

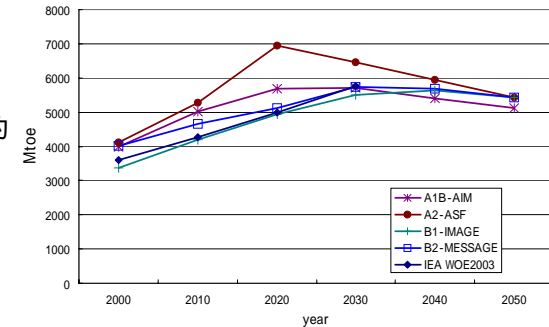
# 運輸部門における エネルギー消費構造の 分析と対策

指導教官 高橋 淳 助教授  
安全評価工学研究室 修士2年  
中塚 史紀

## 研究の背景

■右図は今後50年間の1次エネルギーとしての石油の需要量

■今後50年間で約250Gtoeの石油が消費される



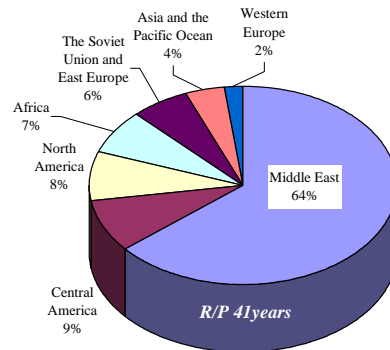
Source : IPCC三次報告書  
IEA World Energy Outlook2003  
2/39

## 研究の背景

■運輸部門でその6割を使用されている石油資源は中東に集中して存在

■その総量は約135Gtoe

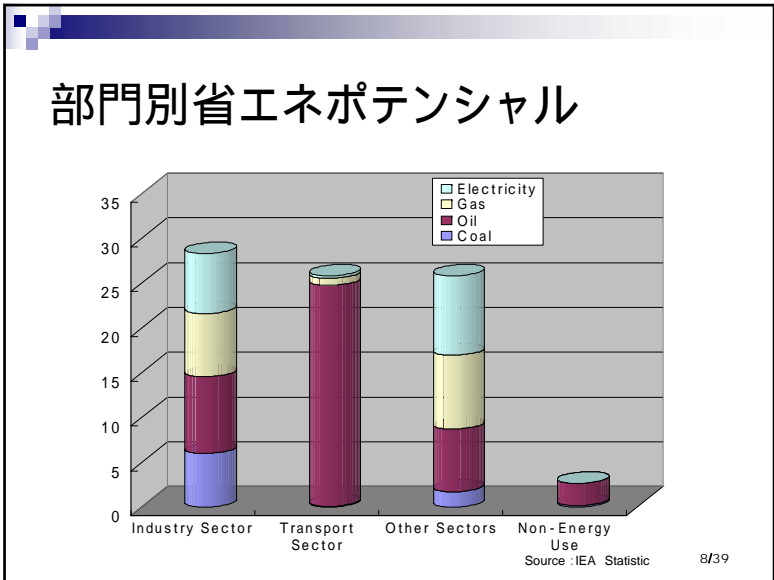
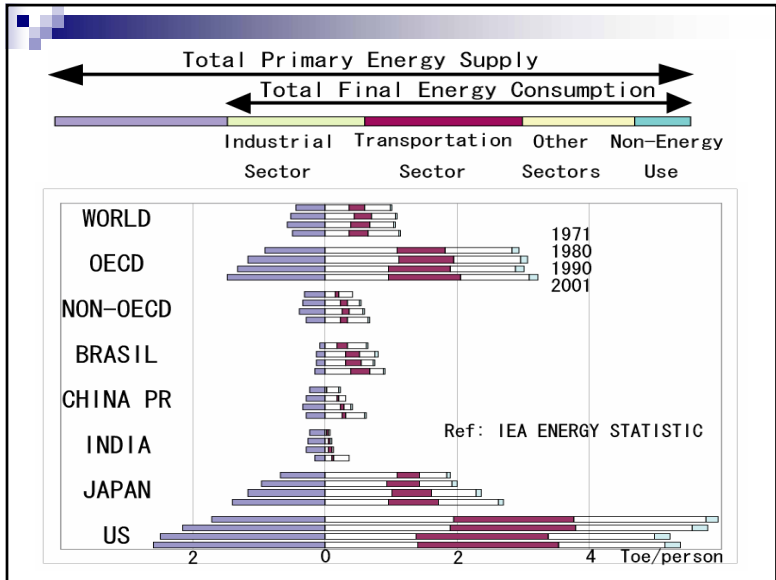
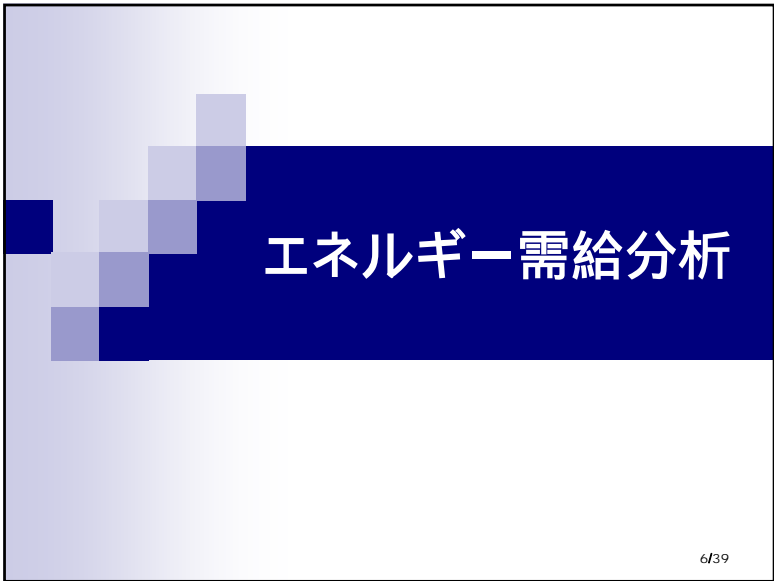
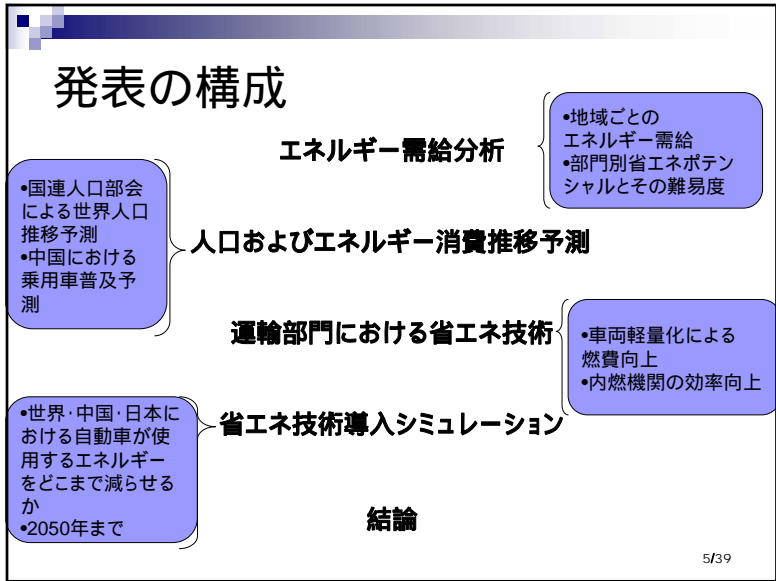
■確認可採埋蔵量は40年分あまりしかない



Source : BPAmoco 'Statistical Review of World Energy

## 本研究の目的

- エネルギー需給分析および人口・乗用車普及の予測から、今後石油資源枯渇の主な原因になるのは**運輸部門**、特に**自動車**であることを示す。
- またエネルギー消費量の大幅な増大の時期的予測を行い、その対策としての**省エネ技術の導入シミュレーション**を行うことによって、これからの運輸部門におけるエネルギー消費の一つの形を提案する。



## 部門別省エネポテンシャル

### ■ 民生部門

定置型燃料電池によりほぼ100%の電化が可能。低温の熱を暖房・給湯に利用すればエネルギー変換効率70%

### ■ 産業部門

鉄鋼業におけるコークス、プラスチックの原料としての原油以外は電化により削減可能

9/39

## 部門別省エネポテンシャル

### ■ 運輸部門

燃料電池車については低温の熱が利用できないことと、技術的なハードルの高さが課題

短期的にはCNG化とハイブリッド化で石油を節約することが理想的

10/39

## 部門別省エネポテンシャルまとめ

- 化石燃料消費量削減の可能性と化石資源枯渇の影響度を考えると、石油の残存量減少や価格高騰の原因となるのは**自動車**であり、その影響を最も受けるのも**自動車**であることが明らかとなった

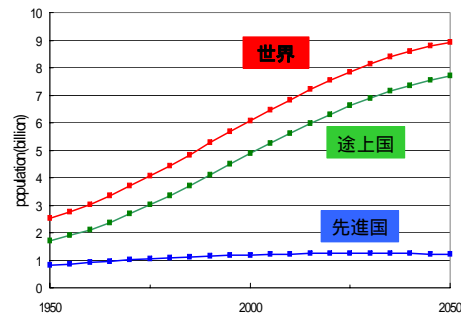
11/39

将来予測  
(世界人口・  
乗用車保有台数)

12/39

## 世界人口の推移

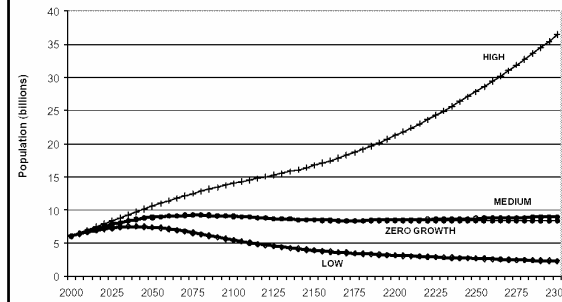
- 2050年には現在の約1.5倍に相当する90億人に到達
- その増分のほとんどが途上国によるもの



Source : UN Population Division, World population prospects the 2002 revision

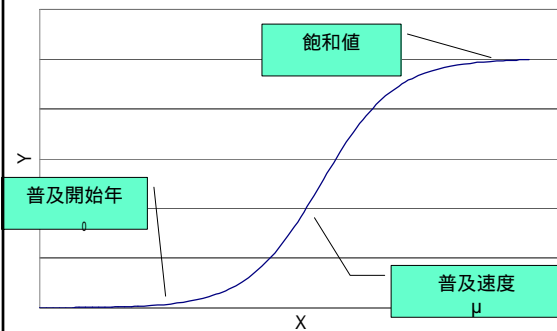
## 世界人口の推移

- 中位推計によれば2075年に人口は極大値の93億人
- その後80~90億人の一定の水準で推移



Source : UN Population Division, World population prospects the 2003 revision 14/39

## 中国の乗用車保有台数予測



生物の個体数の増加や、耐久消費財の普及がこの曲線によってよく表される場合が多い

15/39

## 中国の乗用車保有台数予測

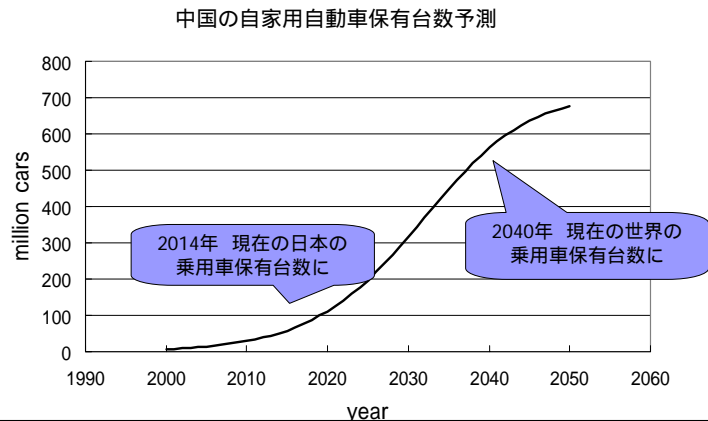
- 普及予測には下記のロジスティック関数を用いる
- $\mu$  は先進国の統計データから、 $\tau_0$  は日本のデータから、 $\chi_0$  は中国の統計データからそれぞれ決定した

$$Y(t) = \frac{\chi}{1 + (\chi - 1)e^{-\mu(t - \tau_0)}}$$

Y: 人口1000人当たりの乗用車保有台数 t: 年 : 飽和台数  
 $\mu$ : 普及速度に対応したパラメータ  $\tau_0$ : 普及開始年

16/39

## 中国の乗用車保有台数予測



## 将来予測まとめ

- 今後300年という長い視点でも、今世紀の前半が最も人口の伸び率が高い時期
- ここでは中国について乗用車保有台数の予測を行ったが、途上国でも今世紀前半の運輸部門におけるエネルギー消費の伸び率が高い

18/39

## 運輸部門における省エネ技術

## 運輸部門における省エネ技術

- 内燃機関の効率向上
- 車体軽量化による燃料消費率の向上
- コミュータバス
- ITの活用
  - ETC
  - VICS
- モーダルシフト

成熟した車社会にのみ適用可能

19/39

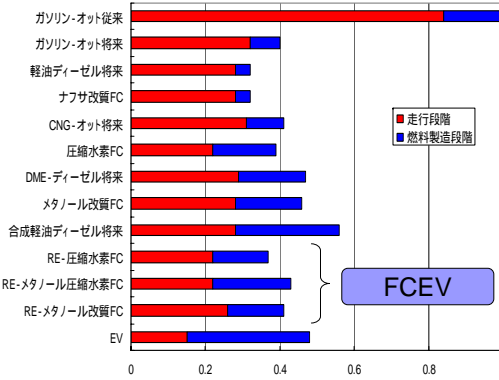
20/39

## 内燃機関の効率向上 (エネルギー効率)

■WTW(Well to Wheel)で見た内燃機関別エネルギー効率

■ガソリン-オット従来以外はハイブリッドを想定

■ほとんどの内燃機関で従来の半分～三分の一に

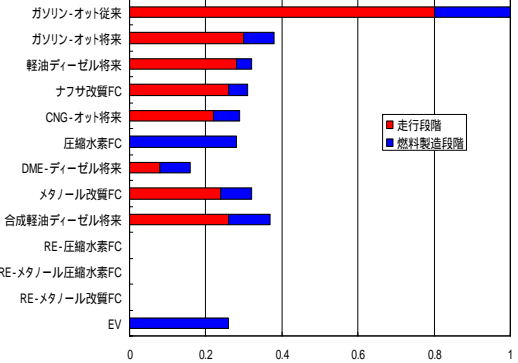


Source: 小林紀, 燃料サイクルで見た自動車のエネルギー効率 21/39

## 内燃機関の効率向上 (二酸化炭素排出量)

■二酸化炭素排出量に関するWTW分析

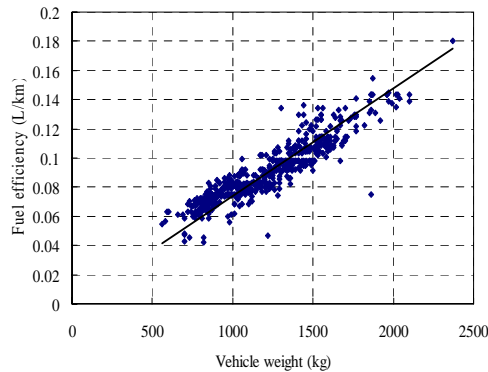
■化石燃料起源の水素で走行するFCEVとディーゼルハイブリッド・CNGでは大きな差は無い



Source: 小林紀, 燃料サイクルで見た自動車のエネルギー効率 22/39

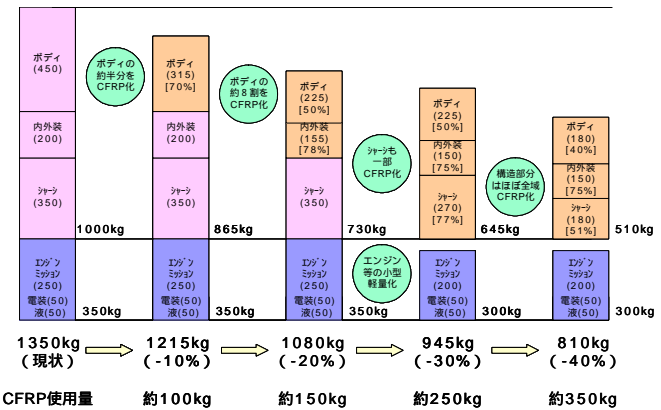
## 軽量化による燃費向上

■車体重量と燃費はほぼ比例関係。つまり車体を半分に軽量化すると燃費は2倍に



23/39

## 軽量化による燃費向上



24/39

## 省エネ技術 導入シミュレーション

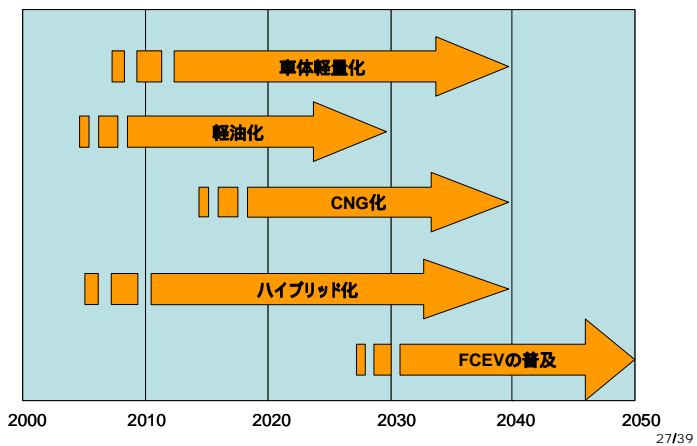
25/39

### ここまでのまとめ

- これからの50年間で人口の増加・途上国のモータリゼーションなどで最もエネルギー需要、特に石油の需要が伸びる時期
- この時期に石油依存度の高い運輸部門でエネルギー消費を大幅に削減することが必要

26/39

### 省エネ技術導入シミュレーション



27/39

### 省エネ技術導入シミュレーション

- 2050年までの自動車(中国・日本においては乗用車)によるエネルギー消費を予測
  - 対象技術は
    - 軽油ハイブリッド
    - 車両軽量化による燃費向上
    - FCEV
- リファレンスケース(BAU)としてIPCC3次報告書のA1Tシナリオを用いる

28/39

## 省エネ技術導入シミュレーション

- 各技術の導入開始時期
  - 軽油ハイブリッド化 2010年or2015年
  - 車両軽量化 2010年or2020年
  - FCEV 2030年or2040年
- 上記はOECD諸国における導入時期。非OECD諸国は上記導入時期の5or10年遅れ

29/39

## 省エネ技術導入シミュレーション

- 各技術の普及割合
  - 楽観ケース
    - 初年度は新規登録台数(保有台数の10%とする)の20%、2年目は40%、以降一年ごとに新規登録台数に占める新技術適用車の割合が20%ずつ上昇し、5年目以降は全ての新規導入車両に適用される。
  - 悲観ケース
    - 初年度10%、2年目20%、以降一年ごとに新規登録台数に占める新技術適用車の割合が10%ずつ上昇し、10年目以降は全ての車両に適用される。

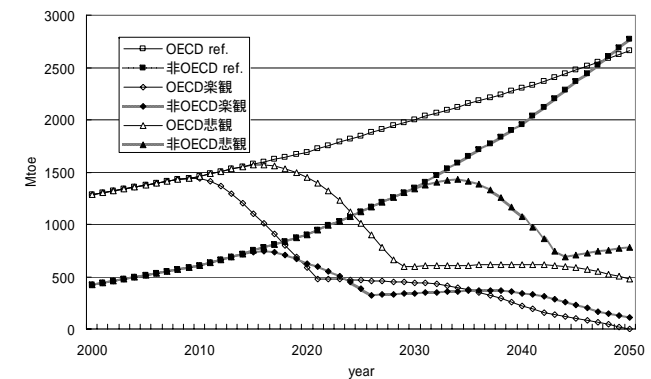
30/39

## 省エネ技術導入シミュレーション

	楽観ケース	悲観ケース
軽油ハイブリッド	2010年～	2015年～
車両軽量化	2010年～	2020年～
燃料電池車	2030年～	2040年～
普及速度	新規登録台数の20%～	新規登録台数の10%～

31/39

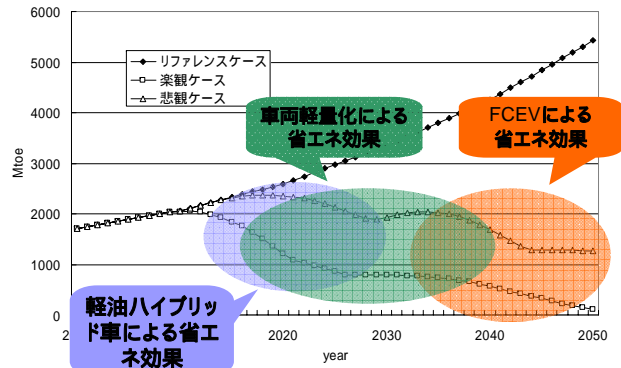
## シミュレーション結果 (OECD,非OECD別・自動車全体)



32/39



## シミュレーション結果 (世界・自動車全体)



33/39

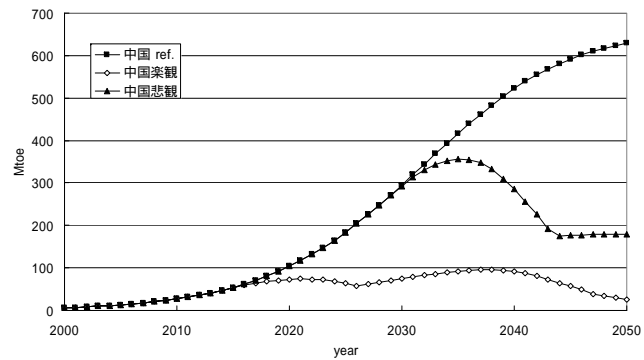
## 省エネ技術導入シミュレーション

### ■ 世界全体での予測について

- 2000年現在の原油確認可採埋蔵量は135Gtoeであるのに対し、2000～2050年までに自動車により使用される累積エネルギー量は、リファレンスケースで161Gtoe、楽観ケースで57Gtoe、悲観ケースで97Gtoe

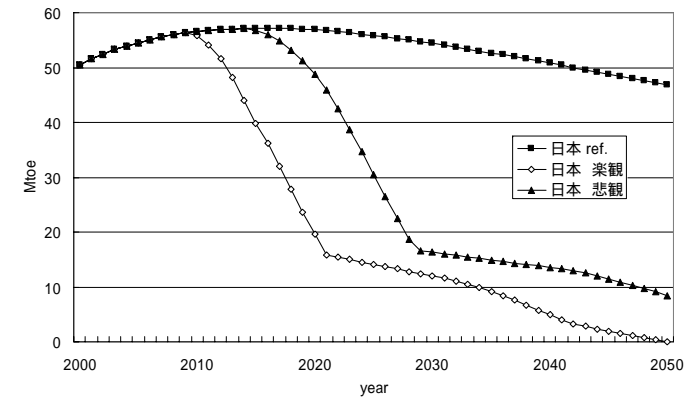
34/39

## シミュレーション結果 (中国・乗用車)



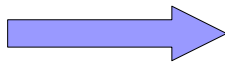
35/39

## シミュレーション結果 (日本・乗用車)



## 省エネ技術導入シミュレーション

- 日本・中国の予測について
  - 日本の楽観ケース/悲観ケースの積算エネルギー量の比は0.584
  - 中国の比は0.352



これからモータリゼーションを始める国々にいかに早く導入するかが重要

37/39

## 結論

38/39

## 結論

- 人口増加と途上国の経済発展の相乗効果により、今世紀の前半は人類史上もっともエネルギー需要が増加する時期である
- 石油の残存量減少および価格高騰の原因となるのは自動車であり、その影響を最も受けるのもまた自動車である
- 省エネ技術を有効に導入すれば自動車によるエネルギー消費量を約三分の一以下にできる
- ここで紹介した技術は途上国への早期導入が効果の面で重要。少しでも早く安価で環境負荷の低い自動車を作る技術を先進国が途上国へ提供することは先進国の義務である

39/39