

**「カーロボティクス・ヒューマンファクター  
研究の最前線」  
ドライバ状態推定技術についての研究動向**

2011年10月11日

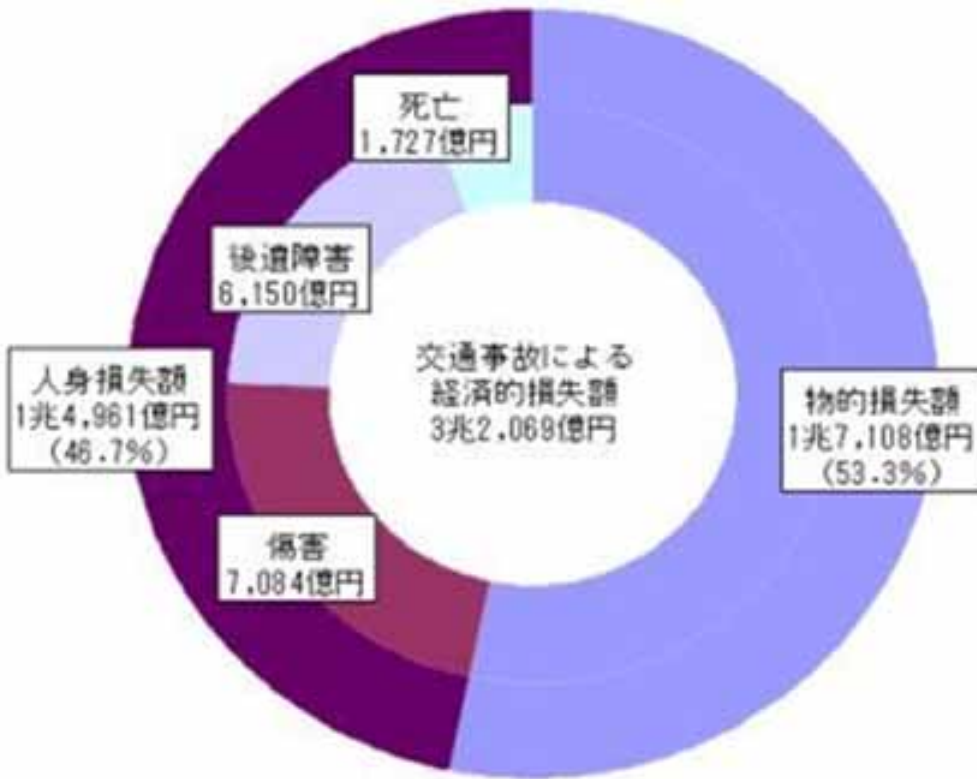
次世代自動車地域産学官フォーラム

名古屋大学エコトピア科学研究所

融合プロジェクト研究部門

教授 大日方 五郎

# 交通事故と損失



2009年度の交通事故による「経済的損失額」は3兆2,069億円(物的損失額:1兆7,108億円、人身損失額:1兆4,961億円)と推計。この額は、国民一人あたりに換算すると年間約25,000円と、非常に大きな社会的損失となっています。

社団法人 日本損害保険協会

# 自動車安全技術のロードマップ

## 要素技術

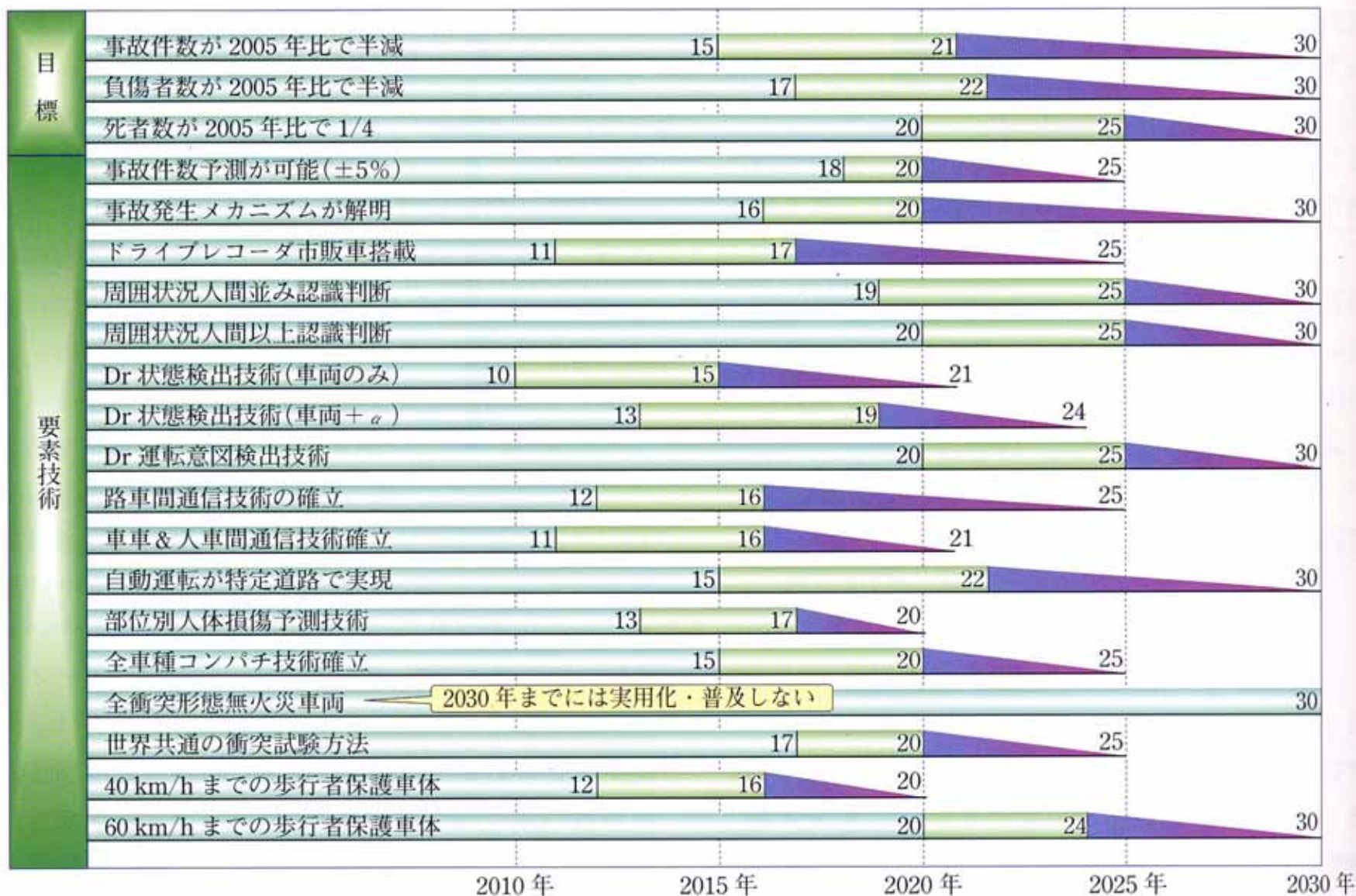


図 36 アンケート結果

# 予防安全の現状

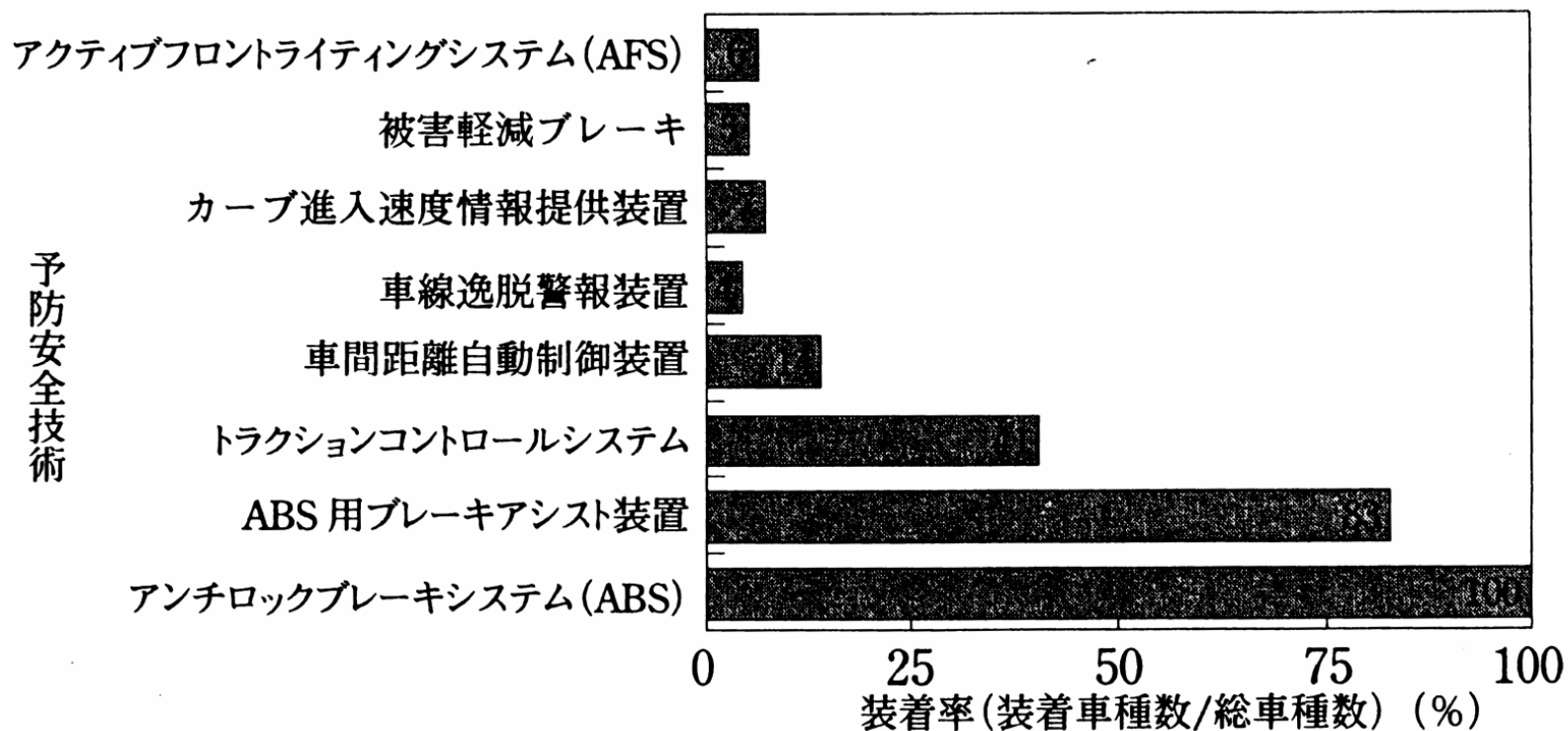
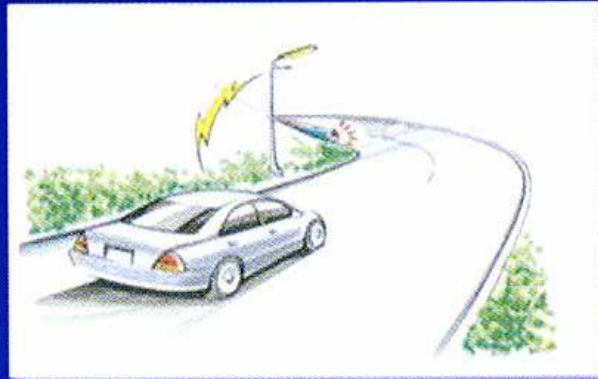


図3 乗用車の予防安全装備状況 (2004年生産車)

# 想定されている 技術



路車間通信



車車間通信



歩車間通信

# 衝突安全システム

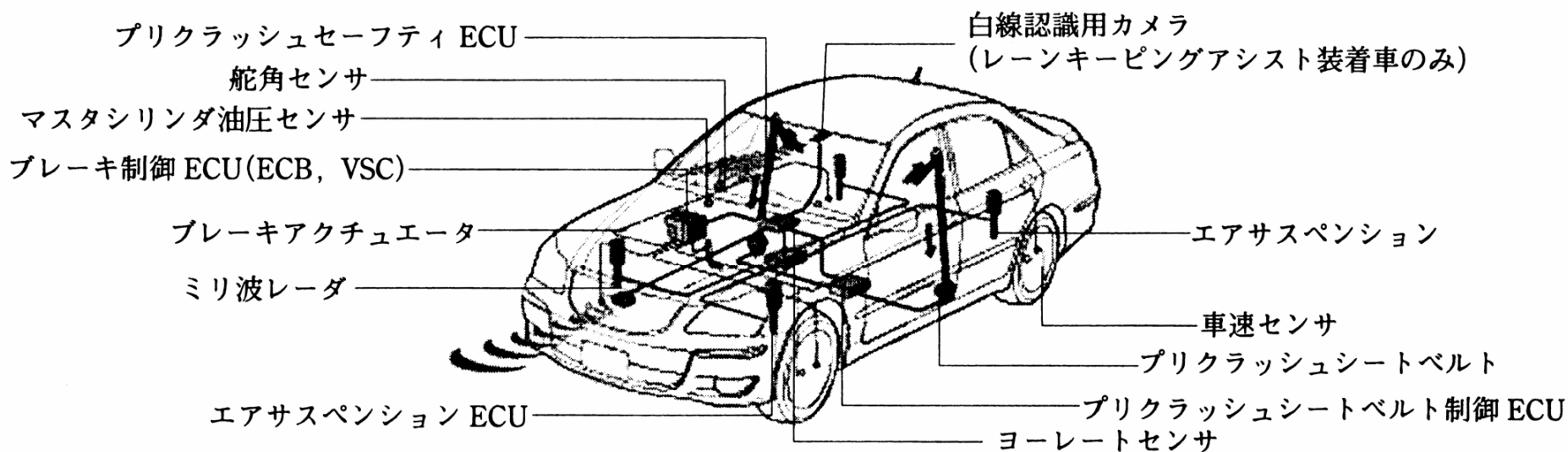
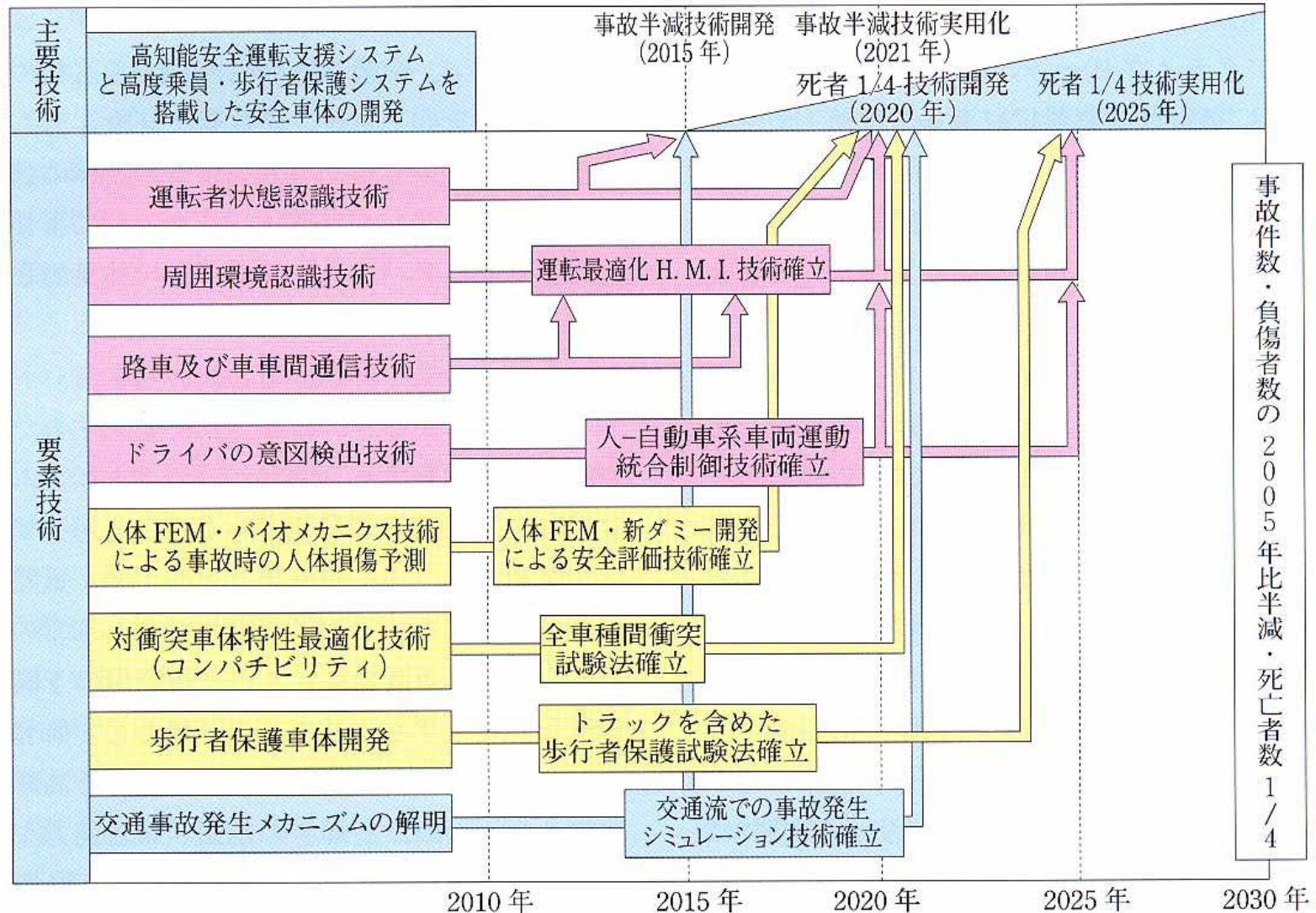


図5 衝突安全システムの構成例

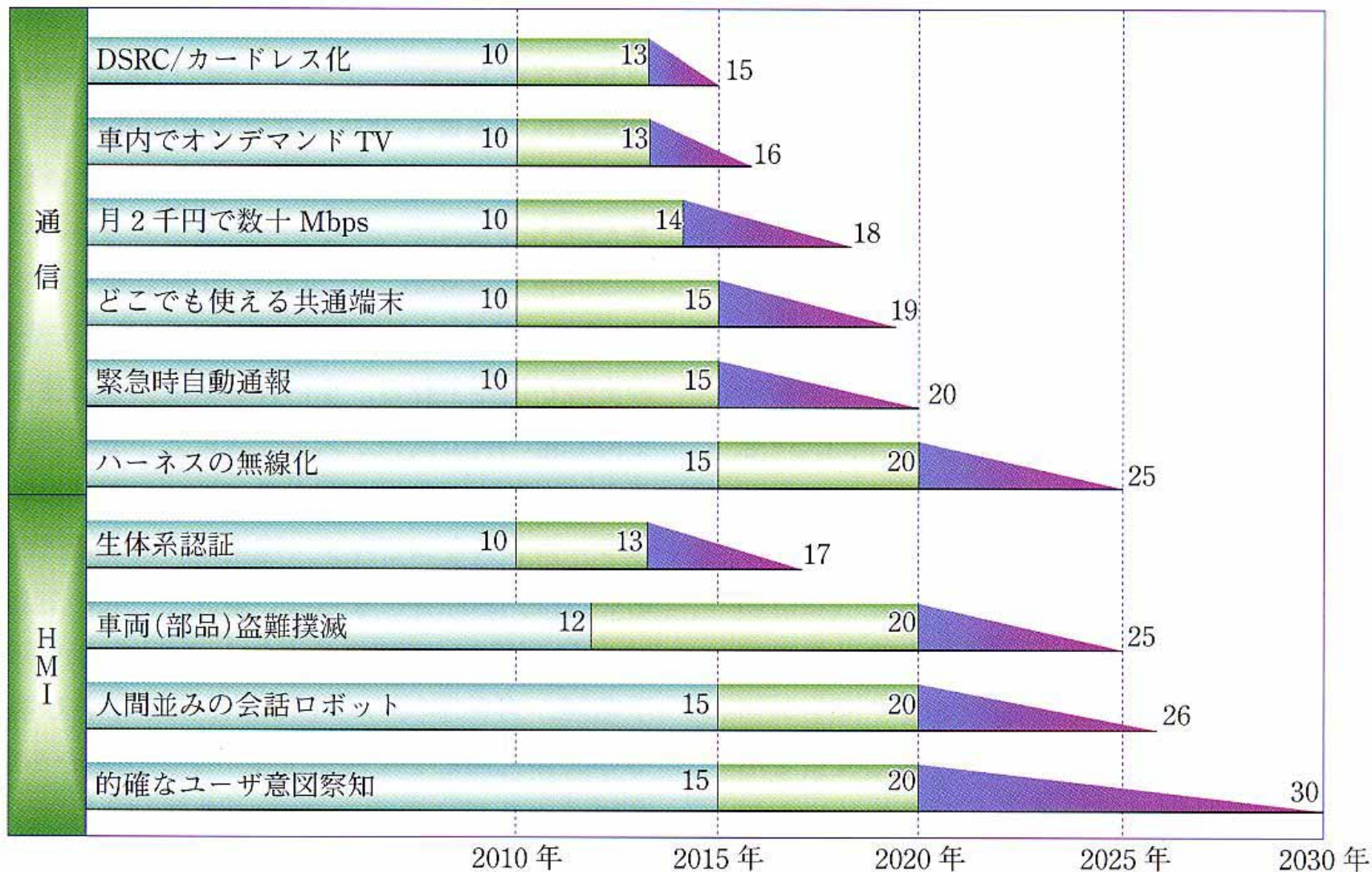
# 交通事故

## 交通事故減少対策



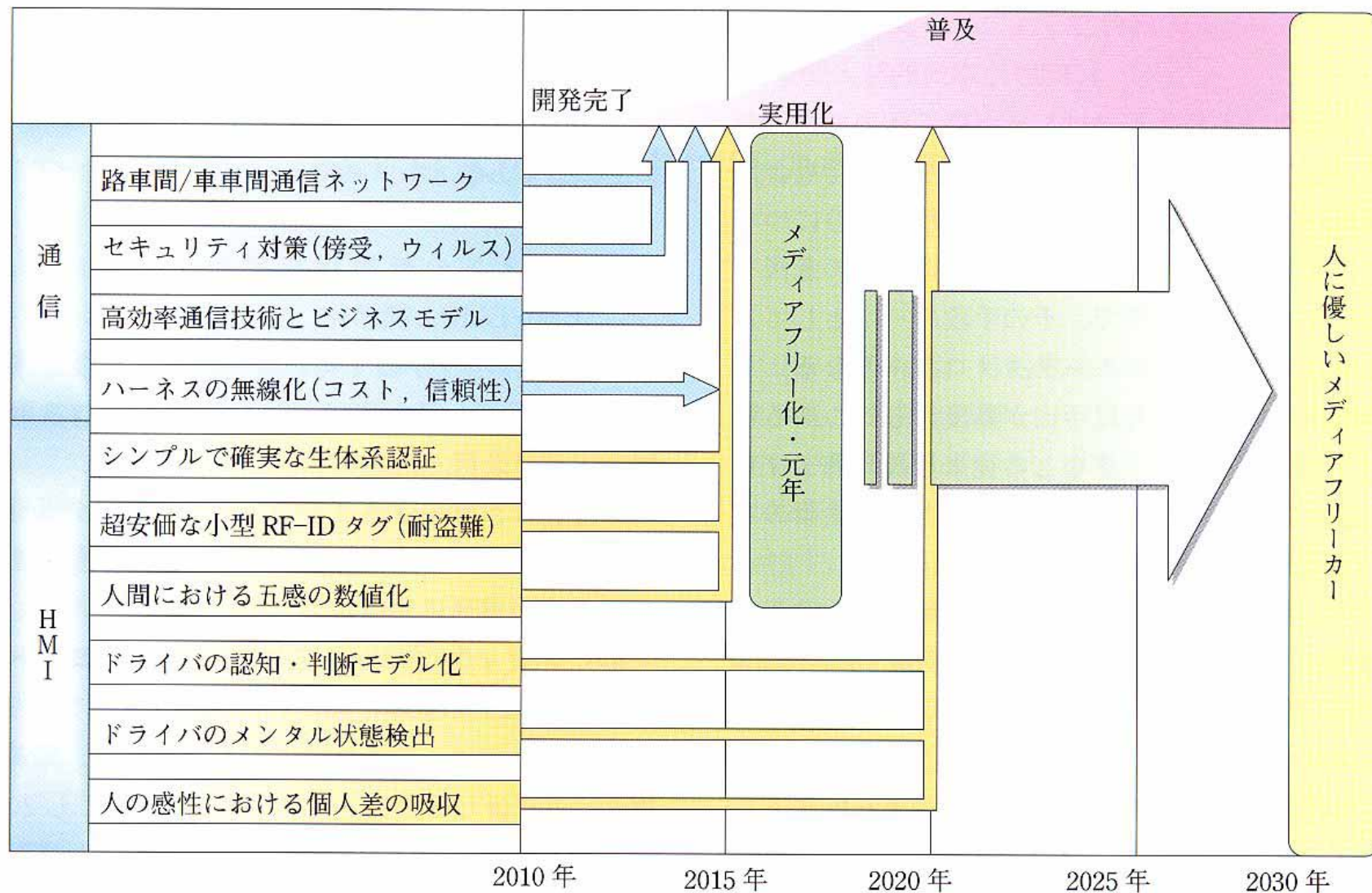
# 通信技術とヒューマンインターフェース

技術展開予測



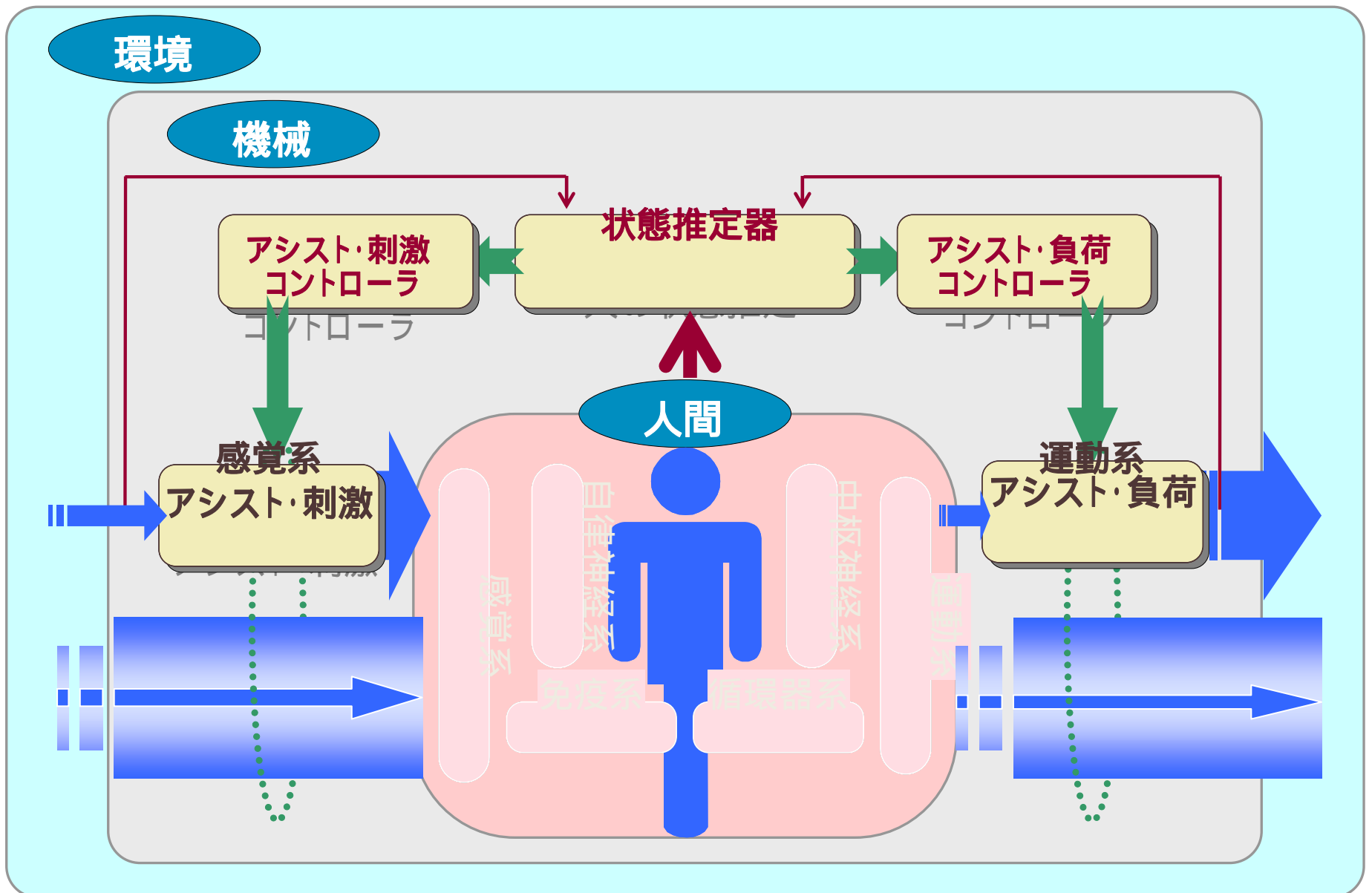


# 通信技術とヒューマンインターフェースの展開





# 人と共生する機械



# ドライバの状態推定

- 交通状況の多様性
- ドライバーの行動やメンタルの多様性

# ドライバの状態(生理的、メンタル)の推定

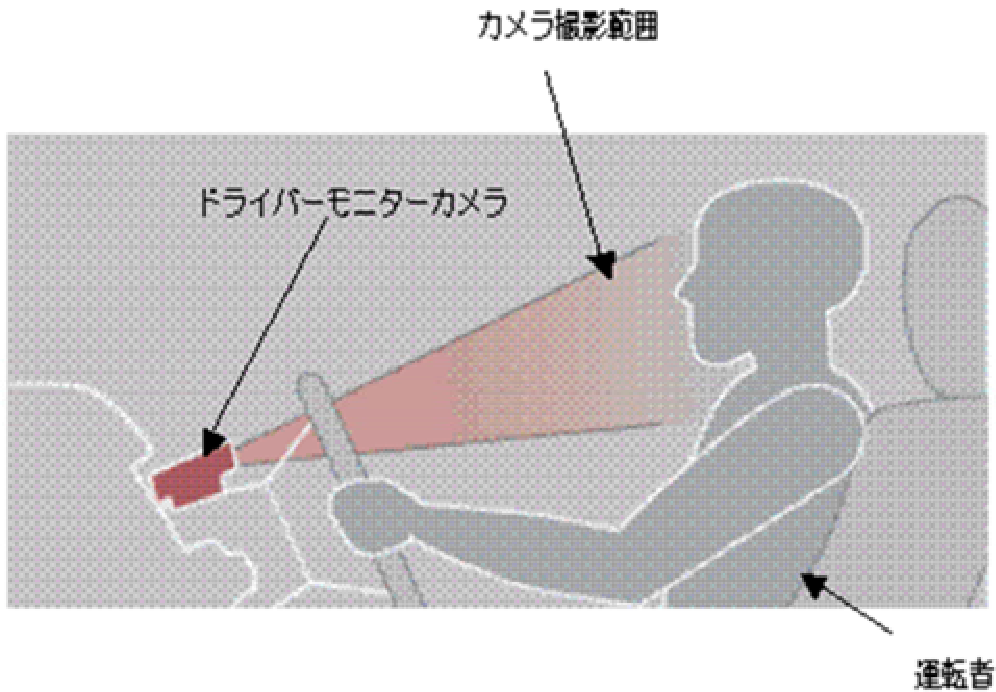
## 何に着目するか？

ドライバーの行動観察に基づくもの

交通事故分析に基づくもの

シミュレータなどを用いた実験環境で調べるもの

# 居眠りの検出例



これは、ハンドルにつながっている操舵装置「ステアリングコラム」上に設置したCCD(電荷結合素子)カメラと画像処理コンピューターを使って、運転者の上下まぶたの位置を検出します。ドライバーが目を開けているか、閉じているのかを判定し、衝突の可能性があるとシステムが判断すれば、表示やブザーで警報を発するというもの。

トヨタ自動車

# 飲酒運転検出



## センサーよりアルコールを検出

シフトレバーに組み込んだアルコール臭気センサーにより、シフトレバーに触れた手の平の汗に含まれるアルコールを検出する。シート周辺に配置したアルコール臭気センサーにより、アルコール臭気を検知する。

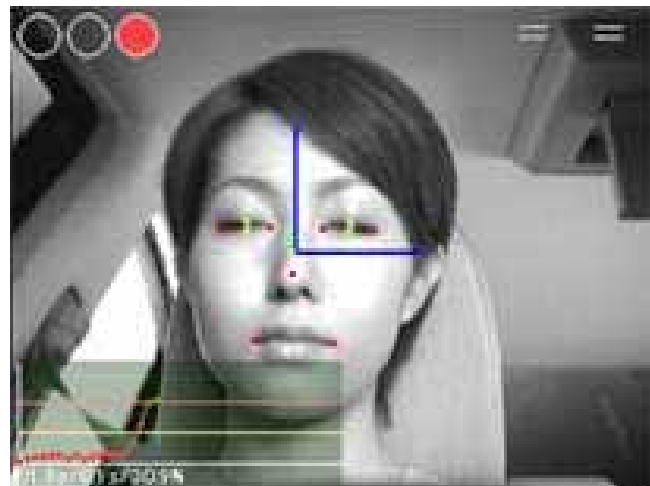
## 顔画像からドライバー状態を検出

メーター内に装備したカメラによって、ドライバーの顔をモニターし、覚醒度を推定する。居眠り状態等、飲酒運転の可能性を判断

## 車両挙動からドライバー状態を検出

車両の運転挙動を検出し、居眠り、脇見等ドライバーの運転状態を評価し、飲酒運転の可能性があるか判断

2007年8月 日産自動車



# ドライバの状態(生理的、メンタル)の推定

## どう評価するか？

行動を観察し、タスクへの影響を評価する方法

眼球運動を観察し、ドライバーが注視した対象やその時間間隔、回数を評価する方法

同乗者との会話やラジオの使用などの従来からドライバーの周囲にあった機器や環境と比較する方法



# 現状のまとめ

- 行動観察、交通事故分析  
結果だけを見ている
- 実験では実験計画が重要  
状況を作り出せるが、結果だけを見ているのは同じ
- 行動のトリガーや入力情報とその結果(ドライバの出力)に配慮する必要

# キーポイント 1 -反射性眼球運動-

## ■ 前庭動眼反射

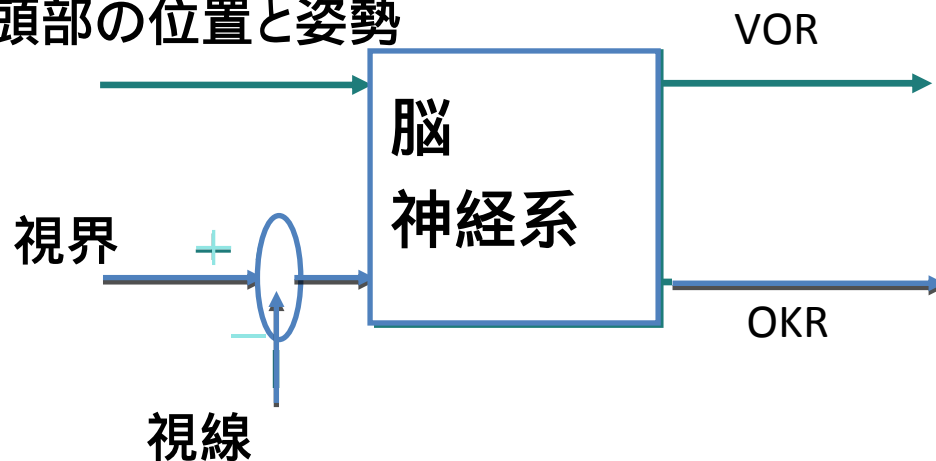
VOR (Vestibulo-Ocular Reflex)

## ■ 視運動性反射

OKR (Optokinetic Reflex)

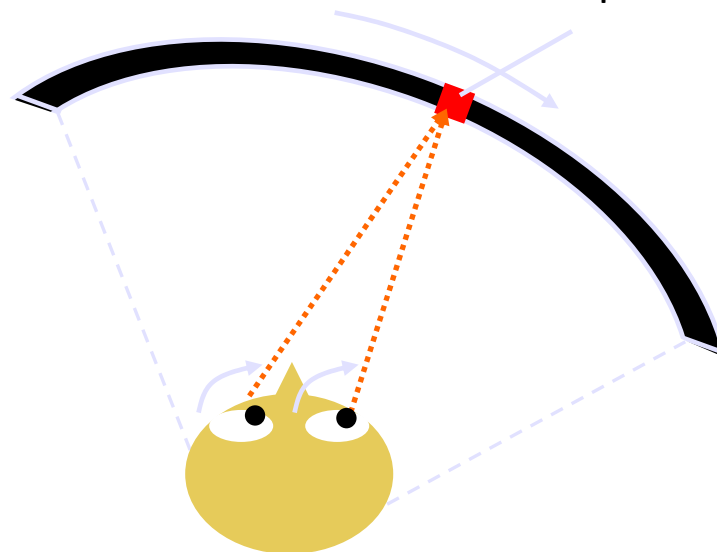


頭部の位置と姿勢

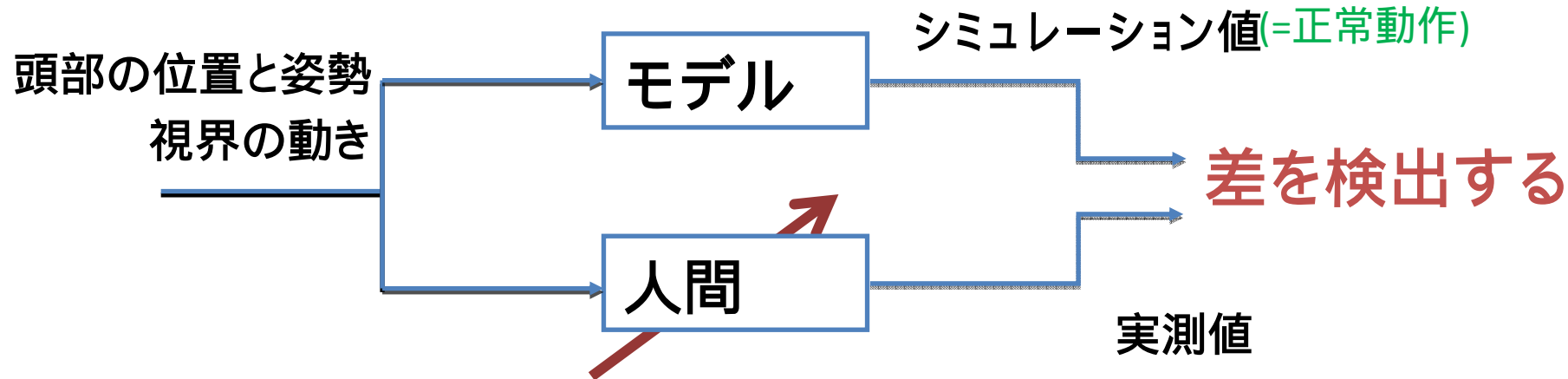
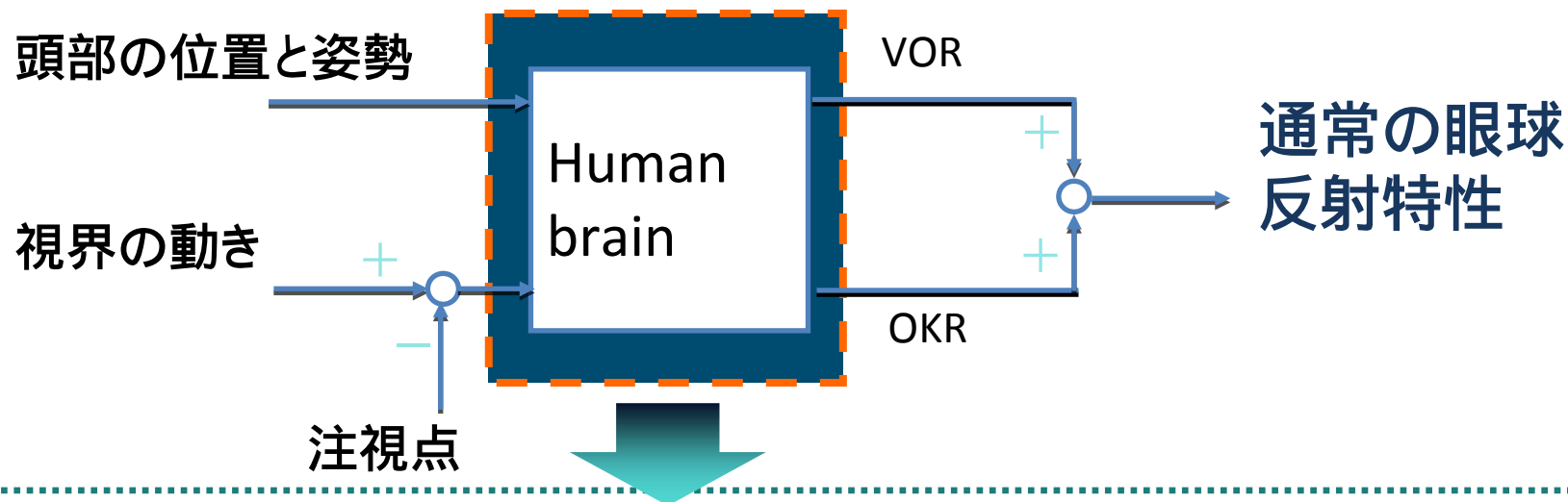


Forward visual scene

Gaze point



# モデルベース法



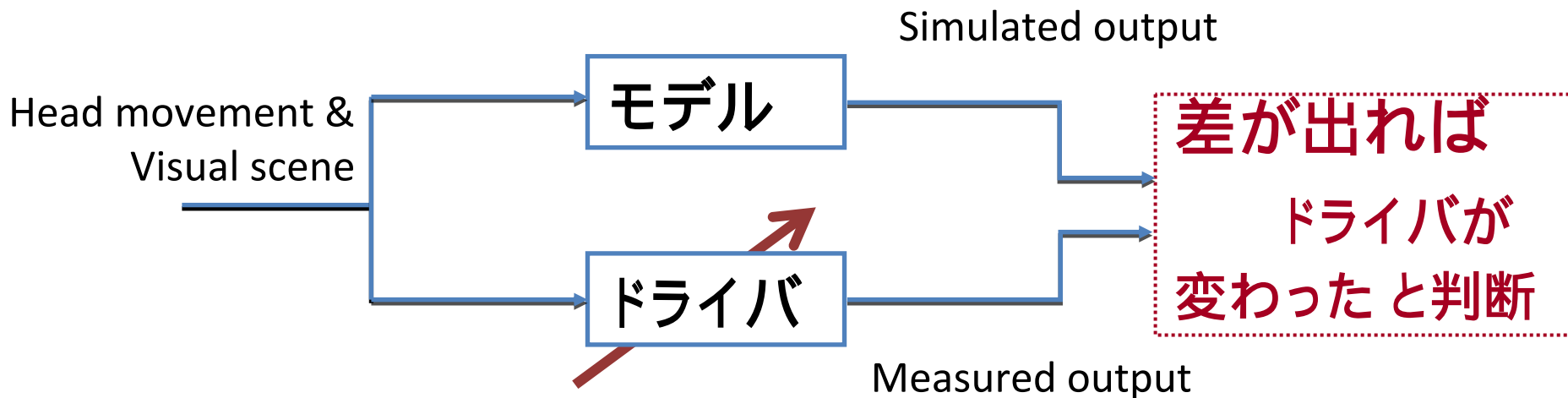
# モデルベース法

## 2つのステップ

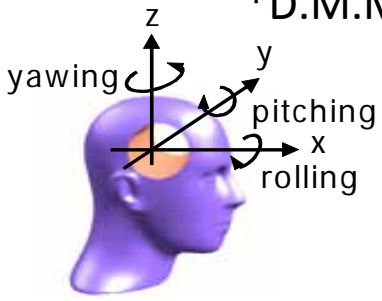
1. ドライバの集中状態の眼球反射特性をモデル化する。

個人の多様性に対処する

2. 実測値とモデルからの予測値を比べる。

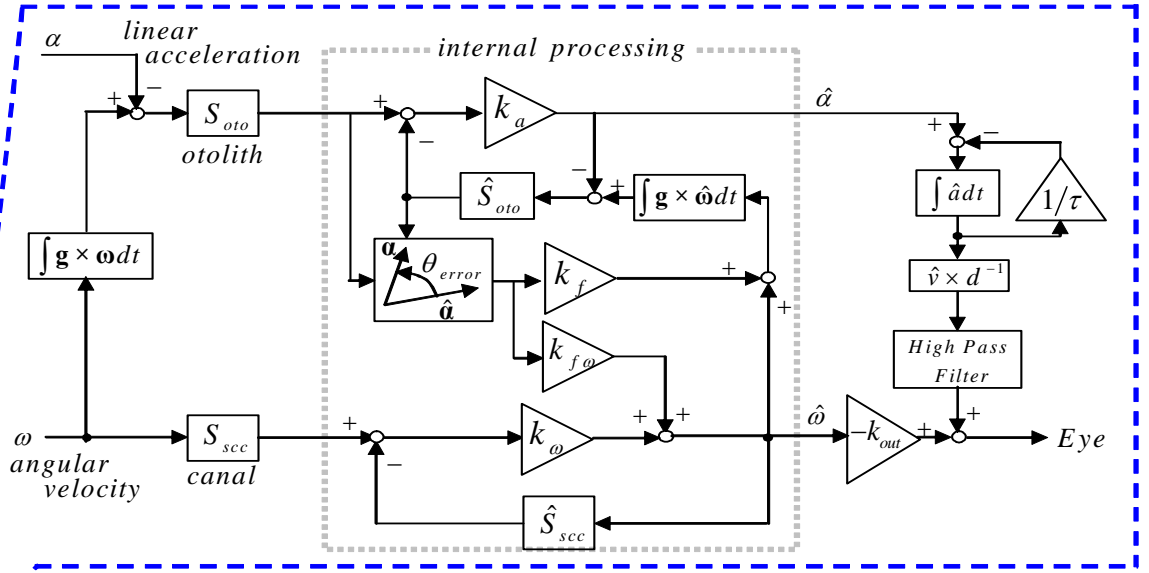


\*D.M.Merfeld, 2001



Head position & rotation

VOR



parameters to identify for a particular subject

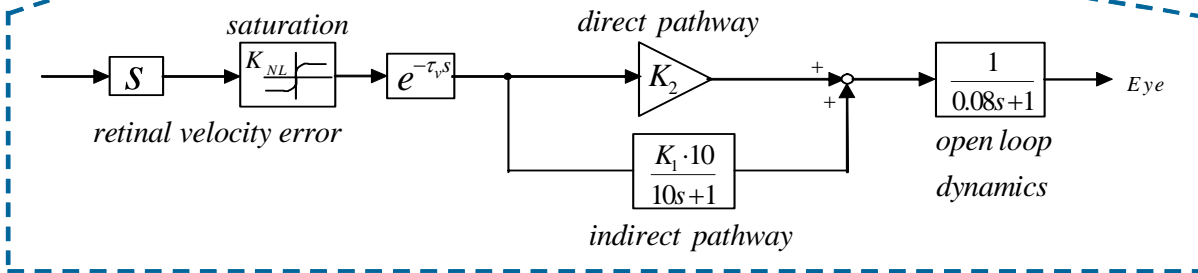
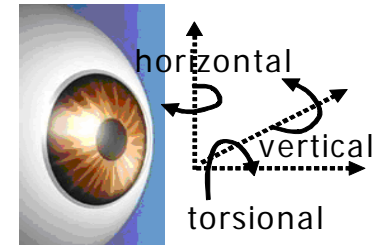
Movement of visual scene

OKR

velocity

$$\frac{20}{20s + 1}$$

Motions of eyeball



\*G.Schweigart, 1999

Eye movement model

Method

# 実験装置

## 振動する座席

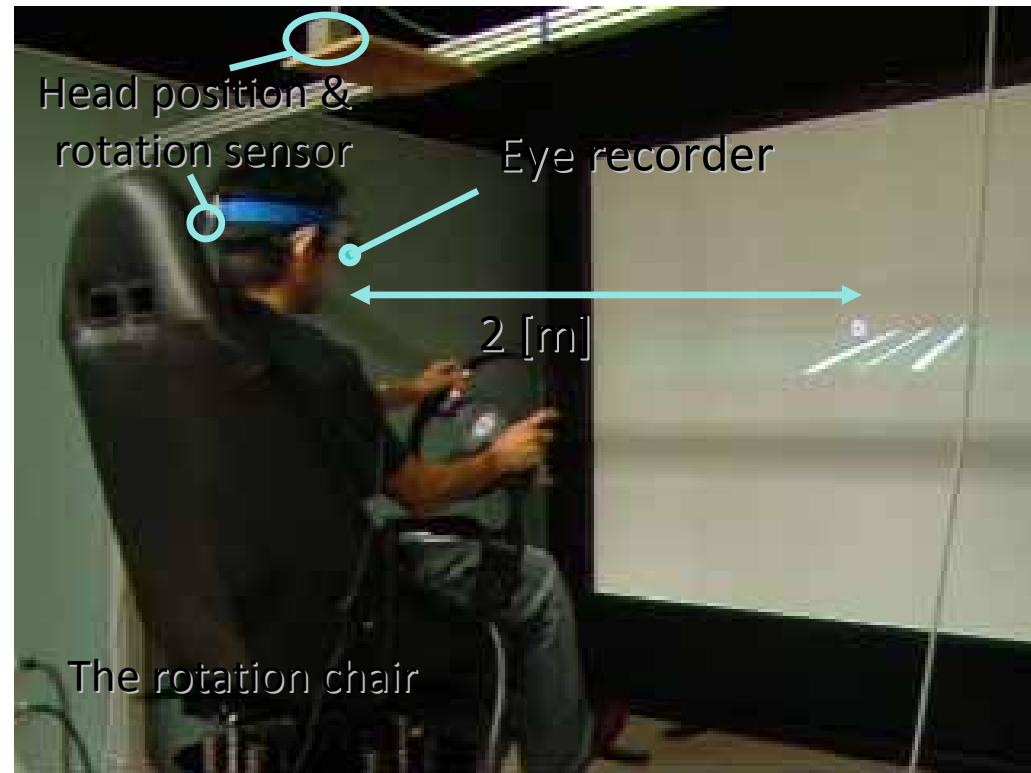
- 3自由度で振動
- 振幅 : 0.1[deg]~3.0[deg]
- 周波数 : 0.8[Hz]~3.0[Hz]

## データの取得

- head position & rotation angle, rotation angle of eyeball, steering angle, rotation angle of chair
- サンプル周波数 : 50[Hz]

## 実験協力者

- 20代の男性5名



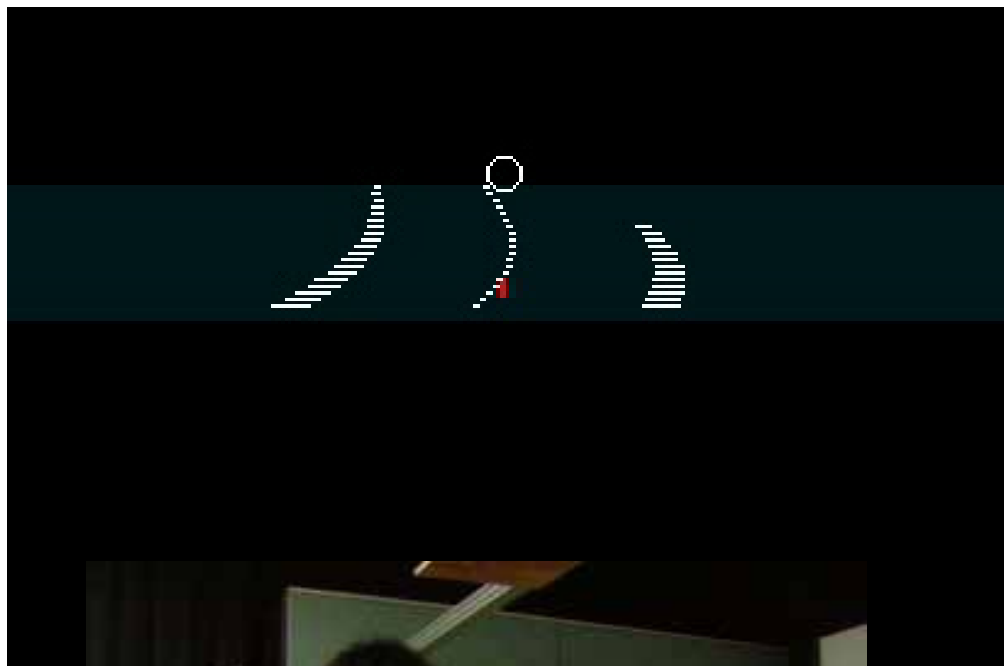
# 運転課題と2次課題

## 運転課題

- 道路追従操作
  - ハンドル操作による
- イベントの検出
  - 中央に表示された の中の色が変化したら反応する

## 2次課題

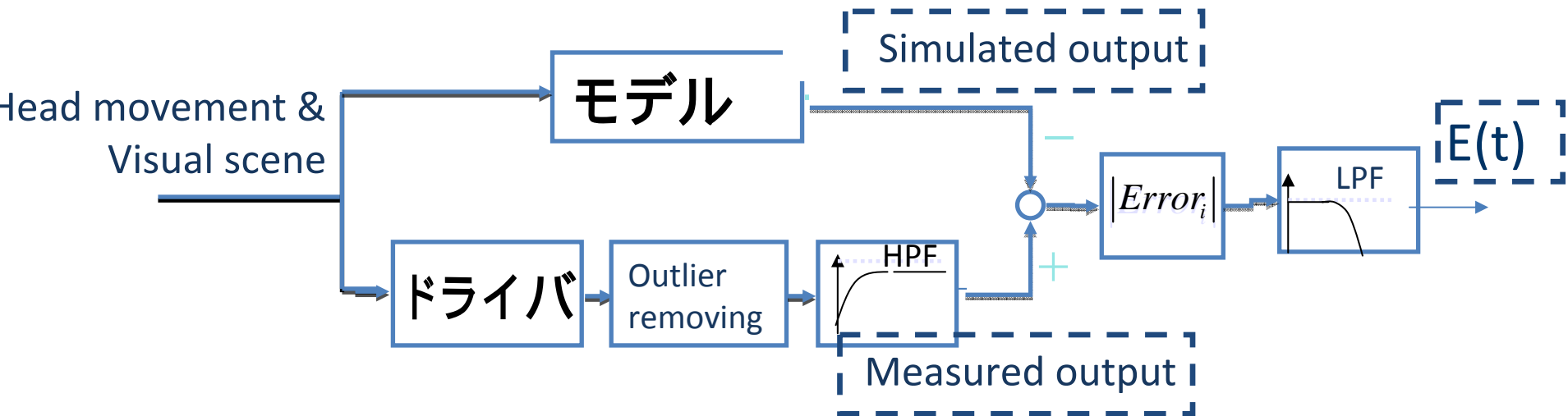
- 視覚探索課題
  - 表示されたアルファベットの中からあらかじめ指定されたものがあれば反応する
  - 12 の異なる条件を設定



# 実験結果

VOR and OKR に対する2次課題による影響は?

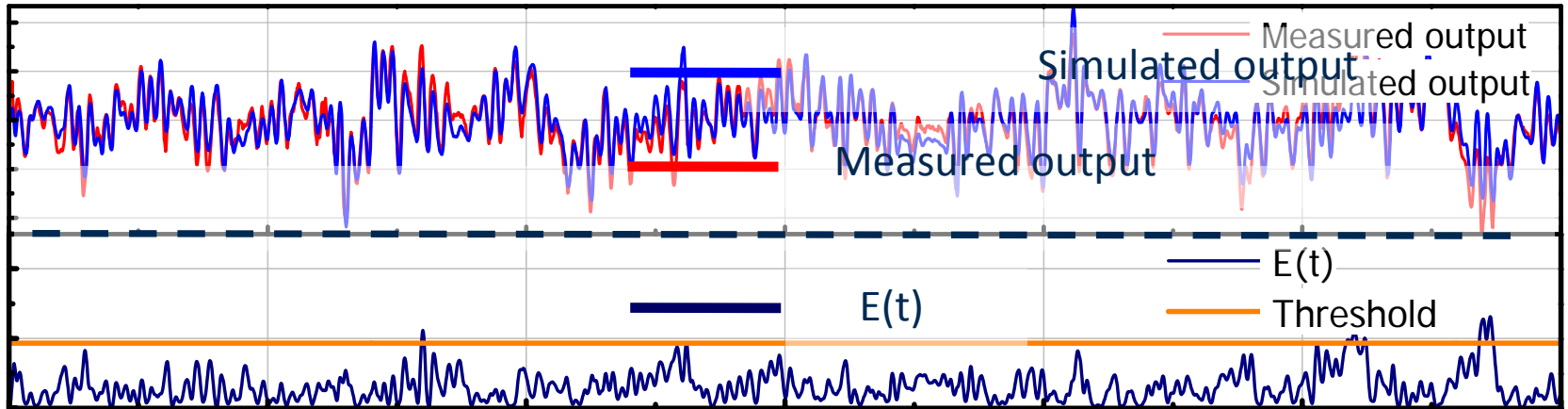
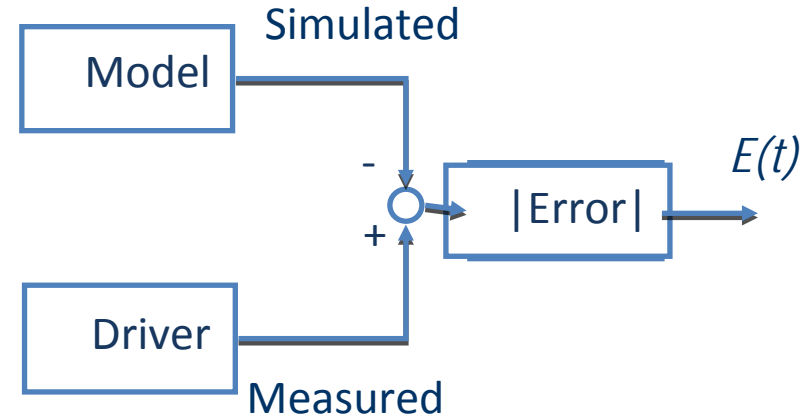
1. デイストラクションなし
2. 軽いデイストラクション
3. 重いデイストラクション



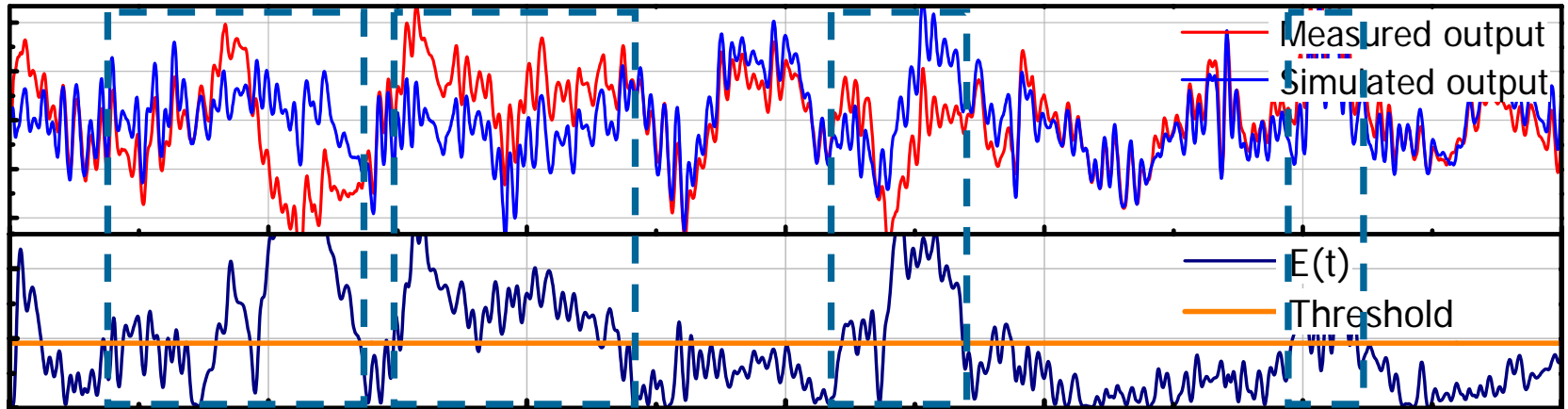
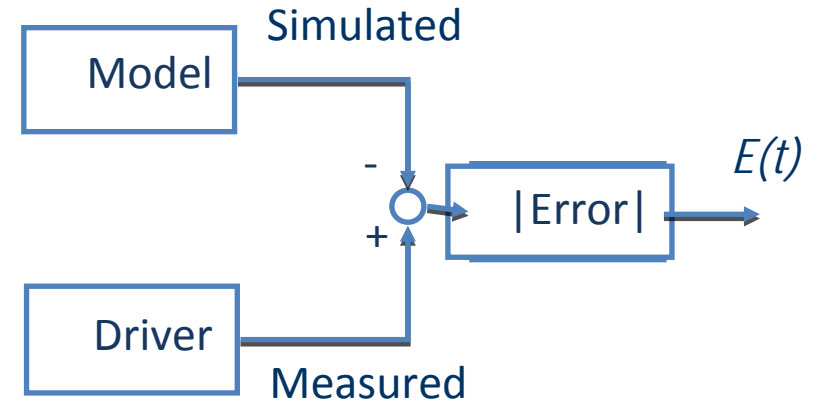
Results



# Result 1: ディストракションなし



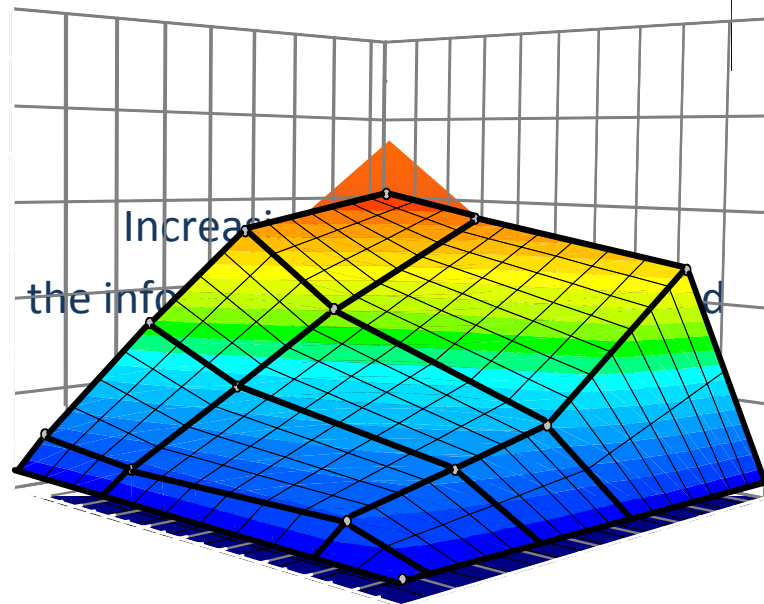
# Result 3: 重いディストラクション



# 実験結果のまとめ

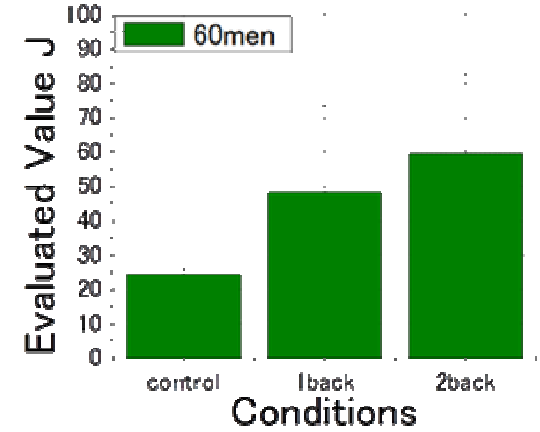
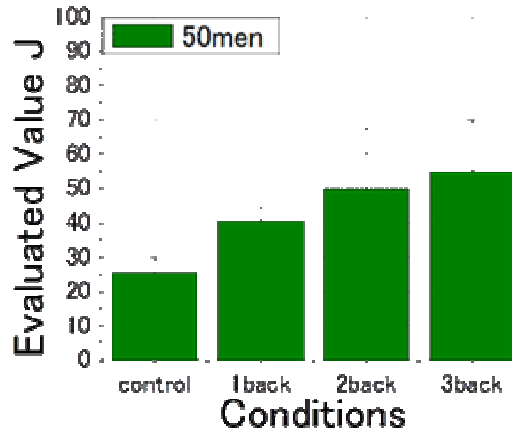
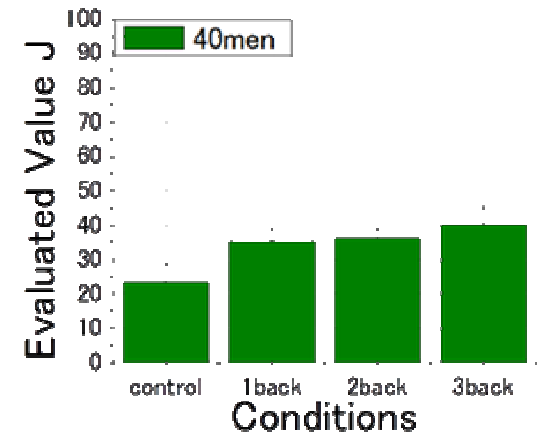
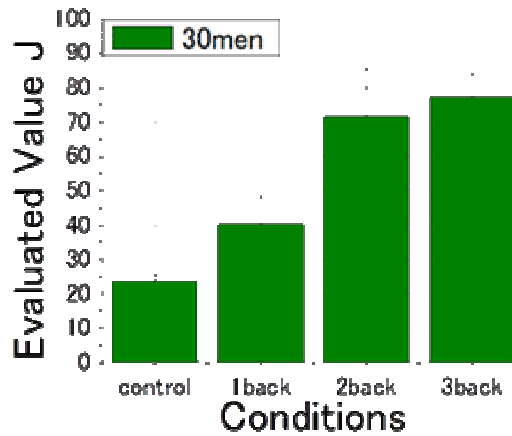
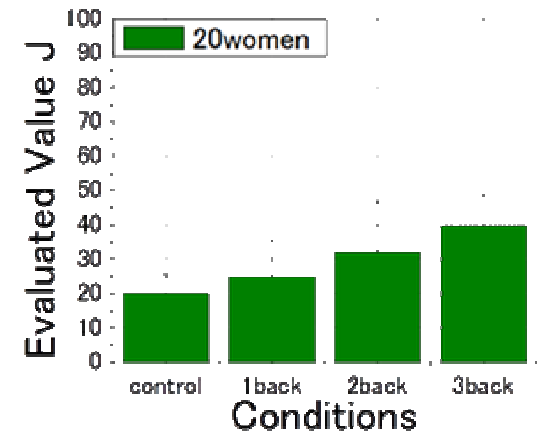
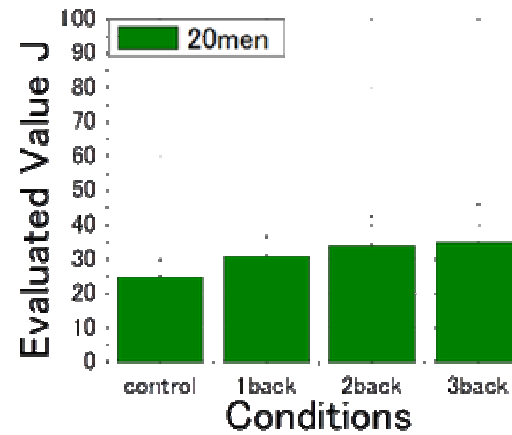
記憶すべき量 [bits/sec]

表示された量 [bits/sec]

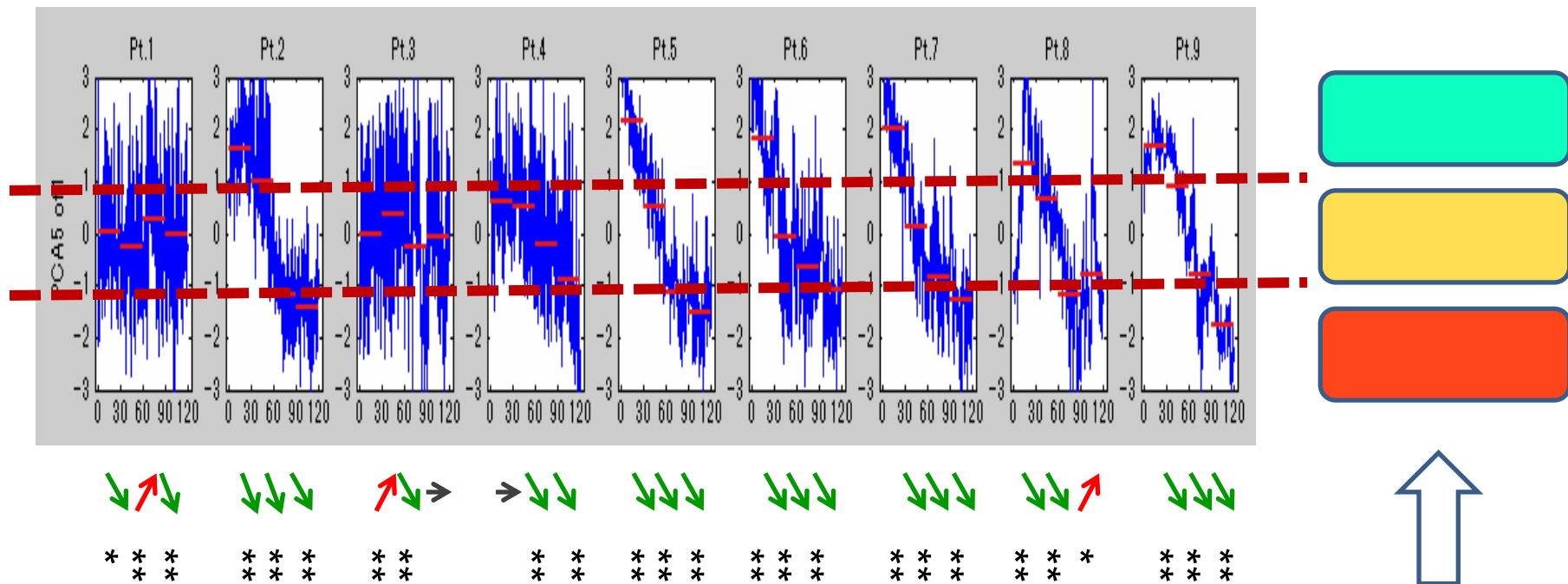


Results

24名の実験協力者について同様の実験を実施して、本指標がメンタルワークロードの評価に有効であることを確認している。



# (疲労)の程度をドライバに知らせる



?

ドライバに色で  
疲労の程度を  
知らせる

メンタルワークロードが増えると提案した指標の値は増加した。

提案した方法の特長は

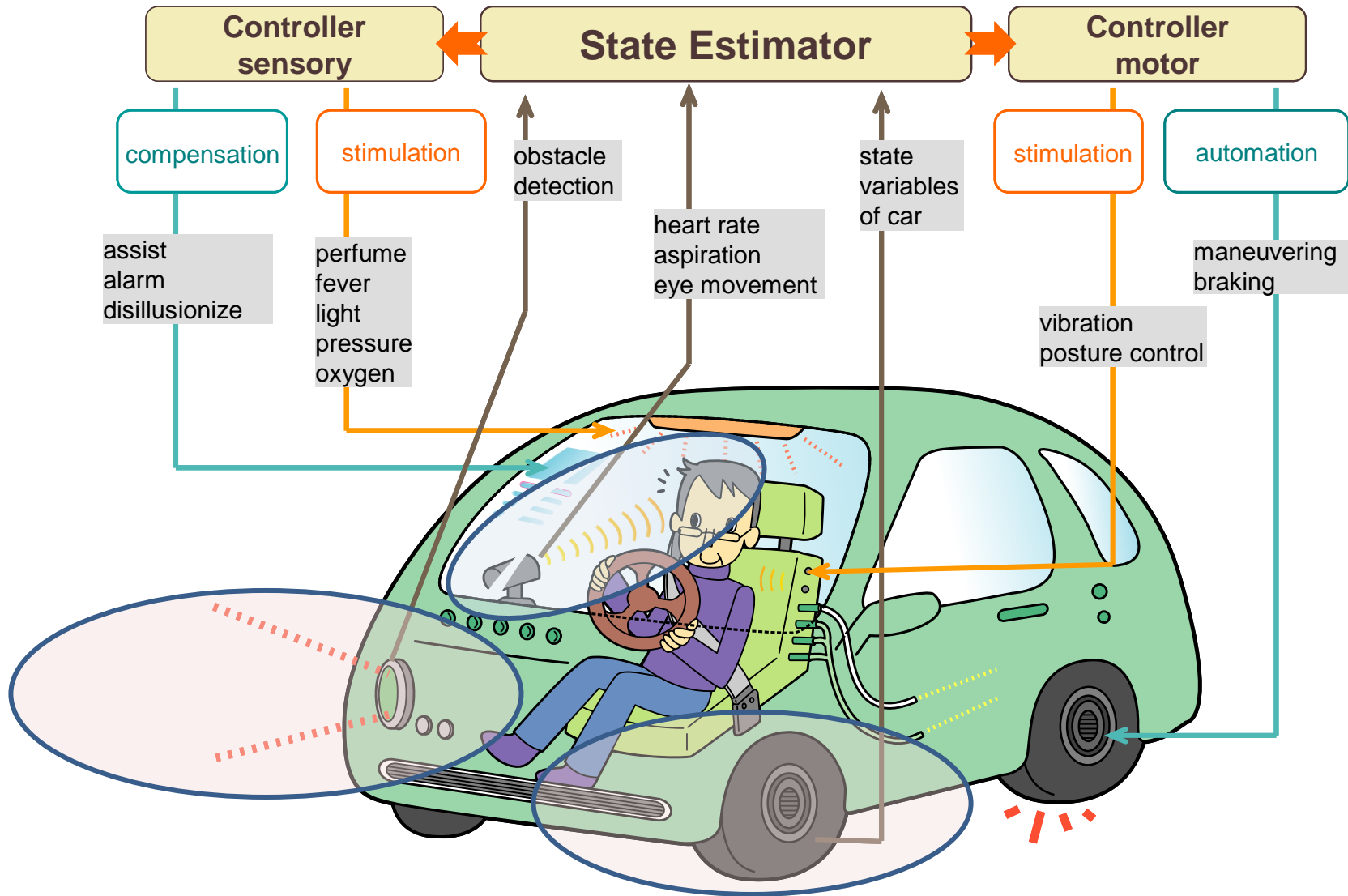
- 1 個人ごとのモデルを利用していることで個人差を解消できる。
- 2 秒単位の短い時間で評価をすることができる(4秒間あれば)
- 3 入出力モデルを用いているため、随意的な眼球運動の影響を取り除くことが可能である。
- 4 計測器が運転操作を妨げることがない。
- 5 非接触計測が可能であり、車載システムにも適している。

運転支援システムでの利用

- 1 運転の危険度を定量的に評価するときの中核技術となる。
- 2 的確な運転支援を行うための中核技術となる。
- 3 お節介な警告を出さなくてもすむ。

# ディスカッション

## Driver assistant system



# Discussions

## two adaptive systems

