

### エコシステムを考慮した社会受容性の評価

#### エコシステムとは

本来は「生態系」の意味。経済やIT業界において、複数の企業や登場人物、モノが有機的に結びつき、循環しながら広く共存共栄していく仕組み

#### 自動運転での事例

#### 自動運転を取り巻く環境

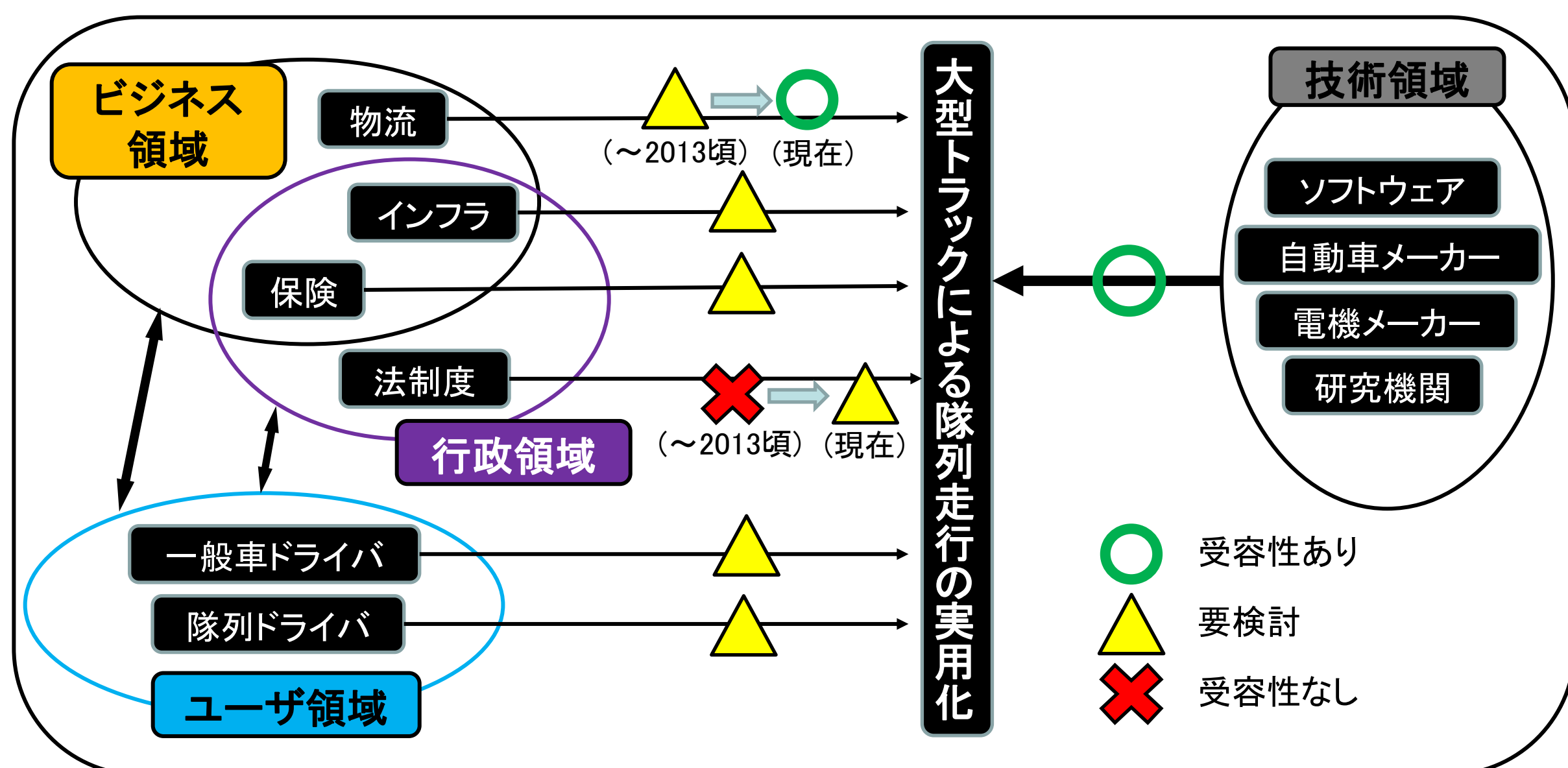
近年、環境対策や交通安全対策、新たな産業創出などの実現のため、自動運転に関心が高まっており、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)では国家施策として自動走行システムが推進されている。

現在では、技術的な発展やそれに伴う法令の見直しも進んでおり、実用化のフェーズに入っていると言える。

自動運転には、右図のように様々な機関・事業が関わっている。(図1)



### 隊列走行実現に向けたエコシステム



自動運転の具体的な技術として隊列走行を例にあげ、実現にむけたエコシステムを左に示した。(図2)

エコシステムの観点から考えると、隊列走行の実用化には、技術領域の確立のみならず、ビジネスやユーザーといった領域からの受容性確保が必要条件である。つまり、左図において、▲を○に変えていく事が求められている。

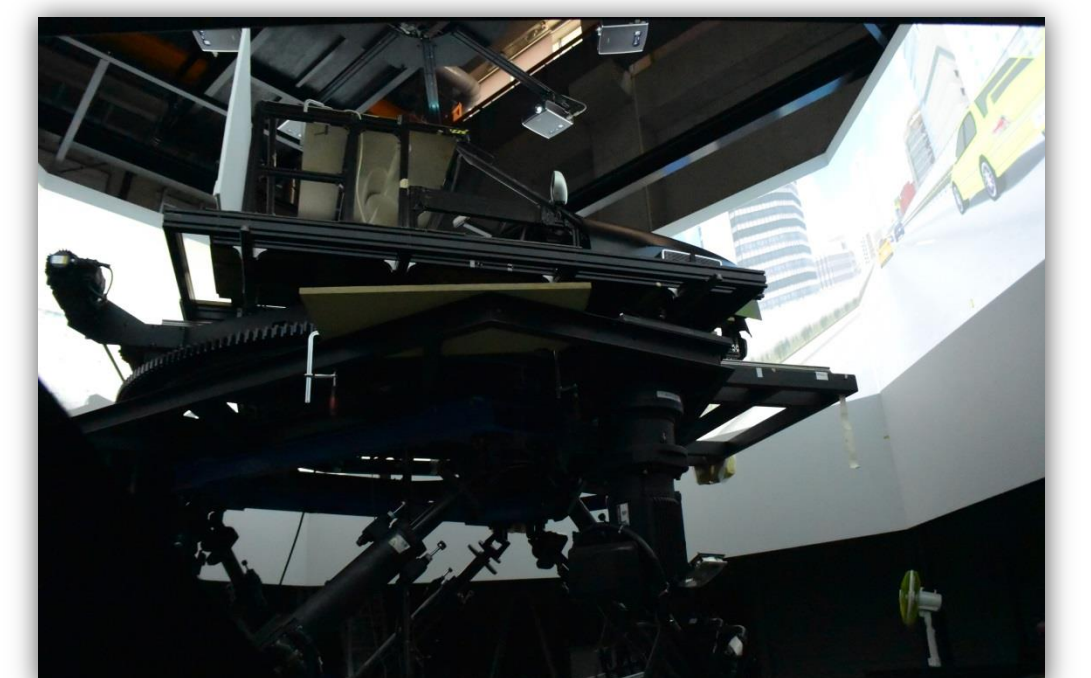


図3. ユニバーサルドライビングシミュレーター



図4. 実験の様子

### 快適性の評価

#### 人間行動指標による快適性の定量的評価

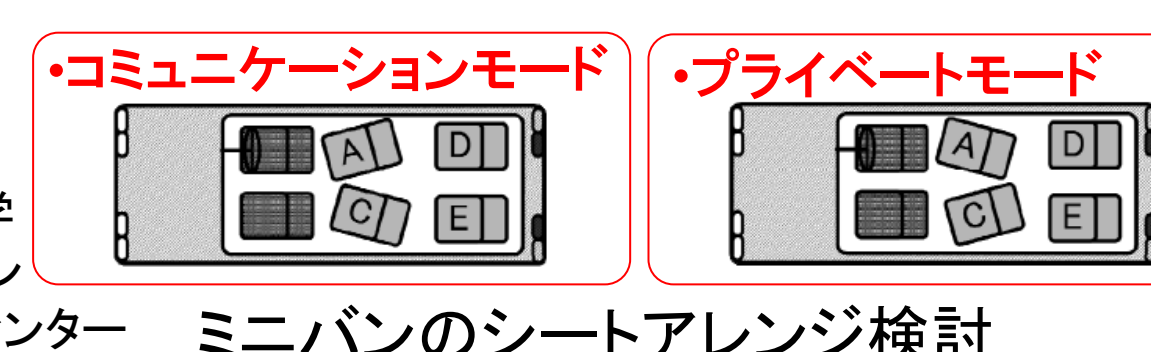
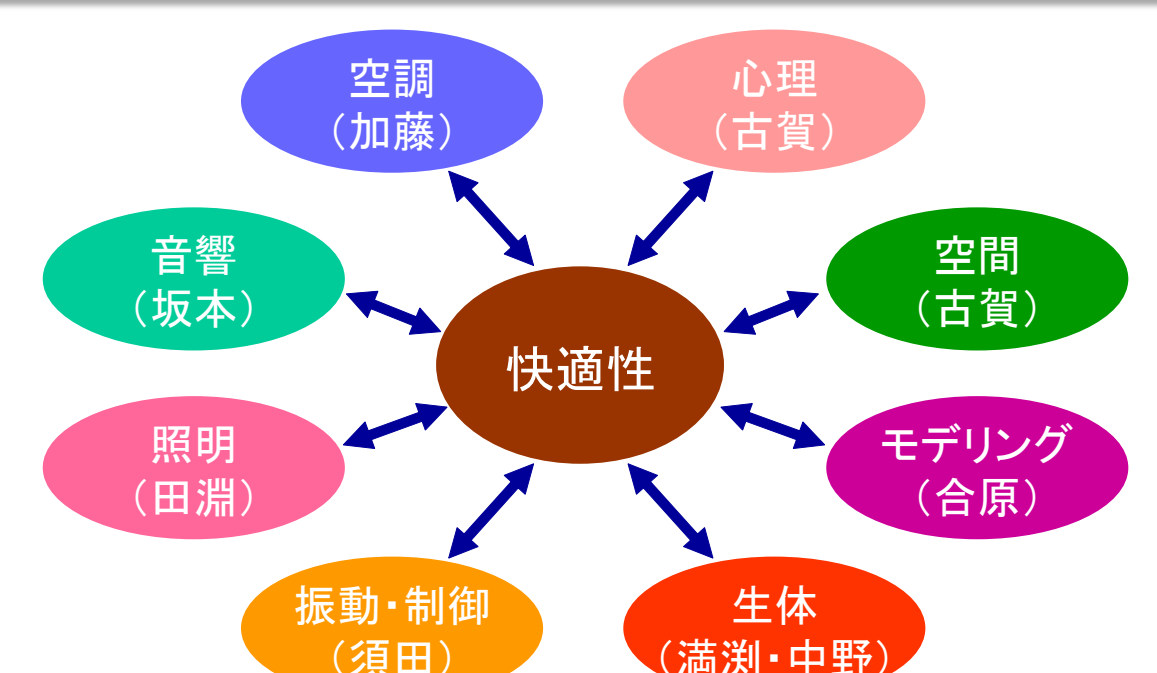
快適性の工学的応用に関する研究グループを立ち上げ、主観的・定性的な快適性の概念を定量的に取り扱う車内空間レイアウトの快適性定量評価手法を開発して、鉄軌道・自動車・新交通システムに適用してきた。

研究グループでは、産学連携型シンポジウムの開催を通して、最新情報の共有にも努めている。

#### 応用例



#### 快適性の工学的応用に関する研究グループ



須田義大教授 振動・制御【代表】  
加藤信介教授 空調  
満洲邦彦教授 生体  
坂井康一准教授 交通  
坂本慎一准教授 音響  
古賀誉章准教授 心理(宇都宮大)

合原一幸教授 モデリング  
中野公彦准教授 生体  
田淵義彦研究員 照明  
平沢隆之助教 HMI  
河野賢司特任研究員 計測



# 須田研究室 快適性に関する研究

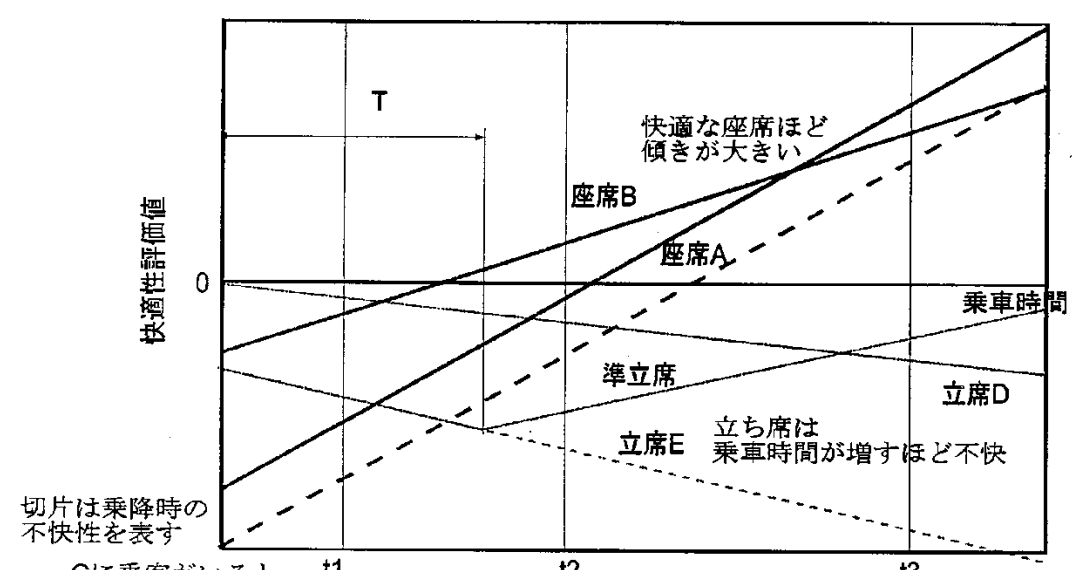
## ■人間行動指標による快適性の定量的評価

ユーザの意向を反映した魅力的な製品設計が求められる時代を迎え、車内空間設計にも、主観的・定性的な快適性の概念を定量的に取り扱う工学的デザイン手法が求められている。乗客の行動説明モデリングを通じて乗客が利用するアフォーダンス(空間資源)の定量表現による車内空間レイアウトの快適性定量評価手法を開発し、鉄軌道・自動車・新交通システムに適用してきた。

## ■通勤電車の座席配置検討

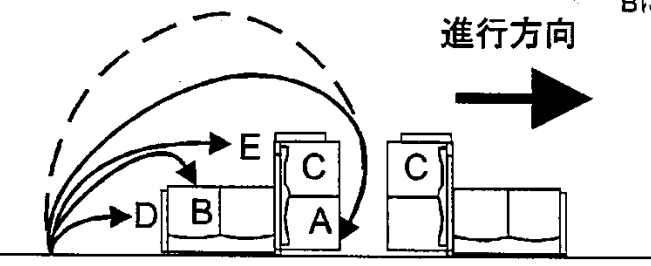
### ■人間行動指標による鉄道車内快適性評価モデル

【定義】座席配置の快適性値=ドアから座席までのアクセシビリティ+座席自体の快適性  
 ・快適性最大の席が順次選択されると仮定して、着席行動を物理モデル化  
 ・実物大モックアップ実験から、モデル式のパラメータを同定



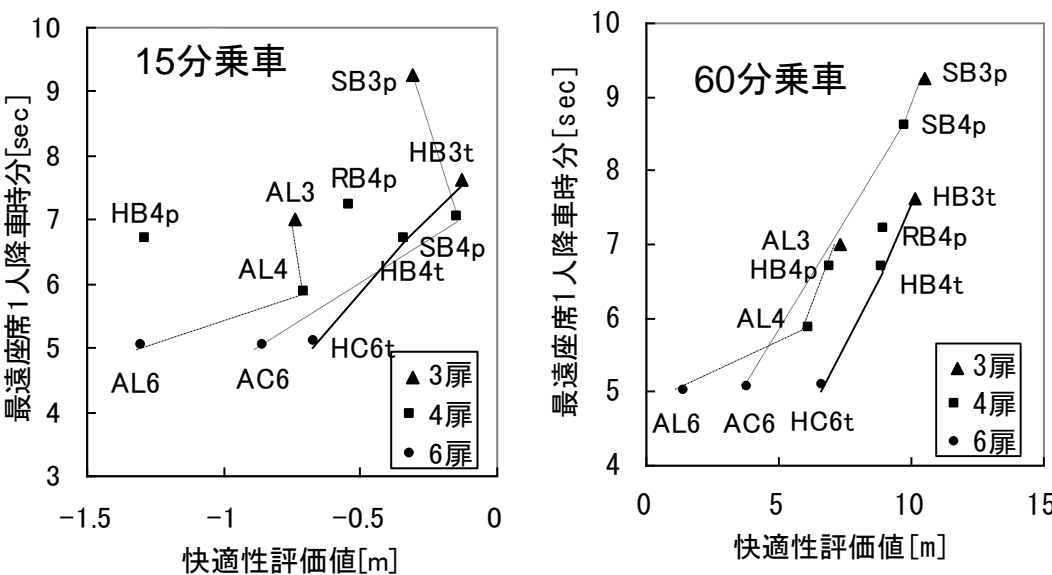
・モックアップ実験の風景

共同研究：(株)総合車両製作所 (旧：東急車輛製造(株))

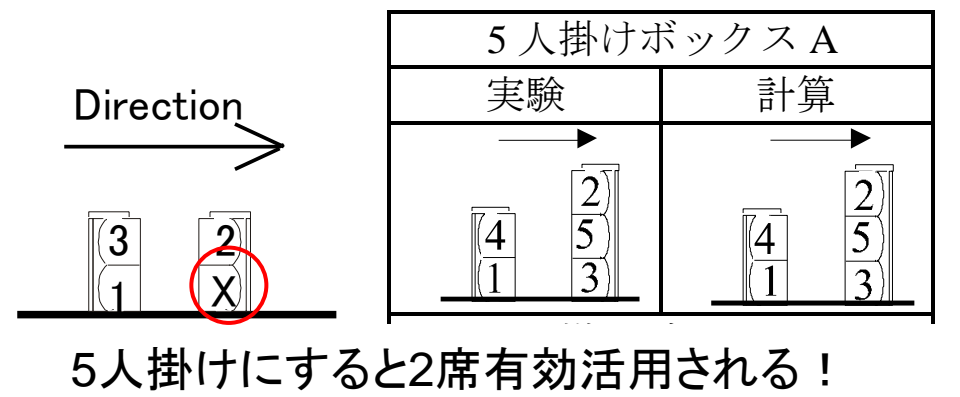


### ■通勤鉄道車両の座席配置提案

・快適性と乗降容易性両観点からの座席配置評価



・5人掛け座席配置ユニットの提案と実用化



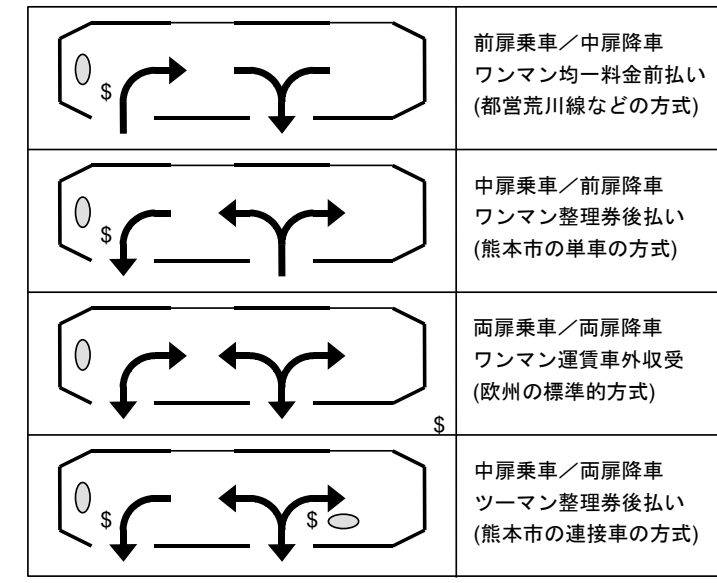
研究成果の実用化  
東急(池上・多摩川線)新型7000系  
車端部に設けられた2+1の座席配置

### ■ライトレール車両へのモデル拡張

・ドア部ステップ要素と運賃收受方式の考慮



熊本市交通局9700形(1997～) ドア部ステップ



運賃收受方式

共同研究/研究協力：(株)総合車両製作所、(独)交通安全環境研究所、熊本市交通局

## ■鉄道車内空間シミュレータの開発

### ■視野・振動環境を忠実再現した実験プラットフォームの構築



傾斜感覚閾値評価シミュレータ実験



乗客視野計測アイマーク実験



JR東海車両運動総合シミュレータ

共同研究：(株)東海旅客鉄道(株)

## ■ミニバンのシートアレンジ検討

### ■快適性算出式

快適性と評価要因の関係調査実験の結果...

・快適性はシート周りの体積に比例  
 ・視覚に関する要素の重要度が高い

快適性算出に関する仮説...

車内の快適性は「物理的体積(Vp)」と「視覚的体積(Vv)」の関数として表せ、乗車時間により変化

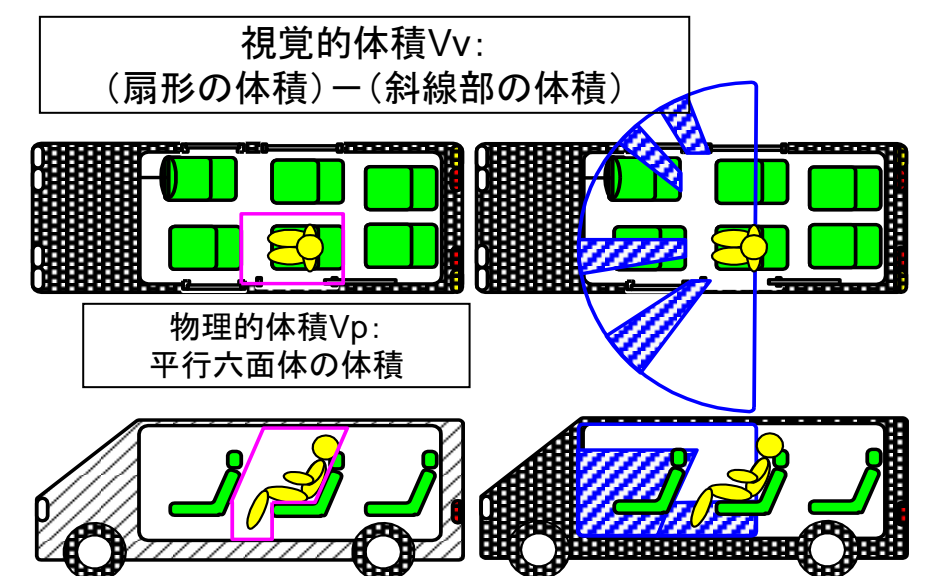
・Vp:シート周りの体積(頭上空間, 足元空間など)

・Vv:視野に入る空間の体積(広く見える効果, 隣の人の影響)

$$C_s(t) = (-A \cdot V_p + B \cdot V_v - C) + e^{-t} (A \cdot V_p - B \cdot V_v - C)$$

$C_s(t)$  = 快適性 ・重回帰分析により快適性算出式の係数を導出

Vpの増大が困難な場合: Vvの増大によって快適性を向上 → シートの向きを変えることでVvを増やせる

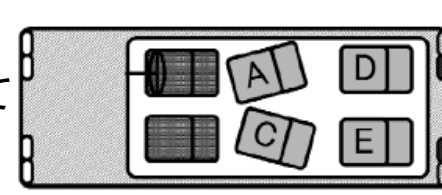


### ■回転シートの提案

乗員がシートの向きを好みに合わせて変えることで車内快適性を向上

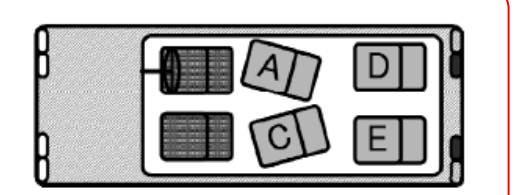
#### ・コミュニケーションモード

横の乗員を視界に入れることによって会話を増やす



#### ・プライベートモード

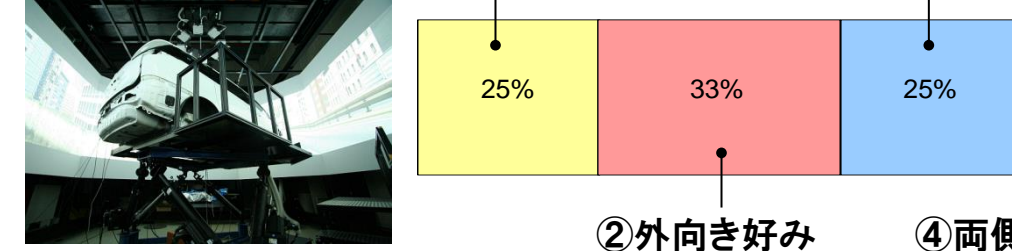
横の乗員を視界に入れないことによって個人的な空間とする



#### DSIによる官能評価実験

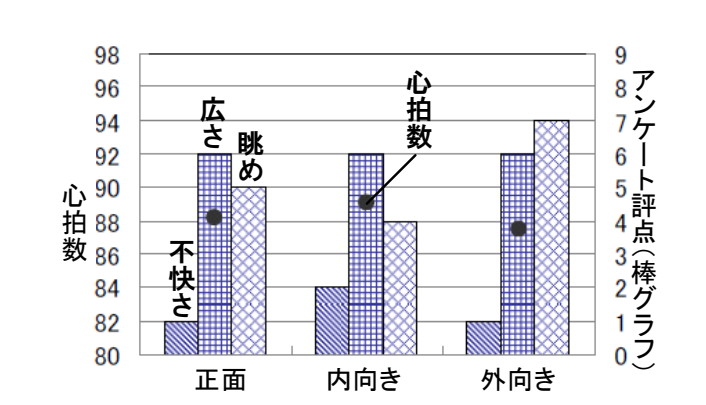
回転シートの好みを全被験者のうち...

4タイプに分類可能



#### 実車による生体計測実験

心拍数と関連する因子は「広さ」「眺め」



共同研究:トヨタ自動車(株)

## ■エコライドのキャビンデザイン



【エコライド】  
位置エネルギーを動力とした新しい小型公共交通システム  
条件:定員12名、1扉乗降



### 車内空間レイアウトの設計提案

#### ・エコライド車内快適性評価モデル

ミニバン由来 + 鉄道車両由来 + エコライドオリジナル

Vp:物理的体積 La:乗降経路歩行距離

Vv:視覚的体積

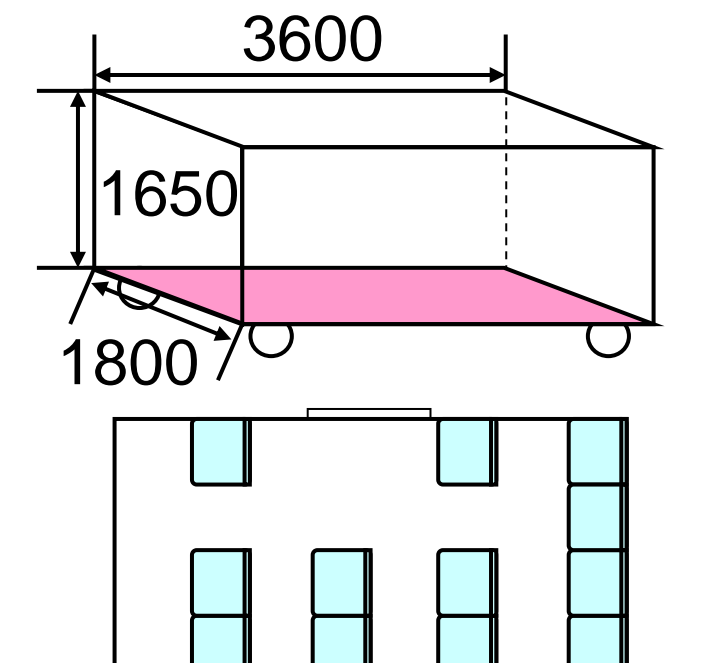
天井高さ 車体傾斜角 上下加速度...

天井高さ、座席配置、車体長さを決定

#### ・実物大モックアップ乗降実験



#### ・試作車内乗降実験



試作車両の車内寸法、座席配置を決定

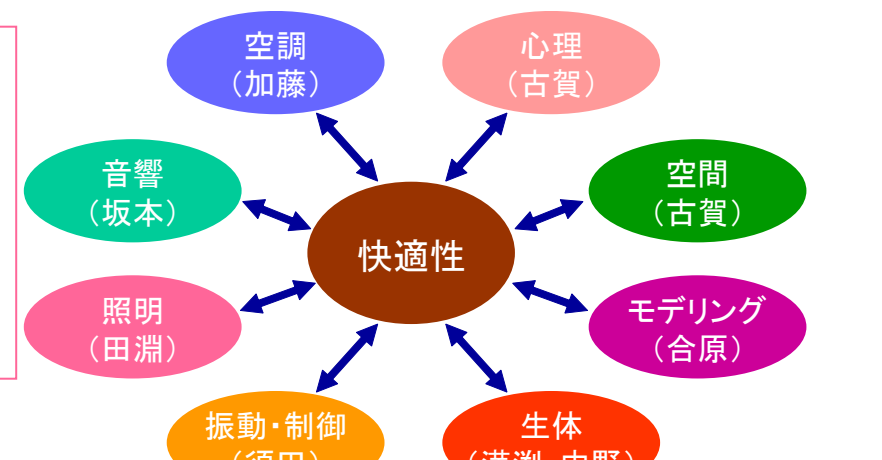
共同研究/研究協力:NEDO、経済産業省関東経済産業局、泉陽興業(株)、(独)交通安全環境研究所、三菱総合研究所(株)

## ■快適性の工学的応用に関する研究グループ

#### 須田義大教授 振動・制御【代表】

加藤信介教授 空調  
 満洲邦彦教授 生体  
 坂井康一准教授 交通  
 坂本慎一准教授 音響  
 古賀誉章准教授 心理(宇都宮大)

合原一幸教授 モデリング  
 中野公彦准教授 生体  
 田淵義彦研究員 照明  
 平沢隆之助教 HMI  
 河野賢司特任研究員 計測



#### 【「快適性研究会シンポジウム」の開催】

・2008年3月7日 愛媛大学  
 ・2009年2月9日  
 ・2010年3月18日 京都工芸繊維大学  
 ・2011年3月29日 琉球大学  
 ・2012年3月30日 愛媛大学  
 ・2013年2月14日 静岡文化芸術大学  
 ・2014年3月10日 東京スカイツリータウン  
 ・2015年3月10日 皇居東御苑ほか  
 ・2016年2月5日 宇都宮大学  
 ・2017年3月23日 JR東日本研究開発センター