



*The Symposium on National Traffic Safety
and Environment Laboratory*

旅客交通起源CO₂削減のための 交通体系変更の方向性

-EST(Environmentally Sustainable Transport)
実現に必要な施策パッケージとは？-

Policy Package for Realizing EST in Japan

名古屋大学大学院環境学研究科准教授
加藤 博和

Hirokazu Kato, Associate Professor, Nagoya University

kato@genv.nagoya-u.ac.jp

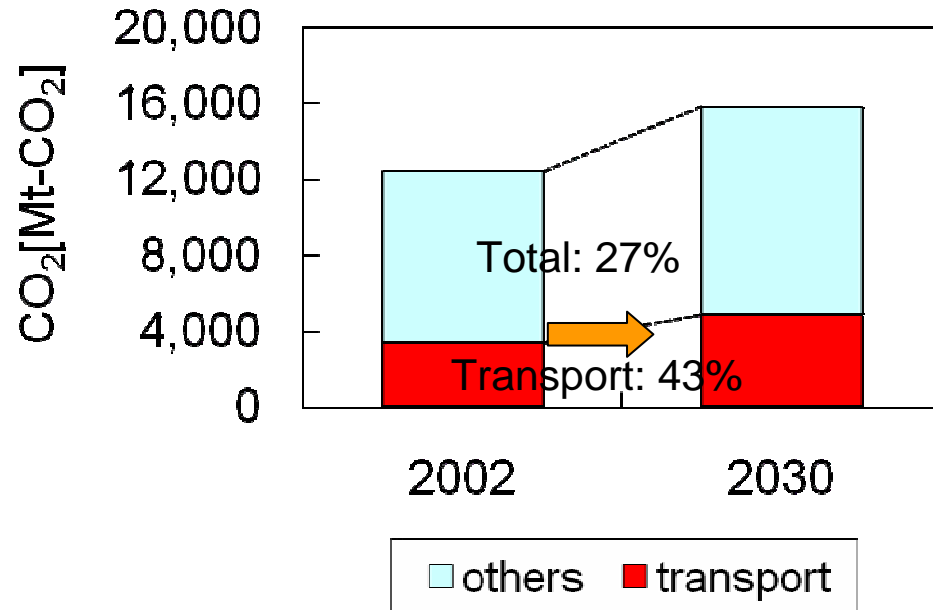
<http://orient.genv.nagoya-u.ac.jp/kato/bus/index.htm>

交通起源CO₂排出の今後

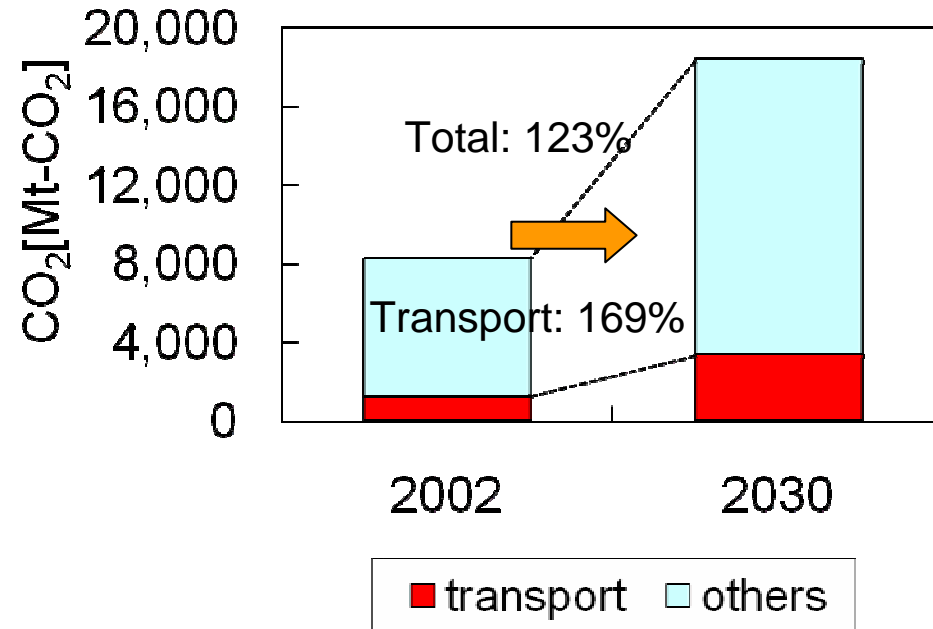
CO₂ emission from transport sector in the future

(IEA "World Energy Outlook 2004")

OECD countries



Developing countries



- Transport sector : **20% of all**
 - Passenger: **half**
 - Passenger car: **90%**
 - Regional: **80%**

燃料価格上昇（炭素税？）で解決？

Can fuel price rise (eg. carbon tax) solve the problem?

自動車燃料消費の価格弾力性は低い(0.2 ~ 0.3)

- 削減効果はあまり現れない
- 増税による税収増加(財源効果)は期待できる
- しかし、社会経済的影響は甚大(負担が重くなっても避けようがない)。特にクルマ依存度の高い地方部は厳しい

地球温暖化対応の観点から、 現在の交通システムは脆弱

- ICTへのシフトなどで、(環境負荷の多い)移動をしなくても済む社会になるのか？

対応できる交通システムのソリューション提示が必要

- 交通部門におけるFACTOR10は可能か？

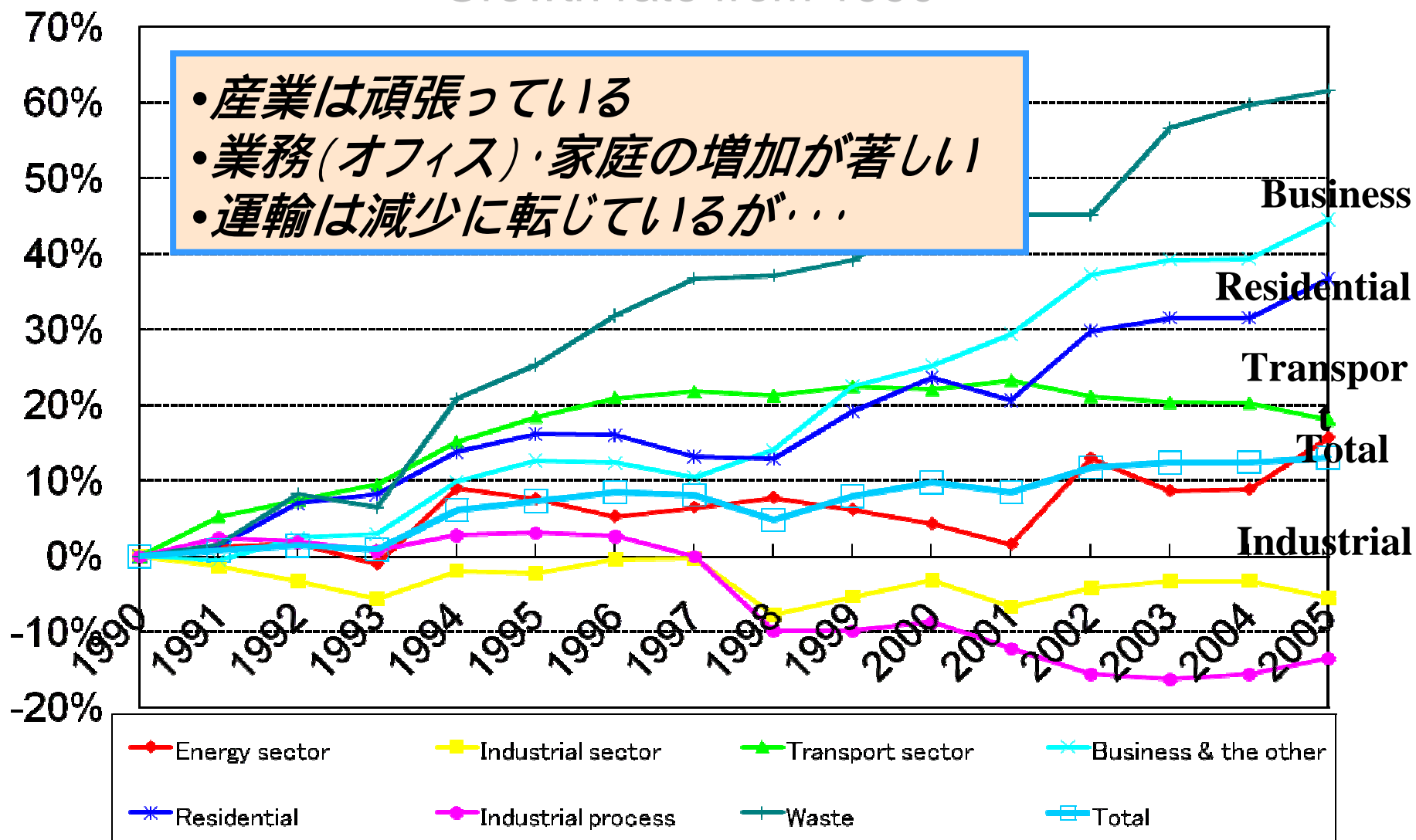
要点 Remarkable points

- **当面は近距離旅客交通対策が重要**
 - 乗用車増加が他の減少要因を相殺
 - 中長期的には物流対策がより重要に
- **車両・燃料技術だけで克服は困難**
 - 自動車依存社会からの軌道修正が必要
 - しかし、人口減少社会では事態がより深刻に
- **土地利用・交通の一体的戦略**
 - コンパクトシティ化 + それをサポートするモビリティ・ツール開発
 - 交通計画分野と技術分野のコラボレーション

日本の主要部門別CO₂排出量の推移

Changes in sectoral CO₂ emission in Japan

-Growth rate from 1990-



真に重要なのは長期的大幅削減

The necessity of drastic reduction of CO₂

- 日本はこれまで「京都議定書」目標達成を重視
 - 2008～12年は1990年比6%減(京都議定書)
 - 運輸部門は京都議定書目標(15.1%増)の達成目前
 - 2006年速報値:1990年比17.0%増
 - しかし、2030年には50%減、2050年には80%減が求められる？
 - 「美しい星50」構想に基づく取組(環境モデル都市など)
 - 京都議定書目標達成にとらわれすぎると大局を見誤る
- 対応するソリューション**
- “FACTOR 10” <モビリティ:2倍、総CO₂:1/5>とは？**
- これが出てこない、交通システム自体が「環境の世紀」を生き残れない(sustainableでない)

OECD-EST project

-EU諸国は90年代から予見していた-

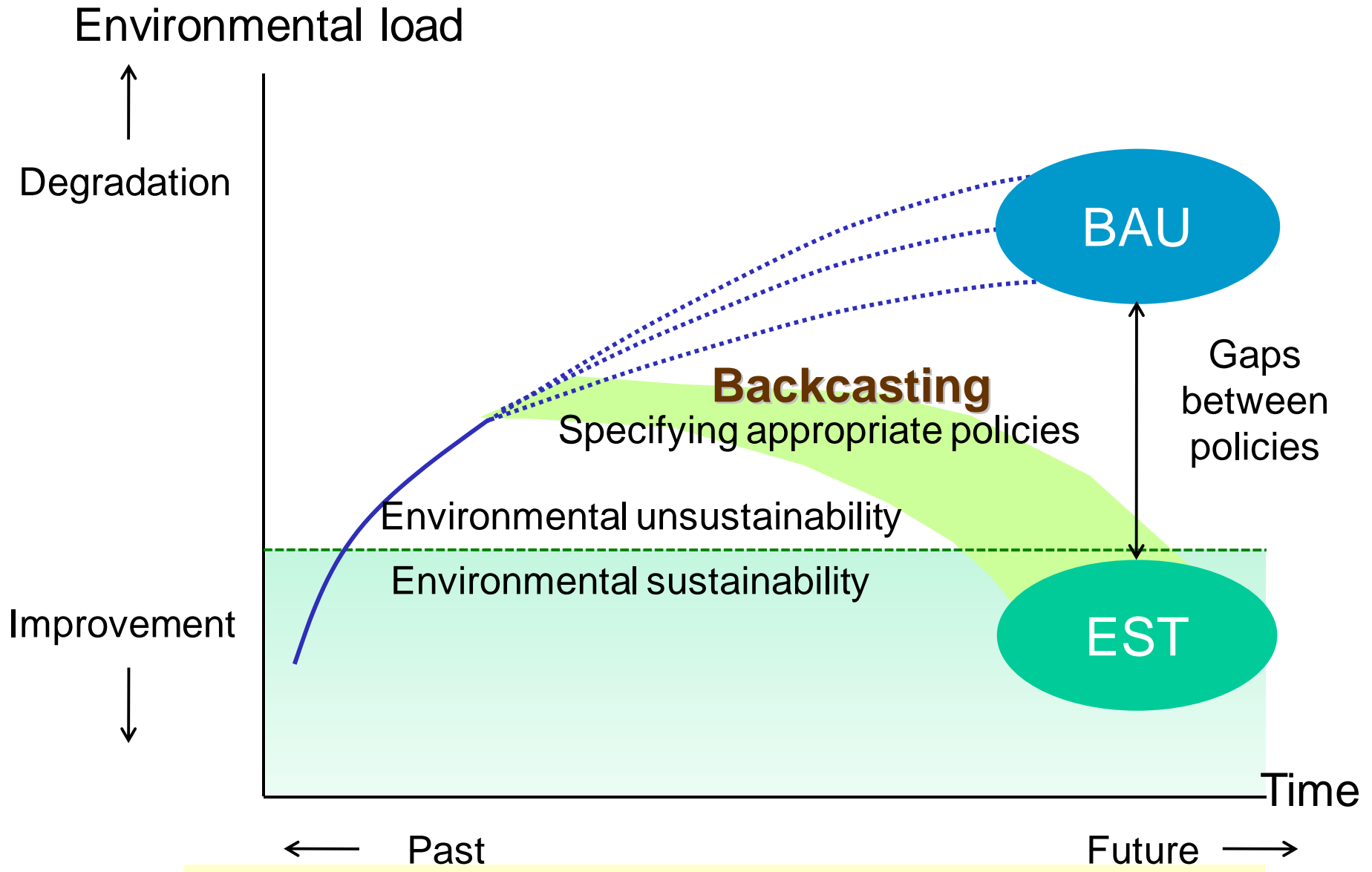
Environmentally Sustainable Transport 環境的に持続可能な交通

EST standard

CO ₂	50-80% reduction from 1990 level
PM	55-99% reduction from 1990 level
NO _x	90% reduction from 1990 level
Noise	Day: under 55dB, Night: under 45dB
VOCs	90% reduction from 1990 level
Landuse	Restriction and spread of forest area comparing to 1990's level

Backcasting

「基準を達成するためにどのような施策が必要か？」



**日本では京都議定書目標にとらわれてきたが、
 今後は2050年目標を意識したESTが必要**

日本のESTモデル事業

“EST model project” by Japanese government

概要

- 2004年度から、国土交通省・環境省・警察庁が共同して開始
- Best practice創出：先進自治体への集中的・効果的な支援と効果検証
- 2004～06年度でそれぞれ11、10、6地域が選定

事業の主な内容

1. 路線バス網再編・鉄軌道近代化等の交通システム再編
2. TDM・通勤マネジメント等のソフト面での取り組み

OECD-ESTとの違い

- 基本的には踏襲
- 3年間という短期の計画。EST基準でなく京都議定書を意識
- そのため、対策パッケージは小ぶり

日本のESTモデル事業の具体メニュー

Measures of "EST model project"

Example of menu of model project

Improvement of the transportation

公共交通の改善	Commuting traffic management	<ul style="list-style-type: none"> •Restriction of employee's commuting private car •Park and ride
	Improvement of LRT / activation of rail	<ul style="list-style-type: none"> •Implementation of LRT project •Introduction of IC card •Seamless transfer
	Activation of bus	<ul style="list-style-type: none"> •Omnibus town/service improvement •PTPS/bus stop improvement •Bus location system •Non step Bus •IC card
道路の改善	Road improvement	<ul style="list-style-type: none"> •Crossroad improvement •Reduction of construction on the road •Reduction of bottleneck on the crossing
	Traffic regulation	<ul style="list-style-type: none"> •Bus only lane •Control of illegal parking
関連インフラ	Relevant infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> •Pavement, cycle road and parking improvement •Introduction of transit mall
低公害車の導入	Introduction of low-emission car	<ul style="list-style-type: none"> •Introduction of CNG bus •Preferential treatment for low-emission car
啓発活動	Enlightenment activity	<ul style="list-style-type: none"> •PR activity •Symposium and event



Introduction of LRT



Bus location system



Bus exclusive lane



Pedestrian and cycle road



Introduction of CNG bus

•単発のメニューの羅列ではうまくいかない

Relation matrix between measure instruments and strategies

(from Nakamura, Hayashi and Miyamoto; "Urban Transport and The Environment")

		Strategies				
		Reduce need to travel	Reduce car use	Improve alternative modes	Improve road network	Improve vehicles and fuels
Instrument	Technology: Infrastructure Vehicle/Fuel	•TOD	•Community road	•Rail and bus infrastructure •New public transport vehicles	•New roads •New parking facilities	•Low /zero emission vehicle •Alternative fuel
	Regulation: Management Control service	•Land use regulations •Suburbanization control	•Access permits •Parking restriction •Traffic calming	•Bus priorities •Service improvement	•Traffic management •Urban traffic control	•Emission regulations •Restriction of low-quality fuel •Vehicle inspection system
	Information: Advice Awareness Communication	•Teleworking	•Awareness campaigns	•Real time public transport information	•Driver route guidance •Safety guidance •Traffic information provision	•Eco-consciousness
	Economy: Pricing Taxation	•Land taxes	•Road pricing •Fuel taxes •Vehicle taxes	•Fares policy	•Road pricing •Parking charges	•Fuel taxes •Green taxes

Less-passenger cars transport system

Mobility management

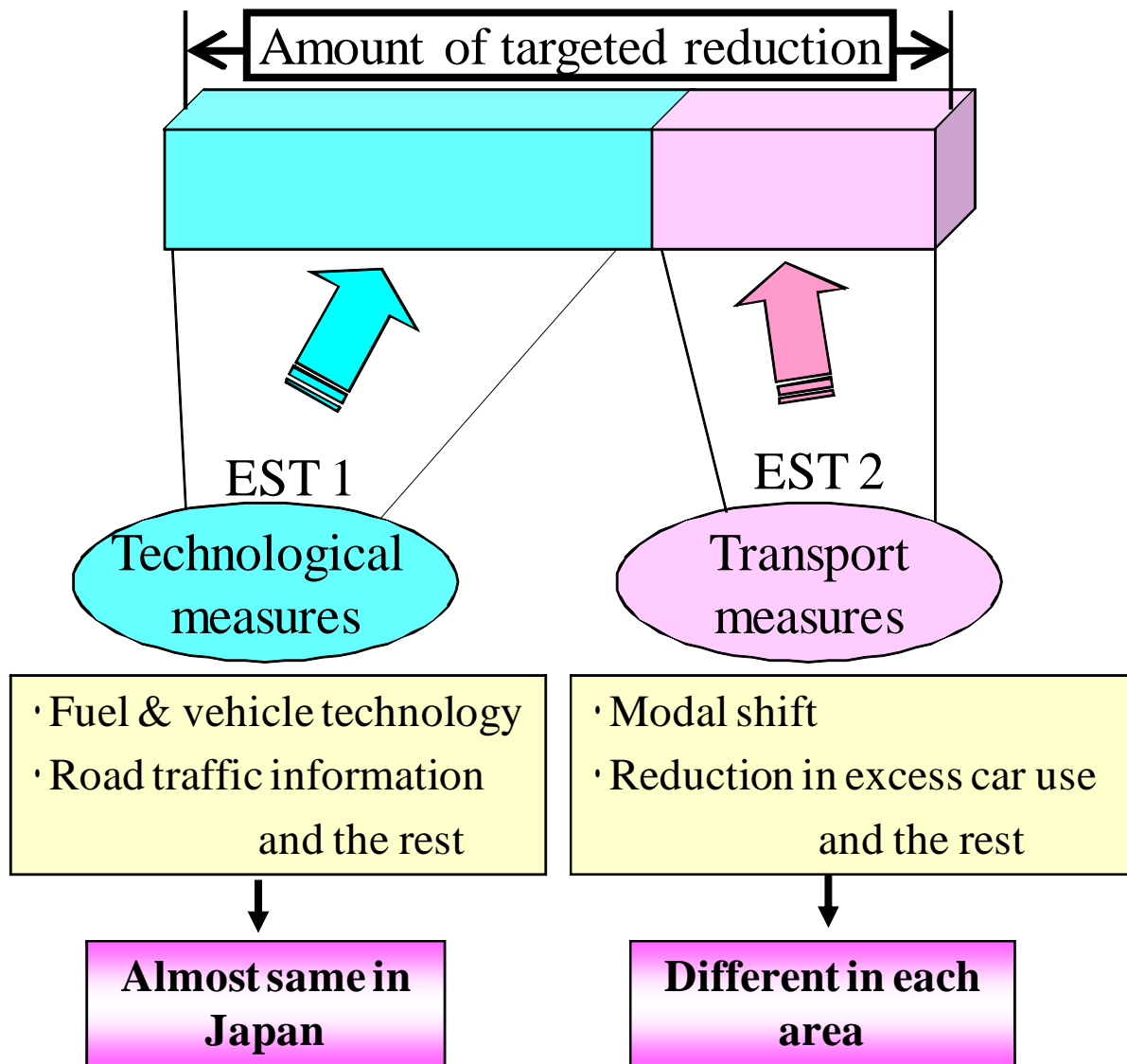
ITS

Eco-drive

Unless transport system and lifestyle for them, mobility and QOL will be declined.

EST実現のための技術施策と交通施策

Technology & transport measures to realize EST



技術施策(EST1)だけで乗り越えられれば、交通施策(EST2)は不要

まず技術革新トレンド(EST1)を予測

もし足りない見込みであれば、必要な交通施策(EST2)を地域別に見積もる

車両・燃料技術(EST1)の動向

Trend of vehicle & fuel technologies (EST1)

- **運輸部門CO₂は2002年以降減少傾向**
 - 自動車の燃費改善が原因。ガソリン乗用車の保有ベース燃費は3%改善(1995～2005年では25%改善)
 - 省エネ法・自動車関連税グリーン化を受けた自動車メーカーの努力の結果
- **改善傾向は2010年代に一服の見込み**
 - 技術革新が一段落
 - 2030年頃まで、大幅削減に対応できる技術(カーボンフリー燃料電池など)の普及は考えられない

今後の自動車技術トレンド

Forecasted future trend of vehicle technology

2000年

2020年

2050年

Current engine base



- ・LEV (1.7)
- ・HV (2.31)

New technology vehicles



- ・CNGV (1.0)
- ・EV

Next generation vehicles



- ・FCEV (3.75)
- ・Diesel HV (2.44)

(): fuel economy level

Today's gasoline vehicle 1.0

出典: 輸送用燃料 Well-to-Whell

(トヨタ自動車、みずほ総研)

交通需要(EST2)の動向

Trend of transport demand (EST2)

- 旅客輸送増加の寄与が大きい

- 1990～2005年：貨物4.7%減、旅客39.7%増、自家用乗用車48.0%増
- 乗用車保有台数47%増、走行台キロ42%増

- 今後も自動車利用の増加は続く・・・

- 乗用車走行台キロは、2004年以降わずかながら減少に転じているが・・・
- 高齢者に自動車利用可能層が増加
- 都市域の郊外展開と公共交通の衰退止まらず

自動車保有の飽和と人口減少が顕著となる

2020年代までは増加続く

- 交通政策によるCO₂削減の取り組みは進んでいない

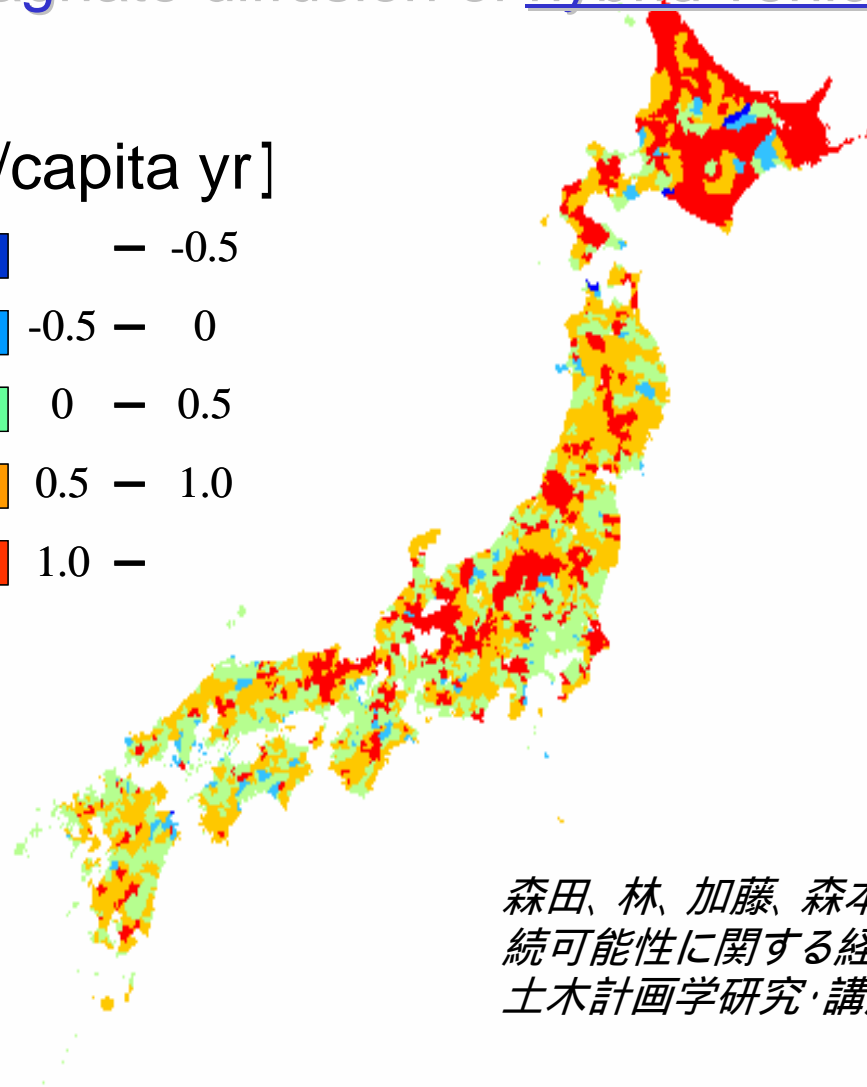
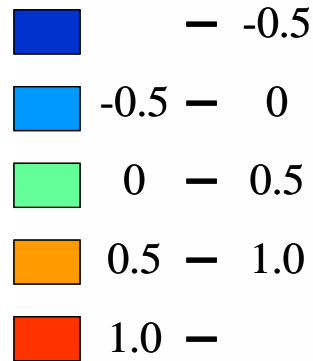
- 道路整備やITS導入等による自動車旅行速度改善は進むが、統計に現れるほどの効果はない
- 自動車の代替輸送機関である鉄道・乗合バスの輸送人キロは2000年代に入って横ばい。転換は進んでいない

2020年CO₂削減目標値推計結果

(暫定値、ハイブリッド普及停滞シナリオ)

Estimated amount of targeted CO₂ reduction in 2020
(Stagnate diffusion of hybrid vehicles)

[t-CO₂/capita yr]



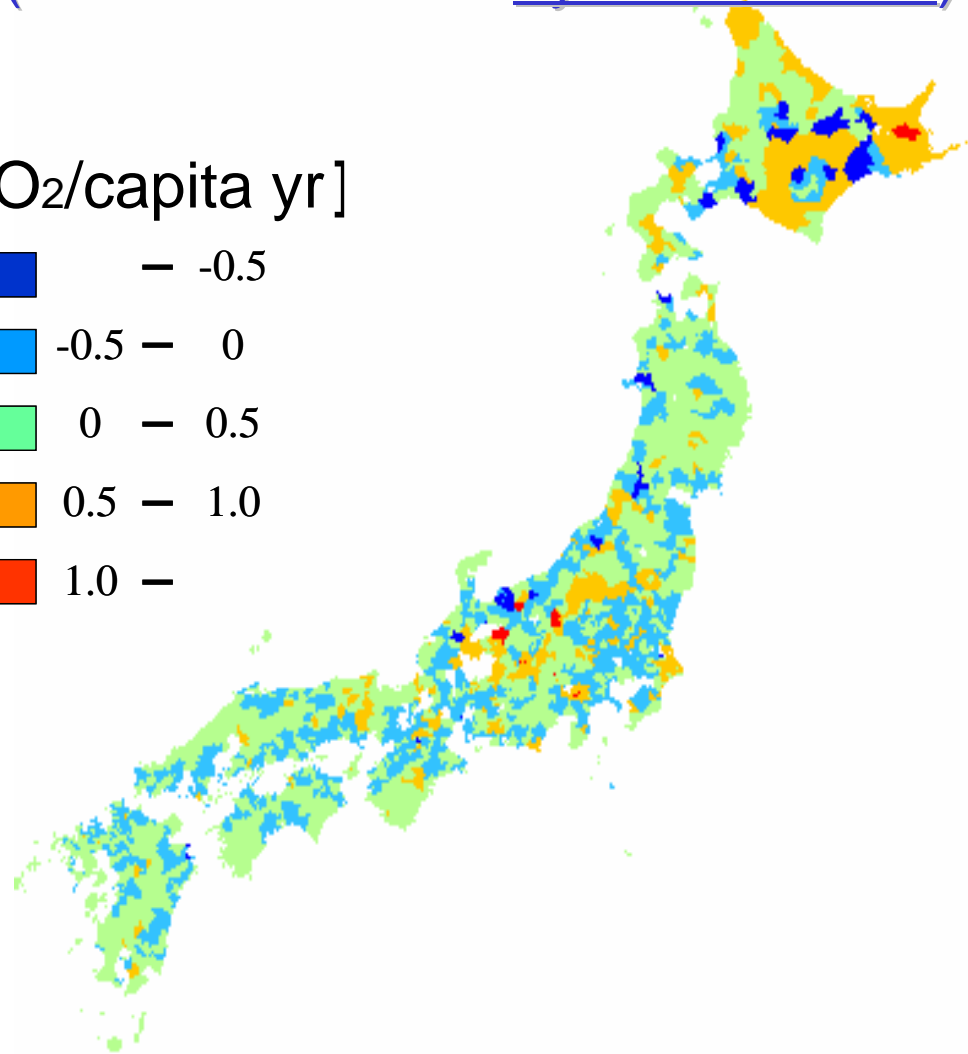
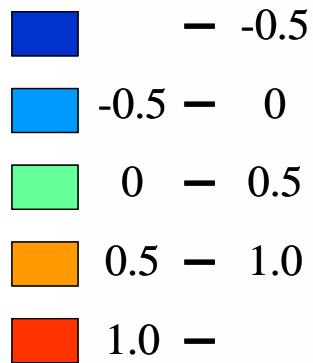
森田、林、加藤、森本:全国市区町村の持続可能性に関する経済・環境面からの評価、土木計画学研究・講演集No.33、2006.6

2020年CO₂削減目標値推計結果

(暫定値、ハイブリッド大量普及シナリオ)

Estimated amount of targeted CO₂ reduction in 2020
(Wide diffusion of hybrid vehicles)

[t-CO₂/capita yr]

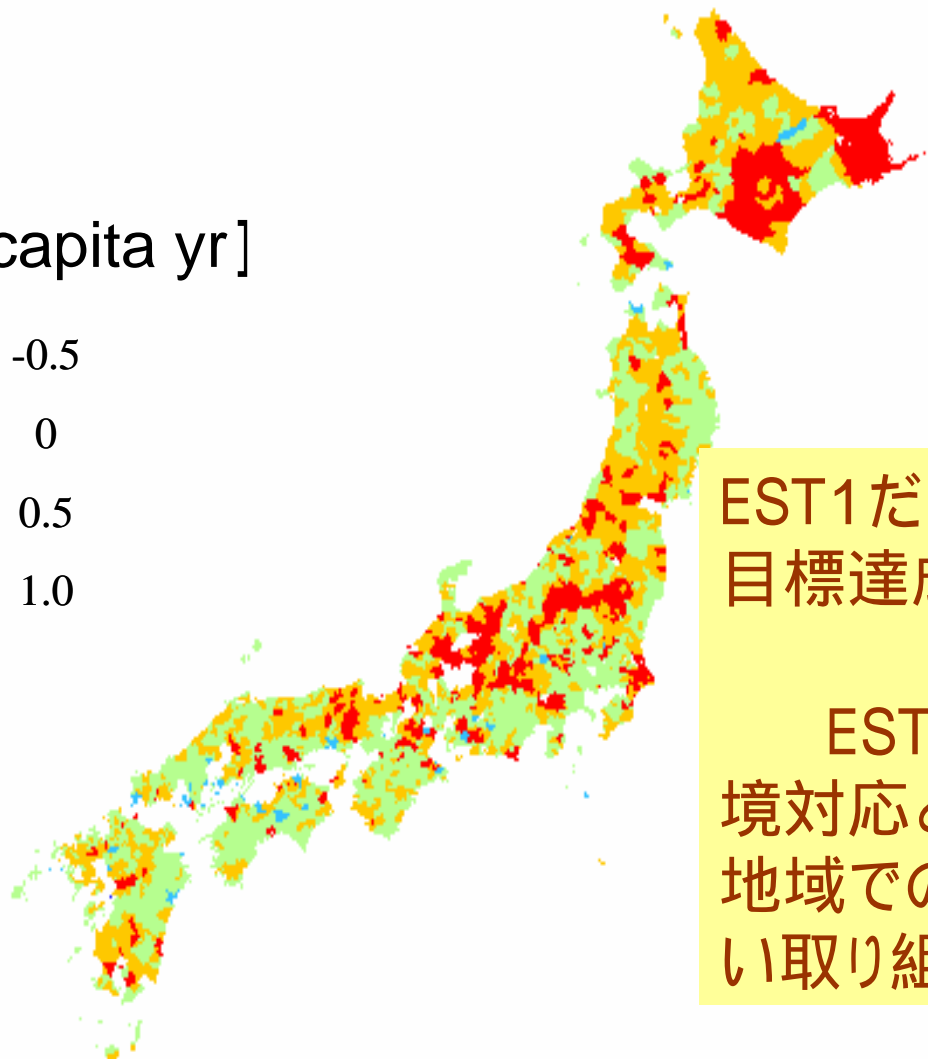
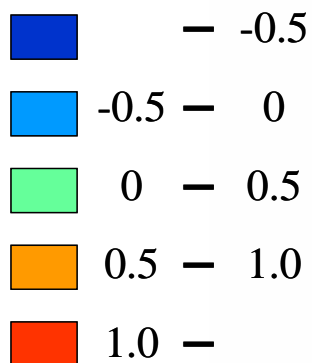


2050年CO₂削減目標値推計結果

(暫定値、燃料電池大量普及シナリオ)

Estimated amount of targeted CO₂ reduction in 2050
(Wide diffusion of fuel-cell electric vehicles)

[t-CO₂/capita yr]



EST1だけではCO₂削減
目標達成はムリ

EST2: 交通活動を環
境対応とするために、各
地域での地道で気の長
い取り組みが必要

EST2に求められる要件

Necessary conditions for EST2 policies

- **乗合・相乗り、空車削減、渋滞解消等による移動効率向上**
 - ITS(道路だけでなく交通システム全体の)活用の意味
- **単位移動距離あたり付加価値を高める**
 - コンパクトシティ化(後述)による公共交通・自転車等へのシフト
- **EST1とのコラボレーション: 非炭素燃料に対応できる交通活動への誘導、システムの構築**
 - 電気鉄道・プラグインハイブリッド
 - 電気はエネルギー源を問わない
 - 夜間電力活用でエネルギー生産効率も向上
 - ニューモビリティを組み込んだまちづくり
 - 低炭素車両の特性(性能特性、排出特性)にあった住宅地デザイン
 - 燃料供給インフラも集中配置
 - 交通計画・交通工学分野が車両・燃料技術シーズに敏感になる必要

地球にやさしい車両によるカーシェアリング

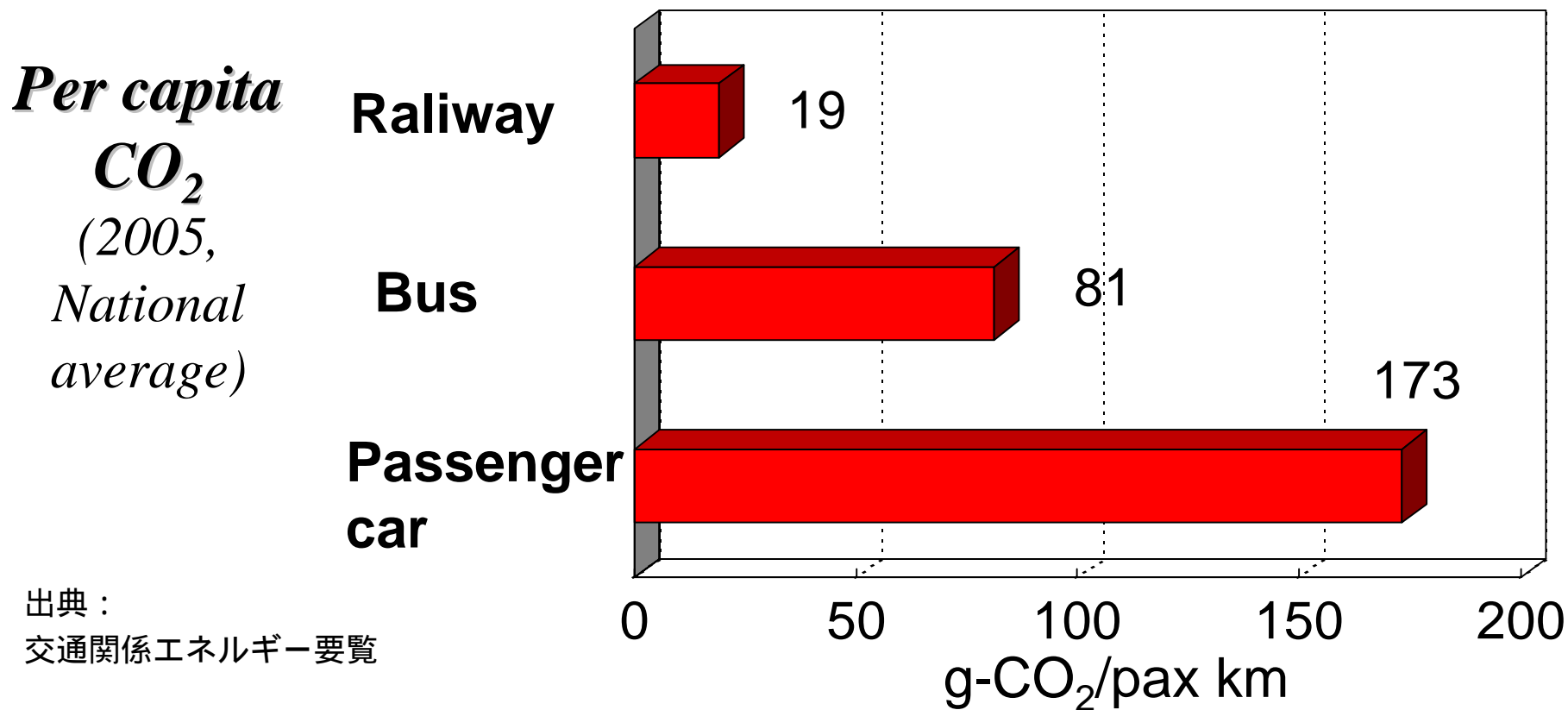
-豊田市のe-com(17年度で実験終了)-
Environmentally-friendly car sharing
-"e-com" in Toyota (finished in H17)-



カーシェアリング自体に環境負荷削減効果はないが、低環境負荷車両を率先導入し、公共交通や事業所・施設との連携を図れば話は違ってくる。

カーシェアリング標準装備の住宅団地？

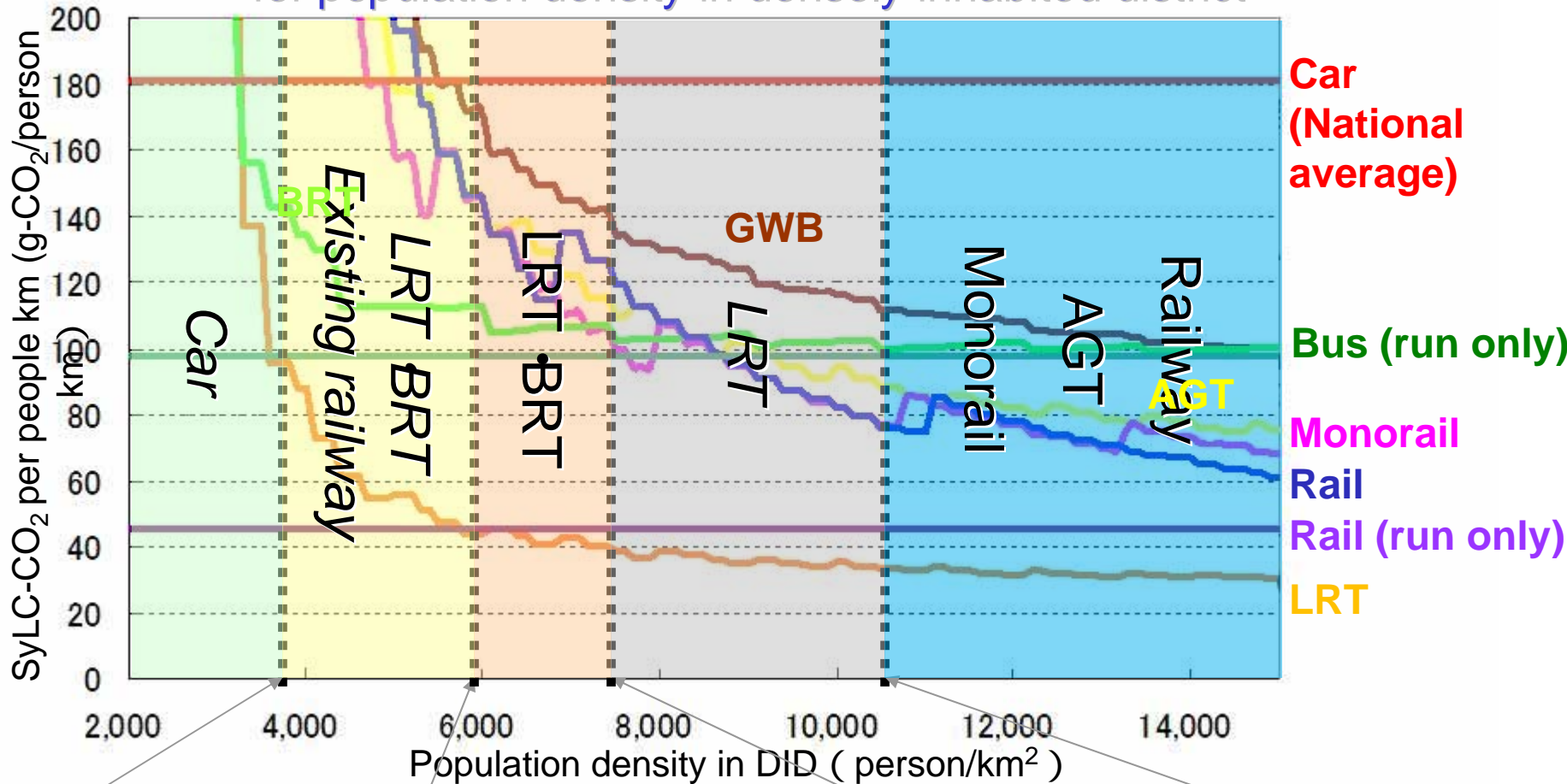
自動車と乗合交通で「地球へのやさしさ」はどれくらい違うか？



自動車より乗合交通の方がCO₂が少ないのは当然。乗り換えるだけで大きく減らせる。しかし、転換してもらうために本数や路線を増やすと逆効果になる場合も **LCAによる分析が必要**

DID(人口集中地区)人口密度に応じた 実施可能で環境負荷が小さい交通体系

The least CO₂ trunk transport system
for population density in densely inhabited district



Limit of profitability

CO₂[LRT] > CO₂[railway (run only)]

Capacity of BRT

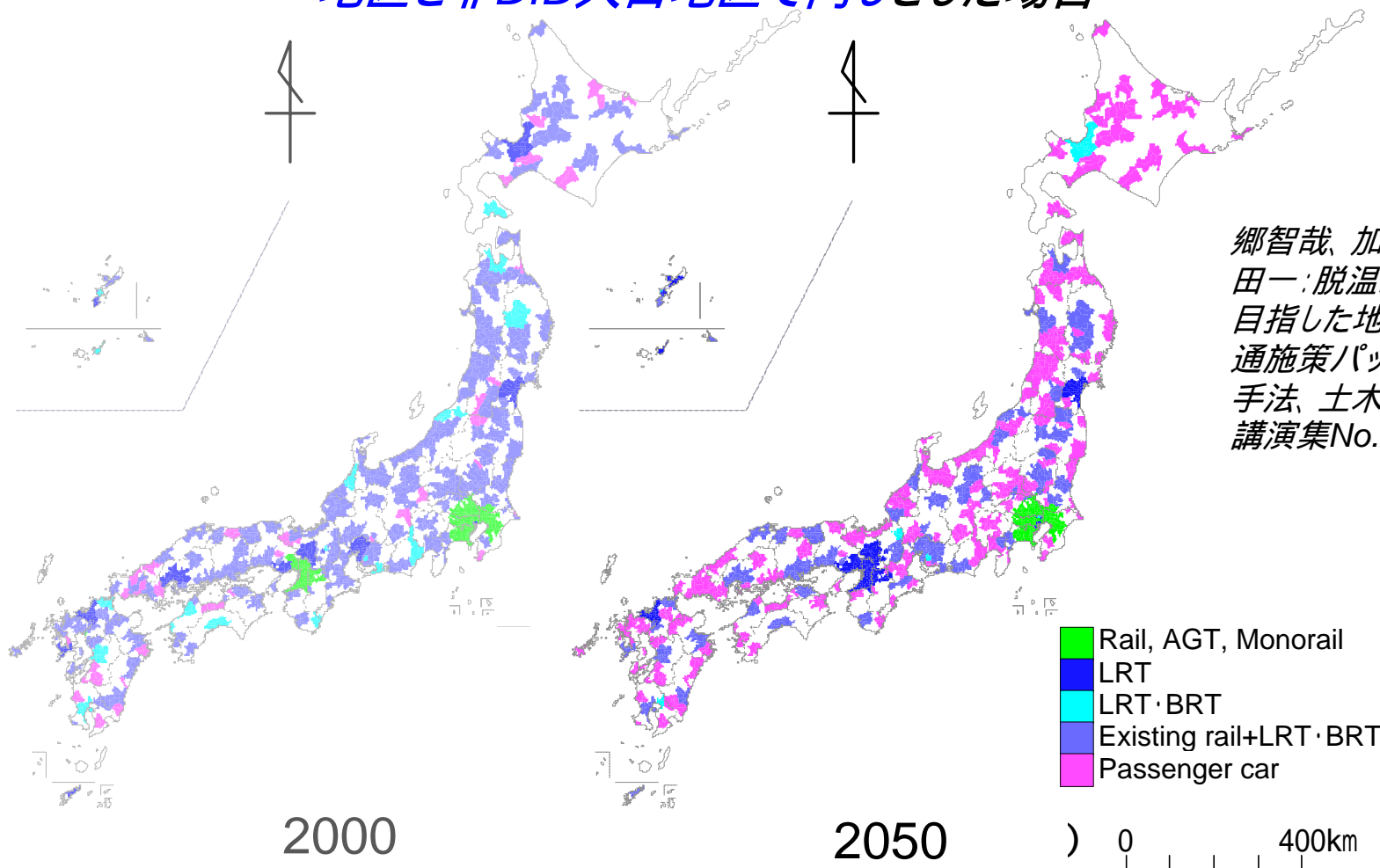
Capacity of LRT

導入可能でCO₂排出が最小となる

幹線旅客輸送モードの分布

Distribution of the least CO₂ emission transport mode

2050年は、2000年に対する人口減少率がDID
地区と非DID人口地区で同じとした場合



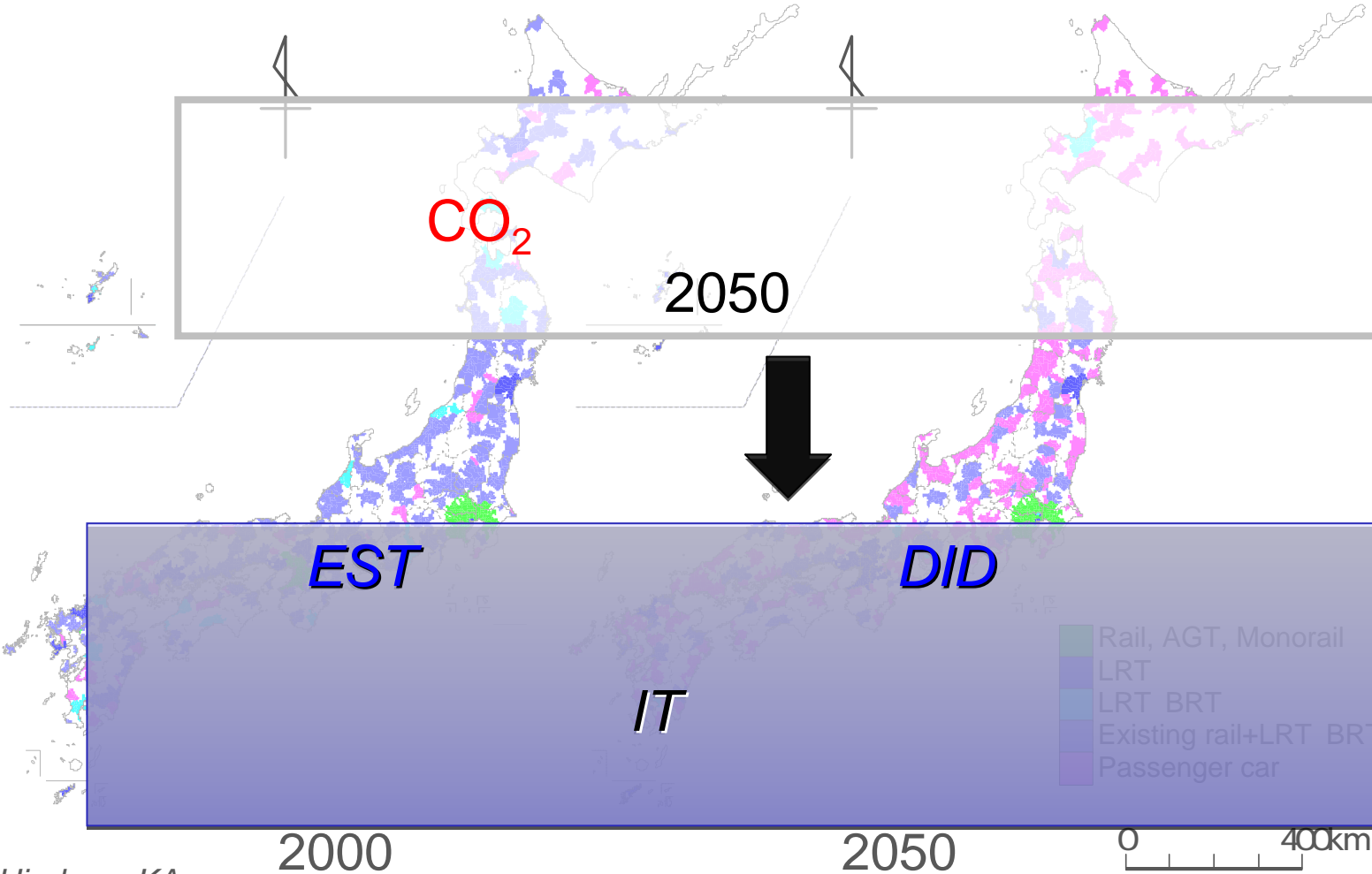
郷智哉、加藤博和、谷田一：脱温暖化社会を目指した地域類型別交通施策パッケージ提案手法、土木計画学研究・講演集No.36、2007.11

導入可能でCO₂排出が最小となる

幹線旅客輸送モードの分布

Distribution of the least CO₂ emission transport mode

2050年は、2000年に対する人口減少率がDID
地区と非DID人口地区で同じとした場合



路線維持不可能かつ既存路線がない所では
自動車がCO₂排出が一番小さい交通体系となる。
このような地域が2050年には全国に広がる。

ESTの実現のためには、DID人口密度を
維持・上昇させる土地利用施策(コンパクト化策)や、
交通行動抑制施策(IT等)、公共交通への補助金投入
(採算性限界の閾値を下げる)等が必要

2000

2050

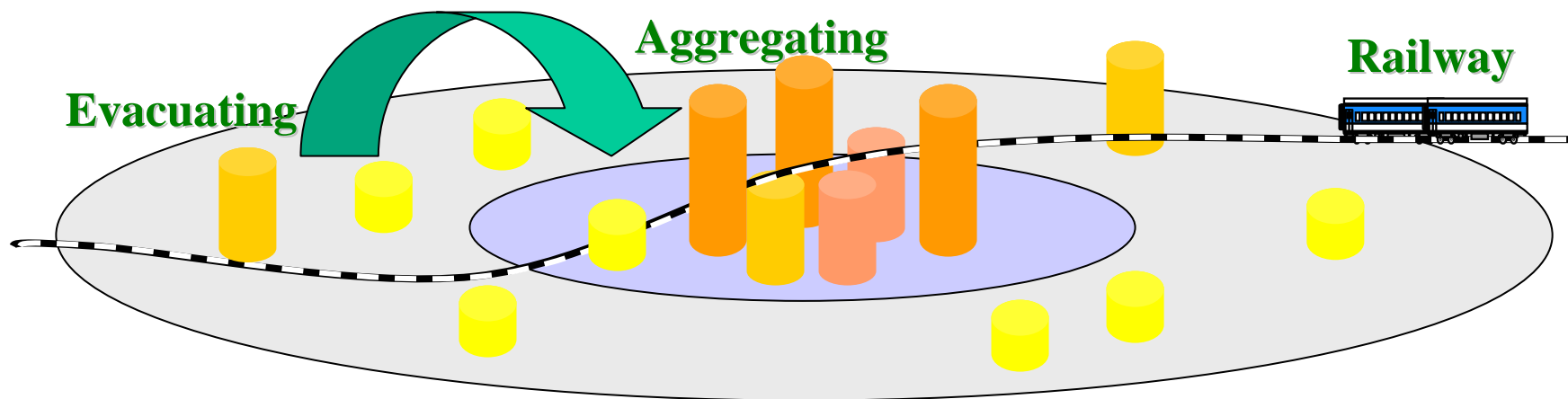
0

400km

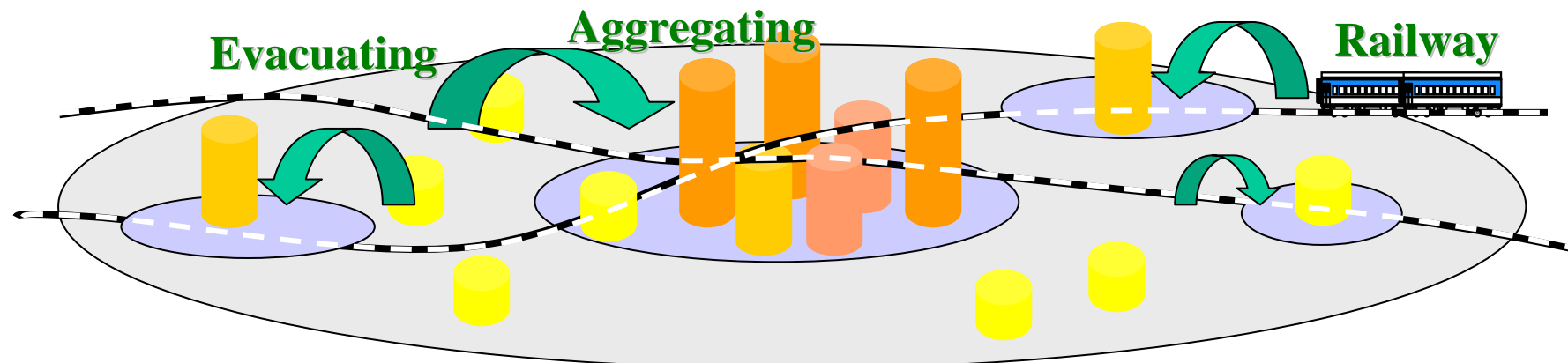
コンパクトシティ形成の2つの方向

Two strategies to lead to the compact urban area

Monocentric type (e.g. Aomori)



Polycentric type (e.g. Toyama)



新幹線の来る雪国という共通点。違いは？

「全国最先端のEST政策」富山市

“The most advanced EST package in Japan” –Toyama city

● 基幹公共交通の充実

- 既存の「どうしようもなかった」鉄道線(JR富山港線)をLRT化
- 鉄軌道整備・運営への積極的な関与・補助

● コンパクトシティ化

- 鉄軌道沿線への公共施設・
公営住宅の再配置
- そうしないと、合併で広くなった「スカスカの」市域が、魅力あるものとして維持できないという危機感が最大の動機

人にも地球にもやさしい「まち」
には、便利な基幹公共交通が
不可欠という認識

- 先祖がえりしただけだが・・・



コンパクトシティを支える交通システム

Transport system supporting compact city

- **まちなか**: 徒歩・自転車と、エレベータ的公共交通もしくはカーシェアリング(クルマは入れない)
- **まちへの出入り**: 公共交通が主。クルマはなるべく、郊外の駅(パークアンドライド)かまちの入口(フリンジパーキング)でせき止める
- **いなか**: クルマが基本だが、バス等がサポート
- **物流**: クルマが基本だが、鉄道でできるところは担当。新しい手段の開発が必要か?
ITで旅客交通は減らせても、物流は減らせない!
将来的には物流がクリティカルな問題になる

日本で既に導入されているBRT -名古屋の基幹バスとガイドウェイバス- BRT has already introduced in Nagoya, but partially



BRT (Bus Rapid Transit): 鉄道とバスの中間的公共交通システム
幹線公共交通充実に伴う環境改善効果が期待
現在の日本の都市の大半は立地拡散しているため
LRTよりもBRTの方が適している

私が考えるEST施策

- 「チームマイナス80%」への都市・交通のブレークスルー-

My ideas for realizing EST in Japan

-Breakthrough by urban & transport measures-

● 都市域不拡大宣言

- 人口減少下の現在もスプロール止まらず。「広がらない方が発展する」モデルへ
- 特に公共施設は駅勢圏内へ(駐車場附置義務から公共交通附置義務へ)

● 既存鉄軌道のトリアージ

- このままだと、2020年代には地方部から鉄道・路線バスがことごとく消える
- 必要なものは徹底的に近代化・エコ対応、そうでないものは適切な手段に切り替え
- 物流活用のためのイノベーションも

● 安価な基幹公共交通の徹底導入

- クルマに対して絶対的に優位なLRT・BRT普及のための踏み込んだ法・財政措置
- 道路財源見直しは焦点(環境税の視点)、駐車場税やロードプライシングも効果的
- 主要施設との連携、歩行者・自転車・自動車との組み合わせ

● エコ付加価値の低い移動を置き換える新手段の開発

- ニューモビリティ、ヴァーチャルモビリティとそれを組み込んだライフスタイル、ビジネススタイルのソリューション開発

● あらゆる段階でのモビリティマネジメント施策

- 都市・地域経営、生涯学習、ファッション局面でのエコ交通マインド浸透

● 担い手の養成

- ヒョーロン家はもういない。「求む！仕事人」

加藤博和

検索



”Think Globally, Act Locally”

CO₂を削減できる交通システムソリューションを研究しながら

「地域公共交通プロデューサー」として

地域の現場でよりよい公共交通を生み出す仕事にも取り組んでいます

ESTに対応できる モビリティ・ツールとは？

What is the adequate mobility tool for EST?

- 今までのモビリティ:いかに、速く快適に移動できるか？
- **これからのモビリティ:いかに、移動によって「より質の高い生活機会に」「少ない環境負荷で」アクセスできるか？**
 - 自動車だけでは対応できない局面が多い
 - 環境負荷が小さく「乗合」「相乗り」できるモードが必要
 - しかし、対応できるモビリティ・ツールのヴァリエーションは貧弱(鉄軌道？ 自転車？)
 - 移動状況に応じて、環境負荷が小さく使いやすいモードを開発する必要
- **モビリティ・ツール(交通)とまちづくり(土地利用)とのセット**
 - 線引き(土地利用規制)ができないとすれば、コンパクト・シティのQOLを支えるモビリティ・ツールが社会的ニーズ
 - 「窮屈でないコンパクトシティ」のための要素技術の必要性