

ミャンマー連邦共和国
開発途上国の社会・経済開発のための
民間技術普及促進事業
ミャンマー国ヤンゴン市
道路計画策定のための
交通流シミュレーション技術等
普及促進事業
最終報告書

平成 27 年 3 月 23 日
(2015 年)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

株式会社 日立製作所

住友電気工業 株式会社

民連
JR
15-034

目次

1.	本事業の概要	3
1.1.	背景	3
1.2.	目的	4
1.3.	実証事業の概要	4
1.4.	全体スケジュール	4
1.5.	体制図	5
2.	交通流シミュレーションの実証	6
2.1.	プローブ情報処理システムの評価	6
2.1.1.	プローブ情報処理システムとは	6
2.1.2.	実証目的	6
2.1.3.	実証内容	7
2.1.4.	評価	8
2.1.5.	まとめ	25
2.2.	画像トラフィックカウンターの評価	28
2.2.1.	画像トラフィックカウンターとは	28
2.2.2.	実証目的	28
2.2.3.	実証内容	28
2.2.4.	評価	29
2.2.5.	まとめ	30
2.3.	交通流シミュレーションの評価	30
2.3.1.	交通流シミュレーションとは	30
2.3.2.	実証目的	30
2.3.3.	実証内容	31
2.3.4.	評価	37
2.3.5.	まとめ	45
3.	現地パートナー企業への教育	46
3.1.	Knowledge Transfer Session の概要	46
3.2.	Knowledge Transfer Session の内容	46
3.3.	成果	47
4.	本邦受入活動内容	48
4.1.	本邦受入活動の目的	48
4.2.	本邦受入活動の概要	48
4.2.1.	本邦受入スケジュール	48
4.2.2.	本邦受入メンバ	49
4.2.3.	本邦受入先施設・視察内容	49
4.2.4.	本邦受入メンバの反応	50
5.	総括	51
6.	実証技術のヤンゴン市における活用案	53

略 語

GPS	Global Positioning System	全地球測位網
ITS	Intelligent Transportation 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
MOT	Ministry of Transport and Communication, Yangon Region Government	運輸省 (ヤンゴン管区)
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
YCDC	Yangon City Development Committee	ヤンゴン都市開発委員会
VICS	Vehicle Information and Communication System	道路交通情報通信システム

1. 本事業の概要

1.1. 背景

本事業において普及促進の対象となるミャンマー国ヤンゴン市では、自家用車の登録台数は外国車の輸入規制中においても 2000 年の 10 万台から 2010 年には 15 万台に増加し、近年では輸入規制の緩和に伴いヤンゴン市の車両登録台数は急増している。そのため、都市部を中心に交通渋滞が発生しており、交通渋滞の緩和が喫緊の課題となっている¹。交通渋滞に対する効果的な解決策は、交通量や旅行速度といった定量的な交通情報の収集・活用によって計画的に対処することで実現できる。

しかし、ヤンゴン市において、本プロジェクトの提案時点（2013 年 9 月）に入手可能であった交通量データは、2004 年に実施された” Yangon Strategic Development Plan 2020, YCDC, 2006” による 17 地点における午前および午後のピーク時に計測した交通量データのみであり、継続的かつ網羅的な交通状況の把握が求められている。図 1-1 に現在想定されるヤンゴン市の道路計画プロセスと改善案を示す。想定されるヤンゴン市の道路計画プロセスでは、一部の交差点に設置されているセンサを使用した局所的な交通量の収集にとどまっており、道路計画の改善案に関しても定量的な事前評価が求められている。本事業では、プローブ情報処理システムおよび画像トラフィックカウンターによって広範囲且つ定量的な情報収集を可能とし、交通流シミュレーションによって定量的な事前評価を支援するソリューションを提供することで、より効果的な道路計画プロセスを実現することを目指す。これによって、今後の交通量増加に耐え得る道路計画を現地政府が実行できるようになり、ヤンゴン市に発生している現状の交通渋滞を緩和できると期待される。

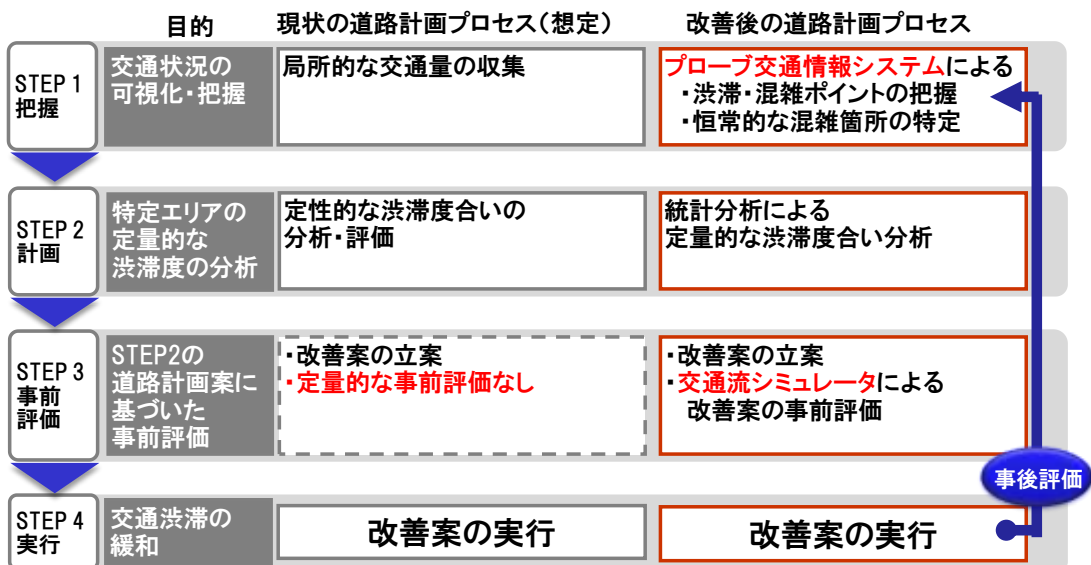


図 1-1 道路計画プロセス

¹ ミャンマー国ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査ファイナルレポート 和文要約版, 独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

1.2. 目的

渋滞の緩和のためには、抜本的に道路環境を改善する道路計画と、日々発生する交通問題を解決する交通管制の双方の業務を実施していくことが重要である。そのため、本事業では道路計画のみならず、その双方の支援に寄与する日本製の Intelligent Transportation System（以下、ITS と呼ぶ）技術の普及を促進することで、将来的にヤンゴン市の渋滞を緩和し、ミャンマー国の経済発展に貢献することを目的としている。

1.3. 実証事業の概要

1.2 節で述べた目的を達成するために、本事業では下記の方針・目標の元、以下の3つの作業を実施した。①交通流シミュレーションおよびその前段として活用できる技術であるプローブ情報処理システム、画像トラフィックカウンターの有効性を示す実証による現地政府関係者の理解促進を実施した。また、②上記ソリューションに関する現地パートナー企業の技術的教育、及び③現地政府関係者の本邦受入活動を実施した。

- ① ヤンゴン管区およびヤンゴン市の交通関係の業務に従事している Yangon City Development Committee（以下、YCDC と呼ぶ）および Ministry of Transport and Communication, Yangon Region Government（以下、MOT と呼ぶ）に対して、交通流シミュレーション、プローブ情報処理システム、画像トラフィックカウンターといった ITS 技術における有用性の理解を促進する。
- ② 現地パートナー企業である ACE Data Systems 社と共同でプロジェクトを推進すると共に、ITS 技術に関する教育を実施することで、ACE Data Systems 社の ITS 技術に関する理解促進を図り、今後の現地における ITS 技術普及に向けた協力体制を整える。
- ③ YCDC および MOT を本邦に招聘し、本邦の交通管制に関する施設を視察し、交通管制システムについて理解を促進し、交通管制システム導入後の運用イメージの共有を図る。

1.4. 全体スケジュール

本事業の実施スケジュールを図 1-2 に示す。契約は、2014 年 9 月の契約締結日より、2015 年 3 月に実施する本報告書提出をもって完了する。

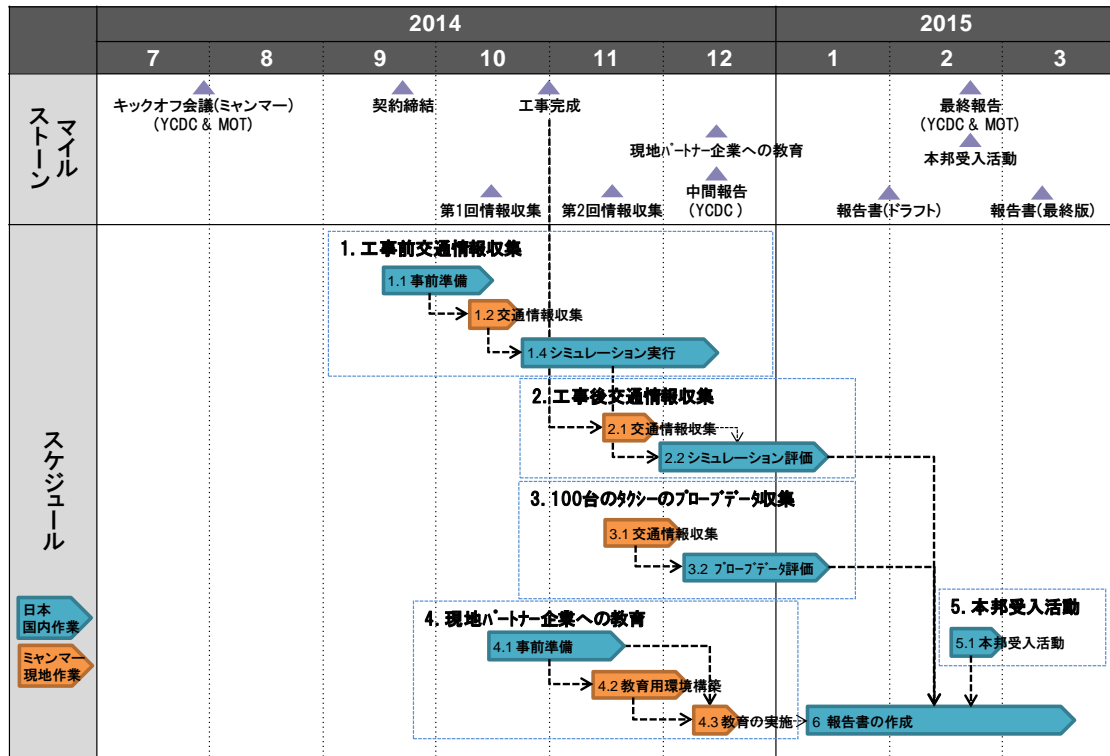


図 1-2 全体スケジュール

1.5. 体制図

本事業の体制を図 1-3 に示す。

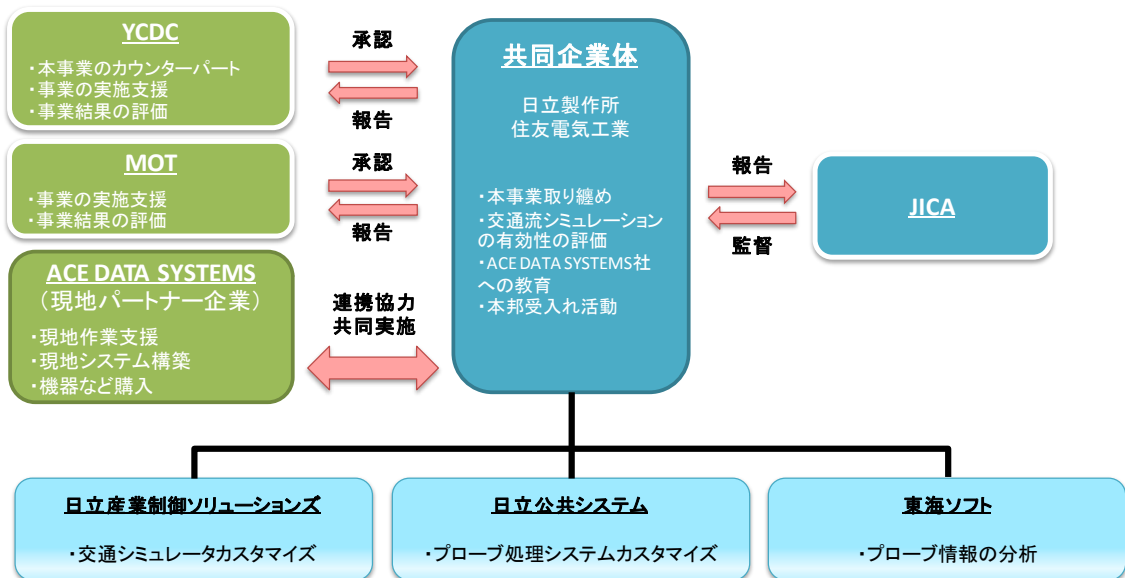


図 1-3 体制図

2. 交通流シミュレーションの実証

本事業では、交通流シミュレーションおよびその前段として活用する技術であるプローブ情報処理システム、画像トラフィックカウンターの有効性を示す実証を行った。本章では各技術について、概要および実証目的、実証内容、評価について報告する。

2.1. プローブ情報処理システムの評価

本事業では、交通状況の把握のためにプローブ情報処理システムが生成した交通情報の利用を提案している。本節ではこのプローブ情報処理システムにより生成された交通情報の有効性を評価する。

2.1.1. プローブ情報処理システムとは

プローブ情報処理システムとは、GPS 位置情報（以降プローブと呼ぶ）を入力とし、交通情報を生成するシステムである。このシステムの概要図を図 2-1 に示す。このシステムにより生成された交通情報は、プローブ交通情報と呼ばれ、主に各道路区間の旅行速度や旅行時間といった情報から構成されている。

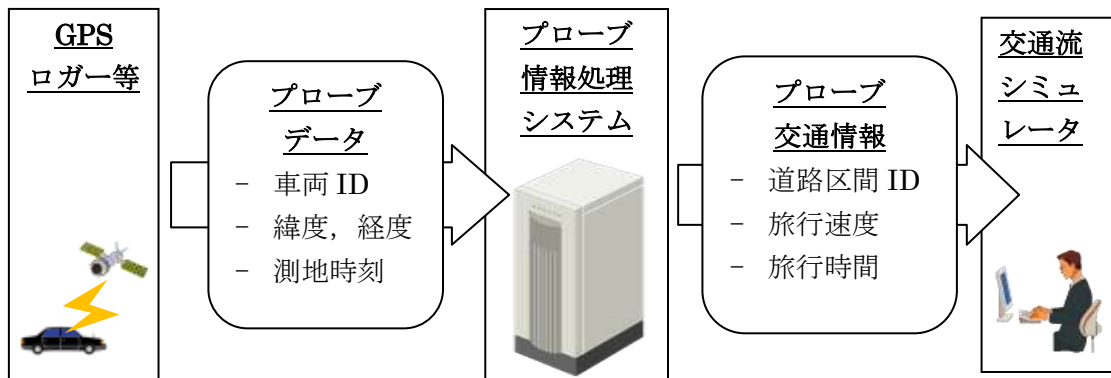


図 2-1 プローブ情報処理システム概要図

2.1.2. 実証目的

本事業では、交通状況把握におけるプローブ交通情報の有効性を評価することを目的としている。

交通状況把握における有効性評価は、次の二つの観点に基づき実施した：

- 本事業内の実証において、ヤンゴン市のプローブ交通情報は交通流シミュレータの入力として十分な精度を持つか
- 将来のビジネス展開時において、ヤンゴン市のプローブ交通情報は道路計画業務に利用できる程度に広範囲の状況を安定的に把握できるか


2.1.3. 実証内容

本事業では、GPS ロガーをタクシーに設置してプローブデータを収集、プローブ交通情報を生成し、これらのデータを分析することで評価を行った。本項では、このプローブデータ収集およびプローブ交通情報生成の方法・条件について説明した後、収集したプローブデータおよびプローブ交通情報の評価観点について述べる。

(1) プローブデータ収集

プローブデータ収集作業は表 2-1 に示す条件にて実施した。

表 2-1 プローブデータ収集作業条件

期間	2014/11/27(木) ~ 12/03(水) の7日間	
車両	タクシー100台 (ヤンゴン市内に営業拠点があるタクシー会社の所属タクシー)	
収集範囲	ヤンゴン市全域 (下図点線内)	
		
収集手順	<ol style="list-style-type: none"> 1. 収集期間前日である 2014/11/26(水) までに対象タクシー全台に GPS ロガーを設置する。 2. 収集期間内のタクシー営業中は、必ず GPS ロガーの電源を ON にしておくことを注意点として、通常通りの営業をするようドライバーに依頼する。 3. 収集期間後に GPS ロガーを回収し記録されたプローブデータを収集する。 4. 収集したプローブデータからプローブ情報処理システムにてプローブ交通情報を生成する。 	
使用 GPS ロガー	機器名 : PolarStar mini 	販売元 : Technomation 社 [仕様] <ul style="list-style-type: none"> ・測地間隔 1 秒 ・カーチャージャによる充電可能 ・収集データ項目 機器 ID、緯度経度、測地時刻

(2) 分析・評価

収集したプローブデータおよびそれらから生成したプローブ交通情報を表 2-2 に示す観点にて分析・評価した。

表 2-2 評価観点一覧

項番	評価観点	評価目的	評価指標	評価方法
1	将来的に道路計画に利用可能か	安定してプローブ交通情報を提供できる時間的条件を明らかにすること	プローブデータ件数	プローブデータ件数を日毎/時間帯毎に集計する。
2		プローブ交通情報が提供できる地域を明らかにすること	プローブデータ分布	ヤンゴン市全域を一定区画に区切り、区画毎に収集されたプローブデータの分布を可視化する。
3		プローブ交通情報を安定して提供できる道路種別を明らかにすること	道路区間カバー率	地図情報に定義されている道路区間数に対して、交通情報を生成した道路区間数の割合を道路種別毎に算出する。
4	本事業にて、交通流シミュレータの入力として利用可能か	生成したプローブ交通情報の精度を評価すること	渋滞地域の傾向	渋滞箇所を可視化し、ヤンゴン市で体感できる慢性的な渋滞箇所と比較する。

2.1.4. 評価

本稿では、前項で示した観点に従って評価した結果を示す。

(1) プローブデータ件数

プローブデータ件数はプローブ交通情報の提供範囲・精度ともに影響を及ぼすため、時間推移に関わらず安定して多くの件数を収集できることが望ましい。このため、以下に示す条件に基づき、プローブデータ件数の推移を評価した。

(a) プローブデータ件数の評価条件

本事業ではプローブデータ件数の時間推移を把握するため、表 2-3 に示す集計単位で分析を行った。

表 2-3 プローブデータ件数 集計単位一覧

項番	集計単位	目的	集計方法
1	日毎 収集件数	平休日による傾向の 差異を把握するため	日毎の収集件数合計値をグラフ化
2	3時間毎 収集件数	時間帯による傾向の 差異を把握するため	日毎・時間帯毎の件数を集計し、最大件数日の値、最小件数日の値、平均値をグラフ化

(b) 日毎収集件数による評価

日毎収集件数を図 2-2 に示す。この図より、平日・休日毎に収集件数傾向の際立った差異は認められない。このため、プローブデータ収集にタクシーを利用する場合、平休日を問わず安定したプローブ交通情報の提供が可能と見込まれる。

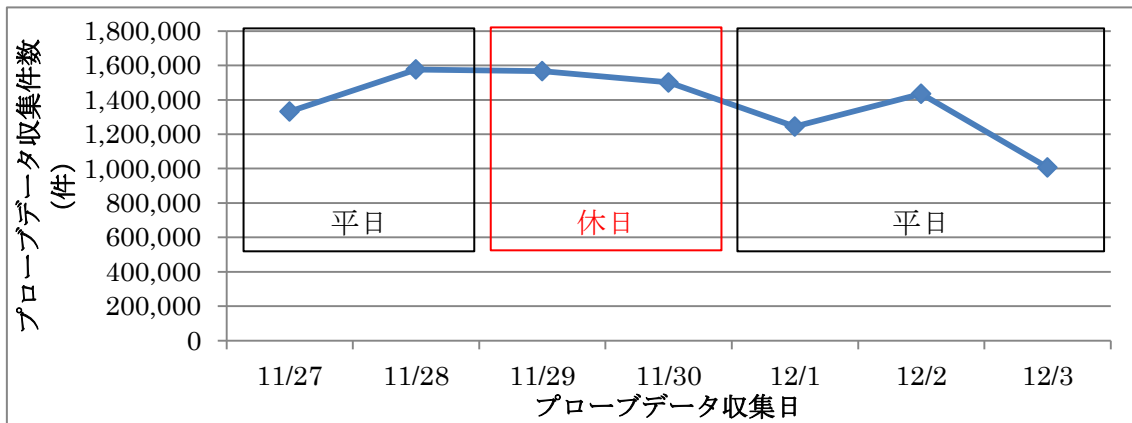


図 2-2 日毎収集件数の推移

(c) 3時間毎収集件数による評価

3時間毎集計件数を図 2-3 に示す。時間帯の最大値、最小値の開きから、プローブデータ収集件数は3つの時間帯毎に異なる傾向を持つと考えられる。

1. 早朝 (00:00~05:59) 収集件数が少ない時間帯
2. 日中 (06:00~17:59) 収集件数が安定している時間帯
3. 夜間 (18:00~23:59) 収集件数が不安定な時間帯

このような傾向を示す原因の一つは、時間帯毎のタクシー需要の変化であると推測される。早朝時間帯は、タクシー需要が少ないためタクシー稼働数が他の時間帯より少なくなると考えられる。日中は、一定のタクシー需要が見込まれるためタクシー稼働数が安定していると考えられる。夜間は日毎にタクシー需要の傾向が異なるため、収集件数が不安定になると考えられる。例えば、夜間収集件数が最大である11月28日は金曜日であり、他日に比べ高いタクシー需要が想定される(図 2-4 参照)。一方、夜間収集件数が最少である12月3日は実験最終日であったことから、実験終了前にGPSロガーの電源を切ってしまった車両があったことが推測される。

以上より、プローブデータ収集にタクシーを利用する場合、日中（06:00～17:59）は安定したプローブ交通情報の提供が可能と見込まれる。夜間（18:00～23:59）については、日毎に提供されるプローブ交通情報の量・品質にばらつきが生じると考えられるが、タクシー台数増加により安定する可能性がある。一方、早朝（00:00～05:59）はプローブ件数が安定して少ないことから、タクシー台数に関わらず提供できるプローブ交通情報の量・品質は他の時間帯より低下すると見込まれる。

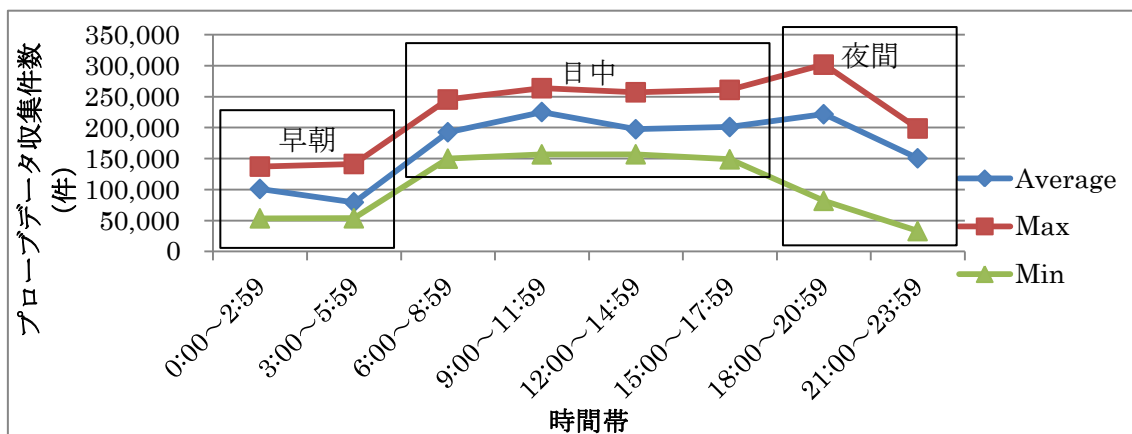


図 2-3 3時間毎収集件数の推移

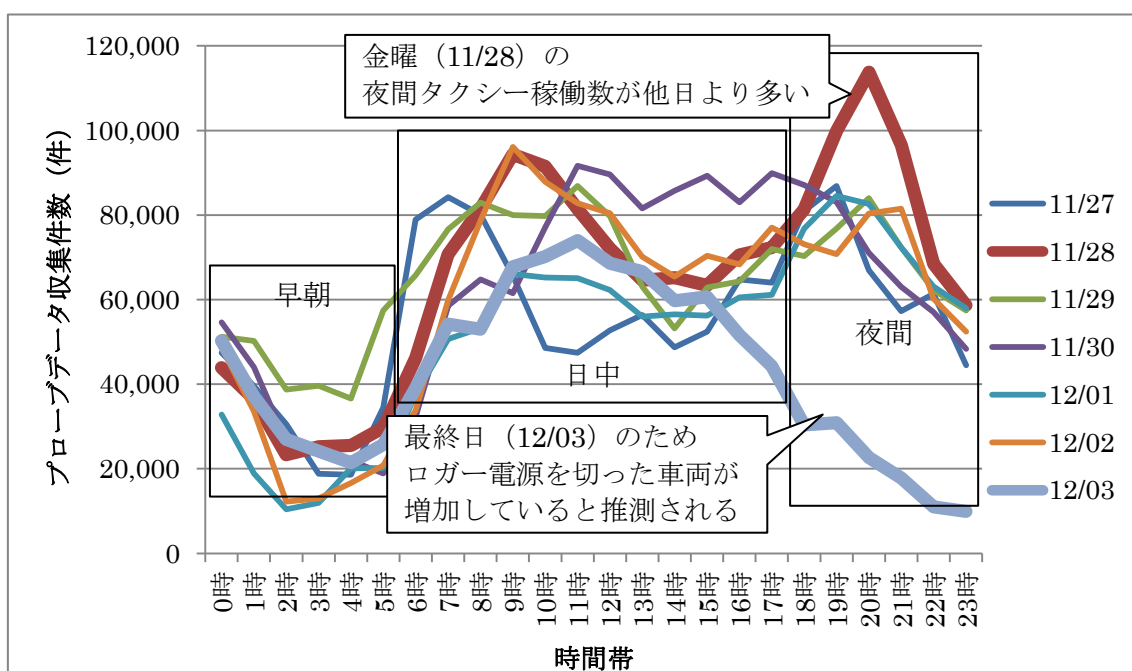


図 2-4 収集件数推移詳細

(2) プローブデータ分布

プローブデータは広く分布するほど広範囲のプローブ交通情報が生成できるため、短い時間間隔で広く分布していることが望ましい。このため以下に示す条件でプローブデータの分布を評価した。

(a) プローブデータ分布の評価条件

本事業では生成プローブデータの分布を把握するため、ヤンゴン市全域を一定区画に区切り各区画で収集されたプローブデータ件数を集計した。区画の大きさは、日本の統計調査区画「地域メッシュ」を参考に1km四方とした。集計は表 2-4 に示す時間間隔で行い、集計時間間隔の変化に伴う分布の変化を評価した。なおプローブデータ分布は、日時による大きな傾向の違いが見られなかったため、本項では、渋滞が多発すると想定される午前の通勤ラッシュのピーク時間帯のデータをサンプルとして示し、評価を述べる。

表 2-4 プローブデータ分布 集計時間間隔一覧

項番	集計時間間隔	図示したサンプルの集計範囲	集計時間間隔設定の理由
1	15 分間	2014/11/29 07:45～07:59	リアルタイム交通情報生成を行う場合に想定される集計時間間隔として設定した。
2	3 時間	2014/11/29 06:00～08:59	道路計画等に活用する場合に、交通状況の時間帯別日内変動を確認するための代表的な集計時間間隔として設定した。
3	24 時間	2014/11/29 00:00～23:59	道路計画等に活用する場合に、交通状況の日別月内変動を確認するための代表的な集計時間間隔として設定した。

(b) プローブデータ分布による評価

図 2-5～図 2-7 では、集計時間間隔が 15 分間の場合、プローブデータはダウンタウン周辺と主要道路に偏って分布しているが、集計時間間隔を広げるとヤンゴン市全域に分布が広がる様子を確認できる。これらより、タクシー100 台から収集されるプローブデータでは、集計時間間隔 3 時間でダウンタウン周辺をほぼカバーし、24 時間でヤンゴン市をほぼカバーしているといえる。またプローブデータの分布は、タクシー台数増加に伴ってより短い集計時間間隔でもヤンゴン市全域をカバーできるようになると見込まれる。

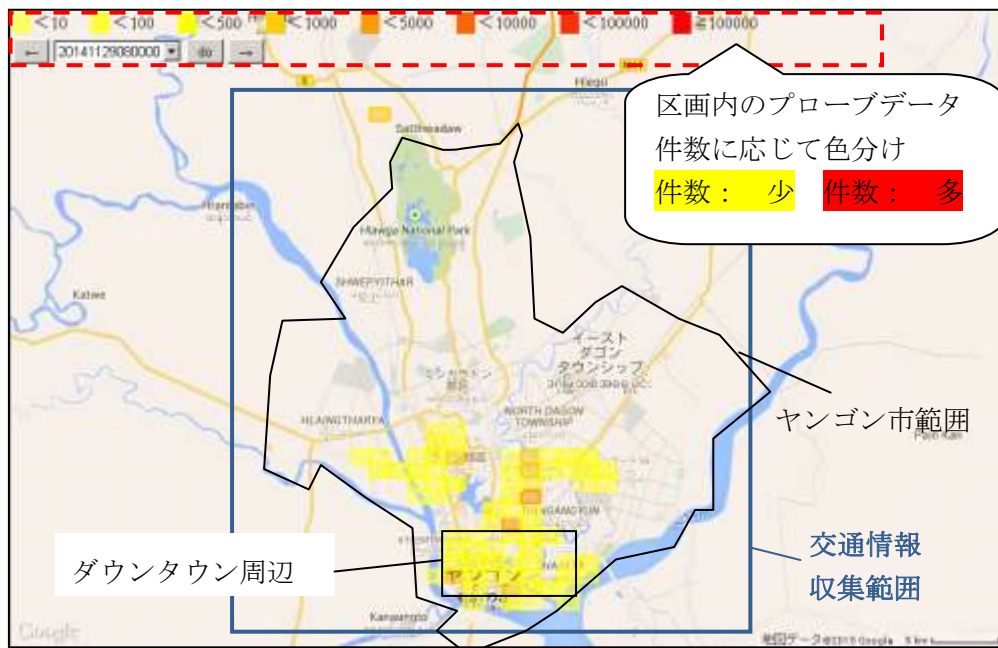


図 2-5 15分間のプローブデータ分布

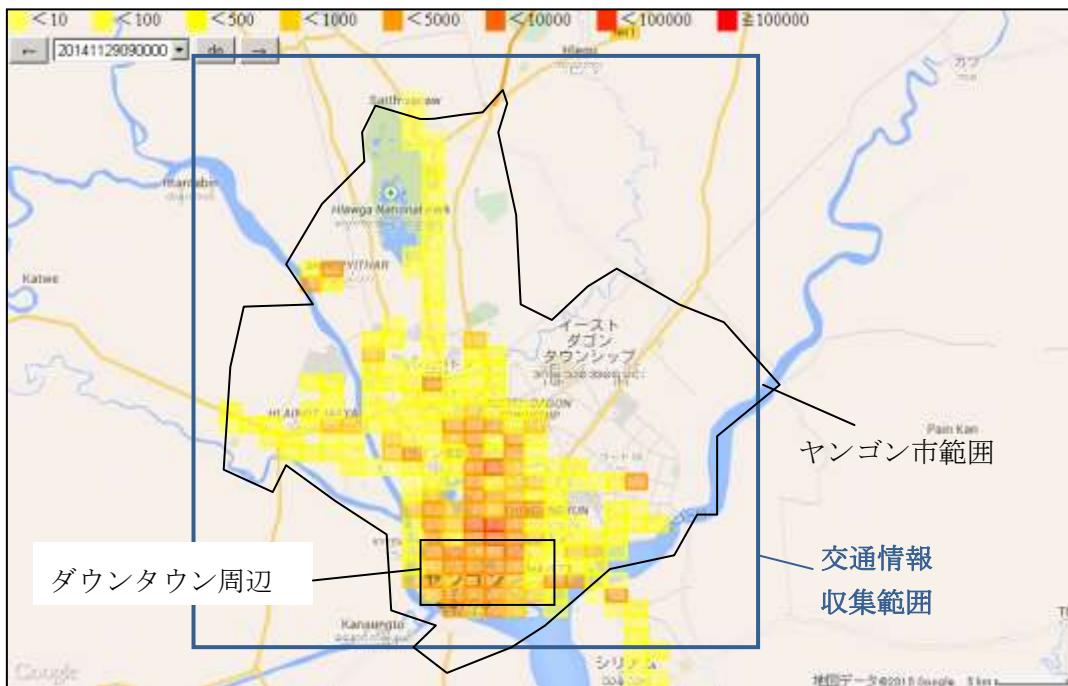


図 2-6 3時間のプローブデータ分布

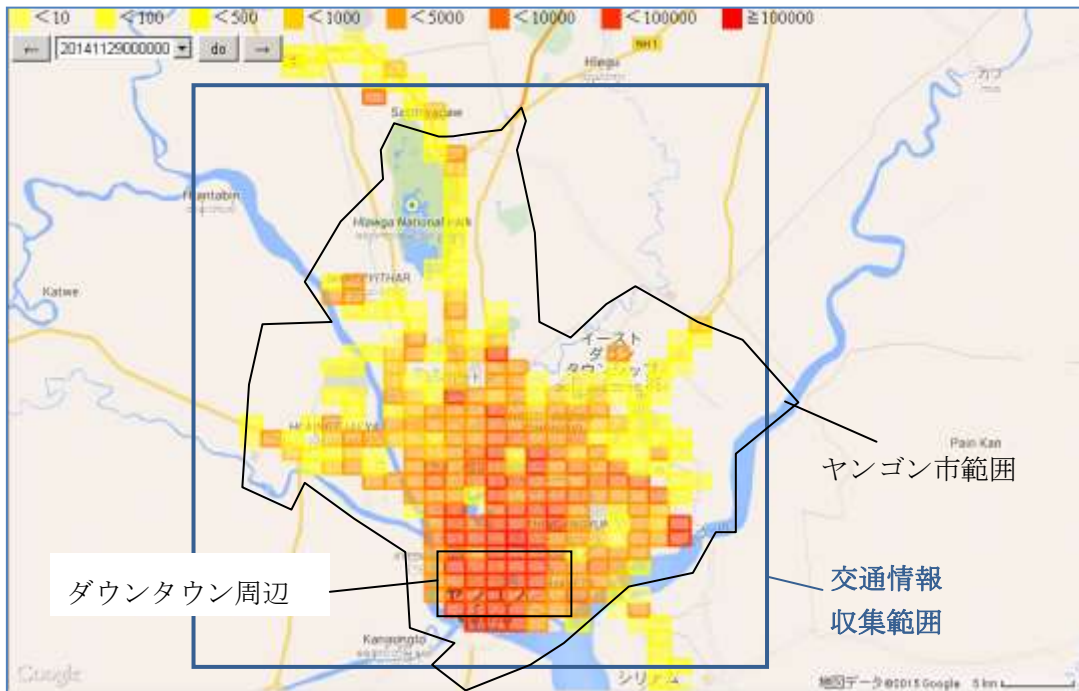


図 2-7 24 時間のプローブデータ分布

(3) 道路区間カバー率

道路・交通管理業務において、各道路は制限速度や道路幅等に基づき、いくつかの道路種別に分類され、各道路は種別毎に異なる目的、傾向で使用される。よって、同じ地域のプローブ交通情報であっても道路種別毎に量の傾向が異なる可能性がある。このため、本事業では生成されたプローブ交通情報を道路種別毎に評価した。

(a) 道路区間カバー率に関する定義および評価条件

評価指標として用いた道路区間カバー率の定義を数式 2.1.4-1 に示す。この指標を用いることで、道路種別毎のプローブ交通情報の量を評価できる。また、本事業で使用した電子地図における道路種別の定義は表 2-5 に示すとおりであり、本実証では表 2-6 に示す 3 つのパターンの集計時間間隔について評価を行った。

$$\text{道路区間カバー率} = \frac{\text{集計時間間隔内に一度でもプローブ交通情報を生成した道路区間数}}{\text{電子地図に定義されている道路区間数}}$$

- 道路区間 … 電子地図において、道路を交差点単位に区切った区間を指す。
- 集計時間間隔 … 道路区間カバー率算出において、プローブ交通情報を集計する時間間隔を指

数式 2.1.4-1 道路区間カバー率の定義

表 2-5 使用電子地図における各道路種別の定義

道路種別	概要	制限速度 (※)	道路区間長 / 道路区間数		構成比
主要道	長距離を高速で移動するための幹線道路	80km/h	道路区間長 (m)	666,708	12.82%
			道路区間数	5,663	11.10%
一般道	幹線道路間を結ぶ道路や住宅地の道路	50km/h	道路区間長 (m)	4,533,215	87.16%
			道路区間数	45,342	88.86%
ラウンドアバウト	信号のない円形の交差点	10km/h	道路区間長 (m)	1,282	0.02%
			道路区間数	24	0.05%
全種別合計	—	—	道路区間長 (m)	5,201,205	—
			道路区間数	51,029	—

※ 制限速度は電子地図に定義されている値であり、実際とは異なる可能性がある。

表 2-6 カバー率 単位一覧

項番	集計時間間隔	目的
1	日毎	平休日による傾向の差異を把握するため
2	3時間毎	時間帯による傾向の差異を把握するため
3	累積	集計時間間隔の拡大とカバー率の増加の関係を明らかにするため

(b) 日毎カバー率による評価

図 2-8 に道路種別毎の日毎カバー率を示す。この図より、いずれの道路種別も平日・休日毎に際立った傾向の差異は認められない。これはプローブデータ収集件数の傾向と同様であるため、妥当な結果といえる。

道路種別毎のカバー率の差について述べる。まず、主要道路のカバー率は常に 65%以上であり、過半数の道路に対してプローブ交通情報が生成されている。一方、一般道路のカバー率は 5%となっており、生成されている範囲は限定的である。また、ラウンドアバウトは、日毎でカバー率が一定である。

これらの差異は、すべてタクシーの運行特性によるものと考えられる。タクシーは、出発地および目的地近辺を除いて基本的に高い速度で移動可能な主要道を中心に通行することから、主要道のカバー率は高く、一般道のカバー率は低く安定する。ラウンドアバウトのカバー率が一定である理由は、1日に1台以上のタクシーが通行する箇所と、そうでない箇所が分かれているためと推察される。

タクシーを情報源としてプローブ交通情報を生成する場合、台数が増加しカバー率が向上した際にもこのような道路種別毎の傾向の違いは残ると見込まれる。

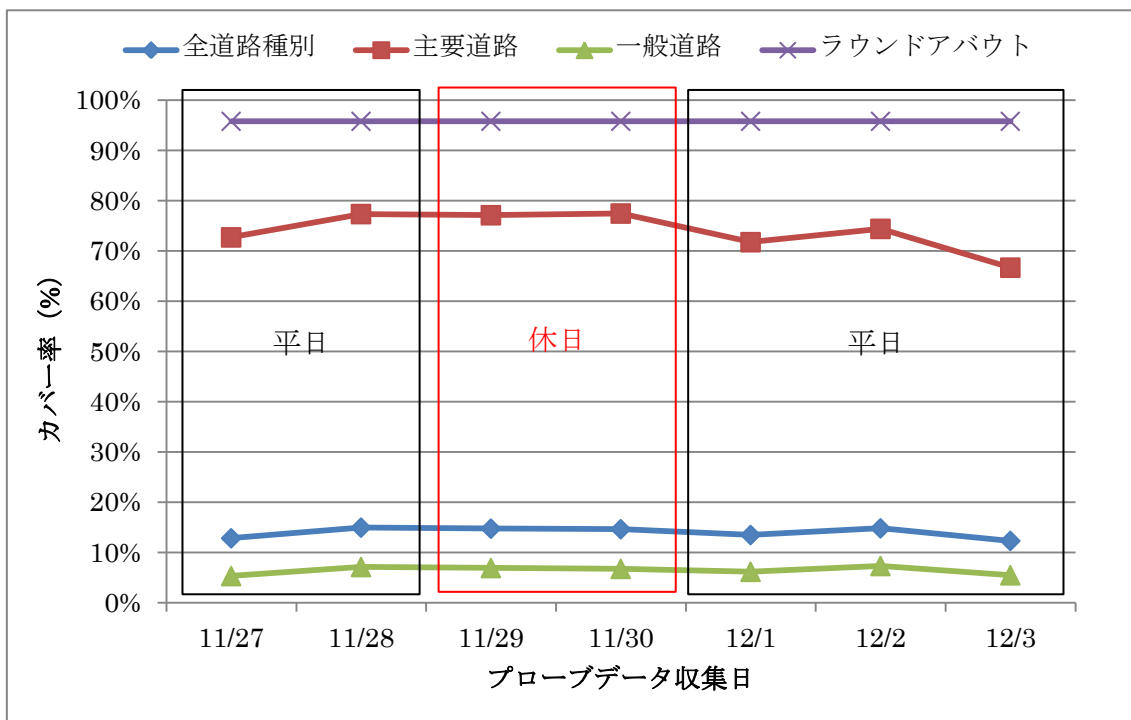


図 2-8 日毎カバー率

(c) 3 時間毎カバー率による評価

図 2-9 に道路種別を問わない 3 時間毎のカバー率を示す。3 時間毎のカバー率についてもプローブデータ収集件数と同様の傾向が確認できる。また、図 2-10～図 2-12 に示す道路種別毎の 3 時間毎カバー率の傾向も同様である。

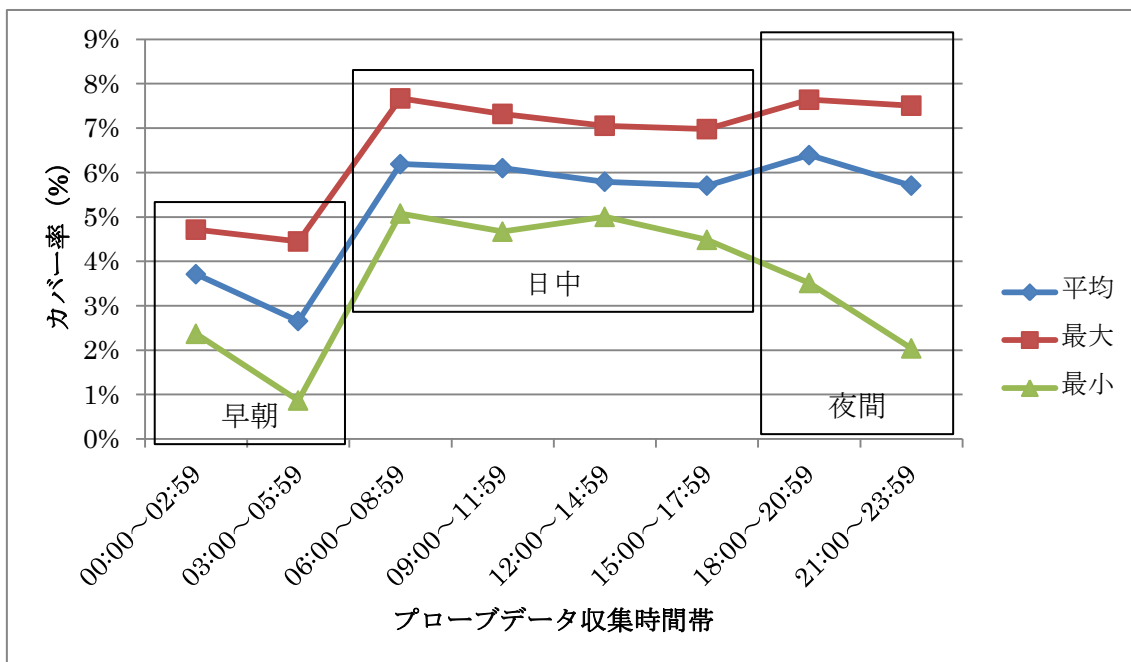


図 2-9 3 時間毎カバー率(全道路種別)

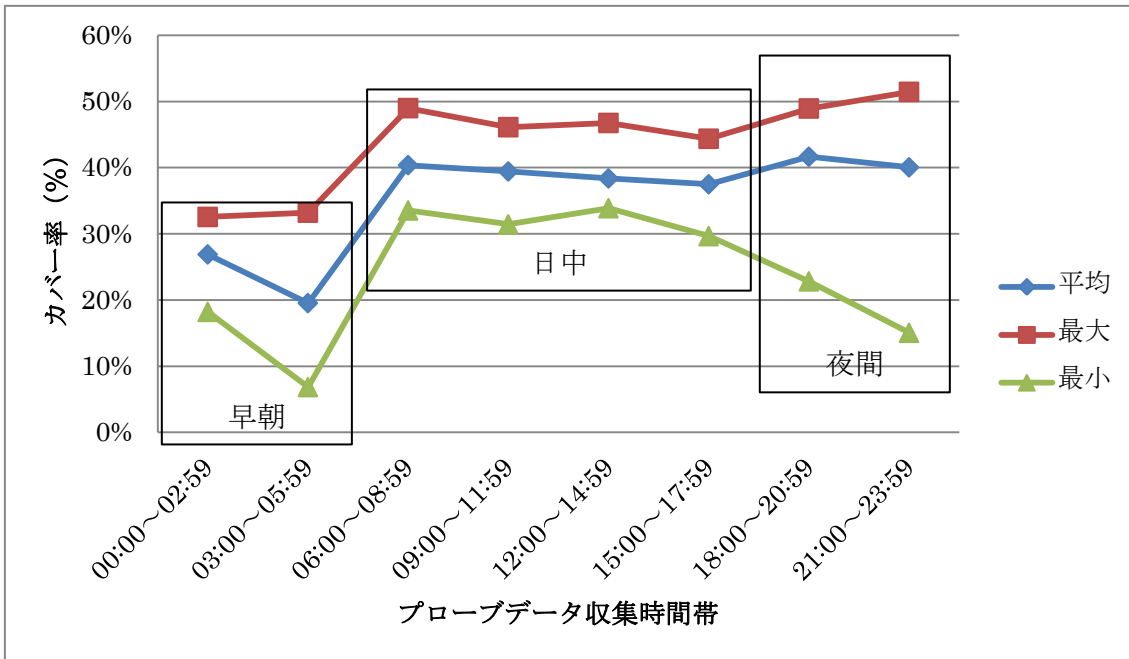


図 2-10 3時間毎カバー率(主要道路)

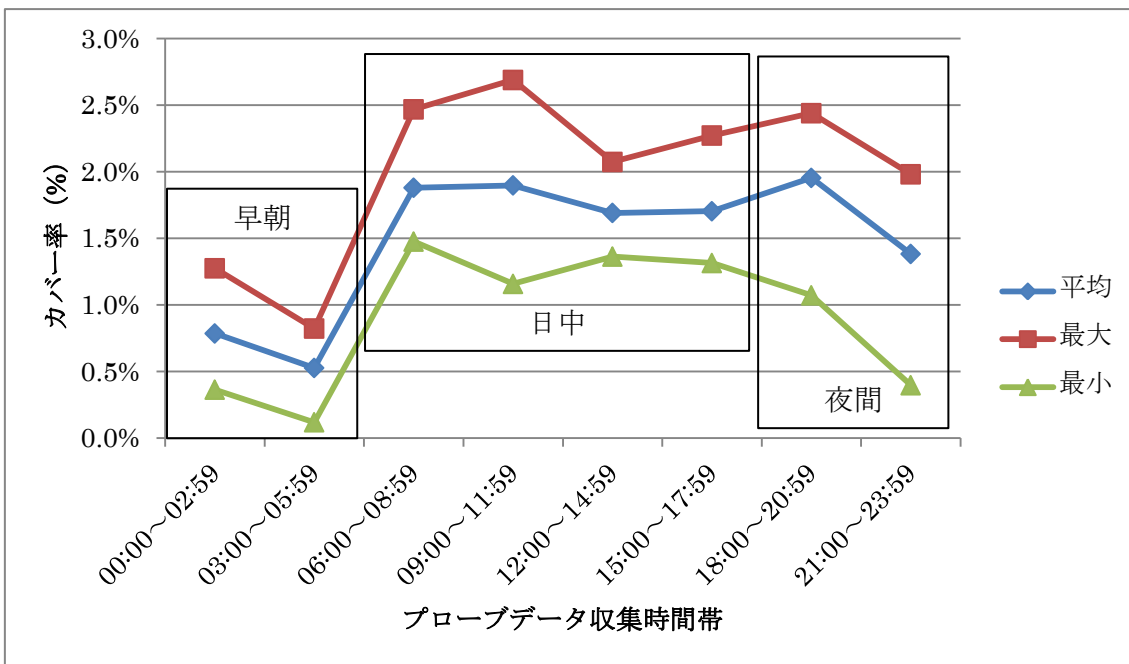


図 2-11 3時間毎カバー率(一般道路)

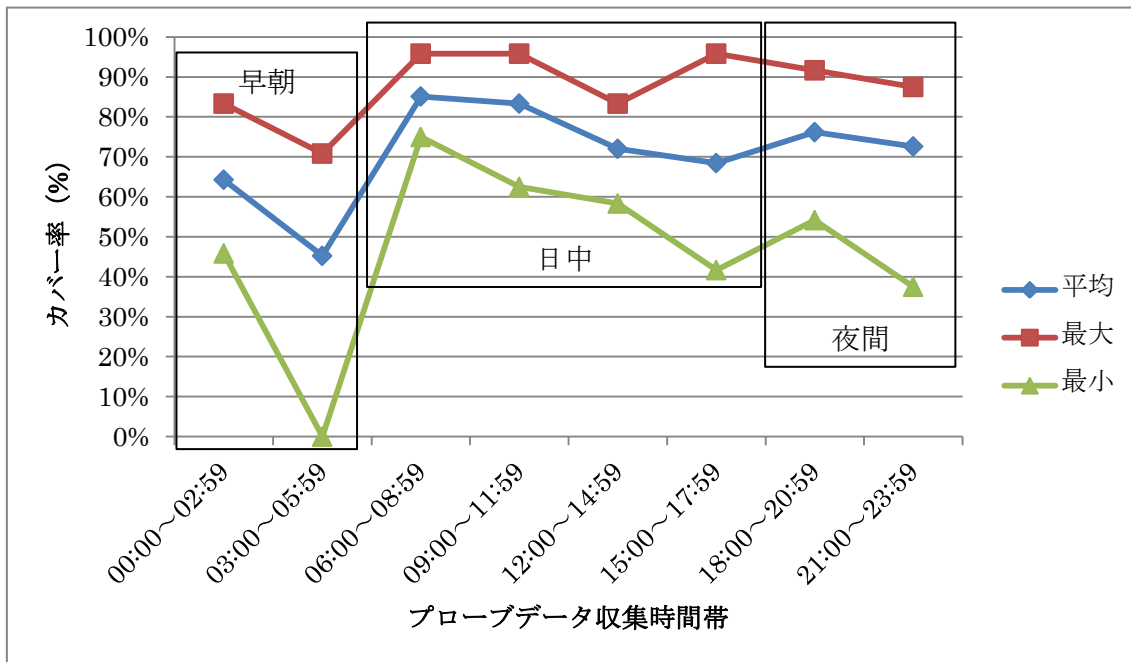


図 2-12 3 時間毎カバー率(ラウンドアバウト)

(d) 累積カバー率による評価

図 2-13 に道路種別毎の累積カバー率を示す。この図より、集計時間間隔の拡大に伴い、主要道、ラウンドアバウトは集計時間間隔 1~3 時間近辺で急激にカバー率が上昇する S 字状の向上傾向を持ち、一般道は傾きの緩やかな線形状の向上傾向を持つことが確認できる。

累積カバー率の向上傾向は、どのような道路を頻繁に通行するかといった車両の運行特性によって決まると考えられる。このため、同様の運行特性を持つタクシーの台数を増加させた場合、主要道、ラウンドアバウトについてはより短い集計時間間隔でカバー率が急激に上昇すると期待できる。しかしながら、一般道については台数が増加した場合も急激なカバー率上昇は見込めないと考えられる。

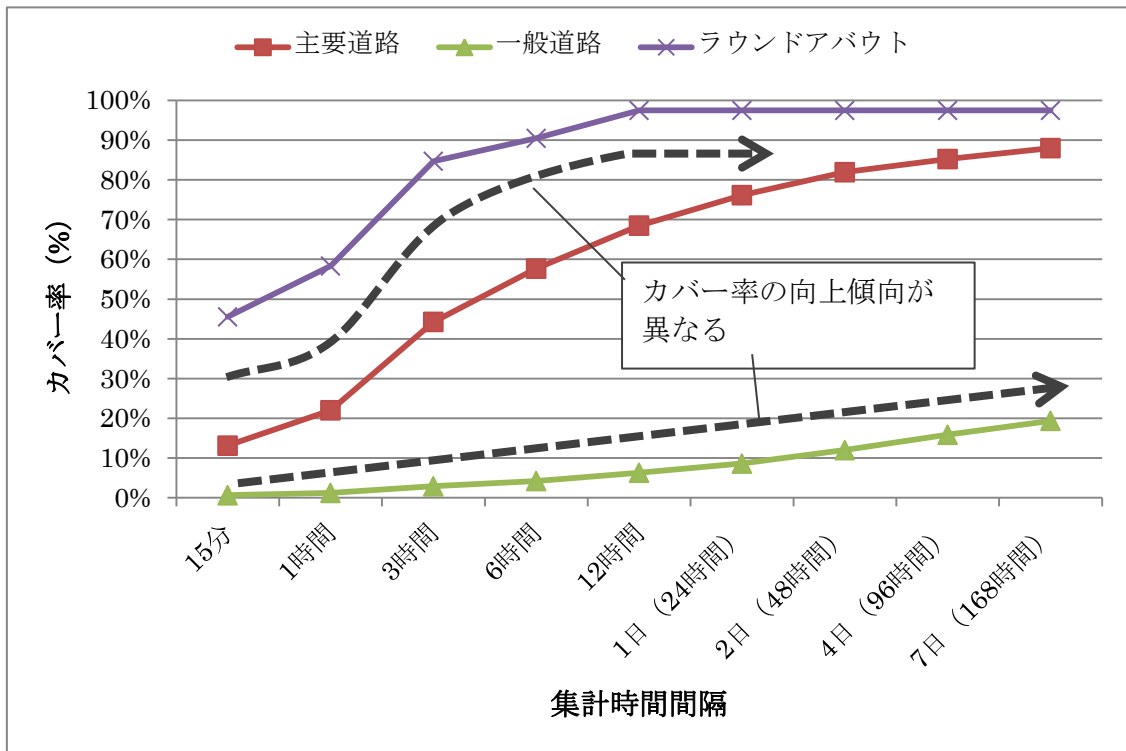


図 2-13 累積カバー率

(4) 渋滞地域の傾向

本事業において、生成したプローブ交通情報は交通流シミュレータの入力として使用されるため、渋滞箇所が適切に抽出できる程度の精度が必要になる。この精度を評価するため、現地の渋滞箇所とプローブ交通情報から渋滞と判定される箇所を比較し、一致するかを確認した。

(a) 現地の渋滞箇所

比較対象とする現地の渋滞箇所は、ヤンゴン市で配布されている日本語情報誌²、及び2014年7月4日に実施されたJICAの公開セミナーの配布資料³等を参考とし、またプローブ情報の収集が出来た箇所を下記の通り、4箇所選定した。

① レーダン 周辺

インヤー湖、及びヤンゴン大学の近くに位置する交差点の周辺である。ヤンゴン空港、及びヤンゴン市の北部からダウンタウンに向う車両が通行する交差点であるため、渋滞が発生している。

② 人民公園 周辺

シュエダゴンパゴダや人民公園の近くに位置する交差点の周辺である。レーダン周辺と同様にヤンゴン空港、及び北部からダウンタウンに向かう車両が通行する交差点であり、かつダウンタウンに近い、渋滞が発生している。

² MYANMAR JAPON 「ヤンゴン 渋滞&浸水 MAP」, MYANMAR JAPON CO, LTD.

³ ヤンゴン都市圏交通マスタープラン 2014年7月4日 JICA セミナー, JICA

③ カンドーギー湖の北部 周辺

ダウンタウンの北部に位置する交差点の周辺である。5つの道路が交差する交差点であり、交通の流れが複雑なため、渋滞が発生している。

④ ダウンタウン 周辺

ヤンゴン市の商業及び行政機関が集中している地域である。狭いエリアに車両が集中している地域であり、渋滞が発生している。



図 2-14 現地の渋滞発生箇所

(b) プローブ交通情報に基づく渋滞判定基準および評価条件

渋滞傾向を判定するため、プローブ交通情報から各道路区間の渋滞度を「渋滞」「混雑」「順調」の三段階に分類・可視化し、目視による判定を行った。渋滞度は、プローブ交通情報に含まれる旅行速度と表 2-7 に示す閾値を比べることで分類した。プローブ交通情報は朝(6:00~8:59)・昼(12:00~14:59)・夜(18:00~20:59)の3時間帯を対象とした。

表 2-7 渋滞判定における交通情報の閾値

道路種別	閾値 (km/h)		
	渋滞	混雑	順調
主要道路	20 未満	20 以上 40 未満	40 以上
一般道路	12 未満	12 以上 25 未満	25 以上
ラウンドアバウト	10 未満	10 以上 20 未満	20 以上

プローブ交通情報処理システムで生成した旅行速度と閾値を比べ、分類された結果毎に、「渋滞」と分類された道路は赤色、「混雑」と分類された道路は黄色、「順調」と分類された道路は青色で地図上に渋滞度が可視化される。

(c) プローブ交通情報に基づく渋滞箇所可視化による評価

渋滞度を可視化したものを図 2-15～図 2-20 に、その概要を表 2-8 に示す。条件に示した 3 時間帯で渋滞地域を確認した結果、朝・昼では図 2-16 に示す「人民公園 周辺」と、図 2-17 に示す「カンドーギー湖の北部 周辺」、および図 2-18 に示す「ダウンタウン周辺」で渋滞が多く発生していた。夜は、渋滞が少なくなっているが、「カンドーギー湖の北部 周辺」、「ダウンタウン周辺」で渋滞が残っていることが確認できた。

図 2-14 に示す渋滞箇所と比較すると、渋滞傾向は一致している。このため、プローブ交通情報は現地の渋滞状況を反映できているといえる。

本事業ではタクシー100 台という限定された情報源からプローブ交通情報の生成を行っているため、今後タクシー台数を増加させることにより更なる精度の向上が期待できる。

表 2-8 現地渋滞発生箇所におけるプローブ交通情報渋滞度の概要

現地 渋滞発生箇所	プローブ交通情報 渋滞傾向		
	朝 (06:00-08:59)	昼 (12:00-14:59)	夕 (18:00-20:59)
レーダン周辺	順調	混雑	順調
カンドーギー湖 北部周辺	渋滞	渋滞	混雑
人民公園周辺	渋滞	渋滞	順調
ダウンタウン 周辺	渋滞	渋滞	混雑

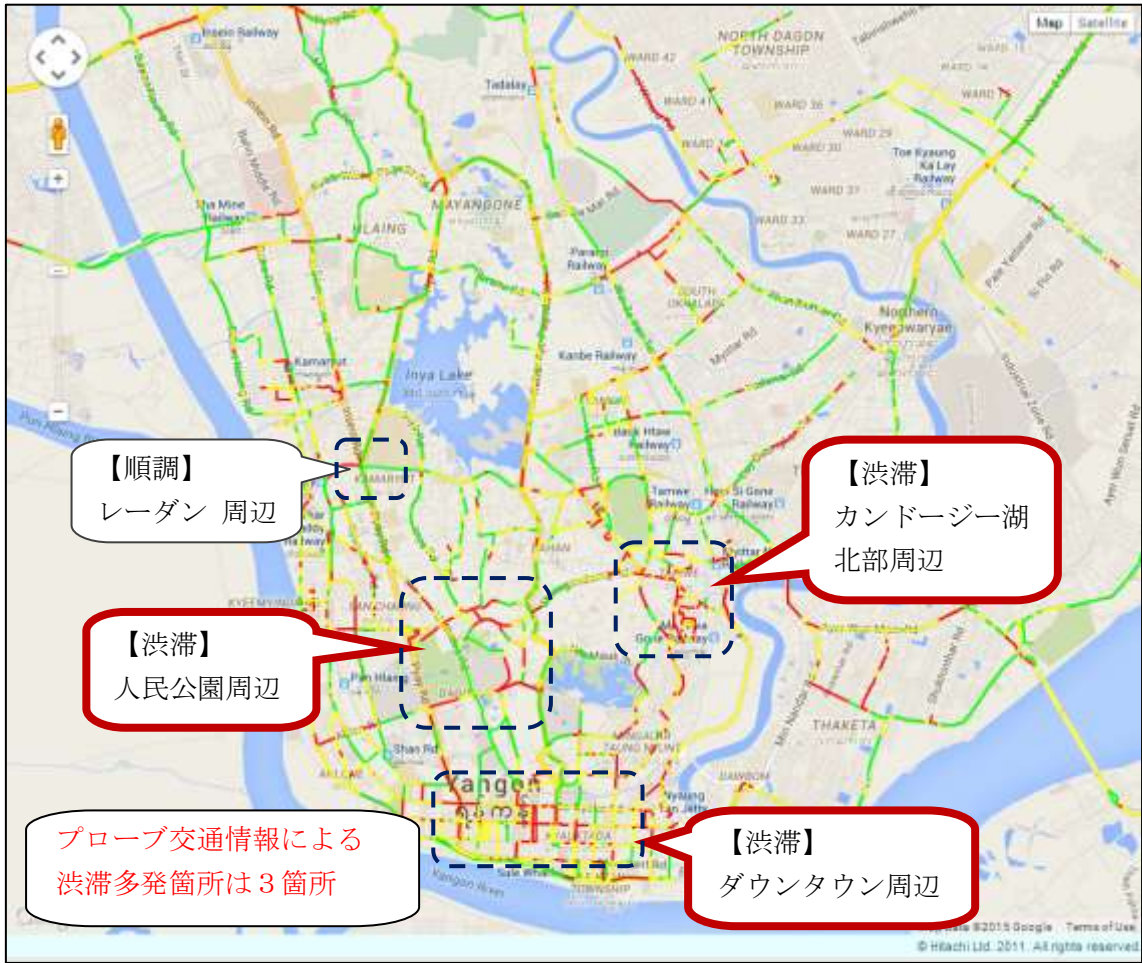


図 2-15 2014/11/30 朝(6:00~8:59)の渋滞状況

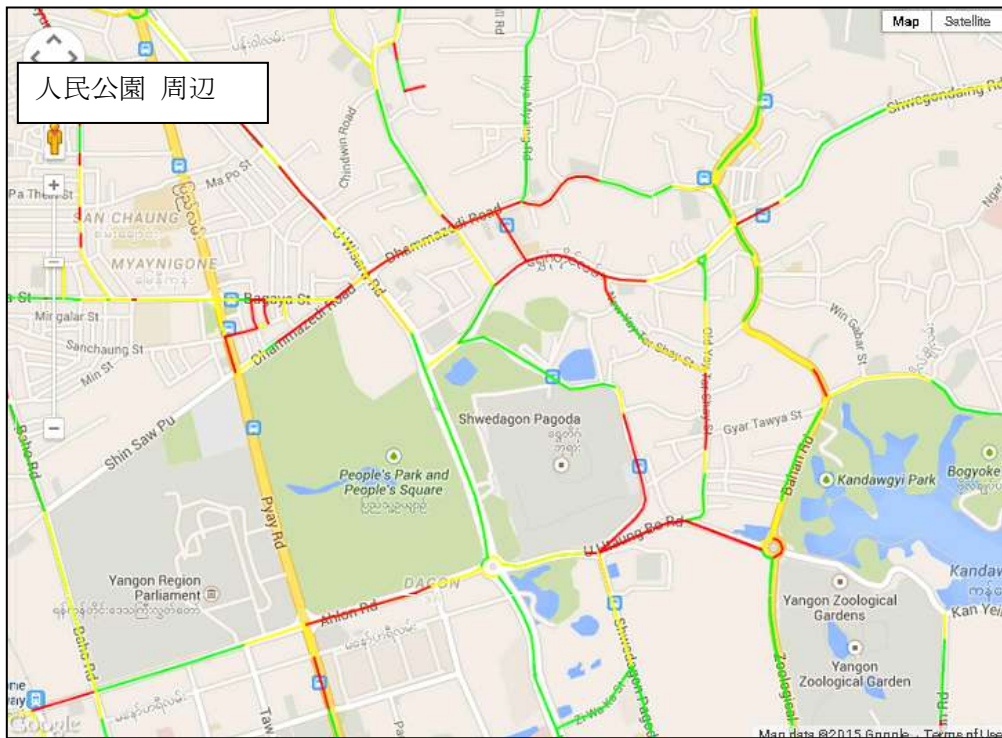


図 2-16 人民公園周辺の交通情報 2014/11/30 朝 (6:00~8:59)

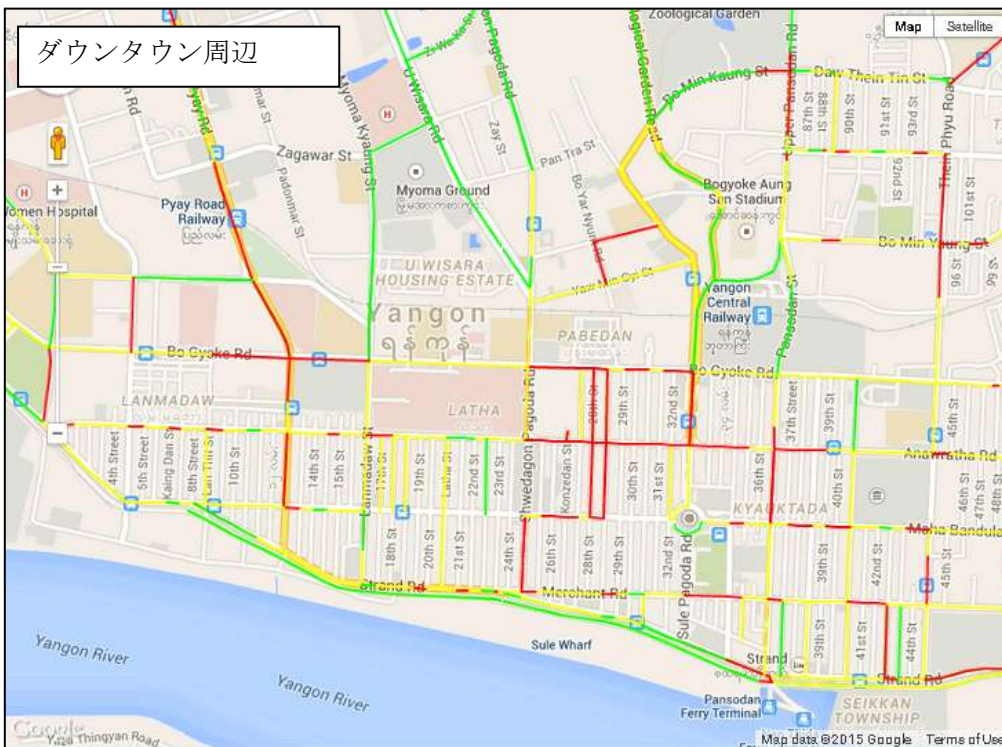


図 2-17 ダウンタウン周辺の交通情報 2014/11/30 朝 (6:00~8:59)

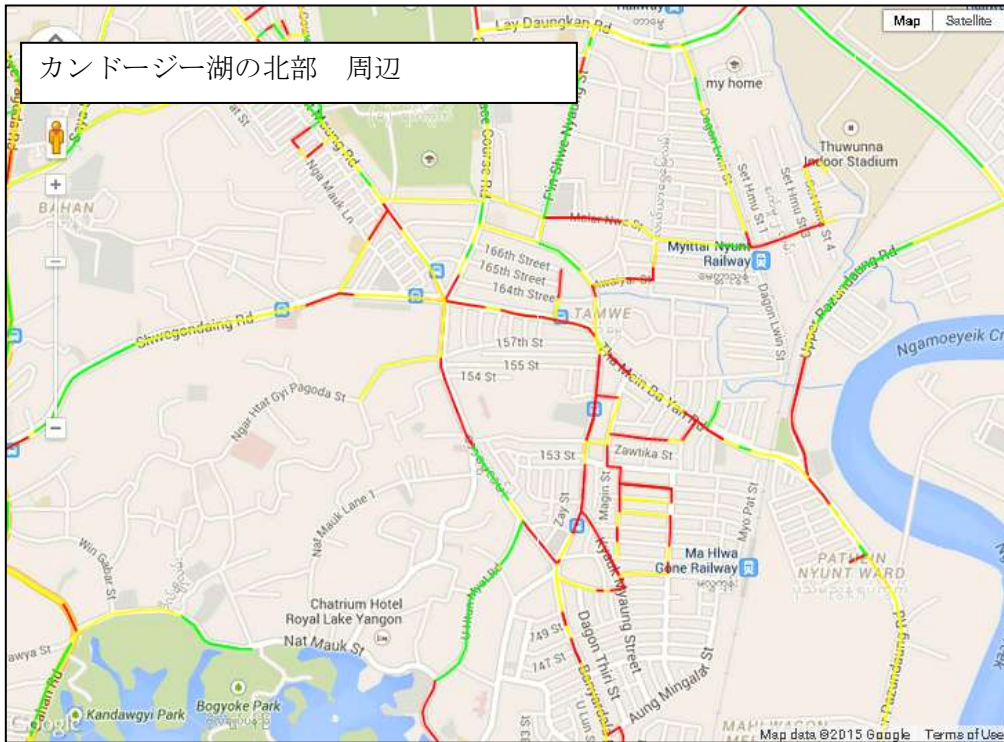


図 2-18 カンドー湖の北部周辺の交通情報 2014/11/30 朝(6:00~8:59)

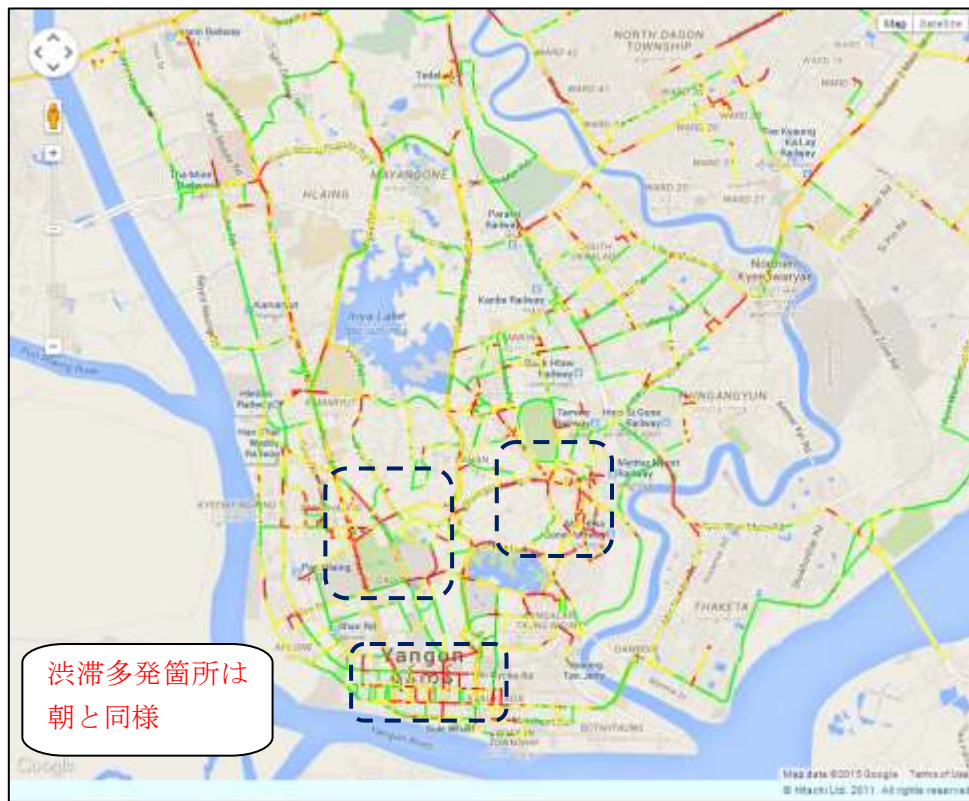


図 2-19 2014/11/30 昼(12:00~14:59)の渋滞状況



図 2-20 2014/11/30 夜(18:00~20:59)の渋滞状況

2.1.5. まとめ

本節ではプローブ交通情報について、評価を行った。各観点に対する評価内容の一覧を表 2-9 に示す。

表 2-9 プローブ交通情報 評価一覧

#	評価観点	評価目的	評価結果
1	将来的に道路計画に利用可能か	安定してプローブ交通情報を提供できる時間的条件を明らかにすること	情報源がタクシーであれば、日中(6:00-18:00)は安定して提供できる見込み。
2		プローブ交通情報が提供できる地域を明らかにすること	プローブカー100台において、3時間毎の集計でダウンタウン周辺の提供が可能。24時間毎の提供でほぼヤンゴン市全域で提供可能。
3		プローブ交通情報を安定して提供できる道路種別を明らかにすること	3時間毎の集計であれば、主要道は約40%、24時間毎の集計であれば、約65%以上のプローブ交通情報が提供可能。一般道については、限定的な範囲のみ提供可能。
4	本事業にて、交通流シミュレータの入力として利用可能か	生成したプローブ交通情報の精度を評価すること	現地渋滞箇所と渋滞傾向が一致。

(1) 道路計画への活用

プローブ交通情報を道路計画に活用する場合、3時間毎の交通情報を利用することで大まかな交通状況の日内変動を把握することが出来る。渋滞箇所の交通状況の日内変動が把握できれば、その傾向に応じてより有効な対策立案が可能となる。例えば、多くの時間帯で渋滞が発生している箇所については道路容量の拡張といったハード的な対応が必須となるが、特定時間帯のみの渋滞であれば信号サイクルの変更といったソフト的な対応のみで対策できる可能性がある。このように日内変動を把握することで、費用対効果の高い、より有効な施策を選択できるようになると考えられる。

(2) 交通流シミュレータへの活用

プローブ交通情報を交通流シミュレータの入力として使用する場合、渋滞箇所の特定に必要な交通情報の精度は満たしていると評価した。一方、交通流シミュレータの入力情報とするためには、15分程度の短い時間間隔で交通情報を生成する必要がある。そのため、本事業では、2014年10月15日にGPSロガーを搭載した10台の車両が対象地域を巡回させる方式の実験を行い、プローブデータを収集した。その収集したプローブデータを基にシミュレーション対象地域の工事前の旅行速度を生成した。表 2-10 は、図 2-21

に示す交通流シミュレーションの対象エリアの道路を東から西に走行した際の旅行速度を示している。表 2-11 は、図 2-22 に示す交通流シミュレーションの対象エリアの道路を西から東に走行した際の旅行速度を示している。2つの表より、橋梁に進入する手前の道路(表 2-10 の区間 D、E、F 及び表 2-11 の区間 P、Q、R)の旅行速度が低くなっており、渋滞が発生していることが分かる。この生成した旅行速度を交通流シミュレータのインプットデータとした。

なお、数字の後にアスタリスク(*)を記載している部分に関しては、対象時間にその区間を走行している車両が存在しなかったため、旅行速度が生成出来なかった。そのため、表に示している旅行速度は同区間の前後の時間帯の旅行速度を平均した形で算出している。

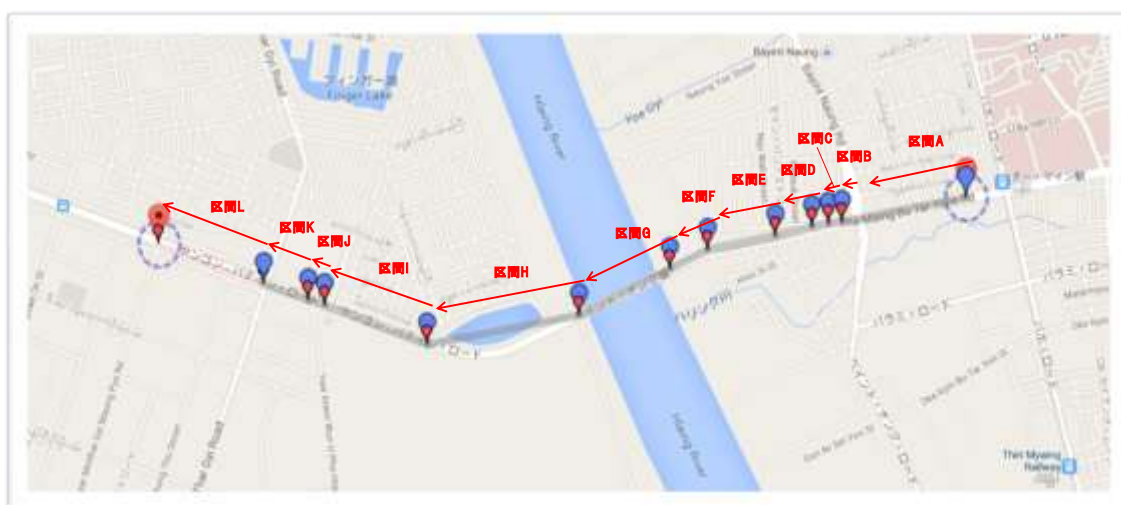


図 2-21 旅行速度を生成した区間(東→西方向車線)

表 2-10 交通流シミュレーション対象エリアの旅行速度(工事前)

#	時間帯			区間毎の平均旅行速度 (km/h)											
				東→西方向車線											
				区間 A	区間 B	区間 C	区間 D	区間 E	区間 F	区間 G	区間 H	区間 I	区間 J	区間 K	区間 L
1	17:00	-	17:15	32	32.4	2.4	3.8	4.8	11.6	15.2	20.7	23.6	29.5	6.9	51.4
2	17:15	-	17:30	23.5	7.8	7.7	4.15*	3.8	12.7	13.6	19.5	23	36.9	9	26.8
3	17:30	-	17:45	23.3	6.05*	37.3	4.15*	3.9	8	13.4	15	23.3	32.8	12.7	48.7
4	17:45	-	18:00	32.5	6.05*	3.2	4.15*	3.5	10.6	17.5	23	25.5	26.8	4.8	54.3
5	18:00	-	18:15	28.9	4.3	5.4	4.15*	3.5	9.2	15.7	15.2	21.2	26.8	11.8	25.7
6	18:15	-	18:30	10.7	3.3	3.5	4.15*	3.7	9.6	13.1	22.2	54.8	32.8	12.1	63.4
7	18:30	-	18:45	17.4	4.4	12	4.5	3.7	10.4	13.9	15.9	22.5	29.5	9.1	9.9
8	18:45	-	19:00	53.5	8.1	3.6	3	6.2	14.6	19.9	19.3*	34.5	29.5	6.8	39.6

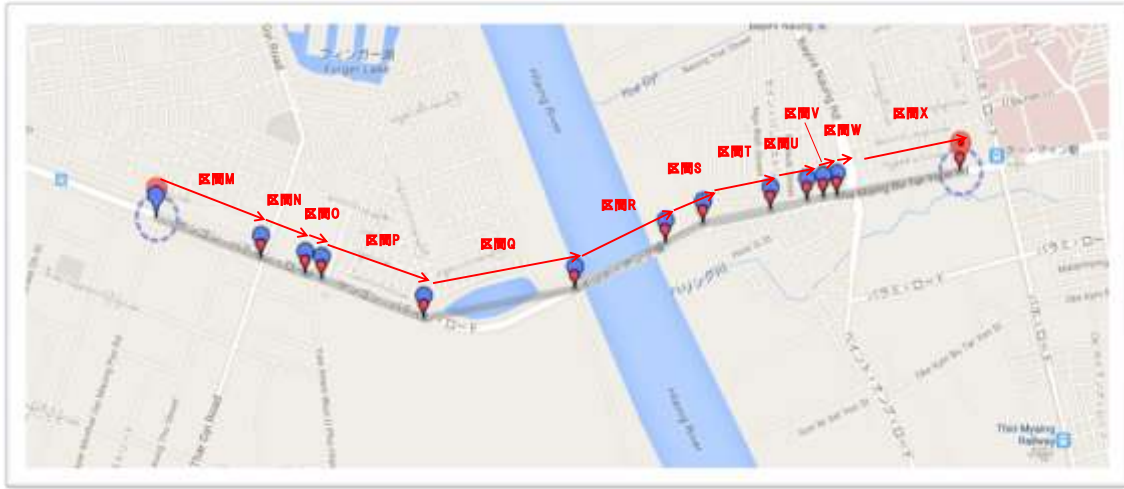


図 2-22 旅行速度を生成した区間(西→東方向車線)

表 2-11 交通流シミュレーション対象エリアの旅行速度(工事前)

#	時間帯			区間毎の平均旅行速度 (km/h)											
				西→東方向車線											
				区間 M	区間 N	区間 O	区間 P	区間 Q	区間 R	区間 S	区間 T	区間 U	区間 V	区間 W	区間 X
1	17:00	-	17:15	21.8	26.6	36.9	23.9	4.7	12.6	23.3	23.6	25.3	37.3	32.4	21.4
2	17:15	-	17:30	15.1	23.5	26.8	7.9	5.1	11.8	14	21.9	42.2	37.3	32.4	71.4
3	17:30	-	17:45	16.5	42.1	29.5	3.4	3.5	10.1	10.6	21.1	31.7	42.7	28.4	49.1*
4	17:45	-	18:00	24.7	22.2	29.5	4	4.5	10	16.6	18.2	30.2	36.3*	25.2	49.1*
5	18:00	-	18:15	16	20	24.6	6.6	3.8	9.6	15.9	14.2	28.8	29.9	28.4	49.1*
6	18:15	-	18:30	27.2	15.4	32.8	6.6	4.3	11.4	19.4	20.7	30.2	33.2	28.4	49.1*
7	18:30	-	18:45	6.9	26.6	26.8	21.9	5.4	11.4	17.5	17.6	37.3	37.3	37.8	26.8
8	18:45	-	19:00	13.5	13.3	26.8	23.6	5.5	10.2	9.3	20.7	37.3	33.2	56.7	63

2.2. 画像トラフィックカウンターの評価

2.2.1. 画像トラフィックカウンターとは

画像トラフィックカウンターとは、路側に設置したビデオカメラによって撮影した映像を画像処理技術で解析することで、通過した車両台数や速度等を自動計測するソリューションである。このソリューションは、通過した車両の全数（交通量）を把握することが可能であるため、道路計画や交通管制の業務における定量的な交通情報収集に活用される。

また、本実証においては、画像トラフィックカウンターにより計測したヤンゴン市の対象箇所における交通量を、2.3節に示す交通流シミュレーションの実証にて活用した。

2.2.2. 実証目的

ヤンゴン市の交通改善業務に対する日本製の画像トラフィックカウンターの有用性を提示する。

2.2.3. 実証内容

まず、2.3節に示す交通流シミュレーションの実証にて、シミュレーションの対象とした道路の路側にビデオカメラを設置して、車両が通過する様子を撮影した。その映像撮影の後、画像トラフィックカウンターを適用し、交通量を自動計測した。ビデオカメラ設置の様子を図 2-23 に示す。



図 2-23 ビデオカメラ設置の様子

2.2.4. 評価

(1) 映像解析の様子

ヤンゴン市の対象箇所にて撮影した映像に画像トラフィックカウンターを適用した様子を図 2-24 に示す。

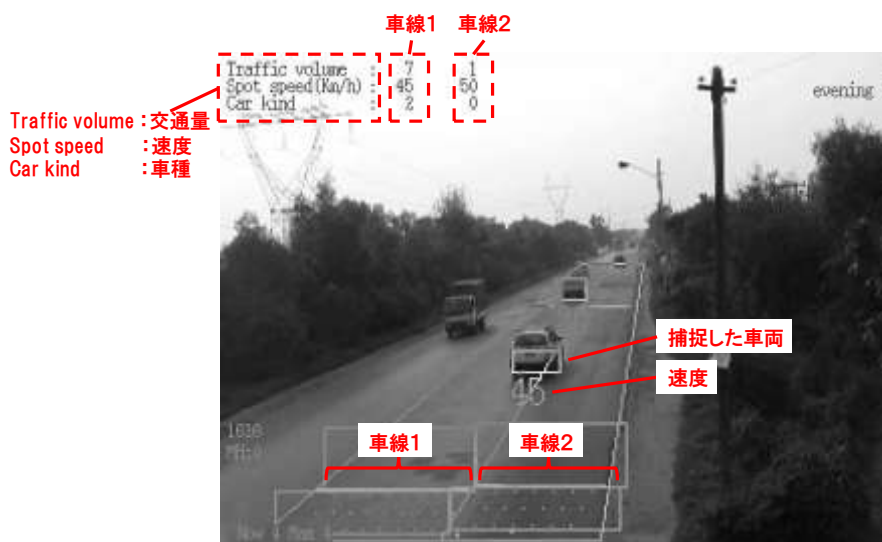


図 2-24 画像トラフィックカウンター適用の様子

(2) 画像トラフィックカウンターによる交通量計測結果

ヤンゴン市の対象箇所にて撮影した映像を画像トラフィックカウンターによって解析した結果である交通量および平均速度を表 2-12 に示す。

表 2-12 画像トラフィックカウンターによる計測結果

計測時間帯	交通量 (台)		平均速度 (km/h)	
	車線 1	車線 2	車線 1	車線 2
17:00~17:10	119	17	31.0	27.5
17:10~17:20	103	14	30.5	26.5
17:20~17:30	101	17	30.5	26.0
17:30~17:40	121	22	31.0	23.0
17:40~17:50	120	23	29.5	19.0

※本解析対象の映像は 2014 年 11 月 4 日に撮影したものである。

表 2-12 に示すように、画像トラフィックカウンターは時間帯毎の交通量を定量的に計測可能である。

2.2.5. まとめ

2.2.4項にて述べた通り、画像トラフィックカウンターがヤンゴン市の道路・交通環境においても、交通量を自動計測することが可能であることを確認した。一般的に交通管制および道路計画は定量的な根拠に基づいて実施されることが重要であるため、画像トラフィックカウンターによる交通量の自動計測はヤンゴン市の交通課題の解決に有用と言える。

2.3. 交通流シミュレーションの評価

2.3.1. 交通流シミュレーションとは

交通流シミュレーションとは、道路を走行する車両の挙動を1台単位でシミュレートすることで、道路区間ごとの旅行速度や滞留長を定量的に算出することである。また、その算出を行うソフトウェアを交通流シミュレータと呼ぶ。

交通流をシミュレーションする上では、道路および交通に関する情報（以下、道路・交通情報と呼ぶ）を交通流シミュレータへ設定する必要がある。この時、現況の道路・交通情報を設定すると現況の交通流を再現でき、将来の道路・交通情報を設定すると将来の交通流を予測することができる。

2.3.2. 実証目的

本実証における交通流シミュレーションの実証目的は下記2点である。

(1) 交通流変化傾向の予測可否についての検証

ヤンゴン市においても、日本製の交通流シミュレータが、道路構造の変化に伴う交通流の変化傾向（滞留長の減少や旅行時間の短縮など）を予測できることを検証する。

(2) 交通改善案の事前評価に対する有用性の提示

道路管理者の道路計画業務において、交通改善案の効果を交通流シミュレータによって事前にシミュレーションできることが有用であることを提示する。本実証では、交通改善案の事前評価のモデルケースとして、ヤンゴン市における信号現示の最適化の事前評価を実施する。

2.3.3. 実証内容

(1) 対象エリア

本実証事業では、2.3.2項で示した目的(1)を達成するため、交通流シミュレーションの対象エリアを選定する必要があった。今回は、YCDC との協議の上で、2014年10月に完成を予定していた Bayint Naung Bridge2 の周辺道路を交通流シミュレーションの対象とすることを決定した。Bayint Naung Bridge2 が新設された場所を図 2-25 に示す。



図 2-25 交通流シミュレーションの対象エリア

本エリアには、以前から Bayint Naung Bridge が存在している。同橋は、オフィスなどが立ち並ぶ中心地域と住宅・工業地域を結ぶ交通路であり、通勤や通学などに利用されている。しかし、この中心地域と住宅・工業地域を結ぶ主な交通路は同橋の他には 1 基しか存在しないため、Bayint Naung Bridge には交通量が集中していた。更に、同橋は片道 1 車線であったため、交通量が増加する朝夕のピーク時間帯には渋滞が発生していた。この渋滞緩和を目的として、図 2-26 に示すように同橋に隣接して Bayint Naung Bridge 2 の新設が計画され、2014年10月末に建設工事が完了した。

工事完了前の夕ピークの時間帯には、図 2-26 の地点 B と地点 C に、図 2-27 および図 2-28 に示すような渋滞が発生していた。

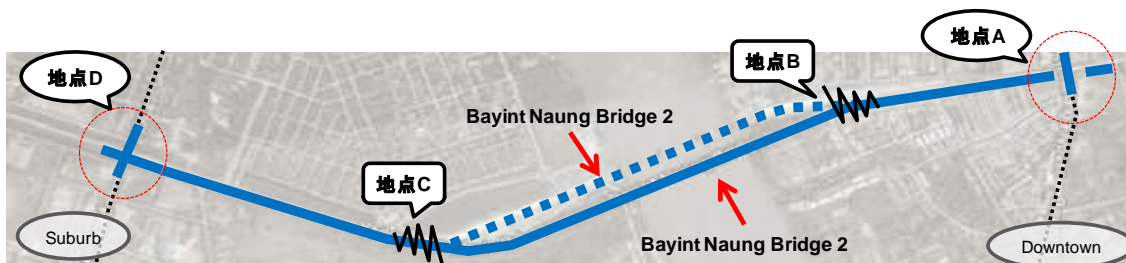


図 2-26 Bayint Naung Bridge 周辺の概観



図 2-27 地点 B の交通状況



図 2-28 地点 C の交通状況

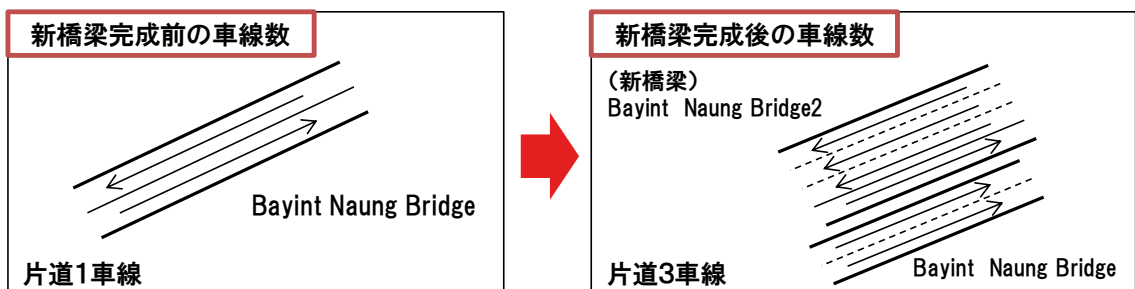


図 2-29 Bayint Naung Bridge2 の新設による車線の変化

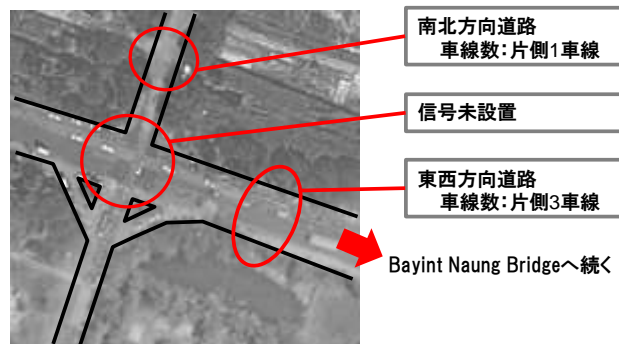


図 2-30 地点 D の道路構造

一方で工事完了後には、図 2-29 に示す通り、片道 1 車線から片道 3 車線に車線数が増加し、地点 B と地点 C の渋滞が解消されることにより、単位時間あたりの交通量が図 2-30 の地点 D において渋滞が発生することが工事完了前から予想されていた。

このように、工事の完了前後で交通流の傾向が変化することが事前に予想されていたため、本実証では地点 A～D のエリアを交通流シミュレーションの対象エリアとした。

(2) 実証フロー

本事業における交通流シミュレーションの実証のフローを図 2-31 に示す。

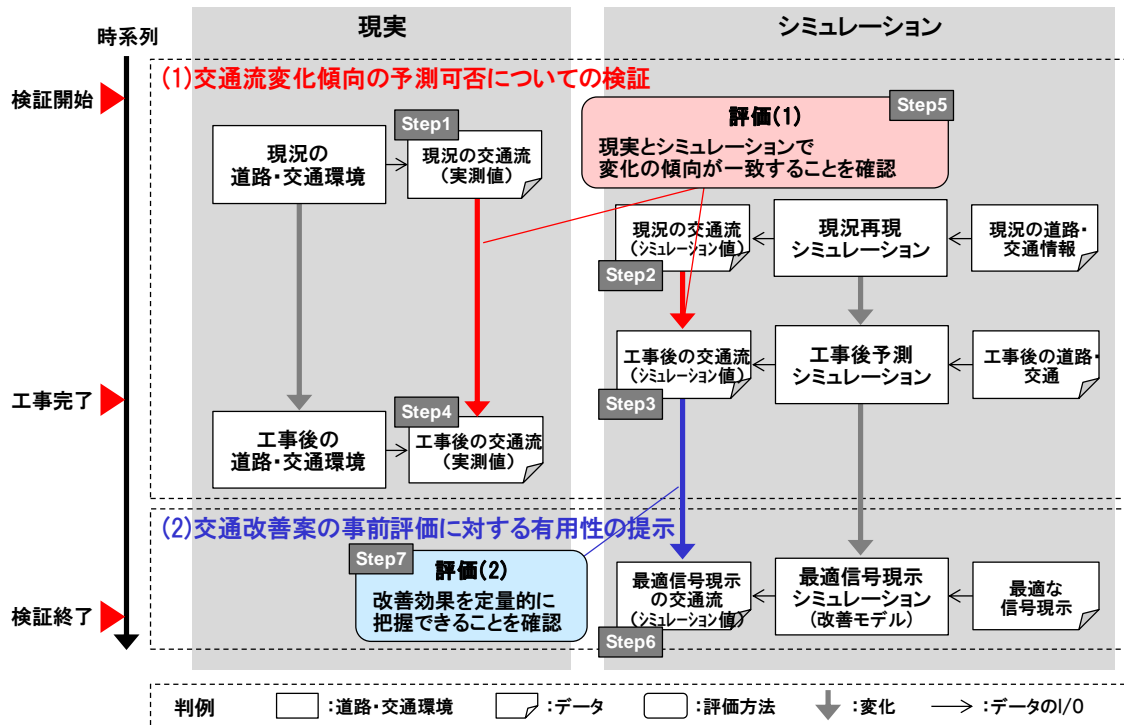


図 2-31 交通流シミュレーションの実証フロー

まず、「2.3.2(1)交通流変化傾向の予測可否についての検証」の実証手順を下記に示す。

- Step1 工事完了前に、現況の道路・交通環境において交通流を実測する。
- Step2 工事完了前に、現況の道路・交通情報により、現況の交通流を再現するシミュレーション（以下、現況再現シミュレーションと呼ぶ）を構築する。
- Step3 工事完了前に、現況再現シミュレーションに工事後の道路・交通情報（工事の計画情報）を反映することにより、工事後の交通流を予測するシミュレーション（以下、工事後予測シミュレーションと呼ぶ）を構築する。
- Step4 工事完了後に、工事後の道路・交通環境において交通流を実測する。
- Step5 Step2 と Step3 でシミュレーションした交通流の変化傾向と、Step1 と Step4 で実測した交通流の変化傾向が一致することを確認する。

次に、「2.3.2(2)交通改善案の事前評価に対する有用性の提示」の実証手順を下記に示す。

Step6 交通改善案に見立てた理論上最適な信号現示を、工事後予測シミュレーションに反映することにより、最適な信号現示を設定した際の交通流を予測するシミュレーション（以下、最適信号現示シミュレーションと呼ぶ）を構築する。

Step7 改善前の道路・交通環境に見立てた工事後予測シミュレーションの交通流と、交通改善案に見立てた最適信号現示シミュレーションの交通流を定量的に比較できることを提示する。

(3) 道路・交通情報の収集

交通流シミュレーションを構築するために設定する道路および交通に関する情報（以下、道路・交通情報と呼ぶ）の種類およびその収集方法について記載する。本事業で道路・交通情報を収集した時期は、新橋梁の工事完了前と新橋梁の工事完了後の 2 回である。道路・交通情報収集は、下記の期間の内、それぞれ渋滞がピークとなる平日の夕方 17 時～19 時の間で実施した。

第 1 回道路・交通情報収集：10 月 23 日～10 月 28 日

第 2 回道路・交通情報収集：11 月 23 日～11 月 28 日

道路・交通情報は大きく、静的情報および動的情報、検証用情報に分類できる。静的情報とは道路形状や車線区分などの、恒常的な情報を指す。動的情報とは交通量のように逐次的に変化する情報を指す。交通流シミュレーションでは、まず静的情報を設定することでシミュレーションする道路構造を構築し、更に動的情報を設定することでその道路構造上の交通流を再現する。この時、シミュレーション上の交通流を現実のものと近似させる必要があり、その調整をするための指標として使用されるのが、旅行速度や滞留長などの検証用情報である。

本実証で収集した道路・交通情報を 2.3.3(1)に示した実証フローの Step ごとに、表 2-13～表 2-17 に記載する。(Step5 と Step7 においては、道路・交通情報の収集は存在しない)

表 2-13 STEP1 のために収集した道路・交通情報

#	分類	項目	データ内容	取得方法
1	動的	交通量	工事前の時間帯毎の走行車両台数	・画像トラフィックカウンターによる計測 ・目視による計測
2	検証用	滞留長	工事前の時間帯毎の滞留の長さ	・滞留の先頭と末尾の 2 点における GPS 計測
3		旅行速度	工事前の時間帯毎の旅行速度	・プローブ情報処理システムによる生成
4		旅行時間	工事前の地点 A～D 間の移動に要する時間	・プローブ情報処理システムによる生成

表 2-14 STEP2 のために収集した道路・交通情報

#	分類	項目	データ内容	取得方法
1	静的	道路形状	工事前の道路ネットワークおよび各道路区間の長さ	・目視による計測 ・道路図面の入手
2		車線区分	工事前の道路の車線構成(車線長、車線数、車線毎の進行方向)	・目視による計測 ・道路図面の入手
3		制限速度	工事前の道路の制限速度	・走行実験による走行可能な最高速度の計測

表 2-15 STEP3 のために収集した道路・交通情報

#	分類	項目	データ内容	取得方法
1	静的	道路形状	工事後の道路ネットワークおよび各道路区間の長さ	・道路図面の入手
2		車線区分	工事後の道路の車線構成(車線長、車線数、車線毎の進行方向)	・道路図面の入手
3		信号現示	工事後の信号の点灯パターンおよび各パターンの秒数	・目視による計測 *工事後に信号の新設が判明したため、工事後に目視計測

表 2-16 STEP4 のために収集した道路・交通情報

#	分類	項目	データ内容	取得方法
1	検証用	滞留長	工事後の時間帯毎の滞留の長さ	・滞留の先頭と末尾の 2 点における GPS 計測
2		旅行速度	工事後の時間帯毎の旅行速度	・プローブ情報処理システムによる生成
3		旅行時間	工事後の地点 A~D 間の移動に要する時間	・プローブ情報処理システムによる生成

表 2-17 STEP6 のために収集した道路・交通情報

#	分類	項目	データ内容	取得方法
1	静的	信号現示	理論上で最適な信号の点灯パターンおよび各パターンの秒数	・理論に基づき算出

(4) 構築シミュレーション

本事業で構築した3点の交通流シミュレーションについて記載をする。

(a) 現況再現シミュレーション

新橋梁の工事前の交通状況を再現するためのシミュレーションを構築した。後述する(b)工事後予測シミュレーションと(c)最適信号現示シミュレーションは、現況再現シミュレーションで設定した道路・交通情報を諸条件に基づいてカスタマイズして構築したものである。

(b) 工事後予測シミュレーション

新橋梁の工事前のタイミングにおいて、新橋梁の工事後の交通流を予測するためのシミュレーションを構築した。この工事後予測シミュレーションは、(a)現況再現シミュレーションに対して、工事によって変化する道路・交通情報（道路構造および交通量）を反映させたものである。

尚、橋梁の新設と並行して地点Dの交差点に信号が新設されたことが、橋梁の工事後に判明した。交通流を予測するにあたり、信号の新設は交通流に影響を与えるため、工事後予測シミュレーションには工事後に入手した信号位置と信号現示も付与している。

(c) 最適信号現示シミュレーション

地点Dに新設された信号に、理論上最適な信号現示を設定した場合の交通流を予測するためのシミュレーションを構築した。この最適信号現示シミュレーションは、(b)工事後予測シミュレーションに対して、信号現示を理論上最適なものに変更している。

2.3.4. 評価

(1) 工事後の交通流予測の実現性の評価

まず、「2.3.3(4)(a)現況再現シミュレーション」と「2.3.3(4)(b)工事後予測シミュレーション」の間での交通流の変化の傾向を示す。交通流を示す指標として、各シミュレーションにおける滞留長を図 2-32～図 2-38 に記載する。

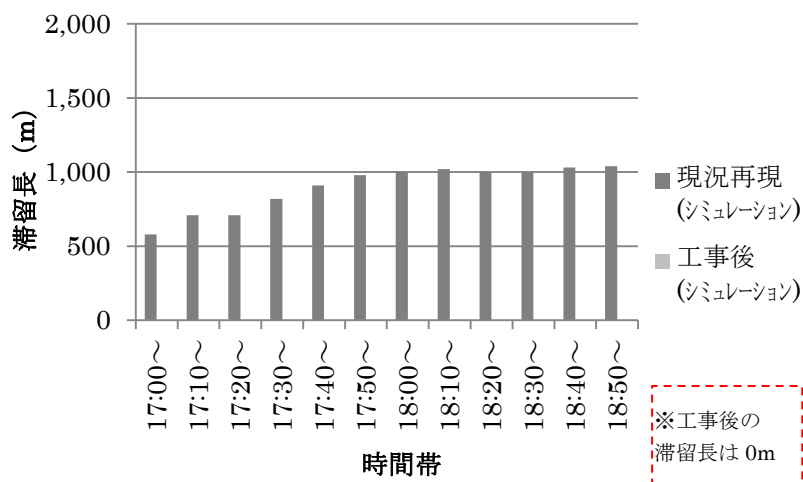


図 2-32 シミュレーションにおける地点 B(フライオーバー上)の滞留長比較(東→西方向車線)

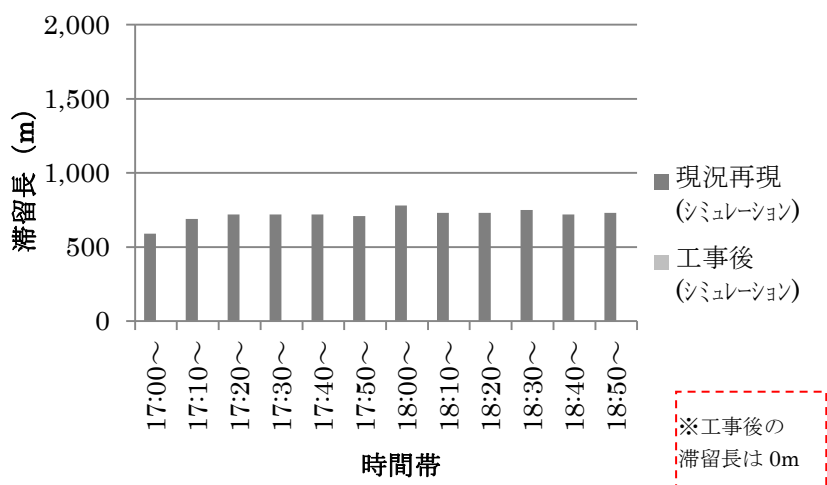


図 2-33 シミュレーションにおける地点 B(フライオーバー下)の滞留長比較(東→西方向車線)

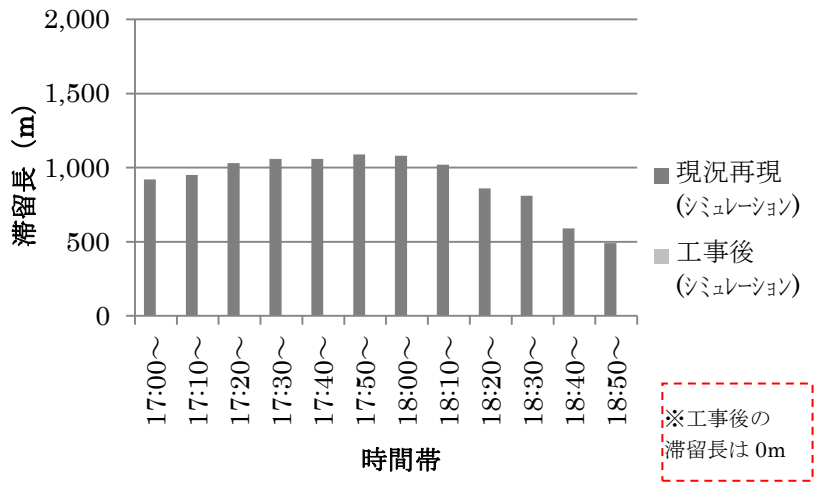


図 2-34 シミュレーションにおける地点 C の滞留長比較 (西→東方向車線)

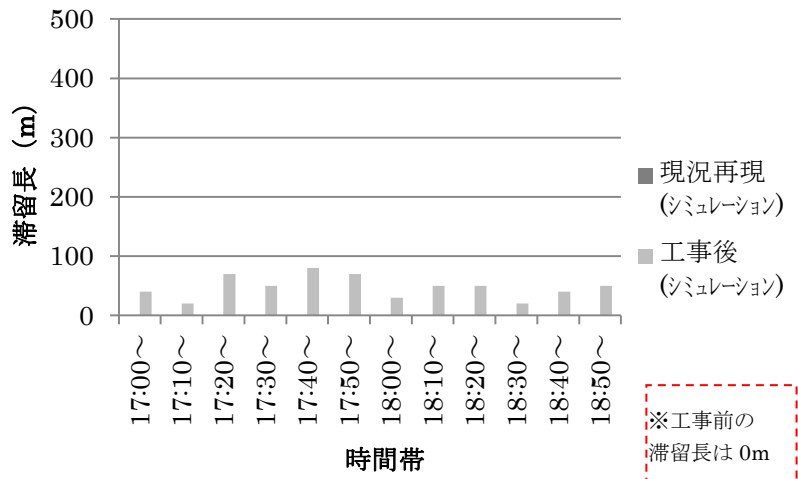


図 2-35 シミュレーションにおける地点 D の滞留長比較 (北→南方向車線)

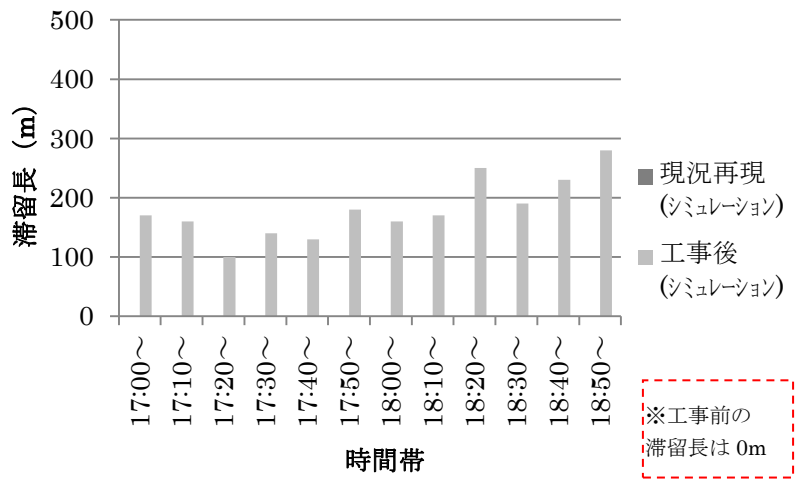


図 2-36 シミュレーションにおける地点 D の滞留長比較 (東→西方向車線)

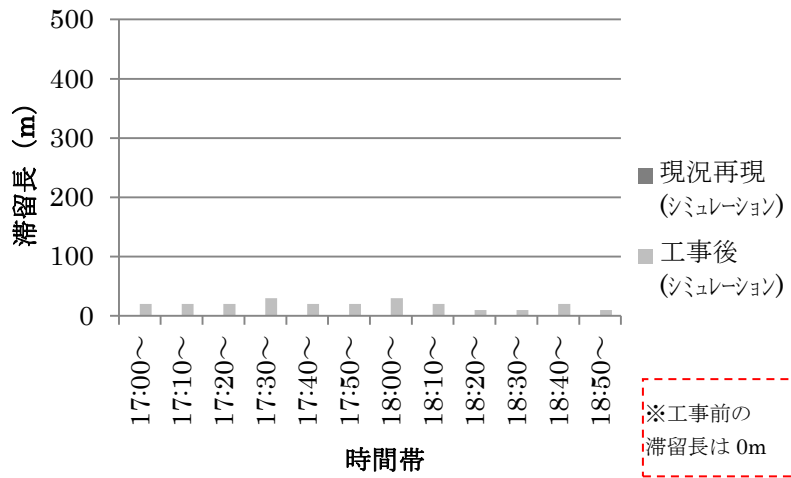


図 2-37 シミュレーションにおける地点Dの滞留長比較（南→北方向車線）

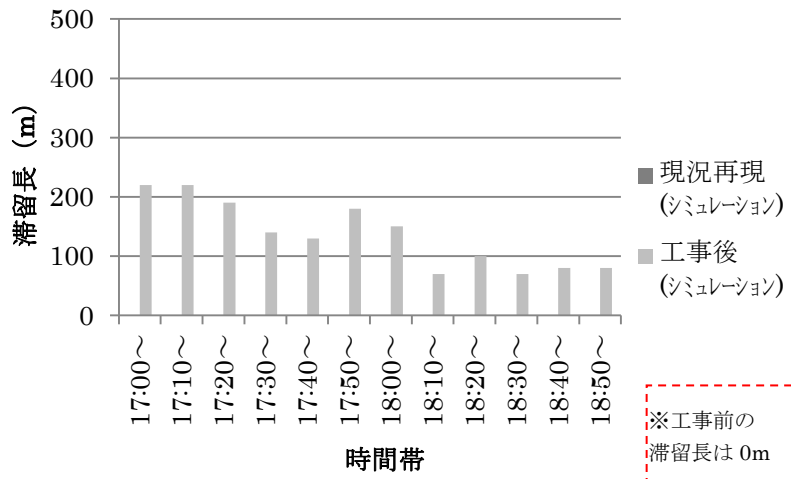


図 2-38 シミュレーションにおける地点Dの滞留長比較（西→東方向車線）

次に、工事前の実測と工事後の実測の間での交通流の変化の傾向を示すグラフを図 2-39～図 2-45 に記載する。

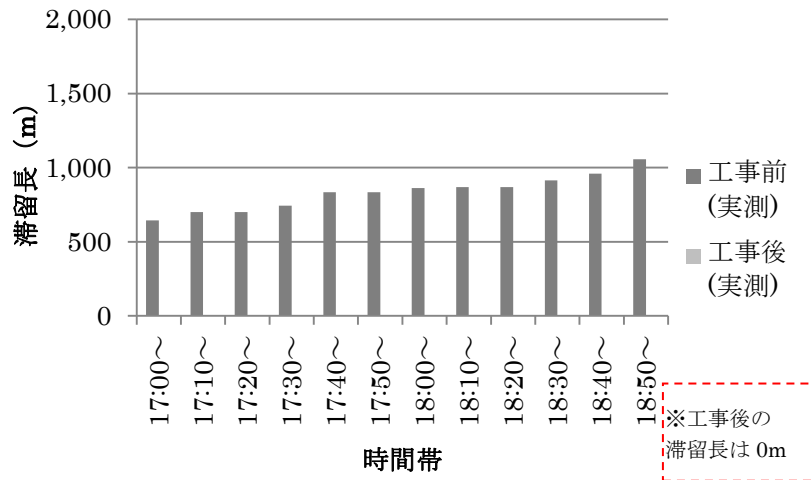


図 2-39 実測における地点 B(フライオーバー上)の滞留長比較(東→西方向車線)

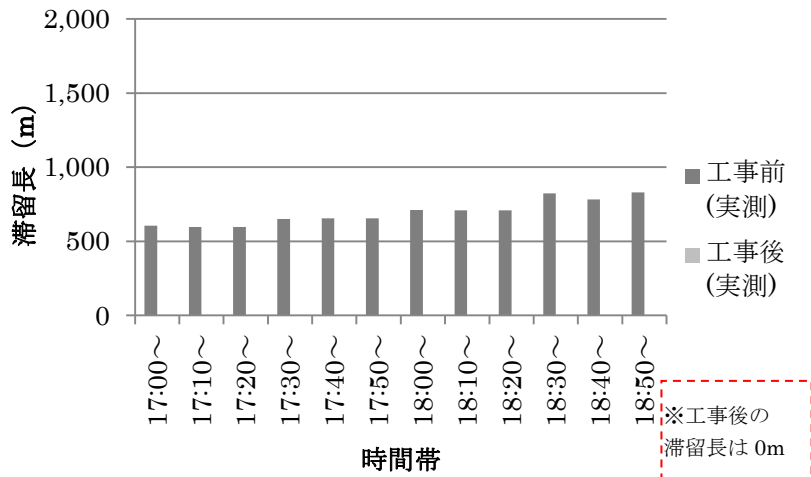


図 2-40 実測における地点 B(フライオーバー下)の滞留長比較(東→西方向車線)

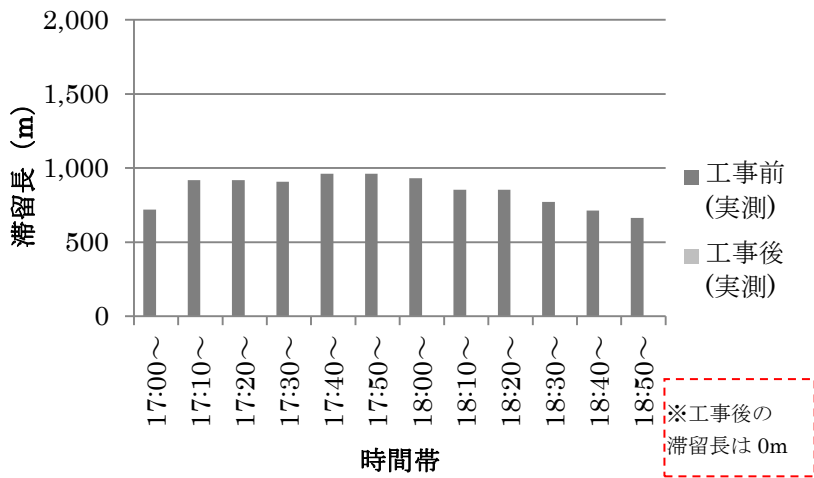


図 2-41 実測における地点 C の滞留長比較 (西→東方向車線)

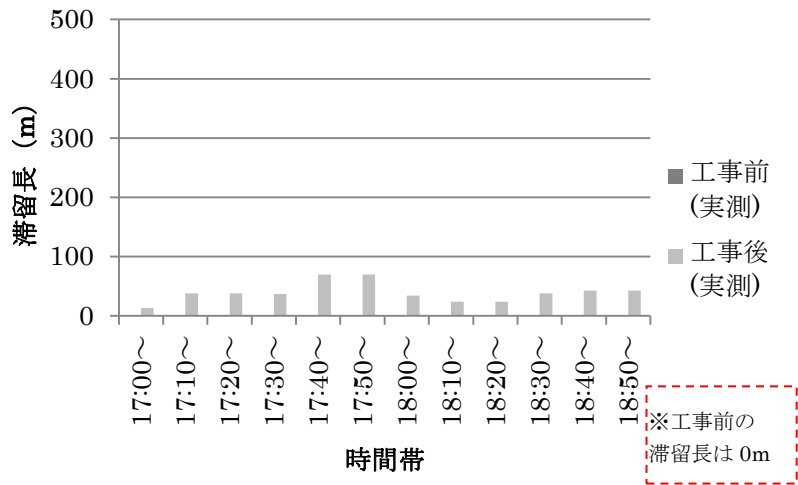


図 2-42 実測における地点Dの滞留長比較（北→南方向車線）

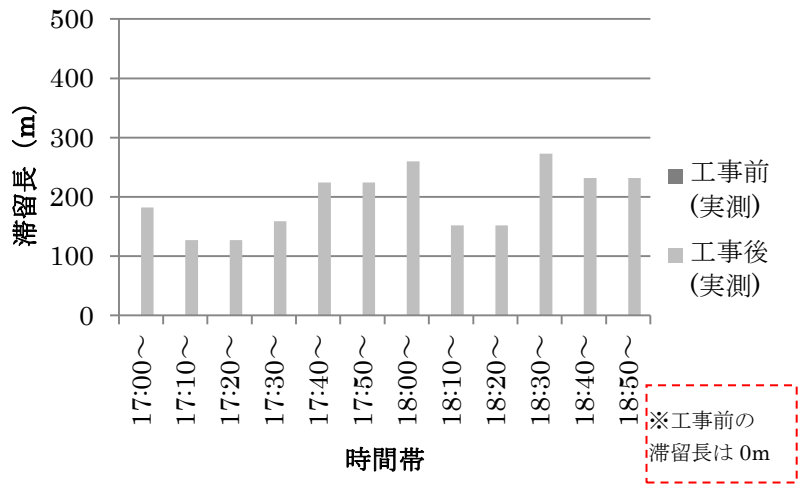


図 2-43 実測における地点Dの滞留長比較（東→西方向車線）

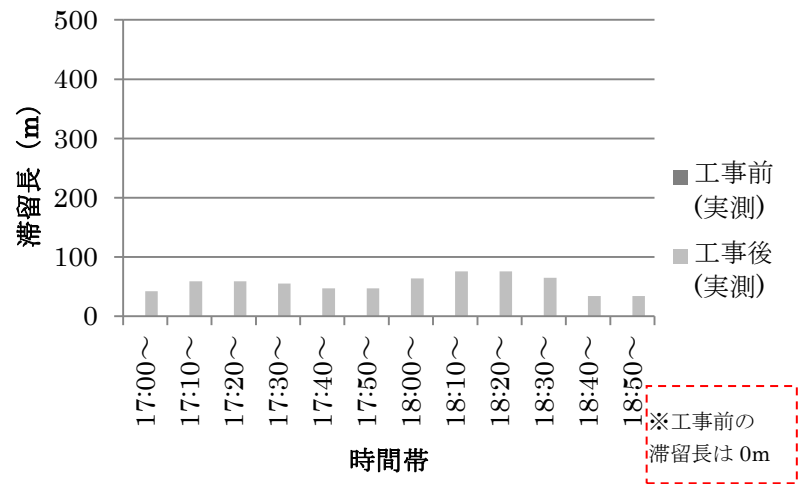


図 2-44 実測における地点Dの滞留長比較（南→北方向車線）

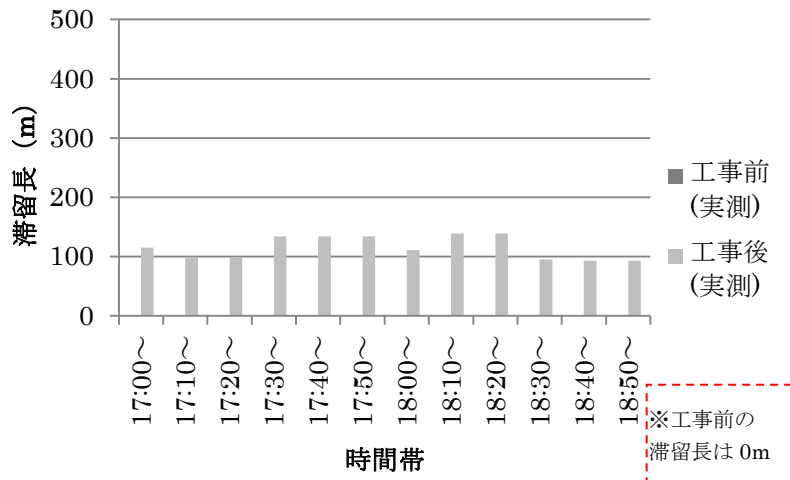


図 2-45 実測における地点 D の滞留長比較 (西→東方向車線)

地点 B と地点 C の滞留長を示すグラフを参照すると、シミュレーション (図 2-32～図 2-34) および実測 (図 2-39～図 2-41) のいずれも、工事前に存在していた滞留長が工事後には発生しなくなっていることが分かる。一方で、地点 D の滞留長を示すグラフを参照すると、シミュレーション (図 2-35～図 2-38) および実測 (図 2-42～図 2-45) のいずれも東西方向の車線の滞留長が工事後に顕著に増加していることが分かる。

また、工事前と工事後の地点 A～地点 D 間の移動に要する旅行時間を、シミュレーションと実測の双方で算出した結果をおよび表 2-19 に記載する。

表 2-18 地点 A から地点 D 間への平均旅行時間

データソース	工事前	工事後
シミュレーション	24 分 13 秒	5 分 41 秒
実測	20 分 27 秒	7 分 12 秒

表 2-19 地点 D から地点 A への平均旅行時間

データソース	工事前	工事後
シミュレーション	18 分 12 秒	4 分 16 秒
実測	22 分 06 秒	5 分 15 秒

表 2-18 および表 2-19 に記載の結果の通り、シミュレーションと実測のいずれも工事前は 20 分前後であった旅行時間が工事後には 5 分前後に減少しており、その変化の傾向は一致していると言える。

以上のことから、交通流シミュレーションは工事の前後における交通流の変化の傾向を予測できることを検証できた。

(2) 交通改善案のシミュレーションによる事前評価の有用性の評価

まず、「2.3.3(4)(b)工事後予測シミュレーション」に設定した現況の信号現示と、「2.3.3(4)(c)最適信号現示シミュレーション」に設定した最適な信号現示を表 2-20 に、また、その前提となる信号現示のパターンを図 2-46 に示す。

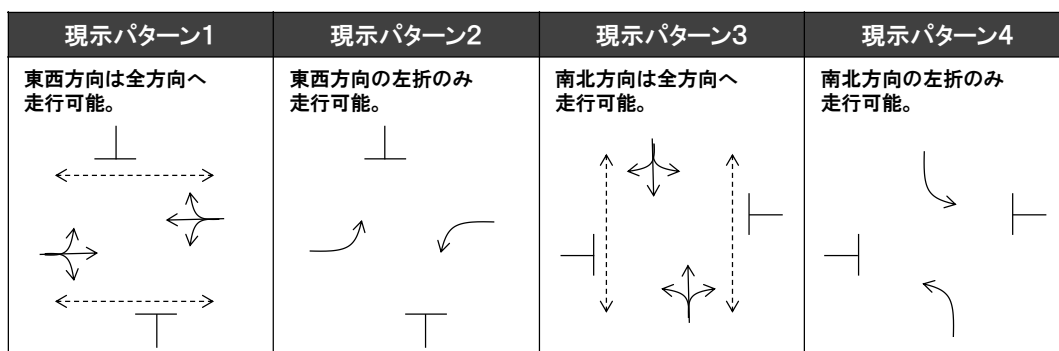


図 2-46 信号現示のパターン

表 2-20 現況の信号現示と最適な信号現示

種類	現示パターン1		現示パターン2			現示パターン3		現示パターン4			合計
	G	Y	GA	Y	AR	G	Y	GA	Y	AR	
現況(秒)	41	4	17	4	0	26	6	0	0	0	98
最適(秒)	48	4	7	3	2	22	4	5	3	2	100

※凡例 G：青、Y：黄、GA：青矢、AR：全赤

現況の信号現示を設定した「2.3.3(4)(b)工事後予測シミュレーション」と、理論上最適な信号現示を設定した「2.3.3(4)(c)最適信号現示シミュレーション」における、地点 D の交差点の滞留長の比較を図 2-47～図 2-50 に記載する。

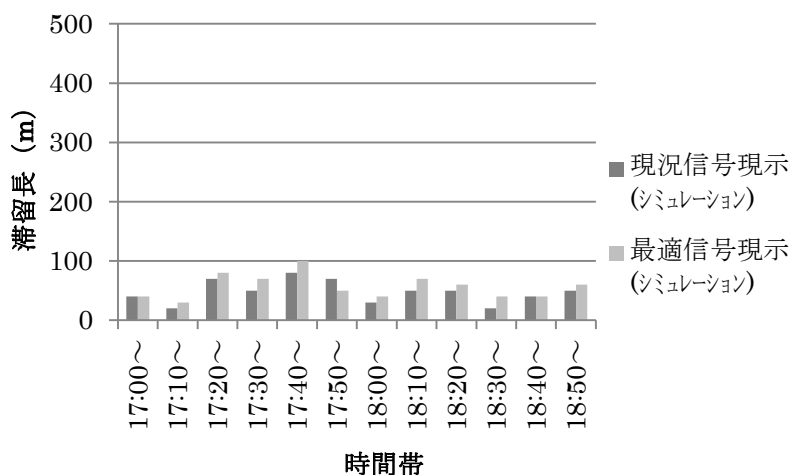


図 2-47 信号現示変更時の地点 D の滞留長比較 (北→南方向車線)

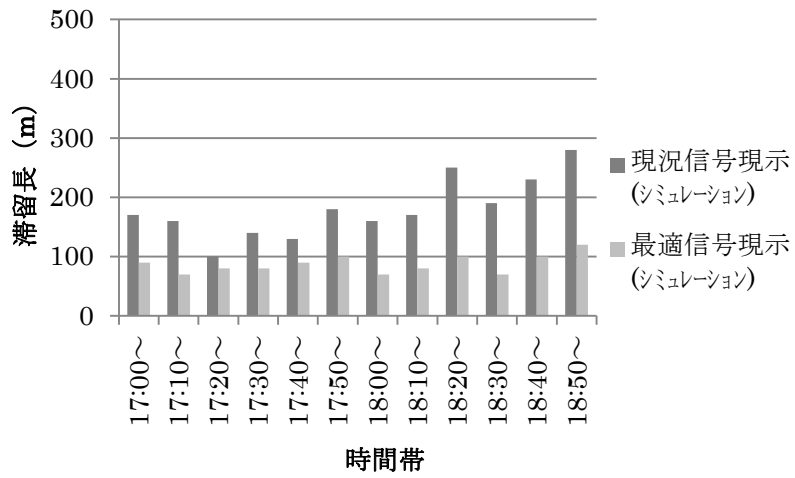


図 2-48 信号現示変更時の地点 D の滞留長比較 (東→西方向車線)

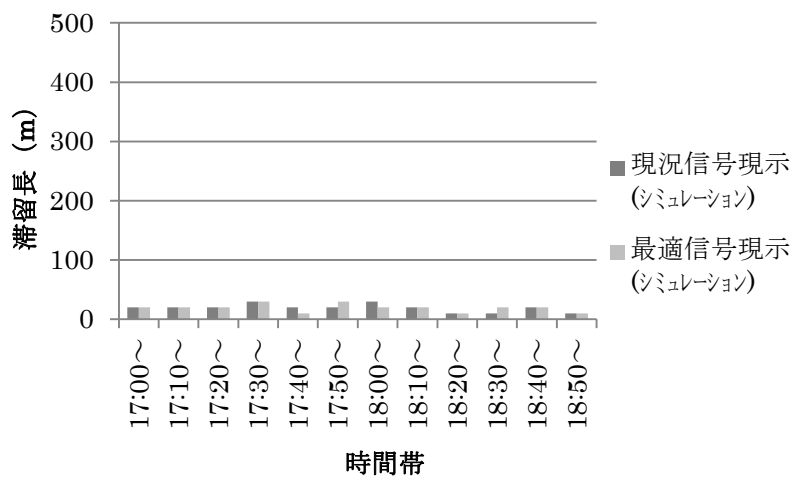


図 2-49 信号現示変更時の地点 D の滞留長比較 (南→北方向車線)

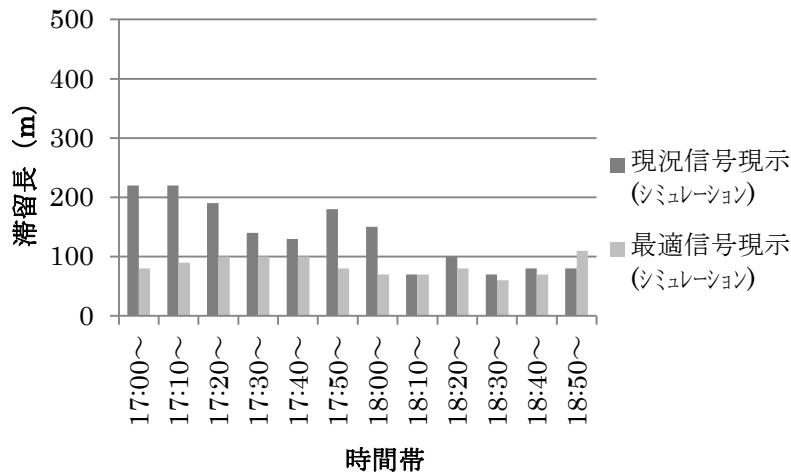


図 2-50 信号現示変更時の地点 D の滞留長比較 (西→東方向車線)

また、車線ごとの滞留長平均値(17:00~19:00 の平均値)を合計した値を表 2-21 に記載する。

表 2-21 車線ごとの滞留長平均値の合計

項番	シミュレーション	滞留長平均値の合計
1	現況信号現示を設定したシミュレーション (2.3.3(4)(b)工事後シミュレーション)	383m
2	最適信号現示を設定したシミュレーション (2.3.3(4)(c)最適信号現示シミュレーション)	248m

図 2-47～図 2-50 のグラフを参照すると、現況信号現示を設定したシミュレーションにおいて顕著に現れていた東西方向の車線の滞留長が、最適信号現示を設定したシミュレーションにおいては減少している。また、4 車線ごとの滞留長平均値の合計も、最適信号現示を設定したシミュレーションの値が小さい結果となった。

以上のように、本評価では理論上最適な信号現示の設定を交通改善案と見立て、交通改善案を交通流シミュレーションによって事前評価することにより、その改善効果を定量的に把握することができ、道路計画に有用であることが検証できた。

2.3.5. まとめ

本評価では工事前後の実測およびシミュレーションの交通流を比較することで、交通流シミュレーションが交通流の変化傾向を予測可能であること、交通改善案の事前評価に対して有用であることを検証した。

3. 現地パートナー企業への教育

本事業では、2章で述べた実証を通して、交通流シミュレーション、プローブ情報処理システム、画像トラフィックカウンターへの入力データの収集を現地パートナー会社である ACE Data Systems 社の社員と協力して実施することで、そのノウハウを教育した。

ACE Data Systems 社の将来的な役割として、現地政府のニーズに合わせたシステム構築、及び導入後の運用、保守などの作業を想定している。ACE Data Systems 社員には、各ソリューションの構築手順や操作方法を教育するため、また YCDC 職員には ITS 技術の理解促進のため、「Knowledge Transfer Session」を開催した。

3.1. Knowledge Transfer Session の概要

本事業で実施した ACE Data Systems 社員および YCDC 職員への Knowledge Transfer Session の概要を下記に示す。

[ACE Data Systems 社向け]

日程：2014年12月17日（水）～18日（木）

場所：ACE Data Systems 社 オフィス

対象者：ACE Data Systems 社員 10名

[YCDC 向け]

日程：2014年12月19日（金）

場所：ACE Data Systems 社 オフィス

対象者：YCDC 職員 2名

3.2. Knowledge Transfer Session の内容

本事業では、ACE Data Systems 社員および YCDC 職員に対して、ITS システム（交通流シミュレーション、プローブ処理システム、画像トラフィックカウンター）の用途やアーキテクチャを説明した。更に、ACE Data Systems 社員に対しては、実機を用いた構築方法および操作方法の教育を実施した。教育活動実施の様子を図 3-1 に示す。



用途・アーキテクチャの説明



構築・操作方法の実践

図 3-1 Knowledge Transfer Session の様子

Knowledge Transfer Session の中で、ACE Data Systems 社員からは「プローブ情報処理システムによる交通情報生成を全自動化する際の処理構成」や「日本製のプローブ情報処理システムの技術的特徴」など、技術観点での質疑が多く、メカニズムや方式への興味の高さを示した。また、YCDC 職員からは、「交通流シミュレーション上での道路改善効果を定量的に出力する機能」や「プローブ情報処理システムがヤンゴン市の交通管理業務においても有用であること」など、実運用を念頭に置いた議論が活発に行われ、導入への興味の高さが窺えた。

3.3. 成果

本教育を通して、ACE Data Systems 社員および YCDC は交通流シミュレーション、プローブ情報処理システム、画像トラフィックカウンターの機能およびアーキテクチャ、用途、運用などの日本製の ITS 技術に関する知識を習得した。また、ACE Data Systems 社員は、各ソリューションの操作方法や構築手順などを教育することにより、構築・運用・保守を現地において対応するための基礎的なノウハウを習得した。

4. 本邦受入活動内容

本邦受入活動では、道路交通分野の業務に従事しているミャンマーの政府関係者が訪日し、日本の道路交通関係の施設を視察した。

4.1. 本邦受入活動の目的

本邦の交通関係の施設を視察することで、渋滞緩和のための交通管制システムや ITS 技術、それらの運用実態などに関する理解を深め、ミャンマーにおける交通管制システム等の ITS 技術を用いたシステム導入の検討を促進することを目的とする。

4.2. 本邦受入活動の概要

本事業で実施した本邦受入活動として、現地政府関係者が日本において活動した内容を下記に示す。

4.2.1. 本邦受入スケジュール

本邦受入活動の視察スケジュールを表 4-2 に示す。

表 4-1 本邦受入スケジュール

#	日付	活動内容
1	2015年2月23日	✓ ミャンマーのヤンゴン空港から日本の成田空港へ向け移動
2	2015年2月24日	✓ 日本の成田空港へ到着 ✓ JICA本部を訪問し、JICAおよび日立と打合せを実施
3	2015年2月25日	✓ 警視庁の交通管制センターの視察 ✓ VICSセンターの視察
4	2015年2月26日	✓ 日立コラボレーションスクエアにて日立のITS技術の説明を実施 ✓ 本邦受入メンバと日立でヤンゴン市の交通課題と対策についてディスカッションを実施
5	2015年2月27日	✓ 日本の成田空港からミャンマーのヤンゴン空港へ向け移動。

4.2.2. 本邦受入メンバ

本邦受入活動に参加した現地政府関係者の氏名と所属、役職を表 4-2 に示す。

表 4-2 本邦受入メンバ

#	氏名	所属	役職
1	U Hla Aung	Yangon region central supervisory committee for motor vehicles	Chairman
2	U Soe Min	Yangon Transport Planning Department	Director
3	Than Myint	Traffic Police Force	Police Major
4	U Thaug Tin Htwe	Eastern District General Administrative Department	District Administrative Officer
5	U Nyan Thar	Yangon City Development Committee	Assistant Head of Department

4.2.3. 本邦受入先施設・視察内容

本事業で視察した施設と視察内容、または活動内容を下記に示す。

(1) JICA 本部

[活動内容]

- ① 本実証事業、及び本邦受入活動の概要と趣旨を説明
- ② 本邦受入活動に関する日程、及び視察先を説明
- ③ ODA の概要、JICA がミャンマーで取り組んでいる活動内容を説明
- ④ JICA が取り組んでいる交通分野の国際協力に関して、YUTRA(ヤンゴン都市圏マスタープラン)、及び他国の事例を説明

(2) 交通管制センタ

[施設の役割]

交通管制センタは警視庁が管轄している施設であり、安全・快適かつ環境にやさしい交通社会を実現するため、道路交通に関する情報の収集、分析及びその分析結果を提供している施設である。また、管轄地域内の信号機を交通量の変化に合わせて信号の制御を行うことで交通渋滞の解消及び安全の確保する役割を担っている。

[視察内容]

- ① 交通管制センタの施設概要についてデモ動画を使用して紹介
- ② 路側感知器(実物)及び展示パネルを用いて、適用技術・機能の説明
- ③ 実際に行っている管理業務オペレーションの視察
- ④ 管制センタの管制員による管理業務オペレーションの説明、及び質疑応答

(3) 交通情報通信システムセンタ(以下、VICS センタ)

[施設の役割]

VICS(Vehicle Information and Communication System)とは、渋滞や交通規制などの道路交通情報をリアルタイムに送信し、カーナビゲーションなどの車載機に文字・図形で表示する情報通信システムである。この VICS センタは一般財団法人 道路交通情報通信システムセンタが運営している。同施設では、VICS を使用してドライバーのニーズに則した情報を提供するサービスを行っている。

[視察内容]

- ① VICS の歴史、及び VICS の仕組みについての紹介
- ② VICS センターについての設立経緯や、運営方法についての紹介

(4) 日立コラボレーションスクエア

[施設役割]

日立コラボレーションスクエアは、日立の社会インフラ事業の高度かつ先進的な取り組みや技術を紹介するためのショールーム施設である。また、顧客・パートナー企業のニーズに合わせた個別のプレゼンテーションを行うことで、顧客・パートナー企業が抱える課題を理解し、日立の提供可能な技術を活用したソリューションを提案するための環境を提供する役割を担っている。

[活動内容]

- ① 本事業実施社の説明
- ② 本実証事業で実施した交通流シミュレータとプローブ情報処理システム、画像トラフィックカウンターの3つの ITS ソリューションの機能と実証の成果をご説明
- ③ 本事業実施社が提供している各種 ITS ソリューションについて、機能と活用事例を紹介
- ④ 本邦受入メンバと本事業実施社でヤンゴンにおける交通課題とその対策についてディスカッションを実施

4.2.4. 本邦受入メンバの反応

本活動の中で訪問した交通管制センタ、VICS センタ、日立コラボレーションスクエアでの研修を通して、日本製の ITS 技術への高い関心が伺えた。例えば、複数の交差点に設置された信号間で連携を図る信号の群制御技術や、車両感知器や画像トラフィックカウンターによる交通量の自動計測技術に興味を示すなど、交通情報の収集および交通管制の自動化を検討している様子であった。

また、日立コラボレーションスクエアにおけるヤンゴン市の交通課題に関するディスカッションでは、ヤンゴン市の道路管理者は渋滞問題の重要性は認識しているものの、その改善のために有効な手段の選定に苦慮していることが伺えた。そのことから、ヤンゴン市の渋滞解消のためには、ITS 技術を導入するのみに留まることなく、道路・交通改善計画のコンサルティングまたは計画業務を支援する交通流シミュレーションの提案も有効であると考えられる。

5. 総括

本事業では、ミャンマー国ヤンゴン市における交通流シミュレーションを始めとする ITS ソリューションの普及を目的として、有効性の実証および技術理解促進のための教育を実施した。その成果として、交通流シミュレーションがヤンゴン市にて建設された新橋梁による交通流の変化の傾向を予測できることを示すなど、ヤンゴン市の道路・交通環境においても日本製の ITS ソリューションが有効に働くことを実証した。このことから、日本製の ITS ソリューションの導入により、より効果の高い道路改善計画を評価・選択できる等の効果が期待できると言える。また、実機の操作等を交えた教育活動を通して、現地パートナー企業および政府関係者に対して日本製の ITS ソリューションの有効性について、理解を促進することができた。また、本邦受入活動を実施し、道路交通分野の業務に従事しているミャンマーの政府関係者が訪日し、日本の道路交通関係の施設を視察したことにより、ITS 技術やそれらの運用方法の理解を促進出来た。

交通渋滞の解消のためには、抜本的な道路環境の改善を実現する道路計画と刻々と発生する交通課題を解決する交通管制の、双方を継続的に実施していくことが必要不可欠である。一方、これまでのヤンゴン市においては、定量的な事前評価に基づいた道路計画も、リアルタイムな交通情報収集に基づいた交通管制も実施されておらず、深刻な交通渋滞に対して効果的な手立てを打つことができていなかった。そのため、図 5-1 に示すような道路計画と交通管制の双方を効率化するシステムの導入がヤンゴン市に求められていると考えられる。



図 5-1 ヤンゴン市に求められるシステム像

図 5-1 に示すように、プローブ情報処理システムや画像トラフィックカウンターなどを活用し、定量的な交通情報を収集する。その交通情報は道路計画および交通管制の双方の業務に活用される。それにより、交通インフラの建設のように抜本的な道路改善や、交通情報提供のように逐次的に発生する交通課題の解決を効率的に実施できるようになる。また、上述したシステムに加えて、本事業を通して確認することができたヤンゴン市のニーズを下記に示す。

- 現地政府が、信号機の設置をヤンゴン市にて拡充する計画を立てていることが、本事業を通して判明した。ただし、現状で検討されている信号機は単純な制御のみを実施される予定である。そのため、複数交差点信号に渡る群制御や、走行車両の有無に応じた動的な制御、またそれらを事前評価できる交通流シミュレーションなどが、現地政府のニーズとして存在すると考えられる。
- 本事業の現地政府への中間報告および Knowledge Transfer Session の中で、現地政府が交通流シミュレーションに大きな興味を持っていることが判明した。ただし同時に、現地政府職員の交通管理に関する知識は低いことも把握できた。そのため、交通流シミュレーション等の ITS ソリューションを導入する際には、システムのみならず、交通改善コンサルティングのようなサービスも一緒に展開することが有効である可能性を確認した。
- 現地政府が、リアルタイムおよび統計的に交通情報を生成できるプローブ情報処理システムに興味を示していることを本事業で確認できた。すなわち、現地政府が交通情報を可視化することの有用性を認識していることから、分析ツール等の更に付加価値の高い発展的な交通情報可視化ソリューションへのニーズも高いことが推察される。

図 5-1 のシステム像を含めて、これらの実現へは大きく 2 点の課題があり、日本製の ITS ソリューションの普及を更に促進するために解決する必要がある。1 つ目はインフラの整備など、ITS ソリューションの導入フェーズに係る課題である。本事業で実証したプローブ情報処理システムにおいても、リアルタイムに十分な交通情報を生成するためには、大量のプローブデータを収集する必要がある。他国のケースでは、自家用車やタクシーに GPS 付きの車載器の搭載を義務付けており、ミャンマーにおいても同様もしくは代替となる手段を講じなければならない。2 つ目は運用フェーズに係る課題である。渋滞解消のためには、ITS ソリューションを導入するのみではなく、継続的に運用を続ける必要がある。そのためには、現地の道路管理者が効果的に ITS ソリューションを活用するための交通ノウハウの伝授やコンサルティングも必要となり、また現地にてシステムを保守・運用するエンジニアも確保しなければならない。これらの課題の解決が必要であるが、ヤンゴン市の交通課題の改善への貢献に対して、日本製の ITS ソリューションの普及促進は効果が高いと考える。

本実証事業を通じて実証した 3 つの ITS ソリューションに関して、YCDC 及び MOT が評価し興味を持ったことから、今後本事業実施企業は、引き続き YCDC 及び MOT に対して提案を行っていく。これらの ITS ソリューションは、ヤンゴン市の渋滞改善に寄与することを目的とし、交通管制や道路計画業務に適用することを想定している。また、その提案活動は、今回交通情報の収集やソリューションの構築や操作方法の教育を実施した ACE Data Systems 社と共同で実施することにより、円滑な普及促進を図る。

6. 実証技術のヤンゴン市における活用案

本実証事業を通じて、ヤンゴン市の交通課題の改善に日本製の ITS ソリューションが有効的であることを実証した。また、5. 総括にて記載した通り、本事業で実証した ITS 技術の中で、交通流シミュレーションとプローブ情報処理システムに関して、現地政府のニーズが高いことが分かった。以下では、これらの技術をヤンゴン市において活用することに関して考察する。

(1) 交通流シミュレーション

本事業を実施する中で、現地政府が交通流シミュレーションに大きな興味を持っていることが判明した。具体的には、以下のような現地政府の発言があった。

- ・ヤンゴン市内のある3車線の道路に関して、車線の方向（左折、直進、右折等）を変更することを考えている。交通流シミュレーションを活用して、変更前にその効果を定量的に確認した上で実施したい。（YCDC 職員、Knowledge Transfer Session にて）
- ・ヤンゴン市内では、2つのフライオーバーに挟まれたラウンドアバウトがあり、その箇所が非常に渋滞している。信号設置等の方法により渋滞を緩和したい。その効果を工事前に把握したい。（MOT 職員、2015年2月のヤンゴン市での打合せにて）

上記の発言の通り、ヤンゴン市においては交通渋滞の緩和は喫緊の課題であり、道路改善等に現地政府も力を入れているが、その改善効果は事前に定量的に検討されていないと考えられる。このため、交通流シミュレーションの活用により、事前に改善効果を定量的に確認し、最善の計画を実行できるようになることの効果及び現地政府のニーズは高いと言える。

しかしながら、交通流シミュレーションを使用して改善効果を評価するためには、道路改善案の立案、現状の道路構造・交通情報の収集、交通流シミュレータソフトの使用、シミュレーション結果の分析、と言った道路交通計画の知識・経験を要する作業が必要となる。このため、現地政府が交通流シミュレーションを活用した道路計画を実施するためには、道路交通計画の知識・経験を有する日本のコンサルタント等の専門家派遣が有効であると考えられる。この専門家派遣に関しては、ODA（技術協力）の活用が考えられる。

(2) プローブ情報処理システム

本実証の中で、現地政府が図 6-1 に示すリアルタイム及び統計的に交通情報を生成し、交通管制や道路改善計画に活用出来るプローブ情報処理システムに興味を示していることが確認出来た。ヤンゴン市における渋滞対策として、プローブ情報処理システムは以下の活用が想定される。

①道路改善計画

プローブ情報処理システムが生成した交通情報を蓄積したデータを用いて、道路網全体の道路区間別の渋滞状況を把握し、ボトルネックとなっている位置や渋滞規模を把握し、対策すべき箇所の選定や優先順位付け等を行う。交通情報を生成する機能に加えて、蓄積されたデータの分析ツール等、更に付加価値の高い発展的な機能の提供も必要と考えられる。

②交通管制

プローブ処理システムが生成するリアルタイムな交通情報から、交通状況を可視化する。これにより突発的な渋滞の発生などから事故等の発生を推定することで、その確認・対策を迅速に行うことができ、道路網の円滑な交通の維持に貢献する。



図 6-1 プローブ情報処理システムの概要

上記のプローブ処理システムを運用していくためには、継続的にプローブデータを収集する必要がある。他国のケースでは、自家用車やタクシー等に設置されたGPS付きの車載器のデータを活用しているが、ミャンマーではGPS付きの車載機の普及が進んでいないため、プローブデータ収集は本システム実現の課題である。上記②交通管制では、リアルタイムな交通情報生成を行うため、より大量のプローブデータ収集が必要である。このため、導入の第1段階としては①道路改善計画に向けたシステム導入を目指すことが実現可能性が高く妥当と考えられる。本システムの導入に当たり、ODA（無償資金協力）の活用が考えられる。