

ドライバーの慣習的合図「パッシング」の社会的危険性に関するモデル分析

鳥取大学大学院 ○学生会員 西口 健太郎
鳥取大学工学部 正会員 福山 敬
鳥取大学工学部 正会員 喜多 秀行

1. 緒言

運転行動において、ハイビームなどを使った法規で定められていないさまざまな慣習的なドライバー間のコミュニケーション手段（カー・ボディー・ランゲージ：CBL）が存在する¹⁾。本研究では、ドライバー間に「ゆずる」、「ゆずらない」という相反する2つの認識が存在する「パッシング」というCBLに着目する。そして、違う認識を持った地域に住むドライバーの道路ネットワーク上での「遭遇」の繰り返しの結果、長期的に社会にどの認識が生き残るか、あるいは複数の認識が共存するならばどのような形になるのかをモデル分析し、パッシングというCBLの社会的危険性とその規制の必要性を明らかにする。

2. モデル化の前提条件

モデル化に先立ち、対象とする交通状況を仮定する。片側1車線の道路（本線）とそれと垂直に接続する1つの道路（交差路）からなる信号のない交差点を考える。この交差点に向かって本線を走る1台の直進車と、交差路から本線に入ろうとする1台の右折車を考える。本線を走行する車は交差路の車に対して優先的に通行権を有する。また、他の交通主体は存在しない。ここで「遭遇」とは、直進車が止まらず、右折車が交差点に入ってきた場合、必ず事故が起こるような状況と定義する。各遭遇において各車両（直進車と右折車）は、「止まる」「進む」の2つの行動選択（戦略）を持つとする。

次に、各ドライバーのパッシングに関する「認識」およびその下での「戦略」の関係について定義する。パッシングを「ゆずる」メッセージを持つシグナルと認識する直進車のドライバーは、パッシングをしたとき車両を停止させ、右折車に道をゆずる（止まる）、また、「ゆずる」認識のドライバーが右折車である場合、彼はパッシングを受けたとき「ゆずる」シグナルと認識し交差点に必ず「入る」。パッシングを「ゆずらない」メッセージと認識する直進車のドライバーがパッシングをしたときの行動はそのまま「進む」であり、彼が右折車となったときパッシン

グを受けたときは「止まる」（入らない）であると考えられる。したがって、自分が右折車の場合、直進車が「ゆずる」認識、あるいは「ゆずらない」認識のドライバーであれば、必ずパッシングをされるが、パッシングをしないドライバーであれば、必ずパッシングはされない。

直進車は「ゆずる」認識、「ゆずらない」認識のいずれであろうと、「パッシングをする」、「パッシングをしない」という2種類の選択肢を持っている。もし、パッシングをしなければ、直進車は交通ルール通り「進む」。一方、右折車はパッシングを受けなければ、自分の運転環境に関する判断により交差点に入るか、止まるのかを選択する（ルール通り行動する）。

ここで「交通ルール通りの行動」を次のように定義する。まず、直進車の「交通ルール通りの行動」とは、自分が優先車であるので、そのまま交差点に入っていく。一方、右折車の「交通ルール通りの行動」とは、自分が優先車ではないので、交差点で安全確認を行い（直進車が「遭遇」の位置にいないことを確認できる時のみ）交差点に進み、右折する。ここで、モデルの対象としている状況は、すべて、直進車・右折車の両方が止まらなければ必ず事故が起こる状況と定義する「遭遇」の場面である。このような遭遇の状況において右折車のドライバーが「交通ルール通り」の行動をしたときに、「右折車が実際には事故が起こるという遭遇の場面であるのに誤認識して交差点に入ってしまう事故を起こしてしまう」可能性があるとし、その発生確率を μ とする。

社会には N 人のドライバーが無限に長い直線上に等間隔にならんおり、初期状態において一端は「ゆずる（以下 α ）」認識の地域であり、他端は「ゆずらない（以下 β ）」認識の地域であるとする。ドライバーは自分の両側26人のドライバーと等確率で遭遇する可能性があるとする。

各ドライバーは、自分の近隣(26)のドライバーとの遭遇をくり返すが、そのとき、各ドライバーは社会全体のドライバーの認識を把握しており各期の遭遇においてその情報の下で自己に最適な認識を選択する。

3. 遭遇モデル

ここで i を当該ドライバーの存在する地域、 j を遭遇するドライバーの存在する地域とすると、 i, j 地域のドライバーの期待利得 u_{ij}^i は以下のように表せる。

$$u_{ij}^i(p_\alpha, p_\beta) = \frac{1}{2} \frac{1}{2\delta} \sum_{l=k-\delta}^{\delta+k} \{ p_\alpha (A_x - B_x - \epsilon + D_y) + p_\alpha (-B_x - \epsilon - I_y) + p_\alpha (A_x \mu - B_x - \epsilon - I_y \mu) + p_\beta (-I_x - \epsilon) + p_\beta (-\epsilon) + p_\beta (-\epsilon - I_x \mu - I_y \mu) + (1 - p_\alpha)(1 - p_\beta)(-I_x \mu - I_y \mu) \} \quad (1)$$

ここで、各ドライバーの「遭遇」に関する利得パラメータを表-1のように定義する。

表-1：各立場のドライバーの利得パラメータ

立場	利得パラメータ
直進車	A_x ：ゆずるときの利得
	B_x ：ゆずるときの費用
	ϵ ：パッシングをする費用
	I_x ：事故費用
右折車	D_y ：ゆずられるときの利得
	I_y ：事故費用

ただし、 p_α ： α 認識でパッシングをする確率、 p_β ： β 認識でパッシングをする確率である。

以上の前提の下で社会に長期的に安定な認識パターンを求める。このとき、 α 認識の地域と β 認識の地域の間パッシングをしない地域が発生することになる。パッシングをしないドライバーからなる地域の大きさを $G_t \delta$ と表し、 G_t を not 地域係数と呼ぶ。

4. 社会的に安定な認識の検討

各ドライバーの認識に関するダイナミックな最適行動の分析の結果、利得パラメータに関する条件により社会的に安定な認識の分布に関して多くの場合分けができることがわかった。社会的に安定な認識分布に関して以下の仮定の下での分析結果を述べることにする。

- あるドライバーが α 認識をとるとき、 $1/2$ の確率で α 認識のドライバーと遭遇し、 $1/2$ の確率でパッシングに対して認識を持たないドライバーと遭遇する。そのときのそれぞれの期待利得の和は、彼がパッシングを認識せず、相手もパッシングを認識しないドライバーと確実に遭遇するときの利得よりも大きい。(i.e. $M > 0$)
- あるドライバーが α 認識をとるとき、 $1/2$ の確率で α 認識のドライバーと遭遇し、 $G_t/2$ の確率でパッシングに対して認識を持たないドライバーと遭遇し、 $(1 - G_t)/2$ の確率で β 認識のドライバーと遭遇する。そのときのそれぞれの期待利得の和は、彼がパッシングを認識せず、相手もパッシングを認識しないドライバーと確実に遭遇するときの利得よりも大きい。(i.e. $S > 0$)
- あるドライバーが β 認識をとるとき、 $(1 - G_t)/2$ の確率で α 認識のドライバーと遭遇し、 $G_t/2$ の確率でパッシングに

対して認識を持たないドライバーと遭遇し、 $1/2$ の確率で β 認識のドライバーと遭遇する。そのときのそれぞれの期待利得の和は、彼がパッシングを認識せず、相手もパッシングを認識しないドライバーと確実に遭遇するときの利得よりも小さい。(i.e. $T > 0$)

以上の仮定の下での結果を表-2に示す。 G_t の大きさにより、「 α 認識」のみ残っていく社会、「 α 認識」と「 β 認識」と「パッシングをしない」の地域の大きさが変化しつづける社会という3つの場合があることがわかった。

本研究においての仮定における社会では α 認識のみの社会となるか、3つの認識が每期ごとと変わっていく社会になっていくことがわかった。特に、每期ごとに認識が変わっていく場合は、異なった認識のドライバーの遭遇する確率が高くなり社会的効率が起こりやすい。この場合は、パッシングに対して何らかの規制を行い、認識を変える必要がある。

また、社会に「 α 認識」のみ残っていく場合も、社会全体のドライバーが自分の信じている認識のほかにもう一つパッシングの意味があることを認知して運転行動を行うことが望ましい。

表-2：社会的に安定な認識パターン

$G_t < 1$ のとき				
$\alpha_{[an]}$	$\alpha_{[an\beta]}$	$n_{[an\beta]}$	$\beta_{[an\beta]}$	$\beta_{[n\beta]}$
$M > 0$ (α)	$S > 0$ (α)	$T < 0$ (α, not)	$J > 0$ (not)	(β)
			$J < 0$ (not, β)	

$2 > G_t > 1$ のとき

$\alpha_{[an]}$	$n_{[an\beta]}$		$\beta_{[n\beta]}$
$M > 0(\alpha)$	$S > 0$	$T < 0(\alpha, not)$	(β)

$G_t > 2$ のとき

$\alpha_{[an]}$	$n_{[an]}$	$n_{[nn]}$	$n_{[n\beta]}$	$\beta_{[n\beta]}$
$M > 0(\alpha)$	$M > 0$ (α, not)	not	$R > 0$ (not, β)	(β)
			$R < 0(not)$	

5. 結言

カー・ボディー・ランゲージにおいて相反する2つの意味で使われる「パッシング」は社会的に危険な状況を招く可能性がある。本研究は、パッシングの認識に関する各ドライバーの最適行動に結果、正反対の慣習が地域間で存在する場合、正反対の慣習の間に入る緩衝材的な「認識しない」地域の存在の重要性が示された。さらに、緩衝材的地域の大きさが社会全体の慣習の分布パターンを支配していることがわかった。

参考文献

- (財) 国際交通安全学会 カー・ボディー・ランゲージの研究、平成3年度研究調査報告書、平成4年3月