

平成 25 年度  
アジアの低炭素社会実現のための  
JCM 大規模案件形成可能性調査事業

ASEAN 大都市の交通公害対策ための  
日本規格のデジタコ普及と地域統一規格化  
の可能性調査～インドネシア・タイを対象に

報 告 書

平成 26 年 3 月

株 式 会 社 デ ン ソ ー

# Summary

## 1. 対象国・対象都市の諸制度・事業環境

### 1-1. インドネシア

インドネシアの首都ジャカルタでは、地下鉄・モノレール等の大量公共輸送機関が未整備なため、慢性的な交通渋滞が発生し、人の移動、物流に支障をきたしている。交通事故、窒素酸化物（NOX）や粒子状物質（pm）の排ガス、CO<sub>2</sub>の排出の対策は、同国の持続可能な発展の観点から重要な課題となっている。

上記の道路・交通政策を所管する政府組織は、運輸省(MOT)であり、各局への提案を研究開発庁が担い、陸運総局(DLT)が法律草案作成と政策の実行・監督監理を行う。関連する諸制度・政策において、交通安全については2004年から世界保健機関(WHO)の交通事故削減の取組を受け、道路交通に関わる規制を強化している。温暖化政策については、インドネシア政府は2009年にCO<sub>2</sub>削減目標を26%とすることを発表している。運輸部門におけるCO<sub>2</sub>削減策としても交通渋滞緩和、エコドライブは有効な対策としてアピールの余地がある。

本事業では、政府（具体的にはMOT）との連携を深め、民間の技術・ノウハウを活用することにより、交通渋滞、交通安全、運輸部門のCO<sub>2</sub>排出、これらの諸問題への対策に貢献することを目指している。

### 1-2. タイ

タイの首都バンコクでは、急速に自動車の台数が増加しており、自動車による大気汚染と交通渋滞の緩和するために、地下鉄や高架鉄道(BTS)などの代替輸送網の整備が進められている。しかし、自動車の増加と人口の都市への流入・集中は続いており、依然として渋滞、交通事故、大気汚染の問題を抱えている。

上記の交通問題の対策、交通政策を所管する政府組織は、運輸省(MOT)であり、MOT省内において政策草案の提出するのは運輸交通政策計画局(DLT)、陸上運送に係る法規を執行するのは陸運局である。

関連する諸制度・政策としては、バス・トラックなどの貨物車量の安全性強化を目的として、「GPSトラッキングシステムの装着」の義務づけが2013年から段階的に開始された。

本事業では、前述のインドネシア政府のアプローチと同様に、MOTの副事務次官に直接アプローチを試み、国有バス等での実証実験の実施などスマートタコグラフの導入可能性の検討に向けてタイ政府への働きかけを開始した。

## 2. 調査対象事業

### 2-1. 事業の背景とねらい

対象 2 カ国の経済成長に伴いトラック・バスが急増し、交通問題が深刻なものとなり、この課題への対策が取り組まれている。官民連携による、日本の技術の地域統一規格化と日本の制度・交通政策をワンパッケージ化、日本のスマートタコグラフの対象国への輸出・導入促進は意義があると考えられる。

ジャカルタ(インドネシア)、バンコク(タイ)の2都市で、運送会社・バス会社を対象としたパイロット実験を実施するとともに、日本の法制度や技術の相手国への導入可能性、主要なコンタクトパーソン、キャパシティ開発等についての相手国ニーズの以上を把握する。ASEAN 諸国に通用する地域統一規格化と各国の交通政策との融合とをワンパッケージ化したアプローチ、産官学連携の体制、事業スキームの検討・立案を目指す。

## 2-2. スマートタコグラフの技術特性、取り巻く制度

### 1) スマートタコグラフの技術特性

スマートタコグラフの機能としては、デジタコ要件の他、業務効率化、安全・省燃費、および、輸送品質向上のために、様々なニーズに対応した機能を有する。

特に運転改善活動のアドバイスを車載器の音声・モニターが行い、運行データ分析結果を運行管理者がドライバーに指導・アドバイスに使用できるなど、適宜・適時にできる点に特徴がある。



### 2) スマートタコグラフを取り巻く制度(日本と世界の動向)

欧州では、運転時間を記録するために、最大積載量 3.5t 以上のトラックにタコグラフ装着が義務付けられている。アジアでは、香港とシンガポールで公営バスに導入され、4.5-7%の燃費削減効果があった。オーストラリア等では装着義務付け対象を GPS トラッキングからタコグラフに変更する動きも見られる。

## 3. 調査方法

### 3-1. 調査課題と実施内容

東南アジアでは日本と異なり交通インフラが発展途上であり、慢性的な渋滞の発生、交通事故の多発など、特有の交通事情がある。さらに、トラック・バス等の輸送事業においては、タコグラフによる安全運転管理、運行管理者によるドライバーの安全運転教育が遅れている。このような環境下で、スマートタコグラフが東南アジアの輸送事業者を受け入れられ、かつ、安全・省燃費に効果があるか、また、それによりどの程度の CO2 削減効果があるか、事業化可能性を検討する。

- スマートタコグラフの受容性に関する調査
- トラック・バスを対象としたパイロット実験
- 燃費削減、CO2 排出量削減効果の評価
- ワークショップ方式のディスカッション
- MRV 方法・モニタリング体制の検討

● 大規模展開・事業化の検討

3-2. 実施体制

インドネシア、タイにおいて、パイロット実験を行い、かつ産官学のディスカッションを深めるためのワークショップを設置し、デンソー本社（日本）と同社の現地法人（デンソーインドネシア、デンソータイランド）と連携して実施した。

	インドネシア	タイ
実施主体	デンソー本社、デンソーインドネシア	デンソー本社、デンソータイ
パイロット実験参加者	BlueBird 社、DAMRI 社、HARIJAYA 社	V-SERVE 社、Padoongrich 社
Workshop参加者（オブザーバー*）	MOT(陸上交通局、研究開発局)、バンドン工業大学、ITS インドネシア、BlueBird 社、DAMRI 社、HARIJAYA 社 JICA インドネシア*、日本大使館*	MOT、NECTEC、ITS タイ、チュラロンコン大学、V-SERVE 社、Padoongrich 社、BMTA(公営バス)、Intercitybus 社(公営バス)、日本大使館*
調査支援(外注)	フライスウォーターハウスカーハースサステナビリティ PwCIndonesia	フライスウォーターハウスカーハースサステナビリティ PwCThailand

4. 調査結果

4-1. スマートタコグラフの受容性に関する調査と調査結果

1)トラック・バスの交通安全政策の実態調査とスマートタコグラフのニーズ

各政府が取り組む現行制度・政策、ニーズを把握し、スマートタコグラフが有する運行管理（時間・距離・速度）、安全運転、エコドライブの技術・効果について、当該国への受容性があるかを確認した。

	インドネシア	タイ
交通安全政策	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運転時間・休憩時間の規定(2009)</li> <li>● デジタコ・GPSの装着承認(2012)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 危険品輸送車両に対し、GPSトラッキングシステム装着義務の開始(2013)</li> </ul>
政策ニーズ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 本調査を活用し事故削減とCO2削減の効果を政府が検証中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GPSトラッキングシステムとスマートタコグラフの効果比較に強い関心</li> </ul>

2) インタビュー方式の運行管理実態調査とスマートタコグラフのニーズ

ジャカルタ、バンコクの日系および地元の物流会社、GPSシステム会社にインタビュー調査を行った。GPS、スマートタコグラフを導入状況と運行管理の実態とニーズは次の通りである。

	インドネシア	タイ
運行管理体制*	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運行管理者は配置済</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運行管理者は配置済</li> </ul>
運行管理業務の実態	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 日々の運転指導は手探りで実施、効果的な方法を模索中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 日々の運転指導は手探りで実施、効果的な方法を模索中</li> <li>● 先進企業は指導の重要性を認識</li> </ul>
ニーズ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ドライバーに安全運転をさせる為の具体的な方策を知りたい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 安全運転、運転マナーを向上させる為の日本の「ゲットプラクティス」を学びたい</li> </ul>

\*:日本は法律により運行管理者の設置義務があるが、上記2国では法律による義務化、行政指導も特にない。

4-2. トラック・バスを対象としたパイロット実験と調査結果

1)安全効果の調査結果

### ①危険運転回数

危険運転データに関する調査の結果、調査した 13 台の危険運転回数(100km 走行あたり)が Without Advice 期間と、With Advice 期間で約 20%(全車両平均)削減出来ていることが分かった。

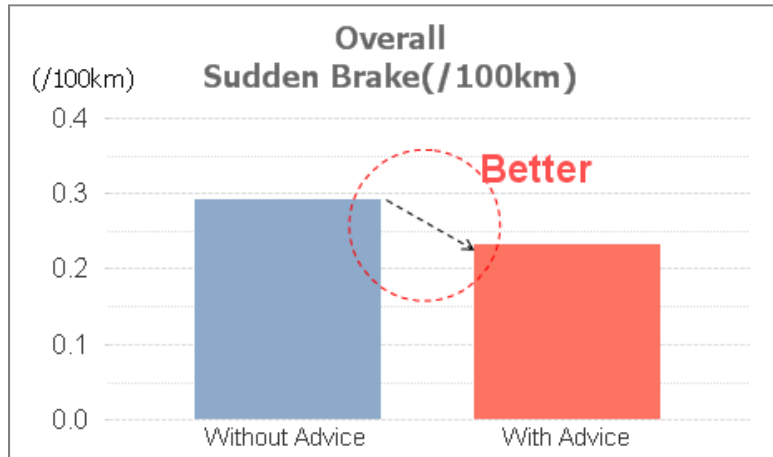


図 危険運転回数(/100km)全車両平均

### ②ニアミスシーン

危険運転時に記録される映像のうち、実際にニアミスに至った映像を詳細分析した。その結果、直線道路での車間距離不足におけるニアミスが多く、急減速警告アドバイスに従った運転を心がけることで、全ニアミス件数の半数以上(32 件中 17 件)が防げる状況であることが分かった。

## 2)省エネ費効果の調査結果

### ①燃費(km/L)

省燃費運転データに関する調査の結果、調査した 13 台の平均燃費(km/L)が Without Advice 期間(アドバイス機能を動作しない状態)と、With Advice 期間(アドバイス機能を動作させた期間)で 4.4%改善出来ている事が分かった。

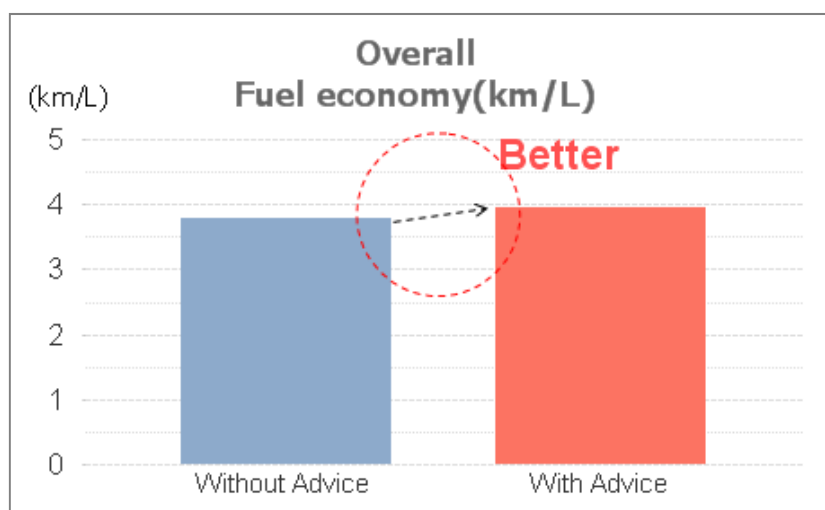


図 燃費(km/L)平均

## ②スマートタコグラフの省燃費特典と燃費の関係

スマートタコグラフの機能である省燃費採点の得点結果と燃費(km/L)の分布を図に示す。ここでは燃費に特に影響の大きい省燃費速度診断と省燃費エンジン回転診断得点を用いた。図からそれぞれの診断得点が向上することで燃費が改善されていることが分かり、スマートタコグラフの省燃費得点が向上するような運転操作をすることで燃費が向上する事が分かった。

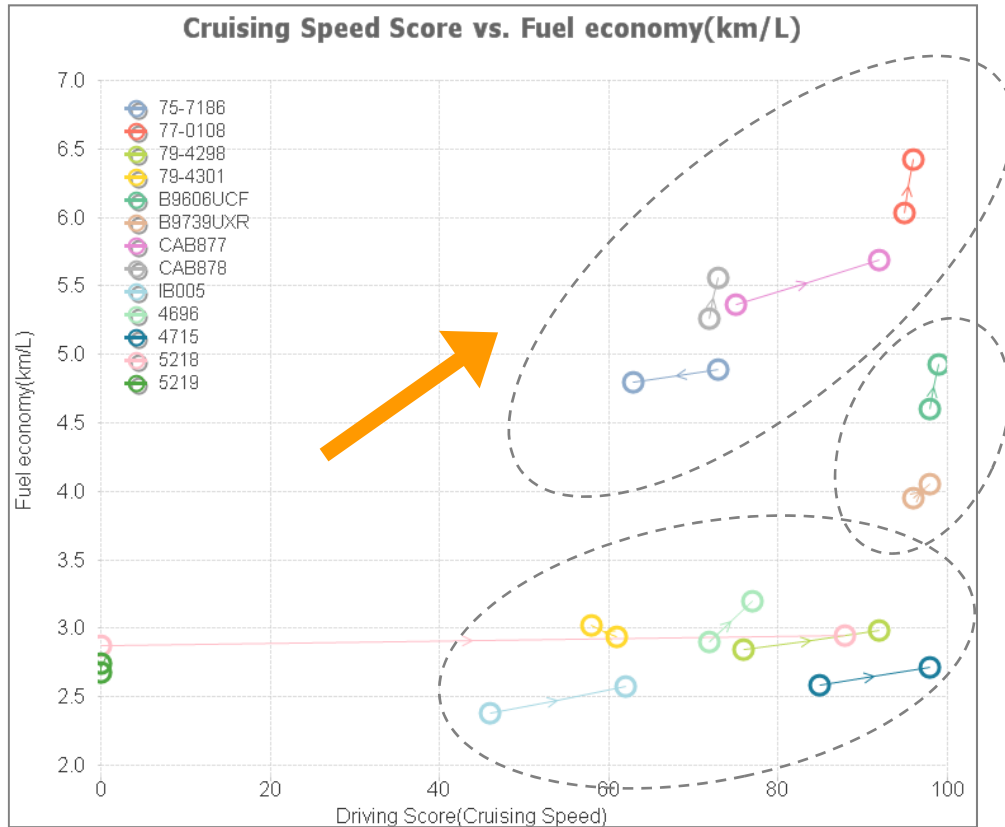


図 省燃費得点(車速)と燃費(km/L)

### 4-3. CO2 排出削減効果とコベネフィット効果

		インドネシア	タイ
CO2 削減効果	FS 調査 (今回)	合計 9 台実施 パイロット実施期間中 20~81 日 年換算 21.4tCO2(推計)	合計 4 台実施 パイロット実験期間 77~99 日 年換算 3.0 tCO2(推計)
	大規模展開時	3 か年で 60,000 台普及した場合 省燃費率 5%、15%のシナリオを仮定 161.3 千~483.8 千tCO2	3 か年で 45,000 台普及した場合 省燃費率 5%、15%のシナリオを仮定 104.8 千~314.4 千 tCO2
コベネフィット効果	FS 調査 (今回)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ドライバーの安全運転、意識改善</li> <li>● 労働環境の改善</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ドライバーの安全運転と意識</li> <li>● 労働環境の改善</li> <li>● 運行管理体制づくり(1社)</li> </ul>
	大規模展開時	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 同上</li> <li>● 運転管理体制づくり</li> <li>● 渋滞による経済損失の低減</li> <li>● 商用車両による交通事故件数の低減</li> </ul>	

#### 4-5. プロジェクト全体費用と費用対効果

本調査では、日本の既存のシステム・センター設備を利用し、技術スタッフが対象国に出向いて取り付け、導入・運用にあたってのアドバイス・指導、データ取得・解析などを行った。実際に大規模展開する際には、現地のシステム設備や専門技術スタッフを調達するため、費用を抑えられることが期待できる。

### 5. 事業化に向けた検討

事業可能性調査を行った結果、次年度以降、順次大規模事業化をそれぞれの国において展開していきたいと考えている。以下が、日本で培ったスマートタコグラフの制度、車載器技術、ソフト支援のノウハウを普及、定着化していく事業化の将来の姿、事業化を具体的に進めていくうえでの課題である。

#### 5-1. インドネシアにおける事業化の姿と展望、大規模事業化の課題

##### 1) 事業化の姿（将来像）

日本基準に準拠したデジタコ運行管理が法制化、義務化され、かつ JCM クレジットの機器として普及している。ユーザーは政府補助の元、リース等スキームにより導入しやすい環境が提供される事で普及が進む。

##### 2) 事業化を進めていくうえでの課題

1. スマートタコグラフの車載基準や運行管理基準の制定、更に義務化等の規制を含む法制化の必要性
2. 地元企業にとっての初期投資額が大きい場合、導入、普及の障壁となる。地元企業が導入しやすいファイナンススキーム（リース方式など）の必要性

#### 5-2. タイにおける事業化の姿と展望、大規模事業化の課題

##### 1) 事業化の姿（将来像）

現行の GPS 法制化仕様にスマートタコグラフの安全運転、CO2 削減機能、運行管理制度を追加し、政府補助を含むリースなど導入しやすいスキームが構築され、普及が進む。

##### 2) 事業化を進めていくうえでの課題

1. スマートタコグラフの車載基準や運行管理基準の制定、更に義務化等の規制を含む法制化の必要性
2. 地元企業にとって、初期投資額が大きい場合、導入、普及の障壁となる。地元企業が導入しやすいファイナンススキーム（リース方式など）の必要性

## 目 次

1. 対象国・対象都市の諸制度・事業環境	4
1-1. 対象国・対象都市の社会・経済状況について	4
1-2. 対象国・対象都市のエネルギー消費・温室効果ガス排出の状況について	5
1-3. 事業に関する環境負荷などの状況について	5
1-4. 事業に関するインフラ・施設等の整備状況について	8
1-5. 事業に関する政府組織とその役割について	9
1-6. 事業に関する諸制度の状況について	10
2. 調査対象事業	12
2-1. 事業の背景とねらい	12
2-2. 適用技術・制度等	13
3. 調査方法	26
3-1. 調査課題	26
3-2. 実施体制	27
3-3. 調査内容	28
3-4. パイロット実験の内容	29
4. 調査結果	37
4-1. スマートタコグラフの受容性に関する調査と調査結果	37
4-2. トラック・バスを対象としたパイロット実験と調査結果	54
4-3. GHG(エネルギー由来 CO2)排出削減効果(FS時／大規模展開時)	73
4-4. GHG 以外のコベネフィット効果	74
4-5. プロジェクト全体費用と費用対効果	75
5. 事業化に向けた検討	76
5-1. 事業化／JCM 化シナリオ	76
5-2. MRV 方法論、モニタリング手法	76
5-3. 事業化体制(タイ・インドネシアを事業化する際の体制図と解説)	78
5-4. 資金計画	80
5-5. 日本製技術を導入促進するためのアイデア	80
5-6. 事業化に向けた課題・要望	82



## 参考資料

参考1:トラック・バスを対象としたパイロット実験の計画とスケジュール

※スマートタコグラフとは、日本規格のデジタルタコグラフ（デンソー製DDD-100）を題材に、現地国に合わせてフィッティング、高度化させた次期型運行管理システム、およびその実験資材である。

本調査は、(株)デンソーが主幹事となり、PT. DENSO SALES INDONESIA、DENSO SALES THAILAND CO.,LTD.、DENSO INTERNATIONAL ASIA CO., LTD.、プライスウォーターハウスクーパース サステナビリティ(株)、PwCIndonesia、PwCThailand の協力のもと、インドネシアおよびタイの各種調査、パイロット実験、ワークショップを実施した。

# 1. 対象国・対象都市の諸制度・事業環境

## 1-1. 対象国・対象都市の社会・経済状況について

### 1) インドネシア

インドネシア共和国(Republic of Indonesia)は、東南アジア東部に位置する。面積は、189万平方キロメートルで日本の5倍、人口は約2.38億人(2010年)に達する。

政治体制は任期5年の大統領制で、現在政権は、ユドヨノ大統領政権で2期続いており、2014年に大統領選挙が予定されている。競争力のある経済発展、天然資源の活用、人的資源の向上が、政府の最優先課題である。

産業の内訳は、製造業24%、農林水産業15%、商業・ホテル・飲食業14%、鉱業12%である。製造業は、二輪車などの輸送機器産業もあるが、パーム油、ゴムなど、LNG、石炭、ニッケル、錫、石油などの資源産業が牽引している。

経済情勢は、アジア通貨危機(1997年)後、経済構造改革を行い、社会情勢・金融の安定化、個人消費の拡大を背景に、2006年以降はリーマンショックの影響を受けた2009年を除いて5%以上の高い成長率を維持している。一人あたりのGDPは、2006年からの6年で2012年には3,563米ドルと2倍以上に成長しているが、1日2ドル未滿で暮らす貧困層が国民の半数を占め、格差問題を抱えている。

面積	189万平方キロメートル
人口(2010)	2.38億人
首都	ジャカルタ
言語	インドネシア語
宗教	イスラム教 88.1%、キリスト教 9.3%、ヒンズー教 1.8%、仏教 0.6%、儒教 0.1%、その他 0.1%
通貨	ルピア 1ドル=11,365ルピア(2013年10月18日)
GDP(名目)	8,794億米ドル
一人当たりGDP(名目)	3,562米ドル
実質経済成長率	6.2%

出所：外務省、JETRO、\*：特に断りのない場合は、2012年の数値を使用。

### 2) タイ

タイ王国(Kingdom of Thailand)は、インドシナ半島からマレー半島にかけての地域に位置する。面積は51万平方キロメートルで日本の1.4倍、人口は0.59億人で日本の半分弱である。

政治体制は、立憲君主制で、現在の首相は2011年8月に就任したインラック首相である。2013年より反政府デモが続いている。

産業の内訳は、製造業が GDP の 34%、農業が GDP の 12%を占める。経済情勢は、2011 年に洪水により低迷したが、2012 年には回復し、洪水からの立ち直りなどにより 6.4%の経済成長を記録した。一人あたりの GDP は 2012 年に 5,382 米ドルになっている。

面積	51 万平方キロメートル
人口(2010)	0.59 億人
首都	バンコク
言語	タイ語
宗教	仏教 94%、イスラム教 5%
通貨	バーツ 1ドル=31.08 バーツ(2012 年平均)
GDP(名目)	3,650 億米ドル
一人当たり GDP(名目)	5,382 米ドル
実質経済成長率	6.5%
物価上昇率	3.0%

出所：外務省、JETRO、\*：特に断りのない場合は、2012 年の数値を使用。

## 1-2. 対象国・対象都市のエネルギー消費・温室効果ガス排出の状況について

### 1) インドネシア

インドネシアの首都ジャカルタでは、地下鉄・モノレール等の大量公共交通機関が未整備なため、慢性的な交通渋滞が発生し、人の移動、物流に支障をきたしている。交通事故、窒素酸化物（NOX）や粒子状物質（pm）の排ガス、CO<sub>2</sub> の排出の対策は、同国の持続可能な発展の観点から重要な課題となっている。

### 2) タイ

タイの首都バンコクでは、急速に自動車の台数が増加しており、自動車による大気汚染と交通渋滞の緩和するために、地下鉄や高架鉄道（BTS）などの代替輸送網の整備が進められている。しかし、自動車の増加と人口の都市への流入・集中は続いており、依然として渋滞、交通事故、大気汚染の問題を抱えている。

## 1-3. 事業に関する環境負荷などの状況について

### 1) インドネシア

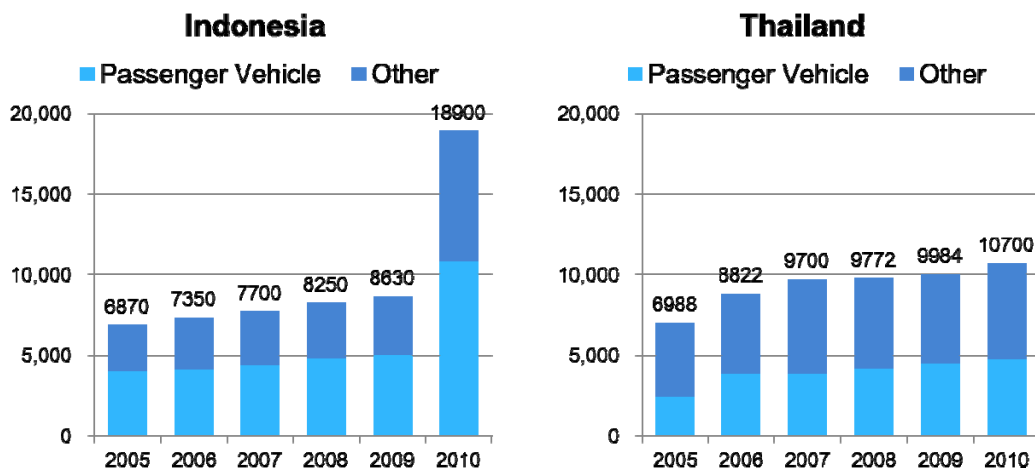
バス・トラックを含む自動車の増加が急速に進んでいる。日本自動車工業会「世界自動車統計年報」及び国土交通省の調査では、2010 年の自動車保有台数は、1,890 万台に到達した。

交通事故は深刻な課題であり、インドネシア警察の運輸統計によると、2008 年には 59,164 件であった交通事故件数が、2012 年には 117,949 件まで、2 倍近

くにまで増加している。世界保健機関（WHO）の調査結果によると、人口 1000 人当たりの交通事故死者数は 17.7 人（2010 年）である。

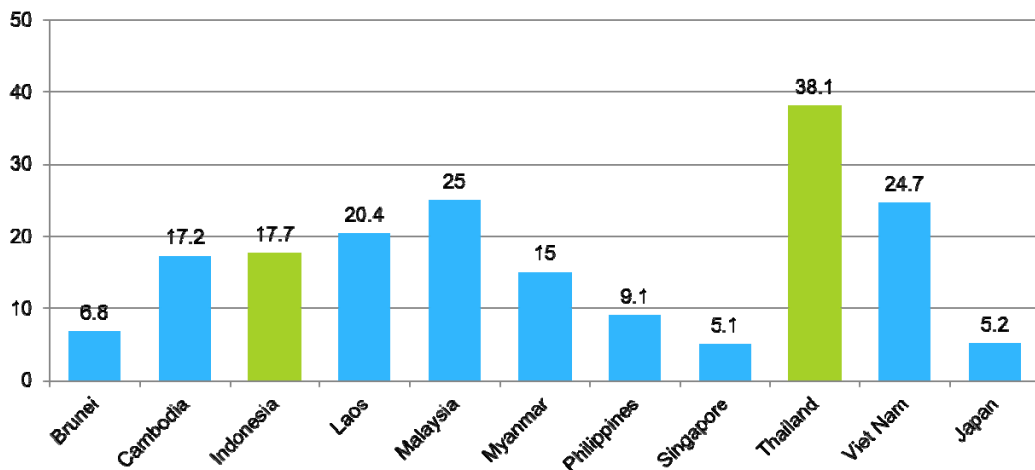
エネルギー消費に関しては、自動車利用の増加に伴い、運輸部門のエネルギー需要量は増加の一途を辿っており、1980 年の 595 万トンから 2010 年に 3,589 万トンにまで増加している

表 1-3-1 地域・国別自動車保有台数



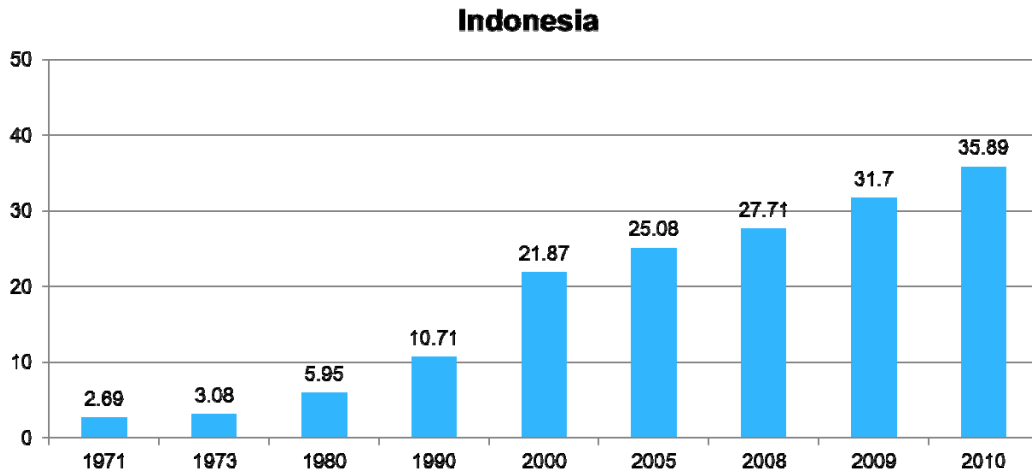
出所：日本自動車工業会、国土交通省

表 1-3-2 人口 1000 人当たりの交通事故死者数(2010)



出所：WHO

表 1-3-3 運輸部門エネルギー消費量(石油換算)推移



出所: OECD/IEA Energy Balances of Non-OECD Countries 2012

## 2) タイ

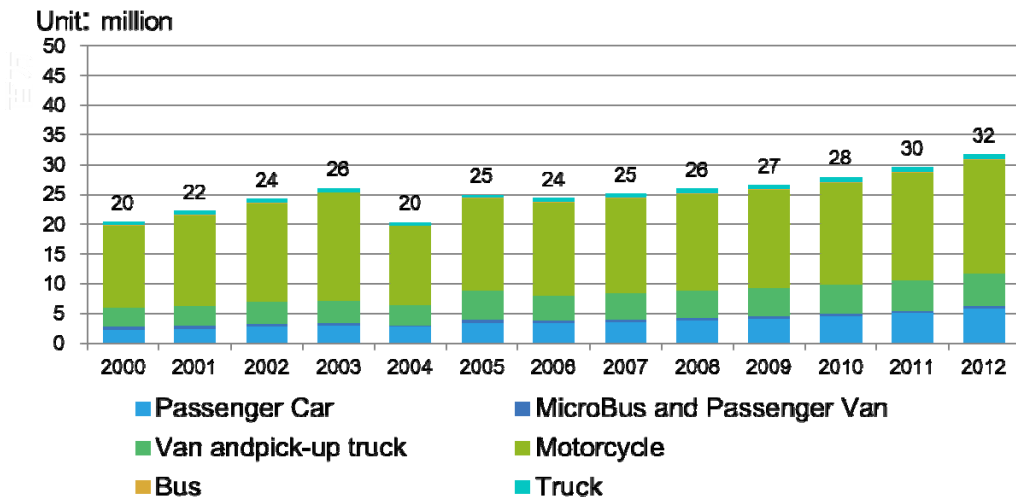
急速にモータリゼーションが進み、日本自動車工業会「世界自動車統計年報」及び国土交通省の調査では、2010年の自動車保有台数は、1,070万台に到達した。タイ運輸省の統計データでも、2012年にはトラックの登録台数が89万台を突破した。

交通事故は、深刻な課題で、WHOの調査結果によると、人口1000人当たりの交通事故死亡者数は38.1人で世界ワースト3位(2010年)である。

2013年10月にタイ運輸省との面談を行った際には、安全対策を重点的に対処すべき課題だと認識しているという発言があった。

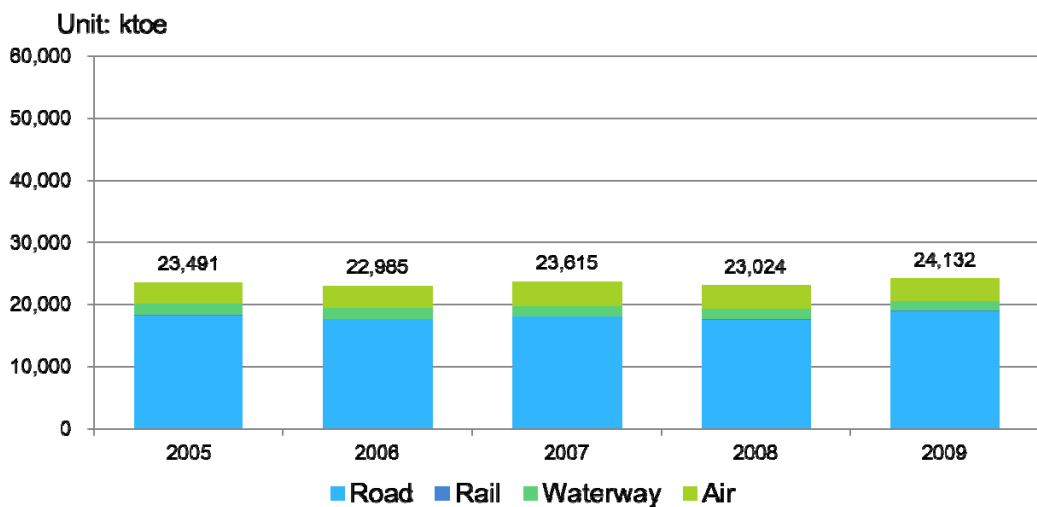
また、タイ運輸省は、2009年の運輸統計(Transport Statistics)にて、運輸分野のエネルギー消費面で、陸上輸送が約90%を占めていることを報告している。

表 1-3-4 累計自動車登録台数



出所：タイ運輸省

表 1-3-5 運輸分野における輸送モード別エネルギー消費量



出所：タイ運輸省

#### 1-4. 事業に関するインフラ・施設等の整備状況について

##### 1) インドネシア

首都圏への一極集中による需要の急増が、交通渋滞や交通事故の増加などを引き起こし、深刻な課題となっている。インドネシアの道路総延長は 2009 年現在、47.2 万 km であり、2014 年、インドネシアの高速道路総延長は 1,710km となる予定である。インドネシア政府が株式の 7 割を保有する「Jasa Marga」は国内有料道路建設・運営の最大手である。近年は道路建設において BOT (Built Own Transfer) 方式による民間企業の参入も見受けられる。また、道路の近代化傾向

も随所に垣間見ることができる。これまで有料高速道路における料金徴収方法は、GTO（Touch and Go方式）を自動料金徴収システムとして普及させてきたが、今後は既存のGTOに加え、日本のETCと類似のシステムであるE-TOLL PASSシステムを普及させていく方針である。

## 2) タイ

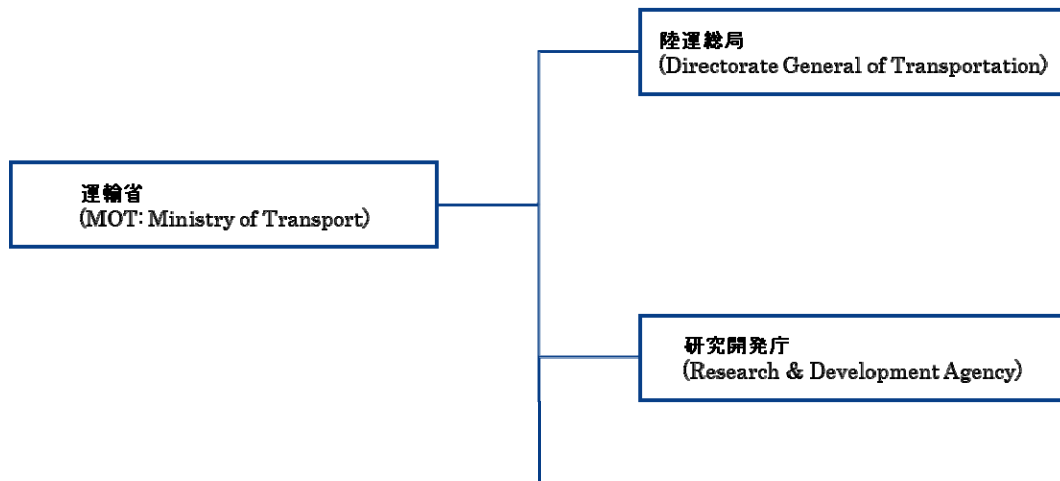
タイ国内の自動車専用道路の全長は6.7万kmである。タイにおける道路の維持管理は、国内物流の多くを自動車が担っているという側面から非常に重要である。政府は道路維持・安全対策費用として毎年多くの予算を投入している。2011年度の予算において、全国道路維持管理費用として136億バーツ、全国高速道路安全管理費用として33億バーツがそれぞれ計上されている。道路インフラの近代化も活発化の兆しが見られる。有料道路における料金徴収方法は現金払いが主流であるものの、渋滞緩和目的のため電子マネーを用いた手法も近年導入されてきた。中でもEasy Passと呼ばれるシステムはプリペイドカードを料金所の機器にタッチをすることで料金徴収を簡素化するシステムである

### 1-5. 事業に関する政府組織とその役割について

#### 1) インドネシア

道路・交通政策を所管する政府組織は、運輸省(MOT)であり、各局への提案を研究開発庁が担い、陸運総局が法律草案作成と政策の実行・監督監理を行う。

図 1-4-1 運輸省組織図

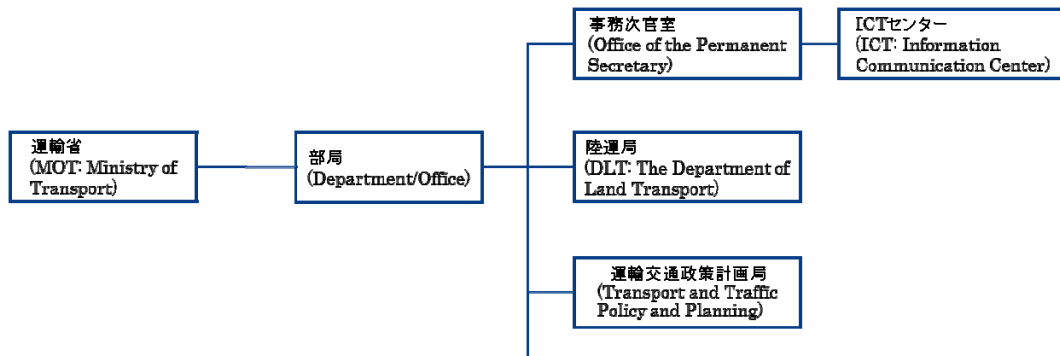


出所：インドネシア運輸省の情報をもとに編集

## 2) タイ

交通問題の対策、交通政策を所管する政府組織は、運輸省(MOT)であり、省内において政策草案の提出するのは運輸交通政策計画局 (Transport and Traffic Policy and Planning)、陸上運送に係る法規を執行するのは陸運局である。

図 1-4-2 運輸省組織図



出所：タイ運輸省の情報をもとに編集

## 1-6. 事業に関する諸制度の状況について

### 1) インドネシア

関連する諸制度・政策において、交通安全については 2004 年から WHO の交通事故削減の取組を受け、道路交通に関わる規制を強化している。温暖化政策については、インドネシア政府は 2009 年に CO2 削減目標を 26% とすることを発表している。運輸部門における CO2 削減策としても交通渋滞緩和、エコドライブは有効な対策としてアピールの余地がある。また、2013 年 10 月に ITS 世界会議でインドネシア運輸省研究調査局のエリー局長（当時次長）が、公用車に対しデジタルタコグラフ（以降 略称デジタコ）搭載の義務つけ規制を検討したい、安全（事故削減）と環境（CO2 削減）に向け、日本規格のデジタコを使った本事業の FS を活用しながら効果検証を行い、法規策定を検討していることを発表した。

本事業では、政府、具体的には運輸省との連携を深め、民間の技術・ノウハウを活用することにより、交通渋滞、交通安全、運輸部門の CO2 排出、これらの諸問題への対策に貢献することを目指している。



ITS 世界会議での発表風景



## 2) タイ

関連する諸制度・政策としては、危険物また、国有バス会社では GPS トラッキングシステム導入実験がタイ国立電子コンピューター技術研究センター（NECTEC: National Electronics and Computer Technology Center）と協力して進行中である。

本事業では、前述のインドネシア政府のアプローチと同様に、運輸省の副事務次官に直接アプローチを試み、国有バス等での実証実験の実施などスマートタコグラフの導入可能性の検討に向けてタイ政府への働きかけを開始した。



タイ運輸省との会議風景

## 2. 調査対象事業

### 2-1. 事業の背景とねらい

対象 2 カ国の経済成長に伴いトラック・バスが急増し、交通問題が深刻なものとなり、この課題への対策が取り組まれている。官民連携による、日本の技術の地域統一規格化と日本の制度・交通政策をワンパッケージ化、日本のスマートタコグラフの対象国への輸出・導入促進は意義があると考えられる。

ジャカルタ・ソロ（インドネシア）、バンコク（タイ）の 3 都市で、運送会社・バス会社を対象としたパイロット実験を実施するとともに、日本の法制度や技術の相手国への導入可能性、主要なコンタクトパーソン、キャパシティデベロップメント等についての相手国ニーズを把握する。ASEAN 諸国に通用する地域統一規格化と各国の交通政策との融合とをワンパッケージ化したアプローチ、産官学連携の体制、事業スキームの検討・立案を目指す。

#### **調査目的 1**

2 カ国・都市で、事業者、政府（運輸省）や研究機関等ステークホルダーで構成する Workshop を設置し、運送会社・バス会社を対象にパイロット実験の実施、CO2 削減効果を評価する MRV 方法論の検討、ならびに同技術の現地事業者や交通問題への適用性の検証等、を行う。

#### **調査目的 2**

2 カ国において ITS を活用した日本規格デジタコを普及させる法制度の整備に関して、日本の道路運送車両法・排ガス規制・技術指針・補助金制度の導入可能性を検討する。さらにデジタコで得られるデータを温暖化対策・交通渋滞対策のための交通管理システム事業への活用可能性を検討する。

#### **調査目的 3**

2 カ国・都市に同時多発的かつ多量・面的に波及効果を生み出すための、ASEAN 諸国に通用する地域統一規格化と各国の交通政策とをワンパッケージ化したアプローチ、産官学連携の体制、事業スキームを検討し、立案する。

## 2-2. 適用技術・制度等

### 1) タコグラフの技術・制度の日本と海外との比較

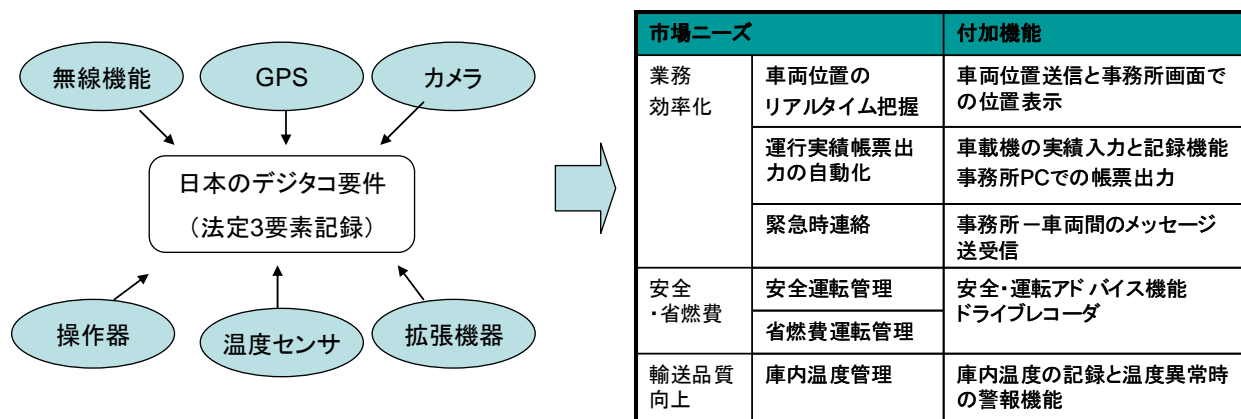
日本のほか、多くの国々で、輸送車両へのタコグラフの搭載が義務化されており、タコグラフの認証基準には、各国様々な仕様がある。

表 2-2-2 に日本、欧州、中国のタコグラフの基準の比較を示す。

タコグラフのみに限定する3カ国のうち、日本のタコグラフ（ここではデジタコ）は唯一、運輸事業者が使用する利用者ソフトについて規定があることからわかるように、車載機のデータを事務所に伝達することを前提としている。これは、日本の貨物事業の運行管理に関する法規にて、運行管理者が運行記録を長期保存することが義務付けられているなど、貨物車両の安全運行には経営者および運行管理者側の責務が重視されているためと考えられる。

さらに、日本のデジタコ要件は記録データ項目が少なくシンプルではあるが、タコグラフメーカー毎に特徴のある様々な機能を搭載しており、車載機と利用者ソフト間でのデータ伝達機能を活用し、「労務管理」、「安全・省燃費運転管理（運転指導、ドライブレコーダ等）」、「荷室温度管理」等、アプリケーションを提供している。多少高価であっても、法規遵守のみを目的とするのではなく、「業務効率」「安全・省燃費」「輸送品質向上」の市場ニーズに応えている。（図 2-2-1 参照）

図 2-2-1 日本のタコグラフにおける市場ニーズへの対応



一方、欧州、中国のデジタコの基準は利用者ソフトの規定はなく、特に中国では車載機のみで使用されるケースが多い。

また、欧州、中国のデジタコは、法規を遵守する目的のみで使用されることも多く、基準の機能に特化したものが多い。さらに、中国では危険物輸送車両および長距離バスに搭載義務のある、通信機能とデジタコ機能を融合した車載機の基準(JT/T794)があり、これら2つの基準を満足した車載機も販売されている。

表 2-2-2 日本と海外のタコグラフ基準の比較(2の1)

		日本	欧州	中国
対象車両		最大積載量 5t以上、または、総重量 8t以上の貨物事業車両	最大許容重量が3.5トンを超える貨物車両 他	総重量12t以上の貨物車両 他
基準名／番号		デジタル式運行記録計の型式指定基準	On recording equipment in road transport 3821/85EEC	自動車運行記録装置 GB/T 19056
車載機要件	運転手識別	規定なし	ICカード(運転者情報)	ICカード(運転手ID)
	入力	・速度信号	・速度信号 ・スイッチ入力: 運転手活動データ (運転中、作業中、休憩等) 業務開始・終了時の場所	・速度信号 ・衛星測位アンテナ信号 ・スイッチ入力(装置の操作用) ・通信入力(USB、RS232C)
	記録データ	・時刻、速度、距離(法定三要素)	・時刻、速度、距離 ・運転手活動データ ・速度超過等	・運転手情報、車両情報 ・時刻、速度、距離 ・衛星測位情報 ・停車時速度データ (0.2秒間隔、20秒間、10回)
	データ出力	<p>[利用者向け]</p> 利用者向けソフトへ伝達可能な情報伝達媒体に記録データを出力する。(媒体の規定なし)メモ리카ード、移動体通信等 [行政向け]                     行政向けの記録データ出力端子 通信速度1Mbps以上の一般に使用されるもの(USB2.0等)	・ICカードへの出力: 使用車両と使用開始・終了時刻とその時点の距離値(最大84件) 運転手活動データ(最大28日分) 業務開始終了の場所(最大42件)等 ・出力端子: 記録データの出力	・通信出力(USB、RS232C): 記録データの出力
記録期間	車載機内部に上記記録データを0.5秒毎に24時間、および、1分毎に52週分記録する。	車載機内部に上記記録データを365日分、詳細速度は24時間	1分間隔で360時間	

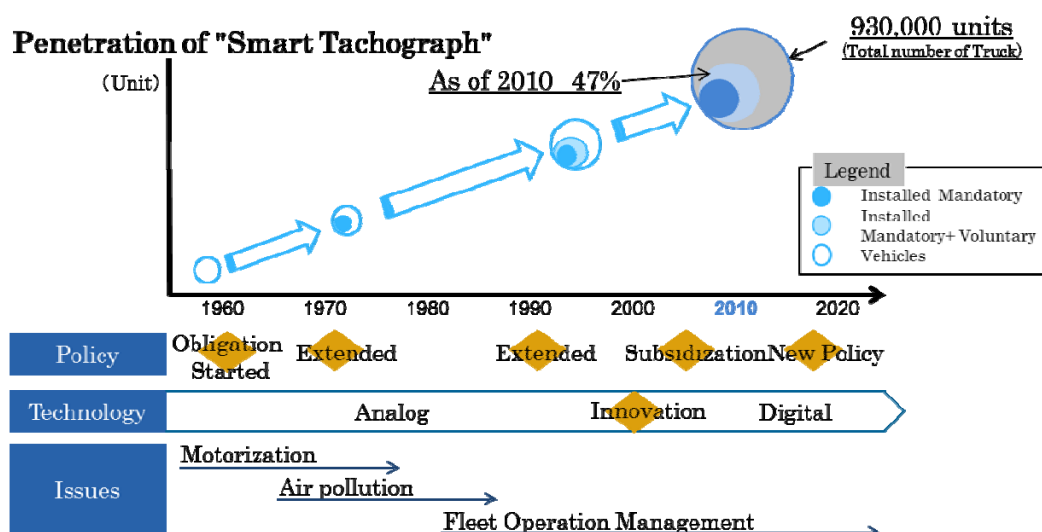
表 2-2-2 日本のデジタコ基準の比較(2の2)

		日本	欧州	中国
車載機要件 (つづき)	表示	データ記録状態表示(LED等)	ディスプレイ表示 ・現在の運転手活動 ・警告(連続運転時) ・連続運転時間、休憩時間 等	ディスプレイ表示 ・時計、速度、または、運転手ID ・警告(連続運転、速度超過等) ・[操作時] 最近15分間の速度データ 最近2日間の連続運転データ等 故障表示(LED等)
	印刷	規定なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運転手、車両の情報</li> <li>・運転手の活動データ</li> <li>・運転時間、休憩時間、走行距離</li> <li>・速度超過 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運転手情報、車両情報</li> <li>・停車15分からの速度データ</li> <li>・連続運転情報</li> </ul>
利用者ソフトウェア要件		データの保存: 車両運行データおよび保存年月日、運転手名、運行記録計の識別ID 等 規定の行記録図表の表示、印刷	規定なし	規定なし
車載装置市販品の概観				
特徴		<ul style="list-style-type: none"> <li>・車載機要件は他の2カ国に比べシンプルであり、記録項目は少なく、ディスプレイ、ICカードの要件はない。</li> <li>・3カ国の内、唯一利用者ソフトについての規定がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車載機要件は他の2カ国に比べ細かく規定されている。</li> <li>・ICカードは運転手情報のほか、運行データも保存され、路上取締り時にも使用される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・欧州の基準を簡易したタイプであり、ICカードへの記録機能はない。</li> <li>・3カ国の内、唯一衛星測位機能の規定がある。(2012年より)</li> </ul>

## 2) 日本の制度

日本では、1950-60年代からモータリゼーションが進み、交通事故及び交通渋滞、排気ガスによる公害が急増し、これらの交通課題への対策が求められていた。今日まで50年以上の時間をかけて、これらの課題を技術と政策によって解決してきた。国土交通省の調査結果では、2010年には、全国の事業用トラック台数は93万台にのぼり、タコグラフ義務つけ対象外の車両ではあるが自主的に導入している車両を含めたタコグラフ装着率は47%に到達している。次図に、普及の推移を示す。

図 2-2-3 日本におけるタコグラフ普及の推移



出所：国土交通省他の情報をもとに作成

1962年に、運輸省令第58号によって、貸切バス、往路100kmを超える路線バス、路線トラックを対象に義務つけが開始し、1967年には総重量8t以上のトラック、積載重量5t以上のトラック、主要都市のタクシーに拡大した。1990年には、新たに、特別積合せ貨物輸送にかかる運行系統に配置される自動車（特別運送事業用自動車）が義務つけと対象が拡大された。現在は、以下の車両が義務つけ対象であり、タコグラフの装着、法定三要素である運転時間、速度、距離の記録及びその記録を1年間保存することが義務つけられている。

2014年3月現在義務つけ対象車両	
乗合バス	始点から終点までの距離が100kmを超える運行系統を運行する自動車
貸切バス	全車両
タクシー	最高乗務距離を定める地域、流しの営業が多いと認められる地域として地

	方運輸局長が指定する地域内の自動車(個人タクシーを除く) 指定状況:都市部を中心に約一割の営業区域を指定
トラック	車両総重量 8t 以上、最大積載量 5t 以上の自動車 特別積合せ貨物輸送に係る運行系統に配置する自動車

事業用自動車の主たる事故原因は、「過積載」、「飲酒運転」、「スピード違反」であったため、安全運転を事業者に徹底させるための仕組みが必要であると考えられ、貨物自動車運送事業者(トラック事業者)には、1990年から、旅客自動車運送事業者(バス・タクシー事業者)に対しては、貸切バスは2000年、乗合バスには2002年から、運行管理者試験制度が導入された。運行管理者配置基準が強化され、保有車両台数に応じて、運行管理者を選任・配置が、貨物自動車運送事業輸送安全規制及び旅客自動車運送事業運輸規則によって義務づけられている。

	トラック	バス(貸切)	バス(乗合)
配置基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 保有車両 29 両 まで 1 名</li> <li>● 以降 30 両ごと に 1 名追加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 保有車両 29 両 まで 1 名</li> <li>● 以降 30 両ごと に 1 名追加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 保有車両 39 両 まで 1 名</li> <li>● 以降 40 両ごと に 1 名追加</li> </ul>

運行管理者が行うべき業務は、「貨物自動車輸送安全規則第20号第1項から4項」によって定められている。以下は、主要な業務である。

乗務割の作成	ドライバーの勤務時間等を適正に管理し、過労運転を防止	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 乗務記録、運行記録計により、乗務時間を把握し、運転者の適切な勤務時間、乗務時間の設定や必要に応じて交替運転者を配置するなど、乗務員の適正な勤務を確立する</li> </ul>
対面点呼	対面点呼により運転者の健康状態の把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運転者に対して、乗務前、乗務後に点呼を実施し、飲酒の有無、疲労、健康状態の確認を行い、運行可否を行うとともに、悪天候時の運行経路の変更など安全な走行を確保するための具体的な指示を行う</li> </ul>
指導	運転者に対する指導監督	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運行の安全を確保するため、運転者に対して常日頃から指導監督を行い、安全関係法令等を遵守の徹底を図る</li> <li>● 運行する路線の状態、これに対処できる運転技術、法令に定める自動車の運転及び適性診断を受診させる等運転者に対して、指導、監督及び特別な指導を行わなければならない</li> </ul>

運行管理者は、貨物自動車運送事業法で定められた業務と自動車の構造や走行上の知識に精通し、安全運行を遂行する専門家であり、経営者とドライバーのパイプ役も担っている。また、指導力や誠意といった人柄も求められている。

一方、普及に大きく貢献したのが、補助金制度である。国土交通省、経済産業省に加え、業界団体であるトラック協会、バス協会では、デジタコを含む EMS 機器導入費用の一部を補助する制度を実施している。制度ごとに、補助対象（車載器と事務所用機器の双方、車載器のみ）、補助額、導入効果報告義務条件は異なる。環境優良車普及機構の調査によると、補助金制度の一つである「エネルギー使用合理化事業者支援事業」では 2005-2011 年間にのべ 103,771 台の普及が実現した。日本自動車輸送技術協会が 2011 年に実施した「デジタル式運行記録計の使用実態調査報告書」では、補助金活用が導入理由の上位にも挙げられている。事業者にとっての障壁であるコストが補助金によって低減された結果、導入が実現され、初期コスト、ランニングコストは発生するものの、事故削減、燃費削減により全体的なオペレーションコストは低減するという成果が表れている。

### 3) スマートタコグラフの技術概念

スマートタコグラフとは、「運転時間、運転速度、運転距離の記録」、「可変性のないデータ」というハード技術と日本が培ってきた「運行管理制度」、「運転マナー向上のためのドライバーへのトレーニング」というソフト技術から成る。特に、このソフト技術は、日本が 1960 年代にタコグラフ装着が義務つけられて以来、経営者、安全運行及び運転指導に対する責任者である運行管理者、ドライバーが一体となって、安全運転・エコ運転に取り組む体制を構築し、日々の運行管理や指導を 50 年以上蓄積してきた経験に基づくノウハウである。

本 FS 調査並びに大規模展開では、タコグラフというハード技術あるいは機器単体を導入するのではなく、ハード技術とソフト技術の融合であるこのスマートタコグラフの概念を ASEAN 各国に提唱する。

図 2-2-4 スマートタコグラフの技術概念





#### 4) スマートタコグラフの技術特性

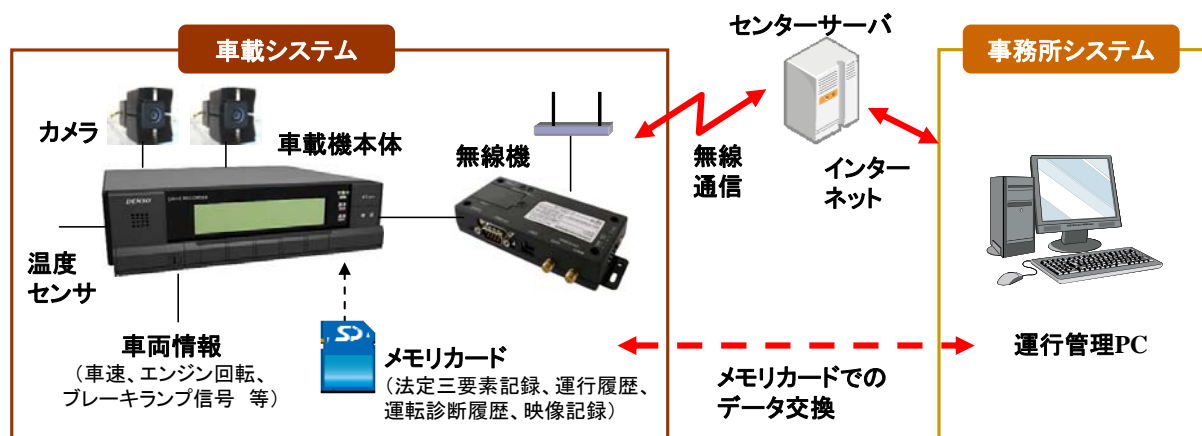
今回の調査におけるパイロット実験で使用したスマートタコグラフ<sup>1</sup>のシステム構成、機能とその運用イメージ、および、特徴を示す。

##### 4)–1. システム構成

システム構成を次図に示す。

車載システムと事務所システムから構成され、車載システムでは車載機本体、無線機、カメラ、メモリカードにて構成される。車載機は車速、エンジン回転、ブレーキランプ信号等の車両情報を取得し、車両前方および室内を撮影できるようなカメラを設置する。メモリカードにはそれらのセンシング情報から分析した、デジタコ法定三要素、運行履歴、運転診断履歴、カメラ映像を記録する。メモリカード内の情報は事務所システムの運行管理 PC にて分析され管理者向け画面にて表示する。また、無線通信を通じセンターサーバーに送られた情報は、WEB画面として管理者へ提供される。

図 2-2-5 スマートタコグラフのシステム構成



##### 4)–2. 機能

主な機能を次表に示す。スマートタコグラフでは、デジタコ要件の他、運転日報の自動作成、車両の位置・動態管理などの運行管理業務を効率的に進めるための機能。また、運転アドバイスやドライブレコーダなどの車両の安全・省燃費運転を監視・指導する機能、さらに、冷凍車の庫内温度管理などの輸送品質向上を目的とした機能など、様々なニーズに対応した機能を有する。

<sup>1</sup> 本 FS 調査では、現地要件を探るため日本規格デジタルタコグラフを（実験調査用）スマートタコグラフと称する。

表 2-2-6 スマートタコグラフ機能一覧

機能区分	機能	説明
法規対応	デジタコ	法定三要素の記録・表示
業務 効率化	運転日報 表示・印刷	車載機での、測位記録、速度記録、作業記録（操作スイッチにより入力）を基に、運行管理 PC で分析、運行実績を規定帳票に出力する。
	走行履歴表示	運行毎に車両の走行履歴を表示する。
	位置管理	無線通信により、車両の位置をリアルタイムに表示する。
	動態管理	無線通信により、車両の状態、乗務員作業状況を提供する。 状態の例：出庫、実車、荷積中、高速走行中、休憩中 等
	メッセージ送信	無線通信により、乗務員にメッセージを送る。（車載機本体に表示）
安全・ 省燃費	運転アドバイス	安全、省燃費運転の診断結果に応じた車内アドバイスの提供、および、その結果を基に運行管理 PC で診断結果とその推移を表示、アドバイスや評価ランキング等を提供する。
	ドライブレコーダ	車両の危険挙動を検出し、そのレベルに応じて車両前方および車室内の映像を記録、PC にて映像を再生する。
	緊急通報	車両の危険挙動を検出し、そのレベルに応じて管理者へ通報する。また、その時の画像を付加する。（3G 通信使用時）
輸送品質	庫内温度管理	冷凍庫内の温度、ドア開閉情報を検出、記録、運行管理 PC に温度履歴を表示する。温度異常時には管理者へ通報する。 （今回パイロット実験では使用せず）

#### 4)ー3. 運用イメージ

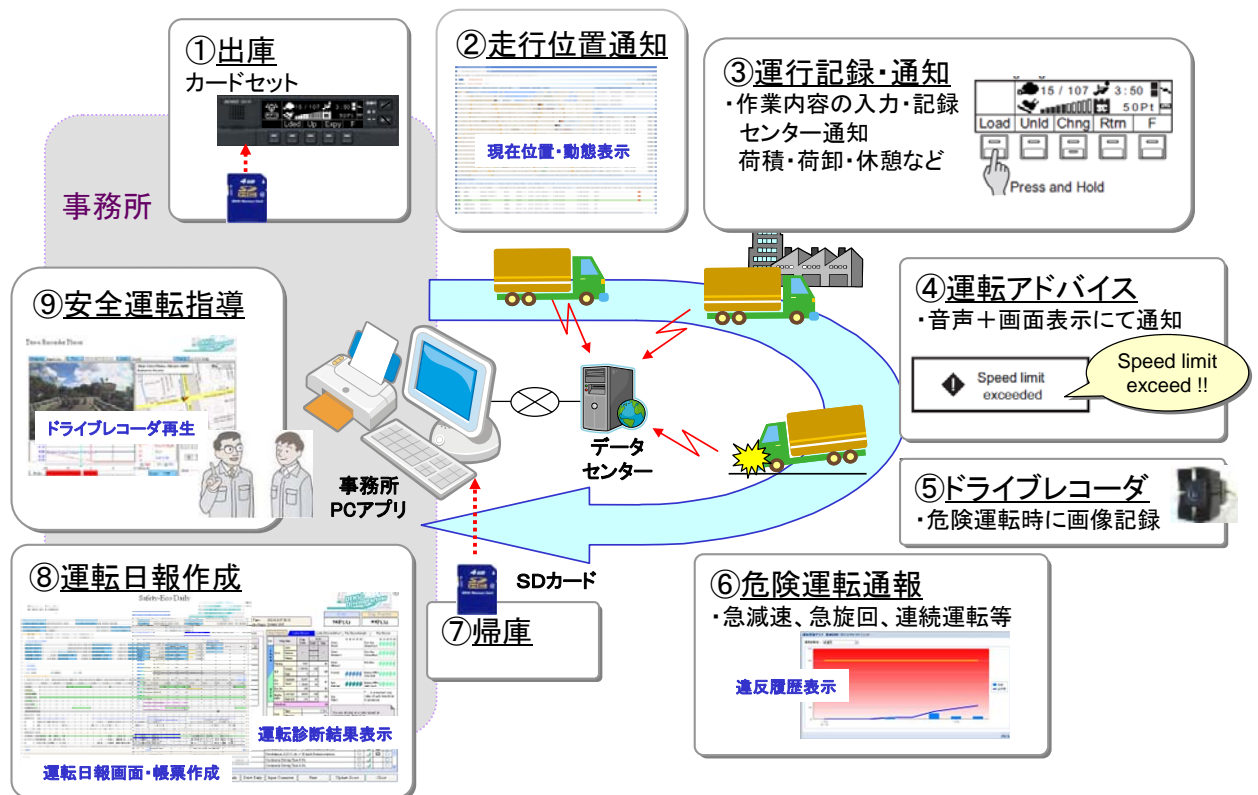
システムの運用イメージを次図に示す。

- ① 出庫：SD カードを車載機にセットし運行開始
- ② 走行位置通知；運行中は位置情報をセンターに通知、事務所では WEB 画面で走行位置を把握可能
- ③ 運行記録・通知：高速道路走行中、休憩、アイドリング中等の動態情報をセンターに通知、WEB 画面でその情報を把握可能、SD カードに記録。
- ④ 運転アドバイス：走行中の運転を常に診断し、その運転技術結果に応じて警告、アドバイスをドライバーへ提供する。
- ⑤ ドライブレコーダ：急減速（急ブレーキ）等の危険な運転発生時には、車両前方、車室内の映像を記録する。
- ⑥ 危険運転通報：急減速等の危険な運転時、運転違反時にはセンターに通知、

WEB画面でその情報を提供、指定Eメールアドレスへの通知機能も有する。

- ⑦ 帰庫：SDカードを抜取り、事務所PCアプリにて運行記録を読み込む。
- ⑧ 運転日報作成：SDカードより持ち帰った運行実績、運転実績より運転日報と安全運転日報（該当運行の運転診断結果とアドバイス帳票）を自動作成する。
- ⑨ 安全運転指導：車速やエンジン回転、急減速やそれに伴うドライブレコーダの映像、⑤の安全運転日報を活用し、定期的に運転の指導をドライバーに行う。

図 2-2-7 スマートタコグラフの運用イメージ



#### 4)ー4. スマートタコグラフの特徴

スマートタコグラフの特徴である運転アドバイス機能は以下の3つのポイントにより、安全省燃費の効果をもたらす。

ポイント①：運転シーンの分割による運転シーン毎の適確な運転診断

ポイント②：運転傾向のインジケータ表示、得点表示、賞賛アドバイスなどにより、運転中に即改善に結びつけ、かつ、安全・省燃費運転のモチベーションを高揚し継続させる車内アドバイス。

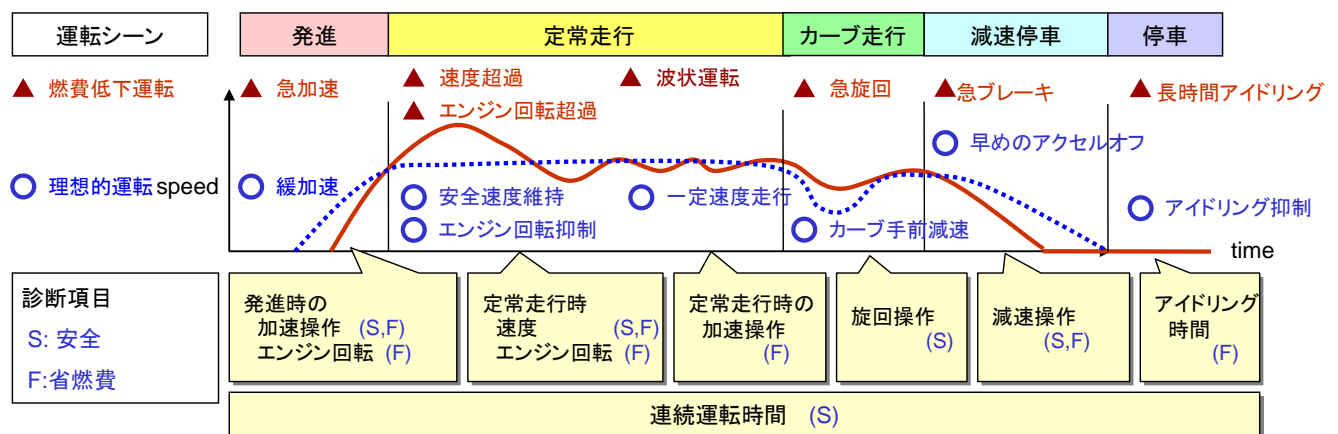
ポイント③：運転診断結果の詳細表示と具体的なアドバイス、危険運転時の映像により、効果的な指導を可能とする事務所 PC の運転指導画面。

以下にその詳細を説明する。

### ① 運転診断

スマートタコグラフでは速度の変化から、「発進」から「定常走行」、「カーブ走行」、「減速停車」等の運転シーンを分割し、運転シーン毎の理想的な運転と現在の運転を比較することで、運転の評価を行う。(図 2-2-8 参照)

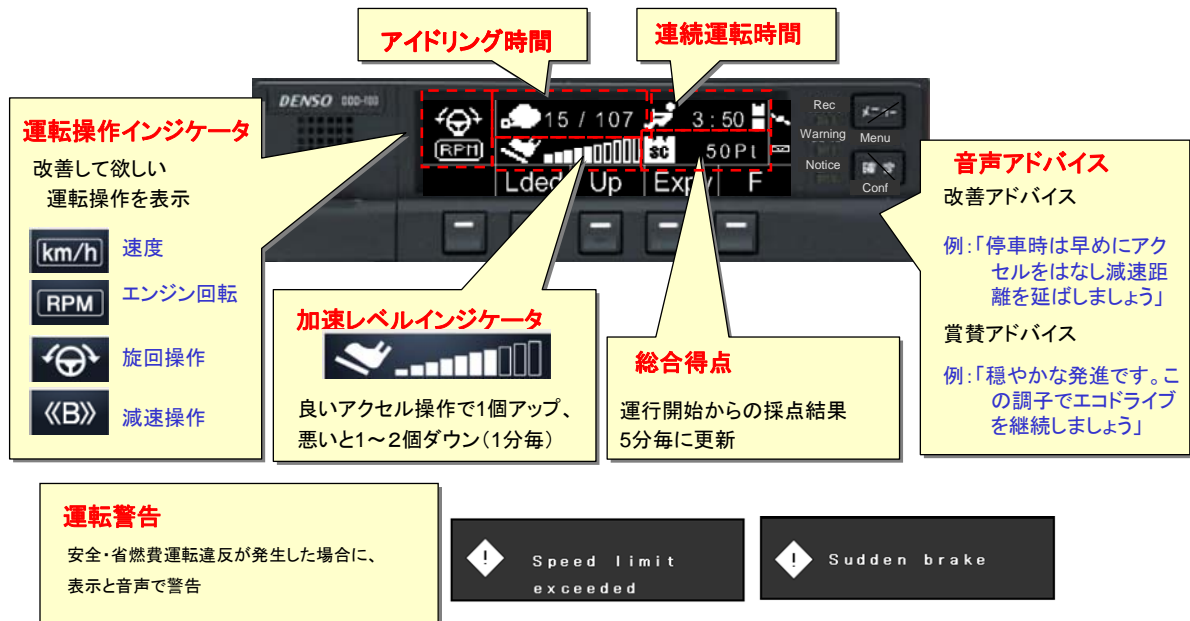
図 2-2-8 運転診断の特徴(運転シーンと診断項目)



### ② 車載機 HMI

この評価結果に応じて車載機のディスプレイと音声にて5分ごとアドバイスをを行う。ディスプレイに表示される運転操作インジケータは、評価の低い運転診断項目をアイコンで表示することで、一目で運転の改善すべき運転を確認できる。加速レベルインジケータは燃費に影響を受けやすいアクセル操作の良し悪しをレベルバーの点灯状態で表示する。また、評価結果に応じて改善または賞賛の音声アドバイスを提供する。そして、運行開始からの評価結果より総合得点として採点、表示する。(図 2-2-9 参照)

図 2-2-9 車載機 HMI



### ③ 転指導画面

評価結果は SD カード記録され、運行管理 PC にて読み取ることで、運転指導画面が表示される。(図 2-2-10 参照)

運転指導画面 (安全エコ運転日報) では違反回数、評価項目毎の点数、総合得点と総合運転アドバイス、および、運転違反履歴を表示する。画面操作により過去の評価推移も確認できる。(図 2-2-11 参照)

また、運転診断項目毎のより詳細な分析結果をアドバイスと共に提供する。

さらに、運転指導画面 (ドライブレコーダ再生画面) では、危険運転時の映像をイベント発生前後 10 秒間の映像と発生地点の地図と共に表示する。(図 2-2-12 参照)

この様に、車内アドバイスでの短いサイクルでのフィードバックに加え、運転後のより詳細な運転診断結果の提供により効果的な運転指導を実現する。

図 2-2-10 事務所での運転指導画面(安全エコ運転日報)

Safety-Eco Daily

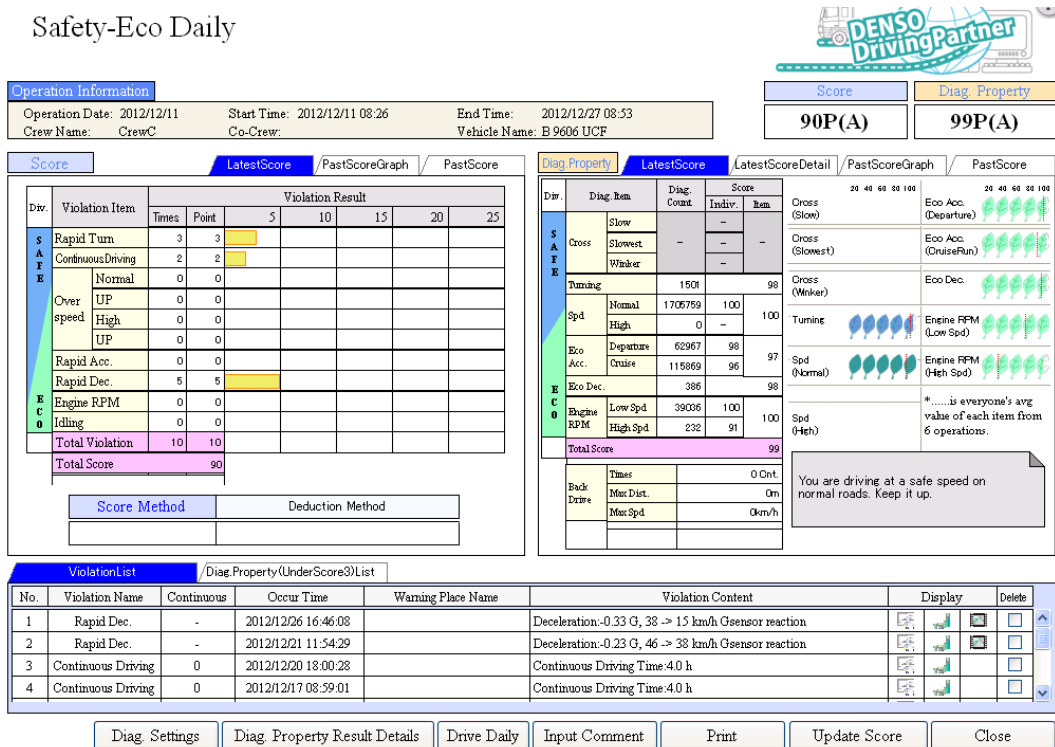


図 2-2-11 事務所での運転指導画面(安全エコ運転日報)

Diagnosis Property Results Details



図 2-2-12 事務所での運転指導画面（ドライブレコーダ再生画面）

Drive Recorder Player



Diagnosis	Rapid Dec.	Time	2015/01/03 05:22:02	Crew	CrewB	Vehicle	B-9739 UXR
-----------	------------	------	---------------------	------	-------	---------	------------

G -0.00		100 km/h	Speed 11 km/h
-0.40		75	XG-
0.00		50	YG-0.05
-0.40		25	
-0.80		0	

-10      -5      0      5      10  
Second

<input checked="" type="checkbox"/> Spd	<input type="checkbox"/> XG	<input checked="" type="checkbox"/> YG
Brake: OFF		

Slow      Fast

### 3. 調査方法

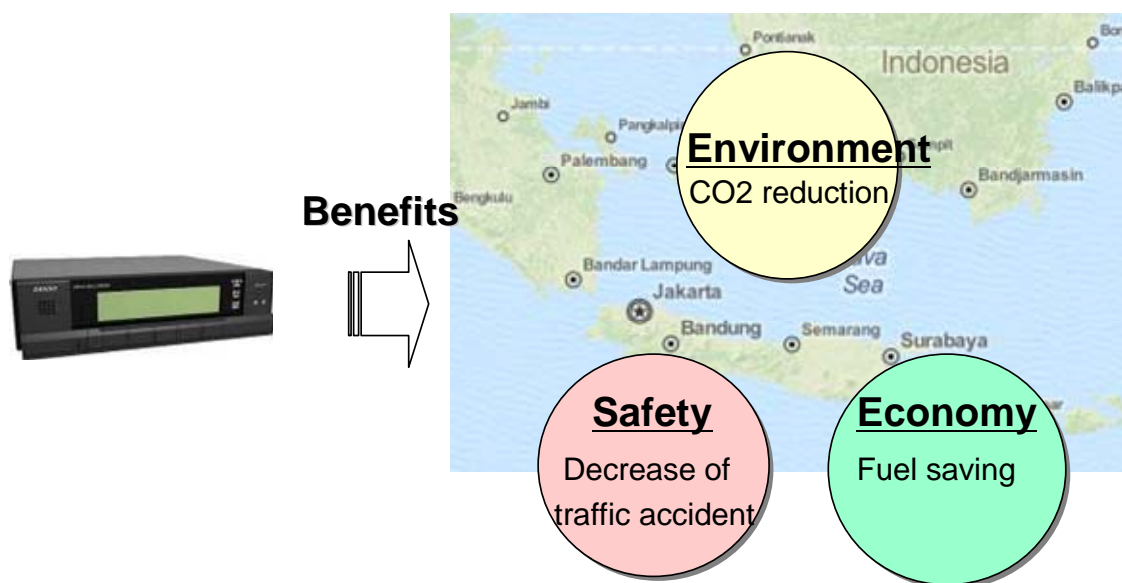
#### 3-1. 調査課題

東南アジアでは日本と異なり交通インフラが発展途上であり、慢性的な渋滞の発生、交通事故の多発など、特有の交通事情がある。

さらに、トラック・バス等の輸送事業においては、タコグラフによる安全運転管理、運行管理者によるドライバーの安全運転教育が遅れている。

このような環境下で、スマートタコグラフが東南アジアの輸送事業者を受け入れられ、かつ、安全・省燃費に効果があるか、また、それによりどの程度のCO2削減効果があるかを調査・実験する。

図 3-1-1 スマートタコグラフがもたらす効果





### 3-2. 実施体制

インドネシア、タイにおいて、パイロット実験を行い、かつ産官学のディスカッションを深めるためのワークショップを設置し、デンソー本社（日本）と同社の現地法人（デンソーインドネシア、デンソータイランド）と連携して実施した。

	インドネシア	タイ
実施主体	デンソー本社、デンソーインドネシア	デンソー本社、デンソータイランド
パイロット実験 被験者	BlueBird 社、DAMRI 社、HARIJAYA 社、 ROSALIA INDAH 社	V-SERVE 社、Padoongrich 社
規格化 制度化推進者	運輸省（研究開発調査局、陸運総局）	運輸省（事務次官局、陸上交通 DLT 局、 ICT 局、OTP 局）
評価者、 オブザーバー*	バンドン工業大学、ITS-インドネシア、 Jababeka Industrial Estate、 JICA インドネシア、日本大使館、JASIC ジ ヤカルタ事務所	NECTEC、ITS-タイ、チュラルコン大学 アジア輸送調査協会、BMTA(公営バス)、 Transport 社(公営バス)、日本大使館
調査支援(外注)	フ・ライスウォーターハウス・ス・サステナビリティ PwCIndonesia	フ・ライスウォーターハウス・ス・サステナビリティ PwCThailand

### 3-3. 調査内容

実施した主な調査内容、調査方法は以下のとおりである。

- スマートタコグラフの受容性に関する調査
- トラック・バスを対象としたパイロット実験
- 燃費削減、CO2 排出量削減効果の評価
- ワorkshop方式のディスカッション
- MRV 方法・モニタリング体制の検討
- 大規模展開・事業化の検討

#### 1) スマートタコグラフの受容性に関する調査

文献調査および現地政府へのヒアリング等を行い、インドネシアおよびタイの各政府が取り組む現行制度・政策、ニーズを把握する。

また、スマートタコグラフの利用者サイドの観点にたった受容性の把握として、物流会社・バス会社へのインタビュー調査を実施する。スマートタコグラフや GPS システムの導入に対する関心とニーズの把握のみならず、既に GPS システムを導入している物流会社・バス会社等の利用実態やスマートタコグラフの導入切り替えの余地を調査、考察する。

#### 2) ワorkshop方式のディスカッション

ワークショップは、できるだけ多くステークホルダーとの意見交換と現地実態の把握が狙いである。

対象国 2 カ国において、相手国ステークホルダー、運輸省等政府組織、スマートタコグラフ・制度研究を行う大学・研究機関、自動車関連業界団体、パイロットプロジェクト協力先事業者、その他関係組織・機関と共に、会議方式でパイロ

ットプロジェクトの見学、MRV 方法論の検討、本邦制度・技術の導入可能性の検討を行う「ワークショップ」を設置した。

特に、インドネシアは、運輸省と本調査以前から本事業についての意見交換と、公営バス等の実証実験の参画について協議するなど、関係構築が出来ている環境にあり、運輸省も非常に積極的な姿勢であるため、ワークショップは、運輸省主導の形で 2 回開催した。

インドネシア	
第 1 回 2013 年 11 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実証実験 Phase1 の説明と実施に向けての協議</li> <li>● その他調査全般の説明</li> </ul>
第 2 回 2014 年 2 月 17 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運行管理調査の結果報告</li> <li>● 実証実験 Phase1 の速報報告、予測、今後の進め方</li> </ul>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	
第 2 回ワークショップの様子	

タイは、第 1 回開催後、第 2 回を 2014 年 2 月に開催を予定していたが、反政府デモによる中央官庁街の封鎖等で運輸省、政府系組織の関係者の参加が困難になったため、個別報告形式で行った。

タイ	
第 1 回 2013 年 10 月 25 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>● キックオフ(顔合わせ・主旨説明)</li> <li>● 基礎情報の収集への協力依頼</li> <li>● デジタコ普及に関する日本の制度と技術の紹介</li> <li>● 実証実験 Phase1 の参画呼びかけ</li> </ul>
個別報告形式 2014 年 2 月上旬	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運行管理調査の結果報告</li> <li>● 実証実験 Phase1 の速報報告、予測、今後の進め方</li> </ul>

	
<p>第 1 回 ワークショップの様子</p>	<p>第 1 回 ワークショップでの実機 デモンストレーション</p>
	
<p>個別報告</p>	<p>個別報告</p>

### 3-4. パイロット実験の内容

東南アジアのバス・トラック事業者へスマートタコグラフを導入することによる、安全・省燃費効果の検証を目的とする。以下に実験方法・対象・検証方法について説明する。

#### 1) 実験システムの構成

車載システムは実験協力ユーザーの車両に搭載、事務所システムを実験協力ユーザーの管理事務所に設置した。また、運行管理センターを日本国内のデータセンターに構築し、車載システムからの情報は、現地通信キャリアおよびグローバルデータ通信サービス経由で運行管理センターへ送信する。送信データを分析、WEB画面に加工しインターネットにて現地PCより閲覧する。(図 3-4-1 参照)

今回の実験システムの現行の日本向けシステムからの変更点は主に以下のとおり。

#### 【システム変更点】

- ・ 車載機の現地通信環境への対応

(現地通信キャリアと通信可能な GSM/3G 無線機の使用)

- 車載機表示と事務所システムの画面の英語化
- 車載機音声文言の現地語化 (アドバイス文言を表 3-4-2) に示す。
- グローバルデータ通信サービスを活用した日本の運行管理センターへの接続
- 現地エリアに対応した地図表示と車両位置表示。
- 現地の車両運行に合わせ、一部運転診断画面のセンターWEB表示化。(図 3-4-3)  
(1回の運行期間が長くメモリカードを持ち帰る機会が少ないため)

図 3-4-1 実験システムの構成

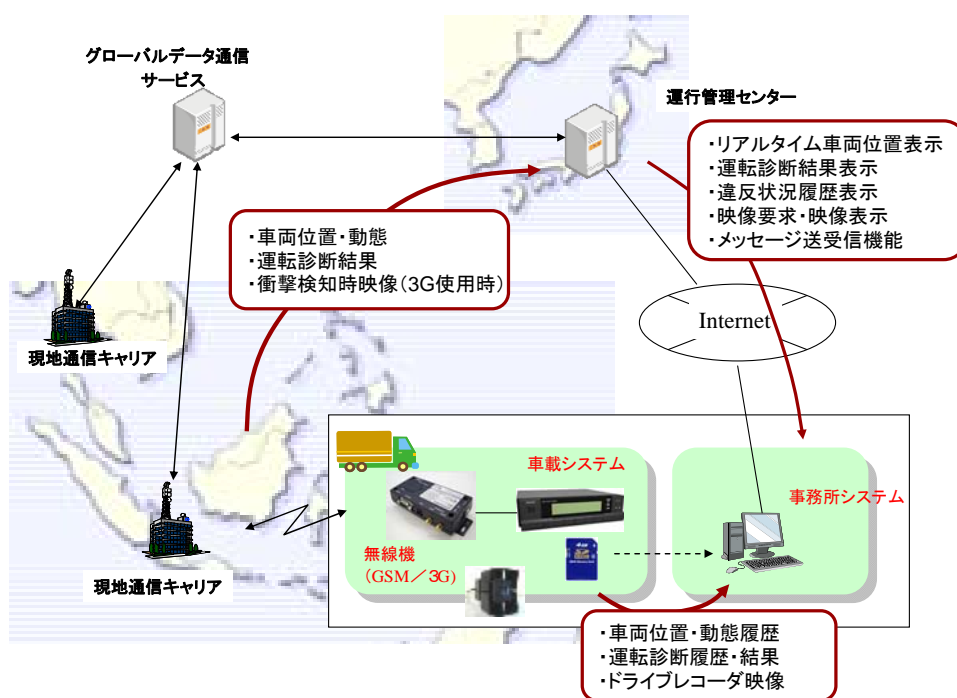
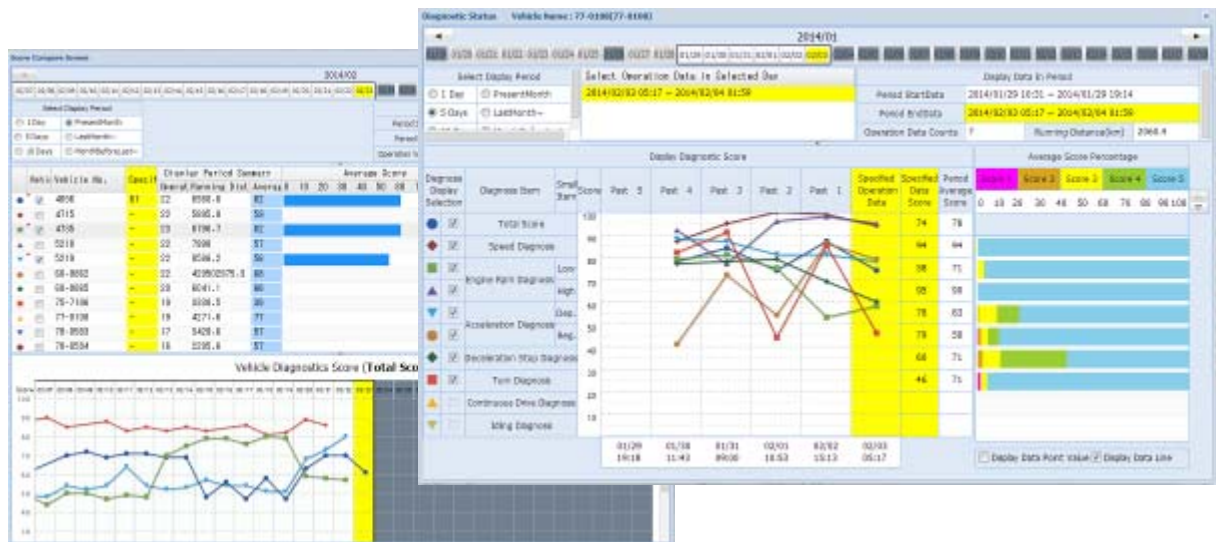


表 3-4-2 アドバイス文言(抜粋)

診断項目	言語	内容
省燃費 速度診断 (低評価)	日本語 (原文)	速度を出しすぎる傾向があります。 速度を抑えて安全運転を心がけましょう。
	タイ語	คุณกำลังจะเพิ่มความเร็วมากเกินไป กรุณาลดความเร็วและขับอย่างปลอดภัย
	インドネシ ア語	Kendaraan anda terlalu cepat. Perlambat kecepatan dan berkendara lah dengan aman

図 3-4-3 WEB 画面



車両間スコア比較表示

運転診断結果推移

## 2) 効果検証方法

前述(3-4(1))の実験システムを東南アジアのバス・トラック事業者に導入する。ここで、実験システム内の運転診断機能はドライバーの運転操作に対して、安全・省燃費面に関するアドバイス(音声警告・LCD表示)と得点付けをし、運転の改善を促すものである。主な採点ロジックを表3-4-5に示す。

効果検証では、実験開始後1.5ヶ月間はアドバイス機能を動作しない状態で実験データを収集し(Without Advice 期間)、その後1.5ヶ月間はアドバイス機能を動作させ(With Advice 期間)、Before(Without Advice 期間)とAfter(With Advice 期間)の実験データを比較することで検証する。実験データについては事項で説明する。

尚、今回の実験では、後の事業化を考え、東南アジアでの現状の運行管理業務にできるだけ影響を与えず、システムの活用のみによる効果を検証することとした。そのため、車載機表示と音声アドバイス、事務所PCの運転指導画面を業務の支障のない範囲で活用してもらい、システム提供者や運転教習員などの、人による運転の指導、および講習会などは実施しなかった。

図 3-4-4 効果検証方法

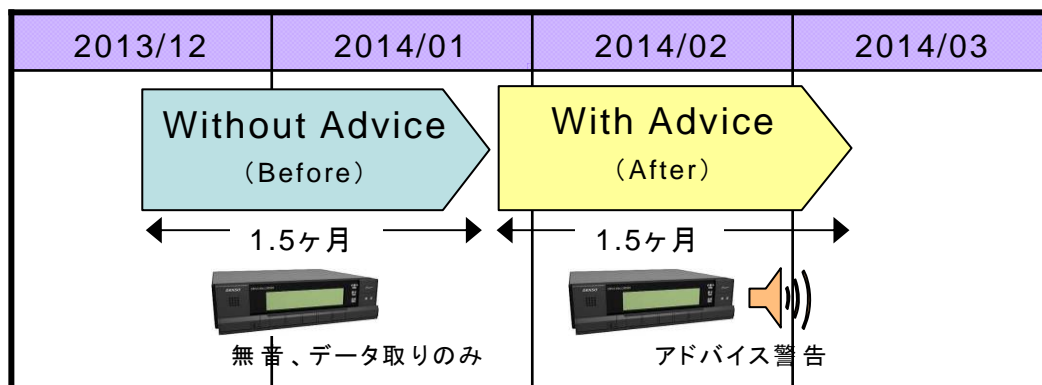


表 3-4-5 安全・省燃費採点機能

#	項目名	得点付け方法
1	速度得点	車速(km/h)に閾値を設定し、超過した程度により減点する。 高速域で大きい減点がなされ、低速域で加点される。
2	エンジン回転数得点	エンジン回転数(rpm)に閾値を設定し、超過した程度により減点する。高回転域で大きい減点がなされ、低回転域で加点される。
3	急減速得点	前後加速度(m/s <sup>2</sup> )に閾値を設定し超過した場合に減点する。

### 3) 実験データの収集

実験車両にスマートタコグラフを取り付け、走行データを取得する。なお、スマートタコグラフには直接給油量を計測する機能が無い為、ドライバーに給油シートを記入して貰い、給油情報を取得する(図 3-4-6)。

取得する走行データは表 3-4-7、給油情報は表 3-4-8 に示す。

図 3-4-6 各データ取得方法

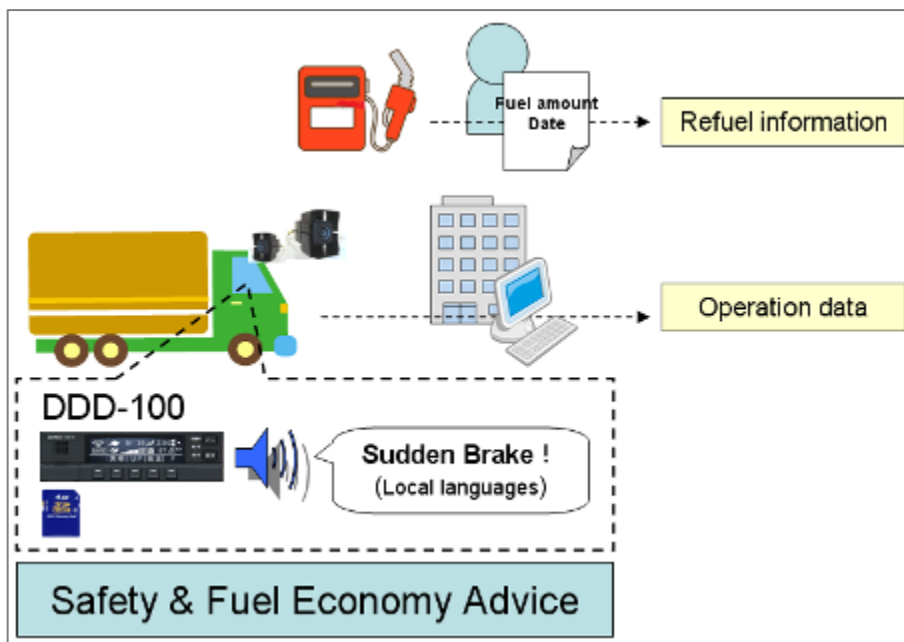


表 3-4-7 走行データ

#	データ名
1	時刻
2	位置
3	車速
4	道路勾配
5	前後加速度
6	横加速度
7	エンジン回転数

表 3-4-8 給油情報

#	データ名
1	日付
2	走行距離
3	給油量

#### 4) 実験対象と期間

タイとインドネシアのバス・トラック事業者 5 社に所属する 13 台(ドライバー 13 名)を対象とし、実験期間は約 3 ヶ月である(表 3-4-9)。現在は With Advice 期間の 0.5 months 経過時点であり、回収した With Advice 期間 0.5 months について Without Advice 期間のデータと比較する。

表 3-4-9 バス・トラック事業者一覧

Country	Company	Type	Num.	Without Advice	With Advice
Thai	V-SERVE	Truck	4	1.5 months	1.5 months
Indonesia	HARIJAYA	Truck	2	1.5 months	1.5 months
Indonesia	BLUEBIRD	Bus	2	1.5 months	1.5 months
Indonesia	DAMRI(Jakarta)	Bus	4	1.5 months	1.5 months
Indonesia	ROSALIA Indah	Bus	1	1.5 months	1.5 months

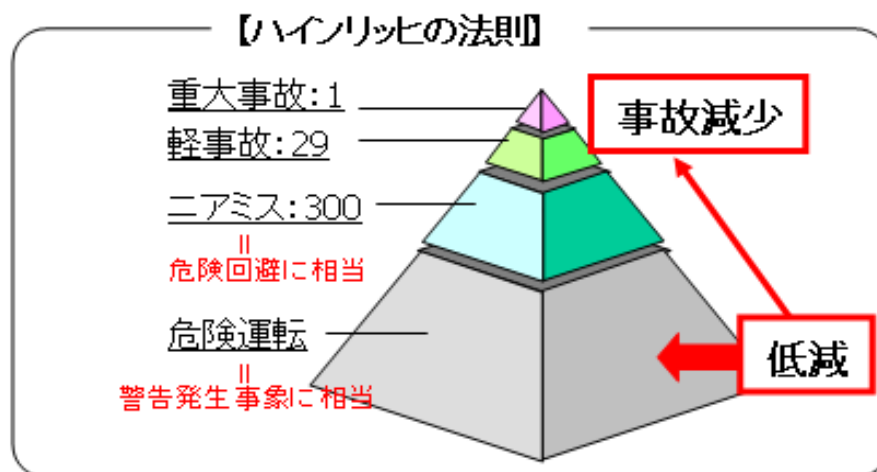
※各車両 予め決められたドライバーが運転

#### 5) 安全効果の検証方法

約 3 ヶ月間の実験で事故の低減を確認する事は困難である為、ハインリッヒの法則(図 3-4-10)から、Without Advice 期間と With Advice 期間の危険運転回数を比較することで安全効果を検証する。

ここで危険運転は、危険回避を伴う急減速警告の発生回数をカウントする。また、急減速警告時に記録された映像を用い、個々の要因を分析することで、スマートタコグラフのアドバイスの有効性を検証する。

図 3-4-10 ハインリッヒの法則





## 6) 省燃費効果の検証方法

消費した燃料を正確に把握する為には、各車両に燃料消費量を計測する装置を設置する必要があるが、今回は実験システムの都合上、ドライバーが満タン法で記入した給油情報を用いることで、消費した燃料を把握する。Without Advice 期間と With Advice 期間における燃費を比較することで省燃費効果を検証する。

ここで、満タン法の給油情報には人的ミス(記入・給油作業)が発生する可能性がある為、給油情報から燃費(km/L)を算出し、閾値以上の外れ値があった場合には、現地ドライバーに確認し、修正もしくは比較対象外とした。

また、走行路(勾配・市街地/郊外)の違いによっても燃費(km/L)に差が生じる為、走行データから経路を確認し、大きく異なるものを比較対象外とした(図 3-4-11)。さらに、走行経路が同じであっても、渋滞によるアイドリング超過、低速走行の継続などを考慮するため、極端なデータ分布(車速・エンジン回転数)についても比較対象外とし、走行条件を極力一致させた(図 3-4-12)。

図 3-4-11 走行経路の確認

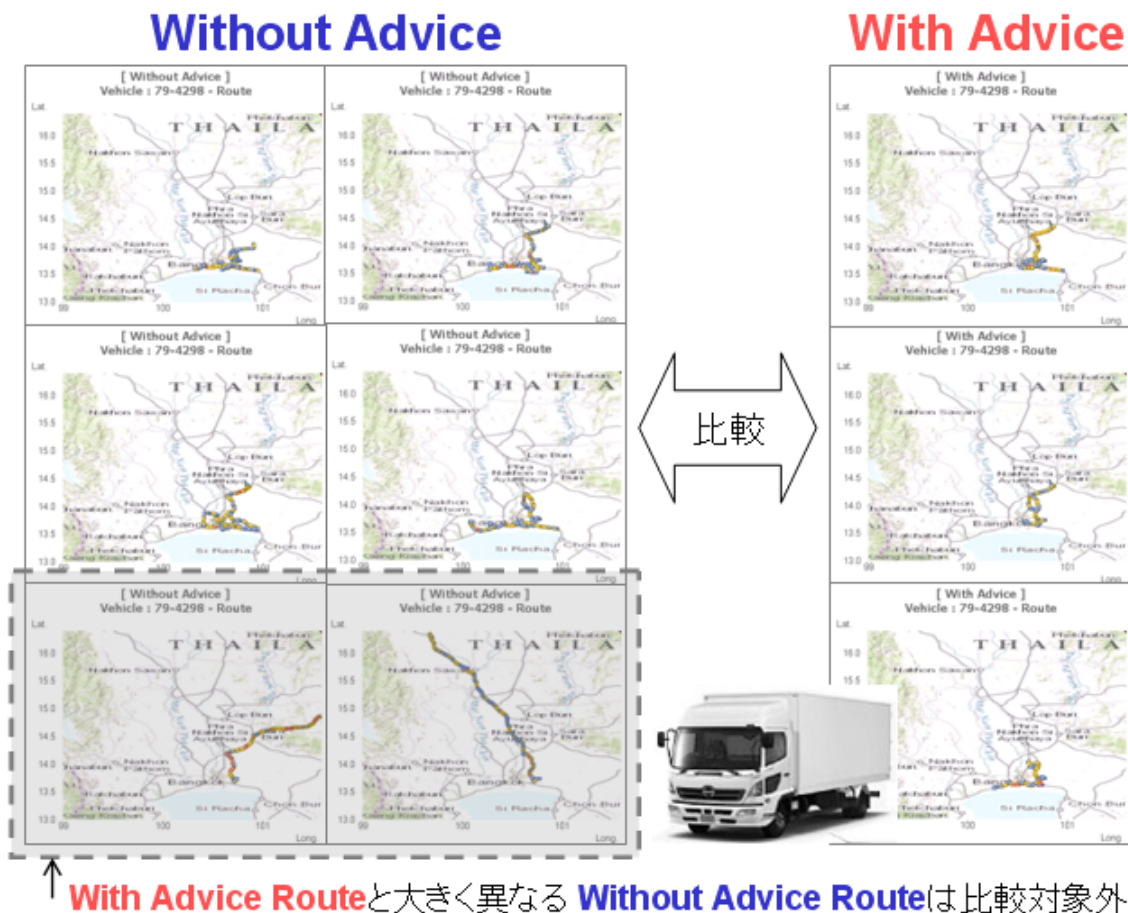
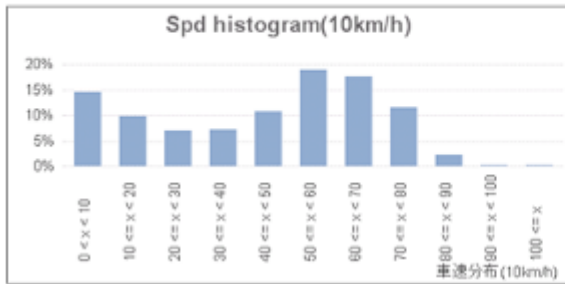
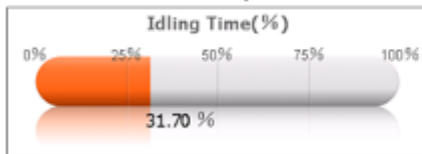


図 3-4-12 走行条件の確認

車速データ分布(特定車両 全期間平均)



アイドリング時間割合(特定車両 全期間平均)



Vehicle No	Refuel Date	Spd(10km/h) histogram	Idling(%)
79-4298	2013/11/11 10:15:00		40.70
79-4298	2013/11/13 17:05:00		38.95
79-4298	2013/11/16 15:30:00		33.80
79-4298	2013/11/27 09:47:18		38.27
79-4298	2013/11/29 17:18:14		42.15
79-4298	2013/12/02 10:00:00		34.83
79-4298	2013/12/09 09:15:00		44.16
79-4298	2013/12/12 15:55:00		37.25
79-4298	2013/12/13 18:35:00		39.37
79-4298	2013/12/19 10:35:00		43.08
79-4298	2013/12/23 11:23:00		37.46
79-4298	2014/01/03 17:50:00		32.24
79-4298	2014/01/17 08:58:00		28.93
79-4298	2013/11/20 16:50:00		22.11
79-4298	2014/01/06 10:05:00		19.57
79-4298	2014/01/27 09:00:00		51.21

アイドリング時間、データ分布など大きく異なるデータは比較対象外

## 4. 調査結果

### 4-1. スマートタコグラフの受容性に関する調査と調査結果

#### 1) トラック・バスの交通安全政策の実態調査とスマートタコグラフのニーズ

各政府が取り組む現行制度・政策、ニーズを把握し、スマートタコグラフが有する運行記録（時間・距離・速度）、運行管理による安全運転、エコドライブの技術・効果について、当該国への受容性があるかを確認した。

	インドネシア	タイ
交通安全政策	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運転時間・休憩時間の規定(2009)</li> <li>● デジタコ・GPSの装着承認(2012)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 危険物輸送車両に対し、GPSトラッキングシステム装着義務の開始(2013)</li> </ul>
政策ニーズ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 本調査を活用し事故削減とCO2削減の効果を政府が検証中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GPSトラッキングシステムとスマートタコグラフの効果比較に強い関心</li> </ul>

#### ① インドネシア

##### ① -1交通安全政策

インドネシアでは、2004年にWHOの世界保健デー（World Health Day）の「ROAD SAFETY IS NO ACCIDENT」という国際的な取組を起源として、インドネシア政府としての取組への着手が始まった。その後、2007年から2010年までの計4回のNational Road Safety Weekを経て、2011年には副大統領によって「DECADE OF ACTION for ROAD Safety2011」と「National Plan」が発表された。国家開発庁（National Planning Development Agency）がコーディネーターを務め、運輸省のほか、公共事業省、財務省、厚生省、警察等計9つの政府機関がステークホルダーである。政府機関間のコーディネーションの強化を通じ、東南アジアきっての道路安全を実現することをミッションとしている。国家計画は、以下の5つの柱からなる。

図 4-1-1 国家計画の5つの柱

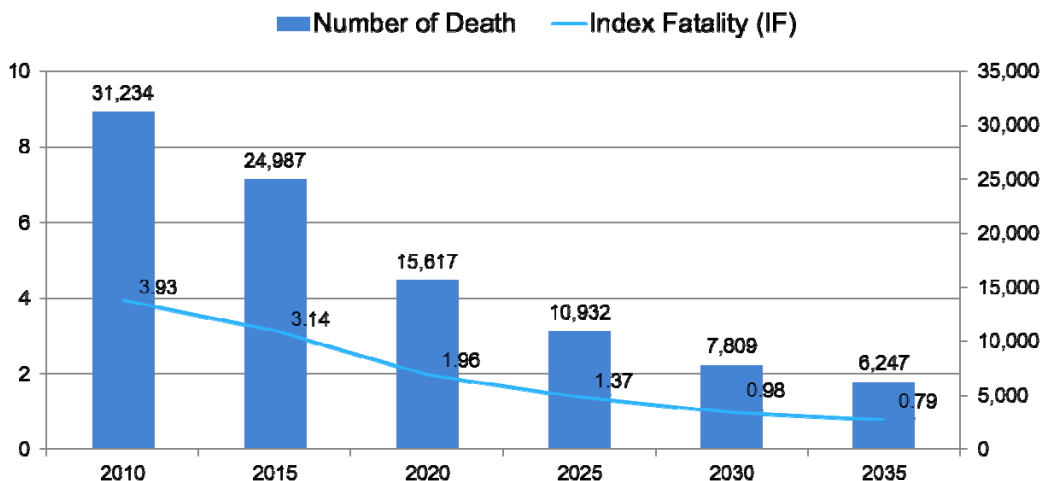


出所：インドネシア運輸省

- ① Safer Management 安全マネジメント
- ② Safer Road 安全な道路
- ③ Safer Vehicle 安全な車両
- ④ Safer Road Users より安全な道路の使用
- ⑤ Post Crash Response 事故後の対応

この計画では、2010年をベースラインとし、2010年時点の、自動車台数に比例した死亡インデックスを3.93から0.79まで、交通事故死亡者数(絶対数)31,234人を6,247人まで削減することを目標としている。

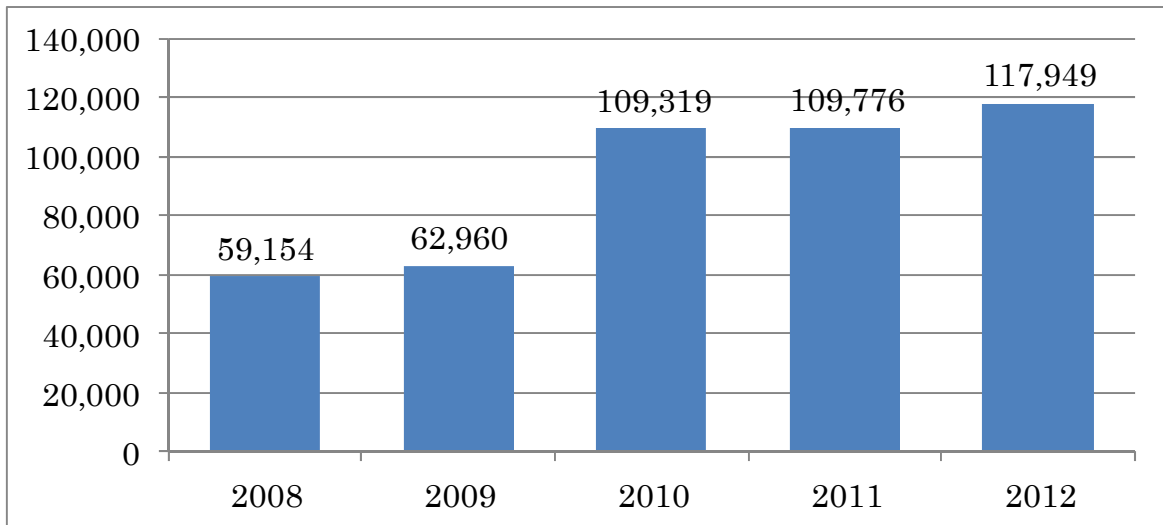
表 4-1-2 インドネシア交通事故死亡者数削減目標



出所: インドネシア MOT

交通事故は深刻な課題であり、インドネシア警察の運輸統計によると、2008年には59,164件であった交通事故件数が、2012年には117,949件と2倍近くにまで増加している。

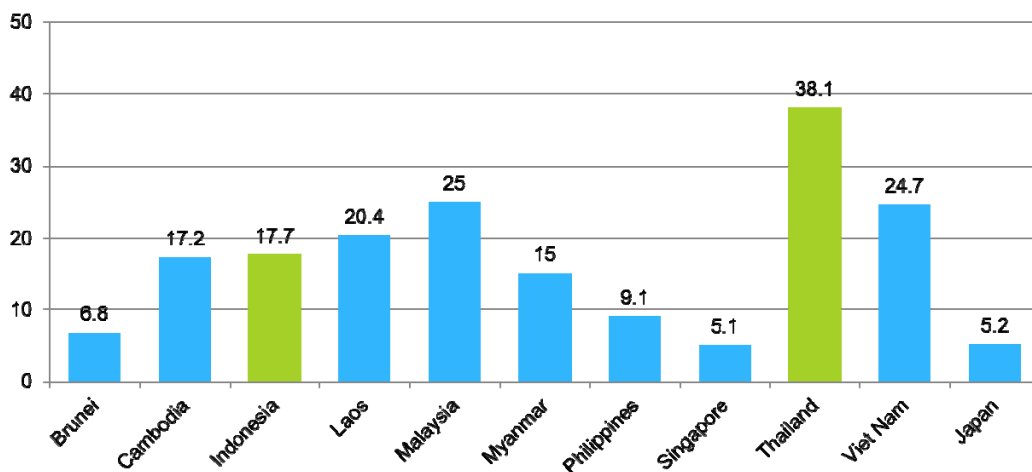
表 4-1-3 インドネシア交通事故件数



出所：インドネシア警察

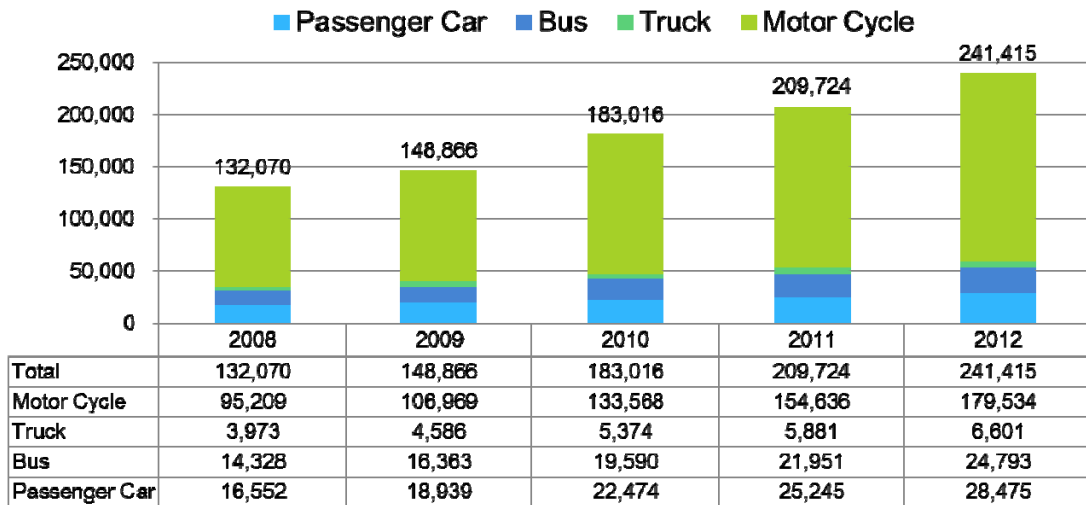
WHO の調査結果によると、人口 1000 人当たりの交通事故死亡者数は 17.7 人（2010年）である。インドネシア警察が車種別交通事故件数を発表しており、2009年の交通事故車両台数はトラックが 6,601 台、バスが 24,793 台。乗用車が 28,475 台である。この車種別事故件数と 1 章で述べた保有台数の数値は出典元が異なるので、台数あたりの事故台数の算出は避けるが、バスの事故が多いことが窺える。

表 4-1-4 人口 1000 人当たりの交通事故死亡者数



出所：WHO

表 4-1-5 車種別交通事故件数



出所：インドネシア警察

本事業と最も関連する交通安全政策が 2009 年の道路交通法の運転時間及び休憩時間に関するルールと 2012 年の政令 55 号によるタコグラフ・GPS 機器の装着である。

2009 年の道路交通法 90 条では、トラック・バス等公共輸送分野のドライバーの一日の運転時間を最長 8 時間、週に 2 回までは最長 10 時間とすること、特定条件の場合には最長 12 時間とし、うち 1 時間は休憩時間とすると定めている。また、4 時間の継続運転毎に 30 分の休憩を取ることとしている。また、同法が遵守されない場合には、違反した事業者に対して、警告書の送付、罰金、事業ライセンスの凍結、事業ライセンスの撤回といった罰則が定められているものの有識者へのヒアリング結果から、これらの罰則が必ずしも課せられているわけではないということが判明した。

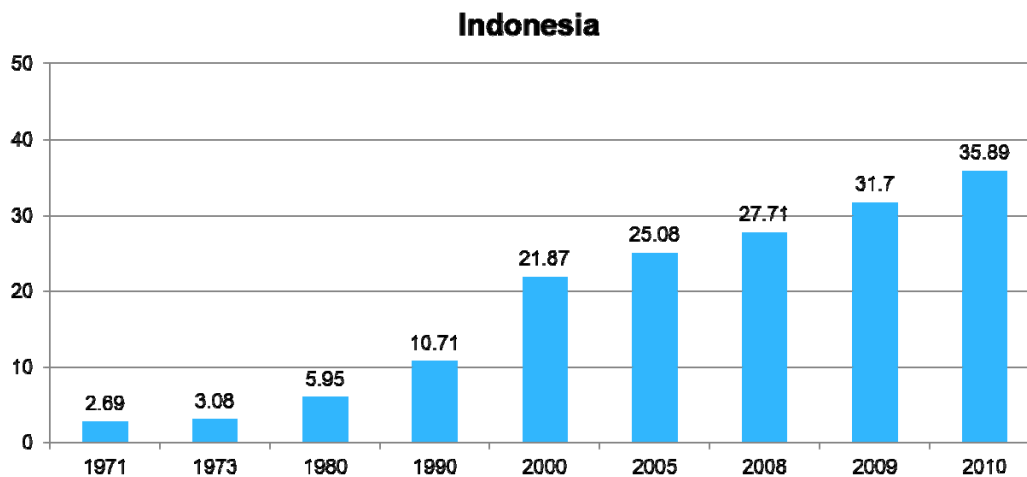
2012 年の政令（PP：PERATURAN PEMERINTAH）55 号の自動車に関わる Article92 にて、トラックはタコグラフ、GPS といった車両走行中の位置や動きを把握するための車両管理機器の装着が可能であると定めている。ただし、これは装着を義務つけるものではなく、装着することを認めていることに留意が必要である。

### ① -2 交通分野でのエネルギー消費

一方、エネルギー消費に関しては、自動車利用の増加に伴い、運輸部門のエネルギー需要量は増加の一途を辿っており、1980 年の 595 万トンから 2010 年に

3,589 万トンにまで増加している。

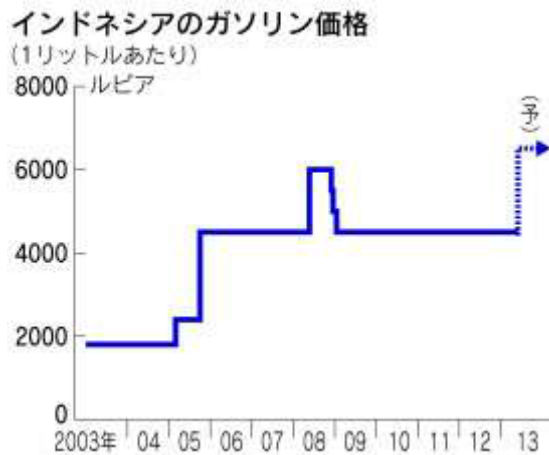
表 4-1-6 運輸部門エネルギー消費量(石油換算)推移



出所: OECD/IEA Energy Balances of Non-OECD Countries 2012

これまで、インドネシアでは燃料に対する補助金政策が実施されてきた。これは低所得層への支援が目的であり、政府からの支援により補助金が支出されて低価格に規制されてきた。補助金で石油製品価格を低く抑えることは、石油製品の過剰消費、原油価格高騰時の財政赤字拡大を招きやすいという側面を有している。2013年度の補正予算で、売価を抑えるため支出している補助金を削減し、燃料価格の引き上げが行われた。結果、レギュラーガソリンでは44%、軽油は22%引き上げられた。引き上げは2008年5月以来、約5年ぶりである。燃料価格が引き上げられたことは、トラック・バス事業者にとってはオペレーションコストを逼迫することになり、燃費に対する関心が高まり、燃費削減へのモチベーションが働くことが考えられる。

表 4-1-7 インドネシアのガソリン価格



出所：日本経済新聞

CO2削減に関しては、ユドヨノ大統領は2009年9月G20サミットや2009年COP15において、2020年までにCO2の削減を講じなかった場合に比べて、2005年比で26%削減、国際的な支援が得られれば、削減幅を41%まで引き下げることも可能、と演説し、これがインドネシア政府のCO2削減目標となっている。26%の内訳は、セクター毎に定められている。

● **インドネシアでのスマートタコグラフのニーズ**

2013年10月のITS世界大会において、環境担当を兼務する運輸省研究開発庁長官が「公用車に対しスマートタコグラフ搭載の義務付け規制を検討したい」と発言しており、インドネシアの交通課題である安全（事故削減）と環境（CO2削減）にむけ、日本規格のデジタコを使った当事業のFSを活用しながら効果検証を行っていると公表されている。また、2014年2月開催の第2回ワークショップでは、今後法制化に向けてどのように動いていくかという議論にも及び、ブルフィクリ研究調査局計画局長からは、関連する政府機関内でチームを作り、規制の草案作りと技術面での理解を深めるための勉強会を開催の可能性があるとの説明を受けた。本FSは運輸副大臣からもインドネシアの交通課題の解決になるのではないかと高い期待を寄せられている。法制化の動きは、動き始めたところではあるが、スマートタコグラフのニーズは十分にあると考えられる。

② **タイ**

③ **1交通安全政策**

タイにおいては、大規模な交通事故の多発が深刻な問題になっている。タイ運輸省陸運局のニュースは、直近5年で、交通事故が10倍以上に増加しており、一度の事故で、30人以上の死亡者が出る事故も多発していると発表している。



WHO の調査結果によると、人口 1000 人当たりの交通事故死亡者数は 38.1 人で世界ワースト 3 位（2010 年）である。また、国連アジア太平洋経済社会委員会（UNESCAP: the United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific）が 2010 年に行った調査では、タイ国家警察（Royal Thai Police）が発表した 2009 年の事故件数、死亡者数、負傷者（重症）を記載している。ただし、タイでは重傷者や死亡者を伴わない事故は、事故の発生を警察に届けず、当事者間の示談で済ませるケースがあり、実際の事故件数はこれらを上回るとも考えられる。タイ運輸省道路局（DOH）の統計によると、タイ全国の交通事故原因の 86% はスピードの出し過ぎによるものがあると *Traffic Accident on National Highways 2007* にて報告されており、タイのソクラーナカリン大学が 2013 年に発表した調査では、スピードの出し過ぎがヒューマンエラーによる事故原因の 57% を占めると報告されている。

表 4-1-8 タイにおける 2009 年の事故件数、死亡者数、負傷者（重症）数

事故件数	死亡者数（30 日以内に死亡）	負傷者（重症）数（入院）
85,548 件	11,048 件	113,048 件

出所：UNESCAP、タイ国家警察、Road Safety Operation Center

タイ政府は、道路交通安全 10 年行動計画 2011-2020 年 Decade of Action for Road safety (2011-2020) にて 2020 年までに交通事故による死亡者数を 10 万人に 10 人まで削減する目標を掲げている。

現在、Land Transportation Act B.E.2522 によって、2013 年 1 月から危険物輸送のトラックとトレーラーに対して、GPS トラッキングシステムの装着が義務づけられている。Land Transportation Act B.E.2555 Art.10 によると、義務づけは、ライセンス取得のタイミングに応じて、2013 年 1 月から 2015 年 1 月までに 2 年間をかけて、段階的に実施する。タイ運輸省陸運局は、陸上輸送の交通安全対策のために GPS トラッキングシステムの装着を義務つけると説明している。また、Land Transportation Act B.E.2552 Art.71 及び Art.148 義務づけ時期以後に、GPS トラッキングシステム未装着の車両を使用した運送事業者に対しては、50,000 バーツ以下の罰金が課せられる。

義務つけ開始時期	対象
2013 年 1 月	新規取得ライセンス
2014 年 1 月	2013 年 1 月以前に取得したライセンス
2015 年 1 月	2013 年 1 月以前に取得したライセンスで、GPS トラッキングシステム装着済であるが、発布条件に未準拠

装着義務は、2013年1月より開始し、2014年1月以降は対象が拡大するが、2013年12月にタイの大手GPSトラッキングシステムプロバイダーに対して行ったインタビューでは、同社の有する限られた情報にはなるものの、義務つけ対象の車両の約半数には、事業者の自主的な取組あるいは荷主からの要請により、既に導入されているというコメントも得られた。タイ運輸省は、危険物輸送トラックに義務つけを開始した背景として、LPGを搭載した車両がガードレールに衝突し、爆発・火災を起こした事故について言及している。

図 4-1-9 ガス爆発・火災の様子



出所：タイ運輸省

GPSトラッキングシステムの技術仕様は、Land Transportation Act B.E.2555 Art.4によって、下記の5点が定められている。

- ① 1分単位での速度の記録を行う
- ② 記録した速度をネットワークに5分に一度以上を送信する
- ③ 記録はGPSトラッキングシステムプロバイダーが6ヶ月間保管する
- ④ エンジンがかかっていない状態でもアラームが起動する
- ⑤ 未確認運転及びライセンス誤用運転への警告（アラーム発信）を行う

認証は、陸運局内の自動車技術部門が行い、約25機種が認証を受けており、認証を受けた機種は陸運局のウェブサイトにて公開されている。  
(<http://apps.dlt.go.th/esb/approve.html>)。一度認証を受けた機器は、認証を更新する必要はない。

図 4-1-10 認証された機器



出所：インタビュー協力現地 GPS システムプロバイダーにて撮影\*

\*右の写真の手前にあるのは、運転免許証を読み取るカードリーダーである。

## ② -2 GPS コントロールセンター

2013年5月に、バンコク市内 Chatchak 地区にある陸運局施設内に GPS コントロールセンターが稼働した。同センターでは、24時間2シフトの常時3名体制で、既に GPS トラッキングシステムを装着した危険物輸送のトラック・トレーラーと国営バス会社 Transport 社の GPS トラッキングシステムから収集したデータのモニタリングを行っている。危険物輸送のトラック・トレーラーについては、Land Transportation Act B.E.2552 Art.9により、スピード、急ブレーキ、急発進、蛇行運転の4項目を1分単位で計測し、5分ごとに GPS トラッキングシステムプロバイダーを介して、センターへデータが送信される。センターのモニター画面には、スピード、急ブレーキ、急発進、蛇行運転の4項目に違反あるいは異常値のあった車両情報のみをフィルターをかけて表示されている。モニターには、4項目の状態、エンジンがかかっているかどうかの状態、現在の車両の位置、現在のスピード、直近の0時から24時の最高速度が常時表示される。表示された車両は、ワンクリックで、現在の車両位置の住所、会社名、ドライバー氏名、車番が表示される。同センターを訪問して行ったインタビューでは、タイでは、スピードの出し過ぎが原因の交通事故が多いことから、センターのオペレーターは、4項目のうちスピードを最も注視しているという発言があった。時速110km以上の走行が20分継続すると、スピード違反とされ、GPS トラッキングシステム

から収集した情報は、スピード違反の報告書作成に利用され、報告書自体はシステムから自動的に発行されるとの説明を受けた。報告書の件数等による正式な統計データではないが、日々の運用状況から、センター稼働時と比較すると約6ヶ月間でスピード違反件数は20-30%減少していると思われるというコメントもインタビュー時に挙げられた。

また、GPSトラッキングシステムと一体化した免許証読取リーダーによって、運転時間を計測し、計測結果もセンターに送信される。カードリーダーに免許証が挿入されている時間イコール運転時間とし、運転時間が8時間を超過した場合には、運送事業者に対して罰金を課す仕組みが、2013年5月から開始された。この方式では、休憩中もカードリーダーに免許証が挿入されていると、運転時間とみなされ、必ずしも運転時間を正確に計測したものではない。

今後、対象車両の増加を想定し、同センターの危険物輸送トラック及びトレーラーについては、2万台分までのデータ収集が出来るよう設計がされているとのことである。

なお、同センターは、陸運局コールセンター、スマートRFIDセンターに隣接し、陸運局コールセンターでは、乗客からバスに対する苦情、危険運転の報告の連絡を受け付け、スマートRFIDセンターでは、バンを利用した小型バスの走行スピード情報の収集を行っている。

図 4-1-11 GPS コントロールセンター





出所：GPSコントロールセンターへのインタビュー時に撮影

### ②-3 GPSトラッキングシステムの情報を利用した安全運転の推進

陸運局運輸技術担当官（Transport Technical Officer）、及びGPSコントロールセンターモニタリング担当者へのヒアリング時に、GPSトラッキングシステム装着義務の導入効果を尋ねたが、公式な統計データはセンターでは把握していなかった。

GPSトラッキングシステムを活用し、安全運転を推進する具体的な方策に関しては、各事業者に委ねられている。違反や事故といった問題を頻発する事業者を陸運局に召喚し、注意を与えることはあるが、その後の対策を検討し、改善を進めていくのは各事業者の責任であると考えられている。また、GPSトラッキングシステムに付随する運転免許証のカードリーダーでの読取りによって、運転時間の管理を行っているが、ドライバーの勤務実態の把握、運転時間の記録方法、適切な管理方法は各事業者で取組む内容だと考えられている。

GPSトラッキングシステムサービスプロバイダー2社にインタビューでは、アフターサービスに注力しているという説明があったが、アフターサービスはトラック・バス事業者の社内管理者へのGPSトラッキングシステムの操作のトレーニングの提供を指しており、具体的にGPSトラッキングシステムを活用した安全推進、安全対策に取り組んでいくかの提案はされていない模様であった。

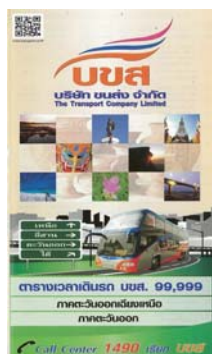
収集データの活用については、GPSトラッキングシステムの機器自体は、交通

事故発生時に耐えうる頑強性を備えていないが、インタビューを行った GPS トラッキングシステムプロバイダーからは、データ自体はサーバーに保管されているので事故の分析にも活用できると考えられるというコメントが挙げられた。一方、GPS コントロールセンターでは、陸運局が定める技術仕様は、1分単位での記録のため、事故原因を推測することはできるものの、事故原因の分析には利用できないであろうというコメントが挙げられた。

## ②-4 トラスポーツ社での取組みと民間バス事業者への展開

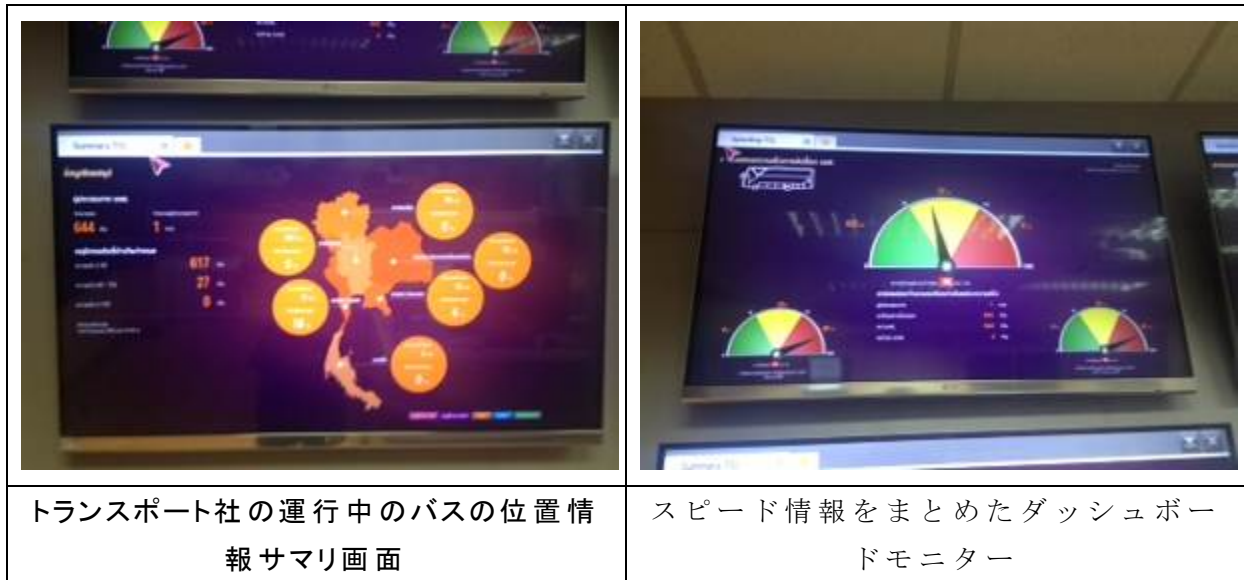
トラスポーツ社は、運輸省傘下で都市間を結ぶインターシティバスを運営する国営企業である。運輸省、タイ国立電子コンピューター技術研究センター（NECTEC: National Electronics and Computer Technology Center）、トラスポーツ社の3社協力の取組で、2013年5月より、トラスポーツ社のバス車両に GPS トラッキングシステム導入実験が進行中である。トラスポーツ社自社運行のバス車両 796 台に GPS トラッキングシステムが装着され、スピード、急ブレーキ、急発進、蛇行運転の4項目を30-40秒ごとに計測し、GPS トラッキングシステムプロバイダーを介して、30-40秒ごとに GPS コントロールセンターへデータが送信されている。センターのモニター画面には、運行中のすべての車両情報の4項目の状況、現在の位置、現在のスピード、直近の0時から24時の最高速度が表示されている。一覧表示とは別に、地図上のバスの位置情報のみを表示するモニター、スピード情報をまとめたダッシュボードモニターも、同センターには備えられている。4項目に対して異常・違反があると、車載アラームでドライバーに警告、トラスポーツ社と GPS センターの双方へ報告され、トラスポーツ社の管理者からもドライバーに警告を与えている。

図 4-1-12 トラスポーツ社のバス案内



出所：トラスポーツ社

図 4-1-13 GPS コントロールセンターでのモニター項目画面



出所：GPS コントロールセンターへのインタビュー時に撮影

2014 年 2 月掲載のタイファイナンシャルポストによるトランスポート社副会長への取材記事では、同社ではスピード違反を犯したドライバーに対しては警告後、減給処分、スピード違反を繰り返すドライバーは解雇処分を行っていると発表している。また、このモニタリングの仕組みでは GPS トラッキングシステムのデータがドライバーの雇用元であるトランスポート社、管轄官庁である陸運局の双方で共有されることが実質的、結果的には二重の監視機能となり、システム導入以来大きな事故が起きていないことを好ましく思っていると副会長はコメントしている。2013 年 10 月に開催した第 1 回ワークショップでは、トランスポート社からの出席者より、同社では無事故継続のドライバーには賞与を与え、安全運転への動機づけとしているとの発言もあった。タイ運輸省は、2014 年中には GPS トラッキングシステムの装着をトランスポート社の下請けで都市間のバス運行を行う民間のバス事業者へも拡張する計画、また GPS トラッキングシステム導入コスト 20,000 バーツ及び月次のオンラインサービスコスト 800 バーツを陸運局とトランスポート社が吸収する展望を発表している。

図 4-1-14 バス及びバンコク市内のバスターミナル



出所：バス会社訪問時に撮影

● タイでのスマートタコグラフのニーズ

タイでは、危険物輸送車両に対しての GPS トラッキングシステムへの導入が開始したばかりで、かつトランスポート社のバスに GPS トラッキングシステムを導入するプロジェクトが進行中であり、装着義務つけ車両の拡大されることが考えられる。タイ運輸省道路局（DOH）の統計では交通事故の原因の 86%をスピード違反が占めていることから、スピードをモニターすること、スピード違反を削減することが重視されているが、スピードに限らず、急ブレーキや急発進の削減を含め安全運転を推進すること、ドライバーの運転マナーを向上させることは必要であると認識されている。その最たるものとして、運輸省の副事務次官からは、スマートタコグラフの導入効果に高い関心を寄せられている。タイでの政情が落ち着くのを待ち、副事務次官へ直々に実験結果を報告する予定である。

2) インタビュー方式の運行管理実態調査とスマートタコグラフのニーズ

ジャカルタ、バンコクの日系および地元の物流会社、GPS システム会社にインタビュー調査を行った。調査目的、対象国・対象者、調査方法、調査項目は次の通りである。

<p>目的</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運行管理の実態を明らかにする</li> <li>● 運行管理体制づくり、運行管理責任者の設置、ドライバーへ安全運転指導を支援するソフト対策の重要性を明らかにする</li> </ul>
<p>対象国と対象者</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● インドネシア・タイ</li> <li>● トラック運送会社(日系企業、現地企業):インドネシア 6 社、タイ 5 社</li> <li>● バス会社(現地企業):インドネシア 3 社</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GPSトラッキングシステムプロバイダー(現地企業):タイ2社</li> </ul>
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 調査時期: 2013年12月-2014年1月</li> <li>● インタビュー方式</li> <li>● インタビュー実施者: デンソー、PwC</li> <li>● インタビュー対応者: マネジメント層</li> </ul>
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運行管理者(相当)の設置</li> <li>● 運行管理業務(乗務割作成、対面点呼、指導)の実施状況</li> <li>● 燃費管理</li> </ul>

インタビュー先企業の運行管理の実態とニーズは次の通りである。

	インドネシア	タイ
運行管理体制*	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運行管理者は配置済</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運行管理者は配置済</li> </ul>
運行管理業務の実態	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 日々の運転指導は手探りで実施、効果的な方法を模索中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 日々の運転指導は手探りで実施、効果的な方法を模索中</li> <li>● 先進企業は指導の重要性を認識</li> </ul>
ニーズ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ドライバーに安全運転をさせる為の具体的な方策を知りたい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 安全運転、運転マナーを向上させる為の日本の「グッドプラクティス」を学びたい</li> </ul>

\*: 日本は法律により運行管理者の設置義務があるが、上記2国では法律による義務化、行政指導も特でない。

インドネシア、タイのいずれのインタビュー先においても、運行管理業務あるいはその一部の業務を行う運行管理者（以下、運行管理者相当と称す）は配置されていた。ただし、保有車両台数に応じて、トラックであれば29両までに1名、以降30両ごとに1名追加というように配置基準定められている日本とは異なり、車両台数あるいはドライバーの人数に対する運行管理者相当の人数は、事業者の規模が大きくなるほど、一人の運行管理者相当の担当する車両数が多い傾向が見られた。

運行管理の主要業務（乗務割の作成、対面点呼、指導）のうち、乗務割の作成はいずれの企業でも実施されていた。しかし、乗務割・勤務計画に対する勤務時間、運転時間の管理は、一部GPSトラッキングシステム導入済の企業では、GPSでの記録が用いられたものの、大半が自己申告制の日報での管理されていた。そのため、日報に記載されている運転時間が必ずしも正確に記録されたものであるとは言い切れないという課題が見られた。

点呼については、先進的に安全運行の推進に取り組んでいる企業では、運行管理者相当がドライバーに対して、乗務前に健康チェック、アルコールチェックを行い、運行の可否を判断するという業務が見られた。一方、大半のインタビュー先では運行管理者相当とドライバーが挨拶を兼ねて当日の業務内容を簡単に確認することが中心であった。挨拶、業務内容の確認の過程で、健康状態の確認や安全運行のための注意がされることもありうるが、業務として体系化されたもので

はなく、あくまでも担当者、現場での判断になっている。長距離輸送のドライバーでは、運行管理者相当と対面ではなく、電話での点呼というケースも見られた。

指導に関しては、大半の企業がドライバーに対して、定期的に研修を実施し、安全運転への喚起を行っていた。研修内容については、日々の運転指導の内容から安全運転プログラムを独自で作成、あるいは外部機関でのトレーニング受講のほか、ドライバー間での情報共有機会の提供等があげられた。

燃費管理については、14社中2社で走行距離にそった燃料使用量の基準を社内で設定し、基準以下の燃料使用を実現した場合は削減費用分の一部あるいは全部をドライバーに対してインセンティブとして支給するという制度が導入されていた。燃費管理、燃費削減には関心があるものの、実運用のための人手が足りないのでできていないという声も挙げられた。

図 4-1-15 インタビュー先で運用されている日報

日付	WORK CODE	COMPANY	LOADING LOCATION		TIME		DELIVERY LOCATION		EXPRESS WAY		PARKING FEE		TOTAL
			แบบข้อ	สถานที่ประจำรถ 6 ล้อ	ของบริษั	จุด	สถานที่	จุด	ค่า	ค่า	ค่า	ค่า	
6-8-13			JBT	08:00		10:00	50		100		100	150	
6-8-13			JBT	08:00		10:00	50				100	150	
7-8-13			JBT	16:00		18:00	60	50	100		100	220	
7-8-13			DG	10:00	NSP	11:00			35		200	235	
7-8-13			DG	10:00	NSP	11:00			35		200	235	
9-8-13			JBT	11:30	JBT	13:00			35		100	135	
14-8-13			AI	09:40	JBT	10:50			35		100	135	
14-8-13			BK	09:00	SIRA		20	30			100	150	

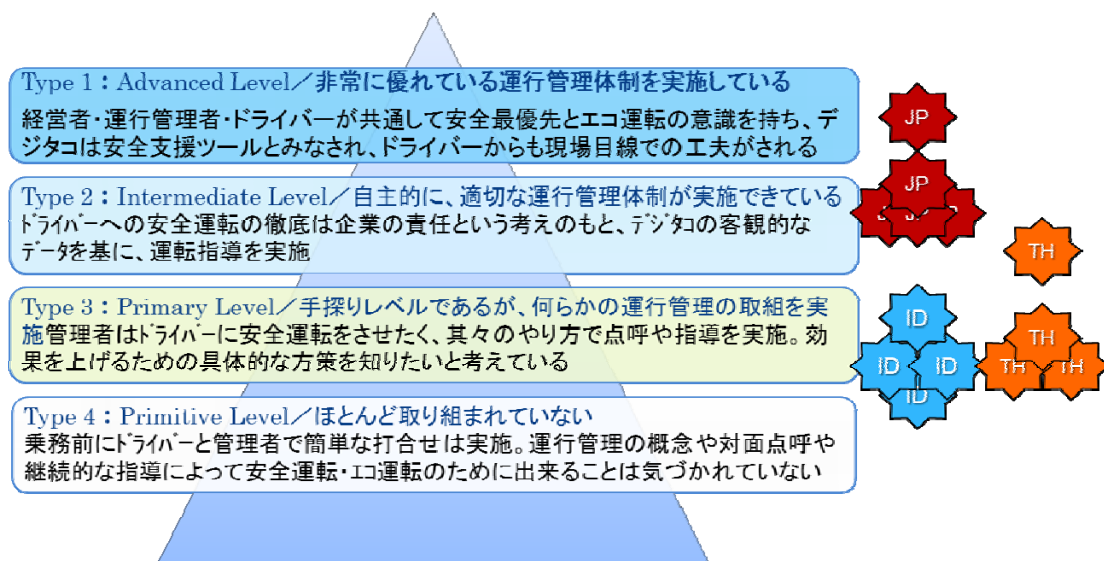
出所：インタビュー先より入手

インドネシア・タイのインタビュー先からは、「ドライバーの運転実態を正確に把握し、安全運転をさせたいが、そのための具体的な方策を知りたい」、「安全運転をさせるためには、日ごろからの指導が重要だと認識している」、「安全運転を徹底させることは社のビジョンでもあり、日本のベストプラクティスを学びたい」という意見があげられた。現在の運行管理の課題として、2,000人のドライバーを抱える事業者からは、過去に運転マナーの良いドライバーに対してボーナスを与える制度を実施したが、日報管理では正確に情報収集をすることが出来ず、制度を廃止したというコメントや、GPSトラッキングシステムを導入し、スピード違反やアイドリングに注意を与えようとしている事業者からは、悪い運転マナーに対する注意や罰則が中心になり、運転マナーをさらに良くしようというモチベーションが働きにくいという課題があげられた。また、ドライバーのマナーの

向上が営業活動上、特に地元大手企業やグローバル企業の荷主を中心に求められているという発言もあった。

次図に、調査結果からの考察をまとめるが、運行管理制度が義務つけられている日本が Type2、先進的な取組を行っている日本企業が Type1 に該当し、現在のインドネシア企業、タイ企業の多くが Type3 に該当すると考察される。Type3 から Type2 に進むには、法律にて運行管理制度及びその業務内容を義務つけることが必要だと考えられる。

図 4-1-16 調査結果からの考察

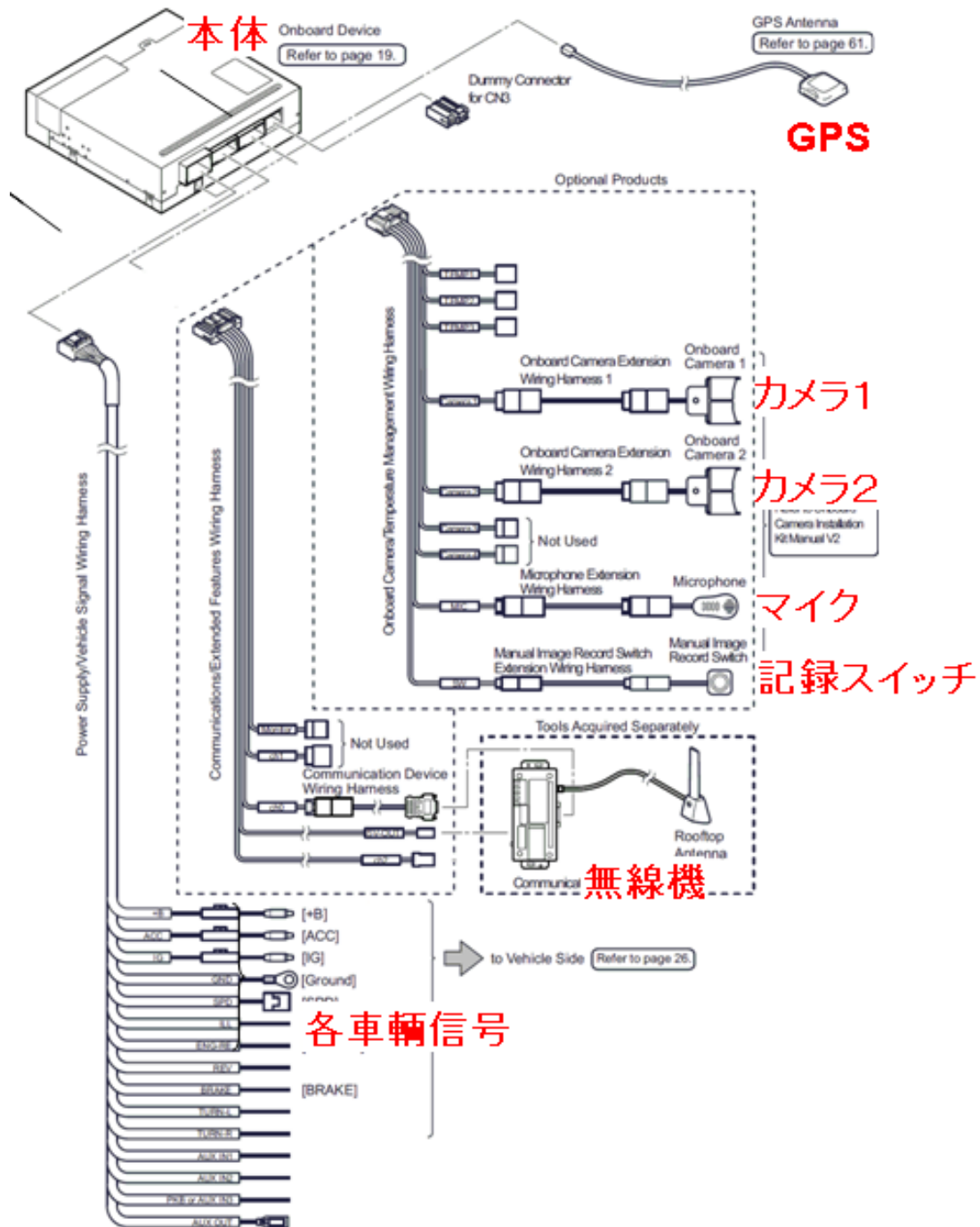


● 両国におけるスマートタコグラフのニーズ

インタビュー結果から、安全運転のためには、日本の運行管理業務に含まれる点呼と指導の必要性が理解されていること、具体的な方策に関心があることが把握できた。現状では、手探りで点呼や指導を行っているため、効果を上げるための体系だった業務を理解、導入、継続して実行するための方法、ドライバーと運行管理者相当の双方に対し、安全運転やエコ運転へのモチベーションを働かせ、維持するための方法、つまりスマートタコグラフのソフト技術にニーズがあると見られる。既に GPS トラッキングシステムを導入していた実験参加企業からは、画像を含めたスマートタコグラフで記録された正確なデータをドライバーと共有して、日々の指導に改善効果が見られたというフィードバックが得られた。一方、スマートタコグラフを実際導入にあたって、機器導入のコスト負担を懸念する声も挙げられた。

4-2.トラック・バスを対象としたパイロット実験と調査結果  
 1) スマートタコグラフの取付





図 4-2-1 スマートタコグラフ配線図



- タイでの取付を以下のとおり実施した。

取付日時：2014年10月8,9日

取付車輛：

V-SERVE 4台			
			
79-4301	75-7186	79-4301	79-4298

取付作業写真：

		
メータ裏から信号を取得	インパネを取り外し配線	2カメラとタコグラフを装着

- インドネシアでの取付を以下のとおり実施した

取付日時：2014年11月4日～6日

取付車輛：(写真は代表車)

HARIJAYA 2台	BLURBIRD 2台	DAMRI 4台	ROSALIA INDAH 1台
			
B 9739 UXR	CAB 877	4696	IB005

取付作業写真：

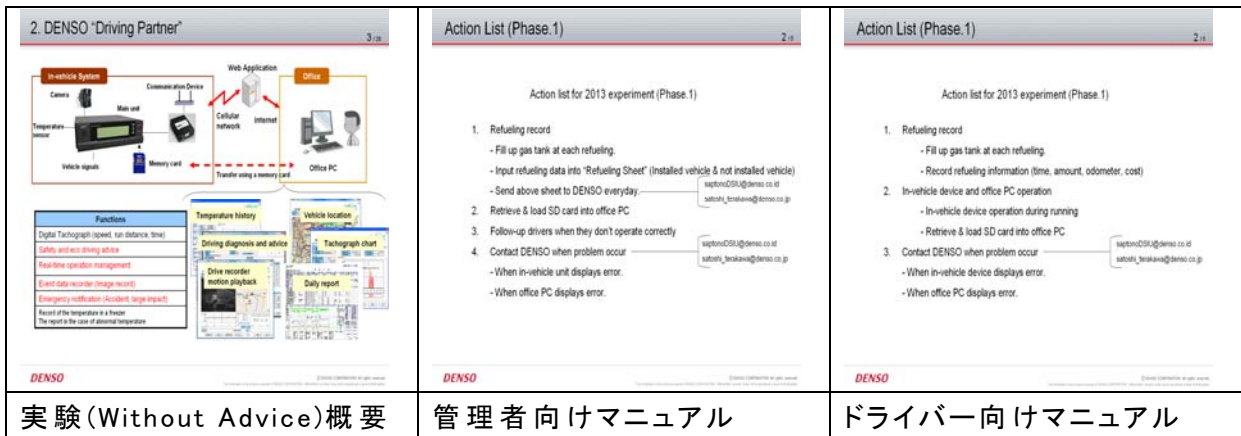


## 2) 実験の開始と実験フェーズの移行作業

前述のとおり本実験は、アドバイスを動作させない Without Advice 期間とアドバイスを動作させる With Advice 期間の 2つの期間を、それぞれ 1.5ヶ月間実施した。

実験の開始時には、インドネシア (HARIJAYA, BLUEBIRD, DAMRI, ROSALIA)・タイ (V-SERVE)のそれぞれの事業者に Without Advice 期間の説明を実施した。

説明資料：



説明風景：



オフィスで資料を用いて説明

車内で実機を用いて説明

実験フェーズの移行時には、インドネシア・タイそれぞれの事業者にて With Advice 期間の説明および Without Advice 期間の結果報告を実施した。

<p>Without Advice 結果報告</p>	<p>実験(With Advice)概要</p>	<p>各種マニュアル</p>

説明風景：

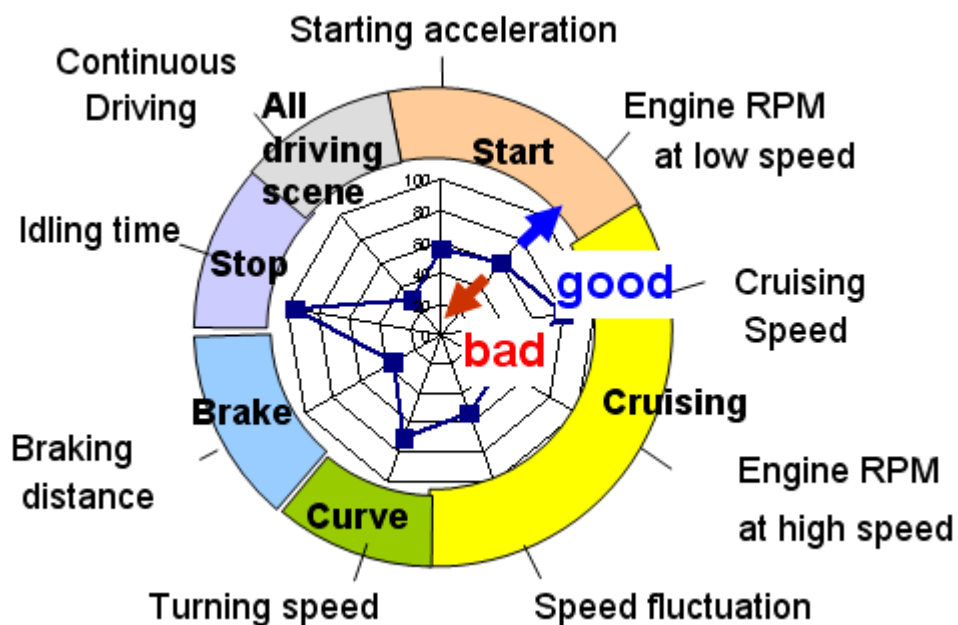
<p>Without Advice 結果報告</p>	<p>ドライバーにスマートタコグラフの使い方を説明</p>

### 3) スマートタコグラフによる安全・省燃費効果の検証結果

項番 3-3 (2) で示した各診断得点について、調査した 13 台の Without Advice 期間(アドバイスを機能させない状態)と、With Advice 期間(アドバイスを機能させた期間)での結果を以下に示す。図から各ドライバーの安全・省燃費運転への意識向上が確認出来る。

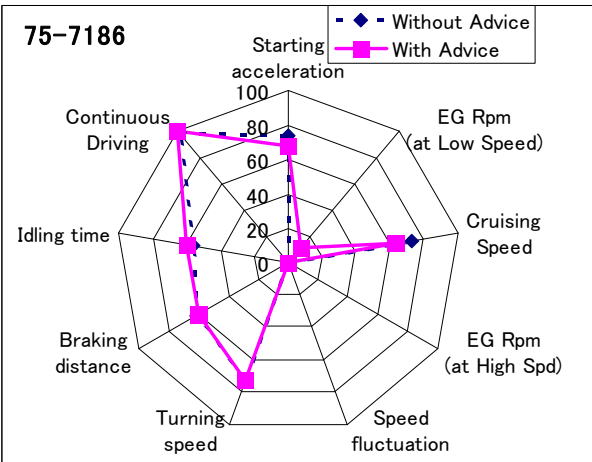
※図は、各診断項目を縦軸においた、中心 0 点の 100 点満点評価を表す。各診断項目で作られる多角形が大きい程、良い運転操作であることを示す。(図 4-2-2)

図 4-2-2 診断得点結果 表示例

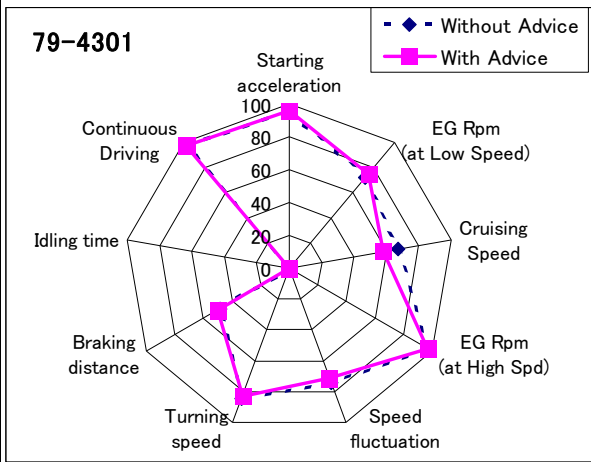




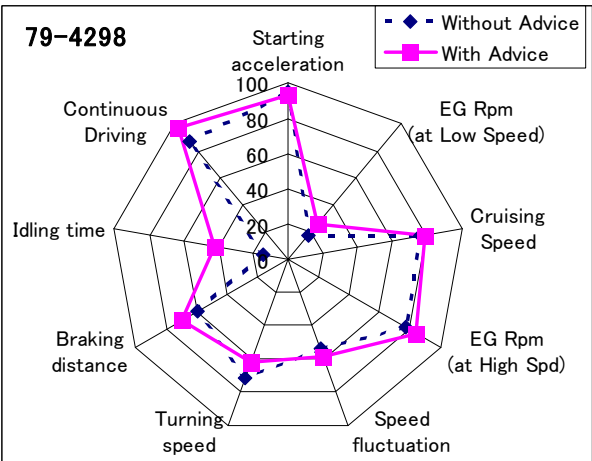
Thai V-SERVE 4 車輛 (TRUCK)



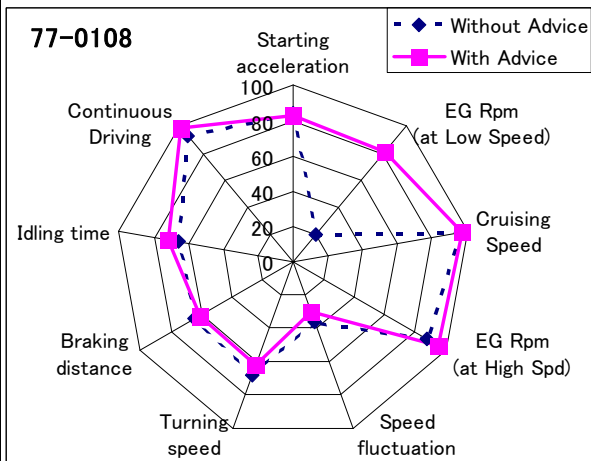
危険運転 : 0.39 → 0.28 (回 / 100km)  
燃費 : 4.9 → 4.8 (km/L)



危険運転 : 1.18 → 0.99 (回 / 100km)  
燃費 : 2.9 → 3.0 (km/L)

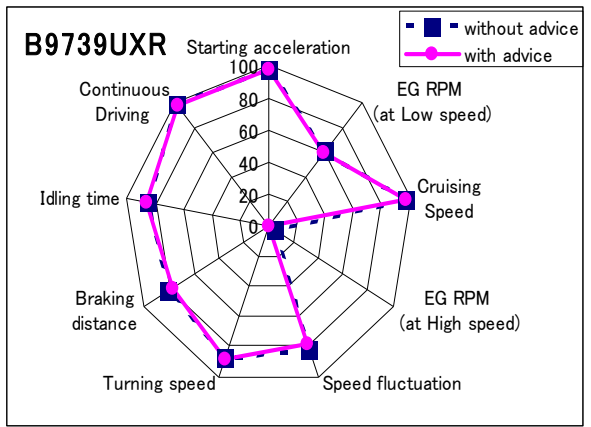


危険運転 : 0.49 → 0.36 (回 / 100km)  
燃費 : 2.8 → 3.0 (km/L)

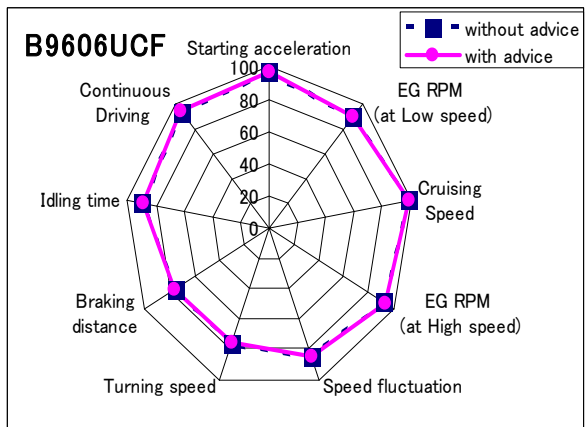


危険運転 : 0.24 → 0.29 (回 / 100km)  
燃費 : 6.0 → 6.4 (km/L)

Indonesia HARIJAYA 2 車輛 (TRUCK)

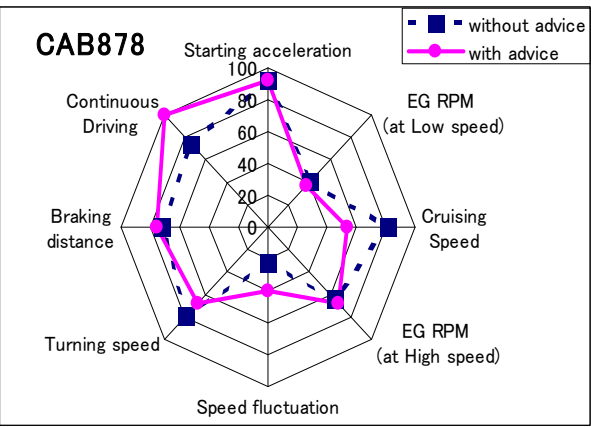


危険運転 : 0.33 → 0.34 (回 / 100km)  
 燃費 : 3.9 → 4.0 (km/L)

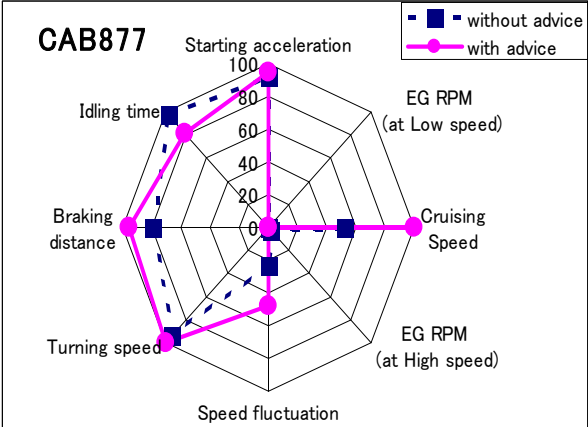


危険運転 : 0.16 → 0.11 (回 / 100km)  
 燃費 : 4.6 → 4.9 (km/L)

Indonesia BLUEBIRD 2 車輛 (BUS)

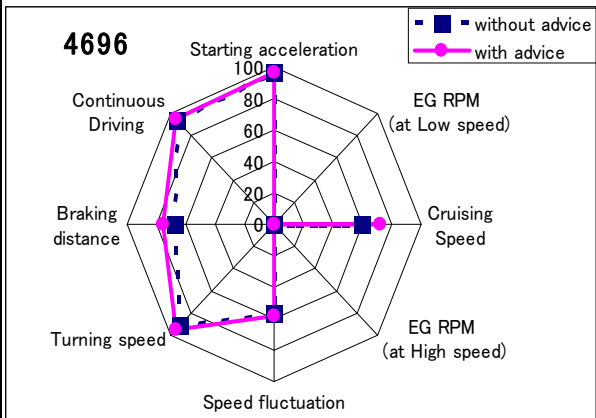


危険運転 : 0.29 → 0.15 (回 / 100km)  
 燃費 : 5.3 → 5.7 (km/L)

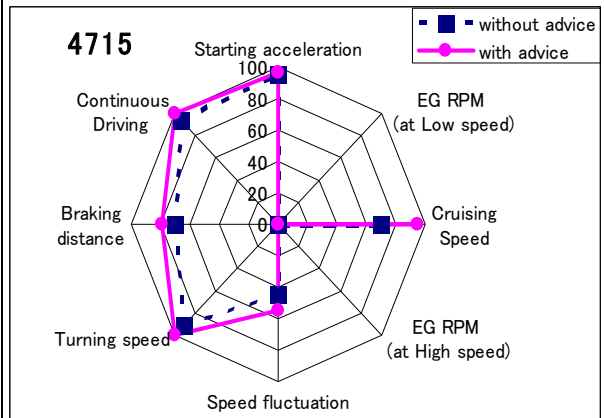


危険運転 : 0.04 → 0.00 (回 / 100km)  
 燃費 : 5.4 → 5.7 (km/L)

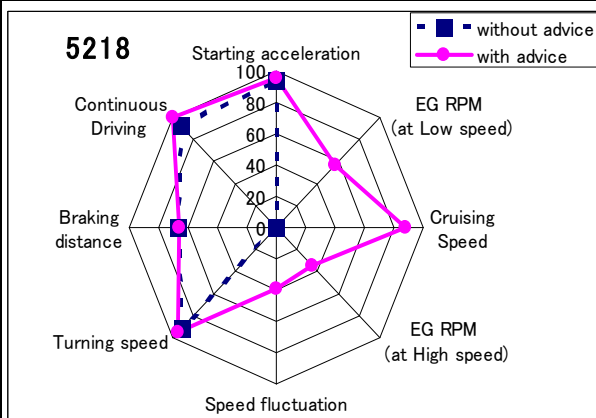
Indonesia DAMRI (Jakarta) 4 車輛 (BUS)



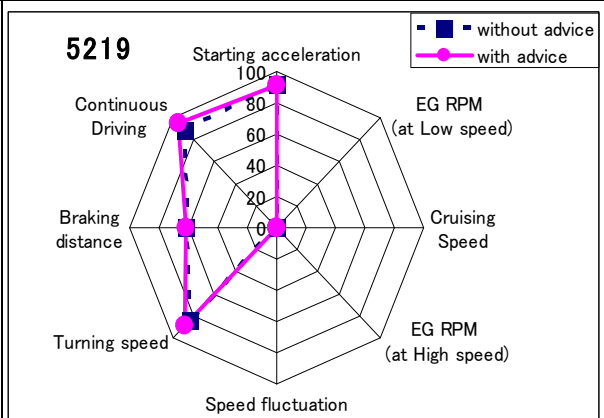
危険運転 : 0.14 → 0.10 (回 / 100km)  
燃費 : 2.9 → 3.2 (km/L)



危険運転 : 0.09 → 0.03 (回 / 100km)  
燃費 : 2.6 → 2.7 (km/L)

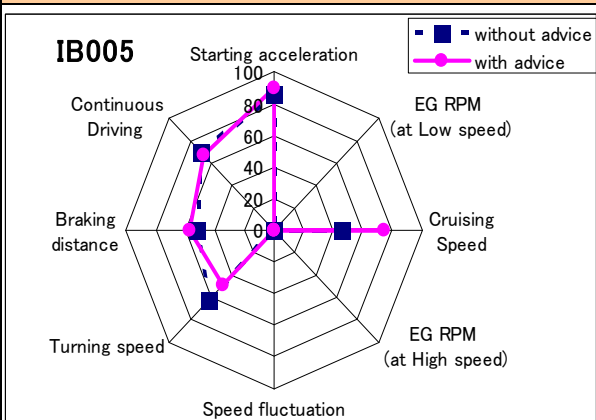


危険運転 : 0.16 → 0.10 (回 / 100km)  
燃費 : 2.9 → 2.9 (km/L)



危険運転 : 0.10 → 0.06 (回 / 100km)  
燃費 : 2.7 → 2.7 (km/L)

Indonesia ROSALIA Indah (BUS)



危険運転 : 0.18 → 0.23 (回 / 100km)  
燃費 : 2.4 → 2.6 (km/L)

#### 4) 安全効果の詳細調査

##### ① 危険運転回数

危険運転データに関する調査の結果、Without Advice 期間と、With Advice 期間で危険運転回数 (/100km) が削減出来ていることが分かった。タイの 4 車両については平均 13%, インドネシアの 9 車両については平均 36% の削減効果が確認できた (図 4-2-3, 4-2-4)。(全 13 車両では 29% の削減)

全車両それぞれの回数 (100km 走行あたり) については図 4-2-5, 4-2-6 に示す。

図 4-2-3 タイ 危険運転回数 (/100km) 全車両平均

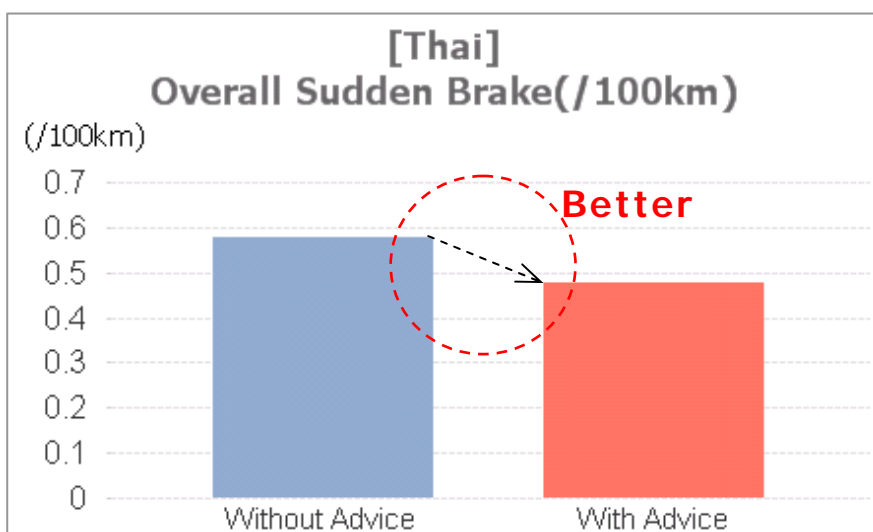


図 4-2-4 インドネシア 危険運転回数 (/100km) 全車両平均

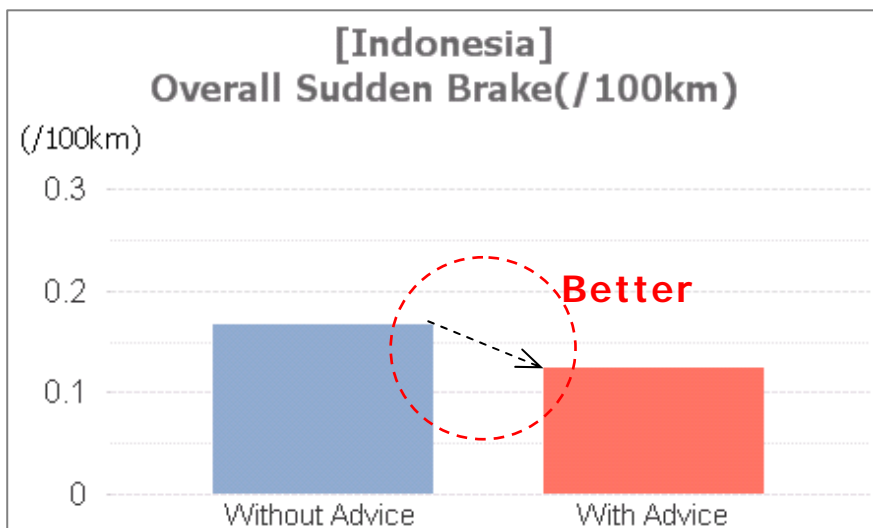


図 4-2-5 タイ 車両毎 危険運転回数(/100km)

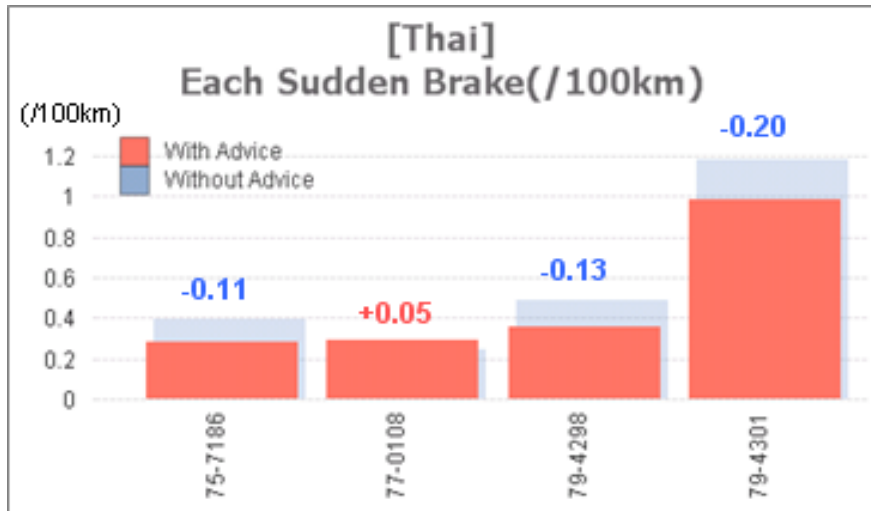
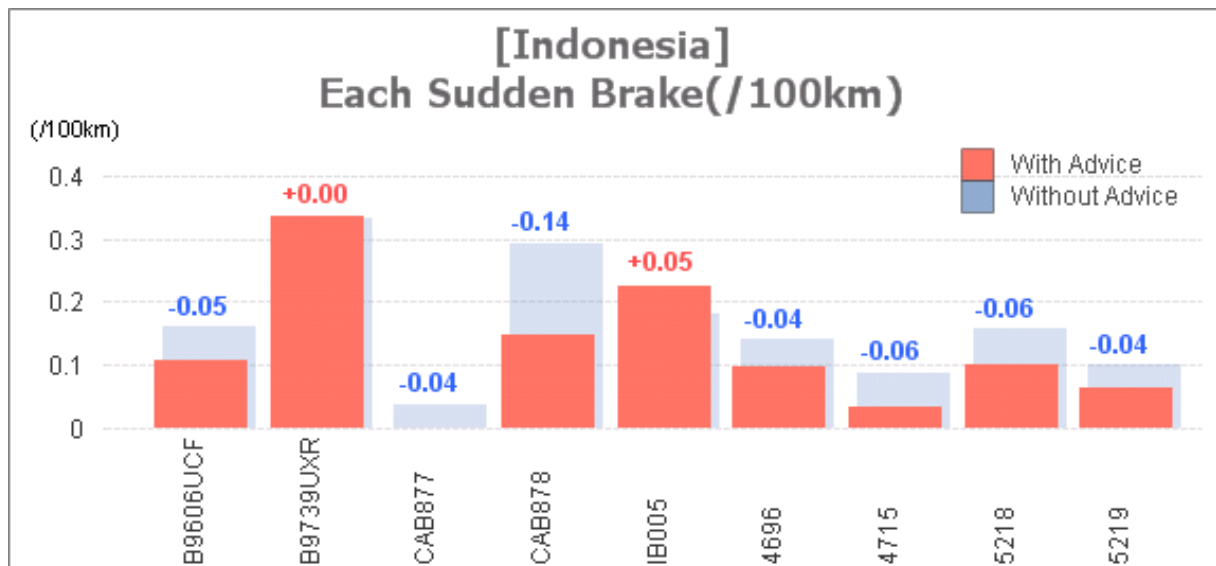


図 4-2-6 インドネシア 車両毎 危険運転回数(/100km)



## ② ニアミスシーン

スマートタコグラフのドライブレコーダにより危険運転時に前後 10 秒間の映像が記録される。記録された映像からドライバーの挙動、道路状況、交通状況、ニアミスの発生要因などが確認出来る。

タイおよびインドネシアにおける特徴的な挙動を捉えた映像を以下に示す。

### ● ドライバーモラル違反

運転中のタブレット操作や渋滞時の路側帯走行、対向車線走行など



タブレットを持ちながら運転、両手を離すこともある



本線混雑で路側帯を走行、別車両も路側帯に進入し急ブレーキ

### ● 悪路回避による危険

未整備の路面状態が多く、悪路回避のため危険にまきこまれる



追い抜こうとする

バスが悪路回避で急接近した為、急ブレーキ

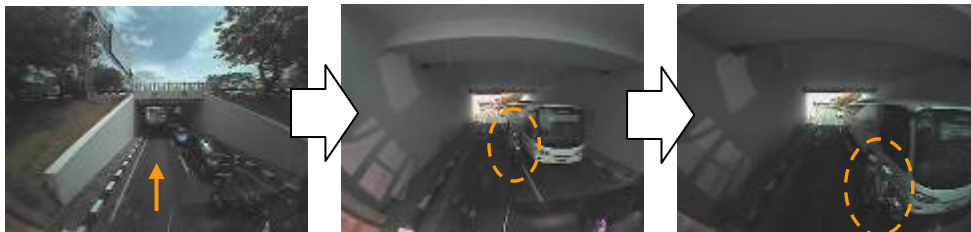
- バイク回避による危険

バイクの交通量が多く、まきこみやバイクの急挙動により危険な状況となる



交差点を左折

死角からバイクが現れ、急ブレーキ



トンネルに進入

対向車線のバスをバイクが追い越し、急ブレーキ

- その他特徴的なニアミス

急減速によりバスの乗客が転倒する



車室内の映像

急ブレーキにより女性が倒れる

映像の分析から、タイおよびインドネシアにおける交通事情では、慢性的な渋滞、悪路、バイクの量など危険運転発生時の状況が非常に似ていることが確認できた。これらの状況を運転指導画面（ドライブレコーダ再生画面）から指導することにより、モラルや状況に起因する危険運転回数が抑制されることが期待される。

また、記録された映像から、実際にニアミスに至った映像を詳細分析した(図4-2-7)。その結果、直線道路での前方不注意におけるニアミスが多く、減速時のアドバイスに従った運転を心がけることで、全ニアミス件数の半数以上(37件中21件)が防げる状況であることが分かった。

図 4-2-7 ニアミス詳細分析

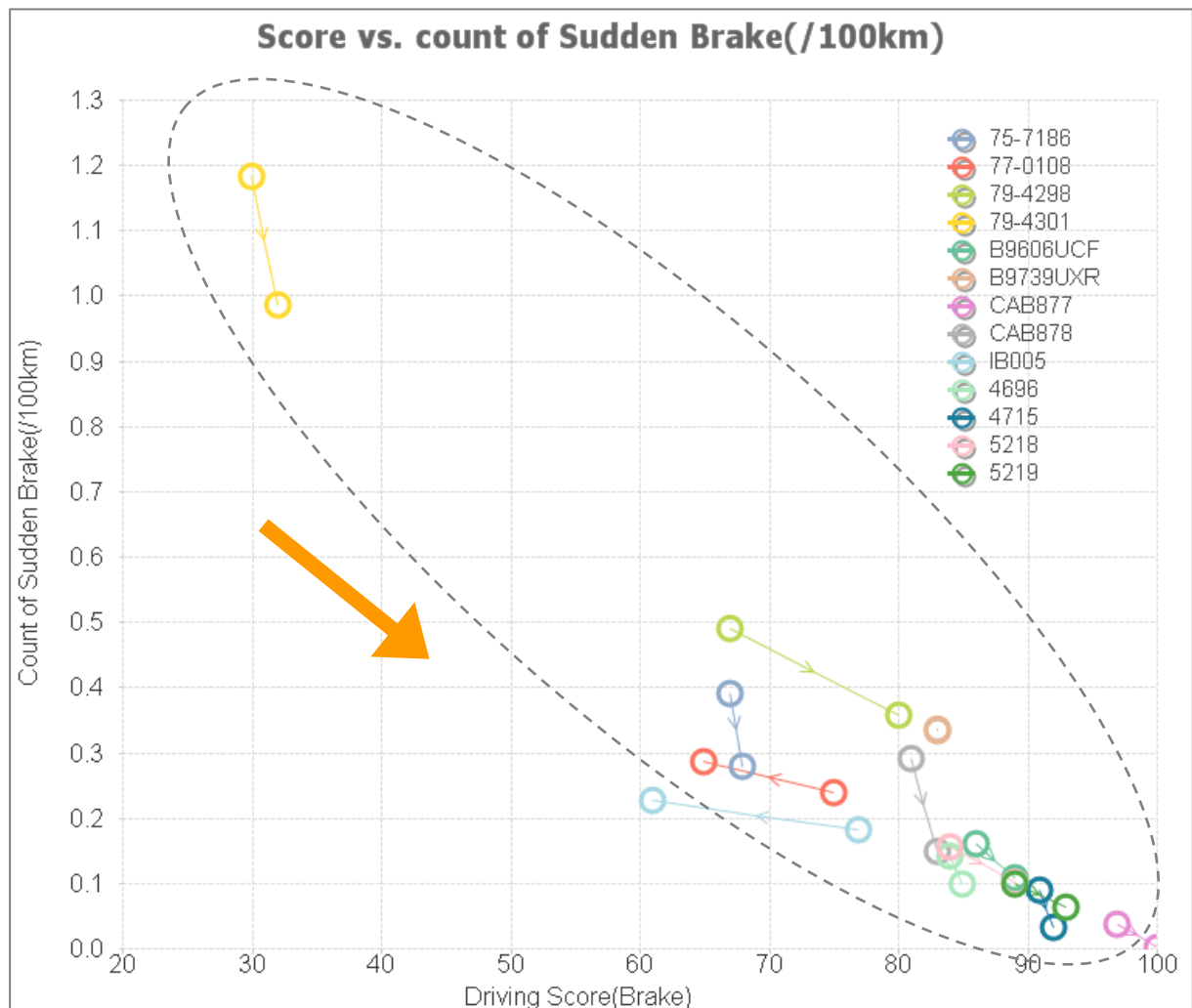
No	Point	Image Link	Driver	Scene	Dir.	No.	Date	Type	Road	Point	Action	原因	台車/台車	原因詳細
1					V-SERVE	75-7186	2013/10/18 15:23:00	Truck/Bus	Low	T- Junction	直進中	双方不注意	台車	直進距離不足
2					V-SERVE		2013/11/29 11:58	Truck/Bus	Low	Junction	直進中	その他	両車	合流地点での発見合い
3					V-SERVE		2013/11/19 18:03	car	Low	T- Junction	直進中	前方不注意	台車	直進距離不足
4					V-SERVE	79-4301	2013/12/4 13:01	Truck/Bus	Low	Other	直進中	その他	台車	トラックに割り込まれ停止した



### ③ スマートタコグラフの安全得点と危険運転回数の関係

スマートタコグラフの機能である診断得点と危険運転回数(/100km)の分布を図4-2-8に示す。ここでは危険運転回数(/100km)に特に影響の大きい急減速得点を用いる。図からタイの4車両、インドネシアの9車両ともに診断得点が向上することで危険運転回数(/100km)が低減されていることが分かる。ここから、スマートタコグラフの診断得点が向上するような運転操作をすることで、危険運転が抑制される事が分かった。

図4-2-8 安全得点と危険運転回数の関係



※各プロットにおいて 矢印の先が With Advice 期間の内容

## 5) 省燃費効果の詳細調査

### ① 燃費(km/L)

省燃費運転データに関する調査の結果、Without Advice 期間と、With Advice 期間で燃費 (km/L) が改善出来ていることが分かった。タイの 4 車両については平均 3%, インドネシアの 9 車両については平均 5% の改善効果が確認できた (図 4-2-9, 4-2-10)。(全 13 車両では 4.4% の改善)

全車両それぞれの燃費 (km/L) については図 4-2-11, 4-2-12 に示す。

図 4-2-9 タイ 燃費(km/L)全車両平均

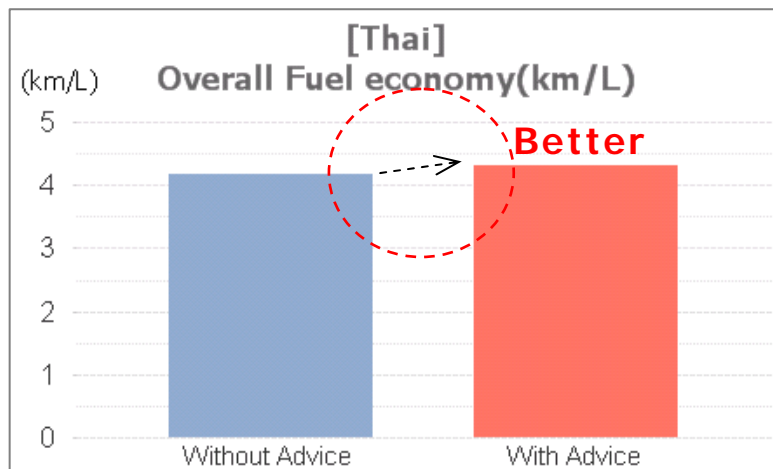


図 4-2-10 インドネシア 燃費(km/L) 全車両平均

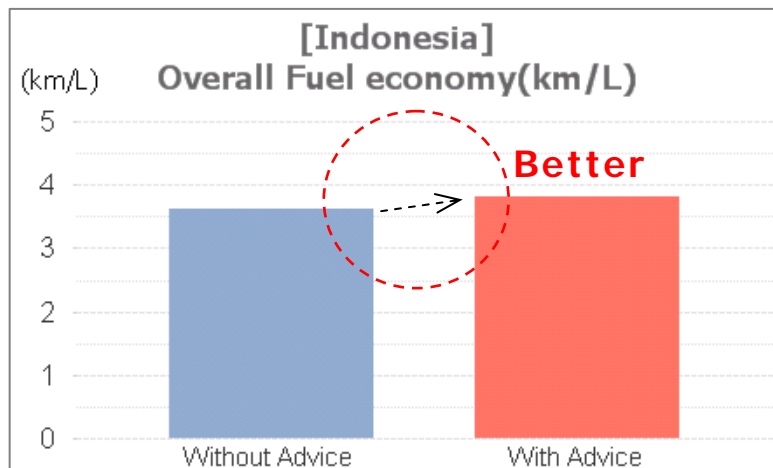


図 4-2-11 タイ 車両毎 燃費(km/L)

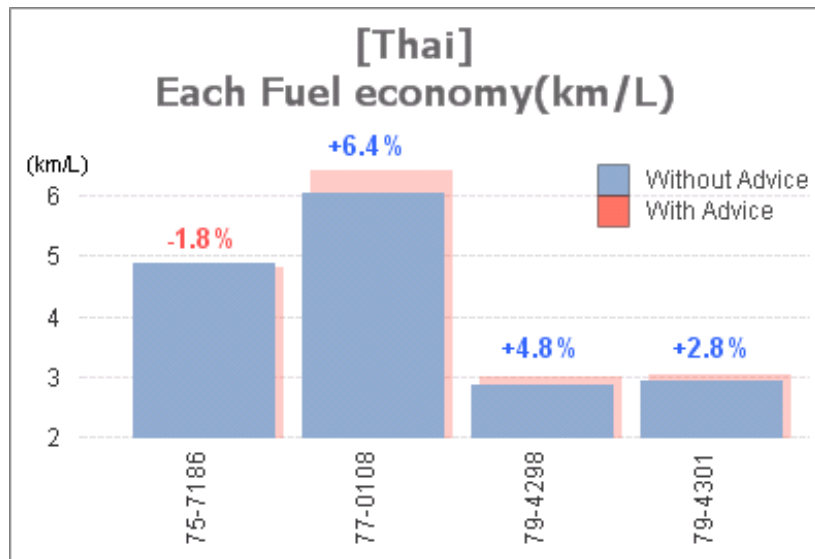
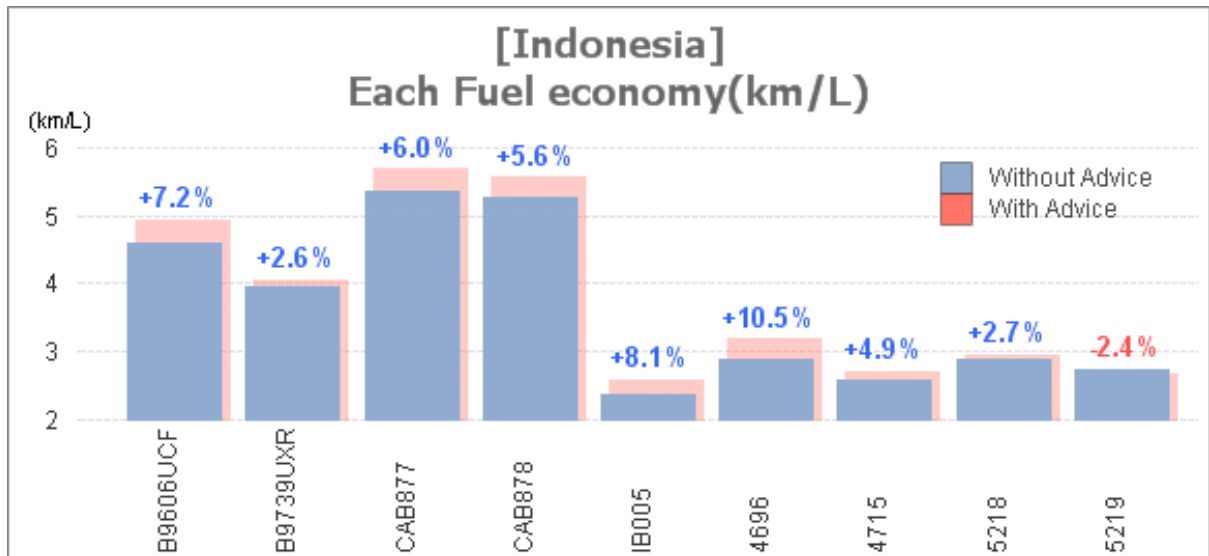


図 4-2-12 インドネシア 車両毎 燃費(km/L)



② スマートタコグラフの省燃費得点と燃費(km/L)の関係

スマートタコグラフの機能である診断得点と燃費(km/L)の分布を図4-2-13, 4-2-14に示す。ここでは燃費(km/L)に特に影響の大きい速度得点とエンジン回転数得点を用いる。図からタイの4車両、インドネシアの9車両ともに診断得点が向上することで燃費(km/L)が改善されていることが分かる。ここから、スマートタコグラフの診断得点が向上するような運転操作をすることで、燃費(km/L)が改善されることが分かった。

図 4-2-13 省燃費得点(車速)と燃費(km/L)の関係

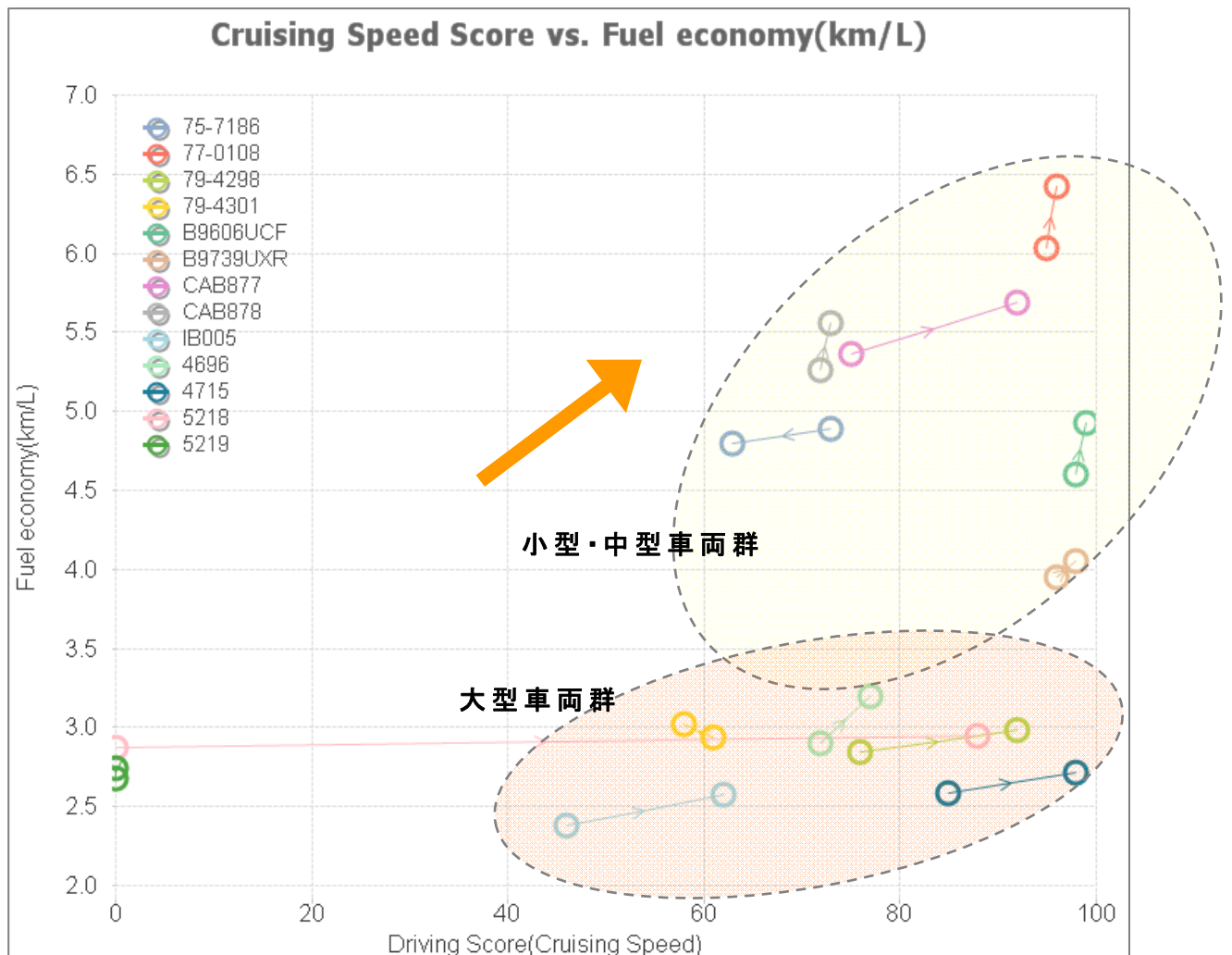
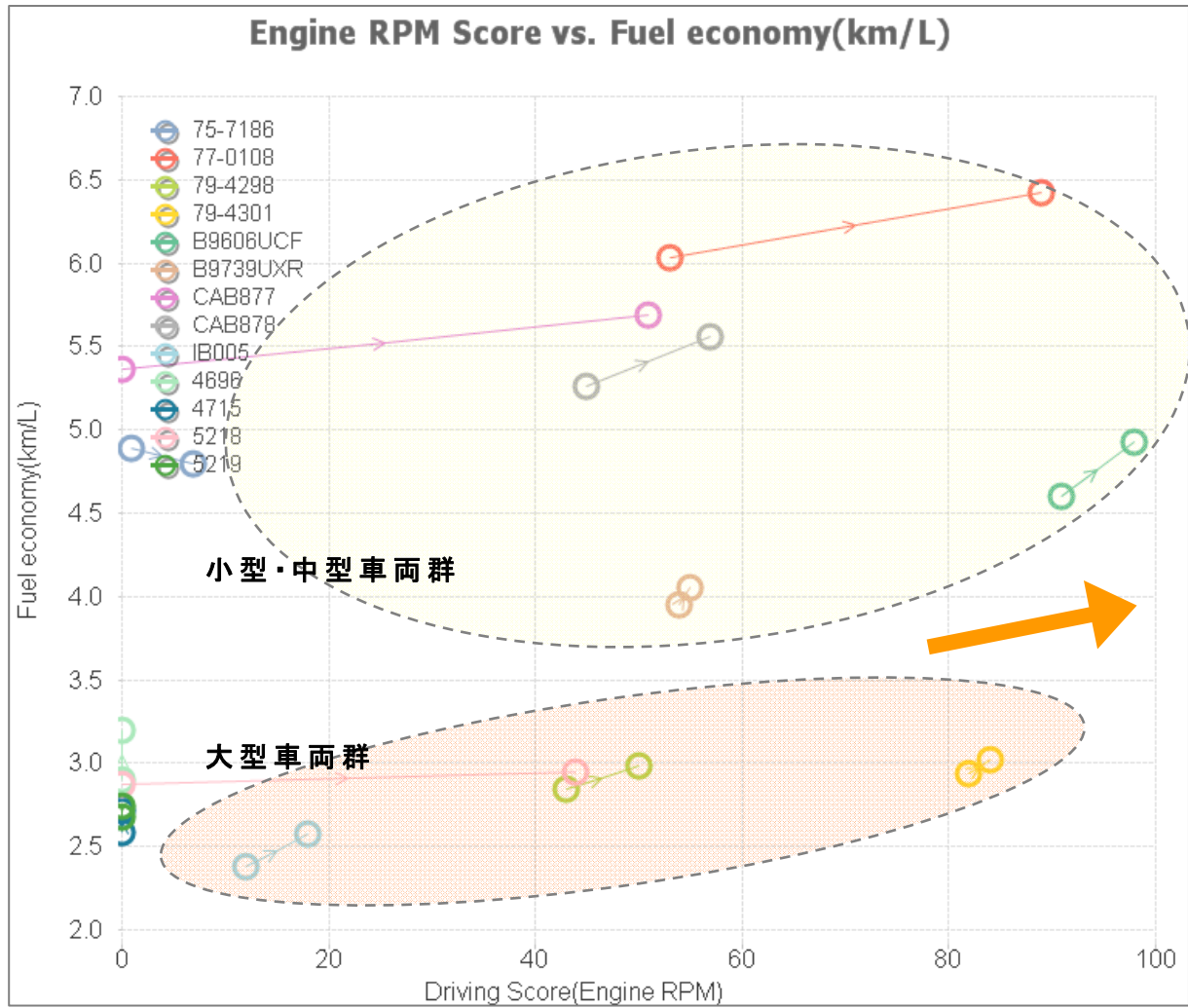


図 4-2-14 省燃費得点(エンジン回転)と燃費(km/L)の関係



## 6) 改善効果のまとめ

当分析は全3ヶ月間の実験期間のうち約2ヶ月目時点のデータを分析した内容であり(項番3-4(4)記載)、With Advice期間0.5ヶ月分の改善効果を示したものである。前述までの分析からスマートタコグラフのアドバイス・得点に従うことで危険運転・燃費がいずれも改善されることが示された。

タイおよびインドネシア13車両における安全・省燃費運転改善効果の分布を図4-2-15,4-2-16に示す。図から安全・省燃費ともに大半の車両に対し改善効果が見られる事が分かるが、効果が見られない車両も複数台存在する事が分かる。改善効果の見られない車両については、スマートタコグラフのアドバイスを参考にした運転操作の指導により、今後改善していくことが期待される。また、既に改善効果の見られる車両や診断得点の高い車両などについては、診断の閾値を厳しくするなど更なる改善点を指導していくことで、より多くの改善効果が期待される。

図4-2-15 危険運転(/100km)改善効果の分布

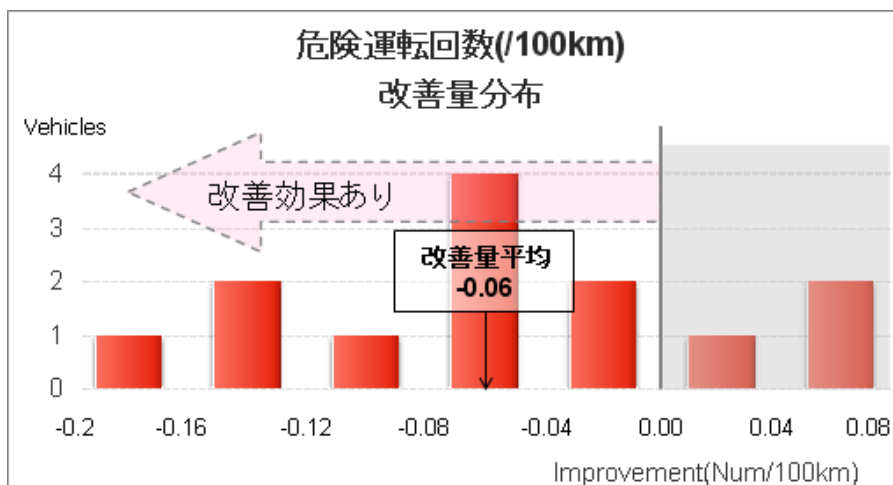
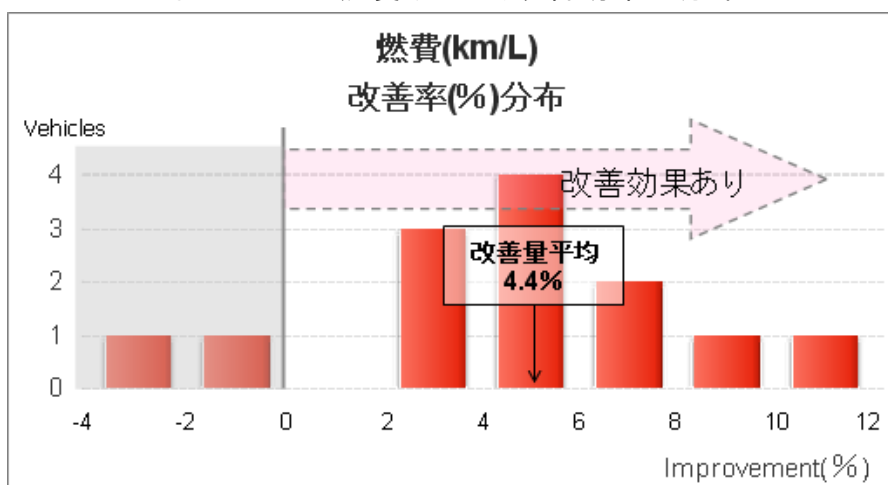


図4-2-16 燃費(km/L)改善効果の分布



### 4-3. GHG(エネルギー由来 CO2)排出削減効果(FS時/大規模展開時)

#### 1) FS時(パイロット実験)のCO2排出削減効果

前述の4-2の2)省燃費効果の検証で、パイロット実験の実験車両の燃料消費量の削減結果を示した。対象国別にみると次の通りである。

	インドネシア	タイ
実験台数	9台	4台
実験前燃費(km/L)	2.38~5.36	2.84~6.03
実験後燃費(km/L)	2.57~5.69	2.98~6.42
平均燃費改善率(%)	5.01	3.05
実験日数*	20~81	77~90

\*実験日数は休日を含む

パイロット実験が参加企業との調整、準備に時間を要したため、全3ヶ月間の実験期間のうち約2ヶ月目時点のデータを用いて、一年間継続した場合の燃料削減効果、CO2削減効果を推計する。

本調査では、実験期間が短いため、燃費改善率は10%にも満たないが、継続的に安全、省燃費運転(エコドライブ)の指導、アドバイスすることにより、燃費改善効果は向上することが期待できる。

年間走行距離、年間給油量、年間CO2排出量は以下の計算式となる。

$$\begin{aligned} \text{年間走行距離(km/年)} &= [\text{実験期間走行距離(km)}] / [\text{実験期間(日)}] \times 365(\text{日})^* \\ \text{年間消費量(L/年)} &= [\text{年間走行距離(km)}] / [\text{燃費(km/L)}] \\ \text{年間CO2排出量(t/年)} &= [\text{年間消費量(L/年)}] \times [\text{CO2排出係数(kg/L)}] / 1000(\text{kg}) \end{aligned}$$

$F_{BL}$ (L/年): スマートタコグラフ導入前の燃料使用量(年間換算)

$F_{PJ}$ (L/年): スマートタコグラフ導入後の燃料使用量(年間換算)

$F_{PJ/D}$ (L/年): 燃費率 $\alpha$ を適用したスマートタコグラフ導入後の燃焼使用量(年間換算)

$E_{BL}$ (tCO2/年): スマートタコグラフ導入前のCO2排出量

$E_{PJ}$ (tCO2/年): スマートタコグラフ導入後のCO2排出量

燃料消費量の算出

$$F_{BL} = [\text{導入前の実験期間走行距離(km)}] / [\text{実験期間(日)}] \times 365(\text{日}) / [\text{燃費(km/L)}]$$

$$F_{PJ} = [\text{導入後の実験期間走行距離(km)}] / [\text{実験期間(日)}] \times 365(\text{日}) / [\text{燃費(km/L)}]$$

$$F_{PJ/D} = F_{BL} \times (1 - \alpha / 100)$$

### CO2 排出量の算出

$$E_{BL} = \text{導入前の CO2 排出量} = F_{BL} \times \text{CO2 排出係数 (kg/L)} \div 1000\text{kg}$$

$$E_{PJ} = \text{導入後の CO2 排出量} = F_{PJ} \times \text{CO2 排出係数 (kg/L)} \div 1000\text{kg}$$

$$= F_{BL} \times (1 - \alpha / 100) \times \text{CO2 排出係数 (kg/L)} \div 1000\text{kg}$$

### CO2 排出削減量の算出

$$ER = E_{BL} - E_{PJ}$$

\*実験期間（日数）は、休日も含めた実験期間であり、定数は 365 とする。

FS 時、パイロット実験における CO2 排出削減量、年間換算した場合の CO2 排出削減量（推計）は以下の通り。

	インドネシア	タイ
実験台数	9	4
年間の総 CO2 削減量 (tCO2/年)	21.4	3.0

※燃料消費が増加した異常値を除く

## 2) 大規模展開時の CO2 排出削減効果

インドネシアとタイのそれぞれの国で、3 か年で以下のような大規模展開をすると仮定した場合の CO2 排出削減効果を試算した。なお、燃費削減率は、5%を下位シナリオ、15%を上位シナリオとした。

	普及台数(台)				3 か年の CO2 排出削減量 (tCO2)
	1 年目	2 年目	3 年目	3 か年合計	
インドネシア	10,000	20,000	30,000	60,000	161.3 千～483.8 千
タイ	5,000	10,000	30,000	45,000	209.6 千～628.9 千

## 4-4. GHG 以外のコベネフィット効果

パイロット実験(FS 調査)の結果から、GHG 削減効果以外のコベネフィット効果として、ドライバーの安全運転と意識改善、トラック・バス会社のドライバーに対する労働環境の改善が図ることができた（4-2 参照）。

さらに、大規模展開化した場合は、運行管理体制づくりがトラック・バス会社に広く浸透し、ドライバーの安全運転・意識改善の仕組み、労働環境管理のガバナンスが業界全体に普及、定着することが期待できる。また、数万台規模で、安全・エコドライブが徹底されれば、深刻な渋滞の軽減化、交通事故件数の低減、渋滞による経済損失の低減など、社会・経済的な便益をもたらすと考えられる。



		インドネシア	タイ
コベネフィット効果	FS 調査 (今回)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ドライバーの安全運転、意識改善</li> <li>● 労働環境の改善</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ドライバーの安全運転と意識</li> <li>● 労働環境の改善</li> <li>● 運行管理体制づくり(1社)</li> </ul>
	大規模展開時	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 同上</li> <li>● 運転管理体制づくり</li> <li>● 渋滞による経済損失の低減</li> <li>● 商用車両による交通事故件数の低減</li> </ul>	

#### 4-5. プロジェクト全体費用と費用対効果

本調査では、日本の既存のシステム・センター設備を利用し、技術スタッフが対象国に出向いて取付け、導入・運用にあたってのアドバイス・指導、データ取得・解析などを行った。実際に大規模展開する際には、現地のシステム設備や専門技術スタッフを調達するため、費用を抑えられることが期待できる。

プロジェクト全体費用	主な事業費目	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 車載機器：車両に装着するデバイス。</li> <li>● センター：センターサーバーを活用した Web アプリケーション</li> <li>● ローカル：顧客事務所 PC に設置するローカルアプリケーション</li> <li>● 保守：センターアプリ、ローカルアプリの保守サービス費</li> </ul>
	FS 事業費 (今回)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 車載機 13 台、事務所 5 ヶ所 約 600 万円</li> <li>● インフラ構築、通信費用 約 700 万円</li> </ul>
	大規模展開時	<ul style="list-style-type: none"> <li>● &lt;機器費用&gt; <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 車両装着機材 160 億円 = 200,000 円 × 80,000 台</li> <li>➢ 事務所必要機材 1.52 億円 = 190,000 円 × 800 台</li> </ul> </li> <li>● &lt;通信費用&gt; <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ インフラ構築費用 6.1 億円</li> <li>➢ 通信利用料 4.6 億円 (80,000 台 × 12 ヶ月分)</li> </ul> </li> </ul>
費用対効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 80,000 台を販売し、事業所は 5 年間で投資回収できると仮定した場合。</li> <li>● 5 年間の GHG(CO2)削減量を、プロジェクト全体費用(初期コストと 5 年間分コスト、約 180 億円)で割った。</li> <li>● 費用対効果(上位シナリオ・燃費削減率 15%)：約 19,100 円/tCO2</li> <li>● 費用対効果(下位シナリオ・燃費削減率 5%)：約 57,200 円/tCO2</li> </ul>	

## 5. 事業化に向けた検討

事業可能性調査を行った結果、次年度以降、順次大規模事業化をそれぞれの国において展開していきたいと考えている。以下が、日本で培ったスマートタコグラフの制度、車載機技術、ソフト支援のノウハウを普及、定着化していく事業化の将来の姿、事業化を具体的に進めていくうえでの課題である。

### 5-1. 事業化/JCM化シナリオ

#### 1) インドネシアでの事業化の姿(目標像)

日本基準に準拠したスマートタコグラフの運行管理が法制化、義務化され、かつ JCM クレジットの機器として普及している。ユーザーは政府補助の元、リース等スキームにより導入しやすい環境が提供される事で普及が進む。

#### 2) タイでの事業化の姿(目標像)

現行の GPS 法制化仕様にスマートタコグラフの安全運転、CO2 削減機能、運行管理制度を追加し、政府補助を含むリースなど導入しやすいスキームが構築され、普及が進む。

#### 3) JCM 活用したインドネシアでの事業化シナリオ<sup>2</sup>

2013 年に日本政府とインドネシア政府は政府間で JCM を実施、促進することに合意し、日本の環境省と経済産業省は JCM の実際のプロジェクトの開始を加速させている。

JCM 設備補助事業の活用は、先駆的に取り組む地元企業、公営バスに出来るだけ早期に、かつ出来るだけ大量台数を導入してもらい、フラグシップとなる具体的実績をつくり、同国内での運輸省の支持と、物流・運送会社への認知度を高める方策として有効であると考えられる。

### 5-2. MRV 方法論、モニタリング手法

将来の JCM 設備補助事業の活用を念頭に、MRV 方法論の作成、モニタリング体制の策定の枠組み、考え方を検討、整理した。

#### 1) MRV 方法論の概要

- 大型車両（トラック・バス）に対して、スマートタコグラフを導入し、同車載機からの安全・エコドライブアドバイス機能と、運転管理者からのエコド

---

<sup>2</sup> 二国間オフセット・クレジット制度（Joint Crediting Mechanism(JCM)は、新興国・途上国に対して日本の温暖化対策技術を輸出、技術移転し、相手国で具体的にプロジェクトとして設備・機器を導入して温室効果ガス、CO2等を削減する仕組みである。

ライブ指導・アドバイスにより、ドライバーが運転改善活動を行い、車両の燃費改善を図る。

- 車両の燃料消費量の低減による燃料由来のCO<sub>2</sub>排出量の削減効果を算定、評価する。

車両のCO<sub>2</sub>排出削減活動としては、その他に1)燃料転換手法(バイオ燃料、天然ガス、電気等)や、2)輸送効率対策手法(運行台数管理、積載重量管理、走行ルート管理等)があるが、それらのオプション手法を加味した方法論は考えていない。あくまでも、スマートタコグラフ導入に限定した効果の評価とする、明快な方法論の設計とした。

## 2) MRV 方法論の適格性要件(案)

スマートタコグラフの車載機(ハード機能)による運転改善活動の支援のみならず、運転管理者によるドライバーへの安全・エコライブの具体的指導・アドバイス(ソフト機能)の両方の機能により、燃費改善効果が創出される。特に、日本製の技術・サービスが優位をアピールして確実に導入させるための要件を盛り込むことも重要である。以下を、適用性要件(案)とした。

- 大型車両(トラック・バス)に対して、スマートタコグラフを導入する。
- ドライバーは、車載機の安全・エコドライブアドバイス機能が提供する情報により運転改善活動を行う。
- プロジェクト主体(トラック・バス会社)は運行管理者を設置し、運転管理者からのエコドライブ指導・アドバイスにより、定期的にドライバーが運転改善活動を行う。
- スマートタコグラフ導入後に、車両、内燃機関、燃料、配車方法等を変更しない。車両・内燃機関の変更、燃料転換、輸送効率対策を行う場合は、別途方法論を適用する。

## 3) CO<sub>2</sub> 排出削減量の算定方法

先の4-3では、算定シナリオ1を適用してCO<sub>2</sub>排出削減量を算定した。

### ① 算定シナリオ1:対象車実測法

プロジェクト開始前(導入前)にリファレンス燃料と走行距離を実測し、プロジェクト後(導入後)のプロジェクト燃料と走行距離を実測する。本シナリオでは、プロジェクト開始前の燃費率は一定値とし、プロジェクト後は燃費改善活動に伴い、燃費改善率の低減効果が変化すると仮定。

### ② 算定シナリオ2:改善率法(デフォルト値利用)

プロジェクト後1年目に燃費改善率をデフォルト値として設定し、プロジェクト期間中一定とする。

#### 4) モニタリング体制

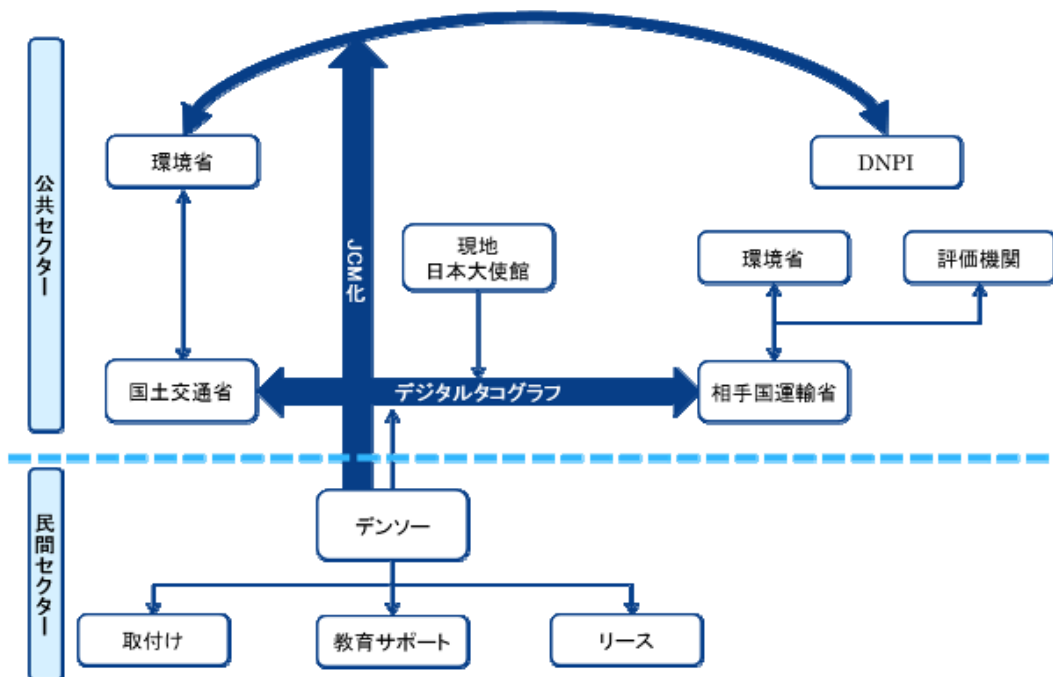
モニタリングに必要となる情報・データ、モニタリング頻度は次のような手続き（案）が想定される。

情報・データ	方法	頻度等
走行距離 (km)	運行管理者、あるいはドライバーから、毎月の運行月報、計測器のログデータから算出した走行記録	毎月
プロジェクト前の燃費消費量 (L)	運行管理者、あるいはドライバーから、燃料購入伝票記録（給油レシート等）	燃費改善対策導入前で望ましくは半年から1年間、毎月計測
プロジェクト後の燃料消費量 (L)		毎月
プロジェクト前の燃费率 (km/L)	上記から算出	燃費改善対策導入前で望ましくは半年から1年間、毎月計測
プロジェクト後の燃费率 (km/L)		毎月

#### 5-3. 事業化に向けた体制

5-1 で述べた事業化シナリオを進めていく上では、事業化のステージごとに官民連携が重要となると考える。以下は、デンソーが働きかけるべき、行政機関と関係、連携イメージである。

図 5-3-1 事業化までの体制



- 日本国国土交通省は、輸送安全基準に関わる法規を輸出している。
- 相手国運輸省は、日本国国土交通省の提案を受け輸送安全に関わる自国制度設計を検討する。
- 評価機関は、法規作成の為のアセスメント、基準作成に携わる。
- 当事業が JCM 二国間クレジット化を目指す場合、JCM のプロジェクトとして認められるか、MRV 方法論等の認定協議を、日本の環境省（JCM 窓口）とインドネシアの DNPI（JCM 窓口）の合同コミッティに申請し、認定を受ける。
- 現地日本大使館は、日本国国土交通省の政策輸出が円滑に進むよう、行政機関間で連携する。

また、上記、行政機関だけでなく、民間企業との関係、連携も必要になる。

- 事業化構想を実現するためには、民間企業とはオペレーション&メンテナンス、ファイナンススキーム作り、安全運転普及機関の受け皿となる組織と連携体制及び新しくこれらの事業を構築する。
- デンソーは、上記各関係機関に働きかけ、制度化の議論に貢献し、事業を開始するためのアクションプランを策定し、戦略的かつ体系的に進めていく。

#### 5-4. 資金計画

日本政府は補助金方式でエコドライブ機器として、デジタルタコグラフを普及させた実績がある。インドネシアとタイ両国ともに、交通安全や運行管理の対策のための車載機導入の設備補助金は有していないため、現時点では相手国サイドの補助金を期待できない。現時点での資金計画のアイデアを考察した。

##### 1) JCM 設備補助事業の活用(インドネシア)

インドネシアの地元企業、公営バスはスマートタコグラフの導入に関心を示しているが、機器を日本から輸出し、システム設計の費用などが必要なため、当初の段階は初期投資の負担が大きい。したがって、JCM の設備補助事業（1/2 補助）を活用することで、ユーザーの導入インセンティブを高めることが期待できる。

JCM 設備補助事業への応募のためには、2014 年度 JCM のための実証実験で検証し、MRV 方法論、PDD（プロジェクト設計書）などの事前準備が必要であり、最短のケースで 2015 年度に JCM 設備補助事業スキームの活用が想定される。

##### 2) 国際金融機関・日系リース会社の連携した環境金融の活用(インドネシア・タイ)

IFC(国際金融公社、世界銀行の子会社)と日系某リース会社は、タイにおいて、省エネルギーや再生可能エネルギーに資する機器・設備の導入に環境金融プログラムを創設し、地元企業に提供を開始している。日系リース会社へのヒアリング

をしたところ、スマートタコグラフも対象になる可能性があるが、車載機と車両を紐付けた資産管理、資金回収管理の手続き面で金融スキーム側の工夫が必要であるとのコメントを得た。

JCM の設備補助事業の財源は限られるため、数万台などの大規模展開には、リース等の金融スキームによる政策支援も必要であると考えている。

JBIC（国際協力銀行）や、ADB(アジア開発銀行)、前述の IFC（国際金融公社）などの国際金融や日系リース会社に対して、環境省と車載機メーカーが官民連携して、省燃費・安全運転支援のスマートタコグラフ普及のための環境金融の創設、利用可能性について働きかけることに意義があると考えている。

## 5-5. 日本製技術を導入促進するためのアイデア

### 1) インドネシア・タイの法規制に折り込む方法

#### グローバルに進められているスマートタコグラフ制度化へ向けて

対相手国運輸省（MOT）へのアプローチとして、日本国土交通省による法制度のフォローによる制度設計を進めることが有効であると考えている。

具体的には、次のようなアクションプランをアイデアとして持つ。

- 日本のデジタコ普及実績と施策を紹介し、理解を深めてもらう。
- 相手国で制度設計を進める上での業界団体とのロビーイング活動を行う。  
（5-3体制図が事業化に到るまでのフォーメーション）
- デンソーを中心としたスマートタコグラフ FS 事業を行い、相手国 MOT 及び評価機関に対し、対象国フィッティングを目的としたニーズ調査、効果測定を行う。
- スマートタコグラフ車載規準の制定、輸送安全に関わる規制案を提案する。
- 日本政府(環境省、経済産業省、外務省)とインドネシア政府は二国間で CM を進めている。インドネシア政府側はインドネシア気候変動評議会（National Council for Climate Change, Indonesia (NCCCI/DNPI)）が中心となり関係省庁と連携している。
- 日本国環境省の JCM のカウンターパートは DNPI であるが(上記のとおり)、未確認情報で、新年度（2014 年度）にインドネシア国環境省内にも JCM 関係部署が設置される可能性もあり、一層の G to G 間のやりとりが進むことが期待される。
- 普及に対する補助施策、経済的支援スキームの提案を行う。(補助金、低利融資、リース等)
- 社会インフラとしてのドライバー育成、車載機取付け・メンテナンス等の人材・組織等のアフターサポートネットワーク体制の整備を行う。

## 2) 安全運転普及(コベネフィット)のための運行管理者・ドライバー支援のためのソフト支援とセットの普及促進方法

運行管理者支援 安全運転ドライブ支援といった、GHG(CO2)削減以外のコベネフィットを事業化時の利点として活用する方法が有効であると考えられる。

具体的には、車載機・システムを装着することでドライバー向けアドバイスにより省エネ運転、安全運転化していく仕組みだが、運行管理者が運転レポートを基にドライバーを教育することで更に効果はアップしていく。

本パイロット実験では、運行管理者がドライバーに対し運転レポートを利用して指導するケースは稀であると考え(実際、事務所アプリの使い方を教えたものの、ドライバーと管理者が対面するケースが少なく、帳票を使っての指導というものは無かったと思われる。)、スマートタコグラフ車載機のみで運転アドバイスをする。具体的には、速度超過などの違反時だけではなく、5分に1回のドライビングテクニックの振り返りを行い、つまり車室内でPDCAサイクルを回すという手法を用いて、運転指導をリアルタイムに行った。

運転レポートを活用してドライバーを指導する為には、日本的な法制度の仕組みが重要であると考えられる。特に『貨物自動車運送事業輸送安全規則第8条(乗務等の記録)』に記載されているような乗務記録簿は、本来タコグラフの目的である過労防止に役立ち、運転指導とともに無理な乗務を強いていないか管理者自身の自己チェックにも役立つ。

図 5-5-1 乗務記録簿 (市販版)

**乗務記録**  
市販の乗務記録

●乗務の開始・終了の地点と時刻  
●自動車登録番号その他事業者が定めた車番・番号など  
●最大積載量5t、車両総重量8t以上の車両については必ず記入する  
●乗務した距離  
●運転者の氏名

**記入例**

車両番号	000	4	乗務日報	0	0	0	天気	晴	運転者氏名	田中 一郎
乗務開始地	0:00	乗務終了地	00:00	始業時刻	0:00	終業時刻	00:00	乗務料	0000	km
メーター積数	000	メーター積数	000							

荷主名	品名	数量	総重量	容積	出発地	時刻	到着地	時刻	実車 km	空車 km	基本料金	割増金	合計
0000	00	100	2.5	000	00	0:00	00	00:00	000	00	0000	000	0000
合計													

時間 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

乗務の開始・終了・運送 交替の地点と積込地点	00-00-00	時刻分	時刻分	時刻分
運送		00	00	00
運送以外の業務		00	00	00
休憩・飲水の時間		00	00	00
休憩・睡眠の地点	00000			
カーフェリー				
休息期間				

燃料消費	給油地	首都高速	高速道	その他	合計	10km	20km	50km	100km	200km	300km	500km	500km以上
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

●休憩・睡眠した場合、その地点と日時  
●主な経過地点  
●運転を交替した場合、その地点と日時  
●事故・著しい運行の遅延及び異常な状態が発生した場合は必ず記入する  
●荷物の積込み、取出し、荷待ち等のときに記入

●事故・著しい運行の遅延及び異常な状態が発生した場合は必ず記入する

●乗務の途中において、運行状況が異常になった場合、次の事項を必ず、乗務記録簿に記載し、乗務記録簿に記入すること。

●乗務の途中において、運行状況が異常になった場合、次の事項を必ず、乗務記録簿に記載し、乗務記録簿に記入すること。

●乗務の途中において、運行状況が異常になった場合、次の事項を必ず、乗務記録簿に記載し、乗務記録簿に記入すること。

●乗務の途中において、運行状況が異常になった場合、次の事項を必ず、乗務記録簿に記載し、乗務記録簿に記入すること。

但し、本調査で利用したスマートタコグラフの運転レポート各種は、日本国内でも長年ドライバー暦ある人も利用する為、細かい情報まで確認できる内容、水準で作成されているため、運行管理の仕組みやデータを読み解くノウハウや習慣が定着していないインドネシアやタイにおいては、複雑で難解なようである。従って、ローカルのユーザーが理解可能な様式や水準に簡素化していく、運行に関し点数制で合否ラインを設けて教育していく方法など、ユーザー及び法制度的にも受容可能な内容を検討していく。

### 5-6. 事業化に向けた課題・要望

課題 1：インドネシアにおいては、スマートタコグラフの車載基準や運行管理基準の制定、更に義務化等の規制を含む法制化の必要性がある。



課題 2：タイにおいては、既に一部車種に対して GPS の装着義務が法制化されているため、当制度に更なる安全、省燃費、省 CO2 の追加機能があるスマートタコグラフを追加認定、および運行管理制度の義務化による安全社会の実現を政府に働きかける必要がある。

課題 3：対象国 2 カ国において、地元企業にとっての初期投資額が大きい場合、導入、普及の障壁となる。地元企業が導入しやすいファイナンススキーム（リース方式など）の提供が必要である。

本事業可能性調査（FS 調査）を終えるにあたり、今後は、相手国との GtoG による上流アプローチをより一層具体的に進展させていきたいと考えている。具体的には、JCM や大規模事業化を推進する環境省と、日本の交通政策と技術のインフラ輸出・技術移転を推進する国土交通省と、関係省庁との連携、情報共有がより一層重要性を増すことになるであろう。日本の行政と民間企業は、情報共有のための資料・文書づくりを非常に丁寧に行うが、時として度が過ぎる場合があり、実効的な活動に投入すべき労力・時間を削ぐような事態は避ける必要がある。スマートタコグラフの市場は、欧米諸国、ロシア、中国と熾烈な競争にさらされており、グローバルレベルでの競争下での汎アジアの地域モデル、技術移転を進めていくためには、よりスピーディーな協議・交渉、よりスピーディーな結果づくりを心掛けていくことが肝要である。

