

ファシリティマネジメントフォーラム2018 インフラマネジメント研究部会

米国の道路維持管理について



2018年2月22日

株式会社ガイアート 道路維持戦略室 課長 渡邊大介

米国の道路維持管理について

①米国の道路の概要と州の独立性

②道路マネジメントシステムと情報公開

③道路の補修方法について

④高速道路の料金形態について



①米国の道路の概要と州の独立性



項目	アメリカ	日本	比較	備考
道路延長	658万km	127万km	5.18倍	面積でを考えるとさらに
国土面積	952万km ²	37万km ²	25.72倍	Wiki調べ
人口	323百万人	126百万人	2.56倍	2016年データ
車の保有台数	272百万台	77百万台	3.53倍	2015年データ
橋梁	61万橋	73万橋	-1.2倍	日本の84%





道路の種類	管理	備考
高速道路	NEXCO	高速自動車国道、 自動車専用道路
国道	国(国土交通省)	地方整備局
県道	県	3ケタ国道も県管理
市町村道	市	面的、網羅的

見事に縦割り



道路の種類	管理	備考
州間高速道路	州	インターステート
国道	州	アメリカ国道
州道	州	ステートハイウェイ
郡道	郡(カウンティ)	カウンティウェイ
市道	市(シティ)	シティウェイ

主要道路を州がすべて管理しており
予算配分も多く合理的



州による法律の違いの例

内容		備考
消費税率	ニューヨーク8.875% オレゴン州0%など	消費税がない州は5州
ギャンブル	24の州でOK、 26の州でNG	カジノ、競馬など
安楽死	カリフォルニア州、オレゴン州、モン タナ州などで認められている	大きな議論を呼んでいる。
銃	ニューヨーク州は厳しく フロリダ・テキサス州は甘い	州ごとに全然違う
人工妊娠中絶	テキサス州、アーカンソー州などに 規制法がある	裁判で係争中、盛んに議論 されている

道路構造における違いの例

禁止事項	禁止している州	理由
橋梁構造の エポキシ被覆鉄筋	フロリダ州	高温多湿環境のため
橋梁のコンクリート床版上の アスファルト舗装	一部の州 (雪の降らない地域)	構造体ではない 死荷重のため

②道路マネジメントシステムと情報公開



世界のスタンダード

FUGRO社「ARAN」



1台100万ドル
(1.1億円)

- ✓ 縦断プロファイルとIRI(国際ラフネス指数)計測(クラス1)
- ✓ ロードプロファイラにより轍を計測
- ✓ 15フィート(4.5m)毎に画像記録が可能
- ✓ レーザークラック測定システム
- ✓ 舗装画像化システム(クラック画像解析)
- ✓ ジオメトリックスシステム(ジャイロ)により傾斜度、曲率半径などを計測。
- ✓ 距離測定システムによりGPSを補完し正確な位置情報を取得
- ✓ 路面のマクロテクスチャ(波長が.0.5 ~ 50mmの路面凹凸)を高周波レーザーにより昼夜を問わず計測
- ✓ 標識などの管理も画像認識により可能
- ✓ 時速120kmで計測可能

多くの州でこの車両が使用されており、この車両をキャリブレーションするための車両も保有している。

1) バージニア州の場合

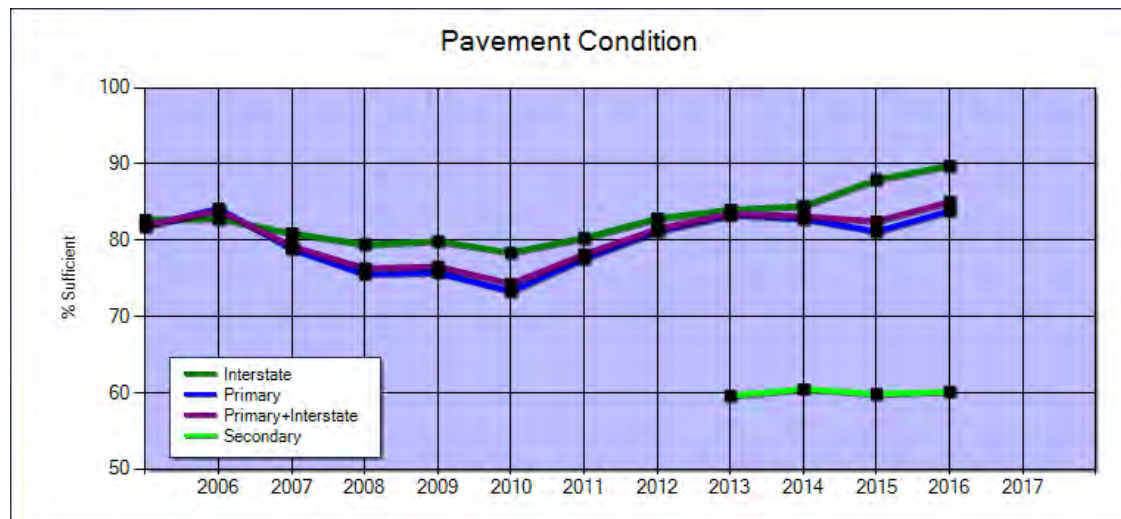
- ✓ 人口**約800万人**(大阪府880万、愛知県748万)
- ✓ 面積**約11万km²**(北海道の1.3倍)
- ✓ 温暖湿潤気候 年平均気温**12.5℃**
- ✓ **95**の群に分かれている
- ✓ 州北部はワシントンDC都市圏に属する
- ✓ バージニア運輸省 (VDOT) が道路管理を行う
- ✓ 道路の年間予算**約2220億円**
- ✓ 管理延長は**約74000km**、**高速道路が約20000km**
(NEXCO3社=約9000km)
- ✓ 全米第二位の深刻な渋滞(ロサンゼルスに次ぐ)



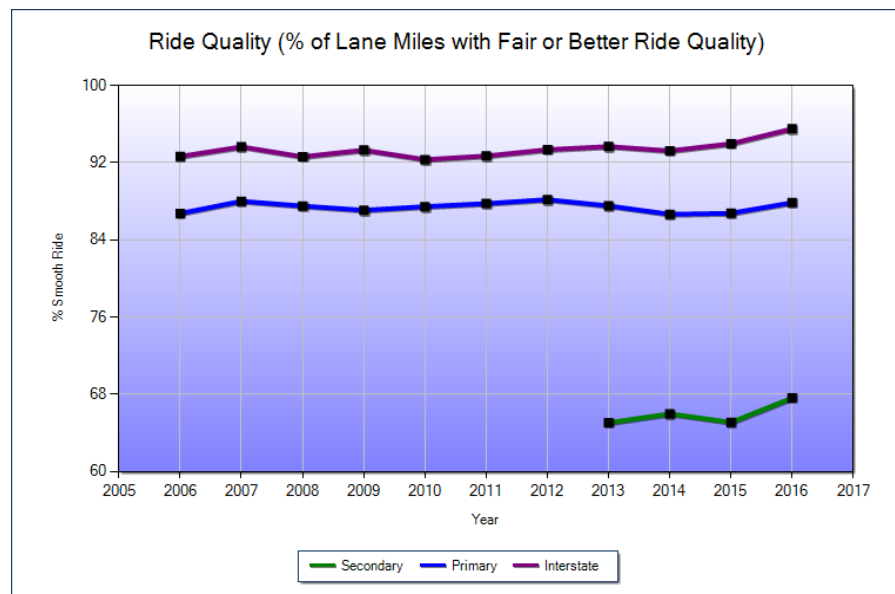
荷重由来		非荷重由来	
損傷	損傷内容	損傷	損傷内容
亀甲状クラック (Alligator Cracking)	車輪走行位置上の縦方向ひび割れ、または、ひび割れがつながって亀甲状になっている状態	ブリーディング (Bleeding)	過剰なアスファルトセメント、または、表面が照っている状態
舗装の剥がれ (Delaminations)	舗装の表面部と下層部との接着が失われ、舗装表面の一定範囲が失われている状態	ブロック単位のひび割れ (Block Cracking)	舗装が6フィート(約1.8 cm) 四方以下の長方形の破片に分かれている状態
パッチング (Patching)	舗装が取り換えられた範囲、または、舗装が新しい材料で覆われている範囲	線形ひび割れ (Linear Cracking)	車輪走行位置の外の縦方向ひび割れや横方向ひび割れ
ポットホール (Potholes)	舗装表面のボウル上の穴。通常2つ以上の層を貫く	リフレクションクラック (Reflection Crackng)	下層部のコンクリート舗装の、ジョイントを直接跨ぐ直線に近い横方向ひび割れ
わだち (Rutting)	車輪走行位置の舗装表面が縦方向に沈んだ状態	-	-

→総合舗装状態指数(CCI)を算出

舗装状態 (Pavement Condition)

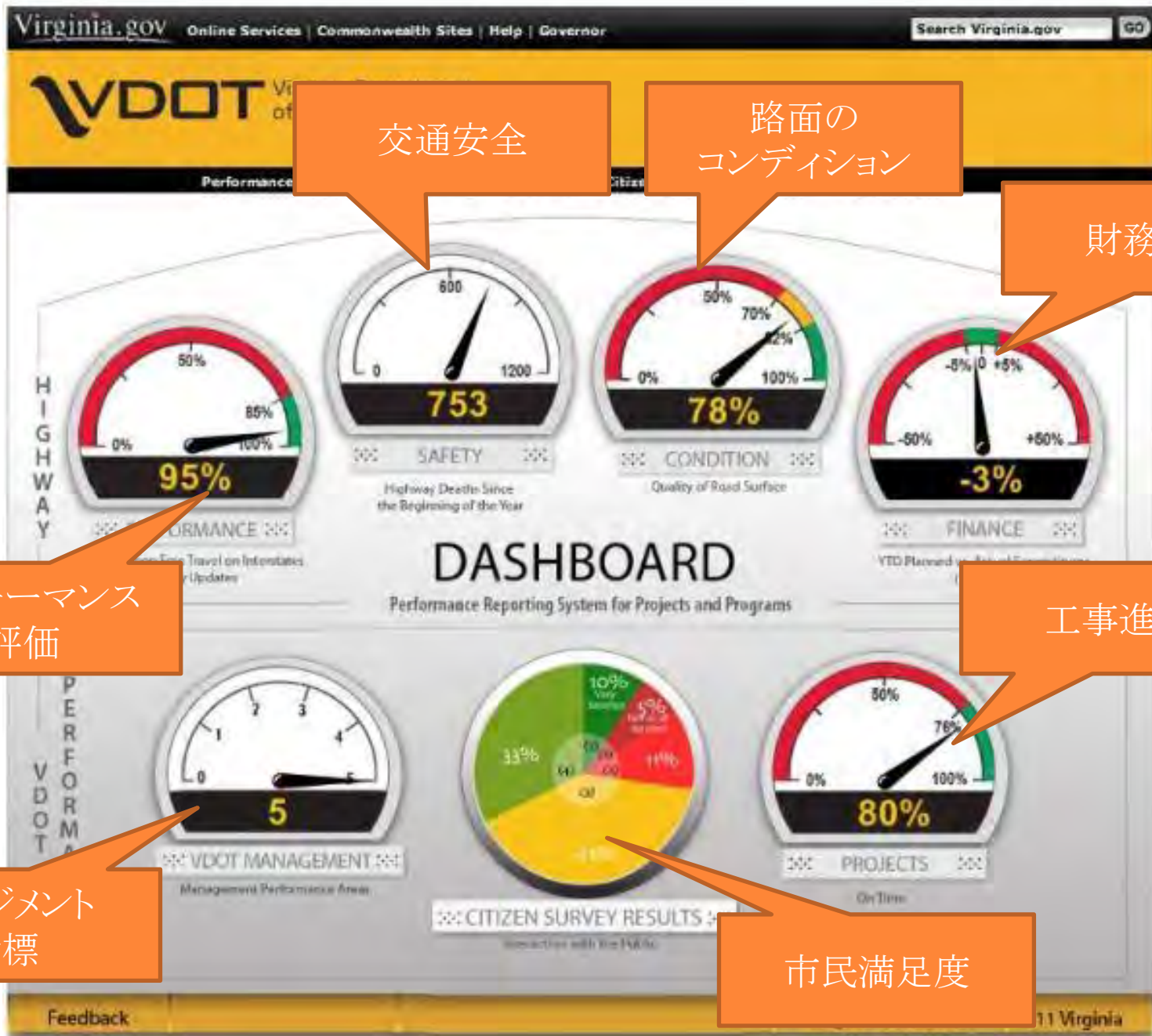


乗り心地 (Ride Quality)



ダッシュボード「に反映

包み隠さず情報公開「ダッシュボード」



交通安全

路面の
コンディション

財務状況

パフォーマンス
評価

工事進捗

マネジメント
指標

市民満足度



また、ARANで採取した画像データを公開している。
ZIPコード(郵便番号)を指定して見ることができる。

video log AOI Tools ?

108780 64 0611 0230 05 2016/05/25 1.015 24.7

Basic Info Reports Export

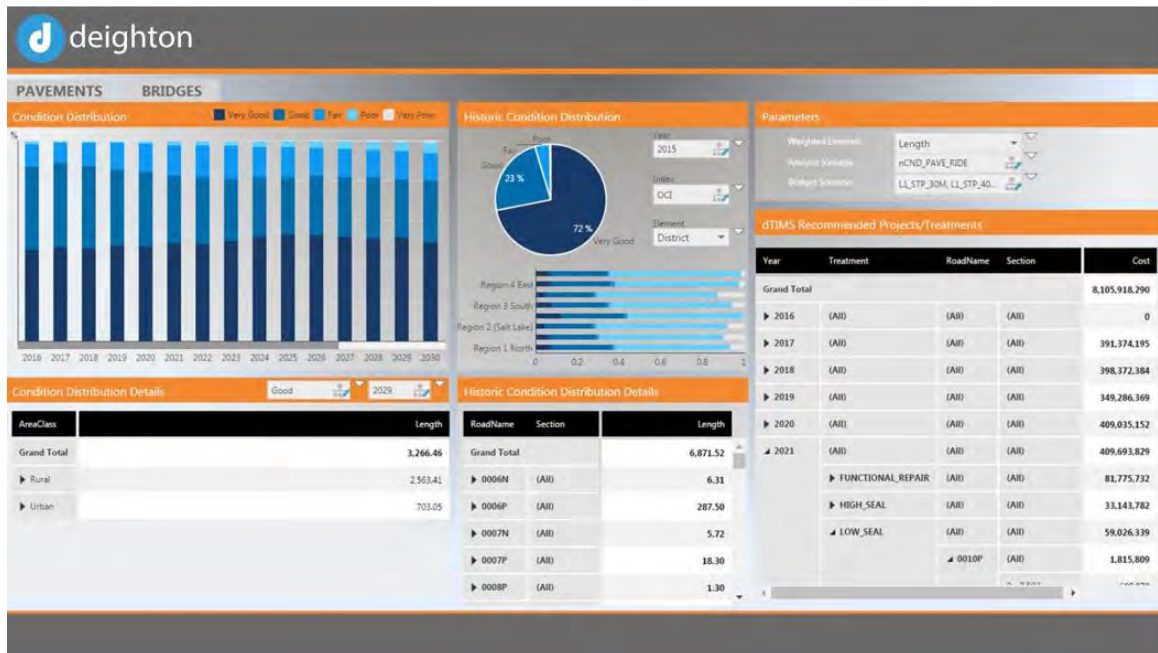
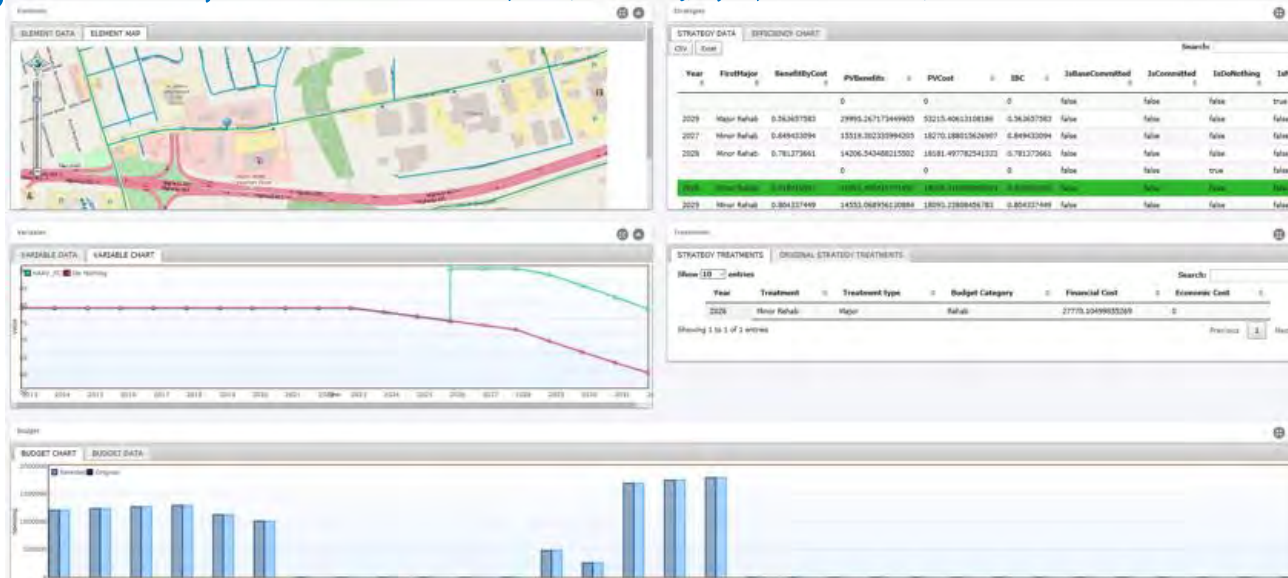
Basic Info	
County	NORTHAMPTON (48)
Route	0611 (PA - 611)
Type	State
Direction	NORTH
Segment	0220
Offset	1774 ft.
Latitude	40:42:22.98600

© 2014-2016 PA Department of Transportation **esri**

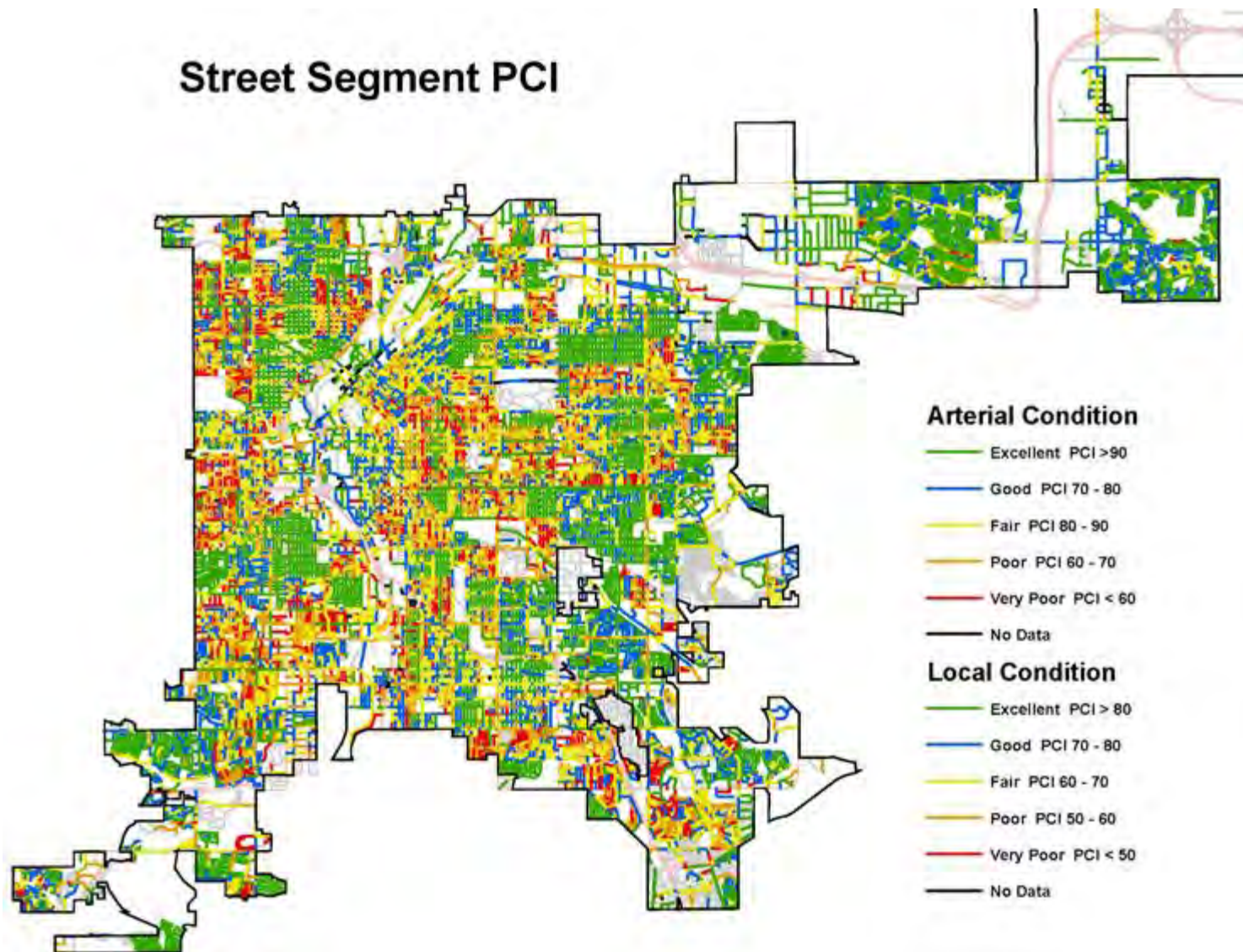


4) マネジメントソフトウェアの一例

Deighton社: 22の州で採用されているPMS



舗装の状態評価からライフサイクルコストの算出まで →議会への説明根拠



但しアメリカは、、、



- × 早期発見・予防保全
- × きめの細かい維持管理
- スクラップ & ビルド 大国
- ？ 基本的に機械任せ？



道路予算への世論

AAA (アメリカ自動車協会)によると、ポットホールが原因の車両修理費が総額で年間3億ドルになると大きく報道

POTHOLE DAMAGE COSTS
U.S. DRIVERS \$3 BILLION
ANNUALLY

3億ドル ÷ 330億円

AAA finds two-thirds of American drivers concerned about roadways

PORTLAND, Ore., - A new study from AAA reveals that U.S. drivers spend \$15 billion in vehicle repairs over the last five years, or \$3 billion annually. With two-thirds of Americans concerned about roadways, AAA cautions drivers to remain alert to avoid potholes. AAA also urges state and local governments to fully fund and prioritize road repairs to reduce vehicle damage, costs and driver frustration.

"In the last five years



damage,” adds Nielsen. “Adding to the financial frustration, those whose vehicles incurred this type of damage had it happen frequently, with an average of three times in the last five years.”

To minimize vehicle damage, AAA urges drivers to ensure tires are properly inflated and have adequate tread depth, as they are the only cushion between a pothole and the vehicle. If a pothole strike is inevitable, it is also critical that drivers slow down, release the brakes and straighten steering before making contact with the pothole. To avoid potholes in the roadway, drivers should remain alert, scan the road and increase following distances behind the vehicle ahead.

AAA’s members are paying a steep price for bad road conditions, and those costs are expected to rise even higher in the years ahead. Americans rely on our nation’s



5年間で15億ドル＝年間3億ドル
ドライバー1人当たり年間300ドル



なぜ維持管理にもっと金をかけないんだという世論



1年間に300億ドルが渋滞のために失われていると大きく報道

Congestion Costs US Drivers Nearly \$300 Billion in 2016

March 06, 2017

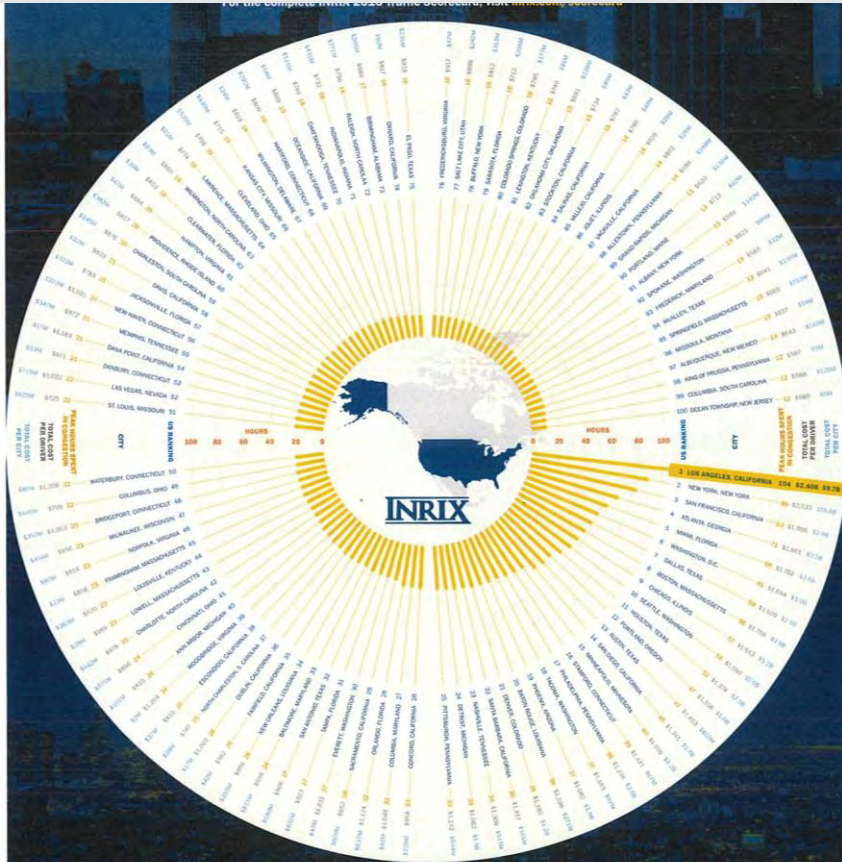
The US ranked as the most congested developed country in the world, with drivers spending an average of 42 hours a year in traffic during peak hours, according to the all-new Global Traffic Scorecard from INRIX.

The INRIX Traffic Scorecard also includes the direct and indirect costs of congestion to all US drivers, which amounted to nearly \$300 billion in 2016, an average of \$1,400 per driver.

US cities dominated the top 10 most congested cities globally, with Los Angeles (first), New York (third), San Francisco (fourth), Atlanta (eighth) and Miami (10th) each dealing with an economic drain on the city upwards of \$2.5 billion caused by traffic congestion.



全米1064の街の上位100位ランキング



ピーク時の
損失時間

ドライバーの
損失費用

都市名
(ランキング)

都市の損失費用



9%

Percentage of all driving time spent in congestion per driver



42

Hours spent in congestion by the average U.S. commuter



300B

Total cost of congestion to all drivers in the U.S.



\$1,400

Cost of congestion to the average U.S. driver

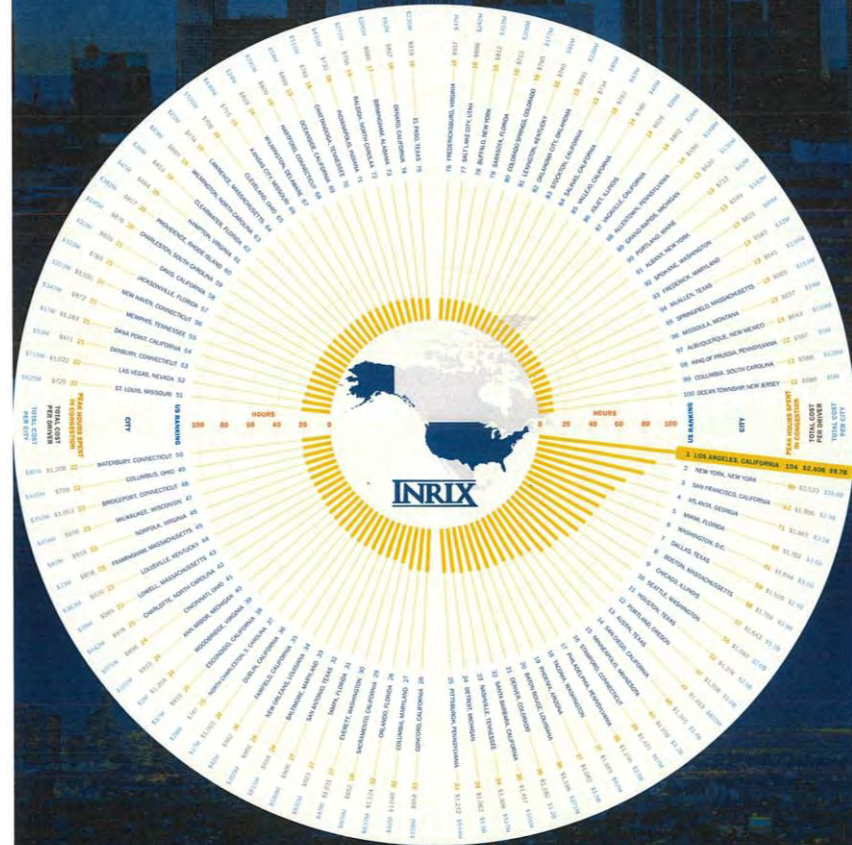
INRIX

GLOBAL TRAFFIC SCORECARD

A GUIDE TO CONGESTION IN THE U.S.

The INRIX 2016 Traffic Scorecard analyzed congestion in 1,064 cities—240 in the U.S.—across 38 countries. The visualization below shows the ranking of the top 100 U.S. cities by the number of peak hours the average commuter spent in congestion. It also includes the economic cost of congestion per driver and the total cost per city in 2016. Los Angeles tops the list as the most congested city in the world, with traffic jams costing drivers \$2,408 each or \$9.7 billion city wide.

For the complete INRIX 2016 Traffic Scorecard, visit inrix.com/scorecard



渋滞が原因で

平均するとドライバーは**9%**の時間を無駄にしています。(1時間あたり5.4分)

平均すると通勤者は1年間に**42時間**を無駄にしています。

すべてのドライバーは1年間に**300億ドル**を無駄にしています。

平均すると通勤者は1年間に**1400ドル**を無駄にしています。(1ドル110円計算で**15万4千円**)



9%

Percentage of all driving time spent in congestion per driver



42

Hours spent in congestion by the average U.S. commuter



300B

Total cost of congestion to all drivers in the U.S.



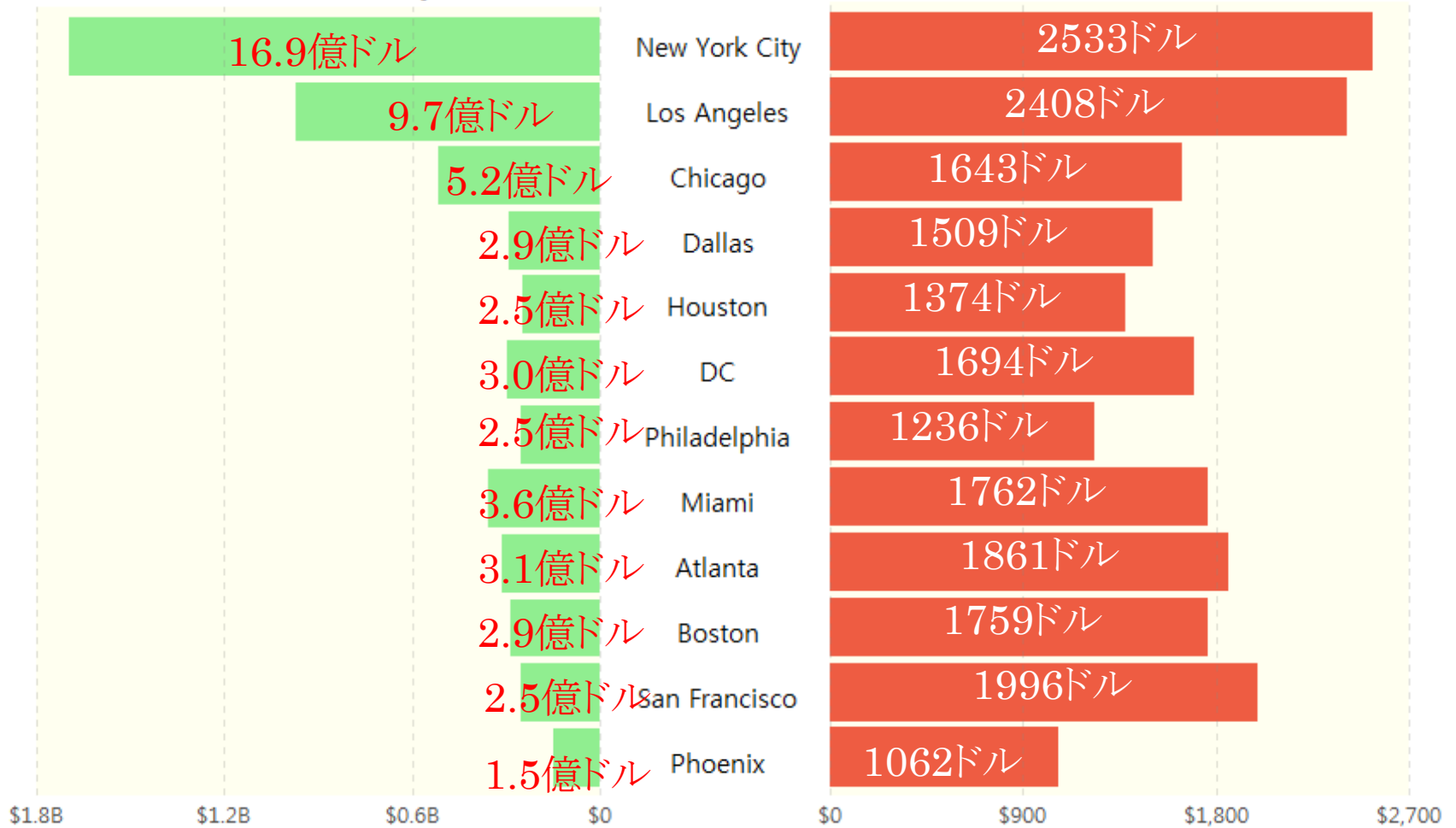
\$1,400

Cost of congestion to the average U.S. driver

費用損失上位10都市

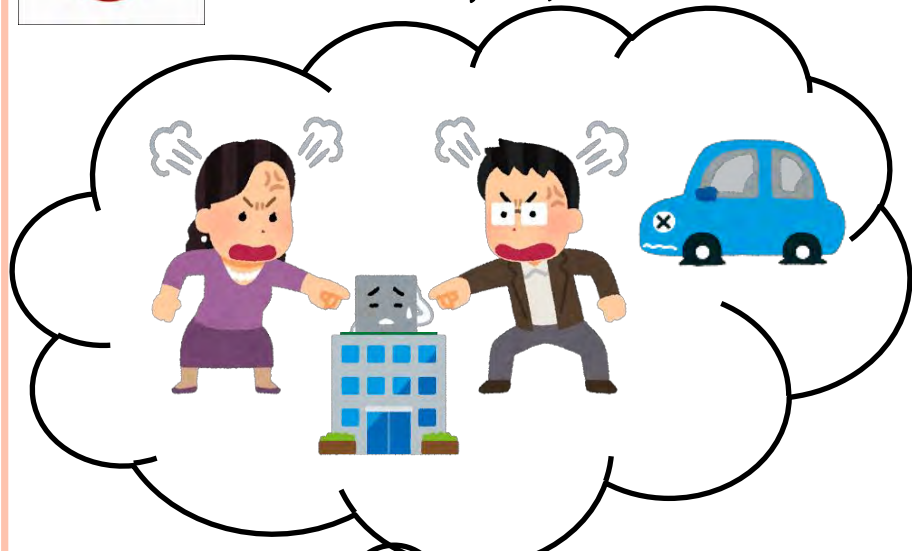
都市の全体の損失額
Total Cost to City (in billions)

ドライバー1人当たりの損失額
Cost Per Driver





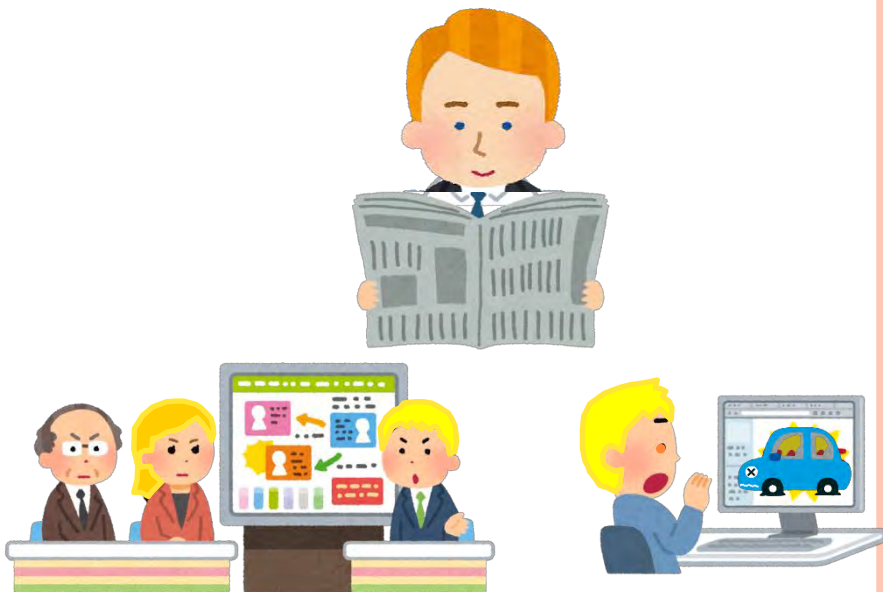
わが国では



ネガティブな情報はほとんど公開されない



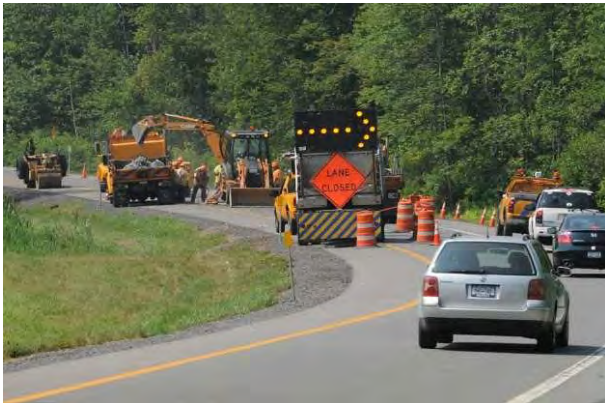
アメリカでは



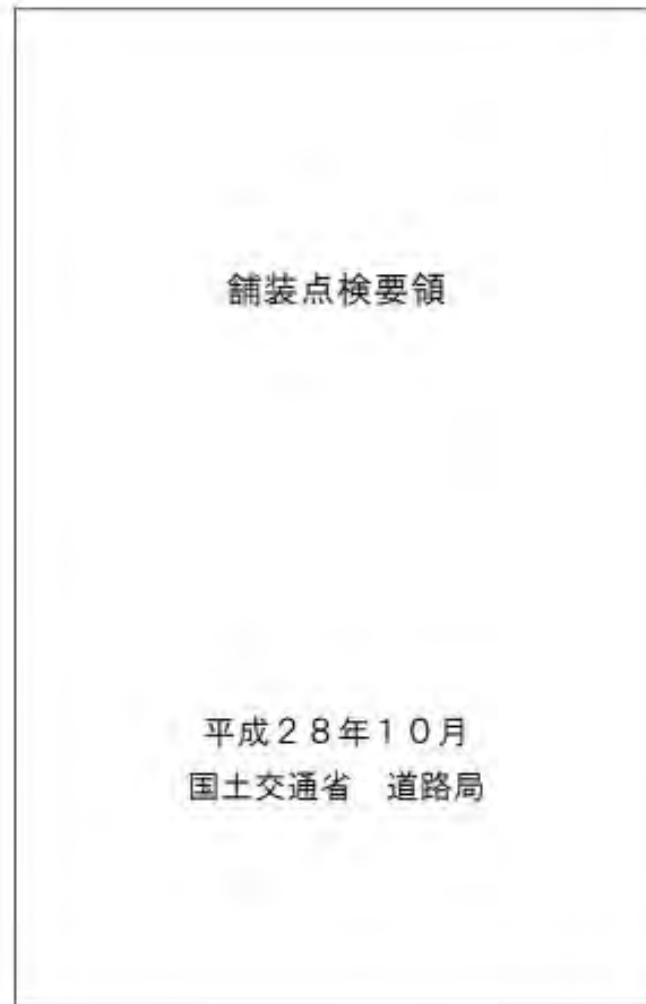
情報は大きく公開され、もつと金をかけるべきという世論が生まれ、議会承認される

アメリカでは

「大切なアセット(資産)だからこそ
スポンサー(納税者)であり
エンドユーザー(利用者)である
住民に情報を公開すべきである」という
考え方が一般的です。



一方わが国では 舗装点検要領(平成28年10月)



「まず道路を4段階に分けましょう」

大分類	小分類	分類
損傷の進行が早い道路等（例えば、大型車交通量が多い道路）	高規格幹線道路等（高速走行など求められるサービス水準が高い道路）	A
		B
損傷の進行が緩やかな道路等（例えば、大型車交通量が少ない道路）		C
	生活道路等（損傷の進行が極めて遅く占用工事等の影響が無ければ長寿命）	D



「損傷レベルはⅠ（小）・Ⅱ（中）・Ⅲ（大）に分けましょう」

区分		状態
Ⅰ	健全	損傷レベル小：管理基準に照らし、劣化の程度が小さく、舗装表面が健全な状態である。
Ⅱ	表層機能保持段階	損傷レベル中：管理基準に照らし、劣化の程度が中程度である。
Ⅲ	修繕段階	損傷レベル大：管理基準に照らし、それを超過している又は早期の超過が予見される状態である。
	(Ⅲ－1 表層等修繕)	表層の供用年数が使用目標年数を超える場合（路盤以下の層が健全であると想定される場合）
	(Ⅲ－2 路盤打換等)	表層の供用年数が使用目標年数未満である場合（路盤以下の層が損傷していると想定される場合）



「健全度に応じた補修方法を採用しましょう」

区分Ⅰ：健全	—
区分Ⅱ：表層機能保持段階 (使用目標年数を意識した管理に基づく補修)	(対ひび割れ) シール材注入工法、 Fogシール・チップシール等の表面処理工法、パッチング、わだち部オーバーレイ工法 (レーンパッチング)、薄層オーバーレイ工法 等 (対わだち掘れ) 切削工法、パッチング、わだち部オーバーレイ工法 (レーンパッチング) 等
区分Ⅲ-1：表層等修繕	切削オーバーレイ (表層等) 等
区分Ⅲ-2：路盤打換等	【詳細調査・修繕設計を実施した上で】 路盤を含めた舗装打換え工法、路盤の強化 (セメント安定処理等)、コンクリート舗装やコンポジット舗装への変更 等



損傷の進行が早い道路等のアスファルト舗装 →高速道路や直轄国道、バイパスなど

損傷の種類	損傷レベル		
	I 健全	II 表層機能保持段階	III 修繕段階
ひび割れ率	0～20%程度	20%～40%程度	40%以上
わだち深さ	0～20mm程度	20～40mm程度	40mm以上
縦断凹凸IRI	IRI0～3程度	IRI3～8程度	IRI8以上

損傷の進行が緩やかな道路等のアスファルト舗装 →県道・市町村道など 目視による判定例が記載

損傷の種類	損傷レベル		
	I 健全	II 表層機能保持段階	III 修繕段階
ひび割れ率	0～20%程度	20%～40%程度	40%以上
わだち深さ	0～20mm程度	20～40mm程度	40mm以上

評価項目をアメリカと比べてみると。。。

日本	バージニア州	ペンシルバニア州
ひび割れ率	亀甲状クラック	疲労ひび割れ
わだち深さ	舗装の剥がれ	横方向ひび割れ
IRI(国際ラフネス指数)	パッチング	多方面にわたるひび割れ
	ポットホール	端部の劣化
	わだち	瀝青パッチング
	ブリーディング	ラベリング
	ブロック単位のひび割れ	ウェザリング
	線形ひび割れ	建設ジョイント部の放置
	リフレクションクラック	路面性状の収集と処理(IRI等)
	IRI(国際ラフネス指数)	わだち深さ
		ジョイントの損傷
		スラブの破損
		横方向ジョイントスポーリング
		縦方向ジョイントスポーリング
		コンクリートパッチング

日本の道路管理者が保有する路面性状点検車



- ✓ 距離測定
- ✓ ひび割れ測定
- ✓ わだち掘れ測定
- ✓ 平坦性測定
- ✓ 画像解析
- ✓ ブリスタリング調査
- ✓ 骨材悲惨調査
- ✓ トンネル復工面調査
- ✓ ポットホール予測



- ✓ 距離測定
- ✓ ひび割れ測定
- ✓ わだち掘れ測定
- ✓ 平坦性測定
- ✓ IRI(国際ラフネス指数)
- ✓ 時速100kmで1mmのク
ラックを判別



- ✓ 距離測定
- ✓ ひび割れ測定
- ✓ わだち掘れ測定
- ✓ 平坦性測定
- ✓ 微細形状測定
- ✓ IRI(国際ラフネス指数)
- ✓ 跨道橋調査
- ✓ トンネル復工面調査



- ✓ 3次元点群データ
- ✓ 図面作製機能
- ✓ 変状検出
- ✓ 平面・曲面自動抽出
- ✓ 段差測定
- ✓ 鉄道交差部との
空間測定



- ✓ AIによるひびわれ計測
- ✓ 平坦性計測
- ✓ わだち深さ計測
- ✓ 赤外線熱画像計測
(舗装内部の損傷等)

9600km/127万km=0.75%の道でしか使われていない

③道路の補修方法について



車社会アメリカでは道路の穴(ポットホール)が大問題！

POTHOLE DAMAGE COSTS U.S. DRIVERS \$3 BILLION ANNUALLY

3億ドル ÷ 330億
円

AAA finds two-thirds of American drivers concerned about potholes on local roadways

PORTLAND, Ore., - A new study from AAA reveals that potholes cost U.S. drivers \$15 billion in vehicle repairs over the last five years, or \$3 billion annually. With two-thirds of Americans concerned about potholes on local roadways, AAA cautions drivers to remain alert to avoid potholes. AAA also urges state and local governments to fully fund and prioritize road repair to reduce vehicle damage, costs and driver frustration.

"In the last five years, 16



1) ポットホールの埋めかた 日本では



作業員がスコップで丁寧に
平らに仕上げます。



アメリカでは ①スロー&ゴー方式



- ポットホールに常温合材を投げつけて終了。
- 締固めは一般交通車両に委ねる とある
- 生産性速度の高い方式である



②スロー&ロール方式



- ・常温合材を積んできたトラックで転圧をする。
- ・作業者が締固めを行うので比較的長持ちを期待できる

もっといい方法は無いものか



そこでこんなものが生まれた



スプレーインジェクション工法
アメリカおよびカナダの8つの試験場
にて1250個のポットホール修復試験
を行って開発された工法。
加熱されたカチオン系急結型アスファルトエマ
ルジョンと7号砕石を吹き付けてポットホー
ルを埋める。4年くらいもつ。



温暖な地域であれ
ば4年くらいもつ

2) パッチング工 日本では



・やはりとても丁寧に行います



アメリカでは セミパーマナント(半永久的)方式

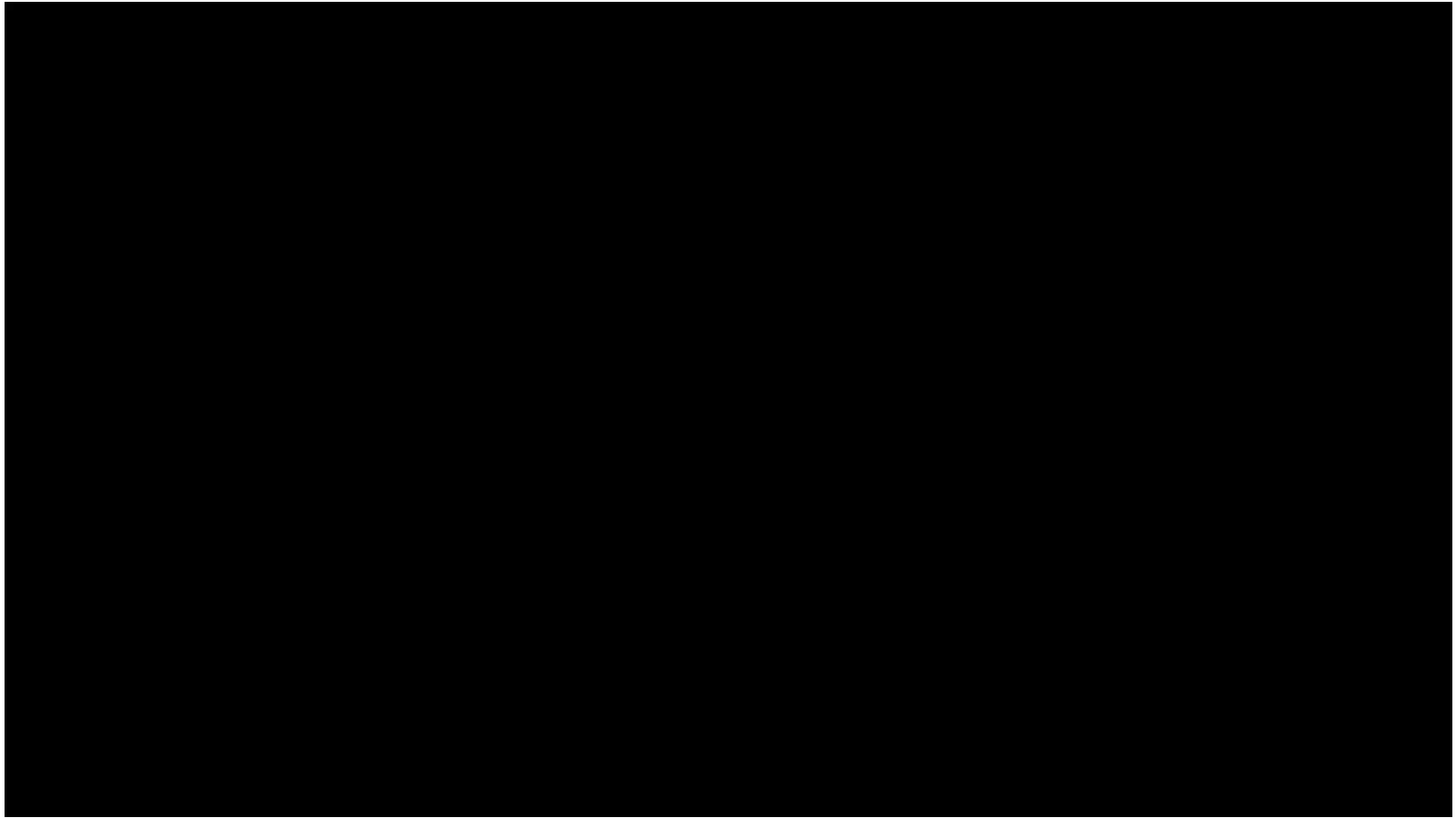


- 一番確実な方法であると思っている
- でも多くの人員や機械が必要
- コストが高く生産速度が遅い

→あまりやりたくなさそう



そこでこんな工法も 赤外線修復工法



カッターで切らないので
ジョイントが出来ない→水が入らず長持ち



工法比較

項目	スロー&ロール方式		スプレーインジェクション		セミパーマネント		赤外線修復	
施工スピード	早い				遅い			
施工時期	冬	春	冬	春	冬	春	冬	春
材料費(日)	374.55		455.39		30.00		88.57	
人件費(日)	701.46		890.55		720.00		1079.64	
規制費(日)	319.92		345.92		225.00		345.92	
機械費(日)	147.30		498.99		45.00		335.27	
1日当たり総コスト	1543.23		2190.85		1020.00		1849.4	
耐久性(ヵ月)	3.52	12.0	2.14	48.0	24.0	24.0	48.0	48.0
							以上	以上
耐久時間あたりのコスト	438.4	128.6	1000.4	45.6	42.5	42.5	38.5	38.5
評価	△	○	×	◎	○	○	◎	○



3) 補修材料について(常温合材)



<製品イメージ>



わが国ではあくまで応急的な材料
メインの材料ではない

アメリカでは(Cold Mix Asphalt)



種類	摘要	備考
タイプ1	受入検査なし、メーカー独自	袋詰
タイプ2	受入検査あり、州の規格に合致	バラ
タイプ3	受入検査なし、地域独自配合	バラ



ストックが可能で遠くの現場へも運べる
メインの材料として本気で取り組んでいる

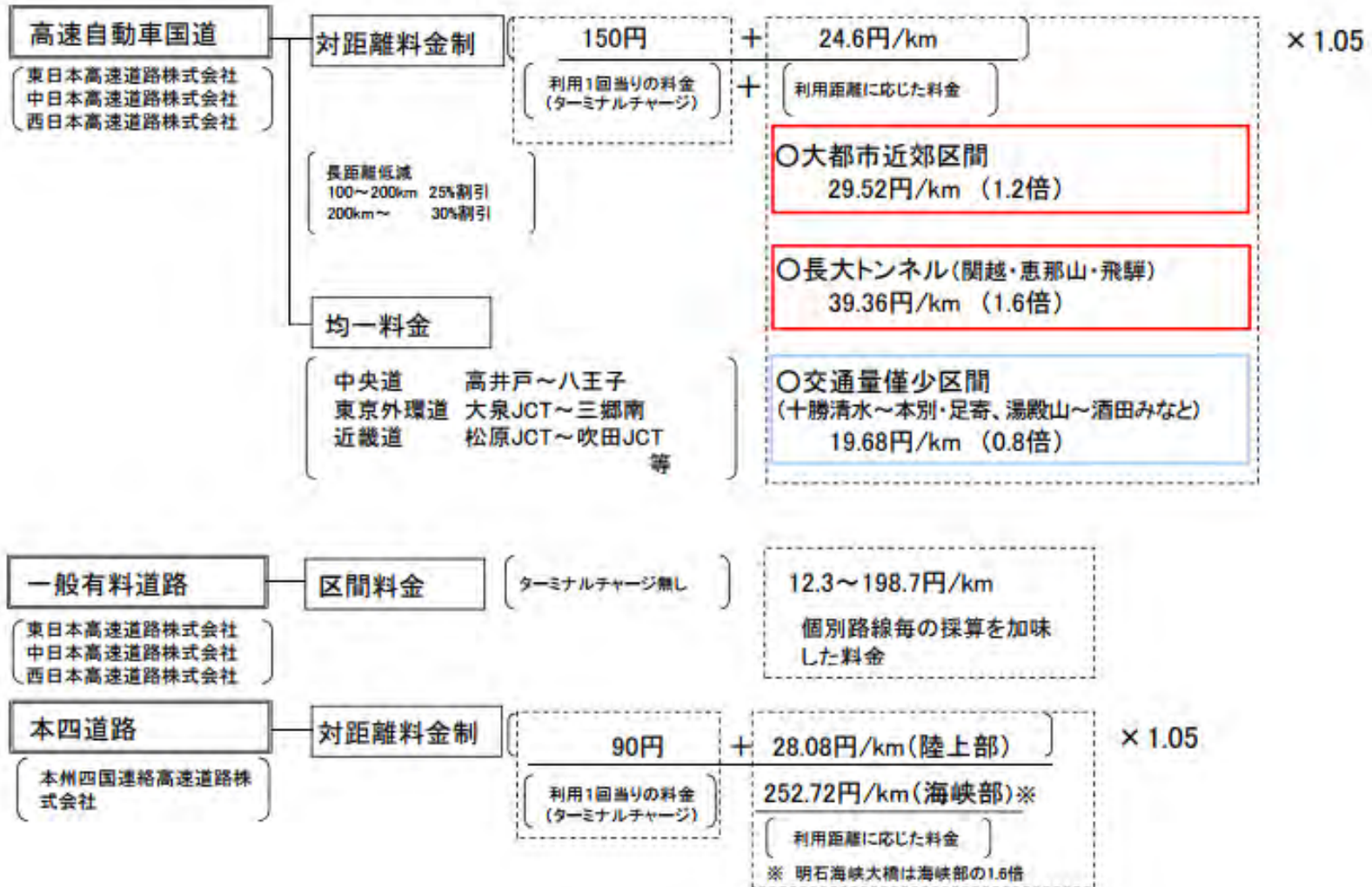


④高速道路の料金形態について



我が国の場合

高速道路の基礎的な料金体系



(国交省のホームページより抜粋)

E-ZPassシステム 16の州で使用されている

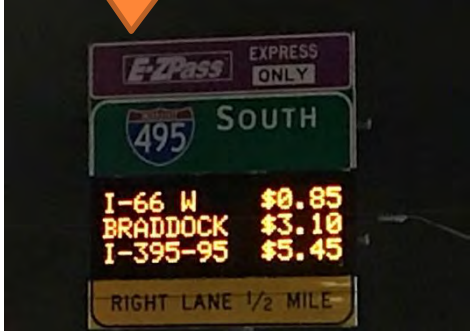
一般レーンが混んでくると
値段が上がる



クレジットカードと紐づいている



別の車に付けても良い
持ち運び化



フレキシブルな
料金体系



エキスパレスレーン

一般レーン



料金所

無料だった道路が有料化される事もある

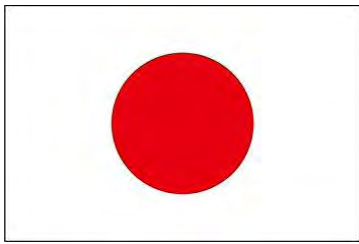
まとめ



アメリカでは

- ✓ほとんどの州で**ARAN**のような路面性状測定車を使い
- ✓どんな**狭い道**でもデータを取り
- ✓データを**信頼**できる**ソフトウェア**にインポートして
- ✓道路アセットの**資産管理**を行っている
- ✓**渋滞**による**経済損失**は**悪**だと国民は思っており
- ✓道路には**お金をかけるべき**だという世論がある
- ✓**料金の徴収**も**非常に柔軟**に行っている。





我が国では

- ✓ **路面性状測定車**を保有する道路管理者は高速道路会社に限られていて
- ✓ 小さな道路は点検すら行われていないのが現状
- ✓ 紙ベースの道路台帳で
- ✓ 道路アセットの**資産管理**を行っている
- ✓ 行政には**技術者は少なく**
- ✓ 点検業務はほぼ**アウトソース**されている
- ✓ **渋滞による経済損失**はあまり気にされず
- ✓ 道路に**お金をかけるべきでない**と思っている
- ✓ 徴収料金は簡単には変更できない





諸外国の良いところを積極的に取り入れて
次世代にインフラを引き継げたらいいですね！

