

自動運転車における人間中心 AI 再考

—対交通弱者交通事故低減の技術開発は優先されているのか—

木村 武史 (筑波大学 人文社会系, takeshi-kimura.fw@u.tsukuba.ac.jp)

Reconsideration on human centered AI for autonomous vehicle:

Is technological development to decrease traffic accidents involving vulnerable road users prioritized?

Takeshi Kimura (Institute of Humanities and Social Sciences, University of Tsukuba, Japan)

要約

本稿では、自動運転車の社会的受容に際して、人間中心AIという指針がどのように反映され得るのかを、自動運転車開発の利点として挙げられている交通事故件数の低減との関連で考察を行う。最初に、自動運転車開発と社会実装のメリットと技術開発の現状との乖離について指摘する。第二に、自動運転車の社会的受容に関連する最近の研究動向を説明し、それを踏まえて、第三に、ジレンマ問題から社会的ニーズへ目を向けることの重要性を述べる。第四に、自動運転車の社会的ニーズにおける対人交通事故件数低減というメリットの位置づけを取り上げる。ここでは、自動運転車の社会導入の利点として、しばしば最初に交通事故件数の低減が挙げられるが、実際の技術開発の点ではどのように位置づけられているかを考察し、必ずしも交通事故件数を低減するための技術開発が推進されてはいないという点を指摘する。そして、第五に、交通事故件数低減の中でも、対人交通事故件数低減が重要であり、その点における倫理的社会的受容性に目を向けることの重要性を論じる。第六に、日本の交通事故の統計から明らかになる傾向を取り上げる。そして、第七に、交通弱者の交通事故件数を取り上げ、対人交通事故の様態別に、交通弱者の死亡・重症化事故が起きている特徴について考察する。そして、これらに対応し、交通弱者の交通事故件数を低減する自動運転技術の開発を優先化することの重要性を論じる。

Abstract

This paper examines how the guiding principle of human-centered AI can be reflected in the social acceptance of self-driving cars in relation to the reduction in the number of traffic accidents, which has been cited as a benefit of self-driving car development. First, we point out the discrepancy between the benefits of automated vehicle development and social implementation and the current state of technological development. Second, recent research trends related to the social acceptance of automated vehicles will be described, and based on this, third, the importance of turning our attention from the dilemma problem to social needs will be discussed. Fourth, we will address the position of the benefit of reducing the number of traffic accidents against people in the social needs of automated vehicles. Although the reduction in the number of traffic accidents is often cited as the first benefit of introducing automated vehicles to society, this section discusses how this benefit is positioned in terms of actual technological development, and points out that technological development to reduce the number of traffic accidents is not necessarily being promoted. Fifth, the importance of reducing the number of traffic accidents involving bodily injury is discussed, and the importance of paying attention to ethical and social acceptability in this regard. Sixth, we will discuss the trends revealed by the statistics of traffic accidents in Japan. Seventh, the number of traffic accidents involving vulnerable road users will be discussed, and the characteristics of accidents resulting in death or serious injury of vulnerable road users will be examined by type of traffic accident. The importance of prioritizing the development of automated driving technology to reduce the number of traffic accidents involving vulnerable road users will be discussed.

キーワード

自動運転車, 人間中心AI, 交通事故低減, 交通弱者, 倫理的社会的受容

1. 初めに

自動運転車 (Autonomous Vehicles or AVs) の開発が急速に進んでおり、様々な面での社会応用が期待されている。今日、広く用いられている自動運転レベルの区分のうち、レベル2の自動運転車が2020年代には実用化されつつある。そして、レベル3搭載車も増加していくことが予想されている。一部ではレベル4の搭載を目指す動きが出ているが、レベル5相

当の技術開発とその社会実装はかなり先のことになる想定される。国内ではまだ公道での実験走行はないが、アメリカでは既に自動運転車の公道実験が行われており、しかも事故を起こす事態が起きている。このような事故の報道が自動運転車の社会的受容性にどのような影響が及ぼすのか、という点についての研究も行われている。

ところで、自動運転車の社会導入と実装化の利点は様々に謳われている。例えば、少子高齢化を迎える日本社会では、公共交通が整備されていない地方において高齢者の移動を支援することができる、安全機能が装備された自動運転車が導入されれば交通事故も減らせると、しばしば強調もされてい

る。そして、自動運転車の社会実装に関わる倫理的問題も様々に議論され、なかでもトロッコ問題に代表されるジレンマ状況に関わる議論は代表的なものである。しかしながら、自動運転車の社会導入の効果として挙げられている利点と現在の自動運転車に関わる技術開発と先行的に進められている社会実装の実情を見ると、トロッコ問題を別の面からも論じる必要が感じられる。

他方、人工知能の開発を巡っては、人間中心AIということが語られるようになってきている。平成31年3月に統合イノベーション戦略推進会議が「人間中心のAI社会原則」を公表し、Society 5.0実現に必要な社会改革「AI-Readyな社会」の社会原則として挙げたものである。AI社会原則として①人間中心の原則、②教育・リテラシーの原則、③プライバシー確保の原則、④セキュリティ確保の原則、⑤公正競争確保の原則、⑥公平性、説明責任及び透明性の原則、⑦イノベーションの原則、が挙げられている。自動運転車の社会実装に関わる際の人間中心AIの「人間」には誰が含まれているのであろうか、という疑問が湧く。

本論では、従来の自動運転車の社会実装、社会的受容の議論でもある程度前提とされてきたが、重要でありながらも、それほどまだ十分には注目されてこなかった、自動運転車の開発と社会導入の利点として挙げられる交通事故件数の低減に含まれる対人交通事故に焦点を当てて考察を行う。特に、自動運転車の開発の利点として自動運転車の開発推進の立場からしばしば挙げられる想像的期待値と技術開発の方向性とが必ずしも合致しないのではないのか、という問題を提議し、それでも対人交通事故、特に児童の交通事故の件数を減らすことを優先に自動運転車の開発をすることの倫理的意義について論じてみる。

2. 自動運転車開発と社会実装のメリットと技術開発の現状との乖離

自動運転車の開発と社会導入に期待するメリットは人それぞれである。また、技術開発の実情を知らない一般社会人と技術開発研究者、自動車会社との間では、情報の格差があるだけでなく、技術開発の実情の知見があるかないかで、自動運転車が技術的に何が可能となるのかについての理解も異なってくる。だが、新技術の社会受容という問題を考えた時、専門家ではないが、社会の主要なステークホルダーである一般人が期待することを無視することは、それほど簡単なことではないのではないのか。自動運転車の技術開発が進むにつれて、一般社会の期待と技術的に可能な自動運転技術との間に乖離が生じてきているようにも思われる。

例えば、現在、先行的に導入が進められているのは高速道路におけるサービスカーの自動走行化である。ECが活況し、スムーズな運送業務が重要になってきているが、高齢化等に伴い運転手が不足していくので、既に開発されている技術を用いて、高速道路での自動運転車の導入が先行的に進められているのが現状である。複数台のトラックが隊列走行する技術が実用化可能になってきており、それ自体、重要な技術開発であると考えられる。

他方、自動運転車導入のメリットとして、交通事故の件数

が減らせると喧伝され、一般にはそのような効果を期待してしまう。だが、自動運転車導入のメリットとして挙げられる交通事故の防止、あるいは交通事故件数の低減が何を示しているのかは曖昧である。自動運転車の社会実装と社会的受容の議論においては、乗車者に損害が与えられる交通事故と、公道を歩行している、あるいは自転車に乗車している対人の交通事故とは区別する必要がある。自動車産業の観点からは、自動車の運転者、乗車者の安全を優先するための自動運転技術の開発と搭載がより販売促進に資すると判断される。他方、一般にメディア等々で注目が浴びるのは、自動車による対人(歩行者、自転車乗車中)の死傷事故であるが、自動運転車の技術開発の実情を見ると、必ずしも後者の交通事故を低減するための自動運転車の技術開発は優先されていないのではないであろうか、という疑問が湧く。

それゆえ、政策的にも、企業の収益の観点からも、交通事故防止のための自動運転車の技術開発は優先事項ではないにも関わらず、一般向けに自動運転車のメリットとして交通事故件数の削減を挙げ、社会的に自動運転車の開発を社会的に受容してもらうように誘導する点については、批判的に考察をする必要があるのではないのか、という点がある。

ただし、技術者は技術倫理を十分に認識しながら、技術的に可能な技術開発を一つずつ進めていると考えるが、実際に交通事故件数を低減できるのかは、実証実験すら難しいであろう。他方、企業の観点からは、交通事故件数を減らす技術が十分には開発できなくても、他の自動運転車の技術が開発され、搭載されるならば、自動運転車の社会導入の法的・社会的制度は整えようと働きかけると考えられる。昨今のELSI関連の議論は、新技術の開発と社会導入に関わる倫理的議論を十分に議論しながらも、新技術の開発を防止するのではなく、推進する方向へと方向づけられていることを考えるならば、自動運転車の社会実装に関わる倫理的議論も様々な問題点を提示しつつも、結局は、問題点の提示に終わり、疑問点や不十分さがあっても社会実装化への社会的・法的制度を構築する方向へと進むと思われる。

このような現状把握の中で、対人の交通事故防止に向けた技術開発の方が、より大きな社会的メリットがあるという、ある意味では当然の社会倫理的議論を強調してみたい。というのも、企業の利益は短期的であり、企業の寿命自体が極めて短いのに対して、自動運転技術が搭載されなかったら交通事故の犠牲になっていたであろう児童、若者、成人が生存し続けた方が、長期的観点から将来の社会への貢献度を考えた場合、より大きいのは明らかであると言えるからである。

これらの点を、以下において更に考察を加えてみたい。

3. 最近の研究動向

新しい技術である人工知能を用いた自動運転車の社会的受容においては、言うまでもないが、いかなる技術が開発されるのが重要となる。少し前になるが、佐藤(2017)は、予想のみであるが、当時Stage 2であるとしたら、2000年代以降にStage 3さらにStage 4と予防安全機能の実用化が進展し、その上で20xx頃にはヒューマンエラーに起因する衝突事故回

避はほぼ100%対処可能となるという。技術開発は誰のためであるのかは明言されていないが、衝突事故回避で守る人はオーナーであり、搭乗者であるという点が当然の前提とされている点が興味深い。人工知能の倫理的検討の状況をまとめた村上(2018)によれば、2018年当時、既に国内でも人工知能の倫理的議論が始まった頃と思われるが、他の人工知能の利用とは、自動運転車の走行では、人間の身体・生命に直接関わってくるという点で大きく異なっている。それゆえ、神崎(2020)が、社会的受容概念を社会一政治的受容、共同体による受容、市場による受容の三分類にしたヴェステンハーゲン、社会的受容と倫理的受容可能性を区別したタエビのそれぞれの議論を展開し、受容可能性には倫理的、経済的、法的、技術的といった異なる次元があると指摘した点を参照するならば、自動運転車に特有の問題として浮上してくるのは、身体・生命への危険をいかに回避できるのかという点において、倫理的受容可能性が問題となってくるのが分かる。

更に自動運転車に特有の倫理的受容可能性の問題としては、死亡事故を起こすような時に、共同体がどこに原因と責任の帰属を求めるのか、という問題が生じてくる。この問題を取り上げているのが、谷辺・唐沢(2021)の研究である。谷辺と唐沢は、アンケート調査の方法により、自動運転車が飛び出した小学生を交通事故で死亡させてしまったシナリオを提示し、自動車のメーカーとユーザーに対する原因帰属と責任帰属の判断を求めた。その結果、機械に自律的な心の機能があると知覚する傾向が高い人ほど、メーカーに事故の原因を帰属した。また、問題を発生させたことへの責任を問う問題責任の帰属については、メーカー、ユーザーそれぞれに原因帰属があるとされた。メーカーの解決責任の帰属は人工知能への原因帰属とも関連しており、開発者として問題に対処する義務が判断されることを示した。

ところで、自動運転車の社会的受容については、現在、既に一段先のレベルの自動運転バスの実装実験が行われている。例えば、千葉県柏市柏の葉地区では、レベル4を目指した機能を持つバス車両が用いられ、実際にはレベル2自動運転としての実験運用を行っている。バスであるので、同一のルートの走行が行われるだけであるが、実際の運用で起きる事象についての情報が収集されている。(霜野他, 2022)また、自動運転車の社会実装実験である無人タクシー試乗体験時の利用についての調査も行われている。(西堀他, 2018)更に既に自動運転バスを導入している自治体もある。茨城県境町は、高齢者のための交通手段がないことから、2020年11月に速度20kmで走行する自動運転バスを導入し、実用化されてから一年以上経っている。自動運転バスではあるが、運転をサポートするオペレーターが常に同乗している。走行ルートは、交通量の多い幹線道路ではなく、町の主要生活道路でもある旧道である。少なくとも、これらの実装実験では、対人の交通事故は報告されていない。

自動運転技術の開発が進展するに伴い、海外の事例を取り上げながら、法制度の準備に向けての議論もなされている。例えば、小林(2017)は、レベル5の自動運転車を実用化することにあたっては、自動運転車は交通事故をゼロにすることはないという前提から、アメリカにおけるテスラ、googleの自動

運転車が起こした事故を参照しながら、民事、保険の問題も含めて論じている。樋笠(2020)は、ドイツにおける自動運転車と緊急避難の議論を参照し、プログラマー等の自動運転車製造に関わる人の免責を可能とする理論構成についても目を向けて考察を行っている。

そして、一般公道での自動運転車導入を想定した研究も行われてきている。例えば、杉原(2016)は、自動運転車導入の正負の面を見据えた上で、技術者倫理の観点から自動運転車を含めたアクターネットワーク理論による構築的テクノロジー・アセスメントの指針について考察を行っている。最近では、岩村(2020)は、一般公道において手動運転車、歩行者、自動運転車とが混在する市街地で受け入れられるそのような自動運転車を「社会に調和する自動運転車(Socially Harmonized Automated Driving)」と呼び、自動運転車の倫理的振る舞いを制御するアーキテクチャを考察している。

また、自動運転車の社会導入を進めるための公的な指針の構築も試みられている。2022年6月には、自動運転倫理ガイドライン研究会・公益財団法人サントリー文化財団・公益財団法人上廣倫理財団主催の第一回公開シンポジウム「自動運転×倫理」を対面・オンラインのハイブリッドが行われ、11の指針が公表された。これらの指針には法的拘束力はないが、何らかの「指針」としての役割を果たすことが期待されている。ここではこれらの指針について細かく検討する余地はないが、かなり広い社会倫理の射程から指針を構築していることが分かる。この指針の中でジレンマ状況をいう呼び方で取り上げられているのが、いわゆるトロッコ問題である。

4. ジレンマ問題から社会的ニーズからの考察へ

トロッコ問題についてはかなり多くの議論がなされてきている。ここでは、自動運転車とトロッコ問題を振り返った笠木(2021)を参照してみたい。トロッコ問題とは元来規範倫理学の分野で提議された問題であり、自動運転車問題とは別の文脈を持ったものである。最初の論点を提示したフィリップ・フットの論文の目的は、中絶の是非を論ずる際にしばしば取り上げられていた二重結果説を検討することにあり、後にトロッコ問題と呼ばれる事例は参照される仮想事例であった。フットの論点を批判的に検証したジュディス・J・トムソンがその一つの論点に「トロッコ問題」と名称を付けたことにより、広まった。ところが、自動運転車の倫理問題を論ずるに当たってトロッコ問題が参照されるようになり、自動運転車のレベル向上とともに、人工知能と倫理の問題の範囲内でも詳しく論じられるようになってきた。最近では、自動運転車設計の倫理的課題を検討する際にトロッコ問題をモデルにすることに対する批判があるという。笠木は以下の四点を挙げている。①自動運転車が事故を起こす場合は誤作動によるものであり、倫理的ジレンマ状況に直面する割合は低い。②仮想的な倫理的ジレンマ状況は、利害関係、責任・保証の義務などを捨象し、かつ選択肢の結果を確定しており、現実の事故の不確実性と乖離し過ぎてている。③自動運転のAI開発は規則ベースではなく、深層学習により行われるため、トロッコ問題を解決する倫理的原理の探求とは関連性が薄い。④自動

運転車の動作の倫理的正当性を探すのではなく、社会的に合意な可能な選択肢をすり合わせていく実践的解決の方が現実的な目標となり得る。他方、自動運転車のアルゴリズムの解決を、従来のトロツキ問題の規範倫理的探求を継続する方向で模索するものもあり、トップダウン型とボトム・アップ型の二方向に分けられるという。トップダウン型には功利主義的と社会契約主義的な方向とがある。後者はマキシミン・ルールを採用する。マキシミン・ルールとは、潜在的に被害をうける集団すべてが同意可能な原理を求め、その際の同意の基準は最悪の結果を伴う利益が最も高い選択肢を選ぶというものである。後者は、事故の責任論に関わり、法学の分野での議論に関わる。そこでは、車の所有者が予め道徳的ジレンマ状況において倫理的選択を行うという ethical knob の提案がなされており (Contissa et al., 2017)、このアプローチでは、トップダウン型の解決も取り込まれるであろうと示唆している。笠木によれば、今後の議論としては、現実的な課題とその解決法を組み込んだ考察へと研究は進んでいくという。

これらの議論を踏まえて、自動運転車の社会実装において期待されるボトム・アップ的な現実的な課題について考察を試みてみたい。具体的には、対人の交通事故の件数が自動運転車の導入によって低減させられるのかという問題についてである。だが、現況ではサービス用途の自動運転車の開発が先行している。(自動運転ラボ, 2022) 自動走行のサービスカーは、現在、高速道路での実験走行が行われているが、それは歩行者や自転車と道路空間を共有しないため、技術的にもそれほど高度なレベルが要求されないからといえる。しかしながら、対人交通事故を起こすヒューマンエラーを削減し、交通弱者である歩行者の死亡事故・重傷化事故の件数を減らす技術開発については、あまり論じられていない。この点を考えると、瀬谷崎 (2022) の次の現状に対する批判は部分的には正しいのではないだろうか。

「(というのも) 自動運転技術は交通事故の低減、渋滞の解消・緩和、少子高齢化への対応/生産性の向上という社会課題の解決につながるとされているものの、このような課題解決を総合的に検討した結果として導きだされた手段というよりも、従来の技術開発と同様に自動車ビジネスの变革や国際競争力の強化という目的からスタートしているからである。少なくとも現在の日本社会や世界が抱えている社会課題や未来社会のビジョンを共有したうえで、自動運転技術の社会的効果や影響を広く議論した結果でないことは確かである。」

特に最初に挙げられる交通事故の低減については、自動運転車の社会的ニーズの筆頭に良く挙げられるし、AVs推進計画第6期報告書が自動運転車によって死傷事故を約9割削減することができるかと推定している。それを根拠として、自動運転車技術開発を加速化し、社会実装の正当化を政策的に承認しようとしている点については、果たしてそうであるのか、検討する必要があるのではないであろうか。

5. 自動運転車の社会的ニーズにおける対人交通事故件数低減の位置

坂井他 (2019) が大学の有識者の間で検討した自動運転車の社会的ニーズについて検討している中で、交通事故の低減についてどのように考えているのか見てみよう。交通事故低減については、交通事故の人的要因の排除・関与のバランス、限定地域における速度抑制等による交通事故低減効果が挙げられている。しかし問題なのは、道路交通課題については、交通事故低減と交通渋滞低減とが混在して挙げられている点である。このことは、交通事故低減が必ずしも独立して課題解決の対象とされているのではなく、あくまでも道路交通課題の中の一部としてのみ位置付けられており、交通渋滞低減効果等と抱き合わせの課題とされているといえる。つまり、道路交通課題全体で、例えば、交通渋滞低減効果が出れば、交通事故低減がそれほど成果がなくても、十分目的を達したと評価判断することができる枠組みになっていると言える。

もう少し交通事故低減に焦点を絞って検討してみたい。坂井らの議論は次のようにまとめられている。

技術開発進展シナリオ

課題解決シナリオ

(1) 車両進入認識の技術開発(産学中心)

産学で実証実験等を通じた研究開発 (強制的な制御介入、HUD(ヘッドアップディスプレイ)、視野拡大機能)

(2) 公共理解 (public understanding) ・社会的許容促進 (産官社学)

産官社学による市民参加型ワークショップ等の開催 (社会的公正の観点を含む自動運転化の社会的意義の共有など)、従来型車両から自動運転車両への移行促進など

(3) 道交法の遵守強化に向けた交通教育の実施(官中心)

違反車両への罰則規定や取締方法の確立

(4) 交通取り締まりのシステム化 (地区内オービス設置や車載型取り締り器設置の義務化など) 官中心

.....
ネガティブインパクト・課題

ゾーン30等の区域に車両が進入したかどうかを識別できる仕組みの確立が必要(必要に応じて通信インフラを整備)

導入にあたってのドライバーの受容性
NMT (Non-Moterized Transport : 非動力交通) や一般車両との混在による事故リスクの増加 (異なる車両挙動や道交法違反)

.....

社会的インパクト 交通事故低減

.....
技術開発シナリオ 2030年代後半までに ゾーン30、通学路等の限定地域での、Lv2以上の車両の速度抑制

.....

そして、道路交通事故低減についての課題としては、人と車のヒューマン・マシン・インターフェイス (HMI) や白線などの維持管理水準の高水準化の必要性、法制度・保健制

度に掛かる課題等が考えられるとしている。

.....

このまとめを見ると、対人交通事故低減のためにAIを利用した技術開発が目指されているのかが疑問に思われる。技術開発による交通事故低減を実現する技術として挙げられているHUD（ヘッドアップディスプレイ）は、既に開発されている技術である。運転車前面の窓ガラスにデジタルにディスプレイを示すことにより、視点移動が少なくなり、それによって事故件数が減らせると期待されている。また、強制的な制御介入は、自動ブレーキ（衝突被害軽減ブレーキ）等のことだと考えられるが、これも既に開発されている技術である。ただし、最近の情報では、アメリカの研究によれば、自動ブレーキの導入によって交通事故の件数が、大幅に減少したとされる（自動運転ラボ, 2022）。だが、強制的な制御介入によって減った衝突事故に対人交通事故件数の低減が含まれているのかは不明である。

このように評価してみると、果たして自動運転車の開発と社会導入のメリットとして挙げられている交通事故件数の低減には、対人の交通事故件数の低減が果たして実現可能な目標とされているのか、という疑問が沸く。

ただし、交通事故件数低減に有効であろうとされる新しい技術も開発されている。例えば、自動運転の目と呼ばれるLiDARの需要が急拡大し、技術開発が加速すると想定されている。また、交通事故の要因とされる運転手のヒューマンエラー防止に期待されるのが、ドライバーの脈拍数、呼吸数の生体情報の解析による覚醒度低下や体調の急変を検知できる近赤外線カメラである。ドライバーのモニタリングやADAS（先進運転支援システム）機器と連携したヘッドライトの配光制御により、夜間などヘッドライトの方向を視野の動きに連動させることが可能になるという。さらに、自動運転車の公道走行時に瞬時的な判断が求められる場面で有効に機能すると期待されるのが、国立情報学研究所（NII）が開発した改良BVI法である。ただし、これはシミュレーション上での実証に留まっている（自動運転ラボ, 2020）。

本論の関心からすると、これらの技術は果たして自動運転車に実際に搭載され、交通事故件数の低減に実際に寄与するのであるか、という疑問が沸く。技術開発者による想像的期待値は、必ずしも企業の経営戦略において実現しないままで終わる可能性があるからである。

6. 対人交通事故件数低減の倫理的社会的受容性

さて、以上の考察から、自動運転車の社会実装においては交通事故の低減に特化した技術開発は必ずしもなされていないこと、基礎技術も必ずしも実用化されるものではないという点を論じた。では、社会一般に向けて技術開発者、あるいは自動車会社が発信している自動運転車の技術開発のメリットが必ずしも実際の技術開発の現状と方向性を示していないとしたら、自動運転車の社会実装の意義について信頼して社会的に受容することはできるのだろうか。

この信頼の問題は、自動運転車の社会的受容の共同体的側面を考えた時に重要な課題であるといえる。本論の観点から

は、自動運転車に乗車する人の技術に対する信頼と社会の中で生活する人々が自動運転車に対して抱く信頼とを区別して考える必要がある。まず、より近未来の自動運転車に乗車中の信頼の問題を参考にして、この問題を考えてみたい。安部ら（2022）は、高速道路での渋滞中における他車の車線変更や本線への合流の場面を対象として自動運転の振舞いの仕方における自動運転車への信頼について考察を行った。その際、信頼には四つの次元があるという。

- (1) 基礎 (fundamental)：自然界の法則や社会の秩序に合致していること、
- (2) 能力 (performance)：終始一貫して安定的で望ましい行動や性能を期待できること、
- (3) 方法 (process)：システムの行動を規定するアルゴリズムやルールが理解できること、
- (4) 目的 (purpose)：システムの意図・同期が納得できることである。

安部らは高齢ドライバーと非高齢ドライバーを比べており、両者の間に違いが見られるという。興味深いのは、高齢ドライバーは自動運転車の振舞い方の違いによる精神的な影響は比較的小さいが、非高齢者の場合は大きいという。それは、おそらく非高齢ドライバーは自分で運転ができると考えていることと関係があるのではと思われる。

安部らのこの議論は高速道路における自動運転車の走行であるので、そのまま公道での自動運転車による対人の交通事故の件数を低減という課題にはそのままは繋がらないが、これらの指標は参考になる。自動運転車に乗車する人が自身に降りかかる交通事故を防ぐという観点からの信頼、自動運転車に乗車する人が対人の交通事故を防ぐという観点からの信頼、そして、公道を移動する交通弱者（歩行者、自転車）が自動運転車が自身に対する交通事故を防いでくれるという信頼、という複数の観点から考えることができる。しかしながら、既に見たように、自動運転車の交通事故件数低減には、必ずしも対人（特に交通弱者）交通事故に特化した技術開発は含まれていないともいえるのであり、この点で、三つ目の視点における信頼は、必ずしも根拠があり成立し得るものとは言えない可能性があると言える。

さらに、2020年にアメリカ道路安全保険協会（The Insurance institute for Highway Safety: IIHS）のミュラー他（Mueller et al., 2020）が発表した調査結果によると、公道上の自動車が全て自動運転車（どのレベルかは不明）だとした場合でも、自動運転車が人間のように運転するならば事故は防げないと報告している。まず、自動運転車が防止できるヒューマンエラーには、次の5つの要因が関係してくるとい

- (1) 「感知と認知」上のエラー：運転者の注意散漫（上の空）（driver distraction）、視界不良（impeded visibility）、危険の見落とし（failing to recognize hazards before it was too late）など。
- (2) 「予測」上のエラー：運転者の誤った判断、例えば、他の車との距離感、他の車の速度、他の運転者が何をしようとしているのかについて誤った前提

- (3)「計画と決定」上のエラー：道路状況に反して、速度が早すぎたり、遅すぎたりする状況、先行車に速度を上げて接近し過ぎたら、車間距離が近すぎるエラー
- (4)「操縦とパフォーマンス」上のエラー：不十分あるいは誤った回避操作、過剰反応、他の操縦上の過ち
- (5)「運転能力の喪失」は、アルコール摂取やドラッグの使用、薬の接種、居眠り運転などによる運転不能上のエラーである。

これらのうち(1)の「感知と認知」上のエラーについては、運転手の注意散漫あるいは居眠り状態を検知できる赤外線カメラなどによって、起こすための声掛けや音量を流すなどの自動対応が行われることにより、防止することが可能になるかもしれない。だが、自損事故ではなく、対人事故を想定する場合は外界の状況の情報収集との連動が必要となってくる。

そして、IIHSの報告書によると、これらの要因に起因する自動車事故のうち、ヒューマンエラーを起こす人間による運転を排除する自動運転車で防止できる自動車事故は全体の三分之一であり、他の三分の二は自動運転車でもヒューマンエラーが起こす事故を防止できないという。自動運転車が防止できる事故の三分の一のうち、全体の10パーセントに相当するヒューマンエラーは運転車の運転能力喪失によるものであり、23パーセント相当は、認知と知覚のエラーによるものである。そして、人間の運転者のスピード違反と違法運転が事故を引き起こす主要な要因であるとしたら、それらを防止する機能を自動運転車には備え付けなくてはならないと述べている。

アメリカと日本では、指標の違いや行動での走行の仕方などに違いがあると思える。だが、IIHSの報告が正しいとするならば、自動運転車では交通事故は9割も減らすことはできないということになる。3分の1しか減らすことは出来ないとしたら、そのうち何パーセントが対人の交通事故件数が減らせるのであろうか。先に見たように、万一、自動運転車の技術開発が、対人の交通事故を起こさないようにするために行われているのでないとしたら、自動運転車の技術開発と社会実装の意義は何であるのかと、再考しなくてはならない。

7. 日本の交通事故の統計からの考察

自動運転車が歩行者の死亡事故、重傷件数を減らす方向へと技術開発を進めていくことが必要であろう。以下、非技術者の立場から、自動車事故の件数を減らす技術の開発にはいかなる方向性が求められるのかについて、社会倫理の一環として考察を加えてみたい。

まず、日本の対人交通事故の状況について少し詳細に見てみることにしよう。これらの事故を引き起こしている要因をある程度、割合的に減らすことができるならば、自動運転車の開発と社会実装にも何らかの意義が生まれてくる可能性はあると考えられる。自動運転車製造会社の立場からは、商品を売るために運転者、乗車者の安全を優先すると考えられるので、ここではこの点は考慮しないでおきたい。むしろ対人

の、特に児童の重傷者・死亡事故について、自動運転技術導入によりどれだけ減らすことができるのか、という点に倫理的課題があると考えるので、この点に関係する資料だけを取り上げることとする。警察庁交通局「令和3年における交通事故の発生状況等について」(警察庁, 2022)を参照してみよう。まず、大まかな傾向としては、自動車事故の件数は減ってきている。

まず死者数、重傷者数の推移であるが、表1の通りである。年々減ってきていることが分かる。交通事故においては死者と重傷者がともに重大であるならば、自動運転車の社会実装において、死亡者数を減らすというだけではなく、重傷者数を減らすという点についても重要な点であると考えられる。トロッコ問題は死亡事故に焦点を当てているが、重傷者事故も重要な問題であることが分かる。もし、自動運転車の社会実装になり、死者数や重傷者数が減るならば、社会倫理的意義があるといえるかもしれないが、このような観点での自動運転車の倫理的意義についての議論はあまり読んだことはない。技術者倫理の観点からは、自動運転車の技術の進展により死者数、重傷者数が減らす技術開発という点は、自動運転車の社会実装においては当然であるので、わざわざその倫理的意義を論ずる必要はないということかもしれないが、もう少しその肯定的な意義についても考えてみることはできるかもしれない。だが、実際にどのように事故件数を減らしていく技術を開発していくのが重要である。

表1：過去5年間の交通事故死者数・重傷者数の推移

| | 死者数(65歳以上)(人) | 重傷者(65歳以上)(人) |
|-------|---------------|-----------------|
| 平成29年 | 3,694 (2,020) | 36,895 (13,707) |
| 平成30年 | 3,532 (1,966) | 34,558 (12,998) |
| 令和元年 | 3,215 (1,782) | 32,025 (12,168) |
| 令和2年 | 2,839 (1,596) | 27,775 (10,605) |
| 令和3年 | 2,636 (1,620) | 27,204 (10,020) |

さて、この問題を考えるために、これらの件数のうち、状態別死者数、状態別重傷者数の推移についても、それぞれ見てみたい(表2、表3参照)。

歩行中、自動車乗車中、二輪車乗車中、自転車乗車中の区分によると、歩行中の死者数が一番多い。次に自動車乗車中で、第三が二輪車乗車中、そして第四が自転車乗車中である。道路交通法上、自転車は車両に区分されるが、利用している側から見れば、自転車は免許無しに利用できることから、歩行者と自転車乗車中の方が近い関係にある。

このように見ると、対自動車の関係でいうと、交通弱者である歩行者と自転車乗車中の死者数が半分以上を占めていることが分かる。

歩行者の死亡事故が一番多い、という点については、いかに評価することができるのであろうか。自損事故で起きた自動車乗車中の死亡事故か他の車によるもらい事故による自動車乗車中の死亡事故かは不明であるが、企業側あるいは自動車開発側の立場からは、現行法では、自動車事故に関しては製造者は法的には無関係であるので、特に倫理的責任は感じ

表2：状態別死者数(人)

| | 歩行中 | 自動車 乗車中 | 二輪車 乗車中 | 自転車 乗車中 |
|-------|-------|------------|------------|------------|
| 平成29年 | 1,348 | 1,221 | 632 | 479 |
| 平成30年 | 1,258 | 1,197 | 613 | 453 |
| 令和元年 | 1,176 | 1,083 | 510 | 433 |
| 令和2年 | 1,002 | 882 | 526 | 419 |
| 令和3年 | 941 | 860 | 463 | 361 |

表3：状態別重傷者数(人)

| | 歩行中 | 自動車 乗車中 | 二輪車 乗車中 | 自転車 乗車中 |
|-------|-------|------------|------------|------------|
| 平成29年 | 8,863 | 10,033 | 9,693 | 8,243 |
| 平成30年 | 8,582 | 9,415 | 8,711 | 7,789 |
| 令和元年 | 8,065 | 8,408 | 8,034 | 7,461 |
| 令和2年 | 6,999 | 7,013 | 7,246 | 6,463 |
| 令和3年 | 6,876 | 6,717 | 6,969 | 6,589 |

ていないかもしれない。

さて、これらの状態のうち、自動運転車の社会導入の利点としてまず倫理的に肯定的な面として挙げなくてはならないのは、対歩行者と対自転車乗車中の死亡事故、重傷者事故の件数が実際に劇的に減少する場合であろう。対自動車乗車中と二輪車乗車中は、自動運転車とともに車両に搭乗しているという点で、歩行者、自転車乗車中の人の事故と比べると、事故が起きた際の衝撃度の観点からは、それほど優先度は高くはないと考えられる。

次に、これらの歩行中の死亡事故発生の要因を考えてみたい。運転者の法令違反と歩行者の法令違反の相関関係を見なくてはいけないが、報告書ではその割合を示していない。それゆえ、十分な資料とはいえないが、取り敢えず、横断歩道横断中における死亡事故と横断歩道以外横断中における死亡事故について、その原因の割合を見てみよう。

この割合から言えることは、歩行者側には法令違反がない場合が大多数であり、それゆえ自動車の運転者による法令違反が死亡事故を起こす主要な要因であることは明らかである。車両側の法令違反の理由は、運転者の重大な過失であると言っても良い。それが、「感知と認知」のエラーによるものか、「計画と決定」上のエラーによるものかは、ここでは重要ではない。それらのエラーを防止できるAI技術が優先的に開

表4：歩行中死者数の状況(人)

| | 歩行中 | うち 横断中 | 横断中 横断歩道 | 横断中 横断歩道 以外 | 歩行中 でない |
|-------|-------|-----------|-------------|-------------------|------------|
| 平成29年 | 1,271 | 904 | 276 | 628 | 367 |
| 平成30年 | 1,179 | 824 | 264 | 560 | 355 |
| 令和元年 | 1,096 | 731 | 228 | 503 | 365 |
| 令和2年 | 939 | 651 | 230 | 421 | 288 |
| 令和3年 | 883 | 612 | 215 | 397 | 271 |

表5：令和3年の横断歩道横断中の歩行者死亡事故(人(%))

| | | |
|---------------|------------|------------|
| | 横断歩行者妨害等 | 143 (66.5) |
| | 安全運転義務 | 33 (15.3) |
| | 安全不確認 | 18 (8.4) |
| 車両等の 法令違反別 | 前方不注意 | 12 (5.6) |
| | その他の安全運転義務 | 3 (1.4) |
| | 交差点安全進行義務 | 18 (8.4) |
| | 信号無視 | 15 (7.0) |
| | その他 | 5 (2.3) |
| 歩行者の 法令違反別 | 違反なし | 171 (79.5) |
| | 信号無視 | 40 (18.6) |
| | その他 | 4 (1.9) |

表6：令和3年の横断歩道以外横断中事故における法令違反別歩行中死者数(人(%))

| | | |
|---------------|---------------|------------|
| | 前方不注意 | 184 (46.3) |
| | 交差点安全進行義務 | 54 (13.6) |
| 車両等の 法令違反別 | 通行妨害(歩行者) | 54 (13.6) |
| | 安全不確認 | 52 (13.1) |
| | その他 | 29 (7.3) |
| | その他の安全運転義務 | 24 (6.0) |
| 歩行者の 法令違反別 | 走行車両の直前・直後の横断 | 116 (29.2) |
| | 違反なし | 116 (29.2) |
| | 横断歩道外横断 | 67 (16.9) |
| | その他 | 41 (10.3) |
| | その他の横断違反 | 21 (5.3) |
| | 信号無視 | 19 (4.8) |
| | 横断禁止場所の横断 | 17 (4.3) |

発され、自動運転車に搭載することが技術者倫理、企業倫理の面でも要請されることは明らかであろう。

更に重要な点は、横断歩道を横断している歩行者を優先しなくてはならないという法的義務を、これらの運転者は守っていなかったということである。ただ、現行法では製造者には責任はなく、運転者のみに責任があるが、自動運転車の場合は、法令違反のない歩行者が横断歩道を横断中に自動運転車が横断歩行者妨害をし、死亡させるようなことがある場合は、運転手のみに責任を負わせることはできないであろう。AIシステムを作成した技術者と企業にも責任を負うことになるが、このような対人交通事故件数を低減するには、車両だけにではなく、公道や交差点にもAI機能が搭載され、自動運転車との連携が求められる。このように考えると、おそらく法的に企業は免責される制度が整えられて、自動運転車の社会的受容を進めようとすると思われる。

8. 交通弱者(児童(小学生))の交通事故件数

さて、次に、交通弱者(児童(小学生))の死亡・重症者数事故件数を見てみよう。

過去5年間の傾向を見ると、児童の自動運転車による死亡・

表7：児童の状態別死者・重傷者数の推移(人)

| | 歩行中 | 自転車乗用中 | 自動車乗車中 |
|-------|-----|--------|--------|
| 平成29年 | 667 | 408 | 96 |
| 平成30年 | 572 | 271 | 84 |
| 令和元年 | 493 | 244 | 82 |
| 令和2年 | 366 | 224 | 44 |
| 令和3年 | 424 | 235 | 48 |

重傷者数は、総合的には減少していることが分かる。いずれの年を見ても、歩行中の死者・重傷者の数が一番多いのが分かる。児童の日常の移動手段が歩行と自転車であるのは、アメリカ合衆国などと比べると、日本社会の特徴であるかもしれない。

では、これらの歩行中の児童が事故にあう通行目的別の死者・重傷者数を見てみよう。令和3年の統計だけが挙げられている(表8参照)。

表8：歩行中児童(小学生)の通行目的別死者・重傷者数(人(%))

| | |
|------|------------|
| 下校中 | 117 (27.6) |
| その他 | 87 (20.5) |
| 遊戯中 | 70 (16.5) |
| 登校中 | 51 (12.0) |
| 訪問 | 38 (9.0) |
| 買物 | 27 (6.4) |
| 観光娯楽 | 18 (4.2) |
| 散歩 | 11 (2.6) |
| 学業中 | 3 (0.7) |

報告では、登下校中で約4割(下校中27.6%、登校中12.0%)を占めることが強調されているが、遊戯中子供だけで遊んでいることを想定すると、52.1%となり、子供だけで歩行、遊んでいる時が全体の半分以上となる。

また、表9から、児童の交通事故の時間帯と走行中・自転車乗車中かについて統計を見てみよう。下校時の歩行中が圧倒的に多い。また、下校後の遊ぶ時間帯での自転車走行中の事故件数が多いのも、予想通りである。

下校中が多い理由は、何点か想像がつく。登校中は集団登

表9：児童(小学生)の歩行中・自転車乗用中の時間帯別・重傷者数(令和3年(件数の多い順)計659人)(人)

| | 歩行中 | 自転車乗用中 |
|---------|-----|--------|
| 16～17時台 | 138 | 100 |
| 14～15時台 | 151 | 71 |
| 18～19時台 | 28 | 16 |
| 6～7時台 | 45 | 1 |
| 12～13時台 | 20 | 25 |
| 10～11時台 | 18 | 17 |
| 8～9時台 | 18 | 5 |
| 20～21時台 | 6 | 0 |

校をしており、横断歩道等での見守りの保護者等がいることが想定されるのに対して、下校中は、同級生同士、友達同士で帰る可能性が高いので、下校中に児童が遊ぶことが想定される。それゆえ、不規則な行動をすることが予想されるし、周囲への注意が散漫になっていると思われる。他方、下校時は、低学年が早い時間に帰るが、その時間帯は、道路も朝夕と比べればそれほど混んでおらず、運転者側もスムーズに走れると速度を上げると予想される。また車両数は少なく、昼間は人の往来が少ないことから、運転者自身が緊張感を欠き、周囲への注意を怠ってしまうことになる想定される。それゆえ、歩行者である児童自身の周囲への注意の欠如と運転者の注意散漫、注意欠如といった負の双方向的な影響で、児童の交通事故件数が下校中、遊戯中に多いのではないかと考えられる。

この統計からは、予測される通り、高学年の下校時間帯と低学年の下校時間帯を比べると、高学年の場合は自転車乗用中の数が多いのが特徴であり、それに対して、低学年では歩行中の件数が自転車乗用中の二倍以上あるということが分かる。

この統計では分からないが、平時と週末とでは若干相違があるのではないかと考えられる。また、夕方の18～19時台は塾通いが関係しているのではないかと考えられる。

次に児童の学年別の件数を見てみよう。これも令和3年の統計のみを参照してみたい(表10参照)。歩行中の低学年の事故が多いが、これは想定される結果であろう。これは低学年の児童の空間認知能力や行動制御能力の未発達さなども関連してくると考えられる。また、自転車乗車中の事故に関しては、上級生が多いが、これは自転車で遠出し、良く知らない道路を走ることとも関わってくるとも考えられる。

表10：令和3年の児童(小学生)の学齢別状態別の死者・重傷者数(多い順)(人)

| | 歩行中 | 転車 | 自動車 | その他 |
|-----------|-----|----|-----|-----|
| 小学2年生：146 | 105 | 31 | 10 | |
| 小学3年生：140 | 95 | 31 | 13 | |
| 小学1年生：126 | 96 | 21 | 8 | 1 |
| 小学5年生：119 | 50 | 59 | 10 | |
| 小学4年生：100 | 50 | 46 | 4 | |
| 小学6年生：78 | 28 | 47 | 3 | |

このように考えると、多くの児童の不規則な行動パターンは予測できないがゆえに、自動運転車のAI機能でどこまで防止できるようになるかが、自動運転車の社会実装の効果の最大化を証明の鍵となるのではないかと考えられる。その際、自動車製造会社は、乗車する人よりも歩行者をどこまで守るアルゴリズムを実装することができるようになるかが重要である。

だが、このような不規則な行動をする児童に対しては、自動車に搭載するAI機能のみによって、対交通弱者の交通事故件数を低減しようとするのには限界があると考えられる。

Society 5.0の一環として自動運転技術の開発を進めるのであれば、登下校を含めた児童の行動範囲（遊びの空間）に、走行する自動運転車と連携して児童の動きをモニタリングできる空間システムを構築することも同時に進めていくことが必要になる。このような議論をすると、費用、予算の話になるが、いかなる意味で人間中心AIの自動運転車の開発を目指すのかという課題に行きつくのではないだろうか。特に、交通弱者である児童の交通事故を無くす目的のための技術開発は、技術者倫理からも最も意義のある方向性なのではないだろうか。トロツク問題は、究極的には誰の生命を助けるのか、という規範倫理的なジレンマの問題である。横断歩道を渡っている交通弱者（児童）の生命を助けるための技術開発には、倫理的なジレンマはないのではないだろうか。それとも、優先的に技術開発のできない他の理由があるのだろうか。改めて、人間中心AIとは何を意味するのかを、立ち止まって考えることもできるのではないだろうか。

9. 結論

本論では、自動運転車における人間中心AIという問題を対人交通事故件数の低減、特に交通弱者である児童（小学生）の対人交通事故件数の低減という問題に焦点を当てて、考察を行った。本論の考察から明らかになったことは、自動運転車の社会導入の利点として挙げられる交通事故数の低減という点に関しては、特にAIに基づいた新しい技術開発は優先的には想定されていないこと、それゆえ、実際にはここには社会的信頼性は成立し得ない可能性があることを指摘した。しかしながら、AIを利用した技術開発を対人（児童）交通事故件数の低減に向けてという新しい指針も可能であると考え、そのために実際の対人交通事故の状況、傾向について交通白書を基に考察を行った。

自動運転車の技術開発と先行的に進められる社会実装と社会実験の方向性を鑑みるに、ELSIの議論が革新的技術の開発と社会導入に関わる倫理的・法的・社会的問題について問題提議をし、議論をするとともに、新技術の社会導入が妨げられずに推進するようという方向性がある中で、人文社会系における倫理的な議論は、議論の提示という役割で終わりにされ、政策的には自動運転車の社会導入は企業の競争力の強化のために法整備が進められていくと予想される。人文社会科学研究者の批判的議論が単なる問題提議で終わりとされないように、人文科学的観点から、社会的ニーズからの技術開発を促すように議論を展開することも重要な倫理的社会的受容に関わる議論であると考えられる。

謝辞

本研究は、科研費20K20491「「クルマ」と「自動化するクルマ」に対する社会的受容の包括的理解に向けた学際研究」（代表谷口綾子）の支援による研究成果である。

引用文献

安部原也・佐藤健治・伊藤誠（2022）. 自動運転の周辺交通他車への振り舞い方の違いによるtrustへの影響. ヒューマン

インターフェース学会論文誌, Vol. 24, No. 3, 142-150.

Contissa, G., Lagioia, F., and Sartor, G. (2017). The ethical knob: Ethically-customisable automated vehicles and the law. *Artificial Intelligence and Law*, Vol. 25, No. 3, 365-378.

樋笠堯士（2020）. AIと自動運転車に関する刑法上の諸問題—ドイツ倫理規則と許された危険の法理—. 嘉悦大学研究論集, Vol. 62, 21-33.

岩村篤（2020）. 倫理を考慮した自動運転システムのアーキテクチャ定義—地域社会との調和—. 慶応大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科, 修士論文.

自動運転ラボ（2020）. 自動運転のリアルタイム制御に応用化！改良BVI法、国立情報学研究所の研究チームが開発—選択肢の正しさを保証しながら高速計算. https://jidouten-lab.com/u_bvi-autonomous. (閲覧日:2020年7月15日)

自動運転ラボ（2022）. 追突事故、自動ブレーキで半減！？じゃあ「自動運転車」なら・・・. 自動運転ラボ:最新のモビリティ業界テクノロジー系ニュースメディア. https://jidouten-lab.com/u_38491.

笠木雅史（2021）. 自動運転の応用倫理学の現状と課題—自動運転車とトロリー問題—. 日本ロボット学会誌, Vol. 39, No. 1, 22-27.

神崎宣次（2020）. 「社会的受容」の概念分析—人工知能の倫理のための—. 第34回人工知能学会全国大会論文集, 1-2.

小林正啓（2017）. 自動運転車の実現に向けた法制度上の課題. 情報管理, Vol. 60, No. 4, 240-250.

Mueller, A. S., Cicchino, J. B., and Zuby, D. S. (2020). What humanlike errors do autonomous vehicles need to avoid to maximize safety. *Journal of Safety Research*, Vol. 75, 310-318.

村上祐子（2018）. 人工知能の倫理の現在—研究開発における技術哲学・倫理の意義—. IEICE Fundamentals Review, Vol. 11, No. 3, 155-163.

警察庁（2022）. 令和3年における交通事故の発生状況等について. <https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/bunseki/nenkan/040303R03nenkan.pdf>.

西堀泰英・森川高行・谷口綾子・富雄祐作（2018）. 無人タクシー試乗体験時の利用意向の要因分析. 自動車技術会論文集, Vol. 49, No. 4, 874-879.

坂井康一・大口敬・須田義大（2019）. 日本における自動走行システムの社会的ニーズおよびその普及展開に伴う社会的影響等にかかる検討. 生産研究, Vol. 71, No. 2, 97-104.

佐藤吉信（2017）. 自動運転車の信頼性・安全性評価とリスクマネジメント. REAJ誌, Vol. 39, No. 4, 165-172.

瀬谷崎裕之（2022）. 倫理的・法的・社会的課題への「U理論」適用可能性—豊かな技術社会共創のための方法論—. 安全工学, Vol. 61, No. 2, 95-101.

霜野慧亮・中野公彦・鈴木彰一・岩崎克康・須田義大（2022）. 柏の葉地区を走行する自動運転バスを対象としたデータ収集と分析の試み. 生産研究, Vol. 74, No. 1, 85-89.

杉原桂太（2016）. アクターネットワーク理論による構築的テクノロジー・アセスメントの自動走行車への適用に向けて.

技術倫理研究, Vol. 13, 37-57.
谷辺哲史・唐沢かおり (2021). 自動運転による事故とメーカー、ユーザーに対する責任帰属. 実験社会心理学研究, Vol. 61, No. 1, 10-21.

(受稿：2022年11月30日 受理：2022年12月6日)