

令和 5 年度第 3 回安全性評価戦略 WG 議事録

日付：2023 年 12 月 18 日(月)

時間：10:00-12:00

開催方法：経済産業省 web 開催

出席者

【委員等】

日本自動車工業会：

(自動運転部会)波多野部会長、江川副部会長、匂坂副部会長

(自動運転部会 AD 安全性評価分科会)佐藤分科会長、小澤副分科会長、北原副分科会長
(事務局)工藤様

自動車技術総合機構 交通安全環境研究所：河合様

デンソー：近藤様、姫野様

ソニーセミコンダクタソリューションズ：小出様

国立研究開発法人 産業技術総合研究所：横山様

【関係省庁等】

国土交通省：林室長、古保様、松木様

経済産業省：伊藤室長、秋元様、伊吹様、斎藤様

【報告者等】

日本自動車研究所：高橋、山崎、内田、谷川、北島、今長、中村（弘）、菊地、安部、
高山、平山、村田、安達、中村（英）、小西、石井、長谷川（諒）、
鶴田

チェンジビジョン：岩永

神奈川工科大学：井上、水越、天野、別宮

デロイト トーマツ コンサルティング：花谷、澤村

BIPROGY：今村、木村、渡邊

三菱プレシジョン：荒木、練尾、竹田

トヨタテクニカルディベロップメント：入江、長瀬、高木

電通国際情報サービス：久保

金沢大学：菅沼、山脇、米陀、柳瀬、井ノ下

中部大学：山下

議事次第

1. 開会
2. 自工会・AD 安全性評価分科会 活動状況（自工会）
3. プロジェクト連携に基づく活動進捗状況
 - ・ Team0 研究体制と目指す姿
 - ・ Team1 ユースケース/評価指標の整備
 - ・ Team2 安全性評価基盤の実証
4. 各プロジェクトの進捗状況
 - ・ 自動走行システムの安全性評価基盤構築に向けた研究開発プロジェクト（SAKURA）
 - ・ 仮想空間での自動運転安全性評価環境の構築（DIVP）
 - ・ 自動運転技術（レベル 3、4）に必要な認識技術等の研究（AD-URBAN）
5. 閉会

● 1. 開会

経済産業省の伊藤室長より挨拶

自動走行ビジネス検討会からモビリティ DX 検討会に名称を変更し、自動運転に限らない形で、SDV の技術要素やデータ連携などについても議論を開始している。先週ワーキング第 1 回目を開催した際、シミュレーション周りの話があり、共有のための追加資料を送付させていただいた。その場で、委員の方々からのご意見も踏まえて本日以降の議論で検討していただき、次回以降以下 4 つの観点も含めた形でご報告をいただきたい。

1. シミュレーション上の自動運転関係のデータ共有がどのような領域・形式で可能か
2. シミュレーションモデルにおける AI の足元活用方法や将来的な活用可能性について
3. 安全性評価、シミュレーションモデル活用の、国際連携の在り方・検討状況について
4. 高精度地図に頼らない自動運転技術の台頭も踏まえた、安全性評価・シミュレーションモデル活用の今後の対応方向性の整理

国土交通省の林室長より挨拶

安全性評価に関しては認証する立場として非常に重要視している。様々な取り組みを進めていただき、議論が大分煮詰まってきた。我々としてもそれをどのように認可に使うのかという議論をしやすくなってきている。国際的な視点、国内的な視点から議論いただければと思っている。

● 2. 自工会 AD 安全性評価分科会 2023 年度活動状況について（自工会）

資料 1. 自工会・AD 安全性評価分科会 活動状況

自工会の佐藤氏より、AD 安全性評価分科会の活動状況について報告された。

○報告要旨

- ・安全性評価を取り巻く状況
- ・安全性評価の課題認識
- ・今後の検討アプローチ

（安全性評価を取り巻く状況）

MaaS の社会実装が進捗し一般道での自動走行の安全性評価が議論の中心となっている。シナリオベースアプローチは一般道へ拡張、指標の具体化と技術要件への落とし込みが要諦である。一般道では網羅的なシナリオ体系議論ではなく、ユースケースや ODD を限定したシナリオ検討が中心である。

（安全性評価の課題認識）

安全性評価フレームワークは POV の社会実装を想定した、網羅性の高い安全性評価手法を提案している。課題として、一般道のシナリオ要素を具体化した際、評価検証シナリオ数は有限ではあるが、検証するシーンは多種多様にわたるため、多種多様なシーンに対して、安全性の論証構造が未だ不透明な状況にある。

（今後の検討アプローチ）

以下の 2 軸で検討を加速できるよう WG 体制を再編した。

1. 網羅性の高いシナリオ構造化と共にシナリオ要素で階層化
2. 「安全性をどのように説明するか？」といった安全性の論証構造を段階的に構築

安全性論証構造に基づくシナリオ体系の検討を行う「評価シナリオ WG」と、交通参加者の動作モデル化や感じ方定量化をする「運転行動受容性 WG」を立ち上げた。

シナリオ検討に関しては引き続き SAKURA プロジェクトの中で協力しながら進めたい。最終的な評価に関しては DIVP にあるようなシミュレーション環境を使った評価を想定しているので引き続きこの場で検討させていただければと思っている。

○質疑応答、意見

質問：シナリオ階層化について、独立しているパラメータではないと思っているが、それを分解して組み立てていくとはどのような事なのか詳細を教えてほしい。

応答：ユースケースの違いと捉えている。例えば、今までは自専道のレーンキープの安全性の考え方を検討してきたが、今後は交差点での安全性の考え方はどうなるか、右直のシーンに関してどのような安全性評価が必要になるか、歩行者が横断してきた時の安全性評価の仕方をどうするか等、分類を分けて一つずつ潰していく検討の仕方をしていく。

質問：階層化についてペガサスで6レイヤーをあげており、1～4階層は詰めてきている状況である。他の階層も全て入れていかないと具体的なユースケースのシナリオとしては要因が抜けてしまう。そのような意味での階層化したものをインテグレーションするという意味では理解できるが、その意味とは違うという理解で良いか。認識関係やテンポラリーな要件も入るように進めていただきたい。

応答：ペガサス6レイヤーの階層とは違う意味である。ペガサスの6レイヤーの構造については我々の中でも同じような構造を持っているので今後も活用していく。その中でもシーンによって安全性の考え方が変わるので、シーン毎に分けていこうというのが我々の考えである。認知・判断・操作という観点でシナリオ構造化して考えている。

● 3. プロジェクト連携に基づく活動進捗状況

3プロジェクトの連携に基づき、活動内容に応じたチーム構成により業務が進められているため、チームごとにプロジェクト連携に基づく活動進捗状況が報告された。

【Team0 研究体制と目指す姿】

資料 2-1. 安全性評価基盤検討 TF Team0 進捗状況

神奈川工科大学 井上氏およびデロイトトーマツコンサルティング 花谷氏より、安全性評価基盤検討 TF Team0 の進捗状況が報告された。

○報告要旨

- ・ RoAD to the L4 との連携状況のご報告
- ・ Post-SIP 国際シンポジウムの成果報告
- ・ 今後のプロジェクト連携に向けた検討状況

(RoAD to the L4 との連携状況のご報告)

車両・システム企画・走行要件定義・安全分析・安全性評価というフレームワークを目指す。ユースケースから実態といった機能的なアプローチ、データでの安全性の論証を行う SAKURA のアプローチの両面が必要だと考える。開発に特に重点を置くのは機能的なアプローチであり、最終的な安全性の論証はデータに基づくものである。これらが繋がり、最終的に DIVP のシミュレータを使って認識評価やリスク評価ができるようになりつつあるという段階である。Road to the L4 他皆様のご協力による推進ができ、様々な現場ならではの困りごとやユースケース等の共有をいただけた。

(Post-SIP 国際シンポジウムの成果報告)

11/15～17 の3日間で Safety assurance にかかる国際シンポジウムを運営した。欧州、米、日から、合わせてトータル 65 名が参加した。

(今後のプロジェクト連携に向けた検討状況)

今年度成果として、個々のプロジェクト成果の接続に基づく、AD/ADAS の安全性を検証・高度化するフレームワークが完成した。今後は各地域実証への適用や標準ツールチェーン化を進めていく。本 Safety assurance プロジェクトを研究基盤に、周辺プロジェクトとの連携を進め、Virtual twin を使った各地域実証実験の効率化や国際標準化を目指す。

○質疑応答、意見

意見：L4 プロジェクトそれぞれの課題とどのように連携できるのかを検討させていただいている。どこまで具体的にコラボできるかは、これから検討する。L4 プロジェクト全体の状況として、それぞれのテーマで安全性を確保して自動走行することを考えると、安全性を最優先にすると周りの円滑な交通流を阻害してしまうことがある。ひたち BRT は既にサービスを行っているため、その中に自動運転の車両を組み込むと前後車両とのオペレーションのスケジュール調整も厳しい状況である。したがって、適切な安全性の担保とスムーズな自動走行を今後どのようにバランスをとっていくのかというのが最大のポイントなので、連携を強化できればと考えている。L4 プロジェクトは走行する環境が決まっているので、それぞれの環境下でこういった振る舞いが妥当なのか、過失認定に繋がるのかを同時並行的に進めている。

応答：安全性との両立をどう図るかが重要なポイントということを勉強させていただいた。シミュレーションや評価指標にも発展させていただきたいと思っている。

質問：国際連携について、参加した肌感としてどのような項目が最重要であるか。安全性の考え方なのか、シナリオやモデルなどの流通の面なのか。

応答：安全性の考え方・シナリオやモデルなどの流通面の2つが重要という認識である。環境モデルとセンサモデルがつながったことによって、シナリオやユースケースから評価指標までがつながるということが、このワークショップで合意できたのではと思っている。

【Team1 ユースケース/評価指標の整備】

資料 2-2. 安全性評価基盤検討 TF Team1 進捗状況

日本自動車研究所 北島氏より、ユースケース/評価指標の整備について、安全性評価基盤検討 TF Team1 の進捗状況が報告された。

○報告要旨

- ・シナリオ・SIM 接続に関する技術課題の解決
- ・交差点シナリオの評価範囲/評価基準案の作成

(シナリオ・SIM 接続に関する技術課題の解決)

演繹的なアプローチ(網羅的な体系)と帰納的なアプローチ(個々のユースケース)を併用した評価用のシナリオを生成し、継続的に自動運転の安全性が向上する基盤を目指す。DIVP アセットリストに基づいて、SAKURA 交差点出会い頭シナリオを OpenSCENARIO 形式で定義した。DIVP Simulator で再現できることを確認した。JAMA が定義する 58 パターンの一般道シナリオ体系の交差点出会い頭シナリオについて、評価を実行するために必要なパラメータをリストアップした。帰納的なアプローチとして、死亡事故の多さや自転車の過失割合などの観点から 32 パターンを抽出した。重大事故につながるケースと演繹的なアプローチで生成したシナリオの関係を整理していく。

(交差点シナリオの評価範囲/評価基準案の作成)

交差点の出会い頭シナリオの評価範囲案をドイツのドローンデータを用いて分析し、安全性の判断基準案について DS 実験データの取得・分析を通して考察を行った。他車の振る舞い(無信号交差点を優先側から接近・通過)を定義するパラメータ分布を分析し、出会い頭シナリオの評価条件の設定に活用する。自車が交差車より先に通過した後に確保すべき余裕の目安をドライビングシミュレータ実験データに基づいて考察した。実験では 3 種類の時間差を設定して時間差とドライバ反応の関係を調査した。ドライバは交差時の時間差として 3 秒程度を期待する傾向と、エンジンプレーキ以下の反応であれば受け入れやすい傾向がみられた。これらの傾向に基づいて安全性を判断する基準案をまとめる。今後、認識性能モデルを用いた真値シミュレーション環境を構築し、磯坪交差点シナリオと安全性評価指標に基づく AD システムの安全性評価を実施する。一般道シナリオ体系に沿って評価範囲と評価基準の整備が必要である。協調領域に活用できる日本国内の交通流データの整備と総合的な視点で安全性を評価できる手法が課題といえる。

○質疑応答、意見

質問：①3 秒程度の余裕が妥当ではないかとのことだが、Time-To-Collision+3 秒程度が交差点通過の際に必要という意味か。②検討する際に車両の違いも考慮していただきたい。③実施機関内部で連携して、データの取り方・精度・内容などの検討を進めていただきたい。

応答：①通過時間の差である。Time-To-Collision+3 秒ではなく、2 台の車がすれ違う際に 3 秒程度の時間差がないと相手車にブレーキを強いてしまうという意味である。②車種の検討については連携の中で行っていきたい。③データについても意見交換はしているので、どのような形でデータを纏めるかといったところで連携をしていきたい。

質問：データベースはオープンに活用できると良いのではと思うが、どのような予定か。

応答：広く使用いただきたいと考えている。関係者で共有できるようにしていきたい。

【Team2 安全性評価基盤の実証】

資料 2-3. 安全性評価基盤検討 TF Team2 進捗状況

トヨタテクニカルディベロップメント 長瀬氏より、安全性評価基盤の実証について、安全性評価基盤検討 TF Team2 の進捗状況が報告された。

○報告要旨

- ・ 1st-Stage 認識性能評価、認識性能モデル開発

シミュレーションを用いた自動運転安全性評価環境である 2-Stage 評価を構築し、Team1 から得たシナリオと AD-URBAN 自動運転システムに対し、安全性評価の実証検証を実施する。FY22 までに自動運転機能のうち認知機能評価を「1st-Stage 認識性能評価」、判断・行動機能評価を「2nd-Stage 安全性評価」と定義し、それらを連携して評価する重要性を示してきた。FY23 では、各 Stage をつなげる重要なモデルとして「認識性能モデル」を定義し、真値シミュレーションも活用した 2-Stage 評価体系の確立を目指す。これまでに 1st-Stage のシミュレーション評価を実施し、認識率や距離・サイズの精度の解析を行った。今後、認識性能モデルを用いた真値シミュレーション環境を構築し、磯坪交差点シナリオと安全性評価指標に基づく AD システムの安全性評価を実施する。

○質疑応答、意見

意見：全体のマスタスケジュールに対してどの程度達成できているのか、達成に向けてどのような課題があるのかが重要だと思う。

応答：次回以降は各プロジェクトの進捗などもご報告できるようにしたいと考えている。

質問：黒色車体×晴れのシミュレーションで未検出だった理由は、影の影響により、黒×黒の組み合わせが認識できなかったという認識で良いか。

応答：建物の影×車体黒でコントラスト差がとれずに検出できなかった事例となる。曇りの方が全体的に明るいので検出しやすかった。

● 4. 各プロジェクトの進捗状況

【自動走行システムの安全性評価基盤構築に向けた研究開発プロジェクト (SAKURA)】

資料 3. 自動走行のシステムの安全性評価基盤構築に向けた研究開発プロジェクト (SAKURA project)

－ 2023 年度 12 月期の進捗状況 －

日本自動車研究所 北島氏より、SAKURA プロジェクトの 2023 年度の 12 月期の進捗状

況について報告された。

○報告要旨

- ・ 開発プロセス結合に向けたシナリオ DB 公開
- ・ 一般道に対応する安全性評価手法の検討
- ・ 国際標準化に向けた国際連携/成果発信

（開発プロセス結合に向けたシナリオ DB 公開）

シナリオ DB をシステム開発や評価に広く使用していただきたいと考えている。ODD に合わせて合理的予見可能範囲&回避可能範囲をリファレンスとしてご提供し、各社の評価環境の中で使っていただく。メーカーの方々に実際に見ていただき、ご意見をいただいている状況である。フィードバックやご要望として、次のような意見をいただいた。①第三者機関が示す合理的予見可能範囲、回避可能範囲はそのリファレンスとして有効であるため、結果の信頼性が向上するデータ・シナリオ数の拡充を期待したい。②大型車を対象にした C&C ドライバーモデル構築（回避可能範囲に関連）やパラメータ分析（合理的予見可能範囲に関連）を期待したい。③合理的予見可能範囲と回避可能範囲の重畳表示機能。④実交通環境シーンの忠実なシナリオ化。

（一般道に対応する安全性評価手法の検討）

ドイツの 4 か所の交差点のデータを用いてパラメータの分析を実施している。国内のデータが得られた際に、ここでの分析手法を活用していきたいと考えている。

今後のシナリオの更新において、既存データの活用方法を検討している。ドライブレコーダーデータの活用や新規データの取得に使用可能な計測装置の運用方法について検討を行っている。

（国際標準化に向けた国際連携/成果発信）

ISO 3050X についても日本側の内容を主張していく。成果発信として、11 月に開催された FAST-zero 会議において、ドライバ行動モデルの発表を行うとともに、VVM の Final Event において、一般道対車両・対歩行者シナリオ体系を発表し、ドイツ関係者から高評価をいただいた。

○質疑応答、意見

質問：海外にも車両を展開していく上で如何に活用できるかを考えている。今後もデータ蓄積や活用の仕組みを国際標準化に繋げていき、国内メーカーがこの仕組みを使っていけば海外に対しても安全を論証する際の基礎データとして活用できるように活動いただいているという認識で良いか。

応答：ご認識の通り。そのためにもシナリオ、データ処理の仕方、パラメータの扱い方が標準になっており、我々が持っているデータベースはそれに準拠したかたちで収集がされている。検索条件として想定市場など細かな設定にも対応できるように考えている。現状、日独に関しては枠組みができており、今後、他の国や地域のデータを取り込んでいく準備はできている状態である。

【仮想空間での自動運転安全性評価環境の構築（DIVP）】

資料 4. DIVP プロジェクト進捗のご報告

神奈川工科大学 井上氏より、DIVP プロジェクトの進捗について報告された。

○報告要旨

- ・評価指標・体系の確立
- ・環境・空間・センサモデル、ツールチェーンへの拡張
- ・センサ弱点事象の特定と事象の拡張

（評価指標・体系の確立）

認識性能モデルが具体的になり、評価ができるようになってきた状況である。安全性評価指標の検討状況を報告する。シミュレーションでは、各車の位置関係の計算ができるようなベースができてきている。ヒヤリハットデータから、状況をモデル化できるように検討を進めている。

（環境・空間・センサモデル、ツールチェーンへの拡張）

センサモデルの深堀、ハードウェアとのつながり等を検討している。LiDAR の出力、レーダの出力、カメラの出力を重ね合わせられるようになってきている。霧モデルや雪モデルの検討を行っている。また、レーダの反射点について検討を行っている。各種データ・モデルの接続について検討および確認を行っている。

（センサ弱点事象の特定と事象の拡張）

各種外部データソースとの接続について検討を行っている。座標軸やアセットリストの連携、地図アセットの生成効率化、物理特性データの構造化を検討している。

○質疑応答、意見

質問：イメージングレーダのモデルを開発中とのことだが、現時点でコンベンショナルなレーダはどのような状況であるか。

応答：4D や 3D のモデルをベースにコンベンショナルなモデルに落とすことを考えている。4D は実機がないため、検証はこれからとなる。

意見：コンピューティングを使用した安全性評価の全体像が非常にわかりやすくなってきたと思う。一般道のシナリオを拡充し、重大なシナリオを抽出したことで、より重要なシーンを絞り込むことができるようになってきている。アセットが拡充することで RoAD to the L4 との連携において、かなりの実効性を確認できている。さらに、認識系も性能評価ができるようになってきている。予見可能で回避可能であるということを網羅的に、シミュレーションできるような期待値が高まっている。非常に感心した。今後はデータやアセット、シナリオ等の入力やツール間の連携のための標準化や連携の拡大にとどまらず、安全性の評価の結果や成果を外部(自動運転を扱っていないプレーヤ)に対しても、利活用できるような側面も検討してほしい。安全性検証のデータは、社会実装などを見据えると、保険業界等は関心が高いと思われる。インフラ系の評価のステークホルダには、アセット違いによる安全性が異なる状況などは、別の意味で有効性が発揮できると思われる

応答：情報を発信していくということも活動に加えるよう進展させていきたい。

【自動運転技術（レベル 3、4）に必要な認識技術等の研究（AD-URBAN）】

資料 5. 「自動運転技術（レベル 3、4）に必要な認識技術等の研究」

AD-URBAN の進捗状況について

金沢大学 菅沼氏より、AD-URBAN プロジェクトの進捗状況について報告された。

○報告要旨

- ・ CI 環境の構築
- ・ 認識モデルの構築
- ・ 実証データを活用した効率的な AD システムの安全性評価手法の検討

（CI 環境の構築）

認識性能モデル化について報告する。2-stage 評価に向けた認識性能のモデル化手法について検討中である。散発的に得られた評価の結果から回帰によって認識率を得る方法や深層学習による方法を検討している。今後、認識性能モデルに基づいた 2nd-stage の安全性評価を実施していく予定である。

（認識モデルの構築）

- ・ イメージングレーダ認識技術の構築

複数のイメージングレーダを入手し全方位計測環境を構築した。最新のイメージングレーダの技術を用いると 300m 先の物体について観測が可能である。従来型よりも性能が向上していることを確認した。深層学習により、近距離ではおおむね LiDAR と同様の認識結果が得られる可能性があることを確認した。遠距離の移動物体の追跡処理の検討におい

て、LiDAR や平面走査型のレーダよりも早期に検出できることを確認した。

・ Early Fusion モデルの構築

カメラ・LiDAR の認識結果の融合について、悪天候時に認識性能が低下することが課題となっている。認識性能の向上が図れないかという観点において、カメラ・LiDAR の Early Fusion モデルの検討を行っている。

(実証データを活用した効率的な AD システムの安全性評価手法の検討)

これまで多数の走行試験を繰り返し、AD システムの走行可能性や安全性を評価してきた。また、仮想環境においても評価を行ってきた。AD システムが高度化してくる状況において、問題になるシーンは数少なくなることとなる。一方、開発者目線に立つと、システムが苦手とするシーンが明らかである状況において、効率よく評価を行うことが必要である。これまでの収集データに基づいて、実際に実証実験を行っている際に課題とされたシーンであるとか、自動運転システムに嫌がらせのような挙動を与えたときにどうなるのか、自転車や歩行者を仮想環境の中で飛び出させたときにどうなるのか、複数の様々なシナリオを組み合わせながら、どのような状況が起きると自動運転システムに課題となるのか、そのようなことを評価できる環境を構築している。課題が起きそうなシナリオを見つけて、評価するシナリオに反映していくことを目的としている。Team1 と連携し、実証データを活用したシナリオ評価手法について継続検討中である。

● 5. 閉会

経済産業省の伊藤室長より総評

モデル構築、シナリオ検証は着実に進捗していると認識。それに加え、冒頭申し上げた4点についてももう少し議論が深まると、お互いシナジーが出て良いかと思っているので、次回以降も引き続きお願いしたい。単なる報告会に留まらず、アクティブに議論を進めていく場に出来ればと思っている。

国土交通省の古保様より総評

モデル、シナリオ等の検証を続けていただいているが、L4 との連携というところで有機的な繋がりができてきているので、今後審査をどうしていくのかというところを踏まえて、議論をお聞かせいただきながら検証を続けていければと思っている。

以上