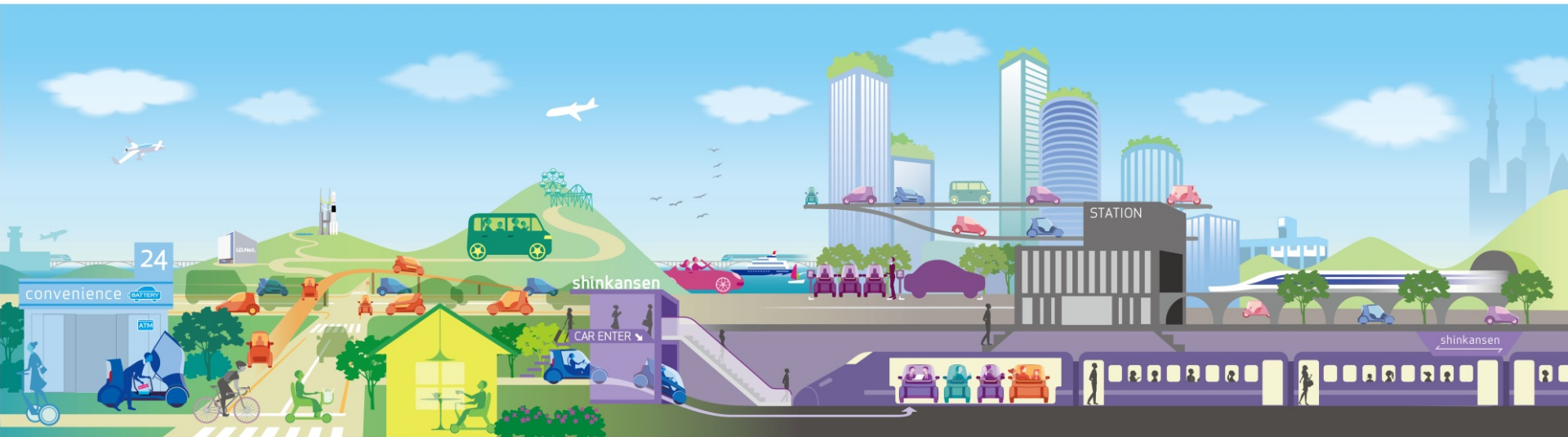


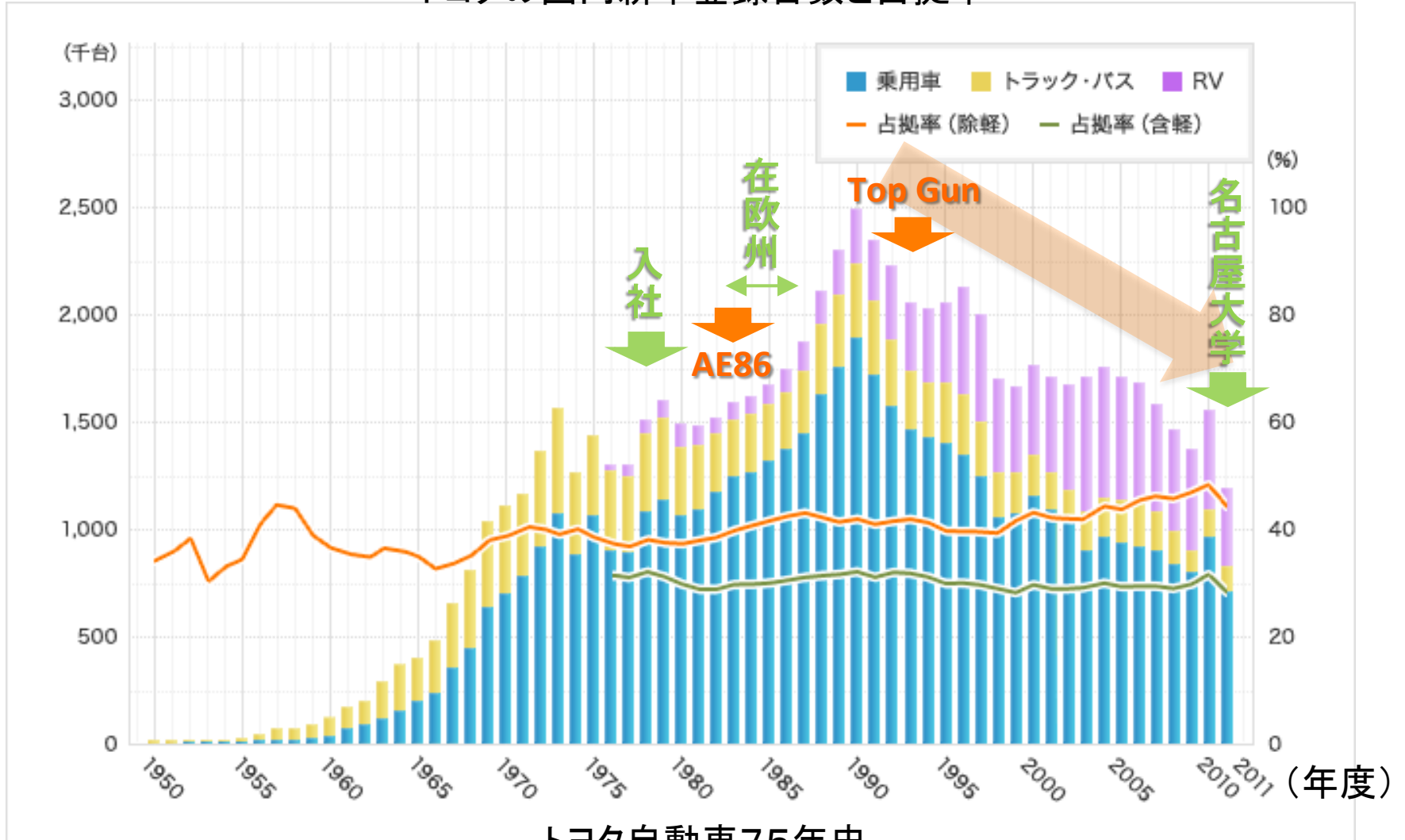
グリーンモビリティ社会実現に向けた VRシミュレータの活用



名古屋大学
グリーンモビリティ連携研究センター
未来社会創造機構

原口 哲之理

トヨタの国内新車登録台数と占拠率



トヨタ自動車75年史

COI ストリーム

● 革新的イノベーション創出プログラム (COI STREAM)



「新しい未来を作りたい。」

3つのビジョン(10年後の日本が目指すべき姿)

ビジョン1

少子高齢化先進国としての
持続性確保

: Smart Life Care,
Ageless Society

キーコンセプト (function)
Medical health, Mental health,
Motivation, Sports, Food, Ties

⇒ Happinessの実現

人が変わる

ビジョン2

豊かな生活環境の構築
(繁栄し、尊敬される国へ)

: Smart Japan

キーコンセプト (function)
Active thinking, Active thinking,
Serendipity, Six senses

⇒ 革新的思考方法

ビジョン3

活気ある持続可能な
(Active Sustainability)
社会の構築

キーコンセプト (function)
(Personalization, Resilience, Sustainability,
Functionalization, Flexibility) - Waste

⇒ 数世紀まちづくり

社会が変わる



H27.3.竣工予定

ビジョン3 名古屋COI拠点

名古屋COI拠点

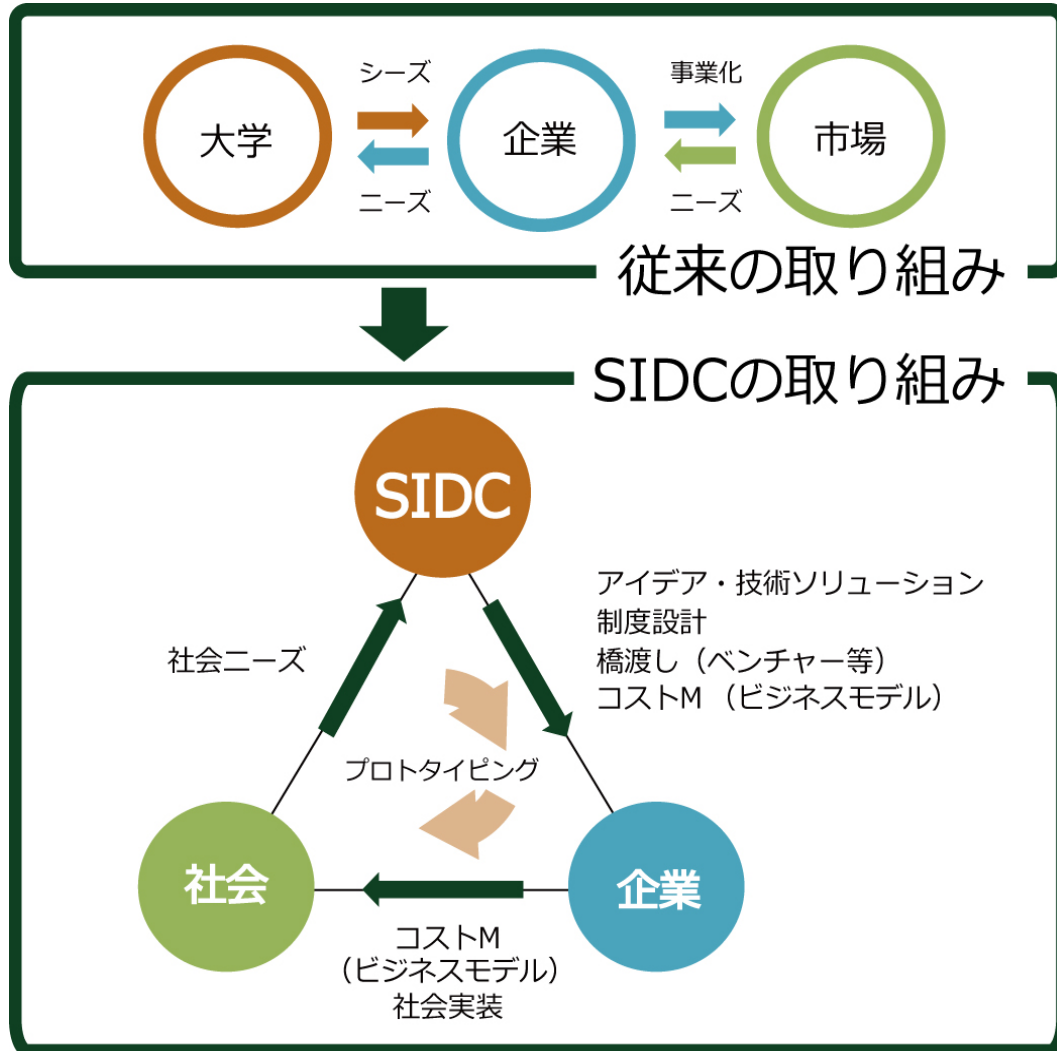
文部科学省 COIストリーム
多様化・個別化社会イノベーションデザイン拠点
～高齢者が元気になるモビリティ社会～

A Diverse and Individualized Social Innovation Hub
- The “Mobility Society” for the Elderly: Lead to an Active and Joyful Lifestyle -



グリーンモビリティ連携研究センター エグゼクティブ・ディレクター(産学担当)

社会イノベーションデザイン学センター



コンセプト

イノベーションの
ためには・・・

企業のニーズより
社会のニーズ！

SIDC ミニプロジェクト

～ My! Mobility ～



先行モビリティのベンチマーク -----> 開発プロセス



2014

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

2015

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

2016

1 2 3

2018

2021

社会

社会変革のためのコンセプト (調査・構築) 提案
社会への受容性 (社会への利点・感覚的親和性) まとめ

phase 1

人

内傾車の人間機械システム まとめ
新商品価値としての個別化要件
機械的成立 (メカニカル内傾機構・軽量フレーム構造)

プロトタイピング

phase 2

実装実験

phase 3

ビジネス化

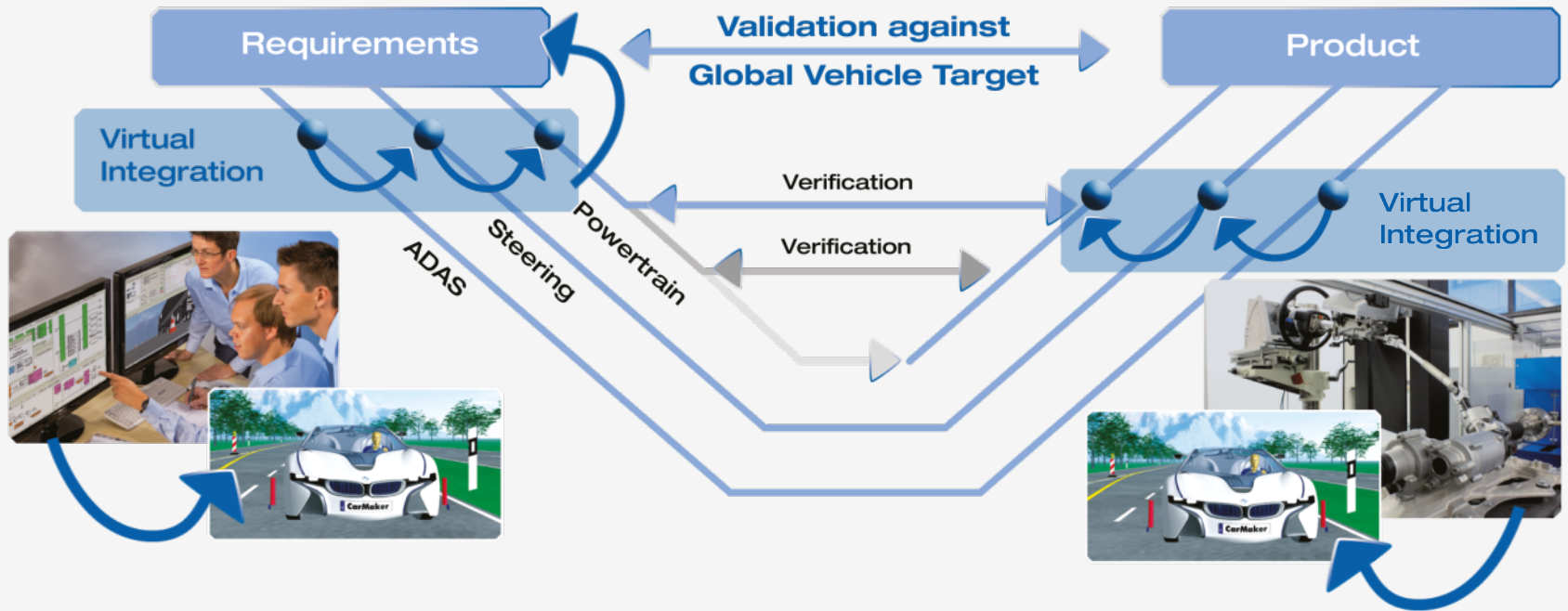
モビリティ

安全性 (超軽量車の衝突安全・軽小型車の危険回避)
商品性 (新モビリティのデザイン・動力装置 (モータ))

試作 (設計・1次試作) 評価 (ベンチ・実走行)

効率化のため ➡ イノベーション を目指して

Early validation of systems and components along the V-cycle



IPG Automotive GmbH

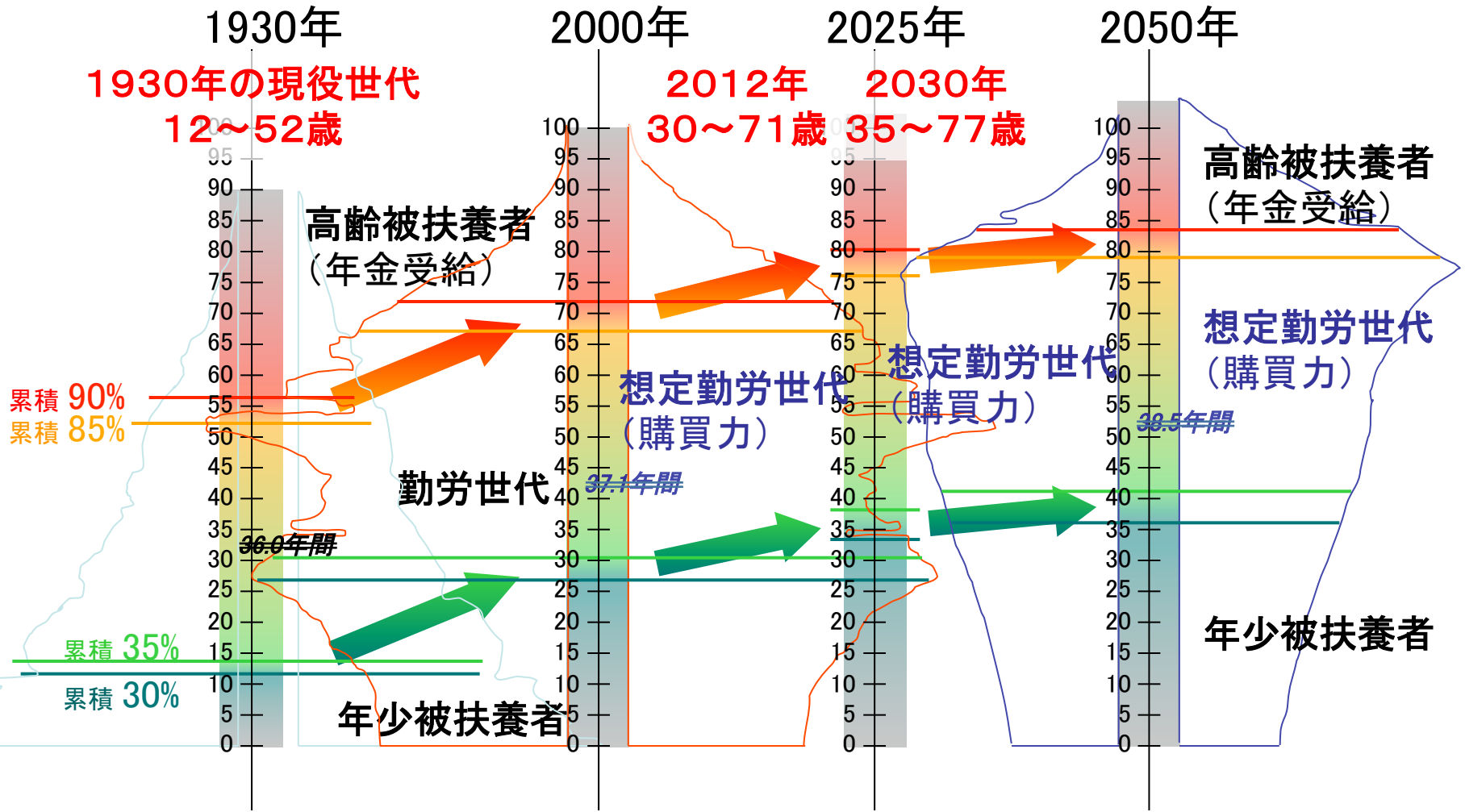
- はじめに
- 少子高齢化も・・・、対応**できる**社会現象
- 地球温暖化抑制・・・？「いま」でしょう！
- DS(ドライビングシミュレータ)への期待と課題
- NIC(National Innovation Complex)の紹介
- 未来予想図 ♪♪

3つの「源点」

- **社会の変化**：「既存条件」
人口、経済、環境
- **人の一生**：「既存条件」
子供、独身成人、子育て、子離れ、老後
- **世代の輪廻**：「30年周期」
好み、遊び、主義

欲しい！顔を目に浮かべれば・・・

独立な「求められるコンセプト」が複数導出される



マクロ経済を維持するための **想定勤労世代 → 高齢ヘシフト**

成人してもまだ学生、贅沢はできない

⇒ 成人被扶養者も欲しくなるモビリティ

- ・ワンルームでも駐車場所確保
- ・通学(学内侵入許可)
- ・どこへでも(車道からホコ天まで)

ママの遅しさ、毎日やることがいっぱい

⇒ ママチャリより安全快適なモビリティ

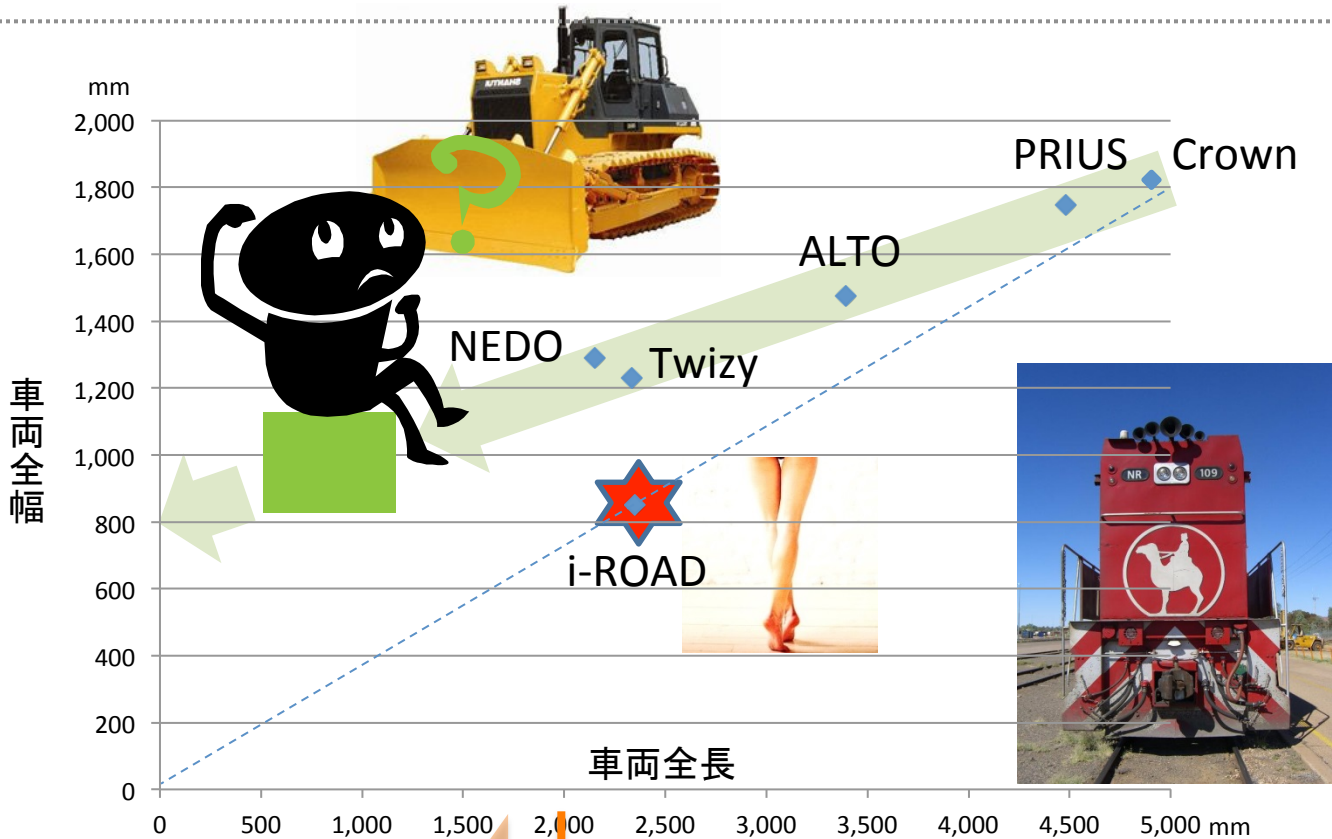
- ・全天候型で保育園の送迎
- ・そのまま出勤(お化粧、髪型が乱れない)
- ・帰りにはドライブスルーマーケット

いつまでも現役、でも満員電車は無理

⇒ 現役高齢者の通勤狙いのモビリティ

- ・身体の一部のような運転のし易さ
- ・ビジネスな服装、革靴
- ・職場近くに駐車可能

GREMO 超小型モビリティ: サイズ考



別種のモビリティ



軽自動車規格

全長 3,400mm (3.40m) 以下
 全幅 1,480mm (1.48m) 以下
 全高 2,000mm (2.00m) 以下
 定員 4名以下

	i-ROAD	NEDO	Twizy	アルト	プリウス	クラウン
全長	2,350mm	2,150mm	2,337mm	3,395mm	4,480mm	4,895mm
全幅	850mm	1,290mm	1,230mm	1,475mm	1,745mm	1,800mm
全高	1,445mm	1,459mm	1,461mm	1,535mm	1,490mm	1,460mm
定員	2名	1名	2名	4名	5名	5名

ただし・・・、恣意的な誘導なしには不成立

・交通システム＋社会的理解でインセンティブ

ex. 駐車禁止、一方通行、進入禁止などからの解放

・市街地、郊外路専用（自動車専用道進入不可）

ex. レーン2分割運用で 軽車両 etc. と共存
法定最高速度60km/hで普通の自動車とも共存

そのため（社会から受容される）には

・単なる小型化ではなく、従来にないスペックと構造

ex. 全幅1m未満、リーン（内傾）して走行
ex. シャシー、フレーム、モーター、電池を 世界統一規格
ex. アツパボデー、意匠市場をオープン化

超小型パーソナルモビリティの爆販[©]

恣意的な誘導(道路交通での優遇)なしには不成立！



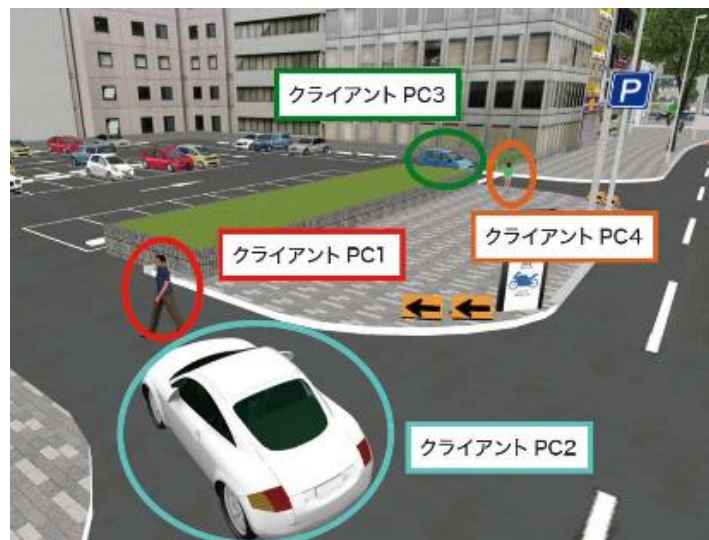
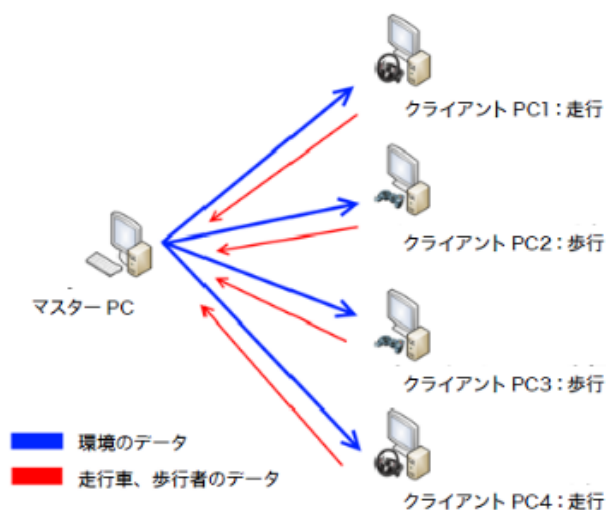
超小型パーソナルモビリティの視覚的受容性

コンセプト企画段階

UC-win/Road Ver.9

クラスターシステム・ネットワーク・マルチドライバー機能

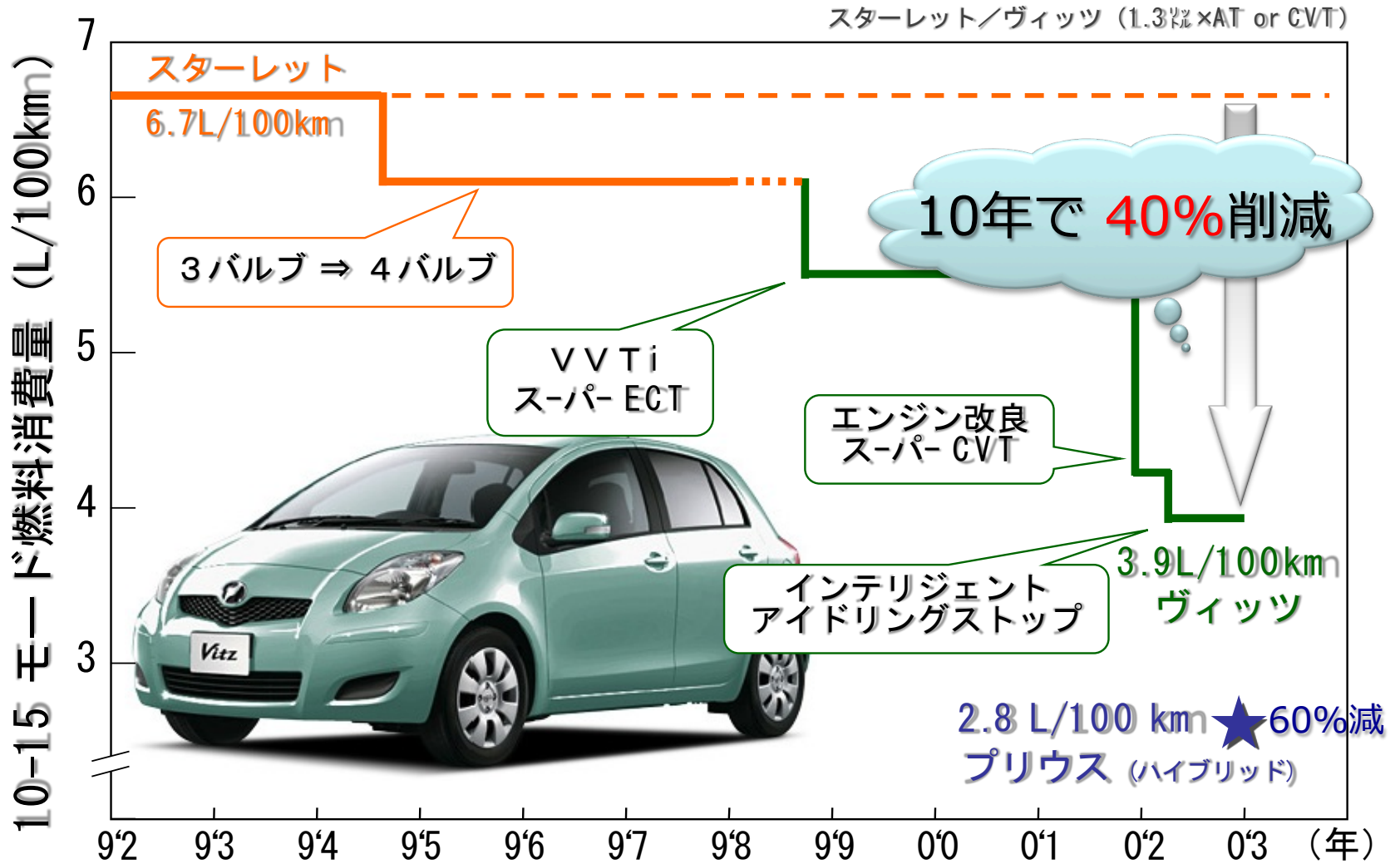
複数の使用者が同時に同じVR環境で走行や歩行シミュレーションを行う機能に対応。



クラスタークライアント設定拡張:

- 3D空間背景の非表示、UC-win/RoadのHUDとシナリオの画像、メッセージ、ビデオとスクリプトの画像、メッセージのみを表示を選択することができる。
- ドーム用のプロジェクターの設定で、画面のアスペクト比無しに垂直FOVと水平FOVを同時に利用して描画可能。プロジェクターのピッチ角度の対応も可能。

- はじめに
- 少子高齢化も・・・、対応できる社会現象
- 地球温暖化抑制・・・？「いま」でしょう！
- DS(ドライビングシミュレータ)への期待と課題
- NIC(National Innovation Complex)の紹介
- 未来予想図 ♪♪



主に **エンジン・パワトレの改良** に頼ってきた

モード燃費だと...

ここまでする「究極」の大衆車

10-15モード

ハイブリッド化するだけで



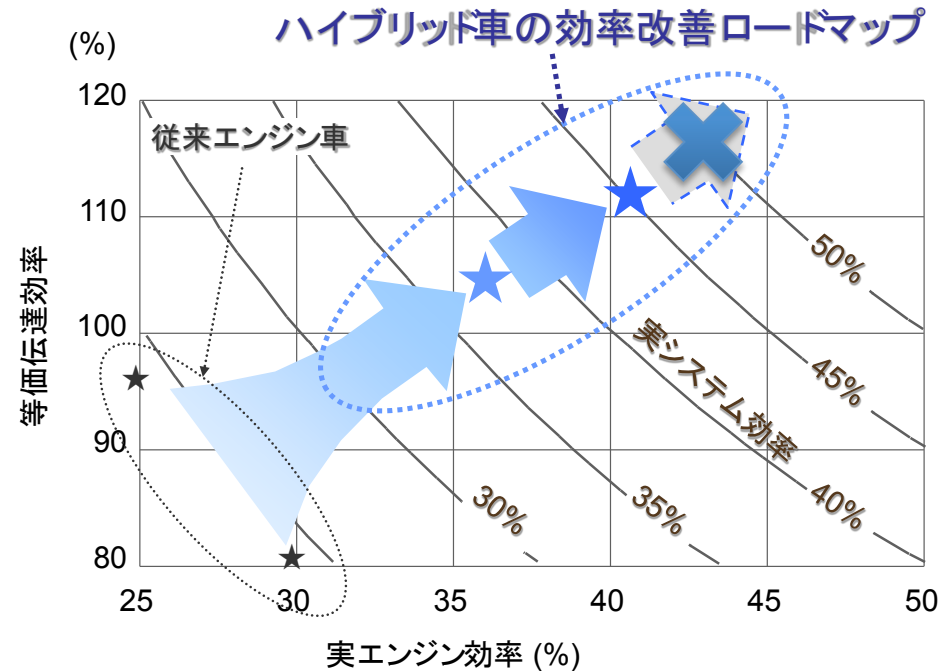
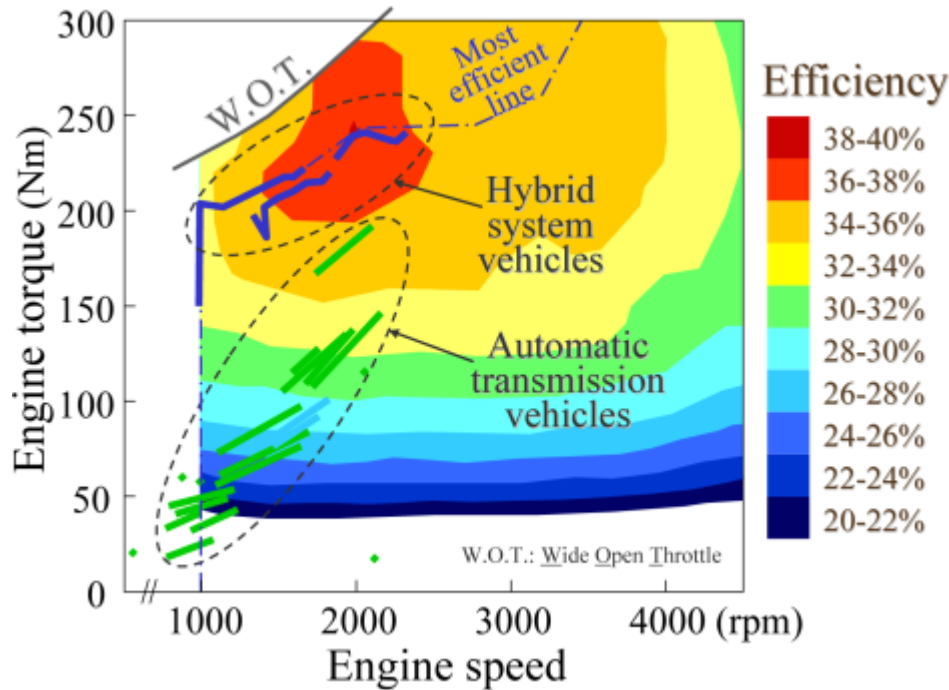
2.0L/100km

1.5L/100km

W=750kg+1名
RRC=60 × 10⁻⁴

+

Cd=0.25
A=2.0m²

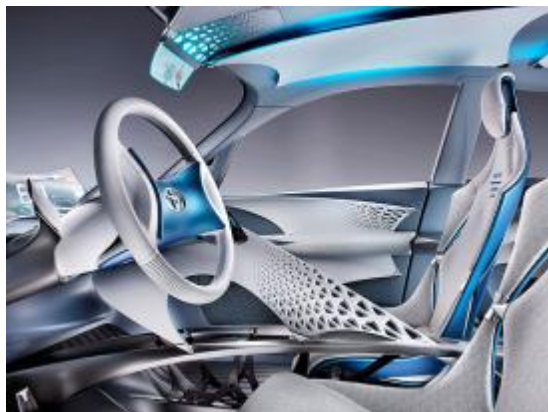


超低燃費なクルマの姿

燃料消費は 小型ハイブリッド車の さらに半分！



Toyota FT-Bh Geneva Motor Show 2012



Toyota FT-Bh Geneva Motor Show 2012

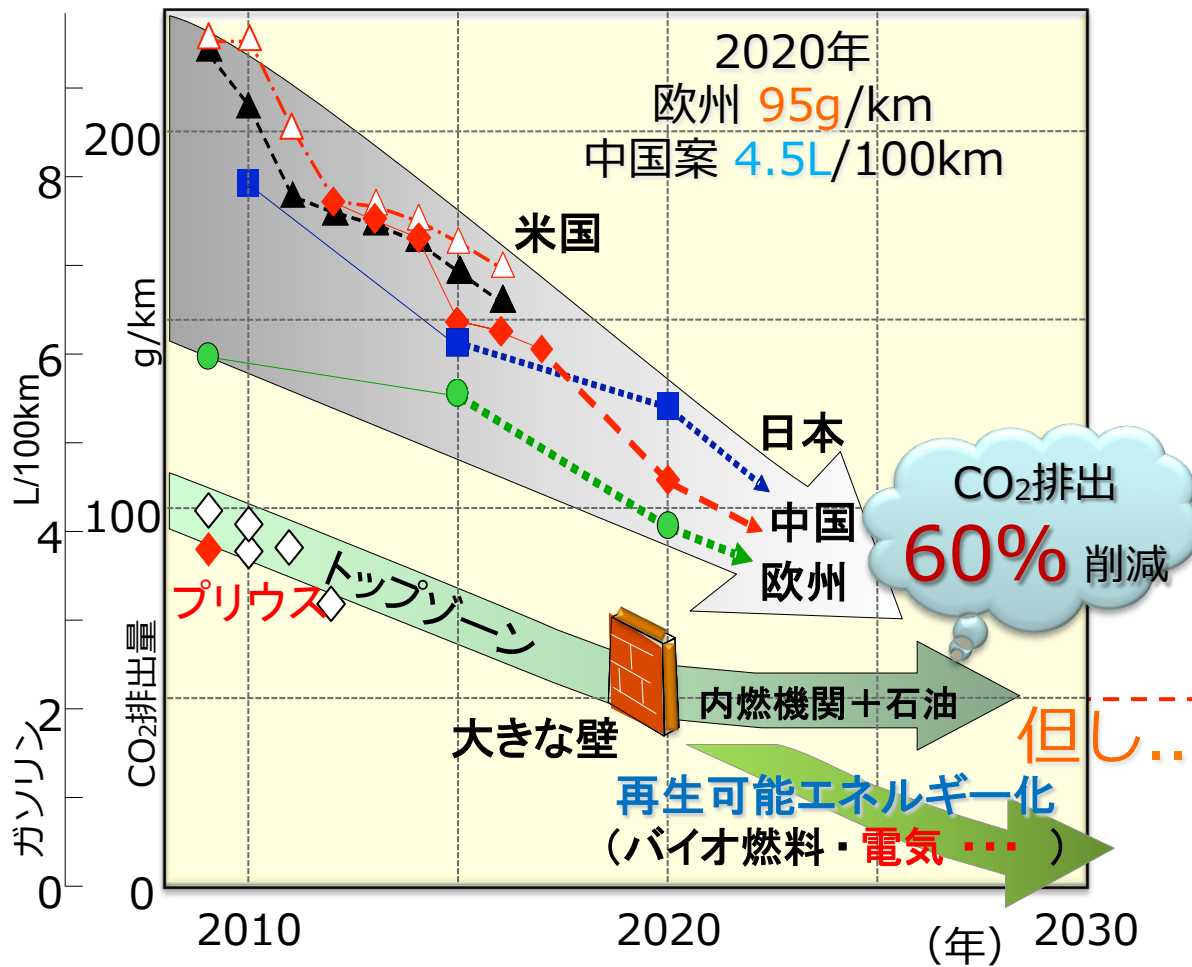
例) 新欧州モードの場合

Contribution to fuel consumption on NEDC (New European Driving Cycle)

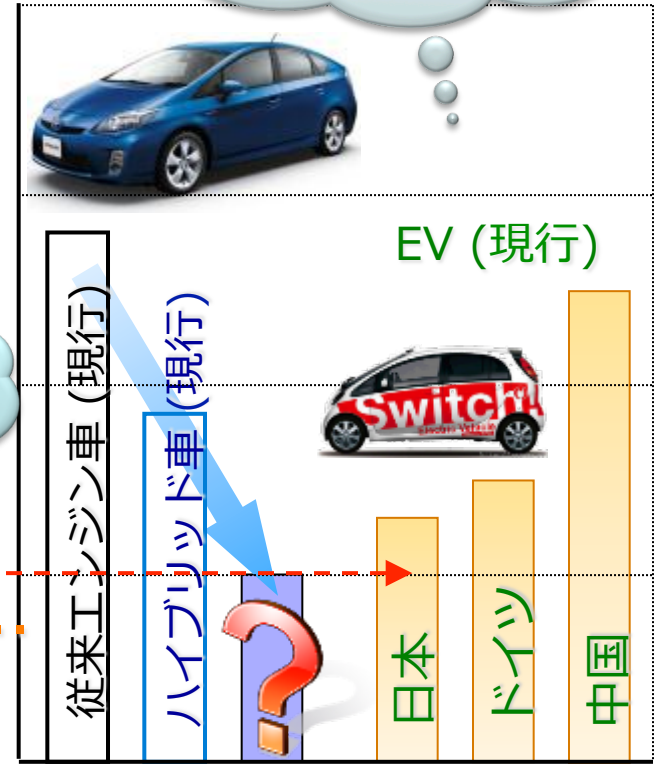
	Base case	Studied case	Fuel consumption
Curb mass	1200 kg	800 kg	
Gross mass with 2 occupants	1350 kg	950 kg	-14.6%
Tire RRC	100 × 10 ⁻⁴	60 × 10 ⁻⁴	-10.6%
Overall length	3785 mm	3785 mm	
Overall width	1695 mm	1695 mm	
Overall height	1520 mm	1435 mm	
Frontal area	0.22 m ²	0.20 m ²	-2.7%
Coefficient of aero drag	0.26	0.23	-2.7%
Engine displacement	1496 cc	996 cc	
Transaxle	THS II	THS II	
Averaged system efficiency (hybrid system inclusive)	37.5%	45%	-18.9%
Drive configuration	FF	FF	

Base case is a current mass-produced compact car in B segments plus hybrid power train system hypothetically.

GREMO 車両効率改善の壁の向こう



CO₂排出量は
エンジン車もEV車も同じ



「燃料 vs 電気」は
エネルギー形態の問題

車両の効率化は **実用燃費(電費)** の時代へ...

ドライバモデル (IPG Driver) が、実路データ上で仮想車両を運転

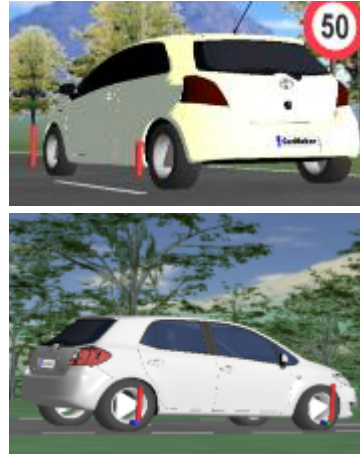


Driving-Events / Scenarios

- City, cross country, highway, autobahn
- **Coupled with traffic**
- Mountain road
- Handling course / race track
- Emission cycle
- ...

Driver Behavior and Driving Strategies

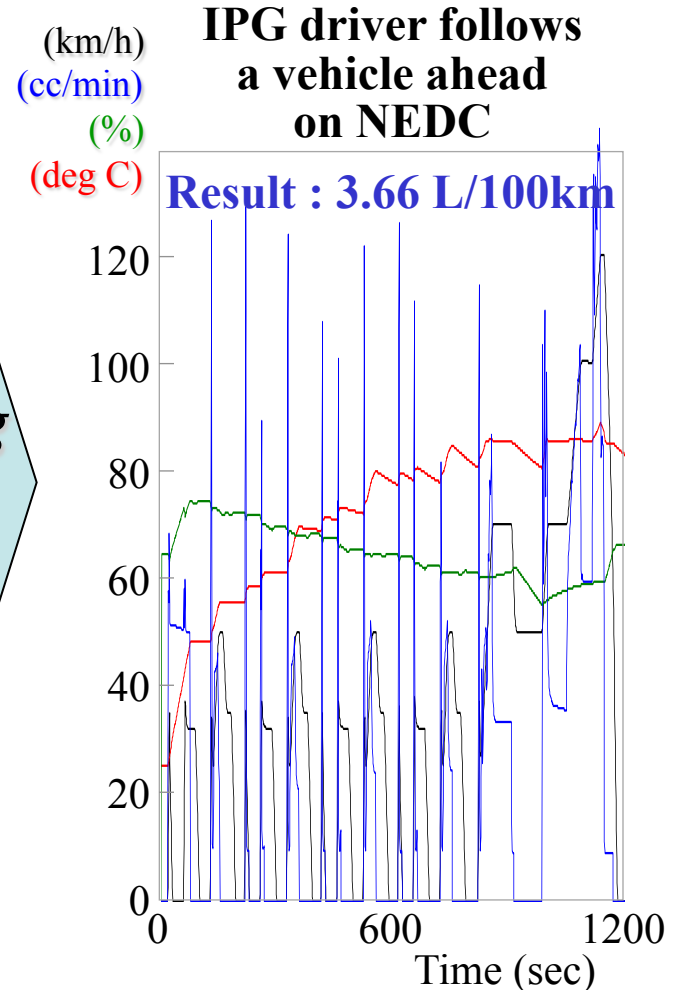
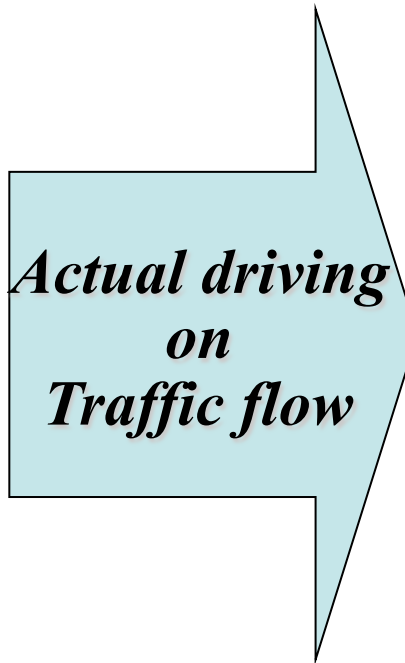
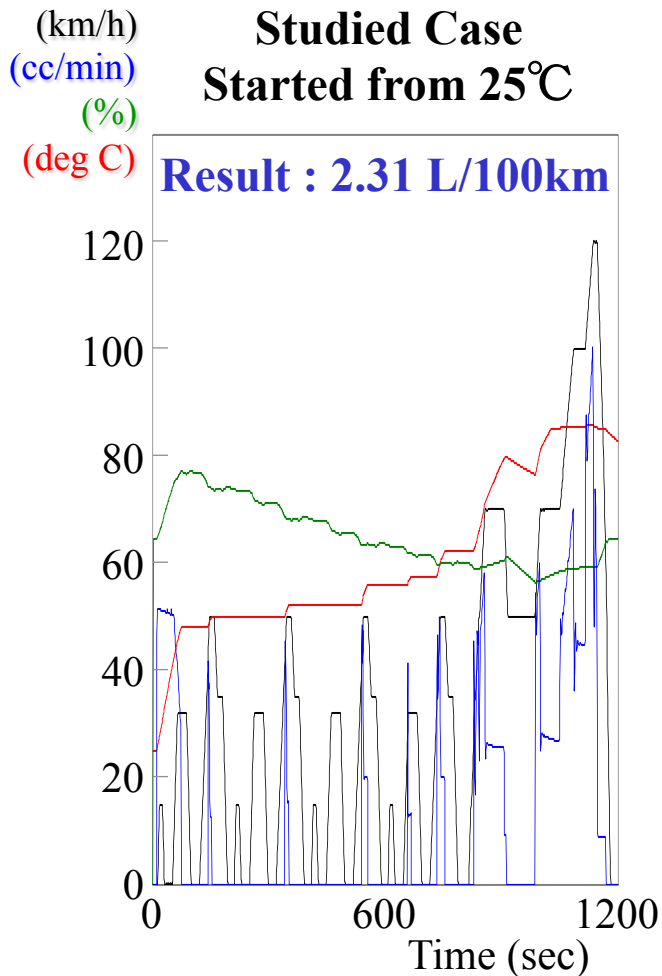
- Design of G-G Diagram (comfort area)
- Cruising speed
- Cornering cutting coefficient
- Change of pedal and pedal gradients
- Steering angle speed
- Reaction time
- Tolerated speed deviation
- Safety distance behavior (min / max distance & time gap)
- Speed difference reaction threshold
- ...



各種ドライバ特性を準備

(aggressive, normal, defensive, eco, sleepy, nervous driving styles)

追従走行では、燃料消費がかなり増大 (+60%?) する !



追従走行では、
燃料消費がかなり増大(+60%?)する！



追従走行の容易さが導く 実用燃費改善

車両特性セッティング時

- はじめに
- 少子高齢化も・・・、対応できる社会現象
- 地球温暖化抑制・・・？「いま」でしょう！
- DS(ドライビングシミュレータ)への**期待と課題**
- NIC(National Innovation Complex)の紹介
- 未来予想図 ♪♪

1. 人の研究

- 同じドライバーでの再現性
- 個人差、群差、環境差
- 実車困難(散漫、眠気、疲労、飲酒、薬物)

2. 危険と安全

- 危険回避
- 事故模擬
- 道路設計、標識設置

3. 特殊環境

- 明暗、逆光
- 天候
- 低ミュー

GREMO DS(ドライビングシミュレータ)



運転席からの景色をモニターに映し、ハンドルやアクセル、ブレーキ操作で車の運転を疑似体験する。運転するコースは専用のソフトで自由に設計。

↓高速道路の運転や



↑実在の街を想定して運転可能
(名古屋市 地下鉄「星ヶ丘」駅付近)

画面はバーチャル・リアリティソフト
“UC-win/Road”より

29

GREMO DS(ドライビングシミュレータ)の用途

モニタやスピーカの出力による視覚や聴覚の他、運転に合わせてコックピットが動くことで、平衡感覚や傾き・加速度感を模擬する。



コックピットは、実際の自動車の運転席と同様に作られている。

コンピュータで車両特性や運動特性を計算し、リアルな車の動きを実現する。

ドライバーは実際の運転と同じ感覚でハンドルやアクセルなどを操作

自動車産業において

自動車の開発
事故原因の解明
(人為的要因)

自動車教習所にて

高速道路教習
悪条件下での
運転の体験

モータースポーツでは

車両の設定最適化
ドライバーの
トレーニング



呼気を採取し、呼気に含まれる二酸化炭素濃度や呼吸数を測定



← 腕に計測装置を装着
脈拍などを測定

→ 運転によって身体にどのような影響(疲労)があるのか調査

計測データ例

※上記写真とは別の被験者から得られたデータ 31

1. シミュレータ酔い
 - 没入感
 - 視覚と体覚のずれ
 - 並進、回転、加速度

2. 人を騙しきれない
 - 没入感の不足
 - 注視点解像度
 - 交通環境

3. 距離感
 - 眼球焦点距離
 - 独眼流での距離感
 - 複眼での距離感

車両性能実証装置 高精度ドライビング・シミュレーター

4K 120hz 3D CAVE、6DOFモーション、VRによるドライビング・シミュレーターシステム

H27.3.末導入

VRソフトウェアの特長

- ・UC-win/Roadによる自由な3次元走行環境の作成
- ・標準プラグインをパッケージ・ソフトで提供
- ・標準VRデータは無償、シナリオカスタマイズ対応
- ・ビジュアルオプションツールズによる多様な環境を再現
- ・カスタマイズによる高度なシミュレーションニーズをカバー



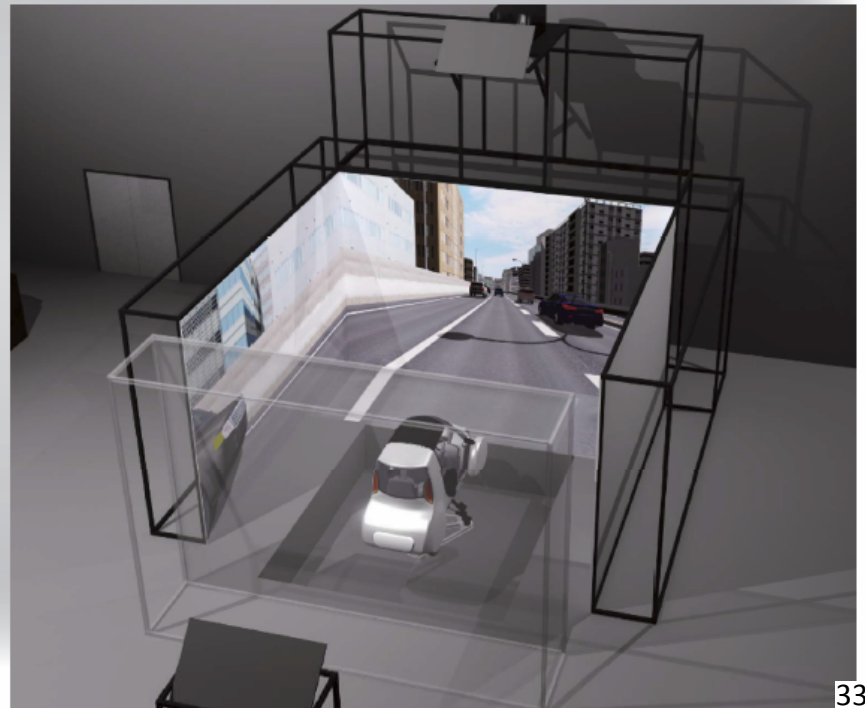
AVL InMotion™

(Power by CarMaker)
—HILシステム



シミュレーター外観イメージ

4Kプロジェクター4台構成



プロジェクター

4K解像度 120Hz対応 3-chip DLP®

3Dアクティブステレオ対応プロジェクター Christie Mirage 4K35

パネル解像度

4K(4096x2160ピクセル)

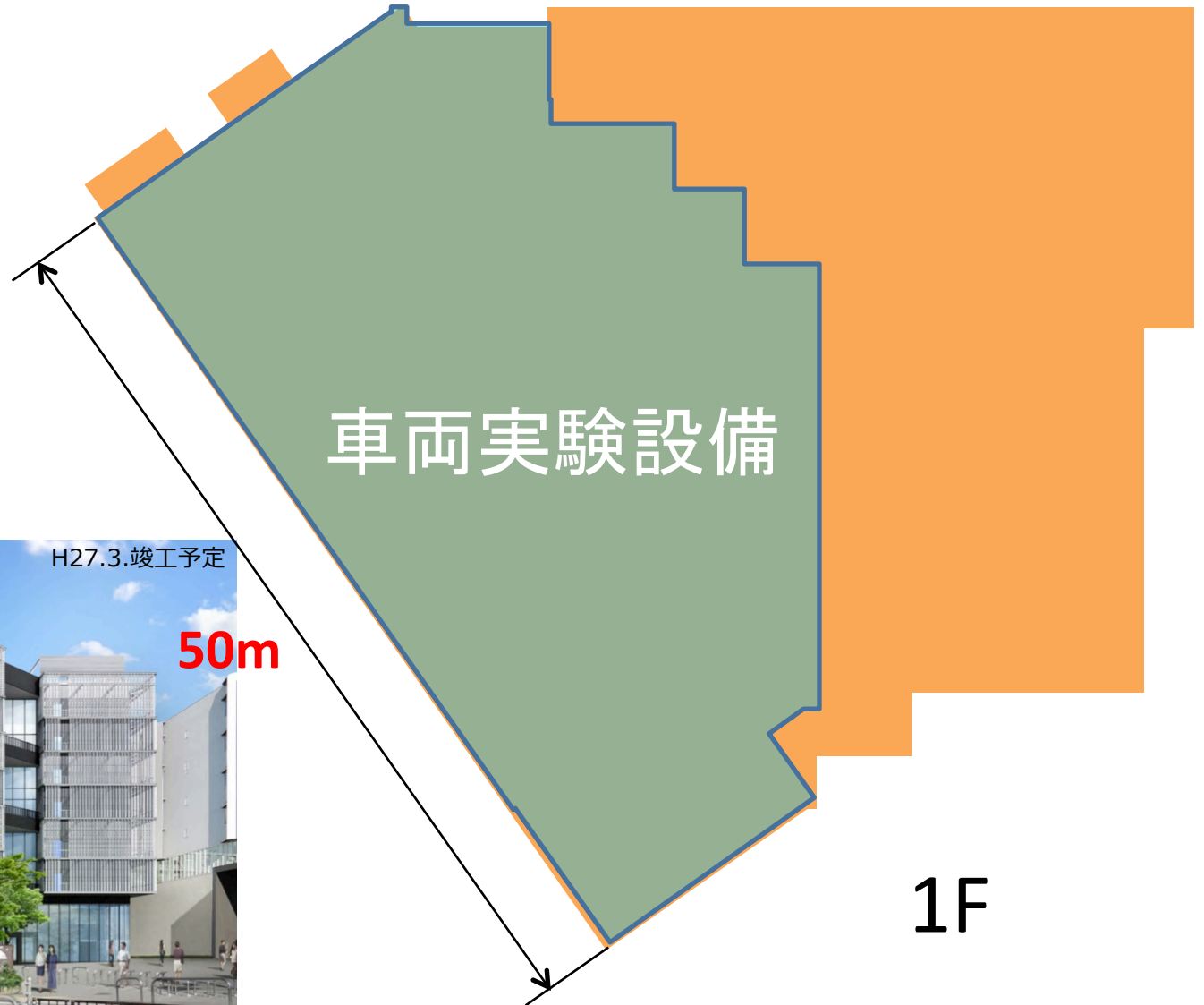
光出力(最大)

29,000 Center ルーメン
(27,500 ANSIルーメン)

-4.5kWランプ



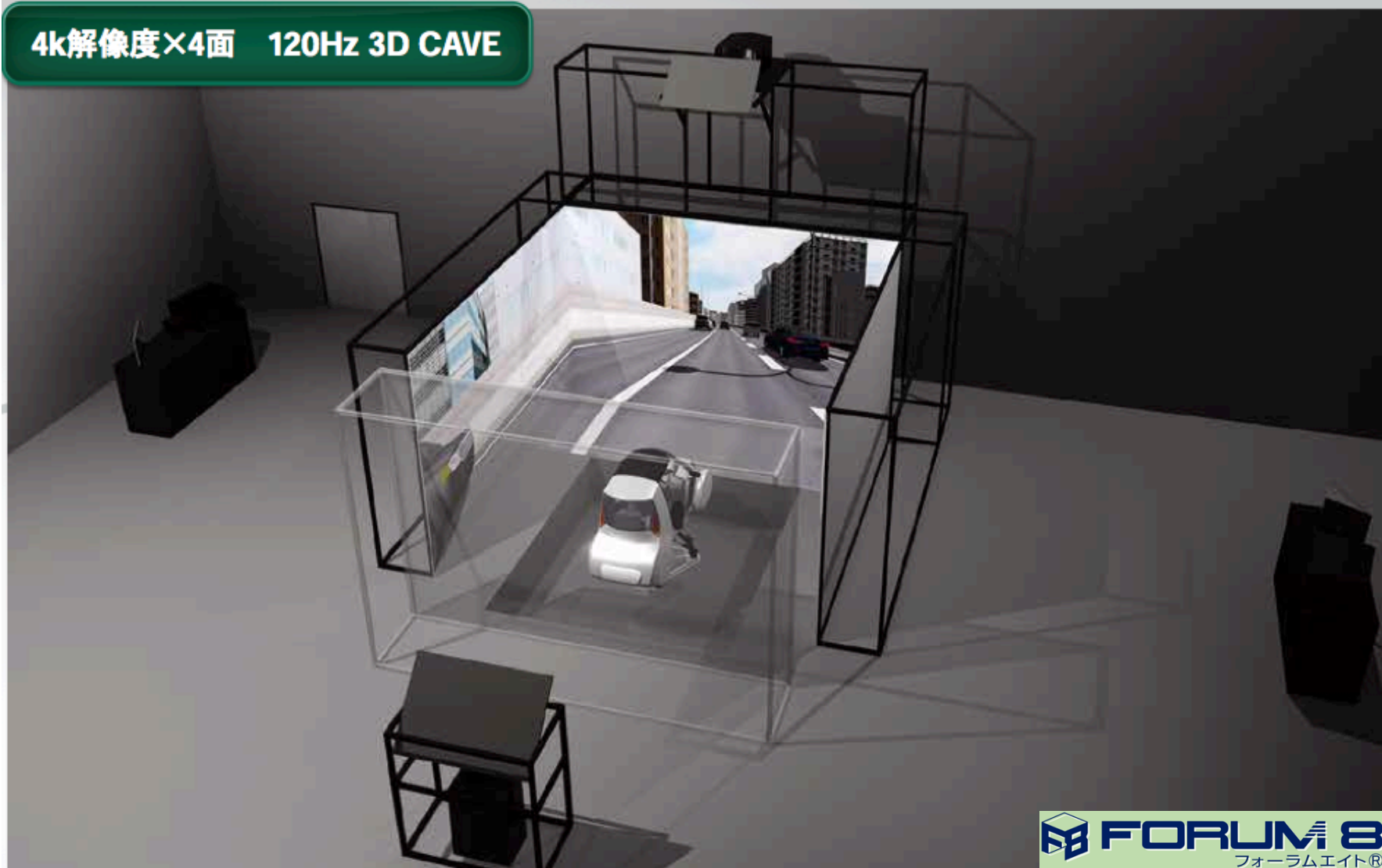
- はじめに
- 少子高齢化も・・・、対応できる社会現象
- 地球温暖化抑制・・・？「いま」でしょう！
- DS(ドライビングシミュレータ)への期待と課題
- NIC(National Innovation Complex)の紹介
- 未来予想図 ♪♪



高精度ドライビングシミュレータ

NIC

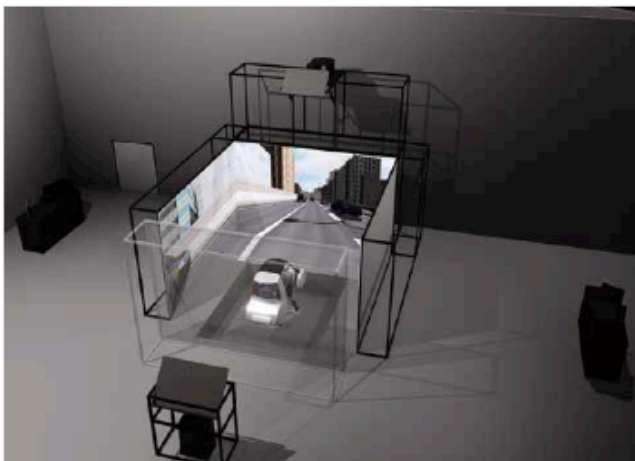
4k解像度×4面 120Hz 3D CAVE



FORUM 8
フォーラムエイト®

フルVR空間を用いた高精度DSの構成 NIC

ドライビングシミュレータ



プロジェクター

4K解像度 120Hz対応 3-chip DLP*
3Dアクティブステレオ対応プロジェクター Christie Mirage 4K35



パネル解像度

4K(4096x2160ピクセル)

光出力(最大)

29,000 Center ルーメン
(27,500 ANSIルーメン)
-4.5kWランプ

モーション、モーション制御 (MOOG)

6軸モーションベースは、6本の電動シリンダが伸縮し、応答性良く6自由度の動きを実現。画面映像の動きに合わせて座席を前後・左右・上下に動揺させる。



交通流シミュレータ (Aimsun)

UC-win/Roadと連携して道路交通環境をリアルタイムにシミュレート。ダイナミック経路選択でITS関連の検討が可能。



車両ダイナミクス (IPG)

さまざまな運転条件 (アクセル、ブレーキ、ハンドル、シフト操作) と環境条件 (摩擦係数や高さ変化のある道路コース、横風など) における車両の動的な挙動を検討。



3D・VR (UC-win/Road)

3次元リアルタイム・バーチャルリアリティソフト。各種プロジェクトの3次元大規模空間を簡単なPC操作で作成し、多様なシミュレーションが可能。



1. 3次元リアルタイム・バーチャルリアリティ **UC-win/Road**

3次元リアルタイム・バーチャルリアリティソフト UC-win/Road は、2002年ソフトウェア・プロダクト・オブ・ザ・イヤーを受賞。各種プロジェクトの3次元大規模空間を簡単なPC操作で作成でき、多様なリアルタイム・シミュレーションが行える先進のソフトウェアです。

■ **Visual Options Tool** による各種表現/交通シミュレーション
リアルタイムで時間、天候、ライトなどを制御。フェイクライトによる昼夜間表現、影の投影など。交通量、車両プロファイル、信号設定に基づく交通流生成や災害、事故による道路通行障害もシミュレート。



■ **Before/After、スクリプティング、マニュアルドライブ**がプレゼンターを支援
各種走行モード（車速、車線変更、視点高さ、視点切り替え8方向）、視点の動的移動、ウォークスルーが可能。3Dコックピット、マルチモニタをサポートしたマニュアルドライブ対応。



■ **国土地理院数値地図**

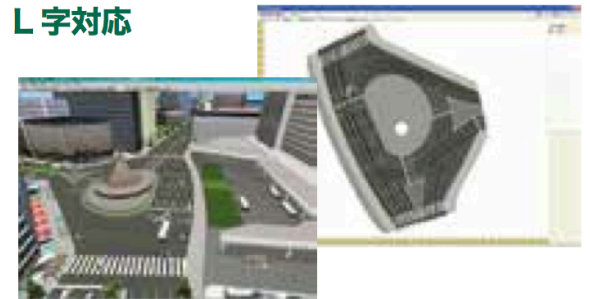
- ・50mメッシュ(標高)(承認番号:平12総使、第173号)
- ・5mメッシュ(標高)のフォーマットに対応

■ **世界の地形に対応**

ニュージーランドの50mメッシュ地形標高データの他に全世界の「CGIAR-CSI SRTM 90m Data-base」の利用許諾を得て製品に中国とオーストラリアの地形を標準で搭載。

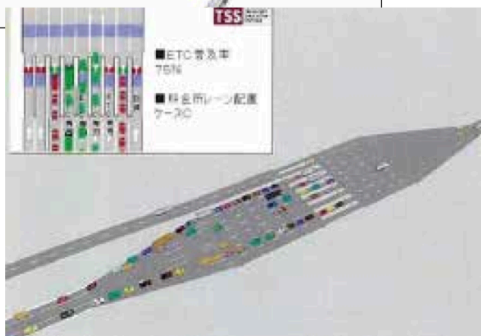
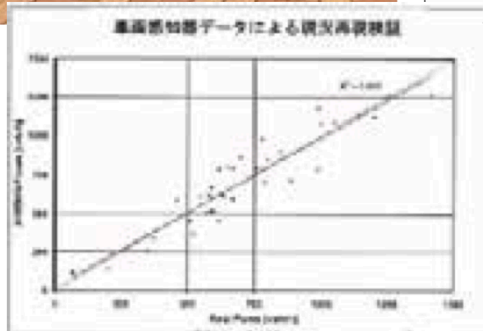
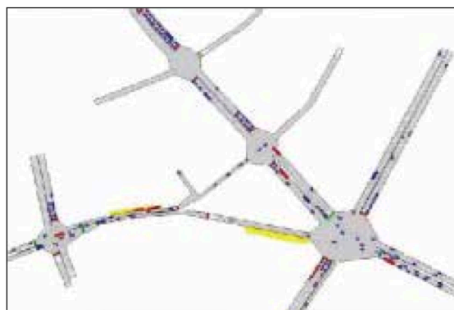
■ **交差点機能強化ロータリ、L字対応**

ロータリ型、L字タイプなど生成できる交差点を拡張。複雑な平面交差、道路マークは3DS出力編集で対応。交差点内でもモデル上を走行可能。



2. リアルタイム交通流シミュレータ Aimsun

Aimsun は汎用ミクロスコピック交通流シミュレータです。OD 表または分岐率の入力の両方に対応しており、OD モデルの場合は前提条件なしでも、新バイパスや交通規制などの経路選択が必要なシミュレーションが可能です。ダイナミック経路選択で ITS 関連の検討が可能となっています。API によりユーザーが独自に機能拡張を行うこともできます。本システムでは、UC-win/Road と協調し道路交通環境をリアルタイムにシミュレートします。



- OD モデルまたは分岐率モデルのいずれにも対応
- 歩行者・自転車の表現が可能
- さまざまな交通が交錯する市街地の検討が可能

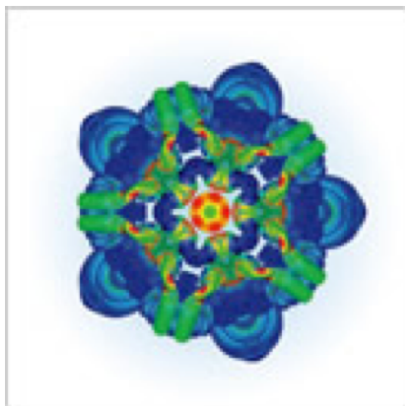
3. 車両運動シミュレータ CarMaker

CarMakerは、従来の車両ダイナミクスのシミュレーションに加えてMIL/SIL/HILに対応した広範囲にわたるシームレスなバーチャルテスト環境を提供します。ITS/交通環境を考慮した車両のアクティブセーフティ、快適性、ドライバビリティ、燃費等に対する課題の解決を支援します。



- 車両のコンセプト、モデル、制御システムを試験するシミュレーションプラットフォームで、パワフルな運転操作とイベントベースの仮想試験が容易に可能
- 自己学習機能を持つ、インテリジェントなドライバーモデル
- トラック等の大規模モデルでもリアルタイム以上の解析速度
- 制御システムを組み込んだ車両ダイナミクスのリアルタイムシミュレーション
- Matlab/Simulink モデルの組み込み制御

4. AVL CRUISE



AVL CRUISE

動力性能、モード燃費、エミッションを予測するためのシミュレーションソフトウェア。車両パラメータスタディや車両のエネルギー管理計算のプラットフォームとしても使用可能。

駆動評価装置（２種）



【駆動評価装置Ⅰ】



【駆動評価装置Ⅱ】

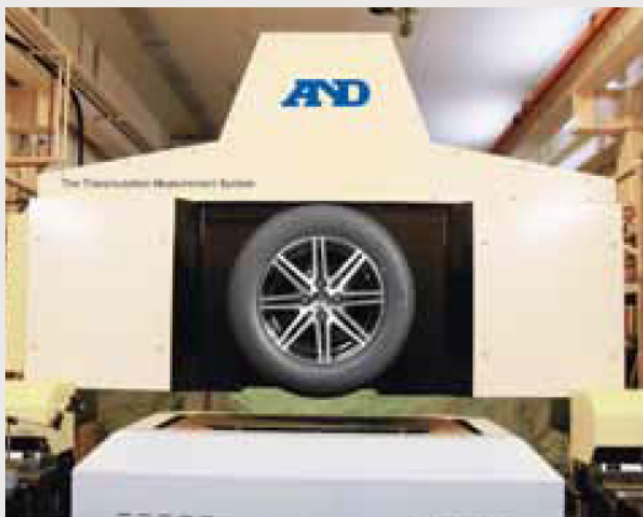
アライメント測定装置



ワークステージリフト



ムービングベルト式タイヤ特性測定装置 NIC



Flat Belt Tire Testing Rig

特徴

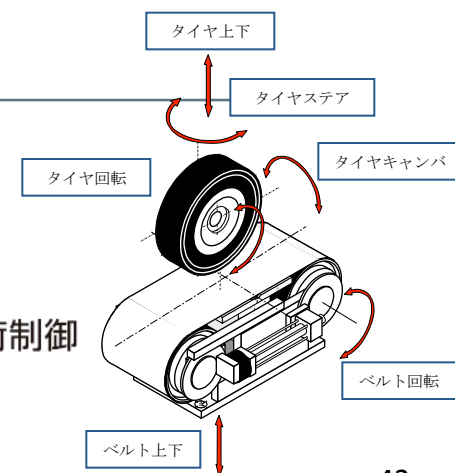
- 6自由度設定機能による様々なタイヤセットアップを実現
- 垂直方向への加振機能(オプション)
- 電動モータによるベルト及びタイヤ駆動
- 高精度スチールベルト制御により、路面状況を忠実に再現
- モデルベースドセンサ(MBS)搭載による高精度力計測
- ベルトクラック検知センサによる安全な稼動
- コンパクトなサイズ

6自由度設定機能

6自由度設定機能により自動車走行時の路面状況を忠実に再現可能

- 高機能フラットベルトシステムによるベルト速度制御
- ステア角制御機能(過渡試験タイヤスタンド)、垂直方向加振機能(オプション)を装備
- 過渡試験タイヤスタンドによる、キャンバール角制御、タイヤ速度制御、負荷制御
- 定常試験タイヤスタンドによる、ステア角制御、キャンバール角制御、タイヤ速度制御、負荷制御

6自由度は全て制御可能であり、それにより複合試験も実施可能。



その他車両整備設備類

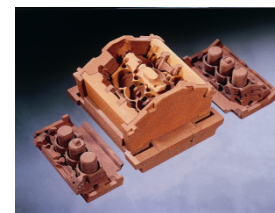



- 【標準装備】
- フリクションラッチ
- 上下限リミットスイッチ
- 非常停止ボタン
- 【オプション】
- メカニカルブレーキ付
- フックシンクロナイザ
- オーバークロードリミッタ
- ロードペレ(-3t)*
- *RUL-GAP086にて集約される。

3Dプリンター（2種）

インクジェット式光造形装置

粉末焼結積層造形装置



- はじめに
- 少子高齢化も・・・、対応できる社会現象
- 地球温暖化抑制・・・？「いま」でしょう！
- DS(ドライビングシミュレータ)への期待と課題
- NIC(National Innovation Complex)の紹介
- 未来予想図 







未来へ ... ほ～ら 前を見てごらん♪



名古屋大学
グリーンモビリティ連携研究センター
未来社会創造機構

原口 哲之理