



マツダ Driver Emergency Assist (DEA) システムの紹介

～MAZDA CO-PILOT CONCEPT 実現に向けて～

2024/06/07

国立情報学研究所 産官学連携セミナー：
「製造業の現場と自動運転の未来を支えるソフトウェア技術」

吉岡 透

マツダ株式会社 統合制御システム開発本部

自己紹介

吉岡 透(よしおか とおる)

所属：マツダ株式会社 統合制御システム開発本部

担当領域：

- 車両運動制御技術：スピン防止システム, GVC (G-Vectoring Control)
- 車両運動性能MBD：数理化が難しいと言われる性能領域
- 自動運転技術：MAZDA CO-PILOT CONCEPT

アジェンダ

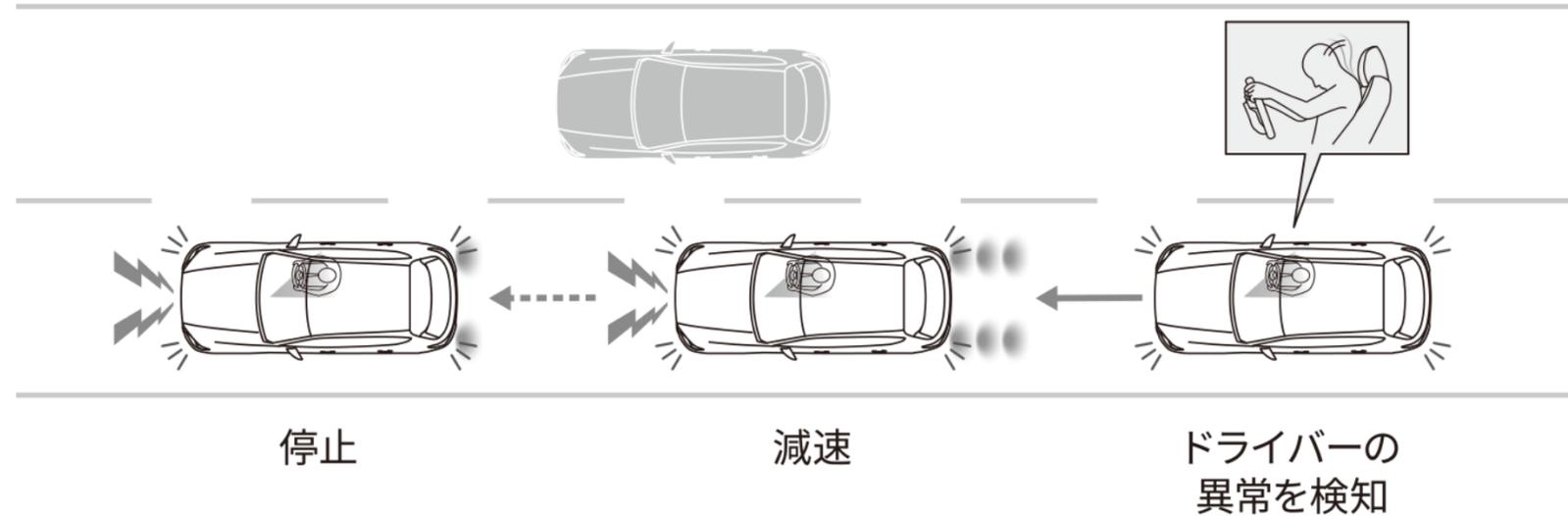
1. ドライバ異常時対応システム
2. MAZDA CO-PILOT CONCEPT
3. 今後の課題と期待

ドライバー異常時対応システム (DEA: Driver Emergency Assist) (2022)



CX-60

- 第55回市村賞 市村産業賞 功績賞
- 2022~2023 CAR TECHNOLOGY OF THE YEAR
JAHFA 日本自動車殿堂
カーテクノロジーオブザイヤー
- 「日経テクノロジー展望2023 世界を変える100の技術」

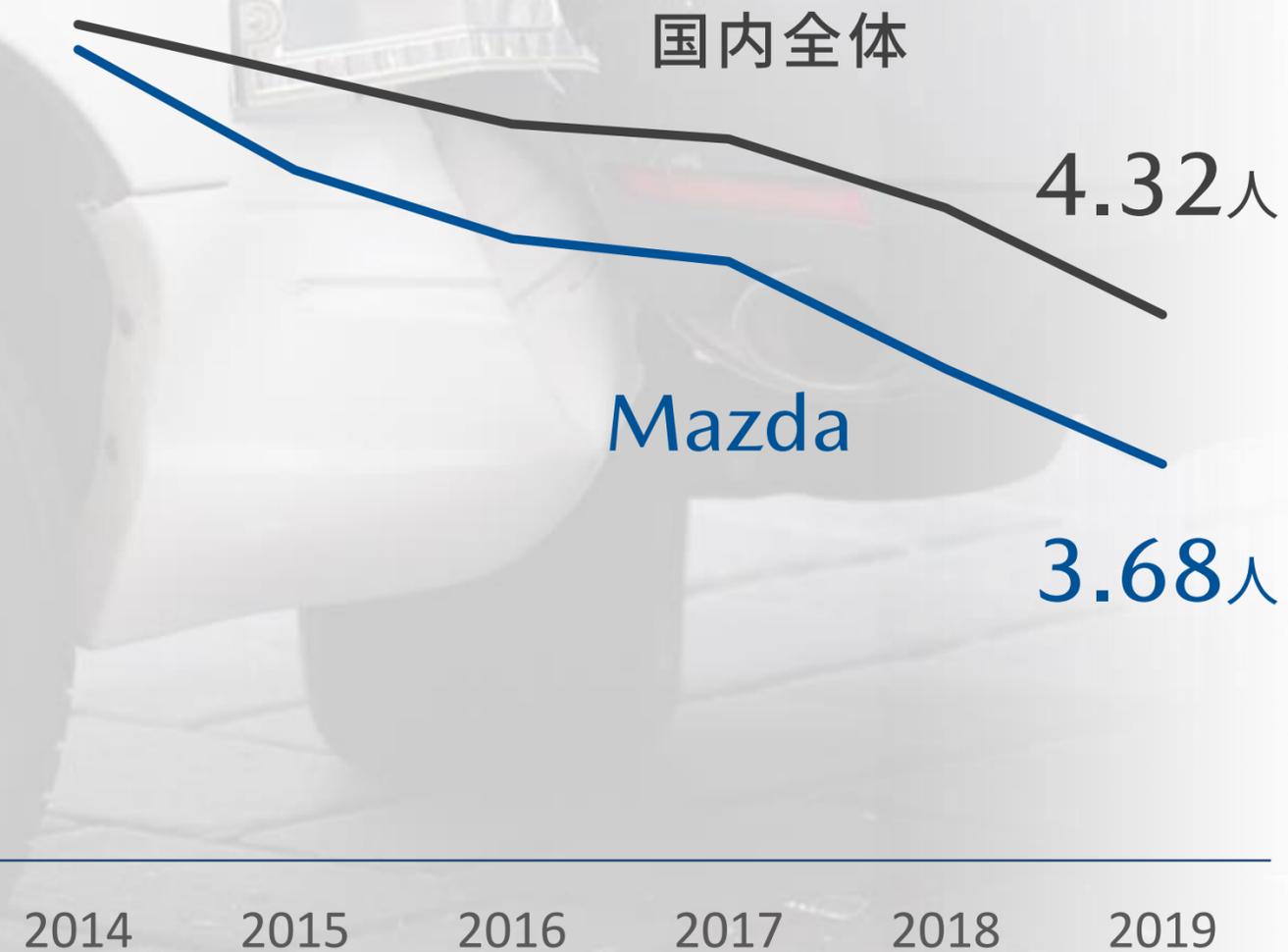


ドライバー・モニタリングと連動し、高速道路、自動車専用道路および一般道を問わず、運転者が急病などで運転の継続が困難になった場合に、車両を減速・停止させることで、事故の回避や被害の軽減を図ります。また、停車後はドア解錠やヘルプネット自動接続による緊急通報も行い、早期のドライバー救護・救命に寄与します。

MAZDA CO-PILOT CONCEPT：交通事故の現状（死亡重症傷者数）

保有台数1万台あたり死亡重症者数

※国内乗用車



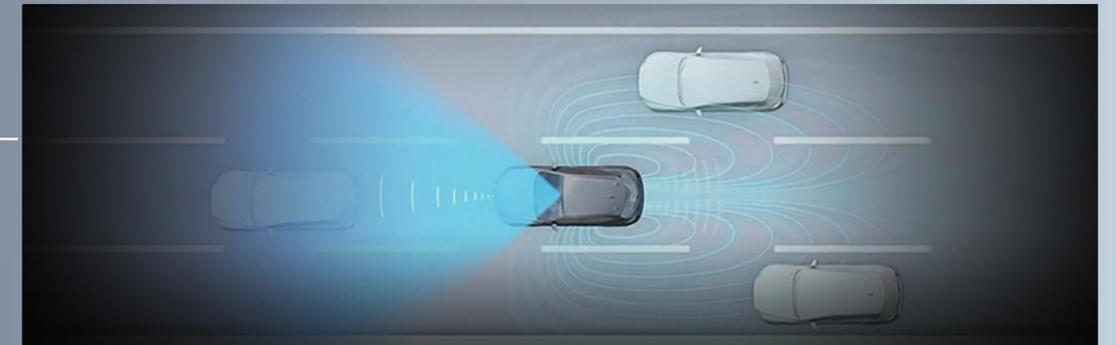
死亡重症事故件数は
業界全体で減少

MAZDA CO-PILOT CONCEPT: 交通事故の現状(交通事故を減らす対策)

クルマからの
アプローチ

2nd 先進安全技術

i-ACTIVSENSEによる
認知・判断サポート



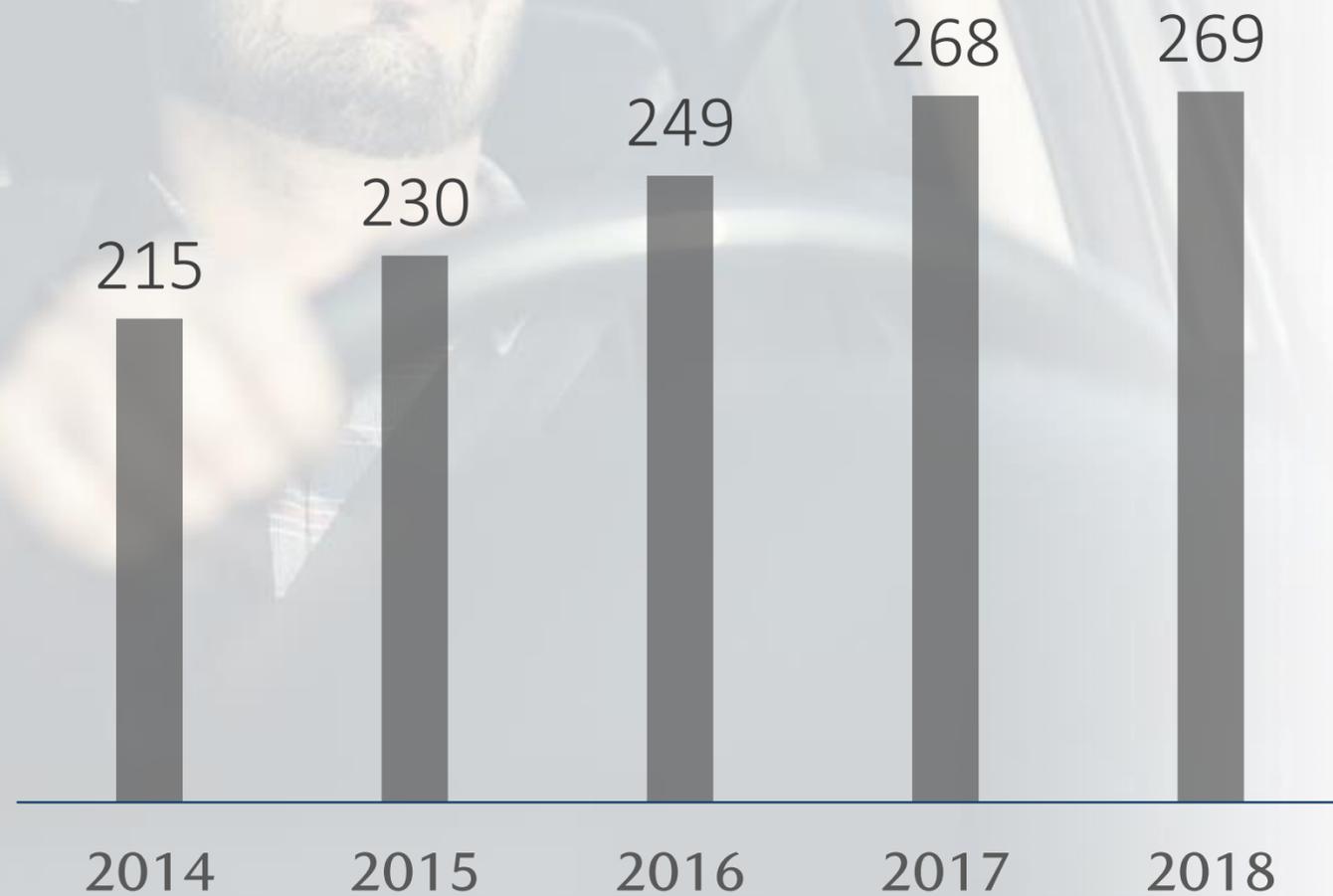
1st 基本安全技術

- 視界視認性
- ドライビングポジション
- 衝突安全技術 など



MAZDA CO-PILOT CONCEPT: 交通事故の現状(人の体調急変に伴う事故)

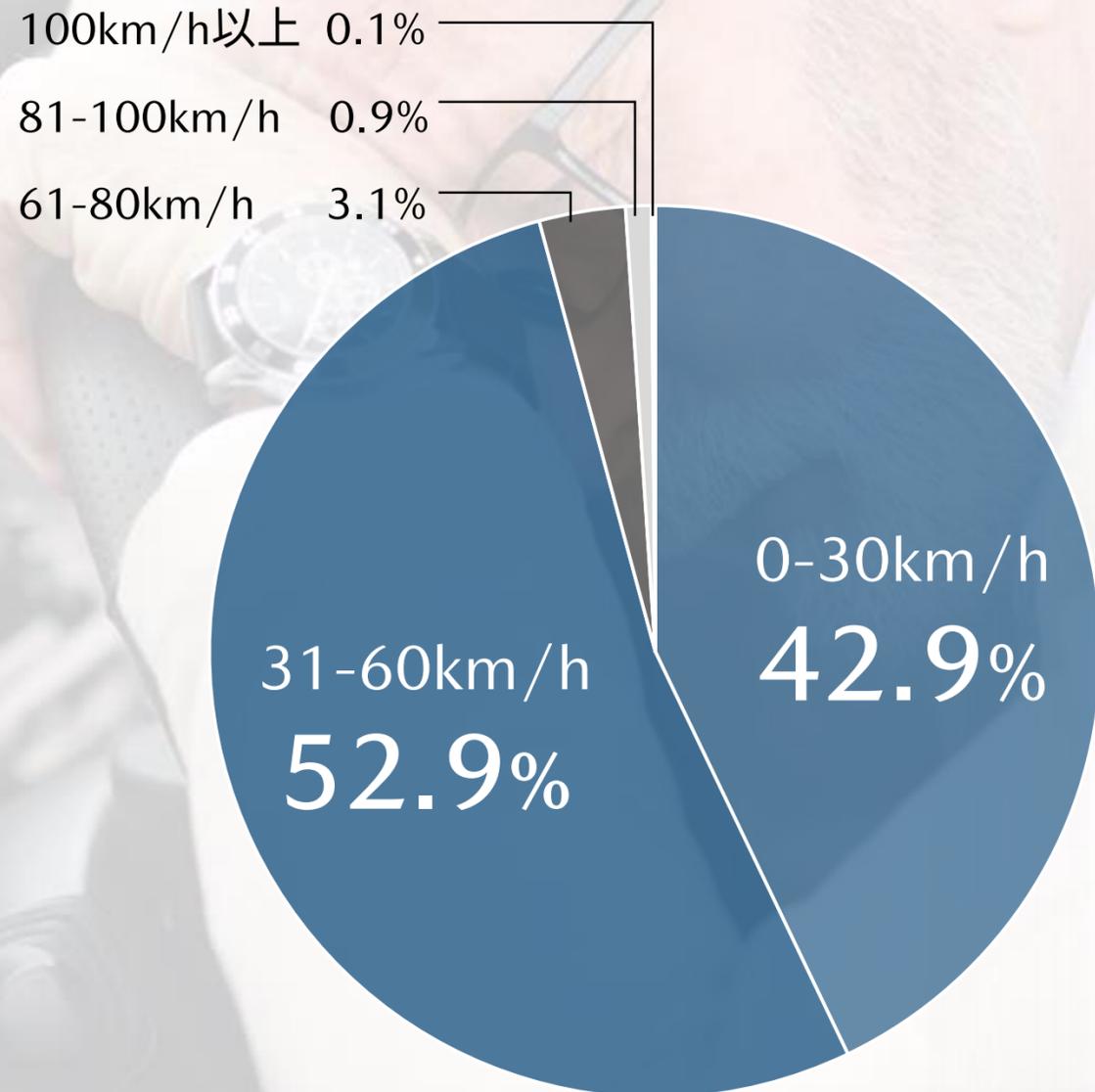
発作・急病に起因する交通事故件数



体調急変に対する
対策も求められる

MAZDA CO-PILOT CONCEPT: 交通事故の現状(人の体調急変に伴う事故)

発作・急病事故時の認知速度

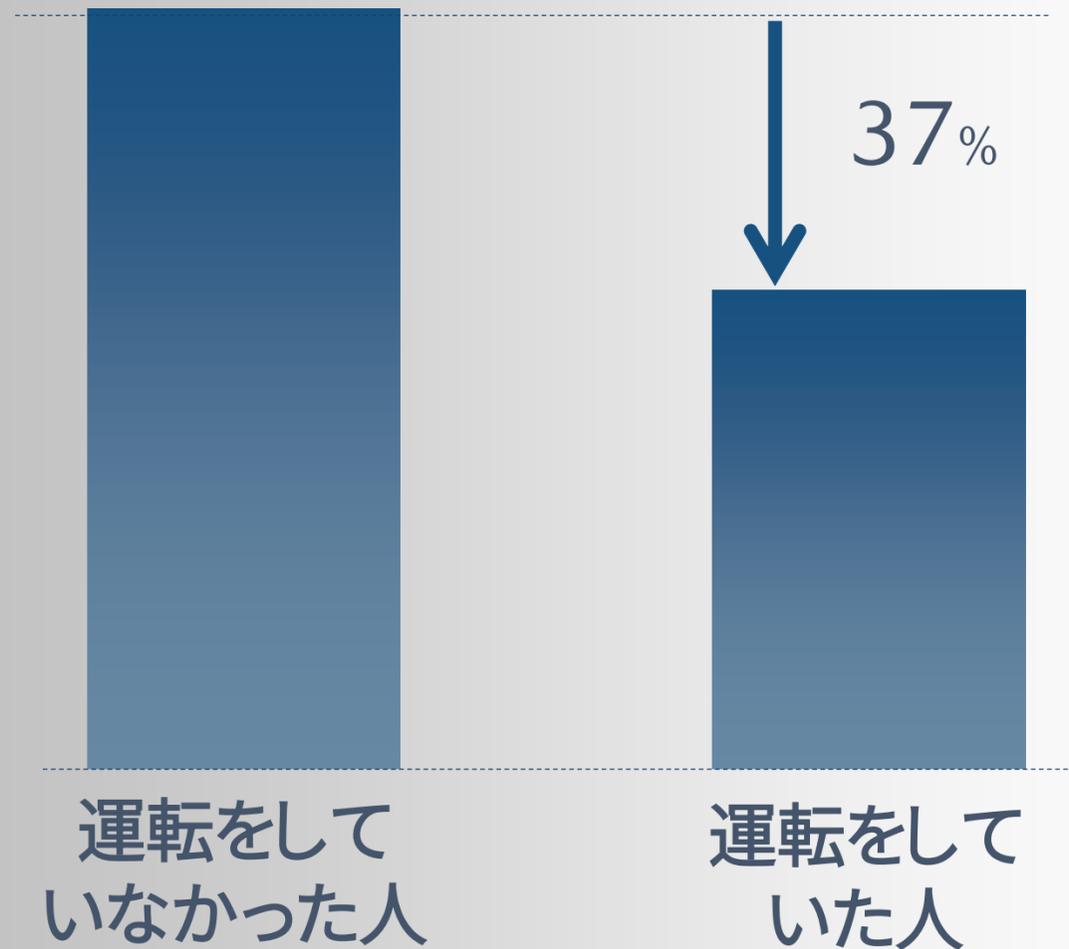


急な体調変化による事故は
95.8% が
時速60^{キロ}以下で起きている

一般道での作動が必須

MAZDA CO-PILOT CONCEPT: “人が運転する”ことの効用

運転は認知症のリスクを低下させる



運転をしていた高齢者は
運転をしていなかった高齢者と比べ、
認知症のリスクが

37% 減少

※国立研究開発法人 国立長寿医療研究センターホームページ

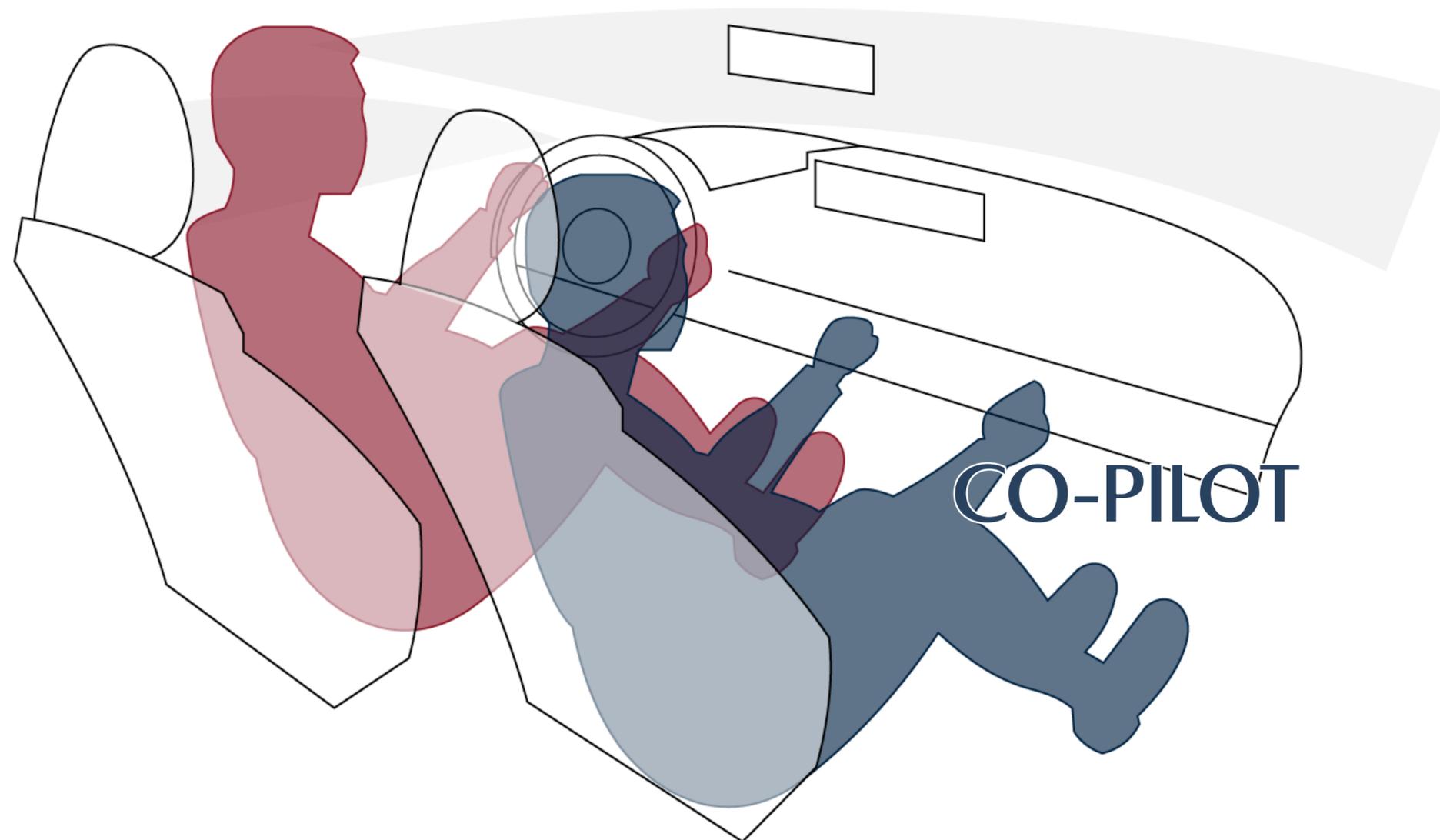
(<https://www.ncgg.go.jp/ri/lab/cgss/department/gerontology/gold/about/page2.html>)より引用

MAZDA CO-PILOT CONCEPT

いつもそばで見守ってくれる、
パートナー
頼れるあなたの理解者

MAZDA CO-PILOT CONCEPT

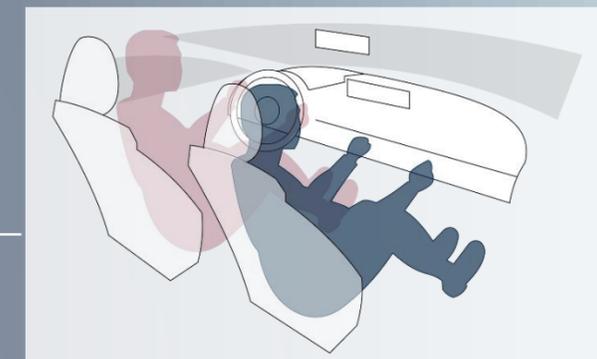
副操縦士 (CO-PILOT) が見守ることにより、
ドライバーの走る歓びを大切にしたい安心・安全を目指す



人の状態からの
アプローチ

3rd MAZDA CO-PILOT CONCEPT

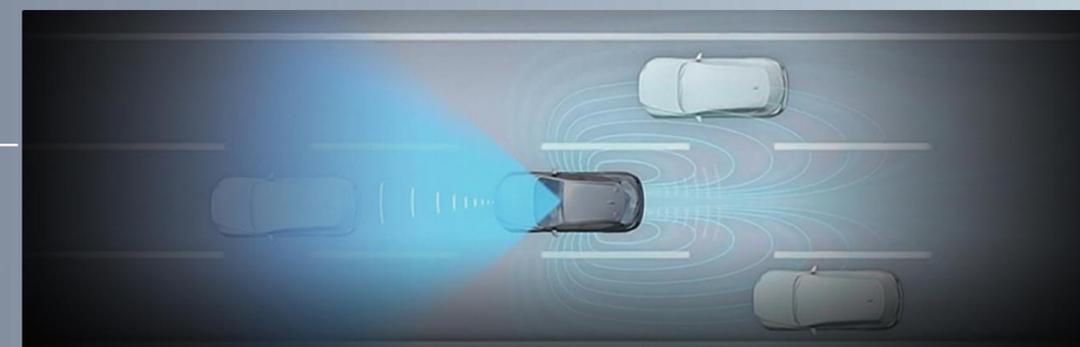
人の状態検知によるリスクの低減



クルマからの
アプローチ

2nd 先進安全技術

i-ACTIVSENSEによる
認知・判断サポート



1st 基本安全技術

- 視界視認性
- ドライビングポジション
- 衝突安全技術 など

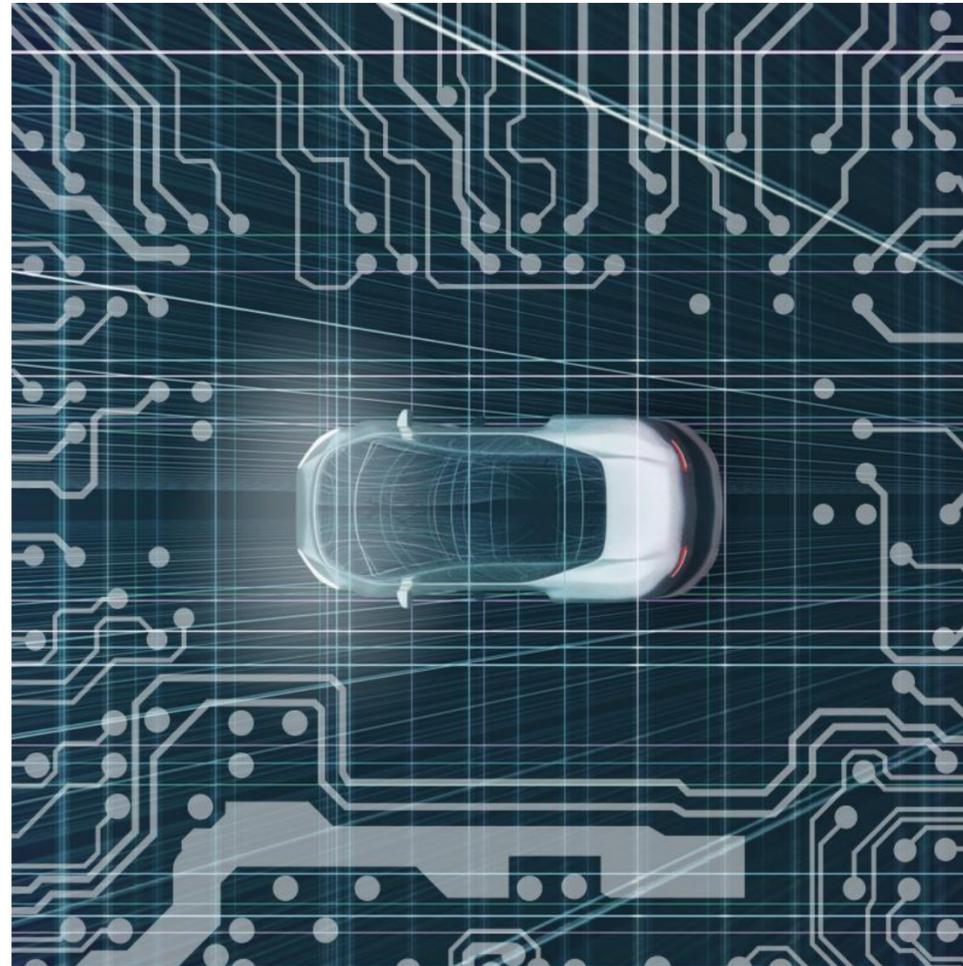


MAZDA CO-PILOT CONCEPT: コア技術

ドライバー状態検知技術



MAZDA CO-PILOT
HMI仮想運転技術



ドライバー異常時退避技術



MAZDA CO-PILOT CONCEPT: ドライバによる通常の運転



人の状態検知



操作解釈

ドライバーの体調・操作のモニタリング

※居眠り運転を可能にするためのシステムではありません

MAZDA CO-PILOT CONCEPT: ドライバに異常が発生したら



人の状態検知



ドライバーの体調・操作のモニタリング

※居眠り運転を可能にするためのシステムではありません

MAZDA CO-PILOT CONCEPT: 運転できないと判断したら



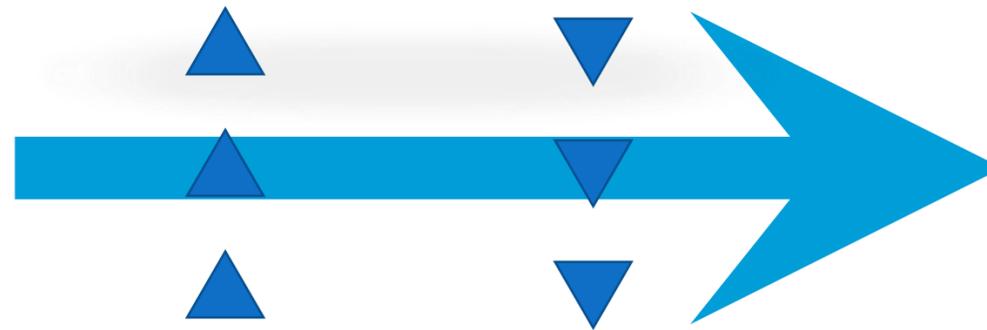
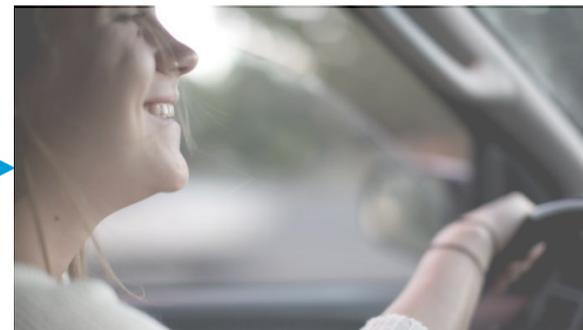
※居眠り運転を可能にするためのシステムではありません

MAZDA CO-PILOT CONCEPT: (課題)システムとしての安全性の保証

人



安全



クルマ

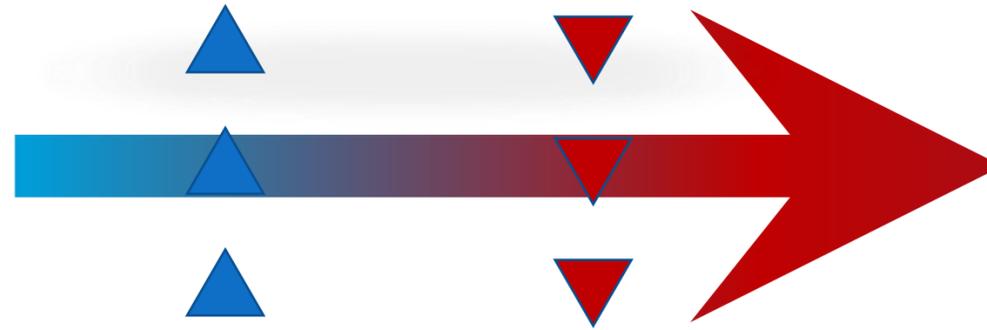
従来の「クルマの安全」は
人とクルマの協働がカギ

MAZDA CO-PILOT CONCEPT: (課題)システムとしての安全性の保証

人



安全



クルマ

「人が運転できない」場合は
クルマ側での安全性の
保証が必須

自動運転

MAZDA CO-PILOT CONCEPT: ロードマップ

2022年~

2025年~

MAZDA CO-PILOT 1.0

MAZDA CO-PILOT 2.0

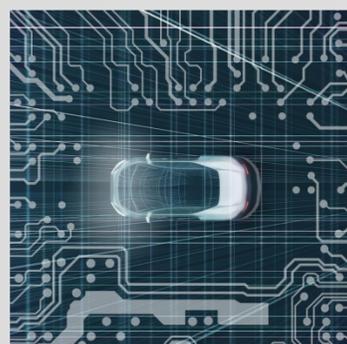


ドライバー状態
検知技術

異常自動検知

予兆検知

居眠り検知



CO-PILOT HMI
仮想運転技術

高速道

減速停止／車線維持／路肩退避
(異常自動検知／居眠り検知)

車線変更／
路肩・非常停止帯退避

一般道

減速停止／車線維持
(異常自動検知)

退避技術の進化



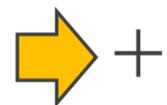
ドライバー異常時
退避技術

二次被害
防止

ドライバー異常時自動緊急通報
ハザード・ストップランプ／
ホーンによる車外報知(外向きHMI)

「自動運転車の安全性の数学的証明のための論理的技術」

人 (ドライバ操作)
AI・機械学習 (自動運転)
他の制御



絶対に大丈夫!!

安全保証制御

具体的な応用先

ドライバ操作や自動運転時などの緊急回避

理論的に厳密な安全性を保証 ⇒ 膨大なテストの削減

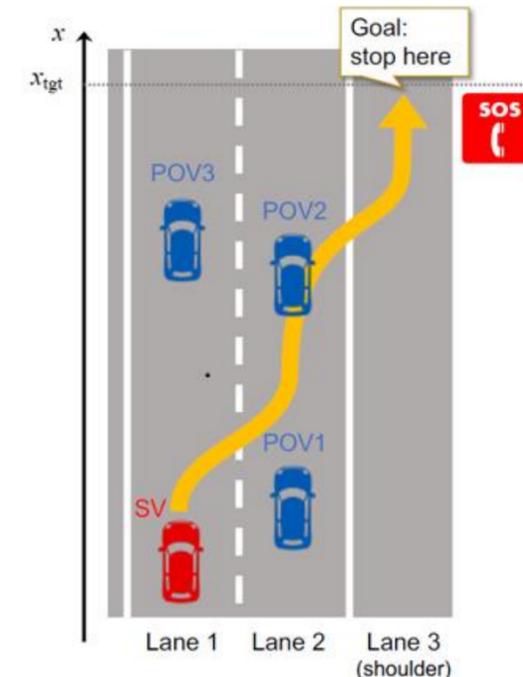
➤ 目指していること

◆ テストだけに頼らない検証方法の構築

↳ テストによる検証は、実行したケースのみOK/NGを判断できる。必然的にしらみつぶし対応になる。

↳ そこで、テスト量爆発に対処する必要がある。(テスト一辺倒からの脱却)

↳ 有望なアプローチとして**形式検証**がある。ただし、技術的難易度は極めて高い。



➤ 取り組み状況と課題

◆ 自動運転システムの安全論証への形式検証の活用 ('19~'22 国立情報学研究所との共同研究)

TO APPEAR IN IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT VEHICLES

Goal-Aware RSS for Complex Scenarios
via Program Logic

Ichiro Hasuo^{1,7,*}, Clovis Eberhart^{1,8,*}, James Haydon^{1,*}, Jérémy Dubut^{1,8}, Br Kobayashi¹, Sasinee Pruekprasert¹, Xiao-Yi Zhang¹, Erik André Pallas^{3,†}, Akihisa Fuyuki Ishikawa¹, Kenji Kamijo⁶, Yoshiyuki Shinya⁶, and Takamasa

微分ホーア論理

$$\frac{A_0 \Rightarrow (\exists t \geq 0. C_{<t} \wedge \neg C_t \wedge B_t \wedge S_{\leq t})}{\{A\} \text{dwhile}(C) \dot{x} = f \{B\} : S}$$

実用化の
ためには

◆ 課題

- 混在システム(連続系+離散系)の形式検証
- 物理量(実数)を含むシステムの形式検証
- 実システム(制御遅れ、外乱、不現実性を含む)の形式モデリング

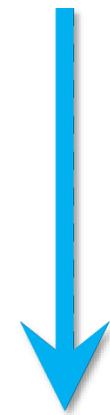
NIIとの共同研究で獲得した手法、ツール(Event-B)を若手技術者も習得し、実用化のための課題に取り組み中

今後への期待

自動運転技術の開発



究極のドライバモデルの獲得



よりの確な
情報支援・判断支援・運転支援

自動運転車の安全性の
数学的証明のための
論理的技術



ありがとうございました



mazda