

令和元年6月13日現在

機関番号：34310

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12830

研究課題名（和文）自動走行システムの社会的厚生分析

研究課題名（英文）Social Welfare Analysis of Automated Driving Systems

研究代表者

三好 博昭（MIYOSHI, Hiroaki）

同志社大学・政策学部・教授

研究者番号：80399055

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、自動走行システムの社会的厚生分析を通じて、自動走行システムに関する議論・政策形成に資することを目的としたものである。この研究の成果は、自動走行システムの経済的性質に留意した上で、1) 車線逸脱防止技術等の社会的厚生分析を実施した点、2) 自動走行の異なるシステム方式の組み合わせ方による社会的厚生の違いを分析した点、3) 車車協調システムのクリティカル・マス問題の解決方法を実証的に研究した点、の3点にある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自動走行システムについては、社会的関心が極めて高いにもかかわらず、経済学的な観点から十分に研究が行われていないのが実態である。本研究の学術的な意義は、自動走行システムに関する厚生経済学の研究の理論的な枠組みを形成し得たこと、並びに、それに基づく厚生分析を実施したことである。また、研究の社会的意義は、こうした研究成果を、戦略的イノベーション創造プログラム自動走行システム（SIP-adus）の場等を通じて、自動走行システムの技術開発・政策形成の場に還元できたことである。

研究成果の概要（英文）：This study aims at contributing to discussion and policy formation pertaining to automated driving systems through analyzing their social welfare. The study is conducted considering economic features of automated driving systems. Major achievements are as follows: 1) Social welfare of systems including lane-departure prevention technologies are evaluated; 2) The difference of social welfare depending on the combinations of different types of systems is analyzed; 3) The way to solve the critical-mass problem for vehicle-to-vehicle systems is empirically studied.

研究分野：公共経済学、技術公共政策

キーワード：自動走行 自動運転 インパクトアセスメント 交通事故

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

現在、自動走行システムに世界の注目が集まっている。日本においても、交通事故撲滅、交通制約者への移手段の提供等の観点から、自動走行に対する社会的関心は非常に高い。しかしながら、この自動走行システムについては、その効果や普及に向けた政策に関して経済学的な観点からの研究がほとんど行われていないのが実態である。こうした背景の下、本研究は、自動走行システムの社会的厚生等を計測することを通じて自動走行システムに関する議論・政策形成に資することを目的にスタートさせたものである。

2. 研究の目的

上述した背景の下、本研究は、以下の3点を明らかにすることを目的として推進した。

目的 1: 自動走行システムの普及が交通事故件数や死傷者数の削減にどの程度寄与するかを明らかにする。また、自動走行システムの普及に伴う車の小型・軽量化とそれによる交通事故死傷者数の減少、温室効果ガス排出削減効果を併せて計測する。

目的 2: 自動走行システムのシステム方式は、大きく「自律型」と「協調型」(車車協調、クラウド協調、路車協調など)に分類される。日本では、自律型をベースにして協調型を補完的に組み合わせる方式を前提として自動走行に関する議論が進められているが、この方式の社会的厚生上の妥当性については全く検証されていない。そこで、自動走行システムのいくつかのシステム方式の社会的厚生を計測し、「自律型」をベースにする現在の方向性の妥当性を検証する。

目的 3: 車車協調やクラウド協調型を利用した場合、ネットワーク外部性が作用するために、クリティカル・マス(普及プロセスの乗せるための最低限の普及率)をどのように形成するかが、時系列的な普及プロセスに大きな影響を与える。そこで、効果的なクリティカル・マスの形成方式について検討を行う。

3. 研究の方法

コンピュータ・シミュレーションモデルを利用して、上記の3点を明らかにすべく分析を行った。分析結果については、研究代表者が、2017年2月よりSIP-adus(戦略的イノベーション創造プログラム 自動走行システム)国際連携WGの準構成員に任命されたことから、主に、SIP-adus Workshopをはじめとする自動走行に関する国際専門家会議の場を通じて社会に還元していくこととした。

4. 研究成果

以下では、本研究の主な成果を、(1)得られた知見、(2)研究成果の社会還元、という2つの観点から述べる。

(1) 得られた知見

自動走行技術の効果を考える場合、経済学的に極めて重要な点は、この技術が大きな外部経済を有する点である。交通事故そのものを回避する自動走行技術は、エア・バッグやシート・ベルトといった事故時に装備車両の乗員を保護する技術とは異なり、事故の相手側をも同時に守るからである。また、外部経済を含めた便益の発生形態は、システム方式によって大きく異なる。自律型の場合、当該デバイス装備車は常に事故を回避でき、相手方車両はデバイスを装着せずとも外部経済の受益者となる。一方、車車協調型では、衝突寸前の2つの車両が共にデバイスを装着している場合にのみ事故を回避でき便益が発生する。よって、車車協調型には、コミュニケーション財・サービスが共通して持つクリティカル・マスと呼ばれる普及水準が存在し、その普及水準を超えないと市場に普及しないという性質を持つ(雑誌論文、図書等)。本研究は、基本的に、この自動走行システムの経済性質に留意し、分析を進めた。

まず、目的1に関しては、車線逸脱警告システム等の車線逸脱防止技術を取り挙げ、上記の経済性質に留意して、需要曲線(私的限界便益)と社会的限界便益を定量化すると共に、普及に向けての経済的インセンティブのあり方や、デバイスの装備義務化政策の評価を行った(学会発表)。この内、装備義務化に関しては、普通・小型貨物車を装備義務化した場合に、装備義務化車両1台あたりの外部経済が相対的に大きいとの結果を得ている。さらに、道路横断中の歩行者との人対車両事故を防ぐ自律型デバイスについても同様の研究を実施したが、装備義務化の効果は、相対的に大型・中型自動車で大きいとの結果を得た。(学会発表)

目的2に関しては、1当となる車両相互事故を全て回避することができる自律型並びに車車協調型のシステムを想定し、2つのシステムの以下のような組み合わせ考えた。

回避できる事故の種類を自律型と車車協調型とに分担させてシステムを構成する方式(車車協調型で(事故の相手側も車車協調デバイスを装備していた場合に)100%の車両相互事故を回避できるシステムとした上で、部分的に自律型で重複して事故を回避できるシステム方式。重複領域の事故は、相手側が車車協調デバイスを装備していれば車車協調型で回避でき、相手側が車車協調デバイスを装備していなければ、自車が1当となる事故のみ、自律型で回避できる。

そして、における自律型の分担率や、における自律型の重複率に様々なケースを設定し、需要曲線（私的限界便益）と社会的限界便益の形状や、社会厚生上水準にどのような違いが生ずるかの研究を行った。この研究の最終成果は、まだ、取り纏め中であるが、先行的に発表した学会発表では、こうした車車協調型と自律型の組み合わせ、並びに上記の分担率や重複率の設定によって、理論的には需要曲線の形状をコントロールすることが可能であり、後述する目的3の研究テーマである車車協調型のクリティカル・マス問題を解決する上で極めて効果的であることを示した。

最後に、目的3については、目的2で述べた研究とは別に、追突事故、右折事故、左折事故それぞれを回避できる車車協調デバイスが存在すると仮定した場合に、中型・大型貨物車、事業用乗用車、バス。マイクロバスの3つのうちのどの車種にデバイスを装備義務化した場合に、乗用車において当該デバイスの普及が進むのかを研究した。このうち、追突事故の関する研究では、中型・大型貨物車への車車協調デバイスの装備義務化が乗用車の当該デバイスに対する需要曲線を上昇させ、クリティカル・マス問題を解決する上で効果的との結論を得ている。ただし、この結果は、中型・大型貨物車の台数の多さに大きく起因している。

本研究で得られた知見の概要は以上の通りであるが、当初計画の次の2つの点が成し遂げられていない。まず、当初計画では、都市構造と消費者の車種選択を組み込んだ動学的シミュレーション・モデルによる分析を予定していたが、補助期間中にそれが完了できなかった。このため、目的1において、自動走行システムの普及に伴う車の小型・軽量化とそれによる交通事故死傷者数や温室効果ガス排出の削減といった自動走行システムの間接的効果の定量化が終了していない。また、目的2については、都市の構造によって、最適なシステム方式がどのように異なるのかが分析ができていない。これらについては、引き続き研究を進めていく予定である。

一方、研究代表者は、2018年度末から2021年度までの期間、東京大学モビリティ・イノベーション連携研究機構と同志社大学技術・企業・国際競争力研究センターとの共同研究である内閣府（管理人：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構委託）「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期/自動運転（システムとサービスの拡張）/自動運転による交通事故低減等へのインパクトに関する研究」の同志社大学側リーダーとして、交通事故低減効果をはじめとする自動運転の社会経済インパクトの研究に取り組む。本研究の成果は、この研究に発展的に引き継いでいく所存である。

(2) 研究成果の社会還元

本事業の研究成果は、SIP-adus Workshopをはじめとする自動走行に関する国際専門家会議の場を通じて国際的に発信し、自動走行システムの社会・経済インパクトに関する国際的な議論に一定の貢献ができたことと自負する。国際的な活動としては、European Conference on Connected and Automated Driving（学会発表）、SIP-adus Workshop 2016（学会発表）、同2017（学会発表）、同2018（学会発表）、ITS World Congress 2017（学会発表）、同2018（学会発表）といった国際専門家会議に登壇し発表を行った。国内では、日本経済政策学会第75回（2018年度）全国大会の共通論題セッション（学会発表）で講演を行った他、第12回並びに第13回の日本ITS推進フォーラム（学会発表、）の他、日本自動車技術会（学会発表）名古屋大学（学会発表）東京大学生産技術研究所（学会発表）等の会議やセミナーで発表を行った。さらに、分担執筆者として日本経済政策学会の叢書に執筆するほか、掲載が決定しているものを含め、学術誌、業界誌に4つの論文を掲載した。このように様々な活動を行ったが、研究成果の国際ジャーナルでの採択には至っていない点が悔やまれる。これについては、引き続き、採択に向けて努力を続けていきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計4件)

三好博昭「自動運転の社会経済インパクト」『MDB 技術予測レポート』、2019年6月発行予定、査読無

三好博昭「経済学からみた自動運転：普及政策の考え方」『高速道路と自動車』第62巻第1号、pp.12-15、公益財団法人高速道路調査会、2019年1月、査読無

三好博昭「自動走行システムの経済分析」『粉体および粉末冶金』第65巻第6号、pp.331-334、2018年6月、査読有、<https://doi.org/10.2497/jispm.65.331>

佐藤 健哉・三好 博昭「自動運転システム実現に向けた大学での取り組み～同志社大学における協調型自動運転に関する研究～」『日本機械学会誌』第121巻第1191号、pp.28-31、2019年2月、査読無

[学会発表](計 19 件)

三好博昭 「SIP-adus 各領域報告：Impact Assessment (社会的影響)」第 13 回日本 ITS 推進フォーラム、於 メルパルク東京、2019 年 2 月 27 日

三好博昭 「自動運転導入の課題と社会受容性」第 4 回オートモティブ・ソフトウェア・フロントティア パネルディスカッション、於 御茶ノ水ソラシティカンファレンスセンター、2019 年 2 月 13 日

Hiroaki Miyoshi, Economic Analysis of Automated Driving Systems, Impact Assessment Session, 5th SIP-adus Workshop on Connected and Automated Driving Systems, Tokyo International Exchange Center, November 14, 2018

http://www.sip-adus.go.jp/evt/workshop2018/file/IA_Hiroaki_Miyoshi_1114.pdf

Hiroaki Miyoshi and Koichi Sakai, Discussing the Impact of Automated Driving: A Serious Game, Special Interest Session 89, ITS World Congress 2018, Copenhagen, September 20, 2018

三好博昭 「自動運転の社会へのインパクト」日本経済政策学会第 75 回 (2018 年) 全国大会、於 同志社大学寒梅館、2018 年 5 月 16 日

三好博昭 「SIP-adus 各領域報告：Impact Assessment (社会的影響)」第 12 回日本 ITS 推進フォーラム、於 メルパルク東京、2018 年 2 月 28 日

Hiroaki Miyoshi, Economic Benefits of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), Impact Assessment Session, 4th SIP-adus Workshop on Connected and Automated Driving Systems, Tokyo International Exchange Center, November 15, 2017

http://en.sip-adus.go.jp/evt/workshop2017/file/evt_ws2017_s6_HiroakiMiyoshi.pdf

三好博昭 「自動車の技術革新と社会的インパクト」一般社団法人粉体粉末冶金協会平成 29 年度秋季大会 (特別講演) 於 京都大学百周年時計台記念館、2017 年 11 月 9 日

Hiroaki Miyoshi, Economics of Lane-Departure Prevention Technologies: Benefits Resulting from Reduced Traffic-Accident Losses and Effects of Mandatory Installation Policies (Scientific Paper), ITS World Congress 2017, Montreal, November 1, 2017 査読有

Hiroaki Miyoshi and Masanobu Kii, Macro Impact of Autonomous Vehicles, Special Interest Session 51, ITS World Congress 2017, Montreal, October 31, 2017

http://en.sip-adus.go.jp/conference/its2017/file/conf_its2017_sis51.pdf

Hiroaki Miyoshi, Economic Effects of Combining Technologies in Advanced Driving Assistance Systems (Scientific Paper), ITS World Congress 2017, Montreal, October 29, 2017 査読有

三好博昭 「自動運転システムの経済的性質と普及政策」RC24 ITS に関する研究懇談会、於 東京大学生産技術研究所、2017 年 10 月 10 日

三好博昭 「自動運転の事故削減便益と普及に向けた課題」自動車技術会第 11 回自動運転委員会、於 電設健保会館、2017 年 9 月 28 日

三好博昭 「IT×公共交通の現状と未来像」名古屋大学人間機械協奏技術コンソーシアム (HMHS) 未来社会検討委員会研究会、於 名古屋大学ナショナルイノベーションセンター、2017 年 6 月 19 日

三好博昭 「自動運転普及のための政策とその効果：事故損失削減の観点から」同志社大学技術・企業・国際競争力研究センターセミナー、於 同志社大学東京オフィス

Hiroaki Miyoshi, Benefits of Automated Driving Systems: Traffic Accident Reduction, Socio-Economic Impact of CAD Session, 1st European Conference on Connected and Automated Driving, Brussel, April 4, 2017

https://connectedautomateddriving.eu/wp-content/uploads/2017/03/2_Day2_B08_Miyoshi_EC_CAD_v03.pdf

Hiroaki Miyoshi, Who Enjoys the Benefits of Automated Driving Systems?, Impact Assessment

Session, 3rd SIP-adus Workshop on Connected and Automated Driving Systems, Tokyo International Exchange Center, November 16, 2016

http://en.sip-adus.go.jp/evt/workshop2016/file/evt_ws2016_s6_HiroakiMiyoshi.pdf

〔図書〕(計1件)

三好博昭、第8章「自動運転の社会へのインパクト」佐竹光彦・飯田泰之・柳川隆編『アベノミクスの成否【日本経済政策学会叢書1】』、pp.142-162(総240頁)、勁草書房、2019年1月