

異なる交通ルール下におけるロータリー走行挙動の比較分析

鳥取大学大学院 ○学生会員 橋本和茂
鳥取大学工学部 正会員 喜多秀行
鳥取大学工学部 正会員 谷本圭志

1. はじめに

道路のロータリーは通常の交差点に比べて低交通量領域での停止による待ちが少なく、かつ構造特性上車両が進入時に周回車両を確認するという特長を有しているため、近年世界的に再評価される傾向にある。しかし、ロータリーでの交通ルールが明確でないわが国で同様な機能が期待できるかは疑問である。そこで本研究では、交通ルールのうち優先権とその認識度の違いに着目し、異なる交通ルール下における走行挙動を観測・整理して比較し、不完備情報下の運転行動をモデル構築することにより、優先権とその認識度の違いが運転行動に及ぼす影響を明らかにする。ロータリーの性能評価として走行安全性と効率性を取り上げ、異なる交通ルール下におけるロータリーの性能比較を行ない、今後のロータリーの活用方法に関する知見を得る。

2. モデル構築の基本的な考え方

ロータリーの合流部における、進入車と周回車との遭遇状態を想定し、周回車に対し進入車が低速で走行しているとしてモデル化を行なう。各ドライバーの行動には相互依存関係があるため、ゲーム理論的観点から分析を進める。優先側ドライバーをドライバー1、非優先側ドライバーをドライバー2とし、両ドライバーを意思決定主体であるとする。ドライバーは必ずしも全員が明確に優先権を認識していないとし、ドライバーには交通ルールを正確に認識している者（タイプR）とそうでない者（タイプN）の2種類が存在する。各ドライバーは自分がどちらのタイプであるかは認識しており自分とは異なるタイプのドライバーが存在していることを認識しているとする。また、遭遇した相手ドライバーがどちらのタイプであるかについての予想を有している。ドライバーの選択する行動は「進行する（G）」か「避譲する（S）」かのどちらかで、相手ドライバーのタイプと選択する行動を予測し、自分が最良の結果を得られるように意思決定を行なう。そして、優先関係を反映した利得を双方のドライバーに与え、ドライバーの利得は選択した戦略と生じた結果（衝突事故発生の有無）の組み合わせにより規定

される。以上より、ロータリーの合流部の遭遇状態における進入車ドライバーと周回車ドライバーの意思決定を不完備情報下における非協力ゲームとしてモデル構築を行なう。また、周回車優先の例としてオーストラリアを取り上げ、オーストラリアのロータリーにおいてはほとんどのドライバーが交通ルールに基づく優先権を認識し走行している。

3. モデルの定式化

ドライバーの利得は、衝突事故発生に対する不効用（ $-c$ ）、ルール違反を犯すことによる不効用（ $-v$ ：ルール違反を犯すことで相手ドライバーに与えた不効用を後ろめたさとして感じる）、避譲することに対する不効用（ $-g_i$ ：避譲することで失った距離を不効用で換算したもの。 $i=1$ はドライバー1、 $i=2$ はドライバー2）、優先者でありながら避譲することに対する不効用（ $-r$ ：モデルの単純化のため $r=g_1$ とする）の組み合わせとして規定されるものとする。ドライバー1のタイプを k 、ドライバー2のタイプを l とし、各タイプの組み合わせが生起する確率を P_{kl} とする。モデルの展開形表現を図-1に示す。

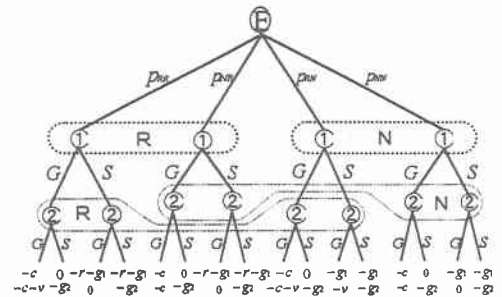


図-1 ゲームの展開型

各ドライバーは相手ドライバーのタイプに関する予想(主観的確率)を有しており、その予想は自分がどちらのタイプであるかにより異なるものとする。各タイプのドライバーの主観的確率を表-2のように設定する。ただし、 $0 \leq X \leq 1$, $0 \leq Y \leq 1$ である。

表-2 相手ドライバーに関する主観的確率

	相手ドライバーが	
	タイプ R	タイプ N
タイプ R	X	$1 - X$
タイプ N	Y	$1 - Y$

4. 均衡解分析と実態調査

周回車が進入車に対して速度が速い仮定の下では、周回車優先 ($g_1 \geq g_2$)、進入車優先 ($g_2 \geq g_1$) となる。そして、相手ドライバーのタイプの予想 (X) とドライバーがタイプRである確率 (P) を用いて各ドライバーの期待利得を導出した。均衡解の分布の一例を図-3に示す。ここで示す (GS, SG) と行った表記は (ドライバー1の戦略, ドライバー2の戦略) を表わし、ドライバー1に着目すればタイプRであれば「進行 (G)」をタイプNであれば「避譲 (S)」を表わす。ただし、モデルの簡単化のために次の2式を仮定した。

-周回車優先ルール下において

$$c \geq 2g_1 \geq g_1 + g_2 \geq 2g_2 \geq g_1 \geq g_2 \quad (1)$$

-進入車優先ルール下において

$$c \geq 2g_2 \geq g_1 + g_2 \geq 2g_1 \geq g_2 \geq g_1 \quad (2)$$

一方、アンケートによるロータリーにおける交通ルールの認識調査と、ビデオ観測による走行実態調査を行い、わが国におけるドライバーのタイプ別存在確率の推計を行なった。アンケート結果および観測結果を表-4と表-5に示す。 n_{ij} は各状況の発生回数であり、 $(i, j) = (\text{進入車の行動}, \text{周回車の行動})$ を示す。これらの結果から、わが国において交通ルールを正確に認識しているドライバーの確率(P_J)は概ね10%という推定値を得た。また、比較対象地域として選んだオーストラリアにおける優先権の認識確率(P_A)は概ね90%であった。

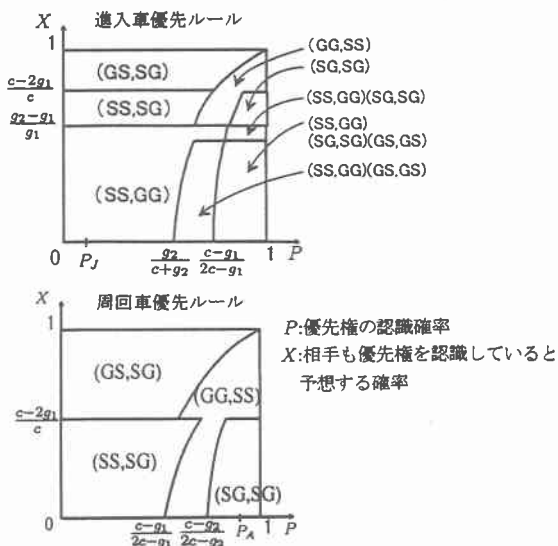


図-3 均衡解の分布図

表-4 アンケート結果

	進入車両	周回車両	状況による	計
交通ルール	5	19	3	27
慣習	0	18	3	21
その他	0	3	0	3
なし	0	8	4	12
計	5	48	10	63

表-5 観測結果

	n_{GS}	n_{SG}	n_{SS}	n_{GG}	合計
発生回数	44	44	18	7	113

5. 考察

わが国における優先権の認識確率(P)の推計値から優先権の異なるルール下でのロータリーの性能比較を行なった。「互いに進行する確率 P_{GG} 」と「互いに避讓する確率 P_{SS} 」をそれぞれ「走行安全性」と「効率性」の判定基準として用いた。

図-3より、現在のようにわが国における優先権の認識確率が低い状態 P_J 、かつ X が低い状態であればタイプRである優先車は安全性を確保するため避讓してしまい、優先権が機能していない状態であると言える。 X が高い状態であるならばタイプRであるドライバーは優先権通りに行動する。しかし、現在の我が国においてタイプNであるドライバーが多いため、結果として交通ルールを互いに守らない状況が発生し、安全ではあるが効率的な状態であるとは言えない。オーストラリアにおいては、優先権の認識確率 P_A が高く、かつ X が高い状況にあるため、現在の我が国よりはるかにロータリーはうまく機能している。ただし、わが国のように優先権の認識確率 P が低く、 X も低い状態であるならば、周回車優先に比べて進入車優先の方が効率的であると推測される。つまり、現在のわが国におけるドライバーの優先権の認識レベル P_J であるならば、優先権については現行通り（進入車優先）で良い。しかし、ドライバーの優先権に関する認識レベルを向上させることにより、さらに良い状況が実現するものと期待される。

6. おわりに

本研究では、ロータリーにおける優先権の違い、及び、認識の程度が運転行動に及ぼす影響を明らかにするために、不完備情報下のドライバーの運転行動をモデル構築を行なった。ロータリーにおいて「優先権の認識確率 P 」と「相手も優先権を認識していると予想する確率 X 」が高い状態において、ロータリーの特長は十分に発揮される。つまり、優先権に関する道路標識の設置等により、ドライバーの優先権に関する認識レベルを向上させることが必要である。今後は更に前提条件の吟味を行い、交通ルールの設計方法論の開発へとつなげていきたい。