日本交通政策研究会

混雑課金からスマートシティへ

～シンガポールのERP～

三菱重工機械システム

早川祥史

2019年10月28日

© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

シンガポールの概要

三菱重工機械システム

1970年代 自動車が増加する予測から、自動車の所有と公平な道路利用の制度へ

国土面積	719.2km2 (176位)
人口	5,610,000人(113位)
陸上交通省	LTA(Land Transport Authority)
道路総延長	3,496km
自動車台数	957,246台

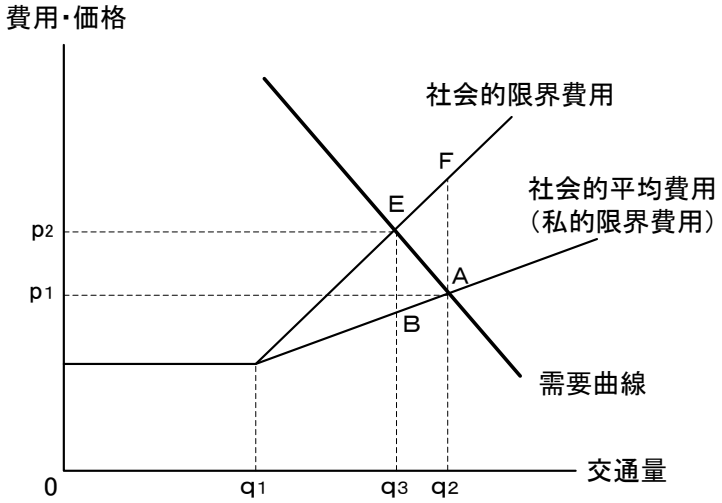
© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

渋滞課金の背景

三菱重工機械システム

渋滞課金の背景

- 1961年に経済学者のウォルターズ（A.A.Walters）により渋滞課金理論が提唱され、その後英国を中心に研究が行われた。
- 1964年にスミード・レポート（Smeed's Report）が公表され、渋滞に対する交通施策として確立されたが、実証までには至らず。
- 1975年のシンガポールにおいて、ステッカー方式のALS(Area License Scheme)が導入され、その効果が初めて実証された。
- 1998年に電子式のERP(Electronic Road Pricing)へ切り替えが行われ、より公平性、利便性、信頼性の向上が計られた。
  - 各課金ポイント毎に交通量に応じた課金額の設定が可能
  - 時間毎の交通量に応じた課金額の設定が可能
  - 車種毎（乗用車面積に比例）の課金額の設定が可能
  - プリペイドカードによる利用者支払いが可能
  - 課金信頼性は99.999%以上
- その後、2003年にロンドン、2006年にストックホルムにて導入された。



a) 道路渋滞料金

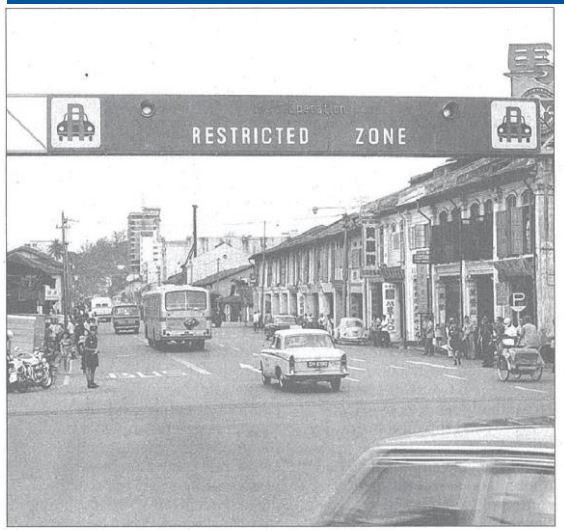
b) ストックホルム渋滞課金

© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

シンガポールの渋滞課金の歴史

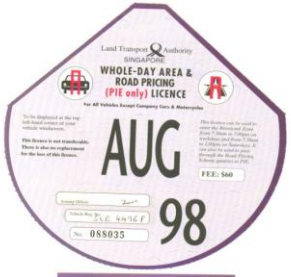
三菱重工機械システム

1975年 マニュアル式ロードプライシングシステム運用開始
渋滞解消を目的に、市内中心部への流入車両に対して課金するシステム



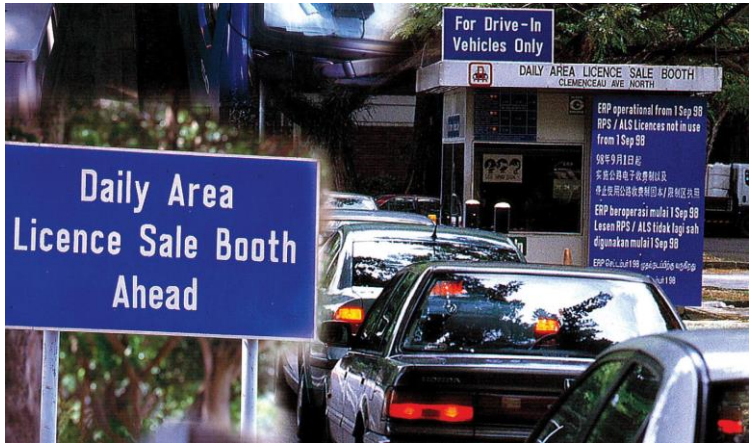
The Area Licensing Scheme in operation in Bencoolen Street in 1975. The scheme was unpopular but Mr Lee did not flinch from implementing it. ST FILE PHOTO

導入当初
（1975年）



Type of licence	Whole-Day ALS & RPS (ECP & PIE only)		Part-Day ALS & RPS	
Vehicles	Daily	Monthly	Daily	Monthly
Motorcycles	S$1*	S$20*	S$0.70	S$14
Company cars	S$6	S$120	S$4	S$80
Other Vehicles	S$3	S$60	S$2	S$40

Day	ALS	
	Whole-Day Licence	Part-Day Licence
Mondays to Fridays	7.30am-7.00pm	9.30am-4.30pm
Saturdays	7.30am-2.00pm	9.30am-2.00pm



© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

シンガポールの渋滞課金の歴史

三菱重工機械システム

より公平な道路課金を目指して、ERP（Electronic Road Pricing）へ移行

ALS=1975-		ERP=1998. 9-
- ステッカー事前購入	⇒	- 車載器 ＋ プリペイドカード
- 警官が違反車両を目視チェック	⇒	- 電子式で違反車両を自動取締り
- ﾗｯｼｭ時、非ﾗｯｼｭ時の2種の課金額のみ	⇒	- 車種、曜日、時刻、場所によって木目細かい課金額が設定可能

⇒

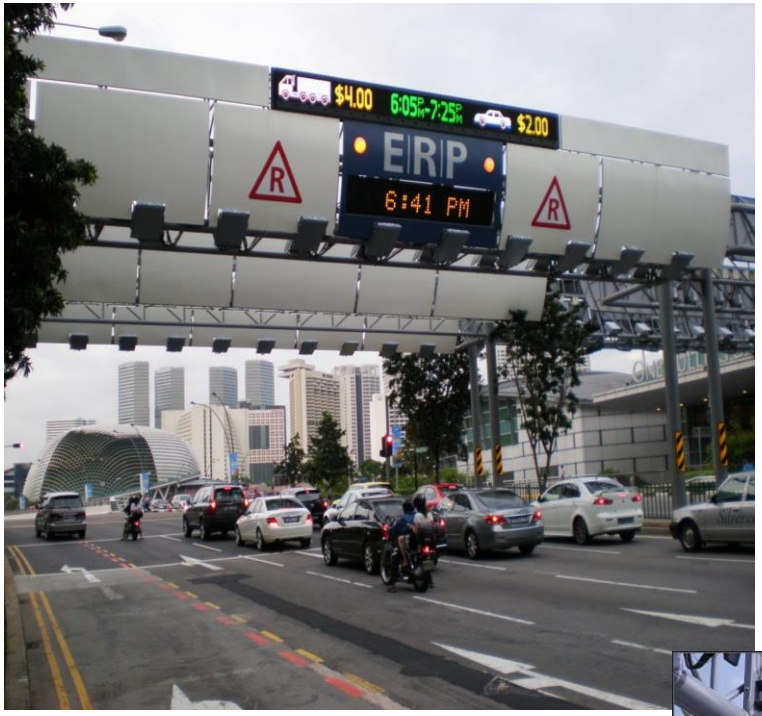
ALS : Area Licensing Scheme

© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

シンガポールERP

三菱重工機械システム

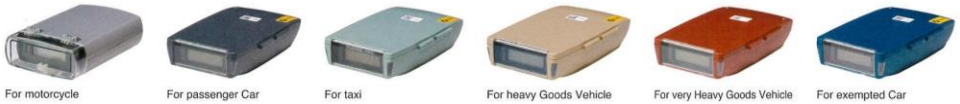
ERPシステム構成



要求仕様

- 課金精度 ≧ 99.999%
- 車両検知精度 ≦ 250mm
- 最高速度 ≧ 120Km/h(正常車両)、180Km/h(不正車両)
- 車両特定精度 ≧ 99%(RF通信あり)

Outstation Unit



On-Board Unit

© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

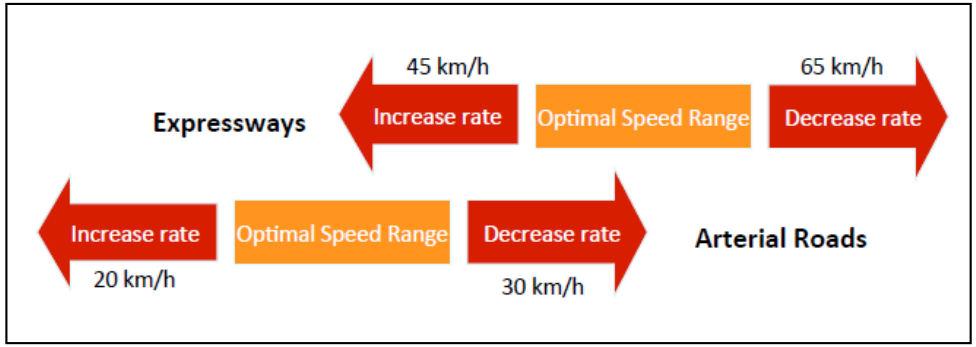
シンガポールERP

三菱重工機械システム

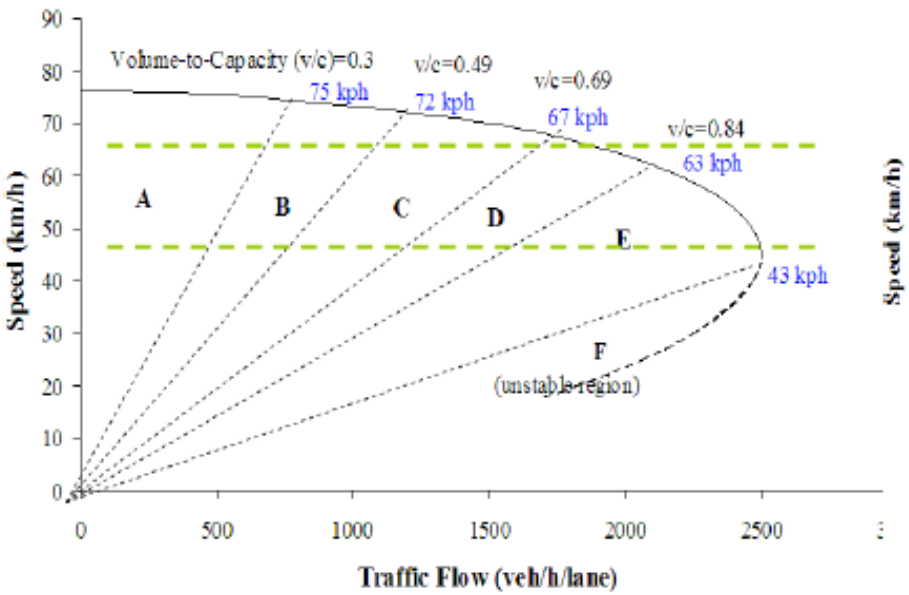
【課金による交通流制御】

- ■ サービスレベル（LOS）はEの範囲となるよう四半期のデータを基に課金額を設定
- ✓ 高速道では45Km/h以下で課金額を上げ、65km/h以上で下げる。
- ✓ 一般道では20km/h以下で課金額を上げ、30km/h以上で下げる。

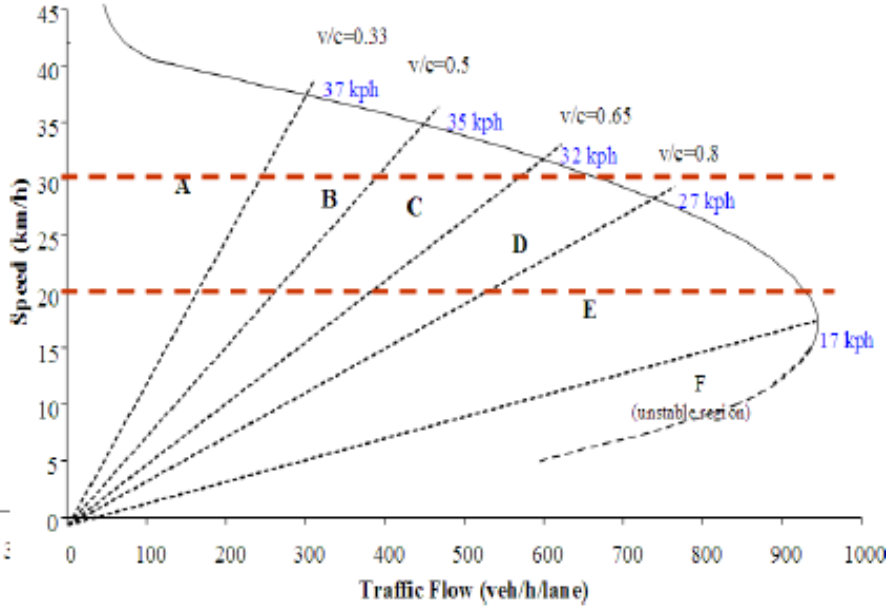
LOS: Level Of Service



b) 交通流制御の概念



a) 高速道での交通量ー速度曲線



c) 一般道での交通量ー速度曲線

出典：LTA資料

© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

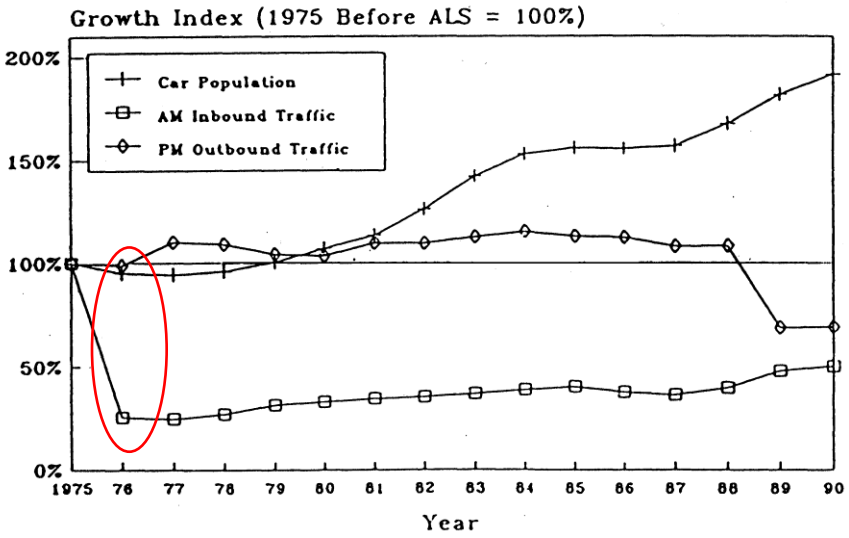
シンガポールERP

三菱重工機械システム

渋滞課金の導入効果

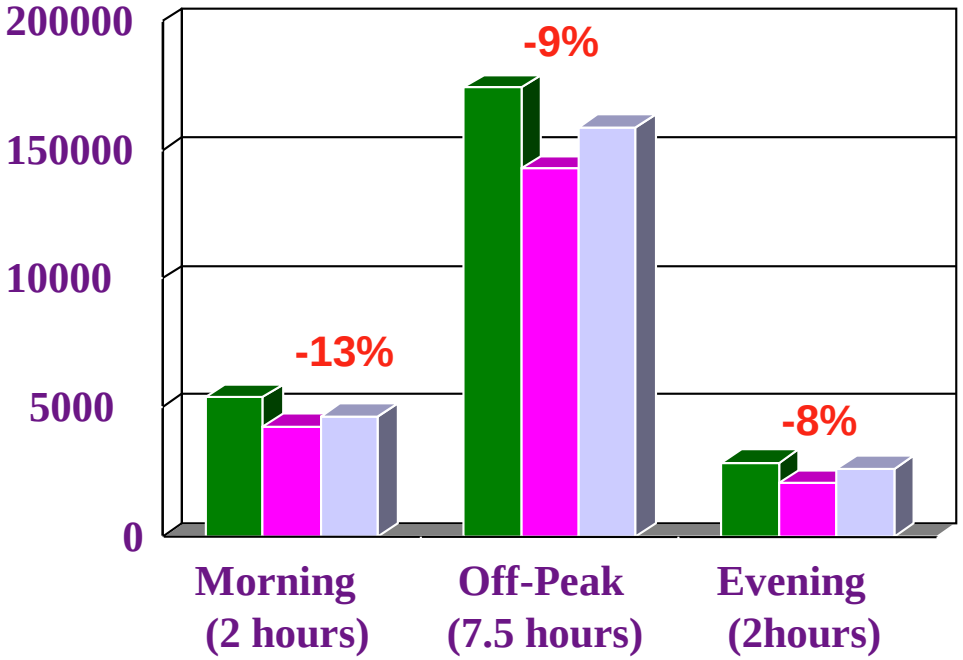
・1975：After ALS

⇒ -75%



・1998：After ERP

⇒ -8～-13%



出典：LTA

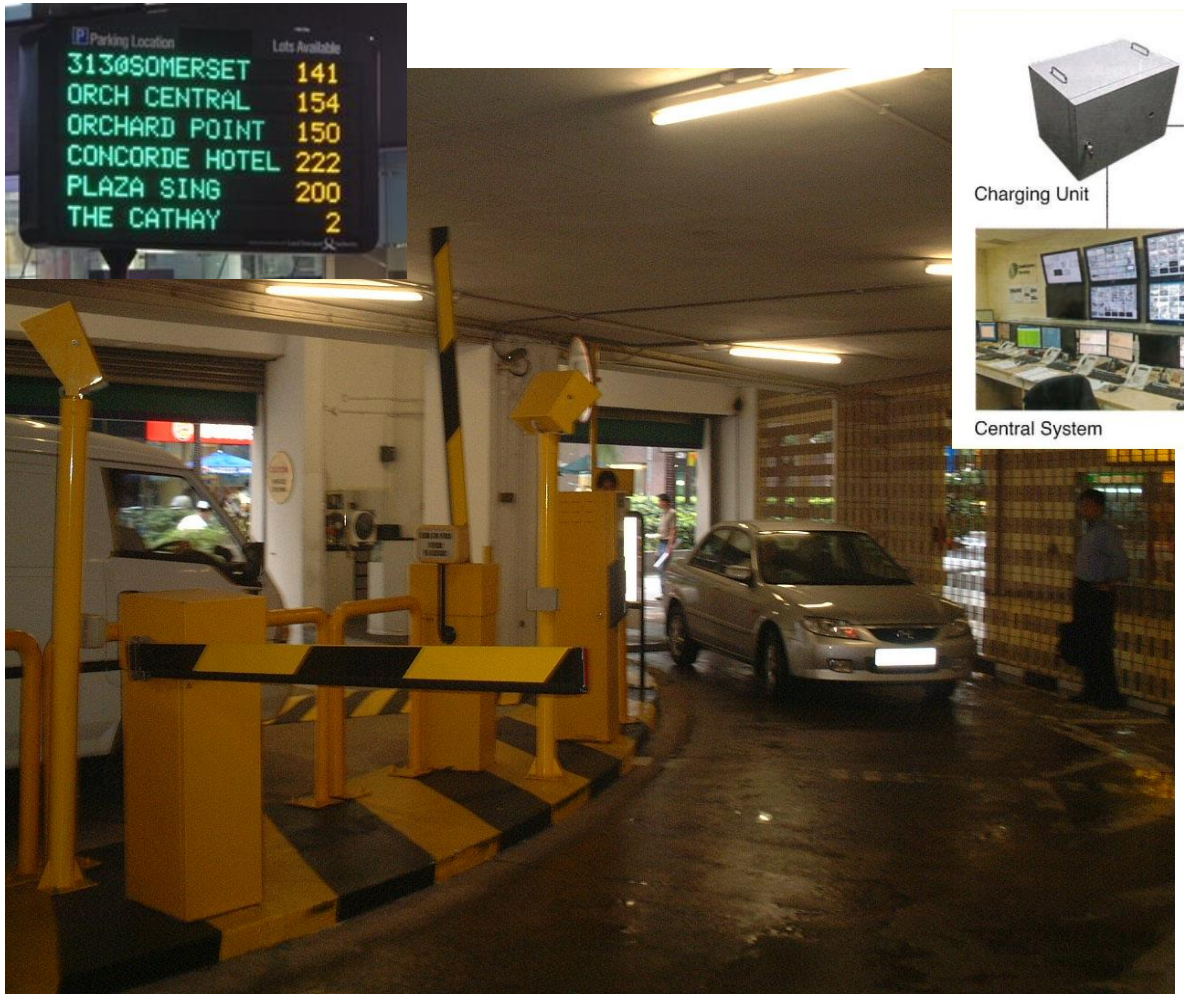
© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

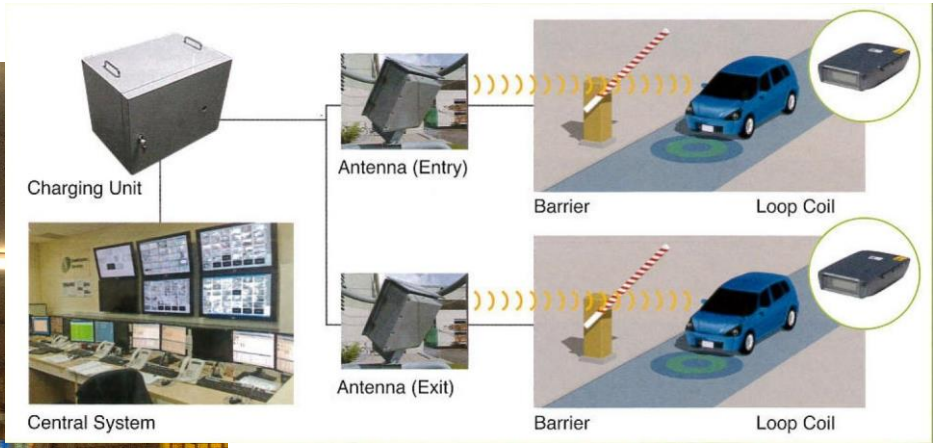
シンガポールERP

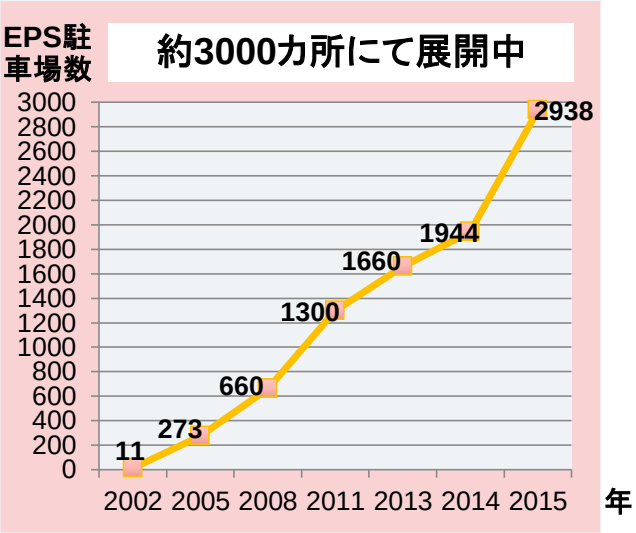
三菱重工機械システム

駐車場における課金や入退管理等を行い、駐車場における利便性向上を実現

EPS：Electronic Parking System







© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

シンガポールERP

三菱重工機械システム

全島課金が議論され始めると

課題

- 景観
- 渋滞個所の変化
- 建設費

© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

シンガポールERP

三菱重工機械システム

シンガポール政府が2014年3月に、世界初のGNSS衛星を利用した測位による都市型自律方式課金システム「次世代ERP」導入を発表

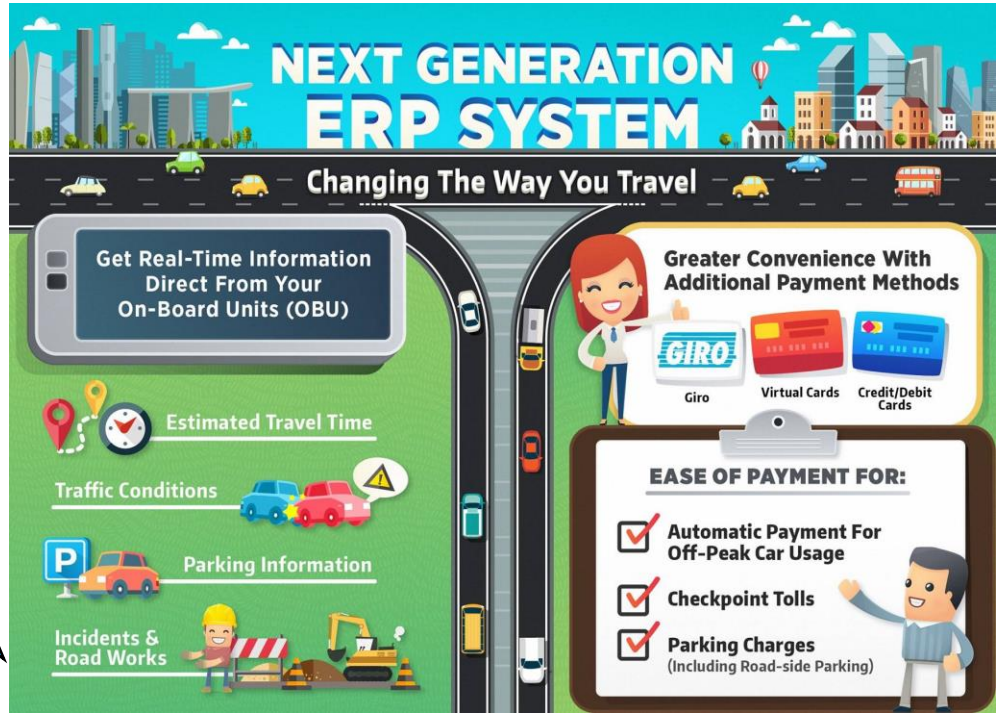
GNSS：Global Navigation Satellite System

ERP：DSRC

各種応用サービス

ビッグデータビジネス

ERP2：GNSS and Cellular Based



インフラ・レス

柔軟な課金

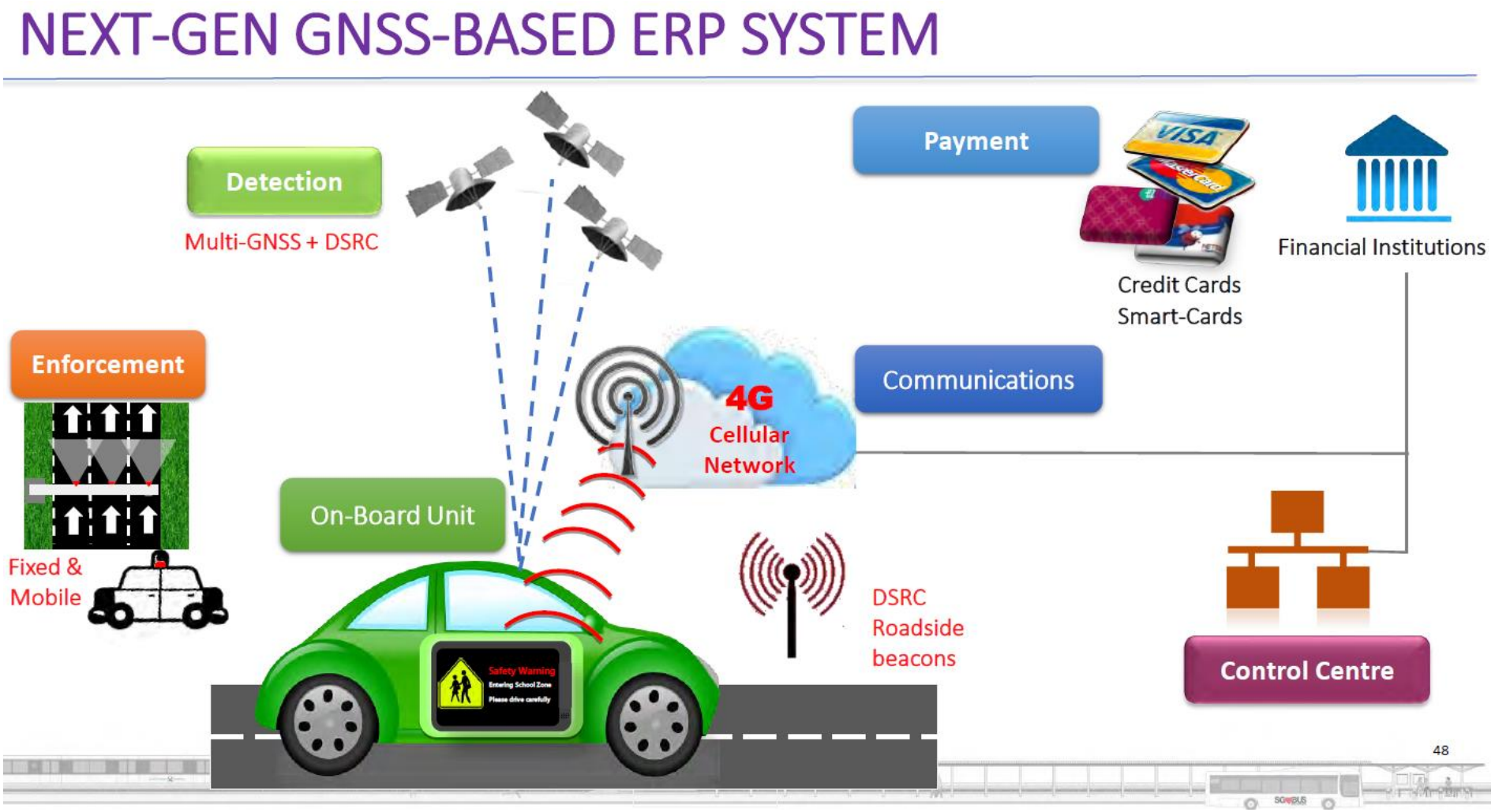
© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

出典: シンガポールLTAのプレゼン資料

シンガポールERP

三菱重工機械システム

次世代道路課金システム構成図



© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

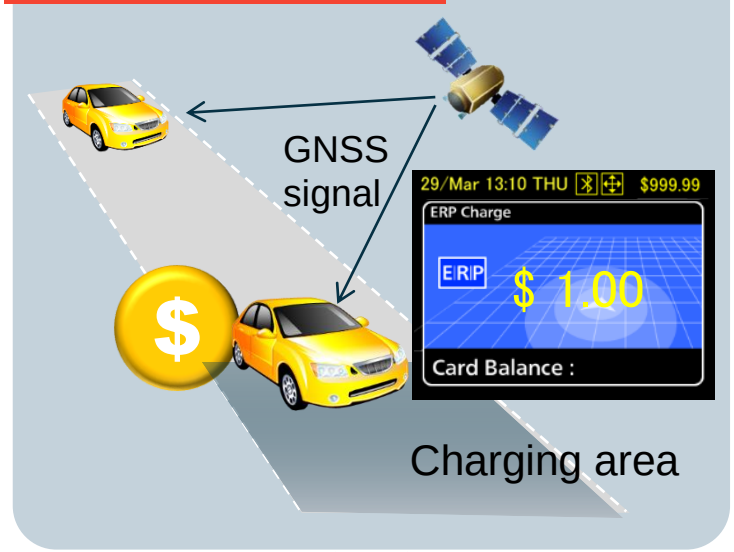
出典: シンガポールLTAのプレゼン資料

シンガポールERP

三菱重工機械システム

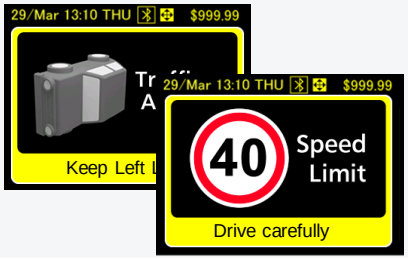
様々な道路交通アプリケーションへの応用が可能

Road Pricing System

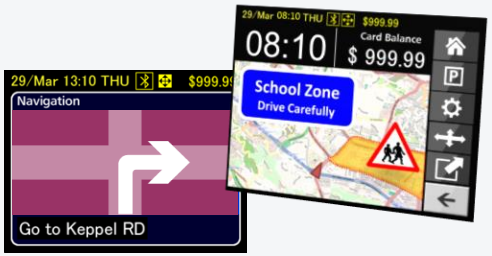


expand ability

Traffic Information



Navi. & Digital-regulation



Parking System

Fleet management

バス

タクシー

トラック

V2X service

© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

全ての画像はアプリケーションのイメージです

スマートシティへ

三菱重工機械システム

国家プロジェクト（Smart Nation）では、交通データ含めたオープンデータを整備

Smart Nationにおける交通の5分野の取り組み

Autonomous Vehicles

Contactless fare payment for public transport

On-demand shuttle

Open Data & Analytics for Urban Transportation

Spearheading research in standards for SDVs

【LTAによる交通政策】

- 匿名化されたデータを分析して交通の課題を解決
  バスの利用者混雑92%解消、平均待ち時間3～7分短縮
  気象データと組み合わせた交通状況の分析
- LTAの陸上輸送DataMallを公開
  ダウンロードされたデータは1か月あたり6億件
- 次世代のプローブデータは、リアルタイムに交通状況をより正確に把握できる。
  信号機のタイミング調整
  バスへの優先信号機　など

© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

出典(星国政府): https://www.smartnation.sg/what-is-smart-nation/initiatives/Transport

まとめ

- シンガポールでは、公平な道路利用を実現するため、自動車税(車の所有)と道路課金(車の利用)に総合な視点で取り組んでいる。
- シンガポールの道路課金はマニュアル方式(ALS)に始まり、ICT技術の発達に伴い自動化されたERPへ更新、さらに次世代では多様な道路サービスに対応できる。

1) すべての道路ネットワークを対象とした道路課金の実現
2) 車両プローブ情報による交通需要管理で道路ネットワークの利用を最適化
3) 道路情報と交通情報を車両内端末へ提供するデジタルインフラ
※ ニュージーランドで走行距離税はマニュアル方式から電子式で自動化

- 道路ネットワークの有効活用と維持は共通の課題である。

© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINERY SYSTEMS, LTD. All Rights Reserved.

ご清聴有難うございました

早川　祥史
(yoshifumi_hayakawa@mhims.co.jp)

MOVE THE WORLD FORWARD

MITSUBISHI
HEAVY
INDUSTRIES
GROUP