

# ドライバの状態検知における ドライビングシミュレータの活用



名城大学 理工学研究科

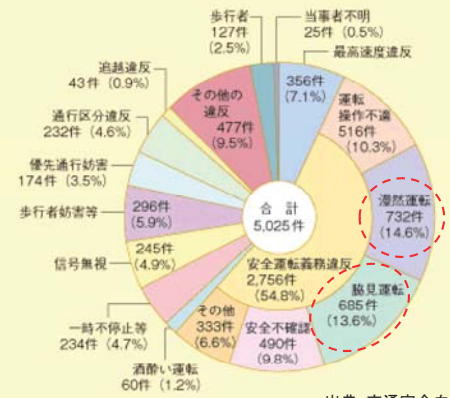
山田宗男, 中野倫明, 山本新

# 人にやさしい安全・安心な車システムを目指して

## 予防安全技術の充実



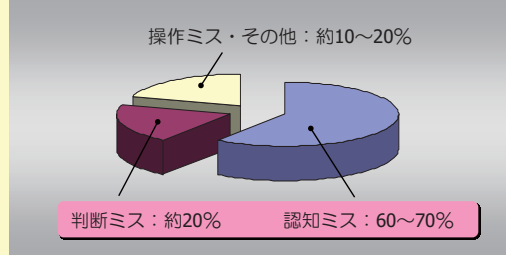
# 交通死亡事故の原因と発生件数



出典: 交通安全白書(2009)

# 交通事故と運転能力

交通事故の主要原因：認知ミス、判断ミス、操作ミス



・加齢に伴う認知・判断能力の衰え  
 ・自己の視覚機能・注意判断機能を知ることが重要

# 意識低下状態の検知と覚醒支援システム



# 従来研究 (居眠り検出)

居眠り防止シート (東京大: 金子ら)



シート内に各種センサーを搭載してドライバーの心拍数・呼吸数等を計測 → 居眠り検知 → 警報!

# 従来研究 (覚醒)

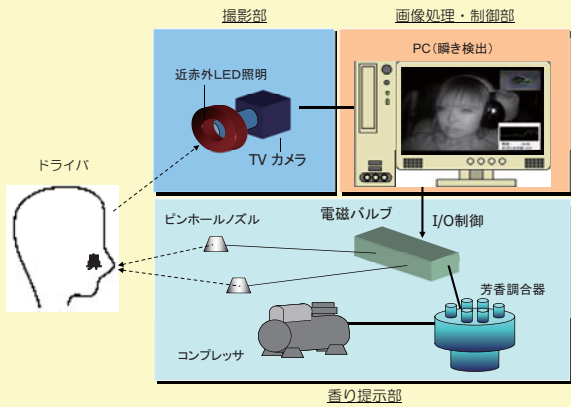
- シートベルトを振動させる刺激方法 (デンソー: 有光ら)
- ガムやコーヒー、ブザー音による覚醒方法 (日産: 金田ら)

いずれも覚醒効果は確認されているが、持続効果は数分程度

運転操作と干渉しにくい、嗅覚刺激に着目!!

特にドライバーの覚醒に関しては、生理的に覚醒したかが問題では無く、安全運転が確保できる状態に覚醒することが重要!!

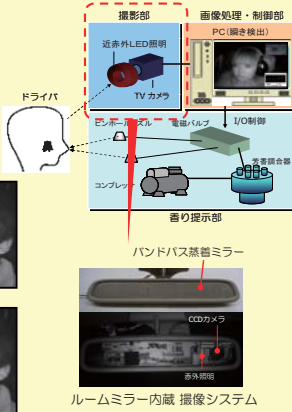
## 香り提示システムを搭載した DS



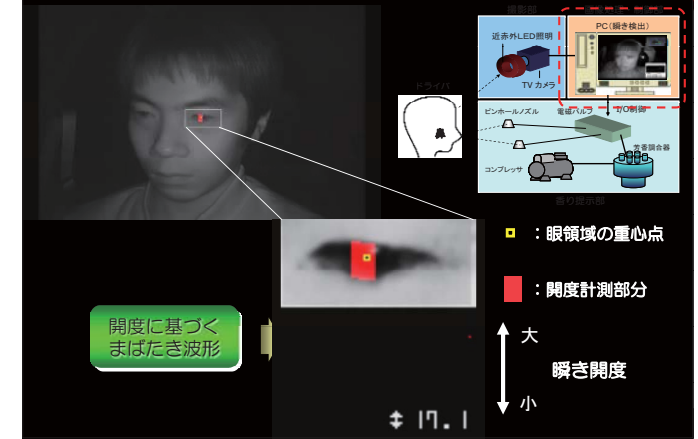
## 香り提示システム（撮影部）

### 撮影部

近赤外光投射方式により、  
環境光による外乱に対して  
安定な撮像が可能



## 香り提示システム（画像処理・制御部）



## 香り提示システム（香り提示部）

### 香り提示部

- ピンホールノズルによってドライバの鼻にピンポイント提示
- 電磁バルブを制御することで所望の香りを選択提示



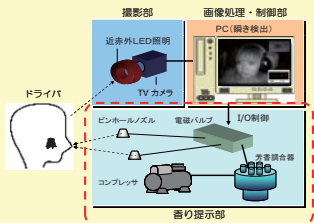
ピンホールノズル



芳香調合器



コンプレッサ



## ドライビングシミュレータ外観（UC-win/Road）



UC-win/Road ドライブシミュレータに香り提示システムを搭載し、香りによる覚醒効果を検証

香り提示による覚醒効果の  
検証実験



## 実験条件

被験者 : 20代男性 5名

走行環境:

- ▶ 高速道路での走行シナリオ
- ▶ 夜間での単調走行
- ▶ 時速 100 km での定速走行

意識レベルの評価:

- Level 1 : 意識正常
- Level 2 : やや意識低下
- Level 3 : 大きく意識低下



実験風景

意識低下時に香りを提示

## 意識低下&香りによる覚醒の様子

通常状態



## 予備検証実験1 (香りによる覚醒効果)

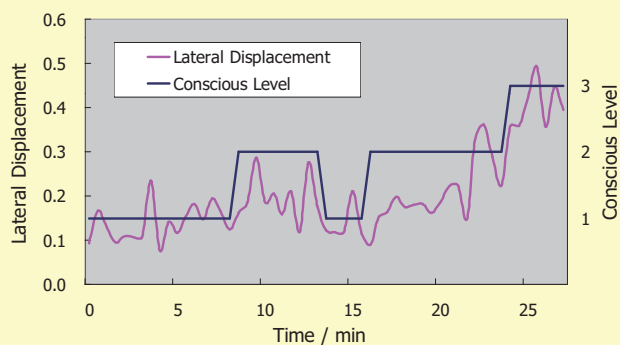
### 予備検証項目

- ① 意識低下と走行状態の関係
- ② 香りの無いエアアの提示
- ③ 意識低下時にペパーミントの香りを提示



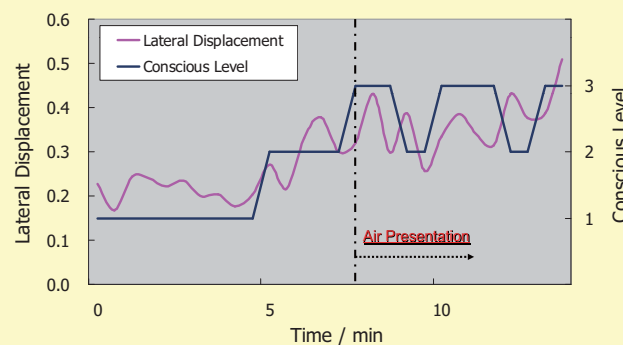
これらの検証結果に基づいて、本検証システムの妥当性と香りによる覚醒効果の有無を確かめる

### ① 意識低下と走行状態の関係



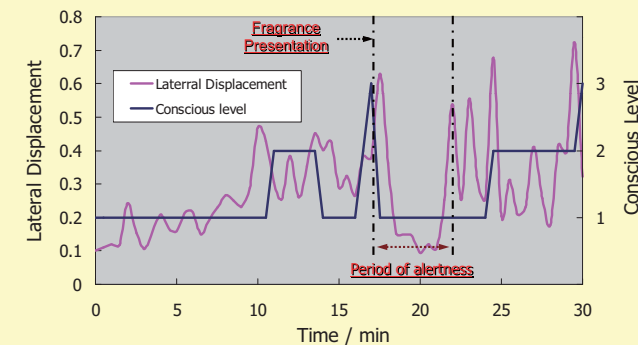
意識低下に伴い、横方向のふらつきが大きくなる

### ② 香りの無いエアアの提示



エアアのための提示では覚醒効果は見られない

### ③ 意識低下時にペパーミントの香りを提示



香り提示によって運転操作のふらつき&意識レベルが回復



## より覚醒効果の高い香り種の選定

### 覚醒効果の高いアロマ

- ◆ ペパーミント ◆ ユーカリ ◆ レモングラス
- ◆ ローズマリー ◆ レモン

### 被験者10名に対してアンケート調査を実施

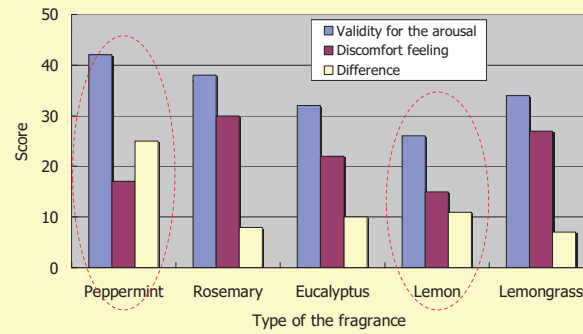
5種類の香りをランダムに提示し、以下の項目に対して5段階評価をしてもらう。

- 覚醒効果があると思うか？
- 不快感の程度は？

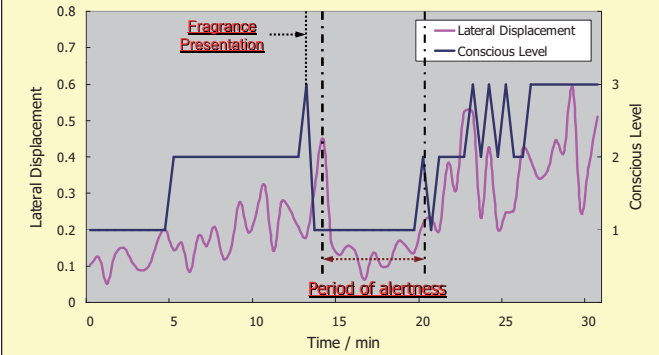


覚醒効果があり、かつ、不快感の少ない香りをアンケート調査によって選定

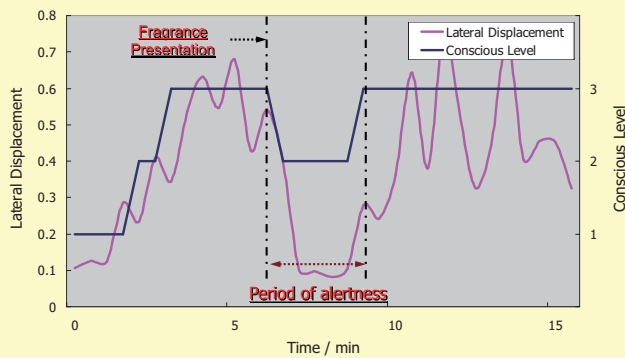
## アンケート調査結果



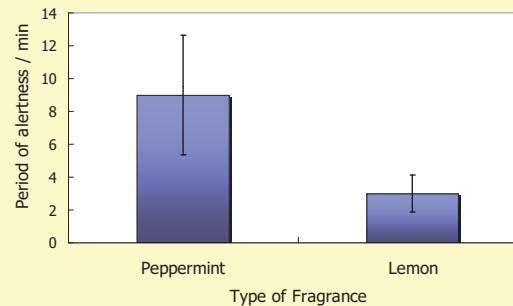
## 覚醒効果の検証例（ペパーミント）



## 覚醒効果の検証例（レモン）



## 覚醒効果持続時間の比較



それぞれの香りに明確な覚醒効果が確認され、ペパーミントの覚醒効果持続時間は、レモンの3倍であった。

## 今後の課題

- ◆ 覚醒継続時間の延長  
提示シーケンスの検討（定期提示、断続提示、交互提示など）
- ◆ 効果の個人差  
性別、年齢などによる違い
- ◆ 精神疲労や感情抑制などへの適用可能性
- ◆ 被験者を増やしての n-増し検証

# 高齢ドライバーの運転能力測定システム



## 運転能力測定システムの必要性

高齢ドライバーの交通事故増加

原因？

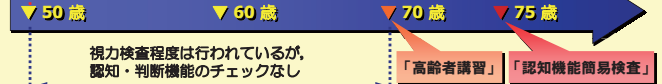
運転能力の低下の自覚不足！  
(加齢に伴う視覚機能、認知・判断能力の低下)

自己認識

- > 運転に不可欠な視覚機能、認知・判断能力を定量的に測定評価するシステム
- > 「視覚機能」と「認知・判断能力」に基づく総合評価手法の検討

## 中高年からの運転能力の維持・向上支援

視覚機能、認知・判断機能の低下は50歳代から徐々に始まる.....



事故・ヒヤリハットを  
実感できる運転シミュレータ

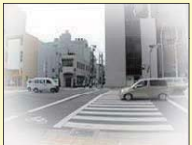
- > 運転能力の計測・評価システム  
⇒ 自覚(自己診断)
- > 運転能力の訓練と維持・向上

さらには・・・

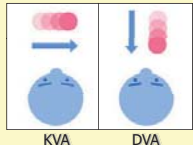
- > 危険な運転の予測(運転適正チェック)
- > 認知症の早期発見の支援(受診促進)

## 加齢に伴う運転時の視覚機能の低下

視野  
(有効視野の狭窄)



動体視力  
(標識認識、飛出し)



深視力  
(距離・間隔の誤認)



老人性白内障

(60歳：70%、80歳以上：100%)



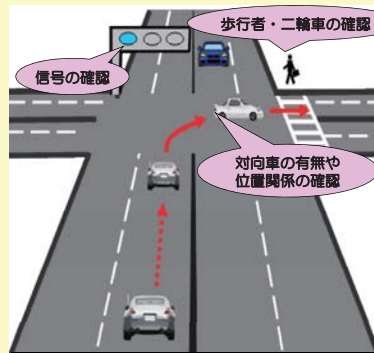
健康者

白内障

- > 夜間視力低下
- > 暗順応
- > グレア(眩惑)

## 加齢に伴う運転時の認知・判断力の低下

交差点通過の例



交差点通過の判断

複数の対象への注意  
(分割的注意)

+

位置関係の把握  
(視空間認知)

## 高齢ドライバーの事故と運転能力の関係

加齢に伴う視覚機能、認知・判断力の低下およびその自覚不足が交通事故へと繋がる・・・

特に、交差点における右左折時の事故が多い！



交差点内での事故

- > 認知・判断能力低下
- > 有効視野の狭窄

# 有効視野の測定・評価システム

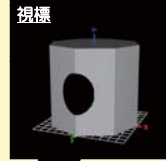


## 有効視野の測定手法

### 測定方法

運転場面に視標をランダムに提示して、視標の検出率を測定。

$$\text{検出率} = \frac{\text{検出できた回数}}{\text{提示した回数}} [\%]$$



## 有効視野の測定画面



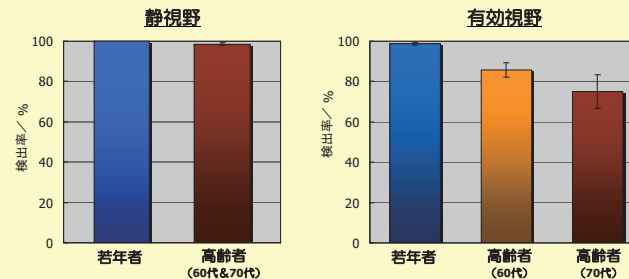
## 有効視野の成績評価手法

視標の検出率に基づいて、4段階で評価

視標の検出率	成績
80 % 以上	安全
60 % 以上 80 % 未満	普通
40 % 以上 60 % 未満	注意
40 % 未満	危険

## 有効視野の測定結果

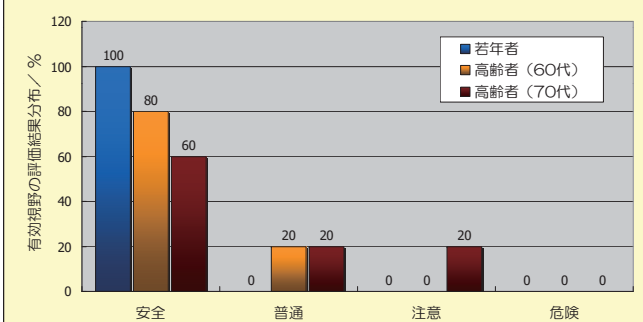
若年者 (20代: 12名)  
高齢者 (60代: 5名, 70代: 5名)



運転操作をしない状態での視野（静視野）は、若年者と高齢者の差は小さいが、運転中の視野（有効視野）は、高齢者では著しく狭くなることが分かる。

## 有効視野の成績評価結果

若年者 (20代: 12名)  
高齢者 (60代: 5名, 70代: 5名)



高齢者は視野狭窄により周囲の状況を見逃しやすい傾向にある



### 認知・判断能力の測定手法

- 交差点右折時の**衝突余裕時間 (Time To Collision)**を測定する。
- 対向車の速度 (40km/h, 60km/h) と歩行者の横断の有無で 4 種類の運転負荷を設定

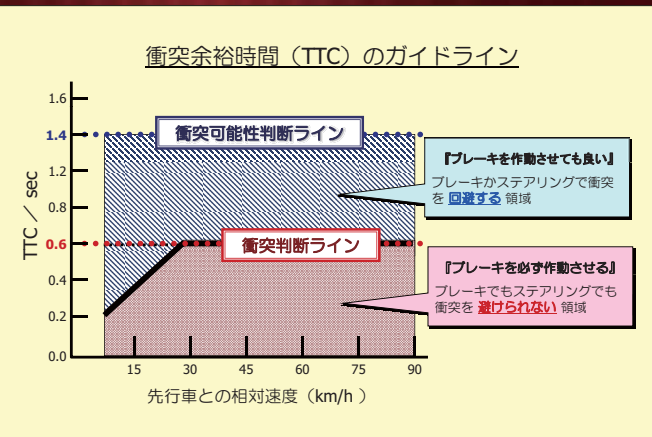


### TTC に基づく認知・判断能力の評価

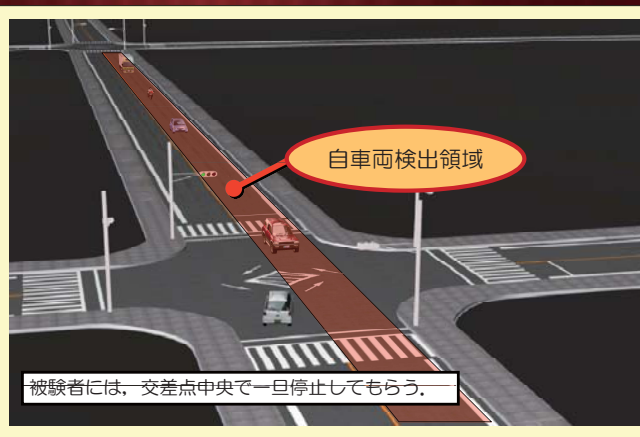
測定した TTC に基づいて、3段階で評価



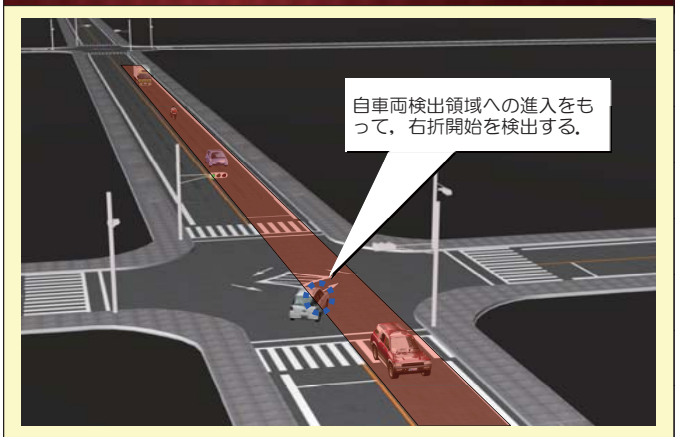
### 被害軽減ブレーキにおける技術指針 (国土交通省)



### TTC の測定方法 (右折待機時の定義)



### TTC の測定方法 (右折開始時の定義)



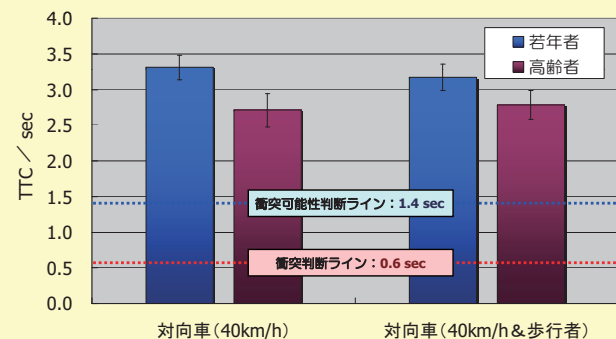


## TTC の測定方法 (対向車との距離の定義)



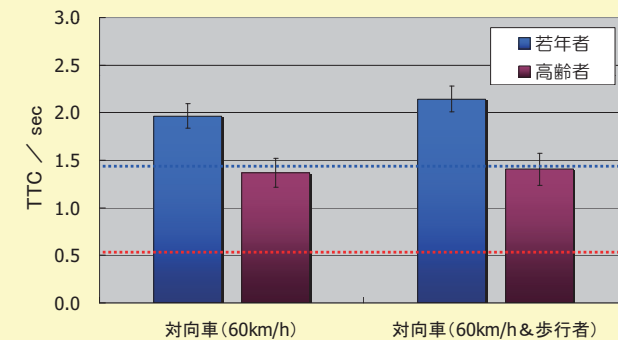
## TTC の測定結果-1

若年者 (20代: 12名)  
高齢者 (60代: 5名, 70代: 5名)



## TTC の測定結果-2

若年者 (20代: 12名)  
高齢者 (60代: 5名, 70代: 5名)



## 実験風景 (対向車 & 歩行者横断)

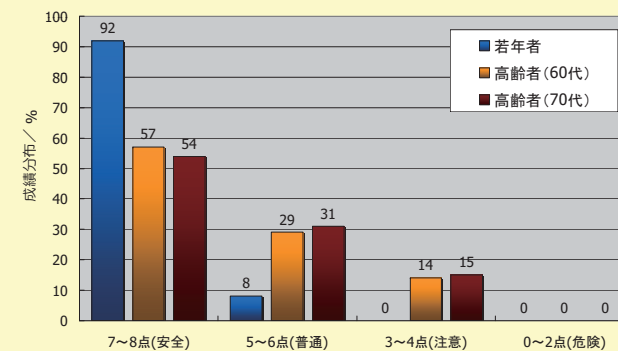


## TTC による認知・判断力の成績評価手法

安全運転: 2点    注意運転 (ヒヤリハット): 1点    衝突: 0点  
 $1.4 \text{ 秒} \leq \text{TTC}$      $0.6 \text{ 秒} \leq \text{TTC} < 1.4 \text{ 秒}$      $\text{TTC} < 0.6 \text{ 秒}$

TTC (4回の得点合計)	評価
7点 ~ 8点	安全
5点 ~ 6点	普通
3点 ~ 4点	注意
0点 ~ 2点	危険

## 認知・判断力の成績評価結果



有効視野と認知・判断力による  
運転能力合評価

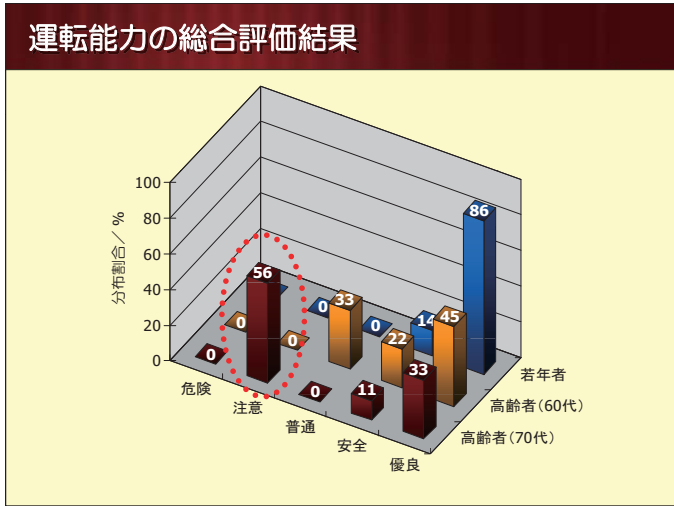


MEIJO UNIVERSITY  
FOUNDED 1926  
NAGOYA JAPAN

有効視野と認知・判断力に基づく総合評価

		TTC成績			
		安全	普通	注意	危険
有効視野成績	安全	優良	安全	普通	注意
	普通	安全	普通	注意	注意
	注意	普通	注意	注意	危険
	危険	注意	注意	危険	危険

必要以上に厳しい評価にならないよう配慮



地域社会への貢献を目指して

研究に留まらず、地域社会への貢献

↓

一般に気軽に体験できる場所への設置  
シルバー人材センタや自動車教習所での活用

↓

関係各機関との積極的な連携