



EV・PHVタウンシンポジウム —in長崎五島— 基調講演 「地域から生まれるEV・PHVタウン」

長崎県五島「福江文化会館」
(2013.2.7)

慶應義塾大学
名誉教授 川嶋 弘尚

- 
-
1. はじめに
 2. EV・PHV導入の背景
 3. Agenda21
 4. 自動車業界の対応
 5. 超小型モビリティの提案
 6. 関連技術開発の動向
 7. 3.11によるインパクト
 8. 3.11以降の課題
 9. 地域社会での検討
 10. 国の役割



1. はじめに

地域においてEV, PHVの普及をめざして5年以上が経過

原点に戻って開発の目標と意義の再確認とともに,

最近の関連技術の発展

最近の社会・経済状況の変化(特に東日本大震災)

との関係から課題を抽出したい。



2. EV・PHV導入の背景

a. 自動車の環境対策(1970～1990)

- ◆ 排ガス対策が中心(燃費は問題にされていない)
 - EVの必要性は特に言われていなかった
 - 現在対策が進んで、排気ガスの方が元の空気よりクリーンになっている
- ◆ 1970年代に各国で環境行政を司る組織が生まれる

b. 持続的発展の概念形成(1970～)

- ① ローマクラブ「Limits to Growth」(1972)
コンピューターシステムミュレーションを用いた分析を導入
- ② Brundtland Commission Report「Our Common Future」
(1987)
持続的発展という概念が定着する
- ③ リオデジャネイロ「Earth Summit」(1992)
UNCEDが主催 IPCCの報告をベースに議論

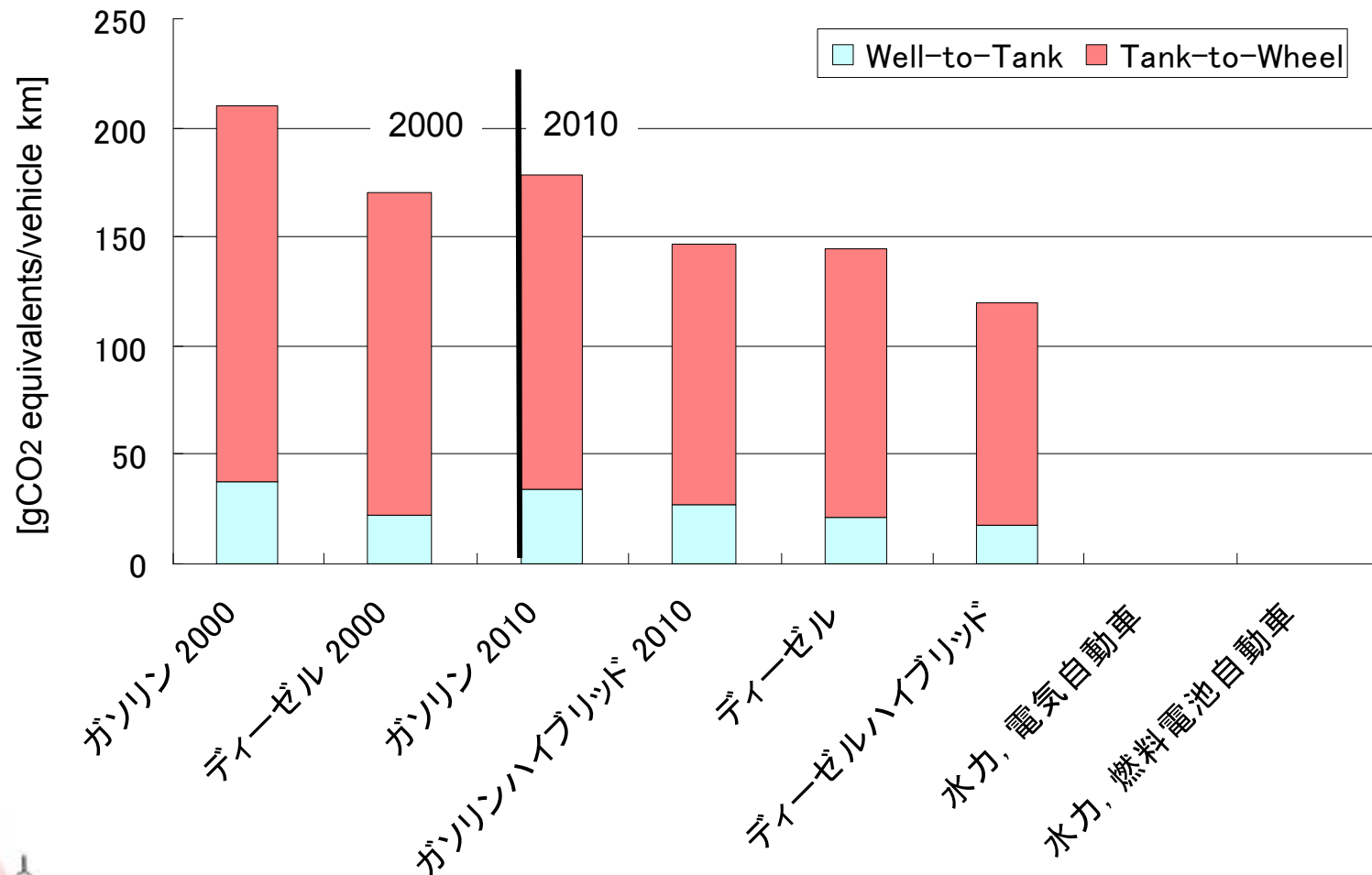
IPCCの主張

IPCC (International Panel on Climate Change)は1988年に設立され, UNCED (United Nations Conference on Environment and Development)に提出した報告は以下のような形で採択される

「気候系に対して危険な人為的干渉(anthropogenic impact)を及ぼすこととしない水準において大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させる」……温室効果ガス排出は人間活動 ー石炭, 石油, 天然ガスを燃やし, 森林を伐採すること ーの結果である。

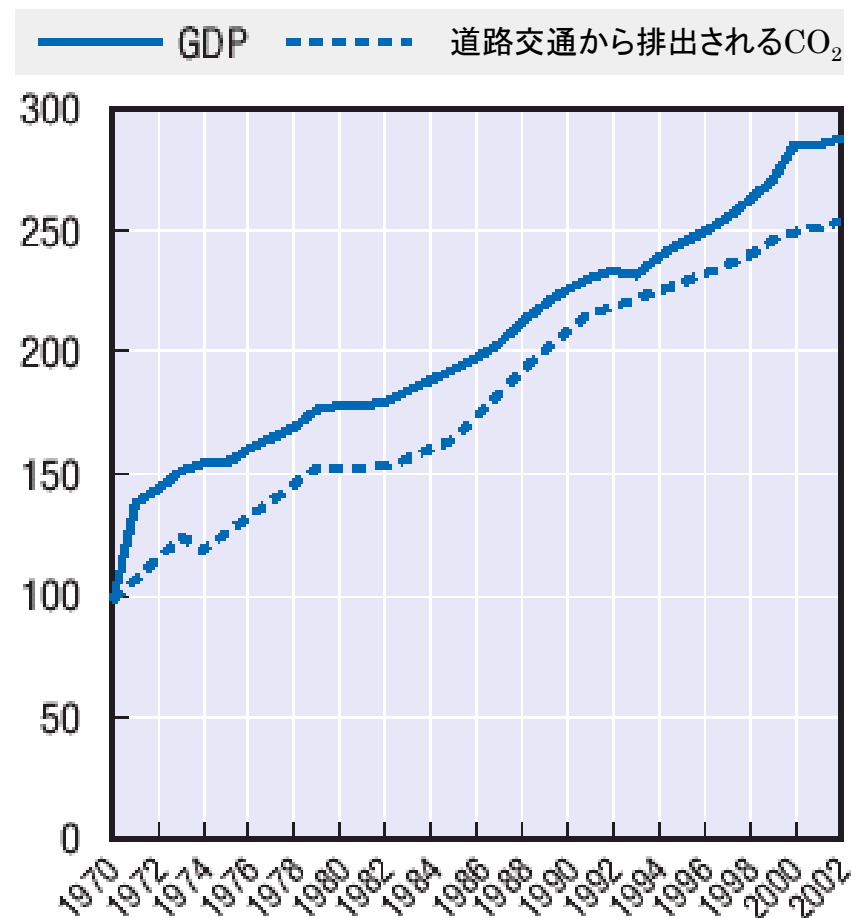
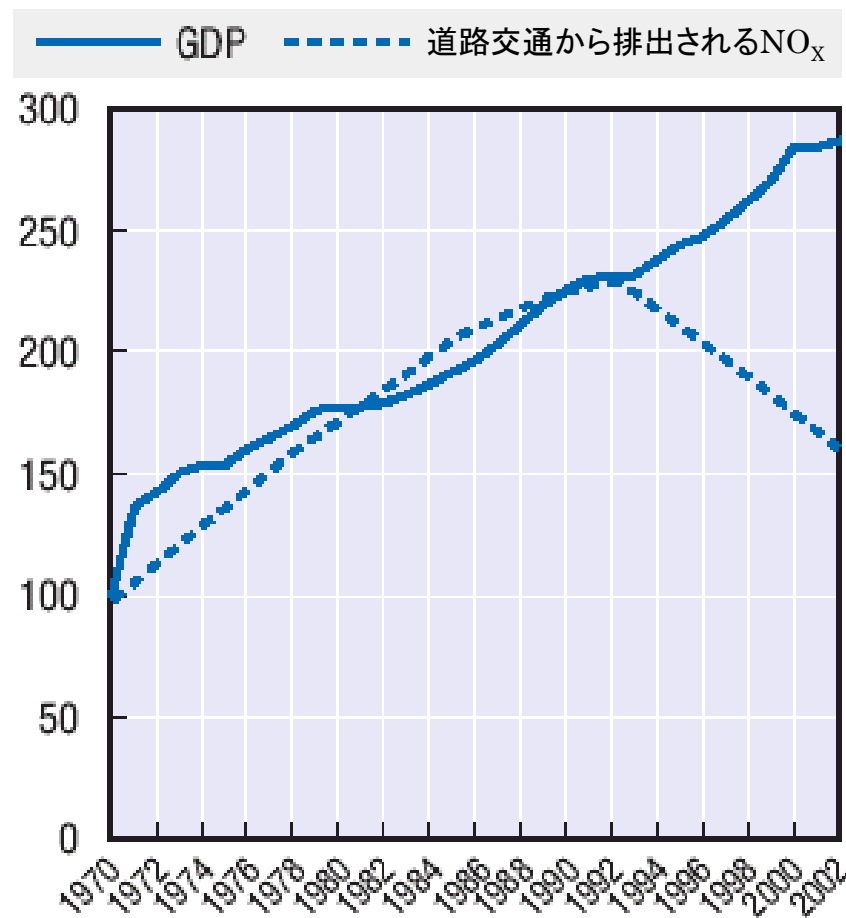


自動車用動力とCO₂排出量



乗用車に関する従来技術と2010年頃の代替技術のエネルギー・チェーン比較: CO₂等価換算
(都市内・郊外を含む標準走行パターンを想定, エネルギー・チェーンはWell-to-wheelを想定)

環境対策の効果と経済成長のディカップリング



欧州連合におけるGDPとNO_x, CO₂の関係

出典: OECD (2006)

3. Agenda21

153ヶ国が気候変動枠組条約(気候変動に関する国際連合枠組条約)を調印し, Agenda21 (Report of the UNCED)が発行される。

Agenda21は600ページに及び, 将来の環境と開発すなわち持続的開発に関する, 国家および国際レベルでの活動に関するガイドラインを作成。

Agenda21は超国家的, 国家間の取決めが中心であるが, 実は地方自治体に対するガイドラインも定めている。
(Local Agenda21, Agenda21の28章)



持続可能な発展のパラダイム

- 持続可能な発展の定義は多数あるが、代表的なものは以下のとおり
 - 今の世代のニーズを満たしながら、次世代のニーズと抱負が叶う発展
(Brundtland Commission Report, 1987)
 - 生活の質を向上しながら、生態系の収容力を保持できる発展
(International Union for the Conservation of Nature, 1991)
 - 気候変動は全時代を通じて最大の「市場の失敗」
(The Stern Review: The Economics of Climate Change, 2007)

Local Agenda21の内容

- Agenda21で述べられている課題と解答の多くは、地域の活動に根ざしている
- 地方自治体の参加と相互協力の目標達成に不可欠
- 地方自治体は持続可能な発展を推進するための市民の教育、動員、市民への対応を担う重要な役目がある

To think globally, act locally



Local Agenda21の具体例

- Agenda21以降，地方自治体を対象とした定義が多数提案される。以下はその一例
 - 持続可能性は以下の相互に依存する三要素の流動的バランスである (Bell, S. & Morse, S. “Sustainable Indicators”, Earthscan, 2008, p. 79)
 1. 自然生態系と天然資源の保護と保全
 2. 経済的生産性
 3. 職，住居，教育，医療や文化活動等，社会インフラストラクチャの整備
- この定義と通常地域開発の目標・目的との差はどこに？持続的発展というパラダイムがなぜ必要か？
 - 英国では持続的発展が地域開発の枠組に組み込まれる

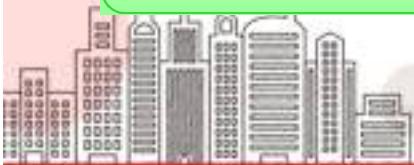
京都議定書

1997年に温室効果ガスの排出削減に関する法的枠組を定めた国際ルール。日本は2008年から2012年に90年比で6%減の義務を負う。
共通だが差異ある責任ということで南北協調を図る。

低開発国と先進国では共通の異なった責任を有する。

国連持続可能な開発会議(Rio+20, 2012年6月)で「社会福祉の向上のために国家が実施する対策は持続可能な開発」と定義される。

2013～2020年で2020年以降の新枠組の議論を行う。



4. 自動車業界の対応

- 35ヶ国, 30業種に及ぶ, 170の国際企業が経済成長, 環境保全, 社会的公正(Social equity)を柱とする団体 **WBCSD** (World Business Council of Sustainable Development)が1995年に設立される
- 2004年にThe Sustainable Mobility Projectの最終報告書「**Mobility 2030**」を発行
- これにはEVについてはほとんど触れていない。
公共交通の普及と土地利用の改善を通じて, 自動車利用の機会を減らすことを論じている

京都議定書以降, ハイブリッド車, EVに強い関心が寄せられる。

ハイブリッド乗用車は1998年, EV乗用車は2009年から普及が始まる。

Sustainable Mobility Projectのメンバー

 General Motors



General Motors Corporation
Mr. Thomas A. Gottschalk
Executive Vice President, Law &
Public Policy and General Counsel
Project Co-Chair

TOYOTA



Toyota Motor Corporation
Dr. Shoichiro Toyoda
Honorary Chairman, Member of the Board
Project Co-Chair




Royal Dutch/Shell Group of Companies
Mr. Jeroen Van der Veer
Chairman of the Committee of Managing Directors
Project Co-Chair




BP p.l.c.
Lord Browne of Madingley
Group Chief Executive

DAIMLERCHRYSLER



DaimlerChrysler AG
Prof. Jürgen E. Schremp
Vorstandsvorsitzender




Ford Motor Company
Mr. William Clay Ford, Jr.
Chairman and
Chief Executive Officer

HONDA



Honda Motor Co., Ltd.
Mr. Takeo Fukui
President and
Chief Executive Officer




Michelin
Mr. Edouard Michelin
Managing Partner

NISSAN



Nissan Motor Co., Ltd.
Mr. Carlos Ghosn
President and
Chief Executive Officer



HYDRO



Norsk Hydro ASA
Mr. Eivind Rønnen
President and
Chief Executive Officer




Renault SA
Mr. Louis Schweitzer
Chairman and
Chief Executive Officer

VOLKSWAGEN AG



Volkswagen AG
Dr. Bernd Pischetsrieder
Vorsitzender des Vorstands

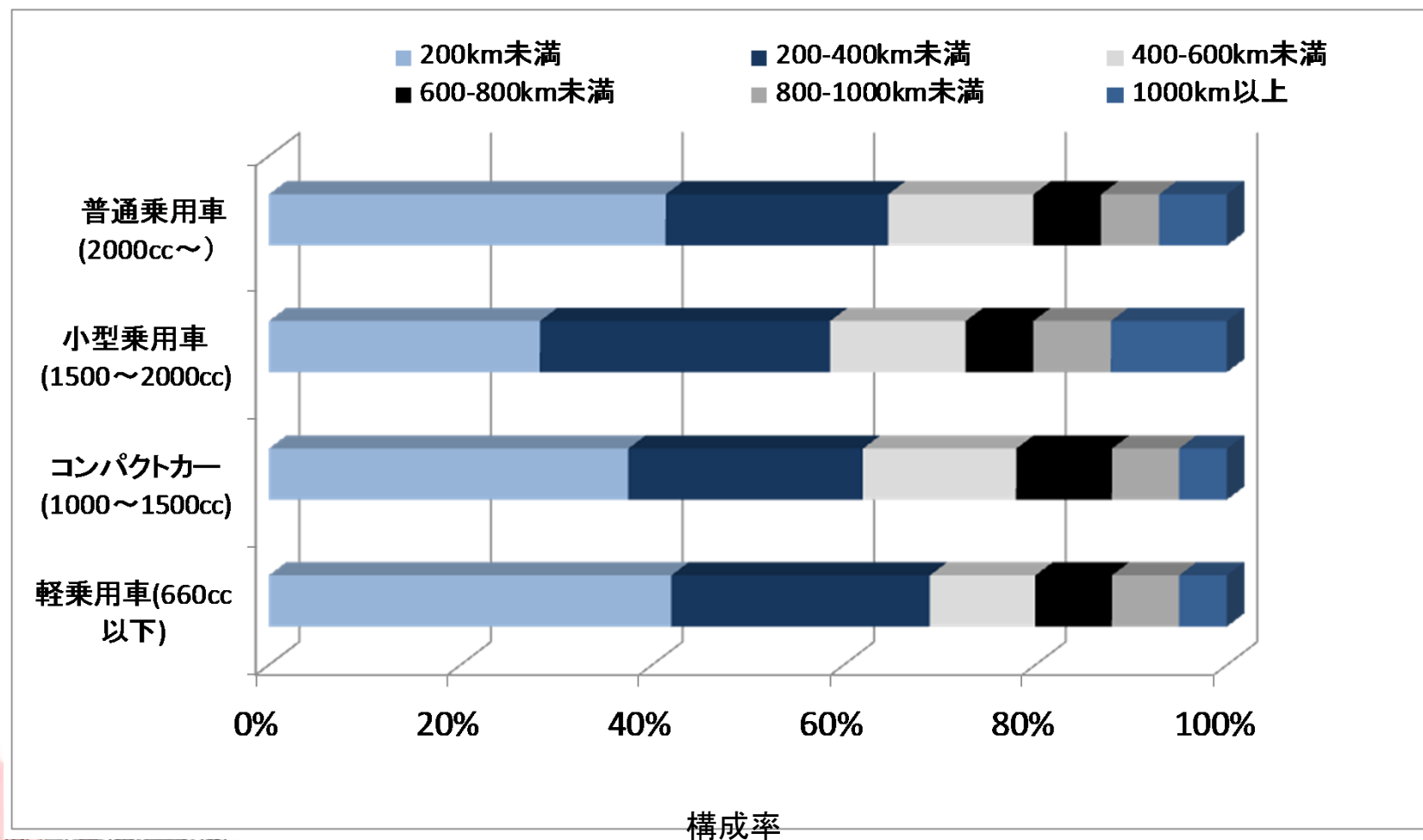
5. 超小型モビリティの提案

福岡県の提案により、2009年に「高齢者にやさしい自動車開発知事連合」が結成され、35道府県が参加、以下のような車両（超小型モビリティ）のコンセプトを提案。

1. 時速40Km/h～60Km/h以下の車
（高速道路の走行を想定していない）
2. 2人乗り
3. 安全性確保のための運転支援システムの搭載



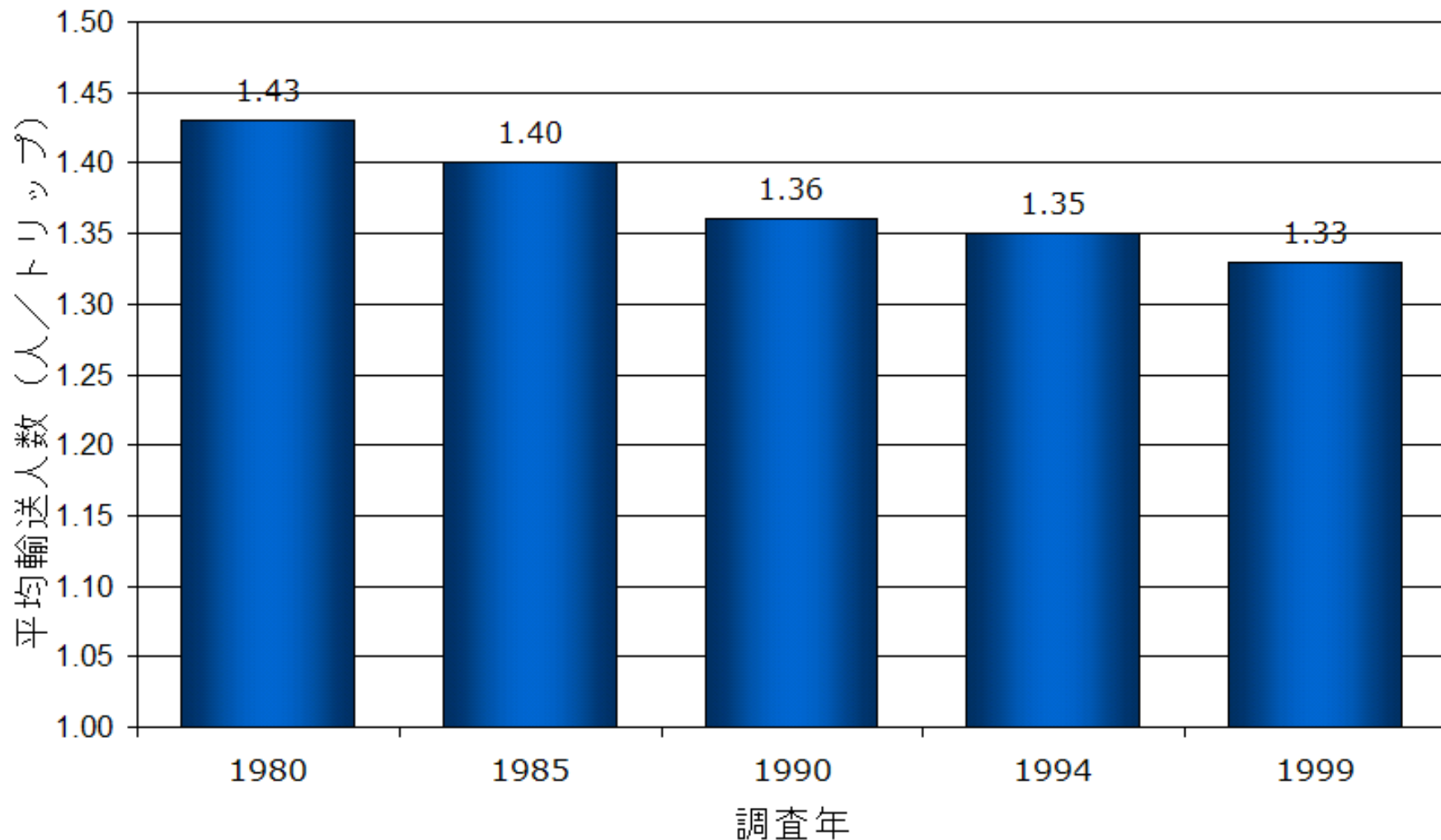
月間走行距離の構成率



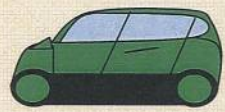
WEBを利用したアンケート調査 N=1008, 2007年実施

モビリティの現況

平均輸送人数の推移(乗用車)



コンセプトの考え方 ～コンセプトのイメージ～

従来の自動車	従来の自動車に高齢者向けの機能を付加		新たな規格の自動車(原付以上軽自動車未満)	自動車以外のモビリティ
	車両規格	○軽、小型・普通自動車 (長距離用高齢者自動車)  颯爽と走れるクルマ 長距離の旅行やドライブにも最適	○軽自動車より小さい2人乗り自動車 (近距離専用 超ミニ高齢者自動車)  ちょい乗り(日常生活)に便利なクルマ 細い道や狭い駐車場もラクラク	電動車イス 
	支援機能	○事故防止機能 (情報提供・注意喚起) ・赤信号や一時停止線を知らせる機能 ・死角に存在する側方車を知らせる機能 ・前方の車への接近を知らせる機能 等 (警報) ・赤信号で交差点に進入しようとする警告する機能 ・衝突の可能性が高い場合に警告する機能 等 (制御) ・ブレーキを踏む力を補助する機能 ・自動で車両を制御して、衝突を回避する機能 等 ○運転能力向上機能 (知覚機能(視覚)の低下) ・夜間に前方の歩行者等の存在を知らせる機能 ・見やすく配置されたサイドミラー ・見やすいメーターやスイッチ 等 (情報処理機能の低下) ・車両の周辺の状況を知らせる機能 ・右折を避け、左折のみで目的地まで案内する機能 等 (体力、筋力の低下) ・楽な姿勢でバックの運転ができる機能 ・力をいれずにドアやトランクの開閉ができる機能 等 <積雪寒冷地向けオプション> ・フロントガラスに付着した雪や氷を速やかに解かす機能 ・積雪や凍結した路面でもスリップしない機能 等		

6. 関連技術開発の動向

A) 電力の有効利用 スマートグリッド

HEMS, CEMS等ではEV,PHVがシステムの一要素

B) 燃費の良い内燃機関を用いた車の普及, 自動運転の トライアル

ディーゼルHV等がEV,PHVに比べ, ユーザーにコスト的に有利

C) 非在来ガスの新しい掘削技術の実用化

シェールガス等により, エネルギー事情が一変

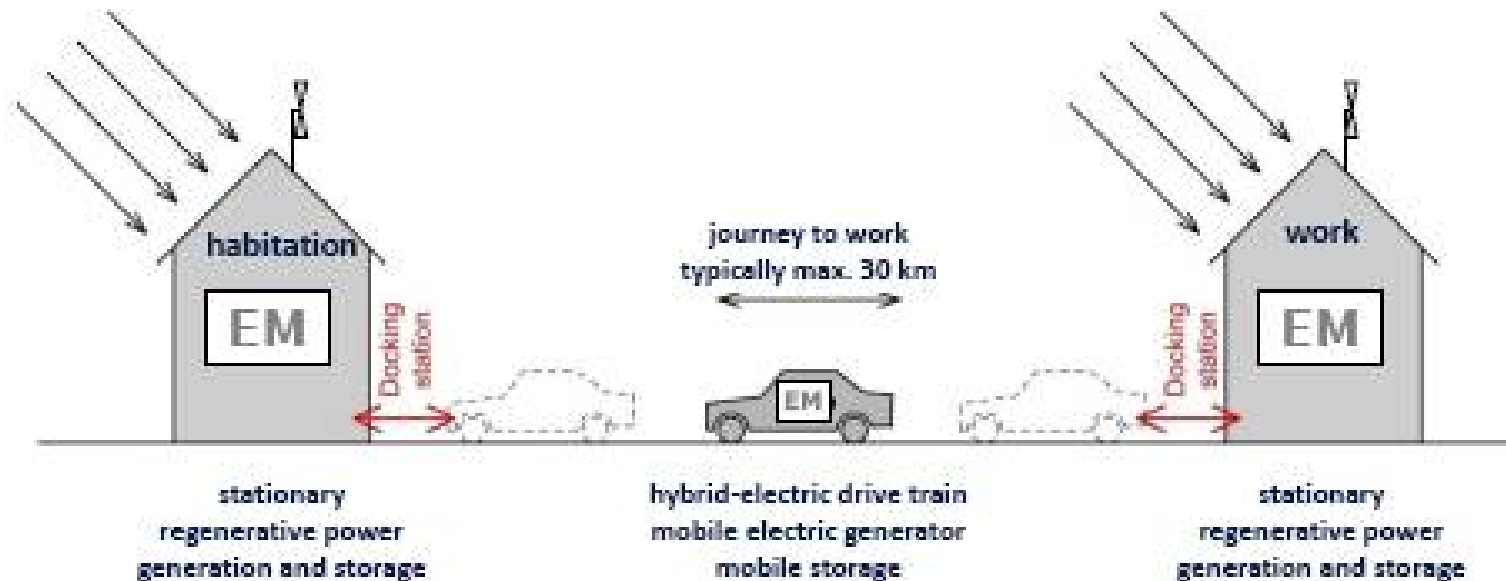


A.1 ドイツの例



„AUTomotive EnergyArchitecture“

Joint Research Project IAD – EA GmbH, Dresden



Common Project of:
EA EnergieArchitektur GmbH (Fr. Dr. Mikoleit)
Institute of Automotive Technologies Dresden – IAD
TU Dresden (Prof. Bäker)
Funded by European Union, Sächsische Aufbaubank and private Investors

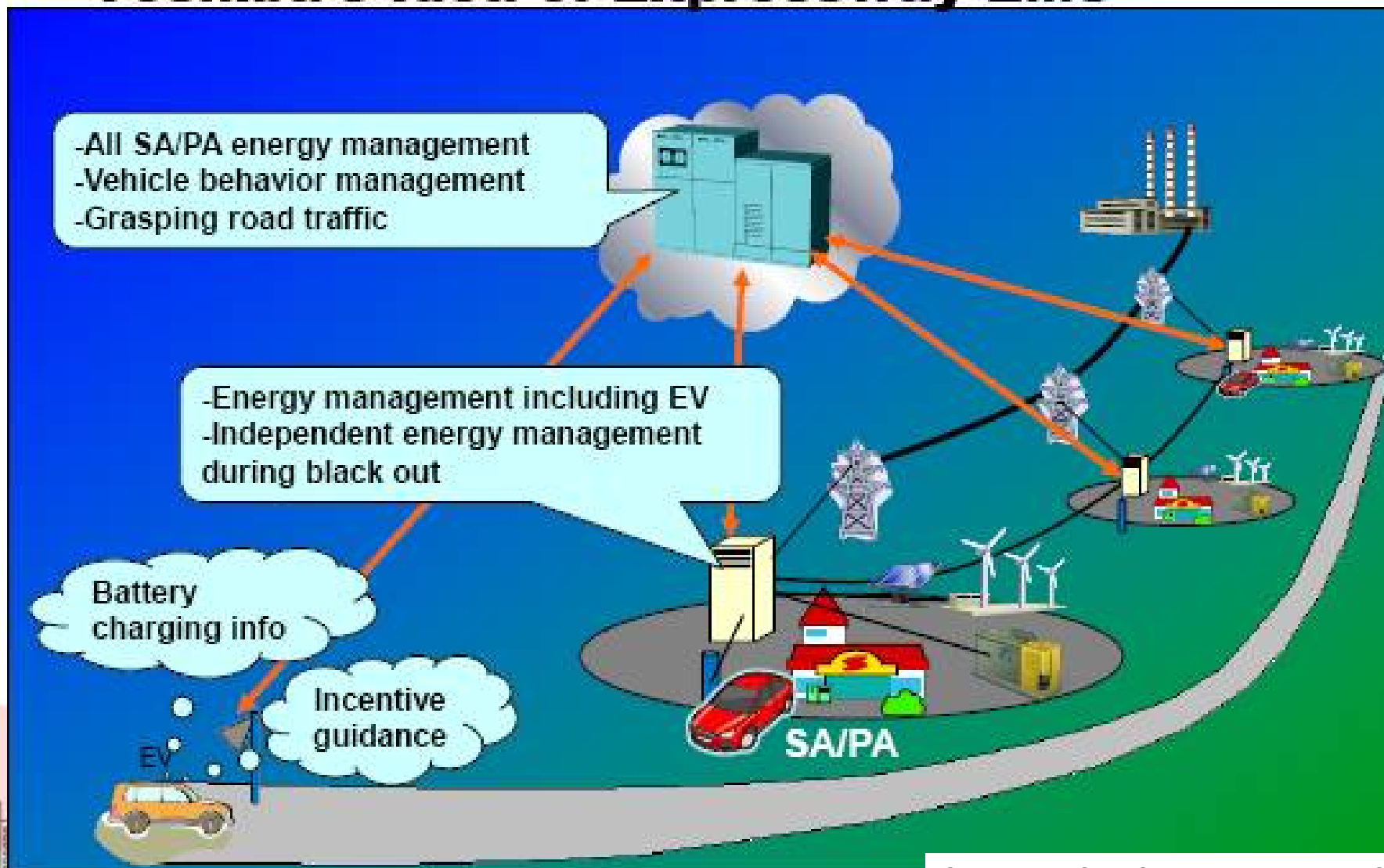


*EM: Energy Management

Source: ITS WC 2012 in Vienna, SIS27

A.2 日本の例

Toshiba's Idea of Expressway EMS



Copyright 2012, Toshiba Corporation.

Source: ITS WC 2012 in Vienna, SIS27

A.3 フィンランドの例

*Tekes ● WORLD DESIGN CAPITAL HELSINKI 2012

ElectricTraffic.fi

Finnish platform for introducing new sustainable traffic systems and smart grid services brings together “everything smart”



Source: ITS WC 2012 in Vienna, SIS32



*Tekes • WORLD DESIGN CAPITAL HELSINKI 2012

ElectricTraffic.fi

Finnish platform for introducing new sustainable traffic systems and smart grid services

User-centricity

- The infrastructure as well as services are developed with special emphasis on user centric design

Open information & interfaces

- All IT platforms enable sharing of information and providing the channel for traffic related software and application development

Multi-entity ecosystem model

- The project enables a multi-entity ecosystem based structure and business model
- Over 20 companies, 5 cities and several research partners involved

Intelligent electricity system

- Low CO2 electric generation, using hydro and sustainable energy as main energy sources
- High adaptation rate of smart Grid 2.0

**electric
traffic.fi**
coolest experiment
on the planet



Source: ITS WC 2012 in Vienna, SIS32

A.4 コ・モビリティ社会の提唱

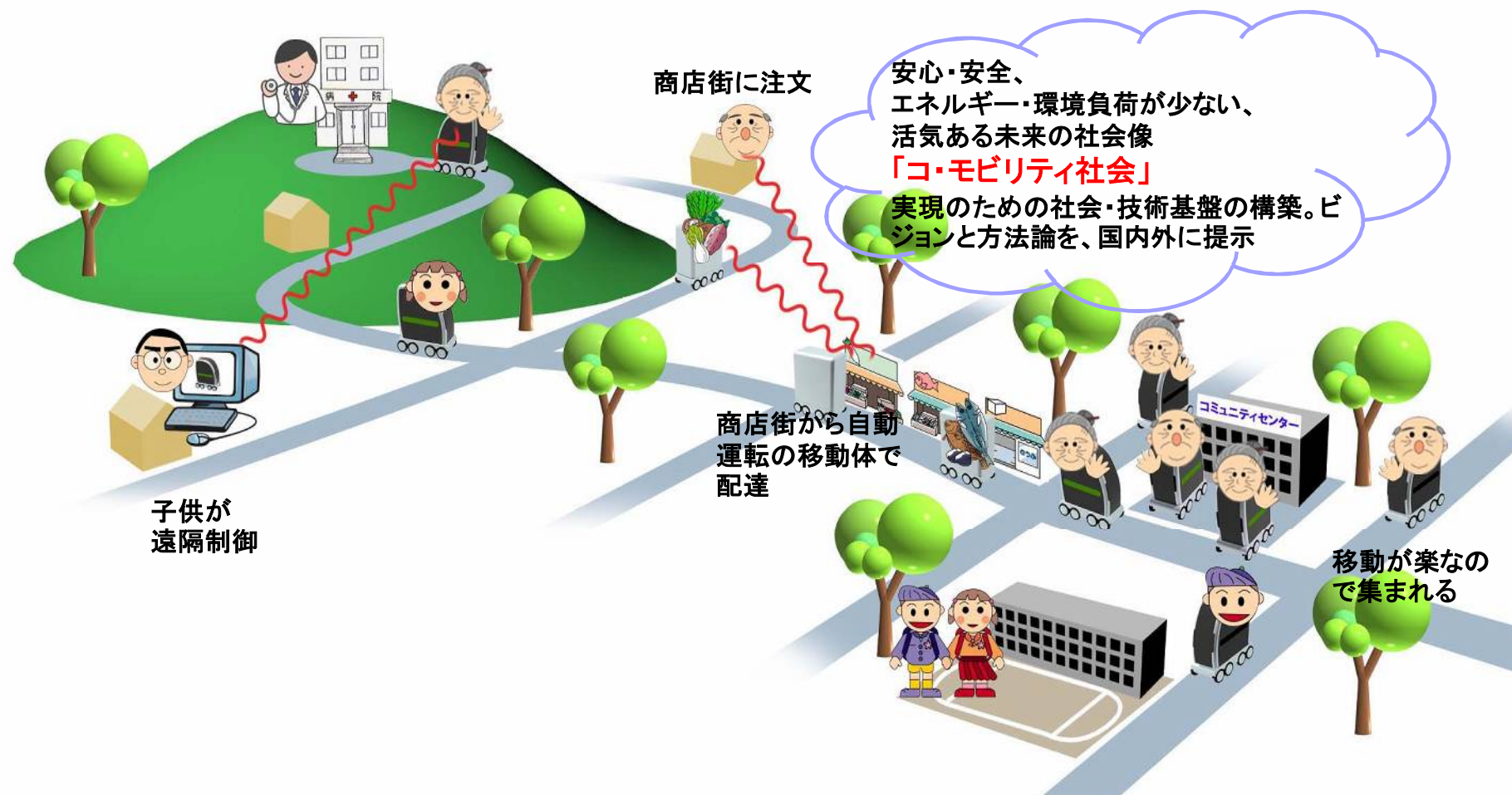
慶應義塾大学では高齢化社会における過疎地やニュータウン等において高齢者のモビリティを確保するために「コ・モビリティ社会」というコンセプトを提唱し、以下のテーマに取り組んだ

1. 1人乗り自動運転(遠隔運転も含む)車両の製作と走行実験及びHMIの検討
2. 遠隔診療システムの開発と実証実験
3. HEMS, CEMSの開発と実証実験

三つのテーマは全てセンサーネットワークを情報基盤としているが、2,3に農業を加えて、「グリーンライフインフラ」というプロジェクトが継続している



コ・モビリティ社会のイメージ



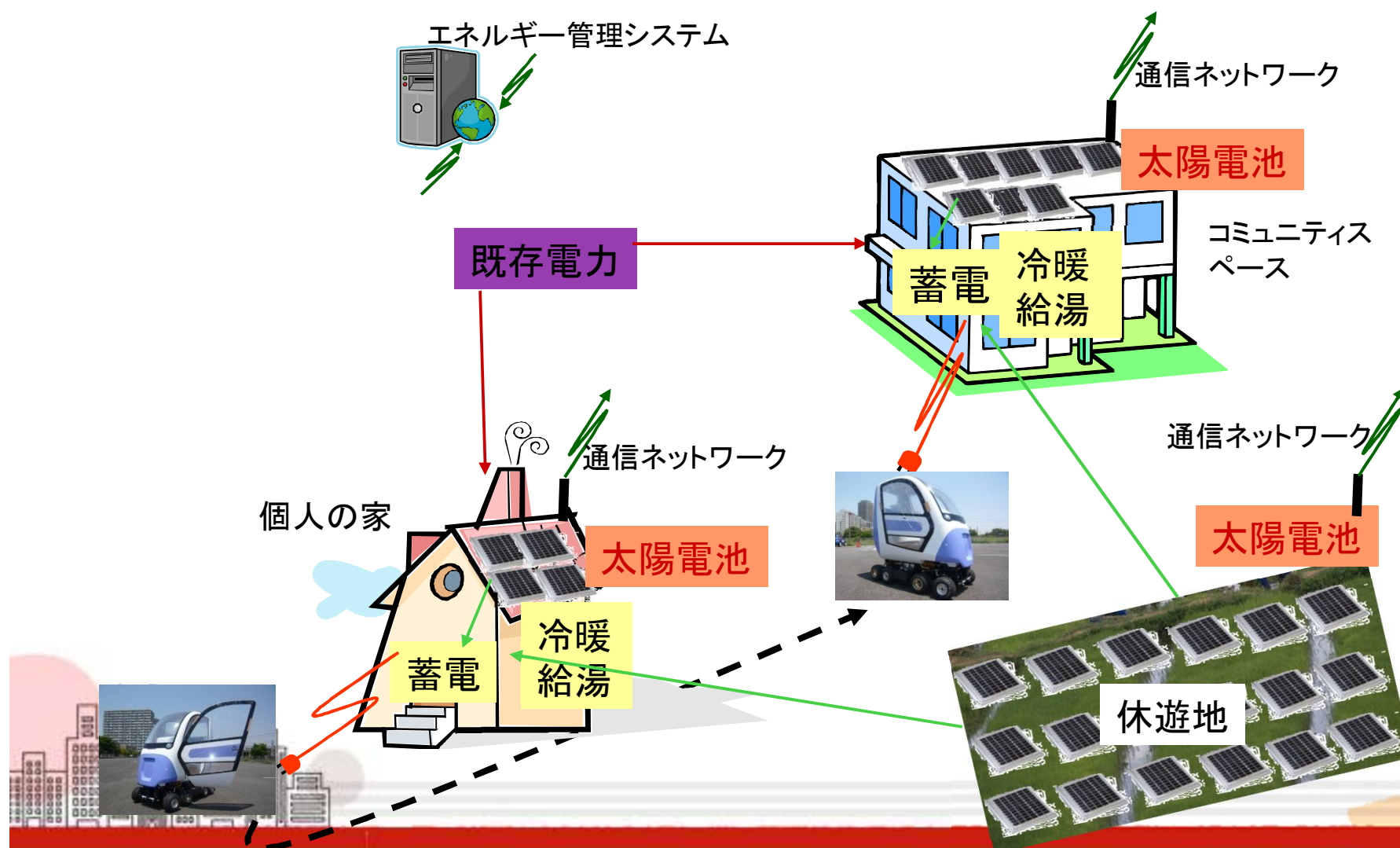
コ・モビリティビークル(集積台車による小型電動移動体)



EV・PHVタウンシンポジウム

コ・モビリティのアプローチ(マイクログリッド)

- ◆ 電力の遠隔調整, 電力線制御だけでなく供給電力の電圧均一化に電気自動車活用を検討
- ◆ スマートグリッドで必要な通信プロトコルについて情報工学的な観点を導入した調査・実証実験



Co-Mobilityで考えたMobility

- Automated Mobility
自動運転
- Remote Controlled Mobility
遠隔操縦
- Virtual Mobility (Virtual Spaceではない)
行かなくても移動と同じ便益がある。
(遠隔医療システムでは大きな成果があった。)



A.5 長崎EV & ITSの提唱

五島列島にEV導入されることに合わせて、地域活性化の一端として、以下のような方針でEV & ITSのコンセプトをまとめた

1. 給電設備とITSスポットを総合的に配置する
2. 給電所案内をITSスポットを用いて行う
3. 観光案内をITSスポットと車載情報システムで提供する
4. 観光案内のコンテンツは地域の力を結集する
5. クリーン・アイランドに向けて、CEMS, HEMSを検討する



A.6 EUプロジェクトの例



EV Limitations causing Range Anxiety

- The autonomy (driving range) of EVs is limited to 100 – 150 km.
- Charge infrastructure is sparsely distributed and slowly ramped up.
- Charging an empty battery takes 1-8 hours.
- EV drivers fear to break down.



25/10/2012

H. Luettringhaus | Continental Automotive GmbH

Source: ITS WC 2012 in Vienna, SIS49



Range Anxiety is Limiting EV Marketability and Adoption

How far can I really go?
Do I reach my destination?
What if the car breaks down?
Is there any charge station if I need one?



Not addressing RA is limiting the market to

- *Enthusiasts / Idealists*
- *People with limited mobility needs and radius*
- *Rich people who have more cars to choose from*

4

25/10/2012

H. Luettringhaus | Continental Automotive GmbH

Source: ITS WC 2012 in Vienna, SIS49

ELVIRE

Energy Estimation Model

Environmental Conditions

- Darkness
- Weather
- Temperature
- Traffic
- ...

Driving Behaviour

- Average Speed
- Acceleration
- Braking

Vehicle Specifics

- Power train
 - Performance Data
 - Vehicle Weight & Load
 - Battery Data
 - Friction & Drag

Route Characteristics

- Distance
- Road Classes
- Topography

Additional Consumers

- HVAC System
- Seat Heating
- Defroster
- Lights

11

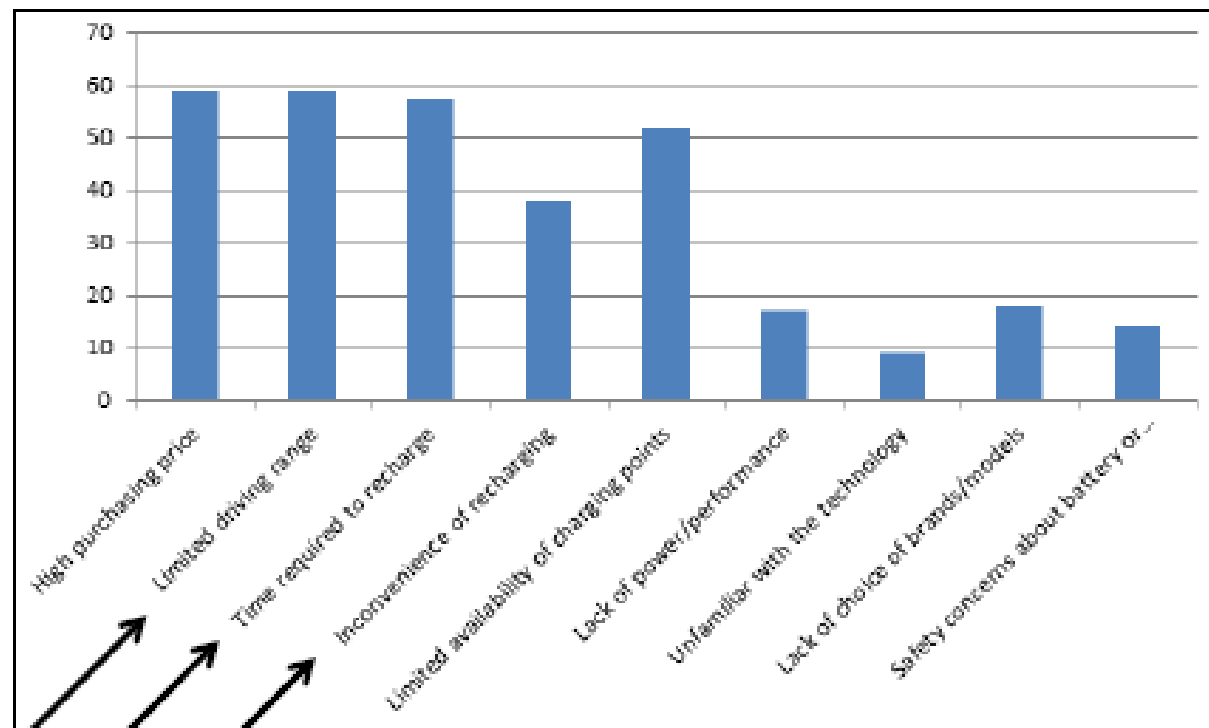
25/10/2012

H. Luettringhaus | Continental Automotive GmbH

Source: ITS WC 2012 in Vienna, SIS49

A.7 イギリスでのEV実証実験

Possible barriers to EV uptake



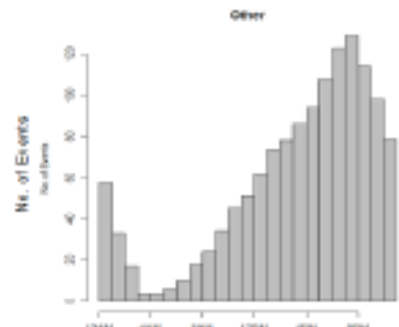
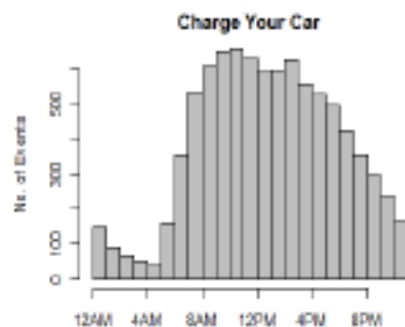
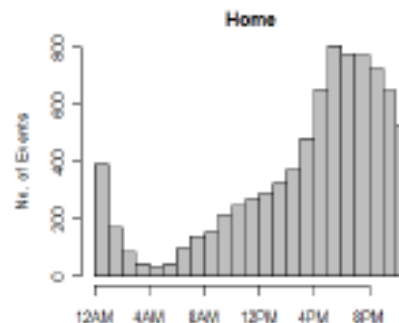
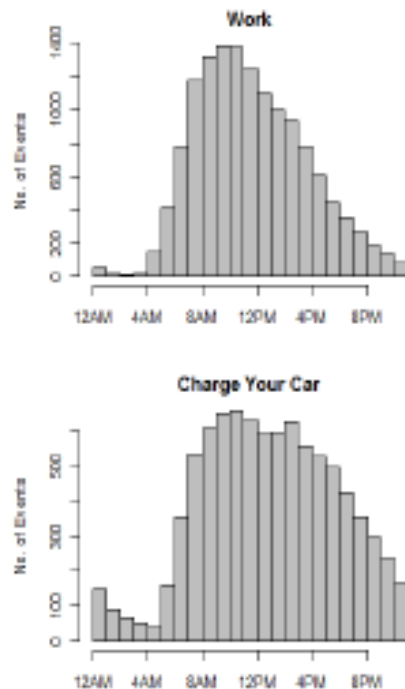
transport
newcastle

SWITCH^{EV}

torg

Source: ITS WC 2012 in Vienna, TS52

Barrier #1: Understanding Charging events



- 'Work', 'Charge Your Car' and 'Fast Charge' all show a similar morning – afternoon charging pattern. 'Home' shows a more pronounced shift towards late afternoon to evening charging.

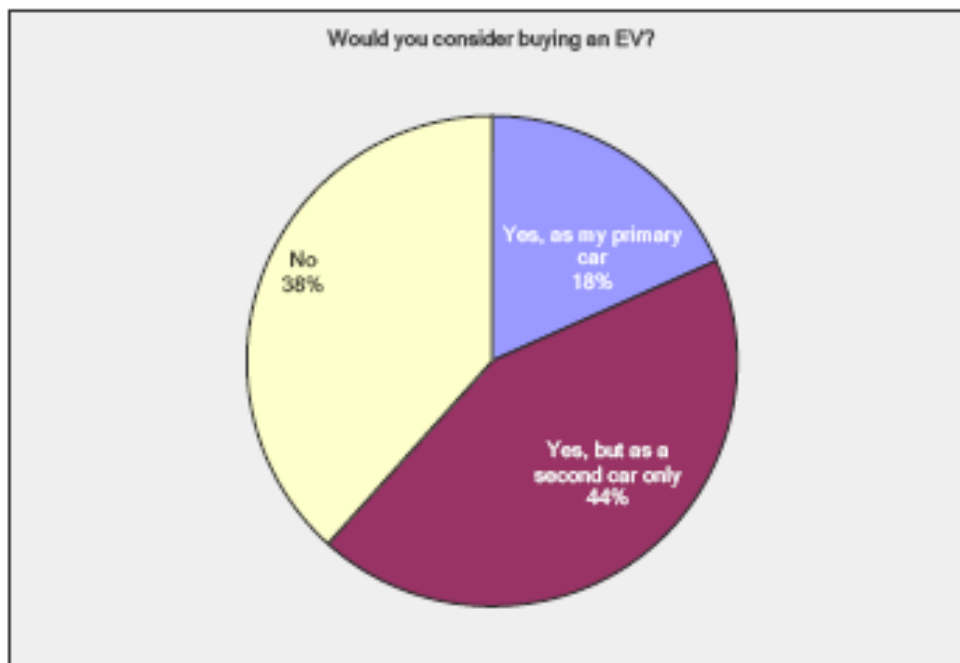


CYC= Public Charging Infrastructure

torg

Source: ITS WC 2012 in Vienna, TS52

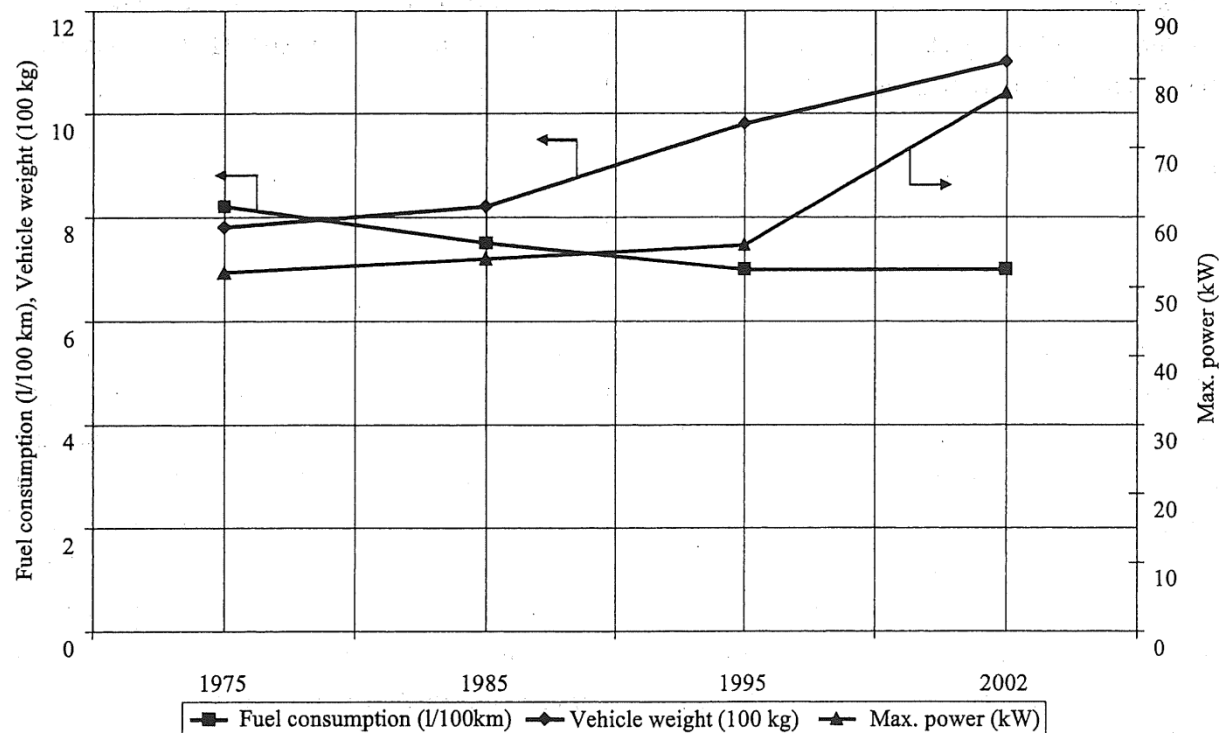
Would you consider buying an EV? Post trial



Only 13% of AA members said that they "I would seriously consider buying an electric car within the next two years"

B.1 燃費の改良と重量の増加

- 小さいディーゼルエンジンに低速用スーパーチャージャ, 高速用ターボチャージャ, ロスの少ないオートマチックミッションを搭載
- 高速時の加速に電気モータを利用



Volkswagen Golf: Fuel consumption, vehicle weight and max. power, 1975–2002

Source: Volkswagen.

B.2 自動運転のトライアル



Source: International Task Force on Vehicle-Highway Automation Workshop, 21 October, 2012

TOYOTA Test Vehicle for field test

Front Camera

360° LIDAR

GPS System

Speed
Sensor



Side Radar

Side Camera

Front Radar

TOYOTA

Source: International Task Force on Vehicle-Highway Automation Workshop, 21 October, 2012

C.1 CO₂排出量の比較

Comparison of WTW CO₂ emissions

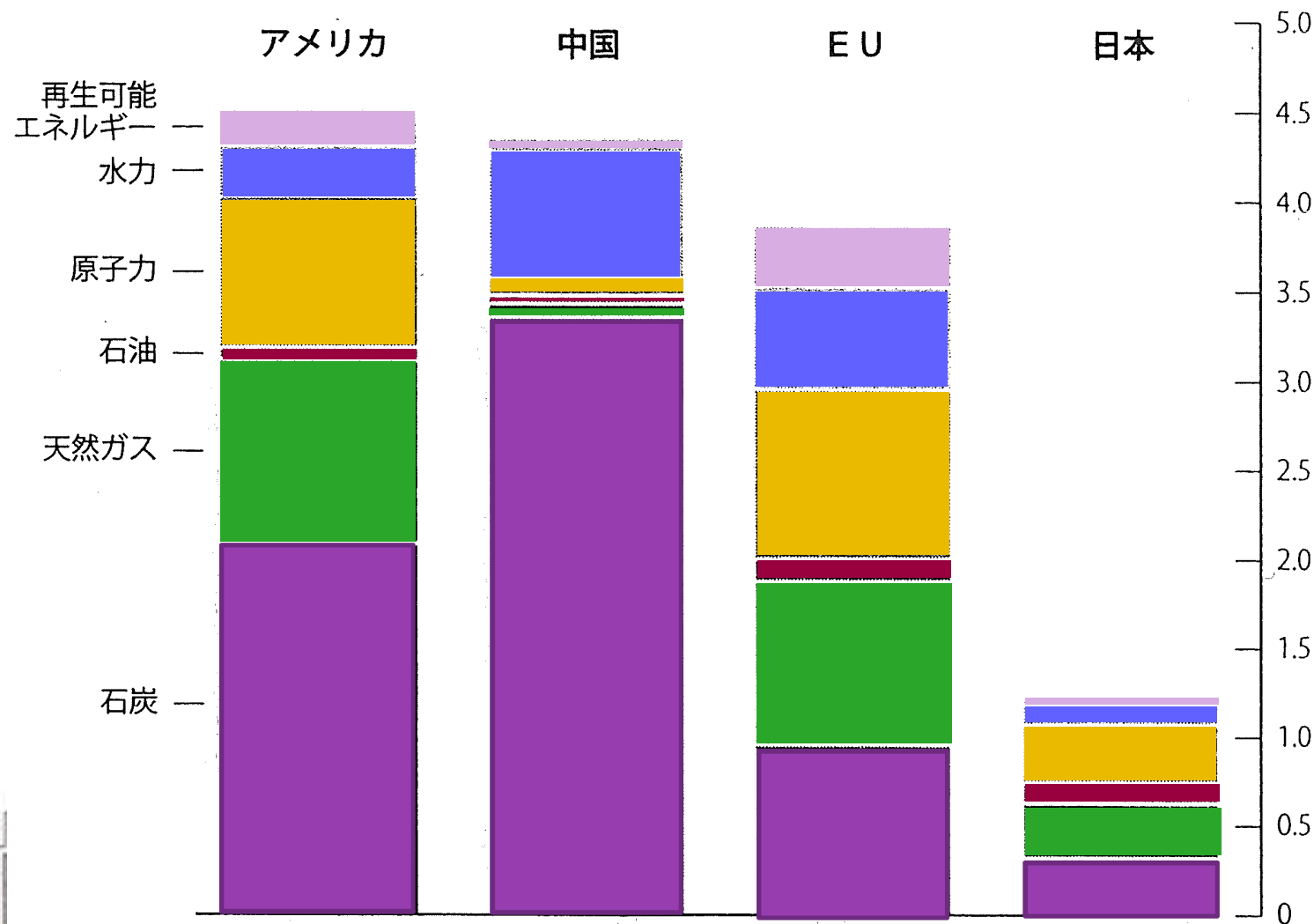
CO ₂ eq in g/km			
	Well to Tank (Batteries)	Tank (Batteries) to Wheels	Total CO ₂ eq Emissions
Conventional ICE Car	23	120	143
Biofuels	17-28	97-135	114-163
Battery Electric Vehicle 27% Nuclear 20% Renewable 53% Fossils (EU-27 mix 2010)	67-84	0	67-84
Battery Electric Vehicle (Coal)	126-155	0	126-155
Battery Electric Vehicle 50% Wind 50% Photo Voltaic (Renewables)	0-4	0	0-4

Source: European Roadmap, Electrification of Road Transport, 2nd Edition, PPP European Green Cars Initiative, June 2012, Table 3

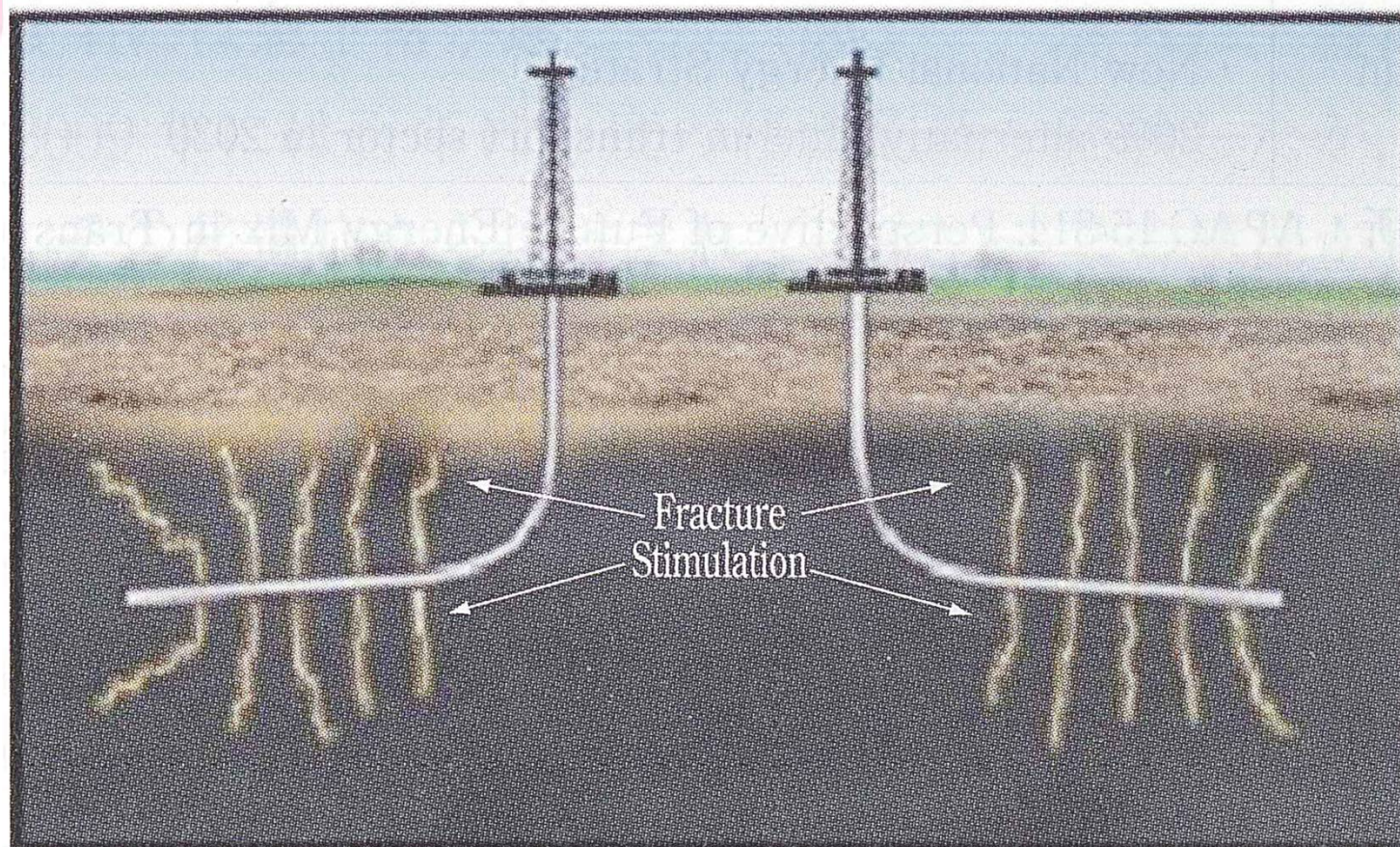
C.2 電力用燃料の構成比

燃料構成比率

2009年の燃料種別発電量, 単位ギガワット時



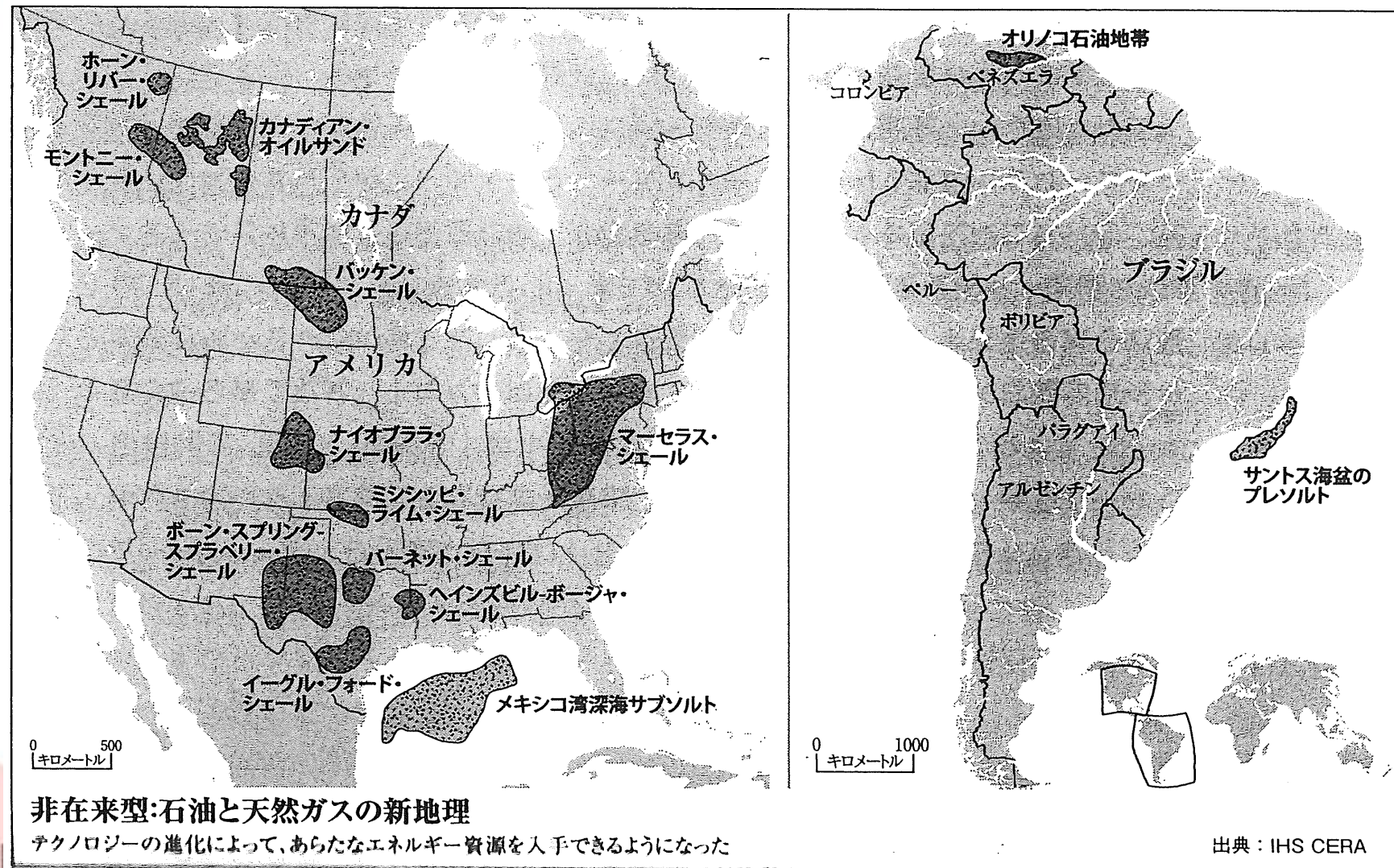
C.3 非在来ガスの新しい掘削技術



出典: JOGMEC調査レポート

- 水平坑井掘削技術の開発
- 高圧をかけた水に砂と少量の化学物質を頁岩層に送る水圧破砕(Fracturing)技術の開発

C.4 エネルギー革命と地勢学的事実



- 中国, ロシア, 日本でも開発が活発化

7. 3.11によるインパクト

1. EV推進の大前提は日本の電力の50%が原子力になるということであった。
2. 電源喪失と通信網の不全
3. 防災・耐災と環境保全は持続可能な発展として両立するのか？

経済成長と環境保全の両立は持続可能な発展が議論されて以来の課題。



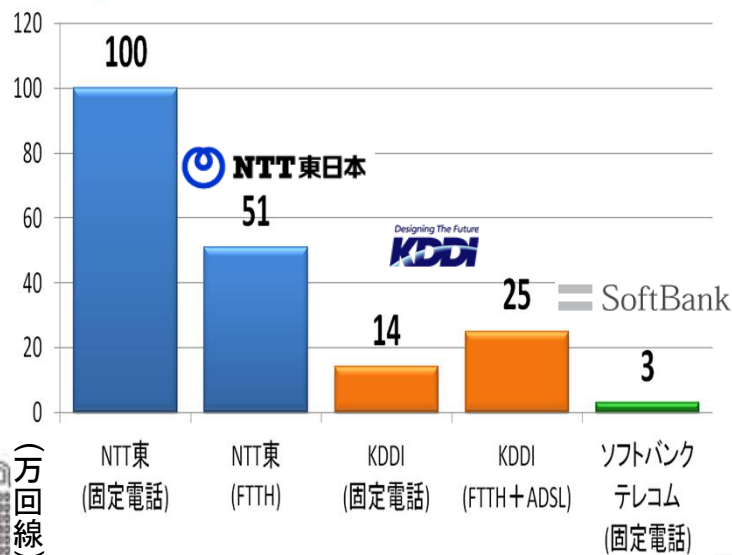
輻輳と電源喪失による通信の被害

固定通信の被災状況，輻輳状況

被災状況

- ピーク時で，合計約190万回線の通信回線が被災。
- NTTは，一部エリアを除き，4月末までに復旧。

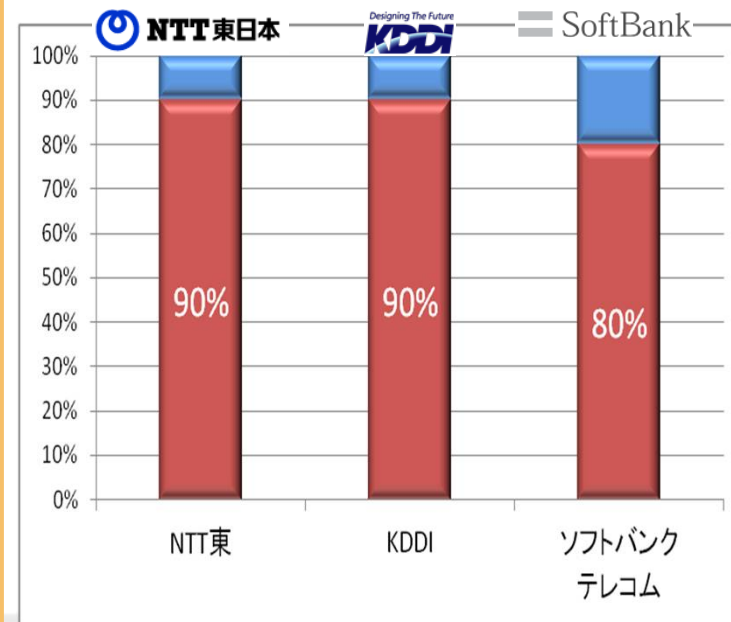
<最大被災回線数(総務省調査による)>



通信集中による輻輳

- 各社で，固定電話で発生した通信要求に対して，最大80%～90%の制御(規制)を実施。

<最大発信規制値>



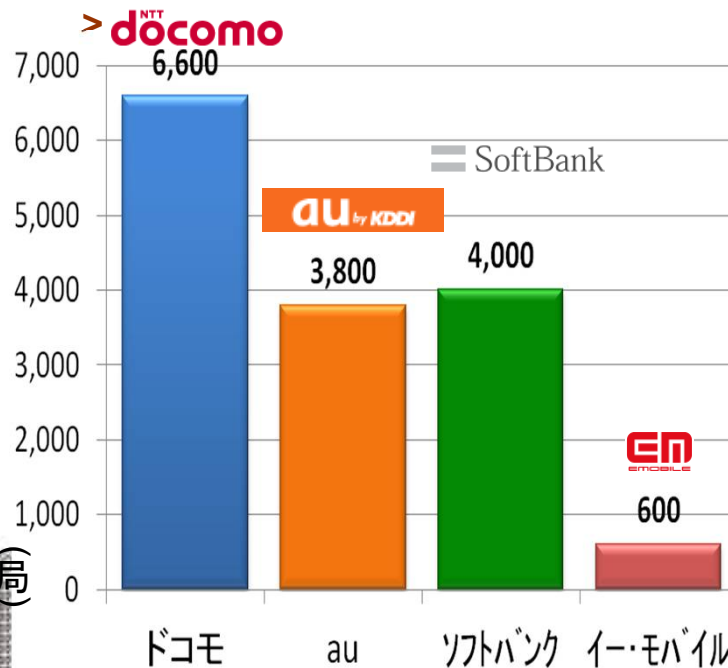
出典)平成23年6月6日総務省資料「情報通信分野における東日本大震災による被害状況とこれまでの復旧状況」より

移動通信の被災状況，輻輳状況

被災状況

- ピーク時で，合計約1万5千局の基地局が停止。
- イー・モバイルは，復旧，ソフトバンクモバイルは，一部エリアを除き復旧。NTT・KDDIは一部のエリアを除き，4月末までに復旧。

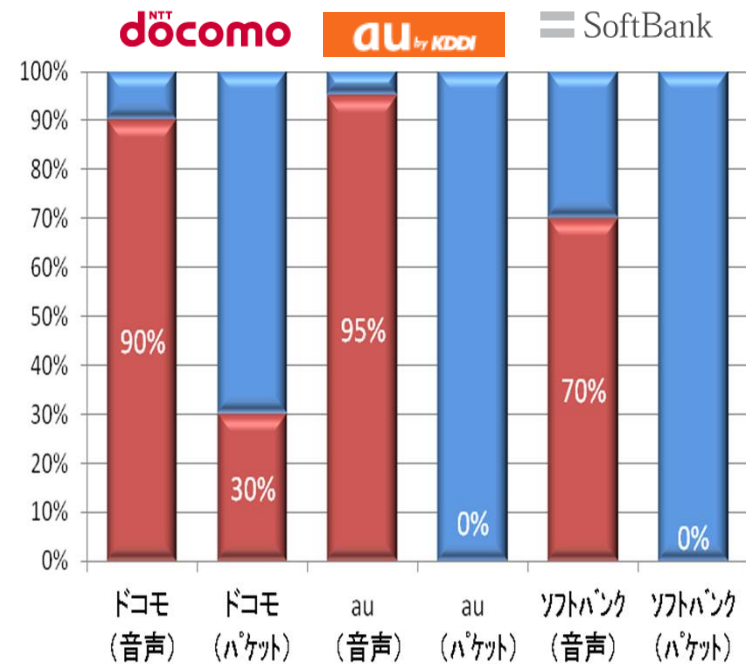
<最大被災回線数(総務省調査による)>



通信集中による輻輳

- 各社で，音声は最大70%～95%の制御(規制)を実施。(イーモバイルは音声・パケットとも非規制)
- 他方，パケットは，非制御又は音声に比べ低い割合。

<最大発信規制値>



出典) 平成23年6月6日総務省資料「情報通信分野における東日本大震災による被害状況とこれまでの復旧状況」より
EV・PHVタウンシンポジウム

震災発生による通信の被害状況

移動通信

通信キャリア	停止局数
NTTドコモ	6,720局
au	3,680局
ソフトバンクモバイル	3,786局
イー・モバイル	704局
ウィルコム	13,760局
合計	28,650局

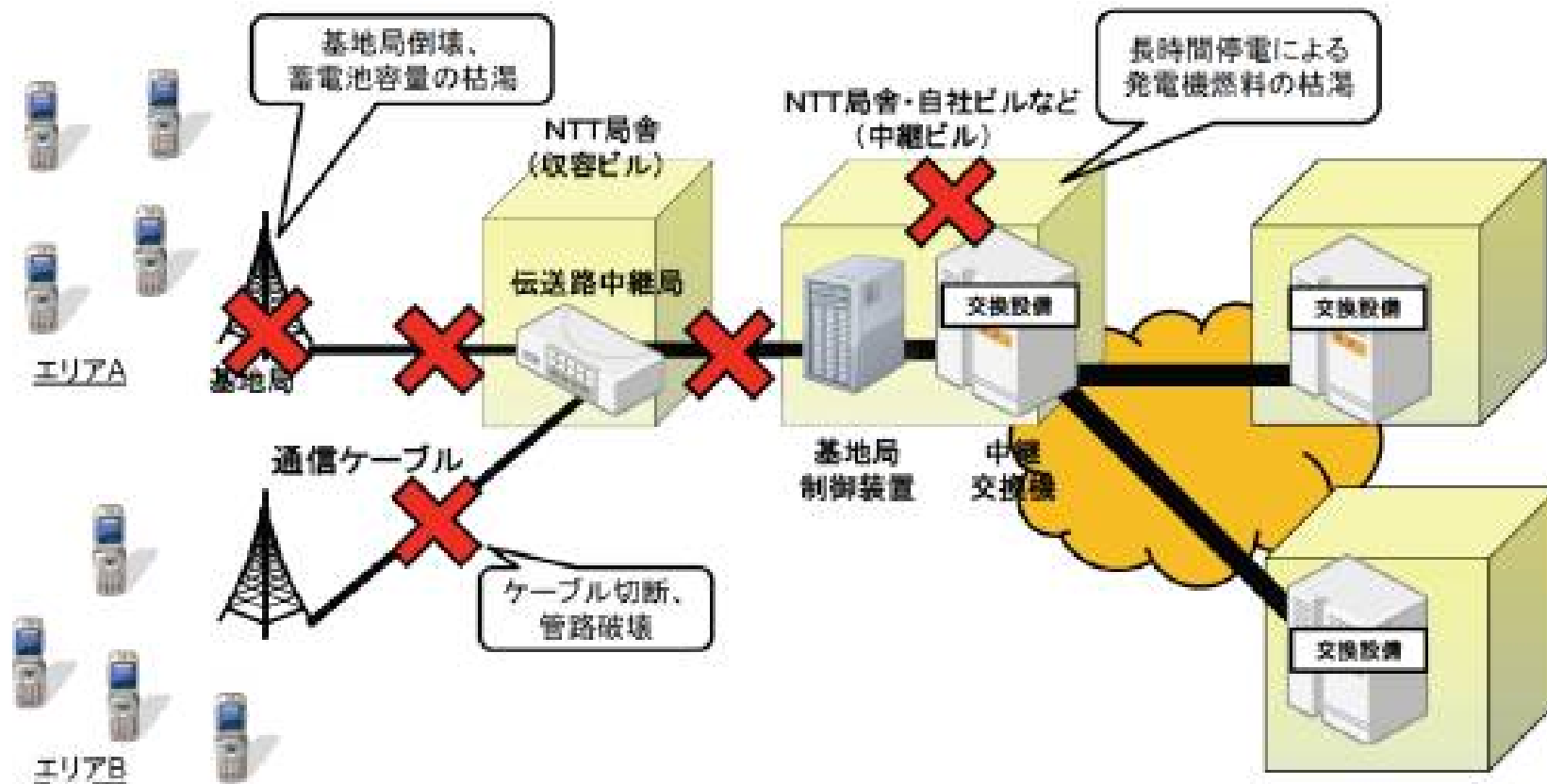
固定通信

通信キャリア	停止局数
NTT東 (固定電話)	100.6万回線
NTT東 (FTTH)	51.3万回線
KDDI (固定電話)	14.1万回線
KDDI (FTTH・ADSL)	24.9万回線
ソフトバンクテレコム (固定電話)	3.1万回線
合計	約190万回線

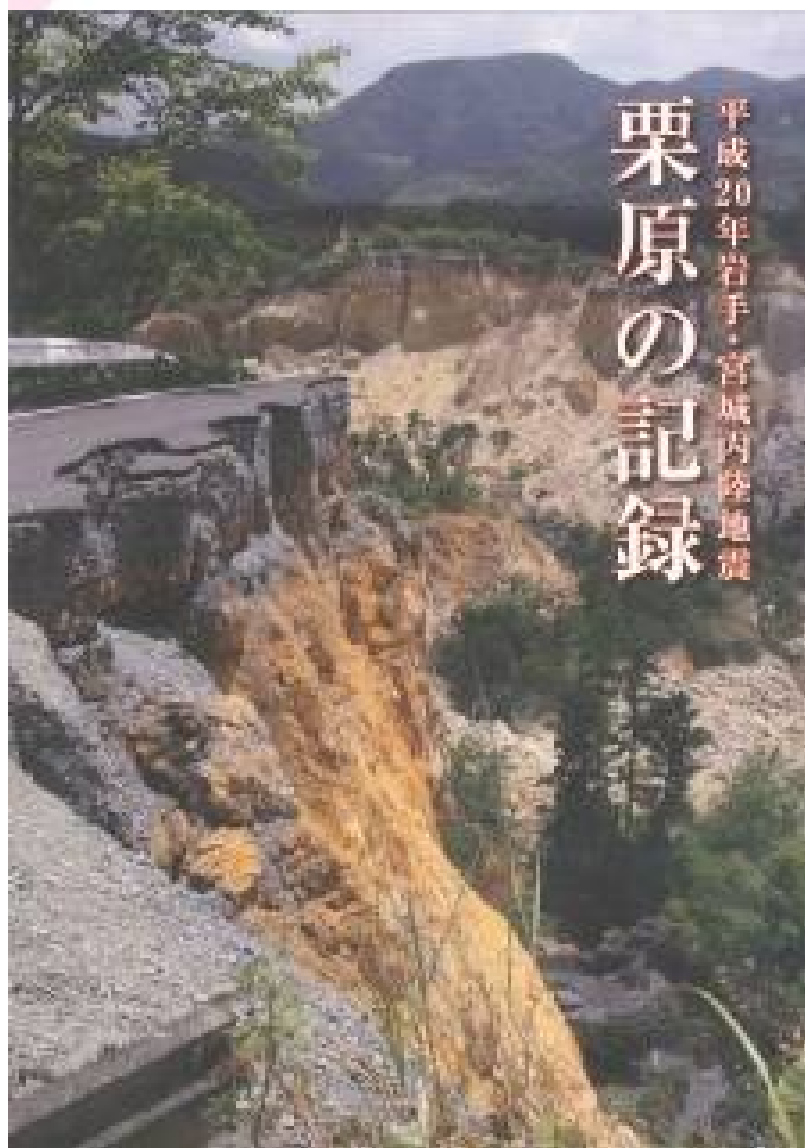
- NTT東日本では、架空ケーブルが6,300km(沿岸部)流出・損傷し、中継伝送路が90ルート切断されるとともに、電柱が6.5万本(沿岸部)流出・折損。
- NTT東日本の伝送路は、携帯事業者等の基地局・交換機間の伝送路(エントランス回線)としても使用されているため、その被災は、携帯事業者等の被災・サービス断を招来。
- 基地局等の応急復旧対応として、携帯事業者は、既存基地局の大ゾーン化、移動基地局や小型基地局(フェムトセル)の設置等を実施し、NTT東日本は、屋外型回線収容装置の設置や、隣接ビルからの他局収容等を実施。
- 伝送路の応急復旧として、NTT東日本は、瓦礫の撤去、電柱建設、ケーブルの敷設等を行い、携帯事業者は、衛星回線や固定マイクロ回線等の利用によりエントランス回線の確保を図った。
- 被災した通信設備の応急復旧に必要な資材・燃料や人員等が確保できても、道路の途絶や交通規制等により、輸送手段・ルートが確保できず、迅速な応急復旧作業に支障が生じた。

総務省「大規模災害等緊急事態における通信確保の在り方に関する検討会」資料より

携帯電話ネットワークの被災箇所



例えば、被災地近隣の県庁からの優先携帯電話で業者に連絡しても、業者からの回線は一般回線なので、返事の連絡がもらえない状態が続く。

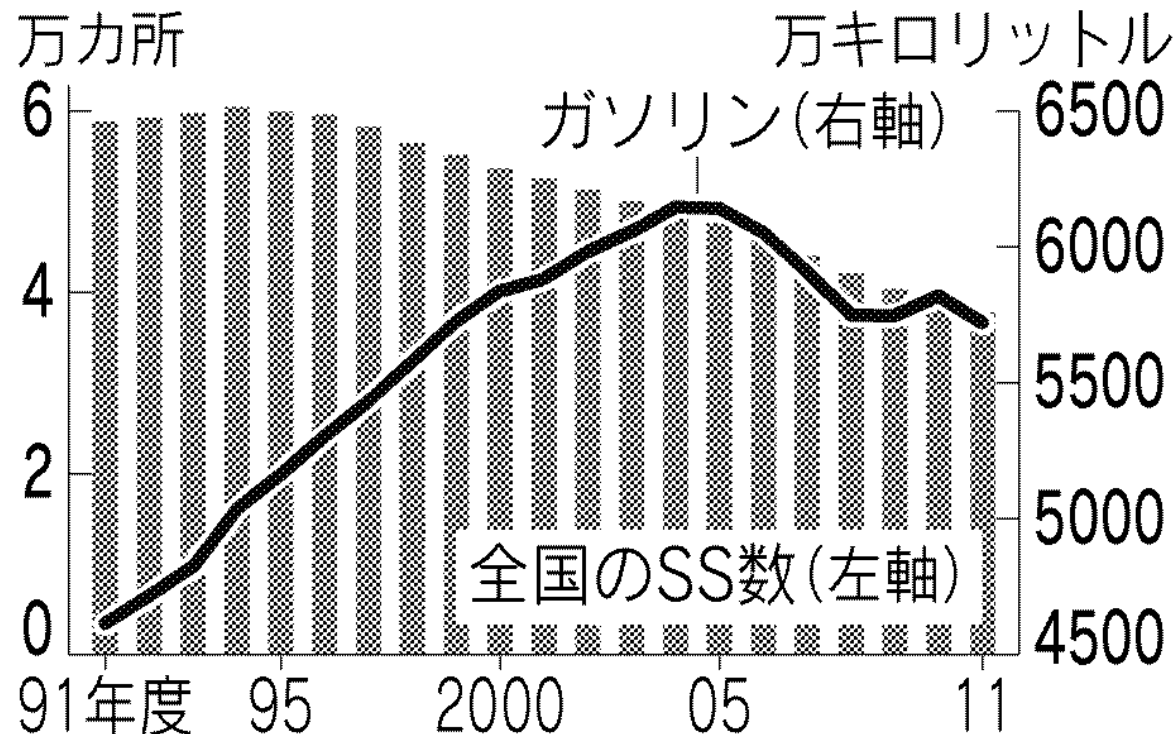


栗駒地区（荒砥沢ダム上流部）
国内最大規模の地すべりが発生した荒砥沢ダム上流部。
そこを流れていた市道荒砥沢線が3、300メートルにわたり消滅してしまいました。

出典：平成20年岩手・宮城内陸地震「栗原の記憶」

消える給油所 住民奮闘

減り続ける全国のSSとガソリン需要



(注)資源エネルギー庁資料を基に作成、
SS数は年度末現在

インフラ維持、地域ぐるみ

SS過疎地、238市町村に

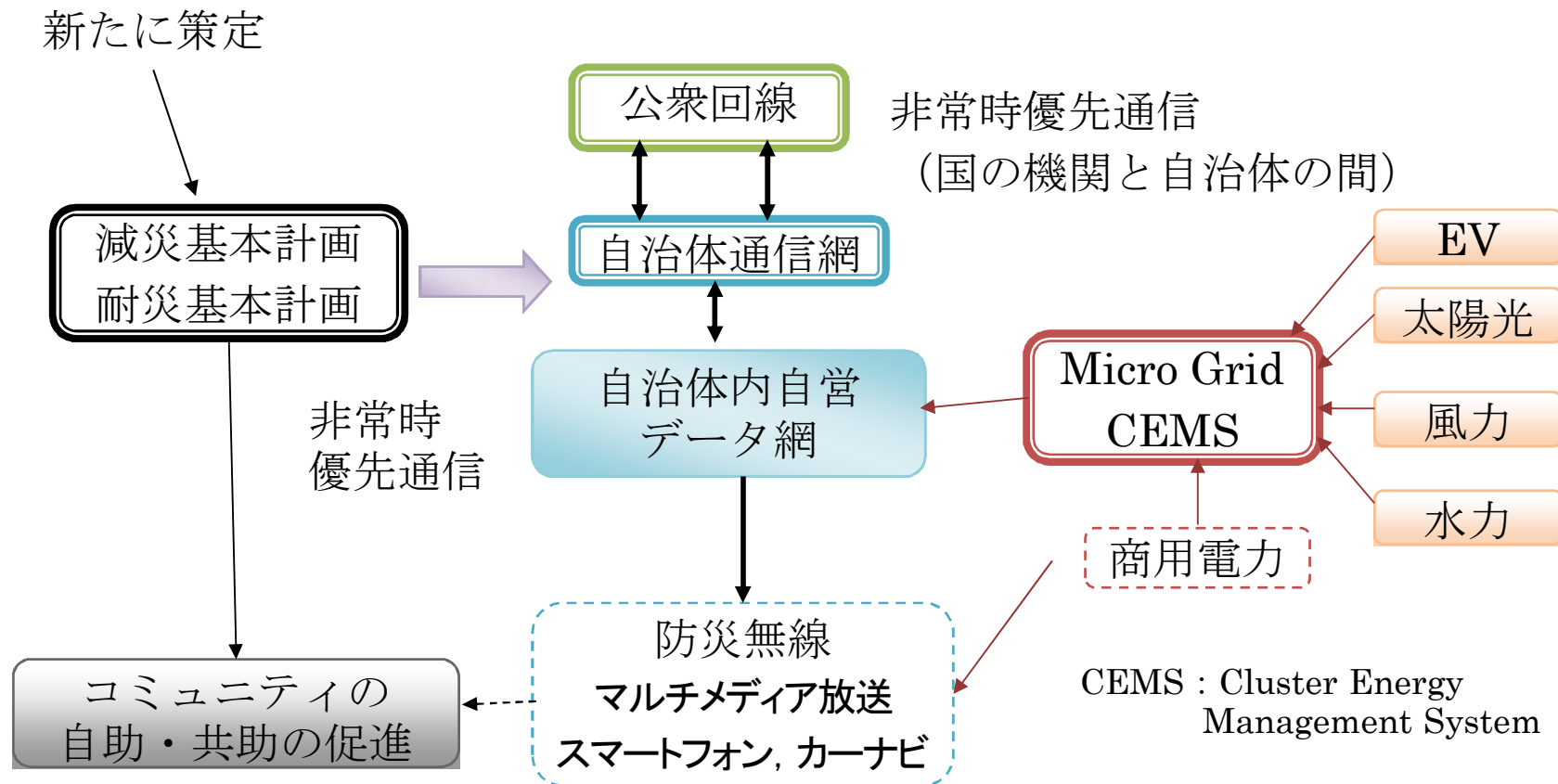
出典：日経新聞 2012年12月24日 朝刊

8. 3.11以降の課題

EV・PHVの技術的課題

- ◆ 我が国のエネルギー政策によるが、EVはそこそこクリーンとしか言えない
- ◆ 災害時に電源と通信の確保にEV・PHVは活用できる
- ◆ 一般的には以下の課題がある
 - 電力消費ピーク時の給電は可能か？
（住宅の24時間二軒分の電力が給電に必要）
 - 電欠に対応する給電施設案内が情報インフラとして構築可能か？
 - リチウム・イオン電池の安全性

具体的な対策 —レジリエントな社会へ



出典: 慶應義塾大学 コ・モビリティ社会研究センター 資料

自治体レベルでの電力統合マネジメントシステム

(人口5～10万人程度の地方都市が対象)



出典:土木学会・電気学会, ICTを活用した耐災施策に関する総合調査団(第3次総合調査団)緊急提言
～ICTを活用した耐災(防災・減災)施策～, 2011年7月13日

今後のEV・PHVの方向性

地域ごとに総合的なアプローチが必要

(Agenda21は大部分国家に対するトップダウンアプローチだったためLocal Agenda21 のようなボトムアップが日本では話題にならなかった)

1. モビリティ問題の解決
 - ガソリンスタンドの急減
 - 免許のない高齢者の対応
2. 地域の活性化
 - 観光事業への利用
 - 農作業等他の利用法の開発
3. 災害時にも使えるEV・PHVの活用
4. 上記1～3のためのICT技術の開発

9. 地域社会での検討

EV, μ -Mobilityは自動車の代替ではなく、特定の目的のための新しい移動手段と位置付ける。

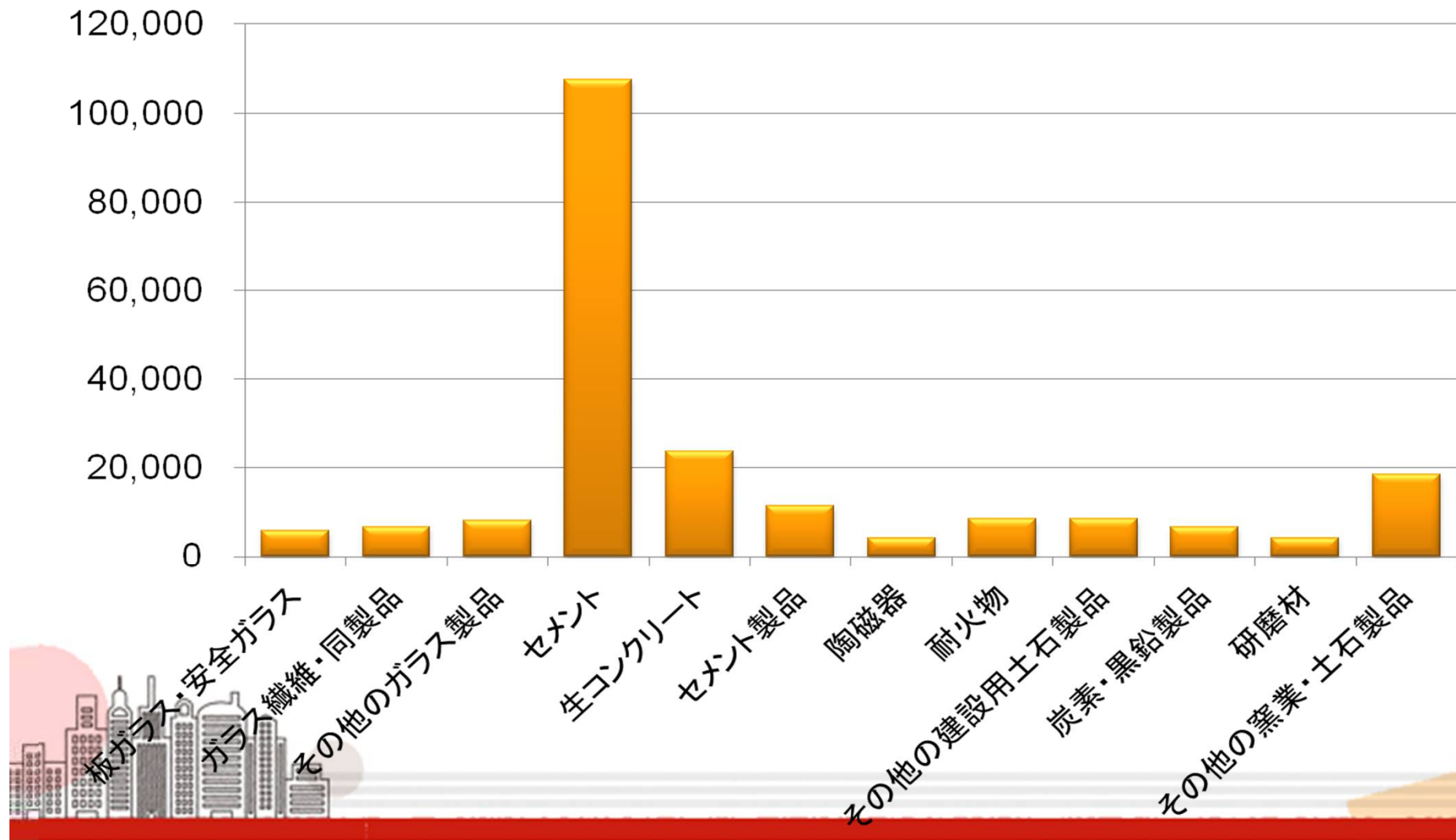
1. EV・PHVタウン導入単位の検討
観光地の活性化であれば、観光地の間で情報交換が必要
2. EV・PHV, 超小型モビリティの普及, 活用, 維持管理, 整備等で雇用拡大を図る
所有だけでなく利用も含めた運用の検討
3. 資金調達の検討
運営・管理をどう賄うか？ ビジネスとしての展開方法

10. 国の役割

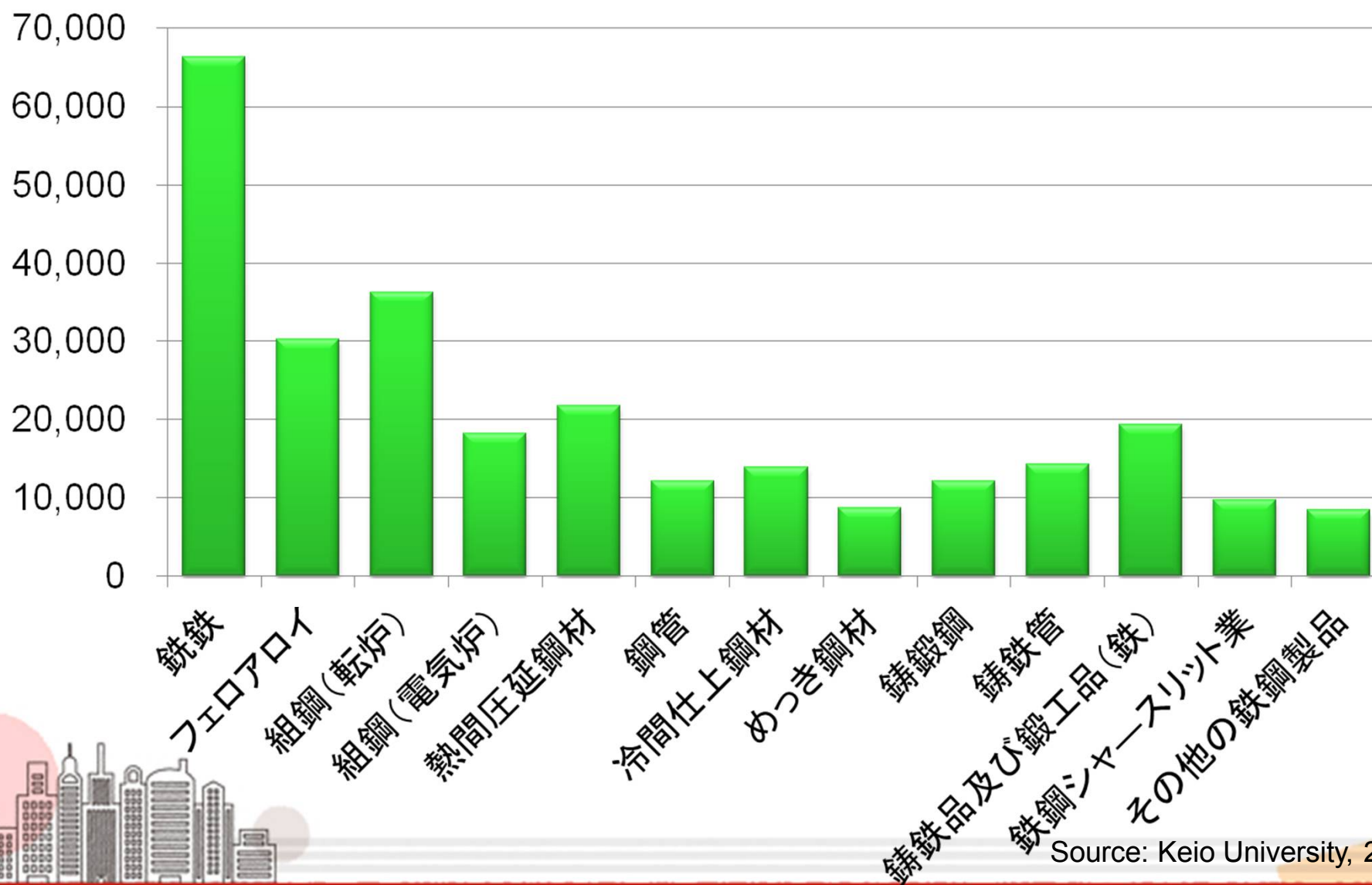
1. 車両, センサーネットワークの技術的枠組, ガイドライン, 標準等の策定
特に超小型モビリティの場合は車体プラットフォームの標準化, 安全運転支援システムのモジュール化が必要
2. 災害時を想定した日常利用可能な電源, 通信システムの技術的な枠組の策定
3. 防災・耐災を持続可能な発展, 特に地域の発展の中にどのように位置づけるかは, ポスト京都に向けた議論として我が国が国連において積極的に展開する必要がある

従来型防災と持続的发展は両立するか？

窯業・土石製品部門の誘発CO2排出量



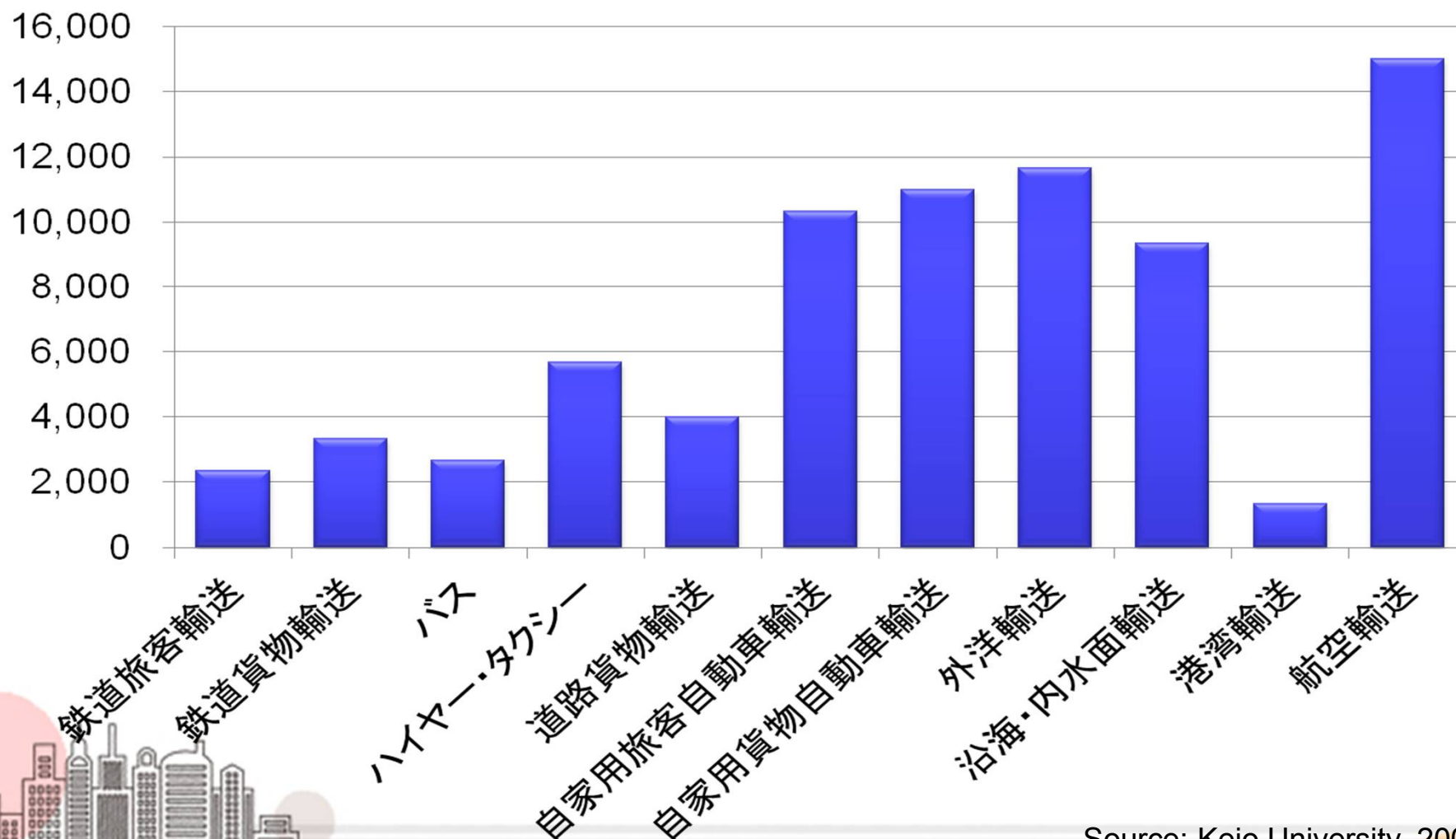
鉄鋼部門の誘発CO2排出量



Source: Keio University, 2001

運輸部門と比較すれば……

運輸部門の誘発CO₂排出量



Source: Keio University, 2001