

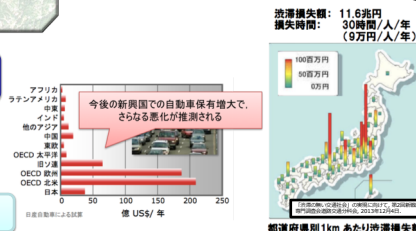
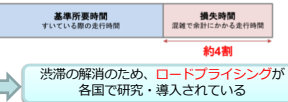
[P13] 需要分布に基づく ロードプライシングの動的環境における検証



川上朋也, 柴田直樹, 伊藤 実 (奈良先端大)

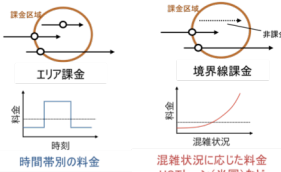
背景

渋滞による時間とエネルギーの浪費は世界中で大きな社会損失



ロードプライシング：
道路利用に対して課金することにより、交通需要を制御

- 課金方式に基づく分類
 - 走行距離に基づく課金
 - 距離課金
 - 走行エリアに基づく課金
 - エリア課金
 - 境界線課金
- 料金変動に基づく分類
 - 均一の料金
 - 時間帯別の料金
 - 混雑状況に応じた料金

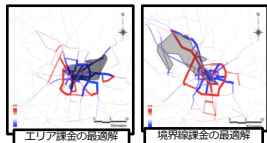


	シンガポール	イギリス (ロンドン)	スウェーデン (ストックホルム)
課金方式	境界線課金	エリア課金	境界線課金
導入時期	1975年	2003年	2007年
課金目的	渋滞緩和	渋滞緩和・バス交通の改善	渋滞緩和・生活環境改善
課金額	時間帯に応じて変動	固定	時間帯に応じて変動

関連研究

エリア課金の最適設計問題
[高木ほか, 土木学会論文誌D3, 2011]

- 提供側、利用側の双方の利益が大きくなるような料金を設定
- 提供側：なるべく道路を高く使ってもらいたい
- 利用側：渋滞していない道路をなるべく安く使いたい
- 渋滞しない範囲で通行料金を決定



ロードプライシングにおける需要分布に基づく料金決定手法の提案
[川上ほか, DICOMO, 2017]

- 道路の料金による利用者数を大まかに把握できる環境を想定
- 経路、時間帯ごとの料金による利用需要の分布を用い、道路事業者の総収入を最大化する料金の組合せを最適化
- 各道路区間で交通容量を超えないことを制約

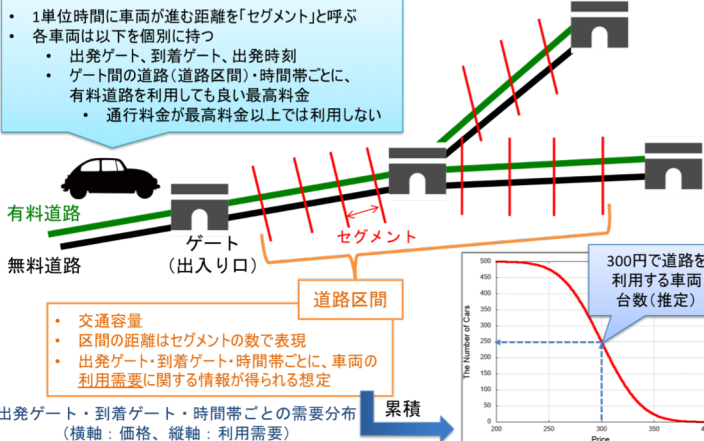
既存研究の問題

実際の道路では突発的な事故などによって、交通容量などが動的に変化

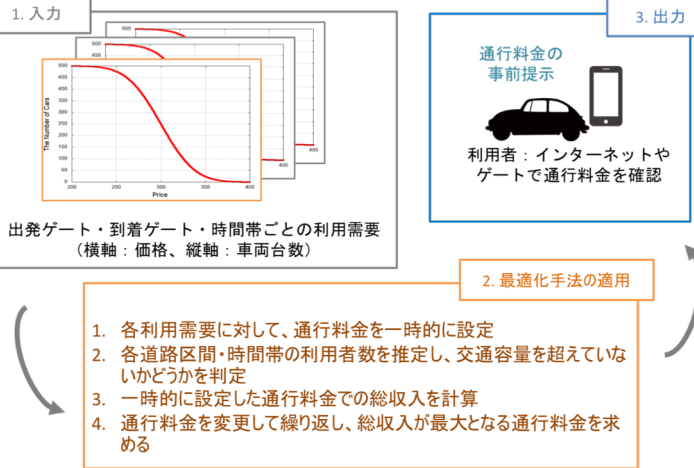
本研究では、需要分布に基づくロードプライシングへ環境の動的変化が与える影響を検証

想定環境

- 各走行経路の時間帯ごとの利用需要を大まかに把握可能
 - 利用需要は通行料金に対する利用者数の分布
- 各経路・時間帯で、通行料金による交通量を利用需要から推定
- 各道路区間の交通容量を超えない範囲で、道路事業者の総収入を確率的に最大化する通行料金をそれぞれ選択

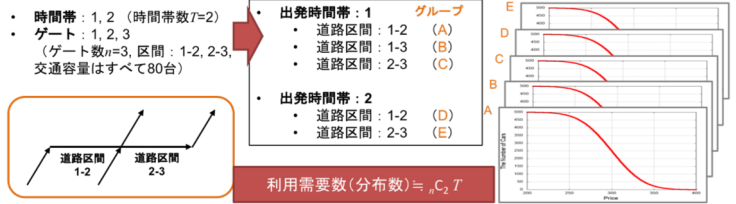


料金決定の流れ



- 各利用需要に対して、通行料金を一時的に設定
- 各道路区間・時間帯の利用者数を推定し、交通容量を超えないかどうかを判定
- 一時的に設定した通行料金での総収入を計算
- 通行料金を変更して繰り返し、総収入が最大となる通行料金を求める

料金決定アルゴリズム

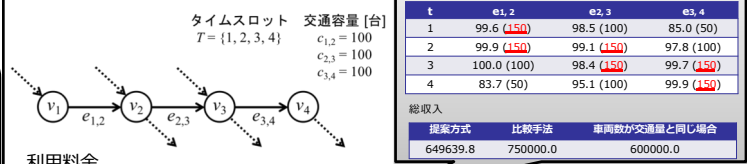


各分布で料金 p が $(p_A, p_B, p_C, p_D, p_E) = (100, 200, 100, 150, 100)$ の場合

	道路区間1-2 (容量80台)	道路区間2-3 (容量80台)
時間帯1	$(50 + 20 + 0 + 0 + 0) = 70$ [台]	$(0 + 0 + 50 + 0 + 0) = 50$ [台]
時間帯2	$(0 + 0 + 0 + 30 + 0) = 30$ [台]	$(0 + 20 + 0 + 0 + 30) = 50$ [台]
時間帯1	$50 \times 100 + 20 \times 200 / 2$ [円]	50×100 [円]
時間帯2	30×150 [円]	$20 \times 200 / 2 + 30 \times 100$ [円]
総収入: 21,500 [円]		

各分布の料金を変更しながら、総収入が最大となる各通行料金を探索 (差分進化法を利用)

実験



t	R(1, 2)	R(1, 3)	R(1, 4)	R(2, 3)	R(2, 4)	R(3, 4)
1	598.5	1133.2	1438.4	492.4	1022.7	396.4
2	859.1	1006.1	1492.1	518.8	1097.7	494.1
3	499.7	1000.8	-	476.4	1055.5	626.3
4	403.9	-	-	511.9	-	629.4

区間 $e_{3,4}$ で突発的な事故が起き、交通容量が75へ一時的に減少 (下線の値はその時刻、経路に $e_{3,4}$ が含まれる)

t	R(1, 2)	R(1, 3)	R(1, 4)	R(2, 3)	R(2, 4)	R(3, 4)
1	579.3 (-3.2%)	1100.7 (-2.9%)	1517.0 (+5.5%)	481.4 (-2.2%)	1038.0 (+1.5%)	433.4 (+9.3%)
2	800.6 (-6.8%)	954.1 (-5.2%)	1574.4 (+5.5%)	512.6 (-1.2%)	1142.0 (+4.0%)	546.0 (+10.5%)
3	504.6 (+1.0%)	990.8 (-1.0%)	-	457.3 (-4.0%)	1086.4 (+2.9%)	683.0 (+9.1%)
4	381.9 (-5.4%)	-	-	505.1 (-1.3%)	-	719.8 (+14.4%)

- $e_{3,4}$ を含む下線の値の経路はすべて料金が上昇
- 一方、料金が上がった経路には交通容量が減少していない区間も含まれており、車両が減少した分を埋めるため、下線以外の経路のほとんどは料金が低下
- 適切な利用料金は道路状況とともに変わり、交通を柔軟に制御するためには利用料金の動的な更新が必要