

高速道路単路部ボトルネックにおける渋滞発生後捌け交通量低下現象の実証分析

An empirical analysis of Capacity Drop phenomena at expressway sag and tunnel bottlenecks

東京大学 生産技術研究所 大口研究室 (交通制御工学)

<http://www.transport.iis.u-tokyo.ac.jp/>

山田 拓弥, 和田 健太郎, 大口 敬



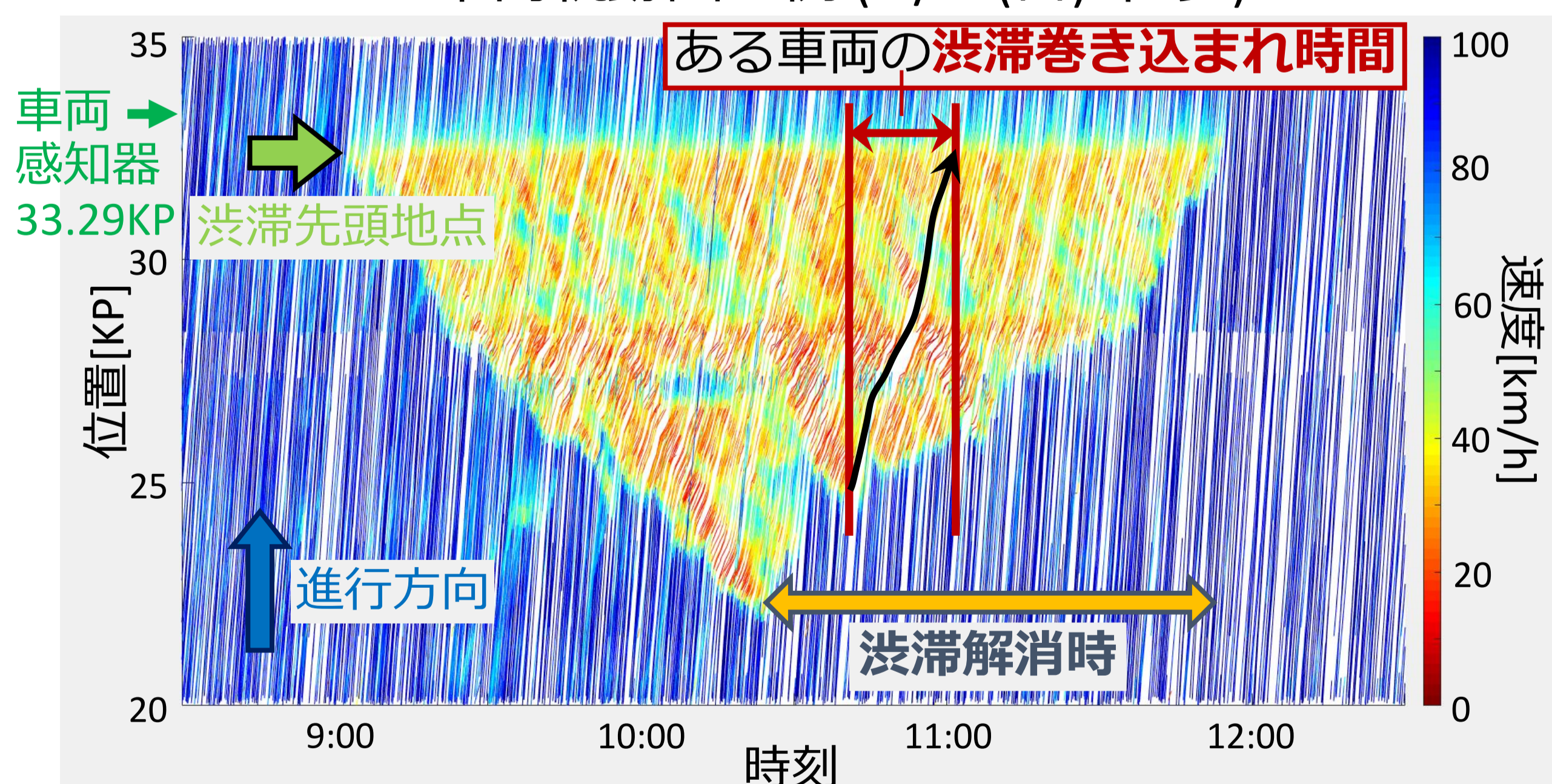
1. 背景と目的

- 高速道路「単路部ボトルネック」の交通渋滞で観測されるCapacity Drop現象では、渋滞巻き込まれ時間が長くなると捌け交通量が低下
 - 「ドライバーが渋滞の中で長い時間を過ごすことによる飽きや疲れ」が原因 (Koshi et al., 1992)
- しかし、上記仮説には**擬似相関の可能性**
 - 渋滞発生直後は、時間とともに交通量が減少し渋滞長が伸びるのは当然
 - 渋滞巻き込まれ時間、捌け交通量はともに時系列データ→「見せかけの回帰」が起こりうる
- 本研究では①**渋滞解消時**に着目し、②**時系列分析手法**を適用して、擬似相関の可能性を検証

2. 分析対象データ

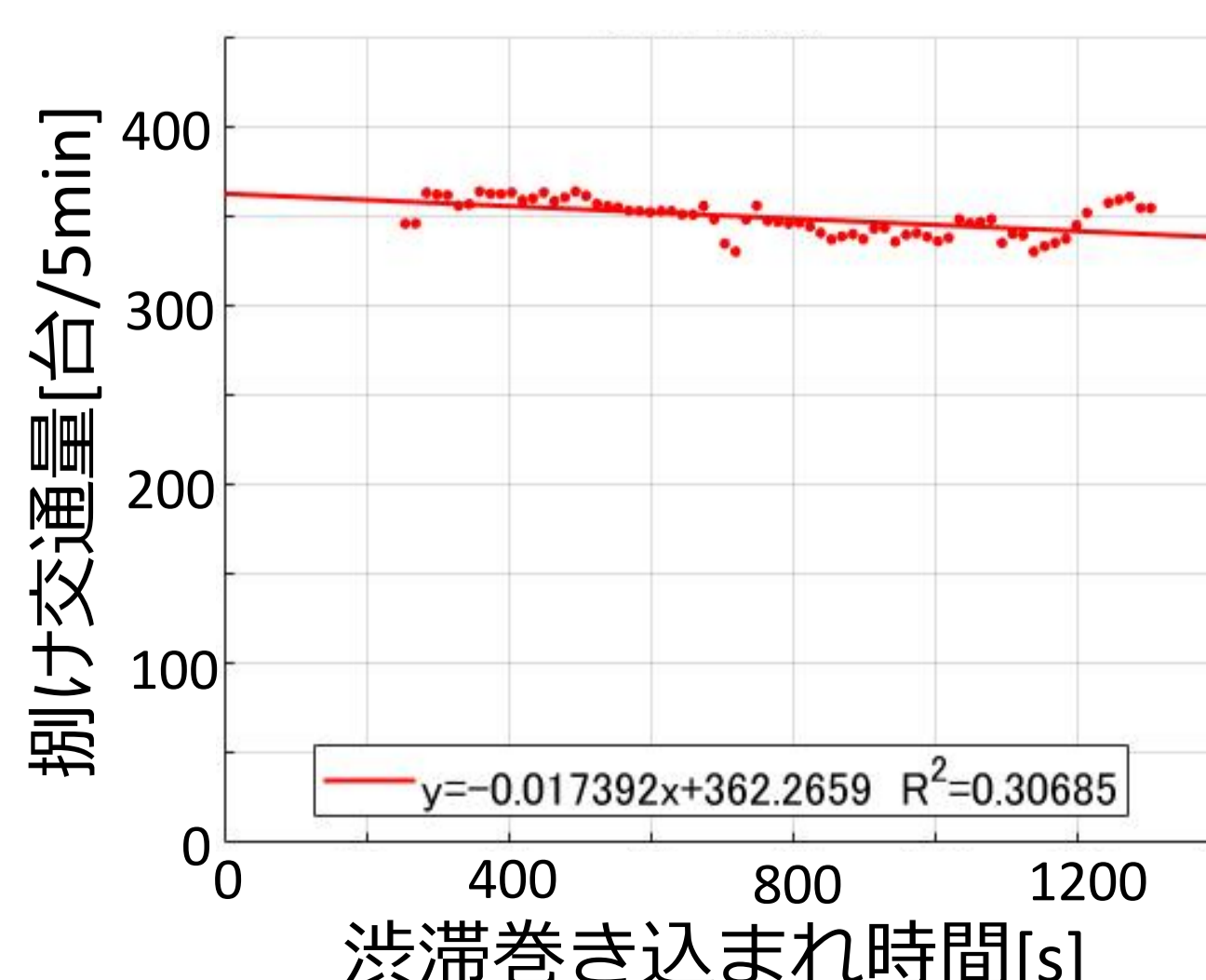
- 対象区間：関越自動車道上下線 高坂SA付近 2018年8月に発生した渋滞
- 捌け交通量と渋滞巻き込まれ時間の推定
 - ETC2.0プローブデータ*1より車両軌跡図を描き、渋滞を特定*2
 - *1: 一部の車両から取得される約200m毎の時刻・位置・速度の情報
 - *2: 継続的に走行速度が60km/h下回る状態を渋滞とする
 - 渋滞先頭の直近下流にある車両感知器*3の交通量(5分単位)を捌け交通量とする
 - *3: 約2km間隔で設置され交通量・地点平均速度を記録
 - 車両軌跡図から各プローブ車の渋滞巻き込まれ時間を特定し、5分間隔でその平均値をとる。

車両軌跡図の例 (8/19(日) 下り)



渋滞解消時のデータのみを抽出

渋滞巻き込まれ時間と捌け交通量の関係をプロットした例 (8/19(日) 下り)



3. 見せかけの回帰に対する時系列分析

- 渋滞巻き込まれ時間と捌け交通量の回帰係数 → 14イベント中10件は**非有意**
- さらに、時系列データの回帰分析では、**見せかけの回帰**が起こりうる

共和分*1の関係にない単位根過程*2どうしを回帰させると、**因果関係が無いにもかかわらず両者の間に有意な関係があるように見える現象**

- ★1: 原系列 y_t が非定常過程、差分系列 $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ が定常過程である過程 (例: ランダムウォーク)
- ★2: 単位根過程 x_t と y_t に対し $ax_t + by_t$ が定常過程となる x_t と y_t の関係

- 見せかけの回帰の可能性を統計的に検定 (単位根検定と共和分検定が全て非有意のとき、見せかけの回帰が起こりうる)

→回帰係数が有意な4イベント中**3件(K,L,N)**は、見せかけの回帰の可能性がある

イベント No.	日付	昼夜	方向	回帰係数	回帰係数が有意	単位根検定		共和分検定
						巻き込まれ時間	捌け交通量	
A	5(日)	夜	上り	-0.0027	n.s.	n.s.	**	n.s.
B	12(日)	夜	上り	-0.0001	n.s.	n.s.	**	n.s.
C	13(月盆)	夜	上り	-0.0012	n.s.	n.s.	**	n.s.
D	14(火盆)	夜	上り	0.0037	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
E	17(金)	夜	上り	0.0006	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F	2(木)	昼	下り	-0.0142	n.s.	n.s.	*	n.s.
G	3(金)	昼	下り	-0.0117	**	n.s.	**	n.s.
H	10(金)	昼	下り	-0.0019	n.s.	n.s.	*	n.s.
I	12(日)	昼	下り	-0.0021	n.s.	n.s.	**	n.s.
J	13(月盆)	昼	下り	-0.0002	n.s.	n.s.	**	n.s.
K	14(火盆)	昼	下り	-0.0082	**	n.s.	n.s.	n.s.
L	17(金)	昼	下り	-0.0154	*	n.s.	n.s.	n.s.
M	18(土)	昼	下り	-0.0020	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N	19(日)	昼	下り	-0.0286	*	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.: 非有意 * : 有意(p<0.05) ** : 有意(p<0.01)

- 擬似相関の影響を排除するため**差分系列へ回帰** → 見せかけの回帰で有意になっていた可能性のある3イベント中**2件(K,L)**で有意でなかった

4. まとめ

- 渋滞解消時のデータから、渋滞巻き込まれ時間と捌け交通量の間に見せかけの回帰の可能性を確認
- 時系列分析を用いて見せかけの回帰の影響を排除すると、ほとんどの場合、両者の間に相関関係は見られない