

# 消費者視点からの自動運転／運転支援の 定量評価法に関する研究

---

Research on quantitative evaluation methods for AD/ADAS  
from a consumer perspective

1731021 井上 哲

1731052 富田一輝

# 目次

---

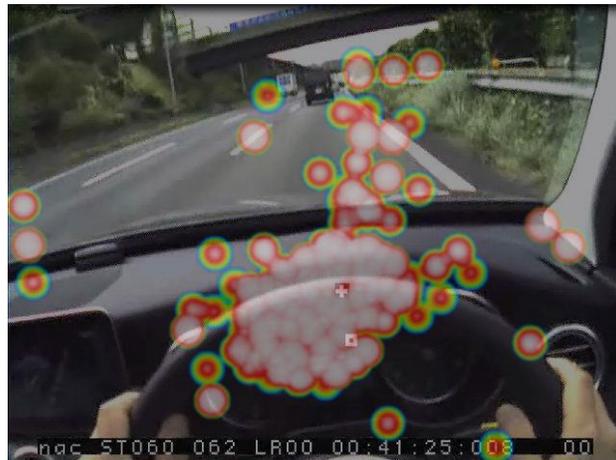
1. 背景
2. 目的; ADAS/AD性能評価の考え方
3. 実験・評価方法
4. 実験結果及び考察
  - 4.1 主観評価結果
  - 4.2 カメラ画像認識による横変位計測方法の確立
  - 4.3 コース維持の安定性評価
  - 4.4 オーバーライド時の車両挙動と安心感
  - 4.5 車線逸脱防止機能 LDPの収束性
  - 4.6 主観評価からの定量目標値の提案
5. まとめ

# 1. 背景; 昨年までの振り返り

アイマークレコーダによる  
前方視点分布 計測

公道での市販車の運転支援システム(レーントレース機能)の評価を実施。  
→前方視点分布を計測し、インパネインジケータの確認頻度などで、システムに対する信頼感の傾向がでることがわかったが、システム性能を消費者視点から定量的に評価するまでは至らなかった。

HUD無



✓ 視点; **メータ**頻度多い  
独①車

HUD有

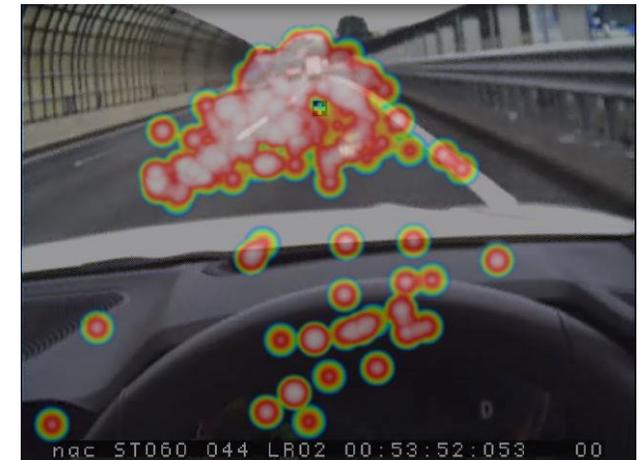
表示が細かくて見難い



✓ 視点; **メータ**と前方  
日②車

HUD有

表示が適切



✓ 視点; **前方**頻度多い  
独③車

## 2. 目的 AD/ADAS性能評価の考え方 等

1. 自動運転／運転支援システム搭載車の消費者視点からの安全性, 安心感に関する評価方法と定量評価指標を確立する.
2. 自動走行性能の評価だけでなく, ドライバ～機械の遷移状態の性能にも着目した評価を実施する.
  - A) SW操作時などの運転負荷／安全性
  - B) 機械～人間の遷移状態の安全性／安心感／解りやすさ
  - C) 本来性能, 性能限界のレベル

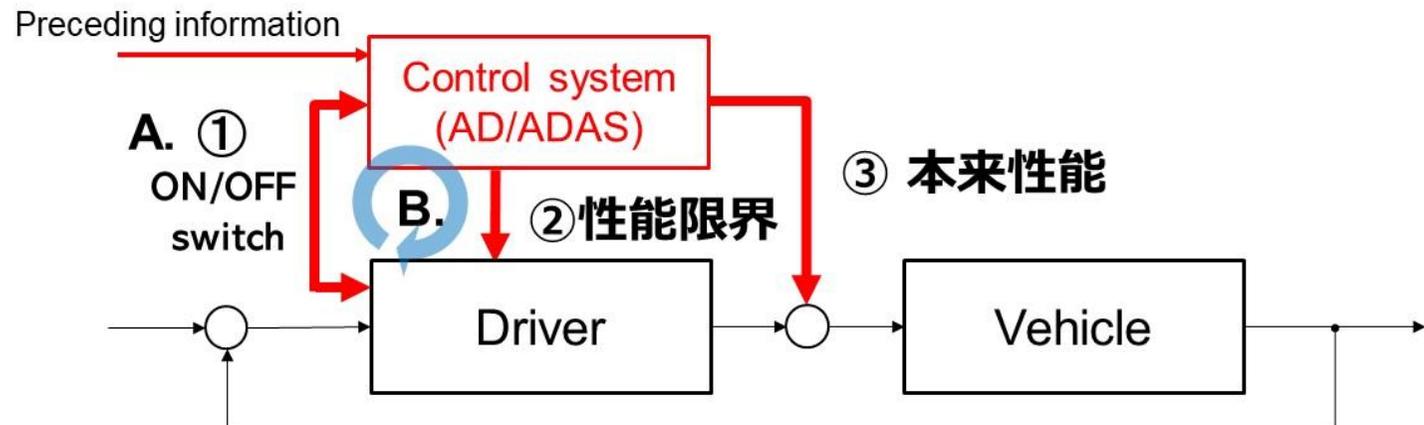


Fig.1 3-traditional passes between driver and ADAS/AD

# 3. 実験・評価方法 3.1 実験車両, パネラ, 評価コース

- ・独車2台(A,B),米国車1台(C),日本車2台(D,E).
- ・熟練ドライバ3名(a,b,c), 初心者ドライバ 2名(d,e)
- ・評価コース; 圏央厚木インター-大井松田インタ間  
(操舵トルクはJARIテストコースで計測)



# 3. 実験・評価方法 3.2 評価項目と評価用シートの作成

昨年までの評価項目を整理し，全49項目に亘る評価用シートを作成 (5段階評価)

- ①SW操作などの運転負荷／安全性
  - ・主観評価，SW操作ミス頻度 (操作仕事率／量)
- ②遷移状態の安心感／わかり易さ
  - ・前方注視点状況データ，インジケータ確認頻度
- ③本来性能，性能限界
  - ・コース維持性能 (カメラ白線認識での横変動量)
  - ・オーバーライド時の車両挙動と安心感 (操舵トルクと横変位量，操舵角等)
  - ・LDP ( Lane Departure Prevention ) の収束軌跡
  - ・コーナートレース維持性能の限界の見極め

The image shows a screenshot of a spreadsheet titled "KAIT ADAS 公道評価シート". The spreadsheet is organized into several sections with blue headers. The top section contains fields for "評価項目" (Evaluation Item) and "評価値" (Evaluation Value). Below this, there are multiple rows of data, each corresponding to a specific ADAS function or performance metric. The columns include various parameters and numerical values. The bottom of the sheet has a summary section with "合計" (Total) and "平均" (Average) rows.

評価シート

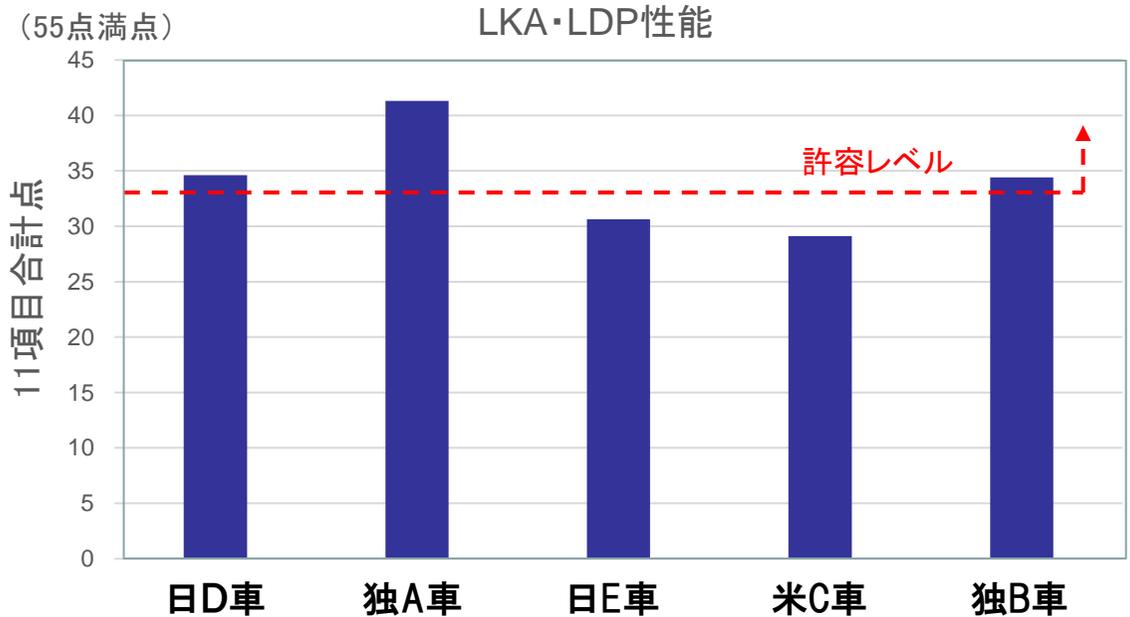
# 4. 実験結果・考察

## 4.1 主観評価結果(LKA, LDP性能)

・レーントレース系機能(LKA.LDP)の主観評価では, 下記の有意差を抽出できた。  
(良)独A車 > 独B車 ≒ 日D車 > 日E車 > 米C車 (劣)

LKA	真ん中を走るか	5
	オーバーライドのしやすさ	5
	修正にこたえてくれるか	5
	修正はしやすいか	5
	アンジュレーションでのふらつき有無・程度	5
	路面での動かされ	5
	作動状態がわかるか	5
	保舵アラートの時間、表示	5
LDP	操舵トルク、車両挙動の分かりやすさ	5
	正確さ	5
	センターへの収束性	5
各5段階評価 合計(3; 許容レベル)		55 (満点例)

→ 左表の赤の項目の定量化に挑戦.

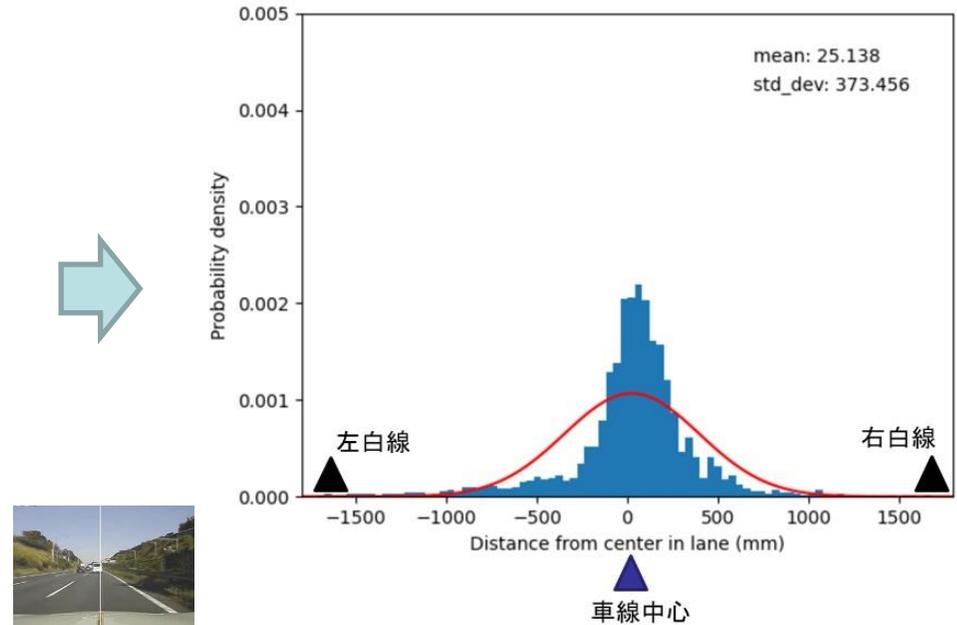
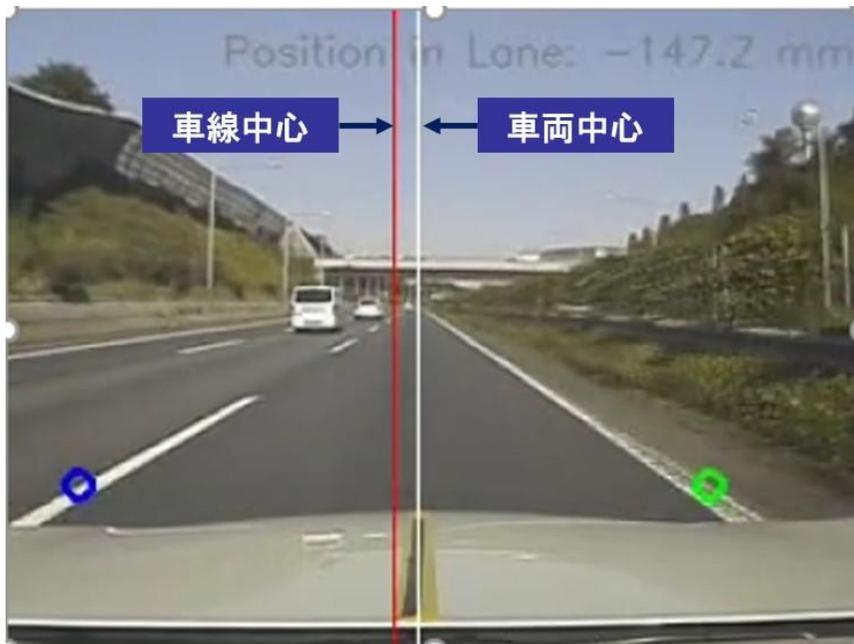


各項目でのパネル5名の平均点を上記11項目の合計点で評価

# 4. 実験結果・考察

## 4.2 カメラ画像認識による横変位計測方法の確立

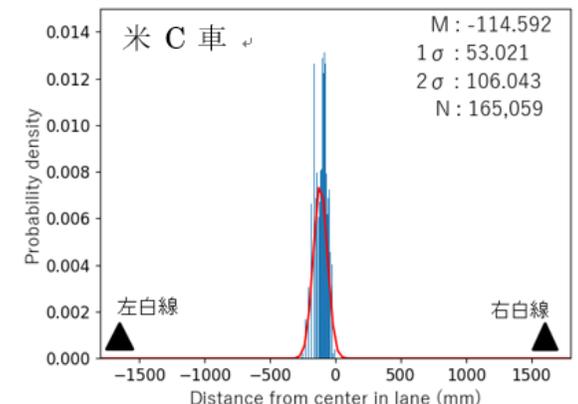
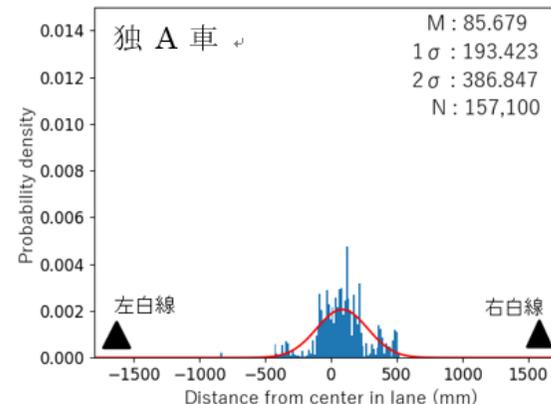
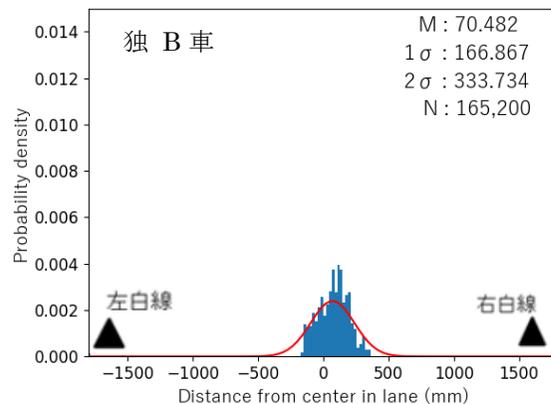
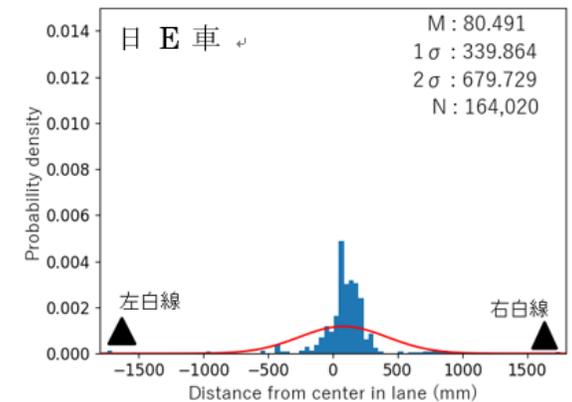
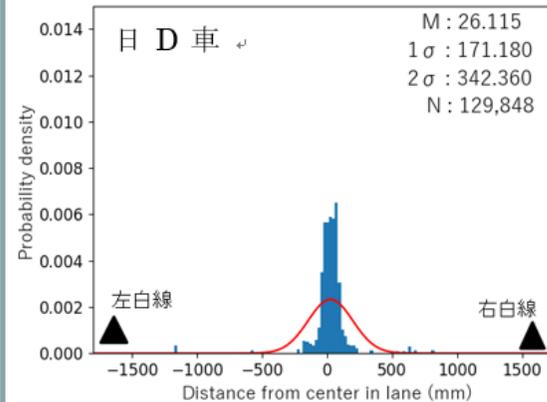
- Webカメラ画像認識アルゴリズムを作成し、前方近距離の白線位置を検出。
- これによる車線中心とフード中央の車両中心の偏差を計測。
- 評価区間での横位置偏差の頻度分布をグラフ化して、車線維持性能を定量評価。



# 4. 実験結果・考察

## 4.3 コース維持の安定性評価

- ・A,B,D車は,  $1\sigma < \pm 20cm$   
→主観評価も良いレベル
- ・Eは, 不安定の評価  
→  $1\sigma = \pm 34cm$ と一番悪い
- ・Cは,  $1\sigma = \pm 5.3cm$ と大変良いが,  
「左によって怖い」とのコメント  
→データにも傾向有り



# 4. 実験結果・考察

## 4.4 オーバーライド時の車両挙動と安心感

・操舵オーバーライド時の主観評価から、操舵トルクと車両横変位の関係を計測。

- ・オーバーライド時 操舵トルク大きく困難.
- ・制御解除後の車両横変位の変動が大きく怖い

- ・オーバーライド時、操舵トルクがスムーズで適切.
- ・自動→人間への遷移時 車両横変位量小さく安心.



米C車



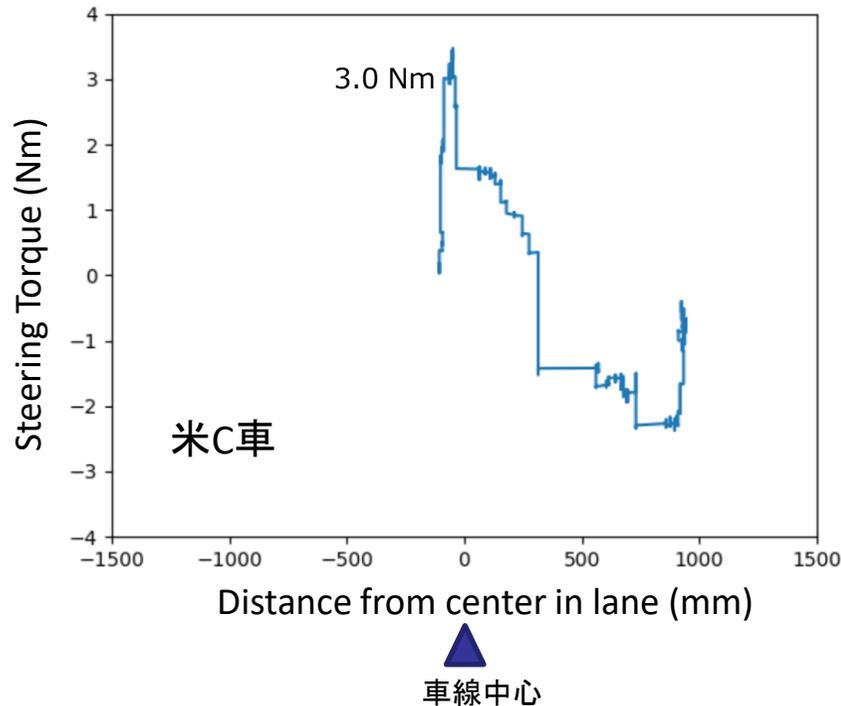
独A車

\* JARI (日本自動車研究所) テストコースにて計測.

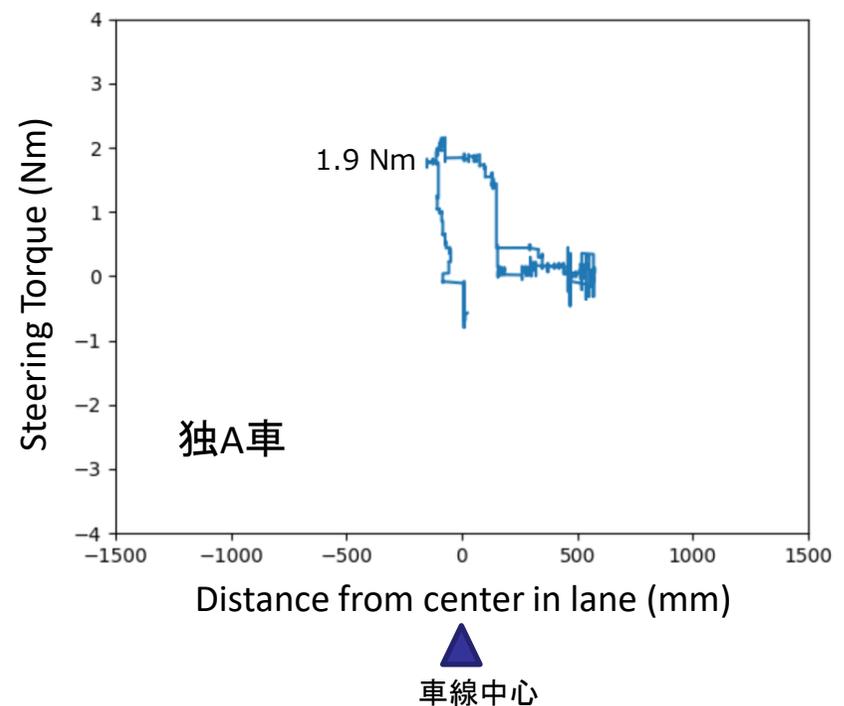
# 4. 実験結果・考察 4.4 オーバーライド時の車両挙動と安心感

- ・操舵トルク／車両横挙動の定量値は、オーバーライド時の安心感を良く表現。
  - 人間～機械の関係；米C車→ON/OFF的→怖い，独A車→人間意志を連続的に受入れる→安心

- ・オーバーライドトルクが **約 3 Nm** と大きくOR困難。
- ・制御解除後の変動がトルク/横変位共に大きい。
- ・怖い



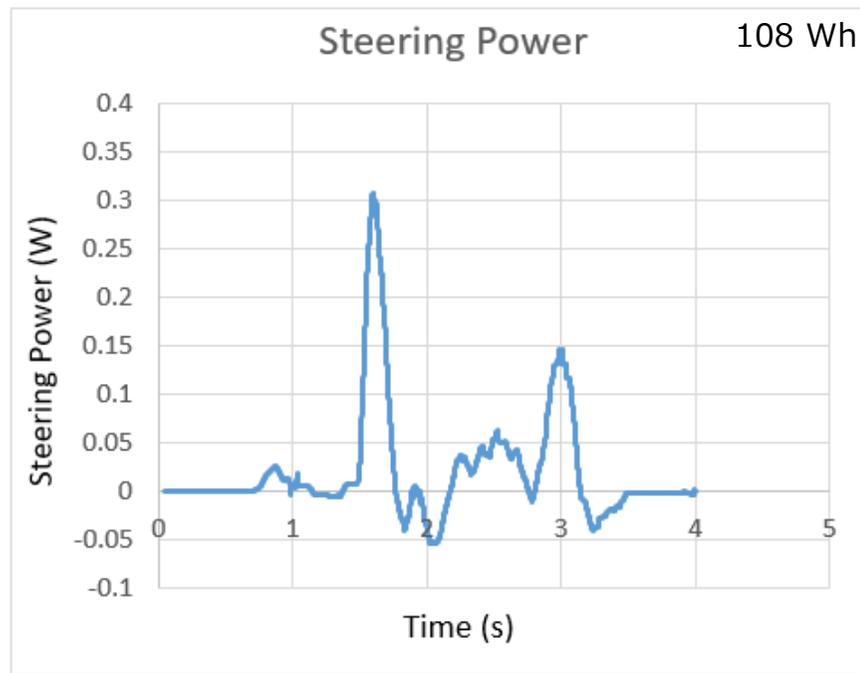
- ・オーバーライドトルクが **約 2 Nm** で適切。
- ・制御解除中の変動がトルク/横変位共に小さい。
- ・安心感 大。



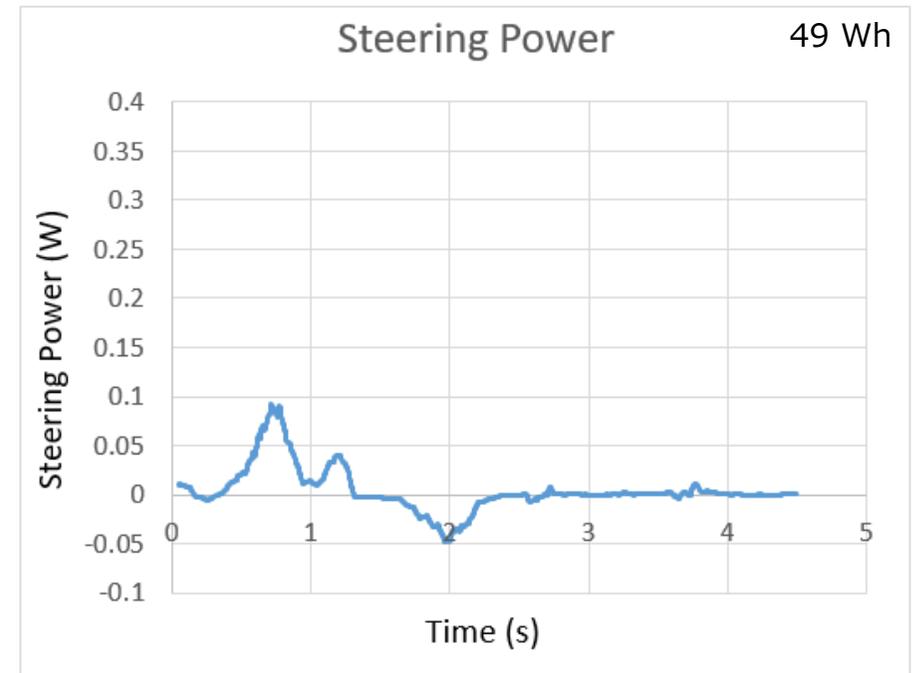
# 4. 実験結果・考察

## 4.4 オーバライド時の車両挙動と安心感

- ・操舵仕事率(操舵トルク×操舵速度)で見ても、米C車は、独A車に比べ、オーバライド時の負担が大幅に大きいことが解る。操舵仕事量(グラフ総面積)は、約2.2倍。  
→「安心～怖い」の主観評価を表現する定量値としても有効。



米C車

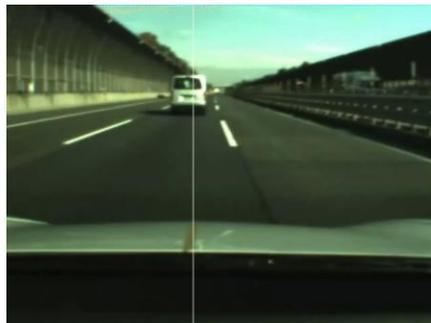


独A車

# 4. 実験結果・考察

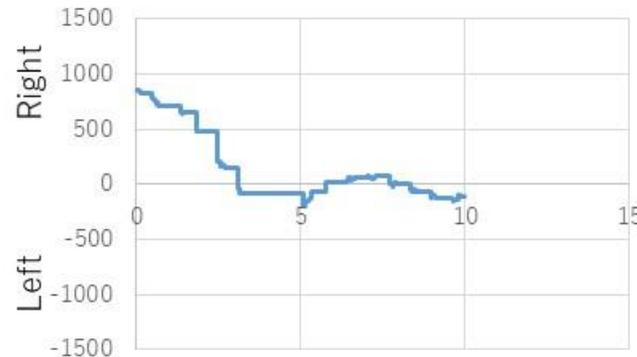
## 4.5 車線逸脱防止機能(LDP)の収束軌跡

- ・A,B車;車線中心に収束.
- ・E車は, 収束せず反対車線まで行くことがある. 収束も悪い.
- ・C車は, 強く戻すだけで車線中心に収束しない.

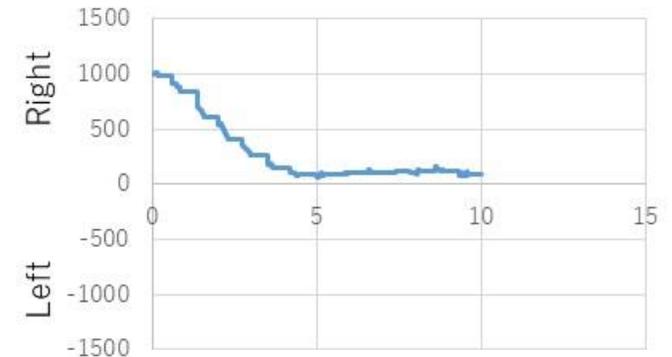


米C車

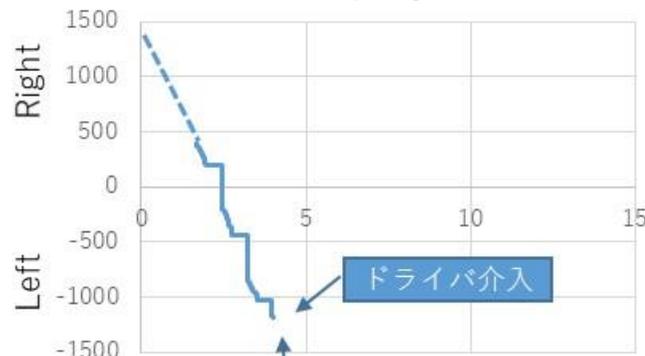
独A車



独B車

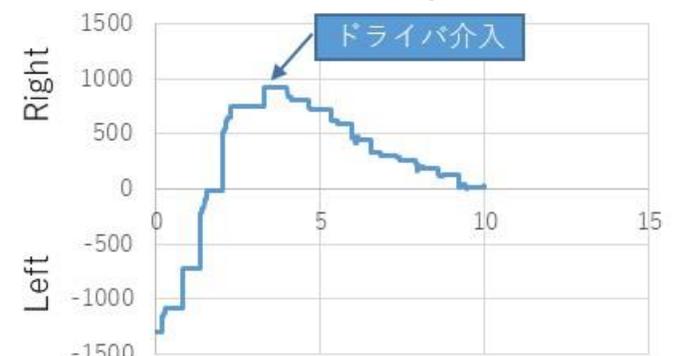


米C車



ドライバーが介入しないと、反対側の左側白線まで到達する

日E車

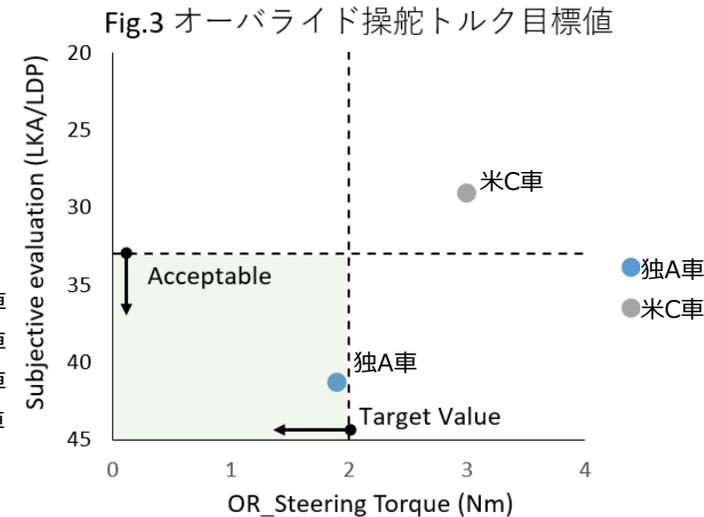
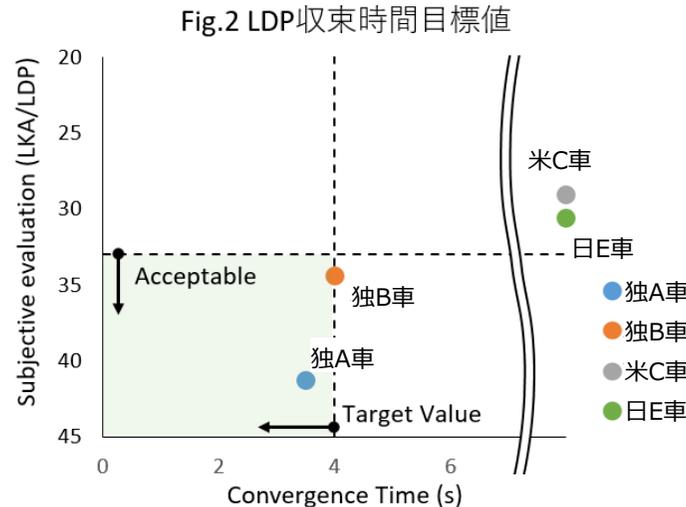
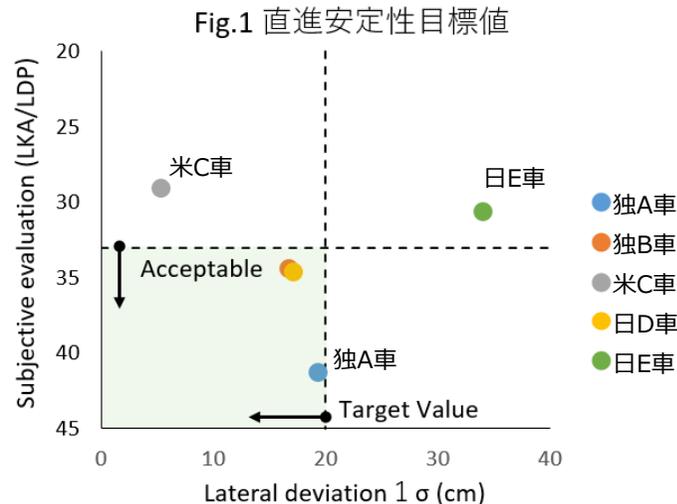
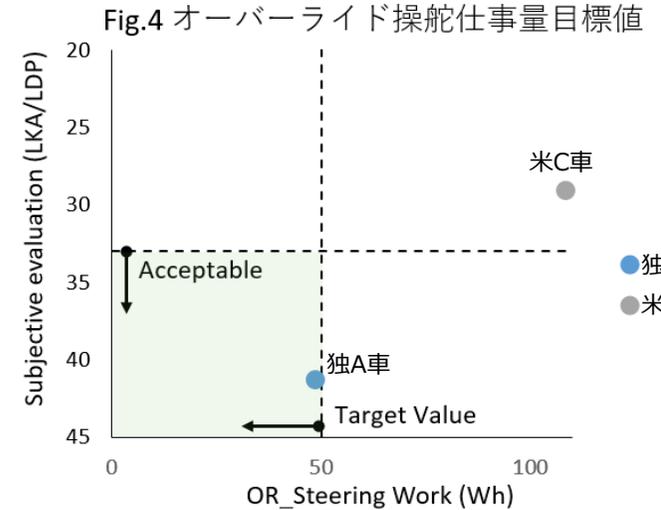


# 4. 実験結果・考察

## 4.6 主観評価からの定量目標値の提案

・レーンレース系機能(LKA.LDP)に関し, 主観評価の許容値(33; 3×11項目)から各定量目標値を考察。  
→下記の客観的な指標を提案できた。

- ・直進安定性; 横変位変動量(1σ) < ±20cm
- ・オーバーライド操舵トルク < 2.0 Nm
- ・オーバーライド操舵仕事量 < 50Wh
- ・LDP車線中央への収束時間 < 4sec



## 5. まとめ

---

1. 本研究では, ADAS/ADの消費者視点からの安全性, 安心感に関する主観評価を, 49の評価項目に纏め, 客観的傾向を示すことができた.
2. カメラによる画像認識と車両挙動を併せた計測技術を構築し, ADAS/ADの本来性能だけでなく, 人間~機械運転の遷移領域における安心感も定量評価指標で示すことが可能になった.
3. 以上の結果から, ADAS/ADでのドライバの安心感は, レーントレースの様な自動運転性能だけでは達成できず, 人間~機械運転の遷移領域の性能が大きく寄与することが分かった.

→今後, 本評価法をADAS/AD定量評価方法として提案していく.