

# ベトナムでのBDF利用による ポリューション・ヘブン回避効果の検討

○橋本文彦（大阪市立大学）

## Study of avoidance effect from pollution haven by using BDF in Vietnam.

\*Fumihiko Hashimoto (Osaka City University)

**Abstract**— The pollution haven hypothesis suggests that developing countries in non-strict environmental regulations will gather the companies who avoid high-cost for strict environmental regulations on developed countries. So, developing countries gather pollution from developed countries.

If we serve clean and low cost BDF production, developing countries can prepare more strict environmental regulations but in low cost.

We now produce the BDF in Vietnam. Does BDF make Vietnam avoid from pollution haven?

**Key Words:** Pollution haven, BDF (Bio Diesel Fuel), Environment, Regulation, Vietnam

## 1 プロジェクト全体の概要

### 1.1 プロジェクトの目標

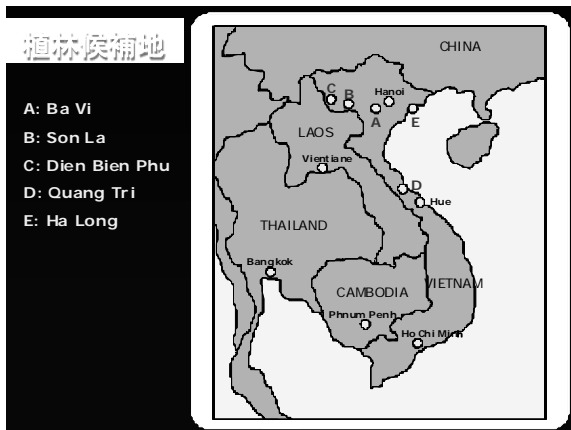


Fig. 1 : ジャトロファ植林候補地

私たちは、SATREPS (= Science And Technology REsearch Partnership for Sustainable development : 地球規模課題対応国際科学技術協力) のプロジェクト課題<sup>1</sup>として、Fig. 1 に示したベトナム国内の5地域を候補として、バイオマス燃料の原料となる「ジャトロファ<sup>2</sup>」という植物を栽培し、その実からBDF(=Bio Diesel Fuel)を精製している。

このプロジェクトでは、以下のような多益的貢献を目標としている。

<sup>1</sup> 「ベトナムおよびインドシナ諸国における、バイオマスエネルギーの生産システム（植林・製造・利用）構築による多益性気候変動緩和策の研究」

（代表:大阪府立大学 前田泰昭）

<sup>2</sup> *Jatropha Curcas* (和名:ナンヨウアブラギリ) は、熱帯・亜熱帯に広く分布し、生存条件の適応幅が広い。アブラヤシと同程度に油分が多く、その油分は低温流動性が高い。また、毒性を有するために、食用には適さず、これまで殺虫剤や石けんの原料として用いられてきた。

- (1) 通常の食糧耕作には適さない荒廃地（＝焼畑農業跡地、石炭採掘跡地、ベトナム戦争におけるエージェント・オレンジによるダイオキシン汚染地など）を農地としてジャトロファを栽培することで、荒廃地の改善によって、土砂流出防止などの国土の保全を行う。
- (2) BDF原料としてジャトロファを用いることで、トウモロコシなどの様な「食糧との競合」を避けつつ、安価なBDFを生産する。
- (3) 荒廃地近辺に居住する低所得層の農民の経済環境を改善することで、貧富の格差を是正することができる。
- (4) 高効率でクリーンなBDFを製造・利用することで、ベトナムの環境（主として大気）汚染を減少させる
- (5) 栽培時にCO2を吸収することで、地球温暖化防止に寄与する。

### 1.2 プロジェクトの評価観点

筆者は、このプロジェクト全体の「経済学観点からの評価」を担当しており、

- (1) ジャトロファ耕作農民の適正所得と燃料精製プラントのコスト、そのための人件費
- (2) ジャトロファの栽培農地規模  
（消費地を限定したローカル規模で行う場合の適正農地規模の検討から、消費規模を拡大して、全国的に栽培を行う場合の最大需要の農地規模までを検討）
- (3) 農場と燃料精製プラントの立地条件（プラントまでは実のまま輸送し、そこから先はオイルで輸送するが、農場からプラント、プラントから消費地までの距離、その運搬に伴うコスト等が問題となる）
- (4) 消費の形態（現時点および近い将来では、BDFの生産価格は、化石燃料の生産価格よりも高くなるを得ないために、その高価格分をカバーできる種類の消費でなくてはならない）。  
たとえば、観光バスや観光船などの、Eco

ツーリズムでの利用や、環境への配慮をアピールしたい企業での消費など。

他方、(コストは高くなってでも)公共交通機関(小さなものは、バスなど、大きなものは、鉄道など)への使用を義務づけることで、大気汚染の改善のために利用する、という選択肢もある。

筆者らは、上記の観点を併せて、ベトナムおよびアジア諸国の経済にどれだけの多益的貢献ができるのか(否か)を推計しようとしている。

上記のうち、特にハロン湾近郊の観光関連企業では、多少高価であっても、BDFを利用したいという機運ができてはいる<sup>3</sup>ことが確認できているが、その消費量はそれほど巨大ではない。

しかし、「公共交通機関への義務づけ」は、BDFの高価格故に、政府からの補助等の持ち出しが多くなるために、現状では持続可能な消費方法とは言いがたい。

そこで、この観点を拡張して、自国内消費での環境基準義務としてBDFを利用することで、大気汚染を防止しつつも、その高コスト分を、外資企業に担ってもらうためのシステムを検討している。

## 2 ポリューション・ヘブン仮説

ポリューション・ヘブンとは、タックス・ヘブンのアナロジーとして用いられる用語である。

環境汚染について、Fig.2の(環境)クズネッツ曲線が示すとおり、一国単位で見ると、経済が発展するにつれて、いったんは環境の汚染が増大するが、経済の発展によって環境対策にコストをかけることが出来るようになると同時に、技術の進展によって、汚染が減少する、と説明される。

さらに、先進国と発展途上国とで比較すると、先進国で開発された汚染低減のための技術が、より安価に利用できるようになるために、発展途上国の汚染物質排出量のピークは、先進国のピークよりも低くなる、と予測されてきた。

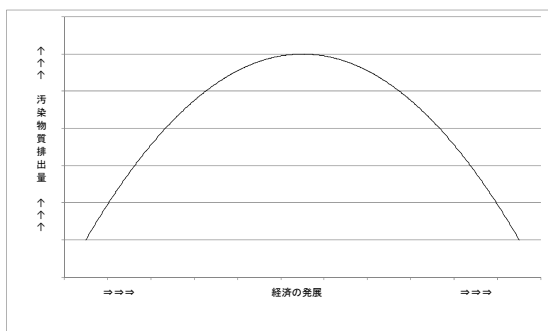


Fig. 2 : クズネッツ曲線の典型例.  
(筆者作成)

<sup>3</sup> 本プロジェクトで、現地の観光業者、現地観光客、外国人観光客らに、「環境保全のためにより高価だがクリーンな燃料を支持するか?」という質問紙調査を行った。結果を本論の最後の Fig. 11 に示す。

しかし、このクズネッツ曲線は、たしかに先進国では当てはまりがよいが、その大気汚染の減少の理由は上述のものだけではない、というのがPollution Haven Hypothesisである。

Pollution Haven Hypothesis とは、先進国の厳しい環境規制を課せられる企業が、自国内でその基準に従うための設備にコストをかける代わりに、より環境規制の緩やかな途上国に工場進出(し、環境基準が緩い中で汚染物質を放出)することで、先進国の環境汚染はより急激に減少するのに比して、途上国は、自国の生産分に加えて先進国の生産分の環境汚染まで引き受けることになる、という「仮説」<sup>4</sup>である<sup>5</sup>。

ベトナムは近年まで、軽工業の発達が中心であり、大規模な電力等を必要とせず、Pollution Haven現象が正しい場合でも、現象が発生するまでもう少し時間的猶予があると考えられる(逆に、時間がたてば、急激に汚染物質排出量が増える懸念があるために、現在のうちに有効な回避対策を講じておく必要があると考えられる)。

一方、ベトナム政府はすでに2009年頃から、環境保護のために、汚染物質排出にかかわる規制を強化し始めている。

この規制強化は、地球規模および地域規模の環境を守るという点で非常に重要ではあるが、規制に従うためのコスト増加懸念によって、進出企業の意欲が薄まり、ベトナム外の他国が進出先として選ばれる可能性が出てくる。(しかも、この場合は、ベトナムの環境は保護されるが、他国の環境は、守られない、ということになる)。

この状況に対応するために、ベトナム国内で汚染物質の少ないBDFを精製し、この使用を全面的に義務付けることで、(化石燃料を使用しながら規制を守るための追加コストの増加よりも、BDFはそれ自体、やや割高ではあるが)、Pollution Havenを回避出来る可能性がある。

この場合、規制を守るための追加コストは発生しない点と、先進国に比べれば、工場稼働のための全体的なコスト自体は安価である点から、総合的なコストを勘案しても、ベトナムへの進出の動機は薄まらず、かつ、「クリーンなエネルギーの利用」という広告効果も期待することができる。

ここで検討しなくてはならないのはもちろん、

- (1) BDFの価格と化石燃料の価格の差
- (2) BDFのクリーンさに合わせて環境規制を行った場合に、化石燃料使用時の追加コスト
- (3) 工場で生産を行うために必要なコスト
- (4) ジャトロファ耕作農民の人件費
- (5) 工場で生産されたBDFの消費地立地である。

<sup>4</sup> あくまでも仮説であり、現実には、5節に示すように、各国の規制と労働コスト、経済規模等によって、さまざまな条件が複雑に絡み合うと考えられる。

<sup>5</sup> このため、Pollution Haven Hypothesis によれば、Fig.2で示したクズネッツ曲線とは異なり、途上国の環境汚染量は経済が発展しても減少しない。

### 3 ベトナムの現状

#### 3.1 ベトナムの経済成長と貧富の格差

ドイモイ政策の導入以降、ベトナムの経済はほぼ順調に成長してきている。近年の GDP 成長率は年率およそ6%以上という高い水準を示している。

また、経済の成長に伴って、国全体での貧困率も順調に減少している。

しかしながら、Fig. 4 に示したとおり、貧困率は地域によって大幅に異なり、2008 年時点で南東部では3.5%であるのに対して、北西部では45.7%に及んでいる。と、同時に、Fig. 5 に示すように、貧富の格差を示すジニ係数は、確実に上昇してしまっていることがわかる。

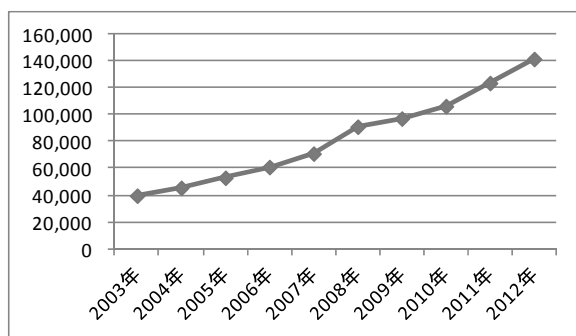


Fig. 3: 名目 GDP 総額 (単位: US100 万ドル)  
(Jetro 国・地域別情報データベースより)

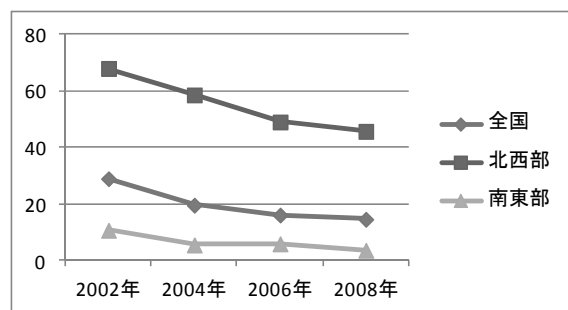


Fig. 4: ベトナムの貧困率  
(ベトナムナショナルレポート2010より)

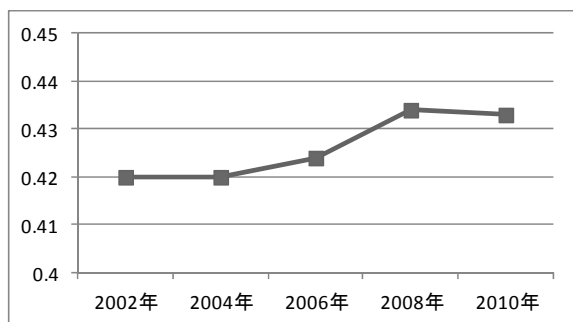


Fig. 5: ベトナムのジニ係数  
(JICA 貧困プロファイル2012年度版より)

ベトナム南部は、インフラや経済が進んでいるために、すでに国外企業の進出が多く見られる。

一方で、北部はいまだ交通・電力供給等のインフラ整備に問題があり、国外企業の進出を阻害していることと、西部の山間部には少数民族が居住しており、近年のベトナム全体の経済発展の影響をあまり受けていないことがその理由と考えられる。

ベトナム政府は、盛んに北部（ハノイ市周辺）地域への企業を誘致するとともに、北東部のハロン湾や北西部の Ba-Vi 公園への観光を呼び込もうとしている<sup>6</sup>。

本論の最初に示したとおり、本プロジェクトの目標は、大気汚染の減少および地球温暖化の防止のみならず、荒廃地近辺に居住する農民の経済環境の改善と貧富の格差を是正することまでを含んでおり、Pollution Haven の回避と同時に、農民の所得を確保する必要がある。

#### 3.2 ベトナムの資源とエネルギー

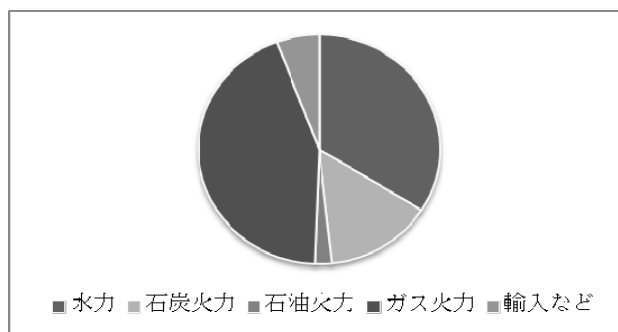


Fig. 6: ベトナムの発電比率 (2008年10月時点)  
(ベトナム電力公表データより)

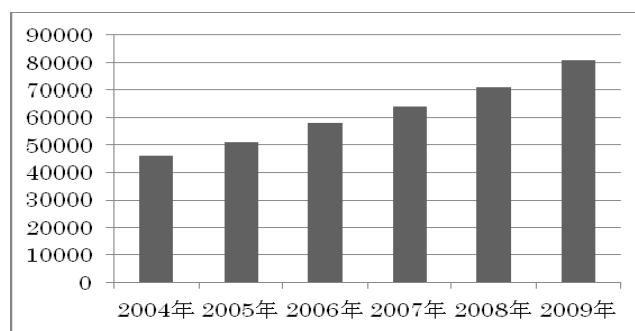


Fig. 7: ベトナムの発電電力量推移 (100万 kWh)  
(ベトナム統計局公表データより)

ベトナムでは、北部で石炭を産出、南部でガスを産出するため、これに全土で利用される水力を合わせた発電形態となっている。

ベトナムの電気料金は他国に比べてかなり安く、電力エネルギーを使用する企業にとってはメリットがあ

<sup>6</sup> このことは、とりわけ北部地域での環境保護と企業誘致とのバランスの問題となる。

るが、逆に発電事業者にとってはメリットが少ない。

ベトナムの電力の需要・供給の伸びはともに年率10%程度の高い水準を示している。

それでも、2008年時点での国民一人あたり電力使用量は、日本の10%にも満たない。

経済の成長とともに、供給電力が不足しつつあるが、前述の電気料金の安さのために、ベトナム国外の発電事業者の参入が難しい。逆に、電気料金の値上げは、消費者への影響が大きすぎるため、大幅な値上げは困難である。

### 3.3 ベトナムでの化石燃料使用の現状と予測

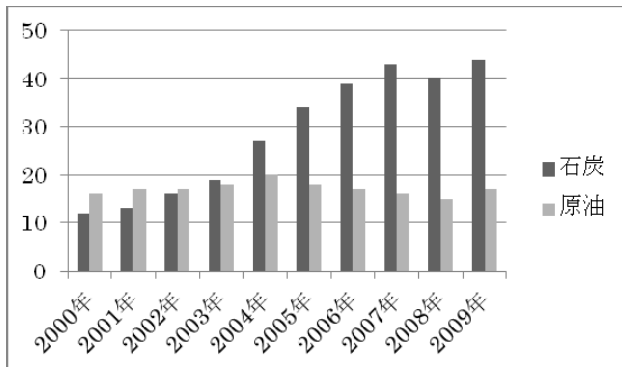


Fig. 8 : 石炭と原油生産量推移 (100 万トン)  
(ベトナム商工省公表データより)

国内のエネルギー需要に伴って、石炭の採掘量は増加してきているが、近年頭打ちとなっている。この理由は北部での露天掘り採掘<sup>7</sup>量が減少し、炭坑掘りになってきたためである。

また、原油の生産もすでに減少に転じている。

Table 1 : ベトナムにおける化石燃料使用量予測  
(本プロジェクトでの推計より)

		2010年	2015年	2020年	2025年
需要	ガソリン	4,189	6,277	9,145	13,239
	ディーゼル	8,090	11,798	16,878	23,924
	合計	16,094	22,628	31,205	42,969
生産	ガソリン	1,876	3,772	5,668	5,668
	ディーゼル	3,014	5,111	7,208	7,208
	合計	5,721	10,351	15,081	15,081
	生産/需要 (%)	-35%	-46%	-48%	-35%
輸入	ガソリン	2,313	2,505	3,476	7,471
	ディーゼル	5,076	6,687	9,670	16,716
	合計	11,372	12,277	16,124	27,888

ベトナムでとれる石炭と原油はいずれも良質だが、

<sup>7</sup> 露天掘りされた炭鉱跡地が、北部のハロン湾近郊にも大規模に存在するが、その跡地もジャトロファ栽培

特に原油は国内での製油が困難であったために、原油を国外に輸出して、石油を輸入する、という形が続いてきたが、近年一部石油を精製出来るようになっている。

現在ベトナム国内では、原油および石炭を産出し、現在も大規模な石油精製プラントの計画および建設が進められている。

もちろん、このプラントで精製される化石燃料は、現在の水準に比べてより汚染物質をより抑制することが出来るが、それでもベトナム政府がすでに戦略としてかかげている再生可能エネルギーやクリーン燃料の水準には達しない。

また、いずれにせよ、今後の経済成長を見越した<sup>8</sup>国内需要に対して、化石燃料の生産はこのままでは追いつかない。

近い将来を見越した時点で、ジャトロファから精製するBDFだけでは、もとより需要全体をカバーできるはずもないが、Table 1の需要に対して、環境規制と合わせた場合にBDFの需要がどの程度起こるのか、を調べる必要がある。

### 3.4 ベトナムの大気汚染状況

第2節で述べたように、現在のベトナムでは、軽工業が中心であり、大規模な工場による大気汚染よりも、交通機関（主としてバイク、近年では自動車）による汚染（=NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>など）が主となっている。

ベトナム環境省（MONRE）による大気汚染の正式レポートは、最新版で2006年のものまでであり、その後の急激な自動車等の影響がはかれないが、それでも、2006年時点でベトナムが認める環境基準を遙かに超えている。

本プロジェクトでは、現地で大気汚染状況の測定装置を設置して、正確なモニタリングを行っているところである。

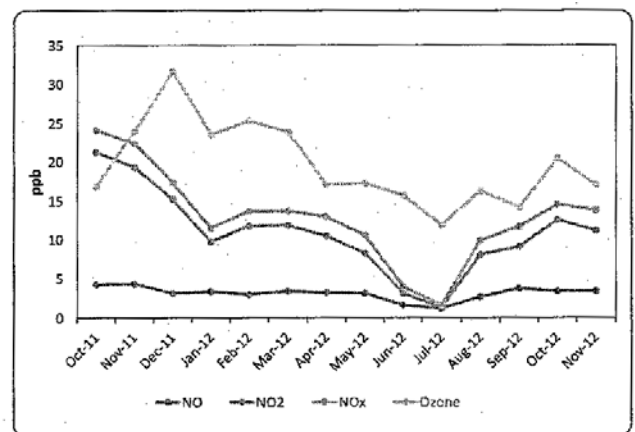


Fig. 9 : ベトナム大気汚染の現状  
(本プロジェクトでの計測より)

の候補地の一つである。

<sup>8</sup> Table 1に示したような需要の増加は、対策をしなくてはまさにそのまま大気汚染の増大を導き、またこれによる経済発展は、荒廃地に居住する農民の経済向上に（直接には）寄与しないことを意味する。

## 4 ジャトロファ BDF の環境改善効果

### 4.1 温暖化ガスの低減

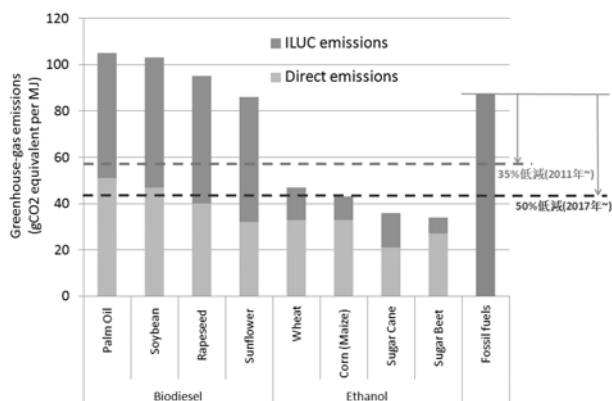


Fig. 10 : 再生可能エネルギーの温暖化ガス削減能

Fig. 10 に示すように、再生可能エネルギーとして利用される BDF の中でも、BDF を取り出すまでの全工程を考えると、必ずしも化石燃料よりも効果があるとは言いきれない面がある。

本プロジェクトでは、ジャトロファをはじめとする原料を用いた BDF のトータルとしての CO2 削減効果を測定しているところである。

### 4.2 大気汚染の低減

CO2 だけでなく、大気汚染物質についても、BDF の原料と、その精製能力、BDF を消費する装置 (=エンジンなど) の能力等によって異なる。

本プロジェクトでは、ハロン湾上で運行する数隻の船に実際に BDF を用いたエンジンを搭載して、排出ガスの成分分析を行っている。

これらの結果を踏まえて、環境規制のレベルと BDF 農園の規模等を検討する。

## 5 検討中のシミュレーション・モデル

### 5.1 Agents:

国家 :

先進国・・・厳しい環境規制

途上国・・・厳しい環境規制

緩やかな環境規制

企業 (先進国の企業のみ) :

企業・・・先進国にとどまる

・・・BDF を採用/不採用  
規制の厳しい途上国に進出

・・・BDF を採用/不採用  
規制の緩やかな途上国に進出

・・・BDF を採用/不採用

## 5.2 モデル

先進国は、厳しい環境規制を設ける以外の選択肢を持たない。

途上国は、厳しい環境規制を設けるか、緩やかな環境規制を設けるかを選択する。

厳しい環境規制は、進出企業に対して、高コストを要求するが、環境保護をはかれる。また、BDF が採用されれば、経済格差の解消に寄与する。

緩やかな環境規制は、進出企業のコストを下げ、進出へのインセンティブを高めるが、自国の環境を悪化させる。

地球温暖化防止のための規制は、直接には自国の環境保護には貢献しないが、他国と歩調を合わせないことによって、環境への関心の高い外国人からの評価を下げることになる。

国家の利益は、進出企業による雇用・税金・原料の販売による利益と、大気汚染による健康被害や、イメージの悪化による観光客の減少による損失、を算定し、利益の最大化を目指す。

企業は、最終的な利益のみを追求して、先進国にとどまるか、途上国に進出するか、BDF を採用するか、化石燃料を利用するかを選択する。

企業は、その活動内容 (観光企業、軽工業企業、重工業企業、サービス企業) に応じて、使用するエネルギーの大きさ、人件費等が異なる。また、BDF を含めた環境保全への取り組みが、ブランドイメージを高めることとなって消費者に受け入れられるという利益も計算に入れる必要がある。

## 6 本研究の問題点

本研究では、「環境汚染」として、主に化石燃料の燃焼による「大気汚染」のみを扱っている。また、これと併せて「地球温暖化防止」のための CO2 も考慮に入れている。

当然、工場からの排出物による「環境汚染」には、それ以外のさまざまな工場排出物質による汚染も勘案されねばならない。

また、SOx や NOx などの大気汚染物質と、CO2 とは、影響を与える空間の大きさや、規制のあり方が異なるため、厳密な議論をするためには、これらを区別して考える必要がある<sup>9</sup>。

また、すでに各国の現実データを用いて、さまざまな先行研究が環境クズネツ曲線の検証を行っているが、逆 U 字型を見いだしたものや、N 字型を当てはめたもの、Pollution Haven 仮説を支持したものや支持しないものなど、結果は一貫していない。

<sup>9</sup> 本研究では、5 節に示したとおり、CO2 や SOx、NOx などをあわせて「厳しい環境規制」「緩やかな環境規制」としている。

## 参考グラフ

脚注3で述べた、現地での質問紙調査の結果を Fig. 11 のグラフに示す。

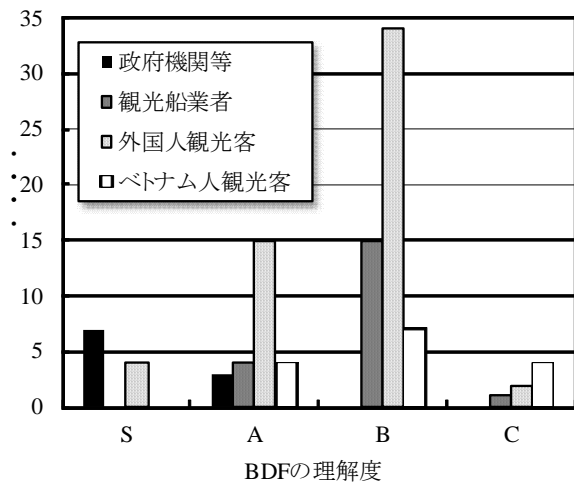


Fig. 11: BDF の理解度に関する調査結果  
(本プロジェクトでの質問紙調査より)  
S がもっとも理解が高く、C が最も低い

## 参考文献

- 1) Clean Air Initiative for Asian Cities Center, Viet Nam: Air Quality Profile 2010 Edition, 2010
- 2) マイ・ゴック・グエン 産業連関表を用いたベトナムの汚染逃避地仮説に関する一考察 京都大学大学院経済学研究科 ディスカッションペーパー No. J-10-001, 2011
- 3) F. Hashimoto, The optimal strategy of producing BDF (Bio Diesel Fuel) for the tourist resort in Vietnam, Workshop on Economic Science with Heterogeneous Interacting Agents 2013, Iceland
- 4) 星野妙子編 発展途上国の企業とグローバリゼーション アジア経済研究所 2002
- 5) 久保田・松田編 幻想のバイオ燃料 日刊工業新聞社 2009
- 6) 國光洋二 ベトナムにおけるバイオマス利用の経済環境影響 -CGE モデルによるシミュレーション 日本地域学会学術発表論文集 2012-
- 7) K. Nagao, Energy transition and sustainability: a planning for mega city-region, International Academic consortium for Sustainable Cities Symposium, 2013, Philippines
- 8) 中西宏太編著 ベトナム産業分析 時事通信社 2010
- 9) 日越貿易会編 ベトナム統計年鑑 2009 年版 ビスタ・ピー・エス 2011
- 10) 日本エネルギー学会編 バイオマスハンドブック (第2版) オーム社 2009
- 11) 大野・川端編著 ベトナムの工業化戦略 日本評論社 2003
- 12) 西條辰義 制度と技術が連携した持続可能な発展シナリオの設計と到達度の評価に関する研究 環境省 環境研究総合推進課題報告書, 2008