

平成16年度CDM / JI事業調査

ベトナム南部における木質バイオマス発電事業化
および同事業への燃料安定供給のための
エネルギー造林計画策定のための調査

報告書

平成16年3月

株式会社 双日総合研究所

平成 16 年度
CDM/JI 事業調査

ベトナム南部における木質バイオマス発電事業化
および同事業への燃料安定供給のための
エネルギー造林計画策定のための調査

【 目次 】

目次	i
調査員名簿	v
略語	vi
第 1 章 調査概要	1
1.1 背景	2
1.2 目的	4
1.3 調査体制	5
1.4 調査項目	6
第 2 章 調査地域の一般概要.....	7
2.1 ベトナムの一般概況.....	8
2.1.1 内政と外交	8
...	
2.1.2 経済	10
2.1.3 自然環境	12
(1) 位置、地勢	12
(2) 気候	13
2.1.4 社会環境	14
(1) 人口、民族	14
(2) 言語	14
(3) 教育	14
(4) 宗教	14
2.2 ロンアン省の一般概況.....	15
2.2.1 省政府組織・体制	15
(1) ベトナムの地方行政	15
(2) ロンアン省人民委員	16
2.2.2 経済	17
2.2.3 自然環境	19
(1) 位置、地勢	19
(2) 気候	20
2.2.4 社会環境	21
(1) 人口	21
(2) 教育	21
第 3 章 事業の内容	23
3.1 バイオマス発電	24

3.1.1	電力需給状況	24
3.1.2	電力整備計画	25
	(1) 国家	25
	(2) ロンアン省	29
3.1.3	民間発電事業	30
3.1.4	実施中木質系バイオマス発電事業例	31
	(1) スウェーデン(Sandvik II 発電所).....	32
	(2) フィンランド(Alholmens Kraft).....	33
	(3) 米国(Multitrade Project, Virginia)	34
	(4) 日本(王子製紙株式会社)	35
	(5) 日本(能代バイオ発電所).....	36
	(6) 日本(その他の参考例)	37
	(7) 考察	37
3.1.5	木質系バイオマス発電技術概観	38
3.1.6	採用する技術仕様	39
	(1) 設備概要.....	39
	(2) 設備条件	42
	(3) 排出規制.....	43
	(4) マテリアル・フロー.....	47
	(5) 設備全体	50
3.1.7	コスト分析	68
3.2	エネルギー造林	69
	(1) スウェーデン	69
	(2) 英国の例	71
	(3) 考察	72
3.2.1	ベトナムの森林概況	73
3.2.2	ベトナムにおける造林に関する施策・法律	74
	(1) 組織	76
	(2) 土地	79
	(3) 助成	82
	(4) 樹種	83
	(5) 伐採	84
	(6) 罰則	85
3.2.3	メコン・デルタ及びロンアン省の概況	86
	(1) 概況及び土壌特性	86
	(2) メコン・デルタにおける植林事例	89
	(3) ロンアン省の土地利用区分	91
3.2.4	メラルーカの生物学的特性および造林技術 ...	92
	(1) メラルーカの一般的な特性	92
	(2) メラルーカの造林技術	93
	(3) メラルーカの造林技術概要	94
	(4) リスク	96
	(5) 植林地のバイオマス成長量の予測	97
3.2.5	製品化の考察	100

3.2.6	植林実施体制	104
3.2.7	コスト分析	105
	(1) 植林による収支	105
	(2) 一次集荷場所からの輸送コスト	106
	(3) メラルーカ販売単価	106
	(4) 発電燃料としてのコスト推測	107
3.2.8	生物多様性に関する考察	108
3.3	CDM 事業	109
3.3.1	国際動向	109
	(1) 国際ルール	109
	(2) 排出権取引(CDM、JI、ET)の状況	110
3.3.2	ベトナム国内動向	112
	(1) NSS	112
	(2) 国内承認体制・手続き	114
	(3) Capacity Building	115
	(4) 国家承認動向	116
第 4 章	事業立案	117
4.1	立地条件の抽出	118
4.2	発電事業化	120
4.2.1	ユーティリティ	120
4.2.2	実施体制	121
	(1) 組織	121
	(2) 労働力	121
4.2.3	燃料調達	122
4.2.4	発電所運営、技術	123
4.3	造林事業化	124
4.3.1	造林対象地域	124
4.3.2	実施体制	128
	(1) 実施体制	128
	(2) 実施フロー	128
4.4	CDM 事業化	129
4.4.1	排出源 CDM 事業(バイオマス発電)	129
	(1) ベースライン	129
	(2) プロジェクト実施期間、クレジット発生期間	131
	(3) モニタリング	131
	(4) GHG 計算	132
	(5) 環境影響	136
	(6) ステークホルダーのコメント	136
4.4.2	吸収源 CDM 事業(新規造林)	137
	(1) A/R CDM 参加要件(適格性)	137
	(2) ベースライン	138
	(3) プロジェクト実施期間、クレジット発生期間	138
	(4) 非持続性への対応	139

	(5) モニタリング	140
	(6) GHG 計算	143
	(7) 環境影響	143
	(8) ステークホルダーのコメント	143
	(9) 社会経済的影響	144
4.5	資金計画	145
4.6	事業リスク	146
	(1) コスト・オーバーラン	146
	(2) 設備能力	146
	(3) 燃料調達リスク	146
	(4) 売電リスク	146
	(5) 排出枠移転リスク	146
	(6) 操業リスク.....	146
第 5 章	事業の効果と評価	147
5.1	事業採算性評価	148
	(1) バイオマス発電事業	148
	(2) エネルギー造林	151
5.2	社会経済への影響	152
5.3	環境への影響	155
	5.3.1 環境影響評価制度	155
	5.3.2 環境関連法規	156
	5.3.3 環境的影響に関する聞き取り調査	158
第 6 章	PDD 草案	167
6.1	木質バイオマス発電事業 (SSC PDD)	168
6.2	造林による吸収源活動(CDM AR PDD).....	193

調査員名簿

担当者氏名	会社名	委託先 外注先	担当調査主要項目
今井 邦雄	(株)双日総合研究所 事業グループ	委託先	報告書の監修および総括
中島 英信	(株)双日総合研究所 事業グループ	委託先	プロジェクトの事業立案、外注先・ 現地機関との折衝、現地調査および 報告書本文作成
西宮 亜紀子	(株)双日総合研究所 事業グループ	委託先	バイオマス発電設備・メラルーカ植 林に関するデータ収集、現地調査お よび報告書本文作成
鳥生 毅	(株)双日総合研究所 事業グループ	委託先	プロジェクトの CDM 事業化の考察 および PDD 作成
上野 奈緒美	(株)双日総合研究所 事業グループ	委託先	バイオマス発電設備・メラルーカ植 林に関するデータ収集
安東 達生	月島機械(株) 環境事業部 事業推進グループ	外注先	バイオマス発電設備に関する仕様書 作成
遠藤 久	月島機械(株) 環境プラント計画第二部 第2グループ	外注先	バイオマス発電設備に関する仕様書 作成および現地調査
川端 友寛	月島機械(株) 環境プラント計画第二部 第2グループ	外注先	バイオマス発電設備に関する仕様書 作成および現地調査
山本 隆文	月島機械(株) 技術企画室 新技術導入開発グループ	外注先	バイオマス発電設備に関する仕様書 作成
原口 直人	王子製紙(株) 原材料本部 植林部	外注先	メラルーカの生物学的特性、造林技 術、生長量予測に関する考察および 現地調査
関根 秀真	(株)三菱総合研究所 科学技術研究本部 宇宙・地球管理研究部	外注先	衛星画像処理技術を用い、造林に関 する土地利用図のデジタル化および 植林候補地の選定
木場 正信	(株)三菱総合研究所 科学技術研究本部 宇宙・地球管理研究部	外注先	衛星画像処理技術を用い、造林に関 する土地利用図のデジタル化および 植林候補地の選定

略語一覧

AIT	Asian Institute Technology
BCF	Bio Carbon Fund バイオ炭素基金
BOT	Built - Own(Operate) – Transfer 一括事業請負後譲渡方式
CDCF	Community Development Carbon Fund コミュニティ開発炭素基金
CDM	Clean Development Mechanism クリーン開発メカニズム
CD4CDM	Capacity Development for CDM CDMに対するキャパシティデベロップメントプロジェクト
CNA	CDM National Authority CDM国家組織
CNECB	CDM National Executives and Consultative Board 国家CDM理事会
DARD	Agricultural and Rural Development Department 農業地方開発局
DFD	Department of Forestry Development 森林開発部
DLA	Depart of Land Administration
DME	Dimethyl Ether ジメチルエーテル (CH ₃ -O-CH ₃)
DNA	Designated National Authority (CDM国家承認) 担当政府機関
DOF	Department of Finance 財務局
DOI	The Industrial Department 工業局
DONRE	Department of Natural Resource and Environment 天然資源環境局
DPI	Department of Planning and Investment 計画投資局
DSM	Demand-supply management 需要供給管理
EB	Executive Board CDM理事会
EVN	Electricity of Vietnam ベトナム電力公社
FAO	Food and Agriculture Organization
FSSIV	Forest Science Sub-Institute of South Vietnam ベトナム森林科学研究所南部支所
GDLA	General Depart of Land Administration

HMS	Hydro Meteorological Service 気象水文総局
IE	Institute of Energy エネルギー研究所
IPP	Independent power plants 独立発電所
LEP	Law on Environmental Protection ベトナム環境保護法
MARD	Ministry of Agricultural and Rural Development Department 農業地方開発省
MB	Management Board 管理委員会
MOD	Ministry of Defense 国防省
MOF	Ministry of Finance 財務省
MOI	Ministry of Industry 工業省
MONRE	Ministry of Natural Resource and Environment 天然資源環境省
MOSTE	Ministry of Science, Technology and Environment 科学技術環境省
MOT	Ministry of Transportation 運輸省
MPI	Ministry of Planning and Investment 計画投資省
MPS	Ministry of Public Safety 公安省
NOCCOP	National Officer for Climate Change and Ozone Protection 国家気候変動オゾン保護局
NSS	National Strategy Study on CDM ベトナムCDM国家戦略策定支援調査
OE	Operational Entity 運営組織
PC	People's Committee 人民委員会
PCF	Prototype Carbon Fund プロトタイプ炭素基金
PDD	Project Design Document プロジェクト設計書
PMB	Project Management Board プロジェクト管理委員会
PP	Project Participants プロジェクト実施者
RCEE	Research Center for Energy and Environment エネルギー・環境研究所
RPF	Refuse Paper & Plastic Fuel
SEK	Swedish Krona

	スウェーデンクローナ（スウェーデンの通貨、1SEK 15円）
SFE	State Forest Enterprise 国営森林会社
ST	State Treasury 国庫
UNEP	United Nations Environment Programme 国連環境計画
UNFCCC	United Nations Framework Convention Climate Change 国連気候変動枠組条約
URC	The RISO Center of the UNEP デンマークRISO国立研究所内UNEP
VND	Vietnam Dong ベトナムドン（ベトナムの通貨、1USD 15,600VND）

第 1 章 調査概要

1.1 背景

ベトナム南部メコン・デルタ地域に位置するロンアン(Long An)省は一人あたり GDP が 340 米ドル程度の貧しい省であり、その一因は省面積 45 万 ha のうち 25 万 ha が酸性硫酸塩土壌であることから、農業生産ができないことにある。同土壌の有効利用策として酸性土壌においても生育が可能な在来樹種であるメラルーカ (*Melaleuca sp.*) の植林が政府より推奨され、すでに省内で 64 千 ha に対し植林が実施されたが、期待されていた間伐材、成熟木に対する杭材、建材としての需要が乏しく、植林区画を貸与されている地域住民は植林に対する積極的な意欲を失いかけている。

< 地球温暖化対策の観点 >

ベトナムは気候変動問題に対し高い意識を持ち、2002 年 9 月に京都議定書に対し国家批准を行った。CDM による資金供与の環境面・経済面における効率的活用のための戦略策定も済んでいるが、産業規模の大きくない同国において、省エネルギーの規模は限られており、豊富なバイオマスを利用する代替エネルギー利用および吸収源の可能性を高く評価している。

プロジェクトはベトナムの地球温暖化対策への取り組みと合致するものである。

< 発電の観点 >

ベトナム電力公社は 2001 年に年間総発電量が 30.6 百万 MW に達し、国家経済および国民の基本的な必要を満たしたされるが、地方および大都市での停電の頻発の問題、および地方に生活する 3 百万家庭の 15 百万人がいまだ未電化の状態に暮らしている状況を考慮すれば、必要を十分に満たしているとは言い難い。

一方、これまで EVN の独占状態であった発電事業が独立発電事業者に対しても開放され、海外からの BOT による大型投資や砂糖工場等の余剰電力の売電実績が増加し始めた。

プロジェクトは農村部において、再生可能エネルギーである木質系バイオマスを燃料としての小規模発電事業を行うものであり、これは国家戦略の中での目標であるバイオマスによる 200-400MW 規模の発電容量の開発に沿うものである。

< 植林の観点 >

ベトナム南部メコン・デルタ地域の総面積 400 万 ha は、農耕に適さない酸性硫酸塩土壌が 1/3 を、塩類土壌が 1/3 を占めており、これらの土地の有効利用は農業振興のみならず増大する人口と失業問題、都市部との経済格差の問題等への解決となると考えられている。

酸性硫酸塩土壌地域には同土壌に耐性のあるメラルーカやカヤツリグサ (*Cyperacea sp.*) が茂る森であったが、ベトナム戦争時の爆撃、枯葉剤による被災、

その後の貧困からの伐採により天然林がほぼ全滅し、草本であるカヤツリグサが生育するだけの地が広がった。同状況のもと洪水の頻発する同地域の保水機能強化および雇用創出を目的として 1990 年台半ばよりメラルーカの植林活動が広がり、メラルーカの強耐食性に着眼した橋梁の杭材・建材としての使用を期待したが、杭材・建材は鋼材(鉄筋)がその位置に置き換わる方向にあることから、当時考えていたほどの需要がなく、農民の得るインセンティブの低下から、現在メラルーカの植林は岐路に立たされている。

メラルーカは密に植栽されること(15,000 – 40,000 本/ha。これはベトナムでの主要商業植林樹種であるアカシアと比較し 10-25 倍の植栽密度である)樹皮が剥離する性質から剥離樹皮が摩擦熱により発火すること、業務に火を用いる養蜂家の立ち入り、また、油分の豊富な葉である性質とあいまり森林火災が発生することが多く、近年大規模な火災が幾度も発生しており、JICA は近年 6,000ha の森林が焼失した Ca Mau 省にて森林火災対策を目的とする森林管理の技術協力を実施中である。

ロンアン省人民委員会(日本で言えば県庁にあたる)は現状を打破するものとして、メラルーカを燃料とする、発電計画に対し強い関心を示し、協力を約束している。

プロジェクトは当初、既存植林木を使用するが、発電事業からの燃料代の対価を伐採地への再植林と、新規裸地への植林に使用することで森林整備に寄与し、火災防除の一助とし、また、持続可能な燃料供給の観点から、エネルギー・プランテーションの計画まで踏込むことが必要となる。

人民委員会と当研究所の基本原則は「地域住民を第一に考える事業であること」でありプロジェクトは CDM 事業の基本要件である持続可能な発展に資するものである。



写真 1-1 メラルーカ林



写真 1-2 アカシア林

1.2 目的

本プロジェクトの目的は ；

既存植林地のメラルーカを燃料とする 5,000kW 規模の発電事業（年間総発電量 39.6GWh ）を CDM 事業とすることにより当研究所が設立するファンドが CER を獲得する。

電力不足の同地域への電力供給を行うことで地域開発に資する。

植林の出口となる安定的な木材の引取先となることで、地域住民の貧困削減に寄与する。

プロジェクトサイトであるロンアン省が存在するベトナム南部メコン・デルタ地域は運河が発達し、陸上輸送に比較しきわめて安価な水運が可能であることから、バイオマス発電の際に一番問題となる「集荷コスト」が安価に抑えられる。プロジェクトは水運により集荷されたメラルーカを燃料とする発電を行うもので、発生電力は売電契約の下、グリッドに送電される。

プロジェクトは木質バイオマスを活用した代替エネルギー発電という排出源 CDM、また、燃料木を伐採した場所には再植林を義務付けるが、伐採地以外の裸地への植林も進めることにより吸収源 CDM 事業とする 2 つのカテゴリーの CDM 事業をロンアン省人民委員会をカウンターパートとして実施するものである。

1.3 調査体制

調査の主体である双日総合研究所は調査内容に対する責任を負う。

日本側は発電技術面に関し月島機械株式会社に、また植林技術面に関しては王子製紙株式会社の協力を仰ぎ、更に吸収源 CDM 事業のベースライン、モニタリング手法の検討にあたっては株式会社三菱総合研究所の衛星画像処理技術を使用する。

現地側はロンアン省人民委員会（日本であれば都庁や県庁にあたる）をカウンターパートとし、人民委員会の指示の下、ロンアン省農業地方開発局（以下「DARD」という）および農業地方開発省傘下の FSSIV（Forest Science Sub-Institute of South Vietnam：ベトナム森林科学研究所南部支所）等と協力し調査を行う。また、越国のエネルギー事情に関してはハノイのエネルギー・環境研究所（以下「RCEE」という）と共同して調査を進める。

【日本】

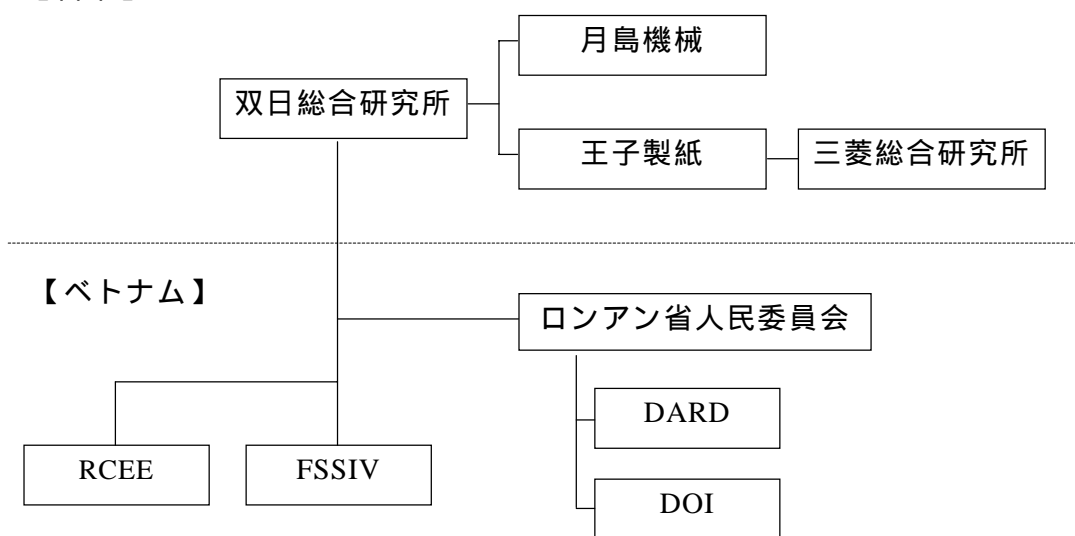


写真 1-3 ロンアン省人民委員会外観



写真 1-4 DARD、DOI との討議風景

1.4 調査項目

調査項目は事業採算性評価および PDD 作成に必要な項目とし、下記に関する調査を実施する。

調査地域の一般概況

ベトナムの一般概況	内政、経済、自然環境、社会環境
ロンアン省の一般概況	省政府組織・体制、経済、自然環境、社会環境

事業の概要

事業の全体フロー、事業実施の前提条件

事業の内容

バイオマス発電	電力需給状況、電力整備計画・政策、 実施中木質バイオマス発電事例、木質バイオマス 発電技術概観、採用する技術仕様、マテリアル・ フロー、コスト分析
エネルギー造林	森林概況、造林に対する施策・法律 実施中エネルギー造林事例、ロンアン省概況 メラルーカの生物学的特性および造林技術 造林実施体制、コスト分析 生物多様性に関する考察
CDM 事業	国際的動向、ベトナム国内動向

事業立案 立地条件の抽出および決定

発電事業化	ユーティリティ、実施体制、燃料調達 発電所運営、技術
造林事業化	造林対象地域、実施体制
CDM 事業化	ベースライン、プロジェクト実施期間・クレジット 発生期間、モニタリング、GHG 計算、 環境影響、ステークホルダーのコメント
資金計画	
事業リスク	

事業の効果と評価

事業採算性、社会的影響、環境影響、地域経済への影響

第 2 章 調査地域の一般概要

2.1 ベトナムの一般概況

2.1.1 内政と外交

政体： 社会主義共和制。共産党一党支配

憲法： 1980年制定。1992年、2001年に改正

元首： チャン・ドゥック・ルオン国家主席

国会： 一院制、498議席 中選挙区による直接選挙制。任期5年

内閣： 国会で首相を選出

首相 ファン・ヴァン・カイ

外相 グエン・ジー・ニエン

75年のベトナム戦争終了後、第4回党大会が76年に実施されて以来、5年おきに党大会が実施され、86年の第6回党大会にて採択された市場経済システムの導入と対外開放化を柱としたドイモイ（刷新）を開始した。

96年の第8回党大会ではドイモイ10年の成果と路線継続を確認し、2020年までの工業国入りを目指す「工業化と近代化」を二大戦略とすることを採択。

01年4月には、第9回共産党大会が開催され、共産党一党支配による社会主義体制の維持とドイモイ路線継続という基本方針の継承が打ち出された。同大会の政治報告で、フユウ書記長は、今後の経済の指針を「社会主義を志向した市場経済化」と表現し、「市場経済化」という表現を使用したことで、ドイモイ路線の踏襲とさらなる改革・開放への意気込みを内外に示した。

また、同大会において、マイン国会議長が新書記長に選出され、その後、ルオン国家主席、カイ首相との集団指導体制により各種改革に前向きに取り組んでいる。02年7月の第11期第1回国会にて、ルオン国家主席、カイ首相はいずれも再任された。

外交は全方位外交、地域・国際社会への統合推進を基本方針とし、米国、中国、ロシアといった大国とのバランスを保ちつつ、経済的結びつきの強いASEAN諸国との関係強化に留めている。また、ASEAN以外のアジア諸国、旧社会主義国、フランス語圏諸国との関係も良好である。

90年代初めから、ベトナムとASEANとの政治・経済交流が急速に活発化し、相互に経済協力協定、投資保護協定などが結ばれた。92年7月の東南アジア友好協力条約への加盟を経て、95年7月のASEAN外相会議にてベトナムのASEAN加盟が実現した。AFTA（ASEAN自由貿易地域）にも参加し、共通有効特惠関税（CEPT）計画に基づき域内関税を2006年1月までに5%以下に引き下げ、2018年までに撤廃することになっている。

ベトナム戦争の相手国である米国は現在最大の輸出国となり、1979年の中越戦争

で関係が悪化した中国とも 91 年に正常化している。

日本は 73 年国交を樹立するも 1978 年のカンボジア侵攻から 91 年の和平協定締結までの間は援助を停止した。91 年に ODA を再開し現在は最大の援助国となっている。

国交樹立 30 周年にあたる 2003 年には ASEAN の中ではシンガポールに続き 2 番目となる投資協定「日越投資協定」を締結した。同協定は投資の自由化、円滑化、保護、紛争処理を骨子とするものであり、両国間の更なる関係深化が期待される。

2.1.2 経済

ベトナムにおける、主要経済指標は下記の通りである。¹

主要産業：	農林水産業、鉱業
会計年度：	1 - 12 月
GDP：	301 億米ドル（2002 年 IMF 資料）
一人当り GDP：	388 米ドル（2002 年 IMF 資料）
経済成長率：	7%（2002 年）
物価上昇率：	4.0%（2002 年）
失業率：	6.01%（都市部のみ、2002 年政府公表）
貿易額(2002 年)	
輸出：	165.3 億ドル
輸入：	193 億ドル
主要貿易品目（2002 年）	
輸出：	原油、繊維、水産物
輸入：	機械、繊維品、石油製品
貿易相手国（2002 年）	
輸出：	日本、米国、中国
輸入：	台湾、シンガポール、日本
通貨：	ドン（Dong）
為替レート：	15,600 ドン / 1 米ドル
外国からの投資実績：	398 億ドル（2001 年 12 月現在）

86 年より開始したドイモイ政策による政府開発援助、外国投資増加および農業生産の増大により、95～96 年には 9%台の高い経済成長を続けるなど、順調な経済成長を維持してきた。しかし 97 年のアジア通貨危機による輸出競争力の低下、干ばつによる農業生産の減少、国内市場での消費財需要の減退など、内需及び外需の両面から影響を受け、98 年の実質 GDP 成長率は 5.8%に、99 年も国内需要は引き続き低迷し、外国直接投資の流入の大幅な減少、工業生産の鈍化により、GDP 成長率は 4.8%に止まった。

2000 年に入ると、政府による地方農村部向けインフラ投資の効果や、民間企業の生産拡大で成長率は 6.8%に達し、景気は回復基調に転じ、現在にいたる。

アジアからの外国投資、民間企業の活発な設備投資、主要輸出品目の好調により、製造業、建設業が成長を牽引している形となっている。

2001 年 4 月の第 9 回共産党大会にて、第 7 次五カ年計画と新 10 ヵ年社会経済戦

¹ 外務省 HP 各国・地域情勢-アジア-ベトナム社会主義共和国（2004 年 2 月現在）

略が採択され、新五カ年計画では、2005年のGDPを95年の2倍にするため、実質GDP成長率の年平均を7.5%とすることを目標に置いていた。しかし、2001～2003年までの年平均成長率が7.1%で推移していることから、2004～2005年の2年間は年8%成長の実現を目指している。

1980年代に大幅な入超であった貿易は90年代初頭には原油、コメの輸出の大幅増加により出超を記録。原油、コメ、衣料品の輸出は引き続き増加しているが、機械、石油、鉄鋼を中心に輸入量も増加し慢性的な貿易赤字状況となっている。

産業は労働人口の2/3が第1次産業に従事し国民総生産の23%を占める。近年は第2、3次産業が成長し、特に観光業の伸びが特筆される。

2.1.3 自然環境

(1) 位置、地勢

ベトナム（ベトナム社会主義共和国：首都ハノイ）はインドシナ半島東辺に、南北に細長く伸びた（北緯 8.35 ~ 23.4²）S 字状の形で位置している。国土面積は 32 万 9,297km²で、これは九州を除いた日本の国土面積に相当する。

北部はトンキン湾、中・南部は南シナ海、シャム湾に面しており、国土の北側は中国、西側はラオス、カンボジアと国境を接している。国土の 4 分の 3 は山岳、丘陵、高原地帯であり、中国の雲南省から続くチュオンソン山脈が国の南北を貫いている。国土は大きく次の 3 地域に分けることができる。

北部： トンキン湾に注ぐ紅河が形成した紅河デルタ

中部： 狭小な海岸平野地帯

南部： カンボジアから南部ベトナムに注ぐメコン河が形成する肥沃なメコン・デルタ



図 2-1 ベトナム社会主義共和国地図

² 国際金融情報センター JCIF Country Report ベトナム

³ ベトナム政府統計局（GSO）Statistical Yearbook 2003

(2) 気候

南北に細長い地形の影響を受け、地域によって大きく異なっている。

北部は、ケッペンの気候区分では温帯気候(Cw)に属し、四季の変化も見られる。1月下旬から4月にかけては霧雨が続き肌寒く、5月から9月は非常に暑くスコールも多い雨期だが、10月から1月中旬にかけては比較的湿度も低く過ごしやすい。南部は、熱帯性モンスーン気候(Aw)で、5月から10月の雨期と、11月から4月の乾期に分かれる。

中部は、北部と南部の中間にあたる気候である。

以下に北部のハノイ市と南部のブンタウ（ホーチミン市の南東約 70km に位置：ホーチミン市には測候所が存在しないため）における月別の降水量と平均気温の推移をグラフで示す。⁴

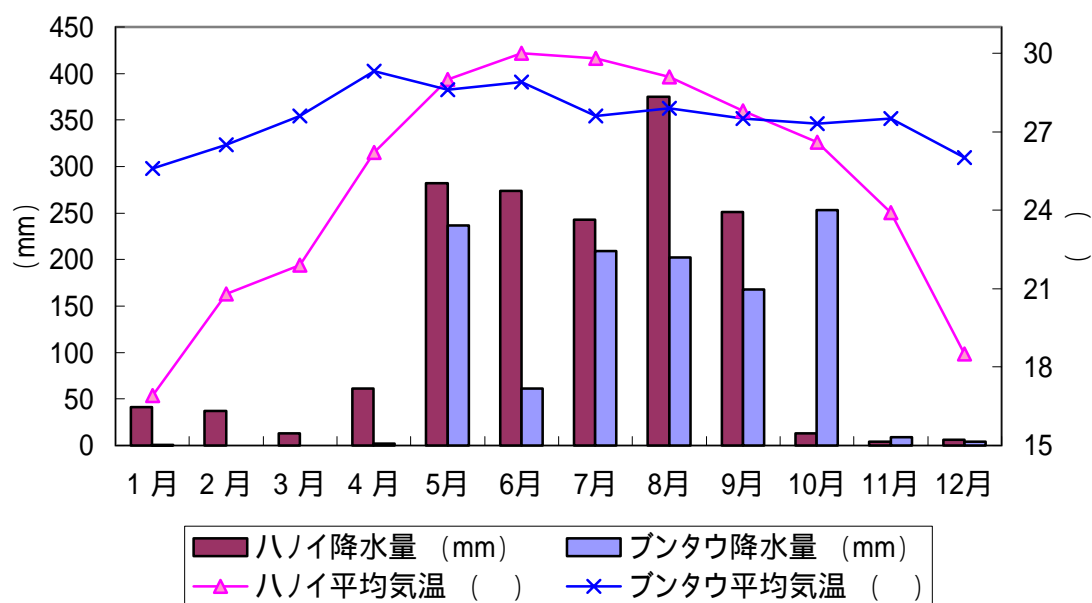


図 2-2 ハノイ市とブンタウにおける月別降水量と平均気温（2003 年）

⁴ ベトナム政府統計局（GSO）Statistical Yearbook 2003

2.1.4 社会環境

(1) 人口、民族

人口は約 8,090 万人で、人口増加率は 1.47% (いずれも 2003 年)⁵。その内 74.2% が農村部に居住する。

人口の約 87% がいわゆるベトナム人と呼ばれているキン族で、その他、タイ族 1.8%、ターイ族 1.6%、ムオン族 1.4%、華人 1.4%、クメール系 1.4% などとなり、50 を超える少数民族が山間部を中心に居住している。

都市部と農村部およびキン族と少数民族との経済格差の解消が政府の大きなテーマとなっている。

(2) 言語

公用語はベトナム語で、第二言語として英語も使用される。また一部では、フランス語、中国語、クメール語なども通じる。その他、山岳部には多種の民族語が存在する。

(3) 教育

初等学校 (小学校 : 5 年)・中等学校 (中学校 : 4 年) 終了後、高等学校 (3 年) の他、専門学校、職業訓練校、大学に進学できる。大学進学者は 2002 年時点で 90.9 万人である。2000 年の初等教育就学率は 92%、中等教育就学率は 74%、高等教育進学率は 38% で、初等教育就学率は比較的高い。低賃金による教員不足と設備不足により 2~3 部制が実施されている。初等教育は無料だが教材費などは家庭が負担する必要がある。農村・山岳部を中心に未就学児童も多いと見られる。また、地方部では予算不足により教員や設備が十分に整っておらず、都市部と地方部では格差が大きい。都市部では富裕層向けの私立学校や語学・コンピュータ教室などが増加している。世銀データによると、成人 (15 歳以上) の識字率は全体が 92.9%、女性が 91.2% (2002 年) とされており、比較的高い水準といえる。

(4) 宗教

信仰の自由は政府によって保障されている。人口の約 80% が仏教、主に大乘仏教を信仰しており、カトリックがそれに続く。南部地域では、ベトナム特有のホアハオ教、カオダイ教なども信仰されている。

⁵ ベトナム政府統計局 (GSO) Statistical Yearbook 2003

2.2 ロンアン省の一般概況

2.2.1 省政府組織・体制

(1) ベトナムの地方行政

ベトナムの地方行政単位は3レベルの階層構造を持ち、まず、一番大きな地方行政単位は、省(Province)と中央直轄特別市(City Under Central Authority)である。2003年11月の現在は59の省と、ハノイ、ホーチミン、ハイフォン、ダナンの5中央直轄特別市の計64に分かれている。第2レベルとして、省の下には県(Rural District)、市(Town)、省直轄市(City Under Province)があり、中央直轄特別市の下には郡(Urban District)、県、市がある。ロンアン省には13の県と1つの市が存在する。そして第3レベルとして、県の下に町(Town Under District)、村(Commune)が、市の下に区(Ward)と村が、省直轄市の下に区と村が、郡の下に区が置かれている。

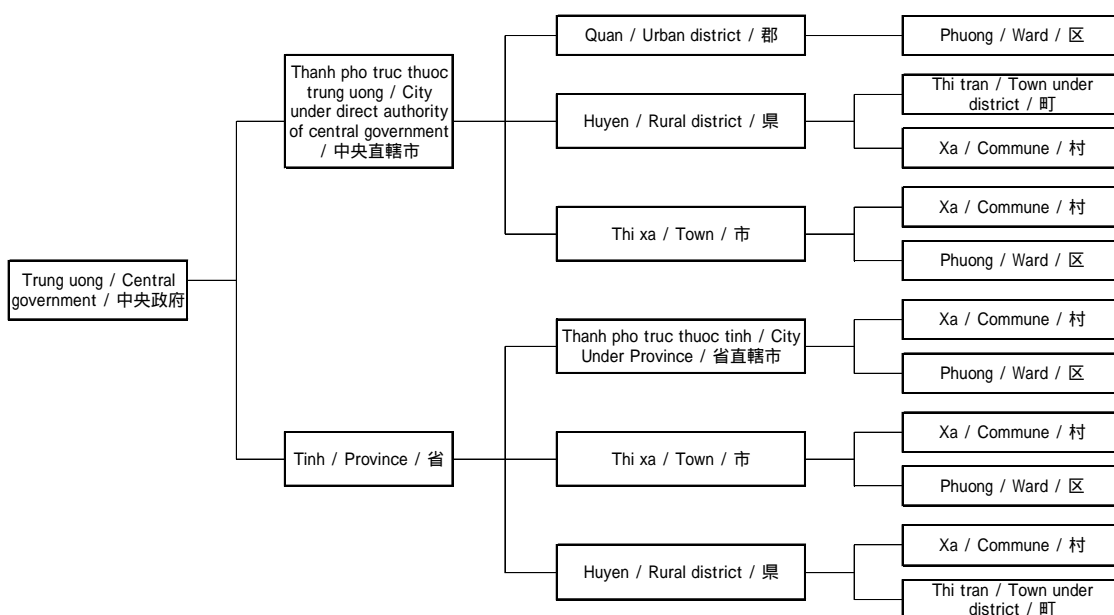


図 2-3 ベトナムにおける地方行政の構造

各地方行政単位には、地方議会としての役割をもつ人民評議会と地方行政機関としての役割をもつ人民委員会が設置されている。

人民評議会は地方における権力機関であり、地方住民に対して責任を負うとともに、国会に設置される国家常務委員会と上級の人民評議会の監督・指導を受けることとされる。人民委員会は、人民評議会の執行機関であるとともに地方におけ

る行政機関であるとされ、政府と上級の人民委員会の指導を受けることとされる。

(2) ロンアン省人民委員会

ロンアン省の人民委員会は、委員長 1 名、副委員長 3 名と 9~11 人の委員から組織されており、その業務を補佐するための専門局が 19 存在する。専門機関は人民委員会のほか、上位レベルの専門機関による指導を受ける。省レベルの人民委員会の下には市・県レベルの人民委員会、その下には町区村レベルの人民委員会が設置されており、それぞれ上位の人民委員会の指導・監督を受けている。ロンアン省における人民委員会の関係図は、図 2-4 に示す通りである。

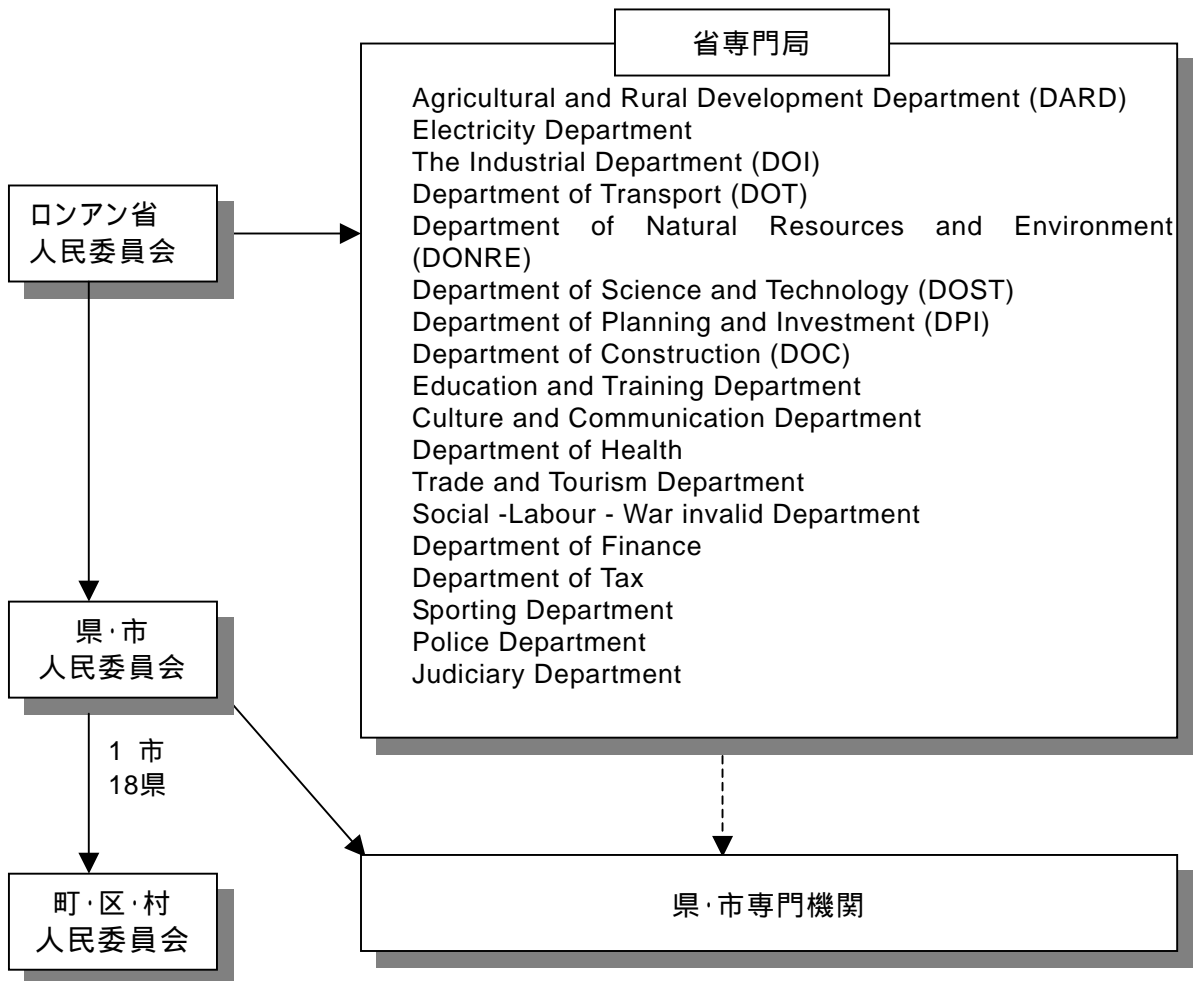


図 2-4 ロンアン省における行政組織の関係図⁶

⁶ ロンアン省人民委員会に対する聞き取り調査を基に作成

2.2.2 経済

ロンアン省における 2002 年の GDP は 7 兆 2932 億 1300 万ドン⁷、約 4 億 6750 万米ドルである。省の住民一人当りの GDP は約 338.5 米ドルで、ベトナム国民一人当りの GDP (2002 年 IMF 資料) 388 米ドルと比較すると、まだ低い水準である。しかし、経済成長率は前年比 10.35% 増であり、ベトナム国全体の成長率を上回っている。

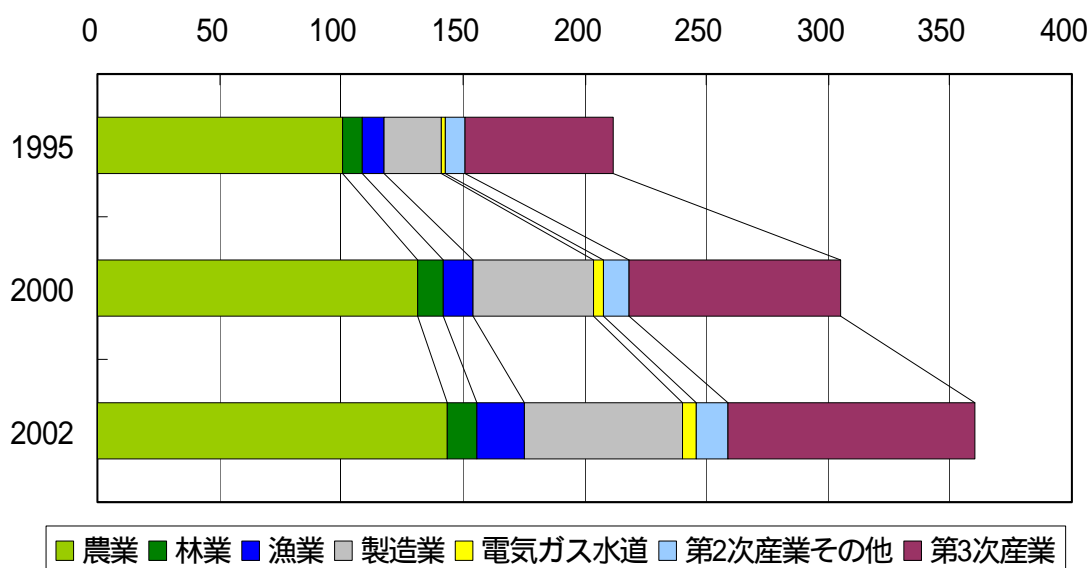


図 2-5 ロンアン省における産業分野別 GDP の推移 (百万ドル)⁷

図 2-5 はロンアン省における GDP (1994 年、実質) の推移をグラフにしたものである。非常に高い割合で経済が成長してきていることが分かる。2002 年を見ると、農業が 37% と大半を占め、林業の割合は 5% である。ベトナム国全体としては農業の割合は 18%、林業は 1% であるので、ロンアン省は農林業生産の割合が高いことが分かる。ロンアン省での農林業従事人口の割合は、全人口の約 70% と言われている。

(農業)

ロンアン省の主要農産物としては、コメ、サトウキビ、ピーナッツなどが挙げられる。年間を通じて温暖なロンアン省では、春コメを中心に、夏、秋と 3 期作に

⁷ Long An Statistical Yearbook 2003

よるコメ作が可能であり、2003年の生産高と作付面積は、1,772,770 トンと424,096haであった。サトウキビは962,901トンの生産に15,818haの植付面積、ピーナッツが14,284トンの生産に6,659haの植付面積であった。

(林業)

ロンアン省では、58,478.78haが森林地帯で、省全体の13%を占めている。この内99.5%は植林地で、天然林はわずか115.13haである。また130.12haを利用して育苗が行われている。2003年における林業の総生産は5001億5500万ドンで、その80%が生産物の経済的利用による収入、9.18%が造林収入であった。

ロンアン省で労働年齢人口は2003年においては875,532人であり、被雇用者の数は、労働年齢に満たない/超えている人を含めて、731,168人であった。失業者数は26,223人で、失業率は3%と、ベトナム国全体の数値に比べて低いといえる。

2.2.3 自然環境

(1) 位置、地勢

ロンアン省はベトナム南部メコン・デルタ地域の東端、ホーチミン市の西隣に位置する。細長いベトナムの南部を横断するように横たわっており、北西部は137kmに渡るカンボジアとの国境で、南東部は南シナ海に接しており、また東部はホーチミン市、南部はTien Gian省、西部はDong Thap省、北部はTay Ninh省に囲まれている。ロンアン省の総面積は約45万haで、その71.7%が農地、13%が森林地帯、5.8%が荒地である。

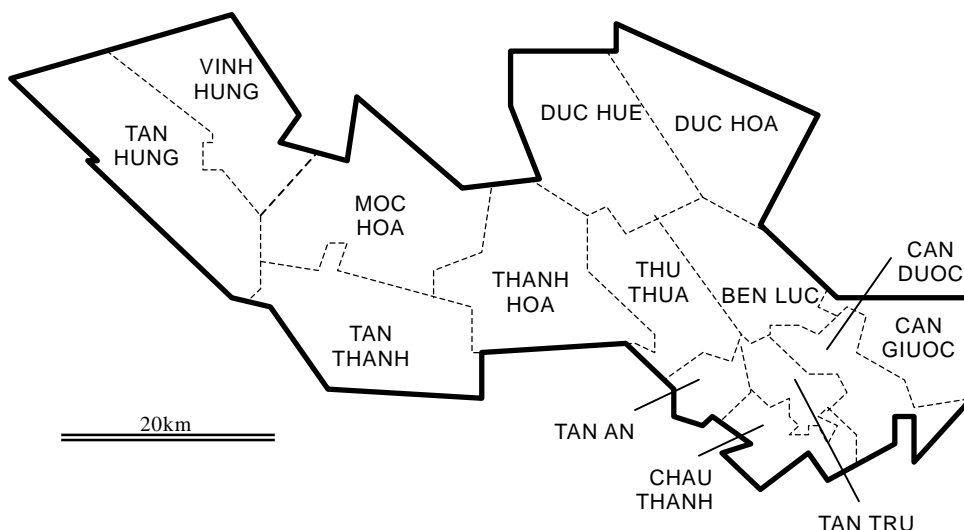


図 2-6 ロンアン省地図

ロンアン省の土壌は、大部分が沖積による堆積土壌で、大きく分けて以下の5つに分類される。⁸

- ・ アルミナ（酸化アルミニウム）質土壌：約24万3,000ha - 省の大部分
 - ・ ポドゾル土壌：約9万5,000ha - 主に省北部、カンボジアとの国境付近
 - ・ 砂質土壌 - 国道1A号線に沿った狭小な高地
 - ・ 塩類沖積土：約5,500ha - 省南部地域
 - ・ 非酸性堆積土：約7万5,000ha - ヴァム・コウ・ドン川流域土手
- 注) ポドゾル；厚い堆積腐植層の下に見られる溶脱された灰白色の漂白層と、その下方に形成される腐植および酸化鉄・アルミナの集積層の断面形態が特徴。

⁸ Long An Investment Opportunities 2000

強酸性反応を示し、養分が極度に欠乏しているため、肥沃度はきわめて低い。^{9,10} ロンアン省の土壌の詳細、特に酸性土壌については、3.2.3 項で後述する。

ロンアン省はホーチミンから南部メコン・デルタ地域への玄関口として、発達した交通システムを有している。南部メコン・デルタ地域を繋ぐ最も主要な道路である国道 1A 号線その他、国道 50 号線、国道 62 号線、その他県道が省内のあらゆる地域を結んでいる。ロンアン省において陸路と同様に重要な役割を果たすのが、水路を利用した交易や運送である。省内にはヴァム・コウ・ドン川とヴァム・コウ・タイ川の 2 つの河川が存在し、網の目のように流れる川を水路が密接に連結している。

(2) 気候

熱帯性モンスーン気候 (Aw) に属し、一年を通して高温多湿で、年間を通し平均気温が 25 度を下回る月は少なく、乾期でもタンアン市の平均湿度は 80% を超える。降水量は 5 月から 10 月の雨期と 11 月から 4 月の乾期で大きく異なる。2003 年における月別降水量と平均気温を図 2-7 にグラフで示す。

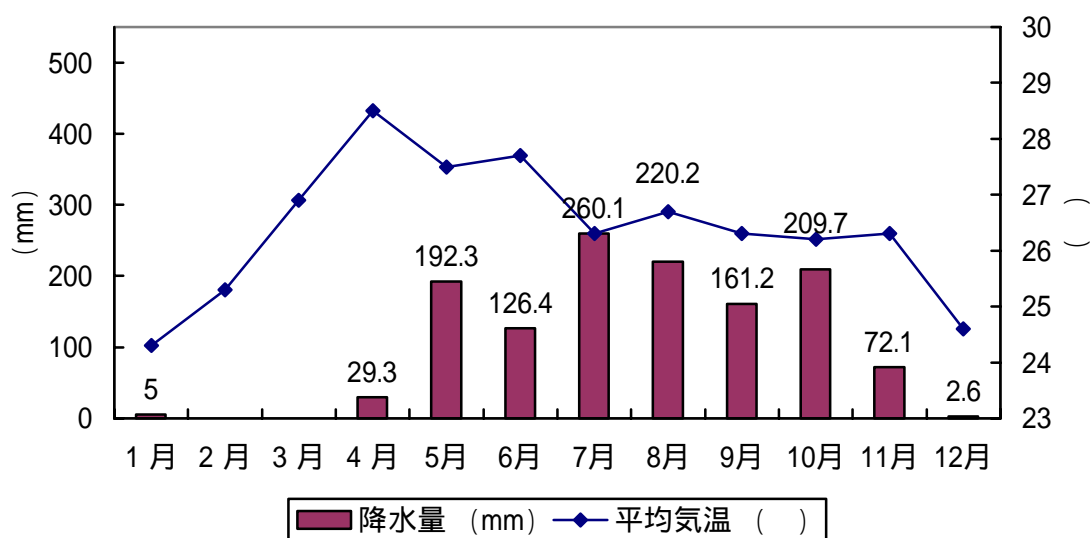


図 2-7 ロンアン省タンアン市における月別降水量と平均気温 (2003 年)¹¹

⁹ 「地球資源論研究室」<http://home.hiroshima-u.ac.jp/er/index.html>

¹⁰ 「熱帯土壌学」久馬一剛編 名古屋大学出版会

¹¹ Long An Statistical Yearbook 2003

2.2.4 社会環境

(1) 人口

ロンアン省の2003年における平均人口は138万1305人であり、その83.5%にあたるおよそ115万人が農村部に生活している。2003年の人口増加率は1.24%で、過去10年間に渡りゆるやかに増加を続けている。下に過去10年間の人口と労働人口の推移をグラフで示す。

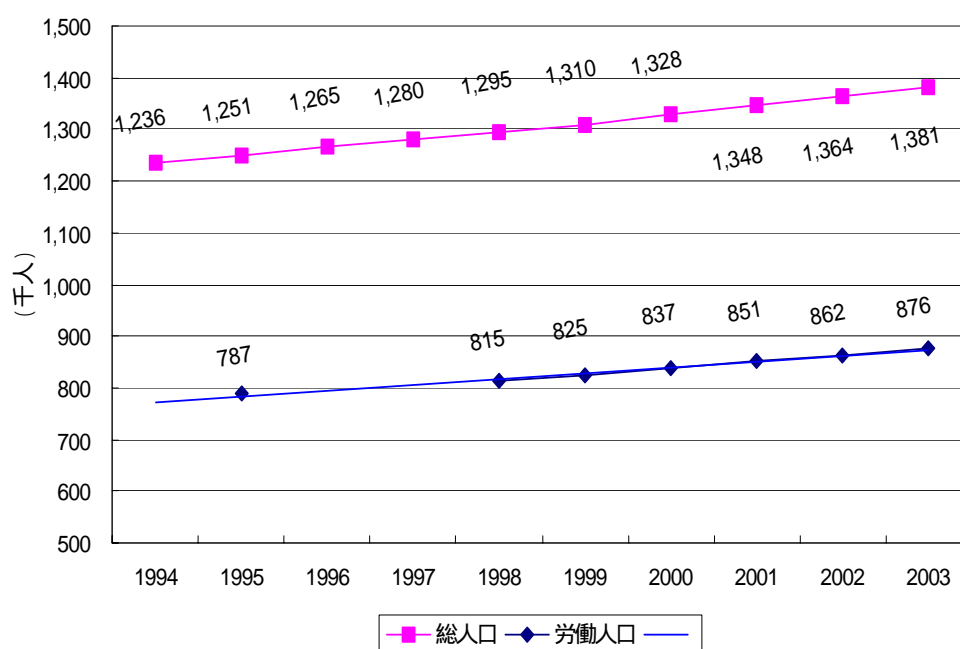


図 2-8 ロンアン省の人口数の推移¹²

(2) 教育

ロンアン省の13の県と1つの市には合計で188の村（町と区を含む）が存在し、その全てが義務教育である小学校を有しており、118の村には中学校もある。

¹² Long An Statistical Yearbook 2003

第3章 事業の内容

3.1 木質バイオマス発電

3.1.1 電力需給状況

国内の電力供給は工業省傘下のEVN (Electricity of Vietnam : ベトナム電力公社) が国民への電力供給義務を負っている。

EVNは傘下に給電指令所、主要発電所(14ヶ所)、送電会社(4社)、配電会社(7社)等を持ち、その任にあっている。

急激な経済発展に近年電力需要量が伸びている、これに対してEVNは発電能力の上昇と電力損失率の低下により、その要求を満たしてきている。2001年に発電量は30,608GWに達し、国家経済および国民の基本的な必要を満たしたとEVNは年次報告書の中でコメントしている。

表 3-1 ベトナム全土電力需給状況¹

年	発電量 GWh	販売量 GWh
1995	14,636	11,185
1996	16,946	13,375
1997	19,151	15,303
1998	21,665	17,725
1999	23,763	19,592
2000	25,562	22,397
2001	30,608	26,396
2002	35,796	30,068

全土で見た場合には電力需要を満たしているように見える一方、2003年8月現在、都市部から離れた村落の電化率は全国村落の92%、世帯数の82.7%に留まり、送配電網整備の経済性が低い電力需要密度の小さい地域が取り残された形となっている。

¹ Energy Statistics of Non-OECD Countries 2004 Edition

3.1.2 電力整備計画

(1) 国家

2001年6月に承認された「2020年の見通しも考慮した2001-2010年の電力開発計画」はEVN試算では13MW規模の発電能力増大、220兆ベトナムドン(150億米ドル)の資金を必要とする巨大な計画であり、現在2002-2005年では年800-1,000MWの増強を、2006-2010では年1,300-1,500MWの増強を考えている。計画全文を下記する。

また、「総論」での計画の中でも言及されている遠隔地への電力供給に関してEVNは、世銀からの220百万米ドルの融資を含む300百万米ドルのコストをかけ、2010年までにすべての村落を電化する計画を発表し、2005年末までには未電化村落848のうち、400の電化を達成すると具体的な数値目標を掲げている。

1992年9月30日付け政府機関に関する法律による

ベトナム電力会社(2000年6月21日付けNo 149 EVN/HDOT-KH)の提案について、投資プロジェクト(2000年11月24日付け95/TDNN)に関する国家評価委員会の意見と、2020年に向けての見通しも含む2001~2010年のベトナム電力発展計画の承認についての関係省庁の意見を考慮した。

決定

第1条

2020年への見通しも考慮した2001~2010年におけるベトナム電力発展計画(以下、Electricity Planning V)を以下の主要内容と共に批准する。

1. Load に対する需要

国の産業化と近代化への要求を満たす事、社会経済発展、安全と防衛、同時に確実な発展、質の向上、十分な供給、国民生活におけるサービスを確保する。すべての発電所において2005年末までに450億~500億KWhの発電が、2010年までに700億~800億kWh、2020年までに1600億~2000億kWhの発電が期待される。

2. 電力資源の開発

a / 社会経済の発展のために、安全で定性的、効果的で合理的な電力の供給を確保しつつ上記の1を満たす電力資源の開発をしなければならない。その時々地方間で電力を効果的に交換しつつ、新しいエネルギーも加え、水力発電、ガス、石炭、石油火力発電などの経済効率のよいエネルギー資源を開発する。洪水対策、水の供給、発電などの複数の利益がある水力発電所の建設を優先する。山岳地帯や島、国境付近など電力網から遠い地域には小規模の水力、風力、ソーラー発電所を建設する。

b / 電力資源のバランスに関しては巨大な投資による建設と現在稼働中の発電所の

改造に関するプロジェクトを考慮しなければならない。つまり、環境基準を満たす新しい技術を新発電所へ適用する。

- 各地域と電力システム全体への電力供給のために、独立した発電所として運用されている IPP や BOT の発電所、ジョイントベンチャーなどを融合し、近隣諸国と電力を交換する。

- BOT や IPP、ジョイントベンチャーとして投入される外国資本によるプロジェクトの容量がシステムの最大容量の 20% を超えないよう厳守する。

c / 各地域のシステムの開発効果と特長を確保しつつ、発電資源は燃料資源の互換性を考えて構築しなければいけない。それによって、需要が高い時も低い時も、また水力発電用の水力が十分に得られない年でも乾期や雨期を通じて必要時の農業水の供給や洪水の防止を確保すると同時に社会経済発展と国民の社会的生活において電力供給のイニシアティブをとる。

d / 計画とスケジュールにそった発電資源プロジェクトの後援策については付録 1 を参照のこと。

3. 電力網の開発

a / 電力資源と協調して低電圧から高電圧までの電力網を建設する。現在の危険、時代遅れ、その場しのぎの増設を繰り返して拡張してきた無駄の多い状況を克服する。

b / 電力網開発プロジェクトにおける投資は次のように規定される。

- 電力供給ラインと変電所への投資は Regulation on Investment and Construction Management (1999 年 7 月 8 日付け政府決定 52/1999ND-CP と 2000 年 5 月 5 日の 12/2000/ND-CP) の一般規定を満たさなければならない。地方で決定された投資によるプロジェクトは電力地方協定 (the electricity branch's agreement) が適用される。

- 110kV 以下の供給ラインと変電所のプロジェクトはこの決定にそってベトナム電力会社の取締役会で決定される。

- 2010 年より後の電力網プロジェクトは、工業省が地方と協力し、ベトナム電力会社が首相への承認申請を提出する前にプロジェクトを明確化するように指導、監督を行う。

c / 電力網開発プロジェクトは付録 2 の規定に基づいていなければならない。

4. 辺境・山岳地域への電力の供給

a / 工業省は各地方の関係機関と協力し、地方電力について批准した 1999 年 2 月 13 日付け首相決定 22/1999/QD-TTg と地方のエネルギープロジェクトの投資について批准した 2000 年 4 月 7 日付けの決定 94/QD-TTg を計画通りに実施を継続するよう指導監督する。

b / 工業省は地方や支局と協力し、国境付近や島など遠隔地への電力の供給計画を具体化し、効果的な実施のために政策とメカニズムを提案し、決定の過程を経るために首相に提出しなければならない。その計画には国の電力システムから電力の供給を受ける地域と、現地の小規模の水力発電所や地熱、風力、ソーラー、ディーゼルから供給を受ける地域との分類が盛り込まれていなければならない。国の電力システムから供給を受ける地域でも現地の電力資源が効果的に開発されている地域では、現地の資源の開発を考慮すべきである。

5. 主要資源への投資

a / ベトナム電力会社は社会経済発展と国民の生活のための電力供給において重要

な役割を荷わなければならない。ベトナム電力会社は self-borrowing and self-repaying (ODA 資本、国の内外からの借入資本、設備会社からの輸出信用、商品によって返済する備品調達資金などの借り入れ) に基づいてすべての資本を電力資源と電力網プロジェクトに運用することができ、中央本体、地方、国や国民が協力し、郊外の電力網を発展させるメカニズムを続けて監視する。

b / 国内外の投資家に、独立発電所 (IPP : Independent power plants)、一括事業請負後譲渡方式 (BOT) 契約、建設・譲渡方式 (BT) 契約、建設・譲渡・運営方式 (BTO) 契約、ジョイントベンチャー、または合資会社などの形態で電力資源と配電プロジェクトに投資することを推奨する。

6. ファイナンシャル メカニズム

a / 発電所建設プロジェクトに割り当てられた国家予算の財源となる the annual capital use levy を保持することをベトナム電力会社に認める。

b / 現在から 2005 年までの電力価格の合理的な調整計画を実施する。

7. 管理体制の改造と電力支局の運営効率の向上

a / 次期における電力発展を満たすべく、生産量とビジネス効果を向上させるという観点で、ベトナム電力会社は組織の再編、管理手順の改革、投資についての決定責任の分割を継続して行わなければならない。

b / ベトナム電力会社は電力設備の国内での製造を後援しなければならない。最初は低、中電圧網の設備の製造に集中し、その後 110 ~ 220kV 用を進め、海外からの設備の輸入を徐々に減少させる。

c / 工業省、地方、支局は国内の需要の増加に対応すべく、電力以外の経済分野からも電力投資や電力ビジネスに参加できるようにそれぞれの適性に基いて条例を作成し、国家の管理を強化する。

第 2 条

関係省庁、支局、地方、またはベトナム電力会社の職務

1. 計画・投資省

関係省庁、地方支局と協力し、首相が決定過程を経るための調査をし、提出する。

- エネルギーについての国の方針と政策
- 河川やその他の国のエネルギー資源の開発と複合利用についての計画

2. 工業省

a / 計画とスケジュールに基づいて Electricity Planning V の実施を電力支局に指導する。ベトナム電力会社に首相承認を得る前に向こう 10 年間の支局発展計画に沿った組織再編成計画を進めるよう監督する。

b / 電力生産用の Load と燃料の需要を定期的に調べ、更新し、2005 年より後の国全体の需要を満たすためにも発電資源と電力網の合理的な発展プログラムを稼働させる。電力生産用の燃料供給量とその可能量の需要に大きな変化があった場合は、工業省はイニシアティブをとり計算し、直ちに Electricity Program V を調整し、首相の承認を得る。

c / 主要な責任を負い、関係省庁、地方と協力し電力支局の活動に関する資料を發布

し、電力に関する勘定を完成する。そしてそれを政府に報告し、政府は計画に基づいて公布するために国会に提出する。

d / 主要な責任を負い、科学・技術、環境省、建設省、計画・投資省と強力をし、需要供給管理（DSM:Demand-supply management）プロジェクトの効果的な実施のために、宣伝、教育、査察、監督を融合した政策を進める電力 DSM を更に具体化する。

e / 主要な責任を負い、科学・技術、環境省と関係機関と協力をし、原子力発電プロジェクトのプレF / Sを完成し、決定過程を経るために首相に提出する。

f / 主要な責任を負い、省庁や支局と協力し、近隣諸国との電力の交換、メコン川流域諸国を結びつける電力システムへのベトナムの参加を進める。

g / 主要な責任を負い、関係省庁、また支局と協力をし、来期のための電力計画を具体化する方法の研究、完成を進める。それは次期における電力支局発展計画を調整、具体化する作業の中で、長期計画の具体化作業の改革と技術の最適化に沿って行われる。

h / ベトナム電力会社に水力発電カスケード計画を完成するよう指導し、経済部門に小、中規模水力発電プロジェクトビジネスと投資を案内する。プロジェクトがベトナム電力会社の能力を超える場合は、首相に報告し決定を仰ぐ。

i / 主要な責任を負い、関係省庁、地方、支局と協力し、近隣諸国との電力の交換、メコン川流域諸国を結びつける電力システムにベトナムが参加するよう進める。

3. ベトナム電力会社

a / 社会経済と国民の生活のために、安全で、安定した、維持可能な電力供給の確保に主要な責任を負う。

b / 2010年までに電力のロス約10%減らす対策を実施する。例えば発電能力の上昇、発電所の稼働時間を増やしたり、ビジネス効率を上げるためにloadの管理、生産と消費における電力の節約プログラムの実現、電力支局の継続可能な発展のために社内、または社会全体における資本投資権の確保することなどである。

第3条

工業省、関係省庁と支局の長、地方と中央の都市の人民委員会委員長、ベトナム電力会社の取締役会と部長はこの決定を実施しなければならない。

(2) ロンアン省

ロンアン省における地方行政で電力に係る組織は、大きく 2 つに分けられる。1 つは電力局 (Electricity Department of Long An) で、EVN 傘下の独立採算企業の配電会社である PC2 (Power Company No.2) の指導監督の下、省内の電力供給を行っている。電力局は電力販売の実務機関であり、販売条件などの策定や、EVN 以外の IPP からの電力の購入などは、PC2 及び EVN が行っている。

もう 1 つは工業局 (DOI) である。EVN、PC2 の関与はなく、上位レベルの行政組織であるの工業省 (MOI) の監督下にある。電力の他、技術、計画投資、農業開発、管理の 5 つの部門で構成されており、電力・エネルギー関連では、電力の計画・管理、新エネルギー発電、電気事業のチェック、電気事業のコントロールの 4 つの職務によって、省内の電力のマネジメントを行っている。

電力の需要はロンアン省でも急速に高まっている。2002 年の需要量は 4 億 3200 万 kWh であり、2004 年の需要量は 5 億 6000 万 kWh と予測していたが、予測を遥かに上回る需要から 7 億 kWh に上方修正された。ロンアン省工業局は今後も当面は毎年 20-30%増で推移していくと予測している。

この需要の伸びに対応するため、ロンアン省工業局は「2006-2010 年の五ヵ年計画」を策定し、中央政府へ提出した。同提案に基づき、2006-2010 年に高圧変電所が 3 ヶ所増設されることが決定されている。

電化率に関しては、村落単位では 100% (1 市 13 県、188 村) を誇っているが、村内の遠隔地など電力網が行き渡っていない地域も残されている。Thanh Hoa 県でみると、11 村の 12,000 世帯の内約 40%は未電化の状態である。このような遠隔地の住民に対する電力普及のための政策として、電化地域への住民の移転を促していく方針を採っている。

3.1.3 民間発電事業

1990年以降、BOTによるIPP等の民間による発電方式が導入され、奨励されている。政府は2020年にはIPP発電割合を総発電量の20%を占めるまで上昇させることを目標としている。

ベトナムでの民間企業による大型発電事例として、九州電力、双日、BPおよびSemb Corp.のコンソーシアムによる717MWガス火力発電Phu My 3プロジェクトおよび東京電力、住友商事、EDFコンソーシアムによる715MWガス火力発電Phu My 2.2プロジェクトが実施されている。いずれも、EVNとの売電契約の下、電力販売を行うものである。

民間企業による小規模のバイオマス利用売電も現在行われている。

確認できた事例はいずれも（ベトナムでは）大規模な砂糖工場であり、工場稼働期間に発生する余剰バガスを燃料に、年の約半分の期間、発生した電力をEVN傘下のPower Companyに販売するものである。

小規模の場合の売電契約はフォーマット化されており、電力の質に応じ、購入価格が決定される。

砂糖工場の場合は1-10MWの販売量で売電価格は4-5米セント/kWh程度であり、日本におけるRPS法のようなインセンティブは付与されていない。

3.1.4 実施中木質系バイオマス発電事業例

木質バイオマスのエネルギー利用には様々な形があり、ここで FAO による分類 (Woodfuel Classification)²を引用する。

表 3-2 FAO による木質燃料の分類

木質燃料	定義	商品
直接木質燃料	燃料として直接又は間接に利用され、エネルギー目的に生産される木材	燃料木材 未加工木材 チップ ペレット 木炭
間接木質燃料	木材加工活動から生産される主として固体バイオ燃料	燃料木材 パーク おがくず チップ ペレット
回収木質燃料	燃料として直接又は間接に利用され、林業業界外部の社会経済活動から派生する木材	燃料木材 回収未加工材 木製コンテナ パレット 木枠 建設廃木材 家具 チップ ペレット
木質系派生燃料	林業及び木材産業で生産される主として液体及び気体バイオ燃料	液体燃料 黒液 メタノール エタノール DME 熱分解油 気体燃料 ガス化炉発生 ガス 熱分解ガス

ベトナムにおいて現在も木質燃料の薪炭利用は多いが、木質系バイオマスを利用した中・大規模の発電事業は存在しない。

この項においては木質系バイオマスのエネルギー活用の先進国であるスウェーデン、フィンランドの代表的な事業内容を、世界一のエネルギー消費国である米国の例を、また我が国における参考事例を既存の文献およびウェブ情報にて確認し、記述し、この項の最後に考察を述べる。

² <http://www.jabio.org/japanese/fao.htm>

(1) スウェーデン Sandvik II 発電所³

Sandvik 発電所は 1974 年に石油火力発電所として建設され、1990 年台半ばに直接・間接木質バイオマス熱電併給設備である Sandvik II の稼動を始めた。バイオマス燃料利用への背景にはエネルギー資源を持たないスウェーデン政府のエネルギー自給論があり、また、発電と比較しエネルギー効率の高い熱利用が可能な地域暖房の需要が増加したことが挙げられる。

主要項目を下記にまとめる

表 3-3 Sandvik II 発電所基本仕様

燃焼技術	循環流動床	
総出力	106MW	
うち電力利用	38Mwe	
うち熱利用	68MWth	
蒸気発生量	154.8t/ha	
発生蒸気圧	140bar	
発生蒸気温度	540	
燃料形態	木材チップ	40%
	製材廃材	40%
	樹皮	10%
	泥炭	10%
投資金額	SEK445 百万 (約 30 億円)	
資金調達	政府拠出 融資	SEK100 百万 SEK345 百万
温暖化ガス削減効果	146,000 t-CO ₂	
燃焼灰	森林へ撒布	

³ 岩手・木質バイオマス研究会資料、www.stem.se/opet/、<http://www.svebio.se/bioenergyforchp.htm>、「森林バイオマス」(川辺書林)等を参照

(2) フィンランド Alholmens Kraft⁴

2002年5月に世界最大の熱電併給設備として報道された設備はフィンランドの電力会社と製紙会社(UPM-Kymmene)およびスウェーデンの電力会社と製紙会社の合弁として1997年に設立された企業 Alholmens Kraft AB により2001年から240MWeの電力供給、隣接するUPM Kymmeneへの100MWthのプロセス蒸気、および60MWthを地域暖房に供給している。

燃料は泥炭が主燃料と考えられ、また石炭・重油の使用もあるため純粋なバイオマス発電プラントとは言い難いが、集荷の容易なバーク、黒液を中心として巨大な能力の1/3-1/2は間接・回収・木質系派生バイオマスにてまかなっていることより、化石燃料との混焼という手法はバイオマス利用の一つの方向と思われる。EUのJOULE-THERMIE Program⁵の支援あり。

主要項目を下記にまとめる

表 3-4 Alholmens Kraft 発電設備基本仕様

燃焼技術	循環流動床	
総出力	400MW	
うち電力利用	240Mwe	
うち熱利用	160MWth	
蒸気発生量および蒸気圧	700t/h 644t/h	@ 165bar @ 40bar
発生蒸気温度	545	
燃料形態	紙パ工場廃棄物 製材廃材 泥炭 石炭、重油	30-35% 5-15% 45-55% 10%
投資金額	170,000,000 ユーロ	
資金調達	30% 70%	国内投資

⁴ http://jxj.com/magsandj/cospp/2002_03/world.html

⁵ JOULE THERMIE プログラムは1995年から1998年まで実施された域内のエネルギー安全保障を目的として設立され、総予算967百万ECU(約135億円、当時)のうち60%が再生可能エネルギー利用支援の、主に助成金として使用された。

(3) 米国 Multitrade Project, Virginia⁶

1990年台半ばに純粋な木質系バイオマス発電として世界最大と言われていた設備であり、1993年12月から稼働開始。

同設備は電力使用ピーク時用のものであり、年間の稼働率は10-20%と低いが、電力購入先の capacity payment により運営が可能な状態となっている。

主要項目を下記にまとめる

表 3-5 Multitrade Project 発電設備基本仕様

燃焼技術	ストーカ炉	
総出力	79.5Mwe	
うち電力利用	79.5Mwe	
うち熱利用		
蒸気発生量	110t/h	
発生蒸気圧	105kg/cm ²	
発生蒸気温度	510 度	
燃料形態	木材チップ	78%
	製材廃材	17%
	木屑、バーク	5%
投資金額	114 百万米ドル	

⁶ <http://www.westbioenergy.org/lessons/les13>

(4) 日本 王子製紙株式会社⁷

フィンランドの例においては製紙会社が投資家・電力・熱購入者として主要な役割を果たしているが、日本においても最も大量にしかも効率的にバイオマス燃料を活用しているのは大手製紙会社であるといえる。

バイオマスを利用し製紙を行うまでの過程においてはパルプ製造の前処理でバークが、またパルプの洗浄工程からは黒液が発生し、いずれもエネルギー利用が図られている。近年はさらに再生が不可能な古紙と廃棄プラスチックを原料とする RPF (Refuse Paper & Plastic Fuel) 燃料の使用を進め、化石燃料の使用割合を減じている。

RPF は古紙とプラスチックの混合割合により発熱量が変化するが、おおむね 6,000-8,000kcal/kg の熱量を持ち、低価格であることより、原料調達の容易性が確保されれば、製紙会社以外の使用の可能性が期待される。尚、使用されるプラスチックは PE、PP 等塩素を含まないものを使用する。

工場毎に燃料の使用割合は異なるが、一例として大分工場の RPF 発電設備の主要項目を下記する。

表 3-6 王子製紙 RPF 発電設備基本仕様

燃焼技術		
総出力	25MW	
蒸気発生量	200t/h	
発生蒸気圧	11.8Mpa	
発生蒸気温度	541	
燃料形態	RPF	19万トン
投資金額	65億円	
資金調達	100%	自己資金

⁷ 王子製紙 H/P および<http://www.rpf-seki.co.jp/bunseki.htm> を参照

(5) 日本 能代バイオ発電所⁸

能代森林資源利用協同組合（ 3 企業 3 団体：株式会社鈴光、アキモクボード株式会社、新秋木運輸株式会社、白神森林組合、協同組合能代製材協会、共同組合秋田県銘木センター ）により設立され 2003 年 4 月から稼動を開始。組合員から樹皮、端材を受け入れ、組合員であるアキモクボードが 2.35MW の電力と 20t/h の蒸気(200)を買い取る。

背景には 2002 年 12 月に施行された改正廃掃法により、それまで焼却処分を行ってきた樹皮・端材に対しダイオキシン類特別措置法に定められた基準値を満たす焼却炉の使用が義務付けられたことが挙げられる。

表 3-7 能代バイオ発電所基本仕様

燃焼技術	ストーカ炉	
総出力	3000kW	
蒸気発生量	34t/h	
発生蒸気圧	7.2Mpa	
発生蒸気温度	425	
燃料形態	木質チップ、樹皮	100%
投資金額	14.4 億円	
資金調達	組合自己負担	4.8 億円
	国からの補助	7.2 億円
	秋田県補助	1.4 億円
	能代市補助	1 億円

⁸ 日刊木材新聞記事および<http://www.tohoku-esco.co.jp> を参照

(6) 日本 その他の参考例

上記の他に経済産業省平成 15 年度新エネルギー事業者支援対策事業の中のバイオマス案件 4 件を列記する。

表 3-8 経済産業省平成 15 年度新エネルギー事業者支援対策事業

事業者	実施場所	使用燃料
レンゴー(株)	埼玉県	製紙スラッジ等
セイホク(株)	宮城県	建築廃材等
(株)岩国ウッドパワー	山口県	建築廃材、土木残材
曽我エコエネルギー(株)	千葉県	建築廃材

能代バイオ発電所の背景として挙げたダイオキシン特別措置法の影響か、建築廃材の利用が 3 例を占める。

(7) 考察

木質系バイオマス利用の発電事業を羅列してきたが、ピーク・ロード対応の北米の例及び王子製紙の自社設備を除けば、いずれも、政府からの助成金を得ていることが目を引く。このことは化石燃料使用と比較した場合の木質系バイオマス発電設備の効率の低さと高燃料コストが災いしていると考えられる。

欧州は効率の低さに対しては熱利用の割合を上げることが重要と考えており、スウェーデンは 1/3、フィンランドは 2/5 を熱利用として地域暖房・工場プロセス蒸気での熱利用を行っている。日本においては地域暖房は盛んではなく熱利用は工場のプロセス蒸気がほとんどであり、まとめり安定的な熱需要のある地域を探すことは容易ではない。

一方燃料供給の面から見れば、燃料である木質系バイオマスは、ある程度の規模をもった製紙会社の廃棄物(バーク、黒液、製紙スラッジ)を除けば、製材廃材、樹皮、建築廃材、RPF いずれも、長期にわたる安定供給の確保、輸送コストの削減という課題を持ち、コスト削減のためには集積地に隣接した場所への立地が必須となり、またコストの面からの集荷面積にも限界があることより小規模な発電設備とならざるを得ない。

上記より理想的なバイオマス発電所の基本立地条件とは、a. 政府助成金がある地域 b. 燃料である木質系バイオマスが安定的に集積される地域、c. 熱需要の割合が電力需要と比較し高い地域、を満たす場所であるといえる(住民理解や、基本ユーティリティが利用可能であることは前提条件)。

3.1.5 木質系バイオマス発電技術概観

現在利用可能な木質バイオマス発電技術は大きく分けて直接燃焼とガス化でありそれぞれに適した規模が存在する。

直接燃焼は石炭火力発電技術とともに発展し、ボイラー、タービン、発電機いずれも現在技術的には完成している。

ガス化は揮発成分の多いバイオマスの有効利用に期待され、現在日本を含め世界の政府、企業にて効率上昇のための研究が進められている。

下表に適応技術の発電容量への適合範囲を下表にまとめる⁹。

表 3-9 発電要領に対する適合燃料と適合技術

		個人住宅 10kW	学校・病院 100kW	製材所 1MW	5MW	大工場 10MW	100MW
燃料	ペレット						
	ブリケット						
	木材チップ						
直接燃焼	ストーブ						
	ストーカ炉						
	流動床炉						
直接燃焼	ストーカ炉						
	流動床炉						
ガス化	固定床式						

塗りつぶしはベクショー大学 Mehri Sanati 教授講義

白抜きは日本総研報告書からの抜粋

⁹ 2003年岩手・木質バイオマス研究会スウェーデンミッション報告会資料および平成14年愛媛県木質バイオマス高度活用調査検討報告書をもとに作成

3.1.6 採用する技術使用

(1) 設備概要

本プロジェクトにおいては木質バイオマス発電方法として木質バイオマスガス化発電技術を採用した。

フローシートを図 3-1、機器配置図を図 3-2、機器リストを表 3-10 に示す。

受入・前処理設備

受け入れられた木質バイオマスは約 1 週間分の使用量を受入ヤードに貯留する。木質バイオマスは重機により破砕機に投入し、ガス化炉に投入可能なサイズ（約 20mm 程度）のチップとする。破砕後のチップは No.1 ウッドチップ搬送コンベヤによって搬送し、ウッドチップヤードに貯留する。ウッドチップヤードには約 1 日分のウッドチップを貯留可能である。ウッドチップヤードは降雨対策のため屋内とする。

乾燥設備

乾燥前の木質バイオマスの含水率は分析の結果 58.7wt%であった。ガス化炉で熱分解ガスを発生させるためにはガス化前に木質バイオマス中の水分を蒸発させる必要があり、乾燥設備を設置する。乾燥用熱源にはガスエンジンの排ガスを利用する。

破砕機で破砕後、ウッドチップヤードに貯留されていたウッドチップは重機によりウッドチップホッパーに投入する。ウッドチップ切出しスクリューによって定量切出されたウッドチップは No.2 ウッドチップ搬送コンベヤによって搬送し、乾燥機投入ロータリーバルブによって乾燥機に投入する。乾燥機にはガスエンジンの排ガスを供給し、ウッドチップとガスエンジンの排ガスを直接接触させ、ウッドチップ含水率を 10wt%まで乾燥を行う。乾燥後のウッドチップは乾燥機排出ロータリーバルブによって乾燥機から排出し、No.1 乾燥ウッドチップ搬送コンベヤによって搬送し、乾燥ウッドチップヤードに貯留する。乾燥ウッドチップヤードには約 1 日分の乾燥ウッドチップを貯留可能である。乾燥ウッドチップヤードはウッドチップヤードと同様に降雨対策のため屋内とする。

ガス化設備

乾燥機で乾燥後、乾燥ウッドチップヤードに貯留されていた乾燥ウッドチップは重機により乾燥ウッドチップホッパーに投入する。乾燥ウッドチップ切出しスク

リユールによって定量切出しされた乾燥ウッドチップはNo.2乾燥ウッドチップ搬送コンベヤによって搬送し、ガス化炉投入ダブルダンパーで投入重量を計測後、乾燥ウッドチップ投入スクリユールによってガス化炉に投入する。

ガス化炉には熱分解ガスの排熱を利用して空気予熱器で予熱した空気を供給し、乾燥ウッドチップの一部を燃焼し、ガス化に必要な熱を発生させる。その熱で乾燥ウッドチップをガス化し、可燃性の熱分解ガスを得る。

乾燥ウッドチップのガス化後にガス化炉内に残る炭化物は炭化物排出口ロータリーバルブによってガス化炉下部から排出し、炭化物排出スクリユールによって冷却した後、炭化物ヤードに貯留する。

ガス化炉は固定床アップドラフト型であり、ガス化炉下部から空気を供給し、熱分解ガスはガス化炉上部から排出する。ガス化炉内の圧力は排ガスファンクションのダンパーによって負圧に制御し、またガス化炉はガス化炉投入ダブルダンパー、炭化物排出口ロータリーバルブによってシールされている。そのためガス化炉から熱分解ガスが漏れ出すことなく安全に運転することが可能である。

ガス化炉の立ち上げ時はガス化炉を昇温するために軽油をバーナーで燃焼させるが、通常運転中はガス化炉での軽油の燃焼は必要としない。

熱分解ガス処理設備

ガス化炉から排出された熱分解ガスをガスエンジンに投入する前に熱分解ガス中に含まれるダストやタールを除去する必要がある。そのためガス化炉後段には熱分解ガス処理設備を設置する。

ガス化炉から排出された熱分解ガスはサイクロンによってダストを除去する。空気予熱器通過後の熱分解ガスは、オイルスクラバーの循環オイルが揮発しない温度、且つタールが析出しない温度に熱分解ガス冷却器によって冷却する。オイルスクラバーでは塔内にオイルを噴霧し、タールとオイルを接触させることによって熱分解ガス中のタールを除去するとともに熱分解ガスの温度をガスエンジンに供給可能な温度まで冷却する。ガス処理後の熱分解ガスはオイルスクラバー上部のミストセパレーターにてオイルミストを除去した後、ガスエンジンに供給する。

発電設備

ガス処理後の熱分解ガスは熱分解ガス着火安定用のパイロットオイルとともに 4 系列のガスエンジンに供給する。ガスエンジンでは熱分解ガスとパイロットオイルを燃焼し、5.5MW の電力を得る。発生した電力で所内消費電力をまかない、余剰電力は系統側に売電する。

ガスエンジンの排ガスは前述の通り乾燥設備に利用された後、煙突を通して大気に放出する。

ユーティリティ

オイル冷却器、乾燥ウッドチップ投入スクリュー、炭化物排出スクリュー、ガス化炉下部アジテーターの冷却のために冷却水を供給する。加熱された冷却水は冷却水クーリングタワーによって冷却する。その際、蒸発する一部の冷却水を補うために冷却水クーリングタワーへ井戸水を補給する。

軽油は助燃料タンクに貯留し、通常運転中はパイロットオイルとして、ガス化炉立ち上げ時はガス化炉昇温用の助燃料として使用する。

各計装品に必要な空気はエアコンプレッサーによって圧縮後、除湿して送る。

(2) 設備条件

設備運転条件 24hr × 330 日/年

木質バイオマス性状¹⁰

処理量： 乾燥前 8,542kg-wet/時
乾燥後 3,920kg-wet/時

含水率： 乾燥前 58.7wt%-wet
乾燥後 10.0wt%-wet

組成： C (炭素) 49.6wt%-dry
H (水素) 6.0wt%-dry
O (酸素) 42.6wt%-dry
N (窒素) 0.2wt%-dry
S (硫黄) 0.08wt%-dry
Cl (塩素) 0.34wt%-dry
Ash (灰分) 1.2wt%-dry

発熱量： 高位 20,896kJ/kg-dry
(4,987kcal/kg-dry)
低位 19,559kJ/kg-dry
(4,668kcal/kg-dry)

¹⁰ 月島機械による測定データ

(3) 排出規制

排ガス規制値 (TCVN5939-1995)

表 3-10 ベトナムの排ガス規制値

物質	規制値	物質	規制値
粒子状物質	400mg/m ³	HCl	200mg/m ³
粉塵 シリカ成分	50 mg/m ³	フッ化物、HF	10mg/m ³
粉塵 アスベスト	None	H ₂ S	2mg/m ³
アンチモン	25mg/m ³	CO	500mg/m ³
砒素	10mg/m ³	SO ₂	500mg/m ³
カドミウム	1mg/m ³	NOx	1,000mg/m ³
鉛	10mg/m ³	H ₂ SO ₄	35mg/m ³
銅	20mg/m ³	HNO ₃	70mg/m ³
亜鉛	30mg/m ³	アンモニア	100mg/m ³
塩化物	20mg/m ³		

排水規制値 (TCVN5945-1995)

表 3-11 ベトナムの排水規制値

物質	規制値	物質	規制値
温度	40	3 価クロム	0.2mg/L
pH	6-9	銅	0.2mg/L
BOD5 (20)	20	亜鉛	1mg/L
COD	50	マンガン	0.2mg/L
懸濁物質 (SS)	50mg/L	ニッケル	0.2mg/L
鉱物油	None	鉄	1mg/L
動物油、植物油	5mg/L	スズ	0.2mg/L
全窒素	30mg/L	水銀	0.005mg/L
アンモニア	0.1mg/L	テトラクロロエチレン	0.02mg/L
残留塩化物	1mg/L	トリクロロエチレン	0.05mg/L
シアン化物	0.05mg/L	フッ化物	1mg/L
全リン	4mg/L	フェノール	0.001mg/L
有機リン	0.2mg/L	硫化物	0.2mg/L
砒素	0.05mg/L	大腸菌	5000MPN/100MI
カドミウム	0.01mg/L	全 放射能	0.1Bq/L
鉛	0.1mg/L	全 放射能	1.0Bq/L
6 価クロム	0.05mg/L		

表 3-12 機器リスト

番号	機器名称	基数	機器仕様		電動機 (kW)
			型式	寸法/容量	
受入・前処理設備					
M-101	破碎機	1	二軸破碎機	9,000kg/hr	160×2
M-102	乾燥機	1	熱風乾燥機	2,800×18,000L	37
M-103	乾燥機投入ロータリハ`ルブ`	1	ロータリハ`ルブ`	25m ³ /hr	1.5
M-104	乾燥機排出ロータリハ`ルブ`	1	ロータリハ`ルブ`	15m ³ /hr	0.75
H-101	ウツ`チップ`ホッパ`-	1	短形	25m ³	-
H-102	乾燥ウツ`チップ`ホッパ`-	1	短形	15m ³	-
C-101	No.1ウツ`チップ`搬送コンベ`ヤ`	1	ハ`ルトコンベ`ヤ`	9,000kg/hr	3.7
C-102	ウツ`チップ`切り出しスクリー-	1	マルチスクリー-コンベ`ヤ`	9,000kg/hr	11
C-103	No.2ウツ`チップ`搬送コンベ`ヤ`	1	ハ`ルトコンベ`ヤ`	9,000kg/hr	5.5
C-104	No.1乾燥ウツ`チップ`搬送コンベ`ヤ`	1	ハ`ルトコンベ`ヤ`	5,000kg/hr	2.2
C-105	乾燥ウツ`チップ`切り出しスクリー-	1	マルチスクリー-コンベ`ヤ`	5,000kg/hr	11
C-106	No.2乾燥ウツ`チップ`搬送コンベ`ヤ`	1	ハ`ルトコンベ`ヤ`	5,000kg/hr	2.2
B-101	乾燥機排ガ`スファン	1	ターボ`	45,000Nm ³ /hr × 2.0kPa	90
ガ`s化設備					
F-201	ガ`s化炉	1	固定床式ガ`s化炉	5,400ID X 15,000H	7.5
C-201	ウツ`チップ`投入スクリー-	1	ダ`ブルスクリー-コンベ`ヤ`	5,000kg/hr	5.5
C-202	炭化物排出スクリー-	1	スクリー-コンベ`ヤ`	200kg/hr	1.5
M-201	ガ`s化炉投入ダ`ブルダ`ンパ`-	1	ダ`ブルダ`ンパ`-	650mmX 650mm	-
M-202	ガ`s化炉排出ロータリハ`ルブ`	1	ロータリハ`ルブ`	1m ³ /hr	0.2
B-201	空気供給ファン	1	ターボ`	6,500Nm ³ /hr X 4.4kPa	15
B-202	熱交用ファン	1	ターボ`	10,000Nm ³ /hr X 2.0kPa	11
熱分解ガ`s処理設備					
CY-301	サイクロン	1	サイクロン	1,600ID × 6,000H	-
HE-301	空気予熱機	1	シェルアント`チューブ`	693kW	-
HE-302	熱分解ガ`s冷却器	1	プレート	911kW	-
HE-303	オイル冷却器	1	シェルアント`チューブ`	510kW	-
T-301	オイルスクラバ`-	1	円筒型	1,900 X 13,150H	-
B-301	排ガ`スファン	1	ターボ`	14,000Nm ³ /hr X 4.9kPa	70
P-301	オイルスクラバ`-循環ホ`ンプ`	1	キヤント`ホ`ンプ`	45m ³ /hr × 30mH	7.5
M-301	サイクロン排出ロータリハ`ルブ`	1	ロータリハ`ルブ`	1m ³ /hr	0.2
発電設備					
M-401	ガ`sエンジンユニット	4		1,760kW	56.5 × 4
排ガ`s処理設備					
T-501	煙突	1	円筒型	1,300 × 10,000H	-
ユーティリティ設備					
T-601	圧空レシバ`タンク	1	円筒型	0.7m ³	-
T-602	冷却水クーリング`タワー`	1	空冷式	628kW	2.2
T-603	オイルタンク	1	円筒型	5m ³	-
P-601	冷却水ホ`ンプ`	1	遠心渦巻	30m ³ /hr × 20mH	3.7
P-602	オイルホ`ンプ`	1	ギア`	300kg/hr × 60mH	0.75
B-601	エアコンプレッサー	1	スクリー-	9m ³ /min × 0.69MPa	55

(4) マテリアル・フロー

本設備のマテリアル・フロー図を図 3-3 に、マテリアル・ヒートバランスを図 3-4 に示す。

設備は 24 時間稼動する。乾燥重量で 1 日あたり 88Ton の木質バイオマスにおいて 5.5MW の発電が可能となる。木質バイオマス分析の結果、乾燥前の木質バイオマスの含水率は 58.7wt%、真比重は 0.85g/cm³であったことから、5.5MW の発電量を得るには 1 日あたり 251m³ の乾燥前木質バイオマスが必要となる。

乾燥機へは 8,542kg/時のチップを供給する。ガス化炉へは 3,920kg/時の乾燥チップと 5,140Nm³/時のガス化用空気を供給する。ガス化用空気は熱分解ガスの熱を利用してあらかじめ 400 に予熱した後にガス化炉に供給する。ガス化炉では 700 で乾燥チップをガス化し、10,164Nm³/時の熱分解ガスを得る。熱分解ガスを 250 まで冷却した後、オイルスクラバーで熱分解ガス中のタールを除去し、同時に熱分解ガスを 55 まで冷却する。冷却後の熱分解ガスは、熱分解ガス着火安定用パイロットオイル 19kg/時とともにガスエンジンに投入する。ガスエンジンでは 15.98MW の熱分解ガスと 0.24MW のパイロットオイルを燃焼し、5.5MW の電力を得る。

ガスエンジン排ガスはチップ乾燥設備に供給し、廃熱をチップの乾燥に利用した後、大気に放出する。本設備から排出される排ガスの性状を以下に示す。

排ガス性状	H ₂ O	26.7vol%-wet
	O ₂	7.5vol%-dry
	N ₂	79.5vol%-dry
	CO ₂	13.0vol%-dry
	CO	0mg/m ³ -dry (O ₂ 12%換算値)
	SO ₂	155mg/Nm ³ -dry (O ₂ 12%換算値)
	HCl	328mg/Nm ³ -dry (O ₂ 12%換算値)

本設備からの排出ガスは、前項で述べたベトナムの排ガス規制値を満たしている。

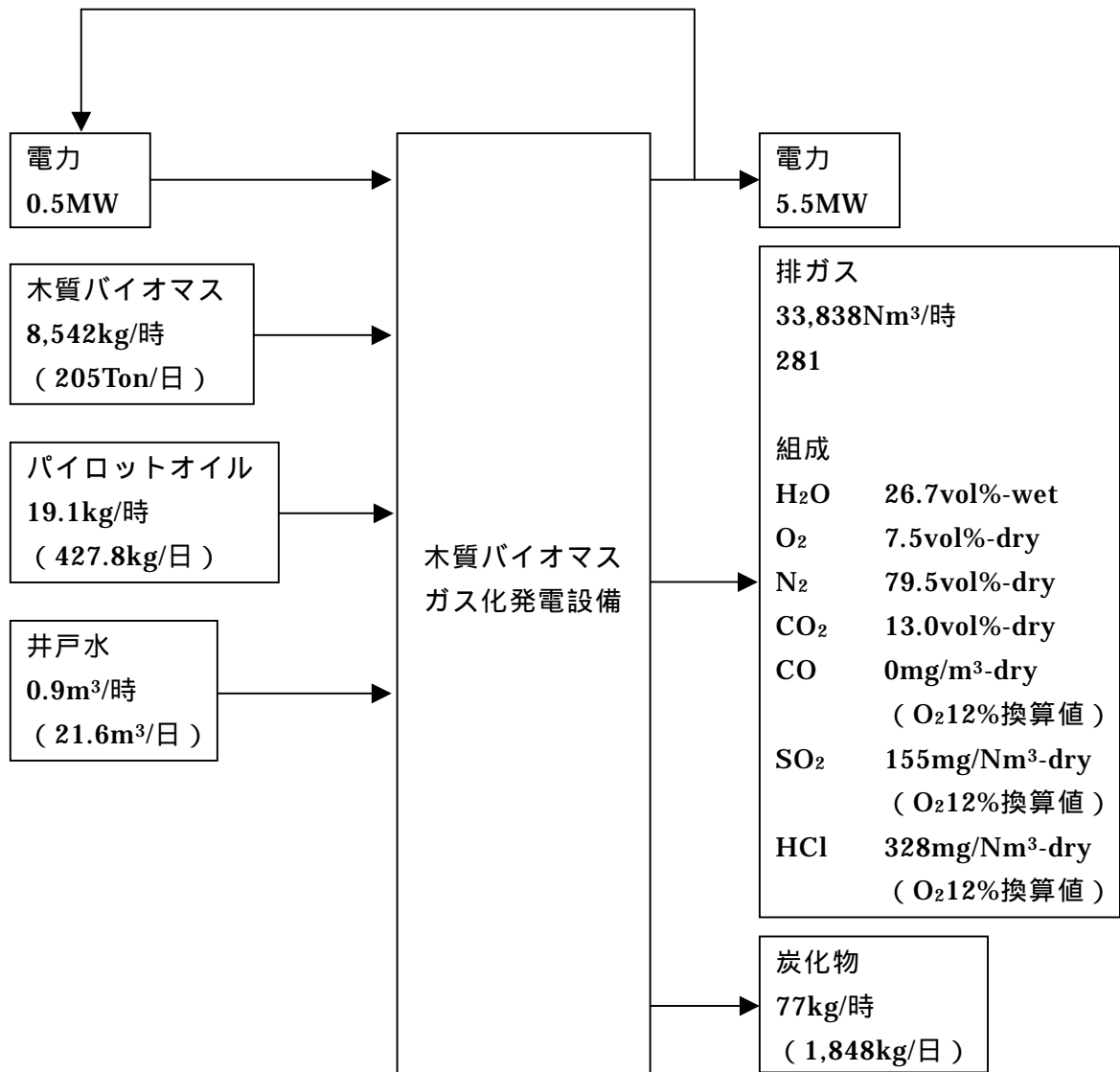


図 3-3 マテリアル・フロー図

(5) 設備全体

熱収支計算

a. 設計基準

設計基準を下表に示す。

表 3-13 設計基準

炉型式		固定床アップドラフト型ガス化炉		
ガス化能力		3,920kg/時(含水率 10wt%ベース) 94.1Ton/日(含水率 10wt%ベース)		
木質バイオマス性状	種類	メラルーカ		
	真比重	0.85Ton/m ³		
	含水率	58.7wt%-wet		
	灰分	1.2wt%-dry		
	可燃分	98.8wt%-dry		
	発熱量	高位	20,896kJ/kg-dry (4,987kcal/kg-dry)	
		低位	19,559kJ/kg-dry (4,668kcal/kg-dry)	
	可燃分組成	C(炭素)	50.2wt%-VTS	
		H(水素)	6.06wt%-VTS	
		O(酸素)	43.1wt%-VTS	
N(窒素)		0.24wt%-VTS		
S(硫黄)		0.08wt%-VTS		
	Cl(塩素)	0.35wt%-VTS		
助燃料	種類	軽油		
	比重	0.845kg/L		
	含水率	0wt%-wet		
	灰分	0wt%-dry		
	可燃分	100wt%-dry		
	発熱量(低位)		45,252kJ/kg (10,800kcal/kg)	
	燃料組成	C(炭素)	84.47wt%	
		H(水素)	13.95wt%	
		O(酸素)	1.03wt%	
		N(窒素)	0.05wt%	
S(硫黄)		0.5wt%		
運転時間		24 時間/日		

b. 熱収支計算条件

熱収支計算条件を下表に示す。

表 3-14 熱収支計算条件

ウッドチップ 必要量	$3,920\text{kg/時} \times \frac{(100-10)}{100} \times \frac{100}{(100-58.7)}$	8,542kg/時
ウッドチップ中 水分	$8,542\text{kg/時} \times \frac{58.7}{100}$	5,014kg/時
ウッドチップ中 固形分	$8,542\text{kg/時} - 5,014\text{kg/時}$	3,528kg/時
ウッドチップ中 灰分	$3,528\text{kg/時} \times \frac{1.2}{100}$	42.3kg/時
ウッドチップ中 可燃分	$3,528 - 42.3$	3,486kg/時
乾燥ウッドチップ含水率		10wt%-wet
炭化物排出温度		150
炭化物中炭素含有率		45wt%-dry
空気	温度	20
	湿度	0.01kg-H ₂ O/kg-DA
	乾き空気比重	1.293kg/Nm ³
	水蒸気密度	0.804kg/Nm ³
基準温度		0
燃料・ウッドチップ・乾燥ウッドチップ供給温度		20
ブロワから供給する空気温度		40
乾燥ウッドチップ排出温度		70
ガス化炉出口熱分解ガス温度		700
ガス化空気予熱温度		400
オイルスクラバー入口熱分解ガス温度		250
ガスエンジン入口熱分解ガス温度		55
冷却水供給温度		32
冷却水戻り温度		50

c. 比熱

i) 乾き空気、水蒸気、熱分解ガス、排ガスの比熱は下記式による。

$$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3$$

C_p : 定圧比熱
 a,b,c,d : 物質定数
 T : 絶対温度

各温度におけるガス成分の平均比熱を表 3-15 に示す。

表 3-15 ガス成分の平均比熱 kJ/kg-mol

温度	空気	N ₂	O ₂	H ₂ O	CO	CO ₂	SO ₂	H ₂
0	29.08	29.16	29.29	33.52	29.16	36.03	38.93	28.66
100	29.20	29.20	29.62	33.81	29.25	38.21	40.77	28.91
200	29.41	29.33	30.08	34.27	29.46	39.93	42.36	28.99
300	29.71	29.58	30.59	34.82	29.83	41.40	43.62	28.99
400	30.04	29.92	31.05	35.36	30.08	42.57	44.62	29.08
500	30.38	30.25	31.47	35.99	30.46	43.53	45.34	29.16
600	30.71	30.59	31.76	36.62	30.84	44.37	45.92	29.25
700	31.01	30.88	32.05	37.29	31.13	45.08	46.38	29.41

- ii) 水蒸気の潜熱 = 2,506kJ/kg
 iii) 水の比熱 = 4.19kJ/kg
 iv) 固形物の比熱 = 1.257kJ/kg
 v) 軽油・オイルの比熱 = 2.095kJ/kg

乾燥設備

ガスエンジン排ガスを乾燥機に供給し、ガスエンジン排ガスの持ち込む熱を利用してウッドチップを乾燥させる。乾燥機内ではガスエンジン排ガスとウッドチップを直接接触させる。乾燥ウッドチップは乾燥機出口から排出する。

a. 設計基準

乾燥設備の設計基準を下表に示す。

表 3-16 乾燥設備の設計基準

木質バイオマス	ウッドチップ供給量		8,542kg/時
	ウッドチップ中水分量		5,014kg/時
	ウッドチップ中固形分量		3,528kg/時
	乾燥ウッドチップ含水率		10wt%-wet
	乾燥ウッドチップ 排出量	$3,528\text{kg/時} \times \frac{100}{(100-10)}$	3,920kg/時
	乾燥ウッドチップ中 水分量	$3,920\text{kg/時} - 3,528\text{kg/時}$	392kg/時
	蒸発水分量	$5,014\text{kg/時} - 392\text{kg/時}$	4,622kg/時
ガスエンジン排ガス	ガスエンジン排ガス量		28,087Nm ³ /時
	ガスエンジン排ガス中乾ガス量		24,804Nm ³ /時
	ガスエンジン排ガス中水分量		3,283Nm ³ /時
	ガスエンジン排ガス温度		642
乾燥機排ガス	乾燥機 排ガス量	$28,087\text{Nm}^3/\text{時} + 4,622\text{kg/時} \times \frac{22.4}{18}$	33,838Nm ³ /時
	乾燥機排ガス中乾ガス量		24,804Nm ³ /時
	乾燥機排ガス中水分量		9,035Nm ³ /時
	乾燥機排ガス温度		T

b. 物質収支

乾燥設備の物質収支を下表に示す。

表 3-17 乾燥設備の物質収支

入量	ウッドチップ		8,542kg/時
	ガスエンジン 排ガス	乾ガス	33,659kg/時
		水分	2,638kg/時
		合計	36,297kg/時
合計	44,839kg/時		
出量	乾燥ウッドチップ		3,920kg/時
	乾燥機排ガス	乾ガス	33,659kg/時
		水分	7,260kg/時
		合計	40,919kg/時
	合計	44,839kg/時	

c. 熱収支

乾燥設備の熱収支を下表に示す。

表 3-18 乾燥設備の熱収支

入熱	ウッドチップ中固形物の持ち込む熱量	$3,528\text{kg/時} \times 1.257 \times 20$	88,694kJ/時
	ウッドチップ中水分の持ち込む熱量	$5,014\text{kg/時} \times 4.19 \times 20$	420,173kJ/時
	ガスエンジン排ガス中乾ガスの持ち込む熱量	$24,804\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{32.47}{22.4} \times 642$	23,082,935kJ/時
	ガスエンジン排ガス中水分の持ち込む熱量	$3,283\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{36.62}{22.4} \times 642$	3,445,690kJ/時
	合計		27,037,492kJ/時
出熱	乾燥ウッドチップ中固形物の持ち去る熱量	$3,528\text{kg/時} \times 1.257 \times 70$	310,429kJ/時
	乾燥ウッドチップ中水分の持ち去る熱量	$392\text{kg/時} \times 4.19 \times 70$	114,974kJ/時
	乾燥機排ガス中乾ガスの持ち去る熱量	$24,804\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{31.20}{22.4} \times T$	34,548T・kJ/時
	乾燥機排ガス中水分の持ち去る熱量	$9,035\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{34.82}{22.4} \times T$	14,045T・kJ/時
	水分蒸発潜熱	$4,622\text{kg/時} \times 2,506$	11,582,732kJ/時
	放熱（入熱量の5%）	$27,037,492\text{kJ/時} \times \frac{5}{100}$	1,351,875kJ/時
	合計		48,593T・kJ/時 + 13,360,010 kJ/時

入熱 = 出熱より

$$27,037,492\text{kJ/時} = 48,593T \cdot \text{kJ/時} + 13,360,010 \text{ kJ/時}$$

$$T = 281$$

ガス化設備

乾燥ウッドチップとガス化空気をガス化炉に供給し、乾燥ウッドチップの一部を燃焼させる。それによって発生する熱で乾燥ウッドチップをガス化し可燃性の熱分解ガスを得る。乾燥ウッドチップのガス化後にガス化炉内に残存する炭化物はガス化炉下部から排出する。

a. 設計基準

ガス化設備の設計基準を下表に示す。

表 3-19 ガス化設備の設計基準

木質 バイオマス	乾燥ウッドチップ供給量	3,920kg/時
	乾燥ウッドチップ中水分量	392kg/時
	乾燥ウッドチップ中固形分量	3,528kg/時
	乾燥ウッドチップ中灰分量	42.3kg/時
ガス化空気	ガス化空気量	5,140Nm ³ /時
	ガス化空気中乾ガス量	5,059Nm ³ /時
	ガス化空気中水分量	81Nm ³ /時
炭化物	炭化物排出量	77kg/時
	炭化物中固形分量	77kg/時
	炭化物中水分量	0kg/時
	炭化物中灰分量	42.3kg/時
	炭化物中炭素量	34.7kg/時
	炭化物発熱量	15,273kJ/kg
熱分解ガス	熱分解ガス量	10,164Nm ³ /時
	熱分解ガス中乾ガス量	8,578Nm ³ /時
	熱分解ガス中水分量	1,585Nm ³ /時
	乾燥ウッドチップより生成した水分量	1,016Nm ³ /時
	熱分解ガス発熱量	5,664kJ/Nm ³

b. 物質収支

ガス化設備の物質収支を下表に示す。

表 3-20 ガス化設備の物質収支

入量	乾燥ウッドチップ		3,920kg/時
	ガス化空気	乾ガス	6,541kg/時
		水分	65kg/時
		合計	6,606kg/時
合計		10,526kg/時	

出量	炭化物		77kg/時
	熱分解ガス	乾ガス	9,176kg/時
		水分	1,274kg/時
		合計	10,450kg/時
	合計		10,527kg/時

c. 熱収支

ガス化設備の熱収支を下表に示す。

表 3-21 ガス化設備の熱収支

入熱	乾燥ウッドチップ中 固形分の持ち込む熱 量	$3,528\text{kg/時} \times 1.257 \times 20$	88,694kJ/時
	乾燥ウッドチップ中 水分の持ち込む熱 量	$392\text{kg/時} \times 4.19 \times 20$	32,850kJ/時
	ガス化空气中乾ガス の持ち込む熱 量	$5,059\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{30.04}{22.4} \times 400$	2,713,792kJ/時
	ガス化空气中水分の 持ち込む熱 量	$81\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{35.36}{22.4} \times 400$	51,146kJ/時
	乾燥ウッドチップ発 熱 量	$3,528\text{kg/時} \times 20,151$	71,092,728kJ/時
	合計		73,979,210kJ/時
出熱	炭化物中固形分の持 ち去る熱 量	$77\text{kg/時} \times 1.257 \times 150$	14,518kJ/時
	炭化物中水分の持 ち去る熱 量	$0\text{kg/時} \times 4.19 \times 150$	0kg/時
	炭化物の発熱 量	$77\text{kg/時} \times 15,273$	1,176,021kJ/時
	熱分解ガス中乾ガス の持ち去る熱 量	$8,578\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{30.76}{22.4} \times T$	11,779T・kJ/時
	熱分解ガス中水分の 持ち去る熱 量	$1,585\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{37.29}{22.4} \times T$	2,639T・kJ/時
	熱分解ガスの発熱 量	$10,164\text{Nm}^3/\text{時} \times 5,664$	57,568,896kJ/時
	水分蒸発潜熱	$392\text{kg/時} \times 2,506$	982,352kJ/時
	水分生成熱	$1,016\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{18}{22.4} \times 2,506$	2,045,970kJ/時
	放熱		2,095,000kJ/時
	合計		14,418T・kJ/時 + 63,882,757kJ/時

入熱 = 出熱より

$$73,979,210\text{kJ/時} = 14,418T \cdot \text{kJ/時} + 63,882,757\text{kJ/時}$$

$$T = 700$$

空気予熱器

ガス化空気をサイクロンで除塵後の熱分解ガスと間接的に熱交換し、400℃まで予熱する。

a. 設計基準

空気予熱器の設計基準を下表に示す。

表 3-22 空気予熱器の設計基準を下表に示す。

熱分解ガス	熱分解ガス量	10,164Nm ³ /時
	熱分解ガス中乾ガス量	8,578Nm ³ /時
	熱分解ガス中水分量	1,585Nm ³ /時
	熱分解ガス温度	700
ガス化空気	ガス化空気量	5,140Nm ³ /時
	ガス化空気中乾ガス量	5,059Nm ³ /時
	ガス化空気中水分量	81Nm ³ /時
	ガス化空気温度	40

b. 物質収支

空気予熱器の物質収支を下表に示す。

表 3-23 空気予熱器の物質収支

入量	熱分解ガス	乾ガス	9,176kg/時
		水分	1,274kg/時
		合計	10,450kg/時
	ガス化空気	乾ガス	6,541kg/時
		水分	65kg/時
		合計	6,606kg/時
	合計		
出量	熱分解ガス	乾ガス	9,176kg/時
		水分	1,274kg/時
		合計	10,450kg/時
	ガス化空気	乾ガス	6,541kg/時
		水分	65kg/時
		合計	6,606kg/時
	合計		

c. 熱収支

空気予熱器の熱収支を下表に示す。

表 3-24 空気予熱器の熱収支

入熱	熱分解ガス中乾ガスの持ち込む熱量	$8,578\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{30.76}{22.4} \times 700$	8,245,603kJ/時
	熱分解ガス中水分の持ち込む熱量	$1,585\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{37.29}{22.4} \times 700$	1,847,020kJ/時
	ガス化空气中乾ガスの持ち込む熱量	$5,059\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{29.08}{22.4} \times 40$	262,707kJ/時
	ガス化空气中水分の持ち込む熱量	$81\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{33.52}{22.4} \times 40$	4,848kJ/時
	合計		10,360,178kJ/時
出熱	熱分解ガス中乾ガスの持ち去る熱量	$8,578\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{30.16}{22.4} \times T$	11,550T・kJ/時
	熱分解ガス中水分の持ち去る熱量	$1,585\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{35.99}{22.4} \times T$	2,547T・kJ/時
	ガス化空气中乾ガスの持ち去る熱量	$5,059\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{30.04}{22.4} \times 400$	2,713,792kJ/時
	ガス化空气中水分の持ち去る熱量	$81\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{35.36}{22.4} \times 400$	50,514kJ/時
	放熱（入熱の5%）	$10,361,244\text{kJ}/\text{時} \times \frac{5}{100}$	518,062kJ/時
	合計		14,097T・kJ/時 + 3,282,368kJ/時

入熱 = 出熱より

$$10,360,178\text{kJ}/\text{時} = 14,097T \cdot \text{kJ}/\text{時} + 3,282,368\text{kJ}/\text{時}$$

$$T = 502$$

d. 交換熱量

$$2,713,792\text{kJ}/\text{時} + 50,514\text{kJ}/\text{時} - 263,791\text{kJ}/\text{時} - 4,830\text{kJ}/\text{時} = 2,495,685\text{kJ}/\text{時}$$

熱分解ガス冷却器

オイルスクラバーに供給する熱分解ガスの温度を、オイルスクラバーの循環オイルが揮発しない温度、且つタールが析出しない温度に冷却空気と間接的に熱交換して冷却する。

a. 設計基準

熱分解ガス冷却器の設計基準を下表に示す。

表 3-25 熱分解ガス冷却器の設計基準

熱分解ガス	熱分解ガス量	10,164Nm ³ /時
	熱分解ガス中乾ガス量	8,578Nm ³ /時
	熱分解ガス中水分量	1,585Nm ³ /時
	熱分解ガス温度	502
冷却空気	冷却空気量	F・Nm ³ /時
	冷却空気中乾ガス量	0.9842F・Nm ³ /時
	冷却空気中水分量	0.0158F・Nm ³ /時
	冷却空気温度	40

b. 熱収支

熱分解ガス冷却器の熱収支を下表に示す。

表 3-26 熱分解ガス冷却器の熱収支

入熱	熱分解ガス中乾ガスの持ち込む熱量	$8,578\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{30.16}{22.4} \times 502$	5,797,931kJ/時
	熱分解ガス中水分の持ち込む熱量	$1,585\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{35.99}{22.4} \times 502$	1,278,400kJ/時
	冷却空気中乾ガスの持ち込む熱量	$0.9842F \cdot \text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{29.08}{22.4} \times 40$	51.1F・kJ/時
	冷却空気中水分の持ち込む熱量	$0.0158F \cdot \text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{33.52}{22.4} \times 40$	0.946F・kJ/時
	合計		52.046F・kJ/時 + 7,076,331kJ/時

出熱	熱分解ガス中乾ガスの持ち去る熱量	$8,578\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{29.33}{22.4} \times 250$	2,807,955kJ/時
	熱分解ガス中水分の持ち去る熱量	$1,585\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{34.27}{22.4} \times 250$	606,227kJ/時
	冷却空气中乾ガスの持ち去る熱量	$0.9842\text{F} \cdot \text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{29.71}{22.4} \times 300$	391.6F・kJ/時
	冷却空气中水分の持ち去る熱量	$0.0158\text{F} \cdot \text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{34.82}{22.4} \times 300$	7.368F・kJ/時
	放熱(入熱の5%)	$(52.046 \cdot \text{kJ}/\text{時} + 7,076,331\text{kJ}/\text{時}) \times 5\%$	2.6023F・kJ/時 + 353,817kJ/時
	合計		401.6F・kJ/時 + 3,767,999kJ/時

入熱 = 出熱より

$$52.046\text{F} \cdot \text{kJ}/\text{時} + 7,076,331\text{kJ}/\text{時} = 401.6\text{F} \cdot \text{kJ}/\text{時} + 3,767,999\text{kJ}/\text{時}$$

$$\text{F} = 9,464\text{Nm}^3/\text{時}$$

c. 物質収支

熱分解ガス冷却器の物質収支を下表に示す。

表 3-27 熱分解ガス冷却器の物質収支

入量	熱分解ガス	乾ガス	9,176kg/時
		水分	1,274kg/時
		合計	10,450kg/時
	冷却空気	乾ガス	8,405kg/時
		水分	84kg/時
		合計	8,489kg/時
合計			18,939kg/時
出量	熱分解ガス	乾ガス	9,176kg/時
		水分	1,274kg/時
		合計	10,450kg/時
	冷却空気	乾ガス	8,405kg/時
		水分	84kg/時
		合計	8,489kg/時
合計			18,939kg/時

d. 交換熱量

$$(391.6\text{F} \cdot \text{kJ}/\text{時} + 7.368\text{F} \cdot \text{kJ}/\text{時} - 51.1\text{F} \cdot \text{kJ}/\text{時} - 0.946\text{F} \cdot \text{kJ}/\text{時}) \times 9,464$$

$$= 3,283,270\text{kJ}/\text{時}$$

オイルスクラバー

オイルスクラバー内にオイルを噴霧し、熱分解ガス中のタールと接触させることによってタールを除去する。同時に熱分解ガスの温度をガスエンジンに供給可能な温度まで冷却する。

a. 設計基準

オイルスクラバーの設計基準を下表に示す。

表 3-28 オイルスクラバーの設計基準

熱分解ガス	熱分解ガス量	10,164Nm ³ /時
	熱分解ガス中乾ガス量	8,578Nm ³ /時
	熱分解ガス中水分量	1,585Nm ³ /時
	熱分解ガス温度	250
循環オイル	循環オイル量 (L/G = 4L/Nm ³)	36,589kg/時
	循環オイル温度	50
	循環オイル比熱	2.095kJ/kg

b. 物質収支

オイルスクラバーの物質収支を下表に示す。

表 3-29 オイルスクラバーの物質収支

入量	熱分解ガス	乾ガス	9,176kg/時
		水分	1,274kg/時
		合計	10,450kg/時
	循環オイル	36,589kg/時	
	合計		47,039kg/時
出量	熱分解ガス	乾ガス	9,176kg/時
		水分	1,274kg/時
		合計	10,450kg/時
	循環オイル	36,589kg/時	
	合計	47,039kg/時	

c. 熱収支

オイルスクラバーの熱収支を下表に示す。

表 3-30 オイルスクラバーの熱収支

入熱	熱分解ガス中乾ガスの持ち込む熱量	$8,578\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{29.33}{22.4} \times 250$	2,807,955kJ/時
	熱分解ガス中水分の持ち込む熱量	$1,585\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{34.27}{22.4} \times 250$	606,227kJ/時
	循環オイルの持ち込む熱量	$36,589\text{kg}/\text{時} \times 2.095 \times 50$	3,832,698kJ/時
	合計		7,246,880kJ/時
出熱	熱分解ガス中乾ガスの持ち去る熱量	$8,578\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{29.18}{22.4} \times 55$	614,590kJ/時
	熱分解ガス中水分の持ち去る熱量	$1,585\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{33.81}{22.4} \times 55$	131,580kJ/時
	循環オイルの持ち去る熱量	$36,589\text{kg}/\text{時} \times 2.095 \times T$	76,654T・kJ/時
	放熱（入熱の5%）	$7,246,880\text{kJ}/\text{時} \times \frac{5}{100}$	= 362,344kJ/時
	合計		76,654T・kJ/時 + 1,108,514kJ/時

入熱 = 出熱より

$$7,246,880\text{kJ}/\text{時} = 76,654T \cdot \text{kJ}/\text{時} + 1,108,514\text{kJ}/\text{時}$$

$$T = 80.1$$

オイル冷却器

オイルスクラバー内で熱分解ガスと熱交換し加熱されたオイルを、冷却水との間接熱交換によって冷却する。

a. 設計基準

オイル冷却器の設計基準を下表に示す。

表 3-31 オイル冷却器の設計基準

循環オイル	循環オイル量	36,589kg/時
	循環オイル温度	80.1
	循環オイル冷却温度	50
	循環オイル比熱	2.095kJ/kg
冷却水	冷却水量	F・kg/時
	冷却水温度	32
	冷却水戻り温度	50

b. 熱収支

オイル冷却器の熱収支を下表に示す。

表 3-32 オイル冷却器の熱収支

入熱	循環オイルの持ち込む熱量	$36,589\text{kg/時} \times 2.095 \times 80.1$	6,139,982kJ/時
	冷却水の持ち込む熱量	$F \cdot \text{kg/時} \times 4.19 \times 32$	134.08F・kJ/時
	合計		$134.08 F \cdot \text{kJ/時} + 6,139,982\text{kJ/時}$
出熱	循環オイルの持ち去る熱量	$36,589\text{kg/時} \times 2.095 \times 50$	3,832,698kJ/時
	冷却水の持ち去る熱量	$F \cdot \text{kg/時} \times 4.19 \times 50$	209.5F・kJ/時
	放熱（入熱の5%）	$(134.08 F \cdot \text{kJ/時} + 6,139,982\text{kJ/時}) \times \frac{5}{100}$	$6.704 F \cdot \text{kJ/時} + 306,999\text{kJ/時}$
	合計		$216.204 F \cdot \text{kJ/時} + 4,139,697\text{kJ/時}$

入熱 = 出熱より

$$134.08 F \cdot \text{kJ/時} + 6,139,982\text{kJ/時} = 216.204 F \cdot \text{kJ/時} + 4,139,697\text{kJ/時}$$

$$F = 24,359\text{kg/時}$$

c. 物質収支

オイル冷却器の熱収支を下表に示す。

表 3-33 オイル冷却器の熱収支

入量	循環オイルの持ち込む熱量	36,589kg/時
	冷却水の持ち込む熱量	24,359kg/時
	合計	60,948kg/時
出量	循環オイルの持ち去る熱量	36,589kg/時
	冷却水の持ち去る熱量	24,359kg/時
	合計	60,948kg/時

d. 交換熱量

$$(209.5F \cdot \text{kJ/時} - 134.08F \cdot \text{kJ/時}) \times 24,359 = 1,837,156\text{kJ/時}$$

ガスエンジン

サイクロンで除塵、オイルスクラバーでタール除去された熱分解ガスはガスエンジンで燃焼され、電力を得る。木質バイオマスの熱分解ガスは都市ガスと比較して発熱量が低いため、着火安定用にパイロットオイルを使用し、熱分解ガスと共に燃焼させる。

a. 設計基準

ガスエンジンの設計基準を下表に示す。

表 3-34 ガスエンジンの設計基準

ガスエンジン	発電効率	34%
熱分解ガス	熱分解ガス量	10,164Nm ³ /時
	熱分解ガス中乾ガス量	8,578Nm ³ /時
	熱分解ガス中水分量	1,585Nm ³ /時
	熱分解ガス温度	55
パイロット オイル	パイロットオイル量	19.1kg/時
	パイロットオイル温度	50
	パイロットオイル比熱	2.095kJ/kg
燃焼空気	空気過剰率	1.8
	燃焼空気量	20,182Nm ³ /時
	燃焼空気中乾ガス量	19,862Nm ³ /時
	燃焼空気中水分量	320Nm ³ /時
	燃焼空気温度	40
ガスエンジン 冷却水	ガスエンジン冷却水量	400,000kg/時
	ガスエンジン冷却水供給温度	83
	ガスエンジン冷却水戻り温度	88
ガスエンジン 排ガス	ガスエンジン排ガス量	28,087Nm ³ /時
	ガスエンジン排ガス中乾ガス量	24,804Nm ³ /時
	ガスエンジン排ガス中水分量	3,283Nm ³ /時

b. 物質収支

ガスエンジンの物質収支を下表に示す。

表 3-35 ガスエンジンの物質収支

入量	熱分解ガス	乾ガス	9,176kg/時
		水分	1,274kg/時
		合計	10,450kg/時
	パイロットオイル		19.1kg/時
	燃焼空気	乾ガス	25,572kg/時
		水分	256kg/時
		合計	25,828kg/時
ガスエンジン冷却水		400,000kg/時	
合計		436,297.1kg/時	
出量	ガスエンジン排ガス	乾ガス	33,659kg/時
		水分	2,638kg/時
			36,297kg/時
	ガスエンジン冷却水		400,000kg/時
	合計		436,297kg/時

c. 熱収支

ガスエンジンの熱収支を下表に示す。

表 3-36 ガスエンジンの熱収支

入熱	熱分解ガス中乾ガスの持ち込む熱量	$8,578\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{29.18}{22.4} \times 55$	614,590kJ/時
	熱分解ガス中水分の持ち去る熱量	$1,585\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{33.81}{22.4} \times 55$	131,580kJ/時
	熱分解ガス発熱量	$10,164\text{Nm}^3/\text{時} \times 5,664$	57,568,896kJ/時
	パイロットオイルの持つ込む熱量	$19.1\text{kg}/\text{時} \times 2.095 \times 50$	2,001kJ/時
	パイロットオイル発熱量	$19.1\text{kg}/\text{時} \times 45,252$	864,313kJ/時
	燃焼空気中乾ガスの持ち込む熱量	$19,862\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{29.08}{22.4} \times 40$	1,031,405kJ/時
	燃焼空気中水分の持ち込む熱量	$320\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{33.52}{22.4} \times 40$	19,154kJ/時
	ガスエンジン冷却水の持ち込む熱量	$400,000\text{kg}/\text{時} \times 4.19 \times 83$	139,108,000kJ/時
	合計		199,339,939kJ/時
出熱	ガスエンジン排ガス中乾ガスの持ち去る熱量	$24,804\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{32.47}{22.4} \times T$	35,955T · kJ/時
	ガスエンジン排ガス中水分の持ち去る熱量	$3,283\text{Nm}^3/\text{時} \times \frac{36.62}{22.4} \times T$	5,367T · kJ/時
	ガスエンジン冷却水の持ち去る熱量	$400,000\text{kg}/\text{時} \times 4.19 \times 88$	147,488,000kJ/時
	放熱(熱分解ガス・パイロットオイル・燃焼空気による入熱の9%)	$(199,339,939\text{kJ}/\text{時} - 139,108,000\text{kJ}/\text{時}) \times \frac{9}{100}$	5,420,875kJ/時
	発電量	$(57,568,896\text{kJ}/\text{時} + 864,313\text{kJ}/\text{時}) \times \frac{34}{100}$	19,867,291kJ/時 (5.5MW)
	合計		41,322T · kJ/時 + 172,776,166kJ/時

入熱 = 出熱より

$$199,339,939\text{kJ}/\text{時} = 41,322T \cdot \text{kJ}/\text{時} + 172,776,166\text{kJ}/\text{時}$$

$$T = 642$$

3.1.7 コスト分析

コスト分析を下表に示す。

表 3-37 コスト分析

初期投資額		
項目	金額(千円)	備考
建設費		

収入		
項目	金額(千円/年)	計算根拠
電力	178,200	5,000kW × 24 時間 × 330 日/年 × 4.5 円/kW
合計	178,200	

支出		
項目	金額(千円/年)	計算根拠
人件費	1,824	38 人 × 12 ヶ月/年 × 4,000 円/月
木質バイオマス育成費	26,529	205Ton/日 ÷ 0,85Ton/m ³ ÷ 150m ³ /ha × 330 日/年 × 50,000 円/ha
木質バイオマス集荷費 (伐採値～道路)	15,918	205Ton/日 ÷ 0,85Ton/m ³ ÷ 150m ³ /ha × 330 日/年 × 30,000 円/ha
木質バイオマス集荷費 (道路～現場)	20,295	205Ton/日 × 330 日/年 × 300 円/Ton
井戸水使用費	121	0.9m ³ /時 × 24 時間/日 × 330 日/年 × 17 円/m ³
軽油使用費	5,781	22.6L/時 × 24 時間/日 × 330 日/年 × 32.3 円/L
軽油輸送費	95	22.6L/時 × 24 時間/日 × 330 日/年 × 0.53 円/L
軽油使用量 (立ち上げ用)	52	800L × 2 回/年 × 32.3 円/L
軽油輸送量 (立ち上げ用)	1	800L × 2 回/年 × 0.53 円/L
補修・メンテナンス費		建設費の 1%

3.2 エネルギー造林

第二次大戦後中東での豊富な石油資源が開発される「エネルギー革命」までは森林は人類すべてにとって重要なエネルギー資源であり、また、肥料の供給元であった。

日本の雑木林とは木材用途主要樹種以外の林を指し、かつては薪炭材生産のための薪炭林としての機能の重要性が高く、コナラ、クヌギ、シイ、カシ等の広葉樹が20年生前後で伐採され、その後の萌芽更新により常に一定のバイオマスが確保されてきた。エネルギー革命以降は薪炭材の需要が低下し、かつての雑木林は放置された状態となり¹¹林政上の大きな問題となっている。

家庭等にての小規模利用ではなく、産業や地域へのエネルギー供給のための造林をここで「エネルギー造林」と定義すると、化石燃料等に比較し絶対的な熱量が小さいこと、広く浅くに存在し、嵩密度が低いことより集荷コストが高いことから大規模なエネルギー造林の実例は世界的にみて少ないが、スウェーデンと英国の例を記載しこの項の最後にエネルギー造林の前提となる普遍的な条件を考察する。

(1) スウェーデン

現在 EU 内においてはバイオマス起源のエネルギー使用量は再生可能エネルギーの使用量の60%を占め、再生可能エネルギー起源の熱利用の98%、電力生産の8%に達している。

スウェーデンにおいては、バイオマス・エネルギーが国内総エネルギー供給量の14%を占め、(14%の)63%が森林関連産業、23%が地域暖房、残りは家庭用にて使用されている。

紙・パルプ産業が盛んであること、地域暖房が国内エネルギー消費の35%を占めるというエネルギー消費構造がバイオマス利用の比率を上げることに関し、他国と比較し容易にしていることとともに、国家として気候変動問題への強い関心、エネルギー安全保障の確保の点からバイオマス・エネルギーの使用率向上を促進している。

化石燃料に対する課税を行い、バイオマス燃料とのコスト差を埋め、さらにバイオマス発電は集荷等の問題からスケール・メリットの期待できない比較的小規模な設備とならざるを得ず、化石燃料発電所建設との投資コストの違いに対する補填の意味で助成金が与えられる。具体的な施策は下記するが、これら施策があっ

¹¹ 森林・林業百科事典

たことで、初めてエネルギー造林の経済性が担保される形となったと言える¹²。

1991年	地域暖房に使用される化石燃料にはその種類に応じ30-160%のエネルギー税を課税。バイオマス起源には無税。産業に対してはエネルギー税は課税せず炭素税のみを課税。 電力産業に対しては無税。 バイオマス発電所建設には400ユーロ/kW(発電容量)の助成金を支給。
1997年	バイオマス発電所建設への助成金を300ユーロ/kWもしくは投資コストの25%へと変更
2001年	炭素税率を上昇、エネルギー税率を下げる

さらにエネルギー造林そのものに対しては現在EU補助金が45ユーロ/ha、スウェーデン政府からは地域的な条件はあるも1,800クローナ/haが支給される¹³。

スウェーデンにおけるエネルギー造林樹種はSalix(ヤナギ科ヤナギ属:花言葉は見捨てられた恋人)であり、90年代半ばには将来的には国内休耕地において50万haの造林を行う計画であったが、2002年末の時点での造林面積は7.5万haにとどまっている。進捗の遅れの理由は文化や生物多様性保持のために草地や休耕地を残すことが良いとの考えやEU内部の農業に対する助成金の問題等が挙げられるが、一番大きな理由は助成金を得てもなお、経済的な便益が小さいということではないかと推測される¹⁴。

Salixエネルギー造林は4年周期に伐採を行い、伐採時には乾燥重量で40-50トンの終了があると言われインプットされるエネルギー量を考えてもきわめて高い収量であると言える¹⁵。

¹² 2003年 EU Best Practice in RES : Biomass Power in Sweden

¹³ NEDO 海外レポート 935号

¹⁴ 2003年 岩手・木質バイオマス研究会スウェーデンミッション報告書

¹⁵ 横山伸也「バイオマスエネルギー最前線」

(2) 英国の例

英国は京都議定書上 90 年時点から 12.5%の排出減の義務を負っており、国内対策の一つとして 2010 年までに国内の電力需要の 10%を再生可能エネルギーでまかなう目標を立てている。

英国においては DEFRA (Department for Environment, Food & Rural Affair) の推進する地方開発プログラムのもと「Short Rotation Coppice (SRC) – Best Practice Guidance (短期育成雑木の実施ガイド)」が公開されている¹⁶。

同ガイダンスは地方の農民のための実務的な手引書となっており、樹種はヤナギ (Salix) とポプラを対象としている。

Melaleuca とは科および生育環境が異なり、ヤナギ、ポプラの例がそのまま当てはまるとは考えられないが、参考となる点もあり、要約を下記する。

項目	ヤナギ	ポプラ
年間生長量 (odt/ha/トン ¹⁷)	7 – 18	ヤナギと同様
好ましい年間降雨量 (mm)	600 – 1,200	記載なし
望ましい傾斜度	7% 以下	ヤナギと同様
植林個体数 (本/ha)	12,000 – 15,000	10,000 – 12,000
伐採周期 (年)	3	3 – 4

英国におけるエネルギー造林の進捗動向についての資料をみつけることができなかったが、3-4 年という短期間にバイオマスを増加するためにはパルプ材等で行っている植栽密度(1,000 – 2,000 本/ha)とは全く異なる密度での植栽が必要となり、また生長のもととなる土壌栄養分、日射、降雨等土地の選択の条件は厳しいものとなっている。

¹⁶ Short Rotation Coppice Best Practice Guidelines

¹⁷ odt : oven dry tonnes

(3) 考察

先進国にてのエネルギー造林の成立のためには次の条件が満たされることが必要であると考察する。

1次バイオマス・エネルギー製造者（主に林業従事者）に対するパルプ原料、製材原料との販売価格の差を埋める助成金の供与
バイオマス・エネルギー使用者（主に熱・電供給会社）に対する化石燃料を使用の場合と比較した際に上昇する投資コスト、運転コストに対する助成金もしくは税制優遇

また、効率の上昇、コストの削減のためには

慎重な土地の選択

人件費の上昇を抑えるための効率的な植栽システムおよび伐採方法

短期間にバイオマスを増加させる樹種、植栽密度を含む植栽方法の選択が求められる。

上記をベトナムで検討すると；

販売価格差を埋める助成金は現状存在しない。

バイオマス・エネルギー使用者に対する助成金は現状存在しない

可能。ただし酸性土壌のため他の農作物の栽培が望めない土地であること。植栽においては FSSIV, JICA による研究成果が存在。伐採方法に関しては皆伐・再植林もしくは1回だけであるが伐採・萌芽再生の形が一般的である。

酸性硫酸塩土壌においてはメラルーカがあてはまる。

ここで説明した2国の例とベトナム本事業では一番大きな違いは に関係する人件費の差であり、これはすなわち植林コストと集荷コストの差となり、この差の検証が本事業を実施をする上での一番の鍵になると考えられる。

3.2.1 ベトナムの森林概況

ベトナムの森林面積は 1943 年には天然林のみで 14 百万 ha が存在し、国土森林被覆率は 43%に達していたが、1980 年調査では天然林 10,486,000ha, 人工林 422,000ha の合計 11,608ha で森林被覆率 32.1%、その後 10 年間には人工林が増加したものの天然林が減少し 1990 年には天然林 8,430,000ha, 人工林 745,000ha の合計 10,412,000ha に減少し、森林被覆率は国土面積に対し 27.2%へと低下した。

1992 年にはプログラム 327 と呼ばれる森林開発プログラムを発令し、森林被覆率の上昇をはかるため植林、インフラ整備への投資、無利子ローン等の施策を開始した結果、1995 年において森林被覆率は 28.1%へとわずかながら増加した。

1995 年の結果を踏まえ政府は 2010 年に 1943 年と同じ森林被覆率 43%を達成することを目標に掲げ「5 百万 ha の造林プログラム (通称「661 プログラム」)」を 1998 年に開始した。

同プログラムで掲げる 5 百万 ha の内訳は天然林再生と保護林で 2 百万 ha を、生産林で 3 百万 ha となっている。

植林面積の増加は下表のようになっている

表 3-38 1998 年から 2000 年末での森林面積の変化

	1998 年末	2000 年末
天然林 (ha)	9,444,000	9,675,700
人工林 (ha)	1,471,000	1,638,926
合計 (ha)	10,915,000	11,314,626
森林被覆率	33.2%	34.4%

また政府は 2002 年 8 月に首相決定 78 を公布し、地域の土地利用計画を正確に策定するために毎年、土地利用状況を確認し、下記のような土地利用データにそれぞれの森林機能、管理者、植林区の場合は樹種と樹齢等を含めたデータを集積しデータベース化することとした。

村落(commune)レベルで	1/25,000 – 1/10,000、
県(district)レベルで	1/50,000 – 1/25,000
省(province)レベルで	1/100,000
国家レベルで	1/1,000,000

3.2.2 ベトナムにおける造林に関する施策・法律

1997年第10回国議会により国土の43%への森林被覆率の達成、林産加工産業の原材料確保、貧困削減に資する雇用の増大を目的として1992年公布の未利用の土地利用に関する327プログラムの改訂、発展形として661プログラム「5百万haの造林計画」が承認された。

以降同プログラムに追加、修正が加えられ現在に至る。

今回の調査では661プログラム発令以降現在までの森林に関する下記法令を確認し、組織、土地、助成、樹種、罰則に関し、まとめた。

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29
149 (Decision / MARD) 98/10/06
165 (Decision / MARD) 98/10/16
245 (Decision / Prime Minister) 98/12/21
28 (Circular / MARD, MPI, MOF) 99/02/03
28 (Circular / MOF) 99/03/13
187 (Decision / Prime Minister) 99/09/16
163 (Decree / The Government) 99/11/16
08 (Decision / Prime Minister) 01/01/11
178 (Decision / Prime Minister) 01/11/12
111 (Decision / MARD) 01/11/23
02 (Decision / MARD) 02/01/07
07 (Decision / MARD) 02/01/10
143 (Decision / Prime Minister) 02/01/14
10 (Decision / Prime Minister) 02/01/14
17 (Decree / The Government) 02/02/08
48 (Decree / The Government) 02/04/22
34 (Decision / MARD) 02/05/03
43 (Circular / MOF) 02/05/07
73 (Decision / MARD) 02/08/15
78 (Decision / Prime Minister) 02/08/28
93 (Decision / MARD) 02/10/28
120 (Decision / MARD) 02/11/21
21 (Directive / Prime Minister) 02/12/12
144 (Circular / MARD, MPS, MOD) 02/12/13
143 (Decision / Prime Minister) 03/07/14
86 (Decree / The Government) 03/07/18
90 (Decision / MARD) 03/09/04

01 (Decision / MARD) 04/01/12

04 (Decision / MARD) 04/02/02

417 (Decision / Prime Minister) 04/05/07

19 (Directive / Prime Minister) 04/06/01

139 (Decree / The Government) 04/06/25

(1) 組織

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29

国家運営委員会 (the Steering Committee) を 1998 年 1 月 16 日付首相決定 No.07/1998/QD-TTg にて設置。

中央実行委員会 (the Executive Committee) は MOF, MPI, 中銀, 少数民族対策省, GDLA (General Depart of Land Administration), MOSTE, 農民組合の代表により MARD の下に設置。

MARD は実行委員会の機能・責任・規則を設定。サポート人員は MARD から提供される。

149 (Decision / MARD) 98/10/06

MARD は国家運営委員会を助ける。

245 (Decision / Prime Minister) 98/12/21

MARD は森林の国家管理の責任機関。天然林のデザイン・開発の評価機関。森林警備隊を指揮する。

165 (Decision / MARD) 98/10/16

(中央) 実行委員会常設事務所 (the Permanent Office of the Executive Committee) を森林開発部 (DFD) 内に開設する。

森林開発部の名前の使用が許される。

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29

省実行委員会 (the Project Executive Board)は省-PC 副委員長が委員長、DARD の長が副委員長、DPI, DOF, DLA, ST (State Treasury) がメンバーとなる。

28 (Circular / MARD, MPI, MOF) 99/02/03 & 28 (Circular / MOF) 99/03/13

DARD は人民委員会を援助し、プロジェクト・オーナーを指導・監督する。プロジェクト・オーナーと地方運営委員会との連繋をとる。

国庫からの資金割当ての基礎を構築する。

プロジェクト終了時の最終決算と年間決算報告書の評価を行い、省 PC の承認を仰ぐ。

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29

プロジェクト管理委員会は省実行委員会を助けるために DARD の下に設立される。

DFD(森林開発局)が存在する省においては DFD がプロジェクト管理委員会の機能を担う。

28 (Circular / MARD, MPI, MOF) 99/02/03 & 28 (Circular / MOF) 99/03/13
プロジェクト管理委員会は人民委員会会長の決定により設立される。DFDの補助部に位置する。

08 (Decision/ Prime Minister) 01/01/11
5,000ha より狭い保護林では PMB は設立されない。
5,000ha より広い森林では PMB は収入を得る公的サービス団体として設立される。
担当権威の承認を受けた計画に基づき年間計画を作成実施する。
森林区画毎に責任者 1 名を任命する。

28 (Circular / MARD, MPI, MOF) 99/02/03 & 28 (Circular / MOF) 99/03/13
国庫は完了業務を確認しプロジェクト・オーナーに資金を提供する。

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29
県実行委員会は結成されない。人民委員会がその役割を負う。

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29
村落常勤森林担当者は省-PC が村落の人民委員会に助けが必要と判断した際に任命される。

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29
地方レベルの再植林プロジェクトの際にはダイレクター、会計主任、技術スタッフによる小規模な小規模プロジェクト管理委員会が設立される。メンバーの給与は省から出る。

28 (Circular / MARD, MPI, MOF) 99/02/03 & 28 (Circular / MOF) 99/03/13
プロジェクト監督権威 (Project Supervising Authority)の監督下のプロジェクトの結果の責任を負うプロジェクト・オーナーを指導・調査・監督する。
プロジェクト・オーナーは任命されたプロジェクトを実施する。
資金割当に基づき書類を整備する。報告と清算は規定に従う。

144 (Circular / MARD, MPS, MOD) 02/12/13
森林破壊、森林火災、盗伐、密猟への対策として MARD 傘下の森林警備

隊に公安、軍が協力する。

(2) 土地

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29

MARD, GDLA の指示の下、省-PC が下記を行う。

重要度中・高の流域林は流域（保護）林 MB (流域林管理委員会)に割当られる。流域林 MB は個人・組織と RF(再植林)、管理、保護契約を締結。

163 (Decree / The Government) 99/11/16

保護林地は水源地・土壌の保護・侵食防止、自然災害の緩和、風土の調整、環境保護を目的とする。

水域保護林 高中低に分かれる

防風林

防波林

環境保護林

08 (Decision/ Prime Minister) 01/01/11

重要度高の保護林の森林被覆率は最低 70%が必要。

重要度中の保護林の森林被覆率は最低 50%が必要。

163 (Decree / The Government) 99/11/16

国は保護林の造成と開発を保護林 MB に割当る。分配は承認された計画を基に、省-PC と首相の決定により行われる。

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29

省-PC は SFE(国営森林会社)の森林範囲を見直す。割当地の境界線の見直しを行い、残っている土地は 200 年までに個人・組織に割当る。

187 (Decision / Prime Minister) 99/09/16

SFE 社員・OB は職員家庭に森林、農地の土地保有証明書を県 PC に要求できる。

163 (Decree / The Government) 99/11/16

国は農林業等を生業とする個人・家庭、特別使用林・保護林の MB 等の土地受領者には土地使用税を課税しない

個人・家庭の土地保有申請書は現地 PC にて承認される。

家庭に分配される土地は 30ha を上限とする。

組織に分配・貸出される土地は担当国家権威が承認したプロジェクト通りであること。

個人・家庭・組織は持続可能な環境保護に貢献する樹冠を形成する長期農産物を栽培してもよい。

土地分配が首相決定で行われた場合は省-PC が土地保有証明書の発行を行う。

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29

省-PC の個人・組織への土地分配・貸出は有効期間 50 年である。使用目的が正当であれば延長される。

163 (Decree / The Government) 99/11/16

50 年以上を要するプロジェクトは 70 年を最長に首相決定により延長が可能。

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29

省-PC は土地保有証明書発行を監督する。

163 (Decree / The Government) 99/11/16

県 PC が個人・家庭への分配・貸出を決定する。

省-PC が組織への分配・貸出を決定する。

28 (Circular / MARD, MPI, MOF) 99/02/03 & 28 (Circular / MOF) 99/03/13

土地所有証明書は分配後すぐに発行されなければならない

土地は必要とし、森林を保護・開発する能力のあるものに分配される。

土地分配後 12 ヶ月後に未使用で会った場合は土地は取り上げる。

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29

土地を受け取った個人・組織は計画通りに土地を正當に使用する義務がある。

178 (Decision / Prime Minister) 01/11/12

分配地の森林被覆率が 80%に達した場合、現行の林産物活用に関する規定に従って最高 30%の竹を収穫し、税引き後の全額を享受することができる。保護林が収穫できる状態になった場合選択伐採により 20%未満の木材を収穫でき、家庭、個人は税引き後の 85-90%の利益を享受できる。

流域保護林の管理契約と結んだものは補助樹木、内部植林樹木、間伐での生産物の 100%を享受できるが、森林被覆度は 0.6 を確保する必要がある。家庭、個人は収穫後 1 年以内に森林を改善するため自己資本を投資しなければならない。

78 (Decision / Prime Minister) 02/08/28

地域の土地利用計画を正確に策定するために毎年の土地利用状況を把握する。

村落(commune)レベルで 1/25,000 – 1/10,000、

県(district)レベルで 1/50,000 – 1/25,000

省(province)レベルで 1/100,000

国家レベルで 1/1,000,000

の土地利用図を作成する。

また森林機能、管理者、植林区の場合は樹種と樹齢等をデータベース化する。

(3) 助成

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29

国家基金より下記が助成される。

2 百万 ha の特別使用林、保護林の保護のために 5 万ドン/ha (最長 5 年)。

自然保護再生の契約者に対しては 6 年間合計で 100 万ドン/ha。

重要度が高中の流域林の再植林のために 250 万ドン/ha。

特に価値が高い樹種の生産林の造成のために平均 200 万ドン/ha。

初年の植林と撫育 : 100 万ドンを上限

翌年の撫育 : 100 万ドンを上限

省-PC は上記助成金の使用を指導する。

特別使用林と流域保護林の植林プロジェクト管理費用は 8%を占め、0.7%を中央政府 1.3% を地方政府、6%をプロジェクト・オーナーが使用できる。

(4) 樹種

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29

特別仕様林 特別使用林 MB は MARD と P-PC が査定・承認を行う。
保護林(高中) 具体的な樹種構成は P-PC が決定する。

28 (Circular / MARD, MPI, MOF) 99/02/03 & 28 (Circular / MOF) 99/03/13

森林の分類の目的に基づき、P-PC は樹種の研究と選択を関係機関に任命し、MARD に報告し承認を得る。

特別目的林と重要度高中の保護林：1,600 本/ha を平均とし、早成樹 600 本が補助樹木として使用される。

DARD (Agriculture and Rural Development Department)が設計する。

02 (Decision / MARD) 02/01/07

デンマーク政府開発援助期間 DANIDA によるインドシナ樹木種子プログラムに参加。

プログラムは実務的に 5 百万 ha 造林プログラムに資するものである。

(5) 伐採

661 (Decision / Prime Minister) 98/07/29

重要度高中の保護契約者は樹冠内の燃料用の樹木と重要でない林産物の所有（収穫）権を持つ。

保護林の自然再生援助契約者は間伐材の所有権と樹冠内の比較的重要な林産物の所有（収穫）権を持つ。

保護林の植林契約者は間伐材、樹冠下の農産物、重要度の低い林産物の所有（収穫）権を持つ。

187 (Decision / Prime Minister) 99/09/16

重要度が高中の保護林と分類された天然林で SFE 管理下のもは枯死木、倒木、害虫被害木、上部の折れた木、老齢木、植栽密度が高すぎる部分の木を選択し収穫する権利がある。

取り除かれた木の割合は 20%を超えないこと。

伐採計画は省-PC の承認が必要とされる。

重要度が高中の水域保護林は SFE は補助樹木と二次的に成長した樹木に伐採権がある。

また、森林樹木が十分生長した時点で各期の伐採は植林地域の 10%を超えない、循環的な方法にて認められる。

伐採は重要度中で 1ha、重要度高で 0.5ha 以内で選択伐採、皆伐で行われ、12 ヶ月以内の再植林の義務がある。

28 (Circular / MARD, MPI, MOF) 99/02/03 & 28 (Circular / MOF) 99/03/13

家庭が 600 本以上の保護林への補助樹木を植林した場合、補助樹木の生産物を全量享受できる。その他は 661 に準ずる。

08 (Decision/ Prime Minister) 01/01/11

国家資金で植林された保護林では補助的な樹種は伐採できる。高密度になった場合にも間伐ができる。各伐採期には 20%を上限に伐採してよい。間伐後は樹冠率 60%以上を持っている必要がある。

植林樹が成熟した後は 20%を上限に伐採ができる。重要度の高い地域では 0.5ha 低い地域では 1ha を帯状・区画状に皆伐できる。どの地域でも植林地の 10%を超えてはならない。

管理委員会、個人の資源を活用した保護林では所有者が 10%を上限に伐採できる。重要度高の地域では 2ha、重要度中の地域では 1ha を上限に皆伐してもよい。

伐採後は次期植林時期に植栽を行う。

(6) 罰則

17 (Decree / The Government) 02/02/08

既存の法令の修正。

個人、企業の森林破壊に関し生産林、保護林、特別使用林の森林機能分類にわけ火災等による森林喪失面積に応じ5段階、また盗伐に関しても5段階に分け最大50,000,000ベトナムドンの罰金を課す。

3.2.3 メコン・デルタ及びロンアン省の概況

(1) 概況及び土壌特性

メコン・デルタの概況

メコン・デルタはインドシナ半島南部カンボジア、ベトナムにまたがる北緯 11 度から 8 度 30 分という熱帯に位置している。メコン・デルタの総面積は約 490 万 ha あり、内 390 万 ha がベトナム領土内にある。

元来、メコン・デルタはマングローブが沿岸部湿地帯に、メラルーカ、葦、イグサ、スゲ等の湿生植物群落が生息する内陸部湿地帯に分布していたが、ベトナム戦争中の爆撃や枯葉剤散布による被災、食料増産のための農地化やエビ養殖等によりメラルーカ林やマングローブ林の大部分が消失した。さらに、雨期の深い冠水と強い酸性土壌のため湿生植物群落が拡大し、これらの地域はこれまで農林業に利用されていなかった。

このためベトナム政府は、1990 年代半ばより、同地域の洪水緩和と酸性土壌の改善を目的に灌漑路の整備を進め、加えて雇用創出と定住化を目的とした酸性土壌に耐性のあるメラルーカの植林と土地改良による稲作の普及を進めてきた。



写真 3-1 Moc Hoa の水田風景



写真 3-2 畝植栽

メコン・デルタ及びロンアン省の土壌特性

植生分布及び土地利用を制限する酸性土壌は、メコン・デルタ全体の約 41% を占めている。また、ロンアン省は、省の面積に占める酸性土壌の割合が約 51% と比較的高く、このため、早くから灌漑路の整備、植林、稲作等の土地利用改善が進められてきた。

尚、酸性土壌には潜在的土壌と顕在的酸性土壌(酸性硫酸塩土壌)がある。

メコン・デルタ及びロンアン省における土壌面積を表 3-39 に、各省における酸性土壌の面積を表 3-40 に示す。

表 3-39 メコン・デルタ及びロンアン省における土壌分布¹⁸

土壌群	メコン・デルタ地域		ロンアン省	
	面積 (ha)	%	面積 (ha)	%
砂質土	43,318	1.10	3,685	0.8
塩類土	744,547	18.93	42,035	9.1
潜在的酸性土壌	421,867	10.73	87,850	19.1
顕在的酸性土壌	1,178,396	29.96	134,117	29.2
沖積度	1,184,857	30.13	66,492	14.5
泥炭土	24,027	0.61	24,027	5.2
グライ土	134,656	3.42	0	0
赤黄土	2,420	0.06	84,332	18.3
侵食土	8,787	0.22	0	0
河川・灌漑路	190,257	4.84	17,056	3.7
合計	3,933,132	100	459,594	100

表 3-40 メコン・デルタにおける各省の酸性土壌面積¹⁹ (単位 : ha)

省 ²⁰	総面積	潜在的酸性土壌	顕在的酸性土壌	酸性土壌の合計	酸性土壌割合
ロンアン	435,567	87,850	134,117	221,967	51.0
T.Giang	273,725	12,237	36,514	48,751	20.5
D.Thap	339,180	48,602	98,070	146,672	43.2
B.Tre	237,663	3,282	11,841	15,123	6.4
C.Long	395,410	38,063	63,267	101,330	25.6
H.Giang	612,680	5,826	187,386	193,212	31.5
An Giang	349,310		125,275	125,275	35.9
K.Giang	555,877	31,442	320,873	352,315	63.4
M.Hai	769,720	194,565	201,053	395,618	51.4
合計	3,933,132	421,867	1,178,396	1,600,263	40.7

酸性土壌の特性

酸性土壌(酸性硫酸塩土壌)は、メコン・デルタの約 3 分の 1 を占めており、深さ 125cm 以内にスルフリック層(Sulfuric horizon)、またはスルフィデック物質(Sulfidic materials)のいずれかの層をもつことが特徴である。

さらに、酸性土壌は、主にパイライトから成るスルフィデック物質(Sulfidic materials)を含む“潜在的酸性土壌”と、ジャロサイトを含むスルフリック層をもつ“顕在的酸性土壌”の 2 つのタイプに分けられる。

潜在的酸性土壌は主として沿岸部のマングローブ林に分布している。

¹⁸ National Institute of Agriculture Planning and Projection (1990)

¹⁹ National Institute of Agriculture Planning and Projection (1990)

²⁰ C.Long は現在 Vinh Long と Tra Vinh に分割。 H.Giang は現在 Can Tho と Soc Trang に分割。 M.Hai は現在 Ca Mau と Bac Lieu に分割。

顕在的酸性土壌はロンアン省、Kien Giang 省、Ca Mau 省などの内陸部に分布しており、湛水下で還元状態にあった土壌が排水によって酸化されて生成されたジャロサイト斑紋を持つ土壌である²¹。

酸性土壌の指標植物

古くからメコン・デルタの農民は自然植生が土壌の性質や水分条件を反映していることを知っており、Sam (1999)²² は下記に示す酸性土壌地帯の指標植物及び土壌分析の結果を報告している。こうした強酸性土壌地は、稲作には不適であるため、メラルーカの植林となる。

表 3-41 主な指標植物と分布域の土壌分析

種	科	pH(H ₂ O) (Dry soil)	Al ³⁺ (meq/100g)	Fe ₂ O ₃ (mg/100g)	SO ₄ ²⁻ (%)
<i>Eleocharis dulcis</i>	Cyperaceae	3.47-3.75	2.50-7.00	50-200	0.36-1.56
<i>Lepironia arcticulata</i>	Cyperaceae	3.27	4.38	284	0.64
<i>Ischaemum indicum</i>	Gramineae	3.18、3.55	2.25、4.75	25、58	0.24、0.40
<i>Natural Melaleuca</i>	Myrtaceae	2.85、3.45	3.50、5.00	105、468	0.24、1.13
<i>Sceleria poeformis</i>	Cyperaceae	NT	NT	NT	NT
<i>Xyris indica</i>	Xyridaceae	NT	NT	NT	NT

サンプルは、深さ 0cm ~ 30cm の部位の土壌を供した。NT は未測定。

²¹ Technology Guideline:For Melaleuca and Eucalyptus Afforestation on Acide Sulphate Soil in The Mekong Delata, FSSIV & JICA(2002)

²² Sam, Do Dinh 1999:Evaluation of potential use of forest land in the Mekong Delata.

(2) メコン・デルタにおける植林事例

ベトナム政府は、1990年代半ばより、酸性土壌の面積割合が高いロンアン省、Minh Hai、等の数箇所に、FSSIV (Forest Science Sub-Institute of South Vietnam) の分所を設け、積極的に植林を進めてきた。表 3-42 には、メコン・デルタにおける 1989 年当時の各省毎の森林面積および 2003 年の植林面積を示す。ロンアン省、Minh hai 省(現在の Ca Mau 省地域)での人工林の面積が高いことが伺える。

表 3-42 メコン・デルタにおける森林面積の変化^{23 24}

省	面積	天然林		人工林		森林面積		森林面積	
		1989	2003	1989	2003	1989		2003	
						面積	%	面積	%
ロンアン	435	0.7	0.8	30.8	64.1	37.9	8.7	64.9	14.9
T.Giang	770	89.5	0.3	29.0	10.5	118.5	15.4	10.8	1.4
D.Thap	563	22	0	2.5	10.7	24.5	4.3	10.7	1.9
B.Tre	349	1.3	1.0	8.9	4.3	10.2	2.9	5.3	1.5
C.Long	613	3.0	0.9	4.0	7.3	7.0	1.1	8.2	1.3
H.Giang	248	0	0	11.8	16.4	11.8	4.7	16.4	6.6
An Giang	234	2.2	0.6	8.5	11.9	10.7	4.6	12.5	5.3
K.Giang	386	0	49.9	4.3	61	4.3	1.1	61.0	15.8
M.Hai	225	2.7	0	5.7	107.8	8.3	3.7	107.8	47.9
合計	3,822	127.8	53.5	105.4	294	233.2	6.1	347.5	9.0

人工林の植栽樹種は、表 3-43 に示す通り、殆どが在来種のメルルーカであるが、一部ユーカリを植栽した。当初、樹種の選定に当り、FSSIV は在来種のメルルーカの成長性が低いことから、灌漑路の堤防に植栽されたユーカリの生長が良いのに着目し、酸性土壌地域で「盛り土式植栽」によりユーカリの植林を奨励した。

表 3-43 メコン・デルタにおける森林の樹種面積及び割合(1989 年)²⁵

	Land area (ha)	Mangrove		Melaleuca		Eucalyptus		Broad leaf (hilly land)		Other trees	
		(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Long An	37,930		0%	27,300	72%	3,500	9%		0%	7,130	19%
Minh Hai ¹	118,540	77,682	66%	40,850	34%		0%		0%	8	0%
Kien Ginag	24,494	3,765	15%	20,729	85%		0%		0%	0	0%
An Giang	10,192		0%	7,990	78%	1,500	15%	702	7%	0	0%
Hau Giang ²	6,973	2,691	39%	4,017	58%		0%		0%	265	4%
Dong Thap	11,755		0%	11,755	100%		0%		0%	0	0%
Tien Giang	10,683	2,183	20%	8,429	79%	51	0%		0%	20	0%
Cuu Long ³	4,327	1,150	27%	200	5%	200	5%		0%	2,777	64%
Ben Tre	8,335	6,031	72%	0	0%		0%		0%	2,304	28%
合計	233,229	93,502	40%	121,270	52%	5,251	2%	702	0%	####	5%

²³ FIPI (1989)

²⁴ Statistical Year Book 2003

²⁵ FIPI (1989)

ユーカリは植栽当初、年間上長成長 3m 以上の高成長を示したが、植栽 3 年頃より、成長速度が減退し、加えて病害虫が蔓延したこともあり、植栽面積は期待以上に拡大しなかった。

ユーカリの初期成長が良いのは、表土を掘削して盛り土するため、初期の成長は日照、水分、良質土壌に恵まれて極めて良い成長を示す。同時に根毛も成長するが、強酸性土壌の基盤に到達すると、その成長に障害が発生し、樹勢が急速に衰え、病害虫が発生したためとされている²⁶。

サンプル地域のデータであるが土壌深度と酸性度の上昇の関係を参考として下表に示す。

表 3-44 土壌深度と酸性度²⁷

A 地点		B 地点	
Depth (cm)	pH (KCL)	Depth (cm)	pH (KCL)
0-20	3,70	0-30	3,73
20-40	3,42	30-50	3,47
40-80	3,12	50-80	3,32
80-100	2,98	80-100	3,13
110-150	2,74	100-150	2,34



写真 3-3 畝植栽 (ユーカリ)

²⁶社)海外農業開発協会：ベトナム早生樹資源利用開発事業調査報告書(2004)、41p.

²⁷ JICA メコンデルタ酸性硫酸塩土壌造林技術開発計画「暫定造林技術ガイドライン」

(3) ロンアン省の土地利用区分

ロンアン省の利用区分毎の土地利用面積を、表 3-45 に示す。2003 年度時点で約 72%が農地に利用されており、殆どが水田である。また、年度毎の面積推移を比較すると、農地面積は約 32 万 ha で推移し、大きな変化はない。

一方、農地に次いで約 13%が人工林である。2000 年から 2001 年にかけて、人工林の面積が約 2 万 ha 増加し、逆に未利用地が約 2 万 ha 減少した。人工林増加の要因は、メラルーカの主要な用途である杭材の需要が増加したため、未利用地の人工林への転換が進められた結果と思われる。

さらに、植林地を拡大するためには 2003 年度現在約 6%の未利用地を植林地へ転換することが想定される。しかしながら、未利用地が従来、農地に転換されなかったという背景を考えれば、未利用地の場合、土壌の酸性度、道路・水路等のアクセス、洪水期の冠水期間等、土地利用転換を阻害する要因が多々あるものと考ええる。

このため、本プロジェクトにおいては 既存人工林の植林、伐採等の効率的なスキームの立案、 未利用地の阻害要因の精査と対策を織り込んだ植林の順位で取り組む必要があると考える。

表 3-45 ロンアン省の土地利用区分の推移²⁸

	2001 (ha)	2002 (ha)	2003	
			(ha)	(%)
Agriculture land				
Food crop land (水田等)	296,709	299,337	297,133	66%
Multi-year tree land (茶樹等)	6,791	6,201	6,190	1%
Grassland (放牧用)	168	12	15	0%
Garden (畑地)	16,779	19,200	18,534	4%
(小計)	320,447	324,750	321,872	72%
Water surface for keeping aquatic creature (漁業)	1,221	1,516	1,517	0%
Forest land				0%
Natural forest (天然林)	1,355	105	115	0%
Planted forest (人工林)	31,980	51,623	58,234	13%
Nursery land (苗畑)	2	0	130	0%
(小計)	33,336	51,729	58,479	13%
Specially used land (道路等)	22,381	29,237	30,247	7%
Land for housing (宅地)	13,949	10,549	11,116	2%
Wasteland (未利用地)	53,531	31,508	25,890	6%
合計	444,866	449,288	449,122	100%

²⁸ FIPI (1989)

3.2.4 メラルーカの生物学的特性及び造林技術

(1) メラルーカの一般的な特性

現在、ロンアン省においては、FSSIV において奨励された下記の樹種が、農民によって植栽されている。

Melaleuca cajuputi

在来種。現在の主要植林樹種。外国産のメラルーカに比べ、成長性は劣るが、病虫害、野鼠被害に対して耐性が高い。

M. leucadendron

オーストラリア及びパプアニューギニア産。初期成長は早いですが、虫害(蛾の一種)及び野鼠害に対し、耐性が低い。このため植栽後の管理が重要である。

M. viridiflora

オーストラリア産。初期成長は *M. leucadendron* と同程度と良い。また、虫害(蛾の一種)及び野鼠害に対し、*M. leucadendron* よりは耐性が高い。

Melaleuca(メラルーカ)属は、フトモモ科に属する常緑高木(樹高 15m ~ 30m)であり、熱帯アジア ~ オーストラリア北部など広い地域に分布している。耐水性に優れ、湿地性の樹種である。

各部位の主な特徴は、下記の通りである²⁹。

樹皮： 厚く白、薄く剥離、枝細長、垂下性。

葉： 互生で、長性長楕円形両突、最多 7 本の縦脈、長さ 5cm ~ 15cm、全縁革質、両面性。

穂状花序： ブラシ様、長さ 5cm ~ 15cm、先端に葉芽、花は黄白、長花糸。

蒴果： 小種子多数。

また、その用途は、

枝葉を蒸留して油(Cajuputi oil : Cineol 45% ~ 56%)を抽出し、外用薬や鎮痛剤、香料に使用。

樹皮は詰物、屋根ふき、たいまつ。葉から茶を製造。

足場杭、薪炭材、その他農業・漁業等資材等用途。

特に、耐水性に優れシロアリに強いことから、建築用材としての利用も高い。

花は蜂蜜の採取。

上記の様に、メラルーカは広く利用されており、地元民においては現金収入の機会を与えている。

²⁹ 熱帯植物要覧 344 頁。熱帯植物研究会編(1986)

(2) メラルーカの造林技術

1997年～2000年に実施された FSSIV 及び国際協力事業団(JICA)の技術協力によって、現在の造林技術が体系化された。下記に、技術協力の概要を示す。

メコン・デルタの酸性硫酸塩土壌に位置するタンホア試験地は 780ha あり、ロンアン省人民委員会から借地を受け、日本の資金によって、事務所・機械庫・苗畑・防火タワー・道路・水路が整備された。また、建設機械、農業機械など必要な機材も供与され、試験地として必要な施設・機材・インフラが整備された。

土壌改良・造林・苗畑等の各協力分野において、専門家を派遣し、FSSIV と協力し、樹種・産地試験等の各種試験の他育苗・造林等の技術開発を行った。

その結果、オーストラリアから導入された *Melaleuca leucadendron* が、酸性硫酸塩土壌でも在来種より生育が旺盛なことが観察され、育苗技術においては改良床土とポット苗の手法により、同じ大きさまでに 1 年程度かかる在来手法に対し、発芽後 3~4 ヶ月で移植可能な技術を改良した。また、幾つかの地拵え方法が試験されるなど、農民が技術的・経済的に応用可能となる基礎が整備された。これらの開発された技術は、周囲の農民に受け入れられ、自発的に農民は植林を始めている。

これらの成果は、メコン・デルタ酸性硫酸塩土壌造林技術開発計画終了時評価報告書³⁰及び造林技術ガイドライン³¹に、報告されている。



写真 3-4 FSSIV 管理棟

³⁰ 国際協力事業団 森林・自然環境部：ベトナム社会主義共和国 メコンデルタ酸性硫酸塩土壌造林技術開発計画 終了時評価報告書(2000年3月)

³¹ Agricultural Publishing House(2002):For *Melaleuca* and *Eucalyptus* afforestation on acide sulphate soils in the Mekong dela

(3) メラルーカの造林技術概要

メラルーカの造林技術は、前述の造林技術ガイドライン³²に記載されており、以下の技術が奨励され、概要を記載する。

植栽樹種

Melaleuca cajuputi

M. leucadendron

M. viridiflora

育苗

ポット苗の場合

播種： 播種床に播種後、発芽約 25 日後の稚苗(苗高 1~2cm、展葉 4 枚)をポットに移植。

ポット苗： 移植後約 8 週間で、規格苗(苗高 30~50cm、根元径 4mm 以上)に達する。

尚、ポットの用土の組成は、下表に示す。

表 3-46 ポット用土の組成

	Soil	Sand	Coconut fiber (ココナッツ繊維)	Rice-husk charcoal (籾殻炭)
雨期	2	1	2	1.5
乾期	1.5	0.5	2	0.7

施肥：用土 1m³ 当り、NPK6kg + P8kg を加え、混合。



写真 3-5 ポット苗



写真 3-6 苗畑遮光

³² Agricultural Publishing House(2002):For Melaleuca and Eucalyptus afforestation on acide sulphate soils in the Mekong delta

地拵え

手刈り・火入れ・機械耕耘等により、現植生を除去し、「盛り土」を行う。盛り土は乾期の冠水の深さに応じて、盛り土の高さを10~30cm、または40-80cmに設定する。

植栽

植栽時期は、ポット苗の場合、洪水前の5月~6月、または洪水明け後の11月~12月である。

植栽密度：15,000本~20,000本/ha。

植栽間隔：1.0m×0.7m、若しくは1.0m×0.5m

直径7-10cm、深さ15-20cmの植え穴を掘り、植栽する。

補植：植栽20~30日以内に、植栽苗を調べ、生存率が80%以下の場合は補植する。

撫育管理

植栽当年度：最初の乾期中にNPK75~100kg/haの施肥を行う。

植栽2年目：除草が必要な場合は手刈りする。除草後。成長促進のために、下部の枝打ちを行う。

植栽3年目：除草は必要ない。成長を考慮し、下部の枝打ちを行う。また、3年目以降、主に薪炭材として、幹曲がり、細材等の劣勢木を間伐する。

植栽4年目~6年目：病虫害、防火等の管理を行う。

植栽7年目：伐採。

伐採・更新

メラルーカの主要な用途は、建築基盤材として杭(いわゆる足場杭、捨て杭)の需要が最も多く、このため伐採時の標準サイズ(末口4cm×長さ4.5m以上)が決まっている。

伐期：標準伐期7年。但し、幹の太り、長さに応じて伐期は7年~8年である。

更新：通常、萌芽更新を行い、1伐期1ローテーション。

但し、萌芽更新の場合、地力が低下し成長量が減退するため、2伐期目はポット苗により改植を行う。



写真 3-7 メラルーカ伐採地 (12ha)

(4) リスク

メラルーカ林のリスクとして、下記の虫害及び森林火災が報告されている。

虫害

食葉性害虫：Trabala vishnou (蛾)。植栽 3 ヶ月～1 年以内の幼葉を食害

穿孔性害虫：Zeuzera coffea (蛾)。植栽 3 年をピークに、地際部の幹に穿孔し、幼虫が材を食害。

野鼠害

上記の対策として、殺虫剤の散布は一般的でないことから、被害木の除去、間伐等が主である。また、病害は軽微なものが殆どであり、大規模な被害は報告されていない。

森林火災

メラルーカ自体は耐久性もあり、火災に強く、萌芽再生するが、樹皮がペーパー状に剥離しており、森林火災に弱い欠点がある。また、農家は家計の一助に森林内で養蜂を行うための火の使用、またタバコの火等による失火の懸念が高い。対策として、植林地の周りに幅 4 - 5m の灌漑路を設置し、監視塔、見回り・連絡等の防火体制の強化を行っている。



写真 3-8 植林地の灌漑路



写真 3-9 監視塔

(5) 植林地のバイオマス成長量の予測

バイオマス生長量

メラルーカは、活着性が良く、田植えのごとく、湿地に苗木を植え付ければ活着する。また、耐水性が高いため、冠水時でも水面上に苗木の先端がでていれば枯死することは少ない。しかしながら、個体の生長速度は低い、また、現地聞取りにては成長は樹高 10-12m, DBH 25 –30cm 程度で一般的に止まるとのことで、ベトナムでの主要植林樹種であるアカシアと比較すれば、樹高は半分以下であり、個体で見た場合のバイオマス量も低い。

本調査では現存のメラルーカ林の蓄積量を把握するために、既存植林地の蓄積量調査を FSSIV に委託し、調査結果を表 3-47 および図 3-5 に示す。

調査地： ロンアン省タンホア試験地

調査樹種： *Melaleuca cajuputi*、*M. leucadendron*

植栽密度： 20,000 本/ha

調査林齢： 1 年生、3 年生、5 年生、7 年生

調査手法： 2004 年年 11 月、試験地内の林齢が異なる林分において、1 プロット 25m² あたりの立木本数、胸高直径 DBH、樹高を測定した。各林分は樹種・林齢毎に 2 プロットを設けた。

結果考察

植栽 3 年目以降、在来種の *M. cajuputi* の DBH 及び樹高は *M. leucadendron* のそれぞれの値を下回り、7 年目の *M. cajuputi* の蓄積は平均約 150m³/ha、*M. leucadendron* の平均約 300m³/ha の約半分と、*M. cajuputi* の成長性の低さを示している。

一方、在来種の *M. cajuputi* の植栽密度は植栽 3 年目以降、*M. leucadendron* の上回り、前述の虫害・野鼠害等に対する耐性が高いことが伺える。

参考までに、ベトナム国内でパルプ材として広く植栽されている *Acacia hybrid* は約 1600 本/ha 植えの 7 年伐期で約 100m³/ha の成長性を示す。メラルーカと *A.hybrid* の単木材積を比較すると、メラルーカが約 0.080 ~ 0.0160m³/本、*A.hybrid* が約 0.0625m³/本となり、メラルーカの単木の成長性が極めて低いため高密度の植栽を行っていることが伺える。

表 3-47 植栽後のメラルーカ林の蓄積量

調査地点： Thanh Hoa Station, Thanh Hoa Dist., Long An

調査時点： 2004 年 11 月

初期植栽数： 20,000 本/ha

	単位	M.c.	M.l.	M.c.	M.l.	M.c.	M.l.	M.c.	M.l.	
年生	年	1	1	3	3	5	5	7	7	
植栽密度	本/ha	18,240	18,840	17,360	16,720	15,840	14,480	15,280	14,160	
根元直径	cm	2.40	3.28	x	x	x	x	x	x	
DBH(1.2m)	cm	x	x	2.87	4.17	4.51	6.45	5.47	7.25	
樹高	m	1.95	2.03	3.81	4.91	6.17	7.53	7.01	8.79	
生存率	%	91.2	92.4	86.8	83.6	79.2	72.4	76.4	70.8	
皮付 幹材積量	M3/ha	V1	x	x	29.6	71.4	100.3	214.2	157.1	313.8
		V2	x	x	27.9	68.9	94.1	211.5	150.3	309.3
皮なし 幹材積量	M3/ha	V3	x	x	23.2	55.9	78.5	167.8	123.1	245.8
		V4	x	x	21.9	54.0	73.7	165.7	117.8	242.3

V1 : $\log V1 = -5 + 0.673278 + 1.726305 \times \log D + 1.227196 \times \log H$

V2 : $0.43482 \times D^2 \times H / 10,000$

V3 : $V1 \times 0.7835$

V4 : $V2 \times 0.7835$

D = DBH (1.2m), H = 樹高

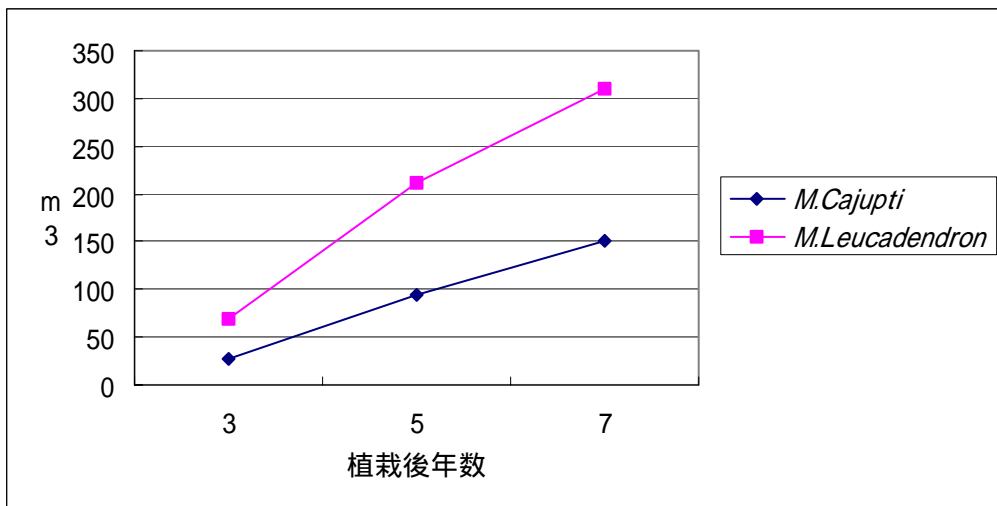


図 3-5 *M.cajupiti* と *M.leucadendron* の生長量比較 (皮付き幹材積)



写真 3-10 5 年生メラルーカ



写真 3-11 7 年生メラルーカ

木質の化学組成

本調査において月島機械の行った分析データを下記に示す。

含水率：	乾燥前	58.7wt%-wet
	乾燥後	10.0wt%-wet
組成：	C (炭素)	49.6wt%-dry
	H (水素)	6.0wt%-dry
	O (酸素)	42.6wt%-dry
	N (窒素)	0.2wt%-dry
	S (硫黄)	0.08wt%-dry
	Cl (塩素)	0.34wt%-dry
	Ash (灰分)	1.2wt%-dry
比重		0.85g/cm ³

3.2.5 製品化の考察

地元民は、伝統的にメラルーカの耐久性や耐水性を活用し、比較的通直で太い材は水上ハウスの支柱や床板材、漁業用の柵、簡易な水上橋の構造材等に利用してきた。また、曲がり材や細材等は、家庭の煮炊き用の薪として利用してきた。現在、近隣の都市周辺では工業団地、道路、住宅等の建設が急ピッチで進められており、建築基盤強化材として、メラルーカは足場杭や捨て杭として大量に使用されている。しかしながら、一方では現在の杭材需要が鉄筋に代替される方向にあり、ベトナム政府はメラルーカの今後の市場性を 2001 年に調査している。また、FSSIV は JICA の協力を得て、杭材以外の用途として、木炭等の技術開発を進めている。

メラルーカの価格は需要と供給の市場によって決まり、販売に対しての政府による助成は存在しない。

杭材の市場価格及び今後の市場性に関し、当時の状況と現状が異なる部分もあるが、「Information on Forest Science and Technology」(2002 年 2 月号)に報告されており、以下に概要を紹介する。

メラルーカ杭材の市場特性

- a. 代替品が存在。例:ユーカリ樹、コンクリート杭、鉄製品
- b. 杭材の需要と供給は、季節変動する。乾期と雨期
- c. 杭材の価格は、主にサイズおよび外観に依存する。
- d. 杭材の伐採収穫は、7 年～10 年。

市場価格

1998 年以前は、木杭の価格は長期間に安定していたが、1998 年には太い材で木杭一本あたりの価格が約 3,000VND、細い材で約 1,000VND 程度上昇し、現在の価格に至っている。また、乾期の価格は 1,000～1,500VND/本程度、雨期の価格よりも高い。下表に、インタビューの結果を示す。

表 3-48 メラルーカ木杭のサイズ別価格表 (2001 年)

Types of products	Length (m)	Top diameter (cm)	Wholesale price (VND)	Retail price (VND)	Ex-work price (VND)
Length 5	5	>5.5	>24,000	>25,000	>22,000
Length 4	4	>5.5	>21,000	>22,000	>19,000
Wooden pile 5					
Type 1	4.8	4.5-5.4	18,000	19,500	16,500
Type 2	4.8	3.8-4.4	13,500	15,000	12,000
Type 3	4.8	3.5-3.7	9,000	10,000	8,000
Type 4	4.8	3.0-3.4	6,500	7,000	6,000
Wooden pile 4					
Type 1	3.8	4.5-5.4	15,000	16,500	13,500
Type 2	3.8	3.8-4.4	11,000	12,500	10,000
Type 3	3.8	3.5-3.7	7,500	8,000	7,000
Type 4	3.8	3.0-3.4	5,500	6,000	5,000
Length 3					
Type 1	2.7	4.5-5.4	4,000	4,500	3,500
Type 2	2.7	3.8-4.4	3,000	3,500	2,500
Type 3	2.7	3.5-3.7	2,700	3,000	2,300
Type 4	2.7	3.0-3.4	1,800	2,000	1,500

また、2000 年の調査で、伐採された 21,100ha の内、下記の様な工程で、森林所有者から建設業者へ木杭が流通している。

- ・ 約 85% : 森林所有者 卸売業者 小売業者 建設業者
- ・ 約 15% : 森林所有者 卸売業者 建設業者

尚、卸売業者は伐採・集材業者も兼ねており、直接、森林所有者より立木を購入し、伐採、集材を行うのが一般的である。

今後の市場予測

2000 年に、約 5,700ha から収穫された木杭約 5,400 万本の内、ホーチミン市内で 2,800 万本が、残り 2,600 万本が他の都市で消費されている。

今後、2007 年迄は木杭の需要と供給は等しいことが予想される。しかしながら、2008 年には、メラルーカの生産林はメコン・デルタ全体で約 173,000ha に達することが要され、その場合、伐期 7 年、伐採時の立木密度 8,000 本/ha と想定すると、2008 年には年間約 198 百万本が伐採されることになる。

「Information on Forest Science and Technology」(2002 年 2 月号)のメラルーカの需要と供給を、今後のメラルーカの生産量と、建設事業、家屋等の建替え、鉄・コンクリート等の代替品等の伸び率を元に予測した。結果を表 3-49 に示す。

表 3-49 メコン・デルタ全体のメラルーカ木杭の需要と供給予測

	供給 (必要本数)	需要 (生産本数)	差異 (本数)	(%)
2001	65,000,000	62,194,033	2,805,967	4.5%
2002	65,000,000	70,996,801	-5,996,801	-8.4%
2003	78,000,000	80,197,194	-2,197,194	-2.7%
2004	84,500,000	89,496,617	-4,996,617	-5.6%
2005	91,000,000	98,514,029	-7,514,029	-7.6%
2006	91,000,000	105,954,264	-14,954,264	-14.1%
2007	105,000,000	112,216,329	-7,216,329	-6.4%
2008	172,000,000	116,848,799	55,151,201	47.2%
2009	184,000,000	119,451,059	64,548,941	54.0%
2010	184,000,000	119,721,619	64,278,381	53.7%

2007 年迄は木杭の需要は供給を下回るが、2008 年以降需要が供給を上回り、年間約60万本の木杭が市場にだぶつくことになる。このためベトナム政府は、将来、木杭の市場は縮小することを想定し、新たな用途の開発を進めている。



写真 3-12 道中集材



写真 3-13 未利用部位

その他、新規用途

- a. FSSIV は JICA の協力を得ながら、木炭、葉から抽出する Cajuputi oil 生産のための技術開発等を行っている。
名前は Cajuputi Oil であるが、実際にオイルは *M.cajuputi* からは抽出せず、*M.minor* という種からのものである。
葉 1 トンから 3-6kg が得られ、薬品に混ぜられ、主に伝統的な塗り薬として販売されている。市場は縮小の傾向にある。
- b. MDF 化、合板材としても FSSIV は研究をしているが、今のところ良い結果は出ていない。
- c. JICA の協力の下、木炭に関しては木酢液の抽出販売も考慮した木炭生産

設備等の実証設備建設を積極的に行っており、FSSIV 職員の期待も高い。

2004 年 12 月に視察した際の木炭生産設備を、写真 3-14、3-15 に紹介する。



写真 3-14 大型釜



写真 3-15 ドラム缶式釜

3.2.6 植林実施体制

FSSIV の説明によれば、

メラルーカの植林自体は農家が家族単位で行う。というのも、ロンアン省では農家の平均農地取得面積は約 1～5ha と小規模所有者が多く、農地の約 80%程度が水田として利用し、農地に適さない土地にメラルーカを植林している。このため、苗木はポット苗を業者から購入するが、地拵え・植林・撫育迄は農民が家族単位で行っている。

尚、伐採・集材等は卸売業者が直接立木で購入するとのことである。

また、水田に適さないことからメラルーカ林 10ha 程度を所有し、専門的林業を行っている農家も一部ではあるが存在する。

3.2.7 コスト分析

(1) 植林による収支

農家、企業に聞き取りした植栽～伐採・集材等の費用を、下表に示す。
 農民の造林コストは、植栽1年目は土盛りが必要であり、植栽費用は約380-640米ドル/haかかるが2年目以降は比較的小額の支出で済む。伐採から運河沿いの一次集積所への輸送の総コストは約200-300米ドル/ha程度必要となる。
 実際には農民が引取り業者に対し土地区画あたりのメラルーカに価格をつけた契約（バルク契約）の下伐採権・樹木利用権を販売する形が多いとのことである。

表 3-50 造林に係る ha あたり費用

（単位は上段が百万ベトナムドン、括弧内が米ドル。換算は VND15,700./USD）

年	企業 A	企業 B	農民 A	農民 B	農民 C
1	2.5 (160)	2.5 (160)	10 (640)	6 (380)	7 (450)
2			5 (320)	1.5 (95)	0.6 (40)
3				1.5 (95)	0.3 (20)
4				0 (0)	0 (0)
5					
6					
7					
伐採・集荷	含まず	含まず	3.5 (220)	3.5 (220)	5 (320)
合計	2.5 (160)	2.5 (160)	18.5 (1,180)	12.5 (800)	12.9 (830)

収入は、細かいブレイクダウンはされていないが、植栽3年目以降間伐木の薪販売収入が得られ、7年目の木杭材販売と併せて、下記のようなことになる。haあたり約4,000米ドル程度の収入が得られる。

表 3-51 造林による収益

（単位は百万ベトナムドン、括弧内が米ドル。換算は VND15,700./USD）

聞取先	7年間での収益/ha
企業 A	70 - 100 (4,400 - 6,400)
企業 B	35 - 80 (2,200 - 5,000)
Thanh Hoa PC	80 (5,000)
農民 A	50 - 70 (3,200 - 4,400)
農民 B	60 - 70 (3,800 - 4,400)

(2) 一次集荷場所からの輸送コスト

ロンアン省内の水運会社による Thanh Hoa (発電所予定地) までの輸送量を下記に示す。

県	Thanh Hoa までの水上運賃 (ベトナムドン/ Freight ton あたり。括弧内は米ドル)
Tan Hing	35,000 (2.23)
Vinh Hung	33,000 (2.10)
Moc Hoa	25,000 (1.59)
Duc Hue	35,000 (2.23)
Tan Thanh	20,000 (1.27)
Thanh Hoa 内	20,000 (1.27)

(3) メラルーカ販売単価

今回の調査においてメラルーカの杭材としての価格に関し聞き取りを行った。
3.2.5 製品化の考察で記載した価格より高グレートにおいて下落が激しい。

	グレード	長さ (m)	直径 (cm)	本数/ha	価格 (ベトナムドン)	価格 (米ドル)
A	高	4.5	6-7	1,000 – 2,000	14,000	0.9
B		4.5	10		12,000	0.8
C		4.5	10		12,000	0.8
D		4.5	10		15,000	0.95
F					2,000-2,400 (30%)	12,500
A	中	4.5	3-5	5,000	9,000	0.57
F				4,000 (55%)	6,000	0.38
F	低	4.5	2	2,000	2,000	0.13
E		4.5	2-3		1,000	0.06
F					1,000 (15%)	価格が見つからない

(4) 発電燃料としてのコスト推測

中グレード品を集荷することを考えると

4,500 本/ha、長さ 4.5m、径 4cm から ha あたりの蓄積は下記で近似される

$$0.02 \times 0.02 \times 3.14 \times 4.5 \times 4,500 = 25.44 \text{ m}^3 / \text{ha}$$

価格は 7,500 ベトナムドン × 4,500 本 = 33,750,000 ベトナムドン (2,150 米ドル)

低グレード品を集荷することを考えると、

1,500 本/ha、長さ 4.5m、径 2cm から ha あたりの蓄積は下記で近似される。

$$0.01 \times 0.01 \times 3.14 \times 4.5 \times 1,500 = 2.12 \text{ m}^3 / \text{ha}$$

価格は 1,500,000 ベトナムドン (96 米ドル)

いずれにしても価格のついているメラルーカは燃料として使うには経済性がない。

現状、初期植栽 20,000 本のうち生存率 75%で 15,000 本が残り、主に形状の問題により、そのうち約半分しか出荷できていない、つまり半分の個体にしか価格がついていない。したがって 3,000 米ドル程度で 1ha のバイオマスを購入し、皆伐し良質なものは近隣の農民・企業に同体積の品質が落ちるものとの有償で交換に応じる形が一つ考えられる。

現在価格のついていない木質に対し 5,000 ベトナムドンにて A, B グレードとの等量交換を 5,000 本に行うと約 1,600 ドル/ha の収入となる。

その場合のコストはバイオマスの蓄積が 150m³ であることから輸送費を加え、3,300 米ドル/ha のコストから 1,600 米ドルを減じ 1,700 米ドル/ha となり、体積あたりのコストは 11.3 米ドルとなる。

また皆伐時に有価バイオマスを販売すれば論理上余分に係る物流コストのみが費用として発生することになりきわめて効率が良い。

いずれにせよ、この部分に関しては stake holders とより詳細の打ち合わせが必要とされる。

また新規植林を考える場合、土壌酸性度の緩和が可能な地域においては二期作にて稲作が行われており、年間で ha あたり 10 トンのイネが収穫されており、昨年度は市況がよく 140 米ドル/トンで販売が可能であった。メラルーカとの比較のため土地の生産性を計算すれば

$$140 (\text{米ドル}) \times 10 (\text{トン}) \times 7 (\text{年}) = 9,800 (\text{米ドル})$$

の収入があることになる。今回稲作の費用の確認は行わなかったが、農民は稲作への転作が可能な土地においては常に稲作との経済比較を行っていることを理解し、年 2 回の収入がある稲作と、投資回収 = 収入がほぼ 7 年後の伐採時 (間伐材収入もあるが) になる植林では現在価額にひきなおしても同等の価値を付加する必要があることの認識が必要である。

3.2.8 生物多様性に関する考察

A/R CDM に関する COP9 の決定では、ホスト国が自国の法律に基づき、潜在的侵入性外来樹種および遺伝子組替樹種の導入の危険性を評価することとしている。ベトナムにおいても生物多様性の重要性は認識されており、政府が推進する 5 百万 ha の造林計画の目的の一つに生物多様性の保持、回復がある。

2002 年 4 月に政府は希少種・希少動物のリストを布告しその保護を進める方針を示したが、樹木において特定の樹種の導入が禁止されている法令の存在の確認はできなかった。

今回の植林樹種として考えるのはメラルーカであるが、*cajupiti* は在来種であり問題は少ないと考えられる。また *leucadendron* は豪州原産であるが国家として酸性土壌地域での生育が可能な樹種として導入したものであり、潜在的侵入性外来樹種とは考えられていない。

国際的にみたととき IUCN (The World Conservation Union) の世界の外来侵入種ワースト 100²² の中には *Melaleuca quinquenervia* が含まれている。種が今回の対象樹種とは異なるが同属であることより、同リスト冒頭にある「たくさんの事例をあげるため、一つの属からは一つの種だけが選ばれている」との文言から判断すれば *leucadendron* を植林樹種とする場合は政府見解を念のため取得しておく必要があると考える。尚、*Melaleuca quinquenervia* は豪州においては保護されている例もある樹種ではあるが、米国フロリダでは導入後の 50 年間で 100,000ha 以上の在来常緑樹生育地を侵食したとされている。

生物多様性は遺伝子、種、生態系 (エコ・システム)、景観の 4 つの概念から構成される概念と言われるが²³、開発と保全の意見対立すなわち「本来の自然が失われているのだから自然に対する配慮は必要ない」という開発側の考えの危険性や、ヒトの手の加わっていない自然にのみ価値を認める伝統的な自然保護の視点から逆に生物多様性が低下した例もあり、結論を導くための汎用性が高く、低費用にて可能な方法論・論理ツールの開発が待たれる。

²² IUCN 日本委員会 H/P

²³ 鷲谷・矢原「保全生態学入門」

3.3 CDM 事業

3.3.1 国際動向

(1) 国際ルール

1997年京都にて行われた COP3にて温室効果ガス削減に関する国際的枠組として「京都議定書」が採択され、先進国（付属書Ⅰ国）は法的拘束力のある削減数値目標を設定し、自国の数値目標の達成に向けての取り組みを進めることとなり、また、同議定書にては柔軟性措置である CDM、JI および 排出権取引を「国内の行動に補足的なもの（supplemental to domestic actions）」という限定つきで認めた。

2001年マラケッシュにて開催された COP7にて京都議定書の細則を定めた「Marakesh Accord」が採択され、排出源 CDM に関するルールの大部分が決定し、2003年1月には簡素化されたベースライン、モニタリング方法が可能な小規模 CDM の PDD Ver.1 が公開された。現在までに Ver.2 が公開されている。

2003年ミラノでの COP9においては吸収源 CDM のルールが決定され、2004年7月には吸収源 CDM に関する PDD Ver. 01 が公開された。

京都議定書は 55 以上の気候変動枠組条約締結国かつ、また、1990年における二酸化炭素総排出量のうち少なくとも 55%を占める付属書Ⅰ国が批准書、受諾書、承認書を寄託した日の 90 日目に発効することになっており、ロシアの国家承認が得られた結果、2005年2月16日に発効された。

吸収源の方法論の議論はこれからの部分が多いと思われるが、EBにての CDM 方法論の承認数の増加および昨年初めて CDM 事業が承認されたこともあり、第1約束期間まで残すところ3年である本年から方法論、事業そのもの、いずれも活発な動きが予想される。

2004年12月の COP10にては小規模吸収源 CDM の基本ルールが示された。

(2) 排出権取引 (CDM、JI、ET) の状況

ここでは CDM、JI、ET まとめて排出権取引とよび、京都議定書で定義される Emission Trading は誤解を避けるために ET とよぶこととする。

国際的に見た場合、ここ数年の排出権取引の主要な活動者である；

ファンドの先駆けとなった世界銀行グループ

国家での排出権(CDM および JI 起源)買取制度を推進するオランダ

京都議定書の発効に関わらず京都議定書のルールに則り ET を進める EU の活動に関してまとめる。

世界銀行グループ

世界銀行では、CDM/JI クレジット調達のための基金として、プロトタイプ炭素基金 (Prototype Carbon Fund : PCF)、コミュニティ開発炭素基金 (Community Development Carbon Fund : CDCF)、バイオ炭素基金 (Bio Carbon Fund : BCF) の 3 つの炭素基金を設立している。それぞれのファンドには異なる特徴を与え、特に PCF はその名の通りプロトタイプとして日本炭素基金を含む様々な炭素基金の先駆けとなった。

	PCF	CDCF	BCF
投資対象	比較的大規模なプロジェクト (CDM と JI)	貧困地域での小規模プロジェクト (CDM のみ)	吸収源活動およびバイオ燃料等 (CDM と JI)
運用開始日	2000 年 1 月	2003 年 7 月	2004 年 5 月
出資額	180 百万米ドル	39.6 百万米ドル	15 百万米ドル
主要出資者	JBIC 中部電力 九州電力 東京電力 四国電力 三井物産 三菱商事 等	出光興産 日本石油 沖縄電力 等	沖縄電力 東京電力 等

オランダ

オランダは温暖化対策として国内完結型対策とともに 1990 年排出量に対しての削減数値目標 6%の半分を国際的な対策によりまかなうべく政府予算を計上している。

中心にあるのが Emission Reduction Purchasing Tender (ERUPT) および Certified Emission Reduction Purchasing Tender (CERUPT) の二つの排出枠入札購入プログラムであり、JI 対象国からは ERU を CDM 対象国からは CER を入札の形で購入するものである。

CERUPT は当初予想に反し追加性確保を含めた契約条項の詰めに時間がかかることがあり、現在は ERUPT のみを実施している。ERUPT は 2004 年 10 月に第 5 回入札が行われている。

EU

EU は加盟国全体で京都議定書の数値目標達成のために 2005 年より欧州排出権取引制度(EU Emission Trade System : EUETS)を開始する。

同制度は加盟国の国家割当計画に基づき、規模要件を満たす企業の参加により行われる。

CDM, JI により得られたクレジットは加盟国に対し「補完的」であることの報告義務は生じるが EUETS においての取引は可能としている。

3.3.2 ベトナム国内動向

ベトナムは、1994年11月にUNFCCCを批准、京都議定書は1998年12月に署名、2002年9月に批准し、CDM実施の国家体制作りを積極的に進めてきている。

(1) NSS

ベトナムの「CDM 国家戦略策定支援調査」(NSS : National Strategy Study on CDM)は 世銀を通じたオーストラリア政府の支援によりベトナム側カウンターパートである科学技術環境省(当時)気象水文総局により 2002 年末に作成された。NSS は CDM の理論、実施、現状、 GHG 削減ポテンシャルとその費用、 GHG 排出削減マーケットの見込み、 CDM に対する国家レベルでの必要事項、 ベトナム国での CDM プロジェクトの全 5 章からなる。2002 年に完成した NSS は世銀に提出され、2003 年末の世銀コメントを織り込んだ形の修正版を 2004 年初頭に再提出し世銀の最終確認待ちの状況である。世銀の承認後にベトナム政府に上程し承認を得る予定である。

NSS の記載内容を一部抜粋し、下記する。

1994 年のベトナム国の GHG 排出量は、CO₂ 換算値で、エネルギーセクターから 25.6Mt、産業から 3.8Mt、農業から 52.4Mt、森林と土地利用変化から 19.4Mt、廃棄物から 2.6Mt の計 103.8Mt であった。2020 年までの主要セクターからの排出量の予測値は以下に示す通りである。

表 3-52 セクターごとの GHG 予測排出量

(単位：MtCO₂)

	1994	2000	2010	2020
エネルギー	25.65	49.97	117.28	232.29
森林・土地利用変化	19.38	4.20	-21.70	-28.40
農業	52.45	52.50	53.39	64.70
合計	97.48	106.67	148.97	268.59

GHG 排出削減のポテンシャルとして、石炭・石油火力ボイラーの効率改善、セメント製造業の技術革新、地熱・太陽光・風力・水力・バイオマス発電への転換、水田の用水整備、家畜飼料の改善、再植林・新規植林等、エネルギーセクターで 15、農業セクターで 3、森林セクターで 3 の計 21 オプションが挙げられ、それぞれに対する今後の展開やコスト、限界削減費用曲線が検討されている。

バイオマス発電を例にあげると、バイオマスを用いた発電設備は 2002 年から導入が開始され、2008 年には 100MW の電力供給能力を有すると仮定した時、2001-2010 の GHG 削減量は CO2 換算で 2,613kt-CO2 と予測される。ここではバイオマス発電の投資コストは、1kW あたり USD1,600 米ドルとされているので、1t あたり CO2 削減コストは 1.81 米ドルとなる。

CDM 実施のための国家必要条件の一つとして、DNA (現在ベトナムでは CNA の呼称) の設定が挙げられている。NSS 発表後の 2003 年 3 月、ベトナムの DNA は天然資源省 (Ministry of National Resource and Environment : MONRE) と設定され、現在までに UNFCCC 事務局に登録済みである。

また CDM 活動の政府ネットワークとして、MONRE 以外に計画投資省 (MPI) 科学技術省 (MOST) 工業省 (MOI) 農業地方開発省 (MARD) 運輸省 (MOT) も深く係ってくる。

CDM の国家承認基準には、必要要求項目と優先的項目がある。必要要求項目は持続性、追加性、実現可能性の 3 つで、優先的項目は、持続的発展の相互性 (interrelation of sustainable development = SD) と 商業的実効性 (commercial viability = CV) である。

前述した 21 の GHG 削減オプションを上記の承認基準に従ってランク付けすると以下ようになる。

表 3-53 ベトナム国 GHG 削減オプション

CV 高 SD 高	CV 高 SD 低	CV 低 SD 高	CV 低 SD 低
<ul style="list-style-type: none"> ・石炭火力ボイラーのアップグレード ・コンパクト蛍光灯 ・発電燃料の石油からガスへの切り替え ・バイオマス発電 	<ul style="list-style-type: none"> ・石油火力ボイラーのアップグレード ・セメント製造の技術変化 ・輸送機器のクリーンエンジン ・石炭火力発電所のアップグレード 	<ul style="list-style-type: none"> ・石炭コンロの改良 ・太陽エネルギー ・風力エネルギー ・バイオマス・エネルギー ・短期的再植林 ・保護目的の森林造成 ・稲田の用水管理 ・バイオガス 	<ul style="list-style-type: none"> ・産業モーターのアップグレード ・地熱エネルギー ・小規模水力発電 ・家畜飼料の改良
最優先ランク	注力されるべき	国家による直接の投資が必要	コメント無し

(2) 国内承認体制・手続き

ベトナム国における CDM の承認プロセスは次のようになっている。

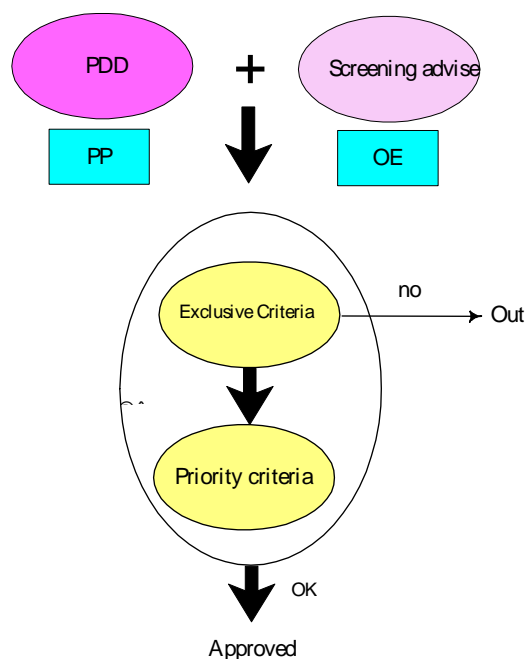
事業者は作成した PDD に国内関係機関からのオフィシャルドキュメントを添えて CNA (CDM National Authority) に提出し、同時に CDM 理事会 (EB) にも PDD を提出する。その後 CDM 理事会によって指定された OE が PDD をチェックする。

PDD 受領後、CNA からの要請を受けて国家 CDM 理事会 (CNCEB) が年 2 回、4 月と 9 月に開催され、そのミーティングにおいて PDD の評価が行われる。

CNCEB の評価に基づき、CNA が PDD とそれに対するコメントを MONRE に提出して、規定の承認手続きを要請する。

MONRE が CDM 理事会 (EB) に対して承認レターを発行し、登録手続きを遂行する。登録はその後の検証 (verification)、認証 (certification)、CER の発行 (issuance) といった一連のプロセスの前提となる。

CDM プロジェクトの承認は以下のような基準で行われる。



(3) Capacity Building

ベトナムにおける“CDM Capacity Development”プロジェクトは、2002年9月より、国内 CDM 活動と投資の調整を図る中心機関として指定された国家気候変動オゾン保護局(NOCCOP)によって開始され、2002年のプロジェクト準備期間と、2003～2005年のプロジェクト実施機関の二段階で進められている。同プロジェクトは6つのタスクが見出され、それぞれ3年間のワークプランを伴って進められている。それぞれのタスクを以下に示す。

タスク 1 - CDM に対する意識を喚起するための情報公開

タスクリーダー： Hoang Manh Hoa, CAN

タスク 2 - 政策立案者のための CDM Capacity Development

タスクリーダー； Bui Huy Phung, Vietnam Academy of Science and Technology

タスク 3 - CNA の設立と Capacity Development

タスクリーダー： Nguyen Mong Cuong, MONRE

タスク 4 - CDM 事業の利害関係者に対する Capacity Development

タスクリーダー： Nguyen Tien Nguyen, RCEE

タスク 5 - 調査と教育に関する Capacity Building

タスクリーダー： Pham Khanh Toan, IE.

タスク 6 - CDM に的確なプロジェクトに対するパイプラインの形成

タスクリーダー： Nguyen Mong Cuong, MONRE

上の 6 タスクの初期成果として以下の 5 点を挙げている。

- a. 明確な制度上の取り決めはプロジェクト実施における最重要項目である
- b. 国家機関、政府機関、民間部門、NGO などの完璧な調整がプロジェクト実施の成功を確実にする
- c. プロジェクトの期待される成果は、国内の CDM 活動要請に応えるものである
- d. プロジェクトチームに対する URC と AIT の援助と支援はプロジェクトの実施と維持にとって有利で有意義な状況となる
- e. 財政上のサポートは時宜を得て供給されるべきである

(4) 国家承認動向

ベトナム国をホスト国とする CDM プロジェクトで、DNA に事業承認を申請済みの案件は、以下の 4 件である。

Rang Dong Oil Field Associated Gas Recovery and Utilization Project	ランドン油田において当初焼却処分していた随伴ガスを回収し、パイプラインを建設して陸上に供給するプロジェクト
Thu Duc Power Plant Unit 3 Fuel Switch Model Project	トゥドック発電所にて重油焚き大型ボイラーの燃料転換モデル事業
Ho Chi Minh Landfill Gas Project	ホーチミン市の廃棄物管理セクターにおいて埋立地からのメタンガスを回収し発電利用するプロジェクト
Wind + Diesel hybrid electricity project in Phu Quy Island	風力発電設備を建設し、既存のディーゼル発電と混合して電力を供給するプロジェクト

この中で、「ランドン油田随伴ガスの回収・有効利用プロジェクト」のベースラインとモニタリングの新方法論は、CDM理事会に申請され、2004年3月24-26日の第13回CDM理事会にてA評価の承認を受けた。

また同プロジェクトは、2004年4月15日に開催された第3回CDM国家理事会ミーティングにおいてベトナム国第1号の国家承認案件となった。

第 4 章 事業立案

4.1 立地条件の抽出

バイオマス発電の立地条件として下記3点が挙げられる。

化石燃料と比較し輸送効率の劣後する木質系バイオマスを使用することから、工場の立地は低コストにて安定的に木質が収集可能であることが第一の条件となる。

発生電力はグリッドへ連繫することから、接続可能なグリッドが近隣に存在することが必要である。

排ガスはチップの乾燥に使用されるが、余剰分は大気放出することとなるが、近隣に熱需要が存在することが望ましい。

同立地条件の理解の下、ロンアン省より下記2地域の提示があった。現状の条件からの経済性を考慮し、Thanh Hoa 県 Thuan Nghia Hoa 地域への発電所設立を考える。同地区は現在工業地域としての250haを造成中であり、運河に面し、グリッドへの接続も可能、また将来的に同地区に誘致される予定の製紙工場は熱供給の可能性を持つ。

	TAN DONG 工業団地	THUAN NGHIA HOA 工業団地
面積	200ha	250ha
完成	2010年(現在水田)	2010年(現在工事中)
道路	南側がN62沿い 主要な5省を走る Tan Anまでは15kmの位置	National Highway No2 (N2)建設中(2008年完成予定) HCMCまで65km
水路	北側がSg Vam Co Tay川沿い boatは1000-2000t可能	南側がSg Vam Co Tay川に接し、An Xuen運河沿い boatは500t可能
特色	市街地から離れているので重工業可能。既に40ha売約済。	市中心地に近いので、公害の少ない軽工業が中心になる予定 製紙工場建設予定
電力網	N62沿いに既存。利用可能。	運河沿いに整備。利用可能。
中電圧変電所(22kv)	将来工業団地内に1ヶ所建設予定。(80MVA)	将来工業団地内に1ヶ所建設予定。
電力	容量未定	同左
水	250-300mの地下に井戸を掘る(深いのでほぼ中性)	同左
排水	排水処理システムを設置義務(川への垂れ流し禁止)	同左
土地	Thanh Hoa内では比較的高いエリア。洪水の心配が少ない。	海拔が低いので、洪水に備え、発電所の基礎を高く建設する必要有り。

尚、ロンアン省政府の意見として；

DOI：輸送コストが抑えられる分、の方が経済的利便は高いが、環境影響はの方が少ない。は市の中心部のため、5年後は問題無くても、人口増加に伴い10年後にはダメになってしまう可能性もあるかもしれない。

Thanh Hoa 人民委員会の意見：環境影響を重視して欲しい。



写真 4-1 Tan Dong 地区工業団地予定地



写真 4-2 Thuan Nghia hoa 地区工業団地予定地

4.2 発電事業化

4.2.1 ユーティリティ

本設備で使用するユーティリティ条件を表 4-1 に、ユーティリティ使用量を表 4-2 に示す。

表 4-1 ユーティリティ条件

	名称	温度	圧力 MPa	備考	
1	井戸水	常温	0.2	冷却水補給用	
2	軽油	常温	0.6	熱分解ガス着火安定用	
3	軽油	常温	0.6	ガス化炉立ち上げ用	
4	圧縮空気	常温	0.7	計装品用	
	名称	電圧	相	周波数	備考
5	動力用電力	380	3	50	
6	計装用電力	220	1	50	
7	工事用電力	220	3	50	

表 4-2 ユーティリティ使用量

	名称	単位	使用量	備考
1	井戸水	m ³ /時	0.9	冷却水補給用
2	軽油	L/時	22.6	熱分解ガス着火安定用
3	軽油	L	約 800	ガス化炉立ち上げ用
4	圧縮空気	Nm ³ /時		
5	電力	KW		設備全体動力の 80%

4.2.2 実施体制

本設備の運転は1日24時間年間330日とし、運営に当たっては図4-1の様な実施体制とする。

(1) 組織

本設備の管理者として施設所長及び施設副所長を配置する。設備運転員は4班3交代制とし、各班4人体制とする。設備運転員とは別に木質バイオマス受入・前処理員を4班3交代制、各班5人体制とする。全体として設備の運転には上記の38人が必要となる。

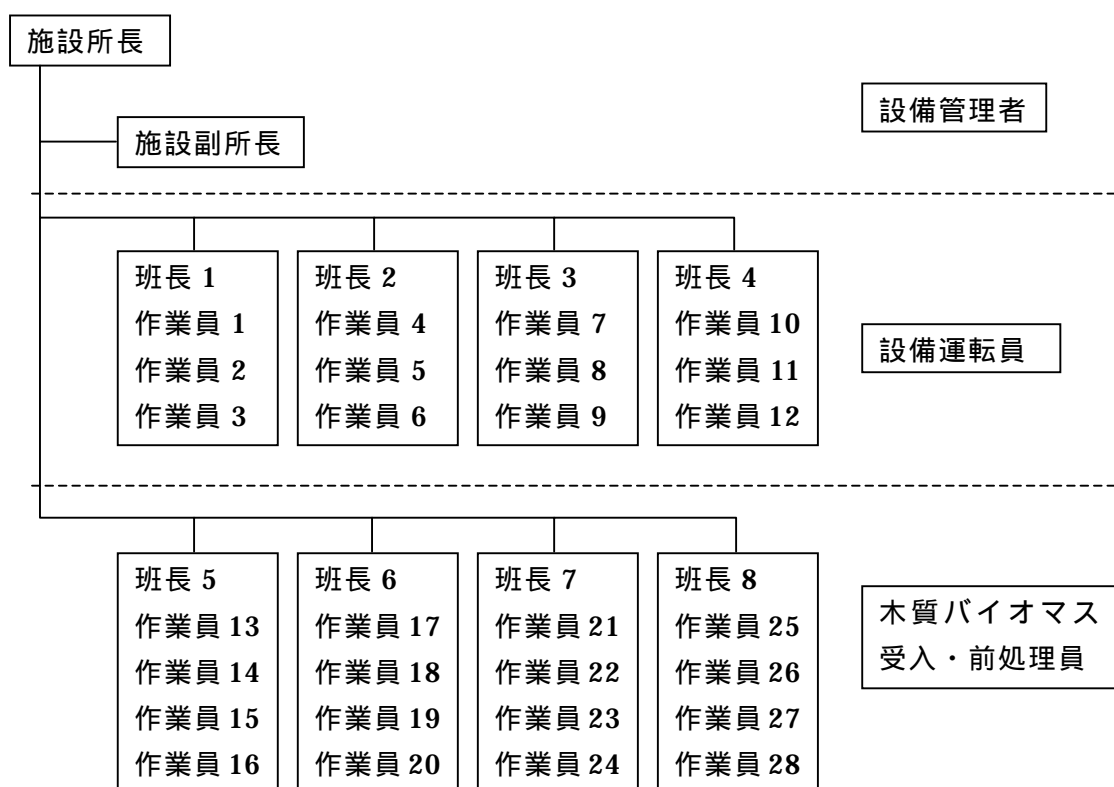


図 4-1 組織図

(2) 労働力

ロンアン省での本設備の労働力の量的な確保は問題なく行うことが可能と思われる。ただし所内に乾燥設備作業主任者、エネルギー管理士(熱)、危険物取扱者、防火管理者、電気主任技術者の資格所有者が必要であり、発電所の運転開始までに養成する必要も考慮する必要がある。

4.2.3 燃料調達

必要とされる木質は1日約250m³であることから、年間稼働330日で約83,000m³の木質の調達を行う必要がある。

7年生の *melaleuca cajuputi* の ha あたりの蓄積は150m³であり、年間約550haの植林地の *melaleuca* を使用することとなる。7年の輪作とすれば3,850haの植林区の（契約による）確保がなされれば、同事業は安定的な燃料調達が可能となる。

しかし実際には7年目の大径のものは杭材としての価値があり、地域住民から見た場合の経済的見地から、他用途での経済価値の高いものは発電燃料として使用せず、商品価値の低い小径のものを、間伐材を含め、約5 - 10倍規模の地域から収集するためのしくみを考える必要がある。

いずれにせよ、現状の植林面積から考えれば、量的には十分調達可能と考える。また、コストのうち輸送費に関しては、水運会社との年間契約等により、コストの低減を考える。



写真 4-3 メラルーカの水陸輸送

現在、JICA / FSSIV にてメラルーカの木炭化の実験がなされており、その結果により新たな商業的価値が期待される場合、木炭の市場性の評価とともに原料の消費量を考慮する必要がある。

4.2.4 発電所運営、技術

発電所運営方法は逆潮流あり系統連系運転とし、ガスエンジンで発生した電力を系統側の電圧・周波数と同期させて送電（売電）する。

設備立ち上げ時、ガスエンジンを起動させるまでは系統電力を受電（買電）して立ち上げる。ガスエンジン起動後も、発電量が所内消費電力量に達するまでは系統側から受電（買電）し不足電力を補う。所内消費電力をガスエンジンで発電した電力が上回ると、余剰電力を系統側に送電（売電）する。通常運転時、ガスエンジンによって発電された 5.5MW のうち 0.5MW は所内で消費し、残りの 5.0MW を送電（売電）するものとする。

発電設備の制御方法は発電電力一定制御とする。つまり、本設備の定格運転時、ガスエンジンでの発電量を一定とし余剰電力を送電（売電）するが、その際、所内電力消費量の変動にともなって送電（売電）量が変動する。しかし常にガスエンジンの発電効率の最も良い運転が出来る為、発電効率は良好であり、また送電量に関わらず一定の制御を行うので制御が簡易となる。

落雷等により系統側の受電設備に問題が起こり、本設備からの送電が出来なくなった場合は、本設備内での単独運転となり所内消費電力のみをまかなうものとする。

4.3 造林事業化

本事業では、伐採地以外の未利用地に対して植林を進めることにより、吸収源 CDM 事業（再植林）を実施する。

以下では、現地調査および衛星画像解析に基づく、造林事業化の対象地域選定結果を示す。

4.3.1 造林対象地域

事業対象地域であるロンアン(Long An)省は、第 1 章において述べたようにベトナム南部のメコン・デルタ地域に位置している。このため、省の大部分が標高 10m 以下の低地となっており（図 4-2 参照）、雨期には多くの土地が冠水する。また、省面積の約 55%が酸性硫酸塩土壌となっていることから、酸性土壌においても生育可能なメラルーカの植林が推進されているが、灌漑施設の整備により稲作を中心とした農業も実施されている。また、川が網の目になっている地域であり、水路が密接に連結している。

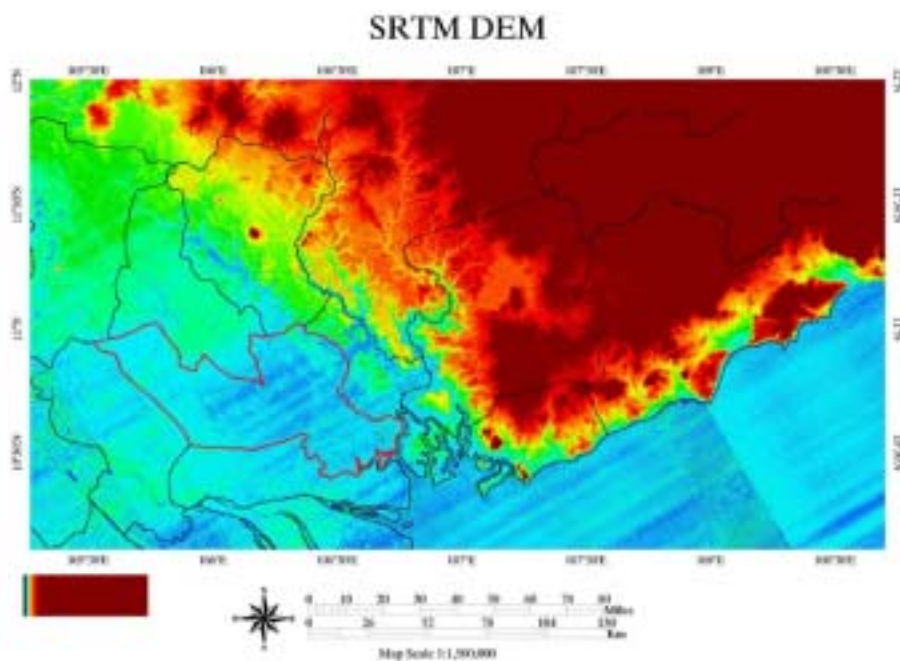


図 4-2 SRTM による標高データ（青 赤 = 0m 100m 以上）

現地調査における調査地点を、図 4-3 に示す。また、1989 年に取得された Landsat/TM データより作成された土地被覆図（GeoCover 1990 Earthsat 社作成）を図 4-4 に示す（省上部はデータ欠損）。



図 4-3 ロンアン省の位置と調査地点（青点）

Long-An 16 January, 1989 (GeoCover)

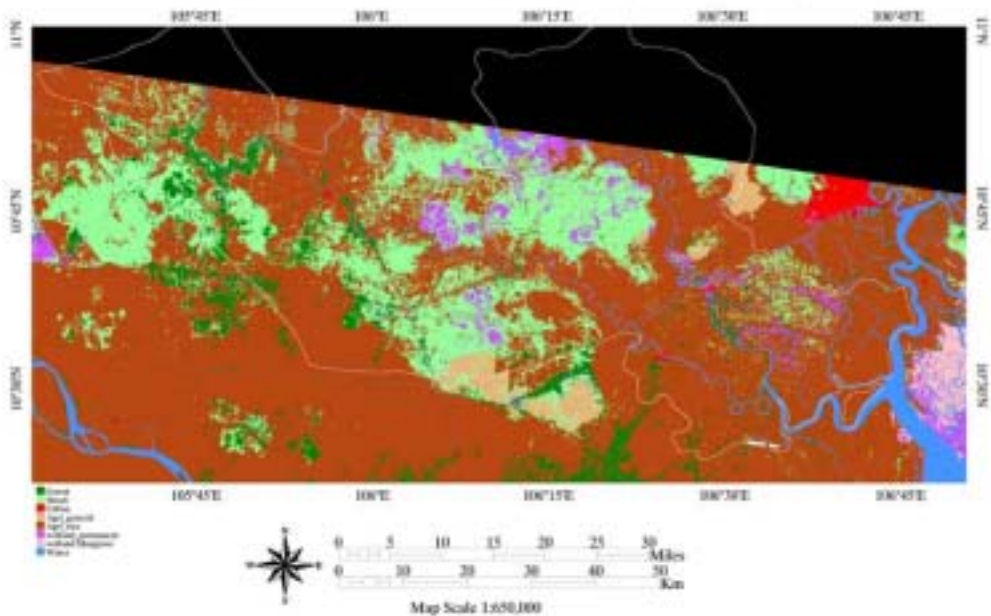


図 4-4 ロンアン省全域の土地被覆分類（1989年）
 （EarthSat 社 GeoCover データセット：緑 = 森林地域）

これらの結果より、既存森林地域は同省の西部地域に多く分布していることが判明した。さらに、同地域の森林地域の分布の変化を確認するために、1989年取得のLandsat/TMデータ、2000年取得のLandsat/ETM+データおよび2002年取得のASTERデータを用いた解析を、同省Tan Thanh地域を対象として実施した。

図4-5に、1989年と2000年の同地域の衛星画像を示す。ここで、赤色で表示されている地域が植生の存在する地域であり、森林のほか、農地、未利用地等が含まれていると考えられる。一方、図4-6は1989年のLandsat/TMデータから作成されたEarthSat社GeoCoverデータセット(左図)と、2000年のLandsat/ETM+データから抽出された森林地域と1989年の土地被覆を重ね合わせたもの(右図)である。ここで、左図では、緑=森林、黄緑=低木、茶=水田、紫=その他農地をそれぞれ示しているが、現地調査において同地域には低木はほとんど存在しておらず、大部分が裸地である未利用地と考えられる。また、2000年における森林地域の多くは1989年時点では低木(未利用地)もしくは水田として利用されていた地域であり、土地利用の転換が行われたと推測される。また、図4-7に示した2002年取得のASTERデータにおいては、森林地域が1989年時点での低木(未利用地)を中心として、更に拡大していると類推される。

これより、本事業における造林事業は、西部地域のメラルーカ植林地の伐採後の再植林とあわせ、周辺の未利用地に対する植林を行うことにより実施することとする。なお、同地域の森林面積は1989年時点で約1,382haであったのに対し、2002年には7,484haに達している。



図 4-5 Tan Thanh 地域の時系列変化 (左：1989 年，右：2000 年)
Landsat- TM/ETM+データ：R=Band4, G=Band3, B=Band2)

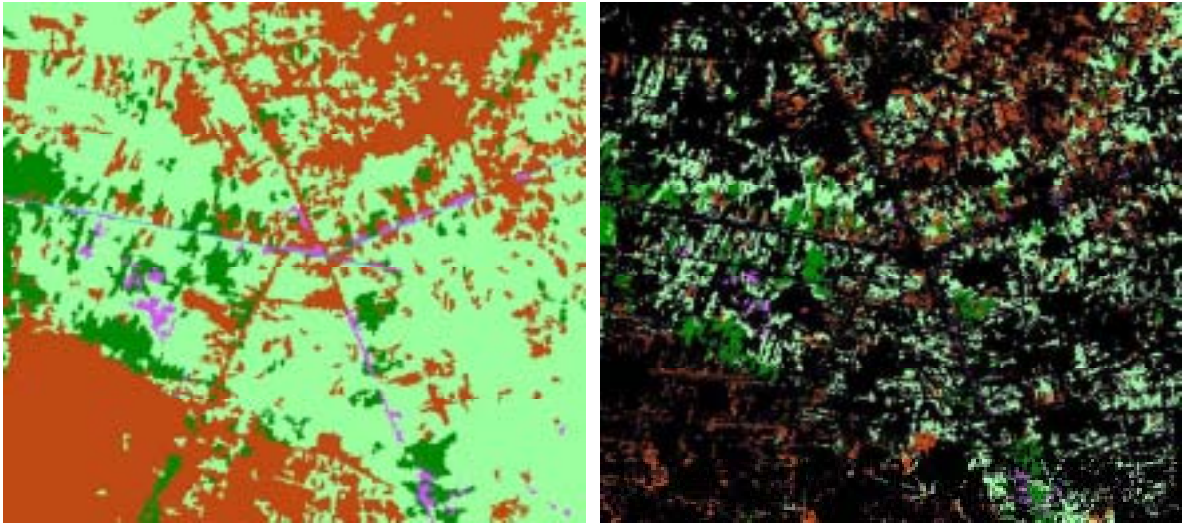


図 4-6 Tan Thanh 地域の土地被覆変化
 (左：1989 年の土地被覆，右：2000 年の森林地域に 1989 年の土地被覆を重ね合わせ)
 土地被覆分類：緑 = 森林，黄緑 = 低木，茶 = 水田，紫 = その他農地

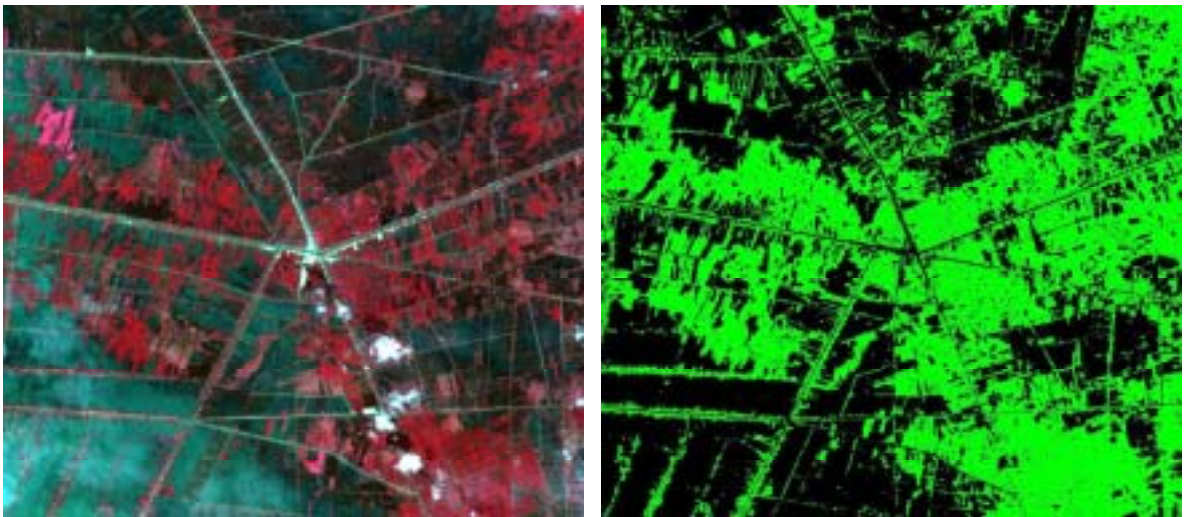


図 4-7 Tan Thanh 地域の 2002 年の森林分布
 (左：ASTER データ R=Band3, G=Band2, B=Band1，右：森林分布)

4.3.2 実施体制

吸収源 CDM の対象となる、造林地域（再植林）は衛星画像において省の約 25%を占める Shrub に区分された地域となる。同地域のうち、冠水の度合いの比較的小さい地域を選択し、発電事業者からの植林コストのうちの一部への助成（盛り土になろうか）を対象区画の tenure を得る農民に対し与える形を考える。

植林の実施はロンアン省にて実際に行なわれている方法を踏襲する形とし、盛り土のコストが大きく植栽実施が不可能な地域（投資バリアの存在する）地域とする

(1) 実施体制

県人民委員会より tenure を分配された農民が植林を実施する。

7年間で伐採することから、バイオマス量の変動を抑えるために、同面積を7年間にわたり、植栽していくこととなる（例：50ha × 7年。この350haでは常に75m³/haの樹上部のバイオマス蓄積があることになる）。

(2) 実施フロー

1年目 土盛り、地拵え、施肥、植栽、補植

2年目 除草、枝打ち

3年目 劣勢木の間伐。間伐材はメラルーカ発電所が買い取る。

～

7年目 伐採。再植林。伐採木はメラルーカ発電所が買い取る。

尚 2 ローション目は盛り土は不要。

萌芽再生も可能であるが、7年目でのバイオマス量は植林木に劣るため、第2ローションにおいても植栽から開始する。

4.4 CDM 事業化

4.4.1 排出源 CDM 事業 (バイオマス発電)

(1) ベースライン

本調査の対象であるバイオマス発電事業は小規模 CDM 事業の上限である 15MWe 以下である 5MWe の電力を発生するものであり、簡素化された様式および手続きが可能な小規模 CDM 事業の対象となる³³。

小規模 CDM 事業の方法論 appendix B (Version 04) によると、対象事業は「タイプ I.D. グリッドへの電力供給のための再生可能エネルギーによる発電事業」にあたり、ベースライン考察にあたり同 appendix では下記のように記載している。

6. For a system where all fossil fuel fired generating units use fuel oil or diesel fuel, the baseline is the annual kWh generated by the renewable unit times an emission coefficient for a modern diesel generating unit of the relevant capacity operating at optimal load as given in Table I.D.1.

7. For all other systems, the baseline is the kWh produced by the renewable generating unit multiplied by an emission coefficient (measured in kg CO₂equ/kWh) calculated in a transparent and conservative manner as;

- (a) The average of the “approximate operating margin” and the “build margin”, where :
 - (i) The “approximate operating margin” is the weighted average emissions (in kg CO₂equ/kWh) of all generating sources serving the system, excluding hydro, geothermal, wind, low-cost biomass, nuclear and solar generation;
 - (ii) The “build margin” is the weighted average emissions (in kg CO₂equ/kWh) of recent capacity additions to the system, which capacity additions are defined as the greater (in MWh) of most recent 20% of existing plants or the 5 most recent plants.,

OR

- (b) The weighted average emissions (in kg CO₂equ/kWh) of the current generation mix.

³³ UNFCCC

対象事業は全くの新規に設立され、既存の発電設備の代替ではないことより項目7(a)の方法の適用が適切であると考え、operating margin と build margin の平均をベースラインとして用いることを考える。

追加性に関しては SSC-PDD Version 01 では下記の記載が求められている。

B.3. Description of how the anthropogenic GHG emissions by sources are reduced below those that would have occurred in the absence of the proposed CDM project activity

また、小規模 CDM Appendix B の Attachment A として具体的に下記の記載がある。

Attachment A to Appendix B

1. Project participants shall provide an explanation to show that the project activity would not have occurred anyway due to at least one of the following barriers :

(a) Investment barrier : a financially more viable alternative to the project activity would have led to higher emissions;

(b) Technological barrier : a less technologically advanced alternative to the project activity involves lower risks due to the performance uncertainty or low market share of the new technology adopted for the project activity and so would have led to higher emissions ;

(c) Barrier due to prevailing practice : prevailing practice or existing regulatory or policy requirements would have led to implementation of a technology with higher emissions ;

(d) Other barriers : without the project activity, for another specific reason identified by the project participant, such as institutional barriers or limited information, managerial resources, organizational capacity, financial resources, or capacity to absorb new technologies, emissions would have been higher.

本プロジェクトには投資バリアが存在し、ベトナム国のエネルギー政策から考えるとメラルーカ発電の経済性はガス火力や石炭火力発電と比較して大きく劣り、本事業が行われない場合は化石燃料由来の電力が使用される可能性が高い。

さらに、ベトナムでは効率的な熱変換技術が十分に発展しておらず、本プロジェクトで使用されているガス化システムは普及していない。国内には木質バイオマス発電による売電の事例もなく、技術バリアも存在すると考えられる。

Appendix B によると、タイプ ID におけるプロジェクトバウンダリーは、再生可能発電源の物理的、地理的な位置とされており、本プロジェクトでは発電所内で行われる活動による GHG の排出が含まれる。ただし例外として、オフサイトでの運搬による GHG 排出も本プロジェクト活動による排出に含む。

(2) プロジェクト実施期間、クレジット発生期間

マラケッシュ合意にて2種類のクレジットから Project Participant が選択することになった。

更新可能な7年間を選択する。

Project participants shall select a crediting period for a purposed project activity from one of the following alternative approaches:
(a) A maximum of 7 years which may be renewed at most 2 times, provided that, for each renewal, a designated operational entity determines and informs the executive board that the original project baseline is still valid or has been updated taking account of new date where applicable; or
(b) A maximum of 10 years with no option of renewal.

(3) モニタリング

下記小規模 CDM のルールに準ずる。また対象事業は化石燃料との混焼ではないがガス化炉の立ち上げ時やガスエンジンでの助燃剤として少量の軽油が使用されるため、発電総量に対してのバイオマス投入量と化石燃料投入量の計測値が出され、そのデータから信頼しうる排出削減量の推測がなされる。また、実際の発電量はグリッド側の電流系にて計測が行われる。

9. Monitoring shall consist of metering the electricity generated by the renewable technology. In the case of co-fired plants, the amount of biomass input and its energy content shall be monitored.

(4) GHG 計算

本プロジェクトによる GHG 削減量は、ベースライン排出量からプロジェクト活動による排出量を差し引いたものとなる。

ベースライン排出量

ベースラインシナリオでの排出係数は、operating margin と build margin の平均を下記データに基づき決定した。

Operating margin

直近 3 年間(2000, 2001, 2002 年) に国家電力網に接続された電力のうち水力、地熱、風力、低コストバイオマス、原子力、太陽光を除いた一次エネルギー使用の割合から計算した。

a. 2000 年³⁴

燃料	総発電量 (GWh)	発電効率 (%)	燃料消費 量 (kTOE)	IPCC 排出係数 (kgCO ₂ /k Wh)	CO2 排出 量 合計 (kT-CO ₂)
天然ガス	4355	41.75%	897	0.2021	2108.78
石炭	3135	22.37%	1205	0.3541	4962.15
燃料油	2610	31.61%	710	0.2788	2301.91
ディーゼル	1893	31.18%	522	0.2669	1620.21
合計	11,993		2924		10,993.06

上記より 2000 年の平均排出係数 (kgCO₂equ/kWh) は
 $K_{2000} = 10993.06/11,993 = \underline{0.9166\text{kgCO}_2/\text{kWh}}$

b. 2001 年³⁵

³⁴ V-Master plan of electricity expansion(2000-2010)-Electricity of Vietnam(Corporation).

National Project on Strategy & Policy for Sustainable Energy Development -KHCN-09(1996-2000)

³⁵ V-Master plan of electricity expansion(2000-2010)-Electricity of Vietnam(Corporation).

National Project on Strategy & Policy for Sustainable Energy Development- KHCN-09(1996-2000)

燃料	総発電量 (GWh)	発電効率 (%)	燃料消費 量 (kTOE)	IPCC 排出係数 (kgCO ₂ /k Wh)	CO2 排出 量 合計 (kT-CO ₂)
天然ガス	4467	43.21%	889	0.2021	2089.98
石炭	3219	22.38%	1237	0.3541	5093.93
燃料油	2923	30.17%	833	0.2788	2700.70
ディーゼル	1976	30.67%	554	0.2669	1719.53
合計	12,585		3513		11604.13

上記より 2001 年の平均排出係数 (kgCO₂equ/kWh) は

$$K_{2001} = 11,604.13/12,585 = \underline{0.9221 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}}$$

c. 2002 年³⁶

燃料	総発電量 (GWh)	発電効率 (%)	燃料消費 量 (kTOE)	IPCC 排出係数 (kgCO ₂ /k Wh)	CO2 排出 量 合計 (kT-CO ₂)
天然ガス	8337	39.83%	1800	0.2021	4231.67
石炭	4878	22.08%	1900	0.3541	7824.14
燃料油	2663	30.17%	759	0.2788	2460.78
ディーゼル	1724	28.67%	517	0.2669	1604.69
合計	17,602		4976		16121.28

上記より 2002 年の平均排出係数 (kgCO₂equ/kWh) は

$$K_{2002} = 16,121.28/17,602 = \underline{0.9159 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}}$$

operating margin は 2000 年から 2002 年までの 3 年間の最低値、すなわち $K1 = \underline{0.9159 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}}$ と計算された。

Build Margin

直近に建設された 5 基の発電設備の排出係数を算出する。
該当発電設備の概要を下表にまとめる。

³⁶ V-Master plan of electricity expansion(2000-2010)-Electricity of Vietnam(Corporation).

National Project on Strategy & Policy for Sustainable Energy Development -KHCN-09(1996-2000)

発電設備	燃料	発電能力 (MWh)	操業開始	年間発電量 (GWh)		
				2003	2004	2005
Pha Lai II	石炭	600	2002	3627	3627	3627
Na Duong + Cao Ngan	石炭	200	2004	0	605	1290
Phu My 2.2 & 3	天然ガス	1440	2003	2478	7435	9462
Ca Mau	天然ガス	720	2005	0	0	1261
Can Don	水力	72	2003	266	266	266
合計				6371	11933	15906
3年間合計				34,210.00 GWh		

発電設備	燃料消費量			発電効率 (%)			Co2 排出量 (百万 ton-CO2)		
	'03	'04	'05	'03	'04	'05	'03	'04	'05
Pha Lai II	1,614	1,614	1,614	27.60	27.60	27.60	4.65	4.65	4.65
Na Dunong + Cao Ngan	0	314	629	-	23.67	25.19	0.00	0.91	1.81
Phu My II	644	1,933	2,460	39.85	39.85	39.85	1.26	3.77	4.80
Ca Mau	0	0	252	-	-	51.84	0.00	0.00	0.49
Can Don	0	0	0	-	-	-	0	0	0
合計							5.91	9.33	11.76
3年間合計							26.99MT-CO2		

燃料消費量に関しては Pha Lai II, Na Duong は Kton。Phu My 2.2 & 3, Ca Mau, Can Don は M.m3

上記より build margin は下記と計算される。

$$K2 = K_{5 \text{ most recent plant}} = 26.99\text{MTCO}_2/34.21\text{TWh} \\ = \underline{0.7891 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}}$$

対象発電事業に使用する排出係数である Operating margin と build margin の平均は $K_{\text{baseline}} = 0.5*(K1 + K2) = 0.5*(0.9159 + 0.7891) = \underline{0.8525 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}}$ となり、この数値を使用する。

上記計数を使用すればベースラインの年間 GHG 排出量は $5,000(\text{kWh}) \times 24 \text{ 時間} \times 330 \text{ 日} \times 0.8525\text{kgCO}_2/\text{kWh} = 33,759,000\text{kg/年}$ と計

算される。

本プロジェクト活動による排出量

本プロジェクトでは、ガス化炉の立ち上げ時やガスエンジンでの助燃剤として少量の軽油が使用されるため、それによる GHG 排出量を計算する必要がある。

ガスエンジンでの軽油使用による GHG 排出量

本プロジェクトにおけるガスエンジンでの年間 GHG 排出量は、以下の式を用い、下表の数値に基づいて算出される。

$$CF_{\text{diesel}} \times D_{\text{diesel}}^* \times (I_{\text{engine}} \times H \times D)$$

		単位	値
CF _{diesel}	軽油の変換値 ³⁷	kg CO ₂ / kg	3.2
D _{diesel}	軽油の比重 ³⁸	kg/l	0.820/0.870 ³⁹
I _{engine}	ガスエンジンへの軽油投入量	Liter/時	22.6
H	一日の稼働時間	時間	24
D	年間稼働日	日	330

ガスエンジンでの年間 GHG 排出量は

$3.2 \times (0.820/0.870) \times (22.6 \times 24 \times 330) = 3.2 \times 0.94 \times 178,992 = 538,408\text{kg/年}$ と計算される。

ガス化炉の立ち上げ時に使用する軽油による CO₂ 排出量

本プロジェクトにおけるガス化炉での年間 GHG 排出量は、以下の式を用い、下表の数値に基づいて算出される。

$$CF_{\text{diesel}} \times D_{\text{diesel}}^* \times (I_{\text{gasifier}} \times F_{\text{gasifier}})$$

		単位	値
CF _{diesel}	軽油の変換値 ⁵	kg CO ₂ / kg	3.2
D _{diesel}	軽油の比重 ⁶	kg/l	0.820/0.870 ⁷
I _{gasifier}	ガス化炉での 1 回あたりの軽油使用量	Liter	800
F _{gasifier}	ガス化炉の年間軽油使用回数	回/年	2

³⁷ Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

³⁸ Petrolimex (ベトナム国営石油会社) のデータによる

³⁹ 摂氏 15 での値

ガスエンジンでの年間 GHG 排出量は

$3.2 \times (0.820/0.870) \times (800 \times 2) = 3.2 \times 0.94 \times 1,600 = 4,813\text{kg/年}$ と計算される。

本プロジェクトによる GHG 削減量

本プロジェクトによる GHG 削減量は、ベースライン排出量から本プロジェクト活動による排出量を差し引いたものになる。それゆえ、年間の GHG 削減量は

$$33,759,000 - (538,408 + 4,813) = 33,215,779\text{kg} \quad 33,216\text{ton}$$

となり、クレジット期間 7 年間での総削減量は

$$33,216\text{ton} \times 7 = 232,512\text{ton CO}_2$$

(5) 環境影響

第 5 章 5.3 で詳述するが、ベトナムでは新規の開発プロジェクトや投資プロジェクトの実施にあたっては、基本的に環境影響評価に関する手続きが義務づけられている。本プロジェクトは、ベトナム政府が奨励する外国投資のプロジェクトであり、また工業団地内に建設されることから、手続きを簡易化する環境影響評価の緩和規定が適用され、投資ライセンスの申請と同時に簡易な環境影響審査書類である環境基準保証登録を環境行政機関に提出し、審査を受けることで環境影響評価に関する手続きが終了するとなっている。いずれにせよ設備の排出はベトナム環境法基準を満たしており、環境への悪影響は軽微であると判断する。

(6) ステークホルダーのコメント

本プロジェクトは、工業団地内に建設されることとなっている。工業団地の建設に関しては、ロンアン省人民委員会によって住民理解が得られており、地域住民は工業団地の建設を歓迎している。

4.4.2 吸収源 CDM 事業 (新規造林)

(1) A/R CDM 参加要件 (適格性)

吸収源 CDM 事業はマラケッシュで決定された下記定義に従い、新規植林もしくは再植林のいずれかである必要がある。

“Afforestation” is the direct human-induced conversion of land that has not been forested for a period of at least 50 years to forested land through planting, seedling and/or the human-induced promotion of natural seed sources.

“Reforestation” is the direct human-induced conversion of non-forested land to forested land through planting, seedling and/or the human-induced promotion of natural seed sources, on land that was forested but that has been converted to non-forested land. For the first commitment period, reforestation activities will be limited to reforestation occurring on those lands that did not contain forest on 31 December 1989.

今回植林対象とする地域は、現時点での裸地（未利用地）を対象とするが、以前は森林であった地域であり再植林に該当する。なお、植林対象地域の 1989 年 12 月 31 日時点での土地被覆・利用状況を示すデータを確認はできなかったが、ほぼ同時期(1989 年 1 月) の衛星データ(Landsat/TM)にての確認により本吸収源 CDM 事業はこの要件を満たすと考えられる。

また、本吸収源 CDM 事業で行う植林行為の結果が「森林」の定義にあてはまるべきものとするには FCCC/SBSTA/2003/L/27 の参加要件の下記記載を満たす必要がある。ベトナム Designated National Authority から EB に対し森林の定義のレポートは未だ為されていない。植林対象樹種である Melaleuca は樹冠率、樹高ともに下記の最低基準は満たしている。

8. A Party not included in Annex I may host an afforestation or reforestation project activity under the CDM if it has selected and reported to the Executive Board through its designated national authority for CDM :

- (a) A single minimum tree crown cover value between 10 and 30 per cent ; and
- (b) A single minimum land area value between 0.05 and 1 ha ; and
- (c) A single minimum tree height value between 2 and 5m.

(2) ベースライン

現在のところ吸収源 CDM の方法論に関し CDM-EB にて承認された方法は存在していないため、手法は今回のために策定する必要がある。

今回は 1 年生草本のみが生育する裸地のバイオマス量の計測は実施しなかったが、ベースラインは裸地(未利用地)であることとし、バイオマス蓄積量はきわめて 0 に近いと思われる。

一方、追加性に関しては CDM-AR-PDD Version 01 では下記の記載が求められている。もし CDM という仕組が存在しない場合は、バイオマス発電事業は投資バリアにより実施される可能性はほぼない。同事業にて木質の消費が為されることにより既存森林は (AR CDM の対象とはならない) 持続可能となる。

未利用地に対する植林は発電事業にとっては、既存の森林が存在するため、必要なものではないが、比較的温暖化ガス削減量の少ない発電事業と造林事業をパッケージとすることにより、投資額へのクレジット移転収益の割合を高い率で織り込むことが可能となる。

上記より、この事業が存在しない場合、裸地は裸地のまま未利用地として放置されていく可能性がきわめて高いと思われる。

B.3. Description of how the actual net GHG removals by sinks are increased above those that would have occurred in the absence of the registered A/R CDM project activity

(3) プロジェクト実施期間、クレジット発生期間

「Guidelines for completing CDM-AR-PDD, CDM-AR-NMB and CDM-AR-NMM」の用語解説 (Glossary of A/R CDM terms) は下記の記載がある。

Crediting period – fixed

“Fixed crediting period” is one of 2 options for determining the length of a crediting period. In the case of this option, the length and starting date of the period is determined once for an A/R CDM project activity with no possibility of renewal extension once the proposed A/R CDM project activity has been registered. The length of the period can be a maximum of 30 years for a proposed A/R CDM project activity.

Crediting period – renewable

“Renewable crediting period” is one of 2 options for determining

the length of a crediting period. In the case of this option, a single crediting period may be of a maximum of 20 years. The crediting period may be renewed at most 2 times (maximum 60 years), provided that, for each renewal, a designated operational entity determines that the original project baseline is still valid or has been updated taking account of new data, where applicable, and informs the Executive Board accordingly . The starting date and length of the first crediting period ahs to be determined before registration.

(4) 非持続性への対応

2003 年の COP9 決定により、吸収源 CDM は非持続性への対策として tCER (Temporary CER)と ICER (Long-term CER) の二種類のクレジットからの選択を行うこととなった。それぞれは UNFCCC/SBSTA/2003/L.27 により下記のように規定されている。

本事業では ICER を採用する。

Provisions governing tCER

41. A Party included in Annex I may use tCERs towards meeting its commitment for the commitment period for which they were issued. tCERs may not be carried over to a subsequent commitment period.

42. Each tCER shall expire at the end of the commitment period subsequent to the commitment period for which it was issued. The expiry date shall be included as an additional element in its serial number. An expired tCER may not be further transferred.

43. Each national registry shall include a tCER replacement account for each commitment period in order to cancel AAUs, CERs, ERUs, RMUs and/or tCER for the purpose of replacing tCER prior to expiry.

44. A tCER that has been transferred to the retirement account or the tCER replacement account of a Party included in Annex I shall be replaced before its expiry date. To this end, for each such tCER, the concerned Party shall transfer one AAU, CER, ERU, RMU or tCER to the tCER replacement account of the current commitment period.

Provision governing ICERs

45. A Party included in Annex I may use ICERs towards meeting its commitment for the commitment period for which they were issued. ICERs may not be carried over to a subsequent commitment period.

46. Each ICER shall expire at the end of the crediting period or, where a renewable crediting period is chosen in accordance with paragraph 23(a) above, at the end of the last crediting period of the

project activity. The expiry date shall be included as an additional element in its serial number. An expired ICER may not be further transferred.

47. Each national registry shall include an ICER replacement account for each commitment period in order to cancel AAUs, CERs, ERUs and/or RMUs for the purpose of :

(a) Replacing ICERs prior to their expiry date ;

(b) Replacing ICERs where the certification report to the designated operational entity indicates a reversal of net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks since the previous certification;

(c) Replacing ICERs where the certification report has not been provided in accordance with paragraph 33 above.

以下 48. - 50.の項は割愛。

(5) モニタリング

モニタリングは現地調査と衛星画像を組み合わせることにより行うこととする。特に、バイオマス量計測については、サンプル地域においては生長量を実測し、実測データに基づき衛星画像を処理する手法を採用する。主に利用する衛星データは Landsat/TM、ETM+データとするが、Terra/ASTER データ、SPOT/HRV データ等の他の衛星データも必要に応じて活用することとする。なお、同地域は特に雨期において被雲率が高いことから、天候によらずデータ取得が可能な合成開口レーダ画像の利用も有効と考えられる。図 4-8 および図 4-9 に、衛星画像の例として、対象地域において 1989 年および 2000 年に取得された Landsat/TM、ETM+データの画像例を示す。また、図 4-10 に両データより得られた 1989 年～2000 年における森林分布の変化を示す。

さらに、表 4-3 に 1989 年の土地被覆面積と 2000 年の森林面積を示すとともに、2000 年に森林とされた地域の 1989 年における土地被覆状況を表 4-4 に示す。これより、同省における植林地は、低木地（現地調査により裸地と判明）および水田からの転換であることがわかる。なお、衛星画像から得られた森林面積と第 3 章にて示した統計に基づく森林面積とは明確には一致していない。これは、画像中の雲の影響による誤差、画像処理における解析精度のほか、統計情報の正確性の問題点もあると考えられる。

Long-An 16 January, 1989 (TM)

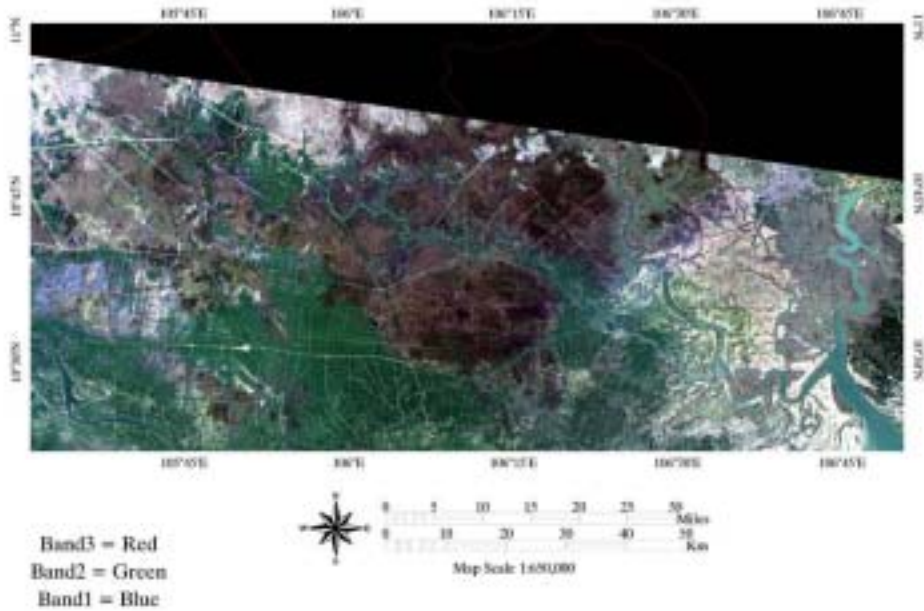


図 4-8 衛星データによるロンアン省全域（1989年取得）
（Landsat/TMデータ：R=Band3, G=Band2, B=Band1）

Long-An 2 August, 2000 (ETM+)

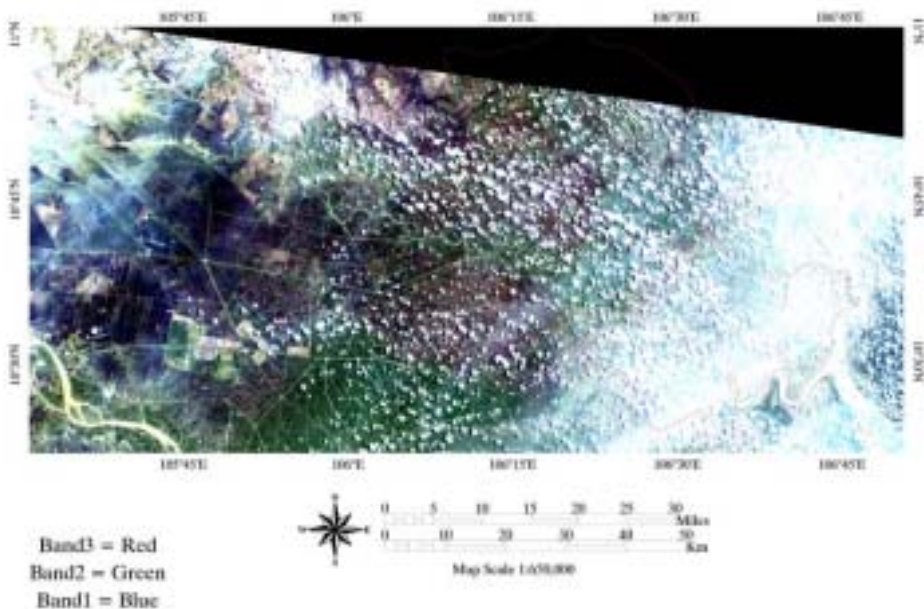


図 4-9 衛星データによるロンアン省全域（2000年取得）
（Landsat/ETM+データ：R=Band3, G=Band2, B=Band1）

Long-An 1989 - 2000 Forest Change

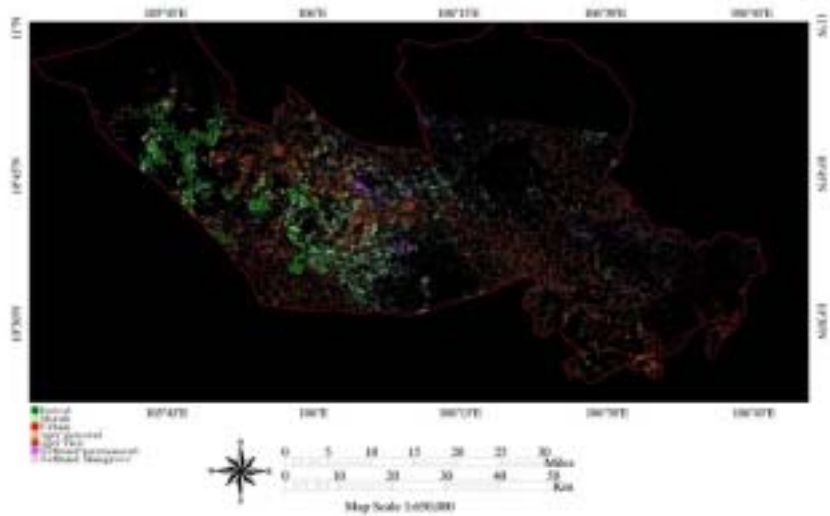


図 4-10 ロンアン省の森林分布の変化
(2000年の森林地域に1989年の土地被覆-GeoCoverデータセット-を重ね合わせ)

表 4-3 1989年の土地被覆面積と2000年の森林面積

土地被覆区分	1989		2000	
	面積(ha)	% (対 省面積)	面積(ha)	% (対 省面積)
Forest	20,962.0	4.71%	40,583.3	9.12%
Shrub	102,825.7	23.11%		
Wetland_Parmanent	16,716.8	3.76%		
Agri_General	4,710.6	1.06%		
Agri_Paddy	219,724.3	49.39%		
Water	7,150.3	1.61%		
総計:	372,089.8	444866		

表 4-4 2000年に森林とされた地域の1989年における土地被覆状況

1989年の土地被覆区分	面積(ha)	比率
Forest	7642.3	18.83%
Shrub	10566.0	26.04%
Agri_General	275.5	0.68%
Agri_Paddy	19927.4	49.10%
Wetland_Parmanent	1916.3	4.72%
Wetland Mangrove	1.6	0.00%
Water	247.2	0.61%
Cloud	7.0	0.02%
総計:	40583.3	

(6) GHG 計算

上記モニタリングにより計測されたバイオマス量に IPCC GPG の拡大計数デフォルト値を適用し、地上部と地下部の合計バイオマス量を算出し、さらに化学分析の結果から明らかとなった炭素割合から二酸化炭素吸収量を計算する。

(7) 環境影響

CDM 事業（再植林）を行う植林地が明確となった後、下記項目の調査を実施することとする。

E.1. Documentation on the analysis of the environmental impacts, including impacts on biodiversity and natural ecosystem, and impacts outside the project boundary of the proposed A/R CDM project activity :

E.2. If negative impacts are considered significant by the project participants or the host Party, a statement that project participants have undertaken an environmental impacts assessment, in accordance with the procedures required by the host Party, including conclusions and all references to support documentation :

E.3. Description of planned monitoring and remedial measures to address significant impacts referred to in section E.2. above.

(8) ステークホルダーのコメント

CDM 事業（再植林）を行う植林地が明確となった後、ステークホルダーからのコメントを収集する。

G.1. Brief description how comments by local stakeholders have been invited and complied

G.2. Summary of the comments received

G.3. Report on how the account was taken of any comments received

(9) 社会経済的影響

この項目は排出源 CDM には存在せず、吸収源 CDM に新たに加えられた項目であり、PDD には下記の項目の記載が求められている。否定的な影響が考えられる場合にはホスト国政府が自国の基準に則り評価を行う必要がある。ベトナムにおいての評価基準は現状存在せず、既存の法律、政令等からの判断を下すことが予想される

F.1. Documentation on the analysis of the socio-economic impacts outside the project boundary of the proposed A/R CDM project activity :

F.2. If negative impacts are considered significant by the project participants or the host Party, a statement that project participants have undertaken a socio-economic impacts assessment, in accordance with the procedures required by the host Party, including conclusions and all references to support documentation :

F.3. Description of planned monitoring and remedial measures to address significant impacts referred to in section F.2. above.

一方 FCCC/SBSTA/2003/L.27 Appendix B には PDD 記載の際のガイダンスとして、社会経済的影響に関し下記のように言及している。

(k) Socio-economic impacts of the project activity :

(i) Documentation on the analysis of the socio-economic impacts, including impacts outside the project boundary of the proposed afforestation or reforestation project activity under CDM. This analysis should include, where applicable, information on, inter alia, local communities, indigenous people, land tenure, local employment, food production, cultural and religious sites, access to fuelwood and other forest products;

(ii) If any negative impact is considered significant by the project participants or the host Party, a statement that project participants have undertaken a socio-economic impact assessment, in accordance with the procedures required by the host Party, including conclusions and all references to support documentation.

4.5 資金計画

初期投資金額に関し、30%を資本金、70%を借入金として検討する。

30%のうちロンアン省側が土地、建屋および現地調達品の現物出資で約 1/3 を拠出し、日本側が 2/3 を拠出する。

日本側は双日総研が小額出資とし、排出権取得に興味のある企業とともに資金拠出を行う。

融資は金額的に小額ではあるが、売電契約(20年超)を担保とする non-recourse、もしくは親会社の責務を限定した limited recourse のプロジェクト・ファイナンスを志向し、JBIC 資金の活用可能性を探る。

4.6 事業リスク

融資の資金調達リスクから考えるのが考えやすく、主要なものを挙げる。

- (1) コスト・オーバーラン
設備納入者は下請けを含め、工期およびコストに責任を持ち、完成保証を事業会社に差入れる。
- (2) 設備能力
設備納入者は設備能力の保証を行う。
- (3) 燃料調達リスク
これが一番大きなリスク。
量と価格の問題があり、長期契約を行う際には、農民一人一人との契約を行うこととなり、現実的ではない。間に人民委員会設立による、木質購入会社を設立し、発電事業者の発電計画に合致した購買スケジュールを策定し、県人民委員会との連繋の下、長期契約、スポット購入の量を決定していく。燃料輸送は特定の民間企業の船舶（舢舨）を必要数年間雇用し、コストを低減する。また、キャッシュ残が生じた場合はその 10-20%を未利用地への植林に使用することとし、農民への助成 + 間伐木、伐採木の引取りを契約化し、安定供給化をはかる。また、今回の調査から他用途での木質の使用が大々的に行なわれる可能性はきわめて小さいと判断される。
- (4) 売電リスク
売電契約は融資者にとり担保（security）として認められるものを締結する必要があり、この契約の発効が事業開始の始点となる。
（ 売電契約を締結するためには詳細設計が必要 ）
- (5) 排出枠移転リスク
すでにベトナムでは国家承認事例もあり本プロジェクトが稼働する時点においては十分な知見が蓄積されており、大きな問題はないと考えられる。
- (6) 操業リスク
設備運転に関しては初期に指導員を派遣し、教育を行い、要所の人間は発電所の運転経験のある人間を雇用し、リスクの軽減に努める必要がある。

第5章 事業の効果と評価

5.1 事業採算性評価

(1) バイオマス発電事業

これまで収集したデータをもとに、メラルーカを燃料とする発電所の採算性を 20 年間での内部収益率にて分析する。分析の前提を下表に示す。

表 5-1 採算性分析の前提

初期投資額(含む建中金利)	1,650,000,000	円
うち設備金額	1,485,000,000	円
設備助成割合	0	%
助成後設備投資	1,650,000,000	円
発電量	5,500	KWh
売電量	5,000	KWh
稼働時間	24	時間/日
稼働日数	330	日/年
年間稼働時間	7,920	時間/年
年間発電量	43,560,000	kWh/年
年間売電量	39,600,000	kWh/年
売電単価	4.5	円/kWh
排出係数	0.000853	t-CO2/kWh
排出削減量	33,759	t-CO2/年
木質使用量原単位	0.001553	ton/kWh
木質使用量原単位	0.001827	m3/kWh
年間木質使用量	79,587	m3/年
木質単価	500	円/m3
木質輸送料金	200	円/m3
助燃用軽油原単位	0.0041	L/kWh
年間助燃用軽油使用量	178,596	L/年
開始時使用軽油	800	L/回
年間起動回数	2	回/年
年間開始時使用軽油使用量	1,600	L/年
年間軽油使用量	180,196	L/年
軽油輸送量	0.53	円/L
軽油単価	32.3	円/L
軽油排出係数	2.7	kg-CO2/L
排出増加量	487	t-CO2/年
年間原価償却	133,650,000	円/年
従業員	38	人
従業員給与	4,000	円/月
従業員給与総額	1,824,000	円/年
補修・メンテナンス	14,850,000	円/年
融資比率	70	%
融資金利	5	%
排出権価格	500	円/ton-CO2
法人税	10	%

事業採算性分析

- a. 前提条件での内部収益率
-5.05%

- b. 売電価格を変数とした場合の内部収益率の変化
(4, 4.5, 5, 6, 7, 8 円/kW)

表 5-2 売電価格を変数とした場合の内部収益率の変化

	4 円	4.5 円	5 円	6 円	7 円	8 円
IRR	-7.22	-5.05	-3.12	0.21	1.43	4.12

- b. 燃料購入価格（メラルーカ）を変数とした場合の内部収益率の変化
(0, 500, 1000, 1,500, 2,000 円/m³)

表 5-3 燃料購入価格を変数とした場合の内部収益率の変化

	2,000 円	1,500 円	1,000 円	500 円	0 円
IRR	-	-17.07	-5.05	-9.76	-1.36

- c. 排出権価格を変数とした場合の内部収益率の変化
(0, 500, 1,000, 1,500, 2,000 円/ton-CO₂)

表 5-4 排出権価格を変数とした場合の内部収益率の変化

	0 円	500 円	1,000 円	1,500 円	2,000 円
IRR	-6.85	-5.05	-3.41	-1.91	-0.53

- d. 設備助成割合を変数とした場合の内部収益率の変化
(0, 33, 50, 66, 100%)

表 5-5 設備助成割合を変数とした場合の内部収益率の変化

	0%	33%	50%	66%	100%
IRR	-5.05	-0.55	2.99	8.02	50.39

- e. 融資比率を変数とした場合の内部収益率の変化
(50, 60, 70, 80, 90 100%)

表 5-6 融資比率を変数とした場合の内部収益率の変化

	100%	90%	80%	70%	60%	50%
IRR	-7.72	-6.87	-5.98	-5.05	-4.07	-3.05

考察

本調査での聞き取り内容に楽観的な要素を除き採算性をはじめた場合、内部収益率は-5.05%と投資対象とならない数字となるが、様々な変動要素を動かしていくと、この案件の可能性が見える。

例えば、売電価格が日本での RPS 施行当時の価格となれば（9-11 円）それだけで事業は魅力のあるものと変わる。

しかし、現実を考えれば、売電価格が 10 円になるということも考え難く、やはり一つ一つの要素で少しずつプラス要素を加えて行くことで、CDM 事業として魅力あるものとするやり方にこそ、可能性は存在する。

たくさんの可変要素があり、それをケース毎に記載することは、ここでは行わないが、例えば、売電価格を 5 円とし、設備助成を 33% 受け、現状排出権価格に近い 1,000 円/CO₂-トンに適応すれば、内部収益率はプラスに転じる。

投資金額を上げ、借入金を減らせば、当然収益性は上昇し、上では計算していないが融資期間を短縮できればそれもまた収益性を上昇させることとなる。

今後の課題としては収益性の一つ一つの要素をより精査し、さらに上記の企業採算性価値にはない投資家の環境広報効果という点から投資額を上昇するという点が挙げられ、バイオマス発電案件として、燃料が集積しており、水運による物流コストが低いという他にはない利点を持つ本件を当社は引き続き推進していく。

(2) エネルギー造林

当初、発電事業の法人税支払後利益の日本側へ配当分の中から、初期植林費用の全額ではなく、その一部（土盛費用等）を農民に助成し、CDM クレジットを得ることを志向したが、発電事業の収益自体に可変要素が大きく、現状金額の定量化すなわち可能植林面積の定量化が難しい状況にある。

農民の1年目の植林コストを調査の中で聴取したコストで妥当と思われる900米ドルを前提とし、その10%の助成を行なうことにより、クレジットを得ることが可能であれば、7年後に

$$150\text{m}^3 \times 1.8 (\text{拡大係数}) \times 20\% \times 44/12 = 198\text{ton-CO}_2$$

の蓄積があり、7年間毎年同面積の植栽を行なえば植林全体で見ると、99ton-CO₂/haの吸収が常に維持されることとなることから、1米ドル以下の移転価格となる。

農民からみれば7年後の発電所への林材の販売収益の他に事前に90米ドルを助成金として得られことから、不利益は被らない。

期限がついたことにより、敬遠されている方向にある吸収源由来の排出クレジットであるが、これから企業は収益・リスクと並び温暖化ガス削減ポートフォリオの策定に着手していくことが予想される。

温暖化ガス削減手法として自主努力と外部からの調達。外部からの調達はCDM, JI, ET等の手法よりもそのコストと持続性（排出源か吸収源か）から戦略を策定する必要がある。企業はgoing concernであるとともに、毎年利益をあげ、尚且つ十分な手持ち資金を持つ必要があることから、いかに当期、当期の目的を達しながら、長期的な企業の持続性を確保するかという点で、個人が行なう、マンション（排出源起源クレジット）を買うか？それともアパート（吸収源起源クレジット）を借りるか？という検討と類似した検討をする必要がある。

ただし、吸収源由来のクレジットは期限があることから、無形固定資産としてよいのかという議論も、また、その後の減価償却は何年で見るべきか？という点においても制度の成熟がなければ、企業税務戦略を加味した温暖化削減ポートフォリオの設定は難しいのが現状ではある。

5.2 社会経済への影響

プロジェクトが地域社会に与える影響を考察するため、地元住民に対し土地利用、社会経済的動態の聞き取り調査を行った。

本調査は、ロンアン省の中でもメラルーカ植林が盛んな Thanh Hoa 県と Tan Hung 県の 2ヶ所にて実施した。Thanh Hoa 県はロンアン省の中心部に隣接しており、47,000ha の土地に 18,000ha のメラルーカ植林地を有している。Tan Hung 県はロンアン省の最北西に位置し、カンボジアと国境を接している県である。50,000ha の土地に 14,000ha の植林地を有し、その内 4,800ha は天然林である。それぞれの県人民委員会の選定により、Thanh Hoa 県 Thanh Hoa 区と Tan Hung 県 Vinh Thanh 村を訪問し、地元住民に対し聞き取り調査を実施した。調査は事前に質問表を作成し、ベトナム語に翻訳しておいたものに基づき、質問形式で行った。

表 5-7 は本調査の集計結果である。

世帯の概況について

- ・ 一世帯の平均人数は約 5 人で両地区に大きな相違は見られない。最多で 8 人、最小で 2 人であった。
- ・ 家族構成は調査を行った全世帯で親と子。祖父母や孫といった三世帯での同居は見られなかった。
- ・ 本調査では、初等学校（6-11 歳）・中等学校（11-15 歳）への就学率は 100%であった。また 16-22 歳の 33 名中 20 名が学生であることから、高等教育への進学率もかなり高い。
- ・ 調査を実施した全世帯で農業を営んでおり、農業と兼業で商店などを経営している世帯も多く見られた。
- ・ Tan Hung 県では村外出身者はわずか 4 名（8%）であり、内 3 名は結婚による移住であった。省中心部に近い Thanh Hoa 県では、20%が村外出身者であり、就労目的での移住が多く、子供を連れて一家での移住世帯も見られた。

世帯主の概況について

- ・ Thanh Hoa 県 Thanh Hoa 区では伝統的に女性世帯主が多く、40%の世帯で両親のうち母親が世帯主となっていた。
- ・ 年齢は 40 代、50 代が最も多く、世帯主の平均年齢は、Thanh Hoa 県で約 41 歳、Tan Hung 県で約 53 歳であった。

現在の土地利用について

- ・ Thanh Hoa 県では回答世帯の全て、Tan Hung 県でも 70%の世帯で植林地（メラルーカ）を所有しており、大半の世帯で水田や畑作と兼業している。
- ・ 畑作は Thanh Hoa 県のみで見られ、栽培作物はキャッサバである。
- ・ 今後土地利用の変更を予定しているのは、調査世帯中 1 世帯であった。メラルーカの市場価格下落に伴い、水田 5ha / 植林地 15ha を水田 10ha / 植林地 10ha にするとのこと。

収入現況について

- ・ 各世帯の平均月収は、土地利用面積や農産物販売以外の収入の有無により大きく異なる。平均は 6,000,000 ベトナムドン（385 米ドル）で、1,000,000 ~ 5,000,000 ベトナムドン（64 ~ 320 米ドル）に属する世帯が最も多いが、中には 33,000,000 ベトナムドン（2,115 米ドル）の世帯もあった。

- ・ 植林地所有の世帯率から考えて、現金収入に占める林作物の割合が 0%の世帯が多いのには二つの理由がある。一つは、メラルーカは収穫までに 4～8 年を要するので、収穫できない年もあるということである。第二に、メラルーカの市場価格の下落のため、いくつかの世帯では収穫を見合わせていた。メラルーカ植林地 1ha からの収入は、Thanh Hoa 県で 4,000,000 ベトナムドン(256 米ドル)、Tan Hung 県では 3,000,000 ベトナムドン(192 米ドル)であった。



写真 5-1 Thanh Hoa 県の居住地域



写真 5-2 地元住民への聞き取り調査

表 5-7 住民聞き取り調査結果

		Thanh Hoa県	Tan Hung県		
世帯の概況	調査世帯数	(世帯)	15	10	
		一世帯平均人数 (人/世帯)	5	4.9	
	各世帯での家族構成	世帯主	世帯主 (人)	15	10
			配偶者 (人)	14	9
			子 供 (人)	46	30
			子供配偶者 (人)	0	0
			孫 (人)	0	0
			親 (人)	0	0
			親 戚 (人)	0	0
			その他 (人)	0	0
	性別	男 性	58.7%	46.9%	
		女 性	41.3%	53.1%	
	年齢構成	0 -15	28.0%	26.5%	
		16-22	25.3%	28.6%	
		23-40	18.7%	18.4%	
		40-60	25.3%	16.3%	
		61以上	2.7%	10.2%	
	16歳以上の過去3ヶ月の職業	農林業	64.8%	66.7%	
		水産業	0%	5.6%	
		自 営	9.3%	8.3%	
		公務員	0%	2.8%	
		学 生	25.9%	16.7%	
		その他	0%	0%	
	出身地	地 元	80.0%	91.8%	
		省内他村	17.3%	4.1%	
		その他	2.7%	4.1%	
	移住の理由	就 労	46.7%	25.0%	
結 婚		13.3%	75.0%		
親に帯同		40.0%	0%		
世帯主の概況	性別	男 性	60.0%	80.0%	
		女 性	40.0%	20.0%	
	年齢構成	16-22	0%	0%	
		23-40	33.3%	20.0%	
		41-60	60.0%	50.0%	
		61以上	6.7%	30.0%	
出身地	地 元	73.3%	90.0%		
	省内他村	26.7%	10.0%		
	その他	0%	0%		
現在の土地利用	水田	所有世帯率		20.0%	80.0%
		面積	平 均 (ha)	2.5	3.6
			最 大 (ha)	4.0	6.0
			最 小 (ha)	1.5	1.5
	畑作	所有世帯率		46.7%	0%
		面積	平 均 (ha)	2.8	-
			最 大 (ha)	5.0	-
			最 小 (ha)	1.0	-
	植林地	所有世帯率		100.0%	70.0%
		面積	平 均 (ha)	7.4	3.4
最 大 (ha)			20.0	7.0	
最 小 (ha)			1.0	1.0	
収入現況	平均月収分布	1,000,000VND (US\$64)以下	13.3%	20.0%	
		~ 5,000,000VND (US\$320)	46.7%	80.0%	
		~ 10,000,000VND (US\$640)	20.0%	0%	
		10,000,000VND (US\$640)以上	20.0%	0%	
	現金収入に占める林物の割合	0%	13.3%	71.4%	
		~ 25%	20.0%	0.0%	
		~ 50%	20.0%	28.6%	
		~ 75%	20.0%	0%	
		~ 99%	20.0%	0%	
		100%	6.7%	0%	

5.3 環境への影響

5.3.1 環境影響評価制度

ベトナムでは新規開発プロジェクトや海外からの投資プロジェクトの実施に際しては、環境影響評価報告書の提出が不可欠となる。このことは、ベトナムの環境保護法（LEP：Law on Environmental Protection）第 18 条に明記されている。また同法施行前に既に業務を開始している組織・個人に関しても、第 17 条で同様の義務を定めている。

環境影響評価の具体的な手続きに関しては、環境保護法実施のための布告（Government Decree No.175/CP）第 9 条から第 20 条に規定され、環境影響が必要となる事業の分野、環境影響評価報告書の記載事項、審査の手順、審査機関などが示されている。

また、地方レベルの審査は、各省の資源環境局（DONRE）が実施することとされ、その対象区分も同布告に明記されている。火力その他発電プラントにおいては 3 万 kW 以上のもの以外は地方レベルでの審査となるので、5.5MW の発電プラントである本プロジェクトの環境影響評価は、ロンアン省の DONRE が実施にあたる。

本プロジェクトは、同布告に規定される「外国組織・個人あるいは国際組織が投資、援助、付与、あるいは提供した資金により、ベトナム国領土において実施されるプロジェクト」に当たり、環境影響評価の実施が義務付けられる。

ところで、外国投資を奨励するベトナムでは、厳密な環境影響評価の実施が効率的な海外投資を妨げることを防ぐため、海外投資に絡む投資・開発プロジェクトについては、一定条件の下に手続きを簡易化する環境影響評価の緩和規定も設けている。これは、投資プロジェクトのための環境影響評価報告書の審査等についての通達（Circular

No.490/1998/TT-BKHCMNT）に基づくものである。この通達では、投資プロジェクトを環境影響の大きいカテゴリーと、それ以外のカテゴリーに分類する。カテゴリーのプロジェクトは環境影響評価報告書の作成とレビューの対象となるが、環境影響の少ないカテゴリープロジェクトに対しては、環境基準保証登録（Registration for Securing Environmental Standards）を提出して審査を受けるだけで環境影響評価手続きを終えられる仕組みを作っている。カテゴリーに分類されたプロジェクトでも、工業団地や輸出加工区に工場を建設する場合は、団地造成時に一括して環境影響評価手続きを実施しているため、本プロジェクトもこの緩和規定による手続きで環境影響評価手続きを終えられることとなる。

5.3.2 環境関連法規

ベトナムの環境法規制は、環境保護法（LEP）に基づいている。LEP は、ベトナム国の環境政策の基本的な枠組みを示すものとして 1993 年に国会で採択され、翌 1994 年 1 月 10 日に施行された。同法は 7 章 55 条から成っており、先に述べたように、プロジェクトを実施する組織・個人に対して環境影響評価報告書の提出を義務付けている他、環境汚染に対する罰則規定や損害賠償規定なども設けている。

1995 年には、望ましい環境レベルを示す環境基準や具体的な産業公害規制に使われる排出基準について、相次いでベトナム基準（TCVN）が規定された。表 5-8 にベトナムにおける環境関連の主な法規と環境基準を示す。この TCVN に示された排出基準に基づいて環境規制が実施されるとともに、環境影響評価の際の目安ともなっている。

表5-8 環境関連の主な法規制^{1,2}

主な法規
Law on Environmental Protection 環境保護法
Government Decree No.175/CP on Providing Guidance for the Implementation of the Law on Environmental Protection 環境保護法実施のための政令（Government Decree No.175/CP）
Government Decree No.26/CP on Sanctions Against Administrative Violations in Environmental Protection 環境保護に関する行政違反に対する制裁に関する政令（Government Decree No.26/CP）
Circular Letter of Guidance on Setting Up and Reviewing the Environmental Impact Assessment(EIA) Report for Investment Projects (No.490/1998/TT-BKHCHNMT) 投資プロジェクトのための環境影響評価報告書の審査等についての回状（Circular No.490/1998/TT-BKHCHNMT）
Regulation on Hazardous Waste Management (Decision No.155/1999/QD-TTg) 有害廃棄物管理規則（Decision No.155/1999/QD-TTg）
大気に関する基準
TCVN 5937-1995 : Air quality-Ambient air quality standards 大気環境基準（TCVN 5937-1995）
TCVN 5938-1995 : Air quality-Maximum allowable concentration of hazardous substances in ambient air 大気中有害物質の最大許容濃度（TCVN 5938-1995）
TCVN 5939-1995 : Air quality-Industrial emission standards-Inorganic substances and dusts 産業からの無機物質及びばいじん等の大気排出基準（TCVN 5939-1995）
TCVN 5940-1995 : Air quality-Industrial emission standards-Organic substances 産業からの有機物質の大気排出基準（TCVN 5940-1995）
水質に関する基準
TCVN 5942-1995 : Water quality-Surface water quality standards 表流水水質環境基準（TCVN 5942-1995）
TCVN 5943-1995 : Water quality-Coastal water quality standards 沿岸海水水質環境基準（TCVN 5943-1995）
TCVN 5944-1995 : Water quality-Ground water quality standards 地下水水質環境基準（TCVN 5944-1995）
TCVN 5945-1995 : Industrial waste water-Discharge standards 産業排水基準（TCVN 5945-1995）

¹ VIETNAM ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (VEPA) <http://www.nea.gov.vn/English/index.asp>

² Directorate for Standards and Quality <http://www.tcvn.gov.vn/en/>

5.3.3 環境的影響に関する聞き取り調査

本調査においては、プロジェクトが地域環境に与える影響について関係機関に聞き取り調査を行った。

聞き取り調査の実施に当っては、国際協力銀行が定めた環境ガイドラインと環境チェックリストを参考に、自然環境・社会環境に関する質問表を事前に作成した。この質問表を元に、現地カウンターパートであるロンアン省人民委員会の農業地方開発局（DARD）と工業局（DOI）に対し、聞き取り調査を行った。

表 5-9 は DARD から、表 5-10 は DOI からの回答を日本語訳したものである。

表 5-9 環境的影響に関する聞き取り調査（ロンアン省 DARD）

記入日 2004/12/29

担当者 TRAN MINH TUNG
 組織名 Agricultural and Rural Development Department (DARD)
 役職 Vice Director

1 社会環境

1) 住民
<p>質問：プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて地域住民に適切な説明を行い、理解を得るか。</p> <p>回答：プロジェクトは予備調査段階で、情報や関連専門家・省人民委員会からの評価の収集をしている。住民には公開されていない。</p> <p>質問：住民からのコメントに対して適切に対応されるか。</p> <p>回答：もしあった場合は、対応される</p> <p>質問：プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じないか。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。</p> <p>回答：プロジェクトの実施に際し、もし住民移転が生じるなら、ロンアン PC は地域住民に対して移転の影響が最小となるべく適切な政策をもたらすことで援助しサポートする</p>
2) 生活・生計
<p>質問：プロジェクトによる住民の生活への悪影響はないか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。特に森林における農耕、牧畜、狩猟および採取等の第一次産業を生計手段としていた住民の生活に配慮されているか。</p> <p>回答：プロジェクトは、以下に挙げるような不利益を住民に起こすかもしれない いくつかの世帯は引越しを余儀なくされるかも知れず、新しい環境や生活状況に慣れるのには時間がかかる 発電所からの不要物（固形廃棄物、煙など...）が近隣の住民の生活に悪影響を及ぼすかもしれない 森林にて牧畜、狩猟および採取を行っている住民に対しては、プロジェクトは影響しないと思われる</p> <p>質問：林道の設置により外部から林業資源が不法に侵害を受けないよう適切な対策が講じられるか。</p> <p>回答：必要無し</p> <p>質問：プロジェクトの実施により必要となる社会基盤の整備は十分か（病院・学校、道路等）。不十分な場合、整備計画はあるか。</p> <p>回答：現在コメント無し。プロジェクトの実施場所未決の為</p>

<p>質問：プロジェクトに伴う大型車両等の運行によって周辺の道路交通に影響はないか。必要に応じて交通への影響を緩和する配慮が行われるか。</p> <p>回答：影響無し 交通への影響を緩和する配慮も必要無し</p> <p>質問：プロジェクト活動に伴う作業員等の流入により、疾病の発生（HIV等の感染症を含む）の危険はないか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮は行われるか。</p> <p>回答：現状無し</p> <p>質問：プロジェクトによる取水（地表水、地下水）や温排水の放流が、既存の水利用、水域利用（特に漁業）に影響を及ぼさないか。</p> <p>回答：プロジェクトの技術概要が分からないので、影響も明確になっていない</p>
<p>3) 文化遺産</p> <p>質問：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、史跡等を損なわないか。また、ベトナムの国内法上定められた措置が考慮されるか。</p> <p>回答：ダメージ無し</p>
<p>4) 景観</p> <p>質問：特に配慮すべき景観への悪影響はないか。必要な対策は取られるか。</p> <p>回答：影響無し</p>
<p>5) 少数民族、先住民族</p> <p>質問：ベトナムの少数民族、先住民族の権利に関する法律が守られるか。</p> <p>回答：プロジェクトの実施にあたって関連する法律に基づくべき</p> <p>質問：少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされるか。</p> <p>回答：プロジェクトは先住民族の文化、生活様式に若干影響するかも知れない</p>

2 自然環境

<p>1) 保護区</p> <p>質問：サイトはベトナムの法律・国際条約等に定められた保護区内に立地していないか。プロジェクトが保護区に影響を与えないか。</p> <p>回答：無い</p>
<p>2) 生態系</p>

質問：サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（マングローブ湿地、干潟等）を含まないか。

回答：無い

質問：サイトはベトナムの法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含まないか。

回答：無い

質問：樹木の大規模な伐採により、日射、温度、湿度等が変化し、周辺の植生に影響が生じないか。

回答：生じるかもしれないが現状では測定できない（プロジェクト技術の概要と発電所の規模が分からないので）

質問：樹木の大規模な伐採等により、野生生物の繁殖の場や餌場が失われないか。

回答：失われることにはなるが、深刻な影響ではない

質問：単一の樹種を植えることで、野生生物の生育環境に影響はないか。また、病害虫の大量発生を招く可能性はないか。

回答：現状では特定されていない

質問：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。

回答：プロジェクトの結果しだいではあるが、もし生じた場合、ロンアン省人民委員会と関係各部署は最善の解決方法を探すべく協力する

質問：プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、河川等の水域環境に影響を及ぼさないか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。

回答：プロジェクトの技術次第

質問：温排水の放流や冷却水の大量の取水、浸出水の排出が周辺水域の生態系に悪影響を与えないか。

回答：何らかの影響は生じると思われるので、プロジェクトは、ベトナム国の「環境天然資源法」を順守すべきである

3) 水象

質問：樹木の大量伐採や林道の設置等により雨水の流出量や流出特性が変化し、周辺の水象に影響が生じないか。

回答：後日科学者によって評価されるべき

質問：森林伐採により水源涵養機能が失われ、当該森林を水源とする流域全体に影響が生じないか。

回答：科学者によって後日分析をされるべきではあるが、メラルーカは乾湿両方の土壌で生育するので、水源機能の影響は深刻なものにならないと思われる

4) 地形・地質

質問：伐採により森林の治山機能が失われ、土砂崩壊や地滑りは生じ
ないか。

回答：無い

5) 跡地管理

質問：適切な跡地管理計画が考慮されるか。特に、伐採跡地からの土砂流出
を防ぐために適切な対策がなされるか。

回答：伐採後は再植林を行う

質問：跡地管理の継続体制は確立されるか。

回答：全ての伐採跡地はロンアン省の関係機関によって管理されている

質問：跡地管理に関して適切な予算措置は講じられるか。

回答：講じられる

表 5-10 環境的影響に関する聞き取り調査（ロンアン省 DOI）

記入日 2004/12/12

担当者 DUONG VAN HOANG THANH
 組織名 The Industrial Department (DOI)
 役職 Acting Director

1 社会環境

1) 住民	<p>質問：プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて地域住民に適切な説明を行い、理解を得るか。 回答：プロジェクトについては公開されていない</p> <p>質問：住民からのコメントに対して適切に対応されるか。 回答：もしあった場合は、対応される</p> <p>質問：プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じないか。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。 回答：移転の影響を最小限にするため、適切な政策が適用されるべきである</p>
2) 生活・生計	<p>質問：プロジェクトによる住民の生活への悪影響はないか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。特に森林における農耕、牧畜、狩猟および採取等の第一次産業を生計手段としていた住民の生活に配慮されているか。 回答：プロジェクトが、特に発電所の建設区域で、住民の生活に影響を及ぼす可能性はある</p> <p>質問：林道の設置により外部から林業資源が不法に侵害を受けないよう適切な対策が講じられるか。 回答：必要無し</p> <p>質問：プロジェクトの実施により必要となる社会基盤の整備は十分か（病院・学校、道路等）。不十分な場合、整備計画はあるか。 回答：基本的な社会基盤は十分で、病院、学校、道路は利用可能。政府は、発電所が建設される予定の Thanh Hoa 地区とホーチミン市を直接繋ぐ国道 2 号線を計画中</p> <p>質問：プロジェクトに伴う大型車両等の運行によって周辺の道路交通に影響はないか。必要に応じて交通への影響を緩和する配慮が行われるか。 回答：影響無し 交通への影響を緩和する配慮も必要無し</p> <p>質問：プロジェクト活動に伴う作業員等の流入により、疾病の発生（HIV 等の感染症を含む）の危険はないか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮が行われるか。</p>

<p>回答：現状無し</p> <p>質問：プロジェクトによる取水（地表水、地下水）や温排水の放流が、既存の水利用、水域利用(特に漁業)に影響を及ぼさないか。</p> <p>回答：現時点では明確になっていない。プロジェクトの技術仕様は後日評価を受けるべき</p>
<p>3) 文化遺産</p> <p>質問：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、史跡等を損なわないか。また、ベトナムの国内法上定められた措置が考慮されるか。</p> <p>回答：ダメージ無し</p>
<p>4) 景観</p> <p>質問：特に配慮すべき景観への悪影響はないか。必要な対策は取られるか。</p> <p>回答：影響無し</p>
<p>5) 少数民族、先住民族</p> <p>質問：ベトナムの少数民族、先住民族の権利に関する法律が守られるか。</p> <p>回答：プロジェクトの実施にあたって関連する法律に基づくべき</p> <p>質問：少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされるか。</p> <p>回答：現状無し</p>

2 自然環境

<p>1) 保護区</p> <p>質問：サイトはベトナムの法律・国際条約等に定められた保護区内に立地していないか。プロジェクトが保護区に影響を与えないか。</p> <p>回答：無い</p>
<p>2) 生態系</p> <p>質問：サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（マングローブ湿地、干潟等）を含まないか。</p> <p>回答：無い</p> <p>質問：サイトはベトナムの法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含まないか。</p> <p>回答：無い</p> <p>質問：樹木の大規模な伐採により、日射、温度、湿度等が変化し、周辺の植生に影響が生じないか。</p>

回答：生じるかもしれないが、影響がどのようなものかはプロジェクトの技術や発電所の規模の調査分析の後、詳述されるべきである

質問：樹木の大規模な伐採等により、野生生物の繁殖の場や餌場が失われないか。

回答：失われることにはなるが、深刻な影響ではない

質問：単一の樹種を植えることで、野生生物の生育環境に影響はないか。また、病害虫の大量発生を招く可能性はないか。

回答：現状では特定されていない

質問：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。

回答：考慮されるべき

質問：プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、河川等の水域環境に影響を及ぼさないか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。

回答：プロジェクトの技術次第

質問：温排水の放流や冷却水の大量の取水、浸出水の排出が周辺水域の生態系に悪影響を与えないか。

回答：何らかの影響は生じると思われるので、プロジェクトは、ベトナム国の廃物処理基準に厳密に準ずるべき

3) 水象

質問：樹木の大量伐採や林道の設置等により雨水の流出量や流出特性が変化し、周辺の水象に影響が生じないか。

回答：影響は生じると思われるが深刻ではない

質問：森林伐採により水源涵養機能が失われ、当該森林を水源とする流域全体に影響が生じないか。

回答：科学者によって後日分析されるべき

4) 地形・地質

質問：伐採により森林の治山機能が失われ、土砂崩壊や地滑りは生じないか。

回答：無い

5) 跡地管理

質問：適切な跡地管理計画が考慮されるか。特に、伐採跡地からの土砂流出を防ぐために適切な対策がなされるか。

回答：伐採後は再植林される

質問：跡地管理の継続体制は確立されるか。

回答：ベトナム国の開発資源/森林法とロンアン省の政策を基に行われる

質問：跡地管理に関して適切な予算措置は講じられるか。

回答：講じられる

第 6 章 PDD

6.1 木質バイオマス発電事業 (SSC PDD)

CONTENTS

- A. General description of project activity
- B. Baseline methodology
- C. Duration of the project activity / Crediting period
- D. Monitoring methodology and plan
- E. Calculation of GHG emission reductions by sources
- F. Environmental impacts
- G. Stakeholders comments

Annexes

- Annex 1: Information on participants in the project activity
- Annex 2: Information regarding public funding

A. General description of project activity

A.1 Title of the project activity:

Wood Biomass Power Generation Project in Long An, Vietnam

ベトナムロンアン省における木質バイオマス発電プロジェクト

A.2 Description of the project activity:

The project involves the construction and operation of a power plant in Long An province, in the Mekong Delta region of South Vietnam, with 5.5 MW gross generating capacity. This is a wood biomass power generation project and the fuel is Melaleuca wood. 5 MW of electricity generated by the project will be sold to the national grid under a power purchase agreement with Power Company No.2, which is a regional transmission company under Electricity of Vietnam (EVN).

本プロジェクトは、南部ベトナムメコン・デルタ地域のロンアン省における 5.5MW の発電所の建設と運営からなる。本プロジェクトは木質バイオマス発電で、メラルーカを発電燃料として利用する。本プロジェクトで発電された電力の 5MW は EVN の地域配電会社である PC2 との売電契約の下、国家電力網へ販売される。

EVN is a state owned company and therefore it used to be responsible for almost the entire power sector in Vietnam. Then power market has been opening to IPPs and BOT (Build-Operate-Transfer) power plants, and the amount of electricity provided from foreign investors owned BOT power plants and sugar factories is increasing. However, power supply does not seem enough considering high electricity demand due to the economic growth in Vietnam, the frequent power failures and unelectrified households in rural areas. This biomass power generation project will make a small contribution to meet electricity demand in rural area, besides this will meet the long-term energy planning till 2020, which is saying “biomass energy-used power is about 300 MW”.

EVN は国営企業であり、それゆえかつてはベトナムの電力セクターのほとんど全てに対して責任を有していた。その後、電力市場は IPP や BOT 発電所に開放されてきており、外国投資者による BOT 発電所や砂糖工場からの電力供給は増加している。しかしながら、ベトナム国の経済発展による電力の高需要、停電の頻発、地方の未電化世帯を考慮に入れると、電力の供給は十分であるとは言い難い。本バイオマス発電プロジェクトは、農村部における電力需要に僅かながら貢献し、加えて 2020 年までの長期エネルギー計画にあるバイオマスによる 300MW 規模の発電容量の開発に沿うものである。

Melaleuca is an evergreen arbour, which belongs to the Myrtaceae family, and it is distributed widely through Asia tropic zone and the north of Australia. Since Melaleuca can grow on acid soil, the Vietnamese government has encouraged Melaleuca afforestation in Long An province. Because about a half of Long An province is covered by acid soil and therefore it has been difficult to cultivate agricultural products there. Nowadays, a lot of farmers engaged in Melaleuca afforestation and approximately 64,000ha of Melaleuca forests exist in Long An province. However demand for Melaleuca woods as construction materials is not as high as expected, therefore it discourages farmers from planting Melaleuca. People’s Committee of Long An Province has been seeking good solutions to stimulate Melaleuca market and therefore

this project has been planned.

メラルーカは、フトモモ科に属する常緑高木であり、熱帯アジアとオーストラリア北部に広く分布している。メラルーカは酸性土壌においても生育が可能のため、ベトナム政府はロンアン省においてメラルーカの植林を奨励している。ロンアン省では省面積の約半分を酸性土壌が占めており、そのため農産物の栽培が困難であった。現在では多くの農民がメラルーカの植林に従事しており、ロンアン省には約 64,000ha のメラルーカ植林地が存在する。しかし建材としての需要は期待していた程ではなく、そのため農民達は植林に対する意欲を失いつつある。ロンアン省はメラルーカの市場を活性化させる打開策を探しており、それゆえ本プロジェクトが計画されることとなった。

The purpose of the project is to contribute to sustainable development in the region and the country, and prospective contributions are followings:

- Provide electricity to local residents in rural area
- Assist to encourage afforestation
- Create new employment opportunities at the power plant

本プロジェクトの目的は地域と国家の持続可能な発展に寄与することであり、想定される貢献は以下のようなものである。

- 農村部における地域住民への電力の供給
- 植林活動奨励への助力
- 発電所における新規雇用の創出

A.3 Project participants:

People's Committee of Long An Province: Project owner

Own and run the power plant.

ロンアン省人民委員会: プロジェクト・オーナー

発電所の所有と運営.

Power Company No.2: Electricity purchaser

Purchase electricity sent to the grid under a power purchase agreement.

Power Company No.2: 電力の購入者

買電契約の下、グリッドに送られた電力を購入

Sojitz Research Institute, Ltd. (SRI): Investor and carbon credit owner

Will establish a fund to invest in the project and acquire the carbon credits from this project

SRI is also the CDM advisor to the project.

双日総合研究所 (SRI): 投資者、CER 獲得者

本プロジェクトに投資をするファンドを設立し、CER を獲得する

SRI は本プロジェクトの CDM アドバイザーでもある

The official contact for the CDM project activity will be People's Committee of Long An Province.

CDM プロジェクト活動の連絡先は、ロンアン省人民委員会である

A.4 Technical description of the project activity:

A.4.1 Location of the project activity:

A.4.1.1 Host country Party(ies):

Socialist Republic of Vietnam ベトナム社会主義共和国

A.4.1.2 Region/State/Province etc.:

Long An province ロンアン省



Figure 1: Geographical position of Long An province

A.4.1.3 City/Town/Community etc:

Thanh Hoa district タンホア県

A.4.1.4 Detailed description of the physical location, including information allowing the unique identification of this project activity (max one page):

The power plant will be located in Thuan Nghia Hoa Industrial Zone, which will be set up in Thanh Hoa district in Long An province. Long An province is at the north-east end of Mekong Delta region in south Vietnam, and it adjoins Ho Chi Minh City.

発電所はロンアン省タンホア県の Thuan Nghia Hoa 工業団地に建設予定である。ロンアン省は、南部ベトナムのメコン・デルタ地域の北東に位置しており、またホーチミン市に隣接している。

Thuan Nghia Hoa Industrial Zone will be directly connected with Ho Chi Minh City by National Highway No.2 (N2), which is under construction at present. Besides, the industrial zone is planned along a canal, therefore water transportation of fuel is available.

Thuan Nghia Hoa 工業団地は現在建設中の国道 2 号(N2)によりホーチミン市に直結し、また工業団地は運河沿いに建設されるので燃料の水上輸送が可能となる。

A.4.2 Type and category(ies) and technology of project activity

Type: Type I – Renewable Energy Projects
タイプI - 再生可能エネルギープロジェクト

Category: I.D. – Renewable electricity generation for a grid
I.D. - 送電網用再生可能発電

Technology of project activity

The project technology includes the biomass gasification system and the electric power generation system. The power plant generates the pyrolysis gas (pyro-gas) by gasifying the wood chips (Melaleuca wood), and the pyro-gas is sent to the gas engine in which the electric power is generated by incinerating the pyro-gas. The project produces renewable energy from biomass and the total generation capacity is 5.5 MW, which is below the 15MW, therefore the project falls within the small scale rating and classified into section ID of Appendix B of the simplified modalities and procedures for small-scale CDM project activities. 5MW of electricity generated by the project will be supplied to the national grid and will be transmitted to third parties (industrial or domestic) via the national grid.

本プロジェクト技術はバイオマスのガス化システムと発電システムを含む。発電所では、メルルーカのウッドチップのガス化により熱分解ガスを得、熱分解ガスはガスエンジンに送られ、燃焼により電力を得る。本プロジェクトはバイオマスから再生可能エネルギーを産出するものであり、総発電容量は 5.5MW で、15MW 以下であるので、本プロジェクトは小規模 CDM に属し、小規模 CDM プロジェクト活動に関する簡易化手法及び手順の Appendix B の中の ID に分類される。本プロジェクトにより発電された 5MW の電力は国家配電網に供給され、第三者（工業用、家庭用）に配電される。

A.4.3 Brief statement on how anthropogenic emissions of greenhouse gases (GHGs) by sources are to be reduced by the proposed CDM project activity:

The project results in a reduction of 33,216 tonnes of CO₂ per annum. Because the CO₂ neutral biomass based power supplied to the electricity grid replaces CO₂-emitting fossil fuel based power that would be generated in the absence of the project.

本プロジェクトによる CO₂ 削減効果は年間 33,216t である。本プロジェクトはカーボンニュートラルであるバイオマスを燃料とする発電によって電力を電力網に供給するが、本プロジェクト不在の場合には、化石燃料による発電が行われると考えられるため、化

石燃料由来の二酸化炭素を排出する発電の代替という形で人為的二酸化炭素の削減が行われる。

A.4.4 Public funding of the project activity:

Japanese export credit facility is considered to be used. The export credit is not categorized in ODA.

本邦輸出信用の使用を検討する。輸出信用は ODA ではない。

A.4.5 Confirmation that the small-scale project activity is not a debundled component of a larger project activity:

As stated in Appendix C, of the Simplified Modalities and Procedures for Small-Scale CDM Project Activities, a proposed small-scale project activity shall be deemed to be a debundled component of a large project activity if there is a registered small-scale CDM project activity or an application to register another small-scale CDM project activity:

- With the same project participants;
- In the same project category and technology/measure; and
- Registered within the previous 2 years; and
- Whose project boundary is within 1 km of the project boundary of the proposed small-scale activity at the closest point.

As there is no registered small-scale CDM project activity at the site, the project is not a debundled component of a larger project activity.

小規模 CDM プロジェクト活動に関する簡素化された M&P の Appendix C に述べられているように、以下の要素をに合致する他の小規模 CDM 活動が登録、或いは提出されている場合は、提案された小規模 CDM 活動が大きなプロジェクト活動を分解したコンポーネントである見なされるべきである。

- 同一のプロジェクト参加者によるもの
- 同一のプロジェクトカテゴリーと技術を使用するものであり、
- 2年以内に登録されているものであり、
- そのCDMプロジェクト活動のプロジェクトバウンダリーが本小規模CDMプロジェクトのバウンダリーの1km以内にあるもの

本プロジェクトのプロジェクトサイトには、他に登録されている CDM プロジェクト活動は存在しないため、本プロジェクトは大きなプロジェクト活動を分解したコンポーネントではない。

B. Baseline methodology

B.1 Title and reference of the project category applicable to the project activity:

Type: Type I – Renewable Energy Projects
タイプ I - 再生可能エネルギープロジェクト

Category: I.D. – Renewable electricity generation for a grid
I.D. - 送電網用再生可能発電

B.2 Project category applicable to the project activity:

According to appendix B of the simplified M&P for small-scale CDM project activities, Category ID comprises renewables, such as photovoltaics, hydro, tidal/wave, wind, geothermal, and biomass, that supply electricity to an electricity distribution system that is or would have been supplied by at least one fossil fuel or non-renewable biomass fired generating unit. The project produces renewable energy from Melaleuca wood (wood biomass) gasification. Generated electricity will be supplied to the national grid and will be delivered to third parties (industrial or domestic) with other electricity such as generated from fossil fuel. Therefore the project falls within Type I, Category I.D.

小規模 CDM プロジェクト活動に関する簡易化手法及び手順の Appendix B によると、カテゴリ ID は、少なくとも一つの化石燃料または再生可能でないバイオマスによる発電ユニットにより供給されている、または、供給されていた配電システムに電力を供給する再生可能な、例えば太陽電池、水力、潮力/波力、風力、地熱及びバイオマスによるものである。本プロジェクトはメルルーカ（木質バイオマス）のガス化から再生可能エネルギーを産出するものである。発電された電力は国家配電網に供給され、石油燃料などで発電された他の電力と共に第三者（工業用、家庭用）に配電される。それゆえ、本プロジェクトはタイプ I、ID に分類される。

B.3 Description of how the anthropogenic GHG emissions by sources are reduced below those that would have occurred in the absence of the proposed CDM project activity (i.e. explanation of how and why this project is additional and therefore not identical with the baseline scenario)

In order to show the additionality of the project, barriers stated in Attachment A to appendix B of the simplified M&P for small-scale CDM project are considered, then baseline scenario will be determined in B.5.1.

本プロジェクトの追加性を示すため、小規模 CDM プロジェクト活動に関する簡易化された M&P の Appendix B の Attachment A に述べられているバリアを検討し、B.5.1 でベースラインシナリオを決定する。

- Investment barrier 投資バリア

As briefly stated in A.2, the project aims to utilize Melaleuca wood, which is surplus to demand for construction materials. The project is expected to stimulate Melaleuca market in order to enable to benefit farmers. It is possible that the fuel cost is much higher comparing to rice husk power generation. In any case, cost efficiency of biomass power generation in terms of both initial and operational cost is not to be compared with that of gas-fired and coal

thermal power generation. Thus, this sort of project would not be implemented without CDM framework.

A.2 で簡単に述べたように、本プロジェクトは建材として余剰気味であるメラルーカの有効利用を目的としており、農民が利益を得られるようメラルーカ市場を活性化させることを期待されている。そのため燃料コストは、籾殻を利用したバイオマス発電と比べても高くなる可能性がある。いずれにせよ、バイオマス発電の経済性は、初期コスト・運転資金ともに、ガス火力や石炭火力発電と比較して著しく劣る。それゆえ、CDM の枠組がなければ実施されないプロジェクトであると言える。

The 2001-2010 Power Development Master Plan of Vietnam was approved in June 2001. According to it, electricity demand is forecast to grow at an average yearly growth of 10 to 12 percent to reach between 70,000 to 80,000 GWh in 2010. In order to meet the power demand in the future, EVN gives high priority to the development of thermal power plants using fossil fuels (mainly coal, gas) and hydropower plants. As touched in A.2, biomass energy-used power will be only 300 MW according to the long-term energy planning till 2020.

ベトナムでは、2001~2010 年の電力開発計画マスタープランが 2001 年 6 月に制定された。それによると電力需要は年平均 10 から 12% の割合で成長すると予測され、2010 年には 70,000 から 80,000GWh に達するとみられている。将来の電力需要に応じるため、EVN は化石燃料（主に石炭、ガス）を利用した火力発電と水力発電の開発に重点を置いている。A.2 でも触れたが、2020 年までの長期エネルギー計画によると、バイオマス・エネルギーによる発電は僅か 300MW である。

Another biomass power plant is not a strong candidate in the absence of the project and there is no power plant or no any other power plant planed in Long An province for the time being. Therefore, electricity would be supplied from a power plant near by, however Mekong Delta region around Long An province is fairly flat and hydropower plants do not seem practical in that area. Therefore, CO2-emitting thermal power would be used in the absence of the project and it would be more reasonable.

本プロジェクト活動が無かった場合、他のバイオマス発電所が計画されるとは考えにくく、また現在ロンアン省には発電所は無く、建設予定も本プロジェクトの他には無い。そのため、電力は近隣の発電所から供給されると考えられるが、ロンアン省周辺のメコン・デルタ地域は非常に平坦なため水力発電はその地域では実用的で無い。それゆえ、本プロジェクト活動が無かった場合には、CO2 排出の高い火力発電による電力が利用されていたと考えられ、コスト的には安価であったと思われる。

- Technological barrier 技術バリア

There is no experience to sell electricity generated from wood biomass anywhere in Vietnam. Besides the gasification system used in the project has not been prevailed in Vietnam since efficient thermal conversion technology has not been fully developed yet.

ベトナムのいかなる地域においても、木質バイオマス発電による売電の事例は無い。またベトナムでは効率的な熱変換技術が十分に発展していないため、本プロジェクトで使用されているガス化システムは普及していない。

B.4 Description of the project boundary for the project activity:

According to Appendix B, the project boundary for renewable energy projects that generate electricity for a grid encompasses the physical, geographical site of the renewable generation source. In the project, it includes emissions from activities that occur inside the power plant. Besides, The physical delineation is defined as the plant site, with the exception of off-site transportation, which is included within the project boundary. Thus, the emission reduction of GHG in the baseline has to be set off with the emissions of transportation.

Appendix Bによると、送電網用再生可能発電の再生可能エネルギープロジェクトのバウンダリーは、再生可能発電所の物理的、地理的な位置を含むものとする。本プロジェクトでは、発電所内で行われる活動による GHG の排出が含まれる。さらに、本プロジェクトでは、プロジェクトバウンダリーの物理的な設定は発電所と定義されるが、例外としてオフサイトの運搬に関する排出もバウンダリーに含む。それゆえ、ベースラインの GHG 排出削減は運搬による排出と相殺される必要がある。

B.5 Details of the baseline and its development:

B.5.1 Specify the baseline for the proposed project activity using a methodology specified in the applicable project category for small-scale CDM project activities contained in appendix B of the simplified M&P for small-scale CDM project activities:

The baseline methodology given in Type I.D. paragraph 7 (a) of Appendix B, version 04 is applied to the project since the project is newly developed and it is not a replacement of any existent power generation facilities.

本プロジェクトは新規に設立され、既存の発電設備の代替では無いことより、ベースラインの方法論は Appendix B version 04 のタイプ I.D、7 (a)が適用される。

The baseline is the kWh produced by the renewable generating unit multiplied by an emission coefficient (measured in kg CO₂equ/kWh), which is the average of the “approximate operating margin” and the “build margin” in this case.

ベースラインは再生可能エネルギー発電ユニットによる発電kWhに、排出係数 (kg CO₂equ/kWhの形のもの) この場合は“ Approximate Operating Margin”と“ Build Margin”の平均、を乗じて算出される。

(i) Approximate Operating Margin

The “approximate operating margin” is the weighted average emissions (in kg CO₂equ/kWh) of all generating sources serving the system, excluding hydro, geothermal, wind, low-cost biomass, nuclear and solar generation. For this project, it will be based on the weighted average emissions during 3 latest years (2000, 2001 and 2002) of all generating sources serving the national grid system, excluding hydro, geothermal, wind, low-cost biomass, nuclear and solar generation.

“Approximate Operating Margin”とは、システムに供給する全ての発電源であって、水力、地熱、風力、低価格バイオマス、原子力及び太陽光発電を除いた、重み付き平均排出係数(kg CO₂equ/kWh の形のもの)である。本プロジェクトでは、過去3年間(2000、2001、2002年) に国家電力網に供給された電力のうち水力、地熱、風力、低価格バイオマス、原子力及び太陽光発電を除いた重み付き平均排出係数が基になっている。

a. In 2000

Following table shows national grid generation mix in 2000.

Table 1: Break down of the installed Capacity on basis of fuel used & fuel consumption in 2000.

Type of Fuel	Electricity Generating (GWh)	Generating efficiency (%)	Fuel consumption (kTOE)	IPCC Emission Factor (kg CO ₂ equ/kWh)	Total CO ₂ emission (KTCO ₂)
Natural Gas	4355	41.75%	897	0.2021	2108.78
Coal	3135	22.37%	1205	0.3541	4962.15
Fuel Oil	2610	31.61%	710	0.2788	2301.91
Diesel	1893	31.18%	522	0.2669	1620.21
TOTAL	11,993		2924		10,993.06

Source: V-Master Plan of electricity expansion (2000-2010)-Electricity of Vietnam (Corporation).
National Project on Strategy & Policy for Sustainable Energy Development-KHCN-09 (1996-2000)

So, the weighted average emissions (in kg CO₂equ/kWh) of all generating sources serving the system, excluding hydro, geothermal, wind, low-cost biomass, nuclear and solar generation in 2000 is:

2000 年における水力、地熱、風力、低価格バイオマス、原子力及び太陽光発電を除いた全燃料タイプによる発電の重み付き平均排出係数(in kg CO₂equ/kWh)は、

$$K_{2000} = 10,993.06/11,993 = \underline{0.9166 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}}$$

b. In 2001

Following table shows national grid generation mix in 2001.

Table 2: Break down of the installed Capacity on basis of fuel used & fuel consumption in 2001.

Type of Fuel	Electricity Generating (GWh)	Generating efficiency (%)	Fuel consumption (kTOE)	IPCC Emission Factor (kg CO ₂ equ/kWh)	Total CO ₂ emission (KTCO ₂)
Natural Gas	4467	43.21%	889	0.2021	2089.98
Coal	3219	22.38%	1237	0.3541	5093.93
Fuel Oil	2923	30.17%	833	0.2788	2700.70
Diesel	1976	30.67%	554	0.2669	1719.53
TOTAL	12,585		3513		11,604.13

Source: V-Master Plan of electricity expansion (2000-2010)-Electricity of Vietnam (Corporation).
National Project on Strategy & Policy for Sustainable Energy Development-KHCN-09 (1996-2000)

So, the weighted average emissions (in kg CO₂equ/kWh) of all generating sources serving the system, excluding hydro, geothermal, wind, low-cost biomass, nuclear and solar generation in 2001 is:

2001 年における水力、地熱、風力、低価格バイオマス、原子力及び太陽光発電を除いた全燃料タイプによる発電の重み付き平均排出係数(in kg CO₂equ/kWh)は、

$$K_{2001} = 11,604.13/12,585 = \underline{0.9221 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}}$$

c. In 2002

Following table shows national grid generation mix in 2002.

Table 3: Break down of the installed Capacity on basis of fuel used & fuel consumption in 2002.

Type of Fuel	Electricity Generating (GWh)	Generating efficiency (%)	Fuel consumption (kTOE)	IPCC Emission Factor (kg CO ₂ equ/kWh)	Total CO ₂ emission (KTCO ₂)
Natural Gas	8337	39.83%	1800	0.2021	4231.67
Coal	4878	22.08%	1900	0.3541	7824.14
Fuel Oil	2663	30.17%	759	0.2788	2460.78
Diesel	1724	28.67%	517	0.2669	1604.69
TOTAL	17,602		4976		16,121.28

Source: V-Master Plan of electricity expansion (2000-2010)-Electricity of Vietnam (Corporation). National Project on Strategy & Policy for Sustainable Energy Development-KHCN-09 (1996-2000)

So, the weighted average emissions coefficient (in kg CO₂equ/kWh) of all generating sources serving the system, excluding hydro, geothermal, wind, low-cost biomass, nuclear and solar generation in 2002 is:

2002 年における水力、地熱、風力、低価格バイオマス、原子力及び太陽光発電を除いた全燃料タイプによる発電の重み付き平均排出係数(in kg CO₂equ/kWh)は、

$$K_{2002} = 16,121.28/17,602 = \underline{0.9159 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}}$$

Thus, the “approximate operating margin” coefficient will be the least value of three years emission factor (2002):

従って、“ approximate operating margin”の係数は 3 年間の最低値、すなわち 2002 年の値となり、

$$K1 = \underline{0.9159 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}}$$

(ii) **Build Margin**

The “build margin” is the weighted average emissions (in kg CO₂equ/kWh) of recent capacity additions to the system, which capacity additions are defined as the greater (in MWh) of most recent 4 20% 5 of existing plants or the 5 most recent plants.” For this project, it will be calculated based on the weighted average emissions coefficient of 5 most recent plants in Vietnam.

”Build Margin”とは、新しくシステムに追加された設備であって、建設された設備のう

この最新の 20%の値または最新の 5 設備の値のうちいずれか大きい値の重み付き平均排出係数 (kg CO₂equ/kWh の形のもの) である。本プロジェクトでは、ベトナム国内で直近に建設された 5 基の発電設備の重み付き平均排出係数を基に計算される。

5 most recent plants are shown in Table 4 below.
直近に建設された5基の発電設備を表4に示す。

Table 4: 5 most recent power plants in Vietnam

Plants	Type	Installed capacity, MWh	Commission date	Electricity outputs, GWh		
				2003	2004	2005
Pha Lai II	Coal	600	2002	3627	3627	3627
Na Duong + Cao Ngan	Coal	200	2004	0	605	1290
Phu My 2.2 & 3	Natural Gas	1440	2003	2478	7435	9462
Ca Mau	Natural Gas	720	2005	0	0	1261
Can Don	Hydro	72	2003	266	266	266
Total				6371	11933	15906
Total for 3 years				34,210.00 GWh		

(Continued)

Plants	Fuel consumption				Efficiency (%)			CO ₂ Emission, MT.CO ₂		
	2003	2004	2005		2003	2004	2005	2003	2004	2005
Pha Lai II	1,614	1,614	1,614	kTones	27.60	27.60	27.60	4.65	4.65	4.65
Na Dunong + Cao Ngan	0	314	629	kTones	-	23.67	25.19	0.00	0.91	1.81
Phu My 2.2 & 3	644	1,933	2,460	M.m3	39.86	39.85	39.85	1.26	3.77	4.80
Ca Mau	0	0	252	M.m3	-	-	51.84	0.00	0.00	0.49
Can Don	0	0	0		-	-	-	0	0	0
Total								5.91	9.33	11.76
Total for 3 years								26.99MT-CO₂		

Based on the information shown in Table 4, the weighted average emissions coefficient of 5 most recent plants will be:

表 4 の情報に基づき、直近に建設された 5 基の発電設備の重み付き平均排出係数は、

$$K_{5 \text{ most recent plant}} = 26.99 \text{MTCO}_2 / 34.21 \text{TWh} \\ = \underline{0.7891 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh}}$$

Thus, the “build margin” coefficient will be:

従って“build margin”の排出係数は、

$$K_2 = K_{5 \text{ most recent plant}} = \underline{0.7891 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh}}$$

Therefore, the average of the “approximate operating margin” and the “build margin” or

emission coefficient of the baseline is:

それゆえ、“approximate operating margin” と “build margin”の平均、すなわちベースラインシナリオの排出係数は、

$$\begin{aligned} K_{\text{baseline}} &= 0.5*(K1+K2) = 0.5*(0.9159+0.7891) \\ &= 0.8525 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} \end{aligned}$$

B.5.2 Date of completing the final draft of this baseline section (DD/MM/YYYY):

22/02/2005

B.5.3 Name of person/entity determining the baseline:

Entity:	Sojitz Research Institute Ltd.
Province, Country:	Tokyo, Japan
Tel:	+81-3-5520-2203
E-mail:	nakajima.hidenobu@sojitz.com

C. Duration of the project activity and crediting period

C.1 Duration of the project activity:

C.1.1 Starting date of the project activity:

January 2007 2007 年 1 月

C.1.2 Expected operational lifetime of the project activity: *(in years and months, e.g. two years and four months would be shown as: 2y-4m.)*

23 years 23 年間

C.2 Choice of the crediting period and related information: *(Please underline the selected option (C.2.1 or C.2.2) and provide the necessary information for that option.)*

C.2.1 Renewable crediting period (at most seven (7) years per crediting period)

C.2.1.1 Starting date of the first crediting period (DD/MM/YYYY):

01/01/2007 2007 年 1 月 1 日

C.2.1.2 Length of the first crediting period *(in years and months, e.g. two years and four months would be shown as: 2y-4m.):*

7y-0m 7 年間

C.2.2 Fixed crediting period (at most ten (10) years):

C.2.2.1 Starting date (DD/MM/YYYY):

N/A

C.2.2.2 Length (max 10 years): *(in years and months, e.g. two years and four months would be shown as: 2y-4m.)*

N/A

D. Monitoring methodology and plan

D.1 Name and reference of approved methodology applied to the project activity:

Type:	Type I – Renewable Energy Projects タイプI - 再生可能エネルギープロジェクト
Category:	I.D. – Renewable electricity generation for a grid I.D. - 送電網用再生可能発電

Types and categories referred above are listed in Appendix B of the simplified M&P for small-scale CDM project activities.

上記のタイプとカテゴリーは小規模 CDM プロジェクト活動に関する簡素化された M&P の Appendix B に挙げられている。

D.2 Justification of the choice of the methodology and why it is applicable to the project activity:

As stated in Section B.2 in this PDD, the project is eligible as a small-scale CDM project. Thus, the monitoring methodology defined in paragraph 9 under Type I.D. will be applied to the project activity.

本 PDD の B.2 で述べられているように、本プロジェクトは小規模 CDM である。従ってタイプ I.D、9 に定義されているモニタリング方法が適用される。

This methodology involves metering of the electricity generated by the renewable technology. It provides measured data on the amount of electricity generated, the biomass input and the fossil fuel input. With this data, a reliable estimate of the amount of emission reduction can be made.

モニタリングの方法論は再生可能技術で発電された電力量の計測による。その方法論では、発電総量に対してのバイオマス投入量と化石燃料投入量の計測値が出される。そのデータによって信頼しうる排出削減量の推測がなされる。

D.3 Data to be monitored:

Table 5: Data to be monitored

ID number	Data type	Data variable	Data unit	Measured (m), calculated (c) or estimated (e)	Recording frequency	Proportion of data to be monitored	How will the data be archived? (electronic/ paper)	For how long is archived data to be kept?	Comment
1	Amount of energy	Net power exports to grid	kWh	m	Continuously	100%	Electronic and paper	Up to 2 years after the end of crediting period	Amount of electricity will be measured with an ammeter on the grid side.
2	Amount of fuel	Volume of Biomass	Tonne	m	Daily	100%	Electronic and paper	Up to 2 years after the end of crediting period	Melaleuca wood will be weighted upon delivery.
3	Amount of fuel	Quantity of diesel oil used	Liter	m	Yearly	100%	Electronic and paper	Up to 2 years after the end of crediting period	Diesel oil is input to gas engine units and a gasifier.

D.4 Name of person/entity determining the monitoring methodology:

Sojitz Research Institute Ltd. is the entity determining the monitoring plan as well as the baseline, and contact information is stated in Section B.5.3.

E. Calculation of GHG emission reductions by sources

E.1 Formulae used:

E.1.1 Selected formulae as provided in appendix B:

No formula is provided to quantify emission reduction of electricity generation in the Baseline Type I.D. in Appendix B.

Appendix Bにおけるタイプ I.D のベースラインでは、発電による排出量削減を計算する式は提供されていない。

E.1.2 Description of formulae when not provided in appendix B:

E.1.2.1 Describe the formulae used to estimate anthropogenic emissions by sources of GHGs due to the project activity within the project boundary: (for each gas, source, formulae/algorithm, emissions in units of CO₂ equivalent)

a. Fossil fuel

The project activity uses requires diesel oil. Firstly, a little diesel oil is input to gas engine as combustion improver during incineration in order to generate electricity. However, volume of diesel oil in relation to biomass is so small that the system is not regarded as a co-fired plant. Secondly, the gasifier requires diesel oil for star-up. The temperature inside of the gasifier needs to be kept high to generate the pyrolysis gas by wood chips, thus diesel oil will be used in order to raise the temperature at star-up. Therefore, the emissions by the gasifier should be taken into account.

本プロジェクト活動は軽油を用いる。まず、少量の軽油がガスエンジンで発電を行うための燃焼の際に助燃剤として投入される。しかしバイオマス量に対する軽油の量は非常に少ないので、本プロジェクトシステムは混焼による発電とは見なさない。次にガス化炉の立ち上げの時に軽油が必要となる。ウッドチップをガス化し熱分解ガスを得るためには、ガス化炉内部の温度を高温に保つ必要があり、そのため立ち上げの際に昇温させるため軽油が使用される。従って、ガス化炉からの二酸化炭素排出量は考慮される必要がある。

The following formula is used to estimate the annual emissions by the project
本プロジェクトによる年間排出量の算定には以下の式が用いられる。

$$G_{\text{diesel}} = CF_{\text{diesel}} * D_{\text{diesel}} * V_{\text{total}} \quad (\text{kg CO}_2/\text{year})$$

In which:

$$V_{\text{total}} = V_{\text{engine}} * V_{\text{gasifier}} \quad (\text{liter})$$

$$V_{\text{engine}} = I_{\text{engine}} * H * D \quad (\text{liter})$$

$$V_{\text{gasifier}} = I_{\text{gasifier}} * F_{\text{gasifier}} \quad (\text{liter})$$

where:

- CF_{diesel} = a conversion factor of diesel (kg CO₂ / kg)
軽油の変換係数 (kg CO₂ / kg)
- D_{diesel} = density of diesel oil (kg/l)

軽油の比重 (kg/l)

- V_{total} = total volume of diesel oil per year (liter)
1年間の軽油使用総量 (liter)
- V_{engine} = volume of diesel oil used in gas engine units per year (liter)
1年間にガスエンジンで使われる軽油使用量 (liter)
- $V_{gasifier}$ = volume of diesel oil used in a gasifier at start up per year (liter)
1年間にガス化炉の立ち上げで使われる軽油使用量 (liter)
- I_{engine} = input of diesel oil to gas engine units per hour (liter)
ガスエンジンでの1時間あたりの軽油使用量 (liter)
- H = hours of operation per day (hours)
1日の稼働時間 (時間)
- D = days of operation per year (days)
年間稼働日 (日)
- $I_{gasifier}$ = input of diesel oil to a gasifier per use (liter)
ガス化炉での1回あたりの軽油使用量 (liter)
- $F_{gasifier}$ = frequency to use diesel oil per year (times/year)
ガス化炉の年間軽油使用回数 (回/年)

The project activity emissions are;
年間のプロジェクト活動による排出量は ;

$$G_{gasifier}=3.2*(0.820/0.870)*(22.6*24*330+800*2)=3.2*0.94*180592= 543,221 \text{ kg CO}_2 \text{ per year}$$

b. Transportation

Emissions regarding to transportation of fuel should be considered. However no reliable data is available for the moment, thus it is not calculated in this PDD.

燃料の輸送による二酸化炭素排出は考慮される必要がある。しかしながら信頼できるなデータが無いため、本 PDD では計算に入れない。

E.1.2.2 Describe the formulae used to estimate leakage due to the project activity, where required, for the applicable project category in appendix B of the simplified modalities and procedures for small-scale CDM project activities (for each gas, source, formulae/algorithm, emissions in units of CO₂ equivalent)

This is not applicable since the renewable energy technology used in the project is not going to be transferred from another activity. Thus, no leakage calculation is required.

本プロジェクトで用いられている再生エネルギー技術は、他の活動からの転換ではないので、本項目は適用されない。従って、リーケージの計算は不要である。

E.1.2.3 The sum of E.1.2.1 and E.1.2.2 represents the project activity emissions:

543,221 kg CO₂ per year

E.1.2.4 Describe the formulae used to estimate the anthropogenic emissions by sources of GHG's in the baseline using the baseline methodology for the

applicable project category in appendix B of the simplified modalities and procedures for small-scale CDM project activities: (for each gas, source, formula/algorithm, emissions in units of CO₂ equivalent)

As stated in Section B.5.1, the baseline for the project is the kWh produced by the renewable generating unit multiplied by an emission coefficient (measured in kg CO₂equ/kWh), which is the average of the “approximate operating margin” and the “build margin” in Type ID. Since the average of the “approximate operating margin” and the “build margin” has been calculated in Section B.5.1, the formula used to estimate the annual emissions is the following.

セクション B.5.1 で述べた通り、本プロジェクトのベースラインは再生可能エネルギー発電ユニットによる発電 kWh に、排出係数 (kg CO₂equ/kWh の形のもの) タイプ ID では “ Approximate Operating Margin” と “ Build Margin” の平均、を乗じて算出される。“ Approximate Operating Margin” と “ Build Margin” の平均は B.5.1 で計算されているので、ベースラインシナリオでの年間排出量の算定式は以下のようになる。

$$G_{\text{baseline}} = K_{\text{baseline}} * E_{\text{grid}} \quad (\text{kg CO}_2/\text{year})$$

In which:

$$E_{\text{grid}} = C_{\text{grid}} * H * D \quad (\text{kW})$$

where:

- K_{baseline} = an emission coefficient in baseline scenario (kg CO₂ / kWh)
ベースラインシナリオの排出係数 (kg CO₂ / kWh)
- E_{grid} = amount of electricity to grid per year (kW)
年間発電量 (kW)
- C_{grid} = capacity of the power generation to grid (kWh)
電力網に送電される発電容量 (kWh)
- H = hours of operation per day (hours)
1日の稼働時間 (時間)
- D = days of operation per year (days)
年間稼働日 (日)

The baseline emissions are;

年間のベースライン排出量は ;

$$G_{\text{baseline}} = 0.8525 * 5000 * 24 * 330 = 33,759,000 \text{ kg CO}_2 \text{ per year}$$

E.1.2.5 Difference between E.1.2.4 and E.1.2.3 represents the emission reductions due to the project activity during a given period:

The difference between the annual baseline emissions and the annual project activity emissions is 33,215,779 kg CO₂, which is about 33,216 tonnes CO₂. Length of the first crediting period is 7 years as stated in Section C.2, thus the emission reduction due to the project activity in total will be;

年間のベースライン排出量と年間のプロジェクト活動による排出量の差異は、33,215,779 kg CO₂、つまり 33,216 tonnes CO₂ である。クレジット期間の長さは C.2 で述べられている通り 7 年間であるので、本プロジェクト活動による排出削減量は、

$$\text{CERs} = 33,216(\text{tonnes CO}_2/\text{year}) * 7 (\text{years}) = 232,512 \text{ tonnes CO}_2$$

E.2 Table providing values obtained when applying formulae above:

Table 6: Annual project activity emissions

Variable		Unit	Example value
CF _{diesel}	a conversion factor of diesel ⁱ	kg CO ₂ / kg	3.2
D _{diesel}	density of diesel oil ⁱⁱ	kg/l	0.820/0.870 ⁱⁱⁱ
I _{engine}	input of diesel oil to gas engine units per hour	liter	22.6
H	hours of operation per day	hours	24
D	days of operation per year	days	330
I _{gasifier}	input of diesel oil to a gasifier per use	liter	800
F _{gasifier}	frequency to use diesel oil per year	times/year	2

Note:

- i) following revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- ii) provide from Petrolimex (Vietnam national petroleum corporation)
- iii) at 15 degrees

Table 7: Annual baseline emissions

Variable		Unit	Example value
K _{baseline}	an emission coefficient in baseline scenario	kg CO ₂ / kWh	0.8525 ⁱ
C _{grid}	capacity of the power generation to grid	kWh	5,000
H	hours of operation per day	hours	24
D	days of operation per year	days	330

Note:

- i) calculated in Section B.5.1

F. Environmental impacts

F.1 If required by the host Party, documentation on the analysis of the environmental impacts of the project activity: (if applicable, please provide a short summary and attach documentation)

In Vietnam, prior to the implementation of a new development or investment project, the entity implementing such project is basically obligated to perform an environmental impact assessment procedure. However, provisions are laid down for relaxing the requirements and simplifying the procedure on certain conditions for investment or development projects undertaken by foreign investors in order to prevent the strict provisions for environmental impact assessment from hindering effective foreign investment since Vietnam encourages foreign investment. This simplified procedure is applied to the project and EIA will end when the Registration for Securing Environmental Standards, a document applying for simplified review of environmental impact, is submitted to the relevant environmental administrative body for review at the same time when the investment license is applied for.

ベトナムでは新規の開発プロジェクトや投資プロジェクトの実施にあたっては、基本的に環境影響評価に関する手続きが義務づけられている。しかしながら、ベトナムは外国投資を奨励しているため、厳密な環境影響評価の実施が効率的な海外投資を妨げることを防ぐため、海外投資に絡む投資・開発プロジェクトについては一定条件の下に手続きを簡易化する環境影響評価の緩和規定も設けている。その簡易化された手順は本プロジェクトにも適用され、投資ライセンスの申請と同時に簡易な環境影響審査書類である環境基準保証登録を環境行政機関に提出し、審査を受けることで環境影響評価に関する手続きが終了するとなっている。

Possible environmental impacts regarding the project activity are followings.

本プロジェクトで想定される環境影響として以下のようなものが挙げられる。

- Industrial emissions to air 工場排ガス

An exhaust gas is emitted from gas engine units and directly goes to a wood chip dryer to utilize its heat, and then it is discharged to the atmosphere. Exhaust gas composition is following and it meets “Air quality-Industrial emission standards-Inorganic substances and dusts (TCVN 5939-1995)”.

排ガスはガスエンジンから排出され、ウッドチップ乾燥機で熱利用された後大気に放出される。排ガスの組成は以下に示す通りで、これは「ベトナム基準 5939-1995 産業からの無機物質及び煤塵等の大気排出基準」に合致している。

Table 8: Exhaust gas composition

H ₂ O	26.7vol%-wet
O ₂	7.5vol%-dry
N ₂	79.5vol%-dry
CO ₂	13.0vol%-dry
CO	0mg/m ³ -dry (O ₂ 12%)
SO ₂	155mg/Nm ³ -dry (O ₂ 12%)
HCL	328mg/Nm ³ -dry (O ₂ 12%)

- Industrial waste water 工場排水

The facilities require cooling water in the process of gasification and power generation. The water is taken from a well and circulated. Water composition will not change because the power plant installs an indirect heat exchange system, however “Industrial waste water-Discharge standards (TCVN 5945-1995)” will be watched carefully during the project activity.

本設備はガス化と発電の過程において冷却水を必要とする。冷却水は井戸より取水され循環される。発電所は間接熱交換システムを設置しているため水の組成は変化しないが、プロジェクト活動が行われている間は常に「ベトナム基準 5945-1995 工場廃水排出基準」に目を配る。

- Ash

Combustion ash mixed with char (carbide) comes out from the bottom of the gasifier. As Melaleuca has low ash content, the amount of ash generated will be 610 tonnes per year. It can be used as a soil conditioner to improve agricultural productivity in the surrounding area, and therefore benefit to farmers is considered.

ガス化炉底部から char（炭化物）の混雑した燃焼灰が排出される。メラルーカの灰分含有量は低いため、ashの量は年間 610t 程度であるが、周辺地域の農業生産性を上げる土壌改良剤としての利用が可能であり、それゆえ農民への利益還元が考えられる。

G. Stakeholders comments

G.1 Brief description of the process by which comments by local stakeholders have been invited and compiled:

The project activity will be implemented inside of an industrial zone. In regard to the construction of the industrial zone, People's Committee of Long An Province has explained to local residents and they will assist and support to obtain a suitable policy to minimize affection to local citizen in case any negative impact for instance resettlement occurs. Local residents welcome the construction of the industrial zone.

本プロジェクトは、工業団地内において施行される。工業団地の建設に関しては、ロンアン省人民委員会が地域住民に説明をしており、移転問題などを含む負の影響が生じた場合、ロンアン省人民委員会は地域住民に対して影響が最小となるべく適切な政策をもたらすことで援助をする。地域住民は工業団地の建設を歓迎している。

G.2 Summary of the comments received:

No comments have been received.

コメントの受領無し

G.3 Report on how due account was taken of any comments received:

No comments have been received.

コメントの受領無し

Annex 1

CONTACT INFORMATION FOR PARTICIPANTS IN THE PROJECT ACTIVITY

Organization:	People's Committee of Long An Province (Project owner)
Street/P.O.Box:	61 Nguyen Hue Street, Ward 1
Building:	
City:	Tan An Town
State/Region:	Long An Province
Postcode/ZIP:	
Country:	Vietnam
Telephone:	+84 72 821694
FAX:	+84 72 821 858
E-Mail:	ntnguyenla@hcm.vnn.vn
URL:	
Represented by:	
Title:	Vice Chairman
Salutation:	Mr.
Last Name:	Nguyen
Middle Name:	
First Name:	Thanh Nguyen
Department:	
Mobile:	
Direct FAX:	
Direct tel:	
Personal E-Mail:	

Organization:	Sojitz Research Institute, Ltd. (Investor)
Street/P.O.Box:	14-27, Akasaka 2-chome,
Building:	Kokusai Shin Akasaka Building, 3 rd Floor
City:	Minato-ku
State/Region:	Tokyo
Postcode/ZIP:	107-0052
Country:	Japan
Telephone:	+81 3 5520 2203
FAX:	+81 3 5520 4954
E-Mail:	nakajima.hidenobu@sojitz.com
URL:	http://www.sojitz-soken.com/
Represented by:	
Title:	Senior Analyst
Salutation:	Mr.
Last Name:	Nakajima
Middle Name:	
First Name:	Hidenobu
Department:	Business Group
Mobile:	
Direct FAX:	+81 3 5520 4954
Direct tel:	+81 3 5520 2203
Personal E-Mail:	

Annex 2

INFORMATION REGARDING PUBLIC FUNDING

Japanese export credit facility is considered to be used. The export credit is not categorized in ODA.

- - - - -

6.2 造林による吸収源活動 (CDM AR PDD)

CONTENTS

- A. General description of the proposed A/R CDM project activity
- B. Application of a baseline methodology
- C. Application of a monitoring methodology and plan
- D. Estimation the net anthropogenic GHG removals by sinks
- E. Environmental impacts of the proposed A/R CDM project activity.
- F. Socio-economic impacts of the proposed A/R CDM project activity.
- G. Stakeholders' comments

Annexes

- Annex 1: Contact information on participants in the proposed A/R CDM project activity
- Annex 2: Information regarding public funding
- Annex 3: Baseline information
- Annex 4: Monitoring plan

SECTION A. General description of the proposed A/R CDM project activity:

A.1. Title of the proposed A/R CDM project activity:

Reforestation Project in Long An, Vietnam

A.2. Description of the proposed A/R CDM project activity:

Long An province lies in the downstream area of Mekong river therefore the area is often subject to flood and the almost half area of the province is covered by strong sulfate acid soil.

The sulfate acid soil area is not suitable for cultivation.

Before wars, the area was covered by Melaleuca forest, which contribute life of people.

The project will reforest Melaleuca and contribute to raise up water absorption capability of lands and contribute economics of people live in the area.

Actual planting area will be decided at the time of starting operation of Long An Power Company therefore we would leave out on and after Section F.

ロンアン省はベトナム南部、メコン・デルタ地域に属し、全域が低高度、平坦な土地であることから雨期には洪水が頻発し、また省面積の約半分が硫酸性酸性土壌に覆われる地域である。

硫酸性酸性土壌はきわめて強い酸性度のため、多額の資本投下を行った土地改良を行わぬ限り、作物の栽培が望めない地域である。

かつて同地域には、酸性土壌適応樹種であるメラルーカが豊かな森を形成し、住民の燃料、建材、蜂蜜の収集等、地域住民の経済を支えていたが、戦争被害により天然林はほぼ消滅した。

本プロジェクトは同地域にて酸性土壌適応樹種であり、かつて生い茂っていたメラルーカの再植林を行うことにより、土壌保水力の強化、貧困地域である同地の経済発展に持続可能な形で貢献するものである。

実際の植林地域は Long An Melaleuca Power が稼動開始後に決定されるものであり、本 PDD は参考のために記載するものあり、Section F 以降は割愛した。

A.3. Project participants:

People's Committee of Long An Province

Issuance of land tenure to enterprise

People's Committees of each district of Long An Province

Issuance of land tenure to people

People live in Long An Province

Forestation and forest maintenance

Enterprise located in Long An Province

Forestation and forest maintenance

Long An Melaleuca Power

Melaleuca fired power producer to be established as a CDM project. Potential purchaser of Melaleuca wood.

A.4. Technical description of the A/R CDM project activity:

A.4.1. Location of the proposed A/R CDM project activity:

Long An Province, Vietnam

A.4.1.1. Host Party(ies):

Social Republic of Vietnam

A.4.1.2. Region/State/Province etc.:

Long An province, Vietnam



Figure 1. Geographical position of Long An province

A.4.1.3. City/Town/Community etc:

Vinh Hung, Tan Hung, Moc Hoa, Tan Thanh, Duc Hue, Thu Thua, and Tan An district.

A.4.1.4. Detail of geographical location and project boundary, including information allowing the unique identification(s) of the proposed A/R CDM project activity:

To be decided after Long An Melaleuca Power starts operation.

A.4.1.5. A description of the present environmental conditions of the area, including a description of climate, hydrology, soils, ecosystems, and the possible presence of rare or endangered species and their habitats:

Climate and hydrology:

The area has dry season (December to April) and rainy season (May to November).

Though almost no rain at dry season, 200mm rainfall per month in rainy season is reported.

The area is flat and located at downstream of Mekong river therefore periodical flood is reported.

Soil: 50% is covered by acidity soil including potential acidity soil.

Ecosystems and presence of rare or endangered species:

No rare or endangered species are reported.

A.4.2. Species and varieties selected:

Melaleuca cajupiti

Melaleuca leucadendron

Melaleuca is an evergreen arbour, which belongs to the Myrtaceae family, and it is distributed widely through Asia tropic zone and the north of Australia.

A.4.3. Specification of the greenhouse gases (GHG) whose emissions will be part of the proposed A/R CDM project activity:

The CO₂ emissions from vessels or trucks of transportation of woods to be counted by Long An Power Company.

A.4.4. Carbon pools selected:

Above-ground biomass and below ground biomass are to be selected.

A.4.5. Compliance with the definition for afforestation or reforestation:

Reforestation

A single minimum tree crown cover value exceed 30%.

A single minimum land area value over 1ha.

A single minimum tree height value over 2m.

A.4.6. A description of legal title to the land, current land tenure and land use and rights of access to the sequestered carbon:

Legal title of the land is held by Vietnamese government.

Land tenure to be allocated people or enterprise in Long An province.

A.4.7. Type(s) of A/R CDM project activity:

Reforestation

A.4.8. Technology to be employed by the proposed A/R CDM project activity:

The project will hire exiting nursery, planting, maintenance and cutting technology in Vietnam.

A.4.9. Approach for addressing non-permanence:

Issuance of ICER.

A.4.10. Duration of the proposed A/R CDM project activity / Crediting period:

30years

A.4.10.1. Starting date of the proposed A/R CDM project activity and of the (first) crediting period, including a justification:

01/01/2008

A.4.10.2. Expected operational lifetime of the proposed A/R CDM project activity:

30years

A.4.10.3. Choice of crediting period and related information:

Fixed crediting period to be selected.

A.4.10.3.1. Renewable crediting period, if selected:

n.a.

A.4.10.3.1.1. Starting date of the first crediting period:

n.a.

A.4.10.3.1.2. Length of the first crediting period:

n.a.

A.4.10.3.2 Fixed crediting period, if selected:

A.4.10.3.2 .1. Starting date:

01/01/2008

A.4.10.3.2.2. Length:

30years.

A.4.11. Brief explanation of how the net anthropogenic GHG removals by sinks

are achieved by the proposed A/R CDM project activity, including why these would not occur in the absence of the proposed A/R CDM project activity, taking into account national and/or sectoral policies and circumstances:

The net anthropogenic GHG removals by sinks are to be calculated;
Above ground biomass increment per ha x expansion ratio x carbon contents of biomass x area (ha)

In the absence of the proposed Reforestation Project, the area will be kept as it is now. As plantation of Melaleuca is losing attraction to the people live in Long An province due to depreciating market price.

The area is located at strong acid soil therefore the area is not use for any other agricultural crops.

A.4.11.1. Estimated amount of net anthropogenic GHG removals by sinks over the chosen crediting period:

About 247.5 ton-CO₂ / ha to be kept during 7years from the starting date until ending date.

A.4.12. Public funding of the proposed A/R CDM project activity:

Public funding is not considered.

SECTION B. Application of a baseline methodology

B.1. Title and reference of the approved baseline methodology applied to the proposed A/R CDM project activity:

New methodology

B.1.1. Justification of the choice of the methodology and its applicability to the proposed A/R CDM project activity:

Planting area is unused land due to the reason of strong acidity of lands and flooded area as well.

Habitat is limited to annual grasses with very low density.

The above said situation to be applied as a baseline.

Actual accumulation of biomass in the unused land to be measured after the planting area decided.

B.2. Description of how the methodology is applied to the proposed A/R CDM project activity:

Actual carbon accumulation in the biomass to be measured on unused land and the measured figure to be used as baseline.

B.3. Description of how the actual net GHG removals by sinks are increased above those that would have occurred in the absence of the registered A/R CDM project activity:

- a. Possibility of utilizing lands for forestation with national budget.
Vietnamese government promotes 5million ha reforestation program. The program

consist of 3million ha of industrial plantation and 1million ha of recovery of natural forestation and 1million ha of protection forest.

Unfortunately, the proposed A/R project is not fallen into any category of the program.

The area will not be forested under government policy.

- b. Possibility of utilizing for paddy field.

The proposed Reforestation Project area is covered by strong acid soil and without inputting big budget for soil conditioning, the land will not be used for agricultural production.

B.4. Detailed baseline information, including the date of completion of the baseline study and the name of person(s)/entity(ies) determining the baseline:

To be provided in Annex I.

SECTION C. Application of a monitoring methodology and of a monitoring plan

C.1. Title and reference of approved monitoring methodology applied to the project activity:

New Monitoring Methodology

C.2. Justification of the choice of the methodology and its applicability to the proposed A/R CDM project activity:

Each ending of commitment period, the planted area to be confirmed through the remote sensing picture for crown coverage of Reforestation Project area.

Then the DBH and height of each tree in sample plot area 25m³/ha to be collected by FSSIV as a measure of central tendency of each ha and consolidate total area.

C.3. Monitoring of the baseline net GHG removals by sinks and the actual net GHG removals by sinks:

C.3.1. Actual net GHG removals by sinks data:

C.3.1.1. Data to be collected or used in order to monitor the verifiable changes in carbon stock in the carbon pools within the project boundary resulting from the proposed A/R CDM project activity, and how this data will be archived:

ID number (Please use numbers to ease cross-referencing to D.3)	Data variable	Source of data	Data unit	Measured (m), calculated (c) or estimated (e)	Recording frequency	Proportion of data to be monitored	How will the data be archived? (electronic/paper)	Comment
1	DBH	FSSIV	cm	(m)	Once/5years	2.5%	electronic	
2	Height of Tree	FSSIV	m	(m)	Once/5years	2.5%	electronic	
3.	Remote sensing		%	(m)	Once/5years	100%	Electronic	

C.3.1.2. Data to be collected or used in order to monitor the GHG emissions by the sources, measured in units of CO₂ equivalent, that are increased as a result of the implementation of the proposed A/R CDM project activity within the project boundary, and how this data will be archived:

ID number (Please use numbers to ease cross-referencing to D.3)	Data variable	Source of data	Data unit	Measured (m), calculated (c) or estimated (e)	Recording frequency	Proportion of data to be monitored	How will the data be archived? (electronic/paper)	Comment
1	DBH	FSSIV	cm	(m)	Once/5years	2.5%	electronic	
2	Height of Tree	FSSIV	m	(m)	Once/5years	2.5%	electronic	

3.	Remote sensing		%	(m)	Once/5years	100%	Electronic	
----	----------------	--	---	-----	-------------	------	------------	--

C.3.1.3. Description of formulae and/or models used to monitor the estimation of the actual net GHG removals by sinks:

C.3.1.3.1. Description of formulae and/or models used to monitor the estimation of the verifiable changes in carbon stock in the carbon pools within the project boundary (for each carbon pool in units of CO₂ equivalent):

$$\log V = -5 + 0.673278 + 1.726305 \times \log \text{DBH} + 1.227196 \times \log H$$

$$\text{Carbon stock (ton-CO}_2) = V \times \text{Number of trees /ha} \times 1.8 \times 25\% \times 44/12 \times \text{area}$$

C.3.1.3.2. Description of formulae and/or models used to monitor the estimation of the GHG emissions by the sources, measured in units of CO₂ equivalent, that are increased as a result of the implementation of the proposed A/R CDM project activity within the project boundary (for each source and gas, in units of CO₂ equivalent):

n.a.

C.3.2. As appropriate, relevant data necessary for determining the baseline net GHG removals by sinks and how such data will be collected and archived:

ID number (Please use numbers to ease cross-referencing to D.3)	Data variable	Source of data	Data unit	Measured (m), calculated (c) or estimated (e)	Recording frequency	Proportion of data to be monitored	How will the data be archived? (electronic/paper)	Comment

C.3.2.1. Description of formulae and/or models used to monitor the estimation of the baseline net GHG removals by sinks (for each carbon pool, in units of CO₂ equivalent):

>>

C.4. Treatment of leakage in the monitoring plan:

n.a.

C.4.1. If applicable, please describe the data and information that will be collected in order to monitor leakage of the proposed A/R CDM project activity:								
ID number <i>(Please use numbers to ease cross-referencing to D.3)</i>	Data variable	Source of data	Data unit	Measured (m), calculated (c) or estimated (e)	Recording frequency	Proportion of data to be monitored	How will the data be archived? (electronic/paper)	Comment

C.4.2. Description of formulae and/or models used to estimate leakage (for each GHG, source, carbon pool, in units of CO₂ equivalent):

n.a.

C.4.3. Please specify the procedures for the periodic review of implementation of activities and measures to minimize leakage:

n.a.

C.5. Description of formulae and/or models used to estimate net anthropogenic GHG removals by sinks for the proposed A/R CDM project activity (for each GHG, carbon pool, in units of CO₂ equivalent):

n.a.

C.6. Quality control (QC) and quality assurance (QA) procedures are being undertaken for data monitored:		
Data <i>(Indicate table and ID number e.g. 3.-1.; 3.2.)</i>	Uncertainty level of data (High/Medium/Low)	Explain QA/QC procedures planned for these data, or why such procedures are not necessary.

C.7. Please describe the operational and management structure(s) that the project operator will implement in order to monitor actual GHG removals by sinks and any leakage generated by the proposed A/R CDM project activity:

Appoint 3rd party researching organization

C.8. Name of person/entity determining the monitoring methodology:

SECTION D. Estimation of net anthropogenic GHG removals by sinks:

D.1. Estimate of the actual net GHG removals by sinks:

247.5 ton-CO₂/ha times area

D.2. Estimated baseline net GHG removals by sinks:

(247.5 – measured carbon stocks in unused land) ton-CO₂/ha times area

D.3. Estimated leakage:

0

D.4. The sum of D.1 minus D.2 minus D.3 representing the net anthropogenic GHG removals by sinks of the proposed A/R CDM project activity:

(247.5 – measured carbon stocks in unused land) ton-CO₂/ha times area

D.5. Table providing values obtained when applying formulae above:

n.a.

SECTION E. Environmental impacts of the proposed A/R CDM project activity:

E.1. Documentation on the analysis of the environmental impacts, including impacts on biodiversity and natural ecosystems, and impacts outside the project boundary of the proposed A/R CDM project activity:

The proposed Reforestation Project area was covered by forest before wars.
Now the area is degraded completely.
No information has been reported for existence of rare or endangered species.
The Reforestation Project will contribute to restore original biodiversity before war.

E.2. If any negative impact is considered significant by the project participants or the host Party, a statement that project participants have undertaken an environmental impact assessment, in accordance with the procedures required by the host Party, including conclusions and all references to support documentation:

The Reforestation project is not considered to lead any negative impact to surrounding area.

E.3. Description of planned monitoring and remedial measures to address significant impacts referred to in section E.2. above:

n.a.

連絡先

株式会社 双日総合研究所

事業グループ 中島、西宮

〒107-0052 東京都港区赤坂 2-14-27

国際新赤坂ビル東館

電話 : 03-5520-2203

Fax : 03-5520-4954

E-mail : nakajima.hidenobu@sojitz.com

Nishinomiya.akiko@sea.sojitz.com