

慣習的合図「パッシング」の社会的安定性に関するシミュレーション分析

名城大学理工学部 学生会員 ○高井智也
 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. はじめに

よりスムーズな運転状況をもたらすためドライバー間に自然発生した慣習的なコミュニケーション方法の1つとして「パッシング」があげられる。しかし、パッシングは、「道を譲る」、「危険を知らせる」という相反する2つの認識で存在し¹⁾、そのことが時として事故の危険を高めてしまうと考えられる。本研究では、違う認識を持ったドライバーが道路ネットワーク上でパッシングのやり取りを繰り返した結果、長期的に社会にどの認識が定着するか、あるいは複数の認識が共存するならばどのような状態になるのかをモデル分析する。

2. 直進=右折ゲームモデル

モデル化にあたり、対象とする「(2人)ドライバーの遭遇」という交通状況を以下のように想定する。片側1車線の道路(優先道路)とそれと垂直に接続する道路(交差路)からなる無信号のT字路交差点を考える。この交差点に向かって優先道路を走る1台の直進車と、交差路から優先道路に入ろうとする1台の右折車を考える。直進車は右折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。このとき、直進車が止まらず、右折車が右折した場合、必ず事故が起こるという2人ドライバーの状況を「遭遇」と定義する。

ドライバーのパッシングに関する認識は「道を譲る(*g*)」、「危険を知らせる(*r*)」、「パッシングを無視する(*Null*)」の3種類が存在する。あるドライバーが右折車のとき、パッシングの有無に関わらず、直進車を認識しないときは右折し、認識したときは右折しないというパッシングに頼らない行動を「自然行動」と呼ぶことにする。ドライバーの戦略は、直進車の時の戦略と右折車のときの戦略があり、それぞれの状態の時の戦略は各認識と次のように1対1の対応をしている。「譲る」認識のドライバーが直進車のときの戦略は「パッシングをして相手に道を譲る」で、右折車のときは「パッシングをされたら右折し、されなかったら自然行動する」である。「危険」認識のドライバーが、直進車のときは「パッシングをして相手に危険を知らせ

直進する」で、右折車のときは「パッシングをされたら右折せず、されなかったら自然行動する」である。「*Null*」認識のドライバーが直進車のときは「パッシングをせずに直進する」で、右折車のときは「パッシングに関わらず自然行動をとる」である。

ドライバー社会には複数人のドライバーが平面上に等間隔に存在しているとする。ドライバーは自分の周りの δ 人のドライバーと遭遇する可能性があり各遭遇において等確率で直進車あるいは右折車となる。各ドライバーは、このような条件のもとで直進・右折に関する戦略を繰り返し、合理的に認識を更新していく。ドライバーは経験により、周りのドライバーがどのくらいの頻度で、認識や戦略を選択しているのかを予想しており、それをもとに最大の期待効用を得られる戦略を選択する。そしてドライバーは相手ドライバーと遭遇した後、相手ドライバーの採った行動から、相手のドライバーの認識や戦略を推察しそれを経験として、次の遭遇における戦略を選ぶ。

3. 認識集合とドライバーの学習

各ドライバーはパッシングに関して異なった認識をもっていると考えるのが妥当である。直進=右折繰り返しゲームに各ドライバーの認識に関する学習を導入することによりドライバーの認識の変化を考慮する。各ドライバーが知っている認識をそのドライバーの「認識集合」と呼ぼう。認識集合の異なるドライバーの存在を知っているドライバーたちは、他のドライバーの行動により彼らの戦略とその背後にある認識を推察しなければならない。この推察の方法として、学習ゲーム理論におけるFictitious play²⁾を導入する。Fictitious playでは、ドライバーは相手の各戦略に対する「重み」を用いて、その期待利得を形成する。重みはドライバーがある戦略を選択していると思われるドライバーとこれまでに遭遇した経験数であり、ドライバーの各戦略の重みを全ての戦略の重みの和で割ったものが、ドライバーがそのような戦略に出会うであろう信念(確率)を表している。ドライバーは、各期において信念の下でその期待効用を最大とする戦略を選ぶ。

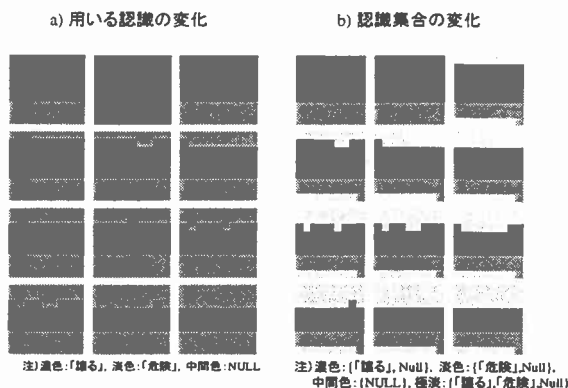


図 1: シミュレーション結果 1

4. セルラーオートマトンによるシミュレーション分析

シミュレーション分析により、認識集合が異なったドライバーが遭遇を繰り返した結果を考察する。シミュレーション分析を行うにあたって、対象とするドライバー社会を表す具体的な状況を、以下のように定義する。社会に9×9のドライバーが等間隔で方眼状に存在している。社会は上下左右の端でつながっている。ドライバーは縦・横・斜め隣りの8人のドライバーとだけ遭遇する可能性がある。図-1、図-2は、結果の一部を表す図であり、各図の左上上の「四角」が初期状態を表しており、一番上の地域に「譲る」認識のみを知るドライバー、中部地域に「NULL」認識のドライバー、下地域に「危険」認識のみを知るドライバーが固まって存在すると考える。各図は、シミュレーションの時間経過とともに左上図の初期から右の図へ進み右端まできたら二段目の左端へ行き最終的に右下の状態になることを示している。

分析の1つとして、直進車と右折車の事故費用の和を一定にして、直進車と右折車の事故費用負担の比率を変えることが、認識の長期的安定の結果に、どのように影響を与えているかについてシミュレーションを行った。直進車の事故費用より右折車の事故費用を大きくした場合のシミュレーションの結果を図-1に示す。この時、ドライバーの社会はNULL認識、「危険」認識で均衡している。よってNULL認識と「危険」認識の境界線付近のドライバーの事故危険が高く、社会的に安全な状況ではないことがわかる。また全ドライバーがすべての認識を知っているわけではなく、潜在的にドライバーの認識が変わる可能性があり、このときの状態が社会的な安定状態ではないことがわかる。

右折車の事故費用より直進車のそれを大きくした場合

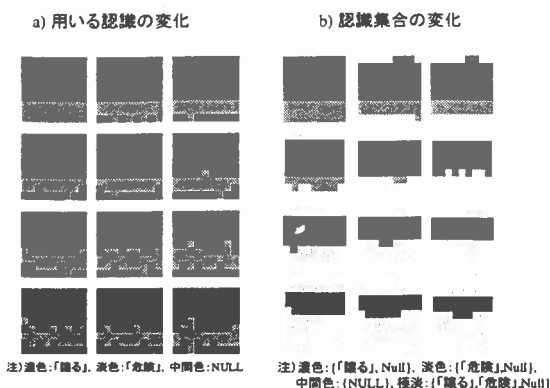


図 2: シミュレーション結果 2

のシミュレーション結果を図-2に示す。ドライバーの社会は「譲る」認識、「危険」認識で均衡している。「譲る」認識と「危険」認識の境界線付近のドライバーの事故危険が高く、社会的に安全な状況ではないことがわかる。また全ドライバーがすべての認識を知っているわけではなく、潜在的にドライバーの認識が変わる可能性があり、このときの状態が社会的な安定状態ではないことがわかる。

図-1,2で示されている状況を比較すると、直進車の事故費用が右折車の事故費用より大きい場合、ドライバーは直進車のときに事故が起こる可能性の少ない「譲る」認識を選択し、それに対して直進車の事故費用が右折車の事故費用より小さい場合、ドライバーは右折車のときに事故が起こる可能性の少ない「危険」認識を選択していることがわかる。また直進車の事故費用が右折車の事故費用より大きい場合、「譲る」、「危険」、NULLの認識集合を持つドライバーの人数が、直進車の事故費用が右折車の事故費用より小さい時より多くなるので、直進車の事故費用が右折車の事故費用より大きくなるにつれて、潜在的にドライバーが認識を変える可能性が少なくなり、このときの状態が社会的な安定状態であることがわかる。

5. おわりに

本研究は、「道を譲る」と「危険を知らせる」という複数の意味を持っている「パッシング」がドライバー間に存在する慣習として、ドライバーに繰り返し使われることによりどのような認識に安定するのか、またそのときの事故危険はどのようになってゆくのかをシミュレーション分析した。

1) (財)国際交通安全学会「カー・ボディ・ランゲージの研究」平成3年度研究調査報告書、1992.3.

2) Fudenberg D, Levine DK: The Theory of Learning in Games, 30-32, 1998.