

自動運転、構内や低速渋滞ではすでに実現可能、

先進技術

FOURIN は自動運転を見据えた自動車社会について、渋滞学の研究を行っている東京大学先端科学技術研究センターの西成活裕教授に聞いた。

西成教授の自動運転に対する見解は明快である。将来の方向に向けては、限定された枠の中で明確な目的のために自動運転システム構築すべきという。実現するかはともかく、可能性ある自動運転システムの候補として宅配車の個別配送時への採用を挙げている。また渋滞

緩和を目的に自動運転車(自走車あるいは無人運転)を渋滞路に投入すると効果があると説く。すでに車に装備され始めているが、渋滞(低速走行)時の自動運転はイライラを解消し、快適に移動できる利点が明確であるという。いずれも限定された状況で目的がはっきりしている。もちろん実際に取り入れるとなると、様々な課題も浮上しようが、自動運転システムを車社会に取り入れるとなるとどういった分野で可能なのか、という観点からすると

【自動運転は渋滞時に効果、システム構築は一定枠の中で明確な目的のために採用すべき】

東京大学 先端科学技術研究センター工学系研究科 西成活裕 教授へのインタビュー(2014年7月23日、駒場キャンパスにて)

Q:自動運転を見据えた将来の自動車社会について、うかがいたい。

A:専門家の間でもいろいろなディスカッションが必要ではないか。イケイケ派、慎重派、否定派などいろいろあって、議論がされるべき。そして本当に必要ならば、動いていくのではないか。

自動運転については、主に3、4のことを考えている。まず、どういう人が使うべきかということでは、一般の人が使うというより、本当に必要な人が使えば良いのではないか。例えば高齢者、買い物弱者、ハンディキャップがある人など、用途としてだれが何のためにということ考えた時に、補助が必要な人が最初に使えばいい。自動運転などいらぬという人もいるが、本当に必要な人も



東京大学 先端科学技術研究センター

工学系研究科 西成活裕(にしなり かつひろ) 教授

A:どういう状況でという意味では、高速道路で渋滞時に使うべきだ。

自動運転の機能がついている ACC 車に乗ったことがあるが、乗って思ったことは渋滞の時に使えること。一番イライラするのは渋滞の時だ。その渋滞時には進んだり、止まったり、常に動いている。そうした完全に止まらなくて低速で動いている時、自動運転の ACC に車間距離を、たとえば 2 秒などでロックオンすると、先行車にそのまま付いていく。ハンドルも、足も離しても、完全に自動で運転してくれる。これほど楽なものはない。そして渋滞のイライラを低減してくれる。

こういう機能は、技術的には簡単で、車が割り込んでくることもないため高度な判断はいらぬ。前が進めば動く、前が止まれば止まるのは簡単な制御で、危険性もほとんどない。しかも、一番いやな渋滞時に自動で運んでくれる。

高速道路で一定の、例えば時速 40km 低速走行の渋滞が起きた時に、自動運転にする。自動運転には懐疑的な見方もあるが、明快な効果があるならば、自動運転が欲しいということになる。

A:状況についてはもう一つ、経済合理性がある時である。経済合理性については二つあるが、一つ目は、宅配車。

もし物流専用道があったとしたら、貨物専用車しか走れない。

そこでトラックを自動運転すればいい。近接して走ることも可能だ。あるいは運転者が居なくても良いかもしれない。

米国では、物流コストを下げるために、ラジコンヘリを使っている。宅配するのに、ラジコンヘリを使い空から宅地に落とすことを始めている。コストという面では圧倒的な優位だ。自動運転でちょっとした配送が可能になる。

いわゆる「ラスト・ワンマイル」と言われる、B-to-C の物流の最後は個別配送となる。自転車などを使ったりしているが、最もコストがかかる部分である。そこに自動運転を使うのが良いのではないか。極端な話だが、最後を自動化するのは経済合理性がある。Google のように全てを自動化すると大変なことになるが、物流の最後だけを自動化すれば、A 地点から B 地点へ行くだけなので、技術的にそれほど難しくない。車線変更や合流時の危険回避などを考慮すると自動運転は非常に難しくなるが、1 車線で、その車しかない、あるいは何台居るかわかっているような状況では簡単になる。

A:もう一つは、渋滞マネジメント。渋滞個所に自動運転車を投入することで渋滞が減れば経済合理性がある。人間は言うことを聞かないが、自動運転車は言われた通り動く。例えばある状況下で「時速 70km で走りなさい」、あるいは交通密度が上がってきたら「車間距

有効なシステム構築へ議論と社会合意を期待

自動運転

納得が行く。現在導入され始めた運転支援システムなどは、支援が必要でも不必要でも、車社会の誰もが使うものとなっているが、自動運転は買い物弱者やハンディキャップの人など運転の補助が必要な人が使うシステムを構築すべきとの見解である。

Google のデモンストレーションを機に自動運転が注目されて以来、現在の車社会に自動運転技術を取り入れ、長期的には社会として自動運転化を目指すことが前

提になっているような印象が漠然とある。そして Google の自動運転車のインターネットにおける披露を見て、Google 方式が自動運転の方向性を示しているかのような印象を受けがちでもある。だが、西成教授によると Google は日本の自動車メーカーが考える自動運転とはコンセプトが違うという。自動車業界の取り組みがセンサーベースで自動化を考えるのに対し、Google は地図ベースで、地図が無いとシステムができない。自動運転

【自動運転は渋滞時に効果、システム構築は一定枠の中で明確な目的のために採用すべき】(つづき)

離を空けなさい」という指示を出しておく。

「渋滞吸収運転」と言っているが、車間距離をあけると渋滞の波を消すことができ、渋滞を短くすることができる。渋滞は上流に渋滞の波が伝わってくる。車間を詰めていると波が伝わるが、車間距離を空けるとその波を消すことができる。ところが人間は早く進みたいために、車間距離を空けることがなかなかできない。そうした場合、混んで来たら 20~30 台に自動運転車を置く。そして自動運転車を渋滞吸収車にすれば、渋滞を小さくすることができる。自動運転車が渋滞の中にあると、他の運転者も文句が言えないので流れに従うことになる。

もう一つ効果がある。渋滞のポイントは「スローイン・ファストアウト」と言われる。それは、渋滞箇所にはゆっくり近づく「スローイン」、渋滞から出る時は「ファストアウト」が望ましいということ。渋滞に巻き込まれると自動運転車では、付いている ACC 機能で先行車との距離を設定できる。たとえば車間距離を 2 秒などに設定すると、追従走行をする。そうすると、発進が遅れない。人間は渋滞に巻き込まれると絶望感、無力感にさいなまれて、反応時間が伸びる。渋滞に巻き込まれた後は発進が非常に遅れ、5 秒ぐらいになる。そうすると渋滞がさらに長くなると言われ、5 倍に伸びると言われる。そのあたりはデータで証明されている。

渋滞に入った時に、自動運転のボタンを押して車間距離(時間)をロックすれば、渋滞低減に効果がある。近づく方の効果を得るのはむずかしいが、ファストアウト時には効果が得られる。

Q:意外なところに効果がある。

A:今言ったようなことは経済合理性に資すると思う。ちゃんと使えば自動運転は賛成。だが、誰でもどんな時でも、例えば酒を飲みながらも、自動運転ができるかといえば、それは無理。Google が一般の車、一般の道路を使って自動運転のデモンストレーションを行っているが、相当難しい。

野球をしている子供が突然飛び出してくるかもしれないが、それをプログラミングできるだろうか。あまりにも未知な要素が多い。未知な環境を全てプログラムして、準備することは傲慢な発想だ。

専用道や守られたところでは自動運転は可能だと思うが、一般の状況では難しい。そう言うと自動運転反対派のように思われるが、そうではない。使う人と状況を限定すれば自動運転は今すぐ可能だ。

あとは法律の問題。保険なども、それは関係者に議論してもらうしかない。法律上の問題をクリアすれば、技術的には可能だし、経済合理性があれば、助かる人がいる。

Q:完全な自動運転は難しいか？

A:人間の認知活動はかなり複雑なもので、それを自動運転に置き換えることは傲慢。人間の能力はそれほど小さくない。認知判断して行動する中に、例えば環境に適応できるなど、我々の知らない人間のいろいろな能力がある。人間は、上手い人なら、子供が飛び出したらどうするか、雪道をどう走るかなど経験から判断できる。

この分野では、人工知能の業界が一度挫折している。30 年前に人間の知能を全て入れたら、人間を超えるものができるのではないかと考えて、人工知能の「エキスパートシステム」をいうものを作った。だが、人間はそれほど単純ではないということが判った。自動運転システムの開発に際しては、人工知能業界の挫折を勉強しないとイケない。

おそらく、最初の段階では非常に受け入れられると思うが、マスコミでは、何でも自動になるような、ナイトライダー(*)のように扱われている。

*米国で 1980 年代に放送されたテレビドラマ。人工知能で人間と対話ができ、自動運転で走行できるスーパーコンピューターカー Knight 2000 が登場する。

Q:Google が引っ張っているから？

A:だが、Google と日本とではアプローチが違う。日本はセンサーベースだが、Google は実は地図ベース。地図を全部インプットしていて、センシングは二番手。地図がないとできないシステムである。日本ではセンシングベースなので、壁や白線を認識して、車を動かす。Google はそれも地図に入れて、地図の上で動かすので、コンセプトが違う。

センシングと地図を融合させた、さらに上の段階を目指すわけだが、皆が気づいていないのは人工知能学者の失敗だ。運転の上手な人のデータを 100 人集めて、アイトラッキングや、状況判断を入れる。また、最近ではドライブシミュレーターでプロのデータが取れるが、それも集めてやろうとすると、人工知能の失敗の二の舞になるように思える。環境が変わると使えなくなるので何を入れてもダメだ。

人間の知識は、環境という開かれた中で、常に情報を取り入れながらアップデートしている。

先進技術

の導入に際しては、車に対する哲学が反映されるとも指摘された。まさしく Google を含め、システムを開発する側には、移動手段としての車に対する思想から、将来の車社会の在り方まで問われることになる。その意味で、Google と GM、Ford など米国メーカーの間でも車に対する思想も、自動運転システムを開発する目的も異なると推察する。あるいは欧州や日本のメーカーも自動運転

に対する考えが異なるであろうことは想像に難くない。

人の運転操作を全自動化できるかという問題に対し、西成教授は明らかに無理があると断言している。こうしたことを唱える背景として、人工知能業界の失敗を指摘することは、興味深い。経験知に基づく人の認知活動と判断能力はかなり複雑で、完璧にプログラミングに置き替えることは不可能としている。

【自動運転は渋滞時に効果、システム構築は一定枠の中で明確な目的のために採用すべき】(つづき)

自動化は使い次第。人間の能力を助けるのか、下げるのかで判断をしたい。人間の能力をおとしめる技術は不要だ。だが、人間の能力を助けるならば、賛成だ。

自動運転実現のためには専用道が必要になる。愛知万博の時に、トヨタが自動運転を行ったが、専用道を作った。専用道を作れば、愛知万博の時から可能だった。条件を限定すればできる。だが、この国に専用道を作ることができるのかということもある。

Q:昔と違うのは情報がリアルに入ってくるようになった。また自分から情報を発信して、それに返ってくる。

A:その点は圧倒的に違う。スマホとか GPS とか、リアルで情報がとれるようになった。その意味で限られた道であれば、全く難しい技術ではなくなってきた。だが、情報がリアルになっても、前方の車が止まるかどうか、というのは読めない。それは未来の情報だから。

それに対して IF...THEN...のプログラムが入っていなければ、事故になる。どんな状況でも対応できるIF-THENを用意できるかということになる。ところが、人間はそこが対応できる。そういった人間の機能が、情報学的にも生物学的にも解明されていない。

Q:渋滞を緩和するのに、渋滞緩和車を入れるのではなく、ナビそのものに、その考えを入れることはできないか？

A:いいと思う。ナビゲーションには渋滞情報がすでに入っている。だが、ナビに情報を入れておいて、運転者が従うかということがある。ナビを信用しないということもある。今の VICS でも情報に5分の遅れがあるので、実際の道路状況と異なることがある。そうすると信用せずに情報を裏読みして、ナビに従わないドライバーもいる。

情報提供のレベルが圧倒的に変わってきたが、情報提供すればいいかという、人間の受容性に関する研究はまだほとんどゼロに近い。情報を精度良く集める研究は行われている。ビッグデータもあって、今、これをどうするか議論がされている。だが、情報はあるのだけど全て出すと多すぎて、使いこなせない状況もある。

A:ビッグデータにしても、人間がそれを見てどう行動するか読めないから、使いようがない。人間を相手にしたときが一番悩む。人間が一番わからない存在だ。自動運転はまさにそこを全て含んでいる。

Q:他に問題点は？

A:一番怖いのはハッキングの問題。自動運転は自動車に乗っ取られる可能性がある。現在、専門家が議論しているところ。Google は絶

対大丈夫と言っている。だが、システムを作った人はハッキングできる。今、高度なシステムから情報が漏れるのは内部からだ。

Q:スロットルパイワイヤになってきて、アクセルが電子変換されたので、可能になってきた。

A:だが、自動車会社の方では自動ブレーキなどでも温度差があるようだ。人間の哲学に触れる部分がある。どういう哲学で技術や移動を考えているかを反映すると思う。正解は無いのだけど、それによって皆がネゴシエーションして、社会が合意できる部分に行く得たところに落ち着くのだろう。社会がどういう合意点に達するかは、まだこれからの話だ。専門家もちろん、一般ユーザーからの意見も無いと、専門家が開発して作っても受け入れられないと困る。

一般ユーザーは本当に望んでいるのか。自動運転を望みますかという質問をしたら、どう回答がくるかが知りたい。そういったニーズの調査を見たことがほとんど無いので。

Q:一般の人も全自動は夢だと思っているのではないか。気づいていないところを気付かせてくれる、あるいはドキッとすることがあるとき、そこを補完してくれるのがいいと思っているのではないか？

A:そこは合意するところ。人間ができないことを補完する。人間を助ける自動運転なら歓迎。そこをはき違えると受け入れられないようなものを作ることになって、みんなが疲弊することになるのでは。

Q:命に係わることなので、誰が責任をとるかということも、明確にしないといけない。

A:今のメディアの報道の仕方もあるのではないかと。テレビで自動ブレーキに関するデモンストレーションなどを見せているが、限定された守られた場所で行っているからこそ実現できる。守られた中でのそういったレベルの技術は数十年前から可能となっている。

Q:渋滞関係で気づいていないようなことはないか？

A:渋滞に関しては「スローイン・ファストアウト」が全て。だが現実には「ファストイン・スローアウト」になっている。これが意外に気づかれてない。自動運転が未来の技術だとして、「スローイン・ファストアウト」になるように頑張ってもらえば、(渋滞対策は)しばらくもつ。

Q:オリンピックに向けての展望は？

A:ここ(研究室での関係者との定期会合)でも何がやれるか議論しているところだ。開催時には1,000万人の来訪があるので、人が全部倍になることになる。期間中の交通は計算して進めない。

Google は2014年5月に電気自動車の自走実験の様相を映像で公開したが、構内における走行実験(乗員有り)で、やはり限定条件下であった。同社は2015年にカリフォルニア州の一般道でデモ走行を行う計画を発表している。どんな条件下で、どこまで自動化させるのか注目したい。

構内車としての自動運転はすでに技術上可能である

ことが実証されているため、当面構内実験によってノウハウ蓄積が図られよう。また、渋滞時の低速走行における自動運転はすでに導入され始めているため、自動車各社が競って実用化に入るだろう。関連法規、基準など米国の動きが急速であるため、日本においても自動車産業、交通行政、一般ユーザーなど各立場の意見を出し、社会的合意を得るための議論が期待される。(田中)

【自動運転は渋滞時に効果、システム構築は一定枠の中で明確な目的のために採用すべき】(つづき)

そのあたり会場間移動、シャトルバス、無人運転などを考えて導入することになるのではないかな。

今、自動運転が実用化されているのは工事現場。コマツが海外で採掘現場や危険な場所で、フォークリフトやダンプカーの無人運転を導入している。センターでGPSを把握していて、センターから遠隔操作している。10t以上のダンプ車が十数台お互いぶつからないようにしながら工事現場で土砂を運搬する。地図もわかり、車両もダンプ車しかない。車の数も把握できている。ある意味、自動運転は実用化されている。

Q: そうなると、地方の高齢者の多い限界集落などでも使えるのでは？

A: 孫氏(ソフトバンク社長)も人口減少時代はロボットと言っている。人が少なくなったら、機械が補えばいいという考え。それに対する反対意見もあるが、折衷案もあると思う。

Q: 自由にどこでも行けるから自動車であって、自動運転になると自動だけ限定となるのであれば、今までの違うコンセプトの車になるのでは？

A: 違うものに近いのかも。渋滞時はあるモードで走る、物流はこのように、限定しない限り、人間の全知全能のようなマシンは作れないので。

Q: ある意味自動車の魅力を損なうことになるが。

A: それに対しては、できませんと宣言すればいい。ただ、ぶつかりそうになったり、人を引きそうになったら止める機能や、死角を知らせるなどは歓迎。それ以外はおせっかい機能になる。

Q: そうなるとどこまでがおせっかいで、どこまでが親切になるが？

A: それが社会で決めるべきこと。

Q: 渋滞に関わる話は、専用道でなければ、ありとあらゆることかわかることになる。渋滞も高速道路限定で考えた方がいい？

A: そう。一般道も完全に守られるような道路ならば可能だ。だが、実験するなら新東名(高速道路)になると思う。3車線化して真ん中の車線を物流専用道にして、実験することは不可能ではない。

Q: 災害避難の観点からはどうか？

A: その視点も大事だ。災害時には人を助けに行ったら、自分が死んでしまうので、まず逃げなさいと教えられる。そこに自動運転車ならば人の命を助けに行くことは可能。状況を限定して、パニック

で車が使えない時に使う。

避難に車を使うか否かについては、どう使うかの指針がない。確かに用途としては避難という経済合理性はあるが。

Q: 構内路は日本のいろいろな企業の施設の中にたくさんある。そういつたところで実現可能かも。

A: 構内路は確かにある。工事現場で使われているぐらいなので、そういつたところでの実用化は可能。そこで一つ気になるのは雇用。自動運転になると、仕事を失う人が増えることもある。社会的には雇用確保も大事なので、難しい問題もある。

A: 逆に、物流業界では運転手が不足しており、オフピークはともかく、ピーク時に対応できない。猫の手を借りたいぐらい困っている。物流に自動運転を考えるのは、そういつた事情がある。ネットで注文してEコマースで配送需要が増えてきて、今後3倍に伸びると言われている。そうなると運び手が不足する。その対策として自動ということになる。

Q: 責任については大きな問題かと思うが、どうか？

A: 今はコンプライアンス過剰社会になってきたので、コンプライアンスに対する解決をしないと進まない。事故が起きたときに責任を持つのは自動車メーカーなのか、自治体なのか、明確にしないとイケない。

Q: 普及させる側の人間がしっかりしてないと。そこが鍵では？

A: 全くその通りだ。これがブームで終わるかどうかはあと3-4年で判る。

西成教授のプロフィール

1995年東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻博士課程修了。山形大学工学部機械システム工学科助教授、ケルン大学理論物理学研究所(ドイツ)客員教授などを経て、東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻教授に。2009年7月より東京大学先端科学技術研究センター教授。

専門は数値物理学、渋滞学。著書も「渋滞学」(新潮選書)、「無駄学」(新潮選書)など多数。内閣府IT戦略本部ITSタスクフォース委員も務める。