



歩車混在空間検証 デジタルツインプラットフォーム研究

2025/3/24

トヨタテクニカルディベロップメント株式会社 (TTDC)
名古屋大学 未来社会創造機構
伴 和徳



1. 自己紹介・会社概要
2. 指定共同研究
3. 社会課題とTTDC取組
4. プラットフォーム：DiIMoについて
 - 4.1. インタラクティブ・マルチシミュレータ
 - 4.2. 個人行動モデル
5. 交通安全活用例
6. まとめ

1.自己紹介、会社概要

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

●自己紹介

伴 和徳

Intentionally
blank

- ・トヨタテクニカルディベロップメント株式会社
プラットフォーム開発部 デジタルツイン開発室
Senior Professional Expert (担当次長)
- ・名古屋大学 未来社会創造機構
TTDCモビリティ社会統合ソリューション研究部門
産学研究リーダー / 特任准教授

クロスアポイントメント制度で兼務

Intentionally blank

1.自己紹介、会社概要

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

●会社概要：TTDCとは

トヨタテクニカルディベロップメント株式会社

- ・トヨタ自動車の100%子会社
- ・従業員数：約1000人
- ・本社：豊田市花本町
- ・知的財産事業と

計測シミュレーション事業

開発環境を提供

⇒車から人中心の開発環境



1.自己紹介、会社概要

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

●会社概要：TTDCとは

事業/
エネルギー規模

大

AD/ADAS開発
AIパイプライン
HILS開発(ADS,センサSim)
クラウドシミュレーション

水素シミュレーション
バッテリーモデル開発
粒子法高速化
EV-シミュレータ

カーボンニュートラル

Infrastructure

将来技術への進化

Community/City

Connected city

Energy
Manag
ement

Mobility

Space
Mobility

Smart city

Air
Mobility

Connec
ted car
(MaaS)

Vehicle
Autono
mous

2020

2030

~2050

車の開発環境構築ノウハウ ⇒ 未来のモビリティ・街づくりに貢献

1. 自己紹介・会社概要
2. 指定共同研究
3. 社会課題とTTDC取組
4. プラットフォーム：DiIMoについて
 - 4.1. インタラクティブ・マルチシミュレータ
 - 4.2. 個人行動モデル
5. 交通安全活用例
6. まとめ

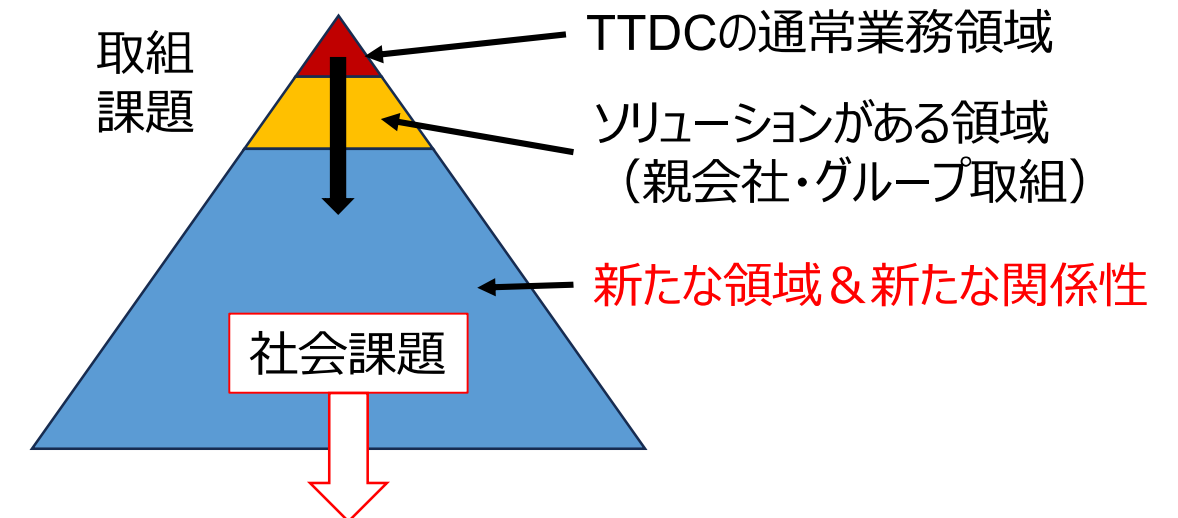
2.指定共同研究

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

- 従来の共同研究：民間企業のニーズをベースに教員と企業が
グループ単位で研究を実施し、**特定の課題・分野での成果**を導く
- 指定共同研究：将来のあるべき社会像を共有しながら
「組織」対「組織」で分野横断的な研究を実施



出典：名古屋大学HP



2021年：名古屋大学に研究部門を設置
未来のモビリティ・街づくりに貢献するために
指定共同研究を開始（教員 2 名出向）

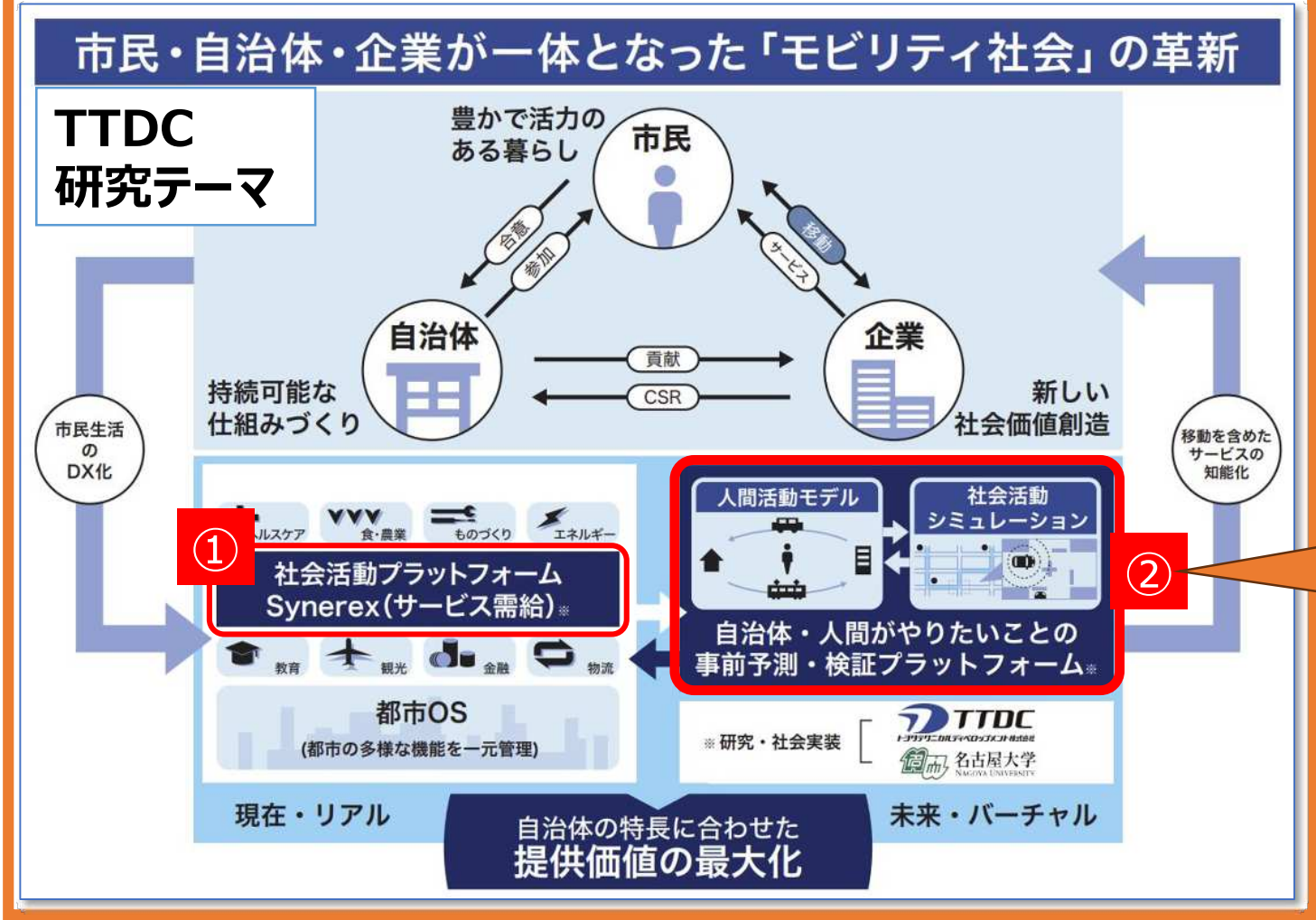
2.指定共同研究

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

TTDCモビリティ社会統合ソリューション研究部門

ブラウンフィールド（既存の街）

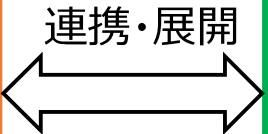
既存の都市を改革する方法：仕組み作り・課題解決



※内閣府スーパーシティ構想での定義

グリーンフィールド (Woven City等)

新たに都市を構築する方法
：街作り・実証試験



交通・移動に関する
予測・検証を研究

↓

プラットフォーム化を目指す

2.指定共同研究

関係者外秘

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

自動車技術会 モビリティ空間のグローバルな設計・検証におけるDX検討委員会

歩車混在デジタルツインP/F 指定共同研究

AD機能検証

Intentionally
blank

Intentionally blank

名古屋大学と
TTDCが共同で
研究テーマを持ち、
結果をTTDCが統合

交通安全取組

児童交通安全
(タデシナ会議)

交通デジタルツイン

愛知県警免許課
違反者講習

1. 自己紹介・会社概要
2. 指定共同研究
3. 社会課題とTTDC取組
4. プラットフォーム：DiIMoについて
 - 4.1. インタラクティブ・マルチシミュレータ
 - 4.2. 個人行動モデル
5. 交通安全活用例
6. まとめ

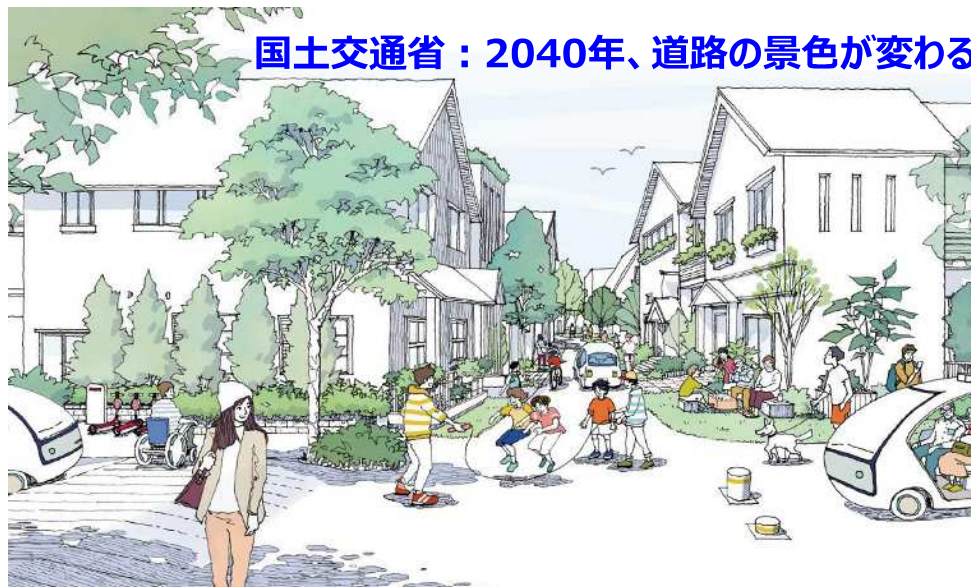
3.社会課題とTTDC取組

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

【地域】と【交通】に対する課題・将来像

人中心の新しい都市・道路づくりに必要な技術

国土交通省：2040年、道路の景色が変わる



安全性や快適性が確保された歩車共存の生活道路

◆道路の景色が変わる ～5つの将来像～

①通勤・帰宅ラッシュが消滅

- ・テレワークの普及により通勤等の義務的な移動が激減
- ・居住地から職場までの距離の制約が消滅し、地方への移住・居住が増加

②公園のような道路に人が溢れる

- ・旅行、散策など楽しむ移動や滞在が増加
- ・道路がアメニティ空間としてポテンシャルを発揮

③人・モノの移動が自動化・無人化

- ・自動運転サービスの普及によりマイカー所有のライフスタイルが過去のものに
- ・eコマースの浸透により、物流の小包配送が増加し、無人物流も普及

④店舗(サービス)の移動でまちが時々刻々と変化

- ・飲食店やスーパーが顧客の求めに応じて移動し、道路の路側で営業
- ・中山間地では、道の駅と移動小型店舗が住民に生活サービスを提供

⑤「被災する道路」から「救援する道路」に変化

- ・災害モードの道路ネットワークが交通・通信・電力を途絶することなく確保し、人命救助と被災地復旧を支援



公園のような道路



マイカーを持たなくても便利に安心して移動できるモビリティサービス



店舗(サービス)の移動

多様な移動主体が混在する移動空間

：VRUや車両（自動運転車含む）が同一空間に存在

VRU（Vulnerable Road Users）：交通弱者

現在までの課題

ルールやレイアウト設計の視点

今後発生する課題

知能を持った移動体と人間の共生のあり方

人中心で安全な新価値指標構築

知能化・交通ルール・空間設計の為の予測検証技術の革新が必要

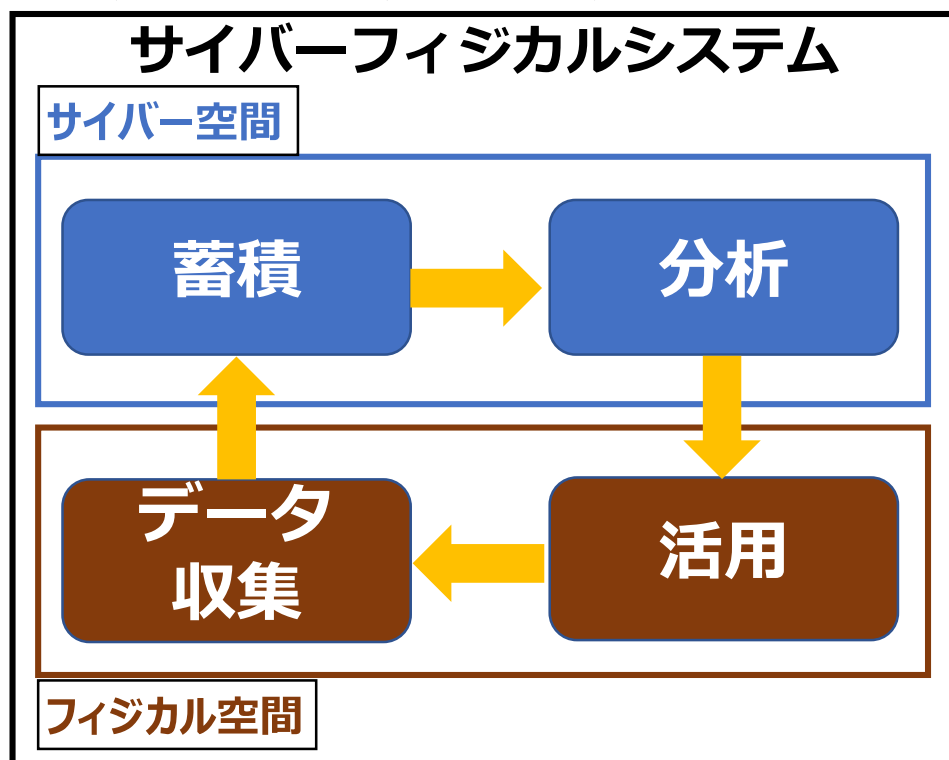
3.社会課題とTTDC取組

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

「予測検証技術の革新」方法

Society5.0 : デジタルツイン

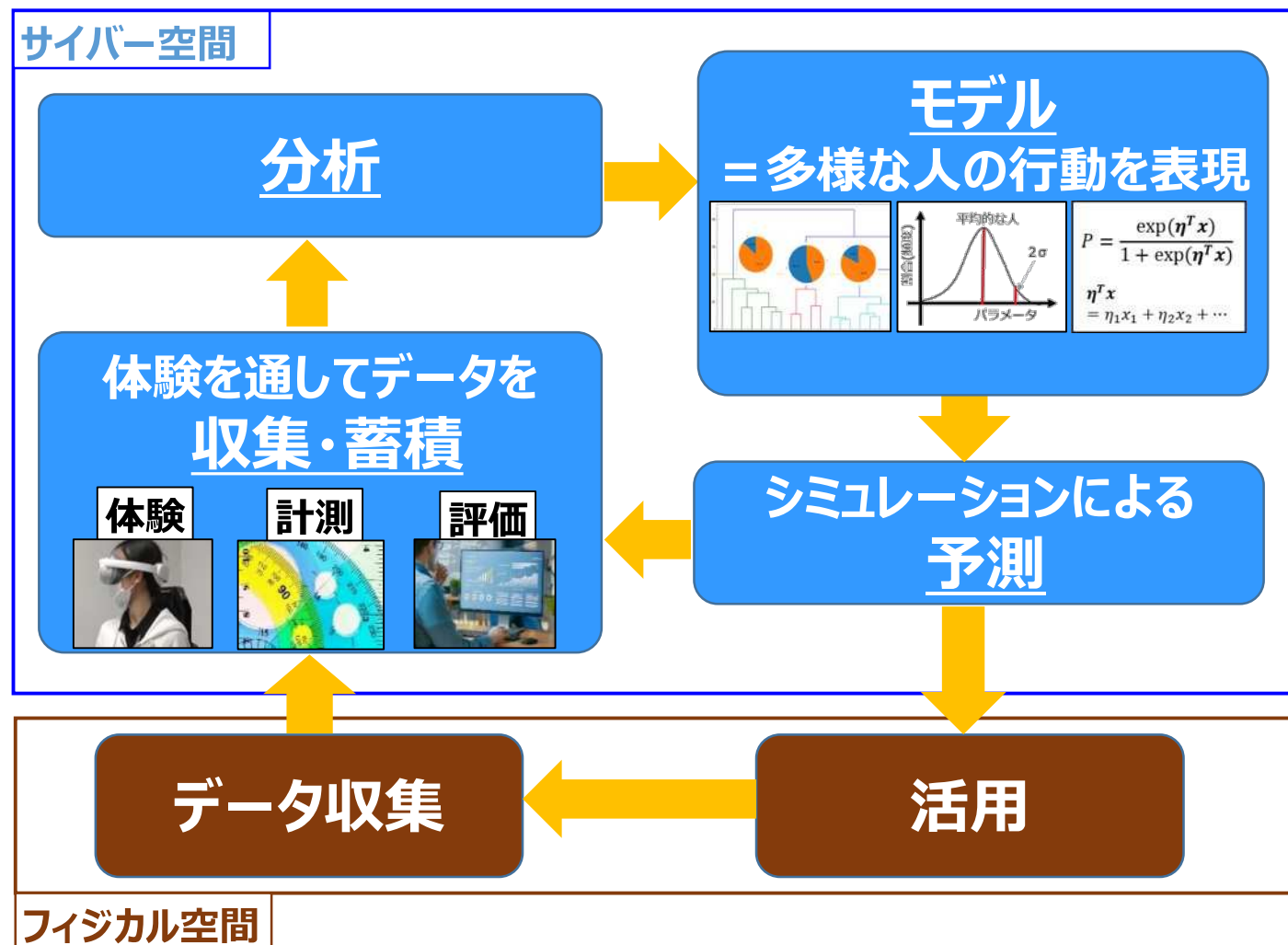
サイバー空間（仮想）と
フィジカル空間（現実）を融合。
経済発展と社会的課題の解決を両立



ヒト中心の社会

サイバー空間で、「計測」「予測・評価」「体験」

提案：進化型デジタルツイン



1. 自己紹介・会社概要
2. 指定共同研究
3. 社会課題とTTDC取組
4. プラットフォーム：DiIMoについて
 - 4.1. インタラクティブ・マルチシミュレータ
 - 4.2. 個人行動モデル
5. 交通安全活用例
6. まとめ

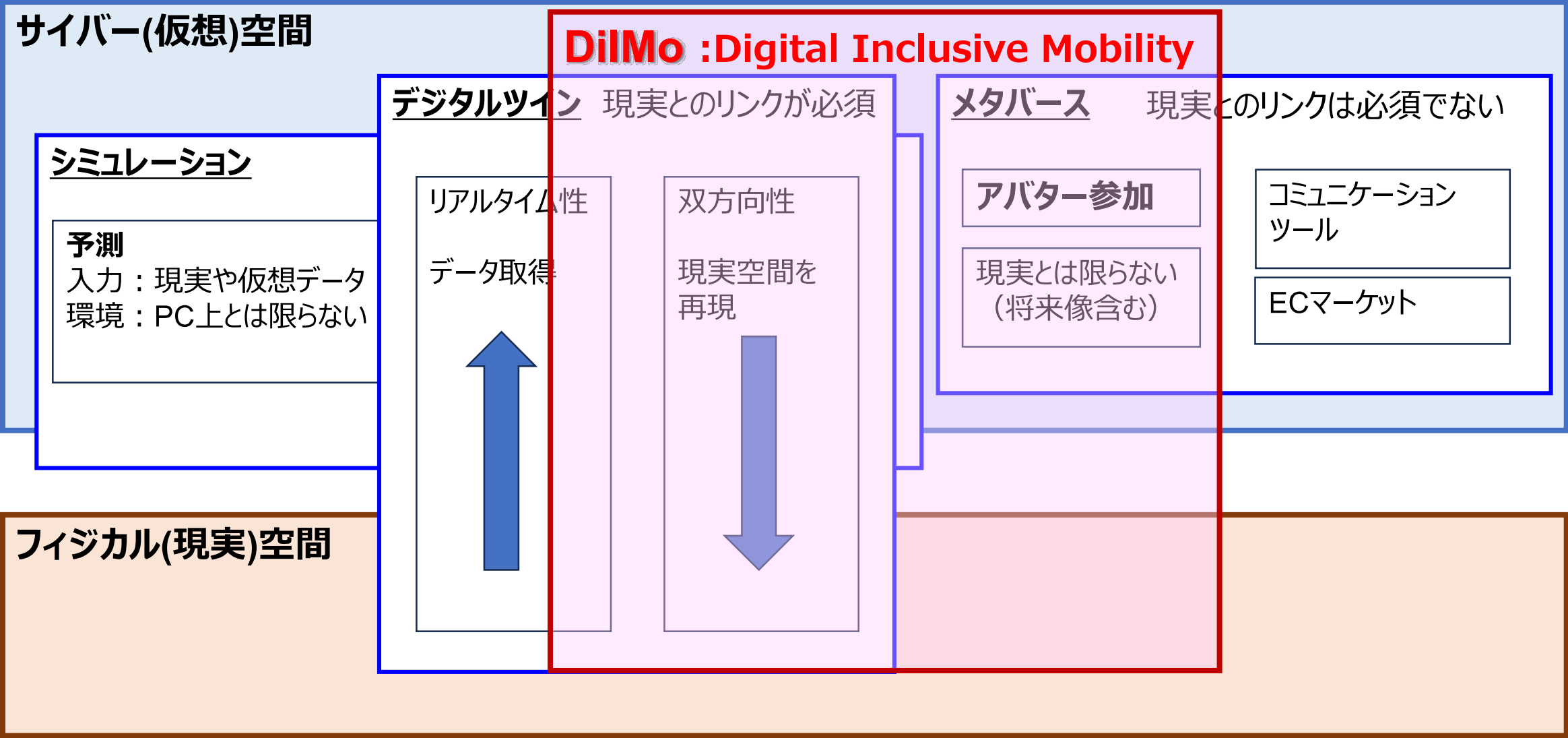
4.プラットフォーム : DiIMoについて

DiIMo **Digital Inclusive Mobility** : 多様性のある仮想空間参加型移動環境



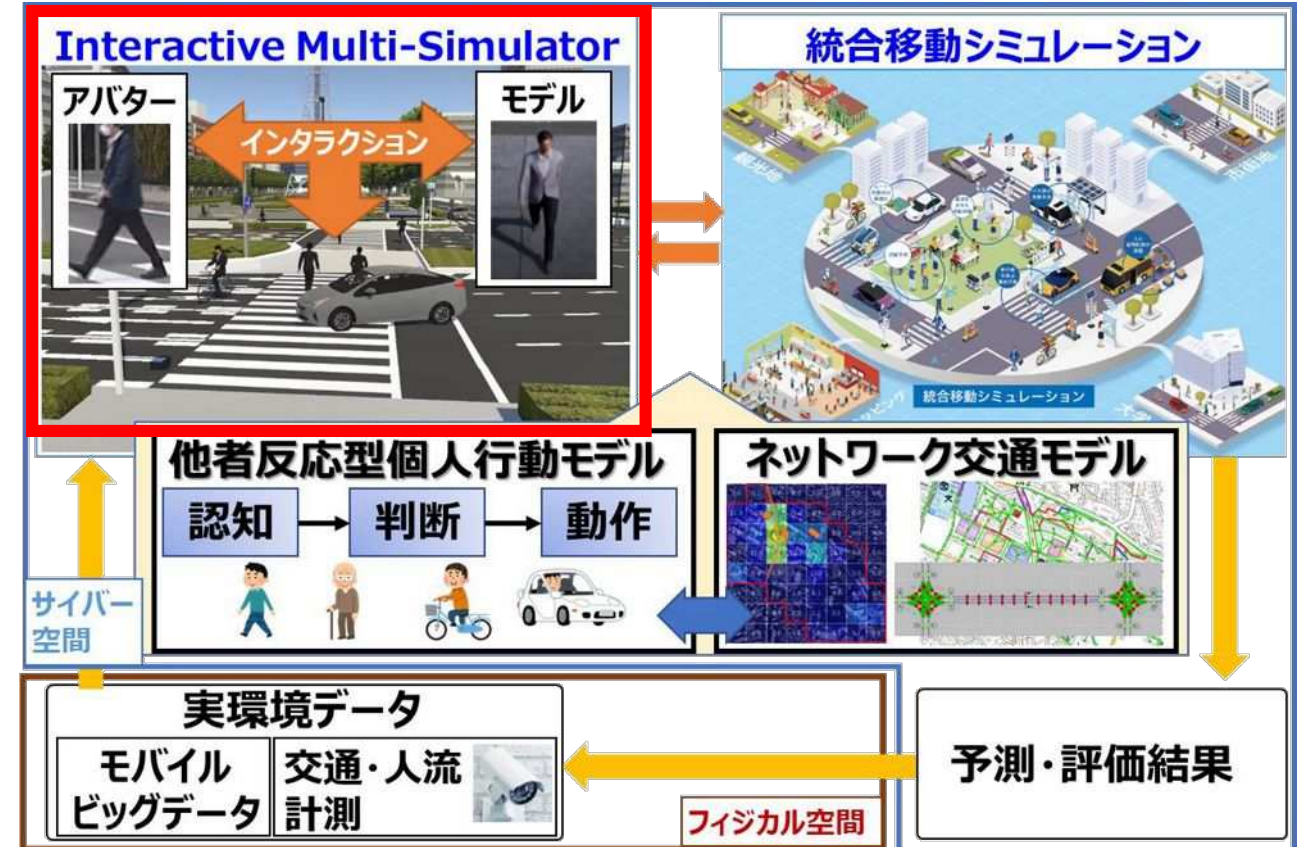
4.プラットフォーム : DiIMoについて

シミュレーション、デジタルツイン、メタバースの違いとDiIMoの位置付けイメージ



アジェンダ

1. 自己紹介・会社概要
2. 指定共同研究
3. 社会課題とTTDC取組
4. プラットフォーム：DiIMoについて
 - 4.1. インタラクティブ・マルチシミュレータ
 - 4.2. 個人行動モデル
5. 交通安全活用例
6. まとめ



4.1.DiIMo : Interactive Multi-Simulator

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

Interactive Multi-Simulator : サイバー空間で体験を通じて人の行動を計測

人の行動は他者の行動によって変化 ⇒ インタラクション表現が必要

- ・モデル構築のためにはデータが必要
- ・実空間で俯瞰的かつ体験可能なデータを、**再現性を持たせて計測**することは不可能

複数の人が異なる移動手段（アバター）でサイバー空間で相互認識可能な計測環境

歩行者：VR+歩行デバイス



車両：ドライビングシミュレータ



自転車：サイクリストシミュレータ



- ・危険なシーンの体験、計測が可能
- ・再現性：時間、天候などの環境に依存しない
- ・お互いを視認可能

4.1.DiIMo : Interactive Multi-Simulator

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

歩車混在空間での参加・体験型シミュレータ

車両視点



Driving Simulator

自転車視点



Cyclist Simulator



歩行者視点



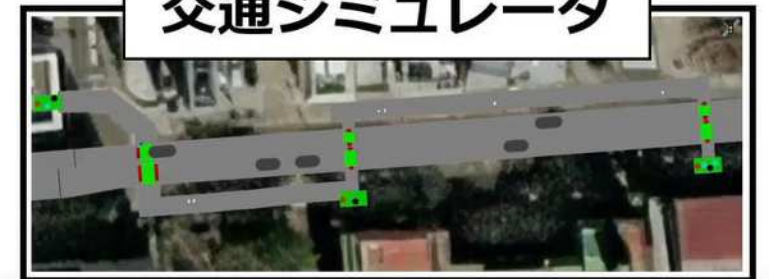
Virtual Reality
+
Walking device

Pedestrian
Simulator

① 複数人同時に
仮想移動空間を共有

② 多拠点接続 (進行中)

交通シミュレータ



アジェンダ

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

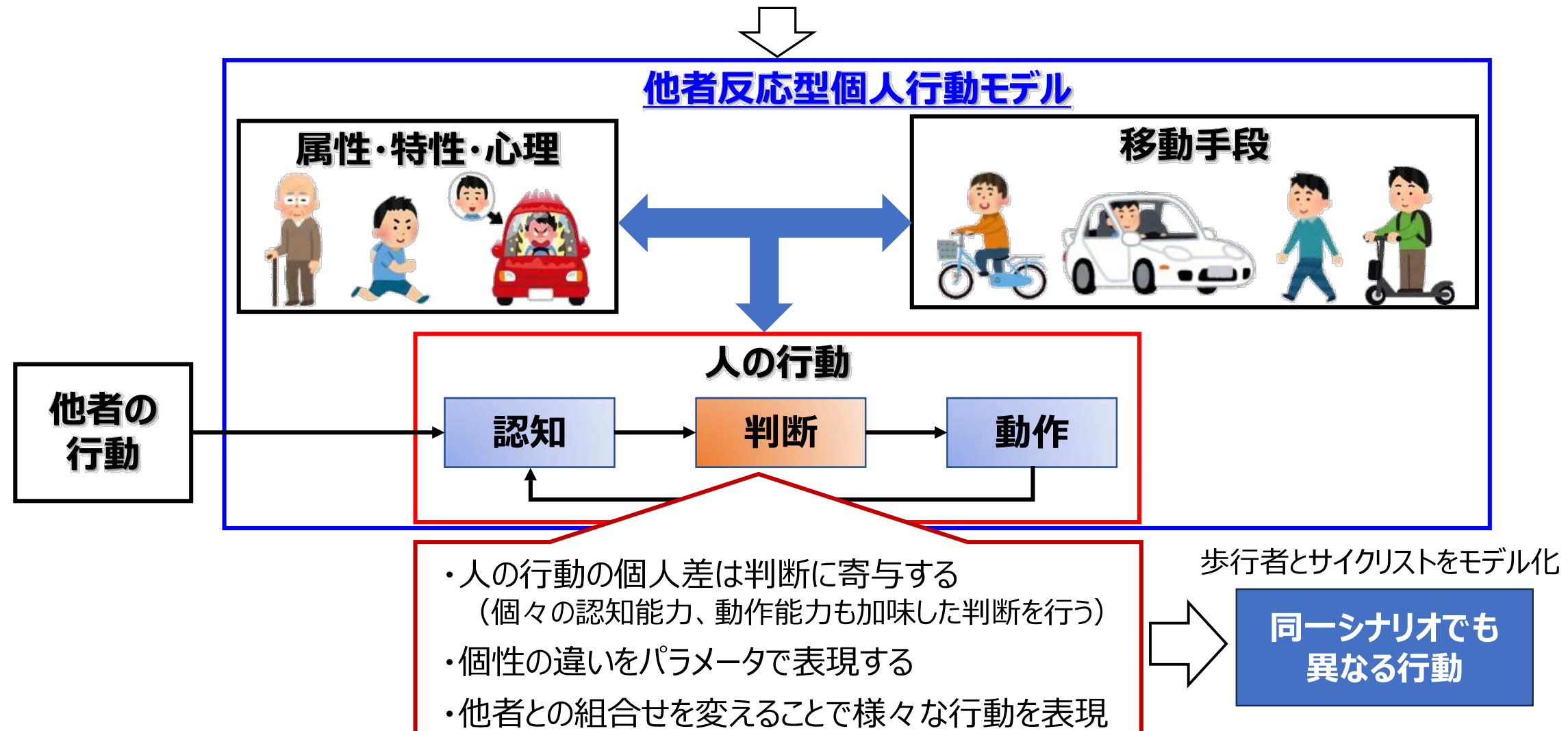
1. 自己紹介・会社概要
2. 指定共同研究
3. 社会課題とTTDC取組
4. プラットフォーム：DiIMoについて
 - 4.1. インタラクティブ・マルチシミュレータ
 - 4.2. 個人行動モデル**
5. 交通安全活用例
6. まとめ



4.2.DiIMo : 個人行動モデル

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

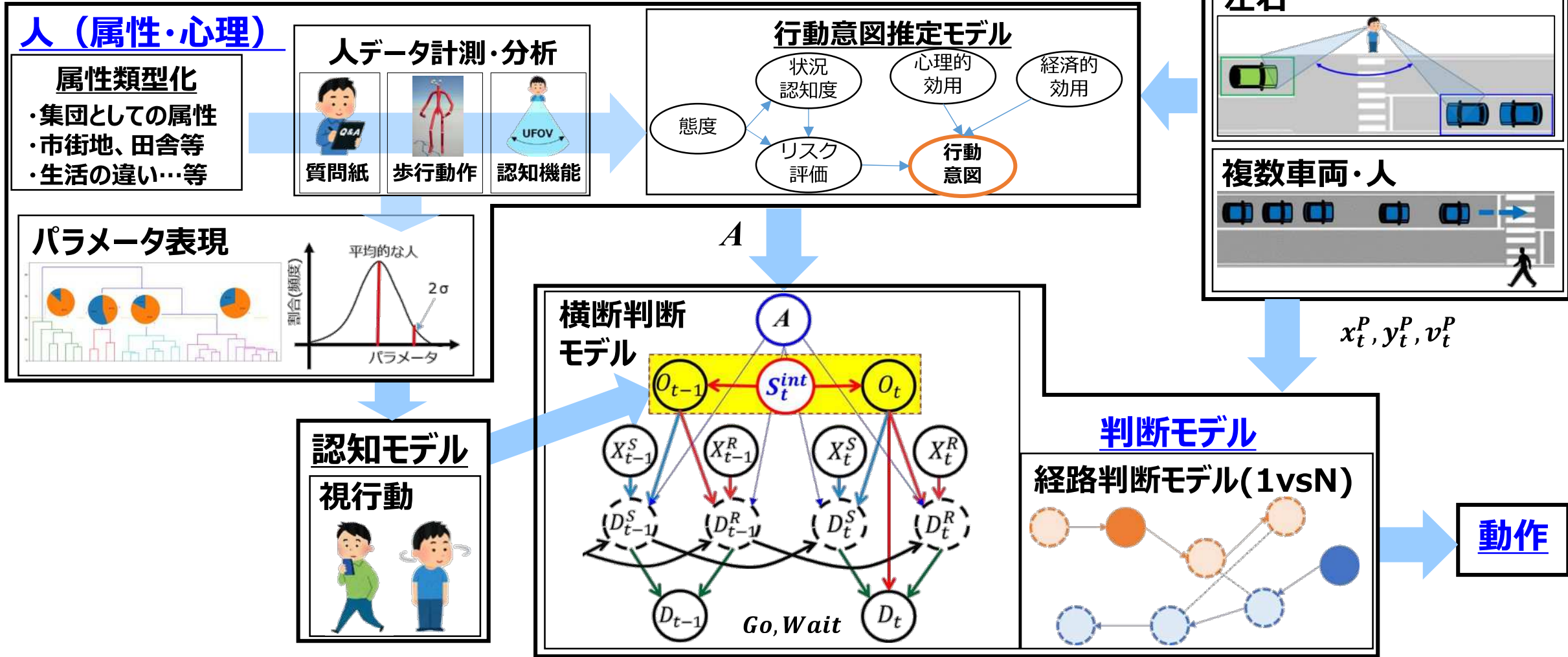
- ・ 仮想交通空間で様々なタイプの行動を模擬 ⇒ 全ての人の行動を計測は不可能
- ・ 人の行動は他者の行動によって変化 ⇒ インタラクション表現が必要



4.2.DiIMo : 個人行動モデル : 歩行者モデル

シミュレーションでの個人行動モデル全体構成

外的要因（周辺状況）と内的要因（人の行動心理）双方からモデル化



4.2.DiIMo：個人行動モデル：歩行者横断判断+属性モデル

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

歩行者の横断判断モデル 無信号交差点

同一シーン、同一モデルでもパラメータを変えることで異なる人の行動を表現



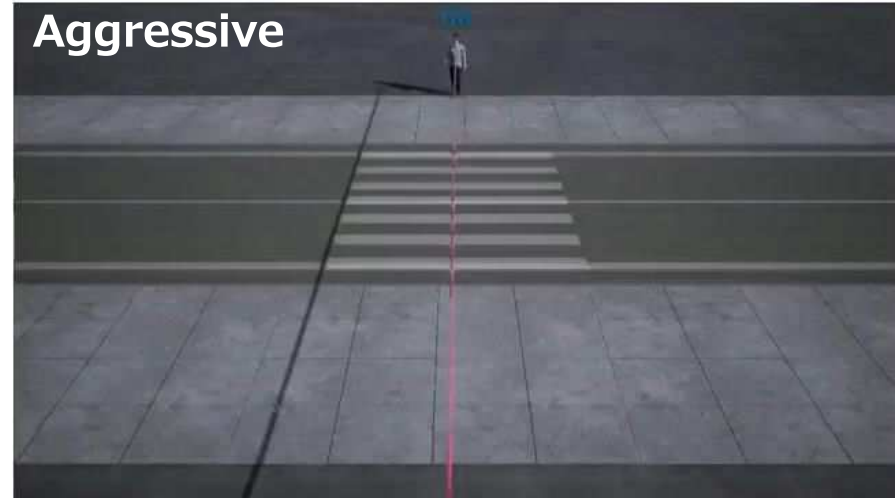
三者横断判断 (直進車両状態変化)

※非高齢者のみ

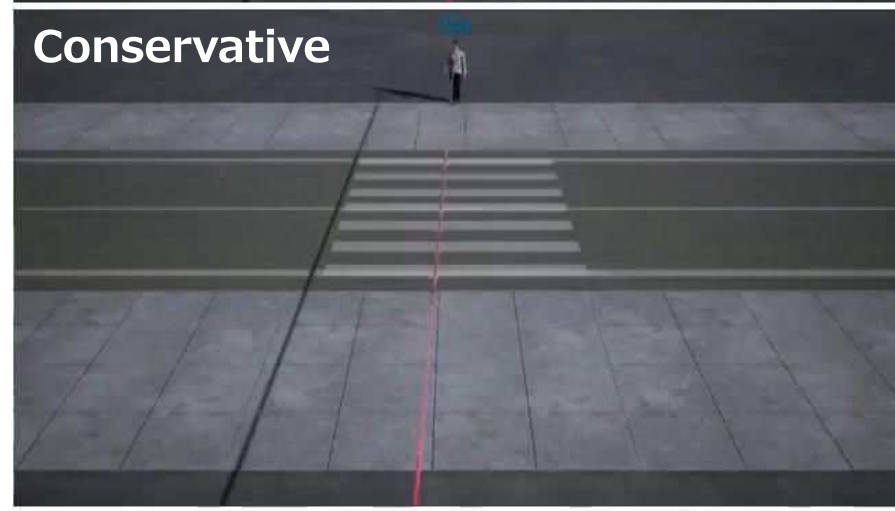


単路横断判断（属性変化）

Aggressive



Conservative



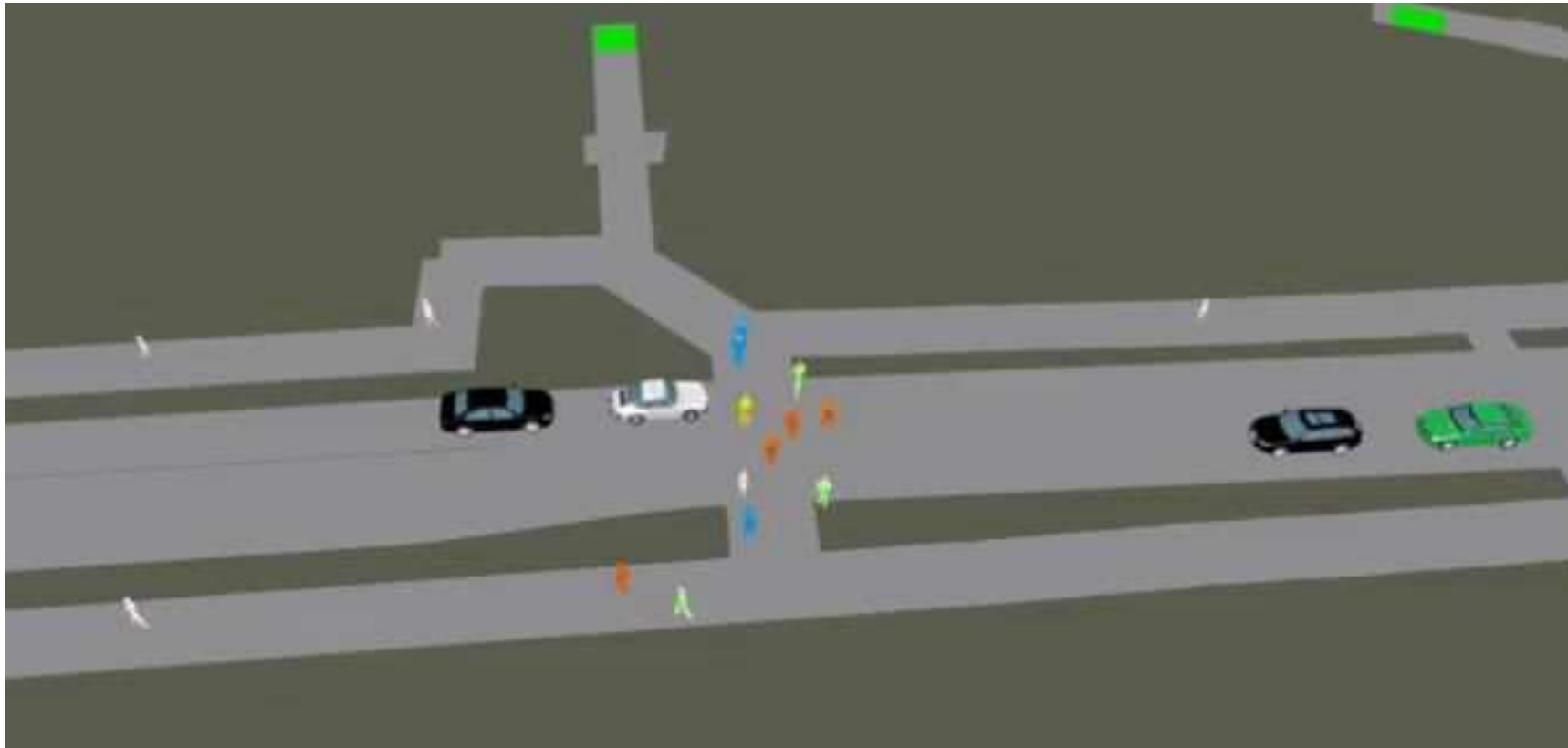
4.2.DiIMo：個人行動モデル：歩行者横断判断+属性モデル

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

歩行者行動モデル(10名) × 交通流シミュレータ × DS & VR歩行者

交通シミュレータの歩行者を、10名歩行者行動モデルに置き換え

タイプを設定 ⇒ 設定したタイプ（アグレッシブ、中間、コンサバティブ）の行動



VR歩行者

歩行者モデル（アグレッシブ設定）

歩行者モデル（コンサバ設定）

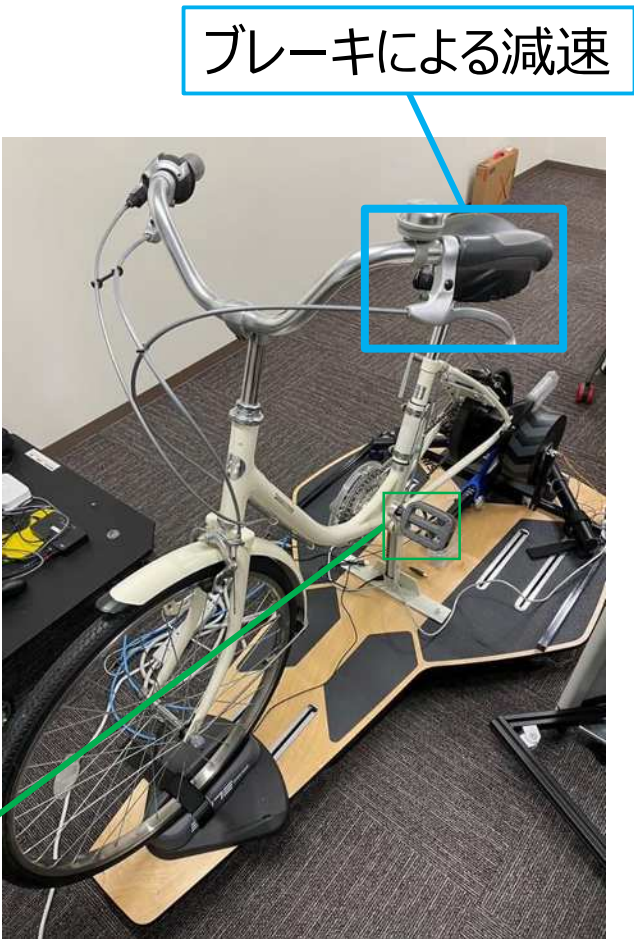
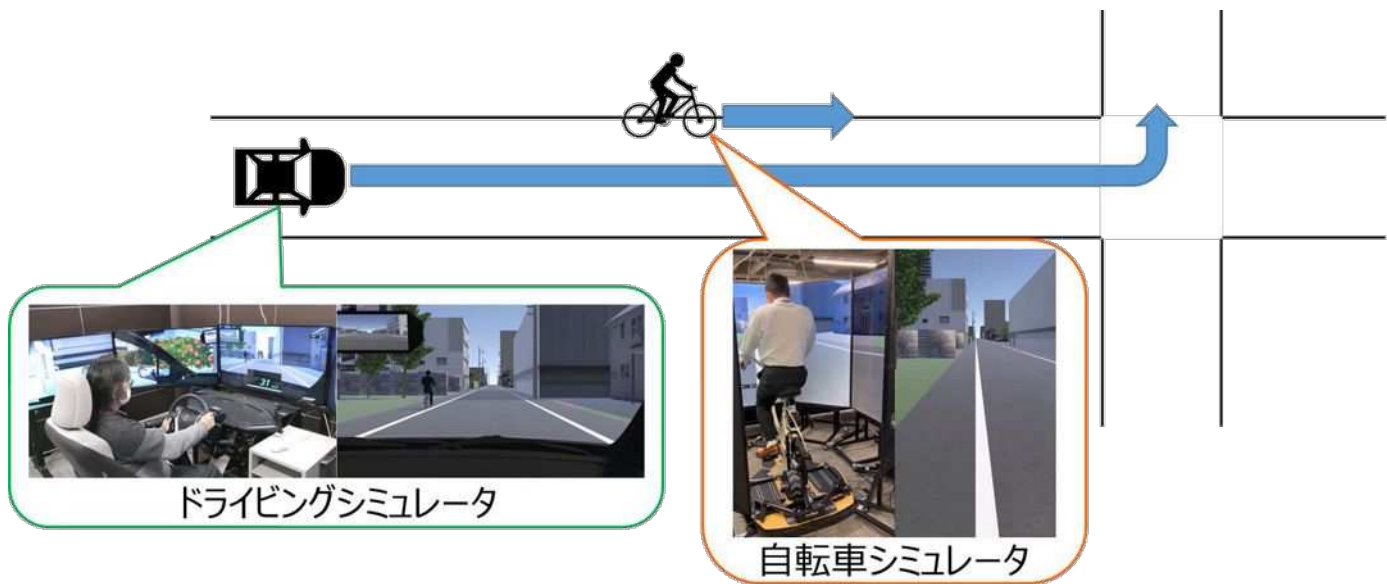
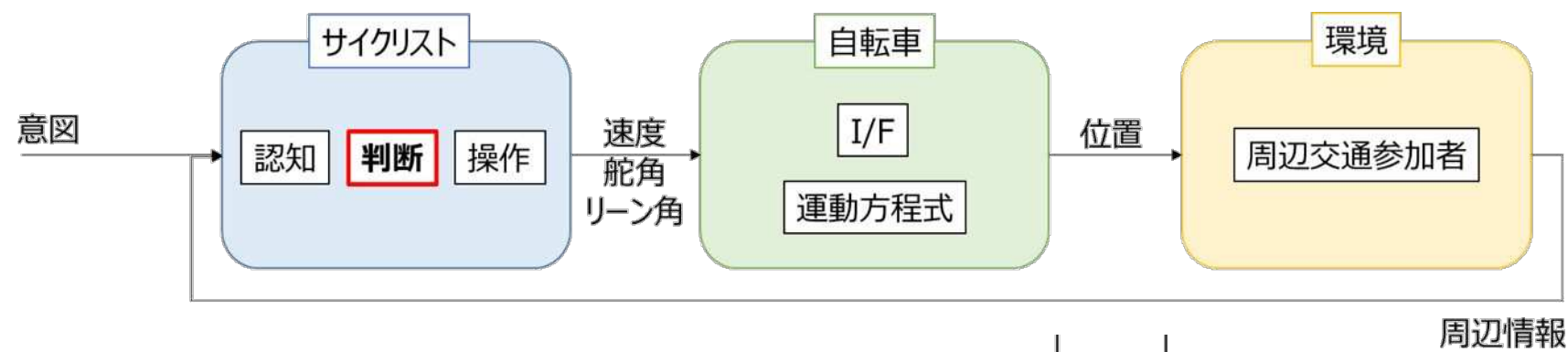
歩行者モデル（中間設定）

交通シミュレータ歩行者モデル

4.2.DiIMo : 個人行動モデル : サイクリスト判断モデル

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

モデル構成とモデル化対象シーン：左折巻き込み



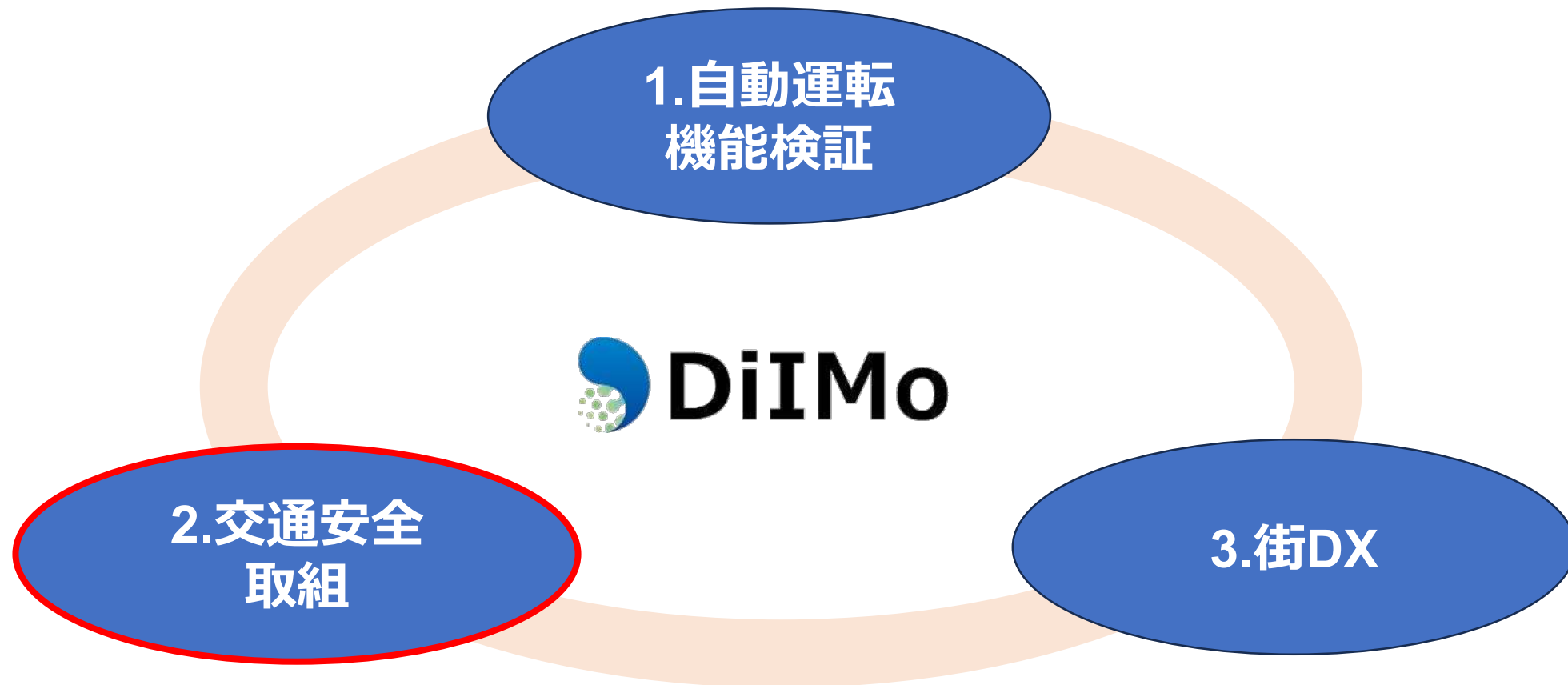
- ・マルチプレイヤー型シミュレータを利用してデータを計測
- ・自転車と自動車の左折巻き込みシーンにおけるサイクリストの加減速判断をモデル化

1. 自己紹介・会社概要
2. 指定共同研究
3. 社会課題とTTDC取組
4. プラットフォーム：DiIMoについて
 - 4.1. インタラクティブ・マルチシミュレータ
 - 4.2. 個人行動モデル
5. 交通安全活用例
6. まとめ

5.交通安全活用例

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

DiIMoを用いた実証・活用取組



TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION



5.交通安全活用例：新しいデジタルツインを用いた交通安全

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

サイバー空間

交通と人の行動をサイバー空間でリアルに再現：体験⇒計測⇒モデル化⇒予測



Digital Inclusive Mobility：多様性のある仮想空間参加型移動環境

体験を通してデータを収集・蓄積

人への取組

体験を通じデータ計測⇒振り返りで気づきを与える



歩行者視点



体験



車両視点

- ・体験・計測環境開発
- ・教育効果検証



俯瞰視点

誰でも使える
新しい体験学習
事故ヒヤリを体験

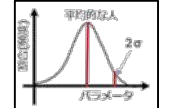
データ
分析

人のモデル＝行動を再現



共同研究

仮想空間で行動検証可能な
モデル構築



$$p = \frac{\exp(\eta^T x)}{1 + \exp(\eta^T x)}$$

$$\eta^T x = \eta_1 x_1 + \eta_2 x_2 + \dots$$

シミュレーションによる予測

車評価への展開

- ・自動運転等の人に対する挙動評価

結果
適用

事故・ヒヤリデータ収集

フィジカル空間

活用

様々な交通安全教育へ活用

環境への活用

- ・インフラ整備やV2I検討

5.交通安全活用例：実施イベント

関係者外秘

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

日時	場所	主催	イベント
2023/11/15	豊田市T-FACE	タデシナ会議(TMF)	交通安全ひろば（2週間実施）
2024/9/15	春日井市総合体育館	SOMPO、タデシナ会議(TMF)	SOMPOボールゲームフェスタ
2024/11/3	愛知県庁	愛知県自動車安全技術Projチーム	愛知県庁本庁舎公開イベント
2024/11/4	豊田市産業センター	タデシナ会議(TMF)	交通安全フォーラム

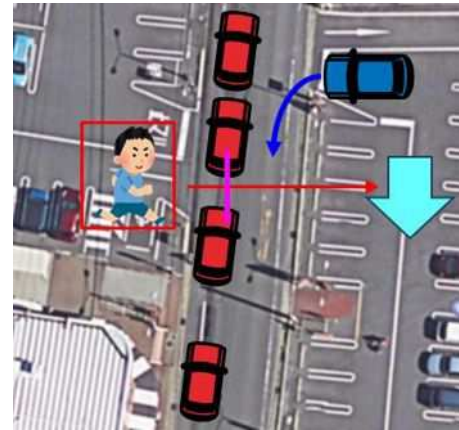
Intentionally blank

5.交通安全活用例：タデシナ会議 新しい児童への啓発分科会

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION



歩行者視点

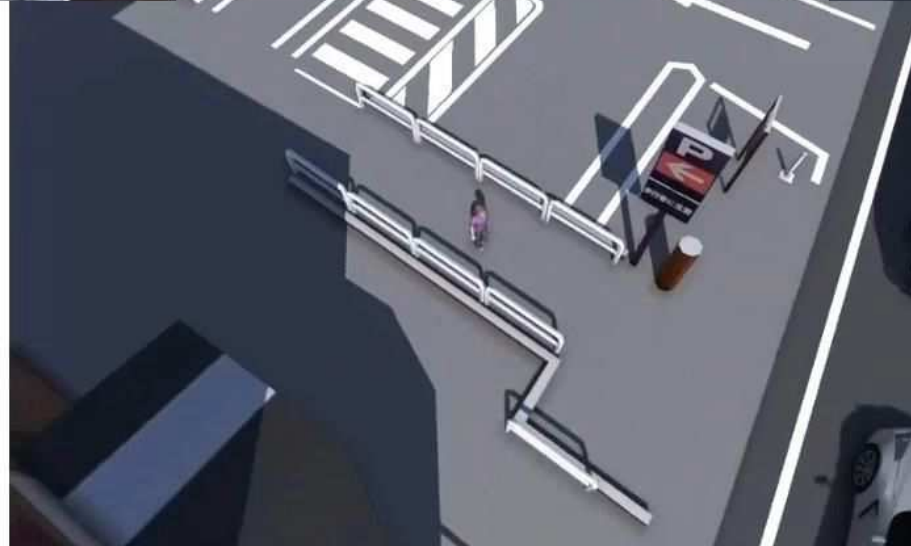


俯瞰視点



車両視点

テーマ：
横断歩道がなく車列の
間から横断
⇒背の高い車＆狭い車間を
選ぶと車と接触しやすい



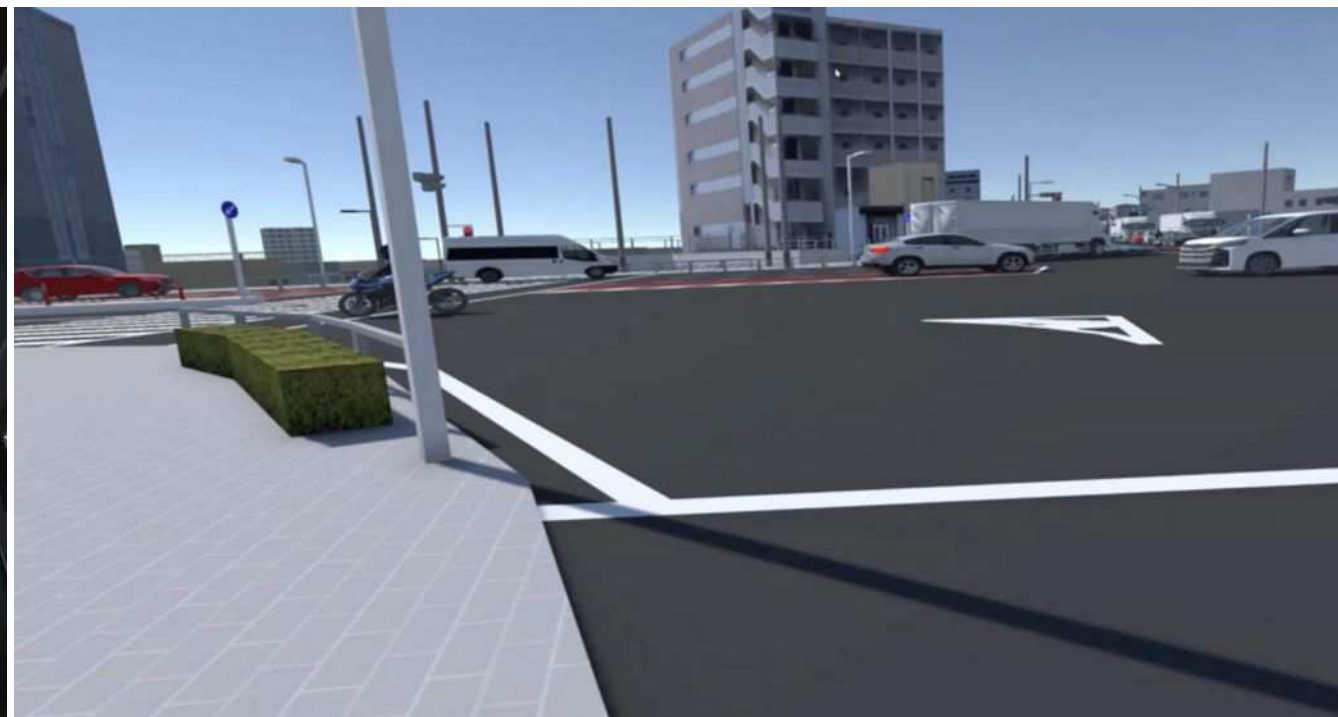
- ・実際にある場所
- ・実際にあった事故やヒヤリ
を親子で体験

5.交通安全活用例：タテシナ会議

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

豊田市土橋1丁目交差点再現

DS × 歩行者VR × 交通シミュレータ



タテシナ会議（トヨタモビリティ基金）：

https://toyotamobilityfoundation.jp/activity/traffic_safety/tateshina_meeting.html

5.交通安全活用例

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

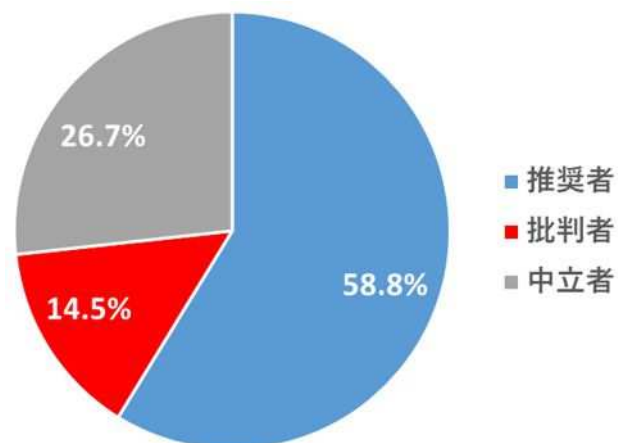
システムの有用性分析

NPS（ネット・プロモータ・スコア）結果



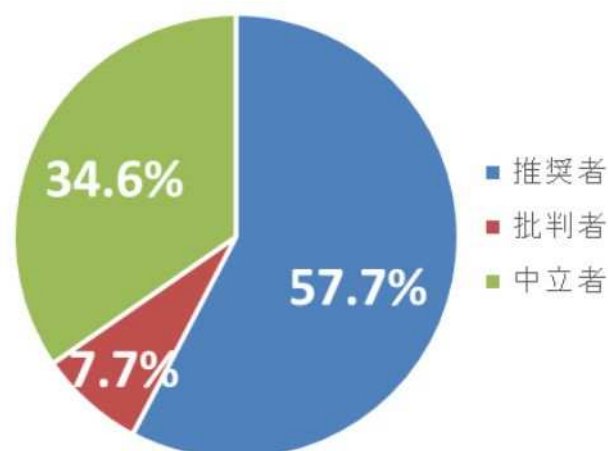
$$\text{推奨者の割合\%} - \text{批判者の割合\%} = \text{NPS}$$

23/11/15-30：交通安全ひろば



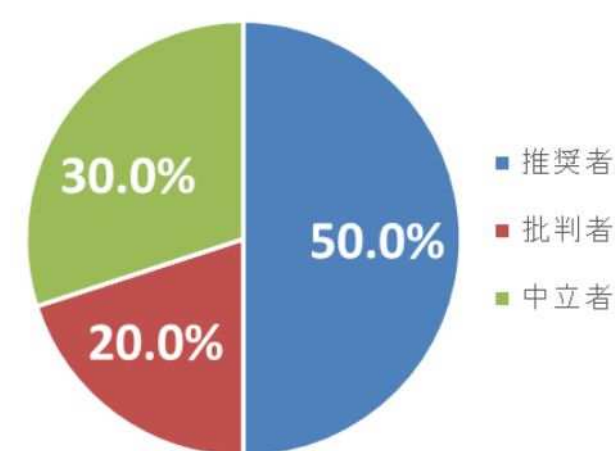
NPS = 44.3%

24/11/3：愛知県庁公開イベント



NPS = 50.0%

24/11/4：交通安全フォーラム



NPS = 30.0%

体験システムの評価は全体的に非常に高い

5.交通安全活用例：違反者講習実施概要

●違反者講習とは

出典：愛知県警察ホームページ

道路交通法第102条の2で受講を義務づけられた講習で、過去3年以内に行政処分又は違反者講習の対象になったことのない方で、基礎点数が3点以下の軽微な違反行為を繰り返して合計6点になった方が対象となります。
対象者には公安委員会から「違反者講習通知書」が配達証明で届きます。
この講習は、免許更新時の違反運転者講習や免許停止処分の講習とは異なります

	Aコース（運転講習）	Bコース（社会参加活動）
講習料	13,400円	9,950円
内容	座学 運転シミュレータ等で技能、知識の講習	座学 交通広報や誘導などの街頭活動

講習時間 10:00～17:00のうちの
13:00～16:00が社会参加活動の時間

Intentionally blank

5.交通安全活用例：違反者講習実施概要

関係者外秘

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

講習コンテンツ狙いと内容

Driver's Insight Program（洞察力を養うプログラム）

Intentionally blank

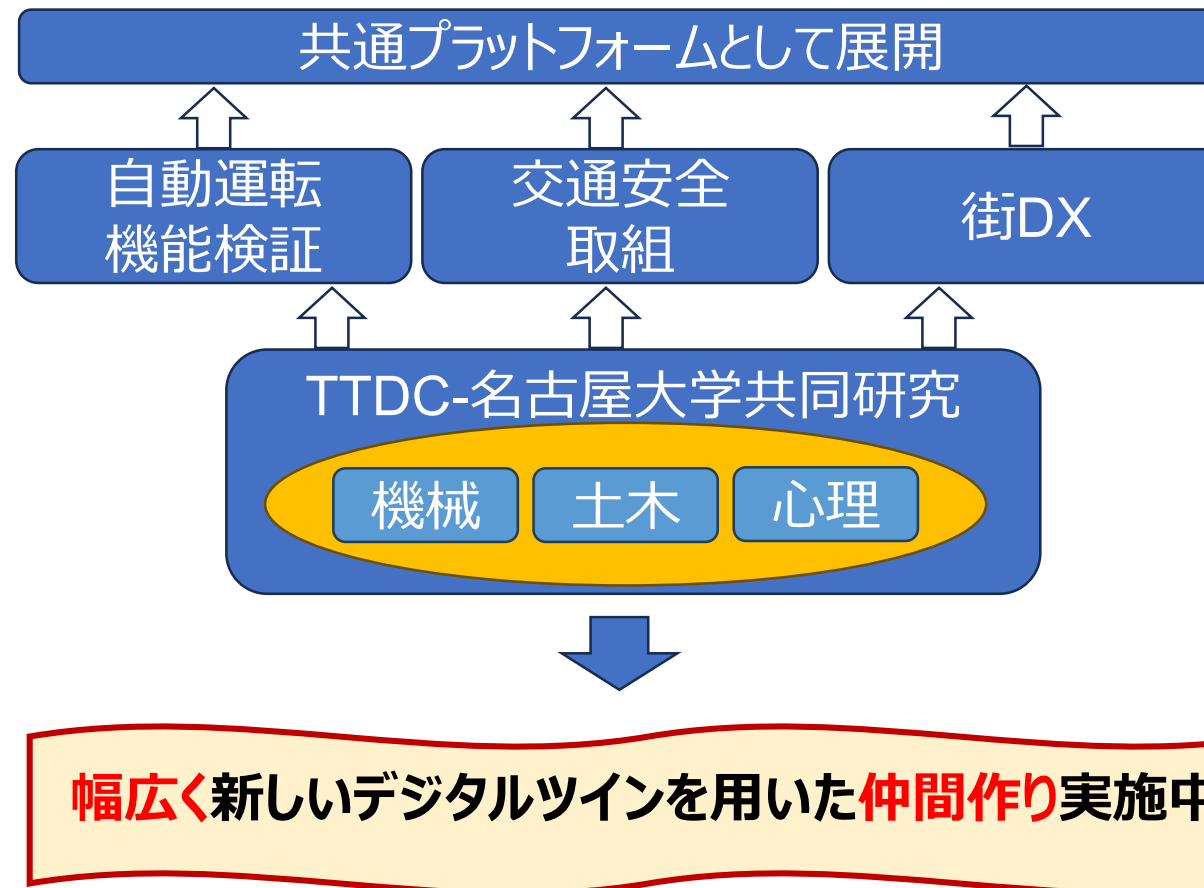
アジェンダ

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

1. 自己紹介・会社概要
2. 指定共同研究
3. 社会課題とTTDC取組
4. プラットフォーム：DiIMoについて
 - 4.1. インタラクティブ・マルチシミュレータ
 - 4.2. 個人行動モデル
5. 交通安全活用例
6. まとめ

6.まとめ

- ・新たなデジタルツイン環境「DiIMo」を提案
- ・DiIMoをプラットフォームとした取組を交通安全取組に活用
- ・様々な関係者を繋ぎ、協調領域としてデファクト化を推進



ご清聴ありがとうございました



DiIMo



窓口：プラットフォーム開発部 デジタルツイン開発室

Mail : DiIMo_support@ml.toyota-td.jp

TOYOTA TECHNICAL DEVELOPMENT CORPORATION

あなたの開発に寄り添うベストパートナー

私たちはお客様の技術開発の最適化を実現します

