

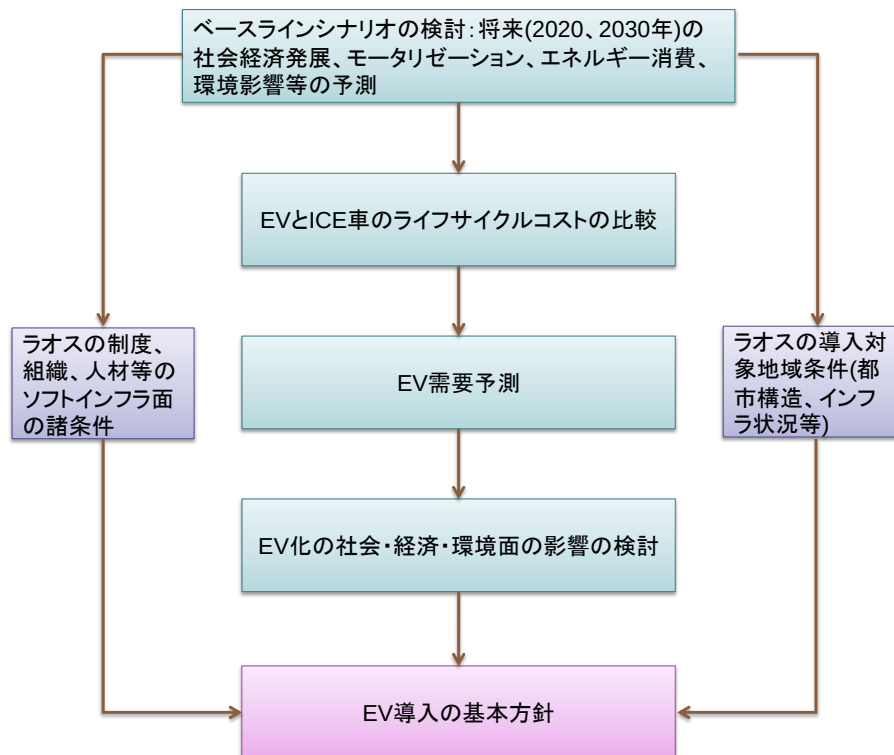
4. ラオスにおける電気自動車の導入方針

4.1 アプローチ

4.1 ラオスに新たな交通システムを構築する手段として電気自動車を導入・普及するに際して、その意義、効果、可能性、制約を総合的に検討し、方向を明らかにするために下記のアプローチを取った(図 4.1.1 参照)。

- (イ) **ベースラインシナリオの検討**: 従来の自動車によるモータリゼーションが進んだ時に、エネルギー消費や環境面でどんな状況が予想されるかを明らかにする。
- (ロ) **EV 利用者の便益の検討**: 様々なタイプの EV とこれらと同等の ICE 車のライフサイクルコストを比較し、これを購入し利用する人や組織にとって、どの程度費用節約に繋がるかを明らかにする。
- (ハ) **将来の EV 需要の予測**: 将来のラオスの自動車保有台数を予測し、この中でどの程度 EV に置き換わるかを車種別に明らかにする。
- (ニ) **EV の国民経済面や環境面での便益の検討**: 将来 EV 化が進んだ時にラオスがエネルギー消費や環境面で、ベースラインシナリオと比べてどの程度の便益を得られるかを明らかにする。
- (ホ) **EV 導入に際しての可能性と制約**: 以上の結果を踏まえてラオスで EV を導入するときの可能性と制約を総合的に検討する。
- (ヘ) **EV 導入の基本方針**: 2 章、3 章の結果も踏まえ、ラオスにおける EV 導入の基本方針を明らかにする。

図 4.1.1 EV 導入検討のアプローチ



出典: 調査団

4.2 ベースラインシナリオ

1) 社会経済発展

4.2 2000 年から 2010 年に掛け、ラオスの経済は年率 6.7%という非常に高い成長率で成長している一方、人口増加は緩やかなため(約 1.5%/年)、一人当たり GDP が年率 10.7%で 2000 年の 410 米ドルから 2011 年には 1,254 米ドルに増加した。現在から 2030 年まで同じ速度で経済と人口が成長すると仮定すると、後発発展途上国から脱却し、中所得国に位置づけることになる。国の都市化率は低く 33%であるが、現在の傾向が続くと 2020 年には 40%、2030 年までには 50%程度になると予想され、都市の人口集中は着実に進む(表 4.2.1 参照)。

表 4.2.1 ラオスの社会経済概要

項目	2011	2020	2030	成長率(%/年)	
				'11-'20	'20-'30
人口(000)	6,374	7,651	8,854	2.0	1.5
都市化率 (%)	33	40	- 50	2.2	2.3
GDP (百万米ドル, 2010 年価格)	8,356	12,253	23,437	4.3	6.7
1人当り GDP (米ドル, 2010 年価格)	1,254	1,495	2,304	2.0	4.4

出典: World Development Indicators、調査団

2) モータリゼーションの進行

4.3 過去の一人当たり GDP と人口当たり自動車台数の関係を元に Gompertz モデル¹を使い、将来の人口当たり自動車台数を予測し、同時に予測結果を隣国の人口当たり自動車台数と比較することにより、ラオスの将来の自動車台数を設定した。2001 年から 2010 年の自動車増加率は非常に高いが、次の 10 年間はやや緩やかになるであろう。また予測に当たっては将来的に EV が導入されることや、現在のトゥクトゥクやソンテオが小型バスや中型バスに転換されることは考慮していないが、一般的な自動車増加傾向に従うだけではなく、政府の公共交通を推進するという政策的理由により、公共交通車両が増加するとしている。

表 4.2.2 ベースラインシナリオにおける自動車保有率

車種		自動車台数				増加率(%/年)		
		2001	2011	2020	2030	'01-'10	'10-'20	'20-'30
私用	オートバイ	168,379	899,436	1,395,320	1,875,194	19.0	5.0	3.0
	乗用車	33,967	27,901	77,372	174,936	19.4	12.0	11.0
	ピックアップ/SUV/バン	21,936	121,517	372,507	732,777	21.0	10.5	7.9
	トラック	11,841	28,673	44,481	72,455	8.9	5.0	5.0
公共用	トゥクトゥク/小型バス	4,405	8,537	11,961	15,311	7.6	3.8	3.0
	中型・大型バス	4,502	25,346	42,821	76,687	22.3	6.0	6.0
自動車総数		220,491	1,141,858	1,944,462	2,947,360	18.4	6.5	5.2

出典: 調査団

1) 政府方針によりトゥクトゥクは将来的に小型バスに転換されていくと想定した。

¹ Gompertz モデルは下記の通りである: $V = \gamma * \exp(\alpha * \exp(\beta * GDP_p))$

V: 自動車保有率 (1000 人当たり),

γ : 飽和レベル,

α, β : 負のパラメーター

GDP_p: 人口当たり所得として想定

3) エネルギー消費

4.4 自動車台数の増加に伴い石油消費量は増加し、交通分野における石油消費量は 2020 年までに約 12 億 1,500 万リットルになると予測される。自動車が 6.8%/年で増加するのに対し、2010 年の 6 億 7,700 万リットルから 6.0%/年の増加である。車種による消費割合はトラック 30.8%、ピックアップ/SUV/バン 22.5%、オートバイ 19.9%である。この様な石油消費量増加は国のエネルギー安全保障を脅かすことになる。

4.5 上記消費量を価格換算すると、2010 年の石油燃料費は 7 億 9,900 万米ドルで、2020 年には 14 億 3,000 万米ドル、2030 年には 22 億 9,600 万米ドルまで増加する。過去 5 年間の貿易収支は石油燃料輸入の影響もあり、平均 13 億 8,000 万米ドルの赤字である。

表 4.2.3 自動車による石油消費量

		2010		2020		2030	
		量 (キロリットル)	金額 ¹⁾ (百万米ドル)	量 (キロリットル)	金額 ¹⁾ (百万米ドル)	量 (キロリットル)	金額 ¹⁾ (百万米ドル)
オートバイ		142,992	182	224,406	285	272,746	346
車	乗用車	18,037	23	58,329	74	119,270	151
	ピックアップ/SUV/バン	101,295	116	280,825	323	499,604	574
トラック		242,473	278	383,240	440	564,567	648
バス	小型(≡トゥクトゥク)	14,030	18	49,736	57	62,633	72
	中型(≡ソンテオ)	129,886	149	169,915	195	359,727	413
	普通バス	28,259	32	48,756	56	78,965	91
合計		676,971	799	1,215,207	1,430	1,957,512	2,296

出典:調査団

1)1 リットル当たりガソリン=1.27 米ドル、ディーゼル=1.15 米ドルとして価格に換算した。

4) 環境影響

(イ) **CO₂ 排出:**CO₂ 排出予測結果によると、交通分野からの排出は 2001 年の 55 万トンから 2011 年には 160 万トンまで増加している。同様の増加傾向が続き 2020 年には 315 万トン、2030 年には 526 万トンにまで達する。主な要因はトラック(44%)、ピックアップ/SUV/バン(24%)、オートバイ(13%)である。

(ロ) **大気汚染物質:**大気汚染物質については、PM、NO_x、CO、THC についての予測を行ったが、CO が大気汚染物質全体の 56%を占めている。

(ハ) **PM:**PM は健康被害に最も影響する物質であり、2011 年には主にディーゼル・トラックやバスから排出され、排出量は 1,313 トンに及ぶ。将来的には 2020 年までに 2,856 トン、2030 年までに 4,918 トンが排出される。トラック/トレーラー(76%)と大型バス(14%)が主な排出源である。

(ニ) **NO_x:**NO_x は燃料燃焼時の副産物であり、太陽光下での揮発性物質との反応により光化学スモッグを発生し、ぜんそく等を引き起こす。交通分野での NO_x 発生量は 2011 年の 10,047 トンから、2020 年には 22,229 トン、2030 年には 38,397 トンに増加する。主にトラック/トレーラー(60%)、大型バス(16%)、商用車(11%)が排出源である。

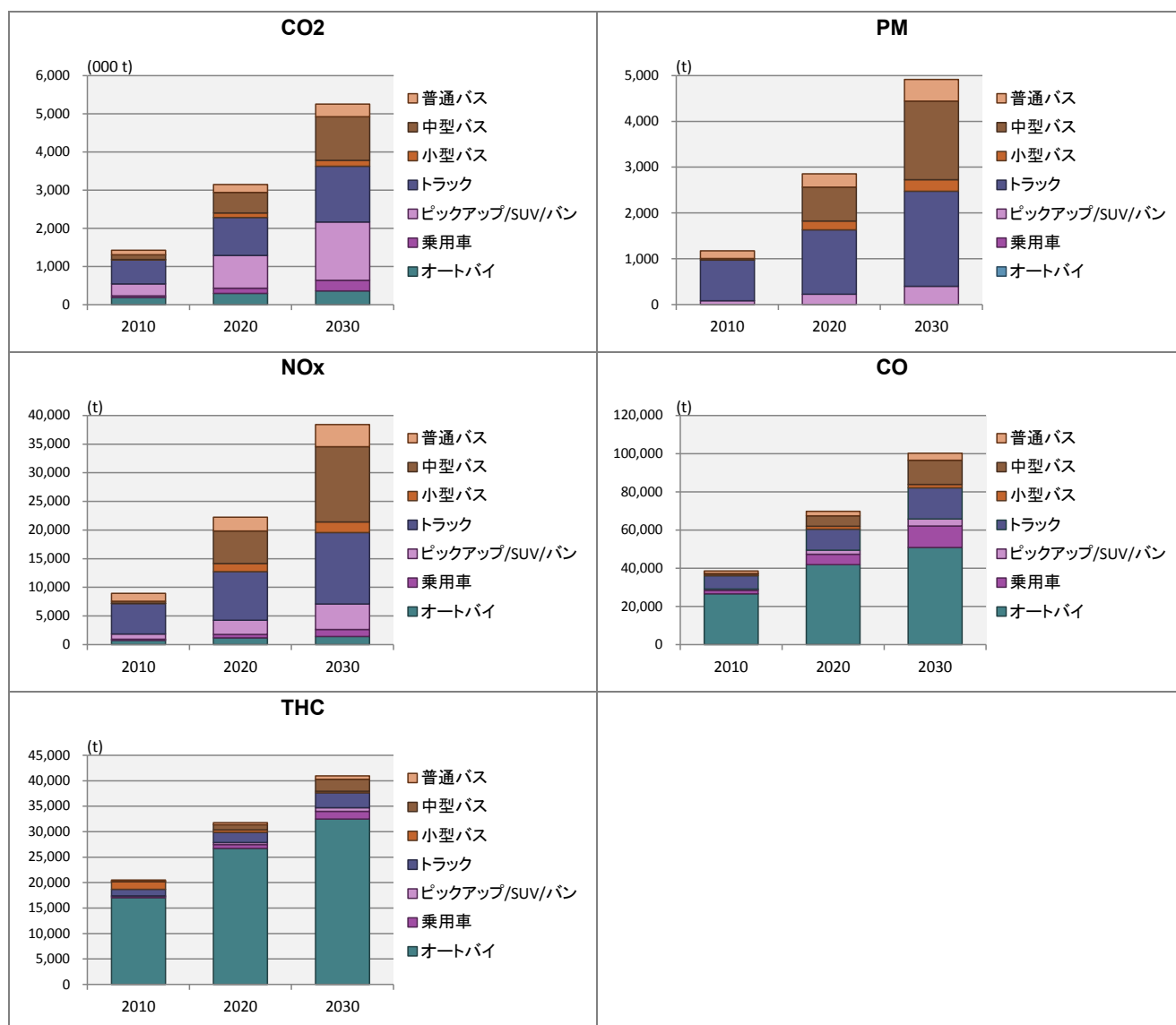
(ホ) **CO:**CO は石油等の炭素を含む酸化物から発生し、密度が高まると有害物質となる。交通分野からの大気汚染物質の中では最も多く発生し、2011 年の 43,032 トンから 2020 年には 69,757 トン、2030 年には 100,266 トンに増加する。主な排出源はオートバイ(69%)、トラッ

ク(18%)、乗用車(5%)である。

(へ) **THC**:THC も他の汚染物質と同様に増加傾向にあり、2011 年の 22,574 トンから 2020 年には 31,786 トン、2030 年には 40,964 トンに増加する。そのほとんどがオートバイ(84%)から発生しており、次いでトゥクトゥク(7%)である。

(ト) PM と NOx は主にトラックが原因となっている一方、CO と THC はオートバイの寄与が大きい。そのためオートバイの電動化は CO と THC の削減に大きく貢献する。一方で PM の削減は人体に直接影響するため、バイオディーゼルの利用など、ディーゼルの代替燃料を模索する必要がある。

図 4.2.1 自動車による汚染物質排出量



出典: 調査団

1) トゥクトゥクは小型バスに、ソンテオは中型バスにそれぞれ含まれる。

4.3 EVの利用者便益

1) 方法

4.6 ここでは主な車種について従来の ICE 車と EV のライフサイクルでの利用コストを比較する。主な留意点は下記である。

- (イ) ライフサイクルでの各車両の運行費用はそれぞれについて耐用年数を定め、この期間における固定費と変動費について年平均価格を算出した。
- (ロ) EV については車種やモデルが限られるので、比較する ICE 車と同等のサイズの車を選び、既に市場に出ている日本車のモデルがある場合はこれを用いるが、比較する EV モデルがあまりにも高額の場合には他国の EV も同時に比較した。
- (ハ) バッテリーの価格が EV の運行費用に大きく影響するので、将来の技術改良を想定して、バッテリーの価格が現在より 3/4、1/2、1/4 に低下した場合についての感度分析を行った。
- (ニ) 車両に対する課税(輸入税、物品税)がラオスでは非常に高い中、現在財務省では EV に対する税率を見直しているため、税率の変化による感度分析も行った。

2) 電動オートバイのコスト比較

4.7 電動オートバイ普及は EV 導入における最初の目標であり、様々な電動オートバイが既に技術的に実用化されている。オートバイの石油燃料消費量は他の自動車に比べ少ないが、電動オートバイ転換への主なインセンティブはガソリン車との走行費用の差である。市場に投入されている電動オートバイを元に、車両運行費用(VOC)の比較を行った(表 4.3.1 参照)。電動オートバイの大きなデメリットは未だガソリン車よりも購入費用が高いことで、車両モデルによって 2,000—5,000 米ドルする。そのため国によっては重量のある安い鉛電池を使用することが一般的となっているが、日本で販売されている電動オートバイにはシリコンやリチウムイオン・バッテリーが多く使用されている。シリコンバッテリーは鉛電池と価格は同等だが、寿命が 1.5 倍長く、液漏れの心配がないので安全である。リチウムイオン・バッテリーは現段階では高価なものであるが、近い将来大幅に低下すると言われており、寿命は鉛電池の 5 倍と長い。

4.8 表 4.3.1 より明らかな通り、リチウムイオン・バッテリーを利用した場合には、従来のオートバイの方が走行費用において経済的であるが、シリコンバッテリーを利用すれば電動オートバイの方が 25%程度安価になる。特に購入費用を除けば、電動オートバイの方が 60%も運行費用が安いことになる。つまり、電動オートバイは既に経済的にも実用化の水準に達しており、減税や免税等の措置を取る必要は必ずしもない。但し、既にラオスに導入されている中国製電動オートバイの印象が非常に悪いため、電動オートバイのイメージ向上策の一環としてある程度の台数が普及するまでは減税等の優遇施策を取ることは効果的である。

表 4.3.1 オートバイのライフサイクルコスト比較

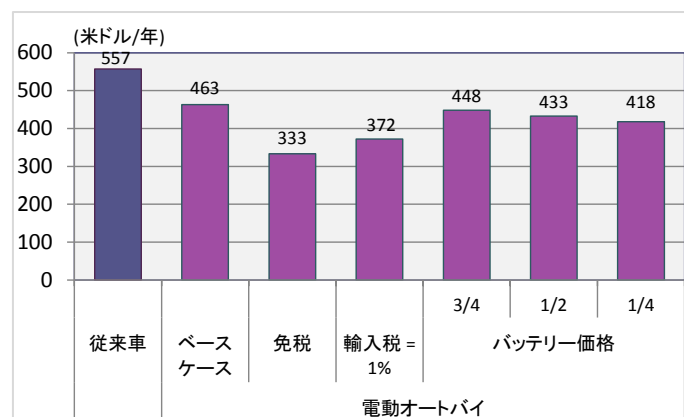
項目			ICE オートバイ (Wave 100)	EV オートバイ		備考
				(SEED48)	(EC-03)	
車体	購入価格 (米ドル)	単体価格	932	965	3,345	CIF 価格+管理費
		税金	553 ¹⁾	794 ²⁾	2,005 ²⁾	政策によって変更可能
		合計	1,485	2,190	5,350	-
	耐用年数(年)		10	10	10	-
	年間走行距離(km)		5,840	5,840	5,840	走行距離が増えれば、電動オートバイによる費用節約が増える
	燃費(km/l、km/kWh)		45	41.7	61.4	カタログ値
	燃料費単価(米ドル/l、米ドル/kWh)		1.3	0.1	0.1	2012 年 10 月 平均値
バッテリー	費用 (米ドル)	単体価格	18	536	561	シリコンバッテリーは液漏れがなく安全な上、Li イオン・バッテリーよりも低価格。 Li イオン・バッテリー価格は劇的に低下することが予想される。
		税金	2	101	105	
		合計	20	637	666	
	種類 (容量 (Wh))		-	シリコン (960)	Li イオン (700)	
	耐用年数(年)		1	4	4	
運行費用 (米ドル/年)	年 平 均 化 初 期 投 資 費用	車体	221	326	824	利子率 = 8% 電動オートバイのバッテリー交換回数 1 回
		バッテリー	20	60	63	
		小計	241	387	887	
	走行費用	燃料/電気	247	43	43	燃費/電費はラオスの従来車の実測値から予測
		オイル/タイヤ	35.2	0.2	0.2	ラオスの実勢価格を使用
		メンテナンス	24	24	24	ICE 車価格の 3%
		保険、その他	9	9	9	AGL 社のものを使用
		小計	316	77	77	-
	合計	年換算初期費用含む	557	463	964	車種によっては電動オートバイの方が安い
		年換算初期費用除く (バッテリー含む)	336	137	140	60%電動オートバイの方が安い
	合 計 費 用 に 対 す る 感 度 分 析 (年換算初期費用を含む)	免税(税金=0%)	-	333	635	減税措置と技術向上により電動オートバイの便益は向上する
		輸入税 = 1%	-	372	734	
		バッテリー 一価格	3/4	448	948	
			1/2	433	932	
			1/4	418	917	

出典: 調査団

1) 輸入税=40%、物品税=10%、VAT =10%

2) 輸入税=40%、物品税=8%、VAT =10%

図 4.3.1 オートバイの車両運行費用感度分析 (SEED48 の場合)



出典: 調査団

3) 電気乗用車のコスト比較

4.9 オートバイ同様、乗用車タイプの ICE 車と EV の VOC 比較を行った(表 4.3.2 参照)。

表 4.3.2 乗用車のライフサイクルコストの比較

項目				ICE 乗用車 (カローラ)	EV 乗用車 (i-MiEV) (LEAF)		PHEV (プリウス PHV)	備考	
車体	購入価格 (米ドル)	単体価格		14,346	36,730	47,318	43,087	CIF 価格+管理費	
		税金		19,154 ¹⁾	24,251 ²⁾	31,241 ²⁾	28,448 ²⁾	政策により変更可能	
		合計		33,500	60,981	78,559	71,535	-	
	耐用年数(年)		12	12	12	12	-		
	年間走行距離(km)		9,125	9,125	9,125	9,125			
	燃費(km/l, k/kWh)		12.6	9.1	8.1	8.7	カタログ値		
	燃料費単価(米ドル/l、米ドル/kWh)		1.3	0.1	0.1	0.1	2012 年 10 月 平均値		
バッテリー	購入価格 (米ドル)	単体価格		62	8,408	19,217	3,523	Li イオンのバッテリー価 格は大幅に低下する予 定	
		税金		13	1,575	3,600	660		
		合計		75	9,983	22,817	4,183		
	種類(容量 (Wh))		-	Li イオン (10.5)	Li イオン (24)	Li イオン (4.4)			
	寿命(年)		1	6	6	6			
運行費用 (米ドル/年)	年 平 均 化 初 期 投 資 費用	車体		4,445	8,092	10,424	9,492	利子率 = 8% 電気乗用車のバッテリー 交換回数 1 回	
		バッテリー		75	671	1,534	281		
		小計		4,520	8,763	11,958	9,773		
	走行費用	燃料/電気		1,159	135	135	135	燃費/電費はラオスの従 来車の実測値から予測	
		オイル/タイヤ		115	6	6	6	ラオスの実勢価格を使用	
		メンテナンス		1,130	1,130	1,130	1,130	ICE 車価格の 3%	
		保険、その他		23	23	23	23	AGL 社のものを使用	
		小計		2,427	1,294	1,294	1,294		
	合計	年換算初期費用含む		6,947	10,057	13,253	11,068	EV の方が 52-122%高い	
		年換算初期費用除く (バッテリー含む)		2,502	1,965	2,828	1,575	車種によっては電気乗用 車の方が 8%程度安い	
	合 計 費 用 に 対 す る 感 度 分 析 (年換算初 期 費 用 を 含む)	免税(税金=0%)		-	6,518	8,693	6,915	輸入税、物品税、VAT を 含む	
		物品税	30%	-	8,540	11,298	9,288	物品税の減税やバッテリー 一価格の低下に頼ってい るだけでは、EV 車の競争 力を増すことは難しい	
			10%	-	7,529	9,995	8,101		
			1%	-	7,073	9,409	7,567		
		バッテリー 一価格	3/4	-	9,889	12,869	10,997		
			1/2	-	9,722	12,486	10,927		
			1/4	-	9,554	12,102	10,857		
		物品 税 =30%	バッテリー価 格	3/4	-	8,372	10,915	9,218	2030 年頃にはバッテリー 価格が 1/4 になると予想 されている
			1/2	-	8,204	10,531	9,147		
				1/4	-	8,037	10,148	9,077	
		物品 税 =10%	バッテリー価 格	3/4	-	7,361	9,611	8,031	2020 年頃にはバッテリー 価格が 1/2 になると予想 されている
			1/2	-	7,193	9,228	7,961		
				1/4	-	7,205	8,845	7,891	
		物品 税 =1%	バッテリー価 格	3/4	-	6,906	9,025	7,497	2015 年頃にはバッテリー 価格が 3/4 になると予想 されている
			1/2	-	6,738	8,642	7,427		
1/4				-	6,570	8,258	7,357		

出典: 調査団

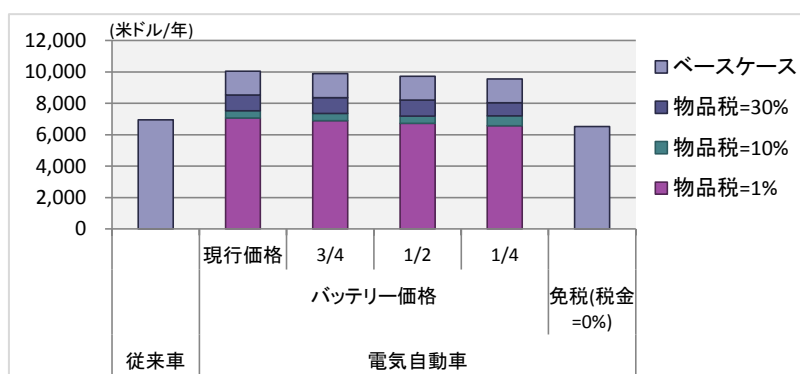
1) 輸入税=40%、物品税=75%、VAT =10%

2) 輸入税=1%、物品税=60%、VAT =10%

4.10 走行費用においては EV が圧倒的に低い一方、高価なバッテリー搭載により初期投資費用が非常に高くなっている。i-MiEV であれば、EV に対し全ての税金に対して免税措置をとることで、ICE の走行費用よりも 1%低くすることができる。結論としては、ライフサイクルを通しての便益は ICE 車の方が 61%高い。将来安価になると予測されているバッテリー価格が、現状においては EV 走行費用を高くしている。しかしバッテリー価格の低下だけでは EV 車が ICE 車よりも低い走行費用を達成することは難しく、EV に対する減税措置等を行う必要がある。

4.11 2005 年以降、急速に車の台数が増加しており、特に税率の比較的低いピックアップやバンの所有者が増えている。乗用車に比較してサイズの大きいこれらの車に対し、平均乗車人数は 1-2 名と低い上、大気汚染物質の排気量は乗用車よりも多い。これらの自家用車/商用車が小型の EV に転換されることは、環境向上や駐車スペース節約など都市にとって意味があると共に、今後の石油高騰化に伴い利用者にとっても燃料費節約という大きな便益が期待される。

図 4.3.2 乗用車の車両運行費用感度分析(i-MiEV の場合)



出典: 調査団

4) 電動公共交通のコスト比較

4.12 日本で調達可能な電動公共交通車両はモデル、価格データともに限られているため、ICE 車両との比較対象車として、日本車以外にもラオスが調達可能である車種として、3 輪車についてはフィリピン、小型・中型バスについては中国車を選んだ。3 輪車については日系企業のもが既に ICE 車及び他国のものに対して十分な競争力を持っており、ICE 車に対して年間 1,000 米ドル以上の運行費用差を持っていることから、ラオスへの導入がすぐに可能となる。但し、初期購入費用については現在のトゥクトゥク・ドライバーの所得水準からすると厳しいので、リース購入システム等の方法を取る必要がある。

4.13 小型及び中型バスについては日本製の電気バスはまだ高価であり、ラオスが調達できる水準には達していない。但し中型バスにおいては初期購入費を除いた運用費用が ICE 車を下回っているため、車体価格が今後低下することで導入の可能性が出てくる。小型バスについては、他国のものであれば、ICE 車よりも経済性の高い電気バスを調達できる。

表 4.3.3 公共交通車両のライフサイクルコスト比較

項目			3 輪 車			小型バス(乗車人数 10 名)			中型バス(乗車人数 28 名)		
			既存 トゥクトゥク	電動 3 輪 車		ハイエース (トヨタ)	小型電気バス		ポンチョ (日野)	中型電気バス	
				テラモーター ス*	(フィリピン)		MAYU (シンクウキャ ザー)	ビエンチャン バス公社		WEB-03 (早稲田大 学)	K9 (BYD)
車 体	購入価格 (米ドル)	単体価格	1,166	4,514	6,081	25,354	136,605	8,628	222,288	343,440	96,112
		税金	834 ¹⁾	3,230 ¹⁾	4,352 ¹⁾	14,146 ²⁾	46,630 ³⁾	2,945 ³⁾	124,024 ²⁾	117,231 ³⁾	32,808 ³⁾
		合計	2,000	7,744	10,433	39,500	183,235	11,573	346,312	460,671	128,920
	耐用年数(年)		10	10	10	12	12	12	17	17	17
	年間走行距離(km)		16,425	16,425	16,425	18,250	18,250	18,250	43,800	43,800	43,800
	燃費(km/l、km/kWh)		10	27.8	12.8	16.4	7.7	5.1	6.5	1.8	1.0
	燃料費単価(米ドル/l、米ドル /kWh)		1.3	0.1	0.1	1.2	0.1	0.1	1.2	0.1	0.1
バッテリー	購入価格 (米ドル)	単体価格	39	1,610	630	47	4,164	1,984	59	35,231	259,431
		税金	11	302	118	13	780	372	16	6,600	48,600
		合計	50	1,912	748	60	4,944	2,356	75	41,831	308,031
	種類(容量 (kWh))		-	シリコン (2.9)	鉛(3.0)	-	Li イオンポ リマー(5.2)	鉛(13.7)	-	Li イオン (44)	Li イオン (324)
	寿命(年)		1	6	2	1	6	1	1	6	6
運行費用 (米ドル/年)	年平均化 初期投資 費用	車体	298	1,154	1,555	5,241	24,314	1,536	37,966	140,615	50,503
		バッテリー	50	181	261	60	332	1,856	75	3,500	25,776
		小計	348	1,335	1,816	5,301	24,647	3,392	38,041	144,116	76,279
	走行費用	燃料/電気	2,086	8	8	2,620	292	292	8,384	2,336	2,336
		オイル/タイヤ	204	8	8	526	51	51	2,890	1,260	1,260
		メンテナンス	30	30	30	653	653	653	5,724	5,724	5,724
		保険、その他	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		小計	2,359	243	243	3,840	1,036	1,036	17,038	9,360	9,360
	合計	年換算初期費用 含む	2,707	1,578	2,059	9,141	25,683	4,428	55,079	153,476	85,406
		年換算初期費用 除く (バッテリー含む)	2,409	424	504	3,900	1,369	2,892	17,113	12,860	34,903
	合計費用 に対する 感度分析 (年換算初 期費用を含 む)	免税(税金=0%)	-	1,049	1,346	-	18,877	4,428	-	114,113	71,268
		バッテリ 一価格	3/4	-	1,533	1,994	-	25,600	3,964	-	152,600
			1/2	-	1,488	1,929	-	25,517	3,500	-	151,725
			1/4	-	1,443	1,863	-	25,434	3,036	-	150,850

出典: 調査団

1) 輸入税=40%、物品税=20%、VAT =10% 2) 輸入税=20%、物品税=25%、VAT =10% 3) 輸入税=1%、物品税=25%、VAT =10%

図 4.3.3 3 輪車の車両運行費用感度分析(テラモーターズの場合)

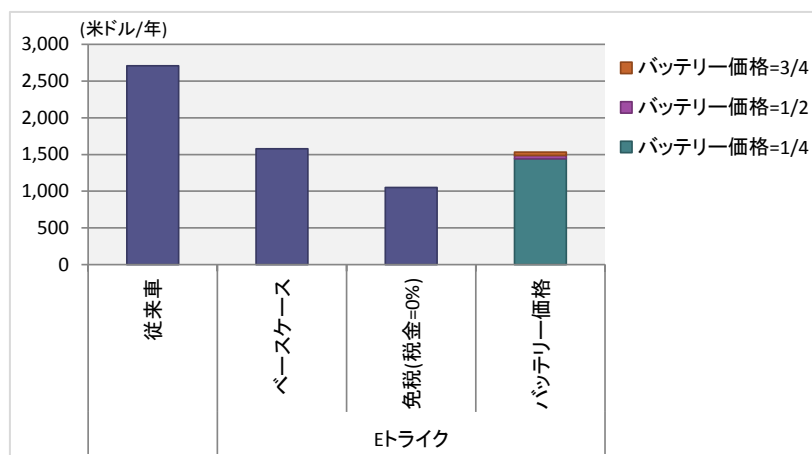


図 4.3.4 小型バスの車両運行費用感度分析(MAYU の場合)

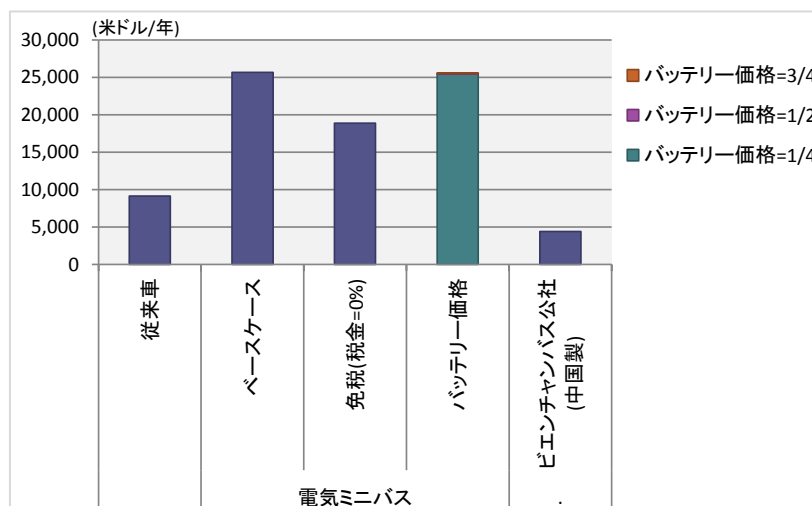
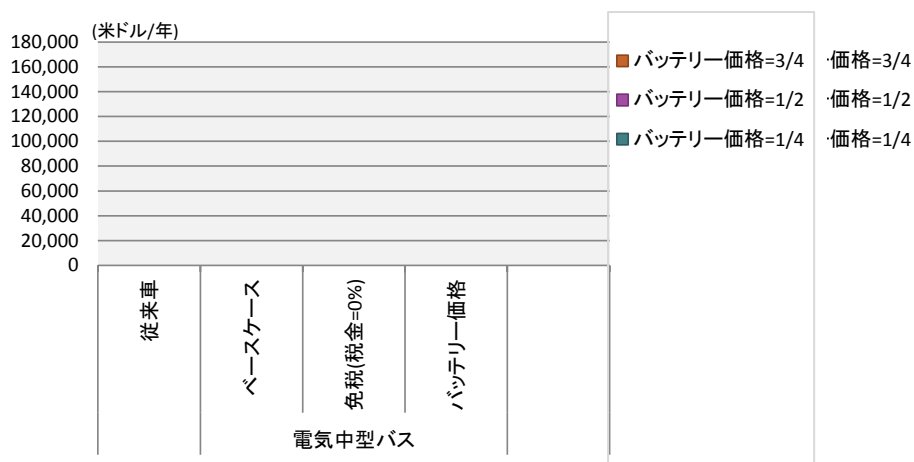


図 4.3.5 中型バスの車両運行費用感度分析(WEB-03 の場合)



4.4 需要予測

1) 方法

4.14 4.2 章で将来のラオスの自動車保有台数を予測したが、ここではその間どの程度が EV に置き替わるかを推定した。将来の EV の進展は既に述べたように様々な要因に影響されるので確かな方法はないが、技術の進展や EV の利用者便益、更には政府の政策方向等を考慮して主要な車種別に次のように考えた。

- (イ) オートバイについては既に利用者にとっての便益が明らかであることから、2016 年以降の新規購入者は電動オートバイのみが購入可能であるとした。
- (ロ) 乗用車については調査団による SP 調査より一人当たり所得水準から判断して 2020 年には 25%、2030 年には 55%の人が EV を購入すると予測した。また補助金や減税措置により更なる EV 購入者の増加が見込めることも EV 普及目標値に反映した。
- (ハ) トラックについては現在の EV 技術ではトラック等の長距離移動には実用的でないことや、バイオディーゼル等、他の代替燃料が適していることなどを考え目標値は設定していない。
- (ニ) トゥクトゥクについてはオートバイ同様に電化の便益が見込めること、また環境面からすぐに対応すべき問題であることを考慮し、2015 年には全てのトゥクトゥクが EV 化されるとした。
- (ホ) バスについては日本製ではまだ便益が見込めていないが、他国のものであれば十分可能性はある。また現在既に電気バスが導入され始めていることから政策目標値として妥当な値を設定した。

2) EV 普及の目標値

4.15 ラオスにおける EV 化を 2015 年、2020 年、2030 年でそれぞれ 7%、40%、80%と推定したが、既に技術が確立し利用者便益も期待できるオートバイや小型バスが先行し、2020 年にはそれぞれ 50%と 100%が EV に置き替わる。また 2020 年以降は更なる技術開発の進展を想定し、2030 年にはオートバイ、乗用車、中・大型バスがそれぞれ 100%、50%、50%が EV になるとした(表 4.4.1 参照)。

表 4.4.1 ラオスの EV 普及目標

		自動車保有率 (000)				EV 普及率			EV 台数(000)		
		2012	2015	2020	2030	2015	2020	2030	2015	2020	2030
私用	オートバイ	944	1,093	1,395	1,875	10	50	100	109	698	1,875
	乗用車 ¹⁾	199	270	450	908	0	10	50	0	45	454
	トラック	30	35	44	72	-	-	-	-	-	-
公共用	トゥクトゥク/小型バス ²⁾	9	10	12	15	20	100	100	2	12	15
	ソントオ/中型バス ³⁾	23	28	37	67	0	10	50	0	4	34
	大型バス	3	4	5	10	0	10	50	0	0.5	5
合計		1,209	1,440	1,945	2,947	7	40	80	96	760	2,383

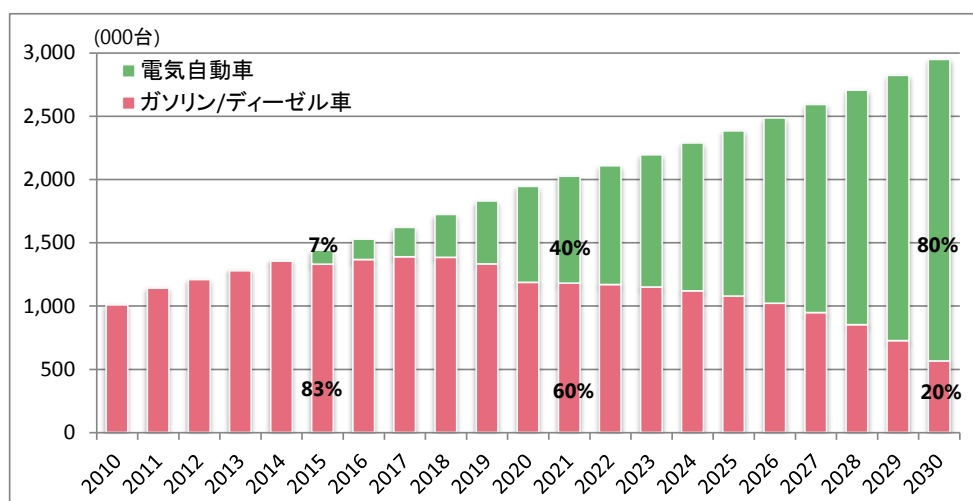
出典: 調査団

1) セダン、ピックアップ、SUV、バンを含む

2) 2030 年までに既存のトゥクトゥクは同様のサービスを提供する、より現代的で安全な小型バスに転換される

3) 既存のソントオは同様のサービスを提供する、より現代的で安全な中型バスに転換していく

図 4.4.1 ラオスにおける EV の普及目標値



出典: 調査団

4.5 EV のインパクト

1) エネルギー節約効果

4.16 EV 導入による石油燃料節約量は非常に大きく、普及目標を達成できた場合、2020 年に 2 億リットル、2030 年には 8 億 3,000 万リットルの節約が可能となる。費用換算すると 2020 年に 1 億 8,000 万米ドル、2030 年には 9 億 3,800 万米ドルの外貨節約となり、貿易収支に大きく貢献することとなる。ラオスにおいては石油燃料に対する補助金はないため、補助金の節約にはつながらない。

4.17 一方で、石油燃料販売量が減少するため、石油燃料からの税収は減少することになり、EV が普及した場合の石油燃料からの税収の減少額は 2 億 9,800 万米ドルになる。

表 4.5.1 EV 導入による燃料節約

		ベースラインシナリオ (百万 l)			EV が普及した場合(百万 l)			燃料節約(百万 l)		
		2015	2020	2030	2015	2020	2030	2015	2020	2030
オートバイ		185	224	273	166	112	0	18	112	273
乗用車/ピックアップ等		214	339	619	214	305	309	0	34	309
バス	マイクロ(≡トゥクトゥク)	35	50	63	32	0	0	3	50	63
	ミニ(≡ソンテオ)	130	170	360	130	169	208	0	1	152
	普通バス	38	49	79	38	45	45	0	4	34
合計		602	832	1,393	580	632	563	22	200	830
費用換算 (百万米ドル)		780	990	1,648	750	810	710	30	180	938

出典: 調査団

4.18 また EV を導入することで増加する電力消費量は非常に少なく、2020 年では総電力供給量の 2-3%に過ぎず、全自動車の 80%が EV になると想定している 2030 年でも 2020 年の電力供給量の 6.6%に過ぎない(表 4.5.2 参照)。

表 4.5.2 EV 利用による電力需要

			2015	2020	2030
EV 普及シナリオにおける電力需要 (GWh)	オートバイ		43	259	630
	乗用車/ピックアップ等		0	53	480
	バス	マイクロ(≡トゥクトゥク)	3	68	95
		ミニ(≡ソンテオ)	0	8	601
		普通バス	0	20	180
	合計		46	407	1,985
ベースラインシナリオ	電力需要(GWh)		11,500	14,600	n.a.
	電力供給(GWh)		14,950	29,900	n.a.

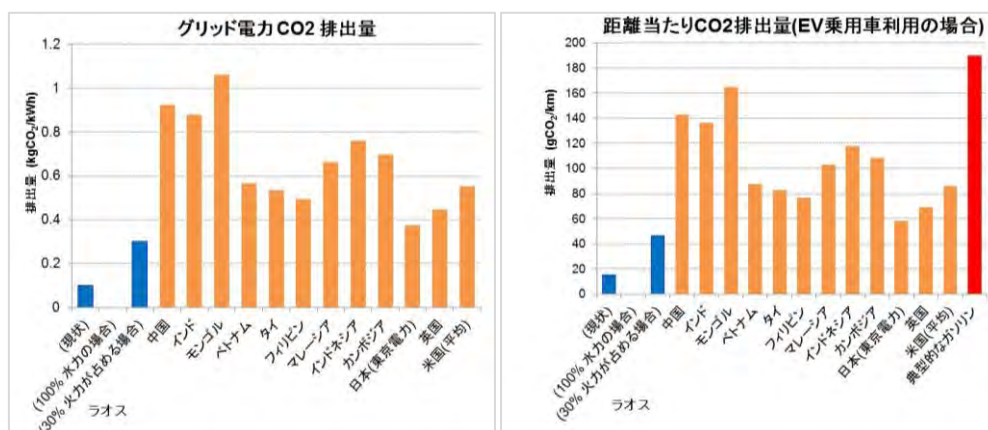
出典: 調査団、エネルギー鉱業省

2) 環境改善効果

4.19 低公害型交通の普及はその電力供給源がよく議論の対象となるが、EV/PHEV 利用による GHG 排出量削減は電源となる発電所の種類によって大きく異なる。電力が再生エネルギーやクリーン・エネルギーによって発電されている場合にその効果が最大になる。ラオスは 99%が水力発電であるためグリッド電力 CO2 排出係数はゼロとみなせ、EV による GHG 排出量削減を最大化するための条件を満たしている。中国の様にグリッド電力 CO2 排出係数が高い場合(0.9)、EV 利用による GHG 削減量は減少する。ここでの分析は電力が 100%水力発電であると仮定し

で行った(図 4.5.1 参照)。

図 4.5.1 グリッド電力 CO2 排出と EV 利用による CO2 排出の比較



出典: 東京電力、2011 Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting (July 2011)、eGRID2012 version 1.0、US EPA、2012"List of Grid Emission Factor"、公益財団法人地球環境戦略研究機関(June 2012)

4.20 4.2 章に述べたように自動車に関する大気汚染物質は CO2、PM、NOx、CO、THC であるが、EV 化によりこれらの削減量は下記にまとめられる(表 4.5.3 参照)。

- (イ) CO2 削減量は 2020 年において 40 万トン、2030 年に 215 万トンとなり、このように非常に大きな削減が可能なのはラオスのクリーンなエネルギーのおかげである。EV 導入プロジェクトが BOCM や CDM プロジェクトとして認定されれば、1トンの CO2 削減量を 11.5 米ドルで売却できるため、2030 年には 2,471 万米ドルの収入を得ることが出来る。
- (ロ) 大気汚染物質の削減量としては、特に CO と THC において大気汚染物質の削減が顕著である。前述したとおり、CO と THC は主にオートバイが原因となっているため、電動オートバイ普及率を非常に高く設定している普及目標率の下ではこれらを大幅に削減することになる。

表 4.5.3 EV 化による大気汚染物質の削減量(トン)

汚染物質	2015	2020	2030
CO2	27,581	408,230	2,148,733
PM	0	245	1,529
NOx	101	2,586	14,461
CO	3,641	23,423	68,148
THC	2,556	14,025	35,391

出典: 調査団

4.21 自動車からの騒音は EV 導入により、特に都心部の混雑地域で削減される。また観光地においても静かな EV は好まれるであろう。

3) 自動車の総運行費用

4.22 日本車の EV 導入と 2030 年までに Li イオン・バッテリー価格が現状の 1/4 になることを想定した場合、バッテリー価格の低下にも関わらず、EV 導入による便益はオートバイ以外では見込めない。EV 導入による電力使用増分は ICE 車の運行費用に比べると僅かなため、EV の運行費用が低下すれば、他車種での便益も見込めることになる。4.3 章から明らかな通り、EV の運行費用を高めている要因は初期購入費用にあり、ラオスの自動車への高い税率を考慮すると、電気自動車への減税措置と ICE 車への増税措置を取ることで、EV 導入による便益は大きく変わることになる。

表 4.5.4 自動車の総運行費用(2030 年)

		自動車台数(000)			自動車運行費用(百万米ドル)			EV 化 シナリオの 便益(百万 米ドル) ¹⁾
		合計	ICE	EV	ベースライ ンシナリオ	EV 化シナリオ		
						運行 費用	電力使 用増分	
オートバイ		1,875	0	1,875	1,029	791	78.6	159
乗用車/ピックアップ等		908	454	454	6,016	6,676	32.7	-693
バス	マイクロ(≡トゥクトゥク)	15	0	15	139	444	20.0	-325
	ミニ(≡ソンテオ)	67	34	45	4,029	7,434	52.5	-3,458
	普通バス	10	5	5	-	-	-	-
合計		2,497	565	2,383	11,213	15,345	183.8	-4,317

出典:調査団

1) CO2 削減による便益は含まれていない。また EV 化による充電施設費用も含まれていない。

注: 車両は全て日本車を想定し、2030 年にはリチウムイオン・バッテリーの価格が 1/4 になると仮定。

4) 石油依存からの脱却

4.23 ラオスは 95%を交通分野が消費している石油燃料を 100%輸入に頼っているため、その安定的な確保は国にとってのエネルギー安全保障に大きく関係する。2011 年の交通分野における石油消費量は 8 億 6,700 万リットルに及び、自動車台数が 5 倍以上に増えた 2001 年から 3 倍以上増加した(2 億 2,700 万リットル)。

4.24 国際市場価格を反映し、ラオスのガソリンとディーゼル価格は非常に高く、交通インフラの不足もあり、旅客の移動費用や物流費用を高くする。ラオスは広大な国土に人口や活動拠点が分散しており、国土の発展には交通コストを下げる必要があるが、交通燃料を石油に依存している限りは難しい。

5) 地方経済への影響

4.25 上述されたような VOC 削減や、エネルギー節約、環境改善以外にも、EV 導入は地方経済への便益をもたらす。例えば、EV バリュー・チェーンへの参加や、EV 改造ビジネス、EV を利用した観光サービス等の新しいビジネス機会を創出することができる。EV バリュー・チェーンへの参加としては、既に中国のバッテリー工場建設がサワンナケート県で始まっていることや、台湾バッテリー・メーカーがラオスにアプローチしていることから、バッテリー産業への参入が考えられる。また従来車への EV 転換のための改造や、小型 EV の組立に伴い、EV 改造や組立ビジネスが新たな雇用機会となる。

4.6 ラオスへの低公害型交通システム導入基本方針

1) EV 導入に向けての基本的な方向

4.26 EV がラオスにとって経済面や環境面で大きな効果をもたらすであろうことがこれまでの分析で明らかになったが、本項では EV を本格的に展開するに当たって、SWOT 分析を行い、改めてその可能性と制約を具体的に検討し、その基本的な方向を明らかにした(表 4.6.1 参照)。要旨は下記である。

(イ) ラオスの最大の強みは豊富な水力発電にあり、2015 年以降は輸入に頼ることなく安定的な供給が約束されている。GMS のバッテリーとして EV を支える最も基本的なインフラの一つが将来にわたって保障される点にあり、他の諸外国が追随しえない利点である。

(ロ) 一方弱みは、低公害型交通システムを支える道路等のインフラが未整備で、行政能力、財源、技術等のソフトインフラも不十分なことである。また都市内の公共交通システムも発達していない。しかし、将来の経済成長の下で続くと予想されるモータリゼーションと都市化の進展を適切に誘導しながら遅れているインフラ開発を行いつつ、EV 化を進めれば、新しい EV ベースの交通システムを比較的容易に再構築できる良い機会となり得る。また諸外国の EV の経験や国際機関からの必要な支援も利用でき、ガソリン価格の継続的な上昇や不安定さも EV への政策転換を促す機会を与えてくれる。

(ハ) 一方脅威となる要因には公共交通が未整備のままで進むモータリゼーション、開発途上の EV 技術と未成熟な市場、石油供給者による反対運動等がある。

4.27 先に見たようにラオスにおいては、EV はエネルギー面や環境面で大きな効果をもたらすことが明らかになったので、上記の強みを活かし、機会を利用し、弱みや脅威への対応を考え、包括的な戦略を立てることが重要である。

表 4.6.1 EV 導入に向けた包括的な戦略

	脅威への対応	機会の利用
強みの利用	- 豊富な電力を交通に利用できる。 - 石油製品の国際市場価格が国内価格へ反映されている。 - 直ちに陸上交通の輸入燃料への依存を削減できる。	- 政府の積極的な公共交通促進政策に EV を連結する。 - EV を利用した公共交通システム開発促進のために ODA を利用する。 - 質のよい実用的な代替燃料車を市場から選択する。
弱みへの対応	- 遅れている交通インフラの整備を EV 化を前提に進めることで EV インフラの効率的整備を行う。 - 公共交通事業に民間セクターを巻き込む。 - EV 普及のための法制度や技術基準を整える。 - 中央政府と地方政府の能力向上を図る。	- 能力向上、EV 導入のための技術基準策定、EV 公共交通マスタープラン策定のために ODA を積極的に利用する。 - EV 事業へのインセンティブを付与する。

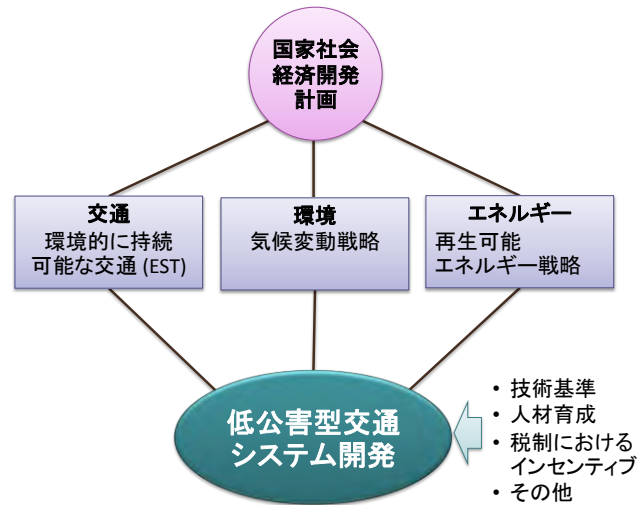
出典: 調査団

2) 低公害型交通開発の国家政策における位置づけ

4.28 EV を含む低公害型交通システムは交通セクターに留まらず、環境とエネルギー政策に直接関連している。更に技術基準や人材育成、課税や優遇税制等とも関連し、分野横断的な取り組みを必要とし、関係局も多岐にわたる。こうした点からも EV を国家政策として位置付ける必要

がある(図 4.6.1 参照)。

図 4.6.1 低公害型交通開発の国家政策における位置づけ



出典: JICA 調査団

3) EV 導入のための基本的な政策アクション

4.29 EV 導入に必要な基本的なアクションは下記の 7 項目である。

- ① **政策立案と行政能力強化:** ラオスにとって EV は未知の政策領域であり、既に始まっている民間の個別の動きを適切に管理しつつ、将来の本格的な普及に向けての政策を明らかにすることが必要である。具体的には下記を含む
 - (イ) EV システムの導入と普及に向けたマスタープランの作成: これによって EV の地域別導入・普及計画を明らかにする。
 - (ロ) EV の車種別対応方針: EV の技術面の熟度が車種によって異なるが、本調査での検討から基本的な車種別対応方針を示した(表 4.6.2 参照)。

表 4.6.2 EV 導入の車種別基本方針

車種	アプローチ
オートバイ	・ EV の利用者に対するメリットは大きいので、ICE 車に対する規制を強める(台数規制、課税強化)。但し初期段階の普及にはインセンティブを与える。
自家用車	・ 基本的には市場に委ねる。但し現段階では EV の価格があまりにも高く、選択できるモデルも限られているので、税の軽減によって普及を促す(既に実施されている)。
パトランジット	・ トゥクトゥクやソンテオの EV 化を改造ないしは同等の EV への転換で進める。これに対しては税の軽減に加えて、適切な補助をする。
バス	・ 大型バスについては現段階では EV の経済性はないので、技術改良の進展を待つ。ラオスの都市部ではバスの利用が少ないので、まずは従来型のバスで需要拡大を図る。
軽トラック	・ 税の軽減で普及を促進する。

出典: JICA 調査団

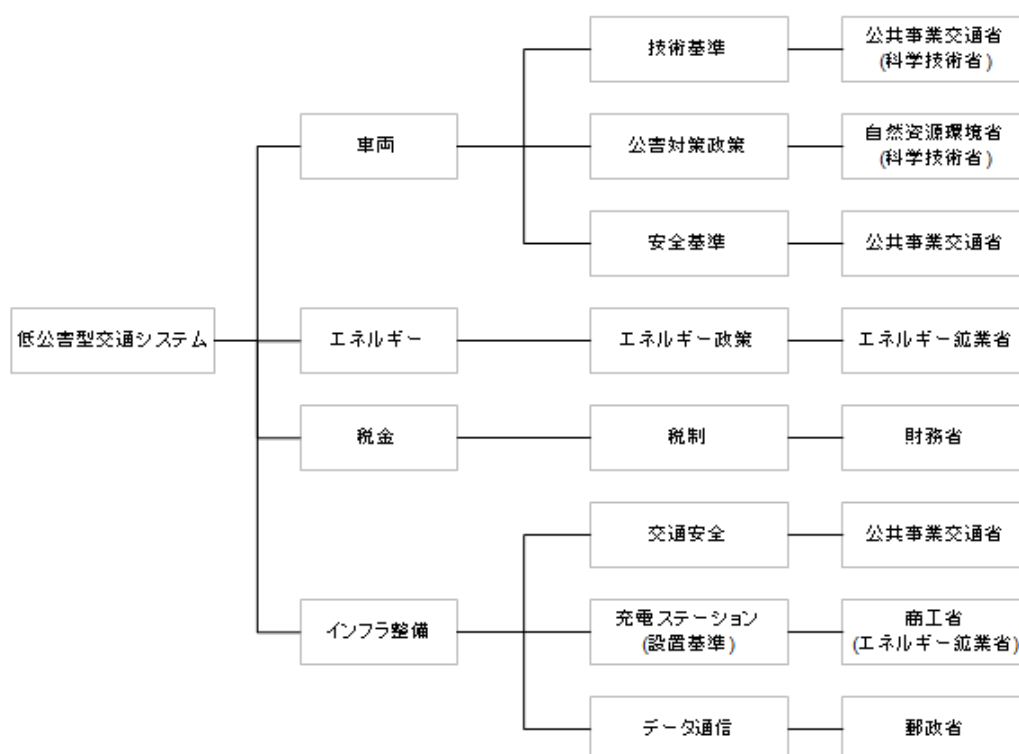
- (ハ) EV に関する制度・基準の見直しと作成: EV の導入が民間の主導で始まっている中で、EV を適切に登録・管理するための諸制度を作成する必要がある。
- (ニ) パトランジットに対する優先的な対応: トゥクトゥクやソンテオは庶民の重要な足を提供

している反面、先進国が主導する EV の流れからは外れている。パトランジットのサービスや機能は将来も必要で、タイ、フィリピン、インド等での取組みを参考にしつつラオスに適した EV 化政策を作成する。

(ホ) 組織横断的 EV 委員会の設立: EV 導入の関係者からなる EV 委員会を設立して、協調の取れた政策立案、制度構築などの必要な活動を行う。

(ヘ) 能力強化: 本調査の中で EV 関連組織についての調査を行った結果、政策ガイドラインの不適合、ステークホルダー間の協調不足、交通計画や関連分野における専門家の不足、管理組織の不足、官民連携の不足等があり、これらへの対応が必要である。また大学や研究機関の能力強化も必要であり、EV に関連する各省の役割を明確にした上で、それぞれの能力強化が必要である(図 4.6.2 参照)。

図 4.6.2 関係省の役割分担



出典: JICA 調査団

② **EV インフラの整備**: 総延長は別にしてラオスの道路整備は遅れており、国道の舗装率は 61%、県道は 9%、それ以外は 4%に過ぎない。自動車の増加が 2030 年に向けて現在の 3 倍になることが予想されるので、こうした道路の整備に際して EV を現段階から考慮することで、より効率的に EV インフラを整備することができる。道路に加えて EV インフラで最も重要なのが充電施設であり、下記に留意する必要がある。

(イ) 充電施設は家庭と目的地の両方で必要であり、予想される EV 化率に対して 2030 年には全国で大雑把に見て、家庭で 50 万か所、目的地で 35 万か所必要と推定され、これに要する費用は現在の市場価値の下で約 30 億米ドルである。

(ロ) 充電施設の設置に当たっては電力グリッドの容量を考慮して行う必要がある。

(ハ) 電気自動車充電サービスについては電気事業法において位置づけを明確にする必要

があると共に、充電設備の設置基準、安全管理基準、電気自動車充電用電気料金の設定が必要になる。

- (二) 将来的には V2H(Vehicle to Home)や V2G(Vehicle to Grid)に代表されるスマートグリッドを考慮する。

図 4.6.3 充電器例

種類	普通充電 (壁面タイプ:パナソニック)	普通充電 (スタンドタイプ:パナソニック)	急速充電 (スタンドタイプ:高砂製作所)
			
価格(米ドル)	44	3,123	27,723
定格	20A 250V AC	20A 200V AC	3 相 AC200V 80%充電時間:15-30 分

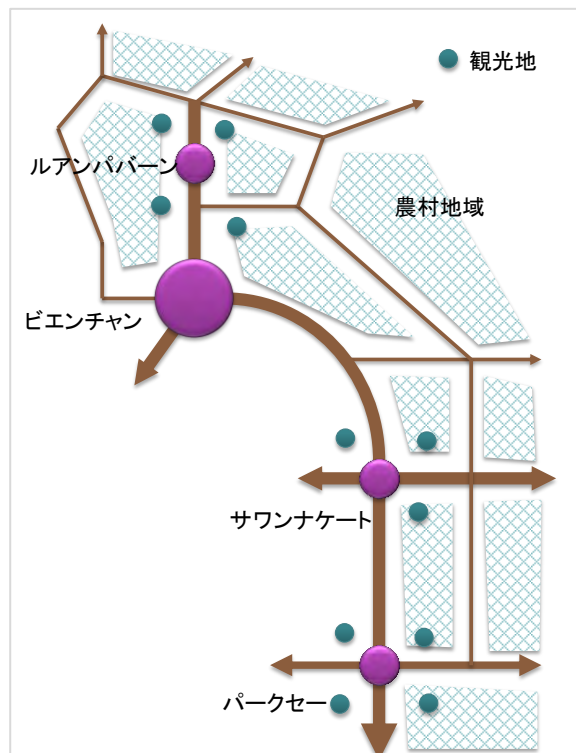
出典:パナソニック、高砂製作所

- ③ **情報・教育キャンペーンの実施:** インタビュー調査の結果 68%の人は EV を知らず、知っていてもその知識は限られている²。電動オートバイはラオスでも見られるがこれについても 37%の人は知らない。EV の普及のためには正確な知識が求められ、様々な広報手段(TV、新聞、インターネット、掲示板、パンフレット等)で情報を発信すると同時に、教育機会を設けて正しい知識を普及することが必要である。
- ④ **官民連携メカニズムの確立:** EV の普及と本格展開には EV 利用者である個人やオペレーターの積極的な参加が不可欠である。EV の個人利用や企業の商業サービスだけでなく、EV インフラの整備が EV ベースの公共交通の開発・運営に到るまで民間の事業機会は多く、政府はこうした民間のキャパシティ(技術、資金、人材)が効果的に発揮されるようなプラットフォームを整備することが必要で、具体的には下記を含む。
- (イ) 民間にとって魅力的なビジネス・モデルの作成
 - (ロ) 関連諸制度の整備と EV 投資のための窓口(one stop center)の設立
 - (ハ) 情報提供、技術指導、融資等の支援システムの整備
- ⑤ **国際協力の拡大:** ラオスは EV の普及・促進に際して十分な技術や運営能力を現段階では持っていないので、ODA を含む政府や学会、民間レベルの協力関係を強化して、こうした外部の能力を最大限に活用する。具体的なアクションとして下記を含む。
- (イ) 諸外国の関係機関との間で連携チャンネルを開設する。
 - (ロ) EV に関する国際会議やワークショップ、イベントを開催する。
 - (ハ) EV の研究開発センターを大学や企業と連携して開設する。

² 日本でも多くの人が EV の存在は知っているが、値段を知っているのは 33%、EV の充電費用まで知っているのは僅か 6%に過ぎない。

- (二) アセアン事務局の下で低公害型交通システムについてのワーキンググループの設置を働きかけ、ラオスがコーディネーターとして機能する。
- ⑥ **地域別 EV 導入戦略の策定:**ラオス全土が EV 化政策から裨益できるように、地域別の EV 導入戦略計画を作成し実施体制を整える(図 4.6.4 参照)。
- (イ) 都市域:ラオスの地域開発・サービスの拠点である首都ビエンチャン、ルアンパバーン、サワンナケート、パークセーについて各々戦略計画を作成する。この時の基本的な視点は政府主導によるパトランジットを含む公共交通システムの強化、制度面の対応による ICE 車の EV への転換促進、都市・交通開発と一体化した EV 施策の実施の 3 点にある。
- (ロ) 交通回廊:都市や開発拠点を連結する国道を中心とした交通回廊の EV 環境を整えることによって EV の活動領域を拡大すると共に、沿線地域の EV 化を促進する。道路機能に EV を組み込み、充電施設や「道の駅」の計画的配置を行うことが考えられる。
- (ハ) 農村地域:農村地域にはまだ全国電力系統網に接続していない村落が多くあるので、小水力発電等の再生エネルギー発電の利用を中心とした EV 利用を促進することで、農村地域の人々の生活環境向上を図る。また EV は交通手段としてのみではなく、農機への導入も考えられる。
- (二) 観光地:排ガスと騒音のない EV は観光地への導入に適しているが、観光開発に特化するのではなく、観光開発と住民の居住環境改善の両面に留意して EV を導入することで、観光客だけではなく地元住民も裨益することができる。

図 4.6.4 EV 導入のための地域区分



出典：調査団

- ⑦ **モデルプロジェクトの設計と実施:**EV の本格的な普及を促し、望ましい EV 交通システムを構築するには、試行錯誤が必要である。本調査でもモデルプロジェクトを抽出し、優先モデ

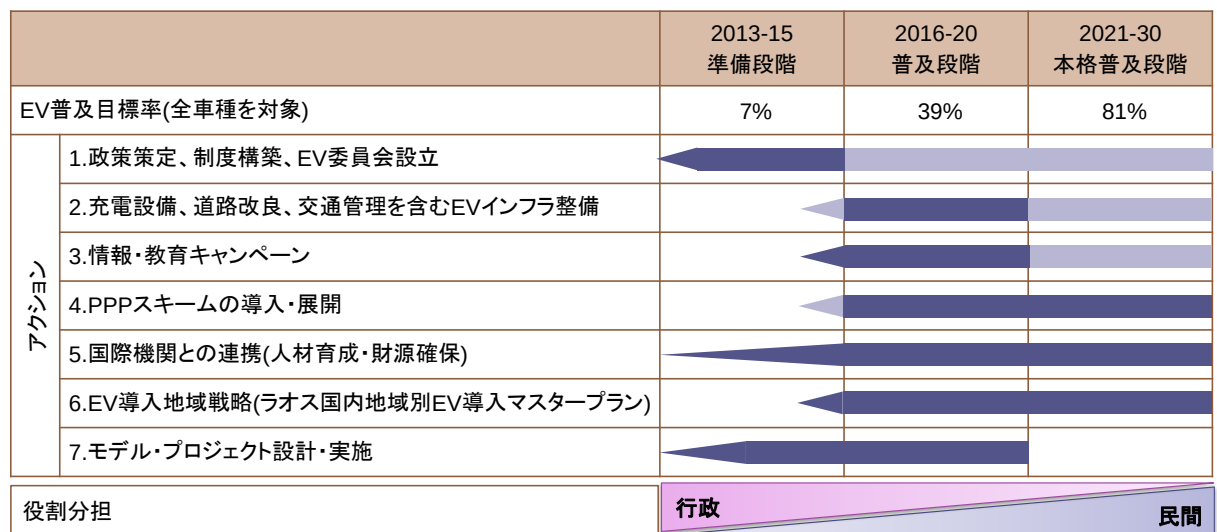
ルプロジェクトの実施を提言しているが、これ以外にも適宜モデルプロジェクトを実施して地域ごとの課題を解決しながら EV の普及を図っていくことが必要である。

4) EV 導入戦略ロード・マップ

4.30 EV 導入は準備段階(2013－2015)、普及段階(2016－2020)、本格普及段階 (2021－2030)の 3 段階で考える。自動車関連産業が活発ではないラオスにおいては政府主導の下 EV 導入を始める必要があるが、本格普及段階においては民間主導によって EV 普及・促進活動が行われることが期待される。各段階における主な活動内容は以下の通りである(図 4.6.5 参照)。

- (イ) **準備段階:**「低公害型公害型交通システム準備委員会³」を含む EV 導入体制の確立、諸外国の EV 導入状況など EV に関連する情報収集、EV に関係する法制度整備の草案作成、行政の EV 導入プロジェクト実施能力の向上、モデルプロジェクト実施準備等を行う。法制度・基準整備には EV に関する技術基準や安全基準、公共交通のサービス基準、モデルプロジェクトのガイドラインなどが含まれる。
- (ロ) **普及段階:**モデルプロジェクトの実施、EV 普及・啓蒙活動、EV インフラ整備、EV に関係する法制度の最終化、準備委員会から正式な EV 導入委員会への移行、官民連携のための枠組み構築等を行う。これによって社会的受容性の向上と同時に EV 普及のベースが整えられる。
- (ハ) **本格普及段階:**広範囲にわたる市民の EV 利用、民間企業による EV 導入への投資増加等により EV が本格的に普及する。

図 4.6.5 EV 導入のロード・マップ



出典:調査団

³ 公共事業交通省が主導する分野横断的な(エネルギー・鉱業省、環境省、財務省、商工省等)組織であり、本格的な EV 導入基盤が整うまでの暫定的な委員会とする。

5. EV プログラム導入対象地域の概要

5.1 首都ビエンチャン

1) 都市概況

5.1 首都ビエンチャンは 3,920km² の面積と人口 840,000 人を擁する最大の都市で、国の政治および経済の中心地である¹。ビエンチャンはフランス占領時代に都市が再建され、1867 年にラオスの首都となった。元々ビエンチャン県の一部であったが、1989 年に県から分離した。市の南側を流れるメコン河に沿って市街地が形成され、古代の寺院とフランス植民地時代の建築に加え、人々のシンプルなライフスタイルとホスピタリティが融合してビエンチャンの魅力となっている。

5.2 2009 年のビエンチャンの GRDP は国全体の 44.7%を占める 15.6 兆キープ(2005 年価格)(約 18.6 億米ドル)を生産し、2005 年から年率 12.4%で成長を続けるラオス経済のエンジンである。二次産業が市の GRDP の 46%を占め、繊維産業等の大規模工場の 66%が首都ビエンチャンに立地している。観光や東南アジア・ゲームや首都 450 周年記念のような主要イベントもまた、ビエンチャンの経済開発を促進している。

5.3 観光客の数は 2005 年の 683,500 人から、2009 年の 68,900 人へと激減しているが、これは新しい国際ゲートが他の県に開かれたことで多くの旅行者(特に近隣諸国から来る旅行者)がそれらの県に直接向かうようになったことが影響している。観光客数の減少は観光収入にも影響し、一人当たりの観光収入は大幅に増加したものの、2009 年の総観光収入(約 920 万米ドル)は 2005 年の 6 分の 1 以下に留まっている²。

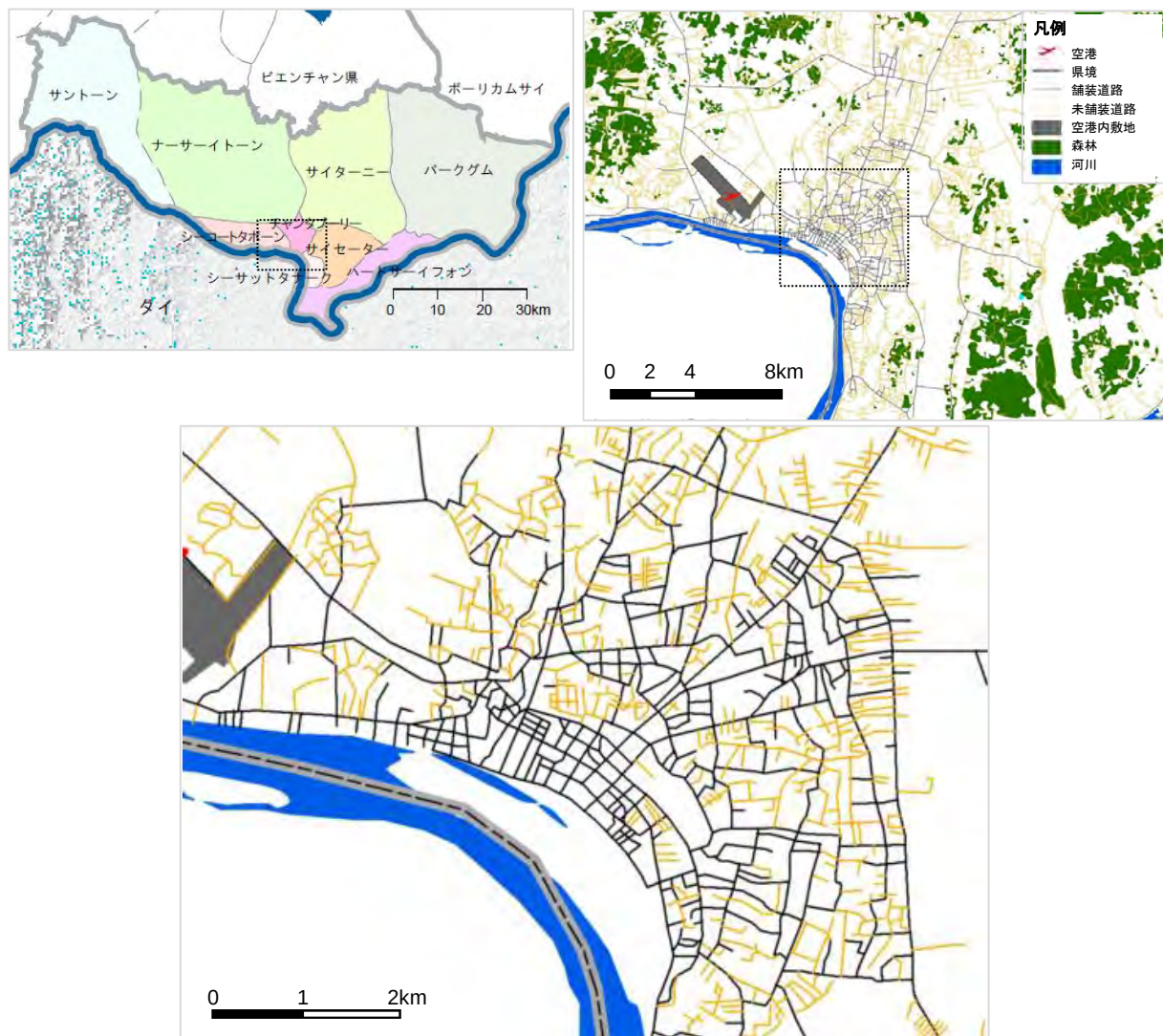
5.4 地域によって公共サービスの普及範囲には大きな差がある。電力供給は全ての地域に普及している一方で、他の公共サービス(上水道、排水、廃棄物収集サービス)は主に市街地のみで供給されている。電力供給はビエンチャン県の水力発電所によって提供されており、全ての村と 98%の世帯をカバーしているが、郊外では供給が安定していない。上水道に関しては、都心部はビエンチャン上水会社によって供給され、農村部では一般的に井戸を利用している。

5.5 ビエンチャンは 3 つの主要河川(メコン川、ナムグム川、ナムトン川)、2 つの国立保護地区、4 つの県立保護地区を含む豊富な自然環境に恵まれている。最新版の大気測定データはないが、過去の調査によると PM と SO₂ の数値が問題とされている。主な要因はディーゼル車、屋外での焚火、ごみ焼却、焼畑、道路からの粉塵であり、近い将来、工業もその原因の一つになることが予想される。

¹ 491 の村を含む 9 つの郡から成る。

² 国全体の入込観光客数は 2005 年の 110 万人から 2009 年には 201 万人と大きく伸びており、観光収入も 2009 年には 2005 年の 1.8 倍の 2 億 6,770 万米ドルとなっている。

図 5.1.1 首都ビエンチャンの位置



出典:国家地図課提供データに基づき調査団が作成

2) 都市開発状況

5.6 ビエンチャンの市街地の最大の特徴は他の東南アジア都市に比べて都心部も含めて人口密度が非常に低いことである。市全体では2人/haに過ぎず、都心部のチャンタブリー郡でも29人/haである。多くの寺院や公有地があるものの、住宅地や商業業務地も低層で集約的な土地利用は見られない。これがビエンチャンの街並みの魅力の一つであるが、同時に都市的利用という視点から見ると様々な問題を含んでいる。ビエンチャンの都市計画を見ると将来の拡大を郊外の新市街地拠点(衛星都市)の整備で受け止める方向が示されており、コンパクトな市街地形成を促進するという方向は見え難く、更に次のような問題点がみられる。

- (イ) スプロール的な土地利用の抑制が難しい。
- (ロ) 自動車依存型の都市形態で公共交通整備に工夫を要する。
- (ハ) 人口密度の低い市街地が拡大することでインフラ投資効果が低くなる。

5.7 上記のような点を踏まえつつ、公共交通をベースにした街づくりを将来に向けていく必要があるが、そのためには都市開発と公共交通整備を一体化して進める必要があり、特に中

心市街地と幹線道路沿線地域におけるこうした取組みが重要である。

3) 交通状況

5.8 交通現況は、モータリゼーションの加速により、過去数年の間で劇的に変化した。2005 年から 2010 年にかけて自動車台数は 2 倍以上に増加した。主な車種は現在もオートバイ(74%)であるが、乗用車台数も急速に増加している。調査団による交通意識調査結果によると、年間所得 5,000 – 6,000 万キープ(5,950 – 7,140 米ドル)の世帯の 40%以上が車を所有している³。環状及び放射状道路網が建設されたが、道路の舗装率は 25%に留まる。ピーク時における交通混雑は悪化しており、郊外の主要道路の交通量は 2007 – 2010 年に掛けて 2 – 5 倍も増加した。

5.9 2010 年の JICA による社会調査によると、ほとんどの交通発生・集中が、同じ村内で完結しており、労働者と学生の機関分担率は、徒歩を除いて、オートバイによる割合が最も高く、2 番目が自家用車である。公共交通利用者はトゥクトゥク利用も含め僅か 5%である。公共交通システムは、ビエンチャン・バス公社によって運営されているバス・サービスと、民間によるミニバスやタクシー、トゥクトゥク、ジャンボ、ソンテオ等のパラトランジットから成る⁴。公共バスは市内 8 路線と、都市間 11 路線、タイ行の国際 4 路線で運行されている。市内バス料金は、1 乗車当たり 2,000 – 5,000 キープ(0.2 – 0.6 米ドル)である。パラトランジットは、各パラトランジット組合で運営され、2012 年のそれぞれの車両台数は、トゥクトゥク約 600 台、ジャンボ約 800 台、小型ソンテオ約 500 台、タクシー 80 台である。

5.10 ビエンチャンの交通問題は大きく分けて、交通混雑、交通安全、交通環境の悪化にあり、その主要因は道路施設(ネットワークや路面状態)の不備、交通管理(信号、取締り、駐車等)の不足、運転挙動の悪さ、車両管理(老朽車両の保有・利用政策)の不足、公共交通(バス、パラトランジット)の未整備である。

5.11 また都心部では駐車スペースが圧倒的に不足しており、路側駐車や歩道まで乗り上げた駐車により、限られた道路交通容量を更に低下させるだけでなく、歩行者の安全な通行を妨げている。

4) EV 導入機会

5.12 EV は一義的に交通車両が電氣化されることなので、大気汚染や騒音の削減といった環境面を除くと、交通混雑の緩和や交通安全の向上には直接結びつかないが、EV 化の効果は先にみたようにガソリン輸入の節約や GHG の削減といった国家レベルでの便益があるので、EV の導入機会は他の施策と合わせてより広い視点で捉える必要がある。

5.13 EV を梃子にビエンチャンの交通や都市環境を改善する機会は次のような点にあると考えられる。これらを考慮してモデルプロジェクトの作成につなげる。

(イ) EV 導入による都心地区の環境改善:都心部の交通公害対策として EV を導入する。また都心部を E モビリティ・ゾーンに指定し、ICE 車の流入を規制することにより、混雑緩和にもつなげることができる。

(ロ) EV 化を視野に入れたバス、優先運行コリドーの設置:EV と公共交通利用のインセンティブ

³ 首都ビエンチャン都市開発マスタープラン策定プロジェクト(JICA、2010 年)によると 2010 年のビエンチャンにおける年間平均世帯所得は 3,000 – 3,500 万キープ(3,570 – 4,165 米ドル)。

⁴ ソンテオが固定路線で運行されている一方、トゥクトゥク、ジャンボ、タクシーは固定路線を持たない。中国系会社によって運営されるメーター・タクシーも存在する。

として、主要道路に公共交通及び EV 優先/専用レーンを設置する。

- (ハ) EV 導入による市民の交通環境意識の向上: EV の導入を通して市民の環境意識を向上させ、公共交通や EV の利用など環境に配慮した行動を促す。
- (ニ) パラトランジットの EV 化による公共交通の魅力向上: 公共交通への EV 導入を公共交通サービス向上のきっかけとし、車両の一新とサービス水準向上により公共交通利用者増加を図る。
- (ホ) EV 導入による商業交通サービスの改善: EV を商用車に導入することで、企業の交通費用を低減すると共に、グリーンな企業イメージを目指す。

5.2 ルアンパバーン市

1) 概況

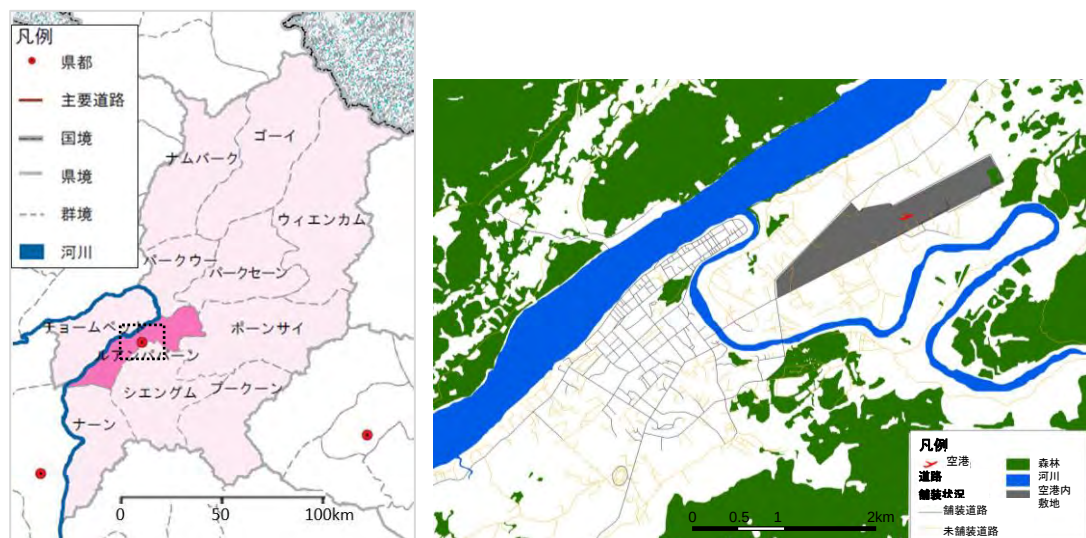
5.14 ルアンパバーン市は、ラオス北部の中心地、首都ビエンチャンの北 425km に位置し、面積約 820km²、人口 8 万人のルアンパバーン県の県都である。ラオスの第 1 王朝時代の首都でもあった市は現在、ユネスコの世界遺産都市に登録されていると共に、ASEAN の環境持続可能な都市に指定されている。メコン河とカン川に沿って広がる市街地は、豊かな森林に囲まれ市の人口の 32%を占める少数民族の活動の場でもあり、自然と文化の融合した静かな空間は世界各地から観光客をひきつけて止まない。

5.15 ルアンパバーン市の経済成長は 14.1%/年を記録し、8,880 億キープ(約 1.1 億米ドル)に達し、観光分野を含む第三次産業が都市の経済活動における主要な産業である。市の一人当たり GRDP(930 万キープ(1,107 米ドル))は、県の約 1.6 倍(590 万キープ(702 米ドル))である。ルアンパバーン空港を利用する観光客数は 2005 年から 2010 年の間で 33,000 人から 78,000 人へと倍増している。市内の主な観光スポットは、ルアンパバーンの旧市街地、クアンシーの滝、タム・ティン洞窟、その他の自然と歴史的スポットである。

5.16 社会インフラは比較的良好に整備されており、普及率はそれぞれ電気 98%、上水 66%、保険医療 84%、小学校 89%で、貧困率も 2.1%と低いはまだまだ問題も多い。電力供給が 98%の世帯に普及している一方で、上水、排水施設、下水施設、廃棄物収集等のサービスは不足している。上水は 2 つの主要な上水処理施設から供給されているが、その施設容量は不十分であり、供給能力は季節によっても変化し、乾季に水不足が生じる。下水処理は浄化槽だけに頼っている。廃棄物管理は都市開発機構が担当しており、週に 2 回収集されている。廃棄物収集サービスの他に、プラスチックボトルや、金属等のリサイクル品を集めるリサイクル・ショップも存在するが、コンポストや資源ゴミリサイクルの市場は開拓されていない。

5.17 環境面では乾季の焼畑農業による大気汚染が問題であり、雨季の河川水位の上昇による沿岸部の洪水、商業施設や交通による騒音も懸念されている。

図 5.2.1 ルアンパバーン市の位置



出典: 国家地図課提供データに基づき調査団が作成

2) 都市開発状況

5.18 ルアンパバーン市はコンパクトな中心市街地と密度の低い開発が進む外縁部と農村部で構成されている。世界遺産地区を含む中心市街地はよく保全管理されている反面、近年の内外からの開発圧力は外縁部での無秩序な開発につながっている。市民も都市部と農村部の生活環境の格差、伝統的生活様式と近代的な生活様式との調和、都市開発の方向性についての情報不足等に懸念を抱いている。

5.19 観光客の増大と内外の投資が続くことが予想され、その持続可能性が脅かされている中で、ルアンパバーン市の将来の都市開発戦略を確立することが重要な政策課題である。中心市街地を保全しつつ観光客の受け入れ能力を拡大し、市民の生活環境を改善しつつ成長を持続する基盤を作ることが都市開発の基本的な方向となる。保全コアゾーンとこれを取り巻くバッファゾーンの整備や周辺観光地の整備との一体化によるキャリイング・キャパシティの増大を図ることが必要である。

5.20 現在市民は下記のような点について居住環境の悪化を懸念している。

- (イ) 中心市街地のコアゾーンでは様々な活動が集中し、混雑、騒音、大気汚染、排水路からの悪臭がひどくなっている。ゲストハウスの改築による廃棄物処理や下水処理能力の不足が要因の一つである。
- (ロ) その他の市街地ではコアゾーンの諸問題に加えて、交通混雑、開発行為による緑地の減少、道路状況の悪化、清潔なトイレの不足が挙げられている。
- (ハ) 郊外部では更に違法開発行為の横行、水田の開発、劣悪な道路状況が問題である。
- (ニ) 農村部では開発に際しての不適切な補償、廃棄物や排水処理、トイレの不足などがある。

3) 交通状況

5.21 ルアンパバーン県には63,000台の自動車が登録され、内53,000台をオートバイが占め、この多くがルアンパバーン市に集中している。調査団で実施した交通意識調査によると、世帯当たり平均0.7台の自転車、2台のオートバイ、0.4台の自家用車を保有しているという結果であり、所得水準のわりに高い保有水準である。最下位の所得層でも世帯で平均1.1台のオートバイと0.5台の自転車を持っている。公共交通の未発達と経済成長がモータリゼーションを促進している。

5.22 こうした状況の下で2008年以降、交通事故件数が倍増しており、死傷者数も増えている。整備状況が不十分で、重車両交通の多い国道13号線が市街地を横断していることが大きな原因の一つである。モータリゼーションの進展は都心部の保全地区にも影響を与えるため、市では3つのゾーンに区分し、オートバイ、バス、トラックのサイズ別に乗り入れを規制している(表 5.2.1 参照)。

5.23 調査団の交通意識調査の結果によれば、平均通勤時間は通常10分、混雑時でも15分程度であり、実際的には混雑問題はないと考えられ、市民の関心は交通環境や駐車問題に向いている。交通整備ニーズが高いのは、道路、排水、信号、交通管理、街灯、街路樹である。

5.24 上記に加え市当局の意見も踏まえて、ルアンパバーンの交通問題は下記に整理できる。

- (イ) 国道13号線沿線での朝夕ピーク時の混雑
- (ロ) 都心部の無秩序な駐車と駐車車両によるタウンスケープの毀損

- (ハ) 交通事故の増加
- (ニ) 公共交通の低い普及率とサービス水準
- (ホ) 歩行・非動力交通(NMT)環境の悪化

表 5.2.1 中心市街地の車の乗り入れ規制

	ゾーン 1	ゾーン 2	ゾーン 3
オートバイ	< 150 cc	-	-
バス	< 15 席	< 25 席	< 45 席
トラック	< 2 T	< 5 T	< 8 T

出典: ルアンパバーン公共事業交通局



4) EV 導入機会

5.25 ルアンパバーン市は人口も少なく、中心市街地の拡がりも限られている。市は環境持続都市をビジョンに掲げ、市民の支持も得られている。豊かな自然の中に存在する歴史遺産や少数民族を含む多彩な伝統と生活様式は市民の社会経済が一体となった空間を形作っており、高品質の観光対象にもなっている。こうした中で内外からの投資による開発圧力はルアンパバーンのキャリング・キャパシティを脅かしつつあり、モータリゼーションの進行もコアゾーンの交通だけでなく、居住環境全体の悪化につながっている。これに対処する将来に向けての基本的な方向は次のように考えられる。

- (イ) コアゾーン外縁部のバッファゾーンの計画的・一体的な整備を進め、キャリング・キャパシティを大きくしつつ、コアゾーンの圧力を減ずる。また、更に郊外の観光対象を整備し、ネットワークを強化することでキャリング・キャパシティを拡大できる。
- (ロ) 上記の空間開発の方向に沿って EV を梃子とする交通整備を進める。具体的には下記である。
 - (i) 基本的にはルアンパバーンの市内交通の全体を EV 化しゼロ・エミッション交通を実現する。
 - (ii) コアゾーンはEVゾーンとし、大気汚染と騒音を排除し、同時に車両デザインにも配慮した街並みに適合した交通空間を整備する。
 - (iii) バッファゾーンにはコアゾーンや市街地全体を連結するEVをベースにした公共交通ネットワークを整備する。
 - (iv) 郊外のコミュニティや観光地を結ぶ EV 公共交通ルートを整備する。
- (ハ) また様々な利用者の交通ニーズが EV によって、より適切に満たされるような EV サービスを開発し、これを支援するインフラ整備や制度構築を行う。

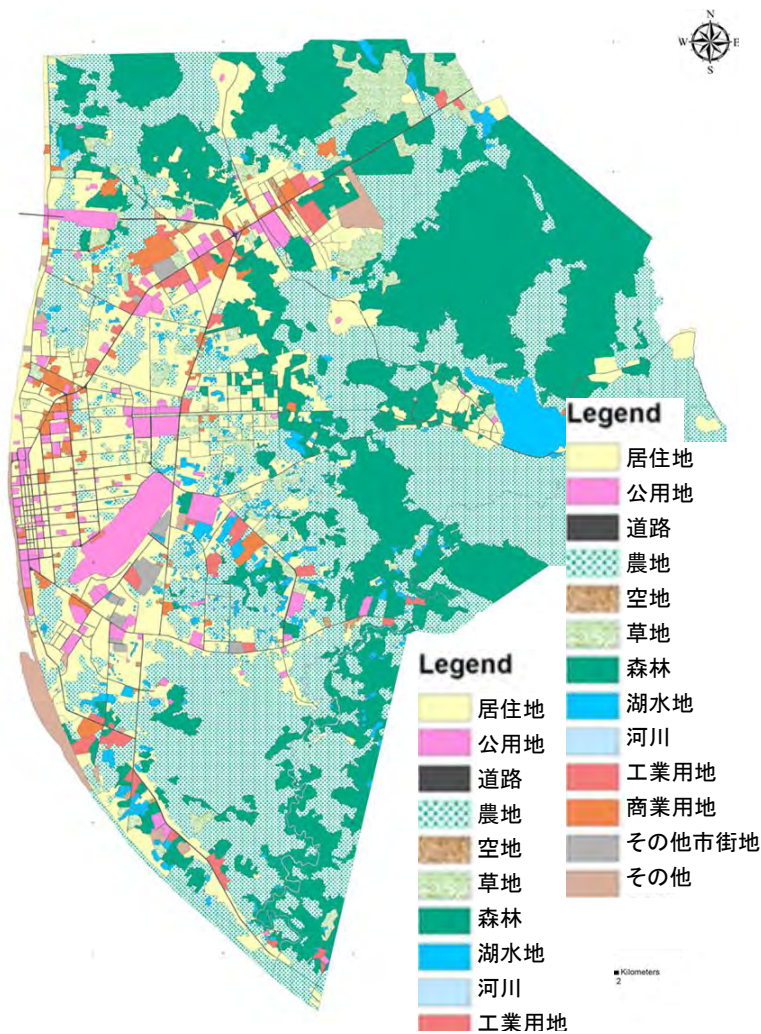
5.3 サワンナケート市

1) 都市概況

5.26 サワンナケートはカイソーン・ポムウィハーンとも呼ばれ、サワンナケート県の県都である。サワンナケートには多くのタイ人、ベトナム人、中国人が居住し活動している。サワンナケート市の人口は 2011 年で 122,220 であり、人口増加はまだ緩やかである。人口密度は 1.6 人/ha と他の都市同様に低い。県内には 360 の貧困村落が存在する一方で、都市内にはない。

5.27 サワンナケート県の社会経済開発計画によると、2010 年の県 GRDP は、6 兆 9,186 億キープ(約 8 億 2,340 万米ドル)と推定されており、年率 10.5%で増加している。この経済成長は、継続的な農業生産の拡大、政治および社会の安定、国内および海外投資の流入によるものとされている。県の工業化が進み、経済構造は変化したが、農業林業部門が付加価値の 49%、製造部門が 24%、サービス部門が 26%と依然一次部門への依存度が高い。現在、経済特区開発プロジェクトが進行中であり、工業化の進展が期待されているが、熟練労働者の不足が障害になっている。また、地域経済はタイ経済に密接に関連しており、橋梁建設により市の北部に新しい商業開発をもたらした。

図 5.3.1 サワンナケート市の土地利用概況



出典:ラオス国地方都市開発基本構想準備調査(JICA、2010)

2) 都市開発状況

5.28 県の開発ビジョンは、「クリーンで魅力的な緑あふれる都市」の開発である。サワンナケートの公共事業交通局住宅・都市計画・環境課は、居住者の健康に密接に関連するという理由から、下水道の整備を第一に、続いて排水施設と道路を開発の優先事項としている。現時点では人口密度はそれ程高くなく、生活環境面からも問題は少ないとされているが、将来予測されている人口に対応しつつ、都市インフラを効率的かつ効果的に整備するためにはコンパクトな市街地形成が必要であるとしている。

5.29 2011 年、電力供給は市内の 90%の世帯に普及しており、県は市への電力供給に十分な電力源を持っているが、ピーク時の需要を満たすため、タイ、ベトナム、カンボジアから電力を輸入している。再生可能エネルギーに関する活動も、県内の他の地区で行われている。上水に関しては、上水普及率は都心部で 79%であるが、郊外や農村地域においては上水サービスへのアクセスがなく、上水会社から直接水を購入している。廃水は未処理のまま直接川に流されており、対応が求められている。

3) 交通状況

5.30 2001 年から 2011 年に県に登録された自動車台数は 9.9 万台で、オートバイが 85%を占める。サワンナケートでも他の都市と同様オートバイの保有水準は非常に高い⁵。またコラオ社によって導入された分割払い制度により、多くの世帯が車を購入することも可能になったと言われており、こうした状況下で公共交通の必要性は余り市民に意識されていない。市内の都市道路網は全長 172km で、63%が舗装されている。幹線道路は全て舗装されているが、街路や近隣道路は未舗装が多い。

5.31 公共交通サービスは、郡間、県間、および国際路線のみで提供されており、固定路線を持つ公共バス交通は存在しない。公共事業交通局は、フィーダー・サービスとして運行できる循環バス・サービスを提案しており、Latsavongseuk－国道 9B 号線－カイソーン・ポムウィハーニー大学－Phokadouath を通過する路線で 20 座席のバス、市内中心部では 9 座席のバスが必要とされている。これに応える形で現在 20 台の EV(小型バス)が ITECC によって導入され運行が始まっている。

5.32 場所によっては朝夕のピーク時に交通渋滞が観測されているが、公共事業交通局は、市内の移動性に関する問題は深刻ではないと考えている。むしろ Latsavongseuk 道路沿いのオートバイと乗用車による駐車とオートバイによる交通事故の増加を深刻な問題と捉えている⁶。

5.33 公共事業交通局とのインタビューも含めて、サワンナケート市の主な交通問題は下記にまとめられる。

(イ) 道路インフラの改善(舗装、街灯、センターライン表示等)

(ロ) 駐車場の不足

(ハ) 非動力交通のためのインフラ不足

(ニ) 交通関連予算の不足

⁵ 調査団の交通意識調査の結果からも 100 人の回答者において 80%がオートバイを保有しており、うち 1/3 の世帯が 2 台、40%が 3 台以上保有していることが分かった。自家用車の保有率も 10%程度である。

⁶ トクトックやスカイボ、ジャンボ等のパトランジットによる交通事故の記録はない。

(ホ) 地域住民の行政への非協力的な姿勢

4) EV 導入機会

5.34 多くの中国製の電動オートバイが輸入されており、電動オートバイについては広く知られている。しかし電動オートバイ利用者は、バッテリー交換が難しいことや、スペア・バッテリーの不足、使用済みバッテリーの廃棄方法がないと言った問題に直面したため、EV に対する人々の印象はあまり良くない。一方行政は自家用車を減らし、石油燃料利用を削減するために公共交通と EV 利用の重要性を理解している。また公共交通システムの導入により、交通事故の主な原因であるオートバイが減少し、その結果交通事故の削減につながることも期待されている。

5.35 こうした状況の下でサワンナケートに EV を導入するためには、人々の理解を深めることが重要である。住民は公共交通を利用する習慣を持っていないので、その利用を習慣づける必要がある。多くのタイ人やベトナム人が国道 9 号線を通してサワンナケートに来ていることから、サワンナケートへの EV 導入は近隣諸国へのアピールとしても効果的である。

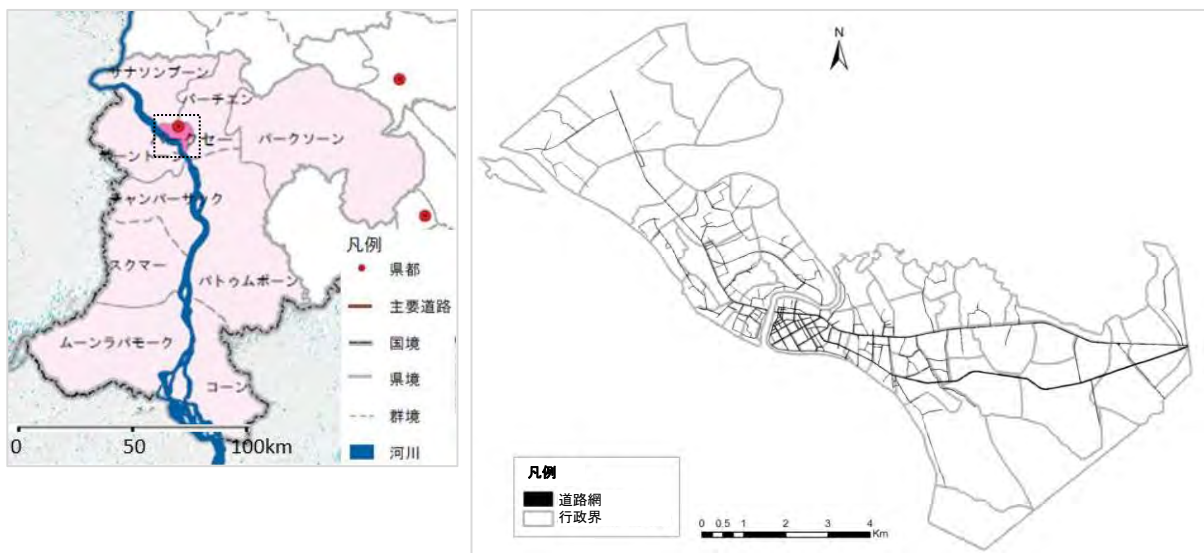
5.4 パークセー市

1) 概況

5.36 パークセー市は南部のチャンパーサック県の県都であり、セドン川とメコン川の合流地点に位置する。チャンパーサック県はタイとカンボジアと国境を共有している。パークセー市はラオス国内で二番目に大きい約 86,000 人の人口を有し、面積は 12,507km²である。

5.37 県の GRDP における産業別割合は一次産業が高い割合(40%)を占めているが、パークセーは三次産業が半分以上の割合を占め、続いて二次産業が 33%を占め、ラオス南部地域の開発拠点となっていることが分かる。パークセーにはおよそ 250 の卸売業者、2,200 の小売店、450 の運輸関連サービス、110 のホテルやレストランが集中し、県の GRDP 成長率も 9.9%/年と高い。また一人当たり GRDP も全国平均 1,029 万キープ(1,281 米ドル)に対し 1,147 万キープ(1,429 米ドル)で、貧困村落もないと言われている。

図 5.4.1 パークセーの位置と概況



出典:ラオス国地方都市開発基本構想準備調査(JICA、2010)を元に調査団が作成

5.38 電力供給の普及率は 100%、チャンパーサック上水会社による上水普及率は 81%、世帯におけるトイレ等の衛生施設普及は 100%、廃棄物収集はおよそ 23%⁷である。廃棄物は 42 村中 28 村から集められており、都心の北西 17km に位置する埋め立て地に廃棄されるが、未収集の廃棄物は燃やされるか、違法投棄されるか、都心あるいは郊外に放置される。現在の発電所は将来的に市全体に電力を供給するのに十分な能力を備えているが、2、3 年以内にボーキサイト工場が運転を開始することになっており、これが電力供給に影響を及ぼす可能性が高い。

2) 都市開発状況

5.39 パークセー市はラオス南部の開発拠点として成長を続けている。チャンパーサック県はベトナム、カンボジア、タイとも国境を接し、隣国との交通も多い。国際空港もあり、豊かな自然資源と多くの観光地は観光客を誘致し、将来も成長拠点として都市の発展が続くと予想され、将来の都市開発戦略が求められている。しかし市には明確な都市開発のビジョンがなく、都市計画や交通計画の更新もされていない。こうした状況の中で、対応すべき都市開発問題には下記が挙げられ

⁷ パークセー都市環境改善プロジェクト、アジア開発銀行 ADB TA 7567-LAO. GHK International. 2011 年 9 月

ている。

- (イ) 保全地域や堤防の保護が不十分
- (ロ) 無秩序な開発の進行と環境悪化
- (ハ) 市街地と郊外間のインフラ格差
- (ニ) 排水施設の不備と洪水
- (ホ) 廃棄物処理
- (ヘ) 都市計画、開発行政の能力(人材、財源)不足
- (ト) 市街地に近すぎる空港の位置

3) 交通状況

5.40 2011年の県内の登録車両台数は約10万台であり、85%をオートバイが占め、この46%をパークセーが占める。また市当局によれば世帯当たりオートバイを平均2台所有し、自動車保有台数も世帯の70%に及ぶと推定されている。

5.41 都市道路は全長147km、舗装率はおよそ60%である。幹線道路は、全て舗装されているが、街路と近隣道路は未舗装が多い。また交通信号は7ヶ所、駐車場は16ヶ所で整備されている。2010年のADBによる小規模なOD調査によると、全ての場所においてオートバイが道路交通量の70%を占めており、残りは小型トラック、トゥクトゥクとジャンボ、サムロー⁸が続く。公共交通利用者の割合はここでも僅か4%である。

5.42 パークセーのパラトランジットは、トゥクトゥクよりもサムローの方が一般的であり、ビエンチャンと同様に、ソンテオが国境付近の公共交通(10km以上)として利用されている。サムロー(5km以内)とトゥクトゥク(およそ5-10km)は市内交通において良く利用されている。公共交通利用は過去数年減少し続けており、公共交通組合でも大きな問題として取り上げられている。県間および国際路線については、都心地域の周辺に位置する3つの主要バスターミナルから様々なバスが運行されている。他の公共交通サービスの路線やバスターミナルからのフィーダー・サービスがないことから、バスターミナルからの乗客はパラトランジットに頼らなければならない。

5.43 パークセー市も都市開発の進展と急速なモータリゼーションによる影響を様々な形で受けており、交通問題は下記にまとめられる。

- (イ) 具体的な交通計画の不在
- (ロ) 増加し続ける交通事故(過去4年間で3.5倍)
- (ハ) 高い物流コスト(片荷、小さなロット、ロジスティクスの遅れ)
- (ニ) 開発予算の不足
- (ホ) 民間投資の不足

⁸ オートバイにサイドカーを付けたもの。

4) EV 導入機会

5.44 低公害型公共交通は市の交通改善に有効であるが、市は過去に公共交通システムの導入に失敗した経験があり、公共交通の取組みに対して比較的消極的である。一方で公共交通システムが導入される場合には、低所得層に焦点を当て、かつ郊外と都心の連結が重要であり、導入に当たっては実証実験により需要を適切に分析する必要があると考えられている。

5.5 幹線道路

1) 概況

5.45 ラオスの道路網は国道 7,235km と県道 7,961km を含む 39,585km で基本的なネットワークを形成している。約 1,600km の国道 13 号線が南北軸で、GMS 回廊の中央回廊でもある。国道 13 号線は首都ビエンチャンとルアンパバーン、サワンナケート、パークセーなどの中都市を結ぶ。一方、東西の主要道路は 200km に満たない国道 9 号線で、GMS 回廊の東西回廊で、タイ、ラオス、ベトナムを結ぶ重要な国際物流ルートでもある。

5.46 舗装率は低く、全体で 15.4% にすぎない。国道は他の道路に比較すれば 61.3% と高い舗装率を持つが、県道は 8.8% にすぎない。モータリゼーションの進展や社会経済の発展に伴って、道路交通量が増え、より良い道路サービスへの需要が高まっている中で、道路状況はそれらの需要を満たせていない状況である(表 5.5.1 参照)。こうした道路状況は交通回廊沿いの農村地域開発を妨げている要因の一つである。

5.47 道路の舗装状況以外にも、駐車場や休憩所と言った施設が交通回廊沿いに十分整備されていない。「道の駅」が国道 9 号線沿い 2 ヶ所に設置されているが、機能も不十分で全国をカバーするには圧倒的に数が少ない。

表 5.5.1 ラオスの道路延長と舗装状況

	延長(km)	舗装率(%)
国道	7,235	61.3
県道	7,961	8.8
その他	24,389	4.0
合計	39,585	15.4

出典: 公共事業交通省

2) EV インフラ導入機会

5.48 交通回廊では長距離道路利用者のためのサービス施設の適切な配置が重要であり、EV インフラはこれらと一体的に整備されることが望まれる。陸上交通が主要な交通手段であるラオスでは、政府はより戦略的に交通回廊の拡張や向上を図らなければならないが、ラオスの道路網はまだ開発途中であるため、上記 EV インフラを道路建設と共に行うことでより効果的な整備を行うことができ、建設費を抑えることも可能となる。

5.6 農村地域

1) 概要

5.49 ラオスの村落の種類は、都市部、アクセス道路のある農村部、アクセス道路のない農村部の3つに分類される。以下の項目の内、三点以上が当てはまる場合は都市部として定義され、その他は農村部となる。

(イ) 郡か県の中心地に位置している

(ロ) 電力供給率が全世帯の70%以上

(ハ) 上水普及率が全世帯の70%以上

(ニ) 一年を通して自動車による道路アクセスが可能(主要道路からの距離は200m以下)

(ホ) 一日中利用可能な市場がある

5.50 2009年、ラオスには8,725の村落が存在し、うち約85%の村落は農村部として定義されている。農村部は比較的北部の県に集中しており、ルアンパバーン県は高い都市化率にあるにも関わらず、アクセス道路なしの農村村落数が最も高い。農村部の人口は2005-2009年で減少したが、現在も人口の70%以上を占めている。しかし道路整備が進展し、アクセス道路なしの農村村落人口は減少している。

2) 農村開発状況

5.51 農村部に共通するのは、低い電力供給率、小学校へのアクセス性の悪さ、高い貧困率、世帯規模が比較的大きいことである。保健医療へのアクセス性は、他の項目における格差と比べると、都市部と農村部でそれほど大きな差はない(表 5.6.1 参照)。一般に、電気の通っていない村に住んでいる人々は、小型水力発電、ディーゼル発電、太陽光電池発電を利用している。これらの代替力発電による運用コストは、発電の種類によって異なる。

5.52 農村部の交通手段は主にオートバイとトラクターであり、村によっては燃料の補給場所が10-15km ないしはこれ以上に離れている。こうした農村部が直面する問題は様々で、村によっても異なるが、域内のインフラサービス(水、電気、廃棄物等)や情報サービスの不足に加えて、域外の高度なサービス(例えば病院)へのアクセス性が悪い等が挙げられている。

表 5.6.1 村落分類間での比較

	都市部	アクセス道路つきの農村	アクセス道路のない農村
電力供給率 (%)	95.4	49.0	10.9
小学校のある村落率 (%)	73.5	59.3	46.5
保健医療のある村落率 (%)	13.3	11.6	5.5
貧困村落の割合 (%)	4.1	26.3	67.8
世帯規模 (人/世帯)	5.6	5.8	6.0

出典:ラオス統計局

3) EV 導入機会

5.53 農村部におけるEVの導入に機会については十分な検討ができていないが、次のような点が考えられる。

(イ) 電力グリッドに接続されない地域での個別小規模発電と連動させ EV を導入する。これによ

って燃料調達のための遠距離交通を避けることができる。また家庭への電力供給源としての利用もできる。

- (ロ) EVの運行費用はICE車両よりも低く、低収入地域でのモビリティを改善するため、適切な政府支援の下にEV導入を図る。
- (ハ) 同様に石油燃料費の増加が農家の負担になっているが、EV農業機械を導入して生産コストの低下を図ると同時に農村地域の環境改善に結びつけることができる。

6. モデルプロジェクトの抽出と選定

6.1 アプローチ

6.1 前章での検討から、ラオスにおいては EV の便益は大きく、様々な状況下で EV の導入機会があることが分かった。一方、EV は技術面でまだ十分に確立されていない上に、市場で調達できる商品ラインアップも限られているが、2015 年から 2020 年にかけて技術改良と市場の拡大が急速に進むことが予想されているので、ラオスは将来の予想される状況からいち早く、効果的に裨益するために、適切なモデルプロジェクトを計画し、実践することが望ましい。モデルプロジェクトによって EV の導入機会を明らかにし、全国に広く展開していくための制度や人材開発を含む EV 促進メカニズムを構築する必要がある。

6.2 モデルプロジェクトの抽出には下記の基本点に留意した。

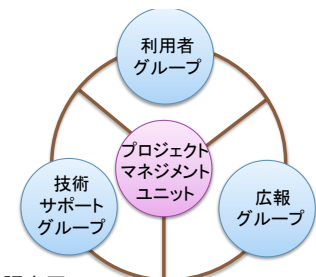
- (イ) EV 導入に関する課題を総合的に(技術、社会、経済、制度・組織)カバーする。
- (ロ) 社会の様々なグループから EV 利用者を募る。
- (ハ) EV 促進のためのステークホルダーの役割を明らかにする(特に官民の役割分担)。

6.3 モデルプロジェクトの参加者:モデルプロジェクトには幅広く参加者を募る必要があるが、利用者だけではなく、技術をサポートするグループ、広報、そしてこれらを統括する行政のプロジェクトマネジメントグループから構成される(図 6.1.1 参照)。

(イ) 利用者グループ:利用者グループは下記を含む。

- (i) 一般市民(個人、家庭)
- (ii) ビジネスグループ(交通事業者、観光業、物流業)
- (iii) 公共交通に関する組合・団体
- (iv) 地方政府・行政サービス
- (v) その他(NGO、コミュニティ)

図 6.1.1 モデルプロジェクトの参加者



出典:調査団

(ロ) 技術サポートグループ:これはモデルプロジェクト期間中の EV のメンテナンスや場合によっては改造を行うグループで、これによって地元での EV の技術面のサポート体制の整備を促す。

(ハ) 広報グループ:これはモデルプロジェクトのプロセスや成果を適切に社会に向けて情報発信をするものでこれによって現在よく認知され理解されていない EV についての正しい知識を広く社会で共有することを目指す。

6.4 モデルプロジェクトの対象 EV タイプ:EV タイプについても可能な限り幅広く選択し、モデルプロジェクトの中で導入の利点・不利点やラオスへの適性を判定できるようにする。現段階では大型のバスやトラックを除く下記としている。

- (イ) オートバイ
- (ロ) 乗用車
- (ハ) タクシー、商用車
- (ニ) パラトランジット(トゥクトゥク、ソンテオ、もしくはこれと同等の車両)

(ホ) ミニバス

(ヘ) 小型トラック

図 6.1.2 モデルプロジェクトに導入が想定される EV

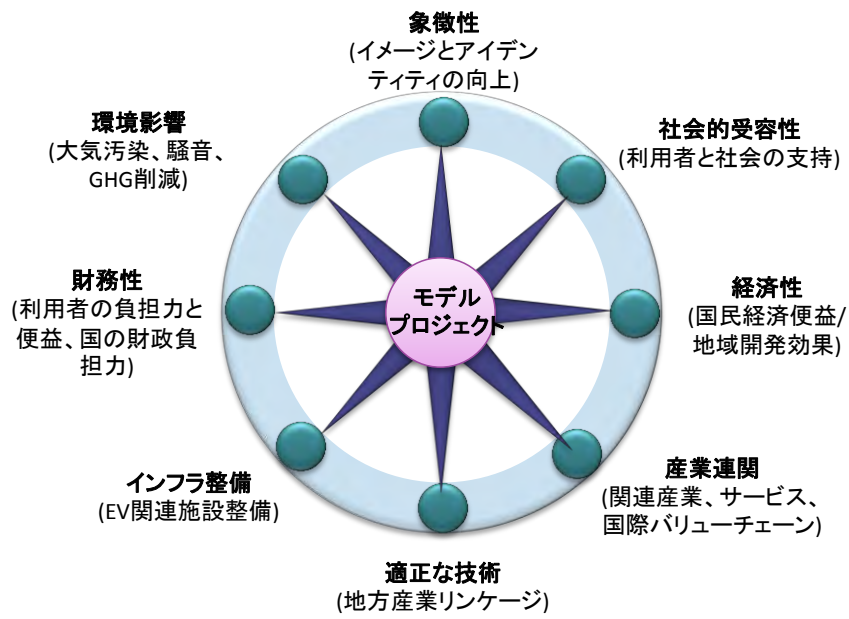
SEED60 (テラモーターズ) 	EC-03 (ヤマハ) 	EV-neo (ホンダ) 
B-com Basic (トヨタ) 	Pecolo(プロスタッフ) 	E-trike(テラモーターズ開発中) 
リーフ(日産) 	Minicab MiEV (三菱) 	e-NV200 (日産) 
Minicab MiEV トラック(三菱) 	TU(タケオカ自動車工芸) 	WEB-03(早稲田大学) 

出典: 各社ホームページ

6.5 モデルプロジェクトの評価方法と優先プロジェクトの選定: モデルプロジェクトの抽出は調査団が各種作業の結果に基づいて行うが、その評価については評価基準に基づいてワークショップ参加者との議論を元に行う。モデルプロジェクトは基本的に下記の諸点を考慮して抽出した。これによってモデルプロジェクトの効率性、有効性、反復性が明らかになり、他地域への適用やスケール・アップの方向も具体化できる。同時に取り組むべき課題も明らかにされる(図 6.1.3 参照)。

- (イ) **象徴性:** モデルプロジェクトは従来車から EV 利用へのシフトを促すことが出来るような魅力を社会へアピールできるものとする。
- (ロ) **社会的受容性:** ステークホルダーの理解と支援・参加が得られるものとする。
- (ハ) **経済性:** EV 利用の経済性が明らかにされる。
- (ニ) **産業連関:** モデルプロジェクトと関連産業とのリンケージが明らかにされ、また両者の相乗効果によって新たな産業創出の機会が明らかにされる。
- (ホ) **適正な技術:** ラオスで管理できる技術であること。
- (ヘ) **インフラ整備:** ラオスのインフラ整備の方向とキャパシティに適合すること。
- (ト) **財務性:** EV 利用者の負担力と政府の財政支援能力の範囲内であること。
- (チ) **環境影響:** 環境効果が明らかにされること。

図 6.1.3 モデルプロジェクトの要件



出典:調査団

6.2 モデルプロジェクトの抽出

6.6 モデルプロジェクトを EV の全国的な展開と適用機会の検証と考えて、下記の地域区分について抽出した(表 6.2.1 参照)。

- (イ) ビエンチャン: 首都であり大規模都市
- (ロ) ルアンパバーン: 世界遺産を持つ著名な世界観光都市
- (ハ) サワンナケート市とパークセー市: ラオスの中南部の地方拠点都市
- (ニ) 国土幹線道路沿線
- (ホ) 農村地域

表 6.2.1 候補プロジェクト概要

地域区分	候補プロジェクトの目的と概要
ビエンチャン	1) 100EV パイオニアプロジェクト : EV を幅広く市民に経験してもらい、その利用状況をモニターし、本格導入に向けての必要なデータを得ると同時に、必要な技術・制度面での支援メカニズムのあり方を明らかにする。大型車を除く様々なタイプの EV(オートバイ、乗用車、パラトランジット、ミニバス、軽トラック等)を 100 台調達し、これを様々なグループの利用者(個人、家庭、ビジネスグループ、公共交通組合、地方行政サービス等)に貸与し実際に使用した結果を報告してもらう。実施期間 3 年。
	2) E パラトランジット・プロジェクト : 庶民の足として良く利用されているジャンボ(オートバイを改造した 4-6 人乗りの 3 輪マイクロタクシー)やトゥクトゥク(タイのトゥクトゥクを改造した 10-12 人乗りの 3 輪タクシー)、ソンテオ(軽 4 輪や小型トラックを改造した 10-16 人乗りのミニバス)等のパラトランジットの EV 化を目的とする。既存車、または新たに同じようなサイズで低価格の車両をベースに EV 改造を行う。これによって既存のパラトラの問題(騒音、排ガス、ドライバーの生計、運行管理)の改善を総合的に図り、魅力ある公共交通手段として再生する。参加者は個人ドライバーではなくて組合を通じて行う。実施期間 2-3 年。
	3) E 商用車プロジェクト : これはタクシー、レンタカー、観光ツアーバス、市内物品配達、宅配等、自動車を用いたサービスであり、こうした業態では自動車の利用頻度や距離が長いものが多く、EV 化の効果も大きい。また事業所のコスト意識も高く、EV 利用の妥当性と課題を明らかにする。参加者の業態と対象とするサービスに適した EV タイプを選定する。実施期間 2-3 年。
	4) E モビリティゾーンプロジェクト : ビエンチャンの都心部は歴史的遺産が集中し、美しい街並みが形成されているが、同時に商業業務活動が集積し、インフラの需給ギャップが量的にも質的にも拡大し、交通混雑、大気汚染や騒音等の交通公害、歩行環境の悪化、住環境の悪化、地区イメージの低下等が進行している。ここに EV 優先施策を関連する交通管理施策と合わせて実施し、都心部の改善を総合的に図ることを目的としている。参加者は都心部の居住者と都心部の活動に関する主なグループとし、それぞれに合わせて適切な EV タイプを選択する。このプロジェクトのコンポーネントは上記に述べた 1)、2)、3)のコンセプトの組み合わせをベースに(i)循環電気バス(都心部内の移動のためのミニバスサービス)、(ii)E パラトランジット、(iii)対象地区境界の充電設備付の立体駐車場、(iv)対象地区内の充電設備付駐車場等を含む。実施期間 3 年。
	5) EST レーンプロジェクト : 市内の主たる公共交通コリドー(郊外部と都心部をつなぐ放射幹線道路)に大型バスが導入されているが、これを更にバス優先レーンとし、これを EV に開放することで EV の利用促進と優先レーンの効果を明らかにする。EST レーン沿線に充電施設と駐車施設を配置する。実施期間 3 年。
ルアンパバーン	1) 100EV パイオニアプロジェクト : ビエンチャンと同様のプログラムである。実施期間 3 年。
	2) 観光 EV プロジェクト : ルアンパバーン市は世界遺産を擁し、観光が市の社会、経済、環境面の持続可能性に大きく関わっている。市当局は都心部のコアゾーンに対して、既に自動車のサイズ別の乗り入れ規制をしており、交通環境の悪化に危機感を持っているので、EV の導入に対する期待も大きい。このプロジェクトでは、上記 1)と次に示す 3)のプロジェクトから観光振興のためのプロジェクトを作成するが、主なコンポーネントは(i)コアゾーンの EV 優先又は専用化、(ii)郊外観光ルート of EV コリドー化、(iii)観光産業の交通部

地域区分	候補プロジェクトの目的と概要
	門の EV 化(空港送迎、観光バス、ホテルカー、レンタルバイク等)である。これらのサービスの内容と運行範囲に応じて EV タイプを選定し、充電施設等のインフラ整備を行う。実施期間 3 年。 3) コアゾーンの E モビリティプロジェクト:ルアンパバーンの最も重要な歴史保全地区であるコアゾーンを EV 優先または専用空間にすることと、ゾーン内の環境改善を図ることによって観光魅力を高め、住環境を改善し、新たなビジネス機会を創出することを目的とする。プロジェクトの内容はビエンチャンの E モビリティゾーンプロジェクトと基本的に同様である。実施期間 3 年。
サウンナケート、パークセー	1) Eトランジットプロジェクト:地方都市の公共交通を促進するためにEVを基盤にした新しい魅力的な公共交通システムを構築することを目的としている。サウンナケートでは既に 20 台の EV ミニバスが運行を始めているので、これを含めて EV タイプを選定し、これに関連インフラの整備や運行管理の在り方等を加えたものとする。実施期間 2 年。 2) E バイクプロジェクト:ラオスの自動車保有台数ではオートバイが大きな割合を占めており、これは将来も基本的には変わらない。オートバイは既に市場に EV タイプが出現しており、利用者のライフサイクルコストも在来の ICE タイプより有利であることが分かっている。これの EV 化の環境効果やエネルギー節約効果も大きく、オートバイの EV 化を促進することを目的としている。これはビエンチャンとルアンパバーンの 100EV パイオニアプロジェクトの中からオートバイを取り出したものである。オートバイについては比較的短期間に全国展開が可能と思われる、次のようなサブコンポーネントを含むものとする。(i)EV への転換促進のためのインセンティブ(税金、駐車、優先走行等)、(ii)E バイク関連インフラ整備、(iii)保守・メンテナンス体制整備。実施期間 2 年。 3) EV 改造センタープロジェクト:EV の導入が始まってでも在来車が EV に置き換わるには長い時間が掛かる。また市場にある EV モデルは限られており、在来車を EV に改造する動きも大きくなりつつある。技術も確立されているので、ラオスにおける EV の運用やメンテナンスに必要な実地的な技術を蓄積し、人材開発の基盤を整備することを目的とする。またこれによって大学等を中心とした技術蓄積と人材開発センターの設立や、商業的な EV 改造企業の創業につながることを考慮する。対象車種は主としてパラトランジット、軽トラックとし、モデルプロジェクトではある程度の技術と人材がいる大学を拠点に実施することが現実的である¹⁾。実施期間 3 年。
交通回廊	1) EV 道の駅プロジェクト:EV の全国展開に欠かせないのがEVによる長距離移動である。ラオスは国土が広く都市間の EV による移動を確保し、沿道地域の EV 化を促進するためには国道や主要県道に適切な EV 交通支援インフラを整備する必要がある。このプロジェクトは交通サービスと地域振興という視点から取り組みの始まっている道の駅と一体化して、EV サポート機能を整備しようとするものである。但し、投資額から見て道の駅の付帯事業となるものであり、ここではコンセプトの提案に止めている。 2) E 道路プロジェクト:EV の長距離移動を支援するために充電施設を道路と一体化し、道路施設の一部として整備することを目的とする。上記の道の駅とも連携し、適切な間隔で施設の配置をする。モデルプロジェクトとして国道 13 号線で観光交通も多いビエンチャンとルアンパバーン間(約 400km)を対象として、EV を調達し、沿線約 100km 間隔で充電施設を設け、長距離移動の可能性と制約を検証する。実施期間 3 年。
農村地域	1) E 農村地域交通プロジェクト:農村地域の交通改善とエネルギー節約を目的とするもので、最も一般的な私的交通手段のオートバイ、人や物資等様々な目的に使うことのできる小型トラックを基盤とした車両、農業機械を対象 EV に含む。実施期間 3 年。

出典:調査団

1) 地方都市で受け入れ体制が不十分な場合には場所や内容の変更が必要となる。

6.3 モデルプロジェクト候補の評価

1) ステークホルダーによる候補プロジェクト評価

6.7 候補モデルプロジェクトをワークショップ(参加者はほとんどが行政と交通事業者)で、説明・議論した後、各参加者が評価を質問票に回答する方法で行った。その結果、プロジェクトの内容が十分に理解されていないのではないかとと思われるケースも見られたが、下記のように評価された(表 6.3.1 参照)。

(イ) 広く参加者を募ったビエンチャンとルアンパバーンを対象とした 100EV パイオニアプロジェクトが最も高く評価された。これは他の交通意識調査の結果から得られた一般市民の EV 政策に対する高い関心と支持とも合致する(表 6.3.2 参照)。

(ロ) 次いで高く評価されたのは E パトランジット、E バイク、観光 EV 等のプログラムで、日常的に使っている交通手段の EV 化や、ルアンパバーンにおける観光の重要性が認識された結果と考えられる。

(ハ) 他のプロジェクトも平均以上の評価を受けているが、交通コリドーの EV 化、ビエンチャンの EST レーン、農村地域の E 農機プロジェクトは平均以下の評価結果となっているが、EV の長距離移動や農業機械の EV 化の必要性和効果がまだ早い、もしくは十分に理解しにくいためと考えられる。

(ニ) 地域別には都市部、農村部いずれにおいても EV の必要性和効果が期待できると評価された。

表 6.3.1 ラオスにおける実施候補 EV プロジェクト評価結果

	スコア 合計 ¹⁾
ビエンチャン	1.100 EV パイオニアプロジェクト 4.1
	2.電気パトランジット・プロジェクト 4.0
	3.電気商用車プロジェクト 3.4
	4.E モビリティゾーンプロジェクト 3.4
	5.EST レーンプロジェクト 2.0
ルアンパバーン	1.100 EV パイオニアプロジェクト 4.0
	2.観光 EV プロジェクト 3.9
	4.中心部の E モビリティゾーンプロジェクト 3.5
地方拠点都市	2.電気パトランジット・プロジェクト 3.6
	2.電動オートバイ・プロジェクト 3.9
	3.EV 改造センタープロジェクト 3.3
交通回廊	1.EV 道の駅建設 2.4
	2.E 道路プロジェクト 1.4
農村地域	1.電動オートバイ・多目的 EV 導入プロジェクト 3.6
	2.電気パトランジット・プロジェクト 3.6
	3.電気農機プロジェクト 2.1

出典: 調査団

1) スコア 1= 低い、2=やや低い、3= どちらでもない、4= やや高い、5= 高い

表 6.3.2 EV に対する市民の意識

		EV の 経 験 (%)	EV へ の 関 心(%)	EV 政 策 支 持(%)
ビエン チャン	一般市民	42	82	95
	企業	24	88	95
	EV 利用者	100	100	100
ルアンパ バーン	一般市民	19	96	100
	企業	21	78	93
	EV 利用者	100	100	98

出典: EV/PHV 導入推進キャパシティ調査(JICA、2012)、優先都市交通現況調査(JICA、2012)

6.4 優先モデルプロジェクト

1) 優先モデルプロジェクトのデザイン

6.8 候補モデルプロジェクトの評価結果を総合的に検討し、優先モデルプロジェクトを最も関心の高い 100EV パイオニアプロジェクトを中心に他のプロジェクトの評価結果も考慮して下記に再構成した。

(イ) 目的:EV に対する政府の肯定的な政策方針は市民や企業の高い関心と支持に支えられていることが分かり、優先モデルプロジェクトは EV に関する各種課題に総合的に取り組み、本格展開のための技術、制度、組織面のプラットフォームを整備することを基本的な目的とする。

(ロ) プログラムの構成:下記の 3 つのコンポーネントから構成される。

- (1) コンポーネント 1:ビエンチャン 100EV サブプログラム:このサブプログラムは更に 100EV パイオニアプロジェクトに E モビリティゾーンプロジェクトと EST レーンの対象コリドーを含めて、数少ない EV 台数を交通改善を必要とする地区に重点的に配置し、通常の交通管理政策と合わせて相乗効果が出るようにした。
- (2) コンポーネント 2:ルアンパバーン観光 EV サブプログラム:ビエンチャンと同様 100EV パイオニアプロジェクトに観光 EV プロジェクトと中心部の E モビリティゾーンプロジェクトを統合し、より具体的かつ明確な効果が出るようにした。
- (3) コンポーネント 3:EV 導入支援サブプログラム:コンポーネント 1 と 2 の円滑な実施を支えると同時に、その後の本格展開に必要な制度、組織、技術支援、人材開発、広報等のあり方を明らかにするものである。

2) プログラムコンポーネント 1:ビエンチャン 100EV サブプログラムの概要

(イ) 目的:このサブプログラムは下記の目的を持つ。

- (i) 市内における EV 利用の適性を判定する
- (ii) EV インフラ(充電施設)の有効性を判定する
- (iii) EV 導入に際しての必要なデータを取得する

(ロ) 期待する成果:このサブプログラムの実施によって期待する成果は下記である。

- (i) EV 展開についての社会的合意が形成される
- (ii) EV の導入・普及に関する行政組織が整備される
- (iii) EV の本格展開のための実施メカニズムが確立する

(ハ) サブプログラム参加者:サブプログラム参加者は一般市民、民間企業、行政から選び、それぞれ通勤・通学、私用、各種業務等目的に合った EV を利用することになる(表 6.4.1 参照)。サブプログラム参加者は基本的に都心部に居住している人と都心部で業務に従事している個人・企業・組織から選ぶことにより、重点的に EV インフラの整備を行うことが出来る。

表 6.4.1 車種別サブプログラム参加者

EV 利用対象者		業態/目的	EV 車種別配置台数					
			オートバイ	超小型EV	三輪	乗用車	バン	小型バス
一般市民	個人	通勤、通学、業務(個人利用)	5	3	-	10	-	-
	世帯	通勤、通学、私用(共同)	5	2	-	-	-	-
企業・組織	旅客輸送事業	送迎サービス、タクシー、レンタカー	5	5	-	15	-	5
	物資輸送事業	宅配サービス、小口配送	5	5	5	-	-	-
	公共交通事業	パトランジット、ミニバス	-	-	10	-	5	5
行政		パトロール、行政サービス	5	-	-	-	5	-

出典: 調査団

(二) 対象地域と個別プロジェクト: 都心部をEモビリティゾーン対象地区とし、重点的にEVインフラとEV公共交通等を整備すると共にICE車の流入制限等を設ける地区とする。またEモビリティゾーンを中心に、国道13号線、Sithong道路、Thadeua道路を主なEV運行対象地域とし、主要施設や給油所にEV充電ステーションを設置する。具体的なEV利用方法については、一般市民による通勤・通学、私用での利用以外に下記が考えられる。

- (i) EVタクシー/EVレンタカー/ホテルの空港送迎用車両
- (ii) 小口・郵便配送/レストラン等のデリバリー・サービス
- (iii) 民間企業の営業用車両/商品配達用車両
- (iv) Eパトランジット(Eトゥクトゥク、Eミニバス)
- (v) EVパトロール・サービス/EV廃棄物収集

図 6.4.1 Eモビリティゾーン対象地区



出典: 調査団

図 6.4.2 主なEV運行対象地域



(ホ) 概算事業費: 概算事業費は電気自動車100台、EV充電器203基(電動オートバイ用ソケット80個、EV用普通充電120基、EV用急速充電3基)を含み、初期費用は約550万米ドルになる。また自動車のライフサイクル期間中(約10年間)の維持管理費用として約260万米ドルが必要となる。但し税金を除くと、初期費用と維持管理費用の合計金額は485万米ドルになる。

表 6.4.2 コンポーネント 1 概算事業費(千米ドル)

項目			ベース費用	免税の場合
初期費用	電気自動車(100 台)		4,920	2,114
	改造費用等		86	74
	EV 充電器(203 基)		351	290
	充電器設置費用		142	129
	小計		5,499	2,607
維持管理費 (10 年分)	スベアパーツ・EV		2,442	2,114
	メンテナンス費	充電器	149	129
	小計		2,591	2,243
合計			8,090	4,850

出典: 調査団

3) プログラムコンポーネント 2: ルアンパバーン観光 EV プログラムの概要

(イ) 目的: このサブプログラムは下記の目的を持つ。

- (i) 市内における EV 利用の適性を判定する
- (ii) EV インフラ(充電施設)の有効性を判定する
- (iii) EV 導入に際しての必要なデータを取得する

(ロ) 期待する成果: このサブプログラムの実施によって期待する成果は下記である。

- (i) EV 展開についての社会的合意が形成される
- (ii) EV の導入・普及に関する行政組織が整備される
- (iii) EV の本格展開のための実施メカニズムが確立する

(ハ) プログラム参加者: プログラム参加者はコンポーネント 1 同様、一般市民、民間企業、行政から選び、それぞれの通勤・通学、私用、各種業務目的に合った EV を選び、利用する(表 6.4.3 参照)。プログラム参加者は基本的に都心部に居住している人と都心部で業務に従事している個人・企業・組織とするが、企業・組織については観光に重点を置く。

表 6.4.3 車種別プログラム参加者

EV 利用対象者			EV 車種別配置台数					
			オート バイ	超小型 EV	三輪	乗用車	バン	小型 バス
一般 市民	個人	通勤、通学、業務(個人利用)	10	3	-	-	-	-
	世帯	通勤、通学、私用(共同)	5		-	-	-	-
企業・ 組織	旅客輸送事業	送迎サービス、タクシー、レンタカー	10	7	-	15	15	20
	物資輸送事業	宅配サービス、小口配送	-	-	5	-	-	-
	公共交通事業	パトランジット、ミニバス	-	-	5	-	-	-
行政		パトロール、行政サービス	5	-	-	-	-	-

出典: 調査団

(ニ) 対象地域と個別プロジェクト: E モビリティゾーン対象地区となる保全地区と周辺観光地と都心部を結ぶルートは EV インフラ整備重点地区とする。E モビリティゾーンは EV 公共交通の整備、ICE 車の流入制限、観光客への EV レンタルショップ等を設ける地区とする。具体的な EV 利用方法については観光分野に関係する以下のようなものがある。

- (i) EV 空港タクシー/ホテルの空港送迎用車両
- (ii) EV レンタカー(オートバイ/超小型 EV/乗用車)
- (iii) EV タクシー/EV 観光バス
- (iv) E パラトランジット(E トウクトゥク、市内周遊 E ミニバス)
- (v) レストラン等のデリバリー・サービス

図 6.4.3 E モビリティゾーン対象地区



出典: 調査団

図 6.4.4 対象観光ルート



(ホ) **概算事業費:** 概算事業費は電気自動車 100 台、EV 充電器 203 基(電動オートバイ用ソケット 80 個、EV 用普通充電 120 基、EV 用急速充電 3 基)を含み、初期費用は約 580 万米ドルになる。また自動車のライフサイクル期間中(約 10 年間)の維持管理費用として約 160 万米ドルが必要となる。免税措置が取られる場合には、初期費用と維持管理費用の合計金額は 390 万米ドルになる。

表 6.4.4 コンポーネント 2 概算事業費(千米ドル)

項目			ベース費用	免税の場合
初期費用	電気自動車(100 台)		5,281	2,143
	EV 充電器(203 基)		351	290
	充電器設置費用		141	128
	小計		5,773	2,560
維持管理費 (10 年分)	スペアパーツ・EV		1,441	1,248
	メンテナンス費	充電器	148	128
	小計		1,589	1,376
合計			7,362	3,936

出典: 調査団

4) プログラムコンポーネント 3 EV 導入支援プログラムの概要

- (イ) 目的: このサブプログラムは下記の目的を持つ。
 - (i) コンポーネント 1、2 の円満な実施のためのプラットフォームを整える。
 - (ii) EV の本格展開に必要な組織、制度、技術基準、インフラ整備ガイドライン、人材育成マニュアルが整備される。

(iii) EV 改造センターが設立され人材訓練が行われる。

(ロ) 期待する成果:行政や民間を含むステークホルダーの役割分担が明らかになり EV の普及が進む。

(ハ) プログラムの内容:(表 6.4.5 参照)

表 6.4.5 サブプログラムの内容

サブプログラム	内容
1. EV の普及に関する制度の草案作成	・ EV 車両の輸入・登録 ・ EV 車両に対する課税 ・ EV に対する優遇措置
2. EV 技術基準の作成	・ EV 車両の安全基準 ・ 充電設置の設置基準 ・ EV バッテリーの安全基準
3. EV 改造センターの設置	・ 改造 EV 車の施策と EV 技術の習得 ・ EV 維持管理技術の習得 ・ EV 人材育成(マニュアル作成、トレーニング) ・ EV 技術情報の蓄積 ・ EV 技術に関する国際交流
4. 情報・教育キャンペーンの実施	・ EV 情報・データベースの整備 ・ 広報活動(メディア、インターネット、掲示板等) ・ EV に関する教材作成と配布 ・ ワークショップ、セミナー、ミーティングの開催
5. EV 協議会の設置	・ EV に関する組織横断的、分野横断的な議論のためのプラットフォームの設置 ・ 関係機関の間の活動調整

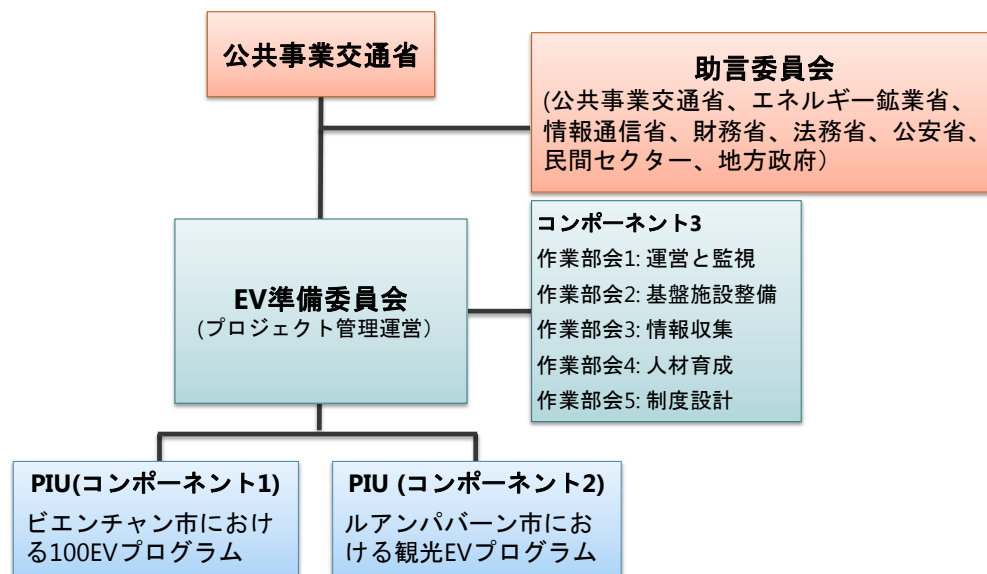
出典:調査団

5) 事業実施体制

6.9 実施体制は公共事業交通省の下にプロジェクト全体を管理するための分野横断的な EV 準備委員会を設立し、作業部会がコンポーネント 3 のサブコンポーネント毎に設置される。またコンポーネント 1、2 の実施・運営に当たってはそれぞれプロジェクト実施ユニット(PIU)を立ち上げ、各 PIU が実施することになる。またプロジェクト全体に対して助言・監視を行うための機関として助言委員会を設置し、EV 準備委員会は助言委員会に対して定期的な報告や意見交換を行い、助言を得る。助言委員会はプロジェクトのモニターも行う(図 6.4.5 参照)。

6.10 EV 準備委員会は基本的に中央政府組織から成る一方、PIU は地方政府や民間企業、大学等が中心となって活動を行う。これらの組織体制に参加が想定される機関は、公共事業交通省、エネルギー鉱業省、環境省、財務省、情報通信省、法務省、公安省、教育省、地方政府、公共交通組合、民間企業、大学、職業訓練校などである。

図 6.4.5 モデルプロジェクト実施体制



出典: 調査団

6) 事業実施スケジュール

6.11 事業実施スケジュールは下記の通りであり、各コンポーネントとも 3 年間で実施する。コンポーネント 3 は EV 導入の基盤づくりに関るものなので、コンポーネント 1、2 に先行して実施されることが望ましい。

表 6.4.6 事業実施スケジュール

			1 年次	2 年次	3 年次
コンポーネント 1 & コンポーネント 2	PIU の設立/実施計画の準備		■		
	パイオニアの公募/オリエンテーション		■		
	充電器導入計画策定と導入		■		
	パイオニアによる EV 利用/モニタリング			■	■
	プログラム評価				■
コンポーネント 3	制度/ 技術基準	草案準備	■		
		モデルプロジェクトへの適用		■	■
		修正/最終化			■
	議論の場の提供		■	■	■
	情報・教育キャンペーン		■	■	■
	改造センタ ーと研修	センター設立/研修プログラム作成	■	■	
		研修実施/ EV 改造		■	■
	人材育成		■	■	■

出典: 調査団

7. 結論と提言

7.1 結論

1) 世界で進展する EV の普及

7.1 EV への取り組みは先進国を始めとして本格的な流れになりつつある。先進国では政府主導で次世代の環境対応車としての普及を推進しようとしており、産業界は新たなビジネス機会と捉えて従来の自動車メーカー以外からも大小の企業が参入しつつある。多くのパイロットプロジェクトが実施され、EV の普及に関するイベントも多く、社会の期待も高まりつつあるが、本格的な普及の兆しはまだ十分に見えていない。まだまだ EV の価格が高くモデルの選択も限られ、充電インフラの整備も不十分であり、EV の寿命や安全性についてのマーケットの信頼も勝ち得てないことなどが理由と考えられている。一方で大手の自動車メーカーの動きが活発化しつつあるので、上記の点が改善すれば急速に普及モードに入る可能性が指摘されている。

2) ラオスにとっての EV の意義

7.2 ラオスは EV を普及することで大きな便益を得られる。最も大きいのはエネルギー節約で 2030 年までにオートバイやミニバスが 100%、その他の車種が 50%EV に転換したと仮定すると、単年度で石油輸入額は 9 億 3,800 万米ドル削減でき、2015 年から 2030 年の間の累積では 64 億 5,600 万米ドルにのぼる。電気の EV による消費は 2030 年で金額にしても 1 億 8,380 万米ドルに過ぎない。また EV による追加電力需要は予想されている供給量の 7%以下に過ぎず、EV 化による新たな発電投資も不要である。環境面での効果も明らかで、PM、NOx、CO、THC 等の排出量はゼロとなり、地球温暖化の原因として問題となっている CO2 は電源がグリッド排出量がゼロである水力のため、EV の CO2 排出量もゼロとなり、世界でも数少ないケースである。ゼロエミッション交通をベースとした交通は新たなインパクトを地域社会にもたらし、大気汚染や騒音と言った交通公害を一掃し、ラオスの都市の魅力(歴史遺産に支えられてきた自然に囲まれた静謐でコンパクトな市街地)を一層際立たせ、ラオスのイメージの向上や重要な産業である観光の振興につながる。また EV は従来の自動車に関するバリューチェーンを変化させ、この過程で新たな産業の立地にもつながる。

3) EV の受入れ体制の整備

7.3 EV の生産・販売にはラオスは関係しないが、将来に向けて続々と市場に登場するだろう様々なタイプの EV や関連インフラを適切に導入するための受入れ体制の整備を始める必要がある。関連法制度が未整備のまま既に民間によって EV の導入が始まっているが、こうした初期の活動で EV が適切に機能しないで問題が発生し、EV の社会的理解が阻害されることのないような体制作りが必要である。

7.4 EV は車種によって開発の熟度が異なり、小型車(オートバイやミニバス)は同等の在来の ICE 車に対してライフサイクルコストにおいて既に優位性がある。一方乗用車以上のクラスでは主としてバッテリーコストによってまだまだ ICE 車がコスト面では優位である。このために先進国では政府の補助金が投入されている。一方、途上国では通常輸入自動車に対して高い税金が課せられているので、EV についてはこれを減額することで、同じような効果をもたらすことが出来る。公共交通の重要な担い手である大型バスについては様々な試行がされており、大きな補助がないと成立しない。従って一口に EV と言っても車種によって異なることに留意する必要がある。

7.2 提言

- (1) **EV の国家政策への反映とロードマップの作成:** EV への取組みが顕著な効果をもたらすためにはできるだけ多くの自動車が EV 化される必要があり、このためには中・長期に渡る一貫した政策が関係者の連携の下に取られなければならない。また中央政府以外にも多くのステークホルダーがいて、広く社会の合意が必要である。EV 化の推進によって不利益を被るグループはラオスにはほとんど存在しないので、EV を国家政策に明確に反映し、これによって様々なプロジェクトやアクションが効果的に実施できる。更にこうした政策や活動を短・中・長期の時間軸の下で具体的に示すことで、関係者の行動指針が明確になり、政策の進捗状況も共有できる。
- (2) **実施体制の整備:** 現在のラオスには EV に本格的に取り組むためのベースが整っていない。EV の本格展開は先進国の技術開発から見て 2015 年頃から始まると予想され、この期間は実施体制を整える良いタイミングと捉え、下記のような準備作業を行うことが望ましい。
 - (イ) **EV 準備委員会の設立:** 公共事業交通省を中心に関係者との連携を保持して EV の普及に関する準備作業の母体とする。
 - (ロ) **EV マスタープランの作成:** 本調査で基本的な報告を提示したが更に地域別や課題別に検討を深め、EV 普及のためのマスタープランを作成する。
 - (ハ) **EV に係る基本的な制度の構築:** 民間企業による EV の導入が既に始まっていることもあり、EV の輸入、登録、運用管理についての制度を整える必要がある。当面は最小限のものを用意し、市場のニーズに応える。

(ニ) **人材育成:** EV に関する人材育成を官民レベルで行うメカニズムを整える。
- (3) **モデルプロジェクトの実施:** EV の普及に先駆けて、その導入の実現性や効果を検証し、上記(2)に述べたキャパシティ・ビルディングを総合的に図るためにモデルプロジェクトの実施は非常に有効だと考えられる。これによって EV の本格展開に必要な情報の入手や実施能力の強化を図ることができる。モデルプロジェクトの実施は EV 先進国の協力を最大限に活用することが望ましい。

添付資料

添付資料 1: 調査関係者リスト

表 1 JICA/JICA 調査団

名前	所属
国際協力機構	
1. 戸川正人	国際協力機構 ラオス事務所 所長
2. 譲尾進	国際協力機構 ラオス事務所 次長
3. 森範行	JICA 専門家
JICA 調査団	
1. 岩田鎮夫	総括/交通計画
2. 矢島充郎	副業務主任/低公害型公共交通インフラ計画
3. 平野宏和	低公害型車両導入計画(1)
4. 千葉一雄	低公害型車両導入計画(2)
5. 張峻屹	交通調査/需要予測(1)
6. 渡邊千華	交通調査/需要予測(2)
7. レネ・サンチアゴ	経済/財務分析
8. 白川泰樹	環境/社会影響
9. 安倍士	モデルプロジェクト総合調整
10. トウエンチャイ福田	理解促進
11. 岡田康裕	関連情報・データベース構築(1)
12. 飯島敏雄	関連情報・データベース構築(2)

表 2 ナショナル・コンサルタント

名前	所属
1. Mr. Sengratry KYTHAVONE	交通調査
2. Mr. Phetsaphone Boonyanith	需要予測
3. Mr. Phongsavanh Inthavongsa	経済/財務分析
4. Mr. Khontisack Bualapha	モデルプロジェクト総合調整
5. Mr. Khambong Thepbandith	ウェブサイト構築・マニュアル作成

