

平成 19 年度 CDM/JI 事業調査

ベトナム・ホーチミン市における 公共照明システム効率向上事業調査

報告書

平成 20 年 3 月

三菱 UFJ 証券株式会社

目次

1	目的	1
2	現地調査	2
3	ベトナム基礎情報	4
3.1	地勢・気候	4
3.2	社会・言語・宗教	5
3.3	政治体制	6
3.4	経済状況	7
3.5	ベトナムのエネルギー及び電力事情	9
3.5.1	ベトナムのエネルギー事業	9
3.5.2	ベトナムの電力事業	10
3.5.3	ベトナム政府のエネルギー関連目標・プログラム	15
3.6	環境政策	17
3.6.1	温暖化に対する取り組み	17
3.6.2	GHG 排出量について	17
3.7	ベトナムのクリーン開発メカニズム (CDM) への取り組み、承認体制	19
4	プロジェクトの内容	23
4.1	事業概要	23
4.1.1	プロジェクトの背景および目的	23
4.1.2	プロジェクト参加者	25
4.1.3	事業実施サイト	25
4.1.4	事業実施サイトの公共照明システムの現状	27
4.1.5	新公共照明システムのデザイン	36
4.2	実施スケジュール	48
4.3	資金計画	48
5	プロジェクト設計書 (PDD) の作成	50
5.1	プログラム CDM の概要	50
5.2	プログラム CDM の本事業への適用	50
5.3	プロジェクト境界	51
5.3.1	PoA レベル	51
5.3.2	CPA レベル	51
5.4	プロジェクト期間 (クレジット獲得期間)	52
5.4.1	PoA レベル	52
5.4.2	CPA レベル	52
5.5	本プロジェクトのベースライン方法論	53

5.6	ベースライン排出量の算定.....	53
5.6.1	ベトナム電力グリッド排出係数.....	55
5.7	プロジェクト排出量.....	62
5.8	リーケージ.....	63
5.9	本CPAの温暖化ガス排出削減量.....	63
5.10	本プロジェクトの追加性.....	64
5.10.1	PoAレベル.....	64
5.10.2	CPAレベル.....	65
5.11	本プロジェクトのモニタリング計画.....	66
5.12	ステークホルダーコメント.....	69
5.13	環境影響評価.....	70
6	事業化にむけての課題と展望.....	71
6.1	資金調達.....	71
6.2	グリッド排出係数.....	72
6.3	プログラムCDMとしての事業推進.....	72
6.4	展望.....	73

1 目的

ベトナム・ホーチミン市の公共照明システムは大きく二つに分かれる。1つは、比較的大きな通りで市の電力会社が管理するものであり、ベトナムの建設基準に達している照明が設置されている。他方、路地の規模が基準には達しておらず、市によって管理されないため、系統電源から電力をとり、住民自ら街灯をとりつけている路地であり、公共照明とは名ばかりで、任意の照明施設である。このような任意の公共照明システムは、設置方法や照明の種類が現場の事情に適しておらず、維持管理面も不十分で、効率が悪い。さらに、公共照明システムが使用する電線網は電話線網と一緒にいるため、混線や混乱が起きやすく、修理や修繕にも支障をきたしている。このような公共照明システムの現状は、交通事故、雨季の感電事故や治安の悪化の原因ともなっている。

本プロジェクトはホーチミン市当局が市の公共照明システムの問題を解決するため、高効率の照明を道幅や周囲の状況に合わせて最適な配置で設置し、電力の消費効率向上を図るものである。ホーチミン市のエネルギー効率向上、再生可能エネルギーの普及などを目的として、2002年にホーチミン市人民委員会の決議（Decision No.51/2002/QD-UB）に基づいて設立された Energy Conservation Center of Hochiminh City (ECC)が実施する。市は、まずモデル地域として市内数ヶ所に新照明システムを設置するため、ECC に資金を提供し、同モデル事業の効果と便益を評価した上で最終的にはホーチミン市 24 区全体に高効率公共照明システムを導入する予定である。

ECC は、本プロジェクトの便益のひとつとして、CDM からの収入を期待し、本調査では、当該事業を複数の路地での活動を 1 つの CDM プロジェクトとする、プログラム CDM としての実現可能性を明らかにする。

2 現地調査

現地調査は表1のように実施した。

表1 現地調査訪問実績

日	訪問先	訪問目的	内容
第一回			
2007年 8月12日 (日)	District 3	照明現状視察	本調査対象地域であるホーチミン市第三区の照明施設の現状視察
	Dsitric 4 及び 3	照明現状視察(夜間)	本調査対象地域であるホーチミン市第三区の照明施設の夜間の現状視察
8月13日 (月)	ECC	キックオフミーティング	調査内容、スケジュール、予算などの確認 事業実施状況の確認 各自の役割、契約内容の確認
	技術大学	調査打合せ	技術大学の本調査における位置付けの確認、技術大学の事業への関与の確認
	Electric power Company of HCMC	調査打合せ	ホーチミン電力公社の本調査における位置付けの確認、同社の事業における役割の確認
	Disrict 3	現状視察	すでにパイロットで新照明システムを設置している路地を視察。システム稼働の確認。
8月14日 (火)	Managing Committee office of Binh Trung Tay Ward - District 2	住民との打合せ	本調査の対象の路地が所在する地区の住民との打合せ。今回の調査の説明及び、協力要請。
	ECC-District 3	住民との打合せ	同上
	ECC	ラップアップミーティング	契約書締結、今回の訪問における各ミーティングで確認した事項の再確認。次回訪問におけるスケジュールの確認。

日	訪問先	訪問目的	内容
第二回			
2008年 2月11日 (月)	VNEEC	グリッドデータの入手	排出係数算出に不可欠である、信頼性の高いグリッドデータの入手。
2月12日 (火)	ECC	調査進捗状況について確認	F/S 調査の内容詳細についての確認。
	Disrict 2 及び 3	照明現状視察	本調査対象地域であるホーチミン市第二区及び、三区の照明施設の現状視察。
2月13日 (水)	ECC	住民代表との打ち合わせ	すでにパイロットで新照明システムを設置している路地の住民の意見について確認。メンテナンスなど、住民の役割について確認。
	ECC	Vietnam Australia Environment J.S.Co (VINAUSEN) との打ち合わせ	交換後の古い蛍光灯、水銀灯の廃棄方法について確認。同社の事業における役割の確認。
2月14日 (木)	ECC	Electric power Company of HCMC と打ち合わせ	ホーチミン電力公社の本調査における位置付けの確認、同社の事業における役割の確認。
	ECC	モニタリングにおける役割と、モニタリング方法について確認	住民、VINAUSEN,Electric power Company of HCMC、ECC のモニタリングでの役割を確認。最終的に、ECC がモニタリングデータを管理することに合意を得る。
2月15日 (金)	ECC	ラップアップミーティング	今回の訪問における各ミーティングで確認した事項の再確認。

(2) 気候

ベトナムは熱帯モンスーン気候に属す。しかし、南北に長い国土と、多様な地勢のため、地域による気候の差は明確である。年間の平均気温地域によって 18～29 度である。最も寒い月の気温は、北部の山間部で 13～20 度で南部では 20～28 度である。夏の気温は 25～30 度と非常に温暖な気候である。

ベトナムは、台風や熱帯サイクロンの影響を受けやすい場所に位置し、年間平均 4～5 回の台風または熱帯サイクロンの影響を受ける。

年間の降水量も 600～5,000mm と地域によって大きな差がある。80～90%の降水は雨季である。年間の降水日数も 60～200 日と地域によって差がある。雨季に洪水や浸水災害が起こる一方で、乾季にはしばしば干害が起こる地域もある。

3.2 社会・言語・宗教

ベトナムの人口は約 8,526 万人、世界で第 13 位の人口密度の高い国である。都市部に約 25%、農村部に約 75%の割合で居住している。54 の民族からなる多民族国家で、キン族が人口の 86%を占める。キン族は低地、デルタ地帯に居住し、その他の 53 の少数民族は、内陸部や山岳地帯で生活している。

ベトナムには、色々な宗教や信仰がある。それぞれの民族において、昔からの伝統的な信仰があり、それは、それぞれの精神生活や素地に基づいたものである。宗教は、仏教が 80%を占め、カトリック、カオダイ、オアハオ教他がある。

ベトナムの基礎情報を表 2 に示す。

表 2 ベトナムの基礎情報

総人口 (2007 年 1 月)	約 8,526 万人
年齢構成 (1999 年) ²	20 歳未満 : 43.9% ; 20~34 歳 : 25.6% ; 35~54 歳 : 20.1% ; 55 歳以上 : 10.4%
人口増加率 (2007 年)	1.004%
実質 GDP 成長率 (2006 年)	8.2%
一人当たりの GDP (購買力平価) (2006 年)	3,100US ドル
物価上昇率 (消費者物価) (2006 年)	7.5%
為替レート (ドン/US ドル)	15,983 (2006 年) ; 15,746 (2005 年), (2004 年) ; 15,510 (2003 年) ; 15,280 (2002 年)
識字率 (2002 年)	90.3%
民族構成 ³	キン族 86.2%, 他に 53 の少数民族
宗教 ⁴	仏教 80%、カトリック、カオダイ教他
言語	ベトナム語(公用語)

(出典 : 米中央情報局 (CIA))

3.3 政治体制

ベトナムは社会主義共和国で、1976 年の南北統一以来、ベトナム共産党の一党支配が行われている。党の意思決定機関として、党政治局、党中央委員会、党大会があり、党大会は 5 年に一度開催される。国会議員のほとんどが共産党員で、閣僚の大半は党中央委員会に所属している。1986 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路線を維持している。2006 年の第 10 回党大会でドイモイ政策実施 20 年を総括した。

5 年に 1 度の国会議員選挙が 2007 年 5 月に行われ、共産党書記長は、ノン・ドック・マイン (Nong Duc Manh)、国家元首はグエン・ミン・チュエット (Nguyen Minh Triet)、政府首相はグエン・タン・ズン (Nguyen Tan Dung)、議長にグエン・フー・チョン (Nguyen Phu Trong) が就任している。

² General Statistics Office of Vietnam, *Population and Housing Census Vietnam 1999*

http://www.gso.gov.vn/default_en.aspx?tabid=476&idmid=4&ItemID=1841

³ 外務省ホームページ、<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/vietnam/data.html>

⁴ 同上

ベトナムの行政区は、8つの地域、ホーチミン、ハノイ、ハイフォン、ダナン、カンターの5つの中央直轄市、59の省に分けられる。

3.4 経済状況

ベトナムでは、1986年の第6回共産党大会においてドイモイ（刷新）政策が決定され、従来の中央計画経済を放棄し、市場経済システムの導入と対外開放化を柱とした政策転換により、近隣アジア諸国同様、高度経済成長路線の軌道に乗ることに成功した。一方、ドイモイ政策の進展の裏で、貧富の差の拡大、汚職の蔓延、官僚主義の弊害などのマイナス面も顕在化している。しかし、経済は目覚ましい発展を遂げ、1986年から1995年にかけてのエネルギー消費の年平均伸び率は9.0%、GDPの年平均伸び率（経済成長率）の6.0%を大きく上回った。1997年に入り、成長率の鈍化等の傾向が表面化したのに加え、アジア経済危機の影響を受け、外国直接投資が急減した。また、輸出面でも周辺諸国との競争激化に晒され、1999年の成長率は4.8%に低下した。しかし、2000年の成長率は6.7%、その後2004年の7.9%まで、年々増加している。特に2000年から施行された会社法により、民間企業の設立手続が簡素化された結果、企業設立が加速し国内の景気回復に貢献しており、2005年11月には会社法の改正法案が国会を通過した。近年、ベトナムは一層の市場経済化と国際経済への統合を推し進め、2006年11月、1995年に申請したWTO加盟がWTO一般理事会において承認され、2007年1月11日、正式加盟を果たした。他方、慢性的な貿易赤字、未成熟な投資環境等の懸念材料も依然残っている⁵。

ベトナムでは、社会経済開発戦略（Socio-Economic Development Strategy）が10年ごとに採択され、その実施のための5ヵ年計画を策定する。2001年に策定した「2001年～2010年社会経済開発戦略」においては、2020年までに工業国への転換が目標となっている。2006年6月に「2006～2010年社会・経済開発5ヵ年計画」（The Five-year Socio-Economic Development Plan 2006-2010, The Socialist Republic of Vietnam）が発表された。これによると、2006～2010年のGDP（国内総生産）成長率目標を7.5～8.0%とし、2010年のGDPを2000年の2.1倍とすることを目指している。この国家目標達成に向けて、2006年～2010年の社会・経済インフラ整備への投資総額は2,200兆ドン（1,382億USドル）、うち産業・建設分野は44.5%の979兆ドン（615億USドル）を見込んでいる。ちなみに、2001～2005年の投資総額は1,098兆ドン（690億USドル）、うち産業・建設分野は44.3%の486兆ドン（305億USドル）であった（2006年3月の為替レート1USドル=15,914ドンをもとに計算）。したがって、投資総額に占める産業・建設分野の割合には大きな変化は見られないものの、投資総額そして産業・建設分野への投資金額はともに、実に前5ヵ年の倍に膨らんでいる。

⁵ 外務省ホームページ

今後も益々大幅な増加が見込まれる電力需要やインフラ整備の拡大に向けて、このような莫大な投資資金をどのように調達していくかが大きな課題となっている⁶。

ホーチミン市は、ベトナムで最大の商業都市であり、ベトナム経済発展の牽引力となっており、ドンナイ省、バリア・ヴンタウ省、ビンズオン省、ロンアン省、タイニン省、ビンフック省、ティエンザン省とともに南部集中経済地区に認定されている。2001年12月に「ホーチミン市に対する一部の分野の管理分担に関する政府議定」が発出され、土地区画整備、予算管理、行政組織の改編等の分野で中央政府の承諾を待たずに、ホーチミン市単独で決定できる権限を付与された。このため、ビジネス環境、特に外国投資環境の改善について、ホーチミン市が、パイロット・プログラムを導入するなど、主導的な役割を担っている⁷。

2006年のホーチミン市総生産は、約122億USドル、一人当たり2,000USドルになり、国内総生産の20.1%を占めている。近年のGDPの着実な伸びが図2から見てとれる。

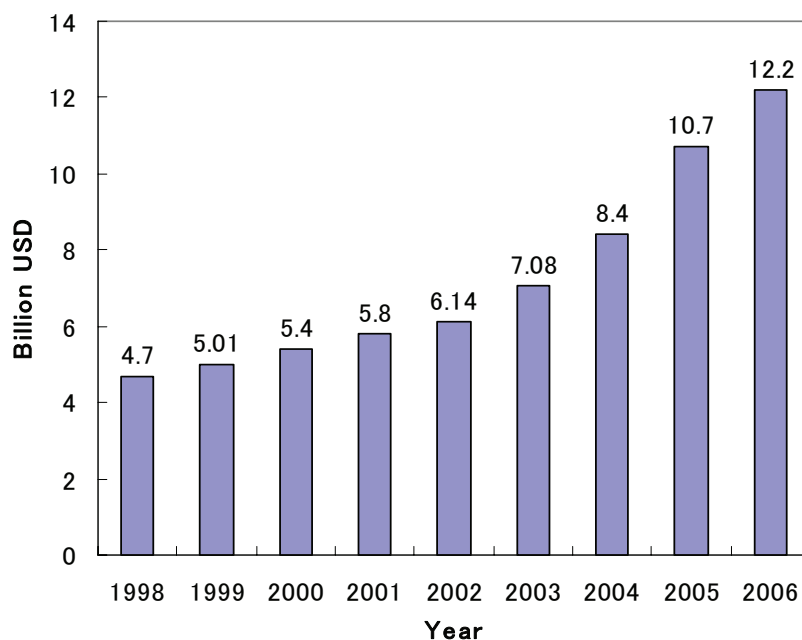


図2 ホーチミン市 GDP 推移

(出典：ホーチミン市計画投資局)

⁶ 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社のホームページから引用

⁷ 在ホーチミン日本総領事館ホームページ

3.5 ベトナムのエネルギー及び電力事情

3.5.1 ベトナムのエネルギー事業

ベトナムは石油、石炭及び天然ガスに恵まれており、1987年頃の原油の生産開始以降、エネルギー生産は堅調な伸びを示してきた。製油所がないため、生産された原油は全て輸出されているが、その他の豊富な国産エネルギー資源は行政組織の不備により有効活用されていないのが現状である。

1993年から2004年の国内一次エネルギー生産の内訳を図3に示す。

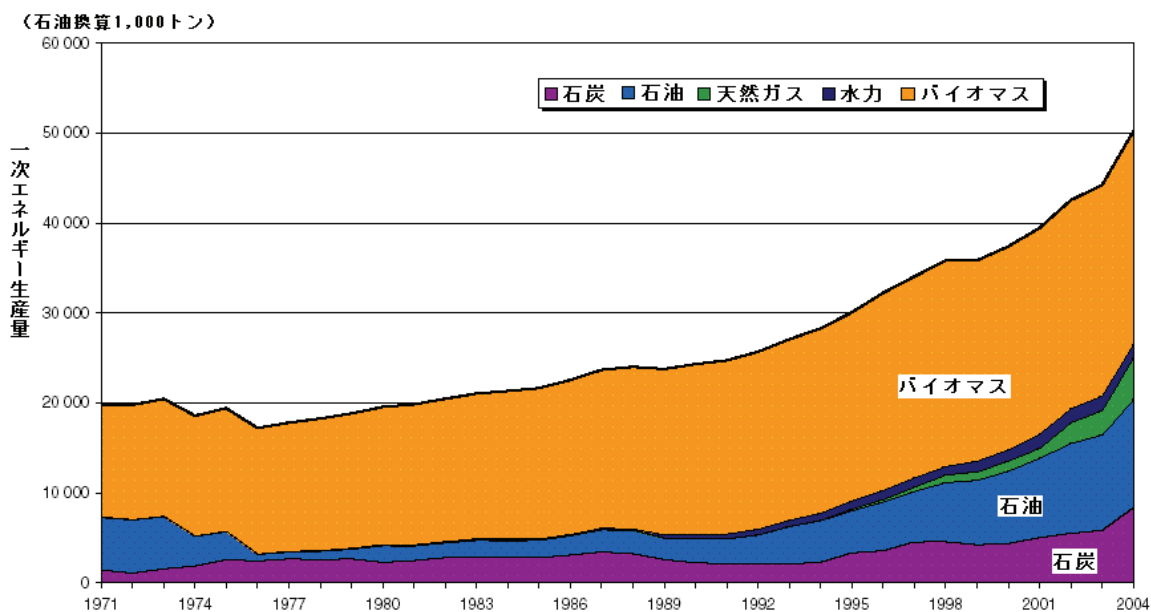


図3 1993年～2004年ベトナム国内一次エネルギー生産内訳

(出典：IEA Energy Balances of non-OECD countries 2004)

ベトナムにおける一次エネルギー生産において最大の構成比を有しているのは燃料用木材としてのバイオマスである。2004年、バイオマスの一次エネルギー生産量に占める割合は全体の47.2%を占め、バイオマスがベトナムにおける主要な一次エネルギーであることがわかる。人口の75%が農村に居住していることから、未電化地域においては薪などの非商業エネルギーが主要なエネルギー源となっているためである。しかしながら、森林伐採

や焼畑などが深刻化していることから、政府は地方電化、及び商業エネルギーの普及を促進している⁸。バイオマスを除くと、一次エネルギー生産における主要エネルギーは石油、石炭、水力そして天然ガスであり、各々24.0%、16.6%、3.0%、9.2%となっている。ベトナムの国内エネルギー生産内訳を図4に示す。バイオマスを除く最終エネルギー消費量に占める石油の比率は、1985年の42.3%から1998年には64.1%、2004年には53.4%へと拡大している。ベトナムには、多くの河川があり水力資源にも恵まれているため、大規模水力発電所の建設も予定されているが、風力、太陽光、地熱などは研究・開発段階にある。

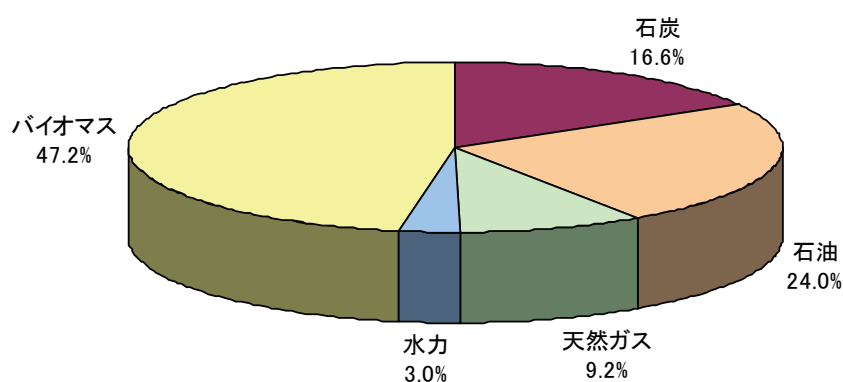


図4 ベトナムの国内エネルギー生産内訳 (2004年)

(出典： IEA Energy Balances of non-OECD countries 2004)

3.5.2 ベトナムの電力事業

2004年におけるベトナムの発電設備容量は9GWであり、うち48%は水力発電による。電力需要はこの10年間で堅調に増加しているが、国民一人あたりの消費量はアジアで最も少ない。電力不足に備えるために、中国から少量の輸入をしており、2008年初には、ラオスからも電力を輸入する予定がある⁹。

ベトナムでは、図5に示すように水力発電が約半分を占め、特にハノイのある北部ではその比率がさらに高くなる。渇水の影響を受けやすく、2005年5月から6月には北部の各省

⁸ 海外電力調査会、p.576

⁹ EIA ウェブサイト

で大規模な計画停電が実施された¹⁰。政府は、電力の安定供給を最重要課題のひとつと位置づけ、これまで5年ごとに電力開発基本計画を策定し、計画的な電力設備の開発を目指してきたが、経済の順調な拡大に伴い、供給予想を上回り電力需要が伸びている。2007年7月、2006～2015年の国家電力開発計画（略称：第6次電力計画）が承認されたが、本計画では、電力供給量を年間17～20%増加させ、急激な需要増に備え最大22%増まで対応可能となるように電源開発を行うこととした¹¹。

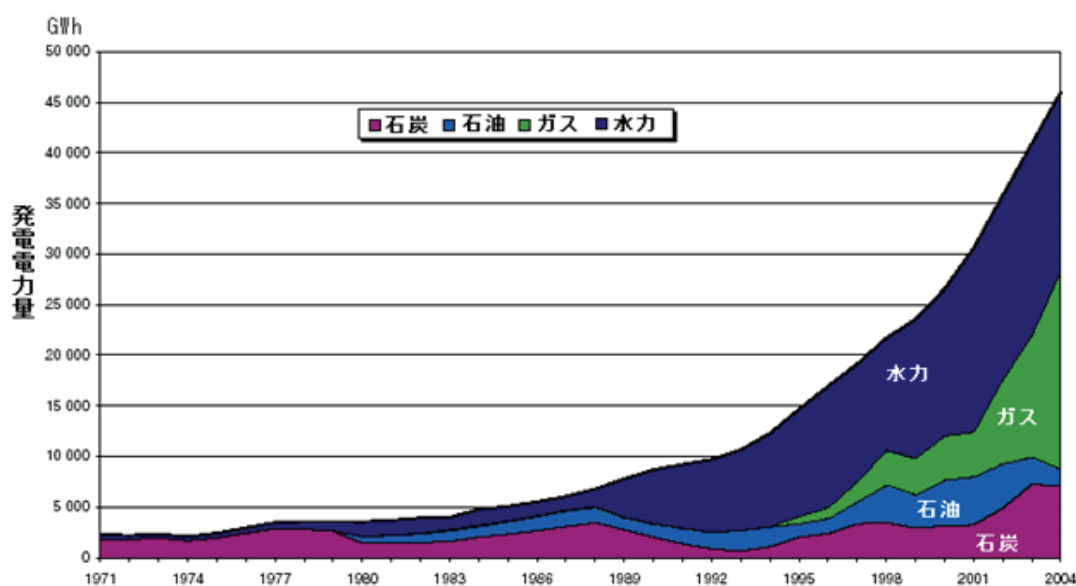


図5 ベトナムの発電電力量の推移 1971-2004

(出典：IEA Energy Balances of non-OECD countries 2004)

電力行政に関しては、2005年10月に政府議定が承認され、Ministry of Industry（工業省）の中にElectricity Regulatory Authority of Vietnam (ERAV)が設置されることとなった。ERAVは、政策、送電の接続について大臣へ助言する権限をもつ。図6にベトナム工業省の組織図を示す。

¹⁰ JETRO 通商弘報 No.46563

¹¹ JICA プレスリリース 2007年8月3日

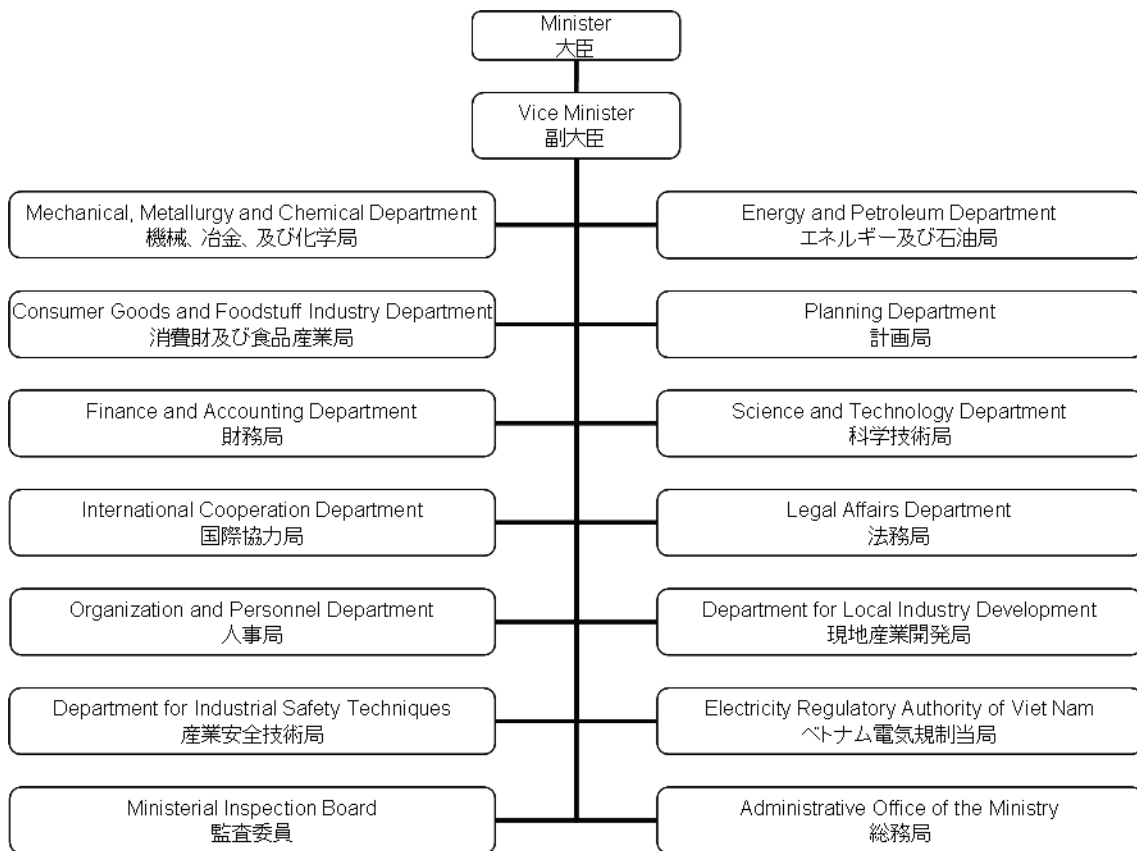


図 6 ベトナム工業省の組織図

(出典：MOI)

また、1994年の首相決定91号により設立された電力の発電、送配電、販売を行う国営の電力公社（EVN）は、現在、51のメンバー企業から構成されている。EVNの電力供給容量の内訳（電源構成）は図7に、発電量の内訳は図8の通りである。

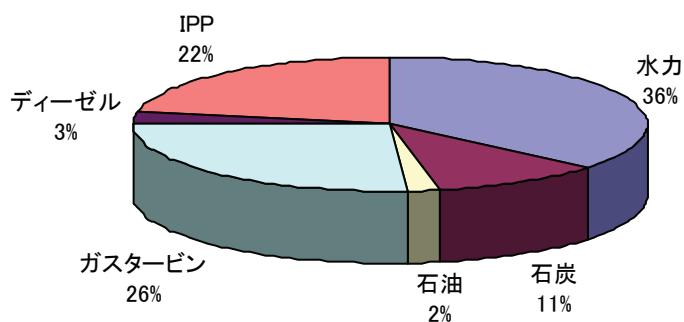


図7 EVNの電力供給量の内訳

(出典：EVN)

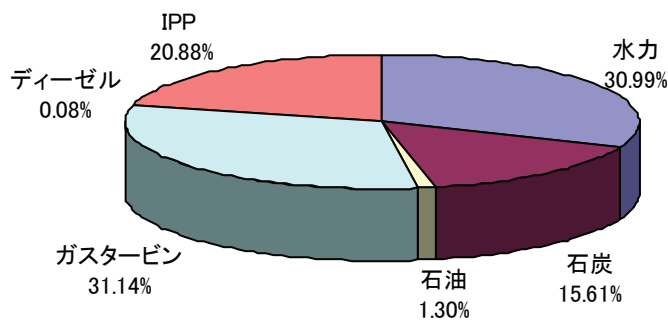


図8 EVNの発電量

(出典：EVN)

また、2005年における電力系統を図9に示す。

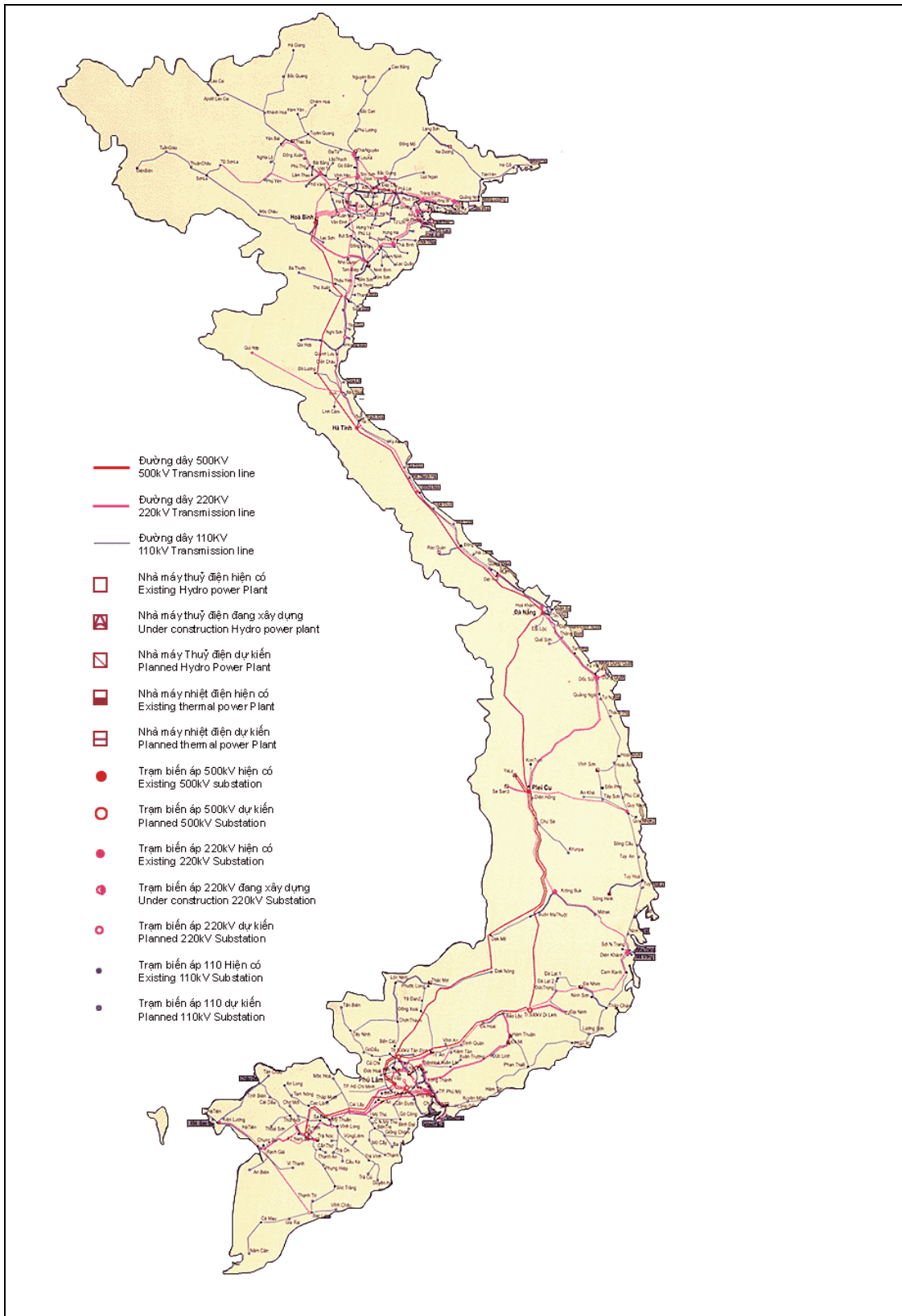


図 9 2005 年の電力系統

(出典 : Institute of Energy)

3.5.3 ベトナム政府のエネルギー関連目標・プログラム

3.5.3.1 ベトナム政府による目標

2001年4月の第9回党大会にて発表された「2001年～2010年社会経済開発戦略」(Strategy for Socio-Economic Development 2001-2010)において、エネルギーに関しては産業基盤分野の中で下記のように言及している。

- ・エネルギー産業は社会経済開発及びエネルギー国家安全保障の必要性を満たすべく進められる。
- ・水源、天然ガス、石炭のエネルギー資源をバランスよく開発する。
- ・Phu My 地域の天然ガス電化地域での産業クラスターを設立する。
- ・Son La の水力発電設備の事前調査を加速する。
- ・原子力エネルギーの活用可能性を調査する。
- ・国家電力網の近代化を進める。
- ・偏狭地域での電源多様化を推進する。
- ・電力価格の競争力を上げる。

上記国家方針を受ける形で、工業省は2004年4月に「An Overview of Energy in Vietnam」を発表し、エネルギー産業を掌握する同省の2020年までの開発目標を示した。

- ・年産25～30百万トンの無煙炭。そのうち6～8百万トンは発電に利用。
- ・年産25～30百万トンの原油生産。
- ・年産150～300億 m^3 の天然ガス生産。そのうち120億 m^3 は発電に利用。
- ・水力発電50,000GWhの開発。
- ・ウラン鉱の推定埋蔵量300,000百万トンの半分の開発。
- ・地熱発電200～400MWの開発。
- ・300MWのバイオマスエネルギー発電。
- ・年間50百万トンにおよぶ農業及び林業から排出される残渣のバイオマスとしての活用。

3.5.3.2 省エネルギー促進のための制度・政策

ベトナムは経済拡大が最優先課題であり、政府は産業部門を主体にした GDP の伸びの向上、外貨導入、農村貧困対策や失業率の低下などに政策の重点を置いているため、当然増エネルギー傾向にある。

1997 年 7 月にエネルギー節約と効率的利用についての政令作成が、首相から工業省に指示された。この政令案のとりまとめには工業省以外に、投資計画庁と天然資源環境省からのメンバーで構成される委員会が当たった。草案の作成には日本、韓国、欧州、中国の省エネ法が活用されており、2004 年 9 月に 9 章 27 条からなるベトナムの省エネルギー政令が制定された。

ベトナムにおける具体的な省エネルギー事業としては、NEDO によるビール工場において、蒸気再圧縮システム、効率的冷却システム、バイオガスボイラーなど複数の省エネルギー技術を組み合わせたモデル事業が実施されている¹²。

2006 年より、工業省の科学技術部により Energy Efficiency Office のウェブサイトが運営されており、省エネルギー政策の実施と、政策実施担当者への啓蒙活動を目的としている。2006 年 4 月、2006～2010 節電プログラムに関する政府決定書が承認され、公共照明に関し、下記の対応策を適用していくことが挙げられている。

- ・現在の基準で照明の形態をチェックし、効率的な照明を確保する。(ベトナム基準 TCXDVN259:2001)
- ・交通量が減少する夜間に、照明の照度の自動調整制御システムを導入。主要道の照明システムには、自動制御システムを装備するために投資する。照明が破損した場合は、高効率の高圧または低圧ナトリウムランプに切り替える。低圧ランプやコンパクト蛍光灯は、横道や歩行者用通路に使用する。金属ハロゲン電球は、交差点に使用する。

¹² NEDO ウェブサイト http://www.nedo.go.jp/informations/other/170526_1/170526_1.html

3.6 環境政策

3.6.1 温暖化に対する取り組み

ベトナムでの環境行政は、天然資源環境省(Ministry of Natural Resources and Environment : MONRE)が行っている。1991年に「環境と持続可能な開発に向けた国家計画(1991~2000年)」(National Plan for Environment and Sustainable Development 1991-2000)が策定され、1994年に環境政策の基本的枠組みを示す環境保護法(Law on Environmental Protection)(全55条)が施行された。1995年には、大気や水質のレベルを定めた環境基準や排出基準値を定めたベトナム基準(TCVN)が規定された。2003年には、2010年までの戦略と2020年までのビジョンを示した環境保護のための国家戦略(National Strategy for Environmental Protection until 2010 and vision toward 2020)が示された¹³。尚、環境保護法は2005年に全面的に改正されている。

台風や熱帯サイクロンの影響を受けやすいベトナムでは、暴風雨や洪水の発生回数が年々増し、その威力も強くなっている。気温上昇や降水量の変化は、農業や水資源に深刻な影響を及ぼすとされている。

地域諸国に比べ、ベトナムは早期に気候変動に関する国連枠組条約や京都議定書に批准した。工業安全技術院、気候変動および持続的開発研究センター、農村共同開発研究センター等、多くの国内組織が気候変動抑制活動に参加している。こういった取り組みにより国土に占める森林の割合は、1990年の28%から2005年には37%に増加している。

3.6.2 GHG 排出量について

1994年のベトナムの各セクターからのGHG排出量を表3に示す。GHG排出量合計はCO₂換算で1億3百万トンであった。排出量をセクター別に見ると、そのうち、50%を農業セクターが占めている(表4)。将来は、エネルギー、農業、そして土地利用法の転換および林業がGHG排出の主要なセクターになると考えられる。UNFCCCによるVietnam Initial National Communicationによると、ベトナムの経済成長率を考慮すると、主要なセクターからのGHG排出量は、2010年に1億4千万トンを超え、2020年には2億3千万トンになると予測されている。特に、エネルギーセクターが将来主要な排出源になると予測されている(表5)。

¹³ NEDO「タイ、インドネシア、マレーシア、フィリピン及びベトナムにおける再生可能エネルギーの利用及び関連政策等の現状と今後の展望に関する調査」

表 3 ベトナムの GHG 排出インベントリー (1994 年)

部門・発生源	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	NM VOC	SO2
I. エネルギー							
A. 燃料の燃焼活動							
1. エネルギー	4,115.07	0.11	0.05	11.76	0.84	0.25	2.98
2. 工業/建設	7,671.17	0.43	0.08	22.06	5.20	0.93	5.36
3. 運輸	3,634.43	0.47	0.04	35.82	158.72	30.34	1.37
4. サービス/商業	1,974.69	0.24	0.02	2.42	19.20	1.96	1.12
5. 家庭	1,806.04	118.78	1.55	40.01	1,931.93	231.22	286.69
6. 農業	887.73	0.10	0.01	14.54	12.36	2.45	0.51
7. その他	1,486.50	0.39	0.01	2.16	1.59	0.22	0.81
B. 燃料からの逸散排出							
1. 鉱業		46.02					
2. 石油		0.75					
エネルギーからの排出合計	21,575.63	167.27	1.76	128.77	2,129.84	267.37	298.83
CO2 換算	21,575.63	3,512.73	544.36				
CO2 換算合計	25,632.72						
II. 工業							
A. セメント	2,677.24						1,611.18
B. 化学	654.75						
C. 金属	475.20			0.01		0.01	0.01
D. 紙				0.23	0.86	0.57	1.08
E. 食品及び飲料						4.21	
工業からの排出合計	3,807.19	0.00	0.00	0.24	0.86	4.79	1,612.27
CO2 換算	3,807.19	0.00	0.00				
CO2 換算合計	3,807.19						
III. 農業							
A. 家畜		465.60	0.001				
B. 稲作		1,559.70					
C. 草地の野焼き		15.90	0.20	7.10	417.50		
D. 農業残余物の焼却		51.70	1.20	43.20	1,086.10		
E. 農業土			26.00				
農業からの排出合計		2,092.90	27.40	50.30	1,503.60		
CO2 換算		43,950.90	8,494.31				
CO2 換算合計	52,445.21						
IV. 廃棄物							
A. 一般廃棄物		66.30					
B. 国内/商業廃液		1.03					
C. 産業廃液		0.79					
D. 尿尿			3.66				
廃棄物からの排出合計		68.12	3.66				
CO2 換算		1,430.42	1,134.60				
CO2 換算合計	2,565.02						
V. 土地利用法の転換及び林業							
A. 森/木材バイオマスの変化	-50,320						
B. 森林/土地利用法の転換(CO2 換算)	69,700						
土地利用法の転換及び林業からの排出合計	19,380						
国内 GHG 排出合計	44,763	2,328.29	32.82	179.31	3,634.30	272.16	1,911.10
CO2 換算	44,763	48,894.05	10,173.27				
CO2 換算合計	103,830						

(単位：千トン)

(出典：UNFCCC VietNam Initial National Communication をもとに作成)

表 4 各セクターからの GHG 排出量 (1994 年)

セクター	CO ₂ 排出量 (千トン)	(%)
エネルギー	25,632.72	24.7
工業	3,807.19	3.7
農業	52,445.21	50.5
廃棄物	2,565.02	2.5
土地利用法の転換及び林業	19,380.00	18.7
合計	103,830.14	100.0

(単位：千トン)

(出典：UNFCCC VietNam Initial National Communication をもとに作成)

表 5 2020 年までの主要セクターからの GHG 排出量の予測

セクター	1994	2000	2010	2020
エネルギー	25.64	45.92	105.17	196.98
土地利用法の転換及び林業	19.38	4.2	-21.7	-28.4
農業	52.45	52.5	57.2	64.7
合計	97.47	102.62	140.67	233.28

(単位：百万トン)

(出典：UNFCCC VietNam Initial National Communication)

3.7 ベトナムのクリーン開発メカニズム (CDM) への取り組み、承認体制

ベトナム政府は、2002 年 9 月 25 日に京都議定書を批准し、天然資源環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment : MONRE) を UNFCCC と京都議定書の実施に関する担当機関に任命している。2003 年 3 月には、MONRE 国際協力局 (International Cooperation Department : ICD) が、CDM 国家機関 (CDM National Authority : CNA) に指定され、この CNA が DNA の機能を果たすことが決定している。CNA の主な分掌事項は以下の通りである。

- ・ CDM に関する評価基準・規則、及びガイドラインの策定
- ・ 国家レベルでの CDM プロジェクトに関する対応
- ・ 潜在的 CDM 案件の国家 CDM 理事会 (CNECB) への提出
- ・ CDM 案件のプロジェクト概要書 (PIN) 及び PDD の受領、評価、及び承認レター取得のための MONRE 大臣への提出

- ・投資家、関係諸機関、コンサルタント、及び一般に向けての CDM に関する情報提供
- ・ベトナムにおける CDM 活動の管理及び調整

また、CNA の他に、CDM 案件の指導、評価、及び CDM の実施、管理方針について協議を行う会議体である国家 CDM 理事会（CDM National Executive and Consultative Board : CNECB）が 2003 年 4 月に設立されている。CNECB は、MONRE-ICD の Director General が議長を務め、年 3 回、1 月、4 月、及び 8 月に会議が開催されている。CNECB の役割は以下の通りである。

- ・国内における CDM の開発、実施、管理に関連する政策について MONRE に諮問を行う。
- ・ベトナムにおける CDM 案件の評価やガイドラインに関する諮問を行う。

これら CDM に関連した関係諸機関の構成は図 10 に示す通りである。

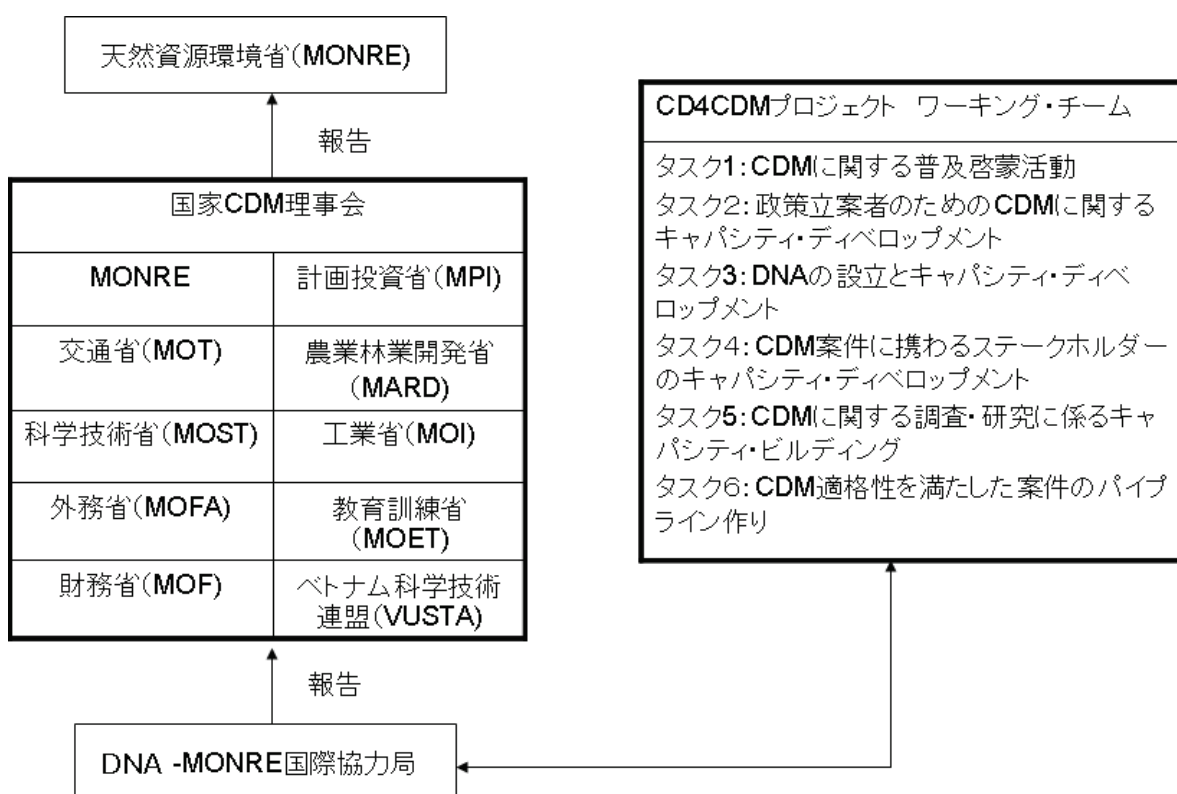


図 10 CDM 組織構成

(出典 : The Kyoto Mechanism – Japan Carbon Investors Forum, Tokyo, 14-15 March 2006 “CDM Implementation in Vietnam and Opportunities for Investment” by Tran Thi Minh Ha, Director General, MONRE-ICD)

ベトナム国内における CDM プロジェクト承認の流れを図 11 に示す。

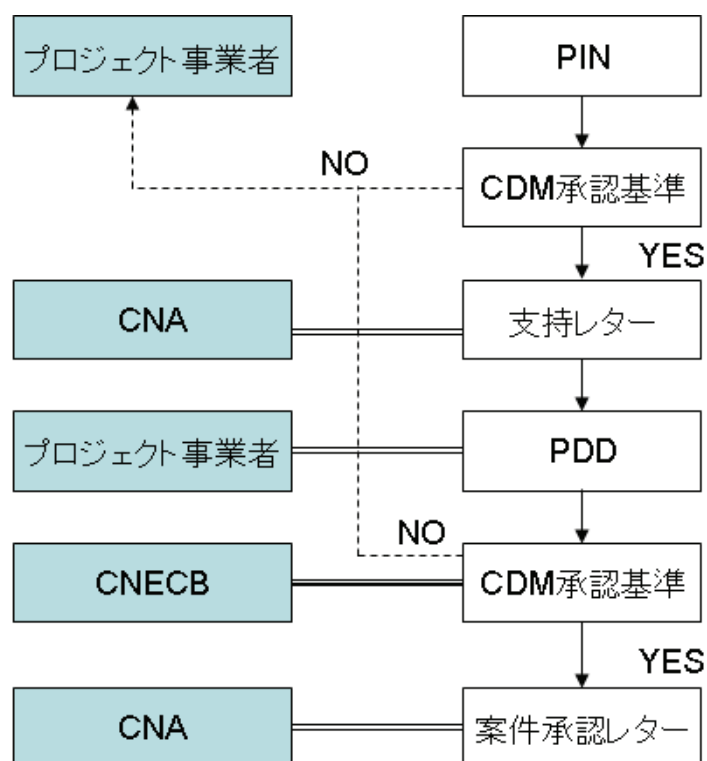


図 11 CDM プロジェクト承認プロセス

CDM 承認プロセスには、PIN を提出し支持レター取得後に PDD を提出し承認レターを取得する方法と、直接 PDD を提出する方法の 2 通りがある。

1. まず事業者は、テンプレートに基づいて作成した PIN 或いは PDD を CNA に提出する。
2. CNA は承認基準と照らし合わせ、案件の承認の可否を判断し、可とされた案件については、MONRE から支持レターが発行される。
3. 1.において PDD を作成していない場合は、PDD を CNA に提出する。
4. CNA は提出書類に不備がないかをチェックし、国家 CDM 理事会（CNECB）へ送付する。
5. CNECB による PDD の審査。
6. CDM 承認基準を満たしていると判断された案件に対しては、ベトナム政府による国家承認レターが発行される。

CNECB は現在年 3 回（1 月、4 月及び 8 月）に開催されており、承認のためには CNECB メンバーの 3 分の 2 以上の賛成が必要とされている。

ベトナムでは、CDM 案件にホスト国承認を出すための承認基準が設定されている。この基準は「Exclusive Criteria（適格性基準）」と「Priority Criteria（優先基準）」に大別される。ホスト国承認を申請している案件は、まず「Exclusive Criteria」の観点から審査を受け、これらを満たしていると判断された CDM 案件のみが、「Priority Criteria」に照らし合わせて審査を受けることになる。この二つの審査基準は表 6 の通りである。

表 6 審査基準（適格性基準及び優先基準）

適格性基準	
A.持続可能性	国家、地方、及びセクターレベルの開発目標を満たしている
B.追加性	環境への影響がなく、GHG 削減がある
	CDM の財源が ODA の流用ではない
C.実行可能性	政府の協力が確保されている 気候変動の軽減という目標が実際に達成でき、測定可能で 長期的な利益を生むことができる

優先基準			
持続可能性	経済面での持続可能性	国民所得の創出	・国民所得の増加 ・CER 収益
		経済の外在性	・技術移転 ・輸入代替
	社会及び制度面での持続可能性	温室効果	・GHG 排出削減
		廃棄物	・廃棄物発生率
		エコシステム	・森林被覆率の変化 ・土壌浸食 ・生物多様性への影響の可能性
	商業面での実現可能性	国際的な需要 対投資家への魅力	
実現可能性	中央及び地方政府からの協力と対投資家へのアピール 適切なインフラと人材		

（出典：The Kyoto Mechanism – Japan Carbon Investors Forum, Tokyo, 14-15 March 2006 “CDM Implementation in Vietnam and Opportunities for Investment” by Tran Thi Minh Ha, Director General, MONRE-ICD

4 プロジェクトの内容

4.1 事業概要

4.1.1 プロジェクトの背景および目的

本プロジェクトは、ベトナム、ホーチミン市の公共照明システムの効率を改善し、電力の消費を削減するものである。プロジェクトの実施主体は Energy Conservation Center of HoChiMinh City (ECC) である。本プロジェクトにより、エネルギーを保全し、化石燃料の燃焼によって大気中に放出される温室効果ガス (GHG) を削減する。また、本プロジェクトの実施は、エネルギー保全による GHG 排出抑制という環境的側面のみならず、交通事故の減少、夜間活動における経済発展、保安、衛生状態の向上など、社会的側面への貢献をもたらす。

ホーチミン市の公共照明システムは大きく二つに分かれる (図 12)。1つは、ベトナムの建設基準に達している街灯が設置されており、比較的大きな通りの街灯で市の電力会社が管理する主要照明システムである。他方、小さな路地では、住民が自主的に系統電源から電力をとり、自ら街灯をとりつけている市民照明システムがある。つまり、公共照明とは名ばかりで、任意の照明施設である。任意の照明システムであるために、電力に関して知見のない住民が取り付けした照明であり、使用されている照明が現場の実情に適合しておらず、必要以上に電力を消費する照明も多い。また、照明の設置方法および設置間隔は不統一で、効率が悪い。メンテナンスの状況も悪く、作動しないもの、光がぼやけたもの、木々で覆われて用を為さないものも多く、安定器も錆びたまま放置されている状態である。さらに、この市民照明システムが使用する電線網は電話線網と一緒にいるため、混線や混乱が置きやすく、管理や修繕にも支障をきたしている。

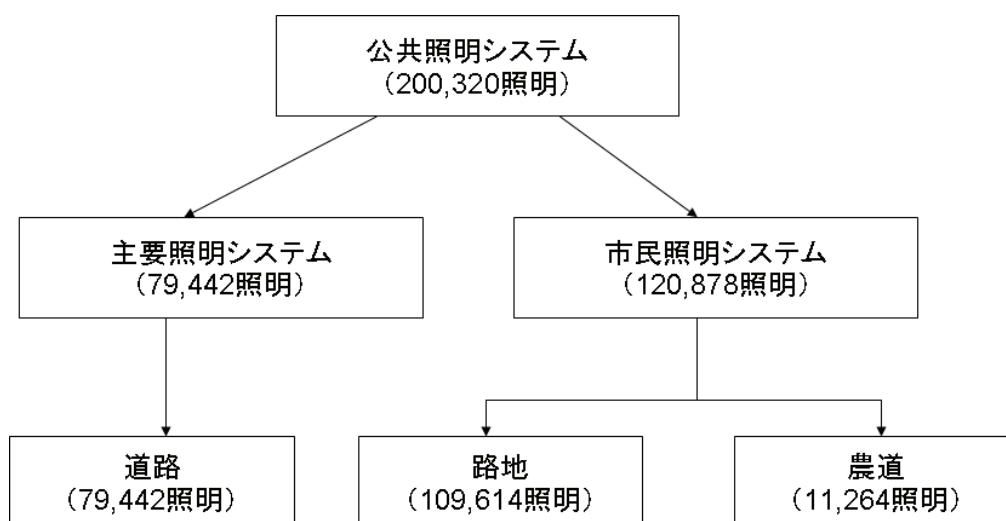


図 12 ホーチミン市の公共照明システム

2001年にベトナム政府によって策定された、「2001年～2010年社会経済開発戦略」によると、ベトナムは、2020年までに工業国へ転換することを目標としており、その実現のために経済社会開発を推進し、同時に電力需要は増加すると予想される。特に南部で発展する経済活動を支え、急激な電力需要の増加に対応するためにも、ベトナムは発電設備容量の拡大と共に、国をあげて節電対策に取り組んでいる。

本プロジェクトは、ホーチミン市の節電対策の一環として、ホーチミン市全24区の市民照明システムの効率化を目指している。全24区を対象としてプロジェクトを実施する前に、ECCはホーチミン市内の10ヶ所の区（第1区から8区まで及び10区から11区）をモデル地域と指定し、市民照明システムの現状調査を行った。また、ECCは事業への同意を得るために、モデル地域10区の住民代表に事業の目的と概要の説明を行った。その結果、第2区と第3区において住民の同意を得ることができたため、ECCは最初にこの2ヶ所の区においてパイロット事業を開始した。

本プロジェクトは、事業の対象地域のニーズに合い、かつ効率的な照明システムを設計することにより、電力の消費を削減する。本プロジェクトが実施されれば、エネルギーを保全し、温室効果ガスの排出削減に貢献するだけでなく、生活に不可欠な街灯が安全かつ快適な夜間の経済活動を支えることが可能であり、ベトナム政府やホーチミン市の政策にも適合する。本プロジェクトは、不必要な電力を消費していてシステム不備による漏電の危険を防ぎ、不点灯もしくは十分な明るさを確保できない既存のシステムを改善することに

より、交通事故を減少させ、歩行者の安全を確保し、雨季に多発している感電事故を軽減するなど、温室効果ガスの削減に寄与するのみならず、市民生活の向上やベトナムの都市開発に貢献することから、「コベネフィット型 CDM プロジェクト」としてのポテンシャルを備えている。

4.1.2 プロジェクト参加者

プロジェクトの実施主体は Energy Conservation Center of HoChiMinh City (ECC) である。ECC は 2002 年にホーチミン市人民委員会の決議 (Decision No.51/2002/QD-UB) に基づいて設立された機関であり、ホーチミン市のエネルギー効率向上、再生可能エネルギーの普及、研究開発、人材育成などを目的とする。平成 12 年 JICA がその設立支援を実施した。本プロジェクトでは、ECC が市より予算を得て、事業計画およびデザインを行いその他、ホーチミン工業大学、モデル地区の住民、市の電力公社、市の公共照明会社、ホーチミン建築大学などと協力して策定し、モデル事業を実施する。

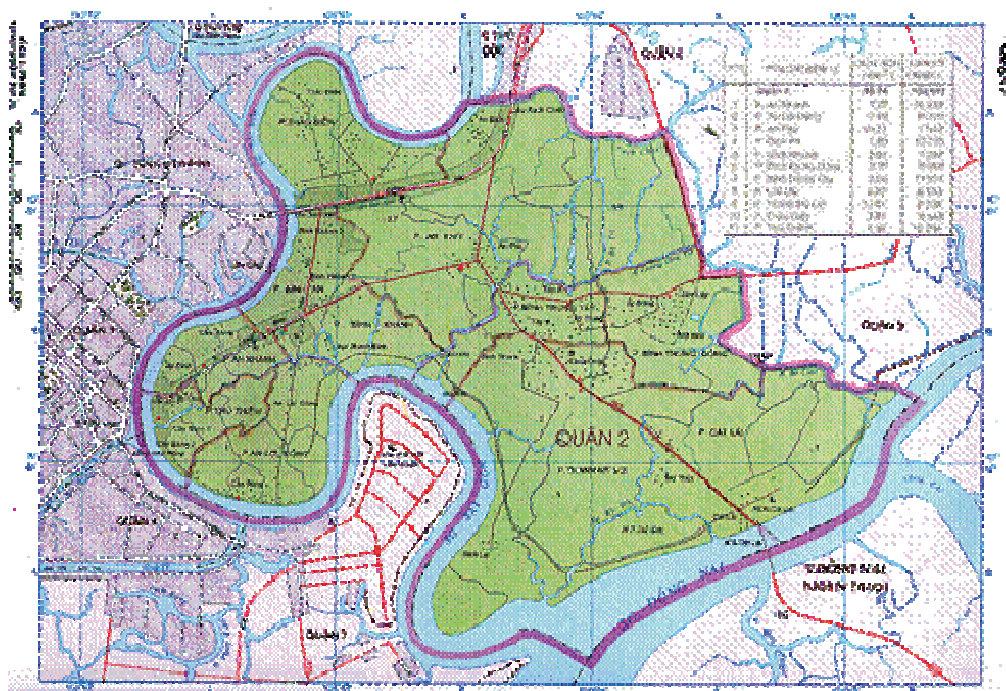
4.1.3 事業実施サイト

本プロジェクトの対象サイトは、ホーチミン市全 24 区である。4.1.1 に述べたとおり、ECC はホーチミン市全体での事業に先駆けて、ホーチミン市内の 10 ヶ所の区 (第 1 区から 8 区まで及び 10 区から 11 区) をモデル地域と指定し、市民照明システムの現状調査を行った。

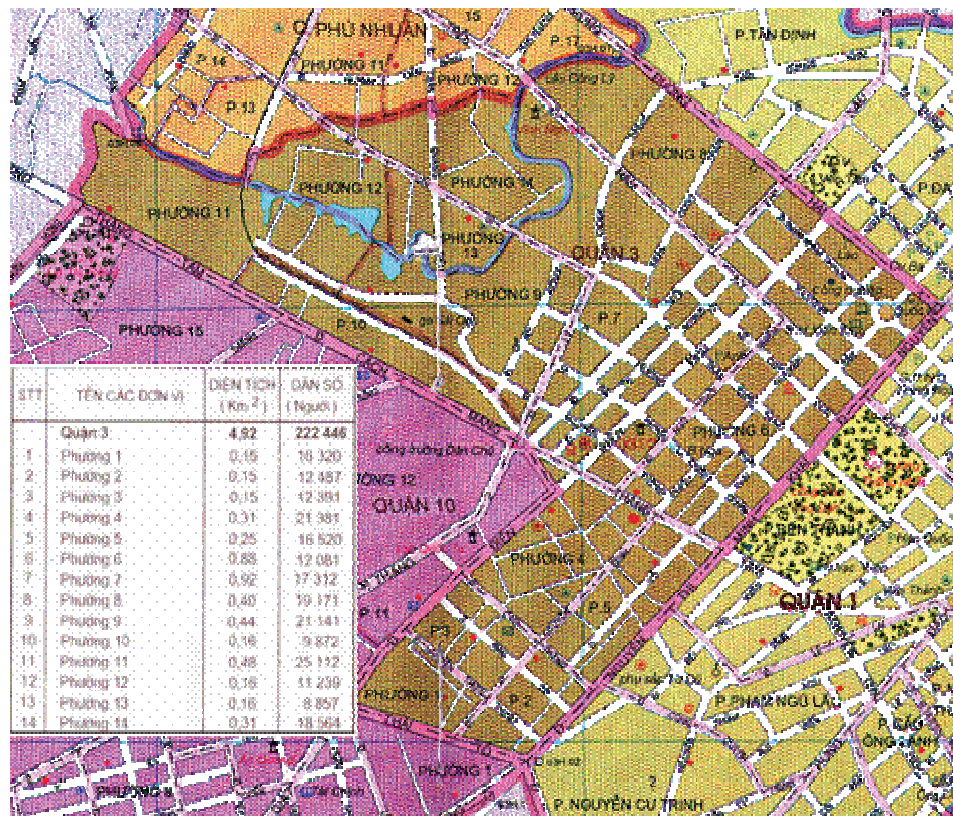
ECC は 10 ヶ所の区のモデル地域において、現状調査とともに、住民の同意を得るために、住民に対して事業の目的と概要の説明を行った。その結果、路地の照明の質と効率を改善することを歓迎する人が多い一方、新しいことを取り入れることへの不安や抵抗感を示す人も多くいた。それ故に、住民からの同意を得ることは予想外に困難であり、事業を行うことに対して同意を得ることができたのは第 2 区と第 3 区だけであった。したがって、ECC は第 2 区と第 3 区の合計 24 路地においてパイロット事業を行うことにした。

本調査では、パイロットとして前述の 24 路地において、実際に高効率の照明システムの導入を行った。24 路地における事業の効果と、住民の評価を他の地区に示すことにより、モデル地域内の他の路地及び、最終的にはホーチミン市全域に事業を拡大することを目標としている。

第 2 区



第 3 区



4.1.4 事業実施サイトの公共照明システムの現状

4.1.4.1 ベトナムの公共照明の基準

パイロット事業を実施するにあたり、第2区と第3区において、住民の要望をもとに、各区12路地が候補地としてあげられた。まず、それぞれの路地の現在の照明システムの状況を把握するために調査を行った。

全24路地における現在の照明システムがもたらす路地の明るさが十分であるかどうか、ベトナム政府により定められている基準 TCXDVN 259: 2001-Human lighting for roadway and square design standard にしたがって判断した。TCXDVN 259によると、路地はその1日あたりの通行車両の数によって、クラスAからDの4種類に分類され、それぞれの路地に、基準となる明るさの指標が定められている。第2区と第3区の路地は比較的通行量の少ない小さな路地で、クラスCまたはDに属する。クラスCとクラスDの路地における明るさの基準を表7に示す。

表7 TCXDVN 259: 2001 に定められる路地の分類と明るさの基準

分類	C	D
車両の数 (台/日)	200-500	<200
輝度	0.6cd/m ²	0.4cd/m ²
照度	12 lux	8 lux
輝度分布 $U_0 = L_{\min}^{*1} / L_{\text{av}}^{*2}$	≥0.4	≥0.4
垂直方向の分布 $U_1 = L_{\min} / L_{\max}^{*3}$	≥0.7	≥0.7

*¹L_{min}: 最低輝度、*²L_{av}: 平均輝度、*³L_{max}: 最高輝度

4.1.4.2 24路地における現状調査

第2区と第3区の全24路地において、現状調査を行った。調査を行った路地の名称、TCXDVN 259: 2001に基づく分類、道幅、長さを表8に示す。

表 8 第 2 区と第 3 区の全 24 路地の特徴

路地 ID	路地の名称	分類	道幅 (m)	全長 (m)
第 2 区				
1	3 rd Road	D	2.5~4	243
2	15 th Road	C	3~4	265
3	17 th Road	C	3.8	158
4	18 th Road	C	2.5~4	235
5	19 th Road	C	3.5	178
6	21 th Road	C	2.8~3.2	155
7	22 th Road	C	3	207
8	28 th Road	C	2.5~10	277
9	38 th Road	D	3	241
10	85 th Road	D	2.5	126
11	Alley 107/1 Road	D	2	93
12	219 th Road	D	2.3	167
	第 2 区合計			2,345
第 3 区				
13	Alley 32 Cao Thang St.	C	1.5~2.9	217
14	Alley 284 Vo Van Tan St.	D	1.5~2.5	178
15	Alley 285/1 Vo Van Tan St.	C	3~6	85
16	Alley 335 Vo Van Tan St.	C	1.5~6	134
17	Alley 360 Nguyen Thi Minh Khai St.	C	1.5~5	207
18	Alley 225 Nguyen Dinh Chieu St.	C	5~7	223
19	Alley 399 Nguyen Dinh Chieu St.	C	1.5~4.5	150
20	Alley 327 Nguyen Dinh Chieu St.	D	1.4~3.8	151
21	Alley 241 Nguyen Dinh Chieu St.	D	1.4~4	228
22	Alley 408 Nguyen Thi Minh Khai St.	C	2~6	259
23	Alley 221 Vo Van Tan St.	C	1.5~6	258
24	Alley 291 Vo Van Tan St.	C	1.5~7	241
	第 3 区合計			2,331

各路地に現在設置されている電球の種類、数と電力容量を表9に示す。表9で示されるように、第3区では12路地で約200個の電球が設置されているのに対し、第2区では12路地で25個しか設置されていない。その中でも、2路地においては、現在全く電球が設置されていない。電気容量も第3区では12,835kWであるのに対し、第2区では1,716kWと、同じホーチミン市内でも状況には大きな差があるといえる。現在使用されている電球は、57%が40Wの蛍光灯で、次に多く使用されているのが75Wの白熱灯で、全電球の13%をしめている。

表 9 第 2 区と第 3 区の現行の照明システムに使われている電球の種類と数と各路地での消費電力

路地 ID	Inc* ¹ -75W	Inc- 100W	Inc- 200W	F1* ² - 20W	Fl- 40W	Fl- 2x40w	CF* ³ -7w	CF- 9w	CF- 11w	CF- 50w	HPM* ⁴ - 125W	HPM- 150w	HPM -250 w	合計	消費電力 P(W)	注
第 2 区																
1		1									1			2	238	Off
2	1													1	75	
3											2			2	276	
4	1			3										4	219	
5											1			1	138	
6				3										3	144	
7				3										3	144	
8				1										1	48	
9					4									4	384	
10														0	0	Off
11														0	0	Off
12										4				4	50	
合計	2	1	0	0	10	4	0	0	0	4	4	0	0	25	1,716	
第 3 区																
13	3		1		16			1	1					5	27	2,588
14	1	1		2	12									16	799	
15				3	3									6	216	
16					8									8	384	
17					13									13	624	
18	5				1							4	4	14	2,183	
19	4				4			1				4		13	1,163	
20	3			8	4			1						16	620	
21	2				29				1					32	1,553	
22	2			3	9			2				2		18	998	
23	7				14			1						22	1,206	
24	1			2	1							2		6	501	
合計	28	1	1	18	114	0	2	2	4	0	0	12	9	191	12,835	
総計	30	2	1	18	124	4	2	2	4	4	4	12	9	216	14,551	

*¹Inc: 白熱灯 (incandescent lamp) *²Fl: 蛍光灯 (fluorescent lamp) *³CF: コンパクト蛍光灯 (compact fluorescent lamp) *⁴HPM: 高圧水銀灯 (high pressure mercury vapour lamp)

各路地での、現在の路上の明るさを示す指標を平均照度、平均輝度、輝度分布を用いて表 10 に示す。それぞれの指標を、前項で示した公共照明システムに対するベトナム基準 TCXDVN 259 : 2001 と比較して、基準を満たしていない路地の各指標には (*) を表示している。

表 10 第 2 区と第 3 区の 24 路地の明るさの指標

路地 ID	分類	平均照度 (lux)	平均輝度 (cd/m ²)	輝度分布		消費電力 P(W)	電力消費密度 (W/m)
				U ₀ =Lmin /Lav	U ₁ =Lmin/Lmax		
第 2 区							
1	D	0.0(*)	0.00(*)	0.00(*)	0.00(*)	238	0.5
2	C	8.0(*)	0.39(*)	0.19(*)	0.08(*)	75	0.3
3	C	5.0(*)	0.24(*)	0.00(*)	0.00(*)	276	1.7
4	C	12.0	0.58(*)	0.17(*)	0.10(*)	219	0.9
5	C	7.0(*)	0.35(*)	0.20(*)	0.10(*)	138	0.7
6	C	5.3(*)	0.20(*)	0.10(*)	0.04(*)	144	0.9
7	C	10.0(*)	0.50(*)	0.03(*)	0.01(*)	144	0.7
8	C	13.0	0.66	0.07(*)	0.02(*)	48	0.2
9	D	12.0	0.60	0.41	0.21(*)	384	1.6
10	D	0.0(*)	0.00(*)	0.00(*)	0.00(*)	0	0.0
11	D	0.0(*)	0.00(*)	0.00(*)	0.00(*)	0	0.0
12	D	5.4(*)	0.27(*)	0.37(*)	0.02(*)	50	0.3
平均		6.5	0.32	0.13	0.05	143	0.6
第 3 区							
13	C	24.3	1.20	0.50	0.60(*)	2,588	11.9
14	D	17.3	0.75	0.50	0.20(*)	799	4.5
15	C	8.0(*)	0.40	0.25(*)	0.10(*)	216	2.5
16	C	15.0	0.75	0.80	0.25(*)	384	2.8
17	C	18.0	0.90	0.25(*)	0.10(*)	624	3.0
18	C	10.0(*)	0.50	0.30(*)	0.15(*)	2,183	9.7
19	C	12.0	0.60	0.30(*)	0.15(*)	1,163	7.7
20	D	11.4	0.60	0.30(*)	0.10(*)	620	4.1
21	D	20.0	1.00	0.25(*)	0.10(*)	1,553	6.8
22	C	7.0(*)	0.35	0.45	0.25(*)	998	3.8
23	C	18.0	0.90	0.25(*)	0.10(*)	1,206	4.6
24	C	7.0(*)	0.35	0.45	0.25(*)	501	2.1
平均		14.0	0.69	0.38	0.19	962	4.8

(*) 各指標が TCXDVN 259 : 2001 基準に満たない路地

第2区と第3区の合計24路地での現状の公共照明システムの質を、TCXDVN 259 : 2001基準を下に判断した。それぞれの区において、調査の結果は下記のようにまとめられる。

第2区：

- 11路地（92%）において、白熱灯や水銀灯など適切でない電球、または壊れた電球が使用されている。
- 9路地（75%）において、照度が基準に達していない。
- 11路地（92%）において、輝度の分布が基準に達していない。
- 全12路地で垂直方向の輝度の分布が基準に達していない。

第3区：

- 全12路地で、白熱灯や水銀灯など適切でない照明が使われている。
- 4路地（33%）において、照度が基準に達していない。
- 7路地（58%）において、輝度の分布が基準に達していない。
- 全12路地で、垂直方向の輝度の平衡が基準に達していない。
- 1mあたりで消費されている電力が高い（ $>5.0\text{W/m}$ ）路地がある（路地13、18、19、21）。

以上の結果より、第2区では設置されている照明の数が非常に少なく、まったく照明のない路地も2路地ある。その結果、平均照度や路地の輝度の分布の基準を満たしている通りがない。一方、第3区では、照明の数は多く、平均輝度の基準を満たしている路地は8路地あるが、そのすべてが輝度の分布の基準を満たしていない。つまり、一部の場所に集中して照明が設置されているが、その他の場所での明るさが十分ではない。そのため、第3区の照明システムは、必要以上のエネルギーを消費している。

第2区と第3区では、その問題点は異なるが、両区の全24路地において公共照明システム基準を満たしておらず、改善が必要であるといえる。したがって、同2区の分析に基づけば、ホーチミン市全体への新システムの導入は、適所に照明を設置し効率的にシステムを運用することが目的となること明らかとなった。



住民によって任意で取り付けられた照明



系統電源に無秩序に取り付けられた照明



木々に覆われた照明



ペットボトルでつくられたスイッチの傘



住民によって取り付けられた様々な照明

4.1.5 新公共照明システムのデザイン

4.1.5.1 基準の設定

本事業では、現在の照明システムの問題を解決する効率のよい照明システムをデザインすることを目的としている。そのため、現在使われている白熱灯や水銀灯を、高効率な電球へ付け替えるとともに、効率のよい照明器具の配置をデザインし、少数の照明で十分な明るさを提供することを目指す。

明るさの基準には、表 7 で示したベトナム基準 TCXDVN 259: 2001-Human lighting for roadway and square design standard を用いる。

4.1.5.2 照明器具の選択

使用する照明器具は、明るさの基準を満たすように、ホーチミン工業大学およびホーチミン電力公社の専門家のアドバイスを得て、表 11 のように設定した。器具の選定には、持続可能な事業とするために、ベトナムにおける照明器具の利用可能状況を考慮にいった。先進国における公共照明の効率向上には、太陽光のハイブリッド、発光ダイオードの利用などの先進技術が考えられるが、経済的、および、電球の交換の容易性などを考慮し、表 11 に示す蛍光灯を中心とした器具の選択が適切と考えられる。

表 11 使用される照明器具の特徴

器具	特徴
照明	道幅により、以下のような照明を使用する。 5m 以下：Schröder Z1-A 照明 (CFL-18W×2) 5-7 m：Schröder Z1 照明 (HPS*70W) 7m以上：Schröder Z1-B 照明 (HPS*100W) *高圧ナトリウムランプ
反射鏡	光源面：IP66 保護面：IP44
安定器	力率 85%以上
支柱	現在使用している配電網の支柱。支柱がない場合は、照明を壁などに設置
シャフト	直径 60cm、高さ 1 m で 0.8m 前面に突出したシャフト
電線	主電線：8mm ² 二重電線 支線：2mm ² 二重電線
制御機器	自動制御タイマー 主回路は 10~16A



Schröder Z1-A 照明

4.1.5.3 照明の配置のデザイン

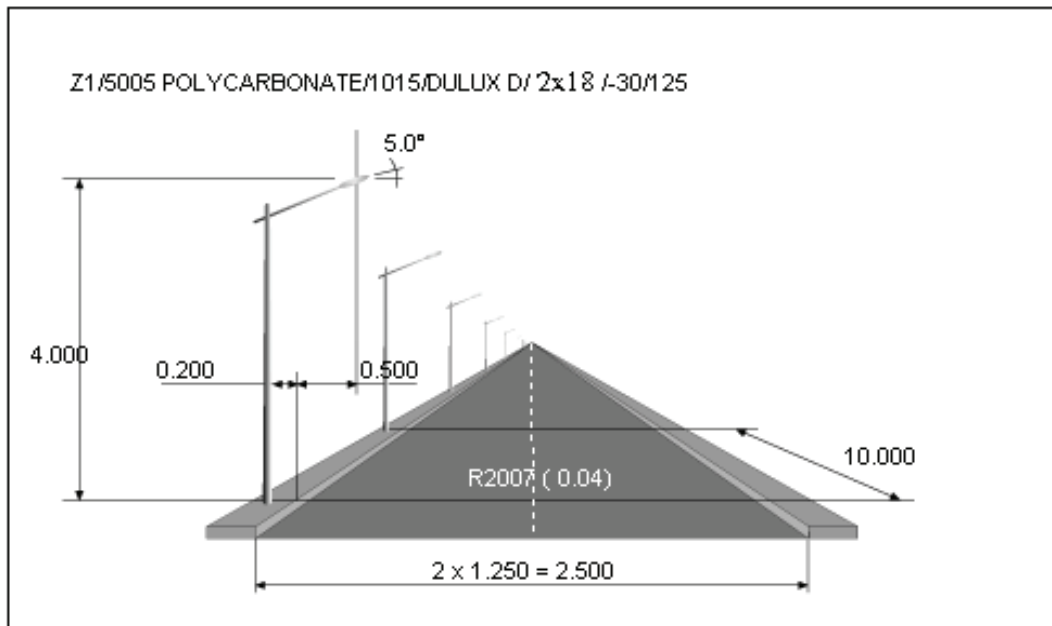
照明システムの配置のデザインは Ulysse¹⁴ 街灯デザインソフトウェアを使って行われた。Ulysse は道路の幅、照明の特徴や配置などを入力することにより、路面、および垂直方向の輝度の分布を計算することができる。このソフトウェアを使って、本事業実施サイトである路地の道幅、前項で定めた照明器具の特徴、予定している配置の情報を入力することにより、その場合に得られる路面、また垂直方向の輝度の分布を予測することができる。照明器具の種類と、配置情報の組み合わせを数種類変更し、シミュレーションを行うことによって、各々の道幅において、TCXDVN 259: 2001 で定められた明るさの基準を満たす最適な照明と配置を検討する。

以下に Ulysse を用いたデザインの例を示す。道幅 2.5mの通りを設定した場合、5m 以下の狭い通りであることから、表 11 で定めたように 18W のコンパクト蛍光灯を 2 つ用いた Z1-A 照明を使用する。以下のような照明と配置の条件を Ulysse に入力する。

使用する照明 : Z1-A 照明 (CFL-18W ×2)
支柱とシャフト : 高さ 4m、50cm 路面に突出したシャフト
2 照明間の距離 : 10m

入力された路地の特徴、照明器具の配置のイメージを図 13 に示す。

¹⁴ Schröder 社 照明デザインソフトウェア



単位 (m)

図 13 Ulysse によるシミュレーションに入力された照明の配置イメージ

図 13 に示される情報をもとに計算された結果は、Ulysse の画面上で図 14 のように与えられる。また、図 13 の照明の配置で得られる高さ 1.5m 地点での輝度の分布は Ulysse の分析により、図 15 のようにシミュレーションされる。この結果により、使用予定の照明器具、その配置を仮定した場合に得られる輝度の分布を予測し、その明るさが十分であるかどうか判断することが可能となる。

General information : Standard C.I.E. 140

Road details

Arrangement:  Driving:  Way: 

No. of lanes: Lane width: m Road width: m

RTable: Go:


Calculation: Luminance Illuminance (Z Positive) Semi-cyl. ill. TI

Luminaires details

Spacing: m Height: m Overhang: m Setback: m

Inclination: °

Type: Protector: **881141**

Reflector: Setting: 

Source: Wattage: W Flux: klm MF:

Summary

• Luminance

	1	2	
ObsY	<input type="text" value="0.625"/>	<input type="text" value="1.875"/>	m
LAve	<input type="text" value="0.61"/>	<input type="text" value="0.60"/>	cd/m ²
Uo	<input type="text" value="62.4"/>	<input type="text" value="60.3"/>	%
UI	<input type="text" value="79.0"/>	<input type="text" value="85.8"/>	%
TI	<input type="text" value="26.2"/>		%
Observer position	<input type="text" value="-6.875; 0.625; 1.500"/>		m

• Illuminance

EMin	<input type="text" value="8.6"/>	lux
EAve	<input type="text" value="12.2"/>	lux

図 14 Ulysse による計算結果

Master grid (1): Luminance (← -60.000; 0.625; 1.500) [cd/m²]

Min: 0.38 cd/m² Ave: 0.61 cd/m² Max: 0.77 cd/m² Uo: 62.4 % Ug: 49.5 %

2.292	0.60	0.67	0.68	0.65	0.62	0.63	0.65	0.68	0.69	0.60
1.875	0.71	0.76	0.75	0.70	0.64	0.65	0.70	0.73	0.75	0.70
1.458	0.71	0.75	0.74	0.69	0.64	0.64	0.71	0.74	0.77	0.68
1.042	0.62	0.67	0.66	0.62	0.56	0.56	0.61	0.65	0.69	0.60
0.625	0.55	0.58	0.57	0.52	0.46	0.48	0.55	0.56	0.57	0.53
0.208	0.46	0.51	0.48	0.43	0.38	0.40	0.46	0.47	0.49	0.45
Y/X	0.500	1.500	2.500	3.500	4.500	5.500	6.500	7.500	8.500	9.500

Master grid (1): Luminance (← -60.000; 0.625; 1.500) [cd/m²]

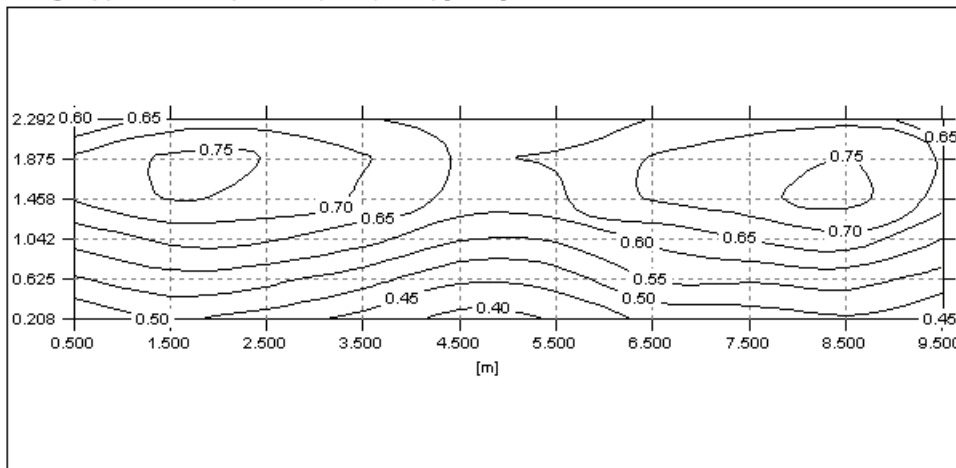


図 15 高さ 1.5m 地点での輝度分布

道幅 2.5m の路地に対して、入力した照明、配置の設定における、照度、輝度、輝度分布の結果を表 12 にまとめる。この結果、平均照度 ≥ 12 、平均輝度 ≥ 0.6 、輝度分布 ≥ 0.4 、垂直方面の輝度分布 ≥ 0.7 という TCXDVN 259: 2001 の基準をいずれも満たしている。

表 12 Ulysse による計算結果

	Ulysse による計算結果		基準
平均照度 $E_{av}(\text{lux})$	12		12
最大照度 $E_{max}(\text{lux})$	15.8		なし
最低照度 $E_{min}(\text{lux})$	8.6		なし
平均輝度 $L_{av}(\text{cd/m}^2)$	地点 1	0.61	0.6
	地点 2	0.60	
最高輝度 $L_{max}(\text{cd/m}^2)$	地点 1	0.77	なし
	地点 2	0.77	
最低輝度 $L_{min}(\text{cd/m}^2)$	地点 1	0.38	なし
	地点 2	0.36	
輝度分布 U_0	地点 1	0.6	0.4
	地点 2	0.62	
垂直方面の輝度分布 U_1	地点 1	0.79	0.7
	地点 2	0.86	

前述の 2.5m 幅の路地における分析と同様に、道幅、照明の種類、照明の配置の条件を変えて Ulysse を用いてシミュレーションを行うことにより、表 13 のような照明の配置の基準が導かれた。

表 13 シミュレーションにより得られた最適な照明の配置

道幅	照明	照明の設置される高さ	2 照明間の距離
5m以下	CFL-18W×2	4～5m	8～12m
5～7 m	HPS-70W	5～7m	15～25m
7m以上	HPS-100W	7～8m	20～30m

4.1.5.4 第2区と第3区における新システムのデザイン

4.1.5.3 で定めた照明の配置の基準をもとに、第2区と第3区の24路地について、照明の種類と配置場所が決定する。その結果、新照明システムで使用される電球の種類と配置、そして、それぞれの路地における消費電力は、表14となる。照明の点灯および消灯に関しては、自動制御タイマーを設置し、午後6時から午前6時までに設定するので、照明の稼働時間は1日12時間、年間4,380時間とする。

表 14 新システムの照明の配置と消費電力

路地ID	全長 (m)	幅 (m)	2照明間の距離 (m)			電球の数			電力容量 (W)	消費電力 (kWh)
			CFL 2x18W	HPS-70W	HPS-100W	CFL 2x18W	HPS-70W	HPS-100W		
第2区										
1	243	2.5	14-22		22	13		1	578	2,532
2	265	3-4	20	22-32		2	9		765	3,351
3	158	3.8	15-26	20		6	2		370	1,621
4	235	2.5-4	24		20			7	770	3,373
5	178	3.5	10-17			13			468	2,050
6	155	2.8-3.2	14-17			10			360	1,577
7	207	2-4	11-18	13-15		14	2		658	2,882
8	277	2.5-10	11-27	18-20		15		3	870	3,811
9	241	3	20-24	29-34		4	5		529	2,317
10	126	2.5	14-22			8			288	1,261
11	93	2	15-18			7			252	1,104
12	167	2.3	13			13			468	2,050
計	2,345					105	18	11	6,376	27,927
第3区										
13	217	1.5-2.9	6-10			30			1,080	4,730
14	178	1.5-2.5	7-14			19			684	2,996
15	85	3-6		11-18			7		539	2,361
16	134	1.5-6	12	12-22		2	8		688	3,013
17	207	1.5-5	6-11			23			828	3,627
18	223	5-7		20-22	20-30		2	8	1,034	4,529
19	150	1.5-4.5	8-14	12-16		11	3		627	2,746
20	151	1.4-3.8	9-16			14			504	2,208
21	228	1.4-4	7-12			24			864	3,784
22	259	2-6	6-13	13-22		18	5		1,033	4,525
23	258	1.5-6	7-12	18		21	6		1,218	5,335
24	241	1.5-7	7-12		17-18	21		4	1,196	5,238
計	2,331					183	31	12	10,295	45,092
合計						288	49	23	16,671	73,019

4.1.5.5 新照明システム導入による消費電力削減

ホーチミン市の経済成長率は、2005年時点で前年比12%と非常に高い。また、2006年～2010年のホーチミン市産業改革プログラムによると、ホーチミン市は2010年までの年間産業成長率13%を目標としている。特に第2区付近では、主要道路が数多く開通し、産業の流入とともに交通量の増加と市民の経済活動が急激に活発化している。したがって、同地区では、経済成長にともない路地の照明の需要も増加し、住民によって設置される照明の数も増えると予想される。調査の結果、現状、2区の12の路地においては、設置されている照明数に比べ、新システムの導入により、実質照明数は増加する。しかしながら、本事業がなければ、住民は、経済の活発化とともに夜間の活動が増え、路地での照明の必要性が高まり、住民が現状市場で安価に入手可能な白熱灯や直管型蛍光灯などの照明を設置していくことが考えられる。この場合、本事業で導入する価格の高いコンパクト蛍光灯などの高効率な電球を購入することは考えにくい。本事業が実施されなかった場合の最も起こりうるシナリオは、価格が安く、入手しやすいため、現在一般的に使用されている40Wの直管型蛍光灯が必要に応じて設置されることである。実際は、白熱灯などの電球が多く使われていることもあり、白熱灯より消費電力の少ない直管型蛍光灯をベースラインのシナリオにすることは保守的であると考えられる。

4.1.5.3で行ったUlysseを用いて、本事業が実施されなかった場合のベースラインを40Wの蛍光灯が使用されるという仮定で全24路地についてシミュレーションを行った。ただし、すでに過剰に電球が設置され、必要以上の電力が消費されている、路地ID13、18、19、20、21については、現行の消費電力量が、40W直管型蛍光灯を使用するシナリオよりも多い。これらの路地では、住民が価格の高い高効率の電球に置き換えるか、または、電球の数を減らすことは考えにくいため、今後も現在と同量の電力が消費されると考える。将来、最も起こりうると思われる照明の配置と消費電力、すなわち本プロジェクトのエネルギー・ベースラインについて、表15に示す。

表 15 40W の蛍光灯を使用した場合の消費電力

路地 ID	全長 (m)	幅 (m)	2 照明間の距離 (m)	40W 蛍光灯の数	平均照度 (lux)	消費電力 (W)	消費電力量 (kWh)
第 2 区							
1	243	2.5	14	18	10	864	3,784
2	265	3-4	11	24	12	1152	5,046
3	158	3.8	11	15	12.2	720	3,154
4	235	2.5-4	11	22	12	1056	4,625
5	178	3.5	11	16	12	768	3,364
6	155	2.8-3.2	14	11	10	528	2,313
7	207	2-4	12	18	12	864	3,784
8	277	2.5-10	11	25	12	1200	5,256
9	241	3	14	17	10	816	3,574
10	126	2.5	14	9	10.2	432	1,892
11	93	2	15	7	9.75	336	1,472
12	167	2.3	14	12	10.5	576	2,523
計	2,345			194		9,312	40,787
第 3 区							
13	217	1.5-2.9	8	27 (*)	12	2,588	11,335
14	178	1.5-2.5	10	18	10	864	3,784
15	85	3-6	7	12	12.5	576	2,523
16	134	1.5-6	8	17	12	816	3,574
17	207	1.5-5	11	19	12	912	3,995
18	223	5-7	16	14 (*)	12	2,183	9,562
19	150	1.5-4.5	11.5	13 (*)	12	1,163	5,094
20	151	1.4-3.8	12.5	12 (*)	10	620	2,716
21	228	1.4-4	8	29 (*)	10	1,553	6,802
22	259	2-6	8	32	12	1,536	6,728
23	258	1.5-6	10	26	12	1,248	5,466
24	241	1.5-7	8	30	12	1,440	6,307
計	2,331			241		15,499	67,886
合計				435		24,811	108,672

*40W の蛍光灯を使うシナリオよりも、2007 年調査時の電力消費の方が多いため、2007 年時の消費電力量を採用した。

表 15 によると、本プロジェクトのエネルギー・ベースラインは 108,672kWh となる。表 16 に、4.1.5.3 の表 14 で導かれた新システムの消費電力量とベースラインにおける消費電力量の比較を示す。新システム導入による消費電力量は、ベースラインシナリオに比較して 35,653kWh の省エネとなる。

表 16 新照明システムによる削減電力量

路地 ID	消費電力量 (kWh)		削減電力量 (kWh)
	ベースライン	新システム	
第 2 区			
1	3,784	2,532	1,253
2	5,046	3,351	1,695
3	3,154	1,621	1,533
4	4,625	3,373	1,253
5	3,364	2,050	1,314
6	2,313	1,577	736
7	3,784	2,882	902
8	5,256	3,811	1,445
9	3,574	2,317	1,257
10	1,892	1,261	631
11	1,472	1,104	368
12	2,523	2,050	473
計	40,787	27,927	12,860
第 3 区			
13	11,335	4,730	6,605
14	3,784	2,996	788
15	2,523	2,361	162
16	3,574	3,013	561
17	3,995	3,627	368
18	9,562	4,529	5,033
19	5,094	2,746	2,348
20	2,716	2,208	508
21	6,802	3,784	3,018
22	6,728	4,525	2,203
23	5,466	5,335	131
24	6,307	5,238	1,069
計	67,886	45,092	22,794
合計	108,672	73,019	35,653

4.2 実施スケジュール

本事業は、最終的にホーチミン市全体の公共照明の効率化を図るものであるが、まず、パイロット事業として第2区と第3区に位置する24路地で2007年12月に照明の設置しその消費電力削減効果と、住民の評価を実証する。これらの実証結果を他地区に示し、2008年以降にはモデル地域内の他路地へと事業をすすめる。また、モデル地域での結果が評価されれば、ホーチミン市全域へと事業を拡大していく予定である。

4.3 資金計画

市はまずパイロット事業用に、ECCへ119,200USドルを提供し、同パイロット事業は実施された。ECCは、初期投資に必要な75% (90,243USドル) を1年間かけて市に返済する。残りの25%はオペレーションおよびメンテナンスコストで、年間28,957USドルである。初期費用の返済は、市がこれまで支払っていたエネルギー料金の保全分およびECCの予算などで行う。初期投資総額の詳細な内訳を表17に示す。

表 17 本プロジェクトの初期投資内訳

項目	金額 (USドル)	割合(%)
調査	12,373	14
設計	9,280	10
機器、付属品	56,835	63
技術料、ソフトウェア研修	9,280	10
機器レンタル、使用研修	1,237	1.4
その他	1,237	1.4
総額	90,243	100

市の予算は最初の 24 路地におけるパイロット事業のみであり、新たな路地や区への事業拡大のための資金はない。事業拡大のための計画や設備への初期投資、およびその後のメンテナンス費用を調達するためには、企業からのサポートなど、CER をてことした新たな資金調達を促す必要がある

5 プロジェクト設計書（PDD）の作成

5.1 プログラム CDM の概要

COP/MOP1 において、「地方／地域／国内での政策・基準は CDM プロジェクトとはみなせないが、活動プログラム（programme of activities）の下での複数のプロジェクト活動は、単一の CDM プロジェクト活動として登録が可能である」ことが決定され、COP/MOP2 は、「活動プログラムの下でのプロジェクト活動の定義に関するガイダンス、及びそれらを単一の CDM プロジェクトとして登録する手続」を最優先事項として完成 するよう CDM 理事会に要請した。これを受けて、CDM 理事会第 28 回会合でガイダンスが承認され、第 32 回会合では同ガイダンスの改定が行われ第 2 版として承認された。このガイダンスでは、単一の CDM プロジェクトとして登録するものを活動プログラム（PoA : Programme of Activities）と呼び、その下で個別に実施する活動を CPA（CDM programme activity）と呼ぶこと、また CPA は PoA の期間中（最長 28 年間）に無制限に追加できること、ひとつの PoA の下の CPA は同一の技術・手法を用いた同一の承認方法論が適用されること等が規定されている。また、第 32 回会合では、PoA の登録・CER 発行に係る手続も承認され、PoA 登録及び PoA による CER の発行に関する手順についての規定も策定された。

プログラム CDM では、PoA の実施の枠組みを示す活動プログラム設計書（CDM-POA-DD）と、PoA の下で行われる各 CPA についてのプロジェクト設計書（CDM-CPA-DD）を作成し承認されることが必要となる。

5.2 プログラム CDM の本事業への適用

本事業は、まず、パイロット事業としてホーチミン市内の 24 路地で新公共照明システムを導入し、事業の効果と便益を評価した上で、最終的にはホーチミン市全域に高効率公共照明システムを導入する。本事業においては、ホーチミン市全域における活動を活動プログラム（PoA）とし、最初に住民の同意の得られた 24 路地におけるパイロット事業を最初の 1 CPA とする。この CPA から得られる CER 売却収入を、新たな CPA 追加の一助としていく計画である。ECC は PoA の調整管理組織であるとともに、各 CPA の管理組織として本プロジェクトを推進する。

本事業では、ECC が調整管理組織となり、ECC が住民からの同意が得られた地区や路地での活動を、新たな CPA として PoA に追加していくことになる。ECC は、区単位で新公共照明システムの導入を計画していく予定である。今後、ECC は住民からの同意が得られ、

同時期に点灯を開始できる数区の数路地での事業を 1 CPA として PoA に追加していく予定である。

プログラム CDM の概念と、本事業への適用を説明する図 16 を次に示す。

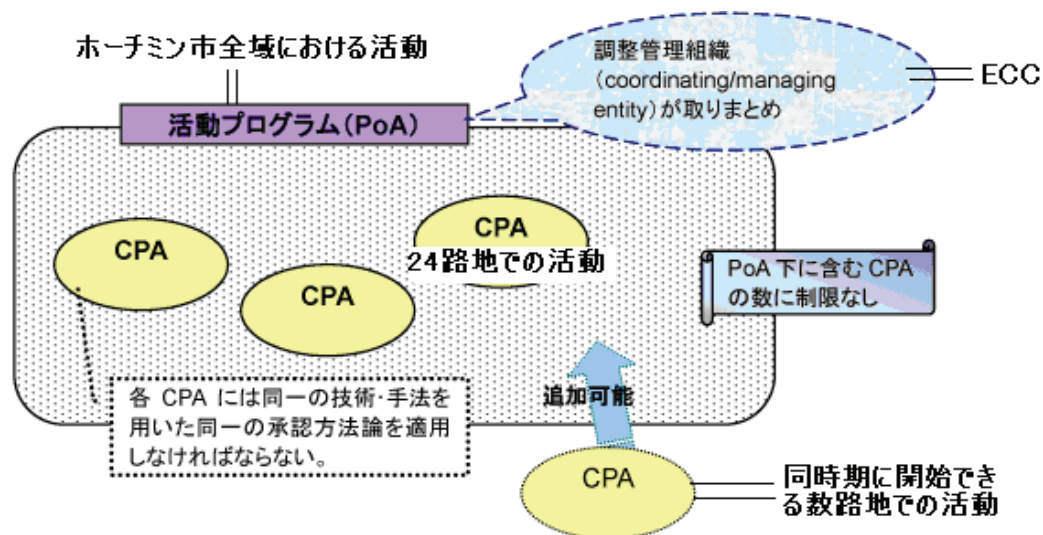


図 16 プログラム CDM の概要と本事業への適用

出典： GEC ホームページをもとに作成

http://gec.jp/gec/gec.nsf/jp/Activities-CDM_and_JI-CDMglossary#5

5.3 プロジェクト境界

5.3.1 PoA レベル

本 PoA の境界はホーチミン市とする。

5.3.2 CPA レベル

本 CPA プロジェクトの境界線はホーチミン市の第 2 区と第 3 区に位置する 24 路地とする。ECC は今後、区単位で事業を進める予定であるが、1 区ごとまたは同時期に実施される数区における数路地のプロジェクトをまとめて 1 CPA とする。

5.4 プロジェクト期間（クレジット獲得期間）

5.4.1 PoA レベル

CDM 理事会により、PoA の最長期間は 28 年と定められている。その間に、関連する CPA を追加していくことになる。最初の CPA が 2008 年に開始される予定であるので、本 PoA のプロジェクト期間は 2008 年から 2035 年の 28 年間となる。

5.4.2 CPA レベル

各 CPA のクレジット期間は 7 年とし、その後 7 年ごと 2 回まで更新を行い、最長 21 年とする。例えば、24 路地におけるパイロット事業である最初の CPA は、2008 年に開始され、2 回更新を行えば、2028 年までクレジットを獲得することが可能である。

プログラム CDM の PoA レベルと CPA レベルでのプロジェクト期間の一般的な説明と、本事業に適用した場合のプロジェクト期間を図 17 に示す。

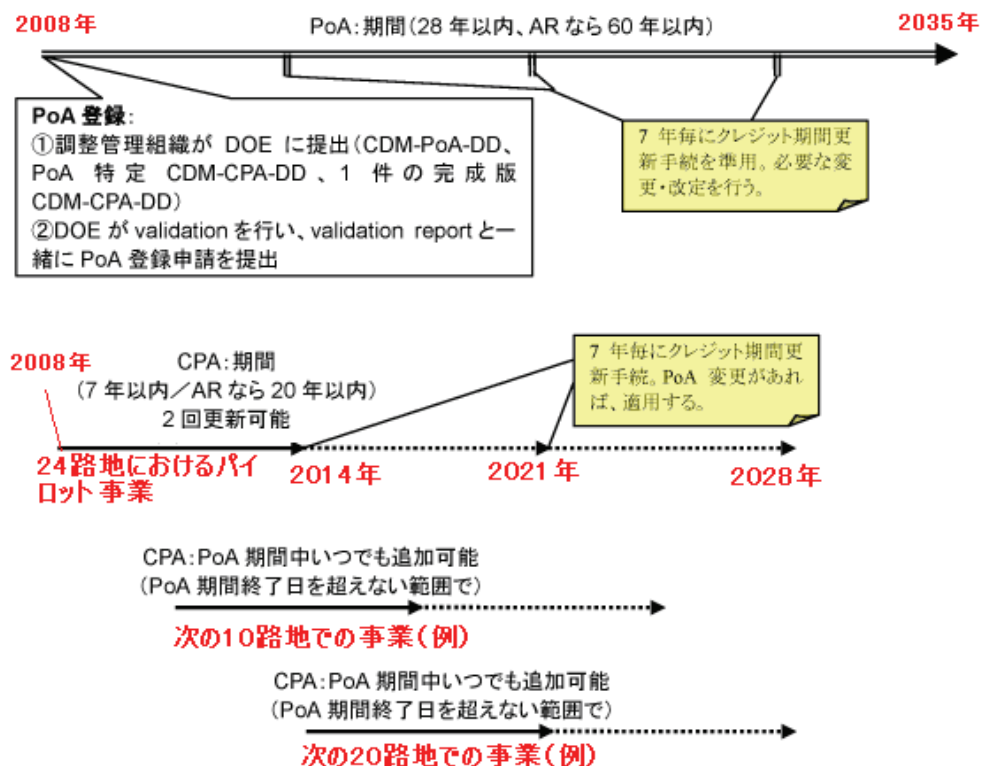


図 17 プログラム CDM のプロジェクト期間

出典： GEC ホームページをもとに作成

<http://gec.jp/gec/gec.nsf/jp/Activities-CDM and JI-CDMglossary#5>

5.5 本プロジェクトのベースライン方法論

アプローチの手法を簡素化することでコストの削減を図れるように、削減エネルギー消費量が 60GWh 以下の小規模な省エネルギープロジェクトに、CDM 理事会で承認された手法を用いることが可能である。これは、「指定された小規模 CDM プロジェクトに関する簡素化されたベースラインおよびモニタリング方法論」(Indicative Simplified Baseline and Monitoring Methodologies for Selected Small-scale CDM Project Activity Categories) の「小規模 CDM プロジェクトのための簡素化手続き付属書 B (Appendix B of simplified modalities and procedures for small-scale CDM project activities)」(以下「小規模 CDM 簡素化手続き」と呼ぶ)に定められている。

CDM 理事会第 32 回会合で承認された、PoA の登録・CER 発行に係る手続によると、プログラム CDM では、各 CPA プロジェクトが小規模 CDM プロジェクトで定められた基準値を超えなければ、小規模 CDM 簡素化手続を使用することが可能である。

本プログラム CDM の対象となる政府によって管理されていない公共照明システムの 2006 年度の電力消費量は、ホーチミン市全体で 50.7GWh であった。すなわち、PoA プロジェクト全体でも、削減エネルギー消費量は 60GWh を超えることはありえない。したがって、本 PoA プロジェクトの下に実施される CPA プロジェクトはすべて、小規模 CDM 簡素化手続を使用することが可能である。

小規模 CDM 簡素化手続きのタイプ II.C.「需要側での特定技術を用いたエネルギー効率計画」のベースライン及びモニタリング方法論が本 PoA および CPA プロジェクトに適用できる。

5.6 ベースライン排出量の算定

簡素化手続きタイプ II.C.の項目 3 では、「エネルギー・ベースラインは現在の燃料消費量または将来いずれにせよ導入されるであろう技術によって消費される燃料の量」とされている。

項目 4~5 には、このタイプのプロジェクトのベースライン方法論が述べられている。代替されるエネルギーが電気の場合、エネルギー・ベースラインは次の公式を用いられて求められる。

$$E_B = \sum_i (n_i \cdot p_i \cdot o_i)$$

各値は次のように定義される。

- E_B = 年間のエネルギー・ベースライン (kWh/年)
 Σ_i = 1年間に交換される機器のグループ “i” の総和
 n_i = 1年間に交換される機器のグループ “i” の総数
 p_i = 1年間に交換される機器のグループ “i” の消費電力。新しい機器の導入の場合、消費電力は市場で販売されている機器の加重平均
 o_i = 機器のグループ “i” の年間の平均操業時間

本 CPA でのエネルギー・ベースラインは表 15 に示したとおり、パイロット事業の行われた第 2 区と 3 区において、40W の直管型蛍光灯を使用した場合の消費電力量 108,672kWh である。

簡素化手続きタイプ II.C の項目 6 では、上記の式で算出されたエネルギー・ベースラインに、ベトナム電力グリッドの CO₂ 排出係数を乗じてベースライン排出量を求めるとしている。

よって、ベースライン排出量は下の公式により得られる。

ベースライン 排出量	=	エネルギー・ベースライン	×	CO ₂ 排出係数*	×	トン換算
t CO ₂ /年		kWh/年		kg CO ₂ /kWh		ton/kg
		=108,672	×	0.69009	×	1/1,000
		=74.99				

従って、本 CPA におけるベースライン排出量は、74.99t CO₂/年である。

*算出方法は「5.6.1 ベトナム電力グリッド排出係数」で述べる

5.6.1 ベトナム電力グリッド排出係数

小規模 CDM 簡素化手続きのタイプ II.C.「需要側での特定技術を用いたエネルギー効率計画」のベースライン及びモニタリング方法論では、第 35 回 CDM 理事会で承認された「Tool to calculate the emission factor for an electricity system (ツール)」を使用してグリッド排出係数を算定するように指定されている。

ベトナムは、前述どおり、電源の系統は 1 系統で、ベトナム電力公社の管理しており、ホーチミン市はその系統により電力が供給されている。

上記ツールでは、まず、Step 1 として事業が連結する電力システムについて明らかにしなければならない。ベトナムの DNA 自身は系統電源に関して図表などは公表していないが、3.5.2 の図 9 で示すとおり、ベトナムでは系統 1 つだけであり、ホーチミン市は系統の一部であり、同系統の接続する街灯システムである。ベトナム電力公社 (EVN) が、発電における燃料消費量などの情報を公開していないため、国家電力グリッドに関する情報を収集するのが困難である。EVN にコネクションなどのあるコンサル会社などを通じて、独自にデータを入手しなければならない。入手にはそれ相応のコストと時間がかかり、なおかつ、入手データが、バリデーションなどを含む、CDM の審査において最新の正式なデータが必要とされ、データの精査にも時間を要する。

そこで、本調査ではまず、ベトナムの電力グリッド排出係数を確認するため、現在 UNFCCC ウェブサイト上に公開されているベトナムの発電プロジェクトのうち、表 18 に示す 5 件の PDD について調べた。表 18 より明らかなように、PDD で用いられている排出係数と、その計算に利用された元データも様々である。

表 18 ベトナムの水力発電プロジェクトで使用されている電力グリッド排出係数の例

プロジェクト名	審査状況	年間 CER 量 (トン)	電力グリッド排出係数	計算に使用された発電所データの年
Song Muc Hydro Power Station Rehabilitation Project	登録済み (24Jan 2006 - 23 Feb 2006)	4,248	0.598	2004-2006 (2006 年は予測値)
Nam Chim Hydro Power Project	Validation (07 Sep 2006 - 06 Oct 2006)	33,149	0.58061	2003-2005
Dasiat Hydro Power Project	Validation (14 Oct 2007 - 12 Nov 2007)	39,601	0.692	2003-2005
Nam Pia Hydropower Project	Validation (10 Nov 2007 - 09 Dec 2007)	35,860	0.5919	2003-2005
Su Pan 2 Hydro Power Project	Validation (08 Jan 2008 - 06 Feb 2008)	84,949	0.69009	2004-2006

出典：UNFCCC ウェブサイトより

グリッド排出係数は、プロジェクトが承認されるために非常に重要であり、バリデーションの際に、データの信頼性ととも、最新のデータであることを証明しなければならない。本報告書では、現在 UNFCCC ウェブサイト上に公開されている Su Pan 2 水力発電事業の PDD にあるデータを参考にグリッド排出係数を算出した。Su Pan 2 水力発電事業の PDD のデータを用いた理由は、最新の 2006 年までのグリッド連結発電所のデータを使用しているからである。

グリッドの排出係数 ($EF_{grid,CM,y}$) は、現在のグリッド連結発電所の電力代替指標であるオペレーティング・マージン (OM ($EF_{grid,OM,y}$)) と、今後建設される発電所の電力代替をあらわすビルド・マージン (BM ($EF_{grid,BM,y}$)) の加重平均をとり、コンバインド・マージン (CM) として算出される。

5.6.1.1 ベトナムのグリッドのオペレーティング・マージン (OM)

オペレーティング・マージンには以下の4種類があり、グリッド情報の有無、発電所の種類等により、プロジェクト毎に算出方法を選択する。

- ① Simple OM :
- ② Simple adjusted OM :
- ③ Dispatch Data Analysis OM :
- ④ Average OM :

ベトナムの国家電力グリッドは以下の条件を満たすため、シンプル OM の使用が可能である。

- ベトナムの国家グリッドのディスパッチデータはディスパッチセンター以外には公開されていない。
- 低コスト/マスト・ラン発電所¹⁵からの発電量はグリッドの年間総発電電力量の 50% 以内である (表 19)。

表 19 過去5年間の低コスト/マスト・ラン発電所発電量比

年	2002	2003	2004	2005	2006	5年間平均
水力発電 (GWh)	18,205	19,034	17,759	16,221	19,209	18,086
グリッド発電合計 (GWh)	36,415	41,304	46,508	52,935	59,894	47,411
低コスト/マスト・ラン発電所発電量比 (%)	49.99	46.08	38.18	30.64	32.07	38.15

(出典 : Su Pan2 Power Project CDM Project Design Document) ¹⁶

排出係数を計算するために使用できるデータには、ex-ante オプションと ex-post オプションがある。前述したとおり、EVN はグリッドデータを公表しておらず、毎年排出係数をモニタリングするにはコストもかかる。したがって、ex-ante のオプションを採用し、過去3年間の発電データをベースに計算した加重平均とし、事業実施後は、係数をモニターせずに固定する。

¹⁵ 通常、低コスト/must run 電源は、水力、地熱、風力、低コストバイオマス、原子力、太陽光発電を指す。また、石炭火力が must run として稼働している場合は、これも加えられるべきである。

¹⁶ PDD における出典は、Recapitulative Report on the operation of Vietnam National Electricity System in Year 2006, EVN/National Electricity system Dispatching Center-Department for Electricity System Operation, Hanoi, January 2007

EVN は各プラントの燃料消費量および発電量は公表していないが、SuPan 2 水力発電事業の PDD には、各プラントの燃料消費量と発電量を燃料ごとに合計した表が PDD に公表されている。本調査において、EVN よりデータの入手を試みたが、バリデーションに有効なデータが入手できていない。そのため、SuPan 2 のデータに基づき（表 20 参照）、シンプル OM の計算において、オプション A を選択して、計算を試みる。

表 20 発電量及び、火力発電における燃料消費量（2004 年～2006 年）

燃料タイプ		2004	2005	2006
石炭 NCV=7000 kcal/kg CO ₂ EF=94.6kg CO ₂ /GJ-IPCC-2006	GWh	7,075	8,518	9,601
	kt	2,921	3,480	3,921
	kt CO ₂	8,087	9,632	10,852
ガスタービン(ガス) CO ₂ EF=56.1kg CO ₂ /GJ-IPCC-2006	GWh	14,155	18,380	20,424
	GJ	173,468,228	224,679,439	251,139,260
	kt CO ₂	9,732	12,605	14,089
ガスタービン(ディーゼルオイル) NCV=10,200 kcal/kg-Vietnam CO ₂ EF=74.1kg CO ₂ /GJ-IPCC-2006	GWh	250	446	221
	kt	72	125	66
	kt CO ₂ e	226	395	208
ディーゼルオイル NCV=10,200 kcal/kg-Vietnam CO ₂ EF=74.1kg CO ₂ /GJ-IPCC-2006	GWh	43	16	25
	kt	11	4	7
	kt CO ₂ e	36	13	21
石油 NCV=9,900 kcal/kg-Vietnam CO ₂ EF=77.4kg CO ₂ /GJ-IPCC-2006	GWh	2,348	3431	3181
	kt	667	974	905
	kt CO ₂ e	2,138	3119	2900
コジェネ発電分	GWh	4,839	5540	6267
輸入電力	GWh	39	383	966
グリッド排出量合計	kt CO ₂ e	20,218	25,763	28,070
火力発電出力量合計	GWh	28,749	36,714	40,685

(出典：Su Pan 2 Hydro Power Project CDM Project Design Document)¹⁷

¹⁷ PDD における出典は *Recapitulative Report on the operation of Vietnam National Electricity System in Year 2006, EVN/National Electricity system Dispatching Center-Department for Electricity System Operation, Hanoi, January 2007*

シンプル OM はオプション A に基づいて、次式にて算出される。

$$EF_{grid,OMsimple,y} = \frac{\sum_{i,m} FC_{i,m,y} \cdot NCV_{i,y} \cdot EF_{CO_2,i,y}}{\sum_m EG_{m,y}}$$

各パラメーターについて以下に解説する。

パラメーター	単位	
$EF_{grid,OMsimple,y}$	tCO ₂ /MWh	y 年における Simple OM 排出係数
$FC_{i,m,y}$	質量単位	y 年における当該電力源mで消費される燃料 i の量
$NCV_{i,y}$	GJ/質量単位	y 年における燃料 i の純熱量
$EF_{CO_2,i,y}$	tCO ₂ /GJ	燃料 i の CO ₂ 排出係数 (tCO ₂ / 燃料の質量単位)
$EG_{m,y}$	MWh	y 年における電力源mによりグリッドに供給される電力
m		y 年におけるグリッドに供給されるすべての電力源 (マストラン・低コストのプラントを除く)
i		y 年に電力源で燃焼されるすべての化石燃料
y		バリデーターに提出する PDD 作成年に入手可能な直近過去 3 年間 (ex-ante option)

表 20 に示す過去 3 年間 (2004 年～2006 年) のグリッドデータに基づき試算された OM 排出係数は、0.6983 kgCO₂/kWh である。

$$\begin{aligned}
 EF_{OM} &= \frac{\sum_{i,m} FC_{i,m,y} \cdot NCV_{i,y} \cdot EF_{CO_2,i,y}}{\sum_m EG_{m,y}} \\
 &= \frac{1}{3} \left(\frac{20,218}{28,749} + \frac{25,763}{36,714} + \frac{28,070}{40,685} \right) \\
 &= 0.6983 tCO_2 / MWh \\
 &= 0.6983 kgCO_2 / kWh
 \end{aligned}$$

5.6.1.2 ベトナムのグリッドのビルド・マージン (BM)

BM 排出係数は算出には直近に建設されグリッドに接続された 5 基の発電所からの年間発電電力量と、直近に建設され新たにグリッドに接続された発電所でグリッドにおける発電量の 20%を占める発電所の 2 つのケースの内、年間発電電力量の合計値が大きくなる方を対象に下記の式を用いて求める。ビルド・マージンも、ex-ante のオプションにて計算をする。

$$EF_{grid,BM,y} = \frac{\sum EG_{m,y} \times EF_{EL,m,y}}{\sum_m EG_{m,y}}$$

各パラメーターについて以下に解説する。

パラメーター	単位	
$EF_{grid,BM,y}$	tCO ₂ /MWh	y 年の BM 排出係数
$EG_{m,y}$	MWh	y 年に電力源 m によりグリッドに供給される電力
$EF_{EL,m,y}$	tCO ₂ /MWh	y 年の当該電力源 m の CO ₂ 排出係数
m		BM に含まれる発電所
y		データが入手可能な直近の年

2006 年度の直近に建設されグリッドに接続された 5 基の発電所からの年間発電電力量を表 21 に、直近に建設され新たにグリッドに接続された発電所でグリッドにおける発電量の 20%を占める発電所の発電量の比較を表 22 に示す。

表 21 直近建設された 5 基の発電所

No.	発電所名	試運転の開始年	発電容量 (MW)	発電量 (GWh)	燃料タイプ
1	Se San 3	2006	260	614	水力
2	Cao Ngan	2006	115	62	石炭
3	Na Duong	2005	110	709	石炭
4	Srokphumieng	2006	51	10	水力
5	Dam Phu My	2005	18	45	天然ガス
	合計		554	1,440	

(出典：Su Pam 2 Hydro Power Project CDM Project Design Document)¹⁸

¹⁸ PDD における出典は *Recapitulative Report on the operation of Vietnam National Electricity System in Year*

表 22 系統電力量 20%を占める直近建設された発電所

No.	発電所名	試運転の開始年	発電容量 (MW)	発電量 (GWh)	燃料タイプ	排出量 (ktCO2)
1	Se San 3	2006	260	614	水力	0
2	Cao Ngan	2006	115	62	石炭	70
3	Na Duong	2005	110	709	石炭	801
4	Srokphumieng	2006	51	10	水力	0
5	Dam Phu My	2005	18	45	天然ガス	31
6	Phu My 2-2	2004	733	4855	天然ガス	3,349
7	Phu My 3	2004	733	4110	天然ガス	2,835
8	Phu My 4	2004	468	2026	天然ガス	1,390
	合計		2,488	12,431		8,476

(出典 : Su Pan 2 Hydro Power Project CDM Project Design Document)¹⁹

2006 年度の、直近に建設され新たにグリッドに接続された発電所でグリッドにおける発電量の 20%が、直近に建設されグリッドに接続された 5 基の発電所からの年間発電電力量がよりも大きいため、直近に建設され新たにグリッドに接続された発電所でグリッドにおける発電量の 20%のデータを用いて、ベトナムのグリッドのビルド・マージンを計算する。

BM 排出係数は 0.68187 kgCO₂/kWh と算出された。

$$\begin{aligned}
 EF_{BM} &= \frac{\sum_m EG_{m,y} \times EF_{EL,m,y}}{\sum_m EG_{m,y}} \\
 &= \frac{8,476}{12,431} \\
 &= 0.68187 tCO_2 / MWh \\
 &= 0.68187 kgCO_2 / kWh
 \end{aligned}$$

2006, EVN/National Electricity system Dispatching Center-Department for Electricity System Operation, Hanoi, January 2007

¹⁹ PDD における出典は *Recapitulative Report on the operation of Vietnam National Electricity System in Year 2006, EVN/National Electricity system Dispatching Center-Department for Electricity System Operation, Hanoi, January 2007*

5.6.1.3 ベトナムのグリッドのコンバインド・マージン (CM)

コンバインド・マージンは下記の式により算出される。

$$EF_y = w_{OM} \cdot EF_{OM,y} + w_{BM} \cdot EF_{BM,y}$$

ここで

w_{OM} : ベースライン排出係数における OM 比率 (デフォルト値は 0.5)

w_{BM} : ベースライン排出係数における BM 比率 (デフォルト値は 0.5)

先に算出された OM 排出係数と BM 排出係数から、ベトナム国家電力グリッドの排出係数は 0.69009 kgCO₂/kWh と算出された。

$$EF_y = w_{OM} \cdot EF_{OM,y} + w_{BM} \cdot EF_{BM,y}$$

$$= (0.5) \cdot (0.6983 \text{ kgCO}_2 / \text{kWh}) + (0.5) \cdot (0.68187 \text{ kgCO}_2 / \text{kWh})$$

$$= 0.69009 \text{ kgCO}_2 / \text{kWh}$$

5.7 プロジェクト排出量

本プロジェクトによるエネルギー消費量は、次の公式で求められる。

$$E_p = \sum_i (n_i \cdot p_i \cdot o_i)$$

各値は次のように定義される。

E_p = 年間のエネルギー消費量 (kWh/年)

\sum_i = 1年間に導入された機器のグループ “i” の総和

n_i = 1年間に導入された機器のグループ “i” の総数

p_i = 1年間に導入された機器のグループ “i” の消費電力。新しい機器の導入の場合、消費電力は市場で販売されている機器の加重平均

o_i = 機器のグループ “i” の年間の平均操業時間

パイロット事業のおこなわれた第2区と第3区における、プロジェクト実施後のエネルギー消費量は、4.1.5.4の表14に示したとおり、73,019kWhである。したがって、本CPAのプロジェクト排出量は、上記の式で算出されたプロジェクトのエネルギー消費量に、CO₂排出係数を乗じて求められる。

$$\begin{array}{rcll}
 \text{プロジェクト} & = & \text{エネルギー消費量} & \times \text{CO}_2 \text{ 排出係数} & \times \text{トン換算} \\
 \text{排出量} & & & & \\
 \text{tCO}_2/\text{年} & & \text{kWh/年} & & \text{kgCO}_2/\text{kWh} & & \text{ton/kg} \\
 & & = 73,019 & \times & 0.69009 & \times & 1/1,000 \\
 & & = 50.39 & & & &
 \end{array}$$

従って、本CPAにおけるプロジェクト排出量は、50.39tCO₂/年である。

5.8 リークエージ

簡素化手続きタイプII.Cの項目6では、省エネルギー技術が、他の活動からの機器の移転である場合や、既存の機器が他の活動に移転される場合、リークエージを考慮することとされている。本プロジェクトでは、効率の悪い古い電球を高効率の新電球に交換することにより、エネルギー消費を削減する。交換された後の古い電球はすべて廃棄するので、本プロジェクトによるリークエージの発生はない。ただし、簡素化手続きタイプII.Cの項目10で、交換された機器を廃棄することにより、リークエージを無視する場合、導入された新しい機器の数と、廃棄された古い機器の数が一致するように、それぞれの数のモニタリングを行うことが示されている。モニタリング計画については、5.11で述べる。

5.9 本CPAの温暖化ガス排出削減量

本CPAによるCO₂排出削減量は以下のように算出する。

$$\begin{array}{rcll}
 74.99\text{tCO}_2/\text{年} & - & 50.39 \text{tCO}_2/\text{年} & = & 24.60\text{tCO}_2/\text{年} \\
 \text{ベースライン} & & \text{プロジェクト} & & \text{本プロジェクトによる} \\
 \text{排出量} & & \text{排出量} & & \text{排出削減量}
 \end{array}$$

本CPAの最初のクレジット期間7年間における本プロジェクトによる排出削減量を表23にまとめた。

表 23 排出削減量試算

年度	ベースライン排出量 (CO ₂ トン)	プロジェクト排出量 (CO ₂ トン)	排出削減量 (CO ₂ トン)
2008	74.99	50.39	24.60
2009	74.99	50.39	24.60
2010	74.99	50.39	24.60
2011	74.99	50.39	24.60
2012	74.99	50.39	24.60
2013	74.99	50.39	24.60
2014	74.99	50.39	24.60
合計	524.93	352.73	172.20

したがって、本 CPA プロジェクトによる排出削減量は年間 24.60CO₂ トンである。これは、ベースラインと比較して 32.8%の削減に値する。また、本 CPA プロジェクトはクレジット期間 7年間で、172.20CO₂ トンの排出削減が見込まれる。

5.10 本プロジェクトの追加性

5.10.1 PoA レベル

本 PoA プロジェクトの対象であるサイトは、市が定める公共照明の基準に達していない市民公共照明システムであるため、政府によって整備されておらず、現在、管理する規制がない。本 PoA プロジェクトは、市当局および、市から委託された ECC による活動である。このようなプロジェクトは、市の予算も限られており、CDM プロジェクト活動がなければ起こりえないことである。

ホーチミン市の予算は、最初に第 2 区と第 3 区に位置する 24 路地で実施するパイロット事業に必要な初期投資費用のみである。この初期費用の返済は、エネルギー保全分の電気料金の削減および ECC の予算で行う予定である。しかしながら、このエネルギー保全分の料金だけでは、初期費用を返済するのに十分ではなく、また新たな区や路地に広げるための予算はない。本 PoA を CDM 事業として実施することにより、CER の収入および、それをてこととして集められる企業からのサポートにより、パイロット事業サイト以外の地区において事業が実施可能となる。

5.10.2 CPA レベル

本 CPA プロジェクトが実施されない場合、ベトナムの公共照明の基準に達しておらず、住民自ら街灯をとりつけている路地は、政府によって管理されていないため、高効率の照明システムの導入は行われず、必要以上のエネルギー消費が継続される。この予想される状態についての論証のため、本プロジェクトがベースラインシナリオになり得ない原因として以下の2つを挙げる。

1) 投資バリア

本 CPA プロジェクトの対象となる路地は、住民が必要に応じて照明を購入し、系統電源から電力をとり自ら設置している。

第2区と第3区に位置する24路地における本 CPA プロジェクトだけで、およそ90,243USドルの初期投資を必要とすると見込まれる。現在、公共照明システムによって発生する電気代を支払っている区およびホーチミン市にとっても、新しい照明システムを導入することは、計画、設計、及び初期の設備投資がバリアとなっている。さらに、ベトナムの電力料金は安く、1kWhあたり6.1USセントであり、省エネルギーによる金銭的ベネフィットでは、初期投資を回収するに至らない。

2) 一般的な習慣に起因するバリア

本 CPA プロジェクトの対象になる路地は、現在、公共照明の規制は存在せず、本プロジェクトのクレジット期間中に新たな規制が導入され、公共照明システムが整備されることは今のところ考えにくい。住民は自ら電球を購入し、必要に応じて路地に設置している。住民は公共照明の電気代を支払っていない為、住民がエネルギー消費削減のために、単価の高い高効率の電球に買い換えることも考えにくい。従って、本 CPA プロジェクトなくしては、公共照明システムの効率化は実施されない。

本 CPA プロジェクトはベトナムの省エネ政策に合致しているが、上記にあげたバリアがあるため、このようなプロジェクトは、CDM プロジェクト活動がなければ起こりえないことである。従って、CPA プロジェクトには追加性があると言える。

5.11 本プロジェクトのモニタリング計画

小規模 CDM 簡素化手続きタイプ II.C.にしたがってモニタリング方法を決定する。タイプ II.C.の項目 7、8 には、次のように定められている。

新しく導入される機器が、既存の機器と取り替えられる場合、その機器の数と、取り替えられた機器の消費電力を記録する。

モニタリングは消費電力と稼働時間または、新しく導入された機器の電力使用量を正しく測定する。可能な測定方法は次の何れかの方法で行う。

- a) 新しく導入された機器の消費電力を表示データまたは、新しく導入された機器のサンプルのベンチマークテストを記録し、サンプルユニットの稼働維持間を測定する。
- b) 新しく導入された機器の適当なサンプルの消費電力を測定する。ランプなど、負荷が稼働時間中固定されている技術については、サンプルの数は少なくてもよい。一方、エアコンなど付加が変動する場合は、サンプルの数を多くする必要もある。

さらに、項目 10 には、何れの場合も、モニタリングは当該機器が稼働し続けているかどうかを、計測されていない機器のサンプルを毎年チェックすることにより確認しなければいけないということが定められている。

5.8 で述べたように、簡素化手続きタイプ II.C.の項目 6 には、リーケージを無視する場合、導入された新しい機器の数と、廃棄された古い機器の数が一致するように、それぞれの数のモニタリングを行うことが定められている。本プロジェクトでは、新規に導入される照明もあるため、新しく導入された機器の数と、廃棄される古い機器の数は一致しない。しかしながら、ECC が各路地より古い機器をすべて回収するため、回収された機器の数と廃棄された古い機器の数が一致することを確認することにより、リーケージが起こらないことを確認できる。

以上を踏まえ、本プロジェクトでモニタリングすべき項目を表 24 に示す。また、本プロジェクトのモニタリングは図 18 のような体制で行われる。

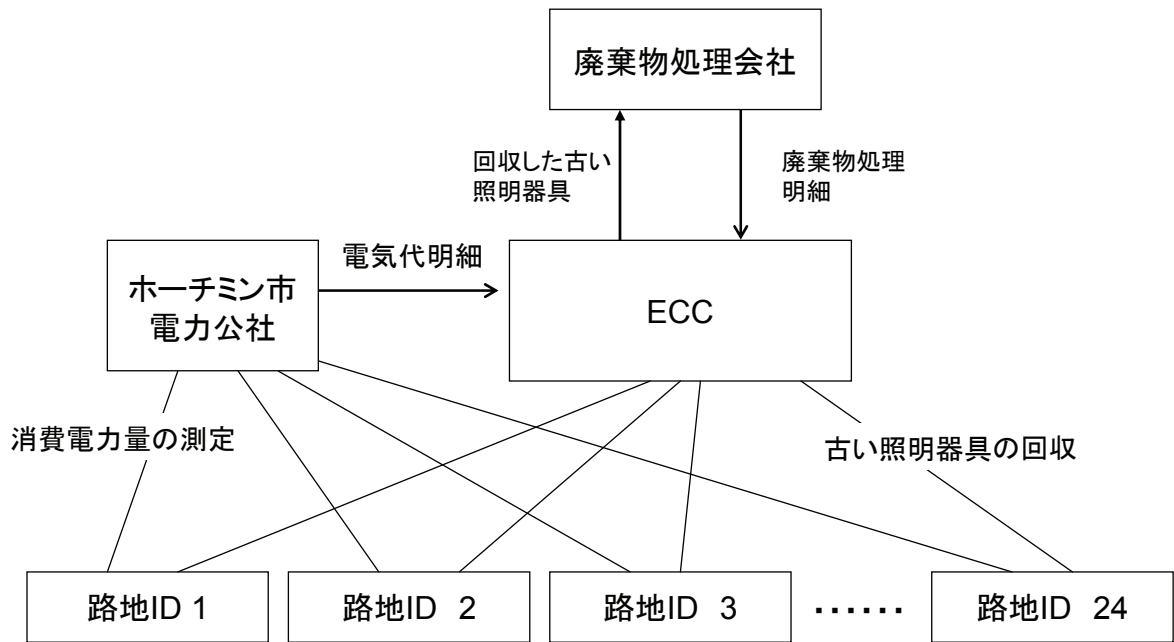


図 18 モニタリング体制

表 24 モニタリング項目

ID 番号	データ タイプ	データ変数	データ 単位	記録頻度	モニターするデ ータ割合 (%)	データの 保管方法	記録データ保存期間
1	量	路地ごとの照明システムの消費電力量	kWh	毎月	100%	電子	クレジット期間中
2	量	設置された新しいランプの数	個	毎月	100%	電子	クレジット期間中
3	量	交換された古いランプの数	個	毎月	100%	電子	クレジット期間中
4	量	新しく設置されたランプの消費電力	W	毎月	100%	電子	クレジット期間中
5	量	交換された古いランプの消費電力	W	毎月	100%	電子	クレジット期間中
6	質	新しく設置されたランプの種類	-	毎月	100%	電子	クレジット期間中
7	質	交換された古いランプの種類	-	毎月	100%	電子	クレジット期間中
8	量	廃棄された古いランプの数	個	毎月	100%	電子	クレジット期間中

注：ペーパースライン排出量算定のためのグリッドの排出係数については、過去データに基づいて ex-ante で計算されているため、モニタリング項目に含まれない。しかしながら、各クレジット期間の始まるときに、再計算される必要がある。

5.12 ステークホルダーコメント

2008年1月30日、及び31日、ECCは、パイロット事業を実施している24路地が位置するホーチミン市第2区、及び第3区の事務所において、住民代表をはじめとする関係者に対し、本プロジェクトに関するヒアリングを行った。主催者および参加者の概要は以下のとおりである。

1月30日

ヒアリング主催者	ECC
ヒアリング参加者所属	第2区経済部門 第2区人民委員会 第2区 Binh Trung Ward ホーチミン市電力公社

1月31日

ヒアリング主催者	ECC
ヒアリング参加者所属	第3区人民委員会 第3区 Ward5

ECCから本プロジェクトの詳細について説明があったあと、参加者から質問や発言があった。主な質問およびそれに対する回答は以下のとおりである。

問： 新しい照明の稼働時間はどのようなスケジュールか。

答： 稼働時間は午後6時から翌朝6時を予定している。しかし、季節によっても稼働時間を調整する予定である。

問： 他の路地にもプロジェクトを広げる予定はあるのか。

答： 予定はあるが、詳細はまだ決まっていない。

問： 新しい照明システムはどのようにコントロールするのか。

答： 新しい照明は自動制御装置を備えているので、住民が点灯や消灯する必要はない。

問： ランプが壊れたときは、どのようにして新しいランプに交換すればよいのか。

答： 新しい照明システムは1年間の保証があるので、その間はECCが修理を行う。保証期間後は、住民は修理業者を雇う必要がある。

また、上記ヒアリングとは別に、2008年2月に弊社が現地調査を行った際、ECCの事務所において、第2区および第3区の住民とミーティングを行った。第2区と第3区では、すでにパイロット事業として新照明システムの点灯を開始しているため、新照明システム導入後の、住民の感想について聞くことができた。以下のように、社会的なベネフィットを喜ぶ住民のコメントが得られた。

- すべての住民が非常に喜んでいる。今までは、路地の暗い場所は危険で、薬物使用者などを防ぐためのパトロールが行えなかったところもあったが、新照明システム設置後は路地をパトロールして回ることができるようになった。
- 路地が明るくなっただけでなく、清潔になり、治安も改善したと思う。また、路地を通行するのが便利になった。
- 一部の住民は、自分たちの家の壁に照明を設置することを拒否していたが、パイロット事業で新照明を点灯した後に意見を聞くと、その効果を理解し、今後新照明を設置することを承諾した。

第2区、第3区の住民代表は共に、本パイロット事業の結果を喜んでおり、他の路地にも広げたいと話していた。

5.13 環境影響評価

本プロジェクトはベトナムの環境影響評価（Environmental Impact Assessment: EIA）の実施対象とはならない。しかしながら、新照明システムを導入すれば、現在使用されている高圧水銀灯を廃棄することになる。また、新しく設置されるコンパクト蛍光灯にも微量ながら、水銀が含まれている。したがって、これらの照明の廃棄方法に留意しなければならない。本プロジェクトでは、ECCが交換後の古い照明と、使用済みの照明を回収し、廃棄物処理会社に廃棄を委託する。廃棄物処理会社では、水銀は適切に処理され回収される。したがって、本プロジェクトによる環境への負荷は殆どないと考える。

6 事業化にむけての課題と展望

以下、本プロジェクトの事業化にむけた課題を列挙し、それぞれについて考察する。

6.1 資金調達

本プロジェクトは、将来的にホーチミン市全 24 区で実施することを目標としているが、市の予算は、当初第 2 区と第 3 区に位置する 24 路地におけるパイロット事業に対してのみであり、新たな路地や区への事業拡大のための資金調達の方法を考える必要がある。

本プロジェクトによる CER 売却収入は、新たな路地や区で事業を実施するための初期投資を調達するには、十分ではない。したがって、本事業による環境と社会にもたらす効果を実証することにより、事業の拡大とメンテナンス費用などについて、企業などからのサポートを促す必要がある。

市全体に新公共照明システムを導入するために必要な資金は、すべての路地において新照明システムのデザインを行う必要があるが、そのためには GPS などを利用して詳細データの収集を行い解析する必要がある。本調査においては、ホーチミン市の 24 区全体の現状の照明の設置数および現状の市民照明システムの消費電力量 (11,592,000W) のデータを取り、第 2 区と第 3 区の詳細データを元に類推した。第 2 区と第 3 区における現状の照明設置数から将来増加するであろう照明数のシナリオの平均をみると、市全体でベースラインの消費電力を現状の 1.5 倍に増加し、新システムの導入により 30%の省エネが図れると仮定される。この仮定に基づくと、新システム導入時の消費電力量は、 $11,592,000\text{W} \times 1.5 \times 0.7 = 12,171,600\text{W}$ となり、新照明システムの 1 個の消費電力は平均 46.6W であるため、ホーチミン全体で必要となる照明の数は約 26 万個と見積もられる。1 個当たりの照明の設置費用を約 100US ドルとするとホーチミン市全体に新システムを導入するための投資にはおおよそ 2,600 万ドルが必要となる。また、新システム導入による、削減電力量は約 2,300 万 kWh ($11,592,000\text{W} \times 1.5 \times 4,380\text{h} \times 0.3 = 22,847,832 \text{ kWh}$) となる。消費電力量が削減される分は、電力料金が今後上がることも予想されるが、年間約 150 万 US ドル (削減電力量 2,300 万 kWh $\times 0.061\text{US ドル}$) になり、CER の売却益による収入は、年間 32 万 US ドル (消費電力削減量 2,300 万 kWh $\times 0.69\text{kg/kWh} \times 20\text{US ドル/CO}_2\text{トン}$) である。これらの数字はあくまでも推論であるが、いずれにしても本事業にとって CDM は、資金面での貢献は小さい。しかしながら、本事業を CDM にすることにより、市の継続的なコミットメントと消費電力削減分および CER の売却益でひとつでも多くの路地に公共照明が付き、都市環境の改善とホーチミン市の経済発展を貢献することを実証することにより、企業などからの協働を期待するものである。

6.2 グリッド排出係数

ベトナムでは、電力公社（EVN）が情報を公開していないため、国家電力グリッドに関する情報を収集するのが困難である。現在 UNFCCC ウェブサイト上に公開されている PDD で用いられているデータも様々である。

本調査では、現在 UNFCCC で公開されている PDD の中で、2006 年を含む最新のデータを用いている案件を参考にグリッド排出係数を計算した。その結果、本調査では $0.69009\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ という数値を用いた。一方、2005 年までのデータを基に計算した数件の PDD で用いられている排出係数は、ばらつきがあるものの $0.60\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ 前後であった。

すなわち、どのようなデータを誰から得るかによって、グリッド排出係数は異なってくる。この差による排出削減量算出への影響は大きくはない。しかしながら、バリデーションにおいては、データの信頼性が審査されるため、本プロジェクトが CDM として承認されるためには重要となる。EVN が認証した信頼性の高いデータを入手することが、今後ベトナムでプロジェクトを行うために重要であるといえる。

6.3 プログラム CDM としての事業推進

本事業は、資金調達の問題から、ホーチミン市全体に、一度に事業を実施することができず、随時可能な範囲から事業を実施していかなければならない。そこで、通常の CDM ではなくプログラム CDM とすれば、1 CDM 事業として実施することが可能となるため、一旦、PoA を登録すれば、後続の事業を PoA に追加することにより、手続きやコストを削減することが可能となる。

プログラム CDM は、CDM 理事会によって大枠のガイダンスが承認され、PoA および CPA の PDD のテンプレートなども決定している。しかしながら、実際にまだプログラム CDM が登録されたことがなく、実際の実施には多くの課題点があるといえよう。

1) プログラムコーディネーター

PoA の参加者は、CER の分配、事業参加者の変更、国連とのコミュニケーションをするプログラム管理の団体を決めなくてはならない。この団体は、PoA に含まれるであろうすべての CPA に関して熟知し、他の PoA に同 CPA が含まれないように確認する方法を確立しなければならない。これらの責任のあるプログラムコーディネーターを長期間実施できるホスト国の機関を指定することは、容易ではない。本事業においては、

ECC がプログラムコーディネーターとなるが、今後どのような業務が発生し、どのタイミングでどのような手続きをとらなければならないのか、よく理解できていないのが現状であり、今後、長期間にわたり、本事業で CER を獲得していくためには十分なキャパシティ・ビルディングが必要と思われる。

2) CPA の設定

プログラム CDM を計画する過程で最も工夫が必要なのは、CPA の単位の設定である。本事業の場合、ECC は区毎に事業を進めるとしていたが、実際には資金調達、住民の同意の必要性など、定量的な形で事業を進めることができない。また、路地ごとを CPA にすると数が膨大になる。そこで、本事業において同時期に実施する路地をまとめて CPA とすることとした。

3) モニタリング計画

本事業では、リーケージを防ぐため、新公共照明システムに交換後、既存の照明は確実に廃棄されることをモニタリングする必要がある。住民が快く交換に応じてくれた照明に関しては ECC が確実に廃棄を管理できるが、照明によっては住民自身に取り付けて所有しており、許可なくして取りはずせない場合がある。これらの照明の取り外しについては、プログラムを進めるにつれて、住民に対する啓蒙活動が必要となる。

4) 指定運営機関 (DOE) の選択

プログラム CDM は仕組みの複雑さから、CDM 認証の経験が豊富な DOE と審査するのが望ましいが、バリデーションを実施している DOE は一社しかなく、まだ事業の国連登録までいたっていない。プログラム CDM は長期にわたり、DOE と関係を築かなければならず、今後、CDM 化を進めるにあたり、最も課題となるのが DOE の選択となるだろう。

このように、プログラム CDM の実施には様々な課題が挙げられるが、前例が少ないため、国連に対する手続きの経験を積むことにより、そのノウハウを構築する必要がある。

6.4 展望

途上国において、都市の急激な発展により、人口や経済活動の集中が起り様々な問題を発生させる。近年、めざましい発展をとげるホーチミン市にとって、住宅、大気汚染、衛生、交通、犯罪などは、確実に解決していかなければならない問題である。しかしながら、先進国でさえも、同様の問題を常に抱えつつ、経済発展を優先するが故に、公的機関

の対策が後手に回り、解決に多くの時間と資金を要することとなる。ベトナムにおいても同様に、ODA などの公的資金の要請や市の予算は、環境・公害問題の解決よりも、まず、経済発展のためのインフラの整備などが優先される。

また、エネルギー価格の高騰により、エネルギー資源保有量の比較的少ない国にとって、エネルギー保障は、国家の発展の重要なファクターである。とはいえ、わが国のように、エネルギー資源の乏しい国と違い、発展途上国にとっては、発電容量を増加することに注力し、省エネルギーの重要性は優先順位が低くなる。

本事業のように、大規模に都市の環境問題を解決するための事業は、かなりの資金とインセンティブがなければ進まない。途上国にとってこのような事業こそ、コストを内在化して、発展計画を進めなければならないが、自力で進めることは困難であろう。このような事業を推進するために開発されたプログラム CDM は、まだまだ課題が多いことは明らかである。たとえ、本事業がプログラム CDM として実施されたとしても、そのインセンティブは莫大なものではない。しかしながら、本事業実施による便益は、温室効果ガス排出削減だけではない。漏電防止、交通事故減少、治安向上など市民生活の向上などの都市問題解決が主要な便益である。たとえば、これらの便益を仮想市場評価法などで価値を定量化し、その価値と CER の価値を統合した金銭価値が提示できれば、それらのインセンティブを梃子として、国内外の民間企業からの支援を獲得しやすくなるのではないか。

CDM が単なる排出権を作る事業ではなく、副次的効果を生む持続可能な普及モデルとなるような効果が実証できれば、ホーチミン市のみならず、同様の問題を抱える他の都市、他の途上国において実施されることが期待できよう。

表一覧

表 1	現地調査訪問実績	2
表 2	ベトナムの基礎情報	6
表 3	ベトナムの GHG 排出インベントリー (1994 年)	18
表 4	各セクターからの GHG 排出量 (1994 年)	19
表 5	2020 年までの主要セクターからの GHG 排出量の予測	19
表 6	審査基準 (適格性基準及び優先基準)	22
表 7	TCXDVN 259: 2001 に定められる路地の分類と明るさの基準	27
表 8	第 2 区と第 3 区の全 24 路地の特徴	28
表 9	第 2 区と第 3 区の現行の照明システムに使われている電球の種類と数と各 路地での消費電力	30
表 10	第 2 区と第 3 区の 24 路地の明るさの指標	32
表 11	使用される照明器具の特徴	36
表 12	Ulysse による計算結果	41
表 13	シミュレーションにより得られた最適な照明の配置	41
表 14	新システムの照明の配置と消費電力	43
表 15	40W の蛍光灯を使用した場合の消費電力	45
表 16	新照明システムによる削減電力量	47
表 17	本プロジェクトの初期投資内訳	48
表 18	ベトナムの水力発電プロジェクトで使用されている電力グリッド排出係 数の例	56
表 19	過去 5 年間の低コスト/マスト・ラン発電所発電量比	57
表 20	発電量及び、火力発電における燃料消費量 (2004 年~2006 年)	58
表 21	直近建設された 5 基の発電所	60
表 22	系統電力量 20%を占める直近建設された発電所	61
表 23	排出削減量試算	64
表 24	モニタリング項目	68

図一覧

図 1	ベトナムとホーチミン市の地図	4
図 2	ホーチミン市 GDP 推移	8
図 3	1993 年～2004 年ベトナム国内一次エネルギー生産内訳	9
図 4	ベトナムの国内エネルギー生産内訳 (2004 年)	10
図 5	ベトナムの発電電力量の推移 1971-2004	11
図 6	ベトナム工業省の組織図	12
図 7	EVN の電力供給量の内訳	13
図 8	EVN の発電量	13
図 9	2005 年の電力系統	14
図 10	CDM 組織構成	20
図 11	CDM プロジェクト承認プロセス	21
図 12	ホーチミン市の公共照明システム	24
図 13	Ulysse によるシミュレーションに入力された照明の配置イメージ	38
図 14	Ulysse による計算結果	39
図 15	高さ 1.5m 地点での輝度分布	40
図 16	プログラム CDM の概要と本事業への適用	51
図 17	プログラム CDM のプロジェクト期間	52
図 18	モニタリング体制	67

参考資料

Central Intelligence Agency. *The World Fact Book*,
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/vn.html>

General Statistics Office of Vietnam, *Population and Housing Census Vietnam 1999*
http://www.gso.gov.vn/default_en.aspx?tabid=476&idmid=4&ItemID=1841

外務省ホームページ
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/vietnam/data.html>

在ホーチミン日本総領事館ホームページ
http://www.hcmcgj.vn.emb-japan.go.jp/index_j.htm

EIA ウェブサイト
<http://tonto.eia.doe.gov/country/index.cfm>

JETRO 通商弘報 No. 46563

JICA プレスリリース 2007年8月3日

NEDO ウェブサイト
http://www.nedo.go.jp/informations/other/170526_1/170526_1.html

NEDO「タイ、インドネシア、マレーシア、フィリピン及びベトナムにおける再生可能エネルギーの利用及び関連政策等の現状と今後の展望に関する調査」

UNFCCC VietNam Initial National Communication

The Kyoto Mechanism – Japan Carbon Investors Forum, Tokyo, 14-15 March 2006 “CDM Implementation in Vietnam and Opportunities for Investment” by Tran Thi Minh Ha, Director General, MONRE-ICD

財団法人 地球環境センター (GEC) ホームページ
http://gec.jp/gec/gec.nsf/jp/Activities-CDM_and_JI-CDMglossary#5