

2011年8月

ドライバ評価手法検討部門委員会

1. はじめに

安全で快適な運転の実現を目指して、それを使う人間（ドライバ）の特性を踏まえた自動車開発が不可欠である。技術会議では、自動車を使うドライバ特性の調査研究に取り組む4つの部門委員会が「人間工学領域特設委員会」を構成して活動を進めている。その中で「ドライバ評価手法検討部門委員会」は、主にドライバの感覚・認知に関する領域において、自動車の各種システム開発に必要な人間の基礎特性、そのシステム応用、さらには開発システムの有効性検討に至るまでの幅広い研究開発フェーズを検討対象としている（図1）。

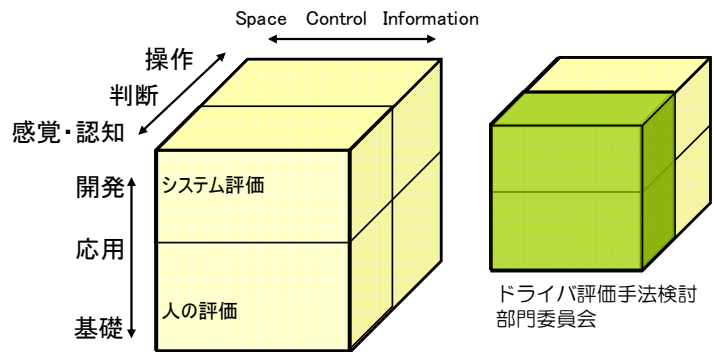


図1 ドライバ評価手法検討部門委員会の位置づけ

ここでのドライバ評価とは、道路環境、交通状況、システム等のドライバへの外的入力と、ドライバからの出力である反応（行動的、生理的、心理的）の関係を調べることによって、ドライバの特性を評価・理解する研究フレームのことを指している（図2）。

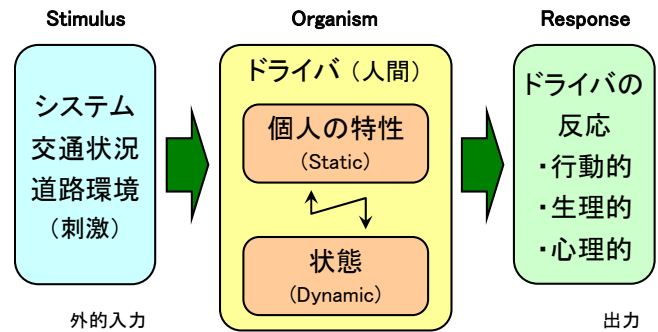


図2 ドライバ評価の研究フレーム

2. 安全・快適な運転のためのドライバ評価

自動車の性能・仕様とドライバが関わり合う部分は多岐に渡る。安全・快適な運転を目指して、従来、前述の感覚・認知を主としたドライバ評価の領域においては、例えば視界や表示器類等の視認性に関する視覚認知特性、警告音等に関する聴覚特性、操縦・走行性能に関して加速度や回転運動といった運動の知覚特性、カーナビゲーション等の車載情報機器使用時の認知情報処理、コントロールスイッチ類の理解性（アフォーダンス等）、シートや車室内振動による疲労といったドライバ特性が対象となっていた。そして、それらのドライバ特性の評価は自動車の性能改善や仕様策定に活用されてきた。

さらに近年、自動車事故の低減や運転負担の軽減に向けて、運転支援システムの研究開発が進められている。従来、自動車運転ではドライバにプライオリティがあるという考えの下、ドライバの主体的運転を支援するためのシステム（ABS、ブレーキアシスト等）に取り組まれてきた。一方で、将来に向けて、自動化・システム化の流れや走行そのものを支援する流れも見られるようになっており、走行全般に渡りシステムが制御介入してくるケースも想定されている。これらを見たとき、主体的運転の支援のためのドライバ評価に

ドライバ特性を踏まえた支援システムには何が必要か？

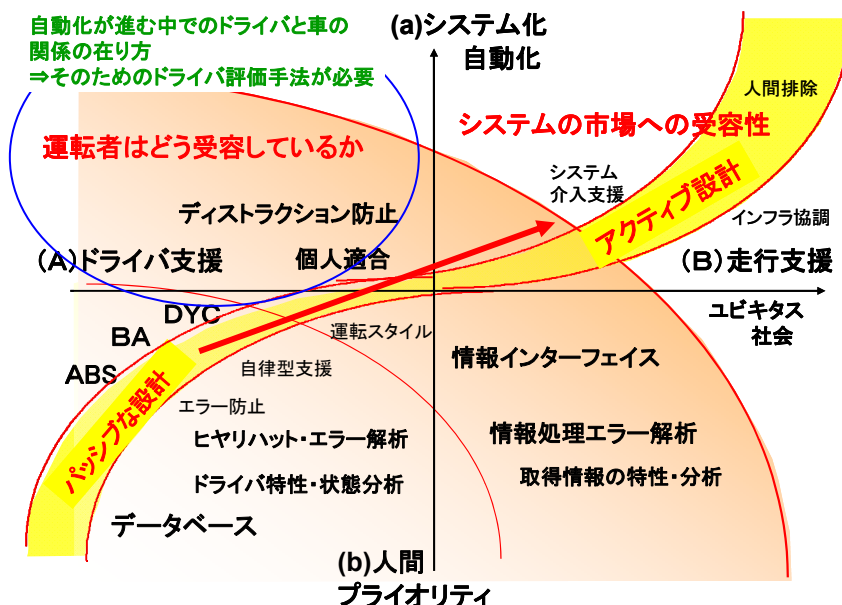


図3 将来の運転支援に向けたドライバ評価の課題

加えて、自動化が進む中でドライバと車の関係の在り方を明らかにするためのドライバ評価が今後の重要な課題になると考えられる（図3）。

ここで示したように、安全・快適な運転の実現に向けてドライバ評価は過去から将来に渡り重要な役割を持つ。そして、自動車の特定の機能やシステムを直接的に実現するための技術ではなく、それらの技術開発（仕様策定や性能改善等）をドライバ特性の評価という面で支えるものであり基盤技術と位置づけられる。以上を踏まえると、ドライバ評価領域の長期的ビジョン（今後10年）を構築するにあたり、自動車の技術開発において人間研究の貢献が期待される将来課題を整理し、その課題解決におけるドライバ評価上の研究課題とロードマップを検討していくことが最適と考えられる。将来課題の整理にあたっては、一般的に言われる社会動向はもとより、過去の技術研究の蓄積（シーズ）が将来の技術の流れにつながっていくと考えて、これまでのトレンドに基づく整理とした。

### 3. 自動車における人間工学研究のトレンドと将来課題への発展

省庁・外郭団体および学術面（主に自動車技術会とその周辺）を対象に、自動車の人間工学研究に関係するプロジェクトや研究トレンドの概略を過去20年に渡り振り返った（図4）。これに基づいて類似の項目をまとめて意味・内容を検討したところ、以下に示す5つの大きな研究の流れに括ることができると考えた。そして、社会動向も考慮して、その流れの延長上に「人間研究の貢献が期待される自動車の将来課題」を設定した（表1）。

#### (A) 人の属性や感性・価値への適合

主に、経済産業省のデザイン・人間生活システム政策（現在の呼称）に関わる部分である。この政策では工業製品の人間感覚適合、行動適合、高齢化対応といった取り組みを進めてきたが、近年、工業製品のコモディティ化が進んで価格競争となることを回避する政策を推進している。その一環として、関連の独立行政法人である産業技術総合研究所では、人の生活特性や生活価値観に適合した製品・サービス設計（サービス工学）の研究に取り組んでいる。自動車でも新興国を中心に低価格化が進みつつあることを考えると、将来、

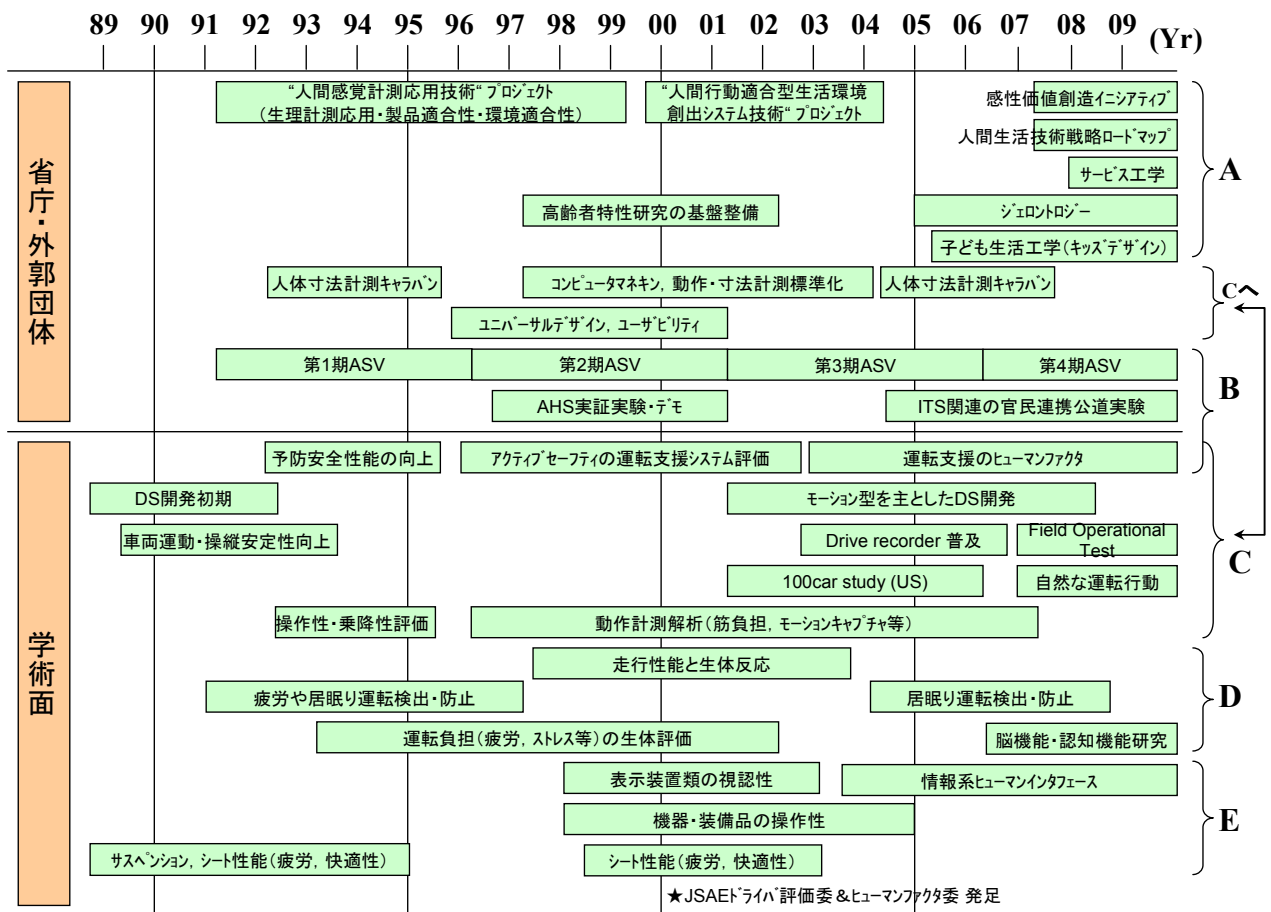


図 4 自動車の人間工学研究に関するプロジェクトや研究トレンドの概略

表 1 人間研究の貢献が期待される自動車の将来課題

人間研究の貢献が期待される将来課題	人間研究を応用した実現イメージ
<b>A:</b> 脱コモディティ	人の価値観や生活の特性に適合した自動車機能の設計
<b>B:</b> ASV/安全運転支援	ドライバーのリスク認知/判断に適合した警報/注意喚起システム
<b>C:</b> 認知・行動シミュレーション/モデルベース	ドライバーの認知/行動特性を織り込んだシミュレーションによる設計/効果予測
<b>D:</b> ドライバ状態センシング	生理/外観量の信号検出によるドライバーの内的状態の推定
<b>E:</b> 情報統合化HMI	五感の入力/出力特性に適合したコックピット情報提示系/入力操作系
<b>新しい流れ:</b> 環境/電動化/グリッド化	環境負荷低減行動への誘導によるエネルギー・マネジメント

自動車でもコモディティ化からの脱却が課題になると予想される。「脱コモディティ」に向けて、人の価値観や生活の特性に適合した自動車機能の設計を可能にする体系的な設計論が必要になると考えられる。

(B) 予防安全システムへの応用

当初、先進安全自動車 (ASV) のプロジェクトではシステムとして成立させるための技術開発が主体であったが、次第に、システムの機能設計や有効性・受容性評価のためにド

ライバ側からの研究が増えてきた。そして、ASVに限らず、近年ではITS関連のシステムの有効性・受容性を評価する公道実証実験が行われるようになってきた。事故低減に向けて今後も「ASV/安全運転支援」の流れは確実に継続し、システムの実用化や普及に伴って、安全運転支援があることによるリスク補償の行動やシステムへの過信・依存といった問題が次第に顕在化して焦点が当てられていくと考えられる。

#### (C) シミュレーション環境の構築と活用

これまでドライバ評価に活用されてきた代表的な仮想環境はドライビング・シミュレータ(DS)と言える。アクティブ・セーフティの運転支援システム評価や危険を伴う実験(居眠り運転)等で用いられてきた。一方でドライバ評価から拡張して考えてみると、人体の形態・動態特性への適合性を設計段階でシミュレーション検討できるコンピュータ・マネキンの取り組みがあり(JackやRAMSIS等の市販マネキンもある)、マネキン開発のためには人体寸法計測や動作計測による実データと人間モデルが必要となる。このような流れに続き、運転支援システムの効果予測等を目的としたシミュレーションが現れつつある。運転支援に関わる認知・行動特性をシミュレーションできるようにするには、形態・動態の事例と同様に、DSや実車(特にフィールド)でのデータ収集と認知・行動モデル構築が不可欠となる。今後、DSや行動計測の研究の流れは「認知・行動シミュレーション/モデルベース」という設計・開発手法へと発展していくものと考えられる。

#### (D) ドライバ状態の評価

従来、疲労や居眠りに伴う危険な運転の防止や、自動車の各種性能やシステム等の評価のため、ドライバの疲労や覚醒水準、精神的負担を生体反応から評価する取り組みが行われてきた。特に前者については、車両挙動・運転操作や外観量からのセンシングや、それらと生体反応との対応づけも行われてきた。近年、計測技術そのものの高度化や計測データの統合化が進展し、自動車運転に関わる脳機能や脳内の認知情報処理の研究にも踏み込んでいる。これらの取り組みは、ドライバの状態に応じて運転支援や制御の方法を変える(状態に適合させる)という形や、ドライバの意図を推定して支援や制御に反映させるという形への発展が見込まれる。将来的に「ドライバ状態センシング」の課題には継続的な取り組みが必要と考えられる。

#### (E) コックピットのヒューマン・マシン・インタフェース(HMI)への応用

表示器類の読みやすさ、コントロールスイッチ類の使いやすさ等の実現に向けて、人間特性評価に基づく設計や機器評価に基づく改善が行われてきた。カーナビゲーションやモバイル・ネットワーク機器等の車載情報機器が普及し、今後は安全運転支援のための注意喚起・情報提供システムの開発が加速することから、多機能と分かりやすさ(情報提示方法、操作入力方法とも)を両立する取り組みが求められる。そのためには、ドライバの認知特性に基づいて車内で提供される多くの情報を適切にコントロールする「情報統合化HMI」の実現が課題と考えられる。

さらに、これまで自動車の人間工学研究には見られなかった流れとして、環境技術開発への応用が新たに現れつつある。現在、省燃費運転に誘導するための経路誘導や情報提示の研究が見られる。今後、自動車の電動化やグリッド化(住宅や地域社会のネットワークの中に車が組み込まれる)の流れの中で、各人の運転特性や生活の中での車の使われ方も考慮しながら総合的なエネルギー・マネジメントを行うようになっていくと考えられ、「環境/電

動化／グリッド化」という将来課題の中でドライバ特性の評価が貢献できる部分は大きいことが予測される。

#### 4. 各将来課題におけるドライバ評価の研究課題とロードマップ

前述の検討から導いた将来課題と、人間研究を応用した実現イメージに基づいて、短期（3年）、中期（5年）、長期（10年）というおよその区切りを意識しながらそれぞれの研究課題を検討した（図5）。

##### (1) 脱コモディティ

人の価値観や生活の特性を明らかにするには、その基礎データとして日々の運転行動や生活行動の計測・蓄積が必要である。サービス工学のアプローチに倣うなら、大量のフィールドデータに基づいて価値観や生活特性を評価し、自動車機能の利用実態の間のルールを導出（モデル化）してそれを自動車の機能設計に反映していく。一方、価値観や生活特性が分かると、それらに応じた制御（すなわち何らかの運転行動への誘導）も可能になる。そのためには、ドライバの多様性を簡便に評価できる指標が必要と考えられる。

##### (2) 環境／電動化／グリッド化

電動化・グリッド化の中で運転特性や生活特性に基づいたエネルギー・マネジメントへ進展するという展望は、この課題がいずれは「脱コモディティ」と融合することを示唆す

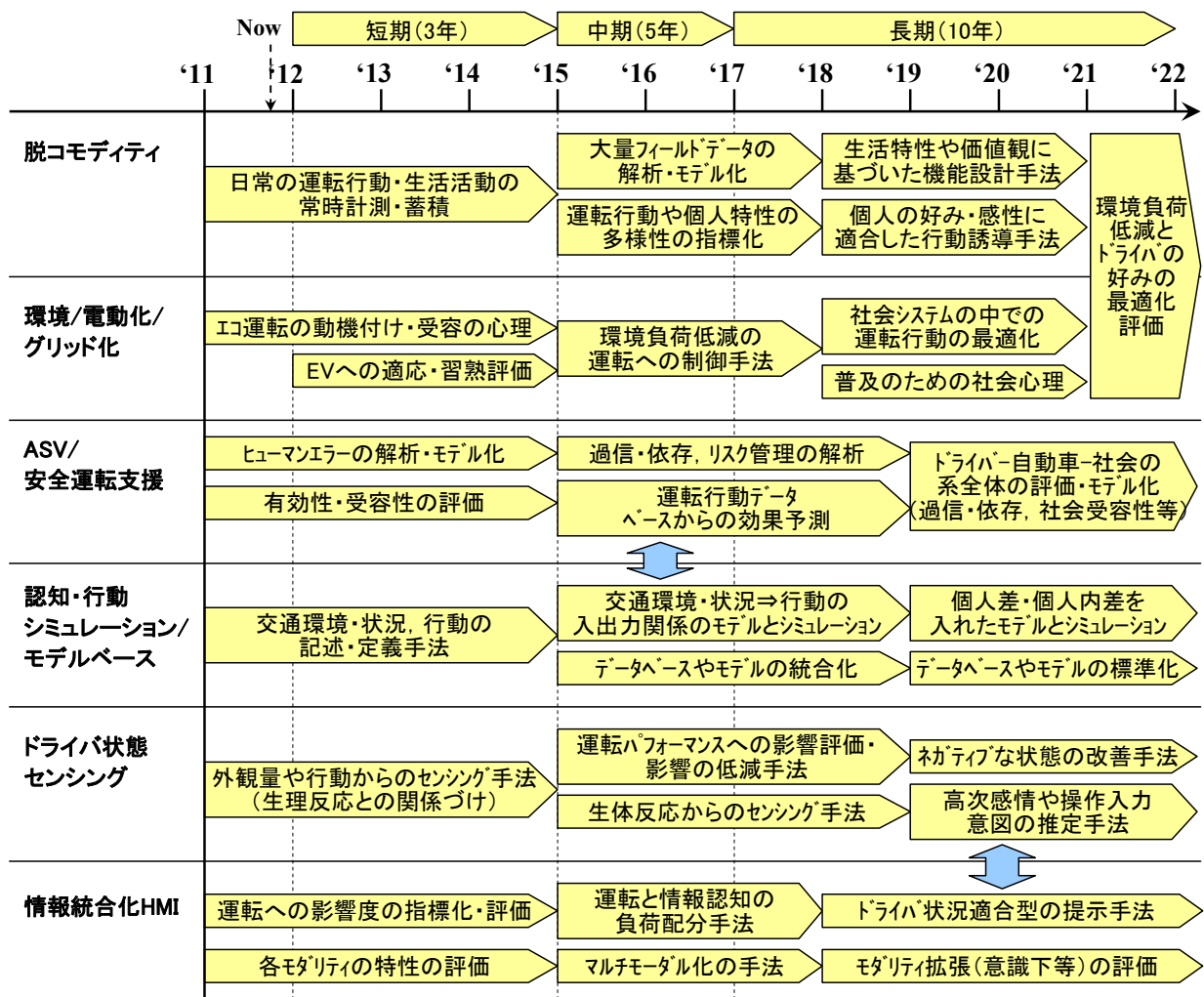


図5 ドライバ評価の研究課題とロードマップ

る。特に、環境配慮の取り組みが重要であると一般的に認識されていても、その具体的な行動は個人の価値観によって様々であり、動機付けや受容の個々人の心理を評価・解明し、車両制御に応用することが望まれる。そして、それを社会全体の視点（つまり車群や交通流、ドライバ特性の地域性等）へ拡張し、運転行動の最適化や普及・受容方策の検討を行うことが期待される。

### (3) ASV／安全運転支援

システム実用化に向けた取り組みが加速しており、短期的には、DS や公道実証実験による有効性・受容性評価とシステム改善が課題と考えられる。さらに、「認知・行動シミュレーション／モデルベース」の課題でモデル化やシミュレーションのための運転行動蓄積が進むと、行動データベースを応用して支援の効果予測が可能になる。一方、システム設計のためのドライバ特性評価については、短期的にはヒヤリハット等のヒューマンエラーが、中長期的には普及に伴ってリスク補償行動や過信・依存が課題になると考えられる。そして、ドライバと自動車と交通社会という全体の関係を最適化することで事故低減が進むと予想され、そのためにはドライバ同士の相互作用や群としての行動、さらにはその背景にある集団の心理等、新たな観点のドライバ特性評価やモデル化が課題となる。

### (4) 認知・行動シミュレーション／モデルベース

シミュレーションのためにはドライバへの外的入力と出力（反応）の関係（すなわちモデル）を明確にする必要がある。特にこれまで、外的入力の定義や記述方法に関する研究は十分でなく、今後の課題として取り組みが期待される。そして、ドライバの入出力関係を大括りで検討できるようになった後には、他の研究課題でも見られるように個人の嗜好や状況の違いに対しても適用していく必要があり、個人差・個人内差を表現できるシミュレーションへの対応が求められる。一方で、元となる運転行動データ（データベース）やモデルは日本の自動車業界の共通財産として整備し、広く活用される方が効率的であり、そのための仕組み作り（統合化や標準化）が課題と考えられる。

### (5) ドライバ状態センシング

運転に悪影響を及ぼす状態の評価やセンシングに加えて、運転パフォーマンスの低下を防止するために運転支援のシステムの中へそれらを織り込んだり、さらにはドライバ状態を改善したりする方向へと応用が進むと予測される。一方で、センシング技術の高度化が進展したり、データ統合化により理解が深まったりすることで、生体反応や表情等から高次の感情や意図を推定する方向への発展が期待され、ドライバ状況適合型の情報統合化 HMI への応用が可能である。ともに、ドライバの状態を適切に評価できる手法や考え方が鍵であり、これまで以上に、諸計測データを統合して多面的に捉えていく取り組みも必要になると考えられる。

### (6) 情報統合化 HMI

多機能化が進むにつれて HMI からの情報認知や操作理解の負担が増え、運転に影響を及ぼさずに HMI を活用して利便性を高める配慮が求められる。そのため、HMI 使用の負荷（負担）と運転負荷（負担）との関係の評価できるようにすることで最適化したり、人間のモダリティの特性評価に基づいて HMI の機能設計を行ったりする取り組みが必要と考えられる。そして、状況適合型の動的な制御やモダリティの拡張等により、情報や操作を意識しなくても直感的に理解できる HMI への進化と、それに必要なドライバ特性の評価が期待さ

れる。

### 5. 将来に向けたドライバ評価の進化

各将来課題での研究課題をまとめると、ドライバ評価の進化について大きく2つの視点が浮かび上がる（図6）。

1つは、これまで「自動車の中のドライバ」を評価してきたが、自動車が使われる諸環境での適応性向上を目指して、将来的には「生活や社会システムの中のドライバ」の評価にまで、対象とする場面を拡大していくということである。

もう1つは、これまで外的入力に対する「ドライバの平均的な反応」を評価してきたが、支援システムや自動車諸機能の性能向上を目指して、将来的には「ドライバの多様性（個人差）を取り入れた評価」や「運転状況・ドライバ状態を取り入れた評価」へと拡大し、個人間や個人内の広がりに対応していくということである。究極的には個々人の個別状況・状態に応じた支援や制御が期待される。ここで、外的入力に対するドライバ反応を決める人間の内的要因には、ドライバの個人特性（スタティックな要因）とドライバ状態（ダイナミックな要因）が考えられる。仮説ではあるが、ドライバ状態がドライバ反応に及ぼす影響は個人特性に左右されると考えるなら、ドライバ特性の評価は、個人差を踏まえた上で個人内差を取り入れた評価へ進化するのではないかと推測される。

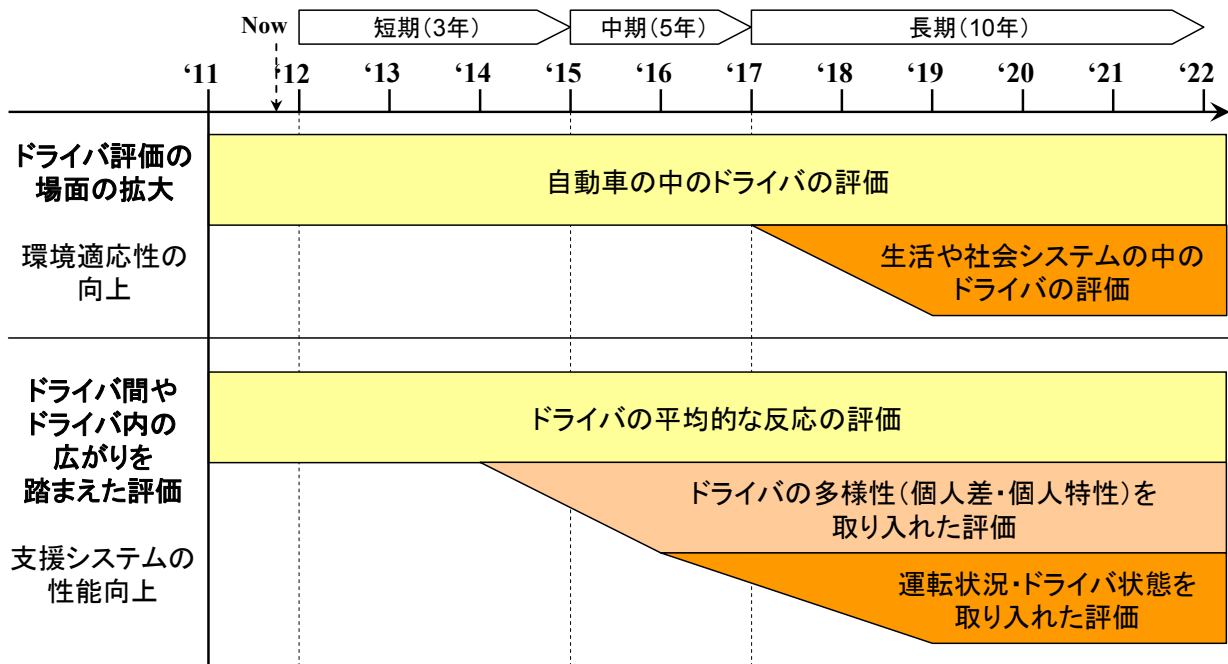


図6 将来に向けたドライバ評価の進化