

ラオス人民民主共和国

公共事業交通省、ビエンチャン市

ラオス国
ビエンチャン市都市交通改善のための
位置情報・交通観測システム
普及・実証事業
業務完了報告書

平成 28 年 10 月

(2016 年)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

国内
JR
16-109

株式会社 社会システム総合研究所

目 次

巻頭写真.....	i
略語表.....	iv
地図.....	v
図表写真番号.....	vi
案件概要.....	ix
要約.....	x
1 事業の背景.....	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認.....	1
① 事業実施国の政治・経済の概況.....	1
② 対象分野における開発課題.....	4
③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度.....	5
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析.....	5
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要.....	7
① スマートフォン GPS バスロケーションシステム.....	7
② Wi-Fi パケットセンサーによる交通観測システム.....	8
2 普及・実証事業の概要.....	9
(1) 事業の目的.....	9
(2) 期待される成果.....	9
(3) 事業の実施方法・作業工程.....	10
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）.....	11
(5) 事業実施体制.....	14
① 提案者の支援体制.....	14
② 現地での支援体制.....	14
(6) 相手国政府関係機関の概要.....	15
3 普及・実証事業の実績.....	16
(1) 活動項目毎の結果.....	16
① 活動結果 1：提案製品の導入と運用.....	16
② 活動結果 2：持続的な交通管制を行う仕組みの確立.....	28
③ 活動結果 3：普及活動.....	38
(2) 事業目的の達成状況.....	62
① 「提案製品の導入と運用」の達成状況.....	62
② 「持続的な交通管制を行う仕組みの確立」の達成状況.....	63
③ 「普及活動」の達成状況.....	63
④ システム導入の費用対効果に関する現地機関の見解.....	64
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献.....	64

(4)	日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	65
(5)	事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について	65
(6)	今後の課題と対応策	66
4	本事業実施後のビジネス展開計画	67
(1)	今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定	67
①	マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）	67
②	ビジネス展開の仕組み	69
③	想定されるビジネス展開の計画・スケジュール	71
④	ビジネス展開可能性の評価	73
(2)	想定されるリスクと対応	73
①	スマートフォン通信方式・パケット構造の技術変更	73
②	競合会社の進出	73
③	カントリーリスク	73
④	現地政府の法務解釈に伴うリスク	73
(3)	普及・実証において検討した事業化による開発効果	74
(4)	本事業から得られた教訓と提言	74
①	教訓	74
②	提言	76

別添資料

1. バスロケーションシステム用車載器操作マニュアル
2. バスロケーションシステム管理者用マニュアル
3. VCSBE City Bus 利用に関するアンケート調査結果（第1回）
4. VCSBE City Bus 利用に関するアンケート調査結果（第2回）
5. 関係機関との協議議事録

巻頭写真



パケットセンサー設置候補選定現地調査
(2015年5月)



バスロケーションシステム説明会開催
(管理者向け) (2015年8月)



ステアリングコミッティ開催 (2015年8月)



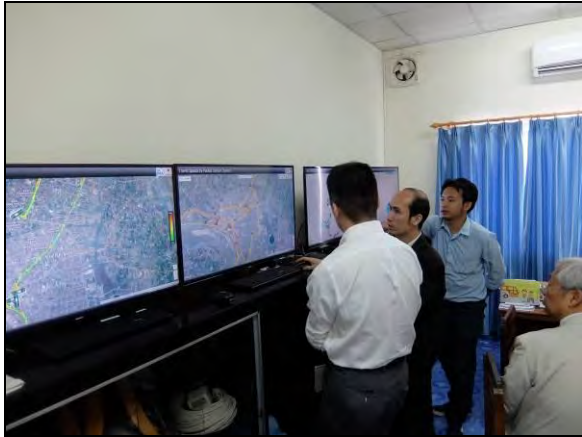
バスロケーションシステム説明会開催
(運転手向け) (2015年8月)



GPSバス停情報落とし込み作業 (2015年9月)



パケットセンサー設置作業状況 (2015年9月)



CBS 運行管理室での常時観測モニター運用
(2016年2月)



交通警察への常時観測モニター運用
(2016年2月)



NUOL でのアイデアソンの開催
(2016年2月)



都市交通改善のためのワークショップ
(2016年2月)



車載用端末の盗難対策 —ブザーとダイヤル
ロックの取付— (2016年2月)



プノンペン都副知事への案件説明会議
(2016年3月)



交通観測調査
(2016年6月)



連節カウンタによる交通観測調査
(2016年6月)



ステアリングコミッティ開催とTV局の取材
(2016年6月)



DPWT への観測モニター設置
(2016年8月)



VCSBE 総裁室へのモニター設置
(2016年8月)



NUOL で実施した普及セミナー
(2016年8月)

略語表

略語	正式名称	日本語訳
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
BRT	Bus Rapid Transit	バス高速輸送システム
CBS	Central Bus Station	中央バスターミナル
GPS	Global Positioning System	全地球衛星測位システム
DPWT	Vientiane Capital Department of Public Works and Transport	ビエンチャン市公共事業運輸局
IoT	Internet of Things	モノのインターネット
IT	Information Technology	情報技術
ITS	Intelligent Transport System	高度道路交通システム
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
JRISS	Japan Research Institute for Social Systems Co., LTD.	株式会社 社会システム総合研究所
MPWT	Ministry of Public Works and Transport	公共事業運輸省
NUOL	National University of Laos	国立ラオス大学
PC	Personal Computer	パーソナル・コンピュータ
VC	Vientiane Capital	ビエンチャン市
VCSBE	Vientiane Capital State Bus Enterprise	ビエンチャン市バス公社
Wi-Fi	Wireless Fidelity	ワイファイ (無線 LAN 規格の一つ)

地図



出典：世界地図 Sekai Chizu <http://www.sekaichizu.jp/>



出典：Open Street Map <https://openstreetmap.jp/>

図表写真番号

図 1-1	ラオス国の名目 GDP と GDP 成長率.....	1
図 1-2	ラオス国の一人あたり名目 GDP 及び一人あたり GDP 増加率.....	2
図 1-3	登録車両台数の県別割合（2014 年）.....	3
図 1-4	「ラ」国旅客輸送量（2003 年～2012 年）.....	3
図 2-1	事業の実施方法・作業工程.....	10
図 2-2	要員計画表.....	11
図 2-3	業務実施体制図.....	14
図 3-1	ルート・運行頻度・運賃に関する認知度.....	18
図 3-2	バス情報の取得手段.....	18
図 3-3	バスの平均待ち時間.....	19
図 3-4	スマートフォン保有率.....	19
図 3-5	3 か国語化したバスロケーションシステムの管理画面.....	21
図 3-6	3 か国語化された管理画面とユーザ画面の例.....	21
図 3-7	システム全体構成.....	22
図 3-8	VCSBE 路線バスルート.....	24
図 3-9	バスロケーションシステムによるバス位置と走行速度分布.....	25
図 3-10	Wi-Fi パケットセンサーによる測定結果と路線の走行速度.....	25
図 3-11	JICA・LTC 社ロゴを追加し表示情報の切替ができるサイトデザイン.....	27
図3-12	運行管理者用の日単位バス運行速度分布グラフ.....	32
図 3-13	1 週間のアクセス数の分布.....	32
図 3-14	実測交通量とセンサー計測結果による換算交通量.....	35
図 3-15	旅行速度計測区間.....	36
図 3-16	旅行速度の実測値とセンサー計測値の比較.....	36
図 3-17	バスロケーションシステムへのアクセス数の推移.....	39
図 3-18	2016 年 1 月から 2016 年 7 月までのユーザ数と分布.....	40
図 3-19	アンケート回答者のバスを利用する際の移動目的.....	42
図 3-20	バスルートの認知度.....	43
図 3-21	バス運行頻度の認知度.....	43
図 3-22	バス運賃の認知度.....	43
図 3-23	スマートフォンの所有状況.....	44
図 3-24	バスロケーションシステムの利用状況.....	44
図 3-25	バスロケーションシステム利用によるバス利用の変化.....	45
図 3-26	バスの待ち時間.....	45
図 3-27	バス車内に掲示する利用案内ポスター（上：前面/下：扉上）.....	48
図 3-28	運行記録.....	52
図 3-29	時間帯別パケット観測値（Hongseang Intersection）.....	53
図 3-30	交通量計測位置（Hongseang Intersection）.....	54
図 3-31	月別日平均交通量.....	54

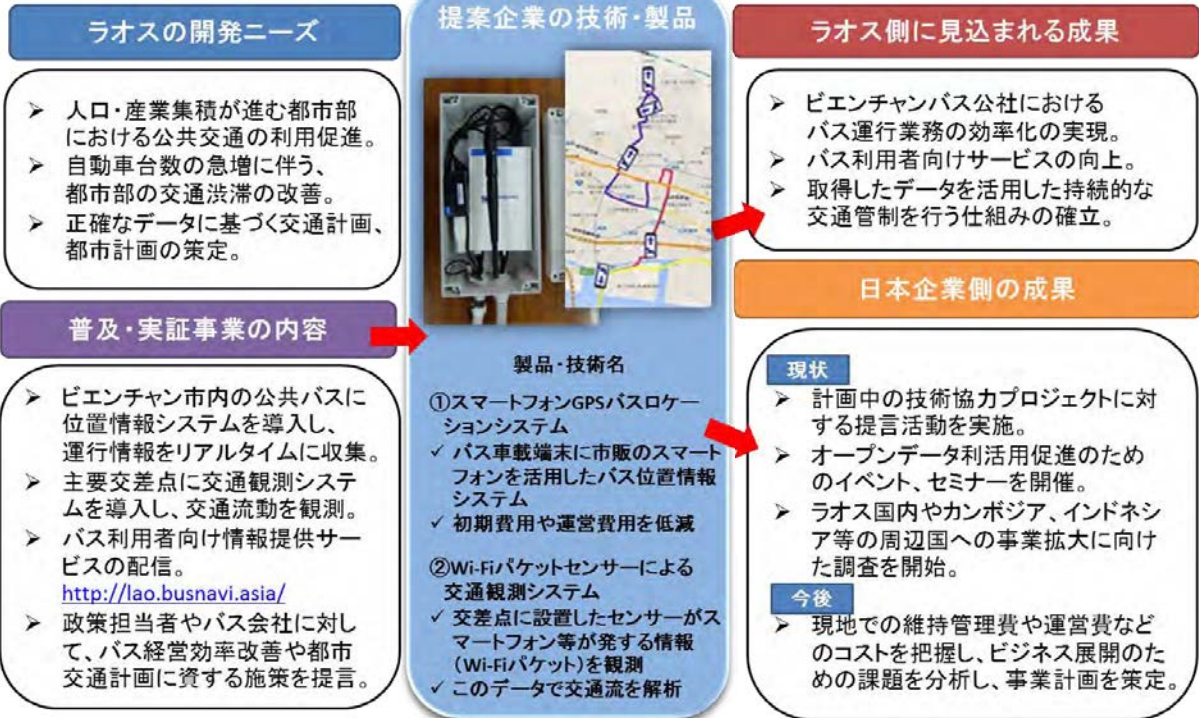
図 3-32	曜日別日平均交通量.....	54
図 3-33	月別時間別平均交通量.....	54
図 3-34	曜日別時間別平均交通量.....	54
図 3-35	旅行時間比較ルート.....	55
図 3-36	公共交通路線計画への適用のイメージ.....	58
図 3-37	駐車調査への活用のイメージ.....	59
図 3-38	道路管理のイメージ.....	59
図 4-1	Google 社による交通状況の配信.....	69
図 4-2	Wi-Fi パケットセンサーのデータから生成される OD グラフ.....	70
図 4-3	Wi-Fi パケットセンサーによる交差点間の走行速度の分布.....	71
表 1-1	「ラ」国の累積車両登録台数の推移.....	2
表 1-2	陸上交通関連法.....	5
表 1-3	交通分野の援助事業リスト（2016年7月現在）.....	6
表 2-1	機材リスト.....	12
表 3-1	ラオスの通信関連法.....	17
表 3-2	電気通信法における禁止事項.....	17
表 3-3	ビエンチャン市バス公社が保有するバス車両（2015年9月現在）.....	23
表 3-4	市内バスの路線一覧.....	23
表 3-5	アイデアソンで提案されたアイデアと順位.....	30
表 3-6	バス運転手及び運行管理者へのヒアリング結果.....	33
表 3-7	実測交通量と Wi-Fi センサー計測結果.....	35
表 3-8	日本研修行程.....	37
表 3-9	アンケート調査概要.....	42
表 3-10	本事業のバスロケーションシステム案内板設置依頼施設.....	46
表 3-11	ヒアリングを実施したラオス観光関連分野における政府機関および関連協会.....	48
表 3-12	NUOL で実施したセミナー・シンポジウムのアジェンダ.....	51
表 3-13	CBS から NUOL への旅行時間（2016年6月16日（木）の16時）.....	55
表 3-14	道路管理のイメージ.....	60
表 3-15	ビエンチャン市内主要 IT 企業訪問先.....	60
表 3-16	年間運用費用（当初計画）.....	66
表 4-1	バスロケーションシステムの競合製品.....	67
表 4-2	ラオスにおける運輸事業者.....	68
写真 3-1	車載スマートフォンの盗難対策.....	26
写真 3-2	交通警察へ常時観測モニターを設置.....	28
写真 3-3	CBS へ一般利用者向けの常時観測モニターを設置.....	28
写真 3-4	NUOL への教育用機器の寄贈と講義の様子.....	29

写真 3-5	NUOL でのアイデアソンの実施風景.....	29
写真 3-6	VCSBE のバス管制室のモニタリングシステム	31
写真 3-7	プロモーション用のポケットティッシュ	39
写真 3-8	現地新聞（ビエンチャンタイムス紙）への掲載（2015 年 10 月 14 日）	41
写真 3-9	宿泊施設向けのカードスタンド.....	46
写真 3-10	ターミナル・観光省ビジターセンター・レストラン・宿泊施設への案内板への設置.....	47
写真 3-11	ポンサヴァン高校.....	49
写真 3-12	Lao-Viet 高校	49
写真 3-13	NUOL で実施した普及セミナー.....	50
写真 3-14	ビエンチャンにおける今後の交通施策提言のためのワークショップ	57
写真 3-15	路上駐車状況.....	58
写真 3-16	プノンペン都副知事へのプレゼンテーション	62
写真 3-17	MPWT（左）と DPWT（右）へのモニターの設置.....	63
写真 4-1	配線ケーブルを汚すことによる盗難対策.....	75
写真 4-2	派出所への電源ケーブルが引きちぎられた様子.....	76

案件概要

ラオス国

ビエンチャン市都市交通改善のための 位置情報・交通観測システム 普及・実証事業 株式会社社会システム総合研究所(兵庫県)



要約

I. 提案事業の概要	
案件名	ビエンチャン市都市交通改善のための位置情報・交通観測システム普及・実証事業
事業実施地	ラオス国ビエンチャン市
相手国政府関係機関	ラオス人民民主共和国公共事業交通省、ビエンチャン市
事業実施期間	2015年5月～2016年10月
契約金額	99,787,680円（税込）
事業の目的	ビエンチャン市において、ローコストかつ短期間で実現可能なスマートフォンを用いた公共バスロケーションシステム、およびWi-Fi（Wireless Fidelity）パケットセンサーを用いた交通観測システムの2つのシステムを導入する。これら2つのシステムから取得した情報をバス運行管理者、交通管制実施機関、バス利用者等に提供することにより、バス運行管理と道路交通管制の合理化・効率化およびバス利用者の利便性向上を実現し、都市部の交通渋滞緩和と市民の公共バス利用促進を図る。
事業の実施方針	<p>① ローカライズ：事業の実施にあたっては、関係者からなるステアリングコミッティを設置し、綿密に連携をとりながら提案製品の現地での継続運用を目指す。現地の要望を取り入れてシステムのカスタマイズを行い、現地で使いやすいシステムに改良を行い、運営継続ができることを基本方針の第一とする。</p> <p>② 技術移転：提案製品の拡販を行うための基礎資料となる利用者側から見た適正製品価格、運用に係る費用に関する情報を収集する。このため、利用者側にとっての導入効果（便益）を明確にし、便益が投資・費用以上の効果があることを確認する。また導入するシステムを現地で修理や維持管理ができるように、現地情報通信会社、携帯電話会社、国立ラオス大学（NUOL）等と連携し、技術移転を行う。</p> <p>③ ローコスト化：今後、本システムがラオス国内だけではなく、その他の発展途上国でも活用されていくように、できる限りローコストにシステムの構築と運用ができるように導入を進めることとする。</p> <p>④ オープンデータ化：バスロケーションシステムやWi-Fiパケットセンサーから得られるデータは、交通管制や都市計画、民間企業の配送管理などでも活用できるように、プライバシー保護対策を行った上で、オープンデータとして幅広い関係者が活用できるような運営を目指す。</p> <p>⑤ 情報公開による日本企業の進出促進支援：今後、ラオス国に進出を計画する日本企業が、本システムが提供するデータを活用できるようシステム・ドキュメントの整備を進める。円滑な海外進出の支援が行えるように、データ利用のための環境整備やマニュアル化などの情報公開を行う。</p>
実績	バスロケーションシステムおよびWi-Fiパケットセンサーの導入・実証により、バス利用者の利便性の向上および交通管制での活用の有効性を確認することができた。路線バス運転手およびバス利用者へのアンケート結果では、バスロケーションシステム導入後にバス利用者数および利用機会は増加しており、「ラ」国の開発課題である渋滞緩和や公共交通利用促進に貢

献できることが確認できた。さらにビエンチャン市バス公社（VCSBE）運行管理室、交通警察、公共事業運輸省（MPWT）他に交通モニタリングシステムの導入を行い、関係機関での都市交通運営の高度化に貢献できた。また将来の事業展開においても、MPWT との長距離バスへのバスロケーションシステムの導入協議、民間企業とバスロケーションシステムを活用した車両の動態管理システムの導入、商業施設での Wi-Fi パケットセンサーを活用した利用客の行動分析システム導入等のビジネス展開についての協議が開始され、「ラ」国でのビジネス展開の可能性を確認することができた。本事業期間中の具体的な活動実績は以下の通り。

1. 実証・普及活動

(1) 提案製品の導入と運用

i) 事前協議・ステアリングコミッティの立ち上げ

2015年5月に、現地カウンターパート機関である MPWT、ビエンチャン市、VCSBE および公安省等の参加の下、第1回ステアリングコミッティを開催し、その後2015年8月および2016年6月にそれぞれ第2回および第3回ステアリングコミッティを開催することにより、現地関係機関の意見を取入れつつ事業を行った。

ii) 制度調査・基本設計要件の協議

本システム導入に必要な許認可について調査を行い、データ配信についての許認可は不要であることが確認されたが、センサーの設置には公安省の許可文書の取得が必要であった。また、現地関係機関からの意見やバス利用者へのアンケート結果を受け、バスロケーションシステムに表示するバス運行情報や Wi-Fi パケットセンサーの盗難対策等の設計要件の設定を行った。

iii) システムのローカライズ

バスロケーションシステムについてはバス路線毎の運賃表示、停留所情報の表示、機器の操作性の簡素化等のローカライズ、交通観測システムについては盗難対策、高温対策、フィルタリング機能の追加等のローカライズを行った。

iv) 機材の設置、動作テスト

試験運用を経て、バスロケーションシステム用のスマートフォンを55台のバスに、交通観測システム用の Wi-Fi パケットセンサーをビエンチャン市内の交通警察の派出所等26箇所に設置した。動作の安定が確認された後、2015年10月から2016年2月にかけて、交通警察の事務所、VCSBE の運行管理室および中央バスターミナル（CBS）都市間バスチケット販売コーナーの合計3箇所に常時観測モニターを設置して運用を始めた。当初予定にはなかった、MPWT、ビエンチャン市公共事業運輸局（DPWT）、VCSBE 総裁室およびポンサヴァン高校の合計4箇所について、交通管制、バス運行管理およびバス利用促進のためにモニター設置の要請があり、2016年8月に追加設置し運用開始した。

バスロケーションシステム用のスマートフォンの盗難や Wi-Fi パケットセンサーの電源ケーブル等の盗難が発生したが、対策を実施した後は発生しておらず、対策効果が認められる。

	<p>v) システムの調整 利用者の利便性向上のため、バスロケーションシステムの Web Site において、Bus Location、Bus Speed および Traffic の 3 つの画面表示を切り替えることができるよう調整を行った。また、本システムには携帯電話回線の利用が不可欠であるが、本システムの Web Site やポスターに通信会社であるラオテレコムロゴを入れることで、通信料無料化の合意を得、運用費負担を軽減した。</p> <p>vi) システムの実運用 前述の合計 7 箇所にて常時観測モニターを設置し、市内交通管制およびバス運行管理における実運用を開始した。また、バスロケーションシステムを Web Site 上で一般公開し、バス利用者等への情報提供も開始した。</p> <p>(2) 持続的な交通管制を行う仕組みの確立</p> <p>i) ハードウェア管理技術者の育成 VCSBE の運行管理者に対するバスロケーションシステム用の技術説明会および講習会、現地スタッフに対する Wi-Fi パケットセンサーの取扱いに関する説明会を開催し、VCSBE における運用が可能となっている。また、NUOL にてオープンデータの活用促進啓発を目的とするアイデアソンの開催（2016 年 2 月）や Internet of Things (IoT) と交通運営をテーマとするシンポジウムを開催し、地元 IT (Information Technology) 企業との連携による管理技術の移転も行った。</p> <p>ii) バス会社における道路交通情報の活用方法の確立 VCSBE の運行管理室の職員に利用方法の説明会を行った。バスの遅延による運休の決定や利用者への情報提供、バスの走行速度管理等、日常のバスの運行管理や安全管理に活用していることが確認された。</p> <p>iii) 市内交通管制のための道路交通情報の活用方法の確立 交通警察の職員に利用方法の説明会を行った。常時観測モニターによる混雑区間の確認やその混雑区間への警察官の派遣等、交通観測システムから得られた情報を道路交通管制に活用していることが確認された。また、MPWT や DPWT 等の交通運営・交通管制に関係する政府機関にもモニターの設置を行い、常時渋滞箇所の把握やバス運行状況を市内交通運営に活かしていくための取り組みが開始された。</p> <p>iv) 本邦受入活動準備 2016 年 5 月に、VCSBE の職員 2 名を対象に、バス運行管理や利用促進の技術移転を目的とした本邦研修を行った。</p> <p>(3) 普及活動</p> <p>i) 一般道路利用者に対する渋滞情報の配信と利用促進 バスロケーションシステムによるバスの位置情報および交通観測システムによる路線区間ごとの走行速度情報を Web Site にて一般配信を開始するとともに、プロモーション用ポケットティッシュの配布や新聞記事の掲載等により利用促進を行った。情報配信が安定してきた 2016 年 1 月から 7 ヶ月間で、ユニークユーザ数は 15,000 件を超えており、その内リピーターが 88%を占めることから、利用者の定着が確</p>
--	---

	<p>認できた。また、バス利用者へのアンケート調査結果では、回答者の約40%がバスロケーションシステム導入によりバス利用が増加したと回答しており、バスの利用状況改善に一定の効果が認められる。</p> <p>ii) 長距離バスターミナルおよび観光関連施設へのバスロケーションシステム案内ツール設置 バスターミナルや観光施設へのバスロケーションシステム案内ポスターの設置、観光省のHPにバスロケーションシステムサイトのリンク先の掲載を実現した。</p> <p>iii) バス車内用ポスターの設置準備作業 バスロケーションシステムの普及のため、VCSBEのバス車両内にバスロケーションシステムの利用を広報するためのポスターを設置する。</p> <p>iv) オープンデータ化 導入したシステムから得られるデータをオープンデータとして公開するサイトを構築し、NUOLや地元IT企業によるさらなるデータ活用ができる環境を提供した。この環境を活用するための技術移転のためのセミナー・シンポジウムを開催した。</p> <p>v) 普及セミナー実施 NUOL、ポンサヴァン高校およびLao-Viet高校にてバスロケーションシステムの周知活動を行った。また、NUOLとの共催による本システムのオープンデータ活用のためのアイデアソンを2016年2月に開催した。8月には同じくNUOLと共催で、IoT技術による交通問題解決のためのセミナー・シンポジウムを開催した。</p> <p>vi) ビエンチャンにおける今後の交通施策の提言 2016年2月には、日本から公共交通の専門家を招聘し、本システムのさらなる活用と、バス運行改善によるサービス向上および道路交通情報提供による公共交通利用促進に関し、ワークショップを開催した。また2016年8月にはセミナー・シンポジウムの中で本システムの交通施策検討のための活用法を関係機関に提言した。</p> <p>vii) 本システムの長距離バス運行管理への活用 現地関係機関のニーズのヒアリングを行うと共に本システムの活用方法の提案を行った。その中でMPWTより都市間バスの管理にバスロケーションシステムを活用することを検討したいと要請があり、継続して協議することとなった。</p> <p>viii) 地元IT業者との連携 現地のIT企業4社と協議を行い、その内の1社(Lao IT Dev社)と技術提携を行うこととなり、共同でスマートフォンアプリ等の開発と現地での普及・事業展開を行うこととなった。</p> <p>ix) 将来のビジネス展開に向けた現地企業へのアプローチ MPWTが都市間バスの管理のためにバスロケーションシステムの導入を検討しており、継続して協議することとなった。物流車両等を多数有するピアラオ社および電力公社に本システムの紹介を行ったところ、車両動態管理のために導入を行いたいという意向を確認し、2016年10月に提案書を提出し継続協議することとなった。</p> <p>x) ADBによるBRT案件の進捗状況 アジア開発銀行(ADB)によるバス高速輸送システム(BRT)整備</p>
--	--

	<p>事業において事業開始時には本システムの活用を行いたいという意向が示された。</p> <p>xi) 受注者の東南アジアにおけるビジネス展開計画の策定 カンボジア国のプノンペン都バス公社に本システムの紹介を行った。導入に向けて検討を行いたい旨の意思表示を得たが、費用負担について検討を行う必要があるとのことにより、継続協議を行うこととなった。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 事業計画 本事業後のビジネス展開は、公共機関に対するものと民間企業に対するものの2種類に分けられる。公共機関に対しては、交通計画や都市計画に必要な道路交通データの観測、対象車両の動態管理、道路交通状況観測に用いるものとしての導入である。民間企業に対しては、バス会社のバスナビゲーションシステム、物流業者への車両の動態管理、バスロケーションシステム情報を提供するデジタルサイネージを利用した広告媒体、IT企業との提携による新たなアプリケーションの開発や販売代理店機能の構築である。 この2つの観点から、事業展開の可能性を確認した。 ・ 現在の状況 本事業を通じて、「ラ」国内でのビジネス展開の可能性が高いことが確認されたため、下記の通り事業展開を進めつつある。 【公共機関を対象とする展開】 公共機関に対しては、MPWTからの要請により、バスロケーションシステムを活用して、ビエンチャ市内に乗入れる都市間バスの動態管理のためのシステム構築について協議を行うこととなった。 【民間企業を対象とする展開】 ピアラオ社および電力公社を対象に、物流車両の動態管理システムの提案書を提出することとなった。また現地のIT企業であるLao IT Dev社との業務提携で合意し、販売代理店機能や新たなアプリケーションの構築を進めていく。その他、ビエンチャン市内に大型商業施設を有するITECC社にWi-Fiパケットセンサーを試験導入した。利用客の行動分析やマーケット戦略策定のためのシステムとしての展開について継続協議する方針となった。
課題	<p>1. 実証・普及活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 継続性および現地運用担当人材の確保 本事業にて導入したシステムの維持管理費は、VCSBEが負担する。VCSBEの職員及び現地スタッフへの技術移転が完了しているため大きな問題はないが、現地IT企業との提携やNUOLとの関係強化により、今後さらに高度な技術開発に対応できる人材育成を進めていきたい。 ・ 盗難対策 ステアリングコミッティにおいて機器盗難対策に対する懸念が示され、機器設置時に外側から機器の取付用ネジが見えないような設置方

	<p>法として対策を行った。その後の設置運用を通して、対策を施したセンサー本体ではなく、センサーの電源ケーブルが盗難にあう等の被害があった。この対策として、ケーブルの固定を強固にし、さらにプラグを使わずに電源ブレーカに直結するなどの対策により、現在は安定した運用となっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> 電源確保 Wi-Fi パケットセンサーを設置した交通警察の派出所において、元電源が切断される犯罪が発生した。電力公社により復旧されたが、供給電源の安定化が課題である。現在は現地スタッフが確認および復旧依頼を行っているが、将来的には交通警察派出所に対する安定した電源供給工事が必要になると考えられる。 <p>2. ビジネス展開計画</p> <ul style="list-style-type: none"> 行政の予算確保 MPWT と都市間バスの運行管理システム導入の検討を協議しているが、多くの事業をドナーからの援助により実施しており予算確保の方法についても今後協議をする必要がある。 高度なシステム技術者の養成 システムを導入する組織内の職員への説明や講習の実施により、各組織内の管理者の育成を行ったが、現地において新たな技術開発やオープンデータの活用が進むための、より高度な技術者の育成が望まれる。現地 IT 企業との提携や NUOL との関係強化により対応を進めているが、さらに継続的な取り組みが望まれるところである。また交通計画や都市計画、交通管制の分野へのセンサーデータの活用のための技術者の育成が望まれるところである。
事業後の展開	<ul style="list-style-type: none"> MPWT への都市間バス管理システムの導入検討 ビアラオ社および電力公社への物流車両動態管理システムの導入検討 Lao IT Dev 社との業務提携に基づく事業拡大 ITECC 社への利用客の行動分析やマーケット戦略策定のためのシステム導入検討 プノンペン市等の他都市のバス運営機関へのバスロケーションシステム導入展開
今後のスケジュール	2016 年 10 月 カウンターパートへ報告書の説明を行う。
II. 提案企業の概要	
企業名	株式会社社会システム総合研究所
企業所在地	神戸市中央区下山手通 5-7-15 グローリー山手ビル
設立年月日	2004 年 5 月 26 日
業種	サービス業
主要事業・製品	公共社会システム企画、計画、設計および研究の受託、等
資本金	10 百万円 (2015 年 11 月時点)
売上高	約 220 百万円 (2014 年度)
従業員数	12 人 (取締役・契約社員を含む)

1 事業の背景

(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

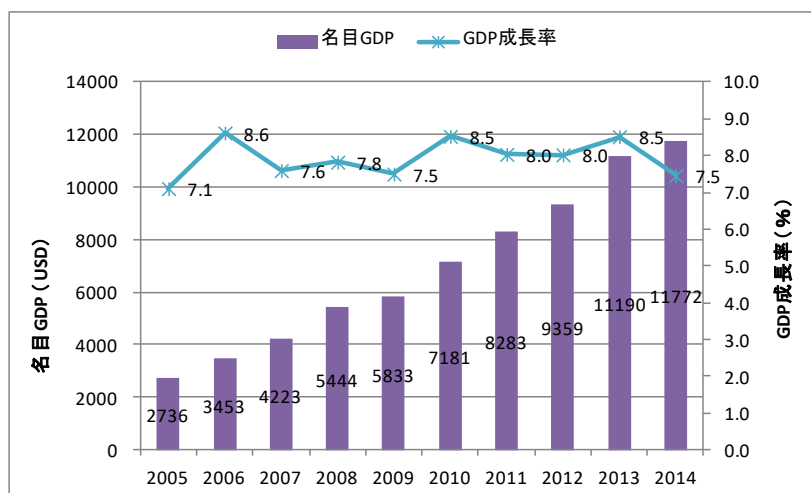
① 事業実施国の政治・経済の概況

a) 政治・経済・外交方針

1975年に社会主義体制であるラオス人民民主共和国が成立以降、外交政策においては、ソ連を始めとする社会主義国との関係を重視していたが、革命以降の計画経済の行き詰まりから、1986年の第4回党大会において市場経済化と経済開放を柱とする改革路線を採択して「市場経済メカニズム」と呼ばれる経済改革の導入を進めた。銀行制度、税制、外国投資法の制定、国営企業の民営化等の改革を実施することによる市場経済の導入、開放経済政策を推進し、外資誘致と外国支援獲得のため西側諸国を含む幅広い協力関係を構築し、その導入成果は90年代において上がり始めた。1997年のアジア経済危機の際は、自国通貨安とインフレ及び近隣国経済の失速に直面して成長率は落ち込んだが、数年で回復傾向となり、GDP成長率は過去10年において7~8%台の成長率を維持している(図1-1参照)。また、一人あたりのGDP増加率は過去10年においても5~6%台を維持し、2014年では1,708USDとなっており、堅調な経済成長が見込まれる(図1-2参照)。

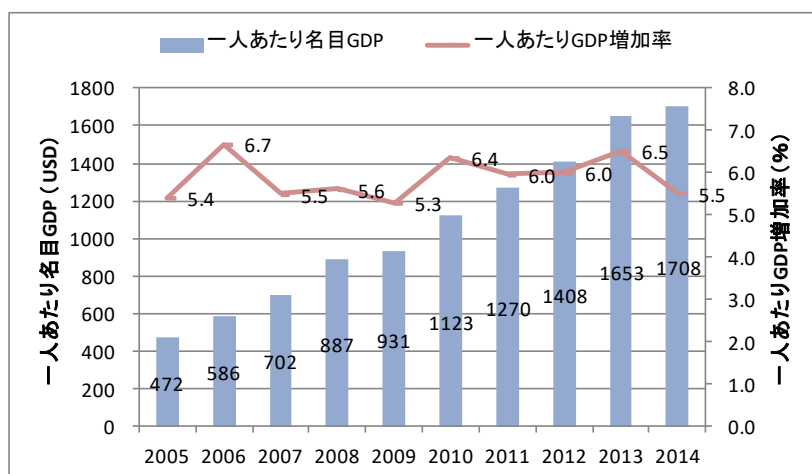
近年においては、ランドリンクド・カントリーという発想の下に、周辺国の流通をラオス経由で行うことによって、経済発展目覚しい近隣国の発展を利用しながら国の経済活性化を図ることを目的として近隣国との関係強化と道路インフラ整備を推進していく見通しである。また、道路インフラ整備とともに、経済特区SEZの増設が検討されており、チャイナプラスワンと共に、タイプラスワンとして、タイ国に進出した企業が、タイ国内の政情及び自然災害によるリスク回避及び軽減策としてラオスに一部機能を移転する目的で進出を図るケースもある。

日本との関係においては、2008年8月に日本との間の二国間投資協定を締結し、日本-ラオス官民合同対話を通じて投資環境の改善に取り組んでおり、輸出入貿易額も年々上昇傾向にある。



出典：World Bank

図 1-1 ラオス国の名目 GDP と GDP 成長率



出典：World Bank

図 1-2 ラオス国の一人あたり名目 GDP 及び一人あたり GDP 増加率

b) 案件関連分野の現況

b)-1 車両登録台数

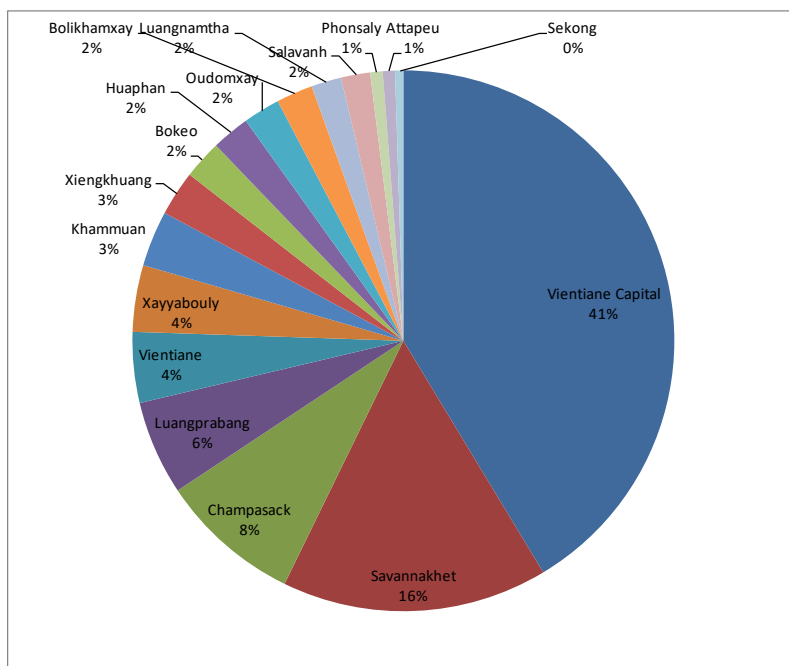
「ラ」国の 2004 年から 2014 年の累積車両登録台数を表 1-1 に示す。2014 年までの過去 10 年において、全車種合計で約 3.5 倍に増加している。登録台数では圧倒的に二輪車が多い(1,164,537 台)が、Van が約 8.5 倍で過去 10 年間に於いて最も増加率が高く、次に Sedan の約 4.2 倍(47,171 台)、Pick-Up の約 3.8 倍(172,418 台)と続いている。特に Pick-up の登録台数が多い。

表 1-1 「ラ」国の累積車両登録台数の推移

Year	Types of Vehicles							
	Motobike		Light-Truck				Truck	
	2 Wheels	Tuktuk	Sedan	Pick-up	Van	Jeep	Truck	Bus
2000	153,781	4,347	8,045	15,074	2,199	3,970	8,424	1,831
2001	168,379	4,405	8,995	17,581	2,603	4,355	10,559	1,899
2002	195,353	4,405	9,428	19,042	2,691	4,584	11,346	2,042
2003	196,963	6,407	9,696	25,490	2,729	5,832	11,841	2,164
2004	285,740	7,871	10,063	38,214	3,777	6,949	13,085	2,179
2005	337,719	8,043	11,204	45,029	4,862	7,909	13,441	2,199
2006	453,158	8,441	12,939	60,352	7,236	8,668	15,296	2,200
2007	509,421	8,518	14,792	68,360	10,355	9,399	17,994	2,242
2008	623,310	8,460	15,203	77,616	12,675	9,752	19,070	2,520
2009	711,800	8,624	17,671	93,080	18,634	10,801	23,031	2,707
2010	804,087	8,542	21,638	109,362	24,727	12,155	25,452	2,825
2011	899,685	8,554	28,096	128,892	32,667	14,169	28,873	3,203
2012	1,005,047	8,588	35,514	147,497	37,831	17,231	33,460	3,532
2013	1,112,072	8,601	43,860	162,633	50,124	19,876	38,454	3,861
2014	1,164,537	8,665	47,171	172,418	41,364	21,493	41,110	3,986

出典：公共事業運輸省 (MPWT)

図 1-3 は登録車両台数の県別の割合を示しているが、ラオス全国における 2014 年の自動車登録台数総計 1,500,744 台の内、約 41% (620,756 台) が首都ビエンチャンにおける登録となっている。

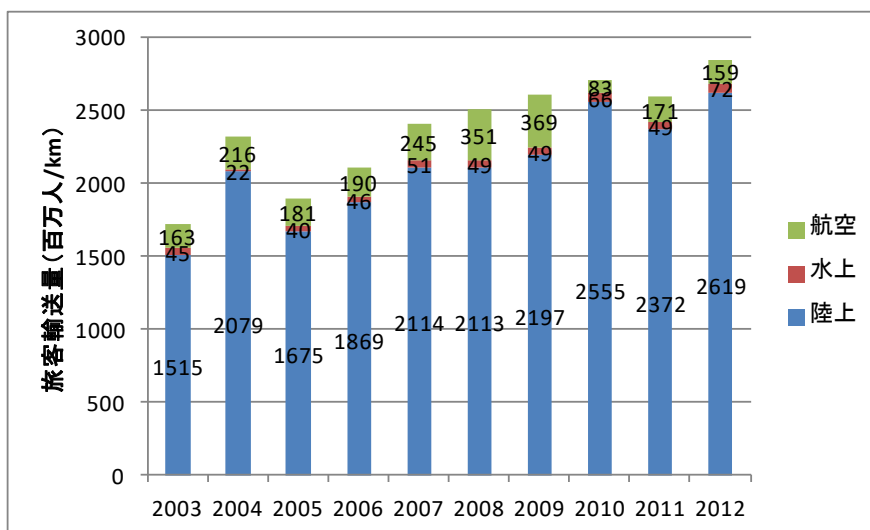


出典：MPWT

図 1-3 登録車両台数の県別割合 (2014 年)

b)-2 輸送量

図 1-4 に輸送量の推移を示す。2003 年から 2012 年の間は 2005 年を除いて輸送量全体が増加傾向にある。内陸国のため、陸上交通が大半を占めている。



出典：Lao Statistics Bureau

図 1-4 「ラ」国旅客輸送量 (2003 年～2012 年)

② 対象分野における開発課題

②-1 ビエンチャンの概要

「ラ」国の首都ビエンチャン市は、海拔 160m～180m 程度の平坦な地形で、タイとの国境のメコン河沿い北東方向に商業・住宅・政府機関・宗教施設等が広がる都市である。市の中心部には歴史的建造物が残り、主として住宅地と外国人観光客を対象とした宿泊施設や商業施設が多く存在し、その外縁にはビジネス・政府系機関の施設の多い地区が広がる。ビエンチャン市の面積は 3,920km²、ビエンチャン市 797,130 人であり、「ラ」国の人口の約 12%を占める。市中心部の道路は格子状、郊外へは放射状および環状の道路が配置されている。

②-2 開発課題

a) 自動車台数の急増に伴う、都市部の交通渋滞の改善

先に示した「表 1-1 「ラ」国の累積車両登録台数の推移」でも明らかのように、車両台数が増加傾向にあり、近年、首都ビエンチャン市の朝夕通勤通学時間帯に主に発生する渋滞の解消が課題となっている。朝は市の中心部へのインバウンド方向、夕方は郊外へのアウトバウンド方向での渋滞が顕著に見られる。道路渋滞を避けるためにオートバイが歩道に乗り上げて通過するケースが散見され、歩行者の安全確保においても危険な状態となっている。また、路上駐車を起因とした道路混雑も増加している。

b) 人口・産業集積が進む都市部における公共交通の利用促進

前述した通り、車両台数の増加や路上駐車による交通流の妨げ等を起因とした交通渋滞の発生頻度が増加している状況の中、公共交通へのモーダルシフト促進が一改善策として期待されている。その一方で、セントラルバスターミナルを基点とした放射状に配置されたバス路線網のみでは、利用者にとって公共交通依存型の移動が困難であること、また、バス交通網が市内路線バスにおいては市民及び外国人観光客等へのバス運行情報提供不足、一日あたりのバス運行時間が市民の利用ニーズと合わない、バス運行時刻表がバス停に掲示されていない、バス運行の無い通りにバス停が設置されていることによりバスがいつでもどこに来るのかわからないという問題があり、ビエンチャン市における公共交通の利便性を向上させる環境整備や情報提供サービスなどの取り組みが必要とされている。

c) 正確なデータに基づく交通計画、都市計画の策定

ビエンチャンの経済発展および外国からの投資に伴い、大型商業およびビジネス施設の開発が市内各所で行われている一方で、施設内及びその周辺の駐車場設置不足、開発が進むことによる周辺道路交通量の増加に対する政府機関や自治体による対応策が追いついていない現状がある。また、交通渋滞発生箇所毎の渋滞発生要因分析がなされないままに対策が実施されることで、現状が更に悪化する可能性も高い。この為、正確な交通データの取得と、それを元にした分析、対策の設定のプロセスを確立すること、また、設定される土地利用計画に準じた開発計画および交通計画の遵守とそれに従事する専門家人材の養成が求められている。

③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

③-1 渋滞対策

朝夕に主に発生している渋滞の深刻化に関して、道路交通関連諸機関の間で対策協議を行っているが、交通警察が主として責任を負っている。しかしながら 600 人の交通警察官でその対応をするのが困難とのことである。また、渋滞対策の為の機材が不十分、道路利用者の運転知識が低いことも対策が遅れる原因となっている。将来的には交通ボランティアなどを採用して渋滞対策に対応させる計画がある¹。また、「④事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析」でも触れているが、アジア開発銀行（ADB）によるバス高速輸送システム（BRT）導入計画があり、公共交通への依存度を高めることによる渋滞対策が検討されている。

③-2 関連法

表 1-2 がラオスにおける道路交通関連法である。

表 1-2 陸上交通関連法

分類	法令名	公布日
	改正陸上交通法 (No.23/NA)	2012年12月12日
	改正陸上輸送法 (No.24/NA)	2012年12月12日
	多方法による輸送法 (No.28/NA)	2012年12月18日
	陸上交通、陸上輸送、道路保全に関する法律違反に対する刑罰と措置に関する首相令 (No.188/PM)	2007年7月3日

③-3 関連分野の国家社会経済開発計画

2011年10月に計画投資省により策定された第7年次5カ年国家社会経済開発計画(2011-2015)における道路交通分野の目標として下記の内容が挙げられている。

- 隣国及び東西南北間の地方の経済回廊のアクセスの向上及び道路状況の改善と高速道路の建設。
- 地区レベルでの市道、地方道路の主要地域へのアクセスネットワーク全てにおいて最低限でも砂利道レベルの舗装の実現を2015年を目標に達成させる。
- 国家安全保障上、主要な道路建設を、環境、自然保護、生物多様性および観光に配慮して行う。
- 旅行者および物流交通の利用数を毎年約9%の伸び率で増加させるために交通サービスの質の向上と旅行者および物品輸送の安全の向上を目指す。

④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

表 1-3 がラオスにおける道路交通分野の援助案件である。本事業は表中6番のラオス国ビエンチャンバス公社運営能力改善プロジェクトと案件形成時において深く関連性を持ち、特にスマートフォンを利用したバスロケーションシステムによるバス利用者へのバスサービスの向上とバス運行管理者によるバス運行中のオンタイムでの管理によるバス運営改善を期待されている。

¹ 2015年8月15日ビエンチャン市交通警察 Director General Mr. Youthaphong への訪問インタビューによる。

また、現在計画中の ADB 案件である表中 1 番の The Project for Sustainable Transportation in Vientiane Capital では、ビエンチャン市中心部に BRT (Bus Rapid Transport) を導入すると共に市内中心部への車の流入を制限するパークアンドライド (P&R) 等の施策が検討されている。この為、公共事業運輸省 (MPWT) としては、現在のビエンチャン市バス公社 (VCSBE) の経営能力の向上を図ることによって将来の BRT 運営母体業務に参入してもらう事を希望している。ADB 側も本事業によって入手可能となる予定の市内中心部の道路混雑状況データを用いた路線計画策定及びバスロケーションシステム等のバスサービスの導入に関心を示しており、将来的には本事業をはじめとした VCSBE 関連の貴機構案件から得られた教訓や技術、データが活用される可能性が高い²。また、表中 3 番の The JICA Project to Enhance the Capacity of Vientiane Capital State Bus Enterprise Phase 2 にて、バス路線運行計画等に今回導入したシステムを活用する予定である。


表 1-3 交通分野の援助事業リスト (2016 年 7 月現在)

No	プロジェクト名	援助機関	援助額 (百万 USD)	期間	状況
1	The Project for Sustainable Transportation in Vientiane Capital	ADB	81.6	2015-2020	実施前
2	Project Primary Survey of Transportation in Pakse	KOICA	NA	NA	準備中
3	JICA Project to Enhance the Capacity of Vientiane Capital State Bus Enterprise Phase II	JICA	NA	2016-2019	準備中
4	JICA Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for the Bus Operation Optimization System by Eagle Bus. Co., Ltd	JICA	0.95	2016-2019	実施中
5	Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for New Location Information System and Traffic Observation System for Urban Transport Improvement in Vientiane City	JICA	0.95	2015-2016	実施中
6	Project for Thanaleng, VC Logistic Area Construction	PPP Japan	64.0	2015-2019	実施中
7	JICA Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for EV Transportation in Luangprabang	JICA	NA	2014-2016	実施中
8	Preliminary Study for Formation of Vientiane Capital State Bus Enterprise Infrastructure Improvement Project in Lao PDR	JICA	0.25	2014	完了
9	Project Survey for VC Logistic Area Construction	JICA	NA	2013-2014	完了
10	Project Purchasing Equipment for Road Safety	WB	1.9	2012-2017	実施中
11	The JICA Project to Enhance the Capacity of Vientiane Capital State Bus Enterprise	JICA	4.8	2012-2015	完了
12	The Study to setup Project on Clean Development Mechanism of transport	MOE, Japan	NA	2012-2013	完了
13	The Project for Preparatory Technical Assistance "PPTA" to implement the project value 28 Million USD	ADB	7.0	2012-2013	完了
14	The Project for Study on Low-Emission Public Transport System in Laos (Electric vehicles)	JICA	1.4	2012	完了
15	Basic data collection for Master Plan on modern transport in Laos	JICA	0.2	2012	完了
16	The Project for implementation on Road Safety	ADB	0.4	2012	完了
17	The Project for implementation on Road Safety	WB	2.0	2012	完了
18	Vientiane Capital State Bus Improvement Plan	JICA	6.3	2011-2012	完了
19	The Project for Basic Study on possibility for sustainable of transport in Vientiane Capital	ADB	0.4	2010-2013	完了
20	The Project for Urban Development Master Plan Study in Vientiane Capital	JICA	NA	2009-2011	完了
21	The Study of Master Plan on Comprehensive Urban Transport in Vientiane Capital	JICA	3.0	2007-2008	完了

² 2015 年 8 月 13 日 ADB ラオス事務所 Senior Project officer Mr.Phomma Chanthirath との打合内容より。

(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

① スマートフォン GPS バスロケーションシステム

<p>スペック（仕様）</p>	<p>① 画面サイズ5～7インチの汎用スマートフォンをバス車載器とする</p> <p>② 制御用端末はインターネット接続できる汎用パーソナル・コンピュータ（PC）</p> <p>③ センターサーバシステムはクラウドサービスが可能なデータセンターに設置 （当面は日本国内のデータセンターを想定。ラオス国にデータセンター整備後は移管）</p>	
<p>特徴</p>	<p>車載用の端末に市販のスマートフォンを利用することで、初期費用や運営費用の低減が可能。制御用ソフトウェアとセンターサーバを HTML5 に準拠することで、汎用のスマートフォン・PC を利用可能。</p>	
<p>競合他社製品と比べた比較優位性</p>	<p>初期費用、運営費用の低減 全機能をクラウドベースで運営するため、日本国内（国外）の1拠点で全システムの監視・管理運営が可能</p>	
<p>国内外の販売実績</p>	<p>国内： 神戸市 みなと観光バス 明石コミュニティバス（Taco バス） 海外： なし</p>	
<p>サイズ</p>	<p>車載器は汎用スマートフォン（12cm×7cm×1cm） システム本体はクラウドサーバ上に設置</p>	
<p>設置場所</p>	<p>バス 端 末： 公共路線バスの運転席 制 御 用 端 末： ビエンチャン市バス公社 管理室 センターサーバ： 日本 の データセンター（将来、ラオス国にデータセンターが整備された後は、そちらに移管）</p>	
<p>今回提案する機材の数量</p>	<p>バス端末 60 台（将来 200 台規模に増設可能な機能を提供） 制御用端末 2 式（PC 2 台・ディスプレイ 4 台×2 式）</p>	
<p>価格</p>	<p>1 台（1 式）当たりの製造原価 バス端末 200 台として、25,000 千円（税別）</p> <p>1 台（1 式）当たりの販売価格 バス端末 200 台として、30,000 千円（税別・希望価格）</p> <p>本事業での機材費総額（輸送・関税等含む） バス端末 60 台分 13,394 千円（200 台まで増設可能）</p> <p>*パイロットシステムとして、原価回収を前提としない機材総額を設定</p>	

② Wi-Fi パケットセンサーによる交通観測システム

<p>スペック（仕様）</p>	<p>① センサー本体：消費電力 8W/h ② センサーが取得したデータはインターネット経由でセンターサーバに送信され解析処理。</p> <p>■センサー本体の構成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高耐熱性マイクロサーバ ・パケット受信用アンテナ ・データアップロード用モデム ・メンテナンス・ログインのための Wi-Fi モジュール ・電源ユニット ・高耐候性密閉樹脂収納箱 ・ソフトウェアは Linux ベースで稼働し、受信パケットを匿名化した後、センターサーバに送信 <p>■センターサーバの仕様</p> <ul style="list-style-type: none"> ・データベースサーバ ・WEB サーバ （両機とも 4 コア・メモリ 32GB） ・ファイアウォール
<p>特徴</p>	<p>バス停や交差点に設置したセンサーにより、スマートフォン等の Wi-Fi 機器が発するパケットを観測することで、交通流の旅行速度や交通量、滞留時間などを解析する。</p>
<p>競合他社製品と比べた比較優位性</p>	<p>スマートフォンの普及に伴い実現しつつあるセンシングシステムで競合製品は存在しない。2013 年度より総務省 SCOPE 事業の適用を受けて、立命館大学・大阪電気通信大学との共同研究で商品開発。</p>
<p>国内外の販売実績</p>	<p>国内： グランフロント大阪において試験運用中。西日本高速道路他で交通計測に成功。 海外： インドネシア・マカッサル、ラオス・ビエンチャンで試験運用を行い、交通計測に成功。</p>
<p>サイズ</p>	<p>センサー本体は屋外仕様で 13cm×25cm×7cm システム本体はクラウドサーバ上に設置</p>
<p>設置場所</p>	<p>センサー：交差点付近の派出所（25 箇所） 解析表示用の PC システム：VCSBE 管制室、交通警察</p>
<p>今回提案する機材の数量</p>	<p>センサー 25 台 解析表示用の PC システム 2 台 解析用サーバは日本国内のデータセンターを利用</p>
<p>価格</p>	<p><u>1 台（1 式）当たりの製造原価</u> センサー25 台と解析用サーバ 1 式で、25,000 千円（税別） <u>1 台（1 式）当たりの販売価格</u> センサー25 台と解析用サーバ 1 式で、30,000 千円（税別・希望価格） <u>本事業での機材費総額（輸送・関税等含む）</u> センサー25 台と解析用サーバ 1 式で、17,638 千円（将来 100 台にまで増設可能な機能を提供） ＊パイロットシステムとして、原価回収を前提としない機材総額を設定</p>



2 普及・実証事業の概要

(1) 事業の目的

ビエンチャン市において、都市部で運行中の VCSBE 路線バスを対象にローコストかつ短期間で実現可能な公共バスロケーションシステムを導入するとともに、交通警察の派出所等 25 拠点を対象に設置した Wi-Fi (Wireless Fidelity) パケットセンサーによる交通観測システムを導入し、取得した情報によりバス運行管理と道路交通管制の合理化・効率化とバス利用者の利便性向上を実現することで、都市部の交通渋滞解消と市民への公共バス利用促進を図る。

(2) 期待される成果

- 成果 1. ビエンチャン市バス公社路線バスとバス路線上に提案製品が設置され、バスの位置情報管理と交通観測ができるようになる。
- 成果 2. 対象地区にて、上記を通じて取得したデータを活用して持続的な交通管制を行う仕組みが確立される。
- 成果 3. 上記を通じて確認された提案製品の有用性、優位性につき関係者の理解が進むとともに、普及に向けた方策が提言される。

(3) 事業の実施方法・作業工程

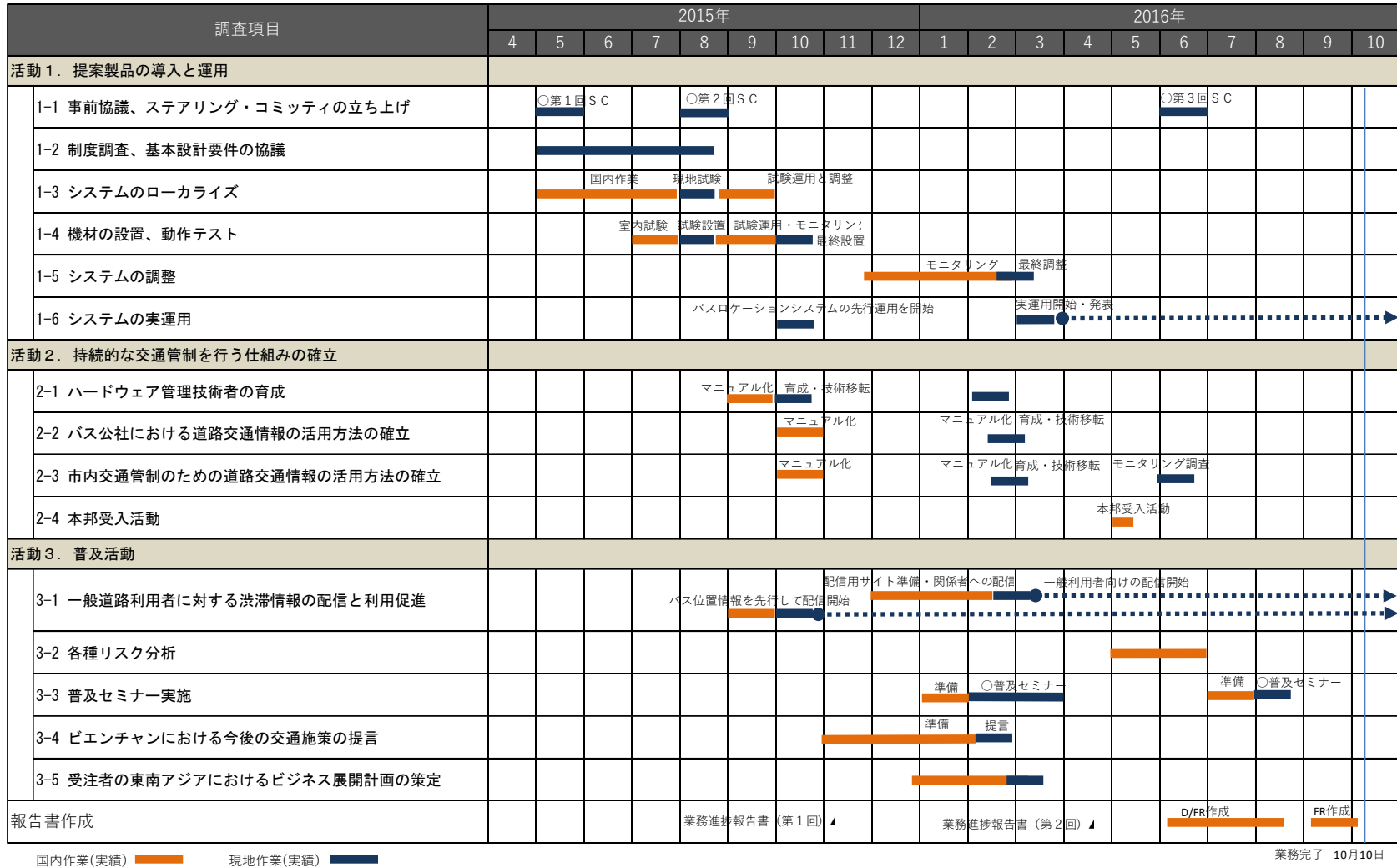


図 2-1 事業の実施方法・作業工程

(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）

担当業務	氏名	所属先	予実	2015年												2016										計（人・月）	
				5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	現地	国内				
業務主任者	西田純二	株式会社システム総合研究所	予定 実績	10 8	9 10	30 18	9 13	6 6	30 15	16 12	5 10	5 5	5 5	20 10	9 6	10 12	9 10	10 10	9 13	16 5	10 10	2.00	7.00				
公共交通計画	市岡 隆	株式会社システム総合研究所	予定 実績			16 16	13 13	6 6	15 12	10 10	5 5	5 5	5 5	8 10	16 6	6 6	5 5	12 12	10 10	13 5	10 10	8 10	2.80	7.00			
システム開発	森本哲郎	株式会社システム総合研究所	予定 実績	10 6	9 12	60 20	13 13	12 12	10 10	12 5	5 5	5 5	5 5	15 10	11 6	6 6	5 5	10 10	4 4	6 6			1.10	5.50			
進捗管理	大田香織	株式会社システム総合研究所	予定 実績	10 8	9 6	16 13	9 13	6 5	10 12	10 10	2 2	2 2	5 5	2 16	3 3	3 3	5 5	12 12	2 2	13 2	2 2	8 2	1.70	4.00			
チーフ アドバイザー	三島あい	KEI	予定 実績	2 2	12 2	6 6	12 12	6 6	30 30	6 6				6 6	30 30	6 6	15 15	6 6	15 15	8 8			3.30	1.25			
アドバイザー	戸田利則	KEI	予定 実績			5 5											6 6						0.00	0.50			
アドバイザー	三石 隆雄	KEI	予定 実績																	5 5			0.00	0.25			
技術指導	上善恒雄	大阪電気 通信大学	予定 実績			6 5	9 8		10 10											6 6			0.00	0.75			
設計・設置指導	吉田隆一	株式会社ナレッジパーク研究所	予定 実績			10 10	9 9		16 16	10 10													0.80	1.00			
設計・設置指導	浅尾啓明	株式会社ナレッジパーク研究所	予定 実績	10 6	9 6			8 8	4 4	8 8	10 10			11 11		9 9			13 13			1.97	1.00				
データ解析	松葉碧	屋号：ぐりん	予定 実績					9 10	10 10	15 15	10 10			5 5		16 16	9 9		14 14	9 9	6 6		0.30	1.00			
データ解析	白濱勝太	屋号：ヨベルシステム	予定 実績				9 10	6 6	8 8	16 16					9 9				9 9	4 4			1.10	1.00			
交通解析	西野健	KEI	予定 実績																20 24	24 20	19 19		0.80	1.00			
交通システム 構築	坂本邦宏	屋号：モビリティ技術研究所	予定 実績															10 10					0.00	0.50			
交通解析・効果 分析	辻堂史子	株式会社シティ・プランニング	予定 実績			5 6	9 10	5 5								5 5	9 9	5 5					0.60	1.00			
公共交通アドバ イザー	土井勉	大阪大学コミュニケーションデザインセンター	予定 実績												11 11								0.00	0.00			
バス事業運営アドバ イザー	松本浩之	みなと観光バス㈱	予定 実績												11 11								0.00	0.00			
公共交通事業運 営アドバイザー	横江友則	㈱大阪メトロサービス	予定 実績											9 9									0.37	0.00			
ICTアドバイザー	下條真司	大阪大学	予定 実績																	6 6			0.00	0.00			
ITSアドバイザー	足立智之	西日本高速道路㈱	予定 実績																		6 6		0.20	0.00			
ICTアドバイザー	松本敏文	T&Yマシココボレーション	予定 実績																		5 5		0.00	0.00			
KEI: ㈱片平エンジニアリングインターナショナル																				受注企業	人・月計(予定)	5.10	19.00				
凡例： 現地作業 ■ 国内作業 																				受注企業	人・月計(実績)	7.33	19.00				
																				外部人材	人・月計(予定)	8.00	9.00				
																				外部人材	人・月計(実績)	9.78	9.45				
																				人・月計(予定)		13.10	28.00				
																				人・月計(実績)		17.11	28.45				

図 2-2 要員計画表

・供与資機材リスト

表 2-1 に示す機材の譲与を行った。

表 2-1 機材リスト

スマートフォン GPS バスロケーションシステム

NO	機材名	品番	数	設置日	設置個所
1	GPS バスロケーションシステム (ソフトウェア使用権)	-	1	2015 年 10 月	日本国内のデータセンター内 (将来ラオス側へ移管予定)
2	バス車載用スマートフォン	SMSP-001~055	55	2015 年 8 月	バス車内
3	バス車載用スマートフォン	lao-sp001~005	5	(2015 年 8 月 購入済)	予備機
4	管制センター用ディスプレイ	display01	1	2015 年 10 月	CBS
5	管制センター用ディスプレイ	display02	1	2015 年 10 月	CBS
6	管制センター用ディスプレイ	display03	1	2015 年 10 月	CBS
7	管制センター用ディスプレイ	display04	1	2015 年 10 月	CBS
8	管制センター用ディスプレイ	display05	1	2016 年 2 月	交通警察
9	管制センター用ディスプレイ	display06	1	2016 年 2 月	CBS
10	管制センター用ディスプレイ	display07	1	2016 年 2 月	交通警察
11	管制センター用ディスプレイ	display08	1	2016 年 2 月	CBS
12	管制センター用ディスプレイ	Display09	1	2016 年 8 月	MPWT
13	管制センター用ディスプレイ	Display10	1	2016 年 8 月	VCSBE
14	運行モニター用ディスプレイ	Display11	1	2016 年 8 月	ポンサヴァン高校
15	管制センター用 PC	ASUSmini01	1	2015 年 10 月	CBS
16	管制センター用 PC	ASUSmini02	1	2015 年 10 月	CBS
17	管制センター用 PC	ASUSmini03	1	2016 年 2 月	交通警察
18	管制センター用 PC	ASUSmini04	1	2016 年 2 月	CBS
19	管制センター用 PC	ASUSmini05	1	2016 年 8 月	MPWT
20	管制センター用 PC	ASUSmini06	1	2016 年 8 月	DPWT
21	管制センター用 PC	ASUSmini07	1	2016 年 8 月	VCSBE
22	運行モニター用 PC	ASUSmini08	1	2016 年 8 月	ポンサヴァン高校

Wi-Fi パケットセンサーによる交通観測システム

NO	機材名	品番	数	設置日	設置個所
1	Wi-Fi センサー解析システム (ソフトウェア使用権)	-	1	2015 年 10 月	日本国内のデータセンター内 (将来ラオス側へ移管予定)
2	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-201	1	2015 年 5 月	CBS
3	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-202	1	2015 年 5 月	VCSBE

4	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-203	1	2015年9月	Sihome Intersection
5	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-204	1	2015年9月	Patuxai Police Box
6	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-205	1	2015年9月	Phetsarad (Samseanthai Rd)
7	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-206	1	2015年9月	Sisket Temple
8	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-207	1	2015年9月	National Circus (French Circus)
9	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-208	1	2015年9月	Dongdok Intersection
10	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-209	1	2015年9月	Sithanneua (Km2)
11	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-210	1	2015年9月	Wattay International Airport
12	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-211	1	2015年9月	Lao National TV Round about
13	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-212	1	2015年9月	Lao-American Intersection
14	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-213	1	2015年9月	Thatphouun Intersection
15	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-214	1	2015年10月	Nongbone Intersection
16	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-215	1	2015年10月	Thatluang Traffic Light
17	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-231	1	2015年10月	Phonthun Intersection
18	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-232	1	2015年10月	Nonghai Intersection
19	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-233	1	2015年10月	Thatkhao Intersection
20	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-234	1	2015年10月	Odien 5-Intersection
21	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-235	1	2015年10月	Sokpaluang Intersection
22	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-236	1	2015年10月	Morning Market
23	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-237	1	2015年10月	Sibounhuang Intersection
24	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-313	1	2015年10月	Tholakhong Police Box
25	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-314	1	2015年10月	Nongbeuk Intersection
26	Wi-Fi パケットセンサー本体	a7-315	1	2015年10月	KM1

・相手国政府関係機関側の投入

本システム導入に伴う関係者協議の調整、許可レターの発出、パケットセンサー及びバスロケーションシステム設置工事等の人材の提供。

(5) 事業実施体制

① 提案者の支援体制

本事業は、株式会社社会システム総合研究所（JRIS）の大阪事務所が担当となり実施したが、本システムの開発にあたっては、大阪電気通信大学総合情報学部他、関連する研究・開発機関の技術支援を受けた。またシステム設計のためのバス利用者への意向調査や導入効果測定にあたっては株式会社シティプランニングの支援を受け、現地及び国内活動では株式会社片平エンジニアリング・インターナショナルの支援を受けた。

② 現地での支援体制

本事業実施にあたり、ラオス現地側の支援体制として下記の機関との協力体制を構築した。

- 公共事業運輸省（MPWT）：道路交通全般にかかる管轄省としての本事業の実施全般に係る助言および協力、他関係部局へのコーディネーション。
- ビエンチャン市：ビエンチャン市バス公社および市交通警察の管轄官庁としての事業実施の承認、関係部局への業務指示、コーディネーション。
- ビエンチャン市バス公社（VCSBE）：GPS バスロケーションシステムの設置対象機関として実務レベルにおける協力体制の構築。
- ビエンチャン市交通警察：Wi-Fi パケットセンサーによる交通観測システム導入において、センサー設置対象交差点周辺管理担当、交通管理。

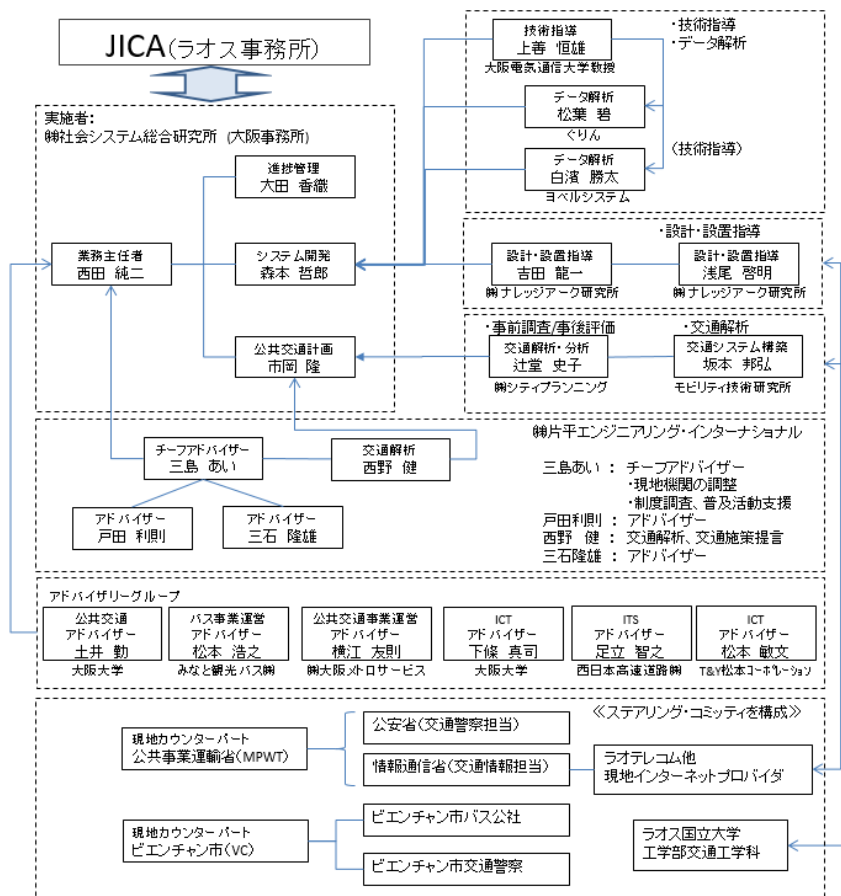


図 2-3 業務実施体制図

(6) 相手国政府関係機関の概要

組織名	公共事業運輸省 Ministry of Public Works And Transport (MPWT)
所在地	Lane Xang Avenue, Vientiane Laos
設立年	2007年に現在の名称として設立
組織の目的	社会経済及び道路・交通・土地・水道等の基礎インフラ分野行政業務
組織規模 (資金・人数)	2,179,455.47 百万 kip (2014年) 職員数約 800 名
主な業務内容	Department of Transport (DOT)が本事業の関係部署であり、国際援助案件と他の関連機関との調整を担っている。将来的に本事業が提案している道路情報システムの移転先候補の一つである。本事業で関係のあるバス運行、道路交通に関連する許認可権限を持つ。

組織名	ビエンチャン市 Vientiane Capital (VC)
所在地	Phonexay Villegge Saysetta District Vientiane Capital Lao P.D.R
設立年	1975年
組織の目的	首都ビエンチャン市の行政業務全般
組織規模 (資金・人数)	285,035.5 百万 kip (2014年) 職員数約 57 名
主な業務内容	ビエンチャン市行政全般に係る業務遂行を担当している。

組織名	ビエンチャン市バス公社 (ビエンチャン市所管) Vientiane Capital State Bus Enterprise (VCSBE)
所在地	Thadeua Road Vadnak Village Km 3, Siattanak District Vientiane Capital, Lao P.D.R
設立年	1991年に The Passenger Transport Company として設立。
組織の目的	ビエンチャン市内およびビエンチャン市と他都市を運行する路線バス・都市間バス・国際バスの運行に係る全般業務の運営。
組織規模 (資金・人数)	37,226,294,876.70 百万 kip (2014年) 職員数 約 240 名
主な業務内容	ビエンチャン市バス公社 (VCSBE) はビエンチャン市の傘下にある公営企業で、国際バス・都市間バス・ビエンチャン市内路線バスの運行および管理業務を担っている。本事業で対象とするのは VCSBE のビエンチャン市内路線バスであり、現在は 11 路線の運行を大型バスと中型バス、小型電気バスによって継続している。

3 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の結果

① 活動結果 1：提案製品の導入と運用

①-1 事前協議・ステアリングコミッティの立ち上げ（2015年5月～8月）

a) 第1回ステアリングコミッティ

2015年5月の現地活動において、日本大使館へ訪問し、本事業がVCSBEへの運営改善に対してどのような貢献ができ、かつ、今後のODAにおける案件化の可能性検討意見交換、情報共有を行いながら協議していくこととした。JETRO訪問では、ラオスにおける生活上の留意点やビジネス環境の説明、参考資料の提供を受けた。

また、現地カウンターパート機関であるMPWT、ビエンチャン市及びVCSBE、その他公安省、電力公社の参加の下、ステアリングコミッティのキックオフを行い、本事業の展開に関して関係機関の合意を得た。質疑応答の中ではパケットセンサー設置における盗難防止対策の考慮、信号管制の現状、交通警察の派出所へのパケットセンサー設置にかかる留意点等の指摘があった。これを受けて、パケットセンサーの設置箇所とその設置方法等の検討、設置にかかる公式な許可レターの発出を行った。

b) 第2回ステアリングコミッティ

2015年8月の現地活動において、ビエンチャン市副市長の議長の下、日本側関係者とカウンターパート（CP）機関の他、国立ラオス大学（NUOL）のInformation Technology（IT）専攻の教員、インターネットプロバイダーであるラオテレコム等を招きステアリングコミッティを開催し、事業の詳細計画を説明し、パケットセンサー設置の上で必要な協議および許可、将来的なデータ保存をラオス国内で行うことの可能性、本事業で導入されるシステムの通信費の負担をインターネットプロバイダー企業と連携することによる免除の可能性等を協議した。本会議には現地の報道機関の出席を得て、新聞（Vientiane Times（英字）/ Vientiane Mai（ラオス語））・公営テレビ等で報道された。その後、関係機関からの許可レター発行を受け、バス車載機の設置や交通警察派出所へのセンサー設置などの現地作業を行った。

c) 第3回ステアリングコミッティ

2016年6月の現地活動において、VCSBEを対象とした普及・実証事業を行っているイーグルバス株式会社と共に、ビエンチャン市副市長の議長の下、日本側関係者とカウンターパート（CP）機関の他、ADB、NUOLのIT専攻の教員、インターネットプロバイダーであるラオテレコム等を招きステアリングコミッティを開催し、今回導入したシステムから得られるデータについての説明を行った。本会議には現地の報道機関の出席を得て、新聞（Vientiane Times（英字）/ Vientiane Mai（ラオス語））・公営テレビ等で報道された。

*別添資料：打合議事録参照

①-2 制度調査、基本設計要件の協議（2015年5月～8月）

a) 制度調査

制度調査として、

- Wi-Fi パケットセンサーを道路沿道に設置するための許認可、指導
- 交通情報を配信するための許認可、指導
- Wi-Fi パケットを取得する際の許認可、あるいは指導

等の項目に関して、道路占用や情報配信にかかる許認可、個人情報取扱いに関する許認可等の必要性が懸念されたため、関係省庁との協議を行った。

この結果、パケットセンサーの設置については、交通警察の派出所への設置を行う場合は、その管轄省である公安省の許可文書を得る必要があるということがビエンチャン市交通警察および公安省との協議で明らかになり、公安省へ許可レターを提出し、それが受理された。交通情報の配信に関して、通信省・公共事業省との協議を行ったが、特に「ラ」国における許認可の必要はないことが明らかとなった。

Wi-Fi パケットの取得についても、特に個人情報保護関連法、ステアリングコミッティや、関係省庁等への調査・確認を行った結果、許認可申請を必要としないことが明らかとなった。「ラ」国における通信分野の法制度については表 3-1、電気通信法における禁止事項は表 3-2 に示すとおりである。

表 3-1 ラオスの通信関連法

	名称	公布年
1	インターネット利用者ならびに ISP に関する首相令	2000 年
2	インターネットコンテンツに関する情報文化省大臣令	2001 年
3	インターネットセキュリティおよび暴力に関する公安省大臣令	2002 年
4	電気通信法 (Telecommunication Law)	2001 年
5	E-Government Action Plan	2006 年
6	通信およびラジオスペクトラム費に関する大統領令 (No.3/PS)	2008 年
7	国家 ICT 政策(No.057/NAST-PMO) (首相府 NAST)	2009 年
8	国家 ICT 政策受理と施行に関する首相令 (No.47/PM)	2009 年
9	周波数利用費に関する改訂規定 (No.85/PMO.NAPT)	2009 年
10	電話番号およびインターネットコード利用費に関する規定 (No.123/PMO.NAPT)	2009 年
11	インターネットカフェサービスに関する規定 (No.579/PMO.NAPT)	2009 年
12	通信トランスミッションラインシステム管理に関する首相令	2010 年
13	国家情報技術セキュリティ管理センターに関する首相令	2010 年
14	改正電気通信法	2011 年
15	電子処理法 (No.20/NA)	2012 年
16	インターネット情報管理に関する首相令 (No.327/GOV)	2014 年

表 3-2 電気通信法における禁止事項

電気通信法における禁止事項 (第 35-38 条)		
1	電気通信機関の公務員	政府機密の言及や書類の改変
		電気通信事業の運営、コンサルタントとしての業務
2	電気通信業者	ライセンスの譲渡
		認可されていない資源の使用、周波数、機器の改造、入手した情報の悪用、サービスの予告なしの停止、政府・利用者機密の言及、許可ない利用費の値下げ、過剰広告。

b) 基本設計要件の確認調査

本システムの構築にあたっての基本設計要件の協議を行った。具体的には、VCSBE の 総裁・バス運行管理者との協議、バス運転手説明会における協議、ステアリングコミッテ ィにおける関係機関からの要望事項の聞き取りを行った。

また、バスロケーションシステム導入にあたり利用者にとって必要な情報を把握するた め、中央バスターミナル（CBS）やバス路線付近の学習施設（てっちゃんねつ³）におい てアンケート調査を実施した。アンケートは平日および休日に実施し、計 298 サンプルを 収集した。アンケート結果より、バス利用者は自分が日常利用する路線以外の運行経路や 料金についてはあまり知らないこと（図 3-1）、バスの情報取得は、口コミや掲示物に頼 っていること（図 3-2）、バスの平均待ち時間は 10 分以上が過半を占めること（図 3-3）、 スマートフォンの保有者は全体平均では 57%だが学生（てっちゃんねつ）は 85%以上と なること（図 3-4）等が明らかとなった。

*別添資料：「VCSBE City Bus 利用に関するアンケート調査結果」参照

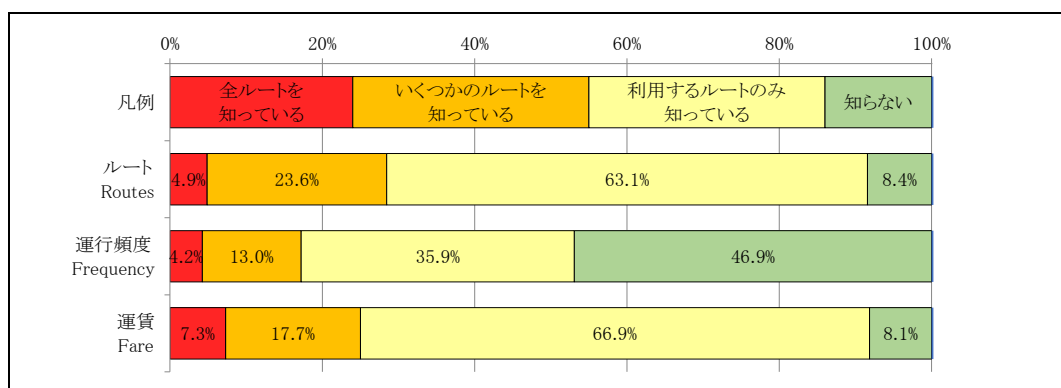


図 3-1 ルート・運行頻度・運賃に関する認知度

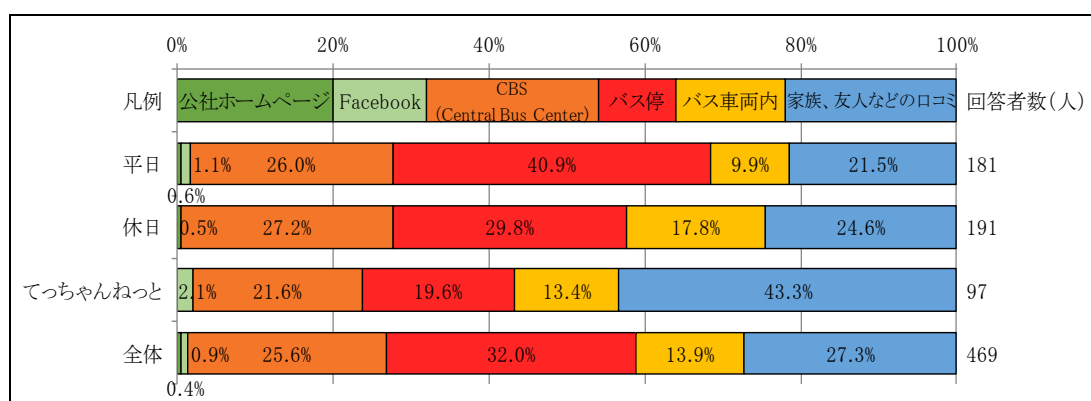


図 3-2 バス情報の取得手段

³ 「てっちゃんねつ」はビエンチャン市内で開講されている日本語・パソコン等を教えるスクールで、主に高校以上の学生が在籍している。調査時期が大学等の休校期にあたるため、バス利用の中で大きな割合を占める学生について調査を補完する目的で、同校に依頼して調査を行ったものである。

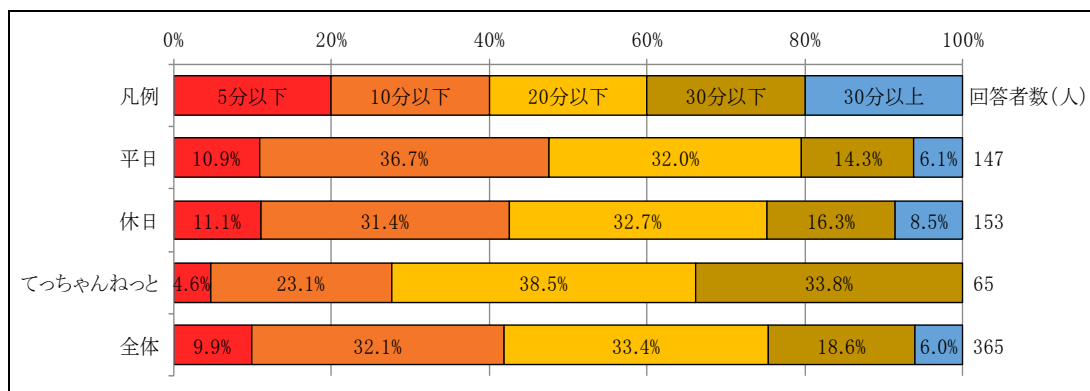


図 3-3 バスの平均待ち時間

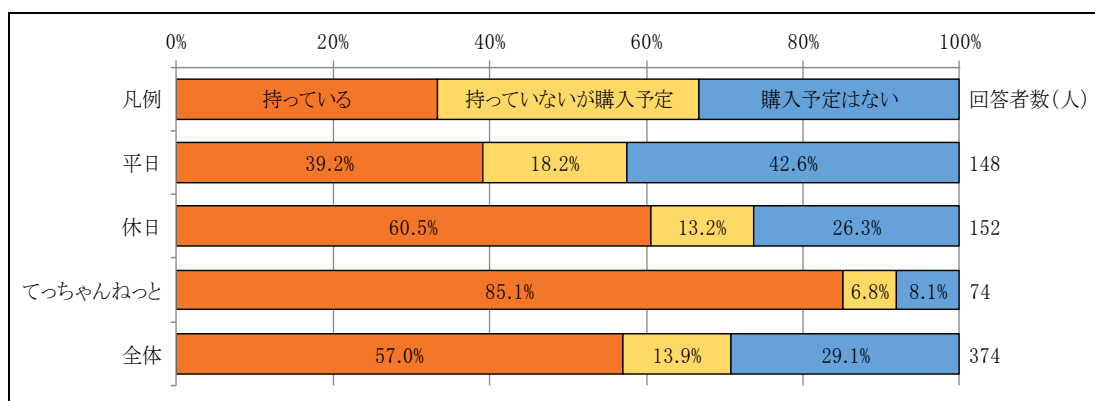


図 3-4 スマートフォン保有率

ステアリングコミッティやアンケート調査の結果を受けて、設計要件への反映が必要な事項として、次の内容が明らかとなった。各項目についてそれぞれ対応策をまとめ、設計要件に追加した。

バスロケーションシステム

- バス車載端末の操作の簡素化
 - 電源のオンオフのみで起動・終了するように車載端末を設計
- バス路線ごとの運賃表示
 - 8月末の改修により機能追加
- バス停留所情報の表示 - 停留所付近の主要施設の写真等を表示 -
 - 8月末の改修により機能追加、現地スタッフにより停留所写真を撮影し付加
- システム導入後の利用方法の広報
 - 広報用のポケットティッシュの制作、ポスター等の制作

Wi-Fi パケットセンサー

- 盗難対策
 - 当初設計から配慮しており、取付用金具の目隠し処理等を実施
- 熱対策
 - 放熱用樹脂の追加等による対策強化

- システム運営管理の技術移転による「ラ」国関係機関のサーバ管理への参画
→NUOL の情報部門専門家への技術移転と管理方法協議

①-3 システムのローカライズ (2015年5月～9月)

a) ローカライズの概要

システムのローカライズとして、下記の事項に関する対応を行った。

バスロケーションシステム

- バス車載装置の操作の簡素化として、電源のオンオフのみで起動・終了が行われるように端末にプログラム設定を行う
- 端末のバッテリー状態のモニタリング機能の追加
- バス路線ごとに運賃の表示を行う機能を追加
- バス停情報として写真や説明文を追加
- ラオス語での運用ができるようにセンターサーバの機能を追加
- バスの走行速度データから、道路交通状況（速度分布）を表示する機能について、現地の走行速度分析に従い速度表示区分等のパラメータの調整

Wi-Fi パケットセンサー

- センサー本体への熱対策として、熱伝導樹脂による放熱機能を追加
- センサーの樹脂箱への高耐候性塗装の実施
- 盗難対策としてセンサーの樹脂箱の取付ネジの目隠し処理
- 通信状態が不安定となることへの対策として、モニタリング機能の追加とデータバッファリング機能の強化
- 走行速度を処理するためのプログラムにおける最高速度・最低速度のフィルタリング機能の追加と調整

作業時において課題となったことは、現地語化におけるラオス語フォントセットの整備がここ数年で急速に進んだため、Android スマートフォンの旧機種や古い OS のごく一部の機種で表示できないケースがあることであった。ラオス語フォントが使えない機種では、従来より英語フォントによる操作を行っていたため、本システムでは英語とラオス語を切り替えて使えるように設計した。このためラオス国内では、すべての機種での利用が可能となっている。

システムのローカライズの結果、3 か国語化されたバスロケーションシステムの管理画面を図 3-5 に、ユーザ画面の例を図 3-6 に示す。またシステムの全体構成を図 3-7 に示す。

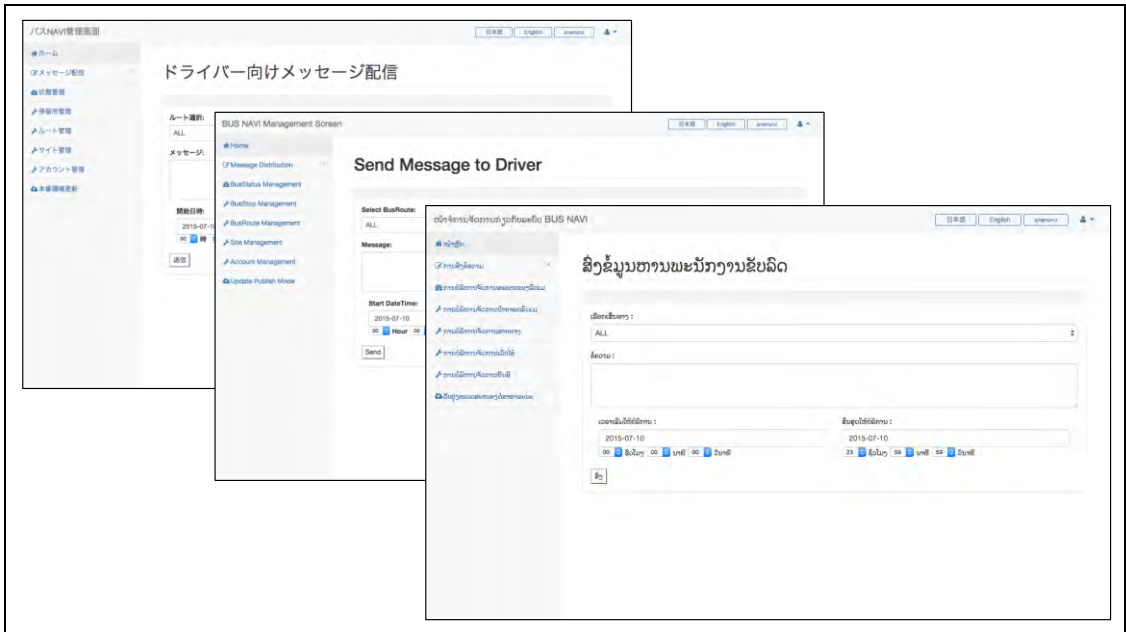


図 3-5 3 か国語化したバスロケーションシステムの管理画面

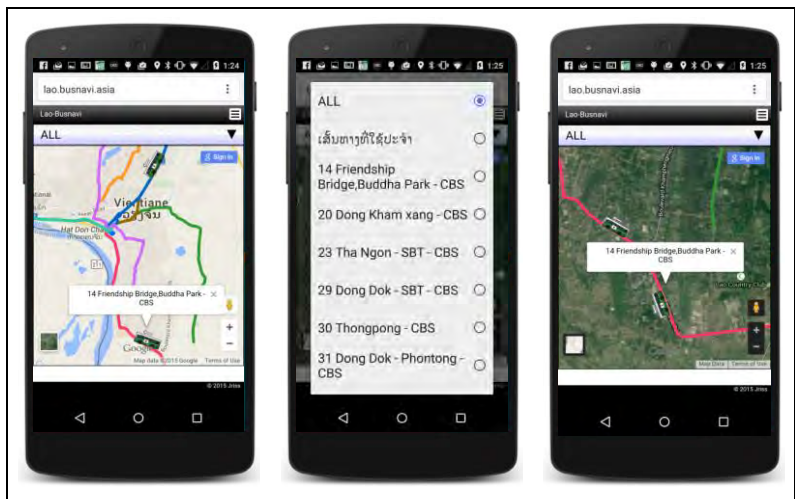


図 3-6 3 か国語化された管理画面とユーザ画面の例

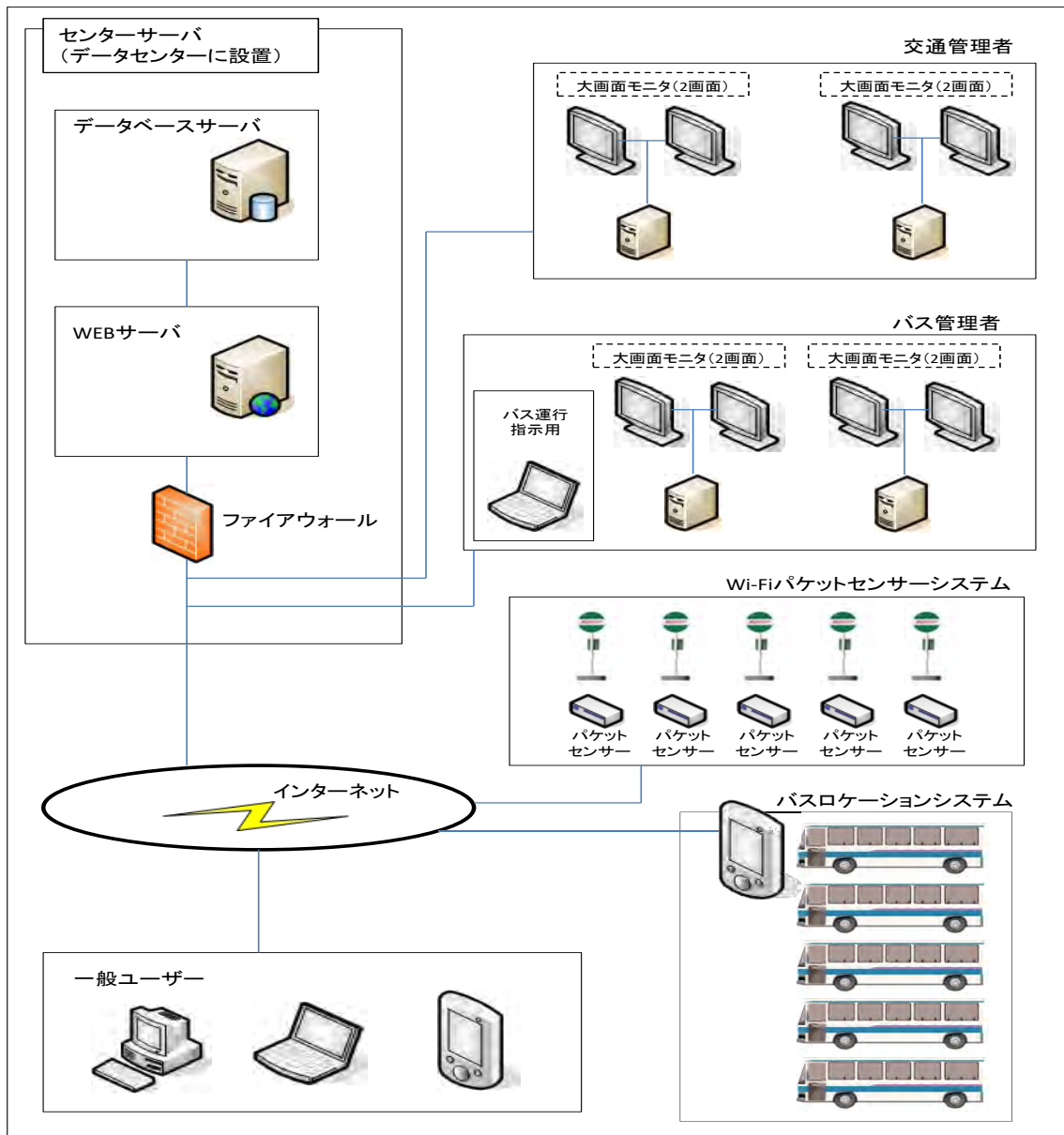


図 3-7 システム全体構成

b) 機材の設置、動作テスト (2015年5月～10月) 機材の設置

機材の設置・動作テストは、当初計画を前倒しし、次の5段階で実施した。なお、5段階目のMPWT、ビエンチャン市公共事業運輸局(DPWT)、VCSBEの総裁室およびポンサヴァン高校へのモニターの設置については、当初計画には含まれていなかったが現地からの要請等により必要との判断により追加設置を行った。なおDPWTの機器設置については、モニター費用等は自機関の負担によって設置が行われた。

第1段階：2015年5月

- 5台のバスロケーションシステム用車載器を設置し、運行状態をモニタリング
- Wi-Fiパケットセンサー3台を設置し、データ取得と電送状態をモニタリング
→システムの調整を行い、現地語化をしたシステムでの運用試験を実施

第2段階：2015年8月

- VCSBE バスの車載器を準備し、車両への設置工事が完了したのから順次搭載し、運用を開始（9月初旬には搭載予定車両すべての運用が開始された）
- 数台の Wi-Fi パケットセンサーを試験設置し、運用を開始
→車載器やセンサーから送出されるデータによる解析プログラムの調整

VCSBE が保有しているバス車両の種類と台数を表 3-3 に示す。中国から調達した電気車両（EV）と 2015 年に購入した中古車両 HYUNDAI 以外は日本の無償資金供与によって調達されたものである。本事業では、下記の車両のうち、2012 年に供与された ISUZU バス車両及び 1999 年に供与された NISSAN ミニバス車両を対象としてスマートフォンを使用したバスロケーションシステムの試験運用を行った。設置は運用中のバスのみを対象とし、55 台とした。

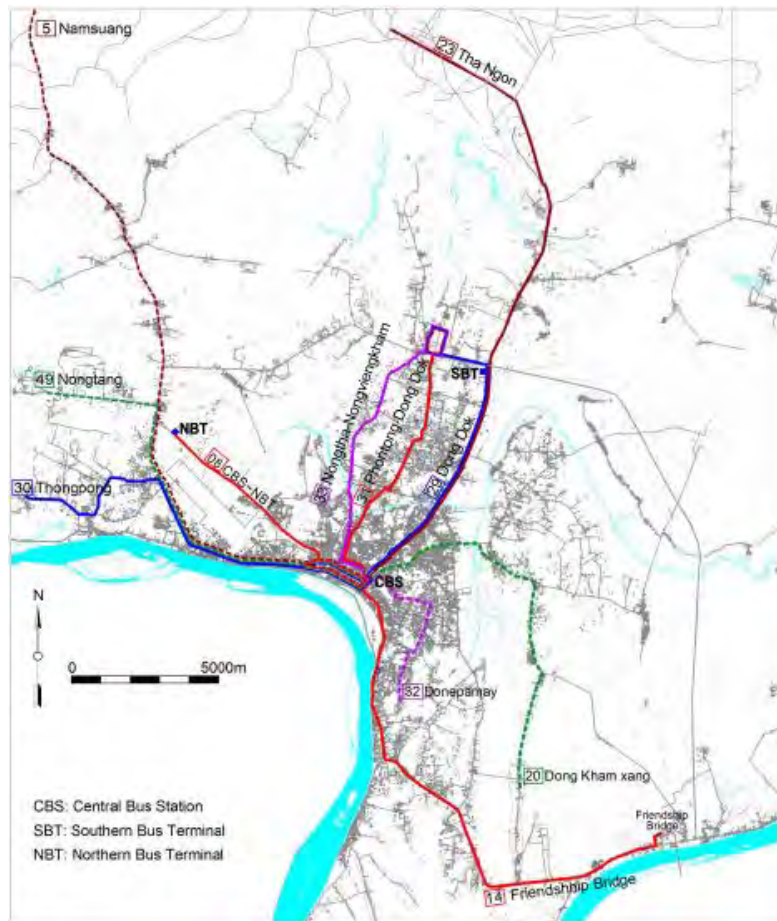
表 3-3 ビエンチャン市バス公社が保有するバス車両（2015年9月現在）

車両	メーカー名	座席数（席）	調達年	車両台数
大型バス	ISUZU	45	2012	42
	HYUNDAI	45	2009	5
	HYUNDAI	45	1999	25
	HYUNDAI（中古車両）	45	2015	1
	HINO	45	1990	1
ミニバス	NISSAN	25	1999	21
	MITSUBISHI	25	1990	3
	Coaster	25	1998	1
バン	IVECO	28	2010	1
電気バス	EV	-	2009	3

出典：VCSBE

表 3-4 市内バスの路線一覧

No.	ルート	車両タイプ	料金（kip）	CBS 出発時刻・運行頻度
14	CBS - Friendship Bridge	大型バス（ISUZU）	6,000	5:50 - 18:00、15 分間隔
20	CBS - Dong Kham xang	ミニバス	4,000	6:30 - 17:20、25 分間隔
23	CBS - SBT - Tha Ngon	大型バス（ISUZU）	5,000	5:45 - 17:30、20～30 分間隔
29	CBS - SBT - Dong Dok	大型バス（ISUZU）	3,000	6:30 - 18:00、15～20 分間隔
30	CBS - Thongpong	大型バス（ISUZU）	4,000	6:00 - 17:30、20～30 分間隔
31	CBS - Phontong - Dong Dok	大型バス（ISUZU）	3,000	6:10 - 17:30、20 分間隔
32	CBS - Donepamay	ミニバス、電気バス	2,000	6:30 - 17:55、15～20 分間隔
33	CBS - Nongtha - Dongdok	大型バス（ISUZU）	3,000	6:10 - 17:20、30～60 分間隔
49	CBS - Sikay - Nongtang	ミニバス	4,000	6:15 - 17:30、35～60 分間隔
08	CBS - NBT	大型バス（ISUZU）	5,000	6:00 - 17:00、30 分間隔
05	CBS - Namsuang	ミニバス	10,000	10:30、16:30



出典：ラオス国ビエンチャンバス公社運営能力改善プロジェクト

図 3-8 VCSBE 路線バスルート

第3段階：2015年10月

- Wi-Fi パケットセンサー全台数の設置
- VCSBE バス運行管理部門オフィスへの管制用設備の設置
→両システムから送出される情報を使った交通情報の見える化システムの調整

第4段階：2016年2月

- 交通警察への常時観測モニターの設置
- CBS 都市間バスチケット販売コーナーへの常時観測モニターの設置
- 車載用端末の盗難防止対策
- 車載充電装置の障害対策

第5段階：2016年8月

- MPWT への常時観測モニターの設置
- DPWT への常時観測モニターの設置（必要な機器一式は DPWT の費用負担により設置）
- VCSBE の総裁室への常時観測モニターの設置
- ポンサヴァン高校への常時観測モニターの設置

c) システムの動作テスト

設置した機材から得られた交通観測の結果を下記に示す。図 3-9 の左はバスの位置を表示しており、バスをクリックすると運行系統と料金が表示される。右はバス運行データから得られる路線の交通状況を示したもので、20km/h以下の走行速度の場所が赤く表示されている。図 3-10の左はWi-Fiパケットセンサーが計測しているパケット数を示すもので、各地点の交通量の時間ごとの変化が表示される。右は2地点のパケットセンサーから得られるデータから走行速度を計算した結果を示したもので、赤・黄色の区間では走行速度の低下がみられる。これらのシステムは②-2に示す通り、バス運行管理室のモニタリングシステムで常時表示される。

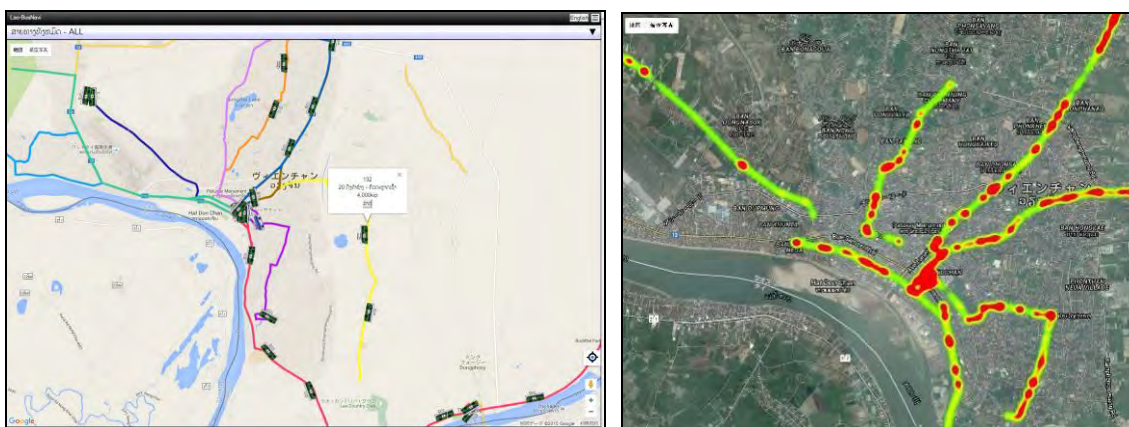


図 3-9 バスロケーションシステムによるバス位置と走行速度分布

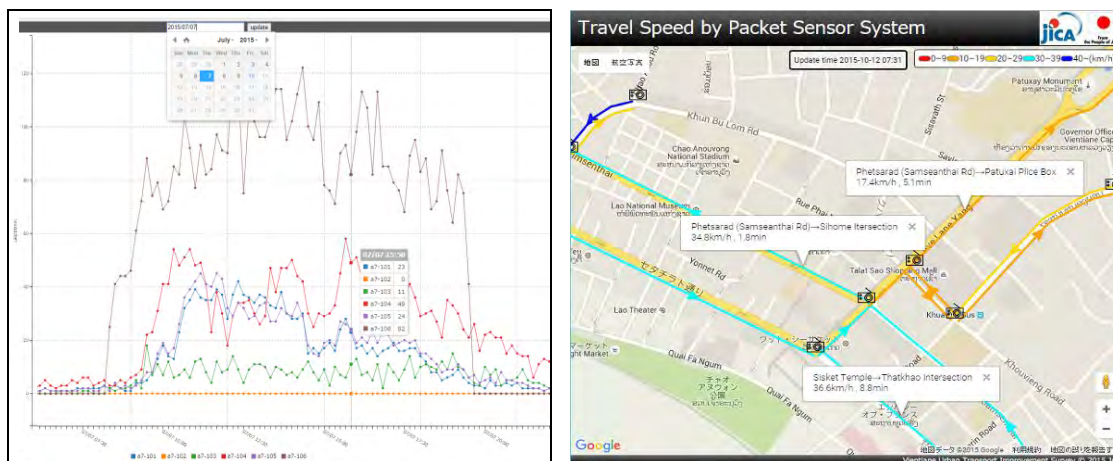


図 3-10 Wi-Fi パケットセンサーによる測定結果と路線の走行速度

d) 機材の設置・動作テストにおける課題

機材の設置・動作テストの中で問題となった事項と対応策は下記の通りである。下記対応策を実施した後、大きな障害となる事項は発生していない。

- バスへの車載用スマートフォンの設置にあたり、車載用充電装置を日本より持参して設置したが、故障発生率が高い。バス車両の発電機の電圧変動によるものと推測される。特に日本製以外のバスでの故障が頻発する。

→2015年10月に電圧測定機能のある高性能の車載用充電装置を準備し、全充電器を換

装したが、故障発生が継続した。このため2016年2月に高電圧発生時には緊急停止を行うインバータ（直流交流変圧装置）を導入し、その後は運用が安定している。

- バス運転手が短時間、運転席を外した時に、車載スマートフォンを外して車外に持ち去るという問題が3回発生した。スマートフォンは移動ログが取れるため、盗難ルートを追跡することにより、3回目の盗難時に犯人を検挙した。

→このため2016年2月には盗難対策用のダイヤルロックと盗難警報機の設置を行った。この対策により、盗難は防ぐことができると思われる（3回の盗難ともに逃走ルートが類似しているため、同一犯による犯行ではないかと推測）。3回目の発生時に犯人を追跡し、1台のスマートフォンは回収したが、先に盗難されている2台のスマートフォンは既に処分されているのか回収はできなかった。犯人は最初の犯行、2回目の犯行は否認しているため、これ以上の追跡はできなかった。

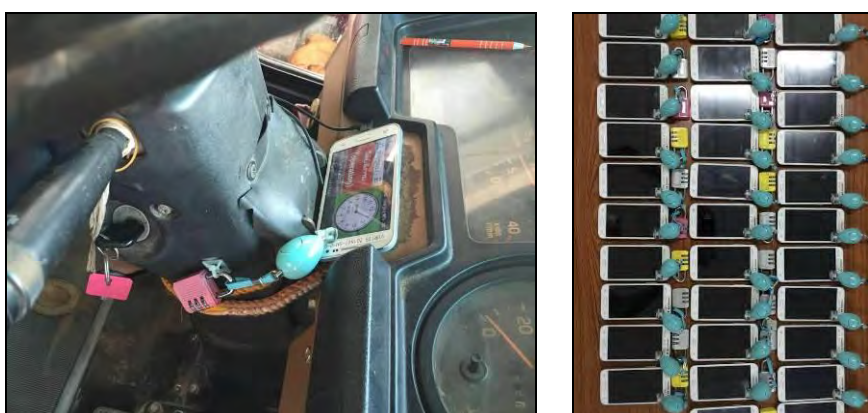


写真 3-1 車載スマートフォンの盗難対策

- Wi-Fi パケットセンサーの設置時における盗難対策については、本体の盗難対策は実施したが、電源ケーブル、集中コンセント、電源分岐ケーブル、本体外部にある電源アダプタなどの盗難が発生した。これらは交通警察からの要望に対応するために増設した電源分岐と集中コンセントが狙われた時に、同時に電源アダプタと一緒に盗難にあったものと思われる。全設置箇所の中で2か所がほぼ同じ手口で盗難にあっており、同一犯の可能性が疑われる。

→電源アダプタを金具で固定し、ケーブル・分岐器を強固に固定する。固定が難しいコンクリート製の派出所の場合は電源アダプタを筐体内に移設する。さらに電源を直接ブレーカに配線する、などの方法で対応を進めている。またセンサーが目立つ箇所についてはセンサーに泥を塗って汚く見せる等の対処措置も実施した。今後も盗難の手口に対応して、個別の対応策を現地の状況に応じて対応を行う必要がある。なお、2016年7月時点で、その後のセンサー及びケーブルの盗難は発生していない。

①-4 システムの調整（2015年11月～2016年3月）

バスロケーションシステムに、2015年11月以降に下記の調整を行った。

一般利用者向けにバスの位置を表示するサービス（<http://lao.busnavi.asia>）のページ下部にページ切り替えのタブを設置し、バスの走行速度分布をヒートマップとして表示する機能、Wi-Fi パケットセンサーにより取得される路線の走行速度（図 3-10 の右図）を表示させる機能を追加した。このプログラム更新により、バスロケーションシステムは、Bus Location、Bus Speed、Traffic の3つの画面表示を切り替えることができることとなった（図 3-11）。

ラオテレコム社とシステムの通信料の負担を受けることとの交換条件として、バス車内にロゴ付きポスターの掲示と、上記 WEB サイトにラオテレコム社のロゴ表示を行うこととなったため、画面上にリンク付きのラオテレコム社のロゴを追加した。JICA ロゴの位置とデザインを調整し、一般利用者向けの表示サイトのデザインを最終案として固め、サービスを開始した。

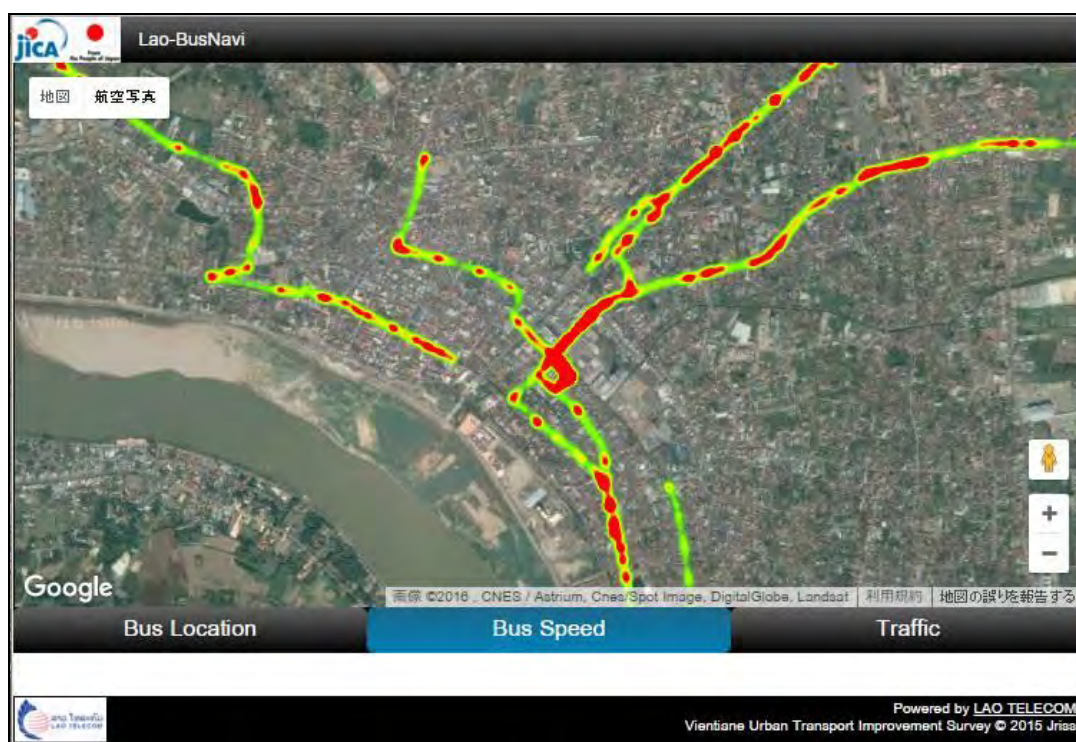


図 3-11 JICA・LTC 社ロゴを追加し表示情報の切替ができるサイトデザイン

①-5 システムの実運用（2016年3月～9月）

利用者向けのバスロケーションシステムによるバス位置の表示、バス位置情報から計算される路線の運行速度、Wi-Fi パケットセンサーから算出される路線の区間速度の情報提供を2016年2月末から本格的に開始した。またこれらの情報を常時モニタリングする常設モニターを、CBS バス運行管理室、交通警察、CBS 国際・都市間バスチケットカウンターの3箇所に設置して、実運用を開始した。

バスロケーションシステムの運用管理は、VCSBE の運行管理担当者への技術移転を完了し、2016年2月から VCSBE 担当者の手によってシステムの運用が行われている。



写真 3-2 交通警察へ常時観測モニターを設置



写真 3-3 CBS へ一般利用者向けの常時観測モニターを設置

② 活動結果 2：持続的な交通管制を行う仕組みの確立

②-1 ハードウェア管理技術者の育成（2015年8月～10月）

a) VCSBE

バスロケーションシステムの現地での運営管理を担当する管理技術者の育成のためのマニュアル、技術解説資料を作成し、これを用いて 2015 年 8 月と 10 月に VCSBE の管理担当者に対する技術説明会を開催した。マニュアル類については別添資料に添付する。2015 年 8 月に VCSBE の運行管理者、情報システム管理者へのシステム運用管理のための講習を行った。また現地スタッフに Wi-Fi パケットセンサーの取り付け、取り外し、通信機能の管理、管理システムの取扱いに関する説明会を開催した。

b) NUOL

2015 年 10 月に NUOL 工学部のシステム工学を担当する研究者・技術者に対して、システムの説明会を開催し、「ラ」国内での継続的なシステムの活用のための講義を行った。このとき Wi-Fi パケットセンサーの研究開発用の機材を 5 セット、NUOL に寄贈を行い、同大学との継続的な研究協力体制の確立を目指すことで合意を行った。この寄贈について

は JRISS が費用負担して実施した。写真 3-4 は NUOL への教育用の Wi-Fi パケットセンサー5 セットの寄贈と、それを使ったシステムに関する講義を行っている様子である。40 名の学生と教職員が参加した。



写真 3-4 NUOL への教育用機器の寄贈と講義の様子

2016 年 2 月に NUOL の工学部 IT 専攻において、NUOL と JRISS 主催の、バスロケーションシステムおよび Wi-Fi パケットセンサーから取得されるオープンデータの活用促進啓発を目的とするアイデアソン「IT Innovative Ideas Contest 2016」を開催した。事前準備およびイベント実施において JICA 青年海外協力隊員の協力を得た。地元の IT 系企業の協賛も得られて、今回導入したシステムから出力されるデータの Open Data を活用した数多くのアイデアが発表された。



写真 3-5 NUOL でのアイデアソンの実施風景

NUOL の IT 専攻の学生を中心に参加チームが構成され、下記の内容の提案がなされた。

表 3-5 アイデアソンで提案されたアイデアと順位

結果	チーム名	タイトル	概要
	IT sensor smarter	国境入国管理局での渋滞通知	出入国の管理ゲートにおける渋滞解消目的のための、Wi-Fi パケットセンサーの活用
	3MB	バスシステム Next Step	バス到着情報に加えて、センサーでバスの混雑度や乗車率が事前に通知するサービス
特別賞	SuperJuOn	Alter Service	パケットセンサーを活用し、スマホアプリで、諸施設の混雑状況を配信するサービス
	Spirit	HOME AUTO	家庭の電気状況やその他の情報のオンラインモニタリング機能、問題発生時の通知サービス
	NBY	患者の健康状態の追跡	患者の健康状態をトラッキングするサービス。入院期間の短縮、在宅での治療をサポートする。
特別賞	Tour Laos	Tour Laos	移動中に移動先の天気等の情報を伝えるサービス
1 位	Visualize	Lao Delivery	パケットセンサーによる道路混雑情報を利用した、宅配サービスの迅速化・効率化を実現するシステム
	Lion King	Lion King	野生動物に GPS を装着し、位置を追跡するシステム
	The difference	IT Innovative	ペットに GPS センサーを装着させ、位置を追跡するシステム
2 位	HK	Packet Sensor Car	車両に設置し、盗難時の位置を捕捉、事故発生時の通報、子どもを車に乗せたまま車外に出た際の車内室温アラーム、車の管理状況管理システム等の包括的管理システム
	The Eye	車両管理システム	車に GPS を設置し、社用車、個人利用などを対象とした目的地までの経路案内システム
優勝	The Snail Power	e-Logistics	商品の運搬等、ロジスティクス効率化のためのセンサー情報の活用。センサーからの道路混雑状況を利用した効果的な配送ルート選定システム。

NUOL からは、今回の活動成果をさらに発展させるため、セミナーの開催やハッカソンへの活動深化などの意見を得た。2016 年 8 月には NUOL と共同で普及セミナーを開催し、カウンターパートのみでなく NUOL の教授や学生の参加を募り、今回導入したシステムやオープンデータの活用の促進を図った。また、NUOL より NUOL と JRISS との間での Minute of Understanding 締結の打診があり、今後継続的な研究協力体制の確立を図る。

②-2 バス公社における道路交通情報の活用方法の確立 (2016 年 2 月～3 月、5 月)

a) システムの導入及び利用方法説明

写真 3-6 は VCSBE のバス運行管理室に設置したモニタリングシステムである。右から①バス走行履歴から算出される速度分布、②Wi-Fi パケットセンサーによる道路区間ごとの旅行速度、③バスの位置と状態一覧、④バスロケーションシステムの利用者の分布と選択項目である。

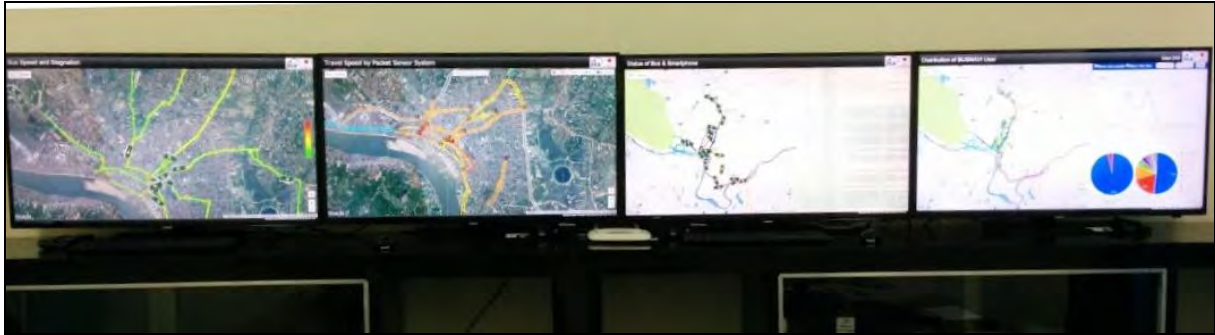


写真 3-6 VCSBE のバス管制室のモニタリングシステム

モニタリングシステムを設置した際に、管理者用マニュアル（Busnavi.asia Manual for Administrators Ver1.0.0）を用いて VCSBE の運行管理室に所属する職員 20 名を対象に利用方法の説明会を行い、現在は VCSBE の運行管理者がバスローケーションシステムの管理を行っている。バスローケーションシステムに表示されるバスの運行状態（運行中、回送）は各バス車両に搭載したスマートフォンにて運転手が設定を行うことができる。スマートフォンでのバスの運行状態の設定が正しく行われず、バスナビゲーションシステムに誤った表示がなされることがあるが、この場合、運行管理室からバス運転手に確認を行い、正しい表示となるように運行管理室で調整を行っている。その他、新たなバス路線を導入した際の設定方法等についても、利用方法の説明会の中で運行管理者が実際にコンピュータ画面上で操作を行ったトレーニングを実施しており、利用方法は理解されていると考えられる。

b) 本システムの活用状況

• 運行管理

VCSBE のバス運行管理者によれば、日常のバス運行管理において、バス走行ルート of 渋滞状況の把握は大変重要で、渋滞によるバスの遅延が大きい場合は臨時バスの出発を指示することや、利用者からの問い合わせに対応することができるなど、運営上のメリットは大きいというコメントを得ている。現時点では、バスが遅延した際に臨時のバスを運行させることは機材不足等から実施していないが、バスの現在地と道路交通状況を見比べ、事前にバスの遅延や運休を決定し、利用者からの問い合わせに対応している。

また、バス運行管理者より、バスの運行管理および安全管理のためにリアルタイムにバスの走行速度を把握したいという意見が本邦受入活動時にあった。そのため、バス運行管理者用に、図3-12 に示す日単位のバスの運行速度分布グラフを表示するシステムを構築した。バスの運行速度は、燃料消費率の低減や安全運行指示に重要であるが、いままではリアルタイムに確認ができなかった。このシステムの導入により、バスが速度超過をした場合にはバス運転手に直ぐに連絡をし、その理由を聞くことによる安全確保と速度超過の防止ができるとのことである。

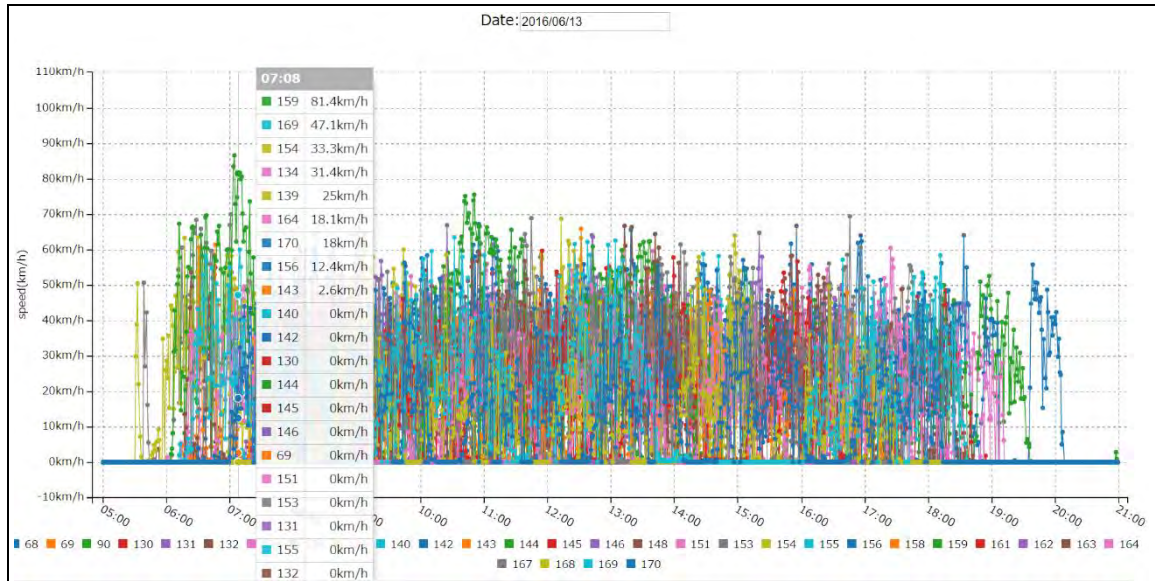


図 3-12 運行管理者用の日単位バス運行速度分布グラフ

- システムの利用者状況

図 3-13 は、2016 年 2 月 29 日（月）から 2016 年 3 月 6 日（日）の 1 週間のアクセス数の変化と市内での利用者の分布を示している。右側のアクセス数の時間分布を見ると、朝・昼・夕の出勤・帰宅の発生時間にアクセスが集中するが、休日のアクセスは平日の半分以下となっており、ビエンチャンでのバス利用の傾向が読み取れる。

バス運行管理室ではこのシステムを日常的に利用して、休日や平日の利用者のアクセス分布を分析することが可能となっており、今後は蓄積されたデータを活用して、バス運行効率の改善のための情報として活用していく。

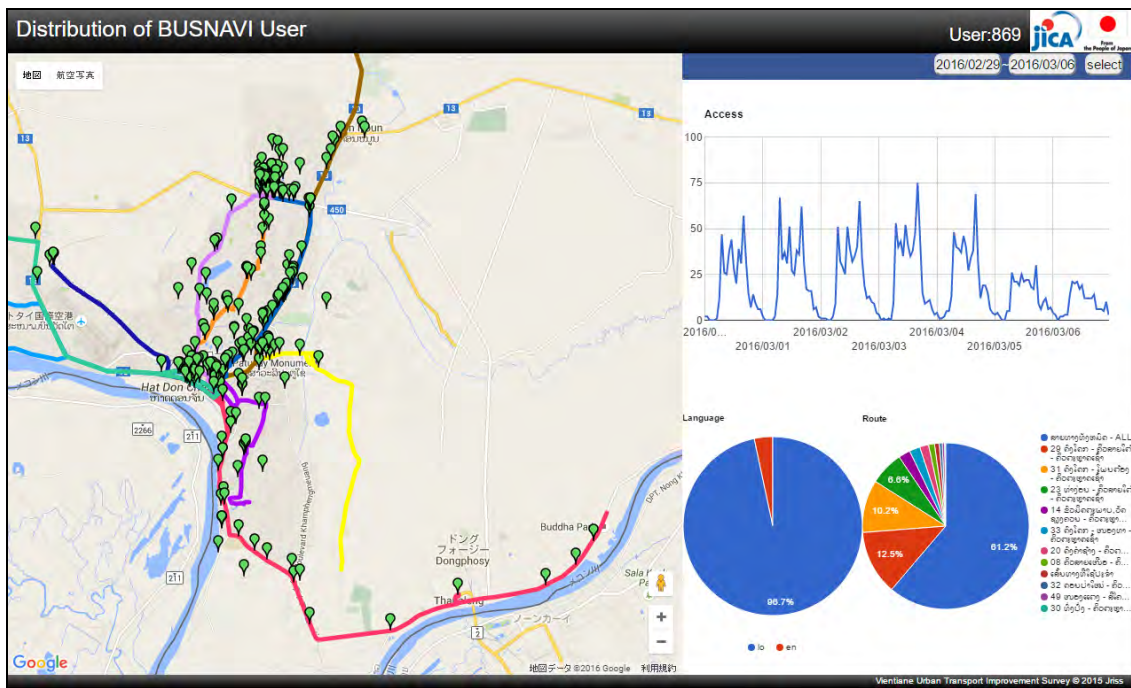


図 3-13 1 週間のアクセス数の分布

c) **本システム導入効果発現の確認**

2016年6月に、VCSBEの運転手及びバス運行管理者に対して本システム導入効果についてのアンケート調査を行った。アンケートに回答した運転手は17名、運行管理者は2名の合計19名であった。アンケートでは5つの質問において自由記述にて回答を得た。アンケート結果によると、運転手及びバス運行管理者は、バス利用者がバスロケーションシステムに満足していると認識しており、また、バスロケーションシステムの導入によりバスの運行管理が便利になったと感じており、バスロケーションシステムの導入効果は高いと考えられる。主なアンケート結果を表3-6に記す。

表 3-6 バス運転手及び運行管理者へのヒアリング結果

番号	質問/回答
Q1	バスロケーションシステム導入後の利用者の反応はどうか？
A1	19名全員が、「良いサービスであり、バス利用者は満足している」という旨の回答であった。
Q2	どのような方がバスロケーションシステムを利用しているか？
A2	19名全員が「学生」をあげており、その他には6名が「会社員」をあげている。
Q3	バスロケーションシステム導入前後でバス利用者数に変化はあったか？
A3	17名が「バス利用者は増加した」と回答した。
Q4	バスロケーションシステム導入後、バスの運行や管理に変化はあったか？
A4	18名が「便利になった」という旨の回答であった。
Q5	バスロケーションシステムの改善すべき点は何か？
A5	3名が「スマートフォンのバス車内への固定化」をあげ、2名が「アプリ作成」をあげた。その他に、「バス停でもシステムを使えると良い」、「燃料消費分析システムの開発」等があげられた。

②-3 市内交通管制のための道路交通情報の活用方法の確立(2016年2月～3月、6月)

a) **システムの導入及び利用方法説明**

2016年2月に交通警察の事務所内に、市内交通状況の常時観測モニター2台を設置した。その際に、交通警察の職員5名に対して利用方法の説明を行った。利用方法マニュアルの作成を申し出たが、交通警察より不要であるとの回答があったため口頭にて説明を行った。

また、2016年6月にビエンチャン市内の交通管理や交通計画を担当しているMPWTおよびDPWTより、それぞれの事務所に常時観測用モニターを設置したいとの要請があった。DPWTについては、DPWTの費用負担にて機材一式を準備しており、2016年8月に設置した。

b) **本システムの活用状況**

2016年6月に交通警察と本システムの活用方法についての協議を行った。ビエンチャン市内では、主要な交差点に交番が設置されており、交通渋滞や事故が発生した際には、最寄りの交番から警察官が現地に行き交通整理を行っている。本システム導入後は、現状の交通管理方法と合わせて、本事業で導入した常時観測用モニターにて道路交通状況を把握し、常時観測用モニター上で混雑が発生している場合には混雑区間付近に設置されている道路管理カメラ(ビエンチャン市内に約200台設置)の画像を確認するとともに混雑区間の最寄りの交番に連絡し、状況確認と交通整理を行っているとのことであり、本システムが有効的に活用されていることが確認された。

c) Wi-Fi パケットセンサー精度確認調査

本システムは Wi-Fi センサーによりセンサー付近を通過するスマートフォン等のモバイルデバイスの固有 ID を取得するものであり、通過した車両や歩行者を全て数える全数調査ではなくサンプル調査である。また、公開している道路区間毎の旅行速度は、2 地点間の Wi-Fi センサーにて感知したモバイル機器の移動時間から旅行速度を算定している。

本事業では、2016 年 6 月にサンプル率の確認と旅行速度の精度を確認するための精度確認調査を行った。制度確認調査の結果を以下に記す。

• Wi-Fi センサーのサンプル率確認調査

Wi-Fi センサーのサンプル率確認調査は、VCSBE の事務所前に設置したセンサーを対象とし、VCSBE 前にて 2016 年 6 月 7 日（火）の 7 時 45 分から 19 時 15 分において、15 分おきに調査員が交通量を計測し、その結果をセンサーで計測された結果と比較した。

表 3-7 に 15 分毎の調査員が計測した実測交通量、センサーにて感知したパケット数およびサンプル率を示す。図 3-14 に実測交通量とセンサー計測結果による換算交通量を示す。12 時前後にサンプル率が高くなっているが、これはセンサーを VCSBE の建物の軒先に設置したため、VCSBE の職員が出入りすることによる影響を受けていると考えられる。また、17 時以降に取得率が低くなっているが、これは交通量が低下し車両の走行速度が上がり、Wi-Fi パケットセンサーが高速で移動する Wi-Fi パケットの感知がしにくいことによりサンプル率が低下したと考えられる。この結果より、歩行者が出入りする箇所や車両走行速度が大きく変化する箇所においての交通量調査に適用する際には、各調査地点の特性を事前に把握する必要があることが分かった。これら変動要因はあるものの、取得率は 9.0～23.8% であり平均値は 17.3%であった。

表 3-7 実測交通量とWi-Fi センサー計測結果

計測時間	実測交通量 (台)	センサー計測結果	サンプル率
7:45~8:00	923	152	16.5%
8:00~8:15	1,126	192	17.1%
8:30~8:45	927	182	19.6%
9:00~9:15	770	146	19.0%
9:30~9:45	706	133	18.8%
10:00~10:15	684	95	13.9%
10:30~10:45	617	117	19.0%
11:00~11:15	579	121	20.9%
11:30~11:45	657	115	17.5%
12:00~12:15	623	144	23.1%
12:30~12:45	524	98	18.7%
13:00~13:15	615	126	20.5%
13:30~13:45	627	145	23.1%
14:00~14:15	587	108	18.4%
14:30~14:45	625	105	16.8%
15:00~15:15	568	135	23.8%
15:30~15:45	731	109	14.9%
16:00~16:15	966	164	17.0%
16:30~16:45	913	151	16.5%
17:00~17:15	884	125	14.1%
17:30~17:45	922	126	13.7%
18:00~18:15	748	109	14.6%
18:30~18:30	643	58	9.0%
19:00~19:15	531	69	13.0%
合計	17,496	3,025	17.3%

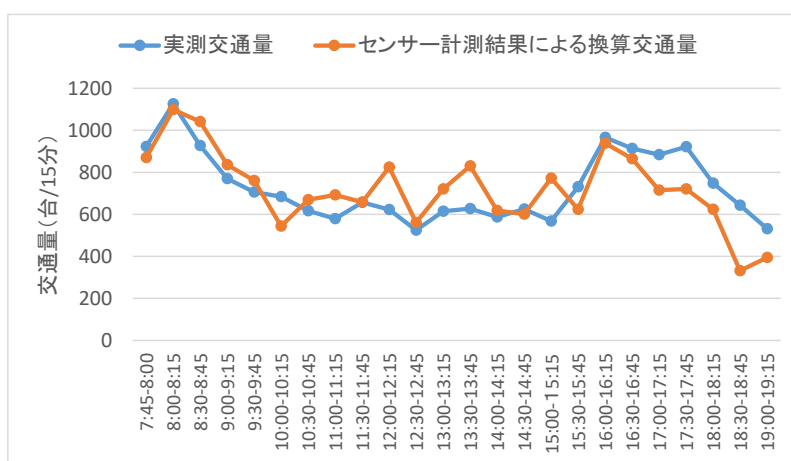
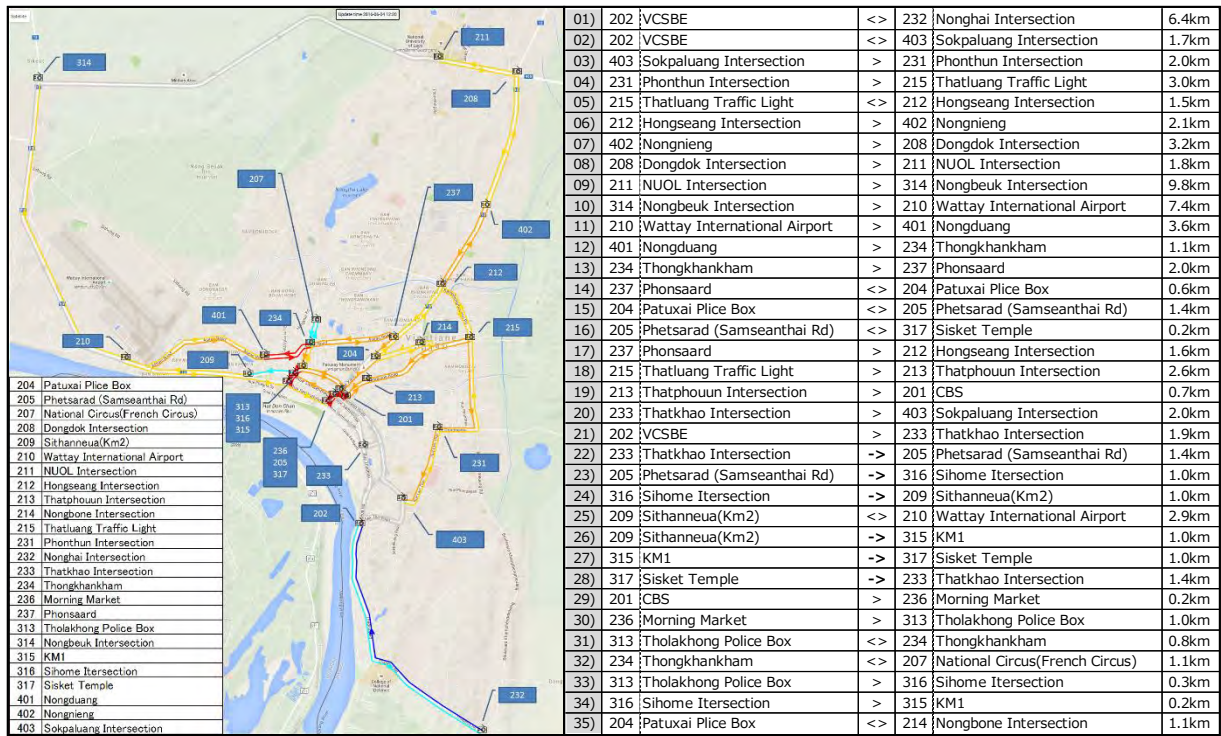


図 3-14 実測交通量とセンサー計測結果による換算交通量

• 旅行速度の精度確認調査

旅行速度の精度確認調査は、センサーが設置してあるビエンチャン市内を乗用車で走行し、各センサー間の旅行速度を計測し、その結果とセンサーで計測された旅行速度を比較した。走行した区間を図 3-15 に、実測調査とセンサー計測による旅行速度の比較を図 3-16 に示す。



(凡例：>片方向のみ走行 <>往復で走行 ->一方通行)

図 3-15 旅行速度計測区間

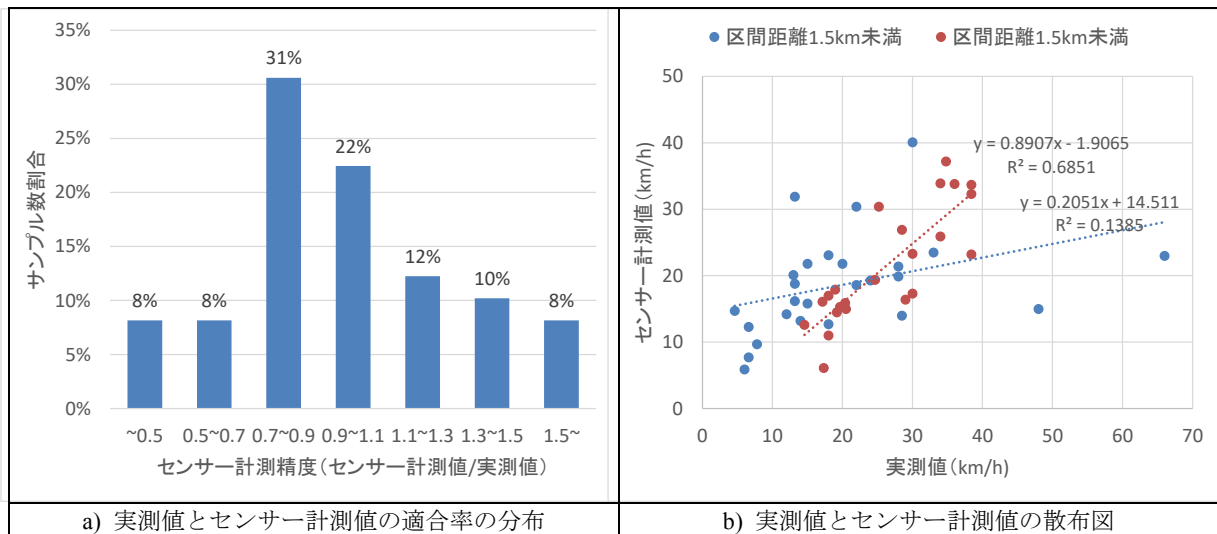


図 3-16 旅行速度の実測値とセンサー計測値の比較

図 3-16 a)に、センサー計測値を実測値で除した適合率のヒストグラムを示す。0.7~0.9のサンプル数が31%と最も多く、実測値との乖離が30%以内である0.7~1.3のサンプル数は65%であり、概ね精度は確保されていると考えられる。図 3-16 b)に、区間距離 1.5km 未満と 1.5km 以上のサンプルに分けた実測値とセンサー計測値の散布図を示す。区間距離 1.5km 未満では区間距離 1.5km 以上に比べて実測値とセンサー計測値の差が大きくなっている。これは、実測調査は1台の車両が1回走行した結果であるため、区間距離が短い場合、信号交差点で停止した場合と信号交差点で停止しなかった場合とで、実測値とセンサー計測値では開きが出るのが原因と考えられる。

②-4 本邦受入活動準備：日本のバス運行管理システムの視察等(2016年5月実施予定)

現在、本事業関係現地機関から本邦受入活動参加候補者の選出を行った。本事業実施中及び完了後の継続性、専門性の観点から、VCSBEの運行管理者及びIT技術担当者の2名を2016年5月に本邦に招聘し、運行管理の事例やノウハウについて研修を行った。

研修実施報告結果詳細は、本事業業務指示に従い、研修実施後、別途研修報告書にて報告している。

a) 日程

表 3-8 日本研修行程

日付	時刻	形態	受入活動内容	場所
5/15 (日)	20:00 ~ 21:00		VN920 ビエンチャン→ハノイ	
	0:20 ~ 6:40		VN330 ハノイ→関西空港 (5/16 6:40)	
5/16 (月)	10:00 ~ 12:00	講義	行程説明・視察に関する意見交換	大阪市
	13:00 ~ 16:00	見学	公共交通情報システムの説明/大阪駅視察	大阪市
5/17 (火)	9:30 ~ 11:30	見学	みなと観光バス住吉線試乗・バス停視察	神戸市
	13:00 ~ 17:30	講義	運行管理システム・運転手管理講義/試乗	神戸市
5/18 (水)	9:30 ~ 12:00	見学	明石市 Taco バス、バス情報システム視察	明石市
	14:00 ~ 17:30	見学	三宮デジタルサイネージ、長距離バス試乗とバス情報システム視察	神戸市
5/19 (木)	10:00 ~ 12:00	実習	京都駅バスターミナル、京都路線バス試乗	京都市
	13:00 ~ 17:30	講義	京都市交通局運行管理システム視察と講義	京都市
5/20 (金)	9:30 ~ 12:00	実習	大阪市交 利用促進と情報提供の意見交換	大阪市
	14:00 ~ 17:00	見学	大阪市営バス試乗、OsakaThruPass 視察	大阪市
5/21 (土)	9:30 ~ 12:00	実習	グランフロント大阪センサー視察 本邦受入活動報告会	大阪市
	13:00 ~ 17:00	講義	スルッと KANSAI 関西共通 IC カード・視察	大阪市
5/22 (日)	10:30 ~ 13:25		VN331 関西空港→ハノイ	
	16:40 ~ 17:50		VN2897 ハノイ→ビエンチャン	

b) 人選方法

バスロケーションシステム及びパケットセンサーシステムの実質的な現地管理主体となっているのは現在 VCSBE であり、本事業終了以降のシステム運用の継続性を高めることを目的として、システム管理担当職員の中から研修者の人選を行うこととした。人選にあたり、本事業のカウンターパート機関である MPWT への承諾を受けた上で VCSBE 管理職への人選協力を受けて下記の人材を選定した。

また、本研修実施にあたり、研修監理およびラオス語-英語の通訳の担当者として本事業開始から従事し、案件及び VCSBE 事情に詳しい現地要員を随行させることとした。

c) 研修員

	氏名	役職
1	カイバヴァン・ウドンサック (Mr. Khayphavanh OUDOMSACK)	ビエンチャン市バス公社 IT 部門チーフ
2	タノンシー・デヴオンソン (Mr. Thanongsy DETVONGSONE)	ビエンチャン市バス公社計画部路線バス課チーフ

d) 随行員（通訳兼行程管理）

	氏名	役職
1	シティポン・チャントウタウン (Mr. Siththiphon CHANTHOTHAVONG)	本事業ローカルスタッフ

e) 研修訪問先

バスロケーションシステム及びパケットセンサーシステムの導入施設及び企業とバス公共交通に関連のある地方行政担当部局への視察、バスターミナル見学、バス試乗を行った。主な訪問先を以下に記載する。

- 大阪市交通局
- 京都市交通局
- みなと観光バス社
- グランフロント大阪
- 明石市
- 神戸市
- 大阪駅

f) 宿泊先

宿泊先は JICA 関西とした。

③ 活動結果 3：普及活動

③-1 一般道路利用者に対する渋滞情報の配信と利用促進（2015 年 10 月～2016 年 3 月、5 月、その後事業終了まで）

a) 情報配信サイトの構築

バス位置情報は 2015 年 10 月より一般利用者に向けた配信を開始し、Wi-Fi パケットセンサーから得られるデータに基づく路線区間ごとの走行速度情報は 2016 年 2 月より一般配信を開始した。

b) サイト周知促進

一般利用者のシステム利用を促進するため、写真 3-7 に示すようなポケットティッシュを 2015 年 8 月に 5,000 個、2016 年 6 月に 1000 個を製作し、アンケート調査やイベントの際に配布を行った。



写真 3-7 プロモーション用のポケットティッシュ

図 3-17 は、サービスの試験提供をはじめた 2015 年 10 月 1 日から、2016 年 7 月 29 日までのバスロケーションシステムの利用者数の推移を示している。2015 年 10 月のサービス開始直後から、安定した利用があり、既に 1.5 万人以上のユニークユーザが本システムを利用している。総ページビューは 21 万 PV となっている。

再利用（Returning Visitor）の割合が 88%以上となっていることが特徴である。土日に利用が減少するが、全般に安定した利用傾向が読み取れる。

サービスを開始してから、最大のアクセス数が見られたのは、ラオス正月（ピーマイ）となる 4 月 26 日であり、1 日に 994 セッションのアクセスが見られた。

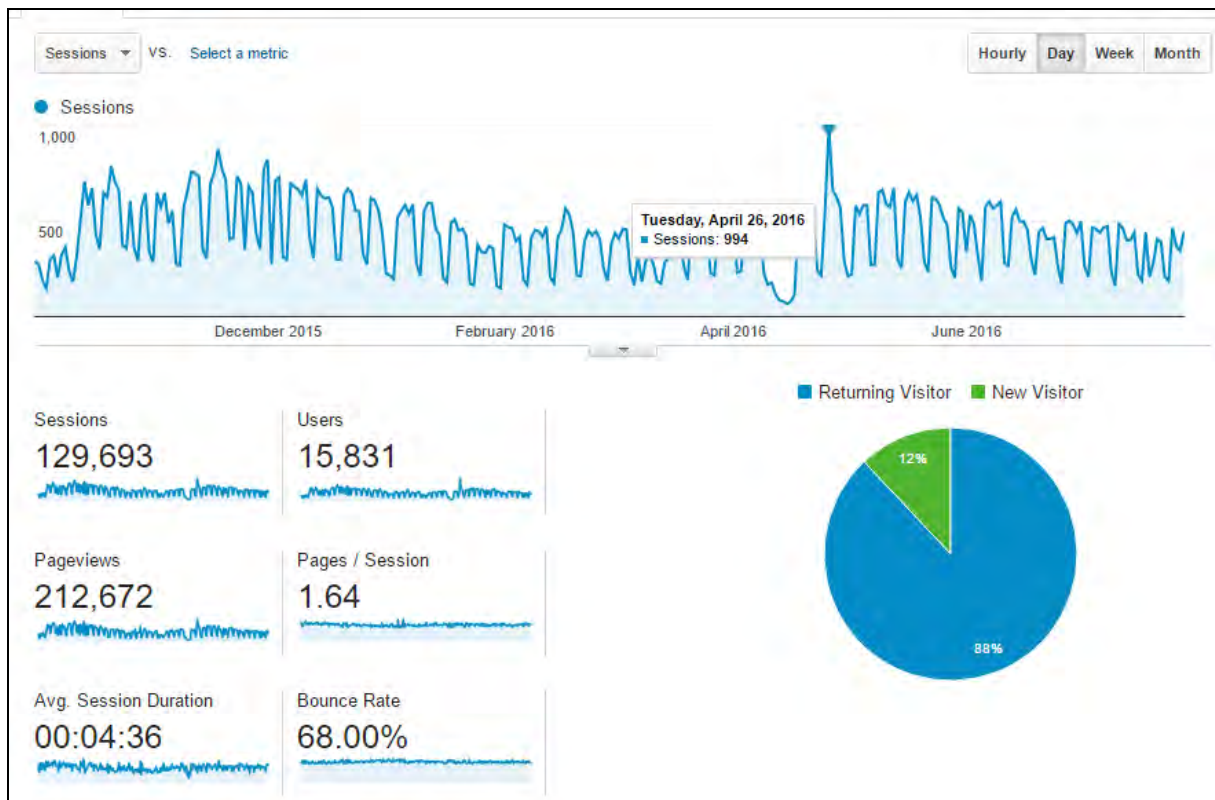


図 3-17 バスロケーションシステムへのアクセス数の推移

図 3-18 には、運用が安定してきた 2016 年 1 月 1 日から 2016 年 7 月 29 日までの約 7 ヶ月間におけるユニークユーザ数のカウントとその分布を示している。この期間のユーザ数は 15,831 人（同じユーザが複数回アクセスしても 1 人と計上）となっている。また 1 時間あたりのアクセス数を図の右上のグラフに示しているが、ピークは 2016 年 4 月後半のラオス正月（ピーマイ）に 1 時間あたり 160 アクセスを超えている。2 月～3 月のアクセス数が減少しているが、これは 2016 年の 1 月以降、スマートフォンの盗難問題と充電器の不調を原因として、一部路線でのバスロケーションサービスが停止していたために利用者が減少したものと考えられる。これらについては既に対策を行い、4 月後半からサービスも元の水準に戻りつつある。利用の安定化により、ピーク 1 時間のアクセス数は平準化しているが、前述のようにピーマイのような特殊日には著しくアクセスが集中することがわかる。

なお図の左側の地図には、バスロケーションサービスを利用したユーザの地理的分布を示しているが、利用者はビエンチャン市内にとどまらずラオス全土に広がり、周辺諸国からもアクセスがある。日本でも、地球の歩き方に本サービスが掲載されて、多くのアクセスが見られるようになっている。欧州からのアクセスも多い。

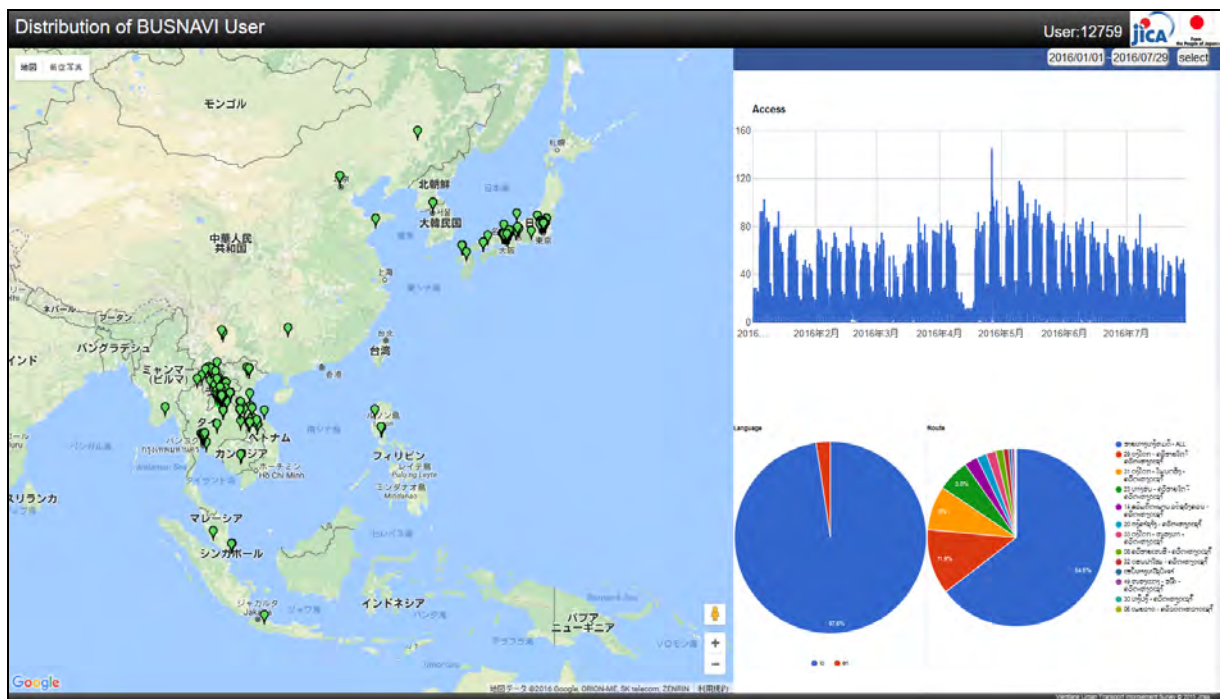


図 3-18 2016 年 1 月から 2016 年 7 月までのユーザ数と分布

写真 3-8 は Vientiane Times（英字）への掲載記事（一部抜粋）である。Vientiane Mai（ラオス語）と公営テレビ放送でも本件の取り組みが紹介された。



Officials from the concerned organisations visit the CBS office to see the system display installation.

New interactive system aims to boost bus pass usage

Times Reporters

The JICA study team and Vientiane Capital State Bus Enterprise (VCSBE) are expecting to increase the number of bus users in the capital through the bus location and road traffic information systems.

The new system was installed at Vientiane Capital State Bus Enterprise's Capital Bus Station (CBS) office earlier this year by the JICA verification survey team, working in cooperation with the private sector for urban transport improvement in Vientiane.

The concerned survey organisations such as the JICA Laos Office, Embassy of Japan

Vientiane Capital State Bus Enterprise and the JICA study team are expecting to increase the number of bus users through the provision of this service.

Currently, the number of bus users in the capital is around 10,000 people per day, an increase of 2,000 compared to the previous year, said Deputy Director of VCSBE Mr Bouapha Phetvisay.

VCSBE has been promoting a student bus pass since November 2014, with the support of a JICA technology transfer project which concluded in March 2015.

During the beginning of the school new year, from September to November, Vientiane Capital State Bus Enterprise is

conducting an intensive student bus pass promotion, particularly targeting first grade students.

The bus location system information is also being promoted together with the student bus pass system.

Mr Boupha said that currently there are 600 students using bus passes with the main users being secondary students. By the year's end some 1,000 are expected to be the holders of bus passes, according to JICA.

VCSBE and the JICA study team are hoping to increase the number of people using public transport in Vientiane through the new synergies these IT based interactive systems are expected to produce.

写真 3-8 現地新聞（ビエンチャンタイムス紙）への掲載（2015年10月14日）

c) 利用状況のモニタリング調査

本事業にて導入したバスロケーションシステムの利用状況を確認するため、バスロケーションシステム導入前後でアンケート調査を行った。実施概要を表 3-9 に示す。アンケート対象者は事前事後ともバス利用者および学生とし、サンプル数はそれぞれ 382 人および 341 人であった。

表 3-9 アンケート調査概要

対象者		事前	事後
バス利用者	CBS 利用者	【サンプル数】：307 人 【実施日】： ・2015 年 8 月 7 日（金） ・2015 年 8 月 8 日（土）	【サンプル数】：111 人 【実施日】： ・2016 年 6 月 8 日（水） ・2015 年 6 月 11 日（土）
学生	学習塾 (てっちゃん ねっと)	【サンプル数】：75 人 【実施日】： 2015 年 8 月 4 日（火）～9 日（日）	【サンプル数】：90 人 【実施日】： ・2016 年 6 月 6 日（月）～11 日（土）
	NUOL	【サンプル数】：0 人 【実施日】：未実施（大学の休み期間 のため）	【サンプル数】：140 人 【実施日】： ・2016 年 6 月 8 日（水）
サンプル数合計		382 人	341 人
主な質問内容		<ul style="list-style-type: none"> ・バス情報の認知度 ・バスロケーションシステムの利用意向又は利用状況 ・スマートフォンの保有状況 ・バスロケーションシステムの効果 	

アンケート回答者のバスを利用する際の移動目的を図 3-19 に示す。利用目的は複数回答としたため、事前では 56 人が複数の利用目的を選択し、事後では 39 人が複数の利用目的を選択した。複数回答については選択した利用目的の数分を回答として計上した。通勤・通学が約 40%、業務が約 15%、私用が約 30%であり事前事後で概ね同様の割合となった。

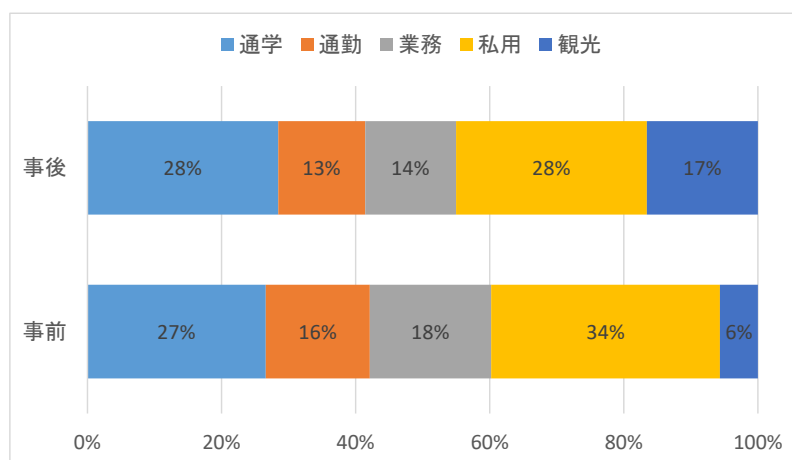


図 3-19 アンケート回答者のバスを利用する際の移動目的

バス情報の認知度として、バスルート、運行頻度、運賃の認知度のアンケート結果を図 3-20 から図 3-22 に示す。バスルート、運行頻度、運賃ともに事前比べて事後の方が認知度が高くなっており、特に業務及び私用目的で利用している人の認知度の増加割合が大きくなっている。また、「いくつかのルートを知っている」と回答した割合が大幅に増えており、バスロケーションシステムの導入により普段利用しないバスルートやバス運賃も認識され、バスの利用機会が拡大していると考えられる。

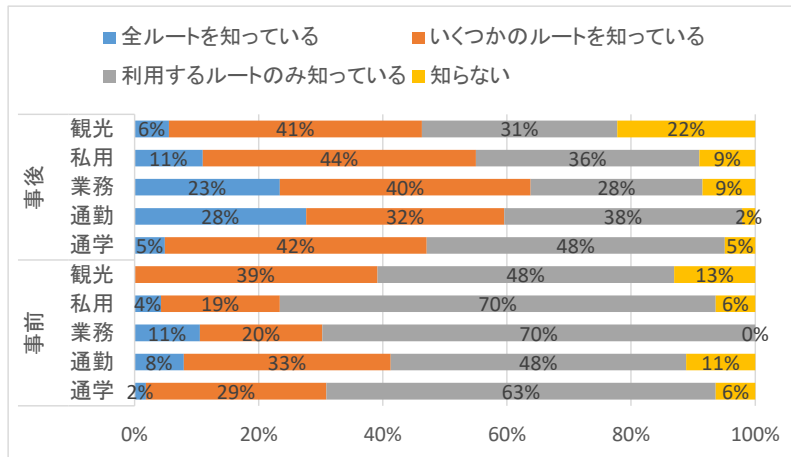


図 3-20 バスルートの認知度

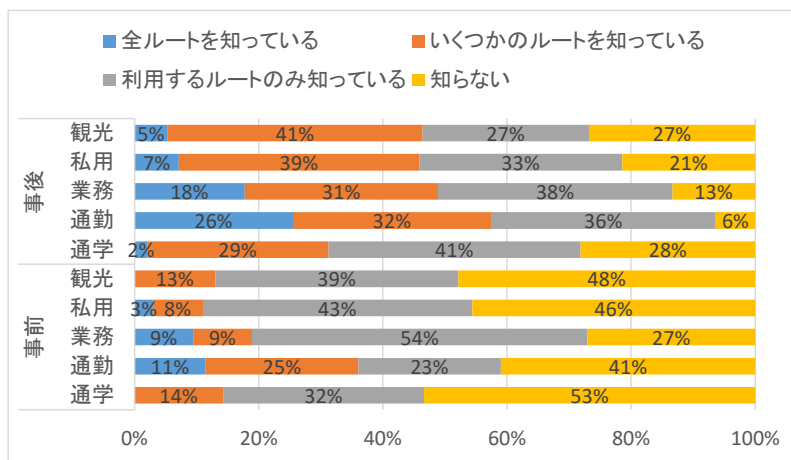


図 3-21 バス運行頻度の認知度

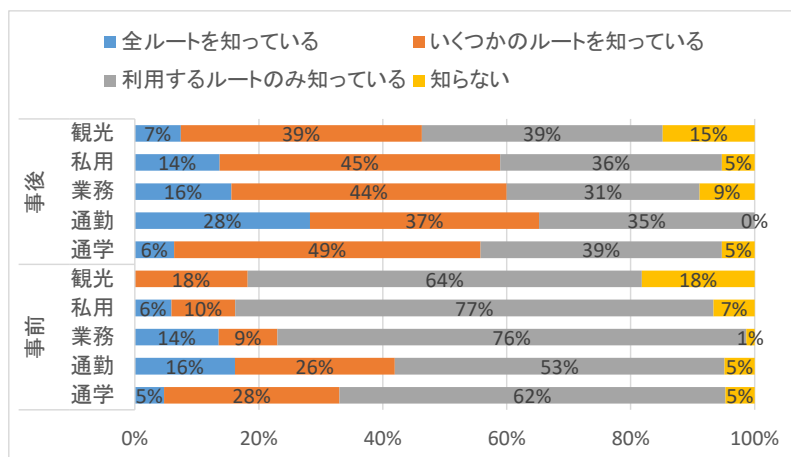


図 3-22 バス運賃の認知度

スマートフォンの保有状況のアンケート結果を図 3-23 に示す。スマートフォンを所有している割合は事前に比べて事後で大きく増加しており、特に通勤、業務、私用目的の利用者は、事前調査での「持っている」と「購入予定」を合計した割合よりも事後調査での「持っている」と回答した割合が高くなっている。スマートフォンの所有率の増加により、今

後よりバスロケーションシステムの利用拡大が見込まれる。

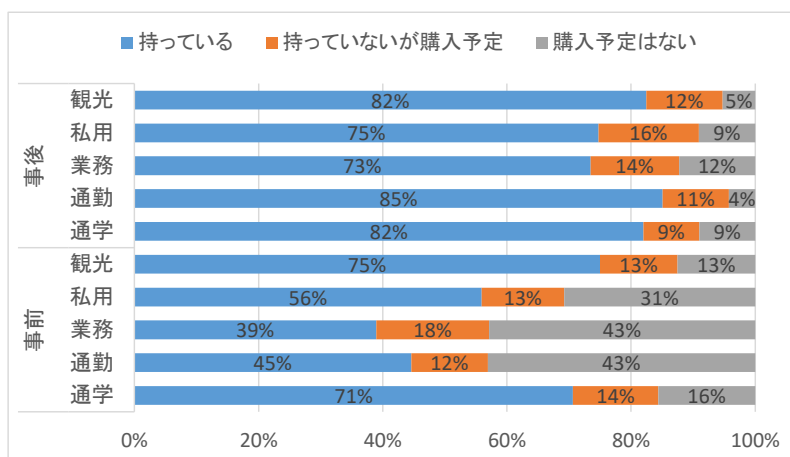


図 3-23 スマートフォンの所有状況

バスロケーションシステムの利用状況についてのアンケート結果を図 3-24 に示す。バスロケーションシステムの認知度は約 40%であり、認知している人の約半数がバスロケーションシステムを利用している。通学目的では、認知度及び利用している割合が高く、NUOL 及び学習塾（てっちゃんねっと）で重点的に広報を行った成果が出ていると考えられる。

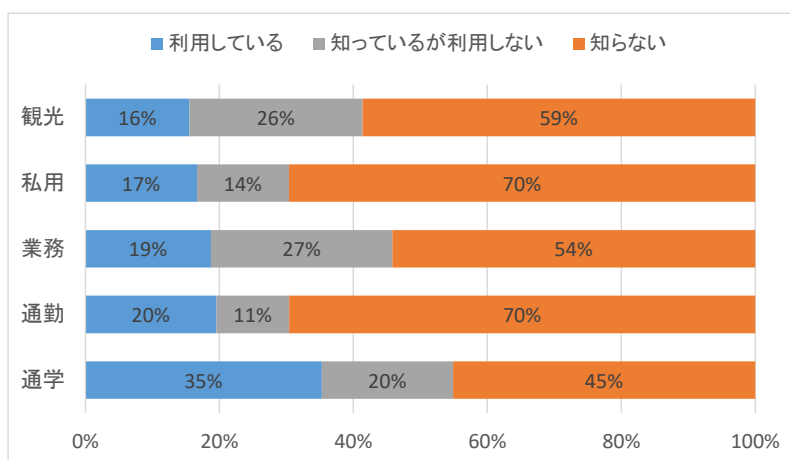


図 3-24 バスロケーションシステムの利用状況

バスロケーションシステムの効果についてのアンケート結果を図 3-25 に示す。複数回答可の質問形式としたが、「バス利用が増えた」および「バスの待ち時間が減った」との回答がそれぞれ約 40%であり、「バス利用が増えた」または「バスの待ち時間が減った」のどちらか一つ以上を選択した回答者は約 80%であり、バスロケーションシステムの導入がバスの利用状況改善に一定の効果があることが伺える。

バスの待ち時間についてのアンケート結果を図 3-26 に示す。バスロケーションシステムの効果について回答した図 3-25 では「バスの待ち時間が減った」との回答が約 40%あったが、実際のバス待ち時間を回答した図 3-26 ではバスの待ち時間は増加している。これは、ビエンチャン市内の渋滞等でバスの待ち時間は増加しているが、バスロケーションシステ

ムの導入によりバスの到着時刻が推測できるようになり、バスを待つことへの心的負担が軽減していることによるものと考えられる。

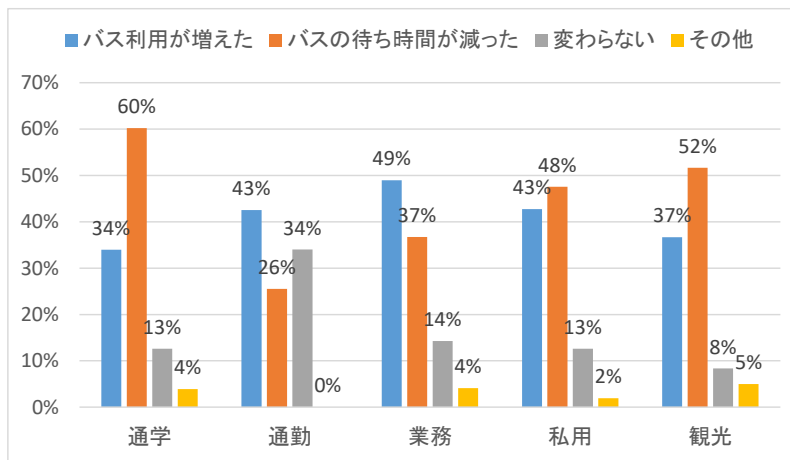


図 3-25 バスロケーションシステム利用によるバス利用の変化

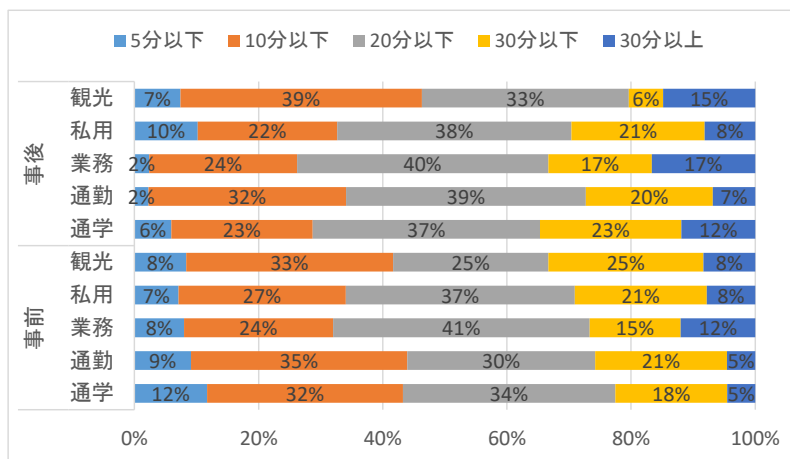


図 3-26 バスの待ち時間

③-2 長距離バスターミナルおよび観光関連施設へのバスロケーションシステム案内ツール設置 (2016年3月～)

バスロケーションシステムの広報による利用拡大を目的として、下記の施設からバスロケーションシステム案内板の設置に協力してもらい、広報促進を行っている。これは利用者への周知を行うことでバス利用者の利便性を上げることが目標とするとともに、サイトへのアクセス数を増やすことにより本システムのビジネス展開可能性と継続性を促進することも目的としている。

観光客およびビエンチャンから地方都市あるいは隣国へバスを利用して移動する個人客をターゲットとして、下記の公共施設に案内板設置を依頼した。

- 観光省ビジターセンター
- 北バスターミナル
- 南バスターミナル

観光省ビジターセンターは、ランサン通り沿いに位置する観光省の1階に設置されており、観光客向けにラオス全土の観光地情報と交通手段、時刻表等の情報を提供している。また、観光省のインターネットHPにはVCSBEの路線バス案内および路線マップが表示されており、HPに表示してあるビエンチャン市内地図上に本事業のバスロケーションシステムの表示可能性についての検討依頼を受けた。観光省のホームページを外部から編集することはできないため、バスロケーションシステムへのリンクを掲載するという対応を行っている。

北バスターミナル及び南バスターミナルは、私営の長距離バス離発着ターミナルで、VCSBE 運行によるバス路線でのアクセスが可能であり、且つ、その利用者も多いため、ロケーションシステム案内ツールの設置を依頼することとした。

以上の施設に加え、民間の宿泊・レストラン施設にも案内板設置を依頼した。ビエンチャン市には、ホテル・レストラン協会があるが、協会加盟義務が無いため、協会加盟企業は老舗大手の関連企業が多い。その為、潜在的なバスユーザーが多く利用すると想定される市内中心部に位置する中小規模宿泊施設及び飲食店には、協会経由でのコンタクトが困難なことから、本事業メンバーが直接店舗に訪問し、バスロケーションシステムの広報案内板の設置を依頼した。



写真 3-9 宿泊施設向けのカードスタンド

表 3-10 本事業のバスロケーションシステム案内板設置依頼施設

バスロケーションシステム広報ツール設置依頼済の宿泊施設・レストラン	
INTERCITY HOTEL	Fruit Heaven
BE NA CAM GUEST HOUSE	Vayakorn House
Lao Silk Hotel	MIXOK INN
Sinnakhone Hotel	Vientiane Back Packers
Sport Guest House	NINY backpacker
Mixay Paradise	Backpacker Hotel
Vayakorn Inn	Mixey Guest House
Ango Restaurant	Riverside Palace Hotel
LV City River Line Hotel	蘭香賓館



写真 3-10 ターミナル・観光省ビジターセンター・レストラン・宿泊施設への案内板への設置

③-3 バス車内用ポスターの設置準備作業（2015年10月～）

バスロケーションシステムの利用を広報するためのポスターを制作し、2016年8月よりバス車両への掲示が開始された。図 3-27 にこのポスターのデザインを示しているが、このポスターにはバスロケーションシステムの利用方法に関する説明の他、ラオテレコム社のロゴを表示することで、本システム運用のために必要な通信費をラオテレコム社の負担とすることで合意が得られた。本合意に関しては、ラオテレコム社とVCSBE間でMOU交換が行われた。



图 3-27 バス車内に掲示する利用案内ポスター（上：前面/下：扉上）

③-4 観光振興分野に係るニーズ把握（2016年2月～）

観光関連官公庁および協会へのヒアリング

本事業で導入したバスロケーションシステムの想定利用者には、ラオスを訪れる外国人観光客も含まれていることから、下記のラオスにおける観光関連分野組織の代表者へのヒアリングを実施した。

表 3-11 ヒアリングを実施したラオス観光関連分野における政府機関および関連協会

観光省観光マーケティング課
Lao Association of Travel Agents (LATA)
Hotel and Restaurant Association

上記組織へのヒアリングの主な結果、観光分野での現在の課題として、下記の課題が主にあげられた。

- ルアンパパンを中心とした近接する 8 県を結ぶ都市間公共交通の拡充のニーズ
- 旧正月休暇期間に自家用車でルアンパパンに観光に訪れる中国人旅行客の駐車場及び宿泊施設不足対策

③-5 ルアンパパンにおける本事業提案システムの導入可能性について（2015年10月～2016年2月）

ラオス国のルアンパパンにおいて、JICA 普及・実証事業他社（株式会社プロツァ）受注案件「三輪電気自動車を活用した低公害型交通システムの普及・実証事業」株式会社プロツァ製の三輪電気自動車によるバス運行が試験的に導入されている。このバスサービスの向上のために本事業で提案したシステムの導入可能性を検討する上で現地訪問を実施

した。

現在 E-Bus は、ほぼ定時運航で各バス停を巡回しており、運行ルートとその路線数も市の中心部の狭いエリアに限定されている為、バスロケーションシステムを導入する必要性は現時点であまり高くない。また、ルアンパパンは恒常的な渋滞問題は現時点では無く、むしろ中国の旧正月シーズンに集中的に陸路で自動車によってルアンパパンを訪れる中国人観光客の駐車問題等が深刻化しているが、これに関しては、国境での流入制限等によるラオス政府による抑制対策に今後重点が置かれるものと考えられる。

③-6 各種リスク分析 (2016年5月～6月)

各種リスクについては第4章(2)に記す。

③-7 普及セミナー実施 (2016年2月～8月)

a) ビエンチャン市内の教育機関へのバスロケーションシステムの周知活動 (2016年2月～3月)

2012年1月から2015年3月まで実施された貴機構ラオス国ビエンチャンバス公社運営能力改善技術協力プロジェクトにおける社会実験にて、ICT 学生定期券の導入を実施して以来、VCSBE はバス定期券の発行を継続している。NUOL の新入生入学時期は定期券のプロモーションと登録手続きも引き続き実施している。ICT 定期券は NUOL のみでなく、バス路線沿いに位置する教育機関にも普及しており、特に通学に自家用車およびオートバイの利用が校則により禁止されている学校での定期券のニーズがある。

過去に ICT 定期券の普及活動を実施したポンサヴァン高校および Lao-Viet 高校において、バス利用に関する聞き取り調査、スマートフォンの保有率の把握およびバスロケーションシステムの広報を行った。2校共に、学校におけるスマートフォン使用は校則で禁止されているが、質問対象者の圧倒的多数がスマートフォンを利用しているという回答を得た。

現在、本事業で導入したバスロケーションシステムのディスプレイは、VCSBE 運行管理オフィスと長距離バスチケット販売窓口、そしてビエンチャン市交通警察 2 階のオフィスに設置されているが、定期券保有者やバス利用者が多い教育機関でのバス利用促進、利便性向上のためのバスロケーションシステムディスプレイの設置は有効であると考えられる。本事業では、教育機関でのバス利用促進として、2016年8月にポンサヴァン高校にバスロケーションシステムのディスプレイを設置を行った。



写真 3-11 ポンサヴァン高校



写真 3-12 Lao-Viet 高校

b) 普及セミナーの開催

本事業で導入したシステムの普及セミナー・シンポジウムを 2016 年 8 月 9 日に NUOL にて開催した。本セミナーの目的は、本事業で導入したシステムの認知度を高め普及を促進することのみでなく、Internet of Things (IoT) やオープンデータについての理解や関心を高め、将来的な技術者の育成にも寄与するものである。そのため、日本から IoT およびオープンデータ分野の有識者を招聘し講演とパネルディスカッションを行った。参加者は日本側関係者と NUOL 研究者、カウンターパート (CP) 機関の他、ADB、NUOL の IT 専攻の教員および学生、インターネットプロバイダーであるラオテレコム、車両運行を行っているラオス電力公社 (EDL) 等で、約 80 名の参加を得た。

また、このセミナー・シンポジウムでは、本システムが、バス運行効率改善や駐車場対策、混雑緩和策等の取り組みに活用できることを事例とともに提示した。

セミナーのタイトルは、「Future of Urban Transportation - Innovation by IoT」で、アジェンダは表 3-12 の通りである。



写真 3-13 NUOL で実施した普及セミナー

表 3-12 NUOL で実施したセミナー・シンポジウムのアジェンダ
Future of Urban Transportation - Innovation by IoT

Agenda

Date: 9th August, 2016

Venue: Conference Hall in Department of Computer Engineering & IT, Faculty of Engineering (FEN), NUOL

Time	Contents	Speaker
8:30	Registration	-
9:00 (15)	Opening remarks	Mr. Somphone KANTHAVONG (Head of IT department, FEN, NUOL) Mr. Junji NISHIDA (CEO&President, JRISS)
9:15 (20)	1) Past and future of NUOL	Mr. Somphone KANTHAVONG
9:35 (30)	2) The results of Project and the future developments	Mr. Junji NISHIDA Mr. Ken NISHINO (Katahira Engineers & International)
10:05 (20)	3) Road Traffic and Accident Condition in Vientiane Capital	Mr. Sangkhom Phommulath (Deputy head of Traffic Police Department, Vientiane Capital)
10:25 (15)	Tea break/ Taking a commemorative photo	All
10:40 (20)	4) Practical applications of Wi-Fi packet sensing in Japan	Dr. Tsuneo Jozen (Professor, Osaka Electro-Communication University)
11:00 (20)	5) Weather observation and traffic	Mr. Masachika Nishibayashi (General Manager, Weathernews Inc.)
11:20 (20)	6) Dot Asia : Connecting Asia with One Domain	Mr. Tommy Matsumoto (Board Member of Dot Asia Organization)
11:40 (80)	Lunch	All
13:00 (10)	Introduction of the panel discussion	Mr. Somphone KANTHAVONG
13:10 (15)	1) The issues and Challenges of the Internet of Things	Dr. J. K. SHIN(KOICA Advisor)
13:25 (15)	2) For the future of traffic management system	Dr. Shinji Shimojo (Professor, Osaka University)
13:40 (15)	3) Traffic Information Provision Utilizing Probe Data in Japan	Dr. Tomoyuki Adachi, (Director of Overseas Business Dpt., West Nippon Expressway Co., Ltd.)
13:55 (15)	4) Smart Car Anti-Thief System	Thanongsack Souksavat, (Chief Executive Officer & Co-founder Lao IT Development Co., Ltd.)
14:10 (20)	Break/ Submission of inquires	All
14:30 (60)	Panel discussion	All
15:30 (15)	Closing remarks	(MPWT, JICA Laos office, VCSBE)
15:45	Closing	-

③-8 ビエンチャンにおける今後の交通施策の提言 (2016年2月～5月)

a) バス運行効率改善

- バス車両の稼働状況管理による効率的な利用

VCSBE では、各バスルートの基点となるバス停でのバスの出発時刻は決められているが、途中のバス停での時刻表は無く、各バスルートの起終点間でどのように運行されているかは把握されていなかった。バス事業において、バス車両を有効に活用することは収益拡大の重要な要素である。本事業にて導入したバスロケーションシステムでは、各バス車両の位置と走行速度を記録することができ、営業時間中のバスの稼働状況を把握することができる。図 3-28 に 2016 年 6 月 22 日 (水) の CBS-Northern Bus Terminal 間を運行した 2 台のバスの運行記録を示す。速度が 0km/h の時間帯はバスターミナル等で待機している時間である。運行開始から終了までの間で、走行時間と待機時間はほぼ同じであり、この待機時間を削減するダイヤを組むことが必要である。それにより、バス車両を効率的に活用し、バス運行頻度の増加による利用者へのサービスの向上や収益拡大に寄与することとなる。

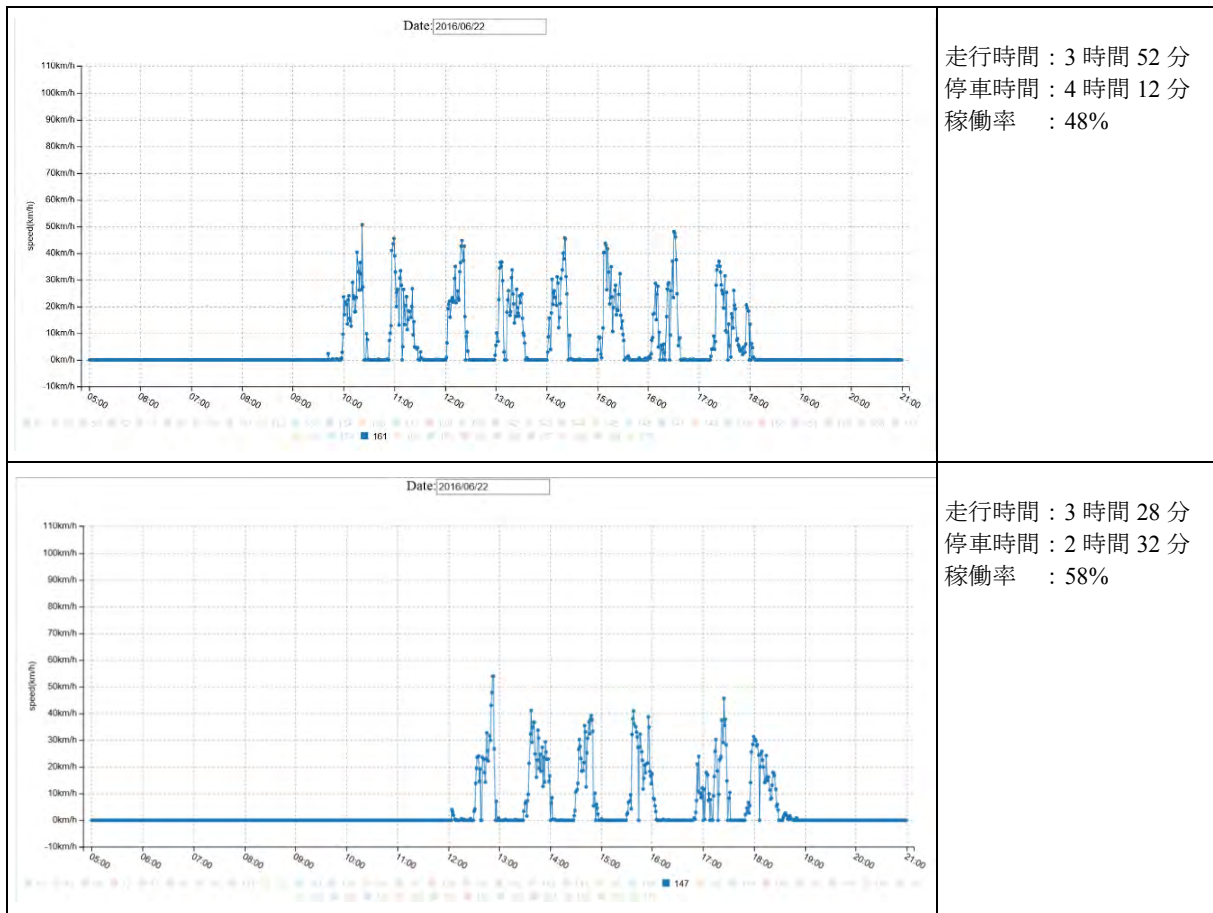


図 3-28 運行記録

- 需要に合ったバスサービスの提供

VCSBE が運行するバスの運行時間は 5 時 45 時から 19 時 30 分である。これは、バス車両と運転手がセットになっており、1 台のバスを決められた 1 人の運転手が運行しており、運転手の労働時間によりバスの運行時間が決まるためである。図 3-29 に CBS と NUOL 間の途中である Hongseang Intersection にて感知したパケット観測値（交通量）を示す。パケット観測値（交通量）は 6 時から徐々に増加し、8 時前後に午前のピークを迎え、17 時前後に午後のピークを迎え、21 時まではある程度の交通量がみられる。この結果より、6 時から 21 時までは一定程度の交通需要があることが分かる。一方で、この区間のバスの運行は始発のバスが 6 時 30 分に CBS を出発し、最終便は CBS を 18 時に出発する。そのため、18 時以降は交通需要はあるもののバスサービスは提供されていない。バスの利用を促進するには、交通需要を考慮したサービスの提供が必要であり、バスの運行スケジュールの改善が求められる。

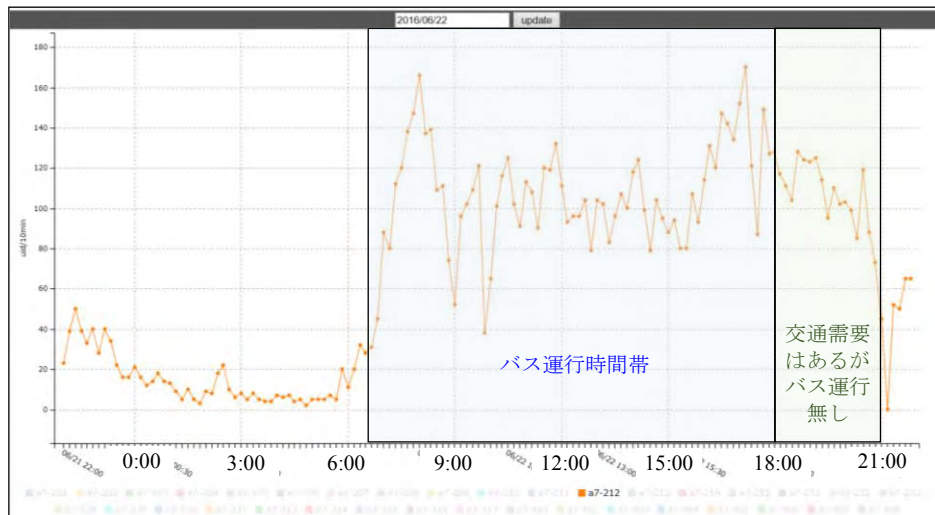


図 3-29 時間帯別パケット観測値 (Hongseang Intersection)

b) 都市交通計画・管理

• 交通量の計測

ラオスをはじめ開発途上国では、定期的な交通調査は実施されておらず、各プロジェクトにて交通量調査を実施した際に、過去の交通量との比較が行えないことや、計測した交通量を年平均日交通量に換算することのためのデータがないことがある。本システムでは、機器設置後は交通量（パケット数）を常時計測できるため、長期間にわたる交通量（パケット数）が計測可能である。

ここでは、Hongseang Intersection（図 3-30 参照）にて計測したパケット数および②-3 に示す本事業内で計測したサンプル率（17.3%）を用いて交通量を算定した。2016 年 1 月から 6 月までの月別日平均交通量と、曜日別日平均交通量を図 3-31 及び図 3-32 に示す。月別では、学校の休みがある 1 月、4 月及び 6 月は他の月に比べて交通量が少なくなっている。曜日別では、土曜日及び日曜日の交通量が少なくなっている。

月別時間帯別平均交通量及び曜日別時間帯別平均交通量を図 3-33 及び図 3-34 に示す。朝の通勤時間帯である 8 時に朝のピークをむかえ、お昼休みが始まる 11 時に昼のピークがあり、夕方の帰宅時間帯である 17 時に夕方のピークがあり、現在ビエンチャン交通状況が示されている。



図 3-30 交通量計測位置 (Hongseang Intersection)

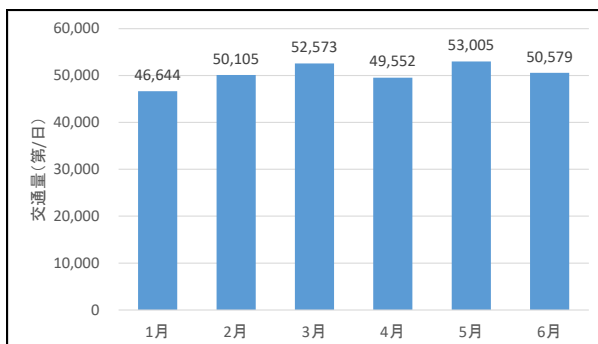


図 3-31 月別日平均交通量

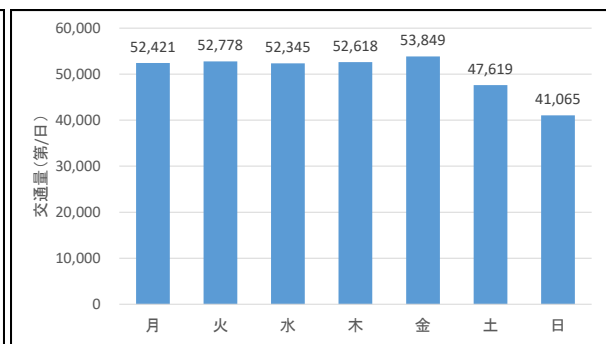


図 3-32 曜日別日平均交通量

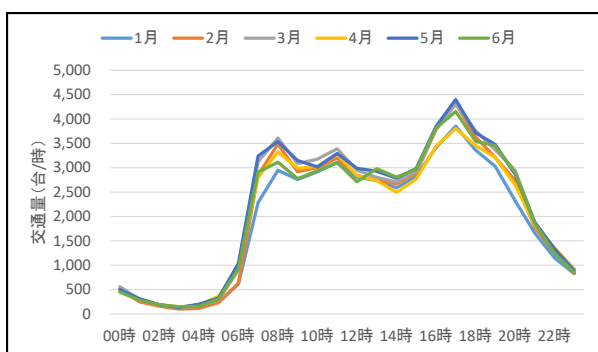


図 3-33 月別時間別平均交通量

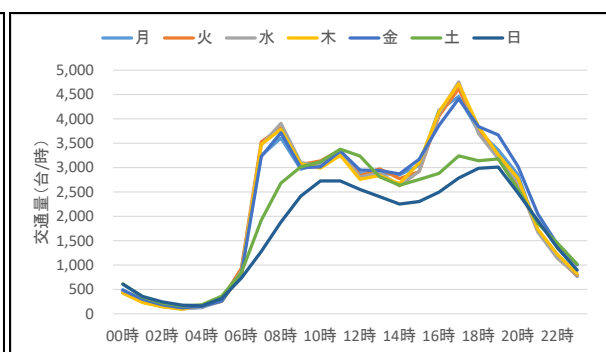


図 3-34 曜日別時間別平均交通量

- 交通情報提供による経路変更促進による混雑緩和

図 3-31 および図 3-32 に示す通り、ビエンチャンのメインストリートである Kaysoune phomvihane Road では日交通量が 5 万台を超えている。Kaysoune phomvihane Road は市街地を通る 4 車線道路であり、この道路の交通容量は 5 万台程度と考えられ、交通量が交通容量に達している状態である。一方で、ビエンチャンの郊外を通る道路は顕著な混雑

が発生しておらず、車両は市内中心部の道路に集中しており、混雑区間を避けて郊外の道路を迂回する車両は少ないと考えられる。

本事業にて導入した Wi-Fi パケットセンサーにて計測した 2016 年 6 月 16 日（木）の 16 時時点の旅行速度を用いて、市内中心部の Phetsarad から NUOL Intersection へ向かう区間において、図 3-35 に示す 2 つのルートでの移動時間を計算した。両ルートの旅行時間を表 3-13 に示す。郊外の National Highway No.13 を通るルートは市内の Kaysoune phomvihane Road を通るルートに比べて距離は 2 倍であるが、旅行時間は 5 分以上短い結果であった。このような交通状況や迂回ルート情報を運転手に提供することで、一部の道路への車両集中を抑制し交通混雑の緩和に繋げることができる。そのため、短期的な交通渋滞緩和策として、車両利用者に対して情報を提供することで車両の分散を図り、渋滞緩和が可能となる。

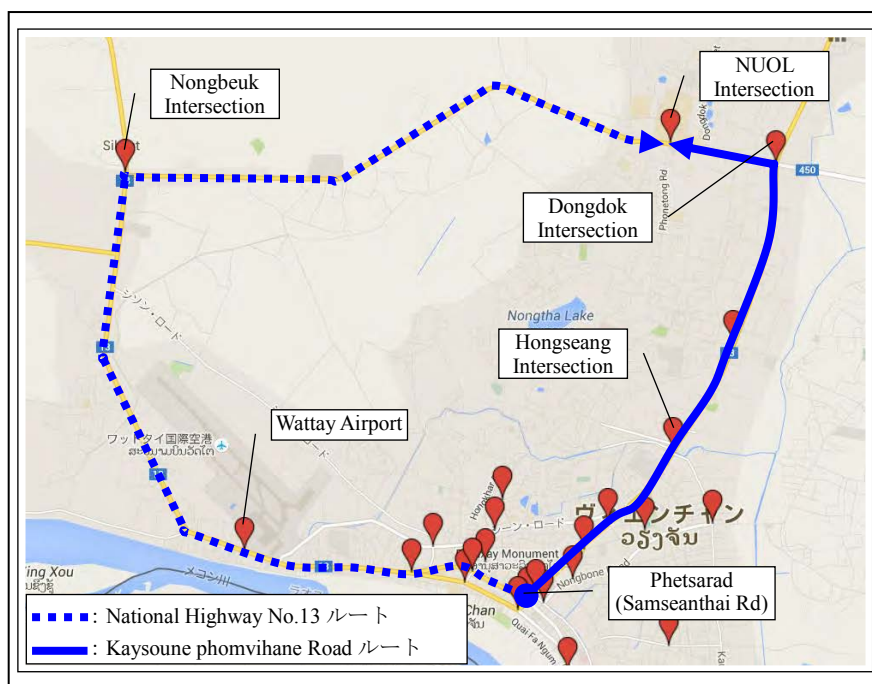


図 3-35 旅行時間比較ルート

表 3-13 CBS から NUOL への旅行時間（2016 年 6 月 16 日（木）の 16 時）

① National Highway No.13 ルート				② Kaysoune phomvihane Road ルート			
地点	区間距離 (km)	旅行速度 (km/h)	旅行時間 (分)	地点	区間距離 (km)	旅行速度 (km/h)	旅行時間 (分)
Phetsarad (Samseanthai Rd)	-	-	-	Phetsarad (Samseanthai Rd)	-	-	-
Sihome Intersection	1.0	12.7	4.7	Patuxai Police Box	1.4	7.6	11.1
Sithanneua	1.0	15.1	4.0	Phonsaard	0.6	21.8	1.6
Wattay Airport	2.9	12.7	13.7	Hongseang Intersection	1.6	5.7	17.0
Nongbeuk Intersection	7.4	30.6	14.5	Nongnieng	2.1	9.6	13.1
NUOL Intersection	9.8	35.6	16.5	Dongdok Intersection	3.2	16.5	11.6
				NUOL Intersection	1.8	23.7	4.6
合計	22.1	29.0	53.4	合計	10.7	13.9	59.0

③-9 本システムの活用方法例（2016年2月～6月）

a) 関係機関からの活用方法に関する意見

本システムのラオスでの活用方法を検討するため、都市計画、交通計画および交通管理を担当する機関である MPWT、DPWT、交通警察及び ADB と業務を実施する上での課題と本システムの活用方法についての協議を行った。主な内容を以下示す。

• MPWT

ビエンチャンを発着する都市間バスが規則を守らずに運行するケースが増えており、バスに本システムのスマートフォンを設置することを義務付けて、バスの運行を管理することに活用できると考えられる。しかし、MPWT が新しいシステムを導入する際には、各規則の確認が重要となるため、他の機関と協議の上で進める必要がある。また、交通情報を提供することにより交通渋滞の緩和を図ることも重要であると考えている。

• DPWT

ビエンチャン市内での交通課題は交通渋滞の悪化である。また、都市計画や地区計画が無いままに無秩序な開発が行われており、各地域から発生する交通量等も把握できていない。そのため、本システムを用いることにより旅客流動データ等を取得し、都市計画や交通計画の基礎となるデータ収集が期待される。

また、信号交差点がボトルネックとなり交通渋滞が発生している箇所があるため、本システムを活用して交差点での方向別交通量を計測し、それを基に改良方法を検討したい。

• 交通警察

ビエンチャン市内での交通管理面での課題は、路上駐車と交通渋滞である。路上駐車は取り締まりを行っているものの対応しきれず、市長も路上駐車対策を注視している。そのため、本システムを用いて駐車状況の把握を行いたい。また、交通渋滞も大きな問題となっており、本システムを用いてリアルタイムの交通状況や迂回路の案内を運転手に知らせ、一部の道路に車両が集中することを抑制し、交通渋滞緩和を図ることが望ましい。

• ADB

ADB が計画している BRT プロジェクトの詳細設計において、本システムの活用を提案したいと考えている。現在、ラオスの道路維持管理のプロジェクトが実施中であることから同プロジェクトにおいて、バスや物流車両にスマートフォンを設置し、それら車両から得られる各道路区間の旅行速度によりラオス全体の道路状況の管理を行うことに興味がある。また、ビエンチャン市内では道路整備が進められているが、道路交通状況を運転手に伝えて迂回を促して混雑緩和を図ることは有効であると考えている。

b) ワークショップの開催

2016年2月26日に、日本から公共交通のアドバイザーとして以下に記す3名の専門家を現地に招聘し、導入したシステムの活用方策や今後の公共交通の利用促進をテーマとし

たワークショップを開催した。

- みなと観光バス株式会社 代表取締役 松本浩之
- 大阪大学大学院コミュニケーションデザイン・センター 特命教授 土井勉
- 株式会社大阪メトロサービス 常務取締役 横江友則

ワークショップでは、VCSBE、MPWT 職員の参加を得て、アドバイザーからの提言をもとに意見交換を行った。松本社長からはバス路線と既存交通サービス（トクトクや自転車等）との連携およびその情報提供、土井教授からは沿線施設との連携した情報提供やパターンダイヤの周知、横江常務からは 1Day チケット等による観光施設との連携などの具体的な提案が行われた。これらの情報提供をバスロケーションシステムとうまく連携させながら展開していくことの重要性が確認された。



写真 3-14 ビエンチャンにおける今後の交通施策提言のためのワークショップ

c) その他の活用方法

- パーソントリップデータの収集及び公共交通路線計画への適用

交通計画等を行う際に、人々の移動の起終点を把握するためにパーソントリップ調査が実施される。パーソントリップ調査はインタビュー形式で実施されるため、長期間かかると共に費用負担も大きい。本システムでは、人々の移動目的を把握することは出来ないものの、移動時間、移動経路は把握することが可能である。また、公共交通の車両に Wi-Fi パケットセンサーを搭載することで、公共交通利用者の移動経路を抽出することができ、公共交通の路線計画に活用することができる。

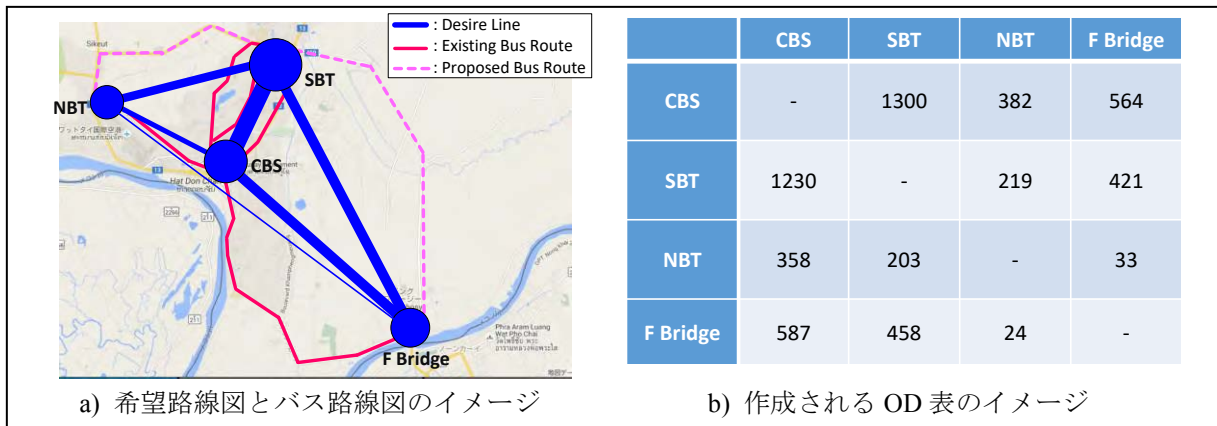


図 3-36 公共交通路線計画への適用のイメージ

• 駐車状況調査

ビエンチャン市内では路上駐車が非常に多く、路上駐車車両により交通容量が低下して交通渋滞の要因の一つとなっている。路上駐車対策は主に、駐車施設等を整備することによる受け皿の供給と、取締の強化の 2 種類に分類される。路上駐車対策を検討するにおいては、現状の駐車状況を把握する必要があるが、現在どの程度の駐車台数がありどのくらいの期間駐車されているか等の基礎的な状況把握が行われていない。

本システムの Wi-Fi パケットセンサーを特定地域に設置することにより、モバイルデバイスの出入りを感知し、そこから駐車時間及び駐車台数を算定することが可能である。ビエンチャン市交通警察からも、本システムを活用して現在の駐車状況を把握したいとの意見があった。



写真 3-15 路上駐車状況

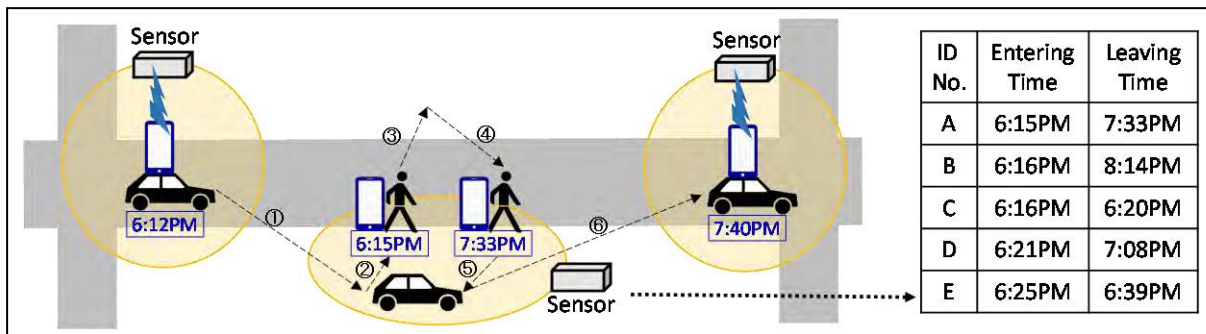


図 3-37 駐車調査への活用のイメージ

• 道路管理・交通管理

ラオス国で道路の施設管理や地方部の交通管理はまだ実施されていない。従来であれば全国に渡る道路の施設管理を実施するには、大きな予算と相当数に人員を要することになる。

本システムのスマートフォンを、全国を走行するバスや貨物車両に搭載し、各道路区間の旅行速度を収集することにより、各道路区間の平均的な旅行速度を蓄積し、それと大きく乖離する事態が生じた場合を異常時と設定することで、道路施設管理を行うことが可能となる。

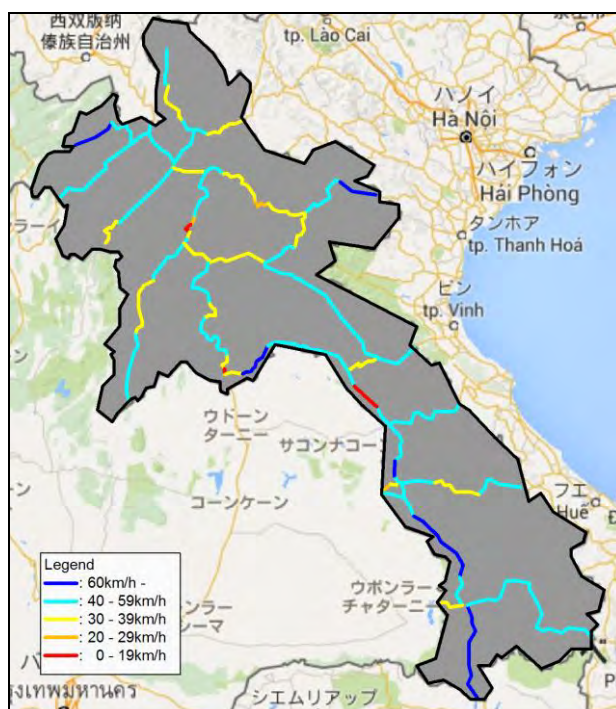


図 3-38 道路管理のイメージ

表 3-14 道路管理のイメージ

Road Section	Average Travel Speed (Current 1 month)	Current Travel Speed (Today)
NH 13 KP1.00-KP5.00	27.2km/h	20.8km/h
NH 13 KP5.00-KP10.00	20.3km/h	32.6km/h
NH 13 KP10.00-KP15.00	45.0km/h	43.2km/h
NH 13 KP15.00-KP20.00	48.2km/h	5.2km/h
NH 13 KP20.00-KP25.00	53.1km/h	53.2km/h

③-10 地元 IT 業者へのヒアリング（2016 年 2 月～3 月）

ビエンチャンにおける IT 企業は、IT 協会に加盟義務がないため、加盟企業は IT 企業としては古参の大手企業が多い。一方で、新規参入の零細企業でも現地政府や国際協力機関、国際 NGO 等の業務案件受注件数を伸ばしている有望企業も存在することから、過去のラオス現地 IT 企業に関するリサーチペーパーも現状把握に利用出来ないため、現在、活躍の目覚ましいビエンチャンにおける主要 IT 企業（表 3-15 に示す）を選択し、ヒアリングを実施した。その結果、IT 企業から本事業で導入されたシステムへのコメントとして下記の内容が主にあげられた。

- ビエンチャン市内の道路選択は限られているので、本システムを閲覧したユーザが取れる旅行経路選択は限られているので、あまり活用範囲は広くないのではないかと。
- 広告収入だけでこのシステムをビジネスとして継続するのは困難。
- 本システムの利用者数およびアクセス数の規模次第でもビジネス可能性が変わるのでアクセス数とその傾向を見たい。

上記の指摘の通り、サイトへのアクセス数の増加は、B to B 及び B to G 双方の場合における本事業導入システムの継続性確保の面においても重要であることから、継続して本導入システムの周知のための広報諸活動を行うことにより、システムの需要を増加させていく必要がある。

下記の訪問企業の内、Lao IT Development が本事業導入システムに関心を持っていた。8 月の現地活動では、同社とより具体的な技術提携について協議を行うことができ、スマートフォンベースのアプリケーションの共同開発を行う方針を確認した。

表 3-15 ビエンチャン市内主要 IT 企業訪問先

Cyberia
DATA.COM（本事業実施アイデアソン協賛企業）
Lao IT Development（本事業実施アイデアソン協賛企業）
Lao Technology

③-11 ビジネス展開に向けた現地企業へのアプローチ

a) 北バスターミナルへのビジネス展開の提案（2015年8月～2016年7月）

2015年8月の本事業現地調査時に初めて訪問した、北バスターミナルの経営企業体であるチップソン社へシステム導入・運用実験開始後、その運用状況説明とチップソン社におけるビジネス展開への応用の提案を目的として再度2016年2月に訪問した。

その結果、試験的にチップソン社の運営するバス路線の一部にバスロケーションシステムの導入を行うことで同意した。しかし、2016年7月にチップソン社から連絡があり、システムを導入した後に管理を担当する職員がいないこと等から、今回は導入を見送るとの回答があった。一方で、MPWTから民間の都市間バスを管理するためにバスロケーションシステムの導入を検討したいとの打診があり、民間バスへのビジネス展開についてはMPWTとの協議を継続して行い、その結果に従って民間バス事業者へのアプローチを行うこととした。

b) 新規大型商業施設へのビジネス展開の提案（2016年2～8月）

近年、ビエンチャン市内において大型商業施設の建設、開業が増加している。本事業で導入したWi-Fiパケットセンサーは、スマートフォンユーザーを対象とした滞留状況の測定が可能であることから、商業施設における利用者の滞留状況把握によるビジネス促進戦略の基礎データとしての活用も可能である。この為、ビエンチャンの大型商業施設であるITECC社とVientiane Centerを訪問しWi-Fiパケットセンサーシステムの機能と得られた機能を活用したビジネス促進可能性に関して説明を行った。

ITECC社は、ビエンチャン市郊外の北東に位置するアミューズメント施設一体型商業施設を運営しており、ITECC社の経営者への説明を行った。

なお2016年8月の現地活動においては、ITECC社に商業施設の来訪者・滞留状況のモニタリングのためにWi-Fiパケットセンサーの導入を提案したところ、協力の申し出があったため、1台のパケットセンサーを試験導入した。今後設置したセンサーによる計測状況を分析し、ショッピングセンターのマーケティングのために継続運用・増設を行うかどうかの判断を行う。その際は、ITECC社の費用負担による事業継続を検討するという回答を得ている。

c) 物流車両へのビジネス展開の提案（2016年2～8月）

ビアラオ社および電力公社に本システムの紹介を行ったところ、車両動態管理のために導入を行いたいという意向を確認した。システムの導入について2016年8月に協議を行ったところ、両社ともに導入に前向きな返答を得て、提案書の提出の依頼を受けた。本事業の終了後の協議となるが、両社に車両動態管理システムの導入を行い、B to Bビジネスとしての展開を模索するとともに、これら車両の走行データによる交通解析システムの導入について検討を行っていく方針である。

③-12 ADBによるBRT案件の進捗状況（2016年3月）

本事業の将来的なビジネス展開として、ADBをはじめとする複数ドナーの出資により実施予定のVientiane Sustainable Urban Transport Projectコンポーネントに含まれるBRT案件

への本事業提案システムの導入可能性があげられる。ADB は、2015 年 12 月にキャパシティアセスメント専門家が現地政府機関案件実施母体の設置に係る調査業務を実施したが、組織設立のための人材の選定は、現在のところ未定である。その為、本事業のバスロケーションシステムの将来的な BRT への拡大可能性に関する先方との協議は、協議対象主体がまだ設立されていないため、現時点では実施できない状態にある。なお ADB からは、ビエンチャンへの BRT 導入の際には、本バスロケーションシステムの活用について検討を行いたいというコメントを得ている。

③-13 受注者の東南アジアにおけるビジネス展開計画の策定（2016 年 3 月～2016 年 8 月）

2016 年 3 月 2 日～4 日にカンボジア国プノンペン都を訪問し、プノンペン都副知事及び関係者、並びにプノンペン都バス公社に本システムの紹介を行った。関係者からは、本システムの機能について高い評価を得ることができ、導入に向けて検討を行いたい旨の意思表示を得た。しかしながら導入のための費用負担についてさらなる関係機関との協議を行う必要があるとのことにより、継続協議を行うこととなった。



写真 3-16 プノンペン都副知事へのプレゼンテーション

プノンペン都バス公社からは、市内の渋滞が激しくバスの運行定時性の確保が難しい中で、利用者のバス待ち時間の減少のためにも、是非とも本システムの導入を進めたいという意向が示されたが、導入費用に関する支援策の検討が必要ということで継続協議を行うこととなった。

本システムは、開発途上国におけるバス運行効率化、利用促進のためには大きな効果が期待できる一方、運営体制の整備や維持管理教育などを含めた導入コストについては一定の負担が求められるため、単純な B to B での導入は容易ではないケースが多いと想定される。都市交通改善のための国際的な支援体制や CO₂削減を目的とする JCM などの枠組みを活用しながら普及・拡大のための取り組みを進めていく必要があると考えている。

(2) 事業目的の達成状況

① 「提案製品の導入と運用」の達成状況

(1)に記載した通り、提案製品の導入にあたって現地の関連組織と円滑な連携を図ることが

でき、当初の計画通り導入を完了することができた。事業全体としては、当初計画より 2～3 ヶ月前倒しで導入と運用が開始されており、当初計画を上回る達成状況となっている。また、モニタリング用器材は CBS バス運行管理室、交通警察、CBS の国際・都市間バスチケットカウンターの 3 箇所のみを想定していたが、MPWT および DPWT よりそれぞれに事務所にもモニタリング用器材を導入したいとの申し出があり、2016 年 8 月に設置を行った。また VCSBE 総裁室とポンサヴァン高校からも設置要望を受けて、モニターを設置を行った。

②「持続的な交通管制を行う仕組みの確立」の達成状況

本システムの交通管制への活用としては、バスロケーションシステムは VCSBE の運行管理室にてバス車両の運行管理に利用されている。交通観測システムは主に交通警察にて道路の交通管理及び交通整理等に利用され、また DPWT においてもビエンチャン市内の常時交通観測に活用されている。これら諸機関においては、本事業にて導入したシステムが有効に活用されており、従来は渋滞箇所の把握は現場に設置したカメラや交通警察員からの連絡に頼っていた事に対し、市内全域での交通状況がリアルタイムに把握できることから、渋滞発生時には現場へすぐに連絡を行って警察官の派遣を行うことができるようになった。

また、本システムの器材については、VCSBE の職員への技術移転が完了しており、今後のメンテナンスは VCSBE の職員で対応できる状況となっており、本事業の終了後も継続した運用が可能である。



写真 3-17 MPWT (左) と DPWT (右) へのモニターの設置

一方で、本システムを維持するにはサーバ使用料や器材の交換等の維持管理費を確保する必要がある。維持管理費の確保については、2016 年 8 月に VCSBE 等と協議を行った結果、VCSBE の費用負担によりシステムの維持運営を行うという回答を得ている。

③「普及活動」の達成状況

一般道路利用者・バス利用者への情報配信サービスは 2015 年 10 月より開始し、2016 年 2 月には NUOL との共催のアイデアソンの実施等を通して、一般のバス利用者に加えて情報処理の専門家に対しても周知を図る活動を行った。

先述の通り、これらの活動は多くの新聞・テレビ等での報道を通して本システムの認知は進みつつあり、アンケート調査結果では約 40%の回答者がバスロケーションシステムを認知しており、短期間で急速に普及している。これは、チケットカウンターやゲストハウスへの利用告

知ツールの掲示など、市民や観光客に向けた告知の成果であると評価している。本システム導入における現地のバス利用者等への利便性の向上に加えて、ビジネス的側面からの普及・継続においても今後とも利用者数の拡大に向けた広報活動が重要である。本事業の終了後も VCSBE にて広報および普及のための活動を継続する方向で VCSBE と合意している。

④ システム導入の費用対効果に関する現地機関の見解

本システムの導入にかかる初期費用は、概算で約 30 万 USD 程度となる。この価格の妥当性について VCSBE 総裁と MPWT ジェネラルディレクターにヒアリングを行った。

VCSBE からは、本システムによるバス利用の拡大効果は大きく、今後とも VCSBE が運営費を負担してサービスを継続していくという見解を得ている。また本システムの価格は、システム導入効果に比較して、初期費用・運用費用ともに決して高いものではない、という意見を得ている。ただし現在の VCSBE の経営状態は厳しく、バスサービスの改善にも費用が必要となることから、もし VCSBE で初期費用の負担を求められる場合には、渋滞改善等の効果に対応して、交通管制部門や警察部門等からも費用負担を求めていく必要がある、との意見であった。

MPWT からは、他の交通観測システムに比較して、本システムの初期導入費や運用費用は高いものではなく、費用対効果は十分に認められるというコメントを得た。Wi-Fi パケットセンサーは、他の交通観測システムに比較しても導入費用・運用費用ともに低い。予算制約の大きな開発途上国に適したシステムであるという見解を得ている。

さらに MPWT としては、バスロケーションシステムを長距離バスに導入し、バスの運行をモニタリングするシステムが必要であると考えている。法整備を進めてバスロケーションシステムをすべての長距離バスに導入することも視野に入れて、今後の検討を行う方針であり、その際には協議を行いたいという申し出を受けた。

なお、車両の運行速度監視を行うことで燃料費の節約につなげれば、システムの導入費用・運用費用は回収することができ、さらに CDM 等の低炭素化に関する施策と連携させることで導入費用を賄うことも検討できる、という意見が付記された。

(3) 開発課題解決の観点から見た貢献

本事業で提案する 2 つのシステムは、最先端の情報通信技術を活用した車両運行制御・交通観測インフラであり、ビエンチャン市内のバス利用促進と渋滞解消に大きな効果を発揮すると考えられる。特にバスロケーションシステムは、バス情報の提供によるバス利用者へのサービス向上について、利用者やバス管理者からも高い評価を得ており、バス利用促進に果たす効果は大きいと考える。また市内の交通観測インフラの整備は、今後導入が期待されるさまざまな交通施策や都市開発事業等に伴う都市内交通流の変化をリアルタイムに計測することが可能となり、正確なデータに基づく交通計画、都市計画の策定、地域開発の誘導が可能となる。

2016 年 2 月に実施したアイデアソンでは、本システムから得られる交通データのより高度な分析や都市計画・交通計画への反映のために、NUOL を始めとする教育・研究機関と連携して、専門家の養成や技術移転に対するブレインストーミング的位置づけとして大きな成果が得られた。Lao IT Dev 社との技術連携協議も開始しており、現地の情報通信技術の高度化についても一定の成果を上げている。

(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

スマートフォンを活用した GPS を用いたプローブ⁴ITS (Intelligent Transport System) の技術開発は、今後、全世界で急激な市場競争、技術競争に入ると考えられる。このような状況の中で、ビエンチャン市における成功事例を示すことは、我が国が今後の市場競争の中で優位に立つために重要であると考えている。特に交通観測インフラの整備は、発展途上国における都市開発事業や環境施策、インフラ輸出などの領域と連携して、事業効果の測定や環境アセスメントなどの高度化・緻密化を実現するために重要である。このため、本事業で得られる交通観測データは、オープンデータとして関係機関に開示していく予定であり、今後、ラオスへの進出を目指す企業や政府機関、自治体等に幅広く提供していくことで我が国企業の進出支援を見込んでいる。

(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

バスロケーションシステムについては、VCSBE で運営担当者にシステムの管理運営を含めた技術移転が完了しており、そのまま運営継続が行われる見通しである。表 3-16 に示すように、本システムの運営コストの中で 40%と大きな割合を占める通信費については、通信事業者である Lao Telecom 社と無償化についての協議が整い、2016 年 2 月より無償化が実現している。この通信料金の負担軽減によって、VCSBE の運営費負担は大きく軽減された。

事業開始の告知から約半年での利用者数は、先述の通り既に実ユーザー数で 15,000 人を超え、着実に利用が定着しつつある。

このような状況のもとで、本システムの運営者となる VCSBE では、このシステムの運用を今後共 VCSBE の費用負担のもとに継続を行うという方針を明確にしている。この方針に従い、本事業の終了後には VCSBE が契約者となって、センターサーバの維持管理を行うことを確認した。またバス車両の増加に伴う車載器の増設についても、VCSBE の費用負担で行いたいという見解を得ている。

その他の機関に設置された交通観測モニター等の機器については、各機関の費用負担のもとで運用継続を行う方向にある。

⁴ プローブ：走行車両に搭載した GPS 測位システムを使って車両の位置や走行速度を検知し、これを交通流の計測に用いるシステム

表 3-16 年間運用費用（当初計画）

《バスロケーションシステム》

項目	単価 (円)	数量	耐用年数 (年)	年間費用
機器更新費				
制御用端末	175,516	1	3	58,505
交通監視ディスプレイ	53,244	4	3	70,992
車載スマートフォン	15,930	60	3	318,600
通信費				
携帯回線通信費	8,850	60	1	531,000
サーバ使用料	30,534	12	1	366,408
合計				1,345,505

《Wi-Fiパケットセンサー》

項目	単価 (円)	数量	耐用年数 (年)	年間費用
機器更新費				
制御用端末	175,516	1	3	58,505
交通監視ディスプレイ	53,244	4	3	70,992
パケットセンサー	250,000	25	5	1,250,000
通信費				
携帯回線通信費	8,850	25	1	221,250
合計				1,600,747

(6) 今後の課題と対応策

当初より課題として認識されていたバスロケーションシステム及び Wi-Fi パケットセンサーの本事業終了後の継続的な運用については、VCSBE 及び関係機関との協議が整い、事業継続の確認が行われた。また、MPWT や DPWT、交通警察に設置されているモニター機器についても、各機関の責任の下でメンテナンスが行われる。特に DPWT については、自機関の費用負担によりモニター機器の購入やインストールを行っており、機器の運用継続に関する高い意識が確認できた。また本事業の実施において導入した車両動態管理の技術は、物流企業、ソフト開発会社、広告会社等と協議が進み、BtoB の枠組みのもとで、事業の導入と拡大に向けた協議が進む段階となっている。

以上のとおり、本事業の開始時に想定された各課題は解決策が見出されており、ラオス国における事業の継続と新規事業の拡大に向けての取り組みは順調に展開されつつある。本事業の実施を通して、今後危惧される大きな課題は存在しないが、敢えて上げるとすれば、高度な技術者の育成である。Lao IT Dev 社との技術提携や NUOL との連携による技術者教育について、一定の成果を上げつつあるが、まだそのレベルは十分に高いとは言えない。また、センサーから取得されるデータを交通運営や交通計画等に活用するための技術者は、情報処理分野以上に不足しており、当面は本邦のコンサルタント等を含めた外部の技術者の支援に頼らざるを得ないと考えている。

4 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

① マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）

①-1 バスロケーションシステム

現時点では、本製品と同機能を有する競合製品や代替製品は市場に存在しない。単機能のバスロケーションシステムは日本国内他、いくつかの製品が存在している。またバスの位置情報を取得し、そのデータを利用者に配信する仕組みを持つ製品も存在している。

しかしバスの位置情報に基づいて道路交通の流動解析を行うシステムを、バス位置情報の配信と一体化して販売されている製品はなく、機能面において独自性を有している。

例えば、類似の機能を持つ製品やサービス、研究開発として、下記のような製品や研究発表が行われている。いずれも日本企業で、海外企業で同様の製品を発表しているものは見当たらない。

表 4-1 バスロケーションシステムの競合製品

製品名	製造者・発表者	概要
バスロケーションシステム For Saas	NEC ネクサソリューションズ	指定の車載器をバスに搭載することで、バスの位置情報を配信
いつも NAVI 動態管理サービス for 送迎バス	ZENRIN データコム	スマートフォンを車載器として利用し、バスの位置情報を把握し、あらかじめ登録したユーザにバスの到着を配信する
Doco です Car	ドコモ・システムズ(株)	専用車載端末を使用して、携帯電話網を利用して位置情報を取得し、配信
Real Time Bus Location System using by node.js	Yahoo Japan	開発途上のシステムについての研究発表。導入している基礎技術は弊社製品と同様のものであるが、商品化されていない。

①-2 ビエンチャンにおける VCSBE 以外の運輸事業運営会社への展開可能性

バス事業等の運輸に関係のある事業を設立するには、ビエンチャン市公共事業運輸局への登録が必要であり、ビエンチャン市内の路線バスにおいては、民間企業の参入を規制しているため、VCSBE の独占状態にある。

次表は、バス運行以外の輸送手段も含めた輸送会社のリストである。ビエンチャン市内におけるバス企業で VCSBE を除いた最大級規模のものは、リスト 4 番の Southern Bus Terminal Association と 9 番の Chipasong 社が経営する北バスターミナルであり、VCSBE を除いて約 300 台のバス車両が使用されている。MPWT はこれらの輸送会社が運行する都市間バスの管理のためにバスロケーションシステムの活用を検討していたが、前述のとおり、MPWT は全長距離バス会社への法整備による導入を検討している。

また、飲料品の製造販売を行い多数の物流車両を有するピアラオ社、市内で多数の社用車を運行させているラオス電力公社の 2 社それぞれと、バスロケーションシステムの技術を活用した車両動態管理システムの導入に関して協議を継続することとなった。

表 4-2 ラオスにおける運輸事業者

番号	会社/団体名	バス車両数 (台)	バスの座席数 (席)	バス以外の 車両数
1	VCSBE	118	-	-
2	Cross border transportation	47	45	-
3	Khingkhambvongsay(Thonglypacy)	45	45	-
4	Southern Bus Terminal Association	45	45	-
5	Souddala Transportation	23	45	-
6	Seangsomboun	17	45	-
7	Chanthachon Transportation	17	45	-
8	Provincial Transportation Association	17	45	-
9	Chipasong	15	45	-
10	Sithon Puangpaserd	12	45	-
11	Lao Golong Transportation	12	28	-
12	Phansana Transportation	10	45	-
13	Khampaserd Transportation	8	45	-
14	Anongluck Transportation	8	45	-
15	Soudchay Yordchalernsab	6	45	-
16	Seansabay	5	45	-
17	Saylard Transportation	5	45	-
18	Adina Transportation	3	45	4 (Van)
19	Soudchay Transportation Ltd	-	-	5 (Van)
20	Lao Group VC Taxi	-	-	30 (Sedan)
21	Chong Ya Tu I Yunthong Taxi	-	-	15 (Sedan)
22	Lao-Viet Taxi	-	-	12 (Sedan)
23	Lao Motor Bike Service	-	-	46 (Bike)
24	Taxi Association	-	-	91 (Sedan)
25	Van Association	-	-	150 (Van)
26	Songteo Association	-	-	365 (Songteo)
27	Jumbo - Tuk Tuk Association	-	-	1,467 (Tuk Tuk)

出典：DPWT

①-3 Wi-Fi パケットセンサー

道路上に設置されるトラフィックカウンターなど、機能の一部で競合となる製品は存在しているが、機能上の競合製品とはなっていない。画像処理による交通量計測を行うものや走行速度の計測を行うものは存在しているが、区間旅行速度を算出するセンサーシステムとして Wi-Fi パケットを活用する製品で、市販されているものは存在しない。

しかし、図 4-1 に示すような Google Map において実用化されているスマートフォンの位置情報をもとに道路の交通状況を推測するシステムが全世界規模で実用化されつつあるため、今後は Google あるいは Apple 社等のスマートフォンのオペレーティングシステムを

支配する会社による道路交通情報サービスの提供が一般化する可能性がある。

そうなれば、すべての交通情報はこれらの情報提供会社への依存度が高まる可能性が高い。バスロケーションシステム等の移動体プローブ情報システムの普及とともに、我が国が主導する交通観測インフラを早期に普及させていく必要がある。

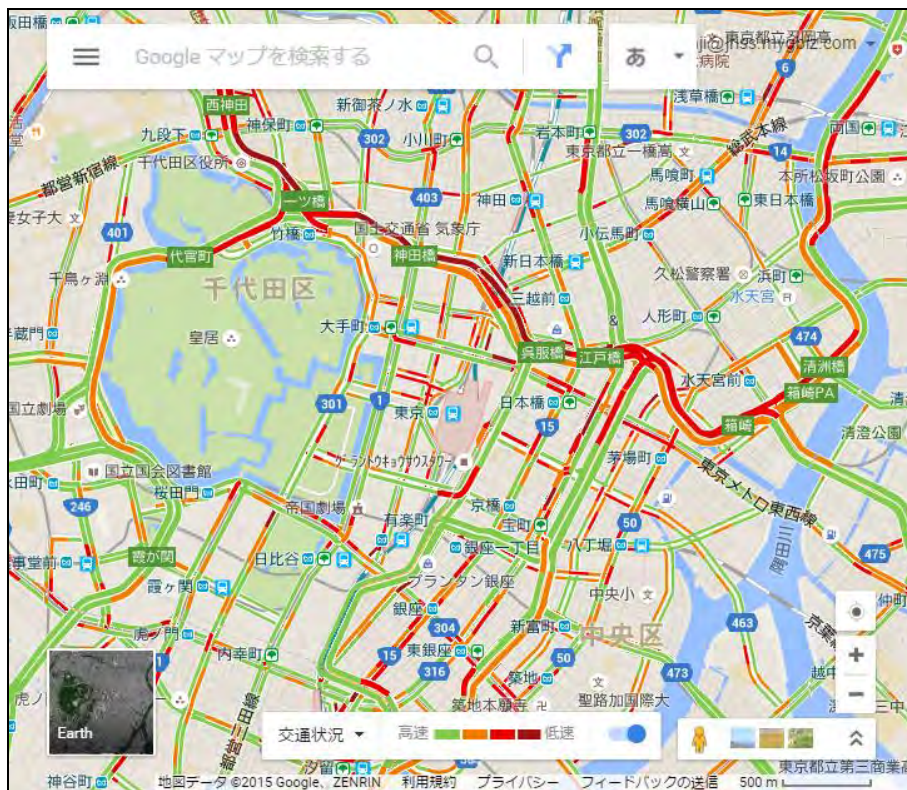


図 4-1 Google 社による交通状況の配信

② ビジネス展開の仕組み

②-1 バスロケーションシステム

バスロケーションシステムの導入は、バス会社の収益拡大・顧客サービス向上に大きな効果があるため、バス事業者の費用負担によりシステムの導入を前提に営業を展開するのが基本となる販売戦略である。しかし我が国を含めて、バス事業者の多くは経営的に苦しく、新規のシステム投資に消極的な事業者が多い。特に開発途上国においてはバス事業者の全額負担によりバスロケーションシステムの導入を期待することは難しい。

そこで、交通観測インフラの整備費用の一部をシステム構築費に充てることにより、政府機関の支援や国際協力の枠組みの中で、システムの普及拡大を目指していくことが現実的であると考えている。また、長距離バス事業者や物流企業、工事用車両を保有する企業などのように、車両の動態管理に関するニーズを有する企業に対し、システムの販売を行うことも営業戦略として有効であると考えます。

実際、ラオス国内においても、ラオス電力公社、ビアラオ社、北バスターミナル社（長距離バス運行会社）に本システムの紹介を行ったところ、車両動態管理のために導入を行いたいという意向を確認した。今後とも、これら企業に対して、導入に対する提案活動を行うことで同意を得ることができている。

②-2 Wi-Fi パケットセンサー

Wi-Fi パケットセンサーは交通観測のためのインフラであるため、販売対象となるのは民間企業ではなく政府機関や自治体となる。特に先進国より交通観測インフラの整備が遅れている途上国において需要は大きいと考えている。

センサーから取得されるデータを処理することにより、区間走行速度や地域ごとの交通量の時間変動などの分析は可能であるが、さらに高度なデータ処理を行うことによって、地域間の OD 表の作成や車両の走行ルートなどの把握が可能である。図 4-2 は市内に設置した 26 台のセンサーから得られるデータを用いて作成した、設置地点間の 1 時間の OD 流動量を図化したものである。

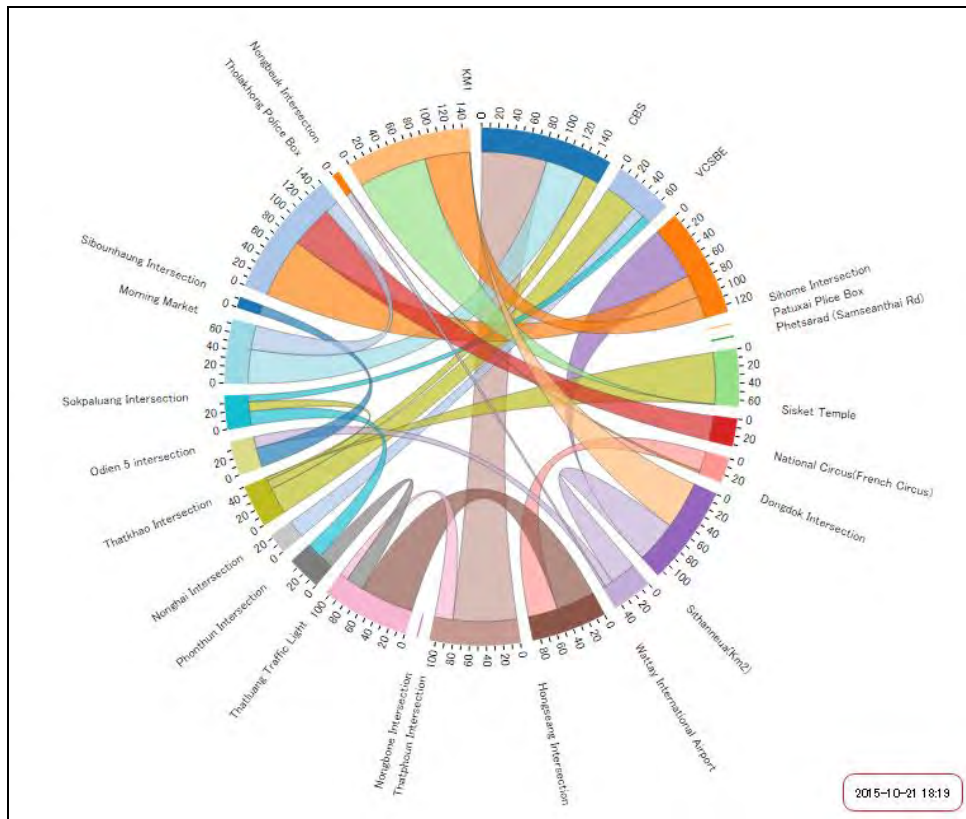


図 4-2 Wi-Fi パケットセンサーのデータから生成される OD グラフ

例えば、図 4-2 の円周上部に記載した設置地点 CBS に注目すると、CBS からの流動は Thatphouun Intersection と約 80 トリップ、Morning Market と 40 トリップ、Thatkhao Intersection に約 10 トリップの流動があることがわかる。各センサーが設置されている交差点が、解析時間においてどこの地点との間で交通流動があるかをグラフ表示したものである。

このような高度なデータ処理は、相手国の政府機関で分析をすることは難しく、交通計画・都市計画のコンサルタントや研究者が介在して実施する必要がある。このため、センサーのデータを用いて詳細な交通流動解析を行い、都市計画・交通計画への反映を行うためには、専門のコンサルタントとの協業や都市計画・交通分野案件を持つ国際ドナー等との連携が必要である。

開発途上国の交通計画の検討の初期段階では、自動車 OD 調査やパーソントリップ調査等の実態調査を実施し、対象地域の調査データを取得してから、計画策定に入るというプロセスを踏むこととなるが、この調査スキームの中に Wi-Fi パケットセンサーを組み込むことができれば、長期にわたる正確な交通流動データの取得が可能となる。

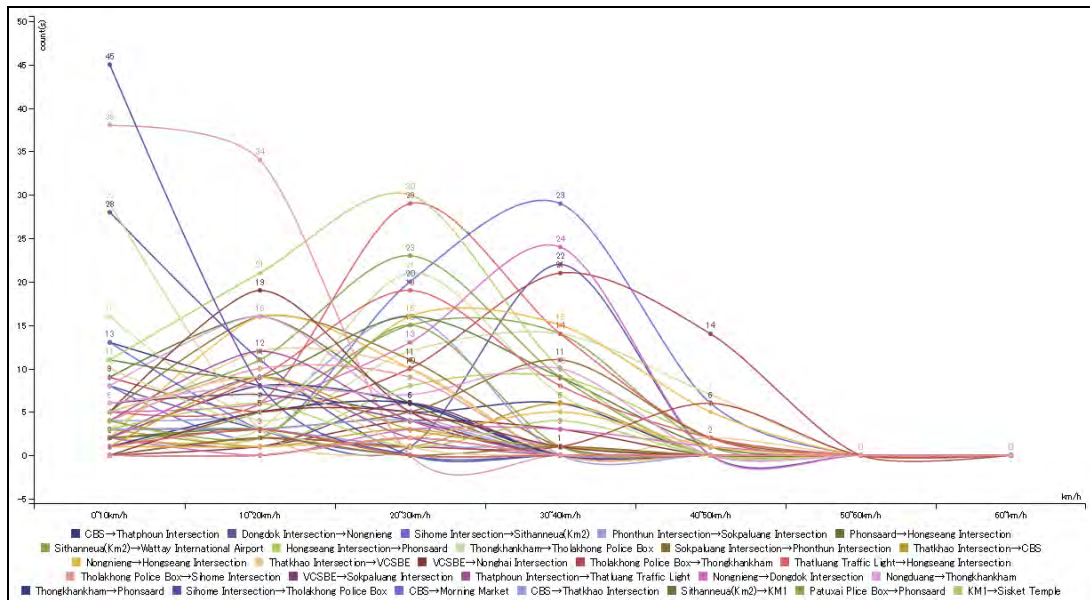


図 4-3 Wi-Fi パケットセンサーによる交差点間の走行速度の分布

図 4-3 は Wi-Fi パケットセンサーから得られる 1 時間の走行速度の分布を示したものである。歩行者が混入する区間では、低速の速度計測が見られるが、10-20km/h に自動車走行速度のピークを持つ区間、20-30km/h あるいは 30-40km/h にピークを持つ区間が存在する。道路の区間平均走行速度は道路の整備状況を示す指標ともなるため、これらのデータを用いて道路整備の優先順位や B/C 分析に活用することが考えられる。また平均速度の見える化の際には、低速（時速 5km 以下）のデータは歩行者自転車であるとして分離するようなフィルタリング処理を行っている。また速度違反をして高速で通過するバイクを除外するために、高速側についても時速 60km 以上の除外処理を行うこととし、平均的な 4 輪の走行速度を取得するよう処理している。

このような交通観測インフラを日本国で独自に保有することで、今後は交通観測インフラの未整備な海外諸都市におけるインフラ輸出や計画策定業務の受託、また大規模な民間開発事業の進出などのケースで、有効な計画情報を提供できるものと考えられる。

③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

- 原材料・資機材の調達計画（含、許認可の必要性の有無）

特に許認可の必要な特殊な原材料・資機材の調達の必要性はない。

本事業の終了後あるいは進捗の途中段階でも、「ラ」国の長距離バス事業者やラオス電力公社、ビアラオ社のように本システムに興味を持っている企業に対して営業活動を展開する予定である。

- 生産・流通・販売計画（含、許認可の必要性、現地生産計画の有無）

「ラ」国においては許認可の必要はないが、外国企業による交通流動情報の取得に対して制限を課する国もあると想定され、導入国における法制度に関する詳細な調査が必要であると考えている。

導入国における販売要望があれば、センサー等の製造期間は1～2か月であるため、日本国内で製造してすぐに販売を行うことができる。現地生産の必要はないが、現地で一部の部品を購入した方が、メンテナンス等で有利な場合は、個別に検討を行う。

- 要員計画・人材育成計画

ビジネス展開を行うために、現地に製造設備や専任の営業要員は必要としないが、システム導入後は現地企業との提携等により運営管理を行うための体制整備が必要となる。「ラ」国の場合は、NUOL との協力関係の構築に加え、VCSBE 職員が管理運営のための技術習得を進めている。またさらに、現地の IT 企業である、Lao IT Dev 社との技術提携協議が整った。Lao IT Dev 社と共同して、観光案内・交通案内のためのスマートフォンアプリの開発に関するビジネス展開の合意を得ている。今後は導入したバスロケーションシステムや Wi-Fi パケットセンサーを活用したビジネス展開について、同社をパートナーとして具体的な取り組みを行う計画である。

以上の通り、地元 IT 企業との提携、VCSBE 職員及び現地関係スタッフへの技術移転が完了しているため、要員計画・人材育成計画に関しては、大きな不安はない。

- 収支分析・資金調達計画

本事業の収支に関して、まずシステム導入の初期費用は ①センサー、車載用スマートフォン等のハードウェアの構築費 ②センターサーバ・端末側のソフトウェア構築費 となる。①は発注台数により精算を行うが、大規模な製造設備を必要とせず製造期間も短いことから、受注生産を基本としている。このため、本事業の推進のための初期投資は自己資金により対応できる。②についても、既に開発されているシステムの顧客ごとに必要となる改築費程度が追加投資額となるため、受注生産が基本となり、資金調達を必要としない。本システムの開発には相応額の研究開発費（R&D 費）が発生しているが、我が国の会計制度では単年度での経費処理が許されていることから、過年度に償却済となっている。

また本製品の販売額の中で利益の柱となる部分は、開発したシステムのライセンスフィーであるが、既に開発費については償却済のシステムであるため、ライセンスフィーに関する製造原価は発生せず、ほぼ全額を利益として計上することが可能となる。このため、本製品の拡販にかかる原価は、広告宣伝費や営業費等の間接経費のみとなるため、今後の事業拡大におけるリスクは小さく、大きな資金調達は必要としない。

なお、本製品は BtoB による一般企業等への販売だけでなく、BtoG として、途上国の開発支援や交通・社会問題の解決のための交通観測インフラとして拡販していくことを想定している。システムの販売額はできるだけ抑えて、システムが各国で稼働することにより収集されるセンサーデータ、いわゆる Big Data の解析権利を保有することで、各国での調査・計画や民間企業のマーケティング等の分野への進出を検討したい。

④ ビジネス展開可能性の評価

先述の通り、本システムを基盤とする車両動態管理システムは、長距離バス事業者やラオス電力公社、ピアラオ社などへのヒアリングにおいて、導入に対する前向きな要望を受けている。また MPWT からは長距離バスへのバスロケーションシステム導入に関する検討方針が提示されている。以上のような実績から「ラ」国における事業拡大の可能性は高いと評価している。

また前述のとおり、Lao IT Dev 社との技術提携協議が整いつつあり、同社を軸として「ラ」国でのさらなる事業展開を進めていく体制も整いつつある。

(2) 想定されるリスクと対応

本事業実施後のリスクと対応策について、次のように検討している。

① スマートフォン通信方式・パケット構造の技術変更

Wi-Fi パケットセンサーが利用しているスマートフォンの機器固有アドレスの検出について、プライバシー保護の観点から、技術的あるいは制度的に利用できなくなるリスクがある。短期的には Wi-Fi 通信の基本方式は世界的に普及が進む技術であるため、大きな変更が行われる可能性は低いが、将来に向けて技術動向を調査し、新たな技術開発を進めて行く。

② 競合会社の進出

Google 社や Apple 社、TomTom 社をはじめ、プローブ ITS による交通観測については、欧米を中心に多くの大資本が進出を目指している技術領域である。本邦企業のプローブビジネスへの進出は遅れている状況にある。東南アジアについては海外企業の進出は遅れているが、米国本土や欧州ではすでに、先行企業による市場競争が激化している。当社は大学との共同研究や総務省や国交省の競争的資金の獲得により、基盤技術の開発を行ってきたため、システム開発コストの削減に成功している。現時点において競合他社に対する優位性を保持していると確信しているが、市場競争の激化に備えてより一層技術開発と営業活動の強化を進めて行く必要があると考えている。

③ カントリーリスク

本製品は、海外現地に設置するアセットは少額であり、現地生産拠点も保有しないため、比較的事業の推進に係るカントリーリスクは小さい。事業開始から設置、完工までの期間も、事前調査と協議を除けば半年から 1 年程度であるため、政治・経済面でのカントリーリスクは小さいと考えている。

④ 現地政府の法務解釈に伴うリスク

本製品は、車両の位置情報を測定したり、個人が保有する通信機器の固有アドレスを用いた交通計測を行う。取得したデータの処理や保有については最大限のセキュリティ対策を行っており、厳しい法律体系を持つ日本国の個人情報保護法やプライバシー情報保護に関する規定をクリアする対策を講じているが、それでも各国の法務解釈の中で、利用制限や利用禁止の措置を受ける可能性がある。また製品導入後に、第三者が取得したデータの匿名化処理を行っているが、販売後にこの処理プロセスを悪意で削除することで、個人の特定につながるような使用

が行われるリスクは残存する。

これに対する対策として、本事業を成功させて、安全かつ効果的に本システムが運用されている実績を積み上げることや、各国の通信・情報処理担当の部局と事前に十分に協議を行い、情報を収集した上で、国別の法務対策を講じていくこととする。「ラ」国における通信分野の法制度においては、表 3-2 に示す通り電気通信法にて電気通信機関や電気通信業者の禁止事項が示されているものの、現行法ではスマートフォンのパケットセンサー利用等に関する詳細な個人情報保護規定は明記されていない。

(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果

本事業で導入されるシステムの内、バスロケーションシステムはバス運行状況をバス運行管理者のみならずスマートフォンおよび PC 利用者が確認できるため、バス利用客の利便性の向上およびバス利用者数の増加を期待できる。また、ビジネスの可能性として、サイトに広告を掲載することで広告収入およびサイトアクセスによる通信費の増加が見込まれるため、バスロケーションシステムの管理者およびインターネットプロバイダー企業の増収効果が見込まれる。

Wi-Fi パケットセンサーシステムは道路情報を道路交通行政担当機関およびスマートフォンおよび PC 利用者がオンタイムで取得できるため、その情報をもとにしたルート選択や道路利用時間の調整等による渋滞緩和を期待するものである。これもサイトアクセスによって通信費の増収が見込めるビジネス的側面を持つ。

以上により、ビエンチャンの抱える課題である渋滞緩和を目的とした公共交通利用促進および道路利用選択に本事業で導入したシステムは大きな効果が期待できる。さらに長期的には、取得したデータに基づく交通政策および計画策定等への貢献が期待でき、「ラ」国の社会問題を解消につながることから、一定の開発効果を期待することができる。

(4) 本事業から得られた教訓と提言

① 教訓

【盗難対策】

途上国における屋外への機器の設置については、盗難対策が極めて重要である。当初より盗難対策については、さまざまな想定を行いつつ製品開発を行ってきたが、電源ケーブルの盗難は想定出来ておらず、設置後に追加固定等の対策を行って対処している。本邦の国内では美観上、できる限り美しい仕上げを追求するが、製品の高級感は盗難対策上マイナスに働くことから、あえて汚れたような外観の筐体を製作したり、設置後のケーブル類についても上から塗装をして再利用できないような見栄えにするなど、現地の状況に即した盗難対策が最も重要であることを教訓として得ることができた。写真 4-1 は配線後に設置したケーブルをマジックテープで汚損させたり新品であることがわからないようにテーピングをしたところであり、このような対策を施すことにより設置初期に多発したケーブルの盗難事故はほぼ解消した。



写真 4-1 配線ケーブルを汚すことによる盗難対策

【電源対策】

ビエンチャン市内は比較的電源は安定していると言われているが、それでも落雷や電気工事に伴う停電が多発する。一旦停電となった場合は、日本国内とは異なり復旧に時間を要することもある。このため本事業ではセンターサーバを日本国内のデータセンターに設置することとしたが、この判断は正しかったと考えている。

交通警察の派出所に設置をした Wi-Fi パケットセンサーは、センサー本体の故障は殆ど発生していないが、電源供給ラインが遮断される事故は頻発している。写真 4-2 は Phetsarad 交差点の派出所に設置したセンサーが急に機能停止したため、現地を確認すると、派出所への電源引き込みラインが切断されていた。電源ケーブルの窃盗を目的とした犯罪か、嫌がらせ目的ではないかと想定しているが、電源ケーブルの切断による停電はかなりの頻度で発生している。これへの対処は極めて困難で、電源の引き込み線の工事はラオス電力公社の専業であることから、電力公社に工事申請を行い回復工事に着手されるが、短期での復旧は難しい。



写真 4-2 派出所への電源ケーブルが引きちぎられた様子

② 提言

本事業実施にあたり、パイロットプロジェクト等の準備、機材設置箇所承認プロセスにおいて、関係者間の合意形成後の実際の現地側のアクションに時間がかかるため、案件業務スケジュールは余裕を持って設定することが望ましい。前述の電源工事例のように、日本国内では考えられないような窃盗や事故の発生の可能性があり、また復旧にも大変な時間を要することから、設置場所の選定には十分な調査を行うことが望ましい。

また「ラ」国は行政機関の組織規模が小さいため、各種協議についてはキーパーソンの理解さえ得ることができれば、比較的短期間で協議が整う。しかし一方で、組織として対応が必要な事項について事務処理を求めても、マンパワー不足により処理時間はかなり必要となる場合が多い。相手側の判断が必要な内容については、その選択肢を協議側で用意し、選択肢ごとのメリット・デメリットを明確にした上で、協議の場ですぐに判断を下していただけるような協議方法で臨むことが望ましい。また「ラ」国の国民性として、協議事項に対して面前で否定的な回答を行うことは稀であるため、合意を得たと思っても、その後の処理が進まないことがある。十分に時間をかけた意思疎通と、意思決定後には迅速に処理を進めていくための手順を明確に伝えて、協議を進めることが肝要であろう。

今後「ラ」国では、バス運行改善のためのいくつかの案件の実施が予定されている。本事業の成果をこれらの案件の実施段階で活用し、またさらなる同国での運用の安定化のために、次のような対応について検討を行う必要があると考えている。

- ① Wi-Fi パケットセンサーのパーソントリップ調査での活用のために、人の集散する地域・施設へのセンサーの配置のための検討
- ② 「ラ」国において計画されているデータセンター設置計画の進捗状況に応じて、現在日本に設置しているシステムを「ラ」国データセンターへの移転を検討

- ③ADB の BRT 計画など、「ラ」国において計画されているインフラ整備計画における本システム活用のための取り組み
- ④ビエンチャン市内の交通渋滞改善のために必要となる信号システムの系統制御等における本システムの活用に向けた取り組み

参考文献

- Lao IT Service Market 2012 Prepared for The Project on Human Resource Development in the IT Service Industry at the NUOL Project, JICA By Lao ICT Commerce Association (LICA)
- Master Plan on Comprehensive Transport in Vientiane, Lao PDR. (2008). The Study of Master Plan on Comprehensive Urban Transport in Vientiane, Lao PDR, Vientiane State Bus Company; Historical Company Status (pp 6-7).
- The seventh five-year national socio-economic development plan (2011-2015) by Ministry of planning and Investment (2011)-Strategy on climate change of the Lao PDR translated in English by UNDP. (2010)
- Subcommittee Reviewing, Consolidation and writing the history of Vientiane Capital 450-Year (2010).
- Vientiane Capital 450-Year: New revolution of Vientiane Capital from 1976 – 1986 (pp 131 – 143).
- Vientiane Capital. The Sixth Five Years Social economic Development Plan (2006 - 2010) of Vientiane Capital. Evaluating the implementation of Social economic Development Plan for the Fifth Five Years (2001-2005)