

平成 17 年度環境省委託事業

平成17年度CDM/JI事業調査

ベトナム・メコンデルタ地域コメ流通工程発生碎米からの
燃料用アルコール製造事業調査

報 告 書

平成18年3月

株式会社 双日総合研究所

平成 17 年度
CDM/JI 事業調査

ベトナム・メコンデルタ地域コメ流通工程発生碎米からの
燃料用アルコール製造事業調査

目 次

目 次	i
調査員名簿	iv
略語一覧	v
報告書概要版.....	1
PDD 概要版	13
報告書	42
第 1 章 調査概要	43
1.1 調査の背景と目的	44
1.2 調査項目	46
1.3 調査実施体制	47
第 2 章 ホスト国の概要	48
2.1 ベトナムの一般概要	49
2.1.1 自然環境	49
2.1.2 社会環境	51
2.1.3 内政と外交	52
2.1.4 経済	55
2.2 ロンアン省の一般概要	57
2.2.1 自然環境	57
2.2.2 社会環境	59
2.2.3 省政府組織・体制	60
2.2.4 経済	63
2.3 ベトナム国内の CDM 動向	65
2.3.1 組織・制度的枠組み	65
2.3.2 国内承認プロセス・承認基準	67
2.3.3 キャパシティデベロップメント	69
2.3.4 ベトナム国 CDM プロジェクト動向	70
第 3 章 ベトナムにおけるコメの生産及び流通	72
3.1 コメ生産と流通の現状	73
3.1.1 生産量	73
3.1.2 コメ生産の歴史	76

3.1.3	コメの加工	77
3.1.4	コメの流通	78
3.1.5	コメの等級分類	79
3.1.6	コメの価格	81
3.2	Long An 省におけるコメ流通の実態と碎米	82
3.2.1	Middleman	82
3.2.2	流通実態と加工業者	84
3.2.3	碎米の流通	86
第4章	ベトナムにおけるアルコール生産	87
4.1	ベトナムにおけるアルコール製造業	88
4.1.1	現状	88
4.1.2	将来	91
4.2	アルコール生産が抱える問題点	92
4.2.1	内在する構造的問題がアルコール生産に与える影響	92
4.2.2	その他のアルコール原料について	99
4.3	米からのアルコール製造技術	102
4.3.1	でんぷん原料のアルコール製造と碎米アルコールプラント	102
4.3.2	碎米の品種と品質	104
4.3.3	基本プロセス 碎米プラントに適用される技術の検討	105
4.4	燃料用アルコールを巡るベトナムの状況	110
4.4.1	輸送セクターの状況	110
4.4.2	輸送用燃料の需要側の問題	112
4.4.3	輸送用燃料の供給側の問題	115
第5章	事業内容	117
5.1	事業実施主体	118
5.2	事業予定地	119
5.3	燃料用アルコールの市場分析	120
5.3.1	国内需要・価格	120
5.3.2	競合他社	121
5.4	原料調達	122
5.4.1	コメ生産状況	122
5.4.2	碎米発生状況	123
5.4.3	碎米価格動向	124
5.5	採用技術	125
5.5.1	基本設計条件	125
5.5.2	設備基本仕様	126
5.6	環境対策	130
5.6.1	環境影響評価制度	130
5.6.2	環境関連法規	131
5.6.3	本事業の排出	132

5.7	工場運転体制	133
5.8	資金調達計画	134
5.8.1	ベトナム金融改革の歴史	134
5.8.2	各金融機関の現状	135
5.8.3	金融動向	137
5.8.4	現地調査結果	138
5.8.5	資金調達計画	140
5.9	採算性分析	141
5.10	事業リスク分析	143
第 6 章	CDM 事業化	145
6.1	プロジェクトの概要	146
6.1.1	プロジェクトの内容	146
6.1.2	技術移転	146
6.1.3	ホスト国の持続可能な開発への貢献	147
6.2	ベースライン	148
6.2.1	プロジェクトバウンダリー	148
6.2.2	ベースラインの同定	150
6.2.3	追加性の証明	152
6.3	プロジェクト実施期間・クレジット獲得期間	155
6.4	モニタリング	156
6.4.1	モニタリング項目	156
6.4.2	モニタリングの品質管理・品質保証	157
6.5	温室効果ガス削減量	158
6.5.1	プロジェクト排出量	158
6.5.2	リーケージ	160
6.5.3	ベースライン排出量	161
6.5.4	プロジェクト実施による GHG 排出削減量	162
6.5	環境影響・その他間接影響	163
6.6	利害関係者のコメント	164
6.7	資金計画	166

添付資料

- 添付資料 1 プロジェクト設計書 (PDD)
- 添付資料 2 新ベースライン方法論 (NMB)
- 添付資料 3 新モニタリング方法論 (NMM)

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	報告書の監修及び総括
中島 英信	(株)双日総合研究所 事業グループ	委託先	プロジェクト総括 技術調査 経済分析 現地調査
西宮 亜紀子	(株)双日総合研究所 事業グループ	委託先	社会・環境影響 PDD 作成 現地調査
池川 博富	(株)双日総合研究所 顧問	委託先	関連政策、法制度分析
守田 稔	(株)双日総合研究所 客員研究員	委託先	エタノール製造、発電に関する技術考察
会川 精司	(株)双日総合研究所 客員研究員	委託先	現地資金ソース確認・日系企業の参画 意向確認

略語一覧

ACB	Asia Commercial Bank アジア商業銀行
BIDV	Bank for Investment and Development of Vietnam 旧建設銀行
BTG	Boiler, Turbin and Generator
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
CEPT	Common Effective Preferential Tariff 共通有効特惠関税
CER	Certified Emission Reductions 認証排出削減量
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical 国際熱帯農業研究センター
CLRRI	Cuulong Delta Rice Research Institute
CNA	CDM National Authority CDM国家組織
CNECB	CDM National Executives and Consultative Board 国家CDM理事会
COP	Conference of the Parties 国連気候変動枠組条約締約国会議
COP/MOP	Conference of the Parties/Meeting of the Parties 京都議定書締約国会合
CIP	Clean In Place
CTC	Center for Consultancy, Training and Technology Transfer
DARD	Agricultural and Rural Development Department 農業地方開発局
DCS	Distributed Control System
DDGS	Distillers Dried Grains Solubles
DNA	Designated National Authority 担当政府機関
DOI	The Industrial Department 工業局
DONRE	Department of Natural Resource and Environment 天然資源環境局
DOT	Department of Transport 運輸局
EB	Executive Board CDM理事会
GHG	Green House Gas 温室効果ガス

GSO	Viet Nam General Statistical Office ベトナム政府統計局
ICB	Industrial and Commercial Bank of Vietnam
INCOBank	工商銀行
ICD	International Cooperation Department 国際協力局
IFC	International Finance Corporation 国際金融公社
IMF	International Monetary Fund 国際通貨基金
IMMA	International Motorcycle Manufactures Association
IRR	Internal Rate of Return 内部収益率
IRRI	International Rice Research Institute 国際稲研究所
JSB	Joint Stock Bank 合資銀行
LAFCO	Long An Food Company
LCA	Life Cycle Assessment ライフサイクルアセスメント
LEP	Law on Environmental Protection ベトナム環境保護法
LoA	Letter of Approval
LoE	Letter of Endorsement
MARD	Ministry of Agricultural and Rural Development Department 農業地方開発省
MOET	Ministry of Education and Training 教育訓練省
MOF	Ministry of Finance 財務省
MOFA	Ministry of Foreign Affairs 外務省
MOI	Ministry of Industry 工業省
MONRE	Ministry of Natural Resource and Environment 天然資源環境省
MOST	Ministry of Science and Technology 科学技術省
MOT	Ministry of Transport 運輸省
MPI	Ministry of Planning and Investment 計画投資省
MTBE	Methyl Tertiary-Butyl Ether メチル・ターシャリー・ブチル・エーテル
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
ODA	Official Development Assistance

	政府開発援助
PIN	Project Idea note
PDD	Project Design Document プロジェクト設計書
PVPDC	PetroVietnam Oil Processing and Distribution Co
SBV	State Bank of Vietnam
SIBOR	Singapore Interbank Offering Rate
SOCB	State Owned Commercial Bank 国営商業銀行
SSF	Simultaneous Saccharification and Fermentation
TCVN	ベトナム基準
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
VBARD	Vietnam Bank for Agriculture and Rural Development 農業開発銀行
VCB	Bank for Foreign Trade of Vietnam 外国貿易銀行
VEPA	Vietnam Environment Protection Agency
VGL	Vital Gulten Feed
Vinafood2	Vietnam Southern Food Corporation
VND	Vietnam Dong ベトナムドン（ベトナムの通貨、1USD≒15,740VND）
VNIBOR	Vietnam Interbank Offering Rate
VUSTA	Vietnam Union for Science and Technology Associations ベトナム科学技術協会
WDG	Wet Ditillers Grains
WTO	World Trade Organization 世界貿易機構

報告書

第 1 章 調査概要

1.1 調査の背景と目的

ベトナムは原油産出国であるが国内に小規模な石油精製設備しか持たぬため、産出した原油のほぼ全量が輸出され、それゆえ、国内需要を満たすため自動車燃料を含めた石油製品は輸入に依存している。年率 10%を超える工業・建設業の高い GDP 成長率はエネルギー消費量の増大を招き、自動車燃料のうちガソリンは本年 2005 年には 2.8 百万トンの消費が、2010 年には 4.2 百万トンの消費が見込まれており、国家としてのエネルギー安全保障及び気候変動への対応の観点から、国内原料によるバイオエタノールの利用の可能性検討を行っている。

輸入代替となる国内精製設備は遅れていた設備供給契約が最近結ばれ、中部 Dung Quat の設備が 2009 年には稼動の見込みとなった。同設備により 2 百万トンのガソリンが製造され国内市場に流通するが、その量は、設備完成時期の需要量の約半分を満たすに過ぎない。

バイオエタノールの利用に関しては工業省の指導のもと、同省傘下 PetroVietnam 社、石油添加物公社が調査・検討を進め、石油添加物公社は経営不振に陥った製糖企業群を取りまとめ自動車燃料用エタノールを製造する計画を進めている。

エタノールの自動車燃料としての利用は世界的に見て、過去には、ブラジルにての利用がすべてであり、米国は助成プログラムによりエタノール利用の普及をはかったが、使用量は限られていた。1999 年カリフォルニア州にてオクタン価上昇剤としてそれまで使用されてきた MTBE の地下汚染の問題が提起され、同州では 2003 年に MTBE の使用を禁止し、追隨する州も現れたことから、代替のオクタン価上昇剤として農産物由来のバイオエタノールの本格的利用が始まった。米国のエタノール利用はメイズ（トウモロコシ）由来の無水アルコールを 10% ガソリンに混合する E-10 であり、ガソリン燃料自動車に大きな改造を加えず、もしくは全く改造を加えず使用されている。

アジアにおいては中国、タイ、インドにおいて E-10 がすでに流通経路に乗る形となっており、日本においてもアルコールを 3%含む E-3 の試験使用が開始した。

ベトナムは工場規模の小ささ及び製造効率の低さによる製糖産業の不振が表面化し、収益の上がらない工場を淘汰していく製糖産業再生計画を策定し、10 を超える多数の製糖企業は生き残りをかけ、その方策としてエタノール生産に手を挙げた。各企業は製糖の工程で発生するモラセスを原料としてのエタノール生産を目論んでおり、市場価格を見ながらモラセス中の糖分を変え、砂糖市況が悪ければモラセスの糖分含有量を上げ、エタノール生産量を増加させることにより砂糖市況の安定を目指す方向を示している。

一方ベトナムの農業生産とくに稲作は 1988 年初頭の食料危機を契機とした政府による様々な制度改革により、翌年には同国初となるコメの輸出を行えるほどに増産し、以後、技術導入、水田面積の拡大により、1995 年には中国、インド、インドネシア、バングラデシュに次ぐ世界で 5 番目のコメ生産国となった。

コメ生産量は引き続き増加し 1987 年には 17.5 百万トンであった生産量が 2004 年には、ほぼ倍となる 34 百万トンとなった。現在ベトナム政府としては水田面積はこれ以上増やさず、収率を上げることにより 40 百万トンまでコメ生産を増加することを目標としている。

一方国内流通は未だ問題が多く、水分調整、設備能力の問題から一次精米（籾摺）、二次精米（精米）の過程で多量の碎米が発生し、同国の国内需要が 20 百万トン（籾換算）、輸出量 4 百万トンから、単純計算では 10 百万トンが流通の経路で失われていることとなる²。碎米は家畜飼料としての用途があるが、碎米は稲作及び他農産物の成育が難しい痩せた土地にて主に家畜飼料用として栽培されるキャッサバの価格を圧迫し、他に現金収入を持たない農民の生活を圧迫している。

また、全土で発生するモラセスをすべてアルコールとした場合でも、その生産可能量は 10 万トン程度でしかなく、E-10 を全国的に実施するには絶対的に量が不足する。

本調査はベトナムの主要作物であるコメに関し、その流通過程で発生する商品価値の低い割米を原料とした、自動車燃料用アルコール製造の可能性を確認するものである。

コメからのアルコール製造は日本の国酒である清酒のよう各国で飲料用アルコールの製造は行われているが、コメを燃料用アルコール原料として使用している例は世界にない。

日本においては古来よりコメを醸造し日本酒を製造しており、明治になり醸造研究所の設立により醸造に用いられる微生物の研究、麴と酵母の生理学的な研究が進展し、民間企業の技術開発においても基本技術・設備技術の改良が加えられ、発酵技術において日本は最も進んだ国へと押し上げた。

日本酒醸造は液化・糖化・発酵を同時に行う並行複発酵であり、発酵時間が長いことを除けば現在のエタノール発酵技術の目標とする並行複発酵と高濃度エタノール生成を経験的に達成していた。

尚、コメの価格に関しては国際価格は日本国内の 1/20 程度の 160-300 米ドル/トン（ベトナム産の優良米。輸出価格）で推移しており、国内での碎米の価格はさらに低いレベルにあり、エタノール原料としての競争力があると判断している。

² 碎米だけでなく、腐敗する籾、米も多い

1.2 調査項目

調査は CDM 事業に限らず、ベトナムにての事業実施を検討するに必要とされる項目に関する調査・分析とともに CDM 事業化に必要とされる要素の調査・分析を並行して進めた。

調査は下記項目を対象とし、通常の事業化と CDM 事業化の調査内容は、CDM 事業化にあたり、加工が必要となる点はあるが、多くの部分で共通する内容となっている。

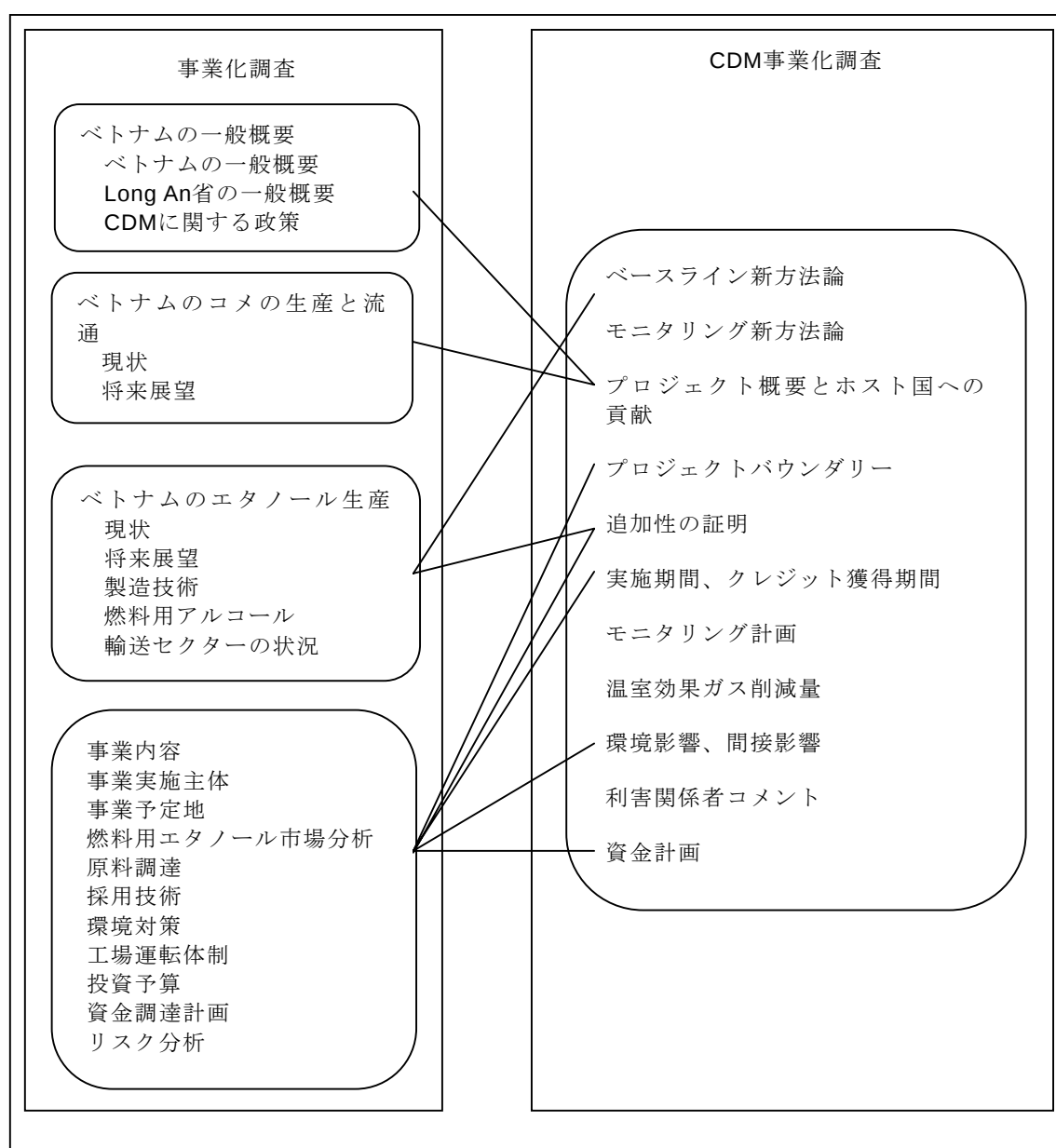


図 1-1 調査項目と調査内容の連関

1.3 調査実施体制

調査の主体である株式会社双日総合研究所は調査内容に対する責任を負う。

調査は日本側が双日総研、ベトナム側が Vietnam Southern Food Corporation (以下 Vinafood2 という) が事業実施者となる前提のもと、ベトナム側の CLRRI (Cuulong Delta Rice Research Institute : CLRRI) にメコンデルタ地域の稲作、コメ流通に関する調査を、CTC (Center for Consultancy, Training and Technology Transfer) にエタノール生産の現状調査を外注し、現地基礎情報を収集した。

また現地調査の際には双日総研の親会社である双日株式会社のハノイ事務所、ホーチミン事務所より様々な便宜供与を受けた。

調査体制を下に図の形にて示す。

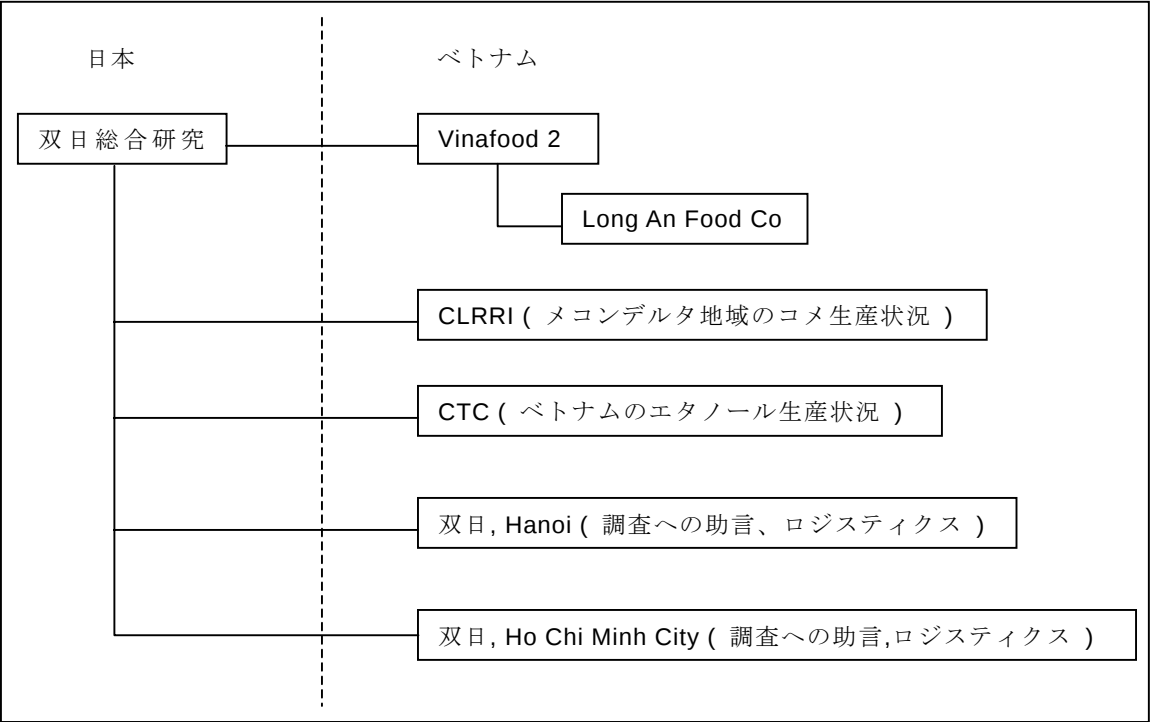


図 1-2 調査体制図

第 2 章 ホスト国の概要

2.1 ベトナムの一般概要

2.1.1 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 8.35～23.4³）S字状の形で位置している。国土面積は 32 万 9,314km²で⁴、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。国土は大きく北部・中部・南部の 3 地域に分けることができる。北部はトンキン湾に注ぐ紅河が形成した紅河デルタで、中部は狭小な海岸平野地帯、南部は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になっている。



図 2-1 ベトナム社会主義共和国地図

³ 国際金融情報センター JCIF 基礎レポート ベトナム

⁴ ベトナム政府統計局（GSO）Statistical Yearbook 2004

(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、温帯気候（Cw）に属し、季節の変化も見られる。1月下旬から4月にかけては低温で降雨量が少なく、5月から9月は高温で雨量の多い雨季だが、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月の雨季と、11月から4月の乾季に分かれる。

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、中部のダナン市、南部のブンタウ（ホーチミン市の南東約70kmに位置）⁵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。

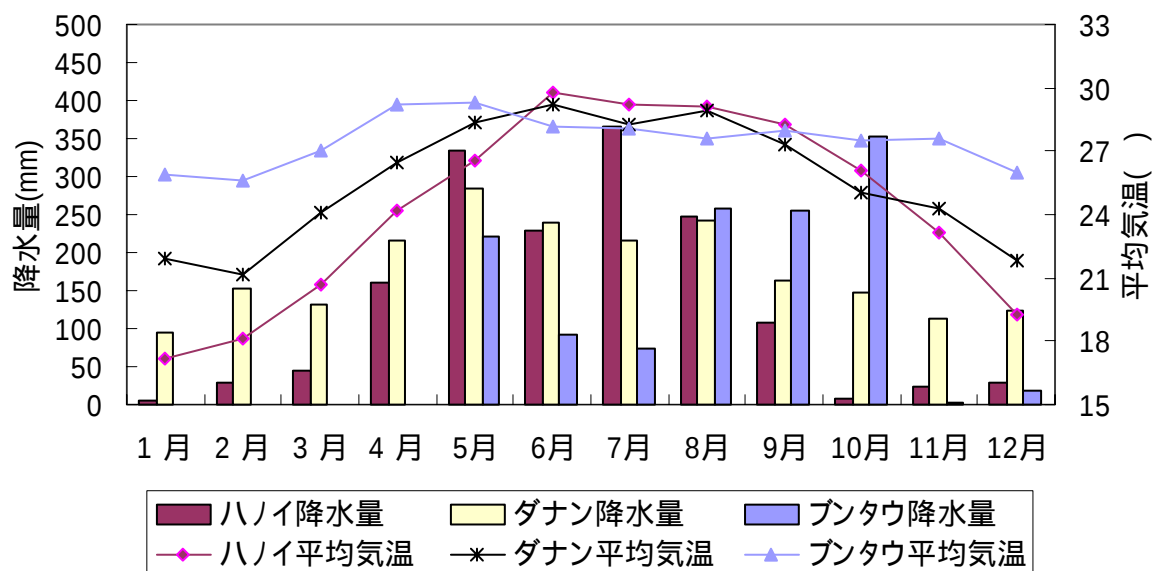


図 2-2 ベトナム三都市における月別降水量と平均気温（2004 年）⁶

⁵ 南部の中心的都市であるホーチミン市には測候所が無いため

⁶ ベトナム政府統計局（GSO）Statistical Yearbook 2004

2.1.2 社会環境

(1) 人口、民族

人口は約 8,203 万人で、人口増加率は 1.4% (いずれも 2004 年) ⁷。 その内 73.68% が農村部に住んでいる。

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 2.0%、ターイ族 1.8%、ムオン族 1.5%、クメール系 1.4%、華人 1.1%などとなっており、山間部を中心に居住している少数民族を合わせると、54 民族がベトナム国の民族として政府認定されている。

(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 2003 年時点で 113.1 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。 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。 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。

⁷ ベトナム政府統計局 (GSO) Statistical Yearbook 2004

2.1.3 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）が開始された。

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 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した。

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も、関係強化は経済的結びつきの強い ASEAN 諸国に留めている。 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、ベトナム戦争終結 30 周年、米越国交樹立 10 周年となる 2005 年の 6 月には、ファン・ヴァン・カイ首相が

ベトナム戦争終結後初めて米国を訪問し、ブッシュ米大統領は会談の席で、ベトナムの WTO 加盟への支持を表明した。

1979 年の中越戦争で関係が悪化した中国とも 91 年に関係を正常化している。 2002 年には江沢民・前国家主席が訪越し、2005 年 7 月にルオン国家主席が訪中するなど、中越の首脳レベルの相互訪問は活発化してきている。 同 2005 年 10 月には胡錦濤国家主席が訪越し、経済、投資関係の強化やトンキン湾の天然資源開発での協力を定めた合意文書に署名した。

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は援助を停止。 91 年 ODA を再開し現在日本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 年の 11 月には 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。

従来、ベトナムで外国投資に関する法律は、準拠法である「外国投資法」のみであった。 国際化を推進していくためには、外国企業と国内企業を同じ土俵に乗せる必要があり、そのためベトナム政府は、新たな「共通投資法」と従来の「企業法」を改正・追加した「統一企業法」を作成し、2005 年 11 月 29 日の第 11 期第 8 回国会にて可決成立された。 以下に、それぞれの内容をまとめる。

① 共通投資法

- ・ 直接投資だけでなく間接投資も許容
- ・ 合併、100%独資、BCC 契約等、投資形態の規定
- ・ 投資分野・地域への投資優遇・サポート制度
- ・ 投資手続きに関しては、3,000 億ドン（約 1,900 万米ドル）未満の投資に関しては、投資証明書の発行を受けるための登録手続きを行うこととする

② 統一企業法

- ・ 経営形態として、有限会社（1 人、2 人以上）、株式会社、合名会社、私企業などを任意で選択可能とする
- ・ 条例（定款）資本と法定資本に関して
- ・ 新規設立と営業登録についての規定
- ・ 印鑑登録を義務化
- ・ 駐在員事務所、支店等の営業規定など
- ・ 有限会社の設立と社員総会、営業規定など
- ・ 株式会社の設立と株主総会、社債発行など
- ・ 合名会社の設立と合名社員の規定など
- ・ 私企業の設立と営業規定など
- ・ 会社グループという概念の登場

- ・ 国営企業に関しては、4年以内に株式会社か有限会社に移行することとする
- ・ これまでに設立され運用されている外資企業は、2年以内に新しい統一企業法の規定に従い再登録するか、あるいはしない権利も有する

「共通投資法」と「統一企業法」は、2006年7月1日より施行される。

2.1.4 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。⁸

主要産業：	農林水産業、鉱業
会計年度：	1－12 月
GDP：	390 億米ドル（2004 年 IMF 資料）
一人あたり GDP：	483 米ドル（2004 年 IMF 資料）
経済成長率：	7.6%（2004 年暫定値）
物価上昇率：	3.0%（2003 年）
失業率：	5.78%（都市部のみ、2003 年政府公表）
貿易額（2003 年暫定値）	
輸出：	198.7 億ドル
輸入：	249.5 億ドル
主要貿易品目（2003 年）	
輸出：	原油、縫製品、履物、水産物
輸入：	機械、石油製品、織物・繊維品・皮革材料
貿易相手国（2002 年）	
輸出：	米国、日本、中国
輸入：	中国、日本、台湾
通貨：	ドン（Dong）
為替レート：	1 米ドル≒15,740 ドン（2004 年 12 月）
外国からの投資実績：407.9 億ドル（1988 年から 2003 年まで）	

86 年より開始したドイモイ政策により政府開発援助、外国投資増加及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、同成長率は 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 ヶ年社会経済戦略が

⁸ 外務省 HP 各国・地域情勢-アジア-ベトナム社会主義共和国（2005 年 2 月現在）

策定・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8%成長の実現を目指す。

1994年から2003年におけるGDPの推移を図2-3に示す。GDP金額はそれぞれの年の時価、成長率は1994年価格の実質GDPより計算した。99年以降GDPの成長率は上昇を続けており、03年は7.34%であった。SARSや鳥インフルエンザによる被害の影響が懸念されたが、拡大基調の消費と民間企業の旺盛な設備投資、活発な公共投資に支えられ、内需が経済を主導しており、04年のGDP成長率は7.7%、05年(1-9月)では8.1%⁹とさらに成長を加速させている。

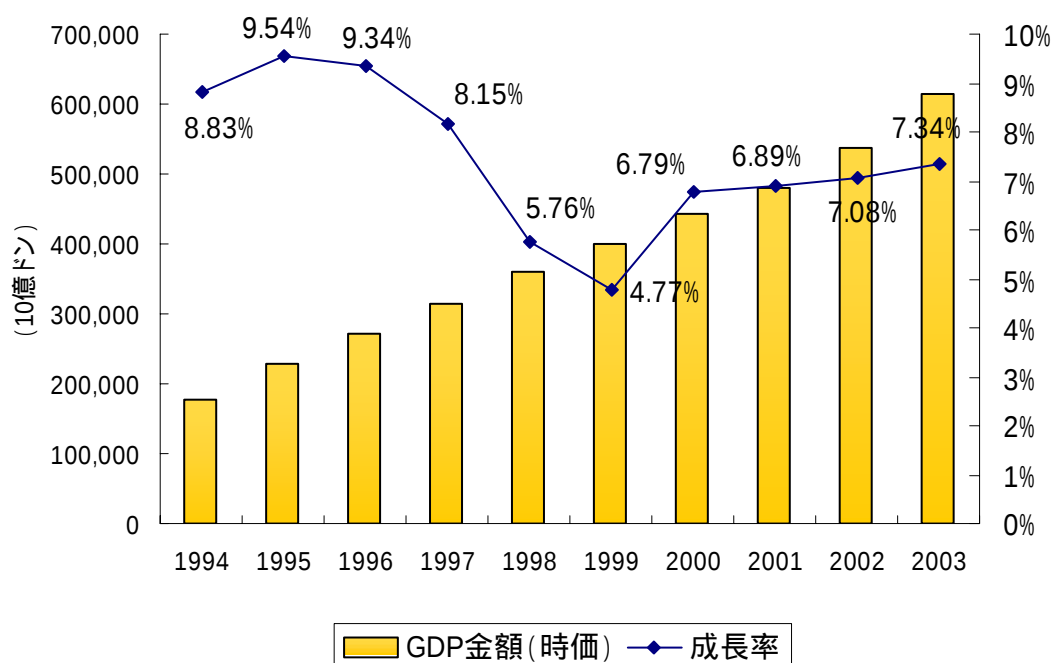


図 2-3 ベトナム経済の発展¹⁰

2005年10月末、ベトナム政府はニューヨーク取引市場において初の国債（ソブリン債）を発行した。10年目一括償還のドル建て国債で、発行額は7億5,000万米ドルで、利率は7.125%であった。今回の起債により調達した資金は、ベトナム船舶工業公社の設備投資や、国内の需要増への対応が急がれる電力事業に使用される予定である。

⁹ 国際金融情報センター JCIF 基礎レポート ベトナム

¹⁰ ベトナム政府統計局（GSO）Statistical Yearbook 2004

2.2 ロンアン省の一般概要

2.2.1 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 **4,491 km²** で、その **71.7%** が農地、**13%** が森林地帯、**5.8%** が荒地である。

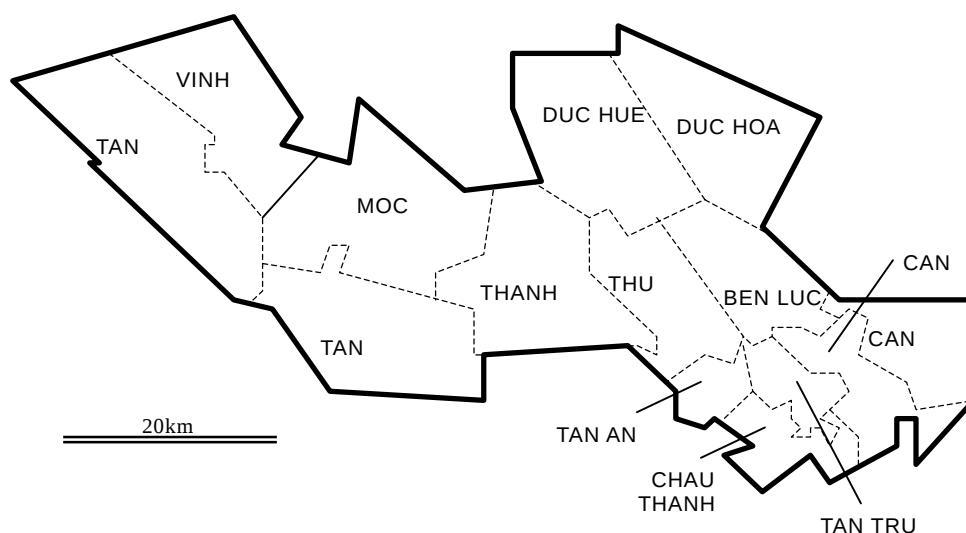


図 2-4 ロンアン省地図

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、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）に属しているので、一年を通して高温多湿で、平均気温が 25 度を下回することは少ない。また、メコンデルタ流域であることもあり、乾季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 月の雨季と 11 月から 4 月の乾季で大きく異なる。2003 年における月別降水量と平均気温を次にグラフで示す。

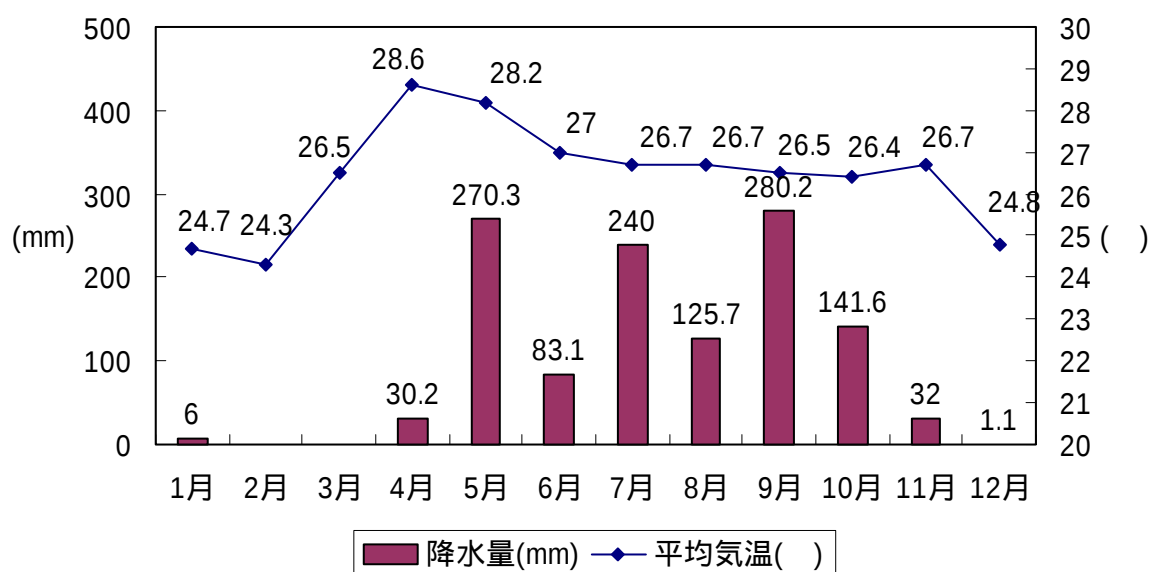


図 2-5 ロンアン省タンアン市における月別降水量と平均気温（2004 年）¹¹

¹¹ Long An Statistical Yearbook 2004

2.2.2 社会環境

(1) 人口

ロンアン省の 2004 年における平均人口は 140 万 503 人であり、その 83.5%にあたるおよそ 117 万人が農村部に生活している。同年の人口増加率は前年比 1.4%増で、ゆるやかに増加を続けている。下に 1990 年からの人口の推移と増加率をグラフで示す。

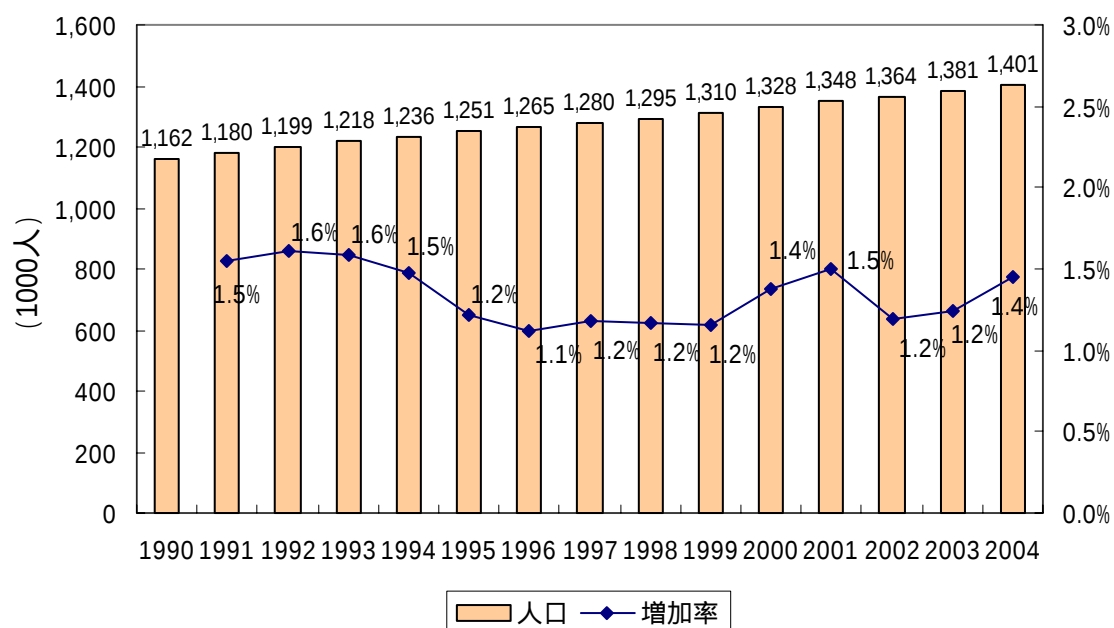


図 2-6 ロンアン省の人口数の推移¹²

¹² Long An Statistical Yearbook 2004

2.2.3 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。2004年10月の第11期第4回国会において、南部のカントー省がカントー市（中央直轄市に昇格）とハウジャン省に、中部のダクラク省がダクラク省とダクノン省に、北部のライチャウ省がライチャウ省とディエンビエン省に分割された。それにより現在、地方の行政区画は、59の省とハノイ、ホーチミン、ハイフォン、ダナン、カントーの5中央直轄特別市の計64に分かれている¹³。

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（Precinct）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。

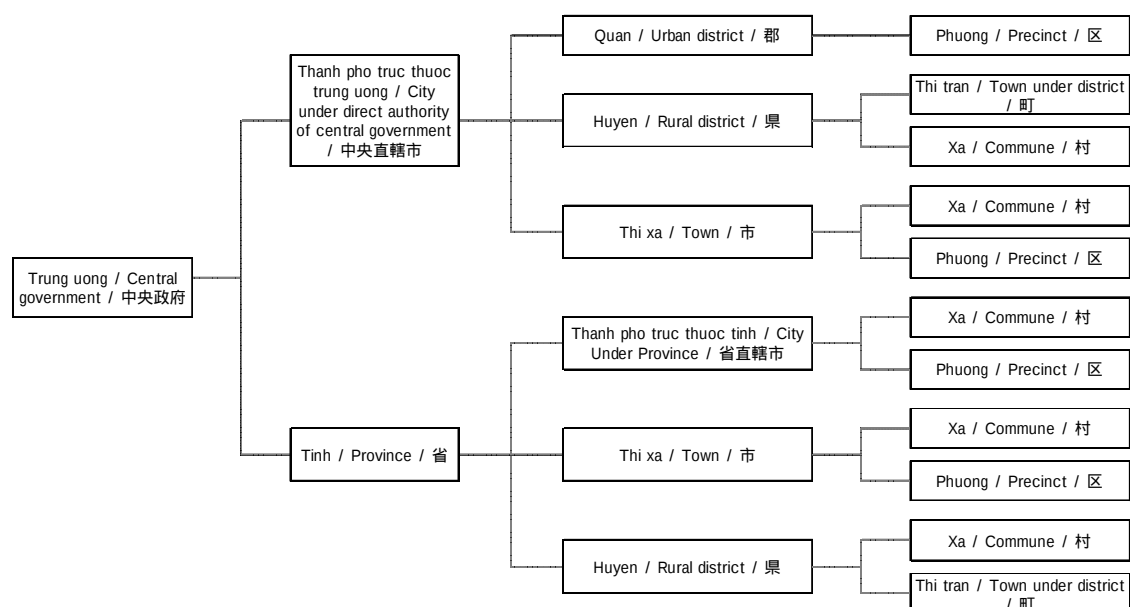


図2-7 ベトナムにおける地方行政の構造

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。

¹³ General Statistics Office Of Vietnam - Administrative Unit, Land and Climate
http://www.gso.gov.vn/default_en.aspx?tabid=466&idmid=3&ItemID=3138

人民評議會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會の監督・指導を受けることとされる。人民委員会は、人民評議會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 2-8 に示す通りである。

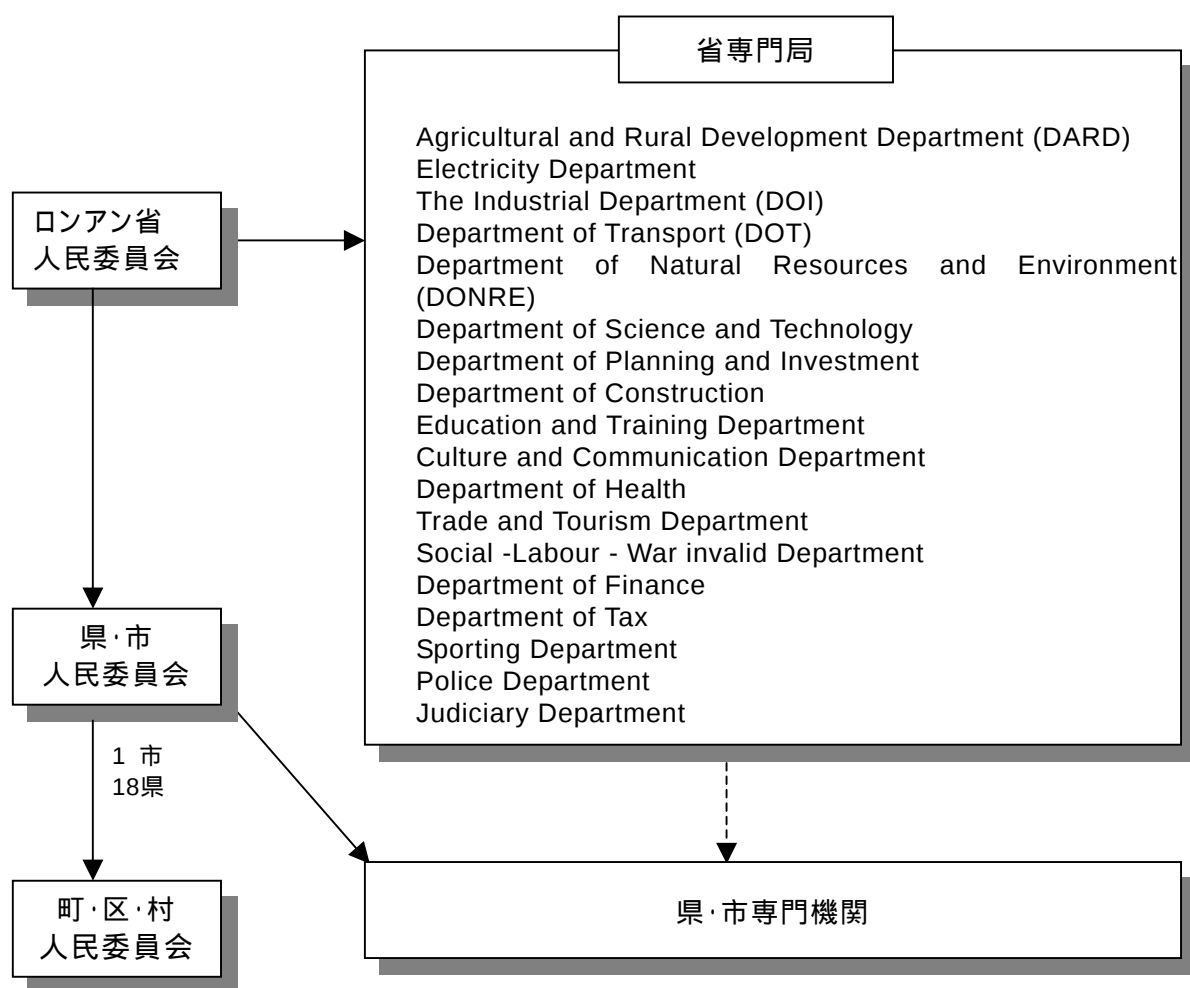


図 2-8 ロンアン省における行政組織の関係図

2.2.4 経済

ロンアン省における 2003 年の GDP は 8 兆 2056 億 3200 万ドン¹⁴、約 5 億 2132 万米ドルである。省の住民一人あたりの GDP は約 380 米ドルで、ベトナム国民一人あたりの GDP (2004 年 IMF 資料) 483 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 9.2% 増であり、ベトナム国全体の成長率 (7.34% 2003 年) を上回っている。

図 2-9 はロンアン省における GDP (1994 年価格) 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。

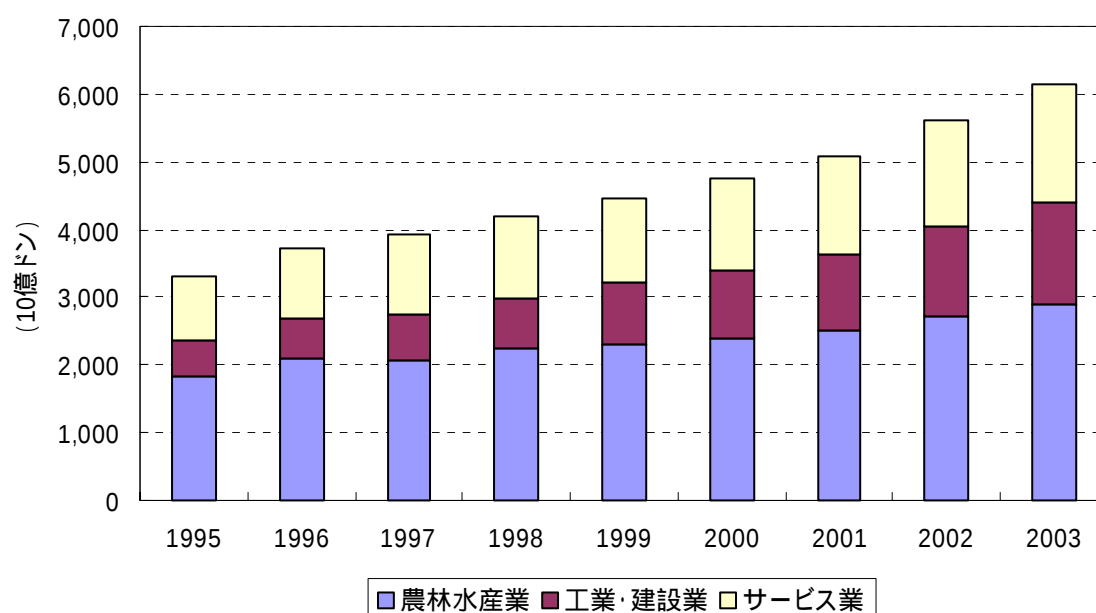


図 2-9 ロンアン省における産業分野別 GDP の推移 (1994 年価格) ¹²

2003 年には、農林水産業が GDP 全体の 45% と大半を占めていた。ベトナム国全体としては農林水産業の GDP に対する割合は 22.5% であるので、それと比較してもロンアン省は第一次産業の割合が高いことが分かる。ロンアン省で農林業に従事する人の割合は、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、ピーナッツなどがあるが、大半を占めるのはやはりコメである。年間を通じて温暖なロンアン省では、春コメを

¹⁴ Long An Statistical Yearbook 2004

中心に、夏、秋と3期作によるコメ作が行われている。2004年の生産高と作付面積は、コメが1,902,789トンと433,363ha、さとうきびが916,345トンと14,886ha、ピーナッツが20,973トンと8,747haであった。

2.3 ベトナム国内の CDM 動向

2.3.1 組織・制度的枠組み

ベトナムは、1994 年 11 月 16 日に UNFCCC を、2002 年 9 月 25 日に京都議定書を批准し、CDM 実施の国家体制作りを積極的に進めてきている。ベトナム政府は、UNFCCC や京都議定書の実施や参加をする国家重要機関として MONRE (Ministry of National Resource and Environment : 天然資源環境省) を任命した¹⁵。

ベトナム国の DNA

CDM 実施のための国家必要条件の一つとして、DNA の設定が挙げられている。2003 年 3 月、MONRE の ICD (International Cooperation Department: 国際協力局) が CNA (CDM National Authority) と設定された。CNA はベトナム国の CDM 体制において DNA の役割を果たすこととされ、現在までに UNFCCC 事務局に登録済みである。

CNA の主な役割は、以下の通りである。

- ・ CDM の国家承認基準、規制、ガイドラインを作成する。
- ・ CDM プロジェクトの国内承認を行う。
- ・ 可能性のある CDM プロジェクトを CNCEB (CDM National Executive and Consultative Board : 国家 CDM 理事会) に提出する。CNCEB はそれらの評価を行う。
- ・ PIN や PDD を受け付け、審査し、MONRE 大臣に提出して、LoE (Letter of Endorsement) や LoA (Letter of Approval) の発行を受ける。
- ・ 投資家、関連機関、コンサルタント、国民などに向けて CDM の情報を提供する。
- ・ ベトナム国内における CDM 活動や投資の管理、調整を図る。

国家 CDM 理事会

CNCEB (国家 CDM 理事会) は、2003 年 4 月に設立された。MONRE ICD の長官が議長を務め、12 の代表者により構成される。

CNCEB の主な役割は、以下の通りである。

- ・ 国内における CDM 活動の開発、実施、管理に関係した政策について、MONRE に対してコンサルテーションを行う。

¹⁵ Directive No: 35/2005/CT-TTg of October 17 2005, On the implementation of Kyoto Protocol (KP) to the United Nations Framework Convention Climate Change (UNFCCC)

- ・ UNFCCC と京都議定書の下、国内における CDM プロジェクトに対するガイダンスと評価にコンサルテーションを行う。

ベトナム国における CDM の枠組みを以下に図示する。

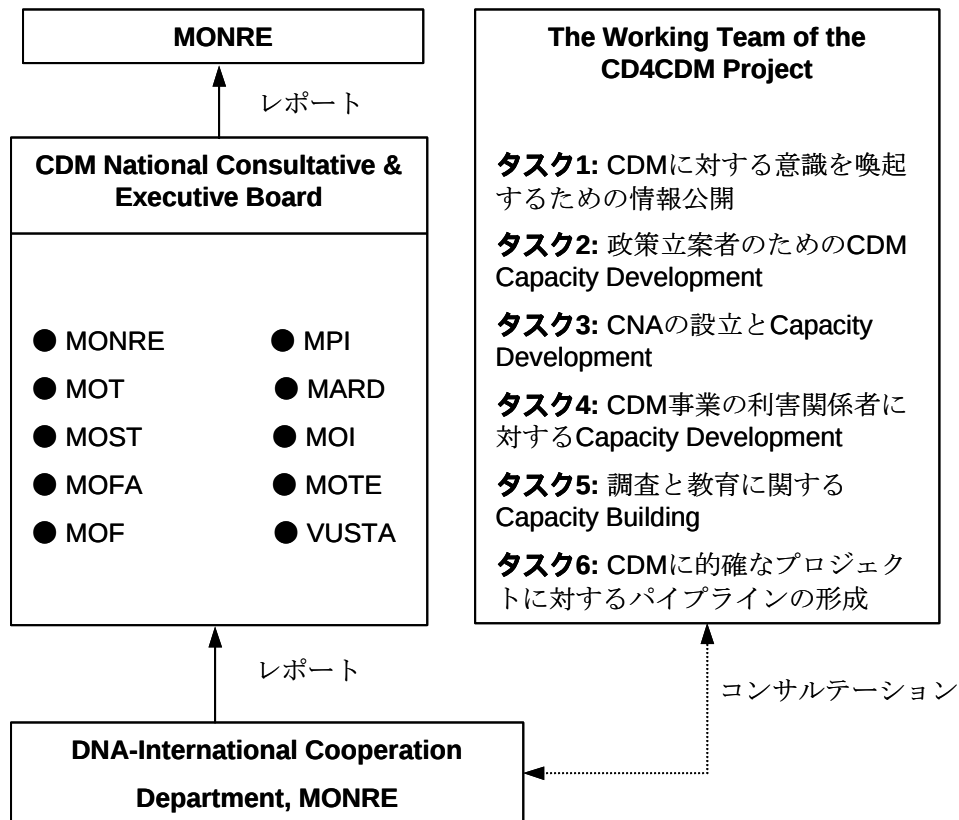


図 2-10 CDM Institutional Structure¹⁶

¹⁶ Viet Nam CDM Project Pipeline, March 2005

2.3.2 国内承認プロセス・承認基準

(1) CDM 承認プロセス

ベトナム国内の CDM の承認プロセスは次のようになっている。

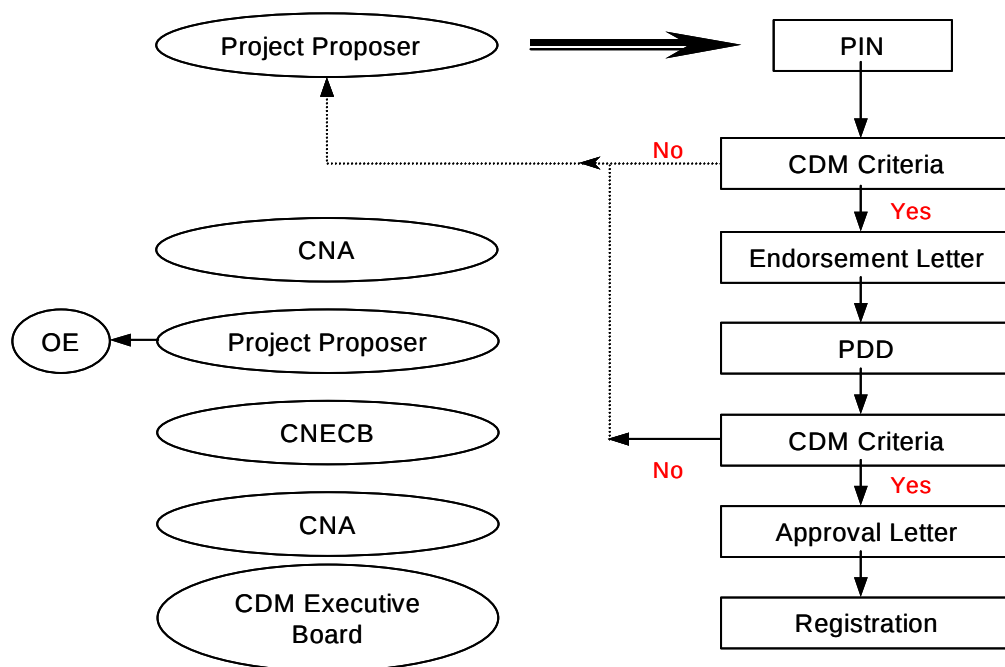


図 2-11 ベトナム国内 CDM 承認手順図

- ① プロジェクト開発者は、MONRE の ICD に連絡を取り案内文書入手する。
- ② プロジェクト開発者は定められた書式に従って PIN (Project Idea note) を作成する。
- ③ PIN は CNA に提出後、承認基準を基に検討され、LoE が CNA よりプロジェクト開発者とスポンサーに送られる。
- ④ プロジェクト参加者は実施可能性調査の実施と PDD の準備を行う。
- ⑤ PDD と関係書類を CNA に提出する。(同時に CDM 理事会にも 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。)
- ⑥ PDD は年 3 回、1,4,8 月に開催される CNECB のミーティングにて承認基準に従い検討され、承認される。
- ⑦ CNA はプロジェクト開発者と関連機関に LoA を発行する。
- ⑧ CDM 下のプロジェクトとして登録される。

審査に掛かる日数は、通常 PIN の審査に 30 日間、PDD 審査に 50 日間、小規模 CDM の場合で PIN 審査 15 日間、PDD 審査 30 日間となっている。

(2) CDM 承認基準

ベトナム国における CDM の国家承認基準には、CDM プロジェクトを審査、選別する際に最初に適用される **Exclusive Criteria** (適格性基準) と、関連機関の利害関係者との会合やベトナムの持続可能な発展に関連する計画や規制の分析を通して決定された **Priority Criteria** (優先基準) がある。それぞれの詳細を以下に示す。

適格性基準

A. 持続可能性	国家の持続的開発目標に適合している。
	セクター別、地域別の戦略開発目標に適合している。
B. 追加性	環境影響の追加性： 当該プロジェクトがなかった場合と比較して、追加的に GHG 排出量が削減されなければならない。
	投資の追加性： CDM プロジェクトの資金は ODA 資金の流用であってはならない。
C. 実行可能性	政府のサポートが確保されている。
	気候変動の緩和に関連した、現実の測定可能な長期的便益がある。

優先基準

カテゴリー	クライテリアの内容		
1. 持続可能性	経済的持続可能性	国人所得の創出	-国民所得の増加 -CER 収入
		環境外部性	-技術移転 -輸入代替
	環境的持続可能性	温室効果	-GHG 排出量削減
		GHG 以外の大気汚染物質	-GHG 以外の大気汚染物質の排出 -GHG 以外の水質汚濁物質
		廃棄物	-廃棄物発生率
		生態系	-森林被覆率 (%) の変化 -土壌汚染 -生態系への影響
	社会的持続可能性	貧困撲滅	-農村部の雇用創出 -貧困人口の削減
		生活の質	-国民の収入 -生活環境の改善
		実施機関の体制整備状況	-公的セクター -民間セクター
2. 商業的実行可能性	国際的需要		
	投資家にとっての魅力		
3. 実行可能性	中央政府及び地方政府から強い支持を得ており、投資家にとって魅力的である。		
	十分なインフラ及び人的資源を持つ		

2.3.3 キャパシティデベロップメント

ベトナムにおける CDM の キャパシティデベロップメントプロジェクトとして、2003 年 9 月に「Capacity Development for CDM (CD4CDM)¹⁷」が承認を受けた。CD4CDM は、UNEP を通したオランダ政府による資金援助 (USD305,000) によって 36 ヶ月間実施され、2006 年の第一四半期末で終了となる。CD4CDM は 6 つのタスクに分けられ、それぞれの役割を持ったワーキングチームで進められている。 それぞれのタスクは以下に示す通りである。

- タスク 1ーCDM に対する意識を喚起するための情報公開
- タスク 2ー政策立案者のための CDM Capacity Development
- タスク 3ーCNA の設立と Capacity Development
- タスク 4ーCDM 事業の利害関係者に対する Capacity Development
- タスク 5ー調査と教育に関する Capacity Building
- タスク 6ーCDM に的確なプロジェクトに対するパイプラインの形成

CD4CDM は主に官を対象としたキャパシティデベロップメントであり、他方民間セクターを対象としたキャパシティデベロップメントは、2005 年 3 月から 2006 年度末に掛けて、EU-Asia institutional cooperation and multinational dialogues on enabling the meaningful participation of Viet Nam, Cambodia and Lao in the Clean Development Mechanism 事務局によって実施されている。

¹⁷ No:849/QD-BTNMT of July 9 2003, Decision by Minister of Natural Resources and Environment of Viet Nam, Ref: Approval for the Project “Capacity Development for CDM in Viet Nam”

2.3.4 ベトナム国 CDM プロジェクト動向

(1) 国内承認状況

2005 年 10 月に MONRE に対して聴き取り調査を行い、国内の CDM プロジェクトの進行状況を確認した。

A. ベトナム DNA に PDD が承認済みの CDM プロジェクト

Rand Dong Oil Field Associated Gas Recovery and Utilization Project in Ba Ria- Vung Tau Province	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、Ba Ria-Vung Tau 省におけるプロジェクト
The Model Project for Renovation to Increase the Efficiency Use of Energy in Brewery in Thanh Hoa Province	Thanh Hoa 省におけるビール醸造所のエネルギーの有効利用増加促進モデル事業
Song Con 2 Hydroelectricity Project in Quang Nam Province	Quang Nam 省 における Song Con 2 水力発電プロジェクト
Ngoi Duong Hydroelectricity Project in Lai Cai province	Lai Cai 省における Ngoi Duong 水力発電プロジェクト

B. ベトナム DNA に PIN が承認済みの CDM プロジェクト

Model Coconut Biodiesel Development	ココナッツバイオディーゼルのモデル開発
LPG application development for road means of transport	道路輸送手段の LPG 応用開発
Nghi Yen waste treatment complex in Nghe An province	Nghe An 省の Nghi Yen 廃棄物処理複合施設

C. ベトナム DNA に PIN の申請済みの CDM プロジェクト

Thu Duc power Plant Unit 3 – Fuel Switch Model Project in Ho Chi Minh City	ホーチミン市における Thu Duc 発電所 3 燃料転換モデルプロジェクト
Landfill Closure and Gas Recovery and Utilization in Hai Phong City	Hai Phong 市における埋立地閉鎖及びガス回収とその有効利用
Landfill Closure and Gas Recovery and Utilization in Ho Chi Minh City	ホーチミン市における埋立地閉鎖及びガス回収・有効利用
Environmental Forestation in A Luoi District, Thua Thien Hue Province	Thua Thien Hue 省、A Luoi 地区における環境造林
Thanh Hoa Rice Husk Power Plant in Tien Giang Province	Tien Giang 省における Thanh Hoa 籾殻発電所
Nhon Chau wind farm in Binh Dinh province	Binh Dinh 省における Nhon Chau 風力発電所

(2) CDM 理事会への申請状況

2006 年 2 月 4 日、「Rang Dong Oil Field Associated Gas Recovery and Utilization Project」がベトナムでの CDM 案件として初めて CDM 理事会に登録された。同プロジェクトは、油田での随伴ガスの回収・有効利用プロジェクトとしてそのベースラインとモニタリングの方法論が承認され、AM0009 となった。

その他、有効化審査段階まで進んだものは、「Anaerobic wastewater treatment and energy recovery project at rubber producing company in Vietnam」、「Ngoi Duong Hydro Power Project」、「Song Con Hydro Power Project」(パブリックコメント受付終了)、 「Song Muc Hydro Power Station Rehabilitation Project」(パブリックコメント受付中－06/02/22 迄)がある。

第3章 ベトナムにおけるコメの生産及び流通

3.1 コメ生産と流通の現状

3.1.1 生産量

コメはアジアを中心に栽培され小麦、トウモロコシとならび世界で最も多く栽培されている穀物である。

ベトナムは後述するようドイモイによる市場経済への移行の結果生産量が飛躍的に上昇し現在においては下表に示すよう世界で 5 番目の生産量を持つに至り、また、タイに次ぐ世界で 2 番目の輸出量をほこる世界有数のコメ生産国となっている。

表 3-1 世界のコメ生産の推移 (籼米ベース)¹⁸

	生産量 (百万トン/年)				
	1995	2000	2002	2003	2004
1	中国	中国	中国	中国	中国
	187	190	178	166	177
2	インド	インド	インド	インド	インド
	122	134	117	132	129
3	インドネシア	インドネシア	インドネシア	インドネシア	インドネシア
	50	51	52	52	54
4	バングラデシュ	バングラデシュ	バングラデシュ	バングラデシュ	バングラデシュ
	25	36	38	38	38
5	ベトナム	ベトナム	ベトナム	ベトナム	ベトナム
	24	33	34	35	36
6	タイ	タイ	タイ	タイ	タイ
	21	23	26	27	27
7	ミャンマー	ミャンマー	ミャンマー	ミャンマー	ミャンマー
	20	20	22	25	22
8	日本	アメリカ	フィリピン	フィリピン	フィリピン
	13	12	13	14	15
9	ブラジル	日本	日本	ブラジル	ブラジル
	11	12	11	10	13
10	フィリピン	ブラジル	ブラジル	日本	日本
	11	12	10	10	11

国内の生産に目を向けると作付面積は 2001 年で頭打ちとなっており、むしろ微減の方向を辿っているが、一方収穫高は灌漑の進展、施肥量の増加により 2001 年から 2004 年までの期間に約 10% の増加が見て取れる。

また作付及び生産の中心はメコン川の豊富な水量に支えられるメコンデルタ地域とハノイも含まれる北部紅河デルタ地域である。

質的には北部と南部にて稲作には明確な違いが認められる。 北部はハイブリッド種を南部は在来系統を、北部は苗植え、南部は直播、北部は小規模 (0.2ha/所帯)、南

¹⁸ 2006 データブックオブザワールド

部は大規模（1.2ha/所帯）等であり、ハイブリッド米の食味が悪いというベトナムでの一般的な認識もあるが、在来系統でよいこと、直播で収量が確保できること、大規模であること等、日照、気温にて優位性を持つ南部農業はコスト的にも北部に比較し優位性を保っている。

表 3-2 地域別稲作付面積の推移¹⁹

	作付面積 ²⁰ (1,000ha)				
	1995	2001	2002	2003	2004
紅河デルタ地域	588	599	594	589	578
北東部	182	210	214	218	216
北西部	27	31	32	34	37
中北部沿岸地域	319	335	336	337	333
中央部沿岸地域部	164	172	173	173	173
中央高原部	30	50	55	58	61
南部北東部	73	120	113	112	113
メコンデルタ地域	1,035	1,537	1,513	1,498	1,467
Long An		261	245	233	230
Tien Giang		94	90	89	88
Ben Tre		24	25	24	23
Tra Vinh		54	55	54	54
Vinh Long		76	75	73	72
Dong Thap		206	205	203	203
An Giang		222	219	221	220
Kien Giang		250	254	267	251
Can Tho ²¹		182	181	178	179
Soc Trang		135	141	139	137
Bac Lieu		26	19	19	11
Ca Mau		8.4	6.2	0.9	0.8
合計	2,421	3,056	3,033	3,022	2,979

¹⁹ Statistical Year Book 2004

²⁰ 二期作、三期作の地域がほとんどであるが、重複計算を避けるため春米の作付面積を記載。地域により異なるが総生産量に占める割合は春米生産が 50%、秋米が 30%、冬米が 20%である。

²¹ 2004 年に Can Tho 省は Can Tho 省と Hau Giang 省に分割された。

表 3-3 地域別コメ（粳米ベース）収穫高の推移

	生産量（1,000 トン）				
	1995	2001	2002	2003	2004
紅河デルタ地域	5,090	6,419	6,752	6,487	6,709
北東部	1,458	2,250	2,375	2,475	2,485
北西部	329	441	456	488	546
中北部沿岸地域	2,141	2,967	3,156	3,221	3,326
中央部沿岸地域部	1,415	1,707	1,711	1,878	1,836
中央高原部	430	646	607	748	722
南部北東部	1,270	1,681	1,680	1,742	1,725
メコンデルタ地域	12,832	15,998	17,710	17,528	18,520
Long An		1,626	1,739	1,773	1,898
Tien Giang		1,288	1,285	1,268	1,315
Ben Tre		380	392	381	367
Tra Vinh		902	1,006	1,046	1,034
Vinh Long		911	963	936	963
Dong Thap		1,964	2,179	2,215	2,421
An Giang		2,113	2,594	2,686	3,001
Kien Giang		2,188	2,578	2,490	2,738
Can Tho		1,954	2,216	2,142	2,271
Soc Trang		1,526	1,643	1,610	1,516
Bac Lieu		727	694	628	593
Ca Mau		418	421	353	403
合計	24,964	32,108	34,447	34,569	35,868

3.1.2 コメ生産の歴史

1980年代後半までのベトナムにおける農業は社会主義的農業共同組合を農業生産の基本単位とする農業政策であり、戦争による破壊と動員という外部影響のほかに、中央集権的計画経済体制の下、生産物の低い公定価格での国への販売義務、労働編成の細分化等が労働意欲の低下を招き、効率を考慮しない労働投入が生産性低下の原因となり、食料不足は深刻度を増し、さらにソヴィエトや東欧からの援助の減少により国家財政は破綻に近い状況に陥った。

国家統制の廃止と自由競争原理に基づく市場経済への移行を認めたドイモイの方向性に基づき 1988 年 4 月の政治局第 10 号決議が発せられ農民への配分土地利用保証、一部農地の入札による配分が開始された。この動きに先立ち 1986 年から 1988 年初頭にかけて農業生産は停滞しており、1986 年における食糧生産量は 1840 万トン、1987 年には 1750 万トンに低下し 1988 年初頭においては食糧危機が叫ばれ実際に 930 万人が食糧不足に直面する事になった。

政治局第 10 号決議はこのような状況の中で発令され、具体的内容としては、① 農業生産において各生産農家を自主的単位と認め、② 請負期間を 5 年から 15 年に延長、③ 労働者を請け負った土地に対し完全な主体者と認識し、④ 合作社を自主的な組織とした上で、法人格を持たせ、自主管理させ、形式、規模、生産方式、経営方法を自ら決定させるという農民に対する自主権の拡大が盛り込まれた決議でもあった。この結果としてめざましい生産拡大につながった。1988 - 89 年のコメ生産量は約 200 万トン増加、1989 年度のコメ生産高は 2140 万トンと初めて 2000 万トンを突破し、ベトナム史上初めて 140 万トンのコメの輸出も可能となった。

土地権利の内容を明確化する農地法はドイモイの一環として 1993 年 7 月に新「土地法」として発効し、① 1 世帯あたり農地の最大面積は 3ha、② 使用期間として 1 年生作物の場合 20 年、永年生作物の場合 50 年まで、③ 相続、担保、賃貸借、譲渡、交換、抵当などが可能となり、これにより実質的な個別農家経営が保証される事になった。この結果、これまでの国営農場、概ね村規模の協同組合に相当する合併社に加えて個別経営が併存する事になり更なる生産拡大へとつながって行った。尚土地保有面積の上限は 1998 年に撤廃され現在に至っている。

農業改革以降、大規模な灌漑、排水事業による作付面積の増大、IRRI からの多収性品種の導入、施肥量の増加が可能になったことによる収量の増加によりコメ生産は飛躍的に増加し、1989 年からは輸出国に転じ 1997 年からはタイに次ぐ世界第 2 位の輸出国となった。

3.1.3 コメの加工

コメの加工はイネの収穫から始まり、粒だけを外す脱穀工程を経て粳となる。粳は粳摺りにより穎（えい。粳殻）が外され玄米となり、精米工程を経て白米となる。機械化の進んだ日本においてはコンバインで収穫の際に脱穀までを行うが、手刈りが主流のベトナムにおいては、千歯（把）を用いて脱穀を行っている。ベトナムにおいて碎米が大量に発生しているのは粳摺り及び精米工程であり、原因として下記が挙げられる。

- ① 形状的に日本米と比較し細長いため胴割れが起きやすい。
- ② 一般に収穫時の粳の含水率は **20-25%**であるが、乾燥工程にて胴割れが起こりにくく、尚且つ長期保存に適す **14-15%**に水分含有量を落とす必要があるが、ベトナムでは含水量調整に難があり、主に含水量が多すぎるものが問題視されているが、一歩では含水量が **13%**以下になると胴割れが起きやすくなることも指摘されている。
また、乾燥においては急激な乾燥はやはり胴割れを招くため、水分含有量に応じ **35-50℃**の空気を送風することにより乾燥を行う必要がある。
- ③ 収穫時期の遅れは茶米とともに胴割れを引き起こす。

3.1.4 コメの流通

1988年の制度改革の結果、それまで国家統制の下、農民は政府機関への収穫したコメの販売義務から開放され、自由化された。但し輸出に関しては食料安全保障の観点から輸出割当制度を採用し、コメの生産予測の基、年初に輸出目標値の70%を割当て、残りの30%を年度途中で数量目標を修正した上で配分する方式を取っている²²。

国際的に波紋を投げかけた2004年4月から2ヶ月の輸出停止は国内需要の逼迫の予見から行政指導の形「政府から輸出業者へのお願い」によりなされたものであり、いまだ、米輸出に関しては政府統制の下にあるといえる²³。

尚割当企業は2000年に資格の緩和が行われ、民間企業も含む46社が輸出ライセンスを取得している。

²² 「市場経済下ベトナムの農業と農村」長憲次

²³ 「緊迫アジアの米」山田優

3.1.5 コメの等級分類

次項にてコメの国際価格を述べる前にここで、世界最大の米輸出国であるタイとベトナムの輸出米の規格を比較したものを下記する。 タイは商業省により規定されベトナムは首相令にて規定されている。

粒長により細かい規定はあるが、国際的に碎米も商品として認められている。

表 3-4 タイのコメ粒の分類

	Class 1 mn. 7.0mm	Class 2 6.6-7.0mm	Class 3 6.2-6.6mm	Short Grain mx. 6.2mm
100% Grade A	mn. 70%	rest	mx. 5%	Na
100% Grade B	mn. 40%	rest		mx. 5%
100% Grade C	mn. 30%	rest		mx. 5%
5%	mn. 20%	rest		mx. 10%
10%	mn. 10%	rest		mx. 15%
15%	mn. 5%	rest		mx. 30%
25% Super		rest		mx. 50%
25%		rest		mx. 50%
35%		rest		mx. 50%
45%		rest		mx. 50%
Broken A1 ES			Na	
Broken A1Super			Na	
Broken A1 Special			Na	

表 3-5 タイの輸出製品基準

	10	10	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4	4	3	3	C1Ok	C1No
100% Grade A	mn. 60%			Rest													Na	
100% Grade B	mn. 60%			Rest													mx. 0.5%	mx.0.1%
100% Grade C	mn. 60%			Rest													mx. 0.5%	mx.0.1%
5%	mn. 60%			Rest													mx. 0.5%	mx.0.1%
10%	mn. 55%			Rest													mx. 0.7%	mx.0.3%
15%	mn. 55%			Rest													mx. 2.0%	mx.0.5%
25% Super	mn. 40%			Rest													mx. 28%	mx.1.0%
25%	mn. 40%			Rest													mx. 28%	mx.2.0%
35%	mn. 32%			Rest													mx. 40%	mx.2.0%
45%	mn. 28%			Rest													mx.50%	mx.3.0%
Broken A1 ES	mx. 15%			Rest													mx. 10%	mx.1.0%
Broken A1Spr				mx. 15%													entire quantity	mx.5.0%
Broken A1 Spcl				mx. 15%													entire quantity	mx.6.0%

表 3-6 ベトナムの輸出製品基準

Grade		粒分類			粒組成			
		超長粒 L>7.0mm	長粒 6.0-7.0mm	短粒 L<6.0mm	丸米 (%)	砕米		
						サイズ	砕米、小砕米 (%)	小砕米 (%)
長粒種	100% Grade A	≥ 10	-	≤ 10	> 60	0.5-0.8	< 4.0	≤ 0.1
	100% Grade B	≥ 10	-	≤ 10	≥ 60	0.5-0.8	< 4.5	≤ 0.1
	5%	≥ 5	-	≤ 15	≥ 60	0.35-0.75	5.0±2	≤ 0.2
	10%	≥ 5	-	≤ 15	≥ 55	0.35-0.7	10±2	≤ 0.3
	15%	-		< 30	≥ 50	0.35-0.6	15±2	≤ 0.5
	20%	-		< 50	≥ 45	0.25-0.6	20±2	≤ 1.0
	25%	-		< 50	≥ 40	0.25-0.5	25±2	≤ 2.0
	35%	-		< 50	≥ 32	0.25-0.5	35±2	≤ 2.0
	45%	-		< 50	≥ 28	0.25-0.5	45±2	≤ 3.0
短粒種	5%	-		> 75	≥ 60	0.35-0.75	5±2	≤ 0.2
	10%	-		> 75	≥ 55	0.35-0.7	10±2	≤ 0.3
	15%	-		> 70	≥ 50	0.35-0.65	15±2	≤ 0.5
	20%	-		> 70	≥ 45	0.25-0.6	20±2	≤ 1.0
	25%	-		> 70	≥ 40	0.25-0.5	25±2	≤ 2.0
	35%	-		> 70	≥ 32	0.25-0.5	35±2	≤ 2.0
	45%	-		> 70	≥ 28	0.25-0.5	45±2	≤ 3.0

3.1.6 コメの価格

ベトナムにおける米価は長憲次著「市場経済下ベトナムの農業と農村」に下記のように記載のあるよう、国際価格に強く規定される。

… 米価が決まってくる過程はつぎの通りである。まず、農業農村開発省、通商省、全国レベルの国営公社及びベトナム食糧協会の4機関の共同作業で輸出最低指標価格（フロアー・プライス）が国際価格動向などを踏まえて年度当初までに確定され、勧告される。輸出会社は可能な限りこの指標価格に沿う形で輸出相手との価格交渉を行なう。他方で、改革後には国内の主要地点に米の卸売市場が開設されており、そこでの取引数量は実際には限られているものの、輸出会社は交渉によって確定した輸出価格（FOB 価格）を基にして卸売市場で買い付けを行う。その価格情報が一般に公表されることになり、それが国内でのいろいろの流通段階におけるモミや玄米や精米価格の基準となっていくという実情になっているのである。

また同書には「最終小売価格または輸出価格のうち生産者手取り部分は 51-53%で、全体の 1/2 は流通コストを含む流通マージンで占められている」との記載があり、本事業で使用するコメは碎米ではあるが、発生する工程には注意を払う必要がある。

データの得やすさから 5%の碎米混入の精白米の輸出価格の推移を下記に示す。

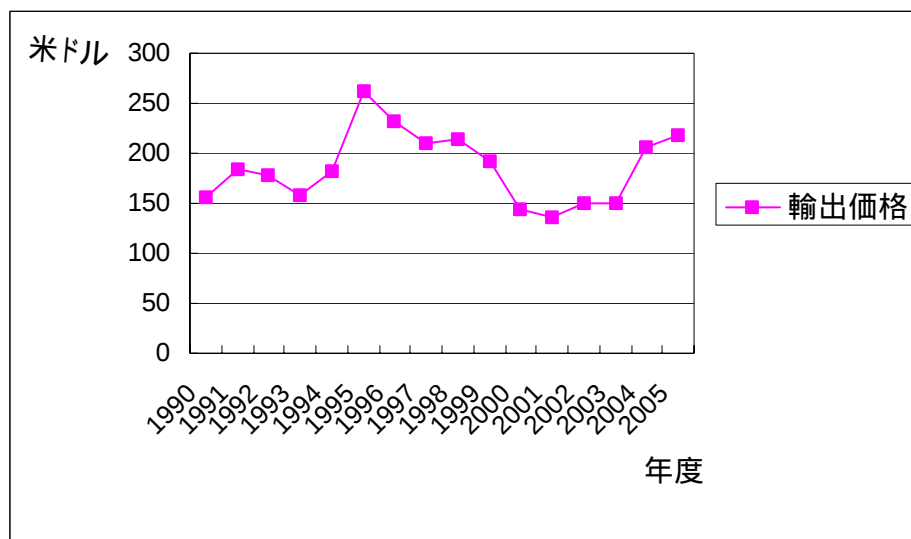


図 3-1 碎米のタイ輸出 FOB 価格

3.2 Long An 省におけるコメ流通の実態と砕米

3.2.1 Middleman²⁴

Long An 省を含めメコンデルタに置けるコメの流通を特色付けるものが **Middleman** の存在である。ベトナムにおけるコメの国内流通は、食糧農産物が原則自由化された 1988 年の本格改革からは取り残され、輸出と国内の遠隔地域間流通については国営の公的事業体である公社が担当する規制が残ったことから、国と民間の二重の流通構造が作り上げられる結果となった。民間による流通関与は国内市場が中心で、基本的には地域内消費の担い手と言う色彩が強いが、最近では規制が緩和された事もある。国内遠隔地域間流通についても相当の部分を民間が担っている。民間業者によるコメの流通経路は、生産者からの籾の買い入れ、集荷、加工調整、消費者への販売となっているが、**Middleman** は、その最初の部分となる生産者からの籾の買い付けから始まり、集荷までの役割を担っている。これに加え砕米と言う観点で見れば、加工調整工程である籾摺り、及び精米において発生する砕米の買い付け、集荷更には販売と言った機能をも果たしている。

Long An 省含めメコンデルタ全体での **Middleman** の総数は把握されていないが、零細な極めて小規模な業者から大規模な集荷業者まで多数の業者が従事している。数が圧倒的に多いのは、零細あるいは小規模業者であり、これらの業者は買い付けの資金量にも限界がある事より、年間の取扱量も精々100トンとか200トン程度であり貯蔵設備も保有しておらず、買い付けた籾は比較的規模の大きな集荷業者若しくは近隣の加工調整業者に売り渡す事で手数料を得る業態を取っている。これに対し規模の大きな集荷業者は、買い付ける籾の輸送手段も充実、更に保管設備も大型化する事で年間数千トン規模の籾の集荷を可能にしている。最近ではこれらの大規模集荷業者は、集荷量の更なる大規模化とともに、単なる集荷業務だけではなく加工調整工程の分野への進出を果たす業者も現れて来ているのが現状である。

Long An 省における主な **Middleman** を調査した結果を表 3-7 に示す。

²⁴ 仲買人、仲介業者、輸送業者、加工業者等複数の機能を持つため、適切な訳が与えられず、現地で一般的な **Middleman** という言葉をそのまま使用する

表 3-7 Long An 省の主要 Middleman （上位 10 社）

No	企業名	取扱量 (千トン/年)
1	Thinh Phat Co., Ltd	30
2	Tan tai Rice Mill Plant	21.6
3	Quyen Rice Mill Dealer	20
4	Lien Hiep Rice Mill Plant	20
5	Tam Trang Rice Dealer	15
6	Ut Nho Rice Dealer	15
7	Be Ba Rice Dealer	10
8	Muot Phung Rice Dealer	10
9	Tam Dang Rice Dealer	10
10	Hiep Trang Private Enterprise	5

このリストに記載されている Middleman は Long An 省の主要な民間集荷業者であるが、その中でも Thinh Phat, Tan Tai, Lien Hiep 及び Hiep Thang は集荷のみに留まらず粳摺り、精米と言った加工調整分野に進出している。

3.2.2 流通実態と加工業者

大小様々な **Middleman** により集荷された籾米は加工業者の手へと渡っていく。 籾は籾摺り工程にて籾殻を除去した後玄米を得るが、籾摺りのみを行っている業者の場合は精米前の玄米を通常は精米を行っている国営の公社へ売り渡す事になるが、最近の傾向では民間籾摺り業者の精米業への進出が顕著であり、籾摺りから精米までの一貫加工が多く見られる様になって来ている。

Long An 省 Thanh Hoa 県 所在の中堅籾摺り業者である **Anh Tuyet 社** より籾摺り業の実態について聴き取り調査行なったところでは；

- －**Anh Tuyet 社** の契約形態は、生産者より籾を買い取り、籾摺り後に玄米を精米所に販売する形態を取っている。
- －**Long An 省** における籾摺りの時期は例年 2 月から 8 月まででその期間は毎日籾摺りを実施するが、それ以外の時期は月間 2-3 日程度籾摺りを行うのみ。
- －省内に籾摺り業者は数百家存在している。
- －籾摺り業者の工場は概ね **Long An 省** 内に張り巡らされている水路沿いに立地しており川船の停泊が可能な岸壁を保有している。
- －廃棄物となる籾殻は **Middleman** を介しレンガ工場に販売している。 この場合輸送コストは売主負担となっている。

表 3-8 は **Long An 省** における主要籾摺り業者に関する聴き取り調査結果である。

表 3-8 Long An 省の主要籾摺り業者 (上位 10 社)

No	企業名	籾摺り量 (千トン/年)
1	Phuoc Thanh Thuan Private Enterprize	30
2	Tan Tai Rice Mill Plant	21.6
3	Tam Du Private Enterprise	20
4	Thanh Cong Rice Mill Plant	20
5	Cong Tam 1 Rice Mill Plant	20
6	Cong Tam Rice Mill Plant	20
7	Phuoc Hung Rice Mill Plant	15
8	Long An Food Compamny	10
9	Trung Hieu Private Enterprise	10
10	Kim Hoang Rice Mill Plant	5

これらの籾摺り業者の内、籾摺り専業は、**Thanh Cong Rice Mill Plant** のみであり、それ以外は全て精米業との兼業である。 また、**Long An Food Comapany** は国営公社傘下。

つぎに玄米は精米業者の手に渡るが、精米加工後ルアザイと呼ばれる長粒種のグループとルアチョンと呼ばれる中・短粒種のグループの 2 群に分類、更にそれぞれのグループが砕米比率によって最上級の 5%未満から最下級の 45%以上までの 7 階級に等級区分された上で、卸売会社又は国営公社に製品として売り渡される。

下に Long An 省の主要精米業者の調査結果をまとめた。

表 3-9 Long An 省の主要精米業者 (上位 10 社)

No	企業名	精米量 (千トン/年)
1	Long An Food Company	200
2	Thinh Phat Co., Ltd.	30
3	Phuoc Thanh Thuan Private Enterprize	30
4	Tan Tai Rice Mill	21.6
5	Tam Du Private Enterprise	20
6	Lien Hiep Rice Mill Plant	20
7	Cong Tam 1 Rice Mill Plant	20
8	Cong Tam Rice Mill Plant	20
9	Trung Hieu Private Enterprise	10
10	Phuoc Hung Rice Mill Plant	10

精米専業は Thinh Phat 及び Lien Hiep の僅か 2 社のみで、残りは全て粳摺り兼業である。又圧倒的に精米量の多い Long An Food Company (LAFCO)は国営公社傘下である。

Long An 省の 2004 年度におけるコメの収穫量は約 100 万トン程度に落ち込んでいるが、その内の 40 万-50 万トンについては国営公社である Vinafood2 の取り扱いとされている。南部地域を管轄する Vinafood2 と北部・中部地域管轄の Vinafood1 の 2 社に現在では集約されているが、国営公社はコメ以外にも食糧農産物を手広く取り扱い、加工調製、保管、輸送、輸出入等の業務に関連する多数の子会社及び関連施設を所有している。LAFCO は Vinafood2 傘下の Long An 省における地域集荷センター及び粳摺り/精米所の機能を兼ね備えた拠点である。LAFCO においても多少の粳摺りは行っているが、ここで集荷の対象となるのは玄米であって粳は積極的な集荷の対象となっていない。生産者は地域で操業している粳摺り業者を使い粳摺り後集荷センターに持ち込み、LAFCO は精米し製品化するという流れになっている。

3.2.3 碎米の流通

ベトナムにおける碎米の大量発生の原因については 3.1.3 項に記述した通りである。この碎米は籾摺り工程及び精米工程にて発生しており、その流通過程には **Middleman** が深く関与している。調査資料によれば、碎米の発生率はおおよそ 20% 前後とされており、その 7 割を **Middleman** が購入しているとされており、残りの 3 割は生産者による家畜飼料用とされている。

Middleman による購入用途は更なる調査が必要ではあるが、判明している限りでは食品用原料が大半を占めている。

碎米価格についてはコメの輸出価格の変動には左程影響されず、2,900VND/kg 程度で安定している。

第4章 ベトナムにおけるアルコール生産

4.1 ベトナムにおけるアルコール製造業

4.1.1 現状

2000 年度、ベトナム全土では飲料用アルコール²⁵製造を含め 300 社余りのアルコール生産会社が操業をしていたと言われており、当時の生産量は年間 51 百万 L であった。300 社余りとは言え、その殆どが、極めて小規模、零細且つ旧式な設備で操業していた。

表 4-1 地域別アルコール生産高²⁶ (2000 年度)

No	地域	生産量 (百万 L/年)
1	北部	1.83
2	紅河デルタ	10.20
3	中部	7.70
4	Ho Chi Minh 市&南東部	19.50
5	メコンデルタ	12.40
	計	51.63

ベトナムにおけるアルコール生産の状況は、現在も 2000 年当時と大きな変化は見受けられない。相変わらず小規模、零細の上、老朽化した設備で操業している企業が大半を占めている。その中で家内製手工業のレベルから脱却し工業化されたアルコール製造工場を取上げれば下記の 13 工場になると考える。

地域的な分布を見てみると、北部に 8 工場とその大部分が集中しており、続いて中部に 3 工場、南部に 2 工場となっている。

一方、ある程度設備規模のもと、新鋭のアルコール製造設備導入の計画が始動し始めている。これらは北部の 1 工場を除き、残りは全て南部における立地となっている。ベトナムにおいては、製糖工場にアルコール製造工場が併設されるケースが多いと言われてきたが、上記 13 アルコール製造工場の内、併設型は 7 ヶ所とほぼ半数となっている。これらのアルコール製造工場で生産されているアルコール量は、設備設計能力で約 75 百万 L/年であり、地域別には、北部のアルコール製造工場で 41 百万 L/年、中部で 22 百万 L/年、南部で 12 百万 L/年となっているが、昨今原料となるモラセス不足を含め、種々の企業活動に関する環境変化のため生産低下が続いている。

(1) 北部の状況

北部の 8 工場においては、6 工場がモラセスを原料に、2 工場がタピオカ等を原料にしている。

²⁵ ビール、ワイン、焼酎、ブランデー等

²⁶ Institute of Alcohol, Beer & Beverage

北部における主要製糖工場である Lam Son Sugar の製糖工場併設型アルコール製造工場の生産能力は、25 百万 L/年とベトナム最大の生産規模である。又 Hanoi Wine はタピオカなどを原料としているが、その生産規模は 10 百万 L/年とキャッサバを原料とするアルコール製造設備としてはベトナム最大である。

北部全体で年間 41 百万 L 強の設備能力があるものの、実際の稼働率は設計能力を下回っていると見られており、現状では 28 - 29 百万 L 程度の生産量と見られている。原因は設備の老朽化と共に、昨今の原料モラセス不足が大きいと考えられているが、2005 年初頭において Lam Son Sugar よりの聴き取り調査実施時には、需要が弱含みで 8 割操業を強いられているとの発言もあることから需要の問題もあると見られる。

(2) 中部の状況

中部では他の地域と比べると原料の調達が比較的容易であると考えられる。調査対象工場は 3 工場であるが、これらの工場は比較的生産設備が新しい事が特色である。アルコール総生産量は 3 工場総計で約 22 百万 L/年強である。

(3) 南部の状況

調査対象は 2 工場のみであり、2 工場合計の生産量も 12 百万 L/年に留まっている。この地域では、今後新たに推進される新規の建設計画の推移を見ていく必要がある。

表 4-2 アルコール生産工場の現状

	No	工場名	省	生産量 (百万 L/ 年)	原料
北部	1	Viger Ber Alcohol	Phu Tho	1.00	M
	2	Dong Xuan Wine	Phu Tho	1.00	T
	3	Hanoi Wine	Hanoi	10.00	T
	4	Van Diem Food	Ha Tay	0.90	M
	5	Hoa Binh Sugar	Hoa Binh	2.00	M
	6	Lam Song Sugar	Thanh Hoa	25.00	M
	7	Song Con Sugar	Nghe An	0.15	M
	8	Song Lam – Nghe An	Nghe An	1.00	M
	小計			41.05	
中部	9	Quang Ngai Sugar	Quang Ngai	7.50	M
	10	Binh Dinh Wine	Binh Dinh	9.00	M
	11	Tuy Hoa Sugar	Phu Yen	6.00	M
	小計			22.50	
南部	12	Xuan Loc Alcohol	Dong Nai	6.00	T
	13	Hiep Hoa Sugar	Long An	6.00	M
	小計			12.00	

注) M=モラセス、T=キャッサバなど

これらの 13 アルコール工場で生産されるアルコールの販売先については；ラオス及

び日本を向け先とした輸出が 10%、食品加工及びワイン向けが 30%、医薬（病院）向けが 10%、溶剤塗料を主要用途とする産業用が 40%、調理用原材料その他が 10% となっている。尚、Xuan Loc Alcohol についてはアルコールの販売先についての開示が無かった。

4.1.2 将来

現在既に生産中のアルコール生産工場とは別に、幾つかの新設計画が始動している。北部の **Tuyen Quang** 省での新設計画を除いては、全て南部各省での新設計画である。これらの計画では、稼動時期は **2006** 年から始まり、遅くとも **2008** 年までには全てが稼動し始める計画になっている。

原料は全てモラセスを使用する計画で、計画が完了した時点で、ベトナムにおいて、新たに **32** 百万 **L/年** 強のアルコール生産量が増産される事になるとのことである。ただし、既存向上にてもモラセス不足が露呈している現状においてどこまで実現されるかは全く未知数である。

表 4-3 アルコール生産工場新設計画

	No	工場名	省	予定生産量 (百万 L/年)	原料
北部	1	Son Duong Sugar	Tuyen Quang	2.5	M
	小計			2.5	
南部	2	Dak Nong Sugar	Dak Nong	3.0	M
	3	Ben Tre Sugar	Ben Tre	4.5	M
	4	Can Tho - CASVCO	Can Tho	10.0	M
	5	Sugar of Soc Trang	Soc Trang	12.5	M
	小計			30.0	

注) M=モラセス

4.2 アルコール生産が抱える問題点

4.2.1 内在する構造的問題がアルコール生産に与える影響

(1) ベトナム製糖産業の発展 - 「Sugar Program」

ベトナムにおいて、1995 年初頭より始まった所謂「Sugar Program」により、製糖産業は画期的な発展を遂げる事になったが、同時に大きな構造的問題も抱える事になった。

党の悲願である農村地域の近代化、工業化を達成するためには農業セクターにおける調整計画の存在が必須であると考えられ、その目的には砂糖増産計画が最適であるとのベトナム共産党の政治的思惑が色濃く反映された結果として、「Sugar Program」が政策決定されたが、一方、考えられた。具体的には、農村地域に砂糖製造設備を中心とした産業設備を建設し工業化を推進すると同時に、遠隔地域であり且つ貧困地域である農村地域を製糖のための原料生産地帯に作り変え、且つ発展させる事により、ベトナムの抱える最大の問題である農村の工業化、近代化が一举に達成でき、併せて貧困克服も達成できると考えられたからである。

「Sugar Program」それ自体は、2020 年を目標に先進的工業国家に脱皮するための工業化及び近代化のための重要な施策の一つであったが、プログラムそのものは、2000 年までに 100 万トンの製糖達成を主要目標に、既に栽培中である 15 万 ha の栽培地に加え、新たにサトウキビ栽培のための農地 20 万 ha の開発とサトウキビ栽培による 20 万世帯の新規雇用創設、更には砂糖増産による輸入代替により 3 億 5000 万ドル規模の外貨節約などがスローガンとして掲げられていた。

(2) サトウキビ作付面積

「Sugar Program」の柱の一つが作付面積の拡大であり、そのため 1995 年のプログラム開始以降 4 億ドルを越える投資が実施されている。プログラム最終年度である 2000 年度における目標であった作付面積 30 万 ha は達成したものの、その後は栽培する作物の選択権が栽培農家に委ねられている事から、年毎の作物が農家次第で変わり、従って作付面積も 30 万 ha 前後で不安定な状態が続いており、右肩上がりの拡大が続いている訳では無い。

表 4-4 地域別サトウキビ作付面積の推移²⁷

「Sugar Program」開始初年度と最終年度比較

地域	作付面積 (1000ha)	
	1995	2000
紅河デルタ地域	4,0	3,0
北東部	8,7	17,9
北西部	6,2	10,5
中央北海岸部	10,6	53,4
中央南海岸部	42,0	57,2
中央高原部	14,5	25,5
南部北東部	40,8	53,7
メコンデルタ地域	98,0	81,1
合計	224,8	302,3

(3) サトウキビ生産量

「Sugar Program」最終年度にあたる 2000 年度において、サトウキビ生産は 15 百万トン/年の水準を達成した。

地域別には、北部 1.3 百万トン/年、中部 6.3 百万トン/年及び南部 7.4 百万トン/年となっており、南部がサトウキビ生産の最大の生産地となっている。

「Sugar Program」開始初年度と最終年度との地域別サトウキビ生産量の推移を表に示している。

生産されたサトウキビについては、そのほぼ半量が製糖に使用され、残量はベトナムの伝統的な製品である Handicraft 糖及び生食用などに供されている。

表 4-5 地域別サトウキビ生産量（収穫量）の推移²⁸

「Sugar Program」開始初年度と最終年度比較

地域	生産量 (1000 トン)	
	1995	2000
紅河デルタ地域	198.4	137.5
北東部	239.3	703.3
北西部	239.1	481.0
中央北海岸部	566.2	2,743.0
中央南海岸部	1,711.3	2,496.0
中央高原部	606.5	1,091.8
南部北東部	1,754.6	2,432.4
メコンデルタ地域	5,395.7	4,958.7
合計	10,711.0	15,044.0

²⁷ Statistical Yearbook 2004

²⁸ Statistical Yearbook 2004

(4) 製糖部門

前述の通りサトウキビの生産は「Sugar Program」開始初年度にあたる 1994 - 95 年のシーズンの生産高約 10 百万トンから、最終年度の 2000 年には 15 百万トン強に増加し、それに伴い製糖も、年間 100 千トン程度の生産量であったものが、2000 年においては年間約 750 千トンの生産規模に達した。又 Handicraft 糖も 250 千トンの生産水準が守られた事で、全体ではプログラムの最終目標であった 1 百万トン/年の達成が実現した。

この様な製糖のための設備増強に 7 億 5,000 万ドルを超える投資が行われ、又この設備投資とほぼ同じ時期に 3 億 5,000 万ドルを超えるインフラ投資も行われた。設備増強により新たに 32 の製糖工場が新設され、この期間に、合計で 44 製糖工場がベトナム全土で稼動する事になり、この結果、国内サトウキビ圧搾能力は 10 千トン/日から 78 千トン/日へと増強されるに至っている。

「Sugar Program」の期間を通して、国内の砂糖価格はキロあたりの輸入価格の 50 セントから 70 セント高で推移していたが、プログラムの終了時期においては、国内の砂糖自給体制が整った事、密輸の横行及び市場が飽和状態になった事などにより、世界水準並に落ち着いて行った事が明らかになっている。

稼動している 44 の製糖工場の半数以上の 29 については、年間圧搾量が 150 千トン以下の所謂小規模工場と定義されているものであり、150 千から 350 千トンを圧搾している中規模工場についても 9 工場のみである。国際的に競争可能と考えられる 350 千トン以上の圧搾能力を持っている所謂大規模工場は僅か 6 工場のみである。ベトナムにおいては、これ以外に数千の Handicraft 糖生産工場が其々年間 3 千トンから 10 千トン規模の圧搾を行っていると言われている。

これらの製糖工場においては、副産物としてモラセスとアルコールが生産されている。

(5) 製糖産業に内在する構造的問題点

サトウキビ作付面積の新たな開発と、それに伴った新たな雇用増大は「Sugar Program」の一つの大きな目標であり、プログラム最終年度の 2000 年には、目標にしていた作付面積 300 千 ha が達成されるに至っている。

しかしながら、作付面積は増大したものの、プログラムの実施期間を通してサトウキビの他の作物に対する競争力が強くなった訳ではなく、多くの省ではコメ、キャッサバ甘藷あるいは落花生と言った作物との競合に常に曝されており、それらの殆どの地域においてサトウキビ栽培に特化した地域は出現しておらず、結果としてサトウキビの競争力が他の作物と比べてそれほど強いものでは無かった事を示したに過ぎない。この様に、他の作物に対する比較優位を持っていないサトウキビが、曲がりなりにもその栽培面積の拡大に成功して来たのは、正に製糖産業に内在する第 1 の問題点である「補助金」の存在であった。サトウキビ栽培地の拡大は「Sugar Program」に基づ

きサトウキビ栽培者である農家に支払い続けられた補助金の存在抜きには語れないと言われており、この事がプログラム終了以降のサトウキビ栽培の健全な発展の足枷となってしまうと言わざるを得ない。実際に、このプログラム実施期間中に支払われたと言われる補助金の総額は 3 億 4500 万ドルに達すると見られている。

第 2 の問題点は、「Sugar Program」期間内に建設された国際競争力を持たない多数の製糖工場の今後である。プログラムの開始にともない、ベトナムでは製糖部門に対する大規模な投資が実施され、この期間内に新たな 32 の製糖工場が新設され、この結果合計で 44 の製糖工場が稼動する事になった。これらの製糖工場の内、年間の圧搾量が 150 千トン以下のものについては、ベトナムにおける分類では、「小規模工場」と定義され、同じく 15 万トンから 35 万トンまでを「中規模」、350 千トン以上を「大規模」と分類されているが、問題となるのは小規模製糖工場と称される 29 工場である。これらの工場群は、国際水準から見れば極めて小規模工場であり、従って製糖コストは高く、国際競争力の面から見ればプログラム開始時点で既に将来問題を惹起する事は予想されていたものの、当時の状況は、初めに増産即ち生産規模 1 百万トン/年達成が全てに優先した目標であったため先送りされたままであった。結果としてプログラム終了時期には、製糖 1 百万トン/年達成に伴い自給体制も整ったが、一方では、それまでは見過ごされて来た国内価格問題に焦点があたる様になり、国際価格の低迷による各製糖企業の採算悪化が政治問題化するに至った。

(6) ベトナムの製糖産業とアルコール産業

「Sugar Program」終了後の 2000 年以降最大の政治問題化している国内製糖企業の経営再建問題は、今だ途についたばかりである。

国内 44 の製糖会社の内、政府により事業継続の承認を得ている 9 製糖工場は下記の通りである。

Lam Son Sugar
La Nga Sugar
Binh Dinh Sugar
Nghe An Tate & Lyle Sugar
Vietnam Taiwan Sugar
Long An Nagarjuna International
Vietnam KCP Industrial
Tay Ninh – Bourbon Sugar
Gia Lai – Bourbon Sugar

これ以外の 35 製糖工場については、基本的には全ての製糖工場が再建のためのリストラ計画の対象になっている。その内の 32 の製糖工場に関しては、政府は工場閉鎖

を含む厳しい再建策の検討を求めている。今後比較的採算の良好な砂糖会社による吸収合併を含む砂糖業界の再編成を中心に、非効率な工場売却、非効率な操業の外部への業務委託などを含む抜本的リストラ策の検討が進む事になっている。又残りの 3 の製糖工場については、その内の 2 工場は移転を前提とした検討が進められており、残りの 1 工場は既に生産中止の勧告が出されている。

この様に政府は、製糖産業に対するなりふり構わぬリストラ計画の実施を図る構えではあるが、一方もうひとつの構造的問題である農村近代化及び貧困対策を考えた場合、現状では 30 万人以上といわれる農民の製糖産業関連への関与の事実を考えると、強引な手法の限界も見えてくる事から、抜本的な改革の着手には及び腰とも見える対応となっている。

(7) アルコール産業、今後の展望

MARD のデータによれば、2003 年 12 月末時点でのベトナムの製糖工場は、「Sugar Program」終了時点より 1 工場減り、43 工場が操業をしており、サトウキビ圧搾能力は 82,450 トン/日と増加し、この結果モラセス生産量も増加し 591,950 トンに達した。このモラセス生産量は、年間 2 億 L のアルコール生産に相当するものである。モラセスを供給している製糖工場は表 4-6 の通り。

表 4-6 製糖工場毎のモラセス生産量²⁹ (2003 年 12 月)

No	製糖工場名	压榨量 (Ton/日)	サトウキビ生産 (千トン)	モラセス (トン)	アルコール 製造設備
	ベトナム総計	82,450	11,839	591,950	
A	北部合計	26,850	3,637	181,850	
1	Cao Bang	700	92	4,600	
2	Tuyen Quang	700	90	4,500	
3	Son Duong	1,000	160	8,000	
4	Son La	1,000	135	6,750	
5	Hoa Binh	700	130	6,500	あり
6	Viet Dai	6,000	600	30,000	
7	Lam Son	6,000	850	42,500	2.5 百万 L
8	Nong Cong	1,500	220	11,000	2.1 百万 L
9	Nghe An – Tate & Lyle	6,000	1,000	50,000	
10	Song Con	1,250	185	9,250	あり
11	Song Lam	500	65	3,250	あり
12	Quang Binh	1,500	110	5,500	
B	中部合計	24,450	3,252	162,600	
13	Quang Nam	1,000	60	3,000	
14	Quang Ngai	2,500	300	15,000	あり
15	Nam Quang Ngai	1,000	350	15,000	あり
16	Kon Tum	1,000	150	7,500	あり
17	Binh Dinh	1,500	250	12,500	3 百万 L
18	Bourbon Gia Lai	1,000	225	11,250	
19	An Khe	2,000	300	15,000	あり
20	Dong Xuan	100	30	1,500	
21	Tuy Hoa	1,250	230	11,500	6 百万 L
22	KCP Phu Yen	2,500	450	22,500	
23	333 Dak Lak	500	95	4,750	
24	Dak Lak	1,000	160	8,000	
32	Ninh Hoa	1,250	180	9,000	
26	Cam Ranh	6,000	470	23,500	
27	Phan Rang	350	82	4,200	あり
28	Binh Thuan	1,000	120	6,000	
C	南部合計	31,150	4,950	247,500	
29	La Nga	2,000	300	15,000	
30	Tri An	1,000	160	8,000	
31	Binh Duong	2,000	220	11,000	
32	Tay Ninh Sugar	900	150	7,500	
33	Bourbon Tay Ninh	8,000	850	42,500	
34	Tay Ninh Material	2,500	400	20,000	
35	Hiep Hoa	2,000	320	16,000	6 百万 L
36	Nagarjuna Long An	3,500	900	45,000	
37	Ben Tre	1,500	250	12,500	
38	Tra Vinh	1,500	250	12,500	
39	Soc Trang	1,500	220	11,000	
40	Phung Hiep	1,250	300	15,000	
41	Vi Thanh	1,500	300	15,000	
42	Kien Giang	1,000	150	7,500	
43	Thoi Binh	1,000	180	9,000	

製糖産業は、2002 - 03 年度に亘り多大な損失を被っている。製糖工場の経営健全化のための民営化のプロセスの流れは、製糖工場の移転あるいはサトウキビ栽培地域の

²⁹ Agriculture, Forestry and Salt Processing Dept. (MARD)

変更を強いるものであったが、この何れもが、製糖産業が自ら持っている構造的問題点でもあった。

製糖工場の移転の場合には、殆どのケースで工場の旧来の地域周辺農民にサトウキビの廃却若しくは安値での投売りを強要する一方、多数の製糖工場が密集する地域では、原料のサトウキビ栽培地域拡大の試みは停滞したままであり、原材料不足によるサトウキビの高騰を招いた。この様に製糖産業の経営再建は生産現場に多大の混乱を招く結果となった。2004 - 2005 年度になっても、この傾向は続いており、最近でも Tra Vinh、Soc Trang、Ben Tre などの各省周辺の製糖工場でサトウキビ不足が続いていると言われており、この地方のサトウキビは前年度比約 2 倍となる記録的高値である 400 千 VND/トン を記録した。

2005 年 9 月に行なった MARD に対する聴き取り調査の結果では、製糖産業のリストラ策は順調に進展していると説明されており、少なくとも調査時点で次の 7 社の廃業が決定していると説明されていた。具体的には、既に MARD の砂糖会社リストから抹殺されている Viet Tri を筆頭に、Quang Binh、Quang Nam、Dong Xuan、Binh Thuan、Tri An、Binh Duong の 7 社であるが、MARD によれば、更に 2-3 社追加のリストラ対象会社が存在していると見ている。

一方、同じ時期に MOI 傘下の研究所より聴取したところでは、MARD がリストラ済みと宣言し、又上記のリストラ・リストに含まれている Dong Xuan 製糖工場については、操業続けており、Nam Quang Ngai と An Khe の両工場は Quang Ngai 社により吸収合併されたとの見方をしており、相当情報自体が錯綜している状況である。

因みに MARD も 7 社のリストラについて、各工場の操業は別会社により継続されているとの見解を出しており、生産現場での単純なリストラとはならない事を物語っている。

この様な状況の中、MARD を中心に砂糖関連業界の今後の対応は、採算に乗る経営を基本に置きながら砂糖業界全体の安定化を目指しており、そのためにはアルコール生産のためのモラセス生産をバッファーにする構造改革に取り組もうとしている状況と言える。

4.2.2 その他のアルコール原料について

ベトナムにおいて、アルコールは糖質及びでんぷん質原料から生産されている。将来的には、これに加えてセルロースからの生産も考えられる様になると思われるが、実用化にはまだ大分時間が掛かると考えられている。

現在実際のアルコール生産の原料に使用されているのは、サトウキビとキャッサバであるが、これに加えてでんぷん質原料のコメ、コーン、甘藷等が原料として考えられる。これらの原料については、国内消費には十分な量の生産が既に達成されているものの、大規模なアルコール生産を考えるとその量はまだまだ不足していると言わざるを得ない。

2010 年までのベトナム農村開発戦略（ Vietnam Rural Development Strategy ）によれば、1 百万 ha の農業用地拡大が目標として打ち出されており、そこではアルコール生産のための原料開発を含め、全国を 7 つの経済ゾーンに分けた上、それぞれでの開発指針が打ち出されている。概略を以下する。

(1) 紅河デルタ地域

コメ生産量拡大を最大の目標に掲げている。2010 年までに 7.2 百万トンのコメ生産を目指す。又コーンは 200 千 ha の栽培地を確保し、8 百万トン生産。

(2) 北部山岳地帯

現地の食糧需要を満たすため、ハイブリッド・コーン栽培面積の拡大を最大の目標に置いている。個別課題としては、コメ栽培面積を 668.9 千 ha まで拡大し 4.1 百万トンの生産量を達成、コーンについて 390 千 ha で 1.45 百万トン生産。

(3) 中央北海岸部

この地方でもコメの栽培面積拡大と増産を最大の目標に挙げている。2010 年にコメの栽培面積 679 千 ha の達成と生産量 3.1 百万トンが目標となっている。次いでコーンが 140 千 ha で 595 千トン、サトウキビも 2010 年において栽培面積 79.1 千 ha 生産量 5.9 百万トンが目標。

(4) 中央南海岸部

サトウキビがこの地域における主要作物であり、開発計画は栽培面積を 81.4 千 ha まで拡大し、生産量を 5.3 百万トン達成。又コメは 2010 年までに 516 千 ha の栽培地拡大を達成し生産も 2.7 百万トンを目指にする。コーンは 70 千 ha で 257.6 千トンを目指。

(5) 中央高原部

2010 年度の目標は、コメ 193.5 千 ha、コーン 150 千 ha 及びサトウキビ 36 千 ha。

(6) 南部北東部

2010 年にコメ 300 千 ha、1.3 百万トンの達成を目標、加えてコーン 150 千 ha で 601.5 千トン、サトウキビ 40 千 ha で 3 百万トン。

(7) メコンデルタ地域

コーン 100 千 ha で 549 千トン、サトウキビ 80 千 ha で 5.6 百万トンが目標となっている。

先ず目につくのは、キャッサバが開発の対象外作物になっている事である。

ベトナムにおいてキャッサバは、主として農民の自給用、あるいは飼料用として広く栽培されており、灌漑の発達していない地域や山岳地域などの劣悪な土壌条件においても生育が可能で有る事から救荒作物的な意味合いも含め重要な作物と位置付けされている。

現在は、北部では農家により自給用又は飼料用として栽培されており、一方南部でも同じく農家の自給用若しくは飼料用としての用途に加え、商品作物として年間 100 万トン規模のキャッサバ加工工場への原材料として栽培されている。

2003 年度におけるキャッサバの栽培面積は 371.9 千 ha、生産量は 5.2 百万トンである。生産地域が集中している南部北東部、中央高原部、中央南海岸部、北部の各県においては高い収量を達成しており、平均で 14 千 kg/ha と言われている。これは 1980 年代までの収量の低い在来品種の栽培から、1988 年から開始された CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical : 国際熱帯農業研究センター) との交流により高でんぷん品種の導入・普及が進んだためと考えられている。

キャッサバ栽培農家の大多数が零細あるいは小規模農家である事より生産者自体の増産に対する意気込みには限界が有り、加えて商業作物として生産されているキャッサバは全生産量の 3 - 4 割程度と推測され、且つその生産量の半分程度しか加工能力が無いと言う状態で、生産と加工との歪みは生産農家に押し付けられる状況が続いている。更に昨今では、中国とタイにおいてキャッサバを原料とするアルコール生産の計画が進展している事もあり、キャッサバの輸出が増加しており、この事が価格の大きな変動要素となり、この作物の将来に対する舵取りが更に難しさを増している。この様な状況の中で、政府の積極的関与が無い事から、少なくとも農村開発戦略の最初の

節目となる 2010 年頃まではキャッサバを確かなアルコール原料の一つと考えるのには無理があると考えられる。

でんぷん質原料を取上げるとすれば、やはりコメを考えていくべきであろう。

栽培面積でも生産高でもコメはベトナム最大の農作物である。2003 年度のコメの栽培面積は 7,449.3 千 ha、総生産量は 34.5 百万トンに達している。生産の中心は平地であり豊富な水資源の利用が容易な紅河デルタとメコンデルタであるが、何れの地域も 2000 年以降は栽培面積、収穫量ともに増加も減少もして居らず、その最も大きい理由は、国内自給が完全に達成された事により、増産ではなく単位面積あたりの収量の増加と品質の向上に政策転換された事によるものである。これに対して現在実施されているベトナム農村開発戦略では比較的発展の遅れがちなコメ生産地の開発が目標となっている。

アルコール原料としてのコメの持つポテンシャルの高さの一つとして特筆される点は、碎米の存在である。通常の粳摺り、精白といった精米工程において 20-30%程度発生すると言われている碎米は、家畜飼料として引き取られている比較的粒の大きいものを除き廃棄されているのが現状であり、これらの廃棄物扱いの碎米がアルコール原料として量的にも豊富に存在しており、且つ極めて良質なバイオ・アルコール原料であるとともに、これらの低級碎米の価格は他アルコール原料の価格と比較しても充分価格競争力を持っている事よりアルコール原料としての利用の可能性が多いに期待されている。

4.3 米からのアルコール製造技術

日本人にとり米は主食であり、かつ日本の国酒である日本酒の原料であることから、燃料用のアルコール原料として使用された例はなく、発酵（醸造）方法は低温条件下にて、液化・糖化・発酵を同時に進行させる並行複発酵とよばれる独特な方法である。

米以外でのでんぷん原料の発酵の研究は、主として甘藷を対象として発酵研究所や民間企業により 1930 年代より 1945 年まで燃料用アルコールの製造を目的としてなされ、この中でアミロ法の確立やでんぷん糖化液用の優良酵母協会 1 号や 396 号が生まれ、1944 年には 170 千 kL/年の生産量を上げた³⁰。

以降も現在の NEDO を中心とする工業アルコール技術開発は進められ、³¹凝集性酵母の開発による繰返し回分法の成功、その改良も進められている。

4.3.1 でんぷん原料のアルコール製造と碎米アルコールプラント

でんぷん原料の燃料用アルコール製造は地上バイオマスとしてコーン³²、大麦、小麦、また、雑穀としてのマイロ³³、また地下バイオマスとして甜菜³⁴、キャッサバ、甘藷が上げられる。現在の燃料用アルコールの生産は米国ではコーンを中心として、2005 年に 11 百万 kL/年を生産し 2015 年には 25 百万 kL/年の生産を予定している。中国では同じくコーンを原料とし、2 百万 kL/年、カナダではコーン、大麦、マイロが主流で 200 千 kL/年、欧州では大麦と小麦が主に利用されている。いずれも穀物のでんぷん質を酵素により液化・糖化した後に酵母を加え発酵する。

（ 現在世界一の産糖国のブラジルと同 2 位のインドではサトウキビの絞り汁、その濃厚糖液あるいは糖蜜等の糖質を原料としている。ベトナムでのでんぷん質は穀類からのアルコール製造は小規模な蒸留酒製造のみである ）

穀物からのアルコールの製造では使用する燃料と副産物の有無により経済性及び環境・使用エネルギーに関する LCA の評価が異なる。

糖質原料も含めた製造工程の差異を表 4-7 に示す。

³⁰ 第二次世界大戦時中において航空機燃料製造を目的とするものであった

³¹ 日本においてアルコールは醸造アルコールと工業アルコールに大別され、醸造アルコールは財務省管轄、工業アルコールは経済産業省管轄となっている

³² 日本においても Maize、トウモロコシ等の呼称はあるが、本報告書においてはコーンと呼称する

³³ 穀物用トウモロコシ(sorghum)の一種。家畜飼料

³⁴ サトウダイコン、Sugar beet

表 4-7 燃料用アルコールの原料比較

原料		全粒発酵	燃料 ³⁵	副産物 ³⁶
で ん ぶ ん 質	コーン ³⁷	○	外部調達	DDGS 等
	大麦	○	外部調達	DDGS 等
	小麦	○	外部調達	VGL 等
	コメ	精米	籾殻	DDGS 等
	キャッサバ	○	外部調達	なし
糖 質	サトウキビ搾汁	Na	バガス	バガス、モラセス
	モラセス	Na	バガス	液肥

米国におけるコーンからのアルコール製造の場合には農地における施肥量や機械化した農業の消費エネルギーまた原料製品輸送輸送等のエネルギーは非常に大きく、生産されたアルコールの持つエネルギーの 10%に相当するといわれる。

現在、商業生産されている米国のコーン原料のアルコールと本事業で製造される碎米アルコールの相違点としては下記が挙げられる；

- ① 碎米はコーンに比べて高価である
- ② 碎米アルコールは米の籾殻により生産エネルギーの自給ができる。購入燃料コストが低い（米国は安価な天然ガスを利用）
- ③ 米はコーンと比較し施肥料が少なく、機械化もなされていないためエネルギー消費が少ない。
- ④ 原料・製品輸送を運河により行うため、エネルギー消費、コストともに低く抑えられる
- ⑤ タンパク質含量がコーンよりはるかに多く、尚且つ含まれるタンパク質は優れたアミノ酸組成を持つことから³⁸、高い飼料価値が予見される

³⁵ 外部調達燃料は主に天然ガス・石炭・褐炭等の化石燃料である

³⁶ DDGS : Distillers Dried Grains Solubles、VGL : Vital Gluten Feed、WDG : Wet Distillers Grains

³⁷ 湿式、乾式の製造プロセスにより副産物は異なるが、ここでは乾式の代表的な副産物を挙げた。

³⁸ 「米の化学」竹生新治郎監修、石谷考佑・大坪研一編

4.3.2 碎米の品種と品質

世界では現在万を越えるイネ品種が存在しており、様々な呼び名及び例外も存在するが、大きくジャポニカ、インディカ、ジャバニカに分類される。

日本で栽培されているイネはほぼ 100%ジャポニカであるが本調査の対象であるベトナムは一般的にインディカが栽培されている。従い碎米はインディカ米が中心(ほぼ 100%) となる。ジャポニカ、インディカそれぞれに多数の品種が存在し大きな変異もあるが一般的な違いを下表にまとめる。

表 4-8 ジャポニカとインディカの形態比較³⁹

	分布	葉色	脱粒性	草丈	粒形	変異
ジャポニカ	温帯	濃	低	小	短粒	小
インディカ	熱帯・亜熱帯	淡	高	大	長粒	大

インディカ、ジャポニカは形状・食味は異なるが、同じ種である。

食味の大きな違いは主にでんぷん質組成が異なることによるが、でんぷん含量、タンパク質等の組成割合そのものには下表のよう大きな違いはない。

表 4-9 ジャポニカとインディカの化学組成の比較(単位 : %)⁴⁰

	水分	でんぷん質	タンパク質	脂質	その他
インディカ	13.5	77.3	7.4	0.9	0.9
ジャポニカ	15.5	75.8	6.8	1.3	0.6

本事業の原料となる碎米に関しては、問題となる異物混入に関しては、目視の結果であるが、小石と砂が 0.2%以下、小動物・昆虫類の死骸、少動物の糞等は見当たらなかった。

³⁹ 「米の化学」より

⁴⁰ インディカ米は本調査で持ち帰った碎米を(株)月島機械にて分析を行なった結果。ジャポニカは四訂日本食品標準成分表の「精白米」を参照

4.3.3 基本プロセス 碎米プラントに適用される技術の検討

本事業は世界ではじめての碎米からの燃料用アルコール製造を目指すものであり、一貫プラントとしての技術実証はなされていないが、採用する各工程の技術はすべて工業的に採用されているものであり、本事業設備の完工は可能であると考える。

また本調査におけるプロセス設計はいくつかの条件での碎米の液化・糖化・発酵試験⁴¹を行なった結果を下敷きとしている。

下に碎米アルコール製造設備の基本的なブロックフローを示すとともに主要工程の説明を行う。

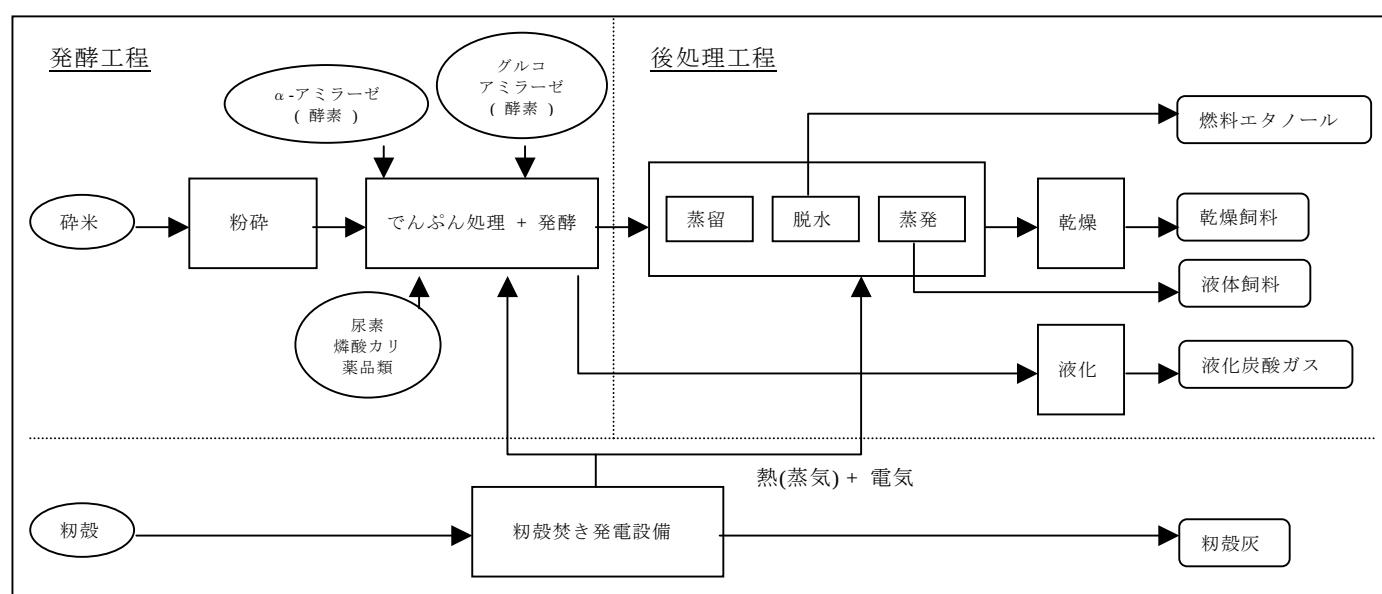


図 4-1 アルコール製造設備ブロックフロー

(1) 碎米の破砕

日本酒の製造の近代化は 1970 年代に季節性と杜氏依存性を解消するために始まり、液化液の並行複発酵を中心とし多くの試みがなされた。多くの変遷があったが、代表的な「融米造り」方式を含め、現在利用されているものはいずれも酒造米を使い、

- ① ハンマーミルを使用し乾式粉碎した米粉を α -アミラーゼにより液化し、麴を糖化する
- ② 磨砕機を使用して湿式粉碎（磨砕）した米粉を α -アミラーゼにより液化し、麴を糖化する方式であり、処理設備は風味の関係すること、酒粕のろ過性等への考慮から材質・回転速度等に配慮がなされている。

⁴¹ 本調査の一貫として(株)月島機械にて委託試験を実施

製品が燃料用アルコールであることから食品規格外の機器仕様で、消費動力の少ない乾式粉碎機ハンマーミルを選定する。同ハンマーミルにて 32 メッシュパスの米粉を得てスラリー槽で分散する。

このでんぷん乳にアミラーゼを添加し液化温度を 80℃に保ち、予備液化を行う。工業的实施例として清酒製造における融米造りがある。

日本酒醸造の経験則を数量化⁴²したうえで DCS による制御を行い液化液の糖化酵素と酵母を加えて発酵させる。

(2) 糊化・液化

グルコースの高分子化合物のでんぷんを利用してアルコールを作る場合、でんぷんを低分子のグルコースやマルトースに分解す必要があるこれが液化・糖化工程である。

でんぷんはアミロース (α -1,4-グルコシド結合の直鎖結合) とアミロペクチン (α -1,4-グルコシド結合と α -1,6-グルコシド結合の直鎖結合) の多糖類で、これを発酵に使うためには、酵素によりグルコース (フラクトース、マルトース) に分解する必要がある。

でんぷんスラリーは、加熱やアルカリの存在にて膨潤と溶解がおこり酸素や化学薬品に対し反応性が高くなり水に可溶となる (α 化)。ただし高温条件化にて糊化が進むと粘度が上昇し、機械攪拌が困難になり次工程の反応が困難になることから米でんぷんでは粘度を損なわない温度である 70℃以下にて行う必要がある。実際の工程ではでんぷん供給槽に温水とでんぷんを入れ少量の α -アミラーゼ (アミロース分解酵素) を入れて粘度を下げながら糊化を進ませて液化工程に送ることとなる。

(3) 液化 - でんぷんの酵素分解 (基本プロセス)

α -アミラーゼによりアミロースとアミロペクチンの長い鎖 α -1,4 結合を切断し水溶性のデキストリンにする操作であり、反応温度は使用する酵素により 90~140℃ と異なる。現在広く利用されている液化設備は、ジェット・クッカーあるいはスタティックミキサであり蒸気をジェットノズルにて噴射しでんぷん乳を高速ノズル部に圧入し、混合を瞬間的に行い酵素反応を促進させる。

(4) 糖化反応

反応の基本はグルコアミラーゼを用い、デキストリン中の α -1,6 結合を切りグルコースにすることである。

⁴² 液化液の同時液化発酵では日本清酒醸造の実績によれば、最終のもろみ中の発酵アルコール濃度は 18 容量%であり、発酵温度と酒母の量を制御すれば斯様な高濃度が可能と考える

加えて、分解を効果的にするためには 枝きり酵素（プルナーゼ）を加えて収率を上げる。

(5) 発酵方式・発酵方式

アルコールの大量生産方式として回分式、繰り返し回分法、多段連続式、1 槽連続式次等の方法があり、すでにコーンからのアルコール製造では液化液の同時発酵には回分式と連続式が利用されている。

① 回分式発酵

古典的な方法であるが大容量のアルコールやビールの発酵、小規模であるが日本酒、ウイスキーの生産では酒母及び主発酵工程に本方式が広く利用されている。

原料液化液あるいは生でんぷんのスラリーに酒母及び糖化（及び液化）に必要なグルコアミラーゼ、必要薬品を投入し発酵を行う。

回分式発酵の場合運転の経過に従い発酵槽内の変化する状態にその都度対応して操作を変える必要があるがあり、それが複雑であるとの評価もあるが、エタノール発酵は緩やかな嫌気性発酵であり、コンピュータ制御方式を採用することで 温度、pH 等を調整し安定した運転が可能となる。

液化液の張り込みは連続的な供給が必要とされる場合もあり、その際には輸送ラインにグルコアミラーゼと酒母を供給する。尚、酒母自身も回文式発酵により製造される。

② 多段連続醗酵

濃厚糖液や糖蜜原料に対し使用され、米国のコーン・アルコールの発酵にも使われている。発酵槽を多段に並べ 液化液と酵素酒母を第一槽から供給し、最終槽まで流通させる。滞在時間分布を制御することで発酵槽の容量の減少が可能である。

3-10 の発酵槽を直列配置し発酵原料、酵素、酒母その他必要薬品を連続的に供給し最後の槽より発酵完了液を得て、これを蒸留工程へ送る。

優位点は必要総発酵槽容積が小さく、予備の発酵槽も不要であることであり、問題は長期安定運転が前提であることから発酵液が雑菌により汚染された場合、汚染発酵槽の処理には多大な損失が予想されることから、汚染防止のために抗菌剤、抗生物質の使用が一般的であることである。

③ 凝集性酵母による繰り返し回分発酵

日本で開発された方法で 凝集性酵母を使用し発酵を行い、発酵完了後、静置・沈殿させ上澄みは蒸留工程に送り、沈降酵母を繰り返し利用する方法であり、糖質原料への適用は可能であるが、碎米アルコールの発酵液中の固形物は酵母の沈降を妨げ分離が難しく、今回の適用は断念する。

上記の発酵槽の制御は通常の温度、圧力、流量、pH、糖濃度、溶存酸素（DO : Dissolved Oxygen）、細菌数カウンタ等の発酵工程に適した計器により分析を行うことが必須である。

(6) 発酵液の処理

発酵液の処理は発酵液中のエタノール濃度を燃料用規格まで純度を高めることを目的とし、液中の有用物質を回収する操作を排出ゼロと省エネにより実施すること。純度向上には蒸留と脱水操作が、有用物質の回収には固液分離、蒸発、乾燥等の操作が標準的に用いられている。

本事業の蒸留廃液は良質のタンパクを含み、繊維分は少ないが、コロイド状態の固形物が多く、固形分のろ過はろ過面積が大きくなり経済的ではなく、そのまま脱水、蒸発濃縮、乾燥を行い、濃厚飼料、乾燥飼料とする。

課題としては蒸気消費量の大きい蒸留、蒸発の省エネがあり、

- ① 発酵液をまず蒸留し蒸留塔の塔頭蒸気を多重効用缶の熱源とする。
- ② 発酵液をまず多重効用缶にて蒸発し得られたエタノール溶液を加圧蒸留し、その蒸気を再度多重効用缶で用いる

方式が考えられ、エタノール濃度が低い場合は②がよいが、本事業でのエタノール濃度は 12%と高いため、①を採用する。

(7) 蒸留

発酵完了液（もろみ）中のエタノールと共存する溶剤を沸点差で分離する方法で、成分を蒸発させて棚段を設けた塔の中で還流液と接触させて行う。もろみ塔と精留等の 2 塔にて行い、各塔底に蒸気加熱の再沸器を持ち、もろみ塔でエタノール蒸気と蒸留廃液を得て、蒸気を精留塔に送り、底部より蒸留廃液と排出する。精留塔では塔頂で 90-94%(w/w)のエタノールを得る。

この塔頂蒸気を還流用と脱水用に分岐し、還流分の蒸気を多重効用の加熱器に送り熱源とする。これにて再沸器の供給する蒸気は多重効用缶の熱源になる。廃液の多重効用が三重とすれば蒸留塔が第 1 缶となり総合すれば四重効用となる。

(8) 脱水（無水化）

通常の蒸留法ではエタノールは水と共沸混合物 95.6%w/w を形成し、普通の蒸留法ではこれ以上は脱水できない。現在広く工業利用され安定的な操作が可能な Molecular Sieve 法の採用を第一候補として考える。

Molecular Sieve 法は水分子は吸着水より分子の大きなエタノール分子は吸着しないゼオライトの性質を利用した一種の「ふるい」に共沸蒸気を通すことにより脱水を行

うものである。

水分子を吸着したゼオライトは減圧下で水分子を放出させることにより再生する。

脱水装置は蒸留装置に組み込まれる。

(9) 蒸発装置⁴³

最初の蒸発缶の発生蒸気を次の缶の加熱源に用いる多重効用缶を使用し、前工程で発生する蒸留廃液を濃縮する。精留塔の蒸気のみでは多重効用で必要とする熱量と一致しない。多重効用の第 1 缶に蒸留塔からの蒸気過熱器を設けることで不足分を補うことは可能である。

第 1 缶で蒸発した蒸気は次の缶の過熱に使用する。尚、蒸気加熱機には発電用タービンの抽気を使用する。

蒸発缶の形式は閉塞がなく伝熱係数の高いプレート型加熱機を持った強制循環型を採用する。

ここで発生する排水はすべて温水回収槽に貯留し液化工程に利用する。

(10) 乾燥装置

現在広く使用されている直火型乾燥機は化石燃料を使用し高温ガスを発生させ湿潤物質と直接接触させ水分を蒸発させる方式であるが、揮発性有機ガスを発生するためその処理と熱回収が複雑になる。

本事業では蒸気の利用が可能であるため、蒸気加熱の間接加熱型乾燥機を利用し、水分 50%の濃厚液を 10%まで乾燥し輸送・保存の利便性を付加する。

繊維分が少ないため、水蒸気管回転乾燥機ではなく、表面掻取式が適切であると考ええる。

(11) 液体炭酸ガスの製造

発酵槽にて発生する空気含量の少ない炭酸ガスを得て原料とする。

炭酸ガスは圧力を 2.0MPa に上げ-20℃とすることで液化が可能であり、大気圧への減圧により液化炭酸ガスの一部が自己蒸発し、残部は冷却されドライアイスとなる。

(12) 粕殻焚き発電設備

本事業において必要となる熱・電力供給のため粕殻焚き発電設備を含める。

余剰電力は外販する。

⁴³ 化学工学便覧改訂 6 版、1999

4.4 燃料用アルコールを巡るベトナムの状況

4.4.1 輸送セクターの状況

ベトナムの道路網は、2003 年度において全土で全長 126,046km に達している。

国道が 13,280km、内舗装道路 12,287km、未舗装 993km、省道が 27,545km、内舗装道路 17,247km、未舗装 10,298km、郡道が 85,221km、内舗装道路 21,450km、未舗装 63,771km となっている。

ベトナムの輸送セクターの特徴は、上記の道路網建設に対する極端な投資の傾斜配分によっても明らかな様に、中央政府、地方政府共に、年間投資のかかなりの部分をこれらの道路建設費に投入しており、この成果としての道路輸送の効率は目覚ましく発達した。次に、南部地域、メコンデルタ及び紅河デルタにおいては、内河水路が重要な役割を果している事が挙げられる点と、鉄道部門への投資が軽視されている事が挙げられる。

貨物及び旅客其々の輸送実績を下記に示す。

表 4-10 貨物輸送量⁴⁴ (百万トン km)

年	総計	鉄道	道路	河運	海運	航空
2002	56,431.7	2,391.5	8,650.1	4,968.2	40,250.1	171.8
2003	60,992.0	2,725.4	9,402.8	5,140.5	43,512.6	210.7
2004	67,261.9	2,790.8	10,305.5	5,591.8	48,335.9	237.9

注) 2004 年度は予測値

表 4-11 旅客輸送量⁴⁵ (百万人 km)

年	総計	鉄道	道路	河運	航空
2002	39,388.6	3,697.2	26,010.2	2,481.4	7,101.4
2003	43,786.3	4,069.0	29,180.8	3,282.4	7,112.0
2004	48,650.5	4,378.0	31,730.7	3,440.0	8,948.0

注) 2004 年度は予測値

Long An 省における輸送セクターの現状を見てみると、先ず目につくのは国道を幹線とする道路網の整備である。省を縦断・横断する国道は、1 号線、及び 62 号線であるが、幹線道路となるのは国道 1 号線で、HCMC のバイパスとなっているが、Long An 省 Tan An 市を經由し、メコンデルタの主要都市群、My Tho、Tien Giang 省、Vinh Long 省、Can Tho 省、Soc Trang 省、等を経て Ca Mau 省にまで達している。この国道 1 号線は全区間舗装されており、特に HCMC 周辺の都市部及び地方都市間を結ぶ幹線道路として、貨物及び旅客輸送の中核としての機能を果しているが、昨今の経済成長を反映し輸送量は増加の一途を辿っている。その結果、大型トラックの通行量の増加、

⁴⁴ Statistical Yearbook 2004

⁴⁵ Statistical Yearbook 2004

増大を続ける膨大な数の 2 輪車などにより部分的には日中の慢性渋滞ヶ所も見受けられ、緊急の解決すべき課題となっている。 しかしながら国道を幹線とする道路網が整備されて行く中で、メコンデルタ地方を特徴付けるものとして、省道以下の未舗装のローカル道路を含め多くの道路が水路と併走している事と、歴史的に古くより水運で栄えてきた地域でもある事より、現在でも道路網を補完する形で運河や自然河川が水運に利用されている事が挙げられる。

Long An 省の統計によると、2004 年度の道路による年間貨物輸送量は 4,455 トンとなっており、輸送量の 76%は大型あるいは特殊輸送トラックを使用しであるが、これに対し、水運による年間の貨物輸送量は 149,664 トンとなっている。 用いられている船舶は積載量が大きく百馬力以上の強力なエンジンを搭載した貨物船からエンジン付きボートまで種々雑多であるが、 遠隔地になると手漕ぎの木船も多数使用されており、統計では手漕船による年間貨物輸送量は 20,601 トンと道路による全貨物輸送量の 4.6 倍となっている。

この様に Long An 省の場合には、省内の貨物輸送は幹線道路を除けばまだまだ道路網が未発達で有る事より水運に多くを依存している状況と言える。

4.4.2 輸送用燃料の需要側の問題

ベトナムにおけるモータリゼーションの到来は暫く先の話と言っても差し支えない。所得水準と自動車の普及については、一般的に 1 人あたり GDP が 1,000 ドル水準に達した時点を第 1 段階と称し穏やかな保有が開始されたとみなし、本格的普及は GDP が 10,000 ドル以上に到達した時点と言われている。

アジアにおける特色は一人あたり GDP が 1,000 ドル前後に到達した時点で急速に自動二輪車が普及する事である。この現象はタイ、インドネシア、マレーシア、フィリピン等で顕著である。これに対しベトナムでは、国民 1 人あたり GDP が 500 ドル前後であるにも拘わらず⁴⁶ 自動二輪車普及が極めて高い水準に達している。IMMA (International Motorcycle Manufacturers Assoc.) の調査によれば、ベトナムの自動二輪車保有台数は 2000 年度の 4,500 千台から 2003 年度には 11,400 千台と増加している。2 輪車の全世界での保有台数は 2003 年度において 2 億台前後と見られており、普及率の高い国として、台湾が 2 人に 1 台、タイが 4 人に 1 台となっているが、ベトナムはそれに次いで 7 人に 1 台と言う高い普及率を示している。これに対し 4 輪車の保有台数は、2000 年度においては 220 千台、内訳は乗用車 140 千台、バス・トラック 80 千台となっており、2003 年度で 290 千台となっている。

自動二輪車の背景については 1980 年代後半頃から急増したタイを中心とした近隣諸国からの大量の安価な中古 2 輪車及び密輸車の流入が挙げられるが、それに加えてベトナムの特異性として市街地域が概ね 3 - 5Km と狭く生活通勤など日常の行動範囲は 2 輪車で充分対応できる事、更には 2 輪車が資産形成商品として評価された事などが追い風となっている。また、都市間距離も短い事で貨物・旅客輸送用に利用できる点で 4 輪車の代替利用が活発である事にも注目すべきである。この様に本格的なモータリゼーションの到来には今暫くの時間が必要であるが、一方貨物・旅客輸送量から見ると近年の経済成長を反映し、ハノイ、HCMC の都市部、ハイフォン、カントーと言った地方都市を結ぶ幹線道路において全ての輸送量が急激な増加を続けており、今後も引き続き増加が予想されている事から自動二輪車のみならず自動車も更なる普及が予想される。

このような背景のもと、ベトナムにおける輸送用石化燃料の需要は経済成長の 1.5 倍に相当する年間 11% の伸びを過去 10 年間に亘り記録して来た。輸送用石化燃料の消費構造は、ディーゼルの需要が大きく全体の半分以上を占めている。2000 年より 2002 年まで 3 年間の燃料消費量は以下の通りである。

⁴⁶ 2003 年度は 441.9 米ドル、2004 年度は 554.6 米ドル

表 4-12 2000 年－2002 年間の石化燃料消費量⁴⁷ (1,000 トン)

油種	2000	2001	2002
ガソリン	1,751	1,830	2,404
ディーゼル	3,432	3,289	4,037
重油	2,320	2,341	2,555
灯油	388	544	411
航空燃料	266	249	312
合計	8,157	8,253	9,719

ベトナムの輸送用燃料の今後の需要については、MPI／開発戦略研究所を中心に、Petrolimex 及び Petrovietnam が 2020 年度までの予測を行っている。予測数値は下記の通りとなっている。

表 4-13 2020 年度までの輸送用燃料需要予測 (1,000 トン)

油種	2005	2010	2015	2020
ガソリン	2,829	4,156	5,090	6,024
ディーゼル	5,800	8,740	11,140	13,024
重油	2,878	3,665	4,350	5,089
灯油	440	420	392	360
航空燃料	419	615	844	1,023
石油製品合計	12,366	17,596	21,816	25,520
輸送用燃料合計	8,629	12,896	16,230	19,048

これに対応する国内の輸送用化石燃料供給に関しては、Petrovietnam の子会社である PVPDC (PetroVietnam Oil Processing and Distribution Co) が第 1 製油所完成までの間ベトナム唯一の石油製品の製造所となる。PVPDC は HCMC 南東の Ba Ria - Vung Tau においてコンデンセートを原料として、ガソリン (RON83 及び 92) を年間 270 千トン及び軽油を年間 26 千トン製造している。

待望されている第 1 製油所 (LD-1) は Da Nang の南 120Km にある Dung Quat に原油処理能力日量 13 万バレルの製油所と 2 つの原油タンク、製品貯蔵タンク、パイプラインシステムなどをグラスルーツから建設し、計画には高品質ガソリン製造 (RON92) のための精製装置 2 基の設置が含まれている。

第 2 製油所 (LD-2) はハノイ南 125Km Thanh Hoa 省 Nghi Son に原油処理能力日量 14 万バレルの製油所を建設するもので、現在計画中である。

国産原油以外にドバイ原油の処理も想定されておりそのための 2 次処理装置の設置も計画されている。LD-1/2 に加え、2017－18 年の稼動を見据え、Petrovietnam は原油処理能力日量 14 万バレルの第 3 製油所 (LD-3) を南部油田地域の Ba Ria - Vung Tau に建設する事を検討している。LD-3 は南部油田に近接している事で原油輸送コストの抑制が強みである事に加え、大消費地である HCMC に隣接している事より、LD-1/2 に比べ格段の競争力をもつと期待されている。

⁴⁷ MPI/開発戦略研究所

これらの三ヶ所の製油所が予定通り稼動した場合、生産される輸送用燃料の総量は2020年時点で13,960千トンと予測されている。

三ヶ所の精油所が建設されたことを前提とした2020年度までの輸送用燃料の需給バランスとしてまとめたのが下記表であるが、国内生産の増大は消費の拡大に追いついていけず、現状と変わらぬ大幅な国内源よりの供給不足は続いている。

表 4-14 ガソリン、ディーゼルの2020年までの需給バランス(1,000トン)

項目	2005	2010	2015	2020
需要	8,629	12,896	16,230	19,048
国内供給力	296	5,696	9,976	14,256
国内供給不足量	8,333	7,200	6,254	4,792

この様に増大するガソリン及びディーゼルの輸入に対し、2020年までにその一部をバイオマス燃料にて賄う国家バイオマス燃料開発計画が2004年に石油製品・添加物開発公社にて立案されたが、その後進捗は遅々としている。

4.4.3 輸送用燃料の供給側の問題

ベトナムにおける E10 実施の問題点の一つがアルコールの安定供給である。

現在の消費水準で E10 の実施が検討された場合、必要とされるアルコール量はおよそ 240,000kL 程度と考えられる。

これに対し 4.1.1 項にて記述した様、ベトナムにおいて現在生産されているアルコール量はおよそ 50,000kL/年と E10 必要量の 5 分の 1 程度であり、現状生産されたアルコールは、食品加工分野を中心に一般産業用として全て消費されていることから、輸送燃料用途としての新たな需要に対しては全くの新しい取組みを考えねばならない状況と言える。 現在稼動している 13 アルコール工場より聴き取り調査の結果では、設備能力として約 75,000kL に対し実際は 7 割の 50,000kL 程度の生産量であり、その主たる原因は原料のモラセスの不足によるものである。また、これら 13 工場では生産されたアルコールは、食品加工及びワイン向けを中心に医療、溶剤等の一般産業向けに完売されているとの事である。

新設が予定されている 5 工場の設備能力 32,000KL についても聴き取り調査の結果では伝統的な顧客である食品加工分野及び一般産業分野に対する製品供給を第一義に考えている事実から考察すれば、E10 実施に係る燃料アルコールの安定供給には大きな問題が有ると言える。

このような状況下において E10 実施を念頭に置いたアルコールの供給安定性について検討する。

先ず始めにアルコールの生産に置ける供給の安定性の面で、現在のベトナムの保有している生産能力の把握が必要と考えられる。 そのためには現状における最大の供給源となっている製糖産業の現状把握が必要になる。

1995 年より開始された「Sugar Program」の結果、粗糖生産 1 百万トン体制の達成には成功したものの、一部を除いた製糖工場は極端な採算低下に喘いでおり、工場閉鎖を含む抜本的再建策が求められている。 この結果 2003-04 年度に亘り製糖工場の経営健全化のための各種改革に加え民営化の動きが活発化してきたため、製糖産業のみならず原料供給を担っているサトウキビ栽培・生産分野を含め生産現場に多大の混乱を招く結果となっている。

規模的にも大きい外資系製糖工場及びいち早く経営再建に取り組み成功した一部製糖工場を中心にベトナムの製糖産業の生産量は増加を遂げており、2003 年末の状況でサトウキビ圧搾能力は「Sugar Program」終了時の 2000 年と比較するとサトウキビ圧搾量にて 5.7%増の 82,450 トン/日を達成している⁴⁸。この結果、2003 年末においてモラセス生産量も増加し 591,950 トンに達しており、この事は年間 200 千 kL のアルコール生産を可能にする原料が確保されているのに等しいと言う事ができる。

⁴⁸ 工場稼動期間での数字

これに対し設備面では、稼動中のモラセスを原料とするアルコール生産設備が 58.5 千 kL、新設予定設備が 32,5 千 kL と設備能力面では 90 千 kL 程度のアルコール生産設備が把握されているものの、現状では生産されるアルコールは、その全てが食品・産業用途として消費されている事から E10 への安定供給にはほど遠いと言わざるを得ない。

MARD 主導の製糖産業のリストラは引き続き実施されて行く予定となっているが、方向性としてはアルコール生産を織り込んだ構造改革へとシフトして行くと見られている。しかしながら、「Sugar Program」による小規模製糖工場の乱立が、今日のベトナムの製糖業のみならずサトウキビ栽培段階にまで高い生産コストを押し付けリストラに向かわざるを得ない状況を作り出した事を考えると、アルコール生産設備新設に当たっては設備の集約化を計ると共に、生産効率の高度化は果さねばならない目標となる。リストラの結果として製糖業界は疲弊している事から、一連のアルコール生産設備新設後に更なる増強が行われるか否かは引き続き注視して行く事が必要であるが、モラセスの発生量及び生産効率の高度化から考えても、少なくとも Lam Son 規模の 25-30,000kL 程度の生産量を持ったアルコール生産設備が 3 - 4 基建設される事が E10 普及のため又アルコールの安定供給のためには望まれる処である。

次にキャッサバを原料としているアルコール生産設備について見てみると、稼動している設備を保有している工場は 3 件で、総計 17,000kL の生産能力があるが、実際の生産量は原料の集荷の問題が有るため 10,000kL 程度に止まっている。生産されるアルコールは製糖工場のアルコール工場と同じく食品加工/一般産業向けに販売されている。キャッサバは政府による 2010 年までの農村開発戦略の対象になっておらず、従って将来的な増産計画も無く又キャッサバを原料としたアルコール生産計画も現状では皆無の状態である。

これに対しベトナム最大の生産量を誇るコメのアルコール原料としての活用が具体化した場合にはアルコールの安定供給に資する点は極めて大と考える。

特に精米工程で約 20%程度発生すると言われている碎米は、これまで比較的粒の大きなものを除いては廃棄物扱いであった事より量的には相当の量が容易に入手できる事と共に、コメは価格的に高いと言う事でこれまでアルコール原料としての使用が見送られてきた面を克服して余りあると期待されるものである。

アルコールの安定供給と並ぶ大きな問題がアルコールの供給価格である。

2005 年初頭におけるアルコール価格は 95%もので VND5,000/L、無水で VND6,000 - 6,500/L 程度で推移していたが、モラセス不足により年末に掛けて価格が高騰しており、2005 年 9 月時点で VND9,700/L となっている。

碎米を原料とするアルコールの生産価格については、本調査にて解明している。

第 5 章 事業内容

5.1 事業実施主体

本事業は双日総研及び双日による出資及び Vinafood 2 による現物出資により新会社を設立し、碎米を原料として燃料用アルコールを製造し、E10 原料としてベトナム国内にガス・ステーション販売網を持つ PetroVietnam 及び Ptrolimex に無水アルコールを販売する CDM 事業とするものである。

事業はアルコール発酵の工程において発生する炭酸ガス(二酸化炭素)を飲料製造企業及び鉄鋼溶接用途として外販し、また発酵残渣はタンパク質を豊富に含み、乾燥後に畜産飼料原料として販売を行うことを指向する。

また、発酵に使用する酵母（イースト）は自社内で製造し、今回はその市場性の調査を行えなかったが、十分な需要があれば、パン工場等への販売も将来的に検討する。

5.2 事業予定地

事業予定地は Vinafood2 傘下企業であり Long An 省 Thanh Hoa 地区にて精米業を営む Long An Food Company (LAFCO) 精米工場と隣接する場所とする。

同所の優位性は原料である砕米の 1/3 は隣接する LAFCO からの調達を行うことから輸送コスト及び輸送に係る二酸化炭素排出の低減が可能であること、隣接する運河を利用した原料調達・製品発送が可能であることから輸送コスト、二酸化炭素排出いずれも低いレベルに抑えることが可能となる。

本調査期間に工場予定地その場所での調査を実施してはいないが、同地域は豊富で良質な地下水が確認されており、アルコール発酵に重要な影響を与える良質、低温の用水調達が可能であることも本事業実施には肯定的に捉えられる。

また、事業予定地はベトナム最大の商都 Ho Chi Minh City (HCMC) から 60km 程度と近距離に位置し同国の近年のインフラ整備により一般道の整備は日々進展し、現在 HCMC から自動車にて 90 分程度にて達することが可能であり、工場稼働後の維持管理の面から見ても優位性が認められる。

下に事業予定地を示す



図 5-1 Long An 省地図と工場予定地⁴⁹

⁴⁹ Vietnam Administrative Atlas

5.3 燃料用アルコールの市場分析

5.3.1 国内需要・価格

現在ベトナムにおいて燃料用アルコールは使用されていない。

純度 96%⁵⁰ 含水アルコールに関しては、国内で 13 の企業が生産を行っている。
近年の中国のモラセス輸入量の増大もあり、下表のよう、それまで安定的であったアルコール価格が大幅に上昇した。

表 5-1 (飲料用) アルコール価格 (ベトナムドン/L)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
価格	5,400	5,000	5,400	4,000	4,200	4,400	4,600	4,800	5,000	10,000

原料モラセスの欠乏が製品アルコールの価格高騰を招いたと言われるが、統計資料等による事実確認は本調査期間中にはできなかった。

⁵⁰ 特に記載のない限りヴォリューム%を意味する

5.3.2 競合他社

現在ベトナムに燃料用アルコールを製造している企業は存在しない。

ただしモラセスからのアルコール製造を行っている企業及び計画を持つ企業は多数存在し、既存の発酵・蒸留設備に無水化設備を追加することにより燃料用アルコール製造は可能になることから、潜在的な競合者となりうる。

またブラジルにては一般的である **neat** アルコール燃料自動車⁵¹が導入された場合には現在の **96%**アルコールの使用が可能となるが、今日まで斯様な動きは報告されていない。

ただし、現在の総生産能力は **75,000kL/年(60,000 トン/年)** とガソリン消費量 **2.8 百万トン/年**と比較しても非常に小さく、仮に **E10** が施行されたとすれば **280,000 トン/年**が必要になることから考えれば、販売の競合状態を恐れるより、主要原料であるモラセス調達に関しての競合に対する備えが必要になる(原料調達リスク)。

また既存の飲料用、工業用の需要は少なくとも **40,000 トン/年**程度はあることが推定され、計算上は **20,000 トン/年**程度しか燃料用アルコールとして振り向けられないこととなる。

本事業はモラセス原料ではなく碎米を原料とするためモラセス調達のための競合には関係しない。 製品に関しての競合は、政府としての具体的な方針を検討中である現在、予見することは難しいが、原料面から考察した場合、厳しい状況になるとは考え難い。

⁵¹ ガソリンと混合せずアルコールのみを燃料とする自動車

5.4 原料調達

5.4.1 コメ生産状況

本事業実施予定地である Long An 省はメコンデルタ地域に属する。

メコンデルタ地域はベトナムの稲作の中心であり、豊富な水資源、熱帯気候に属し稲の生育に適した高温条件が年間と通じて得られることから国内米生産のほぼ半分が同地域にて行われている。

2004 年の籾収穫量は全土で 36 百万トン、メコンデルタで 18.5 百万トンとなっており、全土、メコンデルタ地域いずれも、収穫量は順調に増加している。

表 5-2 地域別コメ（籾ベース）収穫量の推移⁵²

	生産量（1,000 トン）					
	1995	2000	2001	2002	2003	2004
紅河デルタ地域	5,090	6,587	6,419	6,752	6,488	6,708
北東部	1,458	2,065	2,250	2,375	2,464	2,845
北西部	329	404	441	456	484	546
中北部沿岸地域	2,141	2,824	2,967	3,156	3,218	3,326
中央部沿岸地域部	1,415	1,682	1,707	1,711	1,867	1,836
中央高原部	430	587	646	607	734	722
南部北東部	1,270	1,679	1,681	1,680	1,738	1,725
メコンデルタ地域	12,832	16,703	15,998	17,710	17,524	18,520
合計	24,964	32,530	32,108	34,447	34,519	35,868

ベトナム政府は米生産を国家の最も重要な活動と位置付けているが、すでに国内需要は満たしたとの判断の下、作付面積の増加ではなく、収量の上昇、品質の向上等の質的な向上を方針として掲げている。

⁵² Statistical Yearbook 2004

5.4.2 碎米発生状況

本件の現地協力団体である CLRRI よりは、メコンデルタで収穫された籾から 3.9 百万トンという膨大な量の糠と碎米が発生していることが報告されている。

同報告によれば総収穫量のうち、丸米⁵³は 62.47%，碎米は 20.58%ときわめて高く、2004 年の収穫量をあてはめれば約 3.8 百万トンの碎米がメコンデルタ地域内で発生していることになる。

碎米はベトナム人の朝食である米の麺（フォー，ブン等地域と形状により呼び名が異なる）、ライス・ペーパー等及び畜産飼料としての使用が推定されている。

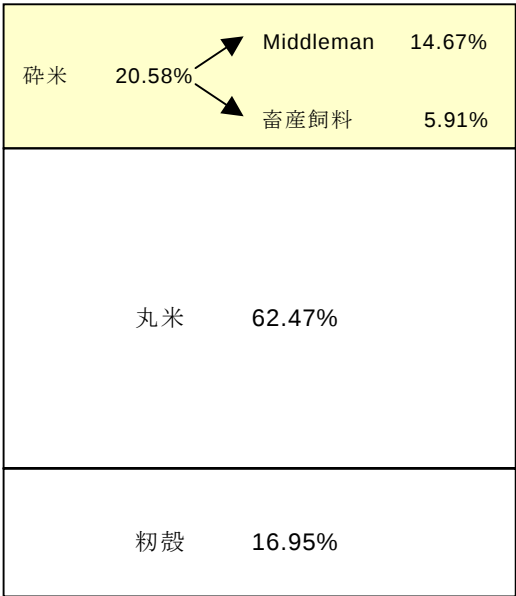


図 5-2 籾からの部分構成比及び碎米のハンドリング

本事業にて原料として使用する碎米の量は年間 66 千トンと計算しているが、この量はメコンデルタ全域で発生する碎米量 3.8 百万トンに対し、1.74%にしかすぎず、作柄の変動等大きな変動要素と比すれば⁵⁴、市場に対し影響を与える量ではないと言える。

⁵³ Head Rice, 欠けのない精米

⁵⁴ 近年は地域全体でみれば豊作が続いている

5.4.3 碎米価格動向

ベトナム産米の輸出価額及び輸出量の変遷を下記に示す。

輸出価格すなわち国際価格は世界最大の米輸出国であるタイの価格がベースとなり、精米技術で劣るベトナムはタイの輸出価格から数ドルのディスカウントをしたレベルにある。またベトナム国内小売価格は輸出価格を参考に形成される。

表 5-3 ベトナム産米輸出推移⁵⁵

年	輸出量(MT)	輸出総額(米ドル)	平均単価 (米ドル/MT)
1995	1,988,000	530,000,000	267
1996	3,003,000	855,000,000	285
1997	3,574,804	870,892,000	244
1998	3,730,000	1,019,739,000	273
1999	4,508,277	1,025,095,000	227
2000	3,476,983	666,667,000	192
2001	3,729,458	624,710,000	168
2002	3,340,932	725,535,000	217
2003	3,813,000	727,000,000	191
2004	4,000,000	887,000,000	222
2005 (est)	5,200,000	1,300,000,000	250

今回の調査により 2005 年の国内流通価格は籾で VND2,000 – 2,200/kg、精米で VND3,200 – 3,500/kg であり、碎米の小売価格は VND2,800/kg であることが判明した。一方米生産(稲作)にかかるコスト⁵⁶は籾ベースで雨季でトンあたり VND5.1 百万(57 米ドル)、乾季で VND5.6 百万(85 米ドル)であり⁵⁷、ここに籾摺り・精米コスト VND162 千(10 米ドル)が加わり総コストとして 67 – 95 米ドル/トンとなり、籾殻部分を割り戻すとコスト合計は 84 -119 米ドル/トンとなる。

従い、VND15,800/米ドルとすれば 200 米ドル(VND3,200,000/トン)からコストを減じた約 100 米ドル/トンの中で農民が収益を得、流通コストがまかなわれることになる。メコンデルタ地域での単収は 10 トン/ha 程度と報告されており、所帯あたりの所有水田面積 1.2ha から計算すると平均的農家の収入は 1,200 米ドルから流通コストを減じた額であると計算される⁵⁸。

碎米は籾摺業者、精米業者より籾殻と共に農民に返却されるべきものであるが、実際には Middleman (籾摺・精米業者を兼ねる場合が多い) に販売してしまう例が多く、販売額は小売価格の約半分程度とのことである。

⁵⁵ 総量

⁵⁶ 農民の労働コストは含んでいない

⁵⁷ 雨季は病虫害発生が多くまた収穫後の湿気による損傷も多くコストが割高になる

⁵⁸ 15ha までの農地所有が認められるため、大規模農家の小作としての労賃収入もあるため、この金額が所帯総収入であるわけではない。また農閑期の別収入もある

5.5 採用技術

ここで提案するプラントは一貫プラントとして存在しないが、適切なプロセス設計、及び各種バイオプラントの建設経験により完工は可能である。

5.5.1 基本設計条件

表 5-4 基本設計条件

大項目	小項目		数値	単位
運転条件	1 日稼働時間		24	Hour/Day
	年間稼働日		330	Day/Year
製品条件	製品		燃料用(無水)アルコール	-
	生産量		100	KL/Day
原料条件	砕米	性状	粉	-
		でんぷん含量	67	%
		水分量	10	%
		1 日処理量	220	Ton/Day
副産物・排水	飼料原料	生産量	38	Dry-ton/Day
		水分	10	%
		主成分	粗タンパク 63.1%	-
	液化天然ガス	生産量	25	Ton/Day
		純度	99.99	%
	排水	処理方法	ラグーン処理	
		流量	400	M3/Day
		BOD	500	mg/L
		SS	< 100	mg/L
		SS 主成分	でんぷん	
副資材	変性剤 (ガソリン)		500	L/Day
	尿素		300	Kg/Day
	栄養源		100	Kg/day
	硫酸		400kg/Day	
	消石灰		3.0	Ton/Day
	苛性ソーダ (洗浄用)		300	Kg/Day
ユーティリティ	プロセス水	供給元	取水	-
		温度	32	°C
	冷却水	冷却方式	間接	-
		供給温度	32	°C
		戻り温度	37	°C
	井水	供給温度	26	°C
		戻り温度	30	°C
	蒸気	低圧	0.4	MPaG
		中圧	4.2	MPaG
	計装空気	露天温度	Max. -20	°C
		品質	オイルフリー	-
		圧力	0.7	MPaG
		温度	常温	
	工程空気	品質	オイルフリー	
		圧力	0.7	MPaG
		温度	常温	
	電気	動力	高圧	132kW 以上, 3kV 13 50Hz
			低圧	132kW 以上, 3kV 13 50Hz
		計装他		200V 11 50Hz

5.5.2 設備基本仕様

(1) 碎米搬入と製品出荷設備

碎米は隣接精米所よりベルトコンベヤ、近隣の精米所よりは舁にて搬入され、原料サイロに貯蔵される。計量と分析は各ロット毎に行う。

粃殻は運河に面する荷おろし場で、舁を停留させ、メカニカルアンローダーにより船より直接地上ベルトコンベヤにのせ、7日分の屋根付き貯蔵所に運ぶ、切り出しは粃殻コンベヤーにプッシャーで供給し、ボイラー供給ホッパに送る。

(2) 液化液の製造

中間受け槽で一時貯留された碎米はハンマーミルの粉碎機に定量的に供給され、粉碎され、下部に設置された分散を目的とした澱粉スラリー槽經由液化槽に供給され、pH5、温度 80℃、反応時間 1 時間で液化を完了させ、もろみ塔の下部より排出される蒸留廃液と熱交換しさらに温度調整されて同時糖化発酵の行われる発酵槽に送る。

(3) 酒母の生産

酒母の製造系列は二系列とし必要な酒母量 40m³/日を生産する。主発酵が 3 日一周期なので酒母製造システムは 3 系列を持ちのが望ましいが、2 系列とし系列の切り替え時間を 12 時間とし増殖量を 2 系列で 3 系列分に必要な酒母を生産する。

製造法は標準的なスラント（寒天斜面培養）からのシードの増殖を研究室の無菌室で行い、20L の斗壇より 100L、600L、6 m³と 60m³と段階的増殖を行う流加培養方法を用いる。

シードタンクは空気吹き込みパイプと空気攪拌機を具備し、圧縮空気液中に分散させ、酵母の増殖を好氣的条件下に行う。完了発酵液は酒母受け槽に貯留し、主発酵槽へ送る。発酵熱は内部冷却コイルと外部冷却ジャケットにて除去する。

(4) 液化液並行発酵

中間貯槽の液化液を連続的主発酵槽に移動する。このパイプラインに酒母とグルコアミラーゼを供給する。発酵は実容量 840m³の発酵槽を用い回分式でおこなう。4 基設け常用 3 基、発酵は 48-52 時間で⁵⁹、一日一回の仕込みと排出を行う。発酵液中のエタノール濃度は 12%。発酵中の発熱は井水を冷却水とする外部設置の熱交換器で

⁵⁹ Wymann 他、Handbook on Bioethanol p381,1996、今安聰他、糖化後発酵、清酒酵母の研究 p169, H4 年

発酵液を強制循環させて行う。

発酵中の管理項目は酵母数、pH、酸度、エタノール濃度及び溶解固形物濃度及び糖度である。発生した炭酸ガスは洗浄器を経て液化炭酸ガス工程に送る。発酵完了液は後発酵槽（蒸留塔供給貯槽）に移送し、次の蒸留工程に送る。

(5) 蒸留・脱水・蒸発設備

蒸留・脱水・蒸発の三操作の複合操作にて蒸気消費量の削減を可能とする。

蒸留装置は加圧と常圧の両用として能力の要求に応じ稼動できる。蒸留塔はもろみ塔と精留塔よりなり、フーゼル油分離した（24段）各塔には蒸気加熱の両熱塔ともろみ塔上部には初留物コンデンサー、精留塔上部には還流塔コンデンサーと脱水塔加熱器を設ける。

発酵液は予熱器でもろみ塔の塔底液と熱変換し、圧力 0.3MPa で運転されているもろみ塔の上段部に供給し、塔頂のコンデンサーで還流を行い、初留物を抜き出し、塔底では、加熱温度 140℃の再沸器でエタノール濃度（0.01wt%以下）の蒸留廃液を得る。塔中段より蒸気を抜き出し、精留塔の中段、24段に供給し、塔底に設けられた再沸器で熱を与え、塔底より清澄な固形物を含まない廃液を得て、これを一般廃水処理タンクに投入する。精留中段にフーゼル油が蓄積するので、これを抜き取り、フーゼル油分離塔で同伴して得たエタノール水を回収し精留に返す。

塔頂では還流用コンデンサー（多重効用缶の第2加熱器）の凝縮液を、また塔頂製品は塔頂ベーパー管より分岐して脱水塔にエタノール濃度 92～94%で供給する。

① 脱水操作（無水化）

安定して運転されているモレキュラーシーブ吸着法を第一に考える。

精留塔の頂部の 92%エタノール蒸気を 115℃に過熱し、二塔切り替えのゼオライトを充填した吸着塔の A 塔に供し吸着を行わせる。A 塔が飽和状態となると再生の終わっている B 塔へと供給を切り替える。

2.5 オングストローム（A）の細孔のある合成ゼオライトの成型品を充填した塔に、エタノールベーパーを通過させ、水のみ細孔に取り込まれ、通過する蒸気は無水エタノールになり、凝縮させて製品とする。塔内での凝縮を予防するため、過熱されて供給される。2 塔切替、吸着と脱着を交互に運転し 3 - 10 分のサイクルタイムで行う。脱着は真空下で行い、回収したエタノール・水のベーパーは精留塔回収部に返す。得られた製品はエタノール製品貯槽に保存されて出荷時、変性剤（ガソリン）を 5%加えて、油槽所へ輸送される。

② 蒸発操作

熱源をエタノール精留塔の塔頂蒸気とタービンの抽気排気を熱源とする三重効用缶で、蒸留装置への供給蒸気からみれば蒸気利用は四重効用である。効用缶の熱源は加圧蒸

留塔の再沸器に蒸気を入れ、それにより発生する塔頂蒸気を第 1 缶加熱器 (A) に入れて、還流液分の熱を移動させ、加えて、飽和蒸気を加熱源とする第 1 加熱器 (B) を設ける。

蒸気の移動は第 1 缶 (加圧留塔) のベーパーを第 2 缶の加熱器に、第 2、第 3 効用缶の発生蒸気も後続の蒸発缶の加熱器に供給し、最後は表面凝縮器により 50℃で凝縮させる。

供給液方式は低温側から高温側に液を流す逆流 (③→②→①) 方式で、もろみ塔底部より排出される蒸留廃液は、最終缶の第三効用缶に供給する。濃度の高い濃縮物を高温側の蒸発缶で処理し、伝熱速度を改良する。得られた濃厚液は液体飼料と乾燥飼料の原料となる。

回収廃液は発酵工程のプロセス用水として再利用する

蒸発缶の型式は蒸留廃液中の固形物の伝熱面への附着を防止し、熱移動を安定化し、長期運転に耐えることができるプレート式とする。

CIP (Clean In Place)⁶⁰による洗浄を発酵部門に全般に行う。

(6) 乾燥装置

濃縮物貯槽より水分 50%の濃縮物をポンプで抜き出し、水平シャフトに垂直円盤式の加熱盤を具備した伝熱面積 22m²の乾燥機 2 台で処理する。加熱円盤の内部に加熱用の蒸気を導き、その表面に濃縮物を付着させて蒸発を行い、加熱盤上で乾燥が進み、スクレppaで掻き落とされ、乾燥飼料としての製品となる。

(7) 液化炭酸ガスの製造

炭酸ガスは圧力を 2.0MPa、温度を-20℃に冷却することで液化する。液化炭酸がガスを大気圧に減圧すれば常発熱で液体炭酸ガスは自己冷却されて固体(ドライアイス)になる。本工場では両方とも生産する。

発酵槽で発生する二酸化炭素をガス貯槽に受け入れて、ブロワの吸引により、水洗塔で有機物を落とし炭酸ガスを二段圧縮機の一段で昇圧の後、二塔切り替えの活性炭充填の脱臭塔にて悪臭物質を除去し、脱臭された炭酸ガスは圧縮機の二段圧縮機の第二段でさらに昇圧し、その昇温ガスをブライン冷却し、二塔切り替えの合成ゼオライトを充填した脱湿塔に送り、水冷却とブライン冷却により除湿し、さらにシリカゲル充填の脱湿器に入れて完全脱湿する、

アンモニア冷凍機で得られた低温ブラインにより冷却されている液化器コンデンサーに入れて深冷して液化炭酸ガスを得ることができる。

⁶⁰ 洗浄薬液の調整と洗浄(殺菌箇所をも含め)箇所へ供給をし、洗浄液の回収を自動的に行う。

(8) 粉穀焚き発電設備

本プラントでは粉穀を燃料とする電熱の併産・併給を考え、エネルギー自給型エタノールプラント構築する。

粉穀ボイラーで高圧蒸気を発生させ発電機付の抽気タービンをを用い、その高圧部で発電を行い、抽気を本施設の蒸気熱源とする。

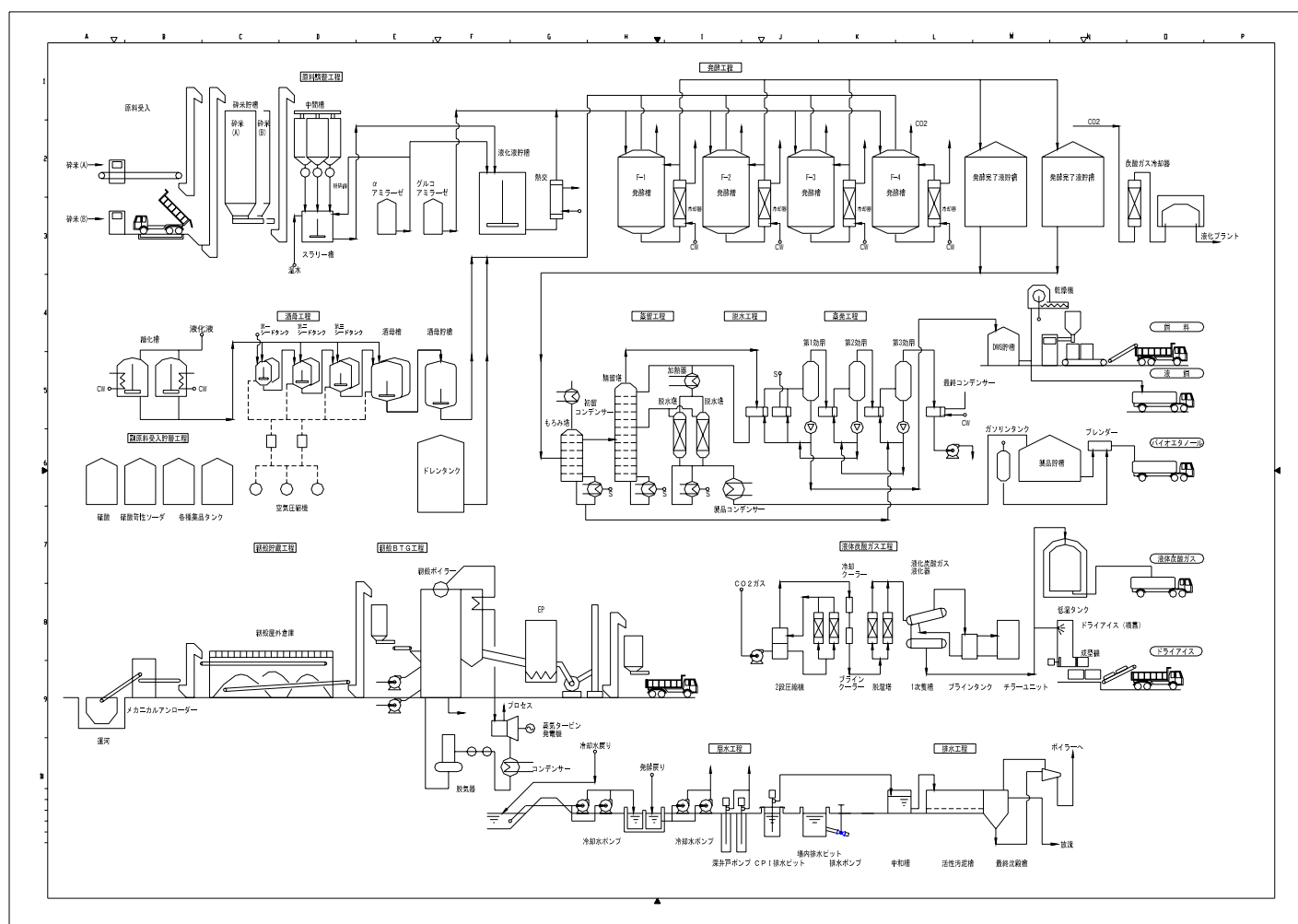


図 5-3 碎米アルコール工場フロー図

5.6 環境対策

5.6.1 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、環境保護法（LEP : Law on Environmental Protection）第 18 条に基づき、環境影響評価報告書の提出が必要となる。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 条にて同様の義務が定められている。

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。

本プロジェクトは、同布告に規定されるところの「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」にあたり、環境影響評価の実施が義務付けられる。

一方、外資導入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-BKHCHMT）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Ⅰと、それ以外のカテゴリーⅡに分類する。カテゴリーⅠ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Ⅱ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Ⅰ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。

本事業すなわち燃料用アルコール製造事業はこれまでベトナムにての実施例が存在せず、従い、カテゴリーⅠに該当する項目は無い。この場合「カテゴリーⅠに含まれないその他の投資プロジェクトは、カテゴリーⅡに含まれる」の文言に従えば条件の緩いカテゴリーⅡに分類されるという判断は成り立つが、事業実施の際には MONRE/DONRE に再確認の必要がある。

5.6.2 環境関連法規

ベトナムの環境法規制は、1993年に国会で採択され、翌1994年1月10日に施行された環境保護法（LEP）に基づいている。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。下表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。本事業はベトナムの法規・環境基準を遵守するものである。

表 5-5 主要環境関連法規^{61, 62}

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.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)
Circular Letter of Guidance on Setting Up and Reviewing the Environmental Impact Assessment(EIA) Report for Investment Projects (No.490/1998/TT-BKHCNMT) (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)
Regulation on Hazardous Waste Management (Decision No.155/1999/QD-TTg) (有害廃棄物管理規則)
大気に関する基準
TCVN 5937-1995 : Air quality-Ambient air quality standards (大気環境基準)
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 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 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)
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 5943-1995 : Water quality-Coastal water quality standards (沿岸海水水質環境基準)
TCVN 5944-1995 : Water quality-Ground water quality standards (地下水水質環境基準)
TCVN 5945-1995 : Industrial waste water-Discharge standards (産業排水基準)

⁶¹ Vietnam Environment Protection Agency (VEPA) <http://www.nea.gov.vn/English/index.asp>

⁶² Directorate for Standards and Quality <http://www.tcvn.gov.vn/en/>

5.6.3 本事業の排出

本事業は環境負荷のかかる排出を最小限に抑える。

アルコール原料の碎米及び副原料、薬品は発酵工程で炭酸ガスとアルコールになり炭酸ガスも製品になりなる。受け入れた原料は処理され基本的には廃棄物のない工場である。

原料はアルコールと炭酸ガスになり、副製品のフーゼル油初留物も販売可能であり、蒸留後廃液はすべて濃縮して飼料として利用する。プロセス部門からは機器の洗浄排水のみが廃水である。

エネルギー源は籾殻であり、焼却の排ガスはベトナムの基準を満たす処理の後、大気に放散され 焼却灰に毒性はなく、不活性であり農地還元することを考える。

プロセス廃水は原則として排出しない。すべて装置のプロセス機器の洗浄（CIP 廃液）と液漏れが廃水である。精留塔（もろみ塔ではない）からの廃液は量が少なく、CIP 排水と混合して処置をする。

5.7 工場運転体制

24 時間年間 330 日運転とし、三交替体制にて行う。

運営は会社の執行部と直結し工場内の重要な運転・管理情報はリアルタイムで連絡するシステムを構築する。

碎米と籾殻の購入は工場支出の最大のものであり、会社運営において最も重要な点となる。従い受入ロット毎の品質管理、サンプルの採取方法に関する供給者との事前合意は必須である。

また、発酵工場の基本である微生物管理及び原料と製品の迅速な分析及び工程管理における最新機器分析ができる技術者の養成は大きな課題である。

尚、工場運営体制は下記のように合計 103 人による運営を考える。

表 5-6 工場運営体制

	部長	課長	業務	技術者	作業員
工場長 (1)	製造部長 (1)	原料課 (1)	原料製品	(1)	(12)
			でんぷん処理		
		製造課 (3)	酒母製造		
			発酵	(9)	(24)
			蒸発・蒸留		
			乾燥飼料		(6)
	工務部長 (1)	用水・排水	分析	(2)	(3)
			水処理	(1)	(4)
			発電		(12)
			環境技術	(1)	(2)
	総務部長 (1)	総務課	機械技術		(4)
			人事	(1)	(4)
			渉外課 (1)		(2)
(1)	(3)	(9)	営業担当 (1)	(1)	(1)
				(16)	(74)

5.8 資金調達計画

本事業は資本金 30%、借入金 70%にて初期投資（含む建中金利）がまかなわれる。日系企業がベトナムにて事業を実施する場合本邦の親会社が資金調達を行い、親子ローンの形にて融資実行を行う例が多いが、本事業に関して昨年 10 月の国債発行が大成に終わったこともあり、国際化の進むベトナム国内金融機関からの調達の可能性も含め調査を行なった。

尚、5.9.1 項、5.9.2 項、5.9.3 項は調査のための基礎事項として社団法人国債金融情報センターの 2005 年 11 月 9 日付け「基礎レポート第 5 章 財政・金融、ベトナム編」を参照させていただいた。

5.8.1 ベトナム金融改革の歴史

1975 年の南北ベトナム統合以降の社会主義計画経済下での金融制度は中央銀行（State Bank of Vietnam : SBV）の単一銀行制度を特徴とし、「政府の金庫」でしかなかった。単一銀行制度の下で SBV が中央銀行機能と商業銀行機能を併せ持ち、それを SBV の外為管理部門である外国貿易銀行（Bank for Foreign Trade of Vietnam : VCB, VietcomBank）と政府の計画に基づき中長期融資を供与する投資開発銀行（Bank for Investment and Development of Vietnam : BIDV、旧建設銀行）が補完していた。係る機構の下、銀行の資金調達は国家財政より行われ、市場からの資金調達の必要性は皆無であった

1986 年のドイモイ政策開始後、金融部門では金融の財政からの分離・独立や効率性向上、国民の信頼を克ち得る商業銀行業務の促進を図るため、二層銀行制度の確立を目指した改革が実施され、1988 年には SBV は中央銀行としての機能が強化され、商業銀行機能は既存二銀行の VCB と VIDB に加え、新設された農業開発銀行（Vietnam Bank for Agriculture and Rural Development : VBARD、現農業地方開発銀行）と工商銀行（ICB: Industrial and Commercial Bank of Vietnam : ICB, INCOBank）の 4 大国营商業銀行（State Owned Commercial Bank : SOCB）に移管された。

1990 年には銀行法が施行され、金利政策改革、非国营商業銀行・合弁銀行の設立、国营・非国营銀行の効率化・市場原理の導入、為替管理の緩和、個人の外貨預金許可、農業や民間企業への融資促進などの措置が講じられ、1991 年には合資銀行（Joint Stock Bank : JSB）の設立が正式に許可され、1992 年には外銀の支店の開設が許可された。

1998 年から 1999 年にかけての景気停滞を受け、外銀の撤退や地場 JSB の閉鎖・合併・清算などの動きが表面化する一方、SOCB の不良債権の累積、非効率な経営などの問題が指摘されるようになり、IMF は 2001 年ベトナムに対し貧困削減融資の供与を条件に銀行改革支援を手がけ、政府は SOCB の更なるリストラを徐々に進めるに至った。

5.8.2 各金融機関の現状

(1) ベトナム国家銀行 (SBV)

SBV は全ての省・直轄市に支店を保有しており、発券などの中銀業務に加え手形交換など銀行間決済の機能も果たし、外貨管理機能（外貨強制売却制度、2003年に廃止）、為替管理機能（クローリングペッグ制度）やその他金融機関の監督業務も有している。

(2) 国営商業銀行 (SOCB)

国営商業銀行は前述 4 大銀行に加え VBARD 傘下の貧困者銀行が政策銀行として分離され、また南部を拠点とするメコン住宅開発銀行も含め現在 6 行となったが、2004 年末時点でのベトナム国内銀行部門の融資総額に占める 4 大銀行の割合は 76.9%、預金総額に占める割合は 75.2%と、いまだ大きなシェアを維持している。

6 大銀行の中で VBARD は農家が重要な顧客で近年は政府の地方向け財政出動の窓口となっており、全国各地に支店を有し従業員規模も最大である。

ICB は国営企業の商業部門への貸出を中心に、VCB は対外貿易決済や輸出入企業への与信を中心に、BIDV は中長期のプロジェクト融資を専門とし、資金は財政及び中長期の預金を用いて活動をしているが、SOCB は政策銀行としての機能を未だ有し、且つその有し判断に国家が介入していることより完全な商業ベースの経営は行われておらず、SBV は不良債権処理を進めるため各行に資産管理会社 (Assets Management Company) の設立を認可し、不良債権の一部移管を行なった。この結果、ベトナム会計基準に基づく不良債権比率は 2004 年末には 4.6%まで低下したが、国際会計基準に従うと IMF 推計で 2004 年末の不良債権比率は未だ 15~25%程度と指摘された。係る環境の下、政府は 2002 年 SOCB 五行(四大銀行とメコン住宅銀行)に対し、2 年間で総額約 6.9 億米ドルの資本注入を行うことを決定し、2005 年 1 月に終了した。

現在 SOCB 各行は多額の不良債務を抱える国営企業への融資過多から脱するため、民間企業への融資拡大を努力すると共に、株式会社化及び資本市場への上場準備を進めており、VCB は 2006 年から株式売却を始め 2010 年までに政府の株式保有比率を 51%まで引き下げる予定とし、メコン住宅開発銀行、BIDV や ICB も 2007 年末までの株式会社化を目指している。

(3) 合資銀行 (JSB)

JSB は 1991 年から正式に設立が許可され国営企業、SOCB、民間企業、個人投資家等の出資により設立された銀行で、小規模で資本金も小さく業務も特定地域・産業に限られ SOCB に対する競争力は不十分である。1998 年頃の景気停滞により脆弱な

経営基盤や不良債権の増加で経営不振に陥る JSB が出始めたことから、SBV は特に脆弱な JSB に対し閉鎖や上位行による合併・吸収を促し、JSB の数は 1999 年の 52 行から 2004 年には 35 行にまで減少した。最近の SVB へのヒアリングによると、SVB は JSB を 26 行程度まで減らす考えである。

また、外国銀行のベトナム国内参入の一方法として JSB との提携を進める動きが活発化し始めており、2005 年にはアジア商業銀行（ACB）が英国系のスタンダードチャータード銀行に株式 8.56% を売却、またサコムバンクは同年オーストラリアニュージーランド銀行に株式 10% を売却した。両銀行は特に成長の目覚ましい 2 行との定評がある。

(4) 外国銀行支店・合併銀行

1991 年には外国銀行の駐在員事務所の進出も認められ、1993 年にはフランス系 4 行やタイ、バンコク銀行を初め豪州・台湾・英国・米国・ドイツ・オランダ・韓国などが次々に支店を開設した。邦銀は 1993 年から駐在員事務所としての進出が始まり、1996 年には東京三菱銀行がホーチミン市に、1998 年にはハノイに支店を開設した。また、旧富士銀行も 1996 年にハノイに支店を開設した。2006 年 1 月現在邦銀の支店は東京三菱 UFJ 銀行がハノイとホーチミンに、みずほコーポレートがハノイに支店を有し、三井住友銀行が 2006 年中ごろにはホーチミンに支店開設を予定している。外国銀行の支店は SBV の認可があれば複数店舗を設置できると同時に、外貨での預金・融資業務、外為交換業務、保証業務、クレジットカード決済の代行に加え、ドン・預金・融資業務（それぞれ資本金の 50%、10% を上限とする）や債権売買なども一部認められている。

5.8.3 金融動向

(1) 預金動向

1990年代に入り、金融制度改革や国民生活の安定化等により貯蓄率が上昇し、IMFによれば1996年から1998年まで30%を超える水準で増加し、1999年の預金残高は前年比75%増の95.3億ドルに達した。これは在外ベトナム人からの送金の増加や輸出為替の外貨強制売却比率が50%に緩和された（2003年には規制撤廃）ことにより外貨預金が85%も増加したことによる。2005年末の預金残高は前年同月比33%増の約269億ドルに達した。

(2) 貸出動向

経済成長に伴う資金需要の高まりを反映し、銀行与信残高の伸び率は1990年代初めに前年比20～50%強で推移した。1990年代後半は国内景気の低迷により同伸び率は20%となったが、2000年以降は大幅に回復し、2005年には同年5月時点の与信残高は前年同月比39%増の約303億ドルであった。

銀行融資先に占める国営部門の割合は1990年代全般の80%台から徐々に低下し、非国営部門への有し比率が拡大したことにより、1999年末の国営部門への融資シェアは48%と5割を割り込んだ。IMFによると2000年以降も国営部門への融資シェアは低下し続け、2003年3月末では38%まで低下している。

(3) 金利動向

SBVによる金利上限規制は1990年代に徐々に開放に向かい、2001年6月にはドルの貸出金利規制は完全撤廃され、2002年6月にはドンの貸出金利の変動幅が廃止され各金融機関はSBVが毎月発表するベースレートに対し自由に金利を上乗せすることが可能となった⁶³。2005年3月現在のベースレートは月利0.65%である。

また、SBVは急速に拡大する銀行融資の抑制や物価情報の抑制などを目的に、2005年1月と4月に政策金利の引き上げを実施したことにより公定歩合は2004年末の2.5%から3.5%へ、リファイナンスレートは同5.0%から6.0%に引き上げられた。

⁶³ 2005年3月でのベースレートは0.65%/月

5.8.4 現地調査結果

今回現地調査にては VCB の Hanoi と HCMC、 BIDV, HCMC、 ICB, Hanoi、 VBARD, Hanoi と HCMC、 EXIM Bank, Hanoi、 ACB, HCMC 等のベトナム国営銀行、 JSB 及び三菱東京 HCMC、 UFJ, HCMC (この 1 月統合)、 国際協力銀行、 IFC との面談を実施し、主に融資条件に関し確認した。

(1) 通貨

SOCB、JSB とともに米ドル、ベトナムドンいずれの融資も可能。

(2) 金利

事業採算性により異なるが、最も採算性が高く、確実な事業に対しては、米ドル建ての場合 6 ヶ月 SIBOR⁶⁴ + 150bp から 350bp と銀行の資金調達力により異なるが、200-250bp が標準レベルであった。

ベトナムドン融資に関しては VNIBOR⁶⁵ ベースのもの (変動)、年利固定ベース、月利ベースと様々であるが、変動で VNIBOR に対し 30-300bp の上乗せ、固定で 10-14% と銀行間で大きな違いがある。

(3) 期間

いずれの銀行も事業のキャッシュフローから見た無理のない返済計画の重要性を認識しており、実績から 5 年から 12 年までの長期融資も行っている。

(4) 担保

プロジェクト・ファイナンスに関してはまだ一般的とはいえない状況にあるが、いずれも実績はあるとのことである。

通常は親会社保証、土地使用权、設備等を担保として取得する形が一般的である。

担保評価は監査機関、財務省傘下価格評価機関、金融機関 (自身) が実施し、動産は各省法務局に対し登記し、不動産は各省資源環境局に対し登録を行う。

⁶⁴ Singapore Interbank Offering Rate

⁶⁵ Vietnam Interbank Offering Rate

(5) 融資上限額

融資金額上限は銀行毎に個別の社内ルールを持っており、絶対額として 5 – 6 百万ドルとし、融資先企業の払込資本金の 15-50%以内という内規が多い。

銀行そのものの 1 案件にたいする法的な貸出可能額は総資産の 15%という銀行と払込資本金の 15%という話があり、確認が必要であり、EXIM Bank、ACB は払込資本金額が少なく問題になる可能性はあるが、社内ルール上の上限から考えれば一行にての融資は考え難く、いずれにせよ Syndication を組む必要が出てくると思われる。

5.8.5 資金調達計画

事業は 30% (相当分) を資本金で残りの 70%を融資にてまかなう。

期間・金利面から言うと、国際協力銀行の輸出信用が最も競争力があり、その活用をまず第 1 に考える必要がある。

ただし、融資業務の常として、金額的に小さいことが、そのまま融資業務にかかる作業を減らすものではなく、採算性のあう最低融資金額レベルからみた場合本件が間尺に合う案件であるかは、本報告書完成後に再度打合せを行い確認する必要がある。

第 2 の選択肢として PetroVietnam 及び Petrolimex の融資期間をカバーした長期引取契約を主要なセキュリティとするプロジェクト・ファイナンス方式を構築し、現地在邦銀がリードを取り、シ団を結成する形での **syndicated loan** にて事業融資を行う可能性も持っておきたい。

2005 年 10 月の米国市場起債のベトナム初の国債発行は高い人気をよび、いまだジャンク債の位置付けではあるが、高い経済発展、宗教の問題が無い等カントリーリスクはこれから下降し、ベトナムの金融情勢はより国際的に変わって行くことが予想される、国内を見ても国営商業銀行が上場する動きが進んでおり、国家の支配から完全ではないが徐々に外れ、純経済的な融資判断がなされて行く方向にあることから、本事業に対する地場銀行団による融資可能性は高まっていると判断している。

5.9 採算性分析

(1) 採算性分析の前提 (Base Case)

採算性分析は下記の前提で導かれる採算性をベース・ケースとした。

表 5-7 採算性分析ベース・ケースの前提条件

初期投資総額	2,800,000,000 円
設備金額	2,380,000,000 円
融資割合	70 %
返済期間	10 年
金利	10 %
年間稼働日数	330 日/年
1日稼働時間	24 時間/日
年間稼働時間	7,920 時間/年
EtOH 生産量	100,000 L/日
年間生産量	33,000,000 L/年
EtOH 販売単価	50 円
EtOH 年間売上	1,650,000,000 円/年
飼料生産量	38 トン/日
飼料年間生産量	12,540 トン/年
飼料販売単価	12,000 円/トン
飼料年間売上	150,480,000 円/年
炭酸ガス生産量	25 トン/日
年間生産量	8,250 トン/年
炭酸ガス販売単価	10,000 円/トン
年間売上	82,500,000 円/年
CER 原単位	1.70 トン/KL
CER 年間発行量	56,100 CO2 トン
CER 単価	0 円/CO2-ton
CER 移転収益	0 円/年
年間総売上	1,882,980,000 円/年
碎米必要量	66,000 トン/年
碎米単価	18,000 円/トン
碎米年間費用	1,188,000,000 円/年
初穀使用量	3 トン/時
年間使用量	23,760 トン/年
初穀単価	500 円/トン
年間費用	142,560 円/年
酵素・化学品・用水費用	6 円-EtOH
年間費用	198,000,000 円/年
労務費	24,000 円/人
従業員数	103 人
年間労務費	29,664,000 円/年
原価償却費	252,000,000 円/年
維持管理費	2 %-設備金額
維持管理費	47,600,000 円/年
費用合計 (除く金利)	1,715,406,560 円/年
0 - 8 年	0 %
9-13 年	15 %
14 年以降	30 %

(2) 感度分析

ベース・ケースでの IRR は 15% となり、収入がドン建であることの為替リスクや、原料・製品の変動リスクを考慮すると、そのままでは投資対象としての魅力は薄い。

① CER 価格の変動、② 初期投資額の増減、③ アルコール販売価格、④ 碎米価格、⑤ 飼料販売価格の 5 要素に関しベース・ケースからの±25%の変動の採算性に対して与える影響を考察した。当然であるが、収入で大きな割合を占めるアルコール価格と支出で大きな割合を占める碎米の価格変動が最も大きな影響を採算性に与えることがわかり、その変動を下記にグラフにて示す。尚 CER 単価はベース・ケースにては 0 としてあるが、比較のために 1,200 円 (10 米ドルを想定) を基本点の 0 と置いた。

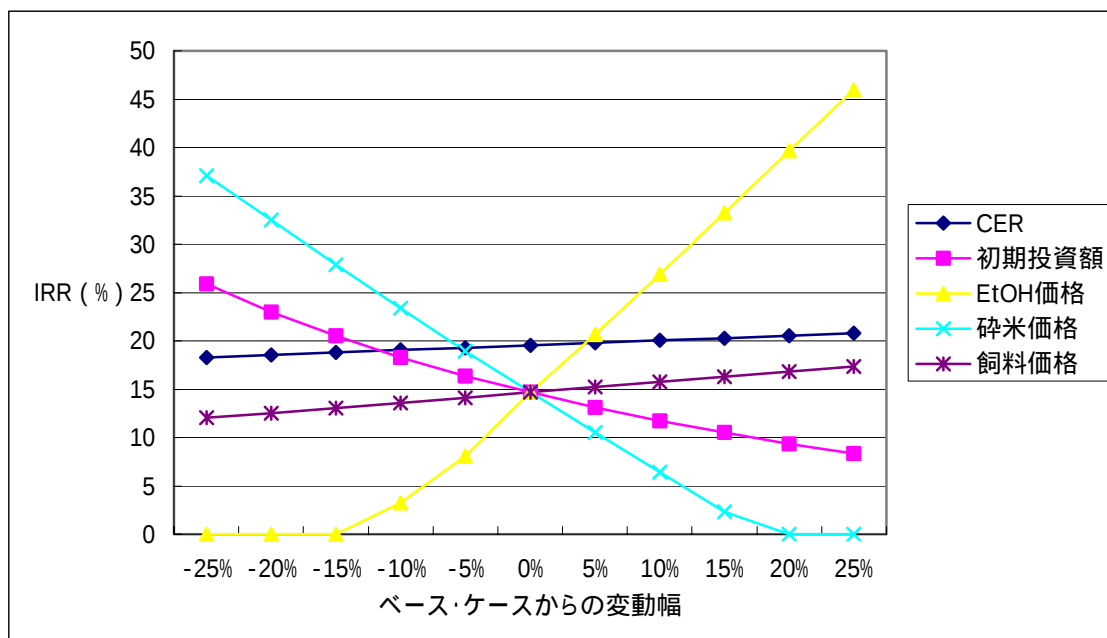


図 5-4 各要素の採算性に与える影響

グラフで明らかなよう、アルコール価格と碎米価格は採算性に与える影響が極めて大きく、この 2 要素に関してはより詳細に分析をする必要がある。

その詳細分析の結果によるが、変動する碎米・アルコール価格に対し CER は基本条件 (ベース・ケース) の底上げをし、結果として投資バリアを超えるための必要条件となると思われる。

アルコール価格の高騰している現在においては本事業の採算性は間違いなく存在するが、過去の状況を見た上で最終的な投資判断を行うこととしたい。

5.10 事業リスク分析

民間企業に事業目的はその事業にて「利益」を得ることであり、利益を得るにはリスクを伴うのが一般的である。

本項においては本事業が包含する主要なリスクに関する考察を記載する。

(1) 完工リスク

設備の完成ができない、設備の完成が遅れる、契約性能に達しない等あるが、いずれも経済的な損失を事業体に与えることになる。

碎米からの燃料用アルコール製造プラントは世界に存在しないが、採用個別技術は日本酒メーカーもしくは米国で一般的なでんぷん原料からのアルコールプラント等で採用されているものとし、設備全体責任は財務的に健全な本邦 EPC 契約者に一本化する形とし、同契約者は完工保証を事業体に対し発行する。

外部的な要因にての遅れ、すなわち住民運動等による計画遅延の例はベトナムにおいて報告例は多くはなく、また本事業からの排出は限られた質・量ではあるが、事前の住民との合意形成は行う。

(2) 販売リスク

本事業で製造される製品は燃料用アルコールであるが、副産物である、飼料、液化炭酸ガスも採算に含める以上、その販売リスクは検証の必要がある。

燃料用アルコールはベトナムの法令制定、規準策定がこれからであり、事業開始タイミングに間に合わない可能性がある。

その場合、無水化を行わず、**96%**として産業用途での国内・海外市場への販売、もしくは無水化の後、海外へ燃料用として販売することにより、売上は得られる。

ガソリン価格の上昇とリンクする形となっているアルコールの将来価格を予測することは不可能であり、価格面でのリスクも存在する。米とガソリンの市場価格の相関性は低く、原料面の価格の振れも予測は不可能である。

ベトナム会計法の確認は必要であるが、中東のような市場が良いときに資金を積み立てておく **oil fund** 式の緩衝方策は考慮に値する。

(3) 原料調達リスク

安価かつ長期的な原料調達が必須である。

今回使用する碎米は米の流通工程にて発生するものであり、現状は籾の **20%**が碎米となっている。絶対量はメコンデルタ地域のみで **4** 百万トン近く、本事業の使用する碎米量は総発生量に対し、**1.65%**に如かず、量的な面での大きなリスクは考えられない。

価格面に関しては米の国際市場価格に連動することから、大きな変動が予想される。米流通の下流に行くほど碎米の価格は上昇するため、極力上流での調達が望まれる。

(4) 操業リスク

本事業のベトナムにおける新規性は碎米の液化・糖化・発酵部分にあり、この工程に対しては当初操業技術指導が必要となる。

また、他設備に関しても発酵関係での従事経験のある人間を集め、設備運転の難易度は高くはないが、従業員には設備稼働前より訓練を実施し習熟度を上げておく必要がある。

(5) 環境リスク

最大の排出は工場洗浄水の処理であり、設備技術的に環境負荷の小さい設備である。地下水も冷却に使用後は、当局の許可を取得した上で、別穴から還元する形とする。

(6) スポンサーリスク

本事業の事業実施主体である双日はベトナムにおいてドイモイ後いち早くベトナムに進出し、同国にて 20 件を超える投資を行っている。

世界各地で IPP 案件を実施していることから問題はない。

双日は投資、プラント建設、そしてアルコールのハンドリングいずれも手がけており、本事業に対する不安はない。

(7) カントリーリスク

政治的には共産党の一党支配の形のまま資本主義へ移行し、国内での暴動等の報告は少ない。勤勉な国民性、チャイナ・リスク回避の観点から近年日本企業の進出も増加し、未だ規制は残るが、外貨交換、海外仕向送金の禁止等の事態は考え難い。

収入が内貨であり、融資返済は外貨となることが予想されることから、事業が為替の変動の影響を受けることは予想され、事業体による為替リスク対策引当を義務づける等の仕組にて軽減をはかる。

昨年、米国での長期国債の発行は大成功に終わり、昨年 7 月の格付上昇の結果にてもいまだ格付は **Ba3** とジャンク債なれど、その信頼性は上昇している。

第 6 章 CDM 事業化

6.1 プロジェクトの概要

6.1.1 プロジェクトの内容

本事業はメコンデルタ地域で発生する碎米 66,000 トン/年を原料として、33,000kL/年の燃料用(無水)アルコールを製造することを目的とする。

製造されたアルコールは PetroVietnam 及び Petrolimex に販売され、同社にてガソリンに混合される。

アルコール製造に必要とされる熱・電力は近隣から収集可能な籾殻を燃料とした自家発電設備から供給される。

アルコール発酵の工程において発生する炭酸ガス(二酸化炭素)を飲料製造企業及び鉄鋼溶接用途として外販し、また発酵残渣はタンパク質を豊富に含み、乾燥後に畜産飼料原料として販売を行うことを指向する。

6.1.2 技術移転

本プロジェクトでは、ベトナムに普及していない無水化技術を利用して、燃料用エタノール製造を行う。無水化技術としては、安定して運転されているモレキュラーシーブ吸着法を第一に考える。本プロジェクトにおける脱水設備の仕様は、本報告書第 5 章「5.5.2 設備基本仕様」の「(5) 蒸留・脱水・蒸発設備」に説明されている。

6.1.3 ホスト国の持続可能な開発への貢献

ベトナムは原油産出国でありながら、現時点では小規模な石油精製所を一箇所持つのみで、ガソリンを含む石油製品のほぼ全量を輸入に頼っているため、原油国際価格の変動が、国家経済に大きな影響を及ぼす。また、ベトナム国の GDP 成長は 8%近い伸び率で成長を続けており、特に工業・建設部門の GDP 成長率は年率 10%を超えているため、さらなるエネルギー消費量の増大が見込まれている。以上のことから、国家としてのエネルギー安全保障及び気候変動への対応の観点より、国内での石油代替燃料の開発が重要視され、「Master Plan of bio-fuel in Vietnam」の策定が進められている。

現在ベトナム国内で製造されているバイオマス由来のエタノールは主にモラセスを原料としたものだが、ベトナムは製糖産業の構造改革が進められており、安定的なモラセスの供給が期待できない状況である。ベトナム政府は豊富な農業資源のうち、糖質とでんぷん質を含む作物からのエタノール製造の可能性を広く調査することで、バイオ燃料の導入に必要なエタノールの安定供給の可能性を追求している。また、現在ベトナムにおいて製造されているバイオマス由来（主にモラセス）のバイオエタノールは 95%程度であり、一般化された無水化技術が国内に存在しないため、燃料用エタノールは今だ調査研究段階にある。

本プロジェクトは、コメの精米工程において発生する碎米からのバイオエタノール製造事業であり、碎米の活用で現状のコメの利用に新たな付加価値を付与することとなり、コメ市場の活性化及び農民の収入に繋がる。また、エタノール製造プラントの建設により、プロジェクト地域における新規雇用の創出が期待でき、さらなる地域住民の収入増に繋がる。

本プロジェクトの実施がホスト国の持続可能な開発へ貢献するについて以下にまとめる。

- 1) 石油製品の輸入依存度の低減
- 2) GHG 排出量削減と大気汚染の防止
- 3) 安定的な燃料用エタノールの供給
- 4) 技術移転
- 5) コメの利用に対する付加価値の付与
- 6) プロジェクト地域への雇用機会の創出と農民の収入の増加

6.2 ベースライン

バイオエタノールに関する方法論で、現在までに CDM 理事会で承認されたベースライン方法論は無い。現在メソドロジーパネルで検討中のバイオ燃料に関する方法論としては、NM0082-rev、NM0129、NM0142 などがあり、この内 NM0082-rev はバイオエタノールの輸送燃料プロジェクト方法論で、その他はバイオディーゼルに関するものである。

バイオ燃料プロジェクトは、削減量のダブルカウニングの恐れがあることから、メソドロジーパネルは、その扱いについて CDM 理事会の指針を求めることとした。生産と消費の両者からの CER 獲得であるダブルカウントに関してのパブリックコメントが提出されており、メソドロジーパネルはその内容を考慮して第 24 回理事会でこの問題に関する勧告を提出する予定である。

第 24 回 CDM 理事会の開催日は未定だが、次のメソドロジーパネル（第 20 回）は 4 月 4 日～7 日に開催が予定されている。EB によるガイダンスが提出されるまで、バイオ燃料に関する方法論はその審議が保留される。

現時点では、バイオエタノールに関する承認方法論が無いため、本プロジェクトでは適用可能な新方法論を作成し、それに従ってベースラインを設定する。

6.2.1 プロジェクトバウンダリー

当該事業は、碎米を原料としたバイオエタノールの製造事業であるが、製造されたエタノールは、ガソリンに混入され、輸送燃料として利用される。そのため、本プロジェクト活動に含まれる GHG 排出源は、以下の活動が挙げられる。

- 1) 原料となる碎米のエタノールプラントへの運搬
- 2) バイオエタノール製造工程でのエネルギー利用
- 3) 製造されたバイオエタノールの供給施設への運搬
- 4) ガソリンに混入されたバイオエタノールの消費

バイオエタノールの原料となる碎米の製造、つまりコメの栽培と精米に由来する排出に関しては、提案された新方法論を適用するプロジェクト活動ではバウンダリーに含まない。6.1 で説明された新方法論では、適用可能条件として、「バイオエタノールの原料は碎米を利用する」としている。碎米は食用として販売することを目的としたコメの流通工程の精米段階で発生する副産物で、市場価値も低い。コメの栽培や精米作業は、あくまで主用途である食用としてのコメの需要を満たすためのものであり、本プロジェクト活動に関連して行われるものではない。そのため、“重要かつ当該

CDM プロジェクト活動に当然起因する、プロジェクト参加者の管理下にある、全ての人為的な GHG 排出を包含する”ものであるプロジェクトバウンダリーの範囲には含まれないと言ってよい。

以上のことから、本プロジェクトのバウンダリーは、図 6-1 に示す範囲である。

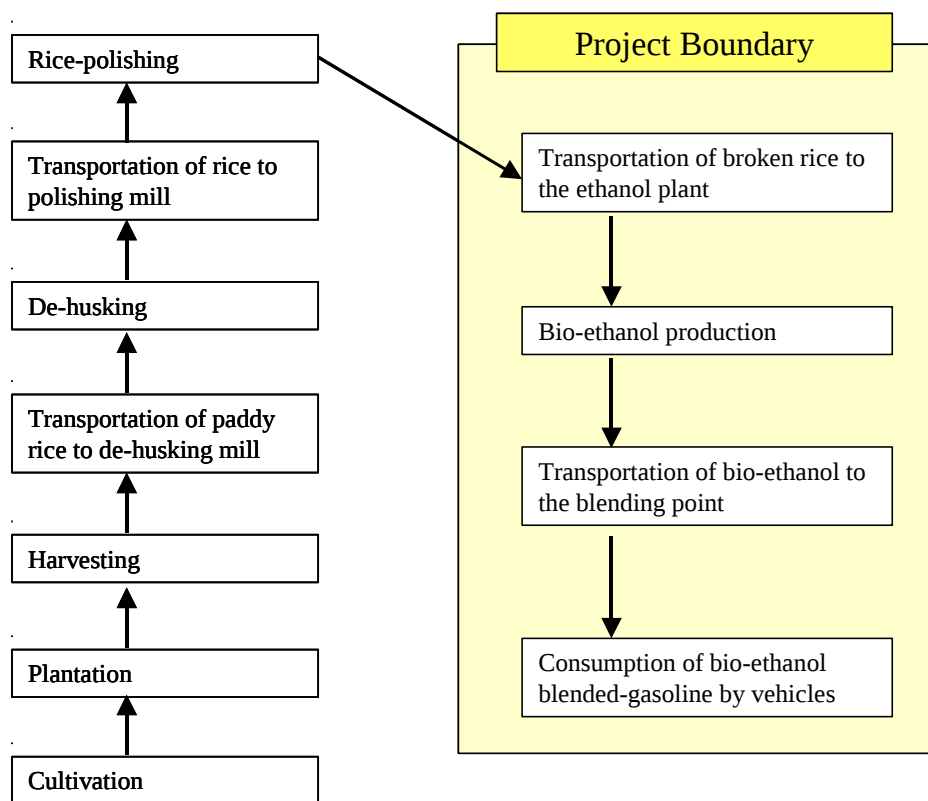


図 6-1 本プロジェクト活動のプロジェクトバウンダリー図

6.2.2 ベースラインの同定

ベースラインシナリオの同定の手順は、プロジェクトが無かった場合の代替シナリオをリストアップし、それらを段階的に検証し絞り込んでいくことで、最後に残った一つが本プロジェクト活動におけるベースラインシナリオとされる。

想定される代替シナリオを以下に挙げる。

- ① **CDM** プロジェクトとは異なるプロジェクト活動によって製造されたバイオエタノールによってガソリンが代替される
- ② **CNG**、**LPG**、**LNG** などバイオエタノール以外の石油代替燃料がガソリン代替燃料となる
- ③ 現状、すなわちガソリンの使用が継続される

一般消費者が自動車燃料を選ぶ一番の要因は価格であり、バイオエタノール混合ガソリンはガソリンと比較して安価であることがその普及の重要条件である。エタノールの製造コストは現時点ではまだ高いため、補助金や **CDM** によるクレジット販売の収益を含めて競争力のある価格とすることができる。そのため、**CDM** のスキームを無しにして同様の燃料用バイオエタノール製造事業が起こることは考えにくい。それに加えて、ベトナム国ではバイオエタノールの利用を推進する制度が整備されておらず、また燃料用エタノールの製造に必要な無水化の技術が存在しないため、燃料用バイオエタノールの製造事業であるシナリオ①がベースラインシナリオとなることはないと判断した。

次にシナリオ②を検討する。ベトナムでは、経済の急速な発展に伴ったガソリン消費量の増大に伴い、ガソリン中に添加されているオクタン価向上剤の鉛化合物による大気汚染が深刻化していた。そのため、ベトナム政府は **2001** 年 **7** 月より無鉛ガソリンへの切り替えを開始し、有鉛ガソリンを使用禁止している。鉛化合物を代替するオクタン価向上剤である **MTBE** は安全性に問題があることから、新たなオクタン価向上剤が必要とされている。このような背景のもと、ガソリン輸入量を削減するためのガソリン代替燃料、**MTBE** を代替するオクタン価向上剤、加えて農村振興策の一環として、バイオエタノールのガソリンへの添加が注目を集めている。

そうしたことを受け、バイオ燃料の利用を推進するための『**Master Plan of bio-fuel**』が工業省によって策定中であり、その中で、バイオエタノールやバイオディーゼルの両方について、調査研究が進められ、**2015** 年に向けての計画が策定されている。ベトナム国は、コメ、サトウキビ等のエタノール原料となる糖質・でんぷん系作物は豊富に存在する一方、パーム、大豆等バイオディーゼル燃料の原料となる油糧作物の栽培は限られていることから、ガソリンの代替燃料となるバイオエタノールが優先され

ると考えられる。

他方、CNG、LNG、LPGなどの天然ガスの輸送燃料利用に関しては、それを推進するような政府プログラムは存在せず、自然発生的に天然ガス車の利用が広まっていくとは考えにくい。そのため、バイオエタノール以外の代替燃料がガソリンを代替するというシナリオ②はベースラインシナリオではない。

以上のことから、本プロジェクト活動におけるベースラインシナリオは、現状の継続であるガソリンの使用であり、ベースライン燃料はガソリンとなる。

6.2.3 追加性の証明

本プロジェクトの追加性の証明は、第 16 回 CDM 理事会にて採択された『追加性の証明と評価のためのツール』（EB 16 Report, Annex 1, Tool for the demonstration and assessment of additionality）を使用する。

【Step 0】プロジェクト開始日のプリ・スクリーニング

このステップは、プロジェクトの登録以前にクレジットの申請をしたい場合に必要となるものである。本プロジェクトの開始時期は 2008 年を予定しているため、このステップは必要とされない。

【Step 1】法律・規制に従ったプロジェクト活動代替案の同定

Sub-step 1a. プロジェクト活動の代替案を明示

プロジェクト活動の代替案として、以下のシナリオが想定される。

- ✓ CDM プロジェクト以外でのバイオエタノールによるガソリン代替
- ✓ バイオエタノール以外の石油代替燃料によるガソリン代替
- ✓ ガソリンの使用の継続（現状維持）

「6.5.1 ベースラインの設定」において、上記 3 つのシナリオは検証され、本プロジェクト不在の場合の最も確からしいシナリオは、ガソリンの使用の継続と同定された。

よって、ここで検討される代替案は以下の二つに絞る。

代替案 1：ガソリンの使用が継続される（現状維持）

代替案 2：バイオエタノール製造 CDM 事業への投資が行われ、製造された燃料用バイオエタノールによるガソリン代替が行われる（プロジェクトシナリオ）

Sub-step 1b. 適用可能な法律・規制の施行

現在、ベトナムにはガソリンやバイオ燃料の使用を義務付けたり禁止したりする法律は存在せず、代替案 1,2 はともに法制度に適合している。

【Step 2】投資分析

Step2 はスキップし、Step3 に進む。

【Step 3】バリア分析

Sub-step 3a. プロジェクトの実施に対するバリアを同定する

本プロジェクトの実施には以下のバリアが存在する。

技術的バリア

燃料用エタノールは、水分が含まれるとガソリンと分離するので、水分が厳しく制限されている。このため、燃料用エタノール製造では、発酵・蒸留プロセスの後に脱水プロセスを設けて無水化する必要がある。エタノールは水と任意の割合で混合するが、エタノール濃度が **95%**を超えるとそれ以上は一般的な蒸留プロセスでは水分が分離しない性質があることから、本プロジェクトでは脱水プロセスにモレキュラーシーブ吸着法を用いる。

現在ベトナムにおいて製造されているバイオマス由来（主にサトウキビ）のエタノールは **95%**程度であり、一般化された無水化技術が国内に存在しないため、燃料用として使用することができない。ベトナムにおけるエタノールの無水化技術は、調査研究段階であり商用レベルにはない。

MOI は『Master Plan of bio-fuel』において、「**99.5%**エタノールの製造技術に関する調査と展開」として、今後の技術開発計画を策定している。それによると、ベトナム国における無水エタノール製造技術は以下のように二段階で進められる予定である。

- ① **2006-2010 年**：**99.5%**エタノールを製造するため **molecular shifting** の技術を確認し、ベトナム初となる **99.5%**エタノール製造プラント（年産 **300 万リットル**）を設立する。
- ② **2011-2015 年**：大規模需要に対応すべく **molecular sieves**（モレキュラーシーブ）式を用いた **99.5%**エタノール製造技術を確認する。**99.5%**エタノール製造プラントを拡大し、**E10** としての利用に対する需要を満たす。

従って、本プロジェクトではベトナムにおいて確立されていない技術を使用していることから、技術バリアが存在している。

Sub-step 3b. 同定されたバリアが最低一つの代替案（プロジェクトシナリオ以外）の実現のバリアとならないことを示す

Sub-step 3a で同定された技術バリアは、燃料用エタノールの製造技術に関するバリアで、ガソリンの継続使用という現状維持シナリオである代替案 **1** の実現のバリアとはなり得ない。

【Step 4】 一般的慣行分析

現在、ベトナム国内で計画されているバイオ燃料の製造と利用に関するプロジェクトは、バイオディーゼル 1 件であるが、現時点ではまだ調査段階である。またバイオエタノールのプロジェクトはその技術バリアにより本プロジェクト以外には計画されておらず、本件が初となる。従ってベトナムでは同種のプロジェクトの実績及び計画は存在していない。

【Step 5】 CDM 登録による影響

本プロジェクトの採算性は、第 5 章「5.9 採算性分析」において説明されている。CER による収入を含まないベース・ケースでの IRR は 15%となり、プロジェクトのリスクを考慮するとそのままでは投資対象としての魅力は薄い。CDM 事業として登録されることにより発生するクレジットからの収入をプロジェクトの収入に含めることにより、プロジェクトの経済性は改善される。

6.3 プロジェクト実施期間・クレジット獲得期間

(1) プロジェクト実施期間

プロジェクトの実施期間は、25年間で計画している。プロジェクトの開始時期は、2008年12月の予定である。

(2) クレジット獲得期間

ベトナムにおけるガソリンの需要は、2010年416万トン、2015年509万トン、2020年602万トンと、今後も伸び続けて行くと予想されている。そのため、本CDM事業は、更新可能なクレジットを選択し、7年ごとにベースラインの見直しを行うこととする。

2005年11月28日より開催されたCOP/MOP1（京都議定書第1回締約国会合）において、COP7で決定されたマラケシュ合意が採択され、京都議定書の運用ルールが正式に確立した。また、第一約束期間（2008～2012年）終了後における将来約束を検討するためのプロセスを開始し、「第一約束期間と第二約束期間の間に空白期間が生まれないように」完了することとした。

上記の流れを受け、2013年以降も京都議定書の基本的構造が引き継がれると判断し、クレジット期間は7年間の2回更新、計21年間で予定している。

6.4 モニタリング

バイオエタノールに関する方法論で、現在までに CDM 理事会で承認されたモニタリング方法論は無いので、新方法論を作成した。 それに従って、本プロジェクト活動のモニタリング計画を設定する。

6.4.1 モニタリング項目

提案されたモニタリング方法論に従い、本プロジェクトでモニタリングされる各項目について、表 6-1 に示す。

表 6-1 本プロジェクトにおけるモニタリング項目

ID 番号 略称	データ変数	データ出所	単位	方法	計測頻度	備考
1 TF^{RMT}_y	原料運搬による輸送燃料の年間消費量	運送会社	liter/y	実測	毎月	
2 CV^{TF}	輸送燃料の単位熱量	国家データ、あるいは IPCC	MJ/liter	計算	年 1 回	
3 $COEF^{RMT}$	原料運搬に使用される輸送具の CO ₂ 排出係数	国家データ、あるいは IPCC	tCO ₂ /MJ	計算	年 1 回	
4 $FF_{i,y}$	エタノール製造過程で消費される化石燃料(i)の量	バイオエタノールプラント	tonne/y	実測	毎月	購入伝票によってチェック
5 $COEF^{FF}_i$	化石燃料(i)の CO ₂ 排出係数	国家データ、あるいは IPCC	tCO ₂ /tonne	計算	年 1 回	
6 GE_y	グリッドからの電力の使用量	電力会社	KWh	実測	毎月	購入伝票によってチェック
7 $COEF^{GE}$	Combined margin によるグリッド電力排出係数	電力会社	tCO ₂ /kWh	計算	年 1 回	電力会社の統計データを基に算出
8 CP_y	自家発電による電力使用量	バイオエタノールプラント	KWh	実測	連続	発電設備の電力計で計測
9 $COEF^{CP}$	自家発電の CO ₂ 排出係数	国家データ、あるいは IPCC	tCO ₂ /kWh	計算	年 1 回	国家データ、あるいは IPCC データの値を基に、該当する自家発電の種類の排出係数を算出

10 BF^{vol}_y	ガソリン代替として消費されたバイオエタノール量	石油会社	KL/y	実測	毎月	当該プラントからの購入伝票でチェック
11 CV^{BF}	バイオエタノールの単位熱量	バイオエタノールプラント、もしくは国家データかIPCC	TJ/KL	実測計算	年 1 回	
12 CEF	ガソリンの炭素排出係数	国家データ、あるいは IPCC	tC/TJ	計算	年 1 回	
13 FCO	炭素の酸化比率係数	IPCC	-	計算	年 1 回	
14 $LE^{N_2O}_{i,y}$	砕米の代替作物 (i) の栽培における肥料使用による N_2O 排出のリーケージ	統計データと国家データ、あるいは IPCC	tCO ₂ e/y	計算	年 1 回	農業生産の統計データを用いて計算し、その計算には国家データ、あるいは IPCC のデータ値を適用する
15 $LE^{CO_2}_{i,y}$	砕米の代替作物 (i) の栽培における化石燃料使用による CO_2 排出のリーケージ	統計データと国家データ、あるいは IPCC	tCO ₂ e/y	計算	年 1 回	農業生産の統計データを用いて計算し、その計算には国家データ、あるいは IPCC のデータ値を適用する

6.4.2 モニタリングの品質管理・品質保証

モニタリング項目の品質管理（QC）及び品質保証（QA）を表 6-2 に示す。なお、全てのデータ計測は ISO9001 の定める手順に従って実施される。

表 6-2 モニタリング項目の QA/QC

ID 番号	データの不確実性 (高／中／低)	QA/QC の内容
2,3,5,7,9,11,12,13	低	確実な国家データ、IPCC のデフォルト値に基づいている。
8	低	プロジェクトプラントで測定が可能。データの計測は、ISO9001 の定める手順に従って実施される。
1,4,6,10	低	購入伝票（販売記録）でチェックされる。
14,15	中	プロジェクト実施者の管理外のため。

6.5 温室効果ガス削減量

6.5.1 プロジェクト排出量

ベースライン方法論によれば、ある年<y>におけるプロジェクト活動による排出量<PE_y>は次のように求められる。

$$PE_y = PE^{RMT}_y + PE^{BFP}_y$$

- PE^{RMT}_y = バイオエタノールプラントへの原料運搬による排出 [tCO₂e/y]
- PE^{BFP}_y = バイオエタノール製造に係る排出 [tCO₂e/y]

本プロジェクトは、日産 **100KL** のバイオエタノール製造を行うものであり、それに必要な原料運搬、製造工程でのエネルギー使用に関する

バイオエタノールプラントへの原料運搬による排出

計画中のプラントは工業団地内に精米工場と隣接して建設される。本事業にて原料として使用する碎米の量は年間 **66** 千トンと計算している。その **1/3** (**22** 千トン) は隣接した精米工場から調達し、残り **2/3** は近隣の精米所よりバージで輸送する。隣接した精米所との距離は非常に短くそれによる排出はほとんど無いので、その排出はカウントしない。

バイオエタノールプラントへの原料運搬による排出量は以下の通りである。

$$\begin{aligned} PE^{RMT}_y &= TF^{RMT}_y * CV^{TF} * COEF^{RMT} \\ &= 40,480[\text{liter/y}] * 35.53 [\text{MJ/liter}] * 73 * 10^{-6} [\text{tCO}_2/\text{MJ}] \\ &\div 105 [\text{tCO}_2\text{e/y}] \end{aligned}$$

- TF^{RMT}_y = 原料運搬による輸送燃料の年間消費量
= 44,000[t] / 200[t] * 100[km] * 2 * 0.92[l/km]
= 40,480[liter/y]
 - ・ 年間の原料運搬量 : 44,000 tonne
 - ・ バージの積載量 : 200 tonne
 - ・ 精米所からの平均輸送距離 : 100 km
 - ・ バージ (200t) の燃費 : 0.92 l/km⁶⁶

⁶⁶ ここではアメリカの河川バージに関する業界データ（燃料 1 ガロンで 1 トンを 514 マイル）を使用。また、実際の GHG 排出量測定の際は、運送会社の燃料購入伝票で実際の消費量をチェックする。

- CV^{TF} = 輸送燃料の単位熱量
 $= 43.33 \cdot 10^{-3} [\text{TJ/ton}] \cdot 0.82 \cdot 10^{-3} [\text{ton/liter}]$
 $\div 35.53 \cdot 10^{-6} [\text{TJ/liter}]$
 $= 35.53 [\text{MJ/liter}]$
 - ・ ディーゼル油の熱量 : $43.33 \text{TJ}/10^3 \text{t}$ (1996 IPCC Guidelines)
 - ・ ディーゼル油の比重 : 0.82ton/KL (国立天文台編 理科年表 2006)
- COEF^{RMT} = 原料運搬に使用される輸送具の CO_2 排出係数
 $= 73 \cdot 10^{-6} [\text{tCO}_2/\text{MJ}]$
 - ・ CO_2 排出係数 : 73 g/MJ (1996 IPCC Guidelines⁶⁷)

バイオエタノール製造に係る排出

ベースライン方法論によれば、バイオエタノール製造に係る排出量は以下の式で求められる。

$$PE^{BFP}_y = \sum FF_{i,y} \cdot \text{COEF}^{FF}_i + GE_y \cdot \text{COEF}^{GE} + CP_y \cdot \text{COEF}^{CP}$$

- $FF_{i,y}$ = エタノール製造過程で消費される化石燃料の量 [tonne/y]
- COEF^{FF}_i = 使用される化石燃料の CO_2 排出係数 [$\text{tCO}_2/\text{tonne}$]
- GE_y = グリッドからの電力の使用量 [kWh]
- COEF^{GE} = Combined margin によるグリッド電力排出係数 [tCO_2/kWh]
- CP_y = 自家発電による電力使用量 [kWh]
- COEF^{CP} = 自家発電の CO_2 排出係数 [tCO_2/kWh]

本プロジェクトのプラントでは、隣接する精米所で発生する籾殻を燃料とした籾殻発電設備を併設し、100KWh の自家発電を行い所内利用するため、グリッドからの電力は使用しない。また、バイオマス発電である籾殻発電はカーボンニュートラルの考え方より CO_2 を排出しない。また、電力以外にプラント内で必要となるエネルギーは、ボイラーから発生する蒸気を熱エネルギーとして利用するため、化石燃料の消費は発生しない。

従って、バイオエタノール製造に係る排出は、ゼロとなる。

プロジェクト排出量

上記の事柄を検討し、本プロジェクト活動による年間排出量 $\langle PE_y \rangle$ は次のようになる。

$$\begin{aligned} PE_y &= PE^{RMT}_y + PE^{BFP}_y \\ &= 105 + 0 \\ &= 105 [\text{tCO}_2\text{e/y}] \end{aligned}$$

⁶⁷ 「Estimated Emission Factors for European Non-Road Mobiles Sources and Machinery」の Diesel Engines における Inland waterways の値を使用

6.5.2 リークージ

碎米を利用したバイオエタノール製造事業によるリークージとしては、本来他用途で使用されていた碎米の流用の影響による代替作物の生産増加が考えられる。

ある年<y>におけるリークージ<L_y>を求める式は、次の通りである。

$$L_y = \sum_i LE^{N_2O}_{i,y} + \sum_i LE^{CO_2}_{i,y}$$

- $LE^{N_2O}_{i,y}$ = 代替作物の栽培における肥料使用による N₂O 排出のリークージ [tCO₂e/y]
- $LE^{CO_2}_{i,y}$ = 代替作物の栽培における化石燃料使用による CO₂ 排出のリークージ [tCO₂e/y]

本プロジェクトにて原料として使用する碎米の量は年間 66 千トンと計算しているが、この量はメコンデルタ全域で発生する碎米量 3.8 百万トンに対し、1.74%にしかすぎず、作柄の変動等大きな変動要素と比すれば、市場に対し影響を与える量ではないと言える。そのため、碎米の流用の影響による代替作物の生産増加は期待されず、リークージはゼロとする。

リークージ

上記の事柄を検討し、本プロジェクト活動によるリークージ<L_y>は次のようになる。

$$L_y = 0$$

6.5.3 ベースライン排出量

ベースライン方法論によれば、ある年<y>におけるベースライン排出量<BE_y>は次のように求められる。

$$BE_y = (BF_y^{vol} * CV^{BF}) * (CEF * 44/12 * FCO)$$

- BF_y^{vol} = ガソリン代替として消費されたバイオエタノール量
 $= 100[\text{KL/D}] * 330[\text{d/y}]$
 $= 33,000 [\text{KL/y}]$
 - ・ バイオエタノール製造量 : 100KL/D
 - ・ プラントの年間稼働日 : 330 日
- CV^{BF} = エタノールの単位熱量
 $= 1.3765 * 10^{-6} [\text{TJ/mol}] * 1000/46 [\text{mol/kg}] * 789 [\text{kg/KL}]$
 $= 23.6 * 10^{-3} [\text{TJ/KL}]$
 - ・ エタノール熱量 : 1,376.5KJ/mol (国立天文台編 理科年表 2006)
 - ・ 1mol : 46g
 - ・ エタノール密度 : 0.789ton/KL (国立天文台編 理科年表 2006)
- CEF = ガソリンの炭素排出係数
 $= 18.9 [\text{tC/TJ}]$ (1996 IPCC Guidelines)
- FCO = 炭素の酸化比率係数
 $= 0.99$ (1996 IPCC Guidelines)

ベースライン排出量

上記の事柄を検討し、本プロジェクトにおける年間ベースライン排出量<BE_y>は次のようになる。

$$\begin{aligned} BE_y &= (BF_y^{vol} * CV^{BF}) * (CEF * 44/12 * FCO) \\ &= 33,000,000[\text{liter/y}] * 23.6 * 10^{-6} [\text{TJ/liter}] * 18.9 [\text{tC/TJ}] * 44/12 * 0.99 \\ &\div 53431 [\text{tCO}_2\text{e/y}] \end{aligned}$$

6.5.4 プロジェクト実施による GHG 排出削減量

本プロジェクト実施による年間 GHG 削減量は、以下の通りである。

$$\begin{aligned}ER_y &= BE_y - PE_y - L_y \\&= 53,431 - 105 - 0 \\&= 53,326 \text{ [tCO}_2\text{e/y]}\end{aligned}$$

6.5 環境影響・その他間接影響

(1) 環境影響

本プロジェクトのエタノール製造プラントは、ロンアン省 Thanh Hoa 地区に新設される工業団地内に建設される。ベトナム国においては、環境影響評価は工業団地の造成時に一括して手続きが実施されるため、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に従い、本プロジェクトは環境基準保証登録の提出と審査のみで、環境影響評価手続きを終えられることとなる。

本事業のエタノールプラントの建設においては、環境法、大気汚染・水質汚濁に関する規準に従って設計を行うため、周囲の環境に対する影響は最小限に留められる。また、バイオエタノール製造により発生する廃液は、原料がコメであることからタンパクを多く含んでいるので、すべて回収して家畜飼料として販売する。また、併設する粕殻発電設備にて発生する燃焼灰は環境影響の小さいケイ素分がほとんどであるが植物の生育に必要とされるシリカを含んでいるので、農地還元を行うことにより、工場周辺の農業生産に寄与することができる。

(2) 間接影響

エタノール製造プラントが建設されるロンアン省は、GDP の 40%以上を農業及び林業が占め、省民の約 70%が農林業に従事している地域である。

本プロジェクト活動による当該地域への社会経済影響としては、以下の点が挙げられる。

- 1) 近隣住民への雇用機会の創出
- 2) 省内の雇用機会増に伴う周辺地域からの住民流入
- 3) 賃金労働とコメの付加価値付与による農家の現金収入増加
- 4) 工業団地の活性化とロンアン省の工業化推進

現時点では、省内において第二次産業への雇用者は少なく、現地での聴き取り調査においても特に若い世代で雇用機会を求めていることが分かった。またロンアン省では工業化の推進を目指して工業団地の造成計画を進めていることから、さらに雇用機会を求めた人々が近隣から移住してくることも予測されており、本プロジェクト活動での雇用の増加も期待されている。

6.6 利害関係者のコメント

本プロジェクトの実施にあたって、PDD で求められている利害関係者 (Stakeholders) に対するインタビューを行い、事業実施に関わる事情及び意見を聴取した。以下にそのコメントを記載する。

MOT (運輸省) はバイオ燃料に高い関心を持っており、過去 20 年間に渡って研究を続けている。本プロジェクトに対しては、プロジェクト期間に社会・経済状況が変わる可能性があることに注意し、環境面には当然配慮をした持続可能な事業であることが要求されるとのコメントを受けた。

ベトナムにおける CDM 活動の DNA である、MONRE の ICD に対しても聴き取り調査を実施した。現在彼らが把握しているバイオ燃料による CDM 事業は、バイオディーゼル 1 件であり、初のバイオエタノール案件として期待が持てるとのコメントを受領した。

ベトナム国の地方行政において、ロンアン省の工業局がロンアン省人民委員会に代わって省内におけるプロジェクトの承認を行うことから、現地調査においてロンアン省工業局との面談を実施し、省としてプロジェクトを歓迎するとのコメントを得た。その際、周辺環境への配慮、特に排水基準の遵守には十分気を付けるよう要請を受けた。また、ベトナム国内でのバイオエタノールの輸送燃料使用例が無いことから、非常に興味を持たれた。

本プロジェクトのエタノール製造プラントは、工業団地内に建設される。工業団地の建設に関しては、ロンアン省人民委員会によって住民理解が得られており、工業団地の建設に対して反対活動を行っている地域住民はおらず、おおむね歓迎されている。

ベトナムの大手石油会社である PetroVietnam と Petrolimex に対してもインタビューを行なった。バイオ燃料に関しては、その必要性は両社ともに認識しており、それぞれに調査を行っている。政府による方針が明確に打ち出されていない現状では、自分達でテストを行い、結果を政府へ報告するような企業主導で進めていくようになると考えている。PetroVietnam は、製造技術に関する調査を終了し、脱水技術、ガソリンへのブレンド、貯蔵のテストに向けて政府の指示を待っている。Petrolimex もバイオ燃料、特にバイオエタノールに重点を置き、その推進を積極的に図っていく意向である。そのため本プロジェクトに非常に関心を示し、燃料用エタノール製造技術やブレンドに関してさらに協議したいとのリクエストを受けた。

エタノール原料の碎米は、現在家畜飼料に利用されていることから、飼料会社と養豚

場からもコメントを集めた。飼料会社では、碎米を配合飼料の 5～7%程度しか使用していないことから碎米に対する興味が非常に薄く、碎米の不足や価格高騰が起きた際は他の穀物に代用するので特に問題は無いとのこと。養豚場でも同様に、コーンやキャッサバで代用するので、本プロジェクトによる悪影響は特に無いとのことであった。

6.7 資金計画

事業は 30% (相当分) を資本金で残りの 70%を融資にてまかなう。

期間・金利面から言うと、国際協力銀行の輸出信用が最も競争力があり、その活用をまず第 1 に考える必要がある。

ただし、融資業務の常として、金額的に小さいことが、そのまま融資業務にかかる作業を減らすものではなく、採算性のあう最低融資金額レベルからみた場合本件が間尺に合う案件であるかは、今後引き続き打合せを行い確認する必要がある。

第 2 の選択肢として PetroVietnam 及び Petrolimex の融資期間をカバーした長期引取契約を主要なセキュリティとするプロジェクト・ファイナンス方式を構築し、現地在邦銀がリードを取り、シ団を結成する形での syndicated loan にて事業融資を行う可能性も持っておきたい。

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