manuals

After completion of the three-month training in Japan, a biochar furnace for training purposes will be constructed and put through a trial run on the grounds of RENMI, under the guidance of Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. RENMI staff will develop a manual that illustrates the biochar manufacturing process, as well as a quality control manual for quality inspection of the end biochar product. Procurement of test equipment to measure the quality of biochar (fixed carbon, calorific value, ash content, moisture, etc.) will be covered by the project budget, and RENMI will assign its engineers to be in charge. Through the operation of the biochar production furnace for training purposes and guidance on the construction of this furnace in other facilities, RENMI will establish Laos-specific specifications for a biochar production furnace that is suited to local conditions, and will promote expansion of the use of this technology through the reduction of construction costs.

#### Development of training programmes and certification system for completion of training

After installation of the biochar production furnace for training purposes, the furnace will go through a test run using different materials for a period of two to three months, in addition to the development of a detailed training programme and the establishment of a certification system for staff that have completed the training programme. The training programme will be offered for a fee as a one-month or three-month course. The training programme in the first year will be implemented jointly by RENMI and Yamamoto Bio-Charcoal Mfg., and RENMI is to provide the training without assistance from the second year on.

In the first year, the project budget will cover the costs of materials and operating costs for trial operation and training, and the biochar produced will be used on testing plots of the Ministry of Agriculture and Forestry and in JICA's agricultural projects, etc. to verify its effects on crop yield. The

results will be publicized to help promote the sale of biochar to agriculture-related businesses from the second year. The aim will be for the training programme to operate without financial assistance from the second year, relying on income from biochar sales along with training fees. Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. is looking into the establishment of a local corporation to operate the training facility, which will be managed jointly with RENMI.

Trainees will sign a confidentiality agreement with Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. and RENMI on technology transfer prior to taking the course. After training is complete, successful applicants will receive a certificate of completion after passing an examination on the biochar production process and quality control. RENMI will jointly offer technical guidance with Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. for graduates that are able to set up a biochar production furnace on their own sites after the completion of the training programme. Businesses will pay for the direct costs of installing the Yamasen furnace, as well as a fee of JPY 2.5 million per one furnace for technical guidance on furnace construction and operation (includes patent licensing fees of JPY 1.5 million per furnace). Following this, a technical instructor will visit the site a few times a year to provide support for quality control and troubleshooting. The business will be responsible for payment of the technical fee (JPY 200,000/week) and direct costs. If the furnace passes the quality control standards (assuming a period of about two years after the start of operation), the furnace will be certified as a Yamasen furnace, and will be permitted to sell biochar under the Yamasen brand. Because of the significant costs associated with this technology transfer, training will initially be targeted at businesses having the necessary financial capacity, such as dam development companies.

## **2) Pilot projects at dam development sites**

In general, of the woody biomass that is generated from the development of dams in Laos, biomass with a high commercial value, such as trees with large diameters, are sold by land owners, and the remaining biomass is left behind and either burned or submerged in dam lakes. This project is a model for the gradual transfer of technologies and the Yamasen furnace in which dam development businesses that have installed the Yamasen furnace will use previously stockpiled unused resources to produce biochar, which can be used as soil conditioner for farmland where displaced persons are to be relocated. Additional costs will be incurred for the felling, collection, transportation, and treatment (chipping) of unused biomass. However, this project recommends that the Ministry of Energy and Mines release a directive that dam development companies be responsible to incorporate these costs in dam development plans and then to pass on the profits through the effective use of unused resources to residents that have been resettled. After dams have been developed, biochar production using stockpiled biomass will continue, and the process will gradually switch over to agricultural residue and the procurement of raw materials from living forests. That scale and frequency will be modified into a scale that allows for self-sufficient and sustainable production by relocated residents.

### Revenue calculations for production and sales of biochar

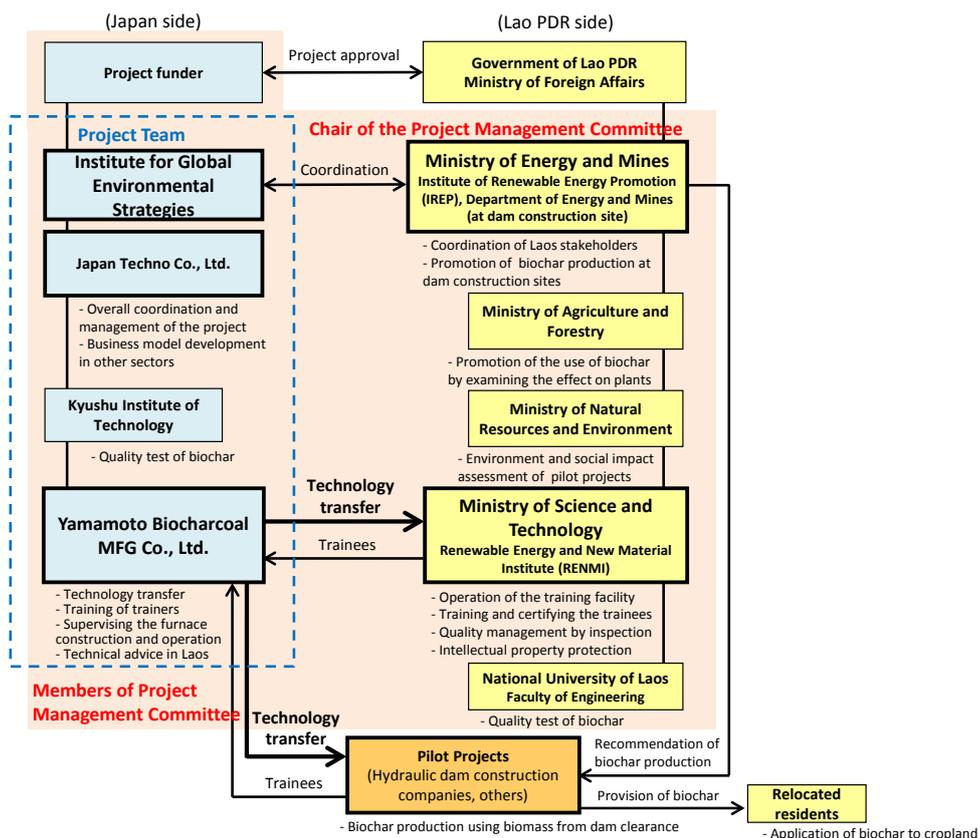
If a standard furnace for the production of biochar is installed (5m x 7m x 1.8m), it is possible to produce 10 tonnes of biochar three times a month, which, if sold at a price of JPY 18,000 (USD 150) per

one tonne, will produce an annual income of about JPY 6.5 million (10 t x 3 times/month x 12 months/year x JPY 18,000/tonne). The cost of installing a biochar production furnace and auxiliary facilities (buildings, warehouses, purchase of equipment, other) will be around JPY 12 million (USD 100,000). With the addition of training costs and patent licensing fees, the initial investment will be about JPY 20 million. If costs of utilities to operate the facility (about JPY 30,000 per month), equipment maintenance costs (about JPY 30,000 per month), and personnel expenses (JPY 200,000 per month x three people) are added to this figure, the annual outlay will be in the range of JPY 3 million. If costs for the collection, transportation, and treatment of raw materials are assumed to be the responsibility of dam development companies, annual revenue will post a surplus of about JPY 3.5 million, and initial investments can be recovered in about six years.

### **3) Model for application to forestry and agricultural cooperatives, etc.**

The dissemination and demonstration project will seek to develop a business model that targets forest management and agricultural operators, in cooperation with the Ministry of Forestry and Agriculture and other organizations. The results of local surveys to date have shown that agricultural land in Laos, particularly in the south, has reddish soil and is thin (due to the lack of carbon). Many areas have a pH value of about 5.0 to 5.5, which indicates the soil's acidity. The addition of biochar can neutralize acidity, enhance water retention and permeability, increase microbial biomass in the soil, and produce higher yields when applied together with compost or fertilizer. These benefits are recognized by the Ministry of Agriculture and Forestry, JICA experts, and others. However, biochar is generally not commercially available in Laos, and although charcoal made from rice husks is used as a soil conditioner, it is only sold in some localities, and the price is high at about JPY 20,000 per one tonne. As a result, it is likely beyond the financial reach of many farmers even if they know about its effectiveness. Therefore, if large amounts of biochar are made available at low prices by implementing this project and promoting its wider adoption, this is likely to lead to the development of new demand. The development of demand for biochar in agriculture and forestry will be pursued in cooperation with the Ministry of Agriculture and Forestry and JICA technical cooperation projects in the agricultural sector. Specifically, biochar produced at the training facilities on the premises of RENMI at the Ministry of Science and Technology will be used on agricultural land and the like, and reports will be obtained on changes in crop yield and soil. Each of the JICA technical cooperation projects in the agricultural sector in southern Laos that were visited during this survey will be terminated at the end of the year, but cooperation will be pursued with agricultural technical cooperation projects such as the Lao Organic Agriculture Promotion Project (LOAPP) and a related organization, the Clean Agricultural Development Center (CADC) of the Ministry of Agriculture and Forestry. Another related organization, the Agriculture Technical Service Center (ATSC), is already providing training in white charcoal production and may be interested in adding biochar production to its offerings, so discussions will be held concerning feasibility and the approach to implementation, including the possibility of building and operating a biochar production facility at ATSC.

#### Implementation system



### Implementation system for the dissemination and demonstration project

Plans for the dissemination and demonstration project include implementation of pilot projects at dam development sites, in addition to construction and operation of the training facility at RENMI. As shown in the figure, the implementation system of this study will be carried over and used in the dissemination and demonstration project as well. On the Japan side, the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) and Japan Techno will coordinate the overall project, Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. will conduct the technology transfer, and Kyushu Institute of Technology will share their experiences in similar projects carried out in Malaysia. On the Laos side, the Institute for Renewable Energy Promotion (IREP) under the Ministry of Energy and Mines will oversee the entire project, with the Renewable Energy and New Materials Institute (RENMI) of the Ministry of Science and Technology carrying out the operation and technical management of the training facility. The Ministry of Agriculture and Forestry will examine the impact of the application of biochar to agricultural land and forests, and the Ministry of Natural Resources and Environment will carry out environmental and social impact assessments of biochar production facilities. The National University of Laos will supplement the quality control of produced biochar. The project management committee will consist of these members as well as the organization funding the project. IREP of the Ministry of Energy and Mines will serve as the committee’s chair, and the progress of the project will be checked three to four times a year. Pilot projects will be carried out at dam development sites, with candidate sites selected by the Ministry of Energy and Mines.

### Objectives

The long-term objectives of this project are to study the use of this biochar production technology in Laos as a means of effectively utilizing biomass from sources such as forests cleared during the planning stages of dam development projects where residents are to be relocated, to have dam development plans formulated with consideration for the costs associated with furnace construction, operator training, biomass collection, transport, and preprocessing, and thereby to implement many projects that will increase agricultural productivity through the use of biochar on farmland and improve the livelihoods of relocated residents. Currently, there are more than 20 hydroelectric plants in operation in Laos and more than 80 plants under construction or in the planning stage. As such, there is major potential for the adoption of this technology in dam development projects. There may also be potential to apply this technology in relation to dams that are already in operation, depending on conditions at the relocation sites.

### Process plan

The schedule for the three-year dissemination and demonstration project is shown in the following table. In the first year, a three-month technical training course will be offered by Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. for RENMI staff and those involved in the implementation of pilot projects at dam development sites to train engineers as the central staff for the operation of facilities to produce biochar. These engineers will procure materials and equipment locally, and Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. will provide guidance on the construction and operation of the biochar production facility at the RENMI site and dam development sites for one month each, and the facilities will then move into a test run. In parallel, RENMI will create an operational manual and training programme in Lao language, with training to start within the year. After each biochar production facility is up and running, Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. and RENMI will jointly carry out monitoring of the operation and management of each facility and conduct quality control for the final product every two to three months.

In the second and third years, a three-month training course will be carried out twice, aiming at the implementation of one or two pilot projects at dam development sites each year. As a result, after the completion of this project, the RENMI-run training facilities will operate independently, and a total of three to five pilot projects will be in operation. The project will also develop a system in which RENMI can provide guidance on the construction and operation of biochar production facilities, as well as carry out quality control onsite, and create a system for the autonomous expansion of similar models in other dam development sites. Monitoring and troubleshooting onsite will be carried out by staff from RENMI and local staff from Japan Techno (or staff of a local corporation which may be established by Yamamoto Bio-Charcoal Mfg.), and study teams including Yamamoto Bio-Charcoal Mfg. will visit the area about four times a year to carry out sweeping renovations and troubleshoot any problems at the biochar production facility. The project management committee will meet three times a year according to the schedule of field surveys by the study team in order to confirm the progress of the project.

Activities	Year 1											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Management of project progress (Project management committee)	■ Contract, implementation plan	Inception meeting					■ Mid-term report	Project management committee			Project management committee	■ Annual report
1) Training facilities at RENM, Ministry of Science and Technology		Inception meeting	Preparation for training in Japan	Training in Japan (@Yamamoto Biocharcoal MFG.)			Procure materials and equipment	Guidance on furnace construction and operation	Develop operational manual	Develop training programme	Start of training	Modification of training programme
2) Pilot project (1) at dam development site		Inception meeting	Preparation for training in Japan	Training in Japan (@Yamamoto Biocharcoal MFG.)			Procurement of materials and equipment coordination with stakeholders	Guidance on furnace construction and operation		Test operation	Start of operations, quality check 1	
3) Consideration on the business models for application to agriculture and forestry sector		Inception meeting						Stakeholder meeting	Distribution of biochar		Check the effectiveness of biochar application	
Activities	Year 2											
Management of project progress (Project management committee)		Project management committee			Project management committee	■ Mid-term report			Project management committee			■ Annual report
1) Training facilities at RENM, Ministry of Science and Technology		Training (1)	Training (1)	Training (1)	Quality check				Training (2)	Training (2)	Training (2)	Quality check
2) Pilot project (1) at dam development site		Quality check 2			Quality check 3				Quality check 4			
Pilot project (2)		Participation in training			Procurement of materials and equipment coordination with stakeholders	Guidance on furnace construction and operation	Test operation	Start of operations, quality check 1				Quality check 2
Pilot project (3)									Participation in training			Procure materials and equipment
3) Consideration on the business models for application to agriculture and forestry sector		Check the effectiveness of biochar application			Check the effectiveness of biochar application				Meeting on the ideas of business models			Presentation of the ideas of business models to companies
Activities	Year 3											
Management of project progress (Project management committee)		Project management committee			Project management committee	■ Mid-term report				Project management committee	■ Final draft	■ Final report
1) Training facilities at RENM, Ministry of Science and Technology		Training (3)	Training (3)	Training (3)	Quality check		Training (4)	Training (4)	Training (4)	Quality check		
2) Pilot project (1) at dam development site					Quality check 4							
Pilot project (2)		Quality check 3			Quality check 4							
Pilot project (3)	Stakeholder coordination	Guidance on furnace construction and operation	Test operation		Start of operations, quality check 1			Quality check 2		Quality check 3		
Pilot project (4)		Participation in training			Procurement of materials and equipment coordination with stakeholders		Guidance on furnace construction and operation	Test operation	Start of operations, quality check 1			
3) Consideration on the business models for application to agriculture and forestry sector		Meeting on the ideas of business models			Presentation of the ideas of business models to companies			Meeting on the ideas of business models		Presentation of the ideas of business models		

Technical cooperation in Japan
  Technical cooperation onsite in Laos

## Process plan for the dissemination and demonstration project

### Positioning of the product and technology

See p. E-5 for information on Yamamoto Bio-Charcoal Mfg.'s international patent for the biochar production furnace.

## 4. Specific Proposal for ODA Project Development

### Market analysis

At present, the project aims to adopt one to two pilot projects per year in coordination with the Ministry of Energy and Mines under the policy of dam development (electric power) businesses as customers. Laos has more than 20 hydroelectric plants already in operation, and about 80 more in the construction or planning stages, and the project will target one or two such projects per year, primarily those that involve relocation of residents. A single dam development site may provide enough raw materials to match the production capacity of one standard furnace for 20 to 30 years. Stable production and supply of biochar will help to stimulate new demand for agricultural soil conditioners and construction materials, etc. The first pilot project at the dam development site will be promoted through spending via the project budget, but dam development companies are expected to lay out the costs starting with the second project. Directives from the Ministry of Energy and Mines will promote the incorporation of these endeavors into dam development projects, and as the profitability of the initial pilot project, the increase in yields due to the use of biochar on farmland, and other benefits are revealed, the result will be an environment that is conducive to adoption of these technologies by dam development companies. In addition, it may be possible to acquire a new customer base among agricultural, forestry, and food processing companies that need to deal with residues from agriculture, forestry, and food products. The

business model canvas on the following pages includes the project design matrix (PDM) drafted in preparation for implementing the dissemination and demonstration project, as well as a summary of the business promotion strategy.

#### Expected project plan and development results

Following the three-year dissemination and demonstration project, the project team (expected to be composed primarily by the local corporation of the Yamamoto Bio-Charcoal Mfg.), in cooperation with the Ministry of Energy and Mines, Ministry of Science and Technology, Ministry of Agriculture and Forestry, and agriculture-related projects of JICA, will seek to obtain new customers among local private companies, agricultural corporations, and the like, while also accepting trainees from other countries at RENMI's training facilities in Laos and introducing the use of these technologies at dam development sites as showcases in order to promote adoption of similar project models in nearby countries including Thailand, Cambodia, and Vietnam. In addition, training courses of one to three months in duration will be conducted regularly in Japan in cooperation with JICA Chugoku, with the aim of developing an organization that will produce human resources who can promote the technology and act as trainers in other countries. The benefits of these pilot projects will be verified, including reduction of waste generation through the effective use of biomass (including forest resources and agricultural and food residues), improved quality and increased yields of agricultural products through the use of biochar as a soil conditioner, carbon fixation in the soil, expansion of demand for biochar, and profitability for biochar producers, and this information will then be widely publicized to further promote the expansion of this business model.

#### Prospects for local partners

Business development targeting dam development companies is being pursued with the Ministry of Energy and Mines and the Ministry of Science and Technology as local partners, and possible measures for the agricultural sector are being discussed with the Ministry of Agriculture and Forestry. Technology transfer is mainly promoted with the participation of three staff from RENMI in the three-month training course at Yamamoto Bio-Charcoal Mfg., and the staff from Japan Techno (and interpreters that travel with the team) that are part of this project will be able to take in the technology through participation in trainings in Japan and locally to create a system that is capable of simple troubleshooting in the field. (The establishment of a local corporation is also under consideration.) After the development of a business model in Laos, the project will encourage relevant ministries and agencies in other countries and aim at promoting the adoption of similar business models.

#### Risks and response, etc.

Risks in the implementation of this project include the possibility that confidentiality will not be maintained regarding the Yamasen carbonization method and that similar charcoal production techniques will be disseminated illegally. To prevent this, in cooperation with the Ministry of Science and Technology, thorough measures will be taken for management of charcoal production processes and

quality control in the final product; every training participant will be asked to sign a confidentiality agreement; and the customer base will be limited to dam development companies and other creditable firms for the time being.

## Project Design Matrix (PDM)

Project title: Dissemination and Demonstration  
Project of Yamasen Charcoal in Lao PDR  
Target region: Vientiane Capital, Bolikhamxay  
Province, etc.

Implementation agency: Institute for Renewable Energy Promotion  
(IREP), Ministry of Energy and Mines; Renewable Energy and New  
Materials Institute (RENMI), Ministry of Science and Technology  
Main beneficiary group: Residents and local government officials of the  
target regions

Period: Jan. 2016 – Dec. 2018  
Ver. 1.0  
Drafted: Aug. 2015

Narrative summary	Objectively verifiable indicators	Means of verification	Important assumptions
<p><b>Overall goal</b></p> <p><input type="checkbox"/> Creation of a supply of cheap and good-quality biochar produced from unutilized biomass will increase and contribute to improving the quality of life of farmers by replacing conventional charcoal for fuel thereby reducing the in-house smoke and soot problem and increasing yield by use as soil conditioner. By doing so, the project contributes to conserving forest resources by replacing conventional charcoal produced from high-quality wood.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. The number of households using biochar for fuel by replacing conventional charcoal and the reduction of in-house smoke and soot problem</li> <li>2. The number of farmers using biochar for soil improvement and the balance of income and expenditure</li> <li>3. The number of certified biochar producers and their production (replacement of conventional production)</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveying the households using biochar for fuel</li> <li>- Surveying the farmers using biochar for soil improvement</li> <li>- Surveying the biochar producers</li> </ul>	<p><input type="checkbox"/> Confidentiality of the technology contract is protected and malpractice by uncertified producers is controlled.</p>
<p><input type="checkbox"/> Yamamoto Bio-charcoal MFG operates a sustainable business in Lao PDR (technology is strictly managed), and the effective use of un-used biomass is promoted.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adoption of the business model as standard for the dam development site, involving the relocation of residents</li> <li>2. Number of Yamasen furnaces installed in Lao PDR; Number of certified engineers of biochar production; Rate of confidentiality compliance</li> <li>3. Amount of production and distribution of biochar with Yamasen brand in and outside of Lao PDR (Amount of effectively-used woody biomass)</li> <li>4. Effectiveness as soil conditioner (increase in yield, decrease in pesticide doses, improvement of biodiversity in soils); Multi-application of biochar (fuel, livestock feed, water purification agent, humidity control, etc.)</li> <li>5. Income and expenditure of local subsidiary of Yamamoto Bio-charcoal MFG</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Number of applications to dam site</li> <li>- Number of technical contract agreements</li> <li>- Report of technical training</li> <li>- Interview with technology contractor, results of quality control</li> <li>- Market survey</li> <li>- Finance statement of local subsidiary of Yamamoto Bio-charcoal MFG</li> </ul>	<p><input type="checkbox"/> Confidentiality of the technical contract is maintained.</p>
<p><b>Project purpose</b></p> <p><input type="checkbox"/> Applicability and sustainability of Yamasen biochar production technology are demonstrated in Lao PDR.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Production of high-quality biochar and development of a self-standing training implementation system at the training facility of RENMI</li> <li>2. Biochar production at dam sites (&gt; 3 sites)</li> <li>3. Increase in biochar utilization rate at the target regions (market creation)</li> <li>4. Operation of local subsidiary of Yamamoto Bio-charcoal MFG</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Component analysis of biochar</li> <li>- Report of technical training</li> <li>- Project report</li> <li>- Interview with business practitioners</li> <li>- Finance statement of local subsidiary of Yamamoto Bio-charcoal MFG</li> </ul>	<p><input type="checkbox"/> No changes in the implementation system and basic policy in Lao PDR</p>
<p><b>Outputs</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Technical training implementation system at RENMI of the Ministry of Science and Technology is operated independently.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1-1 Records of participation and completion of technical training in Japan and/or on site.</li> <li>1-2 Developing status of curriculum and technical training plan</li> <li>1-3 Number and quality of training materials and manuals</li> <li>1-4 Number of trainers and ability of trainers or engineers</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Project report</li> <li>- Reports of technical training</li> <li>- Interview with business practitioners</li> <li>- Record of furnace operations</li> <li>- Component analysis of biochar</li> </ul>	<p><input type="checkbox"/> No changes in the roles of relevant ministries in the development of renewable energy</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Biochar is produced at the pilot site in the vicinity of the dam development project site.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2-1 Installation and operation status of the pilot furnace</li> <li>2-2 Application status of skills of trained engineers on site</li> <li>2-3 Improvement of quality and quantity of products from pilot furnace</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Record of product shipments</li> </ul>	<p><input type="checkbox"/> No changes in the operation schedule and policy of the dam development project</p>

3. Effectiveness of biochar produced in Lao PDR as soil conditioner is demonstrated.	3-1 Increase in biodiversity in cropland due to biochar application 3-2 Increase in yield by applying biochar to agricultural technology cooperation project, etc.	- Results on biodiversity analysis, report of yield - Report of technical cooperation project	
4. System of taskforce composed with relevant ministries is strengthened.	4-1 Frequency of working group meetings (about 4 times/yr) 4-2 Status of making recommendations and/or issuance of directives to new development projects	- Meeting report - Directive	
5. Foundation for distributing Yamasen technology is developed.	5-1 Establishment and operation status of local subsidiary of Yamamoto Bio-charcoal MFG 5-2 Patent acquisition and trademark registration status in Lao PDR 5-3 Number of business negotiations with local dam companies and businesses 5-4 Shipping volume of Yamasen charcoal produced on site	- Company registration document - Patent number, trademark registration number - Finance statement	
<b>Activities</b> Output 1 (Activities that realize output 1) 1-1 Implementation of training in Japan for staffs from RENMI (training for trainers) 1-2 Technical training of furnace construction, and the construction of furnaces and a training facility at RENMI 1-3 Implementation of training on site (training for trainers) after establishing the aforementioned training facility 1-4 Development of a training implementation plan and curriculum at the training facility 1-5 Development of training materials and manuals 1-6 Holding demonstration workshops		<b>Inputs</b> <b>【Japanese side】</b> <u>Experts:</u> ✓ Project manager (Technical guidance) ✓ Business judgment, commerce ✓ Distribution, branding strategy ✓ Facility design, supervision of construction ✓ Business model ✓ Training management ✓ Survey and analysis <u>Equipment:</u> ✓ Facility of Yamasen furnace, 2 sets ✓ Backhoe ✓ Transport vehicle (Forklift) ✓ Truck (about 2t) ✓ Crusher <u>Training in Japan</u>	<input type="checkbox"/> Staffs of RENMI, who got skills by the technical training, continue to work.  <input type="checkbox"/> Cooperation of local residents near the pilot site is obtained.
Output 2 2-1 Discussions with dam development companies; Selection of pilot sites; Selection of engineers of biochar production 2-2 Implementation of technical training for engineers of biochar production 2-3 Technical training of furnace construction and the construction of furnaces at the pilot site 2-4 Instruction of biochar production and operation of pilot furnace 2-5 Holding a seminar on the collection of raw materials of biochar and the promotion of biochar use for neighbouring residents 2-6 Component analysis of biochar produced with the pilot furnace		<b>【Laos side】</b> <u>Human resources:</u> ✓ Placement of CP ✓ CP's participation in training <u>Office/Facility:</u> ✓ Permission to use a piece of land of RENMI <u>Equipment:</u>	<b>Preconditions</b> <input type="checkbox"/> Continued political and economic stability in Lao PDR
Output 3 3-1 Discussions with the officials of Ministry of Agriculture and Forestry and the staff of the agricultural technology cooperation project 3-2 Application of biochar produced at the training facility and/or pilot site to cropland (Demonstration test) 3-3 Component analysis of soils obtained from the aforementioned test sites, etc. (Biodiversity analysis) 3-4 Holding a workshop on biochar as soil conditioner			
Output 4 4-1 Organizing a taskforce composed of relevant ministries and recording the outcomes of meetings 4-2 Support for holding the working group meeting periodically (every 2 months) 4-3 Discussions on the recommendations and directives to a new development project			
Output 5 5-1 Establishment and registration of a local subsidiary of Yamamoto Bio-charcoal MFG 5-2 Application of patent acquisition and trademark registration in Lao PDR 5-3 Sales and marketing of products 5-4 Business meetings and negotiations with local dam company and businesses			

# Yamamoto Bio-Charcoal MFG Business Development Plan in Lao PDR\_ Dissemination and Demonstration Project

Ver. 1.0 Drafted: Aug. 2015

<p><b>Key partner</b></p> <p>Ministry of Energy and Mines (IREP@MEM)          Ministry of Science and Technology (RENMI@MOST)          Ministry of Natural Resources and Environment (DRFM@MONRE)          Ministry of Agriculture and Forestry (DOF, DAEC, NAFRI, CADC @MAF)          National University of Laos          Bolikhamxay Province (RMU)          Dam company (SMO)</p> <p>JICA agricultural technical cooperation projects          Lao-Japan Student's Association</p> <p>University Putra Malaysia (SATREPS project of Kyushu Institute of Technology in Sabah, Malaysia)</p>	<p><b>Key activities</b></p> <p><b>1. Establishment of a training implementation system at RENMI</b>          Development of training manual          Development of quality control system          Patent acquisition and trademark registration</p> <p><b>2. Pilot project at dam site</b>          Technical training on furnace construction and test operation          Development of biochar supply destinations</p> <p><b>3. Demonstration of the effectiveness of biochar as soil conditioner</b>          Evaluation of biodiversity          Evaluation of yield improvement</p>	<p><b>Value propositions</b></p> <p><b>Production technology (License)</b>          Technical training and licensing of biochar production technology, which can produce large amount of biochar economically from unused biomass (waste wood, agricultural waste, etc.)</p> <p><b>Product (Biochar)</b>          Increase in income by improving quantity and quality of agricultural products through the application of biochar to agriculture, forestry and animal husbandry, etc.</p> <p><b>Profit return to displaced residents by effectively utilizing cleared biomass upon dam development, etc.</b>          Profit return to displaced residents (increase in cash income by improving quantity and quality of agricultural products, selling surplus biochar, etc.) through the carbonization of un-used biomass such as forests cleared upon dam development and the application of biochar as soil conditioner, etc.</p>	<p><b>Customer relationships</b></p> <p><b>Production technology (License)</b>          Technical training          Technical cooperation (License contract)          After-sales service (Quality control, trouble shooting)</p> <p><b>Product (Biochar)</b>          Sharing the information on biochar application          Branding of biochar (Value-added)</p> <p><b>Channels</b></p> <p>Relevant ministries          JICA agricultural technical cooperation projects          Market of organic vegetables</p>	<p><b>Customer segments</b></p> <p><b>Production technology (License)</b>          Dam development companies          Food processing companies          Saw millers</p> <p><b>Product (Biochar)</b>          Farmers, agricultural companies          Relocated residents at dam          Ministry of Agriculture and Forestry          Local governments          Environmental NGO</p>																				
<p><b>Cost structure</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Construction of furnace and facility</td> <td>Personnel</td> </tr> <tr> <td>Equipment and heavy machinery</td> <td>Accommodation</td> </tr> <tr> <td>Operation and maintenance of facility and machinery</td> <td>Training and workshop</td> </tr> <tr> <td>Collection, transportation and processing (chipping) of raw materials</td> <td>Transportation</td> </tr> <tr> <td>Survey</td> <td>Communication and office consumable</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Office leasing</td> </tr> </table>		Construction of furnace and facility	Personnel	Equipment and heavy machinery	Accommodation	Operation and maintenance of facility and machinery	Training and workshop	Collection, transportation and processing (chipping) of raw materials	Transportation	Survey	Communication and office consumable		Office leasing	<p><b>Revenue streams</b></p> <table border="0"> <tr> <td><b>Production technology (License)</b></td> <td><b>Product (Biochar)</b></td> </tr> <tr> <td>Technical cooperation (License contract)</td> <td>Sales profit of biochar</td> </tr> <tr> <td>Technical training in Japan</td> <td>Increase in income by improving quantity and quality of agricultural products</td> </tr> <tr> <td>Staff dispatch (Technical support on site)</td> <td></td> </tr> </table>			<b>Production technology (License)</b>	<b>Product (Biochar)</b>	Technical cooperation (License contract)	Sales profit of biochar	Technical training in Japan	Increase in income by improving quantity and quality of agricultural products	Staff dispatch (Technical support on site)	
Construction of furnace and facility	Personnel																							
Equipment and heavy machinery	Accommodation																							
Operation and maintenance of facility and machinery	Training and workshop																							
Collection, transportation and processing (chipping) of raw materials	Transportation																							
Survey	Communication and office consumable																							
	Office leasing																							
<b>Production technology (License)</b>	<b>Product (Biochar)</b>																							
Technical cooperation (License contract)	Sales profit of biochar																							
Technical training in Japan	Increase in income by improving quantity and quality of agricultural products																							
Staff dispatch (Technical support on site)																								

## Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects Lao PDR, Feasibility Study for the Efficient Charcoal Production Systems

### SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: Yamamoto Biocharcoal MFG Co., Ltd.
- Location of SME: Masuda, Shimane Pref., Japan
- Survey Site • Counterpart Organization: Vientiane, Bolikhamxay • Ministry of Energy & Mines, Ministry of Science & Technology



Yamasen Pool-type Furnace to Produce Charcoal

### Concerned Development Issues

- Most of households use wood and charcoal for cooking
  - Suffering from the effects of indoor air pollution
  - Deforestation is caused by over logging
- A number of dams are being constructed and planned as an energy supply source
  - Issues of the efficient use of forest resources
  - Protection of livelihoods and generation of income for relocated people

### Products and Technologies of SMEs

- Yamasen Pool-type Furnace to Produce Charcoal (patent number: 5117548)
  - High productivity: 10 t of powdered charcoal can be produced within one week (50 t of raw material)
  - Any biomass: Any kinds of raw materials can be used (Woods, barks, agricultural waste, etc.)
  - Low cost & easy handling: Low capital cost, Flat kiln & natural ventilation, No mechanical inputs
  - Quality products: Less smoke, High calorific value, Multi-application (soil conditioner, etc.)

### Proposed ODA Projects and Expected Impact

- Household issues of soot can be resolved and forests can be protected by promoting fuel conversion from firewood to charcoal.
- Energy sources can be secured through the stable supply of high-quality, powdered charcoal.
- Waste can be reduced through the effective utilization of unused biomass resources.
- New demand can be stimulated and crop yields, incomes, and livelihoods in rural areas can be improved through the use of powdered charcoal in agriculture and forestry and for raising livestock.
- Carbon minus (carbon fixation) effects can be attained through the use of powdered charcoal as a soil improvement material.
- A system to protect local intellectual property rights can be developed.