

## 機械工学概論 — 流れの設計 —

講義資料 (流体設計):  
<http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/fluid/lecture.html>

- 6/19 流れに働く力
- 7/3 乱流入門
- 7/10 自動車の空気力学
  - 自動車における空力設計
  - 走行車両の空気力学
- 7/17 小さな装置の流れ

27-7-17

2

## 自動車の空気力学

三菱 新型ミラージュ (2014) の紹介記事より  
 「フロント、サイド、リア、下回りに至るまで空気抵抗を徹底的に低減させ、コンパクトカーでトップレベルの低Cd値0.27を達成し、低燃費の実現に大きく寄与しています」



参考 トヨタ カローラ (1974)

車体のどのような形状が  
 空気抵抗を低減すると  
 考えられますか？

27-7-17

3

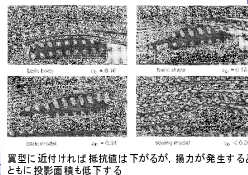
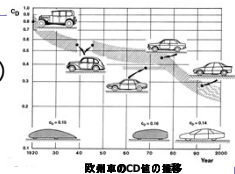
## 自動車に作用する空気力

### 空気抵抗

- 80km/hで空気抵抗が支配的 (50%)
  - 大型トラック100km/h: ~250kg重
  - 普通車100km/h: ~35kg重
- 燃費に直結
  - 日本のCO2排出の25%が車
  - 1割減でCO2が2~3g/km 減
  - 20km/Lの低燃費車, 60km/h走行時

### 揚力 (ダウンフォース)

- 操縦安定性 (グリップ) に影響
- 揚力を抑えつつ抵抗も抑えるのは難しい



翼型に近付ければ抵抗値は下がるが、揚力が発生するとともに投影面積も低下する

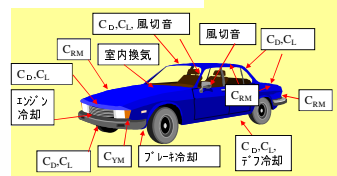
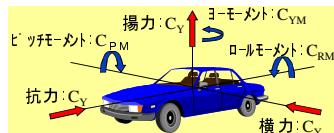
## 空力開発の重要性

- 燃費の向上とCO2削減
  - Cd値低減
  - 車両の軽量化に伴う空気問題の顕在化
  - 新たなパワートレインシステムへの対応
- 多様化, 複雑化する空力問題への対応
  - Cd値の低減と, Cl値の低減, 横風安定性, 熱害対策といった相反する設計案件への対応
  - 車両運動, 熱害, 空力騒音等の連成問題の解決
- 風洞設備の新設 (ヨーロッパが先行, 日本も追従)
  - ムービングベルト, 環境風洞, 加振機
- シミュレーションへの期待

## 自動車に作用する空気力

### 空力性能

- ・ 燃費 ~  $C_D$
- ・ 走行安定性 ~  $C_L, C_Y, C_{YM}$



### 局所流れ

- ・ 風切り音
- ・ エンジン冷却
- ・ 室内換気
- ・ ウィンド汚れ etc.

## 自動車における空力設計の例

### コンセプトモデル

風洞試験

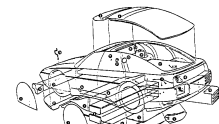
### スケールモデル

風洞試験

### プロトタイプモデル

風洞試験

### プロダクションモデル



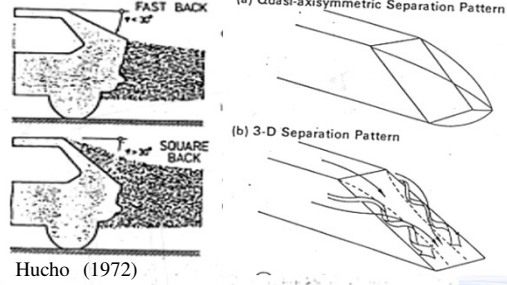
(3/8 model of Provo IV, FORD83)



Mazda Mirage(2014)

## 車両周りの流れと空気抵抗

### 車両形状と流れの関係

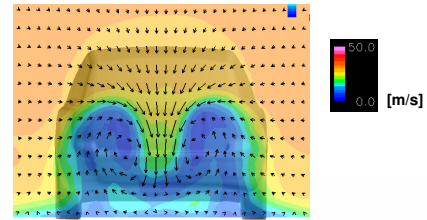


Hucho (1972)

## 車両周りの流れと空気抵抗

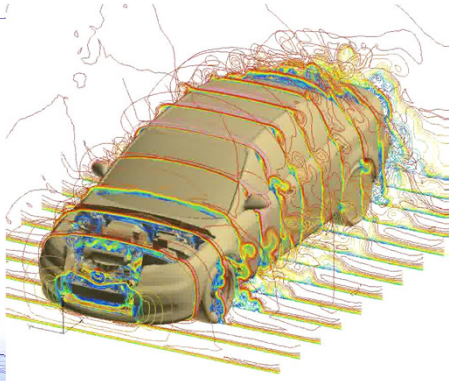
平均速度分布  $X/L=1.05$

- 後流域に強い渦とダウンウォッシュが存在している
- 強い渦の中心部に低速領域が生じている



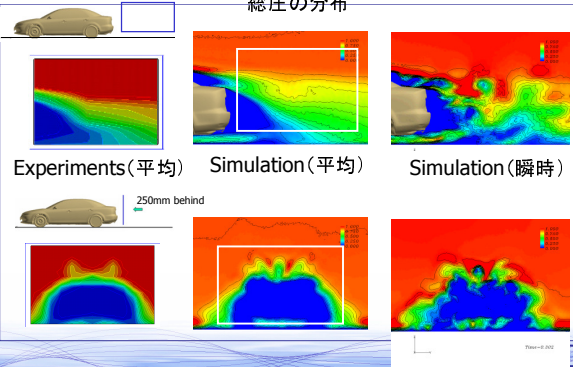
LES,  $X/L=1.05$ , YZ cross-section

## 車両周りの流れと空気抵抗

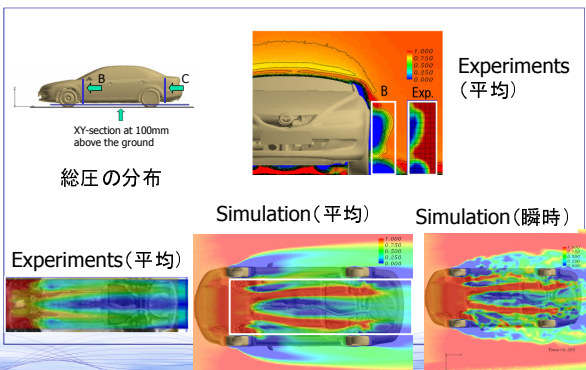


## 車両周りの流れと空気抵抗

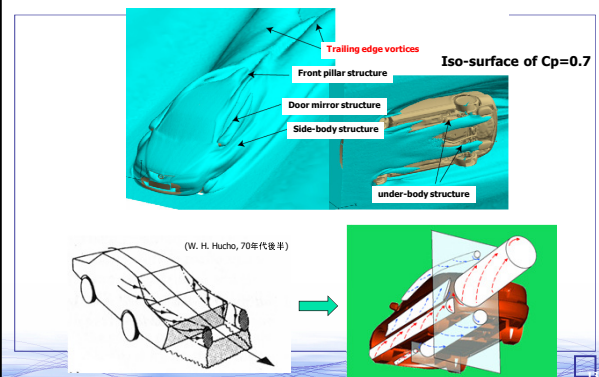
総圧の分布



## 車両周りの流れと空気抵抗

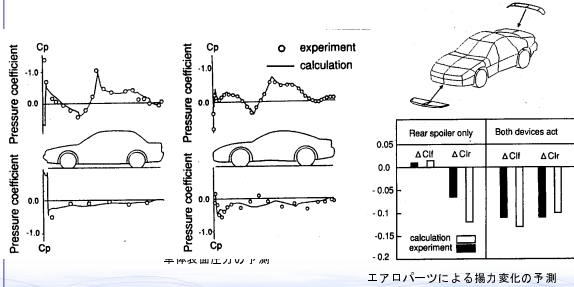


## 車両周りの流れと空気抵抗



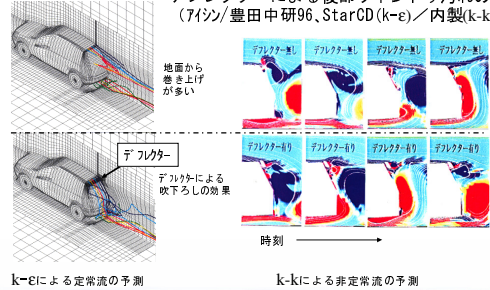
## 空力性能の改良(1)

エアロパーツによる $C_D, C_L$ の改善予測 (三菱92, NAGARE(k-k))



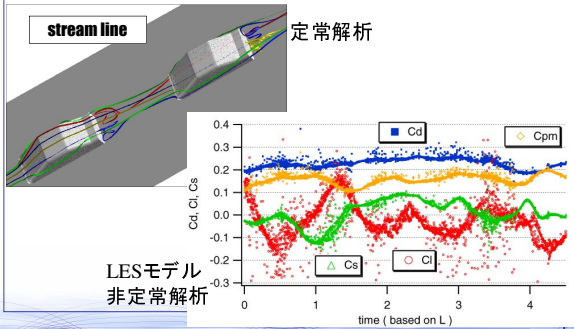
## 空力性能の改良(2)

デフレクターによる後部ウィンドウ汚れの防止 (アイシン/豊田中研96, StarCD(k-e)/内製(k-k))



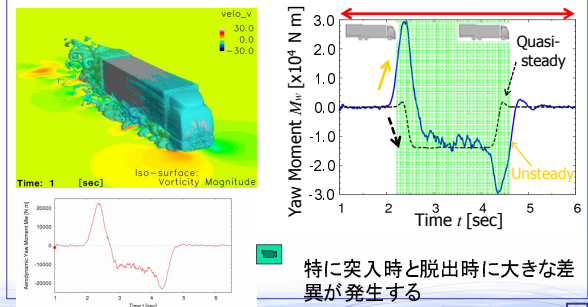
## 走行車両の空力性能(1)

自動追従走行における空力干渉



## 走行車両の空力性能(2)

■ 等速直進運動時(ヨー運動, 横運動無し)の空力応答



## 空力の評価方法

- 風洞実験
  - 高い計測精度
  - 高価な建設, 維持, 人件費
- 実走行計測
  - 実走行状態を再現
  - 開発へのフィードバックが困難
  - 大きな計測誤差
- コンピュータシミュレーション
  - 風洞実験に変わる第三の手法として 2000年頃より本格導入



## 車両空力設計と数値シミュレーション

