

自動車業界は V2X システムを どのように試験すべきなのか？

車両の試験・QA の根本的転換がコネクテッドカーに必要なわけ

前書き: ありきたりを超えた テクノロジー

コネクテッドカーには車両試験の
大変革が必要

新型自動車のコネクテッド化が日ごとに進み、車どうし、車とインターネット、そして車と周囲のインフラとがつながるようになってきました。自動車メーカ各社は、安全性、情報性、利便性、または娯楽性などの点で運転者と同乗者のエクスペリエンスの改善が期待されるその潜在力を活かして、他社に一步先じようと、奮闘しています。そうした中、新たなシステムの開発、統合が急速に進んでいます。

こうした転換はたいへん興味深いものですが、車両の試験・QA に携わる人々は、悠長に構えていられない重大な問題を突きつけられています。コネクテッドカーに関わる技術、特に相互運用性とセキュリティの必要性は、自動車業界全体にとって未踏の領域です。本ホワイトペーパーでは、V2X (Vehicle-to-Anything) 接続の世界で起きている変化、予想される影響とその理由について、概説します。さらに、OEM とそのサプライチェーンが試験方法や試験へのアプローチを変えるための着手方法についても提案します。

V2X とコネクテッドカー: 課題と好機

何が変化を促しているのか？

米運輸長官は、自動運転技術に 39 億ドルの資金を投じる計画を発表したとき¹、自動運転カーの時代が間もなくやってくることを、確かな見解として語りました。これは、自動車業界ではずいぶん前から言われていた情報でした。

すでに一部の車両は、SAE インターナショナルの定める自動運転レベル 0 および 1 をクリアしており²、複数の運転機能が車両によって制御されるようになりつつあります。完全に自動化された車両が 2018 年までに登場するという Elon Musk 氏の主張³ は大胆にすぎるかもしれませんが、米運輸省と国家道路交通安全局は、先頃更新した政策綱領で、レベル 4 の車両 (High Automation (高度な自動運転) が可能) に向けた態勢を 6 か月以内に整えるとしています⁴。

しかし、自動運転は、ますます拡大する車両コネクティビティの推進要因の一端でしかありません。車載システムにより車両と周囲および車両どうしが通信する必要性を軸にして、いくつかの目標が集約し始めています。

- インターネットとの接続 (同乗者の情報収集用、娯楽用)
- 道路交通の現況に応じたリモートのリアルタイムマネジメント (車両性能および燃費の向上を図るため)
- 交通信号など路側インフラとの連動 (交通効率を最適化するため)
- 自動駐車技術など、運転を楽にする機能の利用可能性
- 運転アシスト技術の継続的開発 (安全性を改善し、ひいては運転者のリスクを減らすため)

1) <https://www.transportation.gov/fastlane/detroit-auto-show-automated-vehicles>

2) http://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf

3) <http://www.theverge.com/2016/1/10/10746020/elon-musk-tesla-autonomous-driving-predictions-summer>

4) <http://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/Autonomous-Vehicles-Policy-Update-2016.pdf>

自動車業界は V2X システムをどのように試験すべきなのか？

車両の試験・QA の根本的転換がコネクテッドカーに必要なわけ

テクノロジーの問題とは関係なく、本質的に道路交通というものは、今も昔も、衝突を回避しながら行う協調的な行動です。通行者は、目視などの手段で相手と直接意思の疎通を図ったり、ウィンカやクラクションなど、車両に装備されているさまざまな装置を使って間接的に意思の疎通を図ったりしています。意思の疎通を V2X 通信でさらに自動化することは、交通事故を避けるという互いに利益のある側面を再現するものなので、自動運転エコシステムにとって不可欠な構成要素になります。

このことは、米運輸省 (USDOT) の国家道路交通安全局 (NHTSA) が先頃新たに発行した、重大事故を避ける手段として小型乗用車に V2V 通信を義務づけることを目指す規則制定案告示 (NPRM)⁵ によって、明確に認識されました。

あらゆる条件下で正しく機能する V2X 通信の実現が、遠からず車両開発の不可欠な部分になることは、必然的な流れと思われるすし、運転者もそれを期待しています。自動車メーカーにとっては、ブランド評価の点で計り知れない効果をもたらすことになるでしょう。

ただし、そこに至る過程では、今までになかった複合的な課題がすべての関係者を待ち受けています。

安定した V2X 通信に立ちはだかる 7 つの壁

コネクテッドカーの機能の進化がユーザの期待に応えられるようにするには、V2X の関係者が至急乗り越えなければならないハードルがいくつかあります。

1. 異種混在システムを統合すること

システムエンジニアには、急速に増え続けている車両内外のさまざまな要素について、先を読み、把握し、調整を図ることが求められるでしょう。また、情報の処理、優先順位づけを車両が正しく行えるようにする必要もあります。下に具体例を挙げます。

- 複数の人工衛星群 (GPS、GLONASS、Galileo、北斗のほか、地域ネットワーク) から得られるデータ
- オンボードセンサ、加速度計、ジャイロスコープ、レーダ/ライダ、デジタル信号処理の急増
- 車内外の情報技術
- 外部遠隔通信や各種車載ネットワーク (CAN バス、BroadR-Reach イーサネットなど)
- V2X 通信技術の情勢の変化: 現在は、IEEE 802.11p WiFi プロトコルをベースとする ITS-G5 (欧州)、WAVE-DSRC (米国、場合によってはアジアでも) などが利用されていますが、今後は、LTE-V や 5G などのセルラ物理層への拡大も見込まれます⁶。
- 車両緊急通報システム「eCall」

こうしたどの技術についても、複数のベンダの信号の処理が必要になります。さらに、複数の地域での販売が計画されている車両であれば、地域ごとに異なるプロトコルや要件への対処も必要になってきます。

一方、アーキテクチャ内に存在する第三者の性質も、やはり多岐にわたります。自転車以外の路上の乗用車やトラック、バイクだけでなく、歩行者、自転車、各種路側インフラ、場合によっては同乗者の所持しているモバイルデバイス (車の内外を問わず) についても、車両が適切に認識して相互処理を行う必要があります。

5) http://www.safercar.gov/v2v/pdf/V2V_NPRM_Web_Version.pdf

6) <https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2014/02/5G-PPP-White-Paper-on-Automotive-Vertical-Sectors.pdf>

2. とてつもない技術的複雑さ

実際に機能する V2X システムを作り上げることは、自動車業界の高度な水準を以てしても難しい技術的課題です。

V2X システムは、例えばワイヤレス装置や、まだ十分に実証されていない新しい装置など、さまざまな相手と連携する必要があります。それに加え、非常に多くの技術を 1 個の構造の中で組み合わせてそれぞれに優先順位をつけなければならないため、コネクテッドカーの開発は、複数の分野にまたがる複雑な作業となります。

また、さらに広範なシステムに存在する数多くの車外要素が、それ自体も移動し、予測不能な行動をとり、変動する信号状況の影響を受ける(そのため断続的に通信に影響を及ぼすおそれがある)ことによって、その複雑さがますます高まるというわけです。

3. 厳しい要件を満たすこと

V2X システムが市場に認められるためには、以下に示すどの要件についても常に高い水準が維持できなければなりません。

機能性	何はともあれ、常にユーザの予測したとおりに機能しなければなりません。また、合理的な範囲であれば、どのような状況でも想定通りの機能を発揮しなければなりません。
相互運用性	他社製の車両、サードパーティ製の装置を相手にうまくデータをやり取りしなければなりません。これは自動車業界における新たな課題です。確実な相互運用性が保証されなければ、安全性、カスタマー エクスペリエンス、ブランドの信用が損なわれます。
安全性	何が起きようとも運転者を危険にさらしてはなりません。このことは、信頼性(確実に機能すること)にも遅延性(十分迅速に機能すること)にも当てはまります。
サービス品質(QoS)	QoS は、性能のユーザ体感度を示す尺度として電話通信やコンピュータネットワーキングの分野に定着しました。自動車のコネクテッド化が進む中、車載ネットワークが本来の性能を発揮しているか確認することが不可欠です。
型式認証	V2X の機能性に関して規格の整備が進んでいます。いずれ、車両の型式認証の仕様や、その他の規則にも統合されるでしょう。ただし地域によって内容は違ってくる可能性があります。

4. チャネル干渉に対する弱さ

V2X システムの使用するワイヤレス通信チャネルは、信号干渉などの障害によって影響を受けるおそれがあります。例えば、カバレッジ不足、ネットワークへの負荷、空電、物理的な障害物、故意または偶発的な高出力電波源による電波妨害といった障害です。

その障害の影響が、品質低下、通信途絶、遅延の増加など、どのような形で現れるにせよ、影響を受けた場合には、予測不能な信号状態を認識してそれに対処しなければならないシステムの働きの複雑さは一段と上がります。そしてそれは、運転者にとっての質の高い安全なエクスペリエンスを実現するには欠かせない条件なのです。

5. サイバー攻撃に対するセキュリティの改善

故意のハッキングやなりすましがコネクテッドカーに及ぼすリスクは、現在実際に生じており、今後さらに高まりつつあります。

2015 年 7 月、Wired 誌の記事⁷⁾で、記者の運転する新型のジープチェロキーが幹線道路を走行中、ハッカーによって主要機能(変速やブレーキを含む)を遠隔制御されたことが報じられました。

V2X の信号がこの種の脅威にさらされる機会は非常に多く、必要な技術と知識も広く普及しているので、ハッキングはほぼ必然的に生じます。ブランドの評価、コネクテッドカー技術への社会的信頼、そして何より大切な、道路利用者の安全性、この 3 つを守るためには、システムが堅牢であること、攻撃を認識し、それに対処できることが必要です。

7) <https://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/>

自動車業界は V2X システムをどのように試験すべきなのか？

車両の試験・QA の根本的転換がコネクテッドカーに必要なわけ

6. 法規制および標準化に適合すること

米国および EU の管轄官庁は現在、安全性と相互運用性を保証すべく、V2X に積極的に関与しながら規格の整備を進めています。追って法規制も整備されることが予想されます

欧州:	高度道路交通システム (ITS) に関する欧州規格は欧州電気通信標準化機構が統括しています ⁸ 。同機構は 20 種類の ITS 規格を発行しています。V2X 通信に一番関係が深いのは、IEEE WiFi プロトコル 802.11p をベースにした GeoNetworking ITS-G5 の適合試験仕様です。
米国:	すでに合意を見た US WAVE/DSRC プロトコルスタックも同様に IEEE 802.11p をベースにしています。より高いレイヤに関する規格については IEEE 1609 で規定されています。V2X での自動運転に対する米運輸省の認可フレームワーク ⁹ は、モジュール方式での取り組みを前面に押し出して、量産車向け認可規格の可能性を明確に示しています。
アジア/太平洋:	アジアにおける規格の状況はあまり明確に定義されていませんが、現在までの進捗は米国方式と歩調を合わせたものであり、ほぼ IEEE 1609 と IEEE 802.11p とをベースとしています。

7. 目まぐるしく変化する市場環境

運転者は、自動車システムに対して常に絶対の信頼性を求めてきました。メーカーの評価が落ちれば、ブランドはひどいダメージを負います。ソーシャルメディアの発達により、口コミが大きな力を持ち、すべての関係者に著しい影響を与えるようになってきました。

その一方で、車載通信技術とコンシューマ向け通信技術が融合したことで、パーソナルエレクトロニクス市場でイノベーションのエクスペリエンスが生まれるとともにそのペースが速くなり、ユーザの期待がふくらんでいます。その結果、開発期間がかつてないほど重要な要因となりました。

そういうわけで自動車メーカーにとっては、品質を維持して投資全般を管理しながらも、技術的な可能性に対して今まで以上にすばやく反応し、開発サイクルを縮めることが課題となっています。

そのためには、改めて機動性を重視する必要があります。また、将来のトレンドを見通したり、競合する複数の技術の中から有力なものを見極めたりする認識力も必要です。

8) https://standards.ieee.org/develop/wg/1609_WG.html

9) http://www.its.dot.gov/factsheets/certification_factsheet.htm

戦利品は勝者のもの

課題を克服して V2X で成功を収めることができれば、莫大な見返りを手にする可能性があります。

現在開発中の技術を組み合わせると、目のくらむようなさまざまな車両機能を次々に考え出すことができます。そのうちのいくつかが必需品となることは間違いないでしょう。そんな中、業界では、各ブランドが競合他社を出し抜いてスマートかつ創造的な技術により市場のイマジネーションをかき立てる、数十年に一度の大チャンスが生まれています。

各ブランドが、他社に真似のできない車両をリリースできる可能性を手にしたのは、おそらく初めてのことでしょう。

ただ、その可能性は、長期的に見たほうがいっそう大きくなります。デジタル化の混乱によってタクシー、ホテル、ビデオレンタル、音楽などさまざまな業界が根本から変化したのと同じように、V2X と自動運転カーによって、メーカーと運転者との間に確立していた関係が変わり始めるかもしれません。まったく新しいビジネスモデルの生まれる可能性があり、車を所有するという概念すら変化するかもしれません。

しかし、こうした課題やチャンスひとつひとつに関わる成否は、新興技術である V2X システムに対し、厳格かつ徹底的、しかもコスト効果の高い試験を実施できるかどうかによって決まります。

V2X 試験のための 3 つの基本目標

試験目標を明確にすれば、適切な方法が明らかになる

V2X の試験方法および試験装置を定義する前に、試験そのものの目標を規定しておくのがよいでしょう。大まかに言って各試験は 3 つのカテゴリに分類されます。カテゴリごとに異なる取り組み方が必要です。

一部の試験、例えば、V2X 対応車両が設定基準を満たしていることや、運転者の想定どおりに機能することを確かめるような試験は、基本的には、新技術導入の際に常に必要とされてきたこれまでの試験の本質と何ら変わりがありません。つまり、しかるべき試験を定義して、合格が確認されるまで繰り返すのです。

しかし一方で、大きなパラダイムシフトを伴う試験もあります。車両がデジタルワールドとのつながりをますます強め、なりすましなどの不正の現実的なターゲットになっている状況では、セキュリティに対するまったく新たな取り組みが必要です。また、車どうしのつながりが強まれば強まるほど、システムの相互運用性が実際的な問題となります。自動車業界が真のチームワークを持ち一丸となって取り組まなければならない事態は、業界の歴史 130 年でおそらく初めてのことなのではないでしょうか。

目標 1: V2X の適合性および相互運用性に関する試験

コネクテッドカーは、路側インフラは言うに及ばず、他の車ともデータをやり取りする必要があります。つまりすべてのメーカーが、合意された共通の規格一式に準拠する必要があります。

自動車のあらゆる新技術と同じく、導入するにはユーザの信頼が不可欠です。何か不具合でもあれば、特に安全性を左右する不具合ならなおさら、実際の責任の所在とは無関係に、関与したブランドが直接的な影響を受けます。

しかし相互運用性は多くの点で自動車業界にとって新たな課題です。OEM とそのサプライチェーンは、独自の基準を定め、それを満たし、統制することにかけては十分な実績があっても、共通のプロトコルをベースにして直接的な相互運用性を実現することは、自動車試験エンジニアの多くにとって初めての経験です。

ありがたいことに、他の分野、特に IT 業界では、その領域に有効な試験方法が十分に確立されていますので、それが強力な足がかりとなるでしょう。また、米国、EU の規制当局から、新たなプロトコルに関する明確な指針が示されています。

そこで、自動車メーカーには、あらゆる新たな V2X システムが地域ごとのプロトコルに完全に準拠していることを確認するためのテストケースを定義することが必要になってきます。

自動車業界は V2X システムをどのように試験すべきなのか？

車両の試験・QA の根本的転換がコネクテッドカーに必要なわけ

ITS-G5 と WAVE/DSRC はどちらも IEEE 802.11p をベースにしていますが、上位 MAC 層から上のプロトコル規格はまったく異なります。

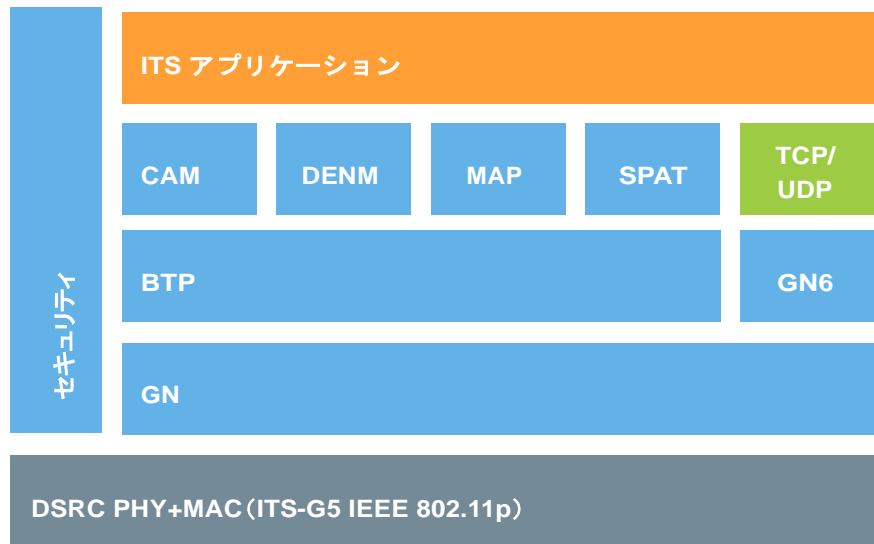


図 1 ETSI ITS-G5 プロトコルスタック(欧州)

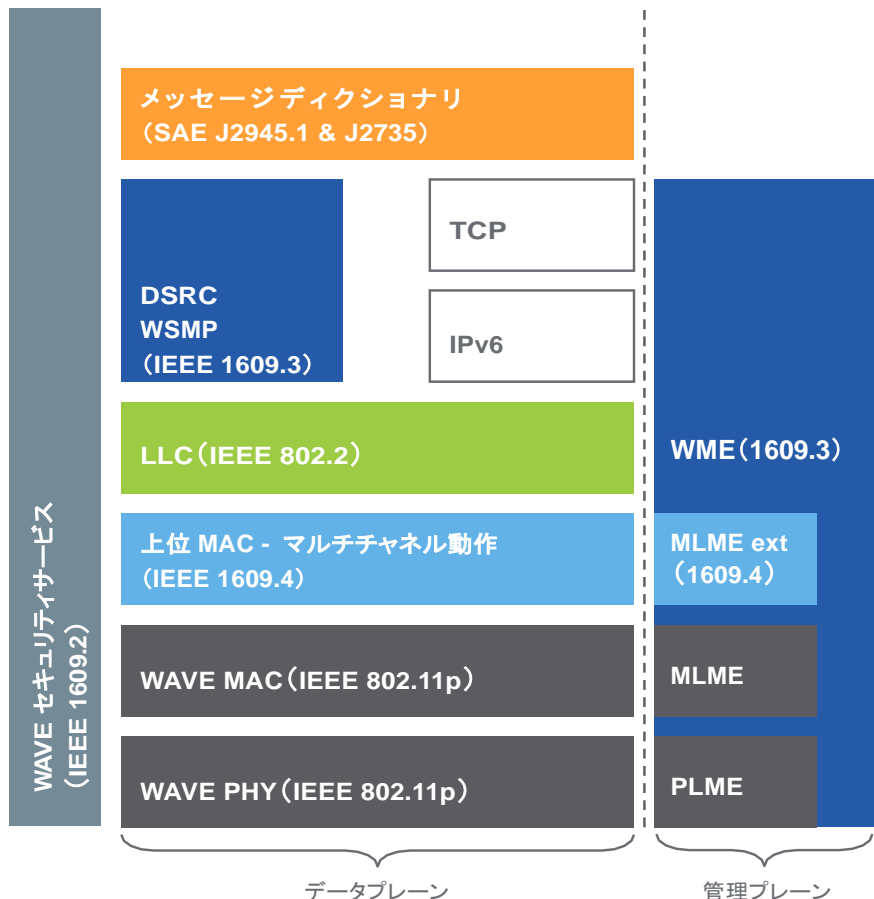


図 2 WAVE-DSRC プロトコルスタック(米国、AIPAC)

目標 2: V2X の機能および性能に関する試験

合意されたプロトコルに準拠することは最初の一步にすぎません。どのような自動車システムでも同じことですが、新たなコネクテッドカーすべてについても、安全で、良好に機能し、現実の状況と問題にユーザの期待どおりに対処できるかどうかを試験することが不可欠です。

つまり、V2X の場合で言えば、例えば通常の運転中に信号が弱かったり途切れたりしたときでも、信号の送受信と解釈とが正しく行えること、インフラや他車とデータをうまくやり取りできること、あらゆる状況下でこうした情報をすべて理解して適切に反応できることが必要になります。当然、過負荷時には安全に機能停止することも求められます。

試験のための実際的なフレームワークとして考えられる例を以下に示します。

- **現実世界の問題への対処を評価する:** 無線チャネル障害、受信妨害、故意または偶発的なサイバー攻撃などへの対処を評価する。
- **他車のオンボードユニット(OBU)、ロードサイドユニット(RSU)も試験に含める:** より複雑な環境下で、変動するさまざまな V2X 信号に即座に対処できるかどうかを確かめる。
- **故障点を見つける:** 限界を超えて動作させて、余裕度を見きわめるとともにそのときの挙動を明らかにする。
- **供試体(DUT)の挙動を把握する:** 性能を比較するための手段として、および予想どおりに反応したかどうかを確認する手段として、明確な記録を残す。
- **部品レベルとシステムレベルで試験する:** 適宜、ソフトウェアインザループ(SiL)やハードウェアインザループ(HiL)の両方を含める。

目標 3: V2X のセキュリティの確認

現実的な脅威が増えている状況では、規格への適合試験、システムの性能・機能性試験だけでなく、セキュリティについても V2X の試験の枠組みで確認することが重要です。

故意の妨害、偶発的な妨害: 車のシガーライターソケットに差し込んでテレマティクスシステムを妨害する自己完結型の信号妨害機はネットで幅広く流通しています。今のところ標的は GPS ですが、道路通行料金や渋滞税を免れることができるとなれば、V2X を狙った類似のデバイスが徐々に出回ることも考えられます。

しかも、リスクの存在するのは車両自体に搭載されたデバイスだけではありません。電波妨害機は 1 台で広い領域に影響を及ぼすことができます。2013 年には、ニュージャージー州の有料道路を走行していた 1 台のピックアップトラックが、ニューアーク空港で試験中だった GPS ベースの着陸システムに危険な混信をもたらしました¹⁰。

同じように、近くのラジオ放送装置といった他の信号源がまったく偶然に車載システムに干渉することがあります。

高度なハッキングとなりすまし: 昨年、ネバダ州で開催された DEF CON 23 カンファレンスの会場で、特に GPS の専門家ではない 2 人の中国人セキュリティ研究者が、市販されている安価な部品とオープンソースコードとを使ってスマートフォン、ドローン、カーナビの GPS レシーバを制御して、出席者を仰天させました¹¹。

これは決して遠い未来の脅威ではありません。V2X 通信を悪用すれば、ハッカーは車載システムに直接侵入できます。しかもそのための技術、ノウハウは今や広く入手可能です。こうしたシステムの自動化が進めば進むほど、損壊や窃盗の可能性、さらには搭乗者が故意に危険にさらされる可能性も高まります。

10) <http://www.cnet.com/uk/news/truck-driver-has-gps-jammer-accidentally-jams-newark-airport/>

11) https://www.youtube.com/watch?v=jwJKMti_aw0

自動車業界は V2X システムをどのように試験すべきなのか？

車両の試験・QA の根本的転換がコネクテッドカーに必要なわけ

コンシューマレベルでのなりすまし: 大規模な窃盗を行ったり生命を危険にさらしたりするつもりはなくても、にせの V2X 信号を拡散し、その信号が抑制されなければ、良心を欠いた一般人にとって便益を得られる多くの可能性が瞬時に開けるかもしれません。にせの事故情報を流して交通の流れを変えれば特定のルート of 交通量を減らせるかもしれませんし、あるいは、緊急車両のサインを複製して優先的な通行権を得ることも可能かもしれません。

自動車業界は一丸となって、そうしたにせの信号を見つけ出して排除できるシステムを開発する必要があります。

多くの自動車試験エンジニアにとって、この種の不安はまったく未踏の領域です。進化し続ける複合的な脅威の常に先を行くためには、新たな作業方法が必要です。しかし、車のコネクテッド化が進むほど、そして V2X 通信が車の操縦の中核を成すようになるほど、サイバー攻撃は、可能性という段階を通り越して必然にまで発展します。

このリスクを減らすため、V2X システムには、堅牢性や信頼性、および攻撃を受けていることを認識できる機能が求められ、そうした機能を試験することも必要になります。

どの自動車メーカーも、拡散したセキュリティエクスプロイトの犠牲者第 1 号として評判を汚したくはありません。そのため、V2X の試験装置には、現在および将来の脅威の出現を再現できるだけの柔軟性が欠かせません。設定可能な GUI ベースのエミュレータがあれば、必要な制御が実施できます。

V2X の試験の枠組みに必要な、さらに 3 つの要件

ここまでは、V2X に関する 3 つの大まかな試験目標を達成するための方法を示してきましたが、それに加えて、こうした試験の実行方法を明確にするのに役立つ要件がさらに 3 つあります。

要件 1: コスト効率

V2X システムは、使用中に数え切れないほど多岐にわたる難題に直面すおそれがあります。それを考えると、現場で適切な試験を行うためのコストは、燃料費、メンテナンスコスト、エンジニアの person 費だけでも、おそらく莫大な額になります。さらに、世界中のさまざまな場所向けの試験をすとなれば、そのコストは何倍にも増えます。したがって開発者は、予算内でどこまで試験すれば十分なのかを明らかにするという課題に直面しています。

試験体制のコスト効率が高くなればなるほど、予算に余裕が生まれ、試験範囲を拡げることができるようになります。それによってさらに、性能の微調整が図れるようになり、現在起きている問題から消費者を守ることができるようになります。

要件 2: 柔軟性

V2X システムは、人工衛星の信号から、車載センサ、WiFi、ネットワークに至るまで、たくさんの技術で成り立っています。したがって、効率を上げるためには、さまざまな素子に単独でも組み合わせでも対応できるだけの柔軟性が、試験ソリューションに必要です。

要件 3: 長期的な順応性

V2X そしてコネクテッドカー全体を取り巻く技術環境は、動きが激しく、瞬時に変化する可能性があります。現在比較的明らかになっている領域(例えば、物理層としては携帯電話網よりも WiFi のほうが好ましいことなど)がある一方で、新たな手法、機能、技術的可能性が現れることも考えられます。オンボードユニット(OBU)やロードサイドユニット(RSU)の数と種類も、急速に増える可能性があります。

したがって、環境の変化を反映して調整および更新できる試験ソリューションが自動車業界には必要です。

V2X の試験方法: 実験室での試験 vs 現場での試験

現場を実際に走行しながら行う試験は、どのような自動車システムを開発する場合も常に重要な部分を占めていますが、実験室での試験にも不可欠な役割があります。両者の利点が、互いを補い合っています。

実験室での V2X 試験

実験室で試験するときは、シミュレートした信号情報またはあらかじめ記録しておいた信号情報のどちらかを使って、システムの挙動の評価と比較を行うことができます。実験室での試験の利点を下に示します。

正確性	スピード、方向、タイミング、位置などのパラメータが確実に把握できるうえ、そうしたパラメータが人(通常は運転者)によるミスや解釈に影響されません。例えばブレーキングや加速を正確なタイミングで精密に再現することも、かなり容易に実施できます。そのため、既知の「真」のデータを基にして相当に細かな分析と比較が行えます。
再現性	現場では、まったく同じ試験走行を2回繰り返すことはできません。たとえ車両の動的位置が再現できたとしても、大気の状態や人工衛星の位置といった他の要素は絶えず変化していますから、本当の意味での同一条件下の比較は不可能です。実験室でのシミュレーションなら、制御された既知の諸条件を思いのままに何度でも繰り返すことができますので、反復試験で修正と改善を重ねることが可能です。
コスト&時間の効率	V2X の試験に考えられる組み合わせは、ほぼ無限です。そのため、現場で試験を行おうとすると、燃料、メンテナンス、エンジニアの労働、移動のための費用がかさみます。実験室での試験なら、場所やテストケースを1件増やしても、追加でかかるコストはわずかです。しかも試験プログラムをあらかじめ定義しておいて自動化することが可能ですので、夜間に実行することも、エンジニアの他の作業と並行して実行することもできます。
汎用性	実験室での試験は、製品のライフサイクルのどの段階でも実施できます。すなわち、部品の比較、選定といった初期の段階(短時間で反復できれば開発期間の短縮が可能)から、統合、HiL 試験、場合によっては保証に関わる障害の再現に至るまで、すべての段階で可能です。現場で試験を始める前に、システムの信頼性を上げておく手段として、実験室での試験を利用することも可能です。
安全性	実験室での試験なら、人も資産も危険にさらすことなく、安全性が最重視される機能を限界まで試すことが可能です。例えば、高速走行している車両を使って交叉点衝突危険警告(ICRW)システムの試験をする場合は、たとえ同システムが機能しなくても、運転者が危険にさらされることはありません。

しかし、実験室での試験は孤立した状態で行うわけですから、これで十分と考えることはできないでしょう。障害の種類によっては、エンジニアが当該状況のシミュレーションを選択しない限り絶対に発生しないものもありますし、実際の一部の機能や障害状態は、実験室では正確に再現すらできない場合もあります。

自動車業界は V2X システムをどのように試験すべきなのか？

車両の試験・QA の根本的転換がコネクテッドカーに必要なわけ

現場での V2X 通信の試験

自動車システムが機能するかどうかを証明するためには、実際の走行試験が必要です。しかし、それは時間と費用がかかるうえ、正確性を欠きます。システム障害には危険の伴うことがあり、繰り返し実行することが困難です。その理由は、相当早い段階でテストスロットが組まれること、そしてまったく同じテスト走行を再現するのが難しいことにあります。そのため障害状態がなかなか再現できません。

しかし現場での実際の試験には、2つの大きな利点があります。

現実感	試験は、エンドユーザの実際の体験を再現するユースケースを基本とします。そのため、実際の使用時にシステムの挙動をエンジニアがかなり正確に把握することができますので、満足度を向上し、最終製品の成功を確信できる効果があります。
予測不能性	実験室で行う試験の大半は、エンジニアが作り出した世界しか反映しません。したがってその範囲は、明確に定義され計画されています。現場での試験は、それとは逆に、ありとあらゆる事態に遭遇する可能性があります。そのため、計画的なシミュレーションには含まれない想定外の現実世界の要素が引き起こす問題を見つげられる範囲が広がります。

実験室と現場とのギャップの拡大

いつまで両方の利点を利用できるか

実験室と現場での試験はどちらも、V2X の今後の開発に重要な役割を演じます。安全で堅牢でコスト効率の高い方法でイノベーションを推進するために、業界は両者を最大限に活用する必要があります。

しかし、関連技術の高度化と多様化が進むにつれ、実験室と現場とのギャップは広がっています。内外からコネクテッドカーに及ぶ作用を実験室の環境で作り出すことはますます困難になっています。つまり、実験室と現場とを有効に結びつけること、そしてそれぞれの強みを活かすことが難しくなっているのです。

実験室の試験装置に今以上に高度なシミュレーションをうまく統合し、現場の試験条件を、制御された状態でもっと精密かつ正確に実験室環境で再現することが、早急に求められています。

協力して作った試験ソリューション

真の柔軟性と堅牢性を備えた V2X 試験を実現するためには、試験設定において、場所、信号環境、さまざまなレベルの干渉、無線通信、CAN バス通信のすべてを、ユーザが定義したとおりの迅速で柔軟なパッケージとして、正確にシミュレーションすることが必要です。

簡単に言うと、V2X の試験の枠組みに必要な機能と柔軟性とを兼ね備えたシステムは、それに近いものすら、1 つとして市場に存在しません。そこで Spirent は TATA と手を組んで独自の V2X エミュレータを作り上げました。

このエミュレータでは、各種デバイスが現場で直面するであろう重要な条件を正確に再現した仮想環境の中で、V2X の各要素(OBU および RSU)の動的挙動を試験することができます。

あらかじめ設定してある V2X セーフティアプリケーションの試験シナリオが選べるほか、試験を展開する地理的位置も選べますので、世界中のあらゆる場所での試験が自由にシミュレートできます。性能指標、合格基準、存在する車両台数などの重要パラメータもユーザが思いどおりに設定できます。

重要なのは、このエミュレータではソフトウェアとハードウェアのシミュレーションの組み合わせができるという点です。それにより、総合的な仮想現場試験環境が作り出せます。DUT は、確立されたセーフティアプリケーションを試行しながら、実際の信号を使ってバーチャルカーと周囲環境とを相手に通信を行います。

すべての車両が、Spirent GNSS シミュレータから送られてくる詳細で現実的な位置データを受信します。あるいは、Spirent 製 GSS6450 などのポータブル記録・再生デバイスを使って、現場での試験中に詳細な V2X 通信のデータを作成しておき、あとで、制御された実験室の試験条件下でそのデータを際限なく再利用することができます。

こうした反復作業が可能であるため、統計学的に見て代表的な、詳細な試験シナリオを自由に設計できます。例えば、緊急電子ブレーキライト (EEBL) メッセージの伝送試験を行うときには、速度も環境もさまざまに異なる条件下での遅延 (メッセージの到達に要する時間) について考慮できるだけでなく、強制リブレーキ作動などのメッセージを発動する基準値が、誤検出を避ける許容設計範囲内に入っているかどうかについても、考慮することが可能です。

また、さまざまな通信チャンネルにフェージングモデルを動的に適用するオプションもあります。それにより、車両がその仮想試験ルートを走行している最中に、現実の世界で遭遇するであろう変化に富んだ現実世界の障害 (天候、マルチパス損失、反射、物理的障害物など) を正確に反映することが可能です。例えば、交叉点に車両が近づいたときに定義ルート上に高層ビルが出現した場合、Spirent の VR5 チャンネルエミュレータは状況に即して動的に電波チャンネルを減衰させることができます。

V2X シミュレーション環境

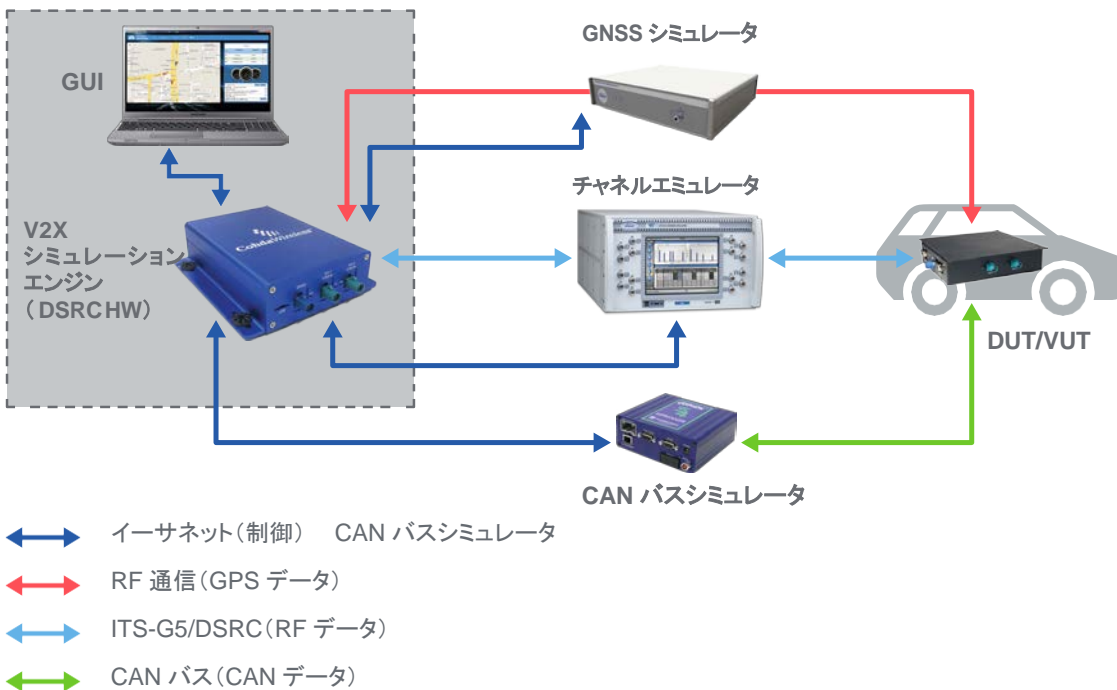


図 3 Spirent/Tata Elxsi V2X エミュレータ試験ソリューション

PC を利用した高度な制御環境

試験の実施やパラメータをきわめて柔軟に制御できます。

Spirent GNSS シミュレータ

時間情報と位置情報を提供します。

VR5 チャンネルエミュレータ

セーフティアプリケーションのシナリオで複数の OBU デバイスまたは RSU デバイスをエミュレートします。

Codha MK5 V2X 無線デバイス

V2X の無線信号を送受信します。

CAN バスシミュレータ

車内ネットワークメッセージの再現と監視を行い、遅延をチェックします。

自動車業界は V2X システムをどのように試験すべきなのか？

車両の試験・QA の根本的転換がコネクテッドカーに必要なわけ

Spirent について

Spirent は、検証、評価、解析、デバイスインテリジェンスソリューションのリーディングプロバイダです。当社では、ネットワーク、コネクテッドデバイス、通信サービスの各事業者に対し、素晴らしいユーザ エクスペリエンスを提供するための支援を行っています。Spirent は、サービスプロバイダネットワークやエンタープライズデータセンタから、モバイル通信、コネクテッドカーにいたるまで、もっと速く、もっと快適で、もっと安全な世界のコミュニケーションとコラボレーションの実現に寄与すべく、さまざまなリーディングイノベータとともに取り組んでいます。

当社の WAVE-DSRC または ITS 装置向けの適合試験スイートについて詳しくは、以下の URL にアクセスしてください。

<https://www.spirent.com/Products/TTworkbench/TTsuites/WAVE-DSRC>

<https://www.spirent.com/Products/TTworkbench/TTsuites/ITS>

まとめ

定着した既存の土台に新たなアプローチを築く V2X、ADAS、自動化システムの融合が進む中、自動車の試験エンジニアは、相互運用性やサイバーセキュリティに代表される、今までに経験したことのない数多くの課題に直面しています。

そうではあっても、全体的な前提はこれまでと変わらず、車両とその部品が安全性の高い最良のエクスペリエンスを運転者に提供できることを確認するための、確実かつ堅牢でコスト効率の高い方法を見つけ出すことにあります。

同じように、次世代型コネクテッドカーを試験するためのソリューションも、実績のある方法と技術を基盤にして築くべきです。そうした手法を革新的な方法で統合することによって、適切な試験をコスト効率良く短時間で実行するのに必要な、適合性のある柔軟な解決策を見つけることが可能になります。

Spirent のエンジニアは長年、自動車、エンジニアリング、システムの分野で世界有数の多くの試験チームと手を携えて、急速なイノベーションを実現しながらも安定した結果の出せる技術的ソリューション、プロセス、サポートを開発してきました。当社の既存のコネクテッドカー向け 適合試験ソリューション に新たに加わった、共同開発の V2X エミュレータも、そうした取り組みを示すほんの一例にすぎません。

このプロセスは目下進行中ですので、V2X システムの開発、試験に携わっている方々のお声はたいへん参考になります。皆さんが抱えている課題をお聞ききして、当社の経験をシェアし、最も必要なことを見つけていきたいと思っています。V2X について詳しくは、<http://www.toyo.co.jp/ict/products/detail/V2Xemulator.html> にアクセスしてください。

株式会社 東陽テクニカ 情報通信システムソリューション部

〒103-8284 東京都中央区八重洲 1-1-6
TEL.03-3245-1250(直通) FAX.03-3246-0645 E-Mail : automotive-ict@toyo.co.jp

www.toyo.co.jp/ict/automotive/

大阪支店 〒532-0003	大阪府大阪市淀川区宮原 1-6-1(新大阪ブリックビル)	TEL.06-6399-9771	FAX.06-6399-9781
名古屋営業所 〒465-0095	愛知県名古屋市中東区高社 1-263(一社中央ビル)	TEL.052-772-2971	FAX.052-776-2559
宇都宮営業所 〒321-0953	栃木県宇都宮市東宿郷 2-4-3(宇都宮大塚ビル)	TEL.028-678-9117	FAX.028-638-5380
電子技術センター 〒103-8284	東京都中央区八重洲 1-1-6	TEL.03-3279-0771	FAX.03-3246-0645
テクノロジーインターフェースセンター 〒103-0021	東京都中央区日本橋本石町 1-1-2	TEL.03-3279-0771	FAX.03-3246-0645



JQA-EM4908



JQA-QM8795

電子技術センター