

自動走行車両の安全性基準作成に向けた仕組みづくりについて

○毛利 宏（東京農工大学）

1. 自動運転車両の安全性基準・標準化の現状

自動運転レベル 2 の車両が市販されるようになってきた。自動運転はレベル 0 からレベル 5 まで 6 段階に分けられる。(SAE J3016TMSEP2016)。レベル 2 まではドライバに監視義務があり、レベル 3 以上ではドライバに監視義務はない。レベル 3 以上では、システムからドライバへの運転権限委譲までの間はシステムが安全を保証することになる。高速道路でのレベル 3 車両の市場投入も間近であり、この領域の基準、標準化が急がれている。図 1 に経産省ビジネス検討会資料より抜粋した自動運転の普及予想を記した。

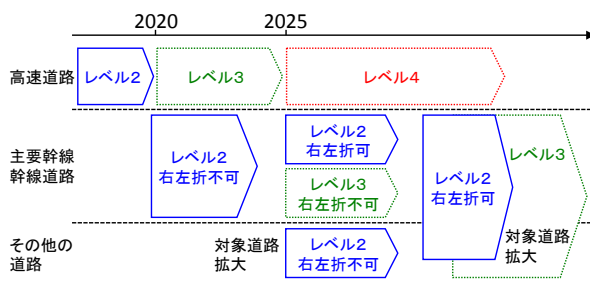


図 1 自動走行ビジネス検討会 H29.3.14 より引用 1)

2015年2月より、経産省と国交省が協力して「ビジネス検討会」が設立され、そのワーキング(WG)活動として、2017年7月より「安全性評価環境づくり検討WG」が発足した。ここでは製品としての自動運転車の安全性を客観的に示すことで「社会的なコンセンサス」を形成し、使用者が安心して購入できるようになること、その結果として自動運転車の導入・普及につなげることを目的としている。基準・標準を作成するにあたり、どのような体制・役割分担で実現していくかの議論が始まった。

2017年はレベル3以上のオーナーカーを対象として、各分野の関係者、有識者に参加いただき、合計5回の議論を重ねた。本稿ではWG活動の前提となる標準化・基準化の必要性和WGの現状、

今後の活動予定について記す。

2. 標準化・基準化の必要性

「基準」とは合否を判定する性能ラインであり、基準認証制度の国では、国の定める基準を満たさなければ車両を運行できない。

一方、「標準」は性能レベルを表わす定量値である。市場競争の結果としてその業界の標準と見なされているデファクト標準や、ISOなどの規格国際標準化機関などにより承認されたデジュール標準に大別される。WGではデジュール標準化が対象である。代表的な国際的標準化活動を図2に示す。



図 2 代表的標準化組織（国際、米国、欧州） 2)

品質管理の観点から標準化の目的は、一般に以下のように整理される。

- ①「製品品質の安定と向上」
- ②「コスト低減」
- ③「能率向上」
- ④「納期短縮」

自動運転の分野では安心・安全を担保するための品質保証が大切なことは言うまでもない。

ビジネスの観点では、自社技術を国際標準化することで、市場の拡大とコストダウン、他社との共通化や技術移転が容易となる。しかし、他社の参入が容易となり、製品価格の低下を招くこともあり、単に技術を標準化するだけでは、利益にはつながらない。予め自社のコア技術を特定し、コア技術はクローズ化により利益の源泉とする一方、

それ以外はオープンにして市場拡大を図り、市場の拡大と利益確保を両立させる戦略が必要になる。

民間企業の専門家が参加し、民間組織である ISO や IEC が開発する国際標準は、基本的には任意標準でありながら、技術規制の基礎や許認可の基準になるなど、グローバルに展開する企業にとって重要な存在である。従来は発行済みの標準をベースにして基準（強制法規）の作成に引用する 경우가多かったが、自動運転分野においてはスピードアップを図るために、対象範囲、相互親和性などを考慮しつつ基準作りと標準化を同時並行で検討している²⁾。基準は UN/ECE/WP29、標準は ISO が母体となる。図 3 に現在の体制図を示す。

自動運転を社会に導入していくには、標準化プロセスが必要になるが、時間の経過に伴い新たな技術が開発されても市場に普及した製品を取り替えることは容易でなく、新たな技術の市場導入が遅れるという副作用も孕んでいるので、策定には今後の技術進展に柔軟に対応可能となる配慮も必要である。

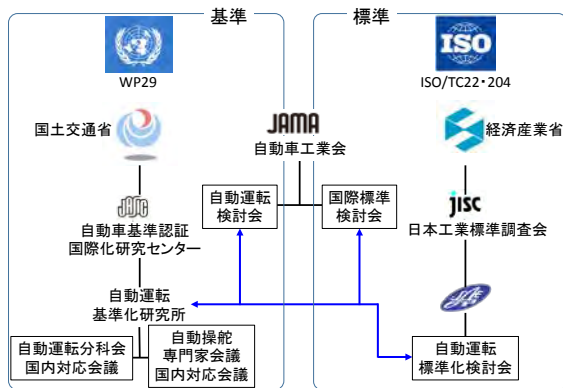


図 3 自動運転に関わる基準・標準化体制²⁾

3. 標準化プロセスの必要要件

自動運転車両は、人間の運転よりも安全であることが前提とされる⁴⁾。ヒューマンエラーによって生じていた事故の大幅削減は期待されるが、自動運転でも防げない事故形態は残る。また、自動運転化によって生じるリスクも想定される。自動運転で削減可能な事故を確実に防止することと、ドライバーのミスユースや機能限界によって生じる事故防止の対策が必要である。

自動運転が人間の運転よりも安全であることを証明するためには 2.4 億 Km の実車走行が必要という試算もある。ある外資系メーカーの報告書によればレベル 2 の自動運転でも仕様書作成段階で 600 万シーンの想定が必要であり、完全自動運転の開発には 10⁶ 年が必要とされている³⁾。このように交通環境、天候など多様な条件を想定して自動運転車両を開発するには、

- ・どこまでの安全性能を想定（要求）するか？
 - ・いかなる方法で、要求性能を実現するか
 - ・要求性能の達成をいかに証明するか？
- を、合理的に説明する必要がある。

4. 開発プロセスの標準化

1990 年代から、「複雑で大規模なソフトウェアを含むシステムにリスク・ゼロはあり得ない」という共通認識が広がり、電子系に関する安全基準を各社が独自に策定・運用する方法の限界が指摘された。現在の自動車の安全基準・標準の基本的な考え方は「機能安全」である。機械・装置が人間や環境に危害を及ぼす原因そのものを低減、あるいは除去する「本質安全」に対して、「機能安全」では、原因そのものを取り除くのではなく、安全を確保する機能を導入（追加）することによって、危害を許容レベルにまで下げる。

車載システムの機能安全規格として ISO26262 が 2011 年に発行されている。ここでは、車両開発にかかわるすべてのプロセスについてさまざまな規定が存在し、プロセスチェーンを通して準拠が必要になる。一般に車両開発は図 4 に示す V 字プロセスに従っている。

システムの構成・制御が複雑になり、従来のプロセスでは開発期間・工数が増大すること、車載ソフトウェアの規格化が進んだこと、ソフトウェアの再利用などによる効率化が必要になったことから、仕様書が「モデル」に置換され、モデルの授受によって開発が行われるモデルベース開発（MBD）が盛んになってきた。

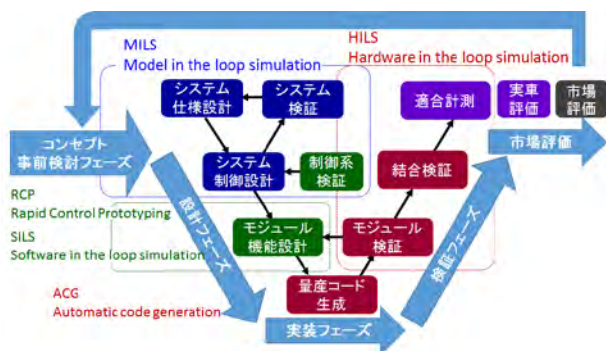


図4 車両開発V字プロセス³⁾

(日経オートモーティブ16年11月号を参考にして作成)

まだ実機も制御アルゴリズムも存在しない段階から、検討用のモデルによって目標性能を決定し、その後の開発、実装、検証、評価プロセスを、シミュレーションを使って実施する方法である。

自動運転の開発では既存の機能安全 MBD の枠組みを踏襲し、自動運転で新たに必要となる部分を追加して、標準化プロセスを構築する方法が合理的と考えられている。特に追加が必要なのは、SOTIF (Safety Of The Intended Functionality) と呼ばれる、他のドライバーの運転や天候など、システム故障以外のリスク (誤使用や性能限界) を想定して安全性を検討し、起きた事態に対して適切に補正したり補完したりすることである。以下のような諸課題の解決が必要となる。

- ・想定するシナリオは必要かつ十分であるか？
- ・モデルは正しいか？正しく授受されるか？

(シミュレーションの妥当性)

- ・各モデルを統合して車両として機能するか？
- ・新機能追加やソフト変更に対応できるか？
- ・合理的な要求性能定義と達成証明ができるか？

そのような自動運転開発プロセスが既にドイツの PEGASUS プロジェクトで提案されている。

5. ペガサスプロジェクト

project for the establishment of generally accepted quality criteria, tools and methods as well as scenarios and situations for the release of highly-automated driving functions

このプロジェクトは、自動走行の考え方及び評価方法論の定義を目的として、2016年1月から

2019年9月までの期間で実施され、大きく次の2つの目標が挙げられている。

- ① 自動運転にはどの程度の性能が期待されるのか？を明確にする。
- ② 要求性能の達成をどのように確認するのか？を明確にする。

自動走行車の市場投入に向けた安全性評価の拠り所を必要とするドイツ OEM3 社 (Daimler、BMW、VW) 及び認証期間 TUV の4者が中核となって立ち上げた。あらゆる自動走行レベルや道路環境を対象とした汎用的な枠組み作りが対象であるが、当面は高速道路の SAE レベル 3 に主眼を置いている。2017年11月の中間報告では下記4つの評価フレームワークが示された。

- ① 自動走行車は何がどの程度できるべきか、その要件定義を行い、データ化する。
- ② 実際の走行データや事故データに基づき、発生し得る走行環境/走行状況をデータ化する。
- ③ 自動走行車に求められる機能と、実際の走行環境/走行状況を統合し、シナリオを作成する。
- ④ シナリオをもとに、シミュレーションや実走行によるテストにて安全性を評価し、それに係るリスク許容性も検討された上で、最終的に安全であるか否かを判断する。

(「自動走行の実現に向けた取組方針」Version2.0 自動走行ビジネス検討会資料を一部変更して引用)⁴⁾

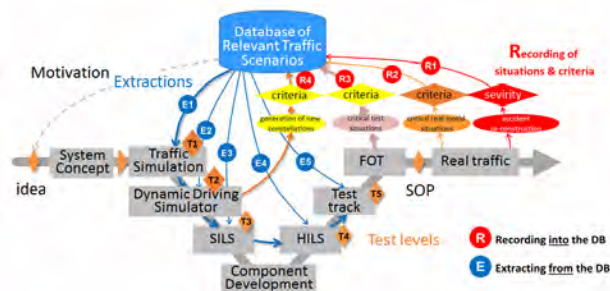


図5 PEGASUS プロジェクトの構成図⁴⁾

図5に示すように、全体の基本骨格は自動運転機能で必要となるプロセスを、従来のV字プロセスに新たに追加する形で構成され、モデルベース開発を前提としている。特徴的なのは自動運転に関わるデータベースを有し、そこに蓄積される知

識が全体プロセスの各フェーズで用いられる。プロセス中で新たに生じた課題，市場投入後の事故やインシデントもデータベースに追加され，再循環することで自動運転のレベルが向上していく構造となっている。

6. 基準・標準化仕組みづくりWGの現状と今後

以下に，WGの取り組み結果を記す。

- レベル3以上の自動運転はまだ市場投入されていない新技術であり，基準・標準化について協調した取り組み/検討は有益である。自動運転は車両の「認知，判断，操作」が入るため，今までの認証の延長線上で考えられない項目が存在する。経験不足を合理的な戦略で補うことが必要であり，優先順位付けをして進める。また，自動運転技術は今後も急速な進化を続けるため，将来に亘って適宜，改定・追加が必要になる。各種研究の成果や，後の段階で学んだ教訓を追加できるような柔軟な構造が望ましい。
- 安全性評価の手法の一つとして，実車による走行だけでなく，シミュレータ上で評価を行うことについて検討すべく，本WG内に戦略サブワーキングを設置した。検討の結果，経済産業省及び国土交通省と連携しつつ，
 - すでに日本自動車工業会が作成した高速道路のユースケースから18年度中に暫定的なシナリオを作成する。
 - 上記ユースケースを活用しながら国際的な協調を進める。
 - 18年度中末までに国際的な協調を進めるために必要となる一般道のユースケースについて抽出する。
- JARIが受託しているセーフティ及びサイバーセキュリティに関連する開発事業、デンソーが受託している事故DATABASE構築技術の開発事業（図6）それぞれが安全性評価等のために有益であり，来年度も継続して事業を実施する。
- 上記を踏まえ，来年度，安全性評価環境づくり検討WG及び戦略サブWGを設置することについて合意した。図7には自工会から提案された推

進体制案を示す。認証手法の妥当性検証には，認証に関わるメンバーに加えて，自動運転システムや性能評価、シミュレーション領域の専門性を持ったメンバーが必要である。

自動運転をめぐる様々な分野の動きは急速である。自動車が1886年に発明されて130年あまりで，性能は飛躍的に向上したものの，当時は想定していなかった社会問題も顕在化している。自動運転元年を迎えた現在，将来に起こりうる課題も見据えた標準化・基準化という観点も大切である。

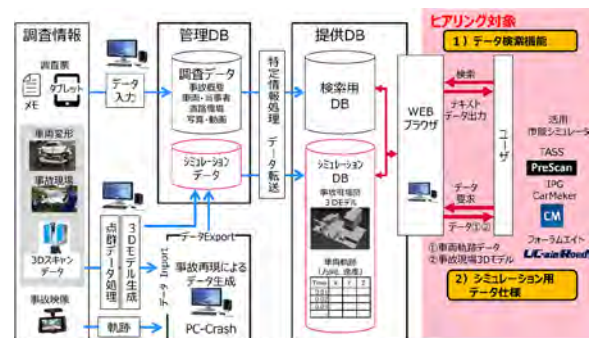


図6 事故データベース構成 5)

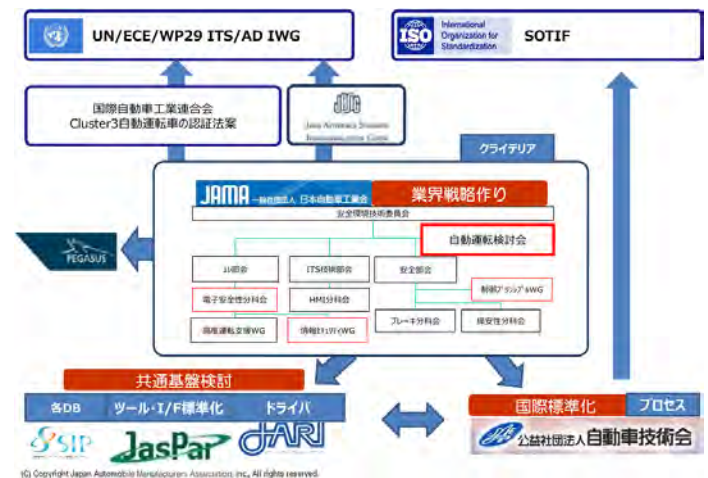


図7 推進体制と役割（案） 5)

参考文献

- 自動走行ビジネス検討会「自動走行の実現に向けた取り組み方針」報告書，2017. 3.14
- 中野 裕二，国際標準化に対する日本の活動，自動運転の国際的なルール作りについてのシンポジウム，2017.2.24
- ADAS，統合制御が加速するモデルベース開発，日経オートモーティブ2016.11号，p44
- Adrian Zlocki, Julian Bock, Lutz Eckstein, Database relevant traffic scenarios for highly automated vehicles, Autonomous vehicle Test & Development symposium, 2017
- 第4回安全性評価環境づくり検討WG資料，2018.2.21