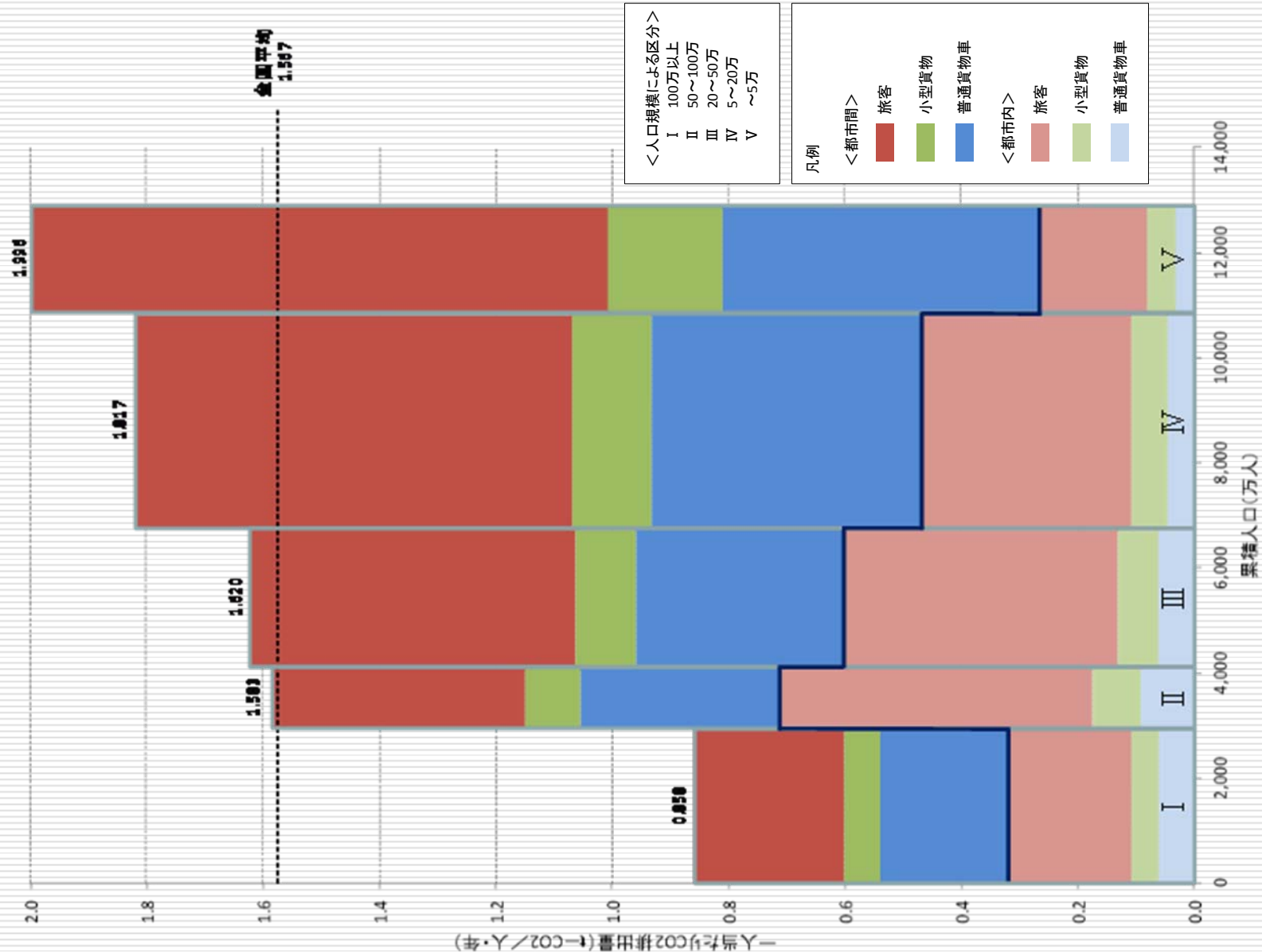


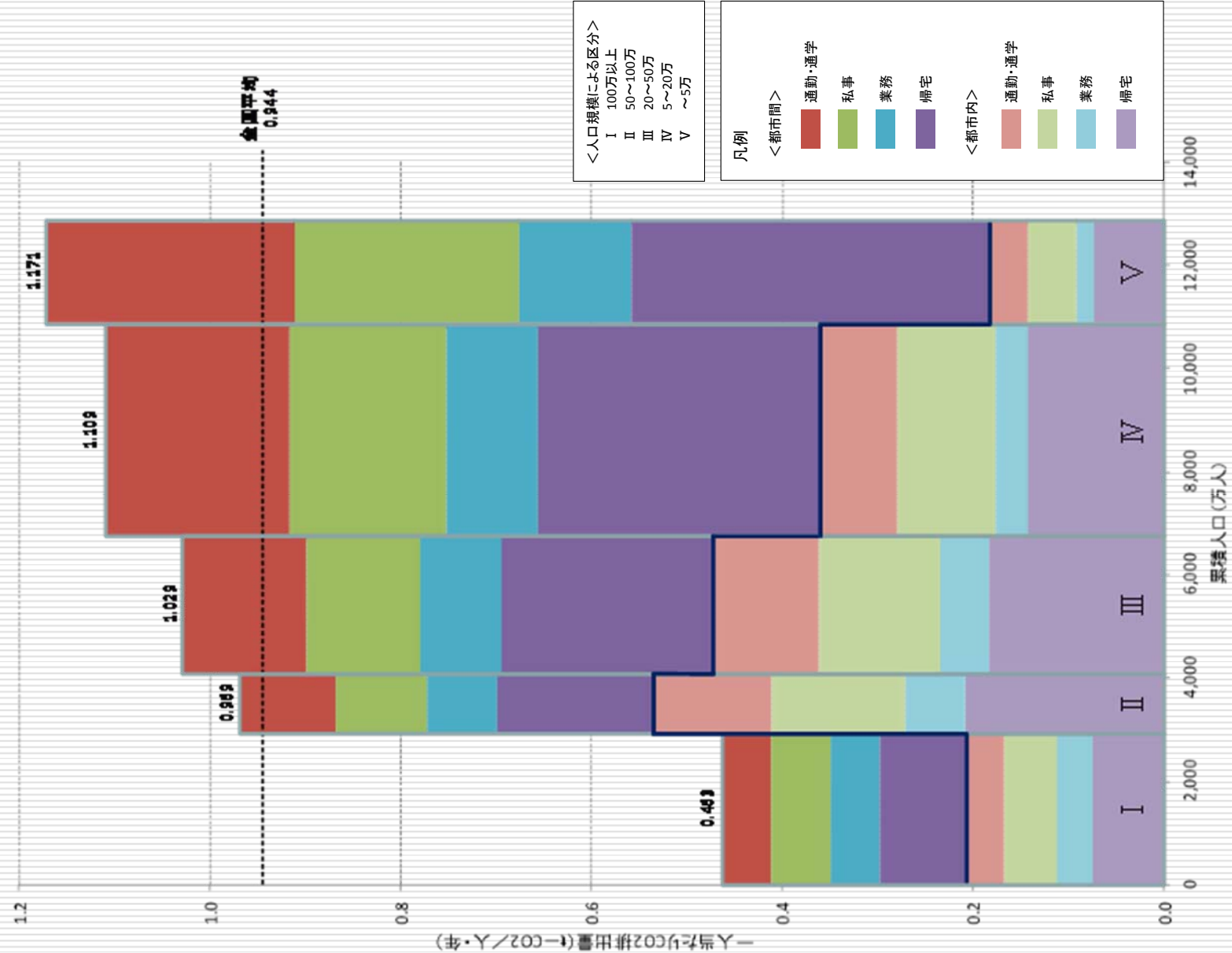
人口規模別の自動車CO2排出量(旅客+貨物)

自動車・旅客+自動車・貨物



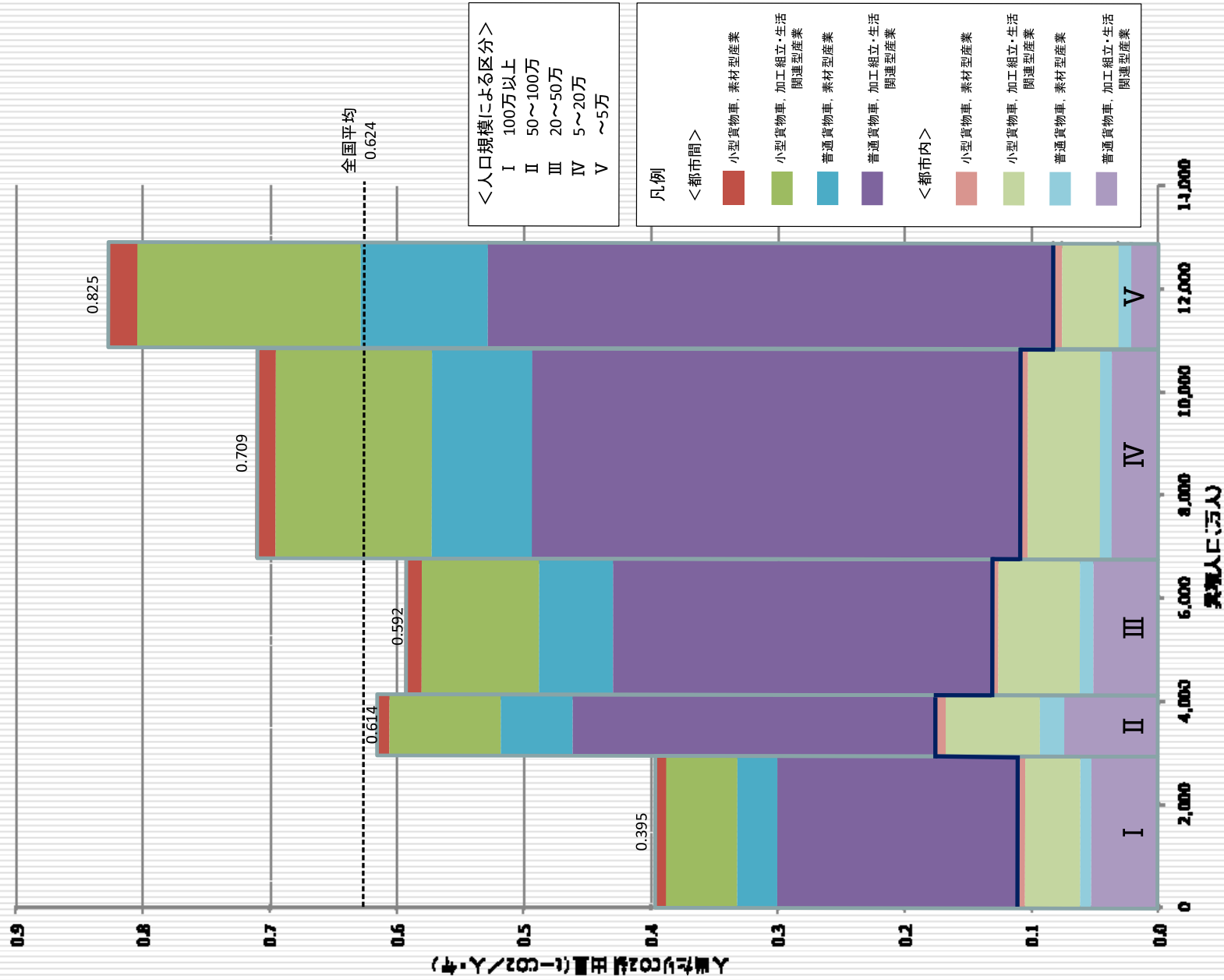
人口規模別の自動車CO2排出量(旅客)

自動車・旅客



人口規模別の自動車CO2排出量(貨物)

自動車・貨物



(1)交通モデル(全国版)による推計
②リニア新幹線整備による経済効果予測

リニア新幹線整備によるCO2排出量の推計方法①

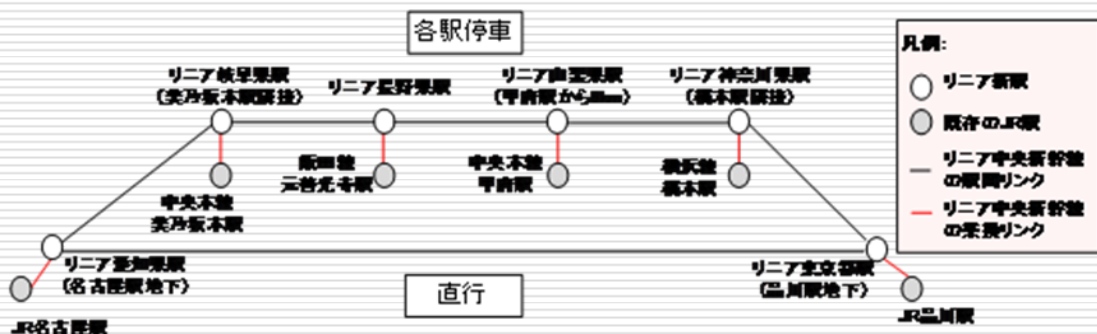
✓ H22時点での鉄道ネットワークを現状のネットワークとし、2030年時点までに計画されているリニア新幹線の品川～名古屋間が開通した場合のCO2排出量を推計する。

分析方法:リニア新幹線整備による交通量等の変化からCO2排出量への影響を交通モデルで推計

- リニア新駅は、品川～名古屋間下表通り設置されると想定し、下図通り新たなネットワークを設定した。
- リニア新幹線のネットワークは、すべての中間駅に停車するリンクと品川から名古屋まで直行するリンクの2通りを設定した。
- モデル上は、鉄道費用が低下した場合の交通量・手段分担率等の変化からCO2排出量を交通モデルから推計する。

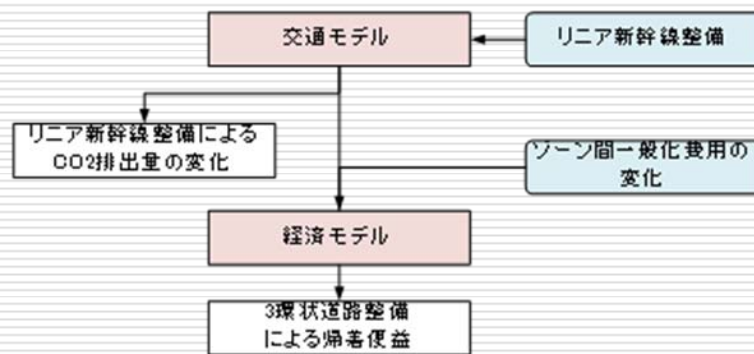
リニア新幹線整備による新駅設定とネットワーク構造

	愛知県駅	岐阜県駅	長野県駅	山梨県駅	神奈川県駅	東京都駅
位置	名古屋駅地下	美乃坂本駅隣接	元善光寺駅まで1.1km	甲府駅まで10km	橋本駅隣接	品川駅地下



リニア新幹線整備によるCO2及び帰着便益の計測

リニア新幹線整備によるCO2排出量および帰着便益の計測は、交通モデルと経済モデルを用いて以下の通りを行う。

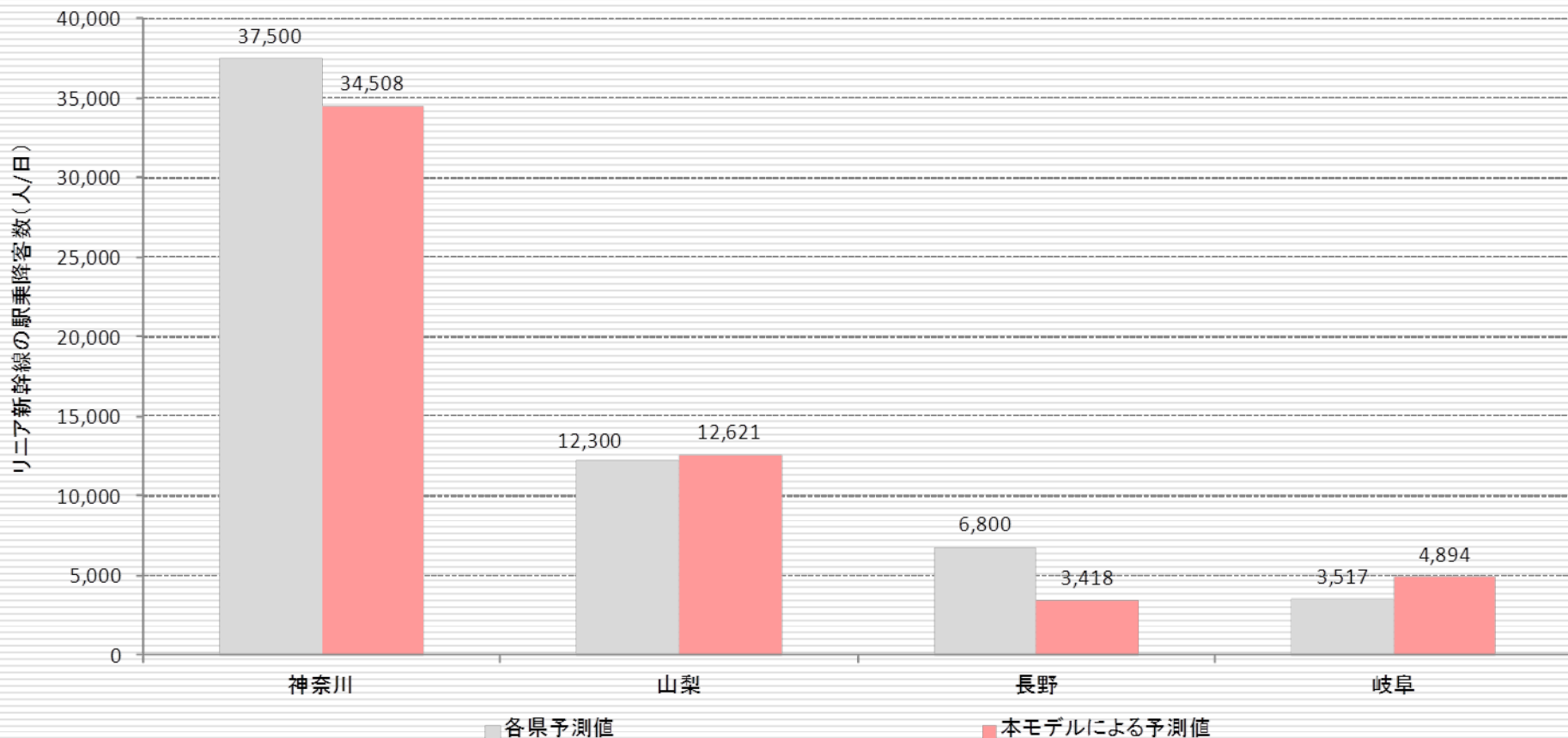


$$EV_i = \frac{U_i^w - U_i^o}{U_i^o} \cdot I_i^o, \quad EV = \sum_i EV_i$$

EV: 等価変分、U^w: 施策なしの効用
 U^o: 施策ありの効用、I^o: 施策なしの所得
 i: ゾーンを表す添え字

リニア新幹線整備の交通需要予測

- ✓ 交通モデルを用いたリニア新幹線各駅の乗降客数の予測値は以下の通りとなった。
- ✓ 交通モデルによる予測値では、自動車等からリニア新幹線への手段転換を考慮した値となっている。



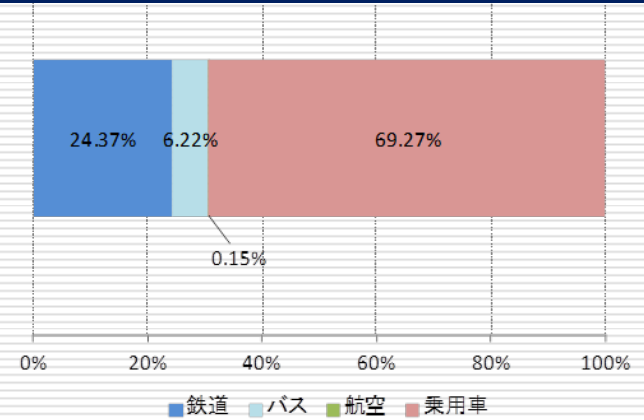
リニア新幹線整備によるCO2排出量の推計結果①

- ✓リニア新幹線整備によるCO2排出量は、現況と比較し全国で946.6(万トンCO2/年)、4.7%減少する。
- ✓主に各駅停車型(すべての中間駅に停車)のリンクで自動車からリニア中央新幹線への転換が起るためである。

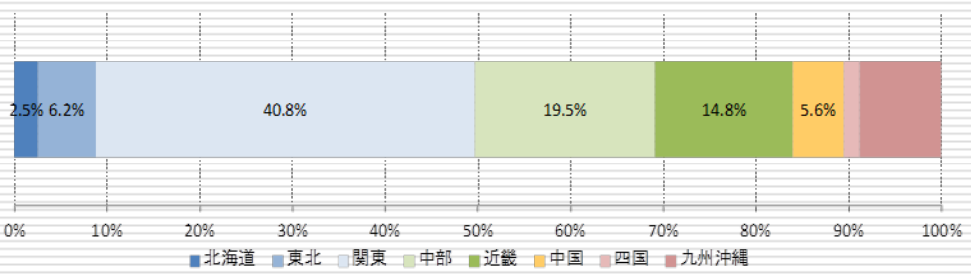
リニア新幹線整備によるCO2排出量の変化率

現況のCO2排出量 (万t-CO2)	リニア新幹線整備時のCO2排出量 (万t-CO2)	リニア新幹線整備によるCO2変化量 (万t-CO2)	リニア新幹線整備によるCO2変化率 (%)
20,063.0	19,116.4	-946.6	-4.7%

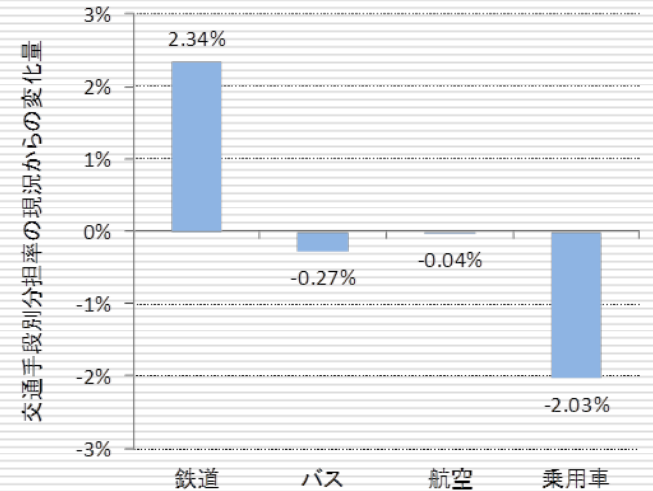
現況の交通手段分担率



リニア新幹線整備CO2削減量の地域別割合



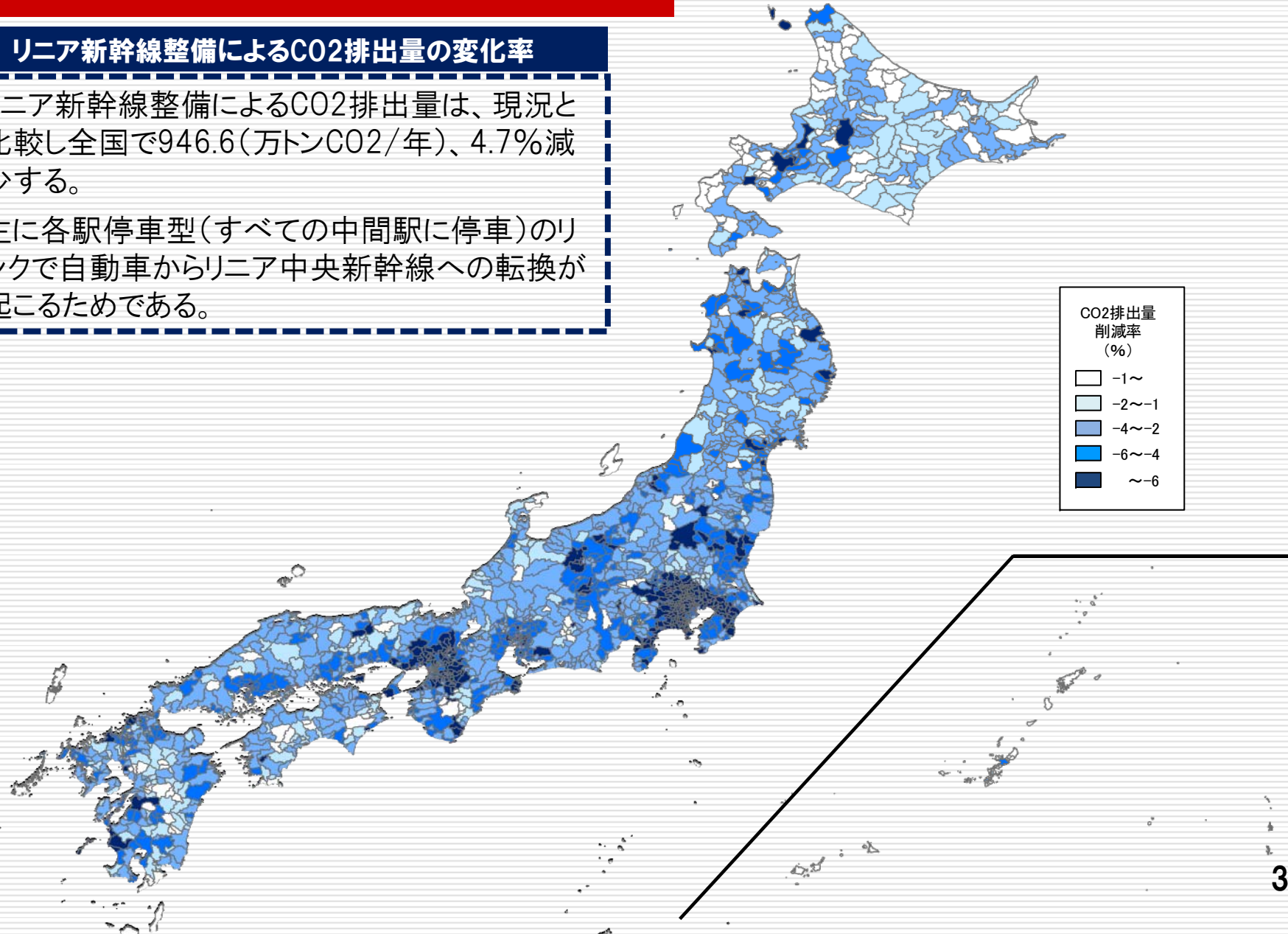
交通手段分担率の現況からの変化量



リニア新幹線整備によるCO2排出量の推計結果②

リニア新幹線整備によるCO2排出量の変化率

- ✓リニア新幹線整備によるCO2排出量は、現況と比較し全国で946.6(万トンCO2/年)、4.7%減少する。
- ✓主に各駅停車型(すべての中間駅に停車)のリンクで自動車からリニア中央新幹線への転換が起るためである。



(2) 経済モデル、交通モデル(全国版)による推計

**① 市町村別のCO2排出削減ポテンシャルと
経済への影響推計(ガソリン税導入の場合)**

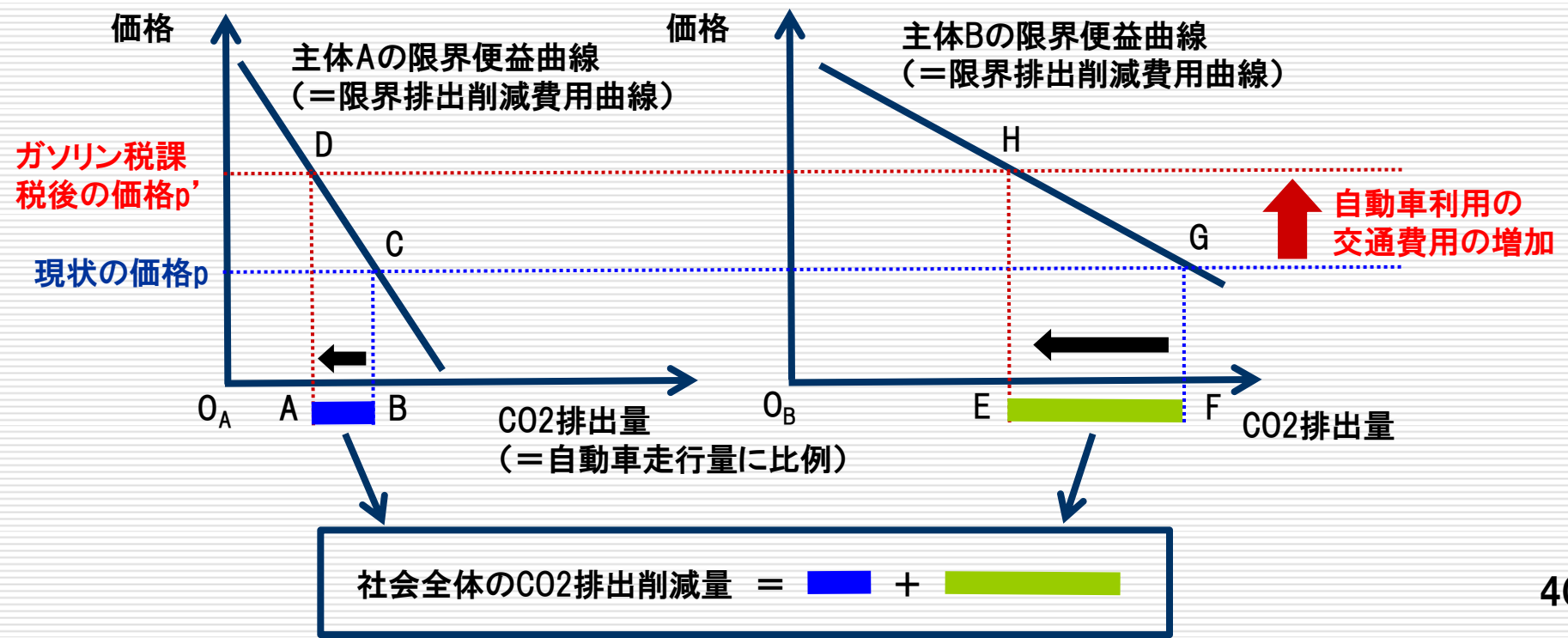
限界排出削減費用一定の削減ポテンシャル①

- ✓ガソリン税課税により、各主体は自らの限界排出削減費用が新たな自動車利用の価格(単位排出量当たり)と等しくなるまで自動車利用を減少させる。
- ✓このとき、全ての主体の限界排出削減費用は等しくなり、また社会全体のCO2排出削減費用が最小化される。(交通費用加算分はピグー税に相当)

最も限界削減費用の小さい主体から削減を行うことが排出削減費用の合計を最小化



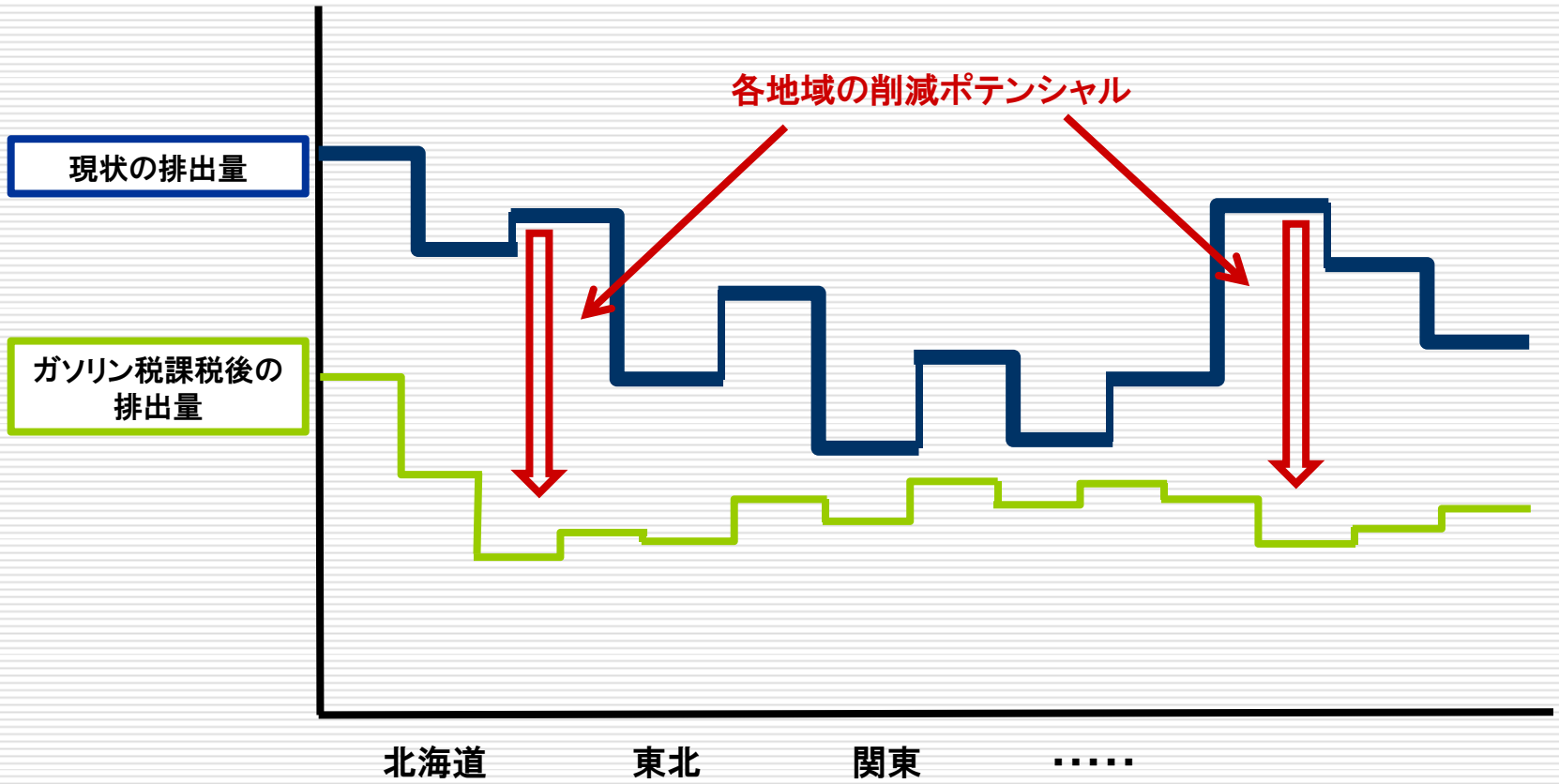
削減主体間の限界削減費用が等しく



限界排出削減費用一定の削減ポテンシャル②

- ✓現状の排出量や限界排出削減費用は地域によって異なるため、結果として達成される削減量も地域別に異なる。
- ✓これを地域別の削減割当てと考える。これは、社会全体での削減量を達成する際に、最小の費用で行うという意味で効率的な割当てとなる。

各市町村の一人当り
CO2排出量(運輸部門)



市町村別のCO2排出削減ポテンシャルの推計方法①

- ✓ 貨物モデルを含む交通モデルを用いて、1,500円/Lのガソリン税を全国一律に導入した場合の削減費用を最小化する地域別CO2削減量を試算する。
- ✓ これにより、国全体の削減目標を達成しなければならない場合に、地域別で削減費用を最小化するCO2削減量(=削減ポテンシャル、削減量割当て)を試算した。

削減費用最小化の条件

$A_i(y_i)$ をCO2削減費用関数とすると、社会全体の削減目標 \bar{Y} を達成するための費用最小化問題は以下のように定式化できる。

$$\min \sum_{i=1}^n (A_i(y_i)) \quad \text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^n y_i = \bar{Y} \quad \text{ただし、} i \text{ はゾーンを表すラベル}$$

この問題のラグランジュアンは以下の通りである。

$$L = \min \sum_{i=1}^n (A_i(y_i)) + \lambda \left[\sum_{i=1}^n y_i - \bar{Y} \right]$$

一階の条件より

$$MAC_i(y_i) = \lambda, \forall i \quad \text{ただし、} MAC_i \text{ は限界削減費用}$$

つまり、社会全体のCO2削減費用を最小化するためには、すべてのゾーン i での限界削減費用が等しくならなければならない。

今、 $A_i(y_i)$ が観察できない場合、

$$\lambda = 1,500 \text{円/L}$$

と設定したときの社会全体のCO2削減目標 \bar{Y} を交通モデルより得ることができる。したがって、 \bar{Y} はガソリン税1,500円/Lを導入した場合のCO2削減可能量であり、そこから求められる y_i は、 \bar{Y} を費用最小で達成する地域ごとの最適CO2削減量である。

市町村別のCO2排出削減ポテンシャルの推計方法②

分析方法：全国一律にガソリン税導入による道路利用の交通費用を加算し、モデルを実行

- 全国一律に、ガソリン1リットル当たり1,500円のガソリン税が適用されるものとして、自動車利用の交通費用を更新し、モデルを実行する。
- 自動車の燃費を10km/Lと仮定すると、1,500円/Lのガソリン税は、走行距離1km当たり150円の交通費用に相当する。
- モデル上は、各ODの道路利用の一般化費用を、交通費用加算を考慮した値に更新。

$$t'_{ij} = t_{ij} + t_{ij}^c$$

(更新後の一般化費用) = (更新前の一般化費用) + (交通費用加算分)

2010年の現状交通ネットワークでのガソリン税導入によるCO2削減

2010年における現状交通ネットワークを固定として、ガソリン税導入によるCO2削減量を推計する。

ゾーン別のCO2排出量の推計式

ゾーン別のCO2排出量は、交通モデルから出力するゾーン間自動車台トリップ、速度、距離を用いて、下式により推計する。

$$CO2_i = \sum_j CO2_{ij} = \sum_j \left[d_{ij} \cdot l_{ij} \cdot f(v_{ij}) \right]$$

$CO2_{ij}$:ゾーンij間のCO2排出量、 $CO2_i$:ゾーンのCO2排出量

d_{ij} :ゾーンij間の台トリップ、 l_{ij} :ゾーンij間の距離

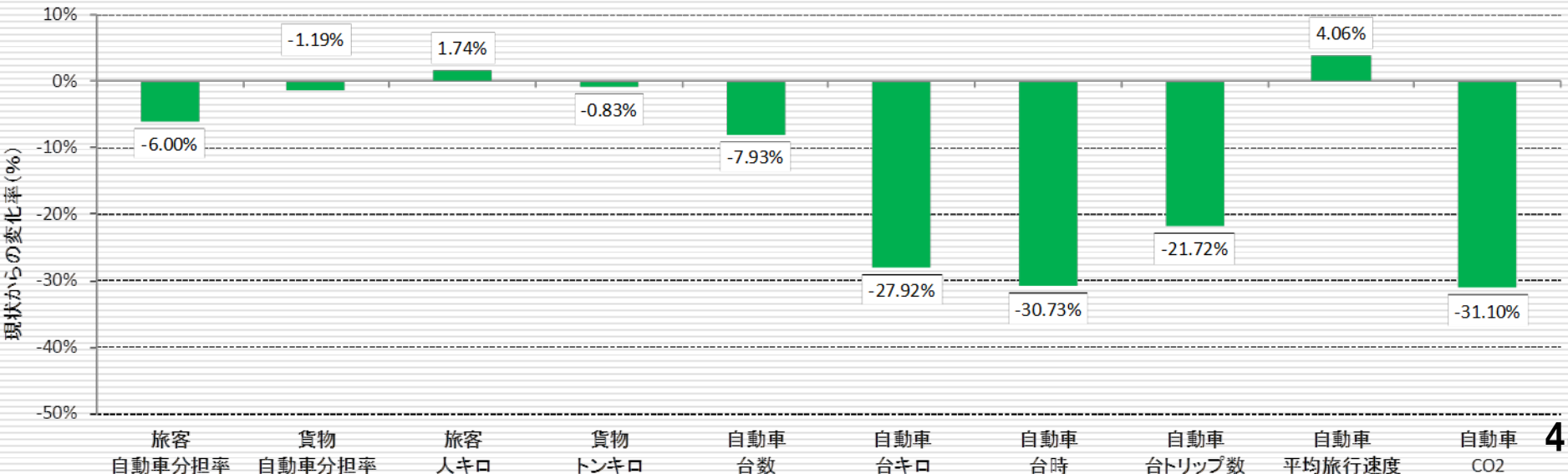
v_{ij} :ゾーンij間の速度(距離を所要時間で割ること算出)

$f(v_{ij})$:ゾーンij間の速度別CO2排出係数(車種別に設定)

ガソリン税導入による運輸関連指標の変化①

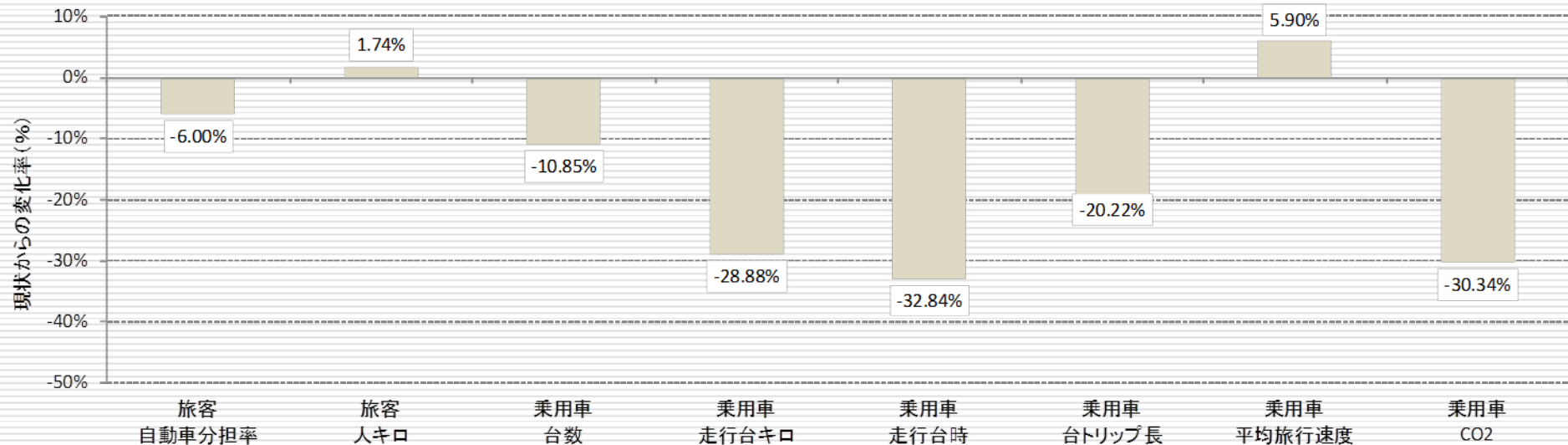
- ✓ガソリン税1,500円/Lの導入による自動車CO2の削減効果は、全体で-31.1%となった。
- ✓旅客については、鉄道等への転換により自動車分担率は減少し、走行台キロが減少、平均旅行速度が上昇して乗用車CO2は減少する。
- ✓一方、貨物については、普通貨物車の燃費が小型貨物の燃費の2倍であることから、ガソリン税導入による走行台キロへの影響は、普通貨物で大きい。
- ✓普通貨物は小型貨物と比較して長距離トリップの占める割合が高い。長距離トリップは短距離と比較して走行速度が高いため、普通貨物の減少が旅行速度の低下に寄与している。
- ✓また、普通貨物は小型貨物と比較してCO2排出原単位が大きい。そのため、貨物においては走行台キロの減少率より自動車CO2の減少率が大きくなっていると考えられる。

ガソリン税導入による運輸関連指標の変化

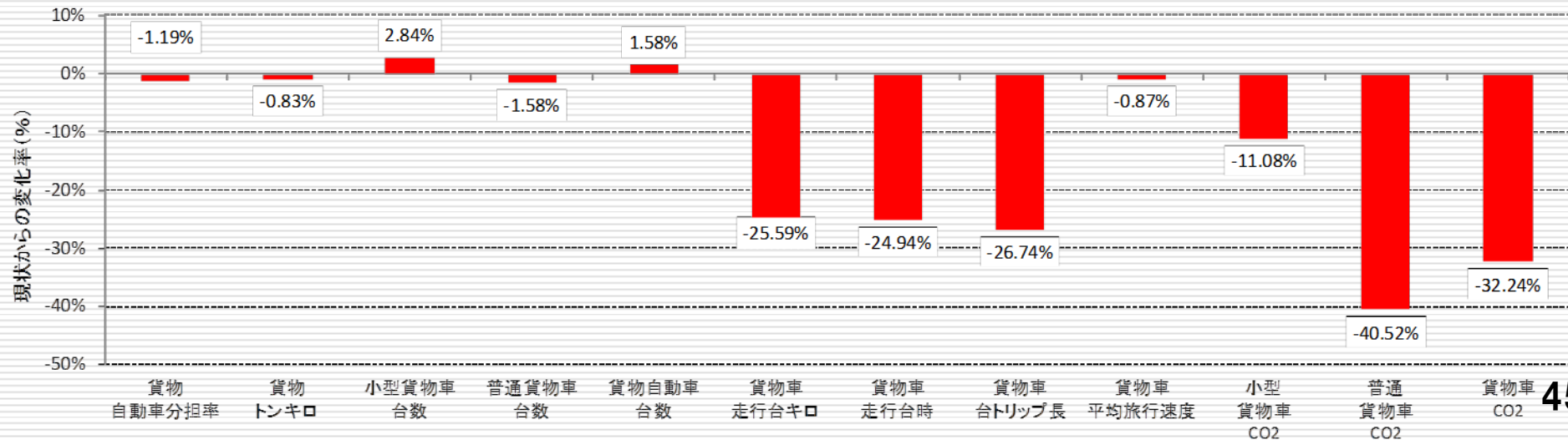


ガソリン税導入による運輸関連指標の変化②

ガソリン税導入による運輸関連指標の変化(旅客)



ガソリン税導入による運輸関連指標の変化(貨物)



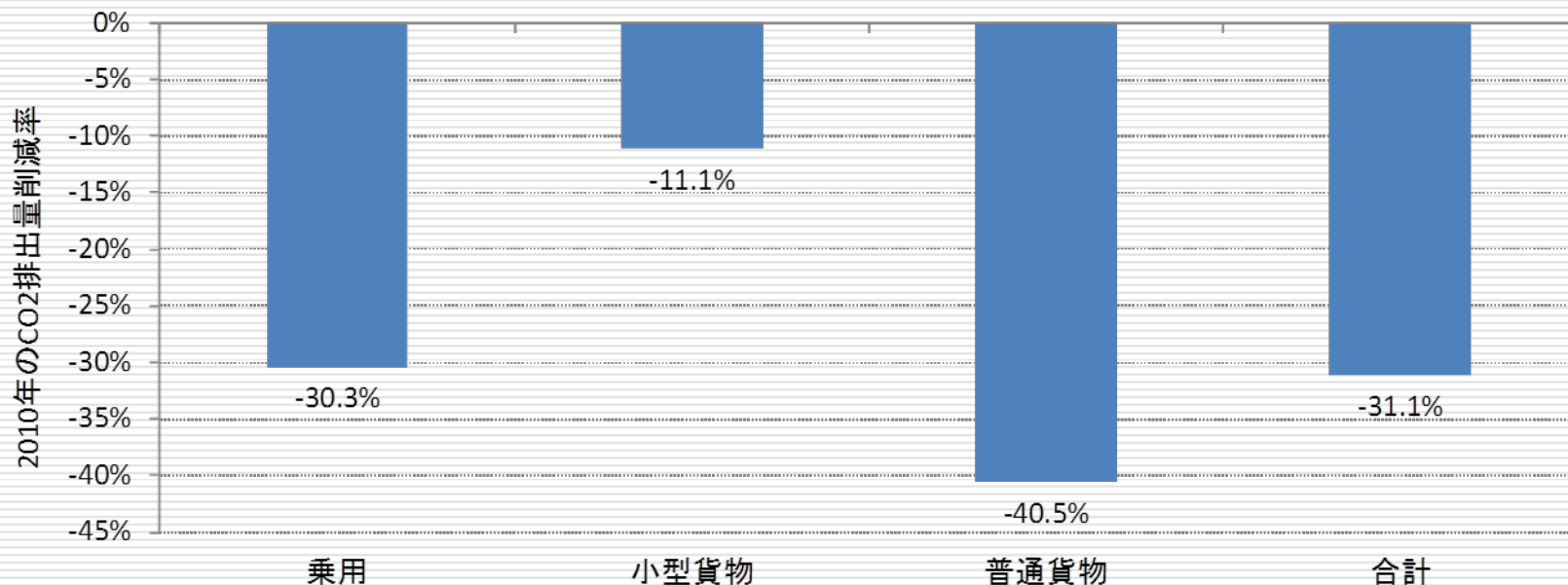
ガソリン税導入によるCO2排出削減量の推計結果

- ✓ガソリン税1,500円/L導入による削減効果は自動車全体で-31.1%となった。
- ✓うち、乗用車は-30.3%、貨物では小型貨物-11.1%、普通貨物-40.8%となり、貨物では普通貨物の影響が大きい。

2010年のガソリン税導入によるCO2排出量削減率

(単位:千トン-CO2/年)

	乗用	小型貨物	普通貨物	合計
現状(Do Nothing)	120,583	22,512	57,535	200,630
現状(Do Nothing) +ガソリン税導入	83,995	20,018	34,223	138,236
with-without	-36,588	-2,494	-23,312	-62,394
with/without-1	-30.34%	-11.08%	-40.52%	-31.10%



ゾーン別CO2排出量への影響(全車種)

2010年のCO2排出削減量

CO2削減量は大都市と工業地帯沿いで多い

2010年のCO2排出量削減率

CO2排出削減率は大都市と人口5万人以下の市町村で高い

全車種

凡例
CO2排出量削減量
(千トン-CO2/年)



凡例
CO2排出量削減率
(%)



ゾーン別CO2排出量への影響(乗用車)

2010年のCO2排出削減量

乗用車のCO2削減量は大都市と沿岸部が多い

2010年のCO2排出量削減率

乗用車のCO2排出削減率は、特に大都市と人口5万人以下の市町村で高い

乗用車

凡例
CO2排出量削減量
(千トン-CO2/年)



凡例
CO2排出量削減率
(%)



ゾーン別CO2排出量への影響(小型貨物)

2010年のCO2排出削減量

小型貨物は、普通貨物と比べてガソリン税導入による削減量が少ない。

2010年のCO2排出削減率

小型貨物のCO2排出削減率は、一部大都市を除き、地方圏の人口5万人以下のゾーンで高い。

小型貨物

凡例
CO2排出量削減量
(千トン・CO2/年)



凡例
CO2排出量削減率
(%)



ゾーン別CO2排出量への影響(普通貨物)

2010年のCO2排出削減量

普通貨物のCO2削減量は、工業地帯沿いの都市の削減量が多い。

2010年のCO2排出削減率

普通貨物ではガソリン税導入による影響が大きく、CO2排出削減率が高いゾーンが全国的に多い。

普通貨物

凡例
CO2排出量削減量
(千トン・CO2/年)



凡例
CO2排出量削減率
(%)



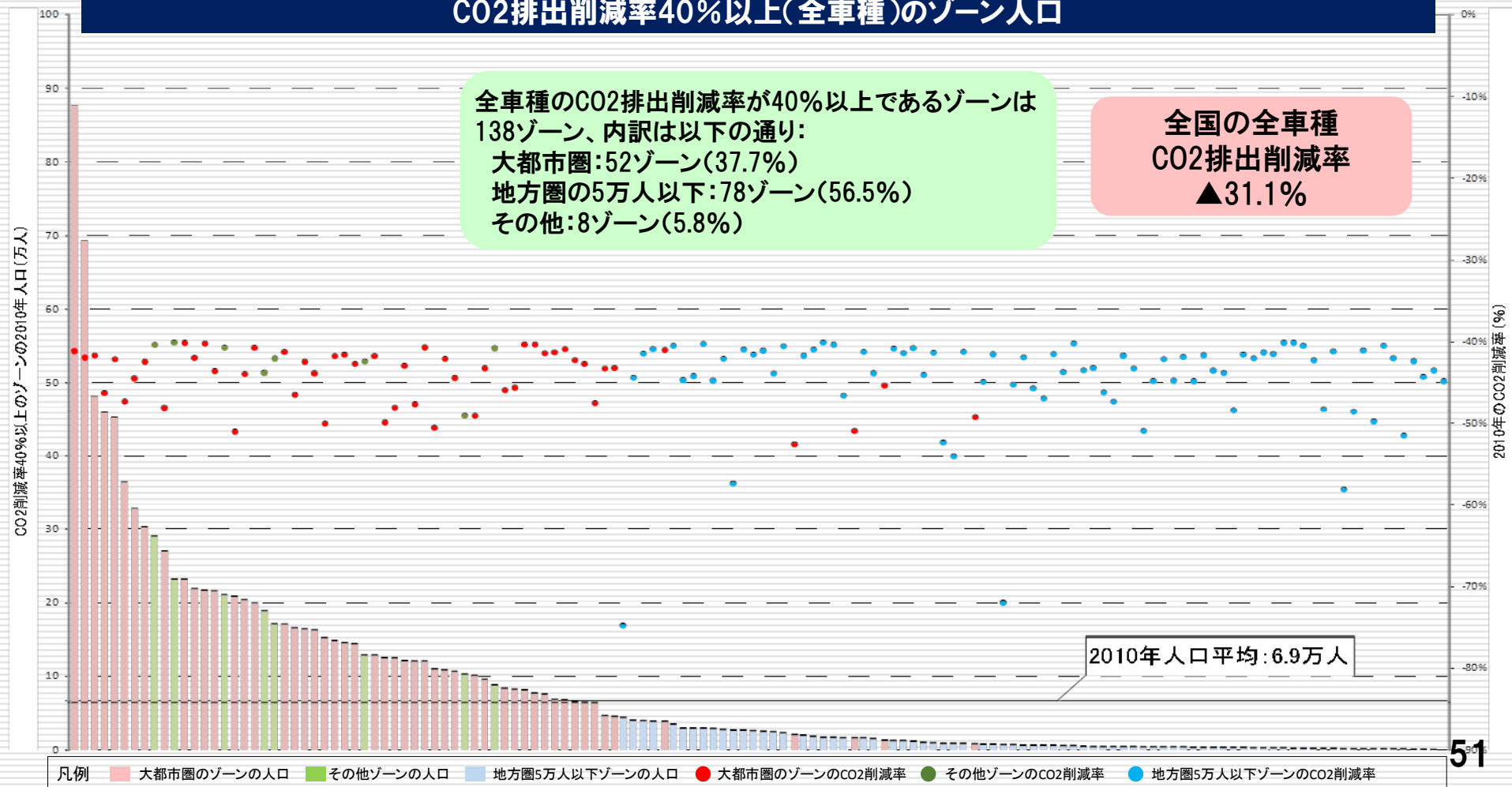
C02排出量削減率40%以上(全車種)のゾーン別人口と削減率

- ✓ ガソリン税1,500円/L導入によってC02排出量が40%以上削減される都市を列挙した。
- ✓ 大都市圏と人口5万人以下の市町村で、削減率が40%を超えるところが多い結果となっている。

C02排出削減率40%以上(全車種)のゾーン人口

全車種のC02排出削減率が40%以上であるゾーンは138ゾーン、内訳は以下の通り:
 大都市圏:52ゾーン(37.7%)
 地方圏の5万人以下:78ゾーン(56.5%)
 その他:8ゾーン(5.8%)

全国の全車種
 C02排出削減率
 ▲31.1%



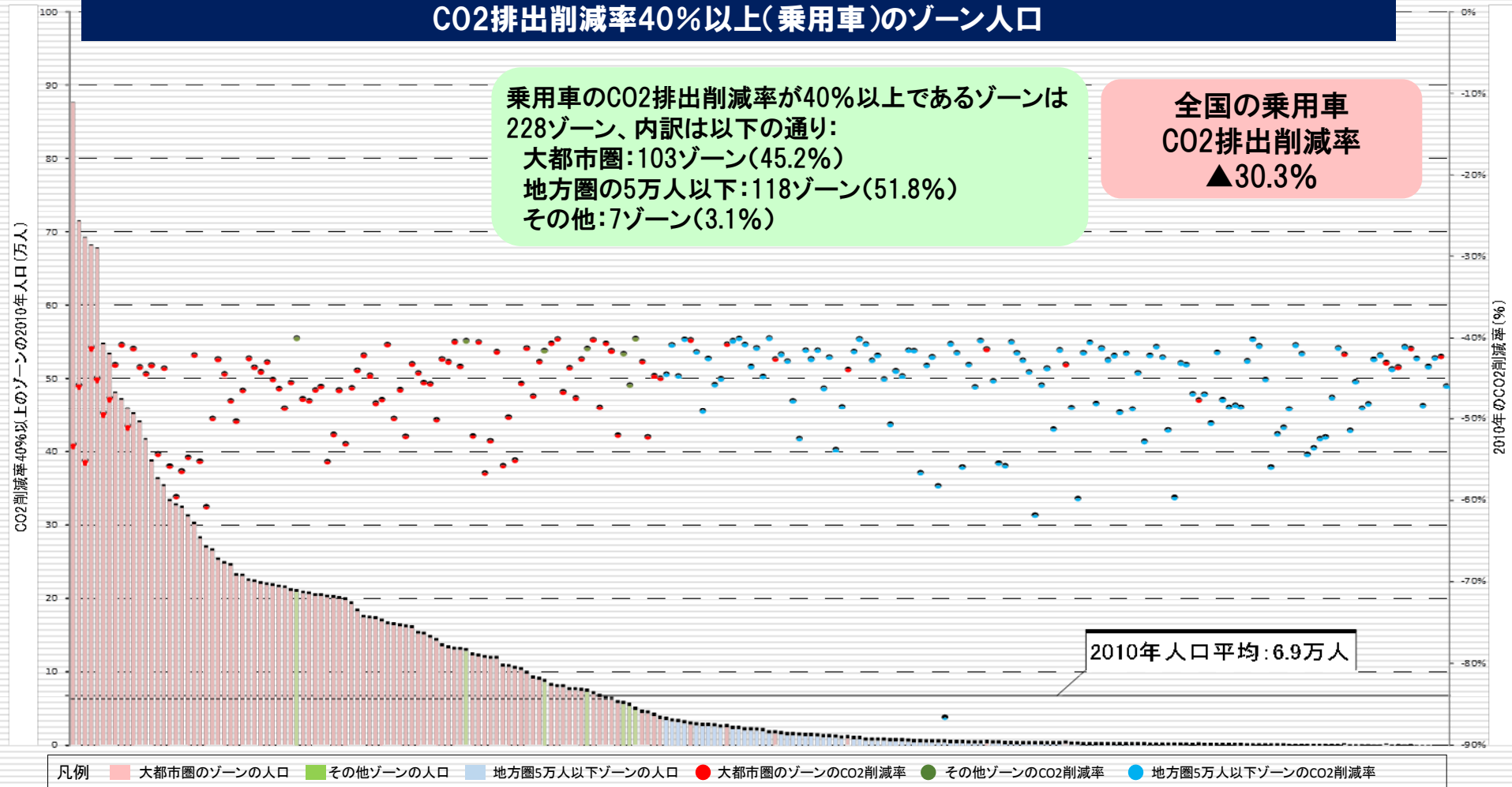
C02排出量削減率40%以上(乗用車)のゾーン別人口と削減率

- ✓ 旅客に関しては、地下鉄などの公共交通が整備されている都市部では鉄道への転換が大きくC02削減への影響が大きい。
- ✓ また、地方の小都市では、行先の変更などによる自動車トリップ長の短縮によるC02削減が大きい。

C02排出削減率40%以上(乗用車)のゾーン人口

乗用車のC02排出削減率が40%以上であるゾーンは228ゾーン、内訳は以下の通り:
大都市圏:103ゾーン(45.2%)
地方圏の5万人以下:118ゾーン(51.8%)
その他:7ゾーン(3.1%)

全国の乗用車
C02排出削減率
▲30.3%



※乗用車のC02排出量削減率が40%以上である228ゾーンを表示

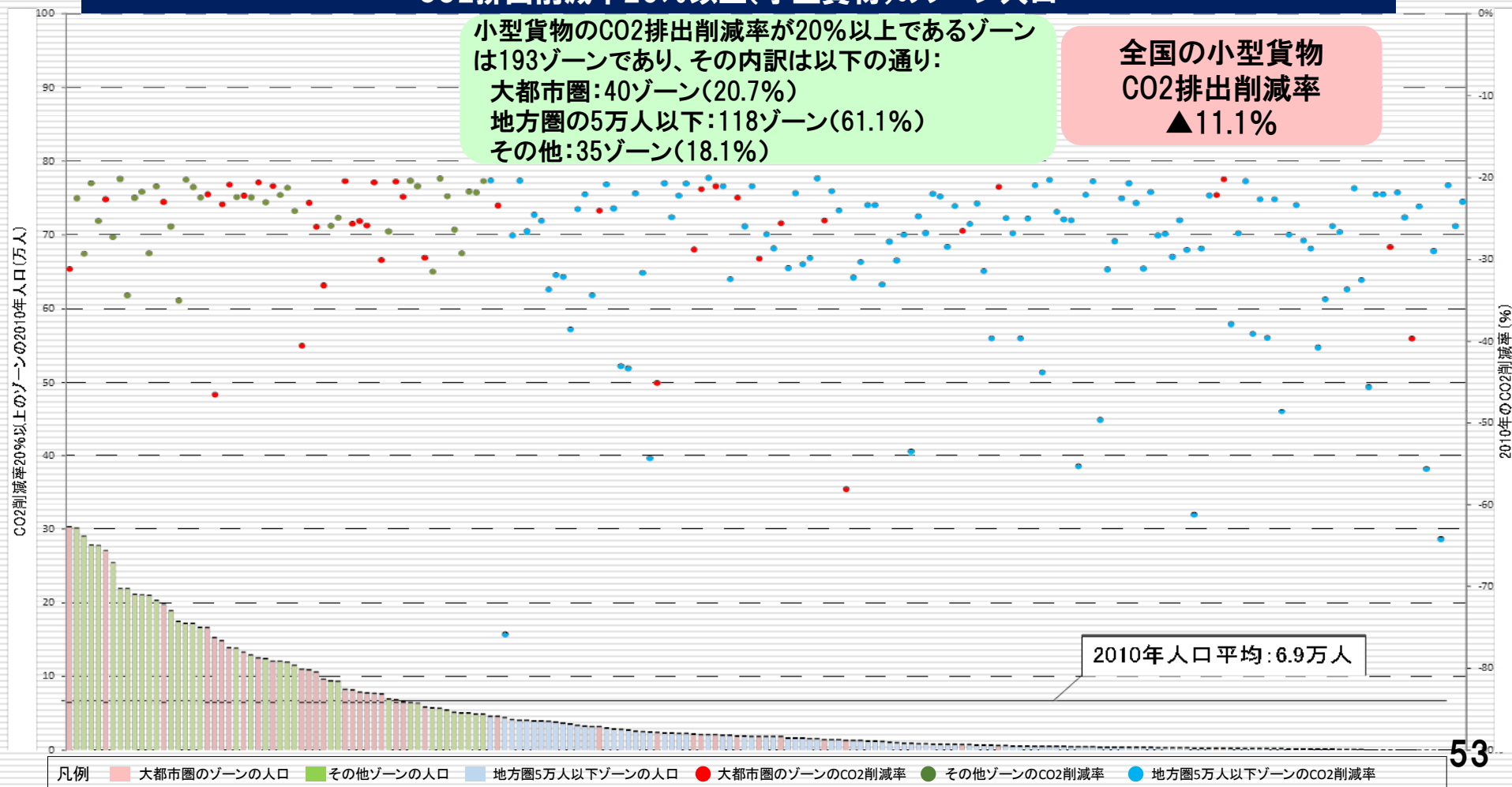
C02排出量削減率20%以上(小型貨物)のゾーン別人口と削減率

- ✓ 小型貨物に関しては、燃費が普通貨物の1/2であることからガソリン税導入による影響は比較的小さい。
- ✓ 削減率が20%を超えるゾーンは1地方圏の5万人以下の市町村に多く、大都市圏で少ない傾向にある。

C02排出削減率20%以上(小型貨物)のゾーン人口

小型貨物のCO2排出削減率が20%以上であるゾーンは193ゾーンであり、その内訳は以下の通り:
 大都市圏:40ゾーン(20.7%)
 地方圏の5万人以下:118ゾーン(61.1%)
 その他:35ゾーン(18.1%)

全国の小型貨物
 CO2排出削減率
 ▲11.1%



※小型貨物車のCO2排出量削減率が20%以上である193ゾーンを表示

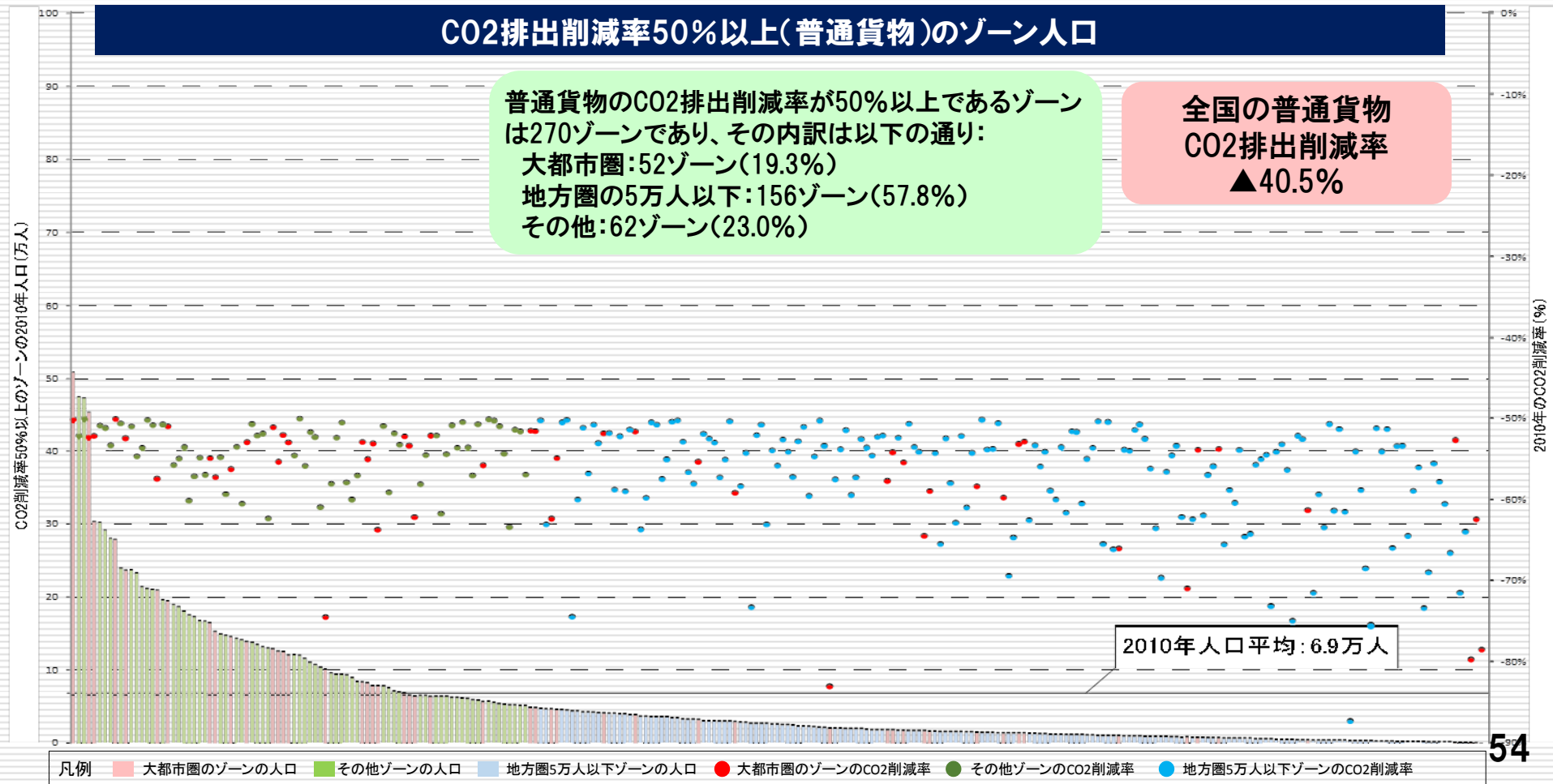
C02排出量削減率50%以上(普通貨物)のゾーン別人口と削減率

- ✓ 普通貨物は小型貨物と比較して燃費が2倍であり、ガソリン税導入による交通費用増大の影響が大きく、大都市よりも地方圏5万人以下やその他の都市での削減率が高い。
- ✓ そのため、自動車トリップ長の減少に加えて、自動車から鉄道・海運などへのモーダルシフトもあり、CO2排出削減率は全体で▲40.5%と、CO2排出削減への影響が非常に大きい。

C02排出削減率50%以上(普通貨物)のゾーン人口

普通貨物のCO2排出削減率が50%以上であるゾーンは270ゾーンであり、その内訳は以下の通り:
大都市圏:52ゾーン(19.3%)
地方圏の5万人以下:156ゾーン(57.8%)
その他:62ゾーン(23.0%)

全国の普通貨物
CO2排出削減率
▲40.5%

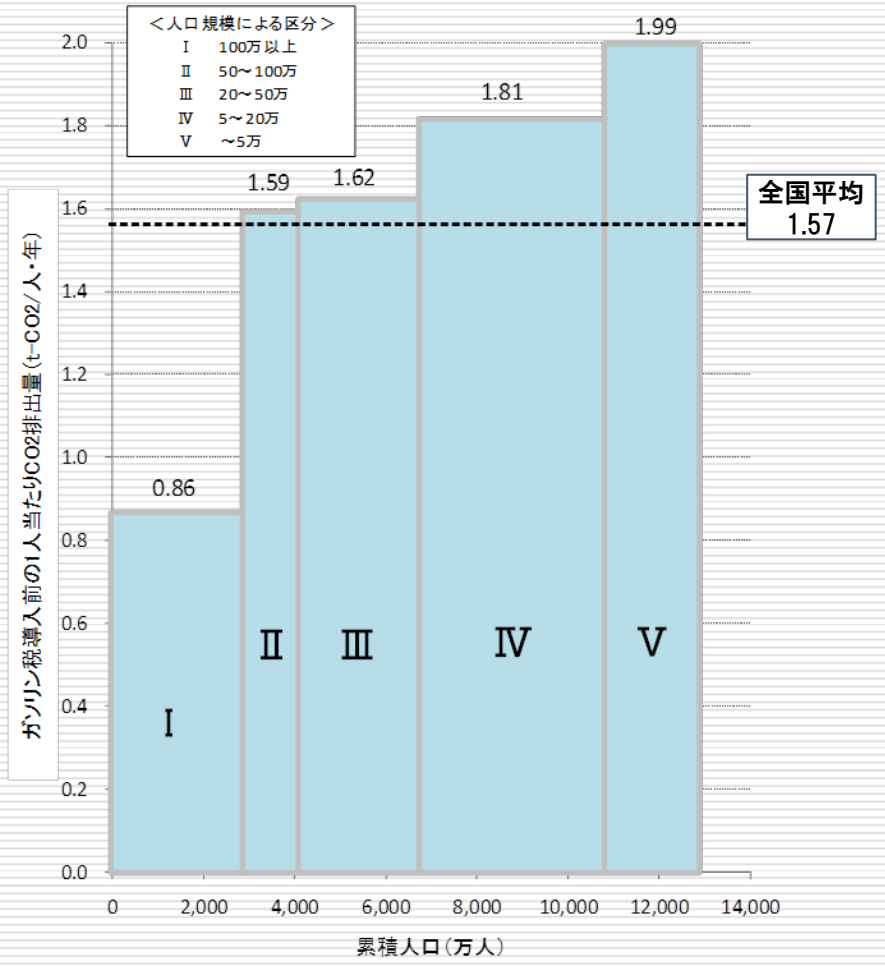


※普通貨物車のCO2排出量削減率が50%以上である270ゾーンを表示

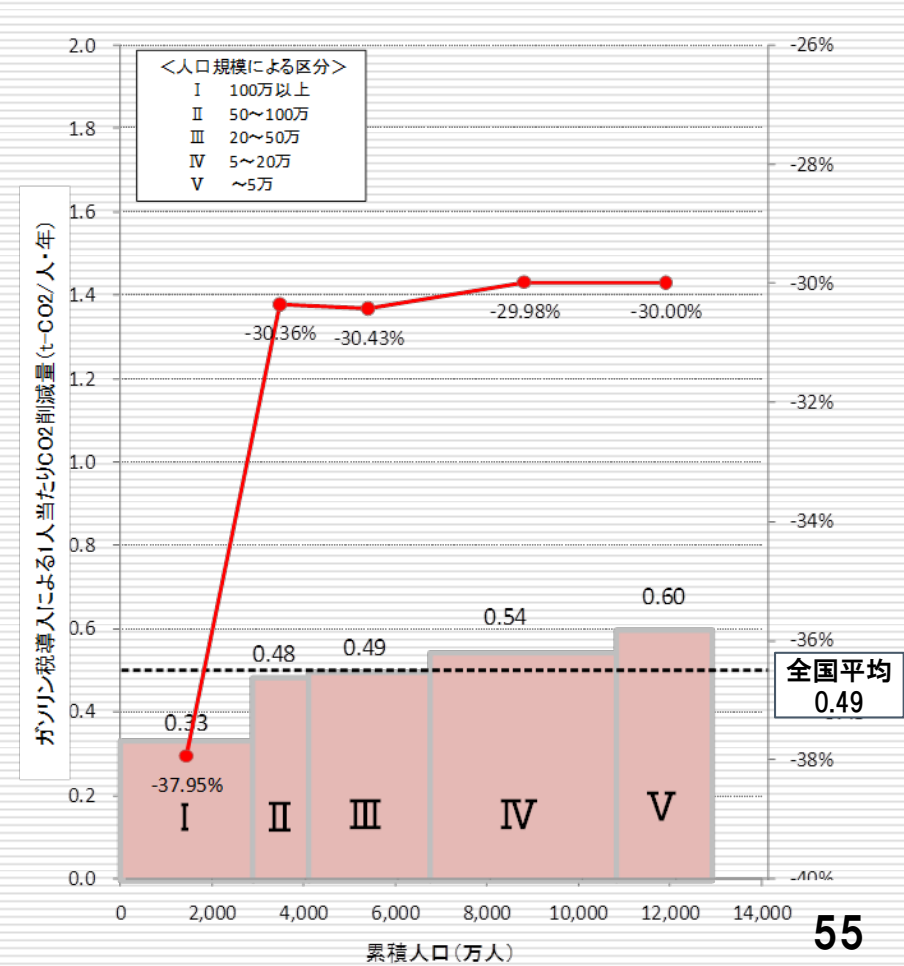
人口規模別の1人当たりCO2排出量および削減量

✓ 1人当たりCO2排出量を人口規模別にみると、ガソリン税導入によるCO2排出削減効果は、削減量では人口5万人以下の市町村が最も大きく、削減率では人口100万人以上の都市で大きい。

ガソリン税導入前の人口規模別1人当たりCO2排出量



ガソリン税導入による人口規模別1人当たりCO2排出削減量

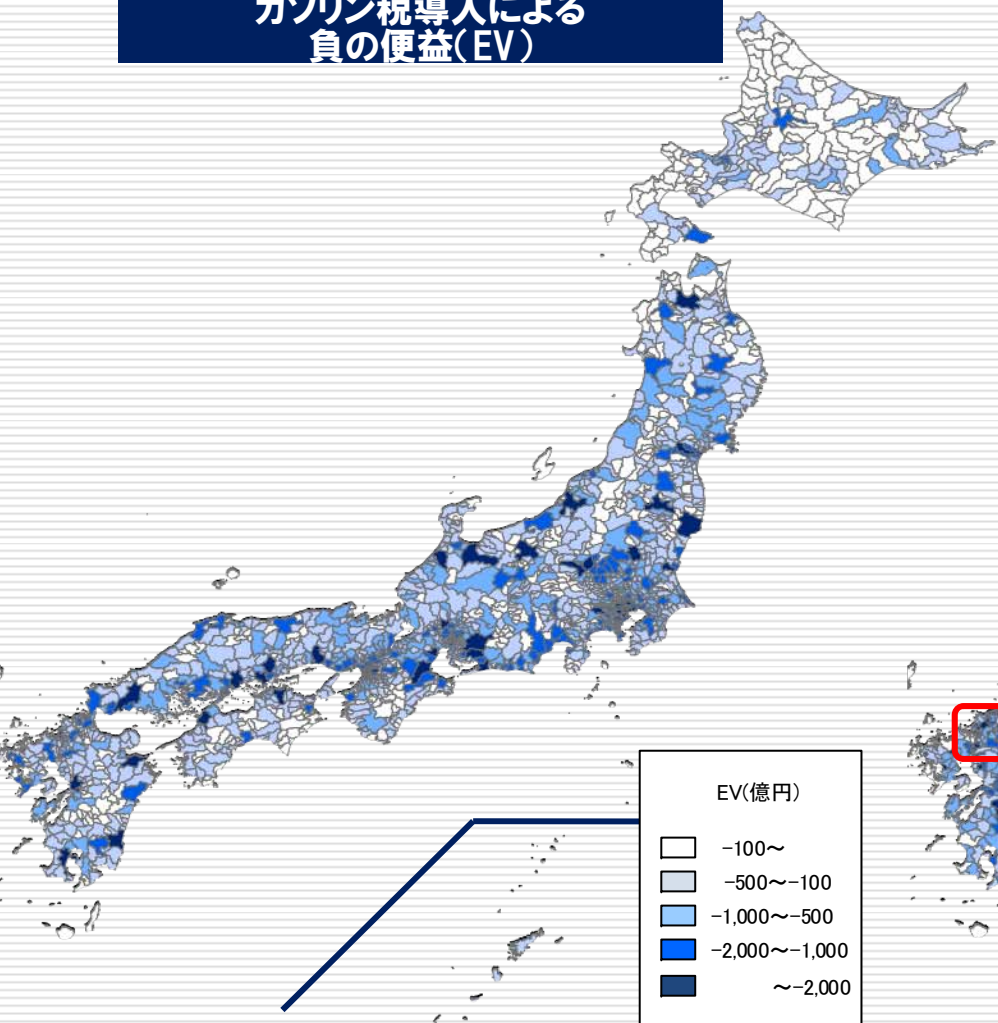


■ 1人当たりCO2排出削減量(左軸) ● CO2排出量削減率(右軸)

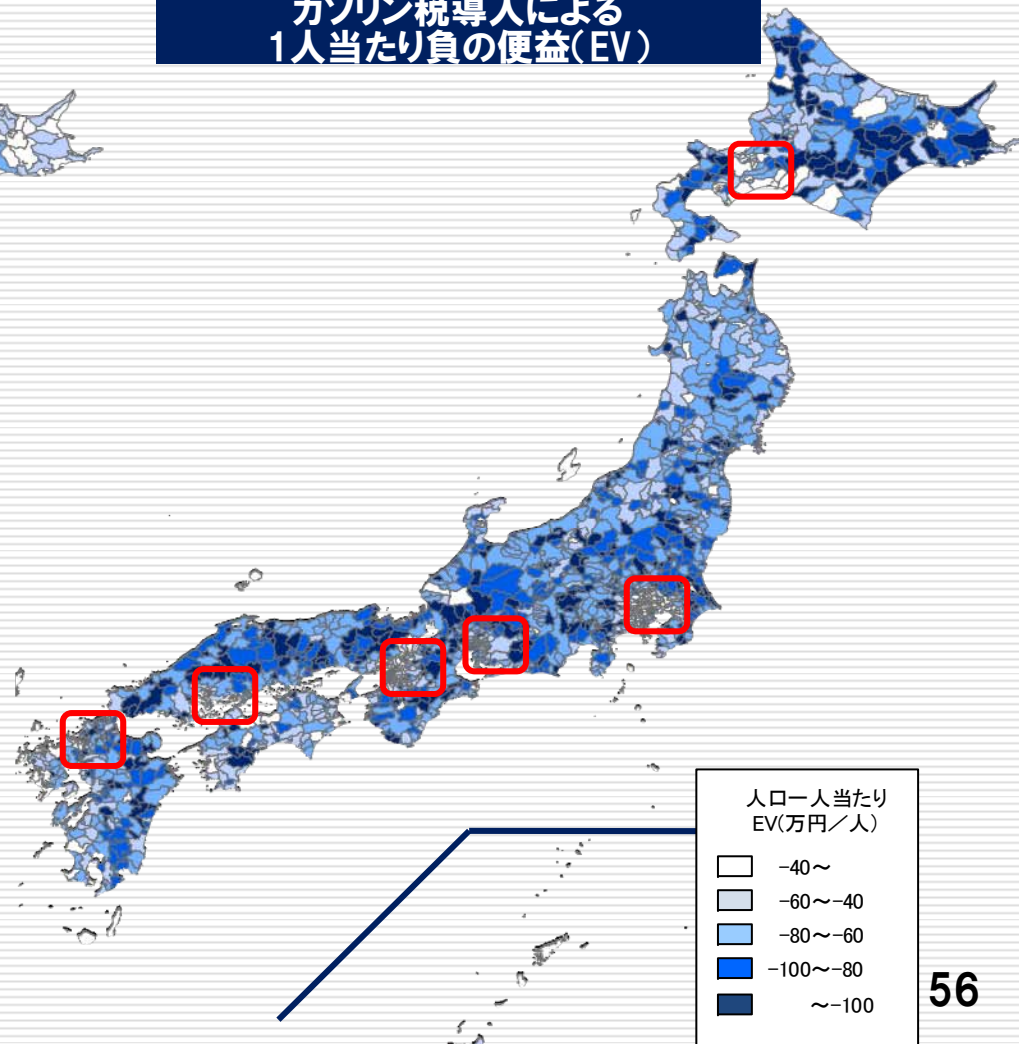
経済モデルを用いたガソリン税導入による経済被害の計測①

- ✓ガソリン税導入による経済被害は、帰着ベース(EV)で▲77.23兆円となる。
- ✓ゾーン別では、CO2排出量削減率の高いゾーンでの経済被害が大きくなっている。

ガソリン税導入による負の便益(EV)

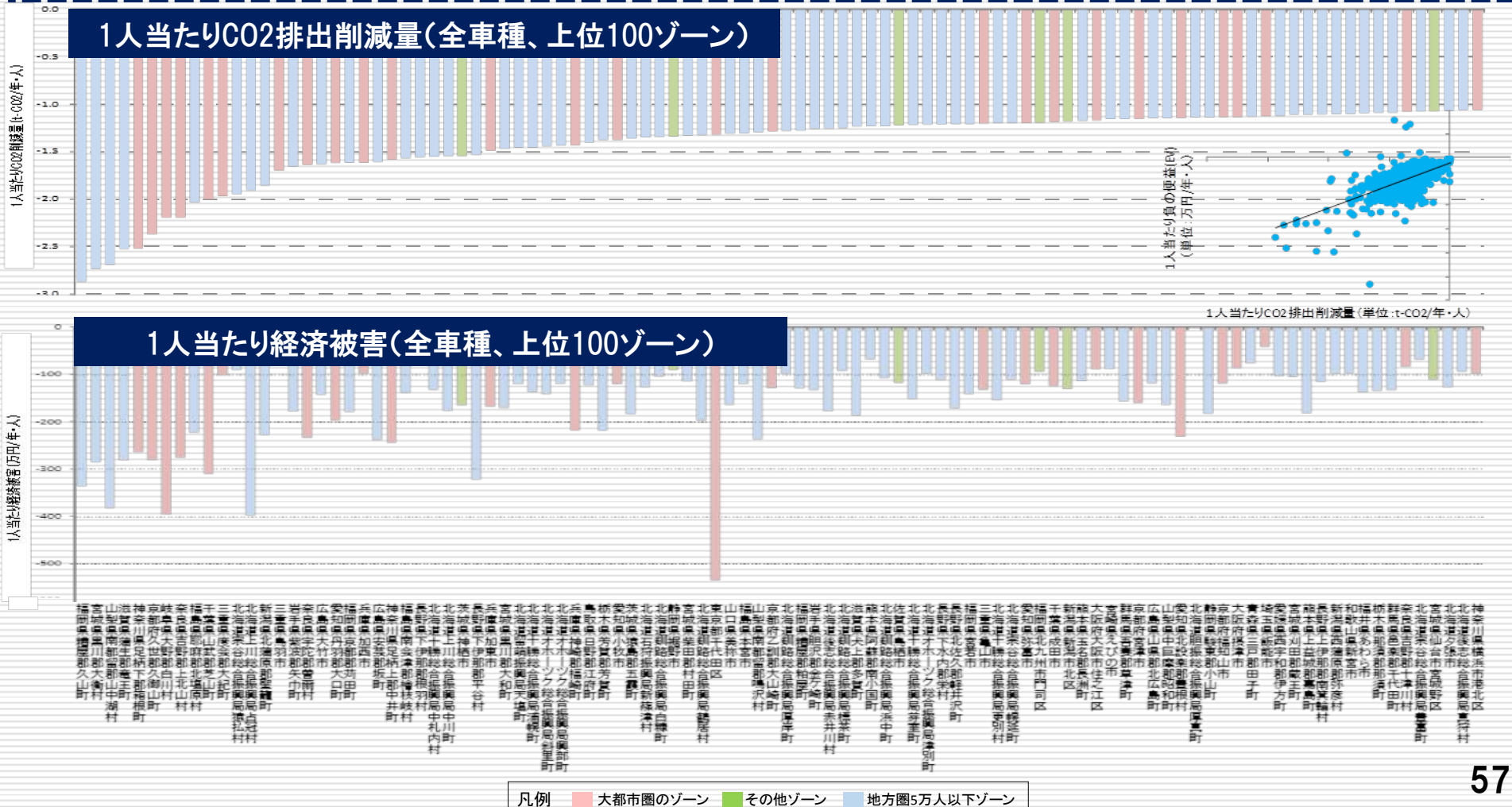


ガソリン税導入による1人当たり負の便益(EV)



経済モデルを用いたガソリン税導入による経済被害の計測②

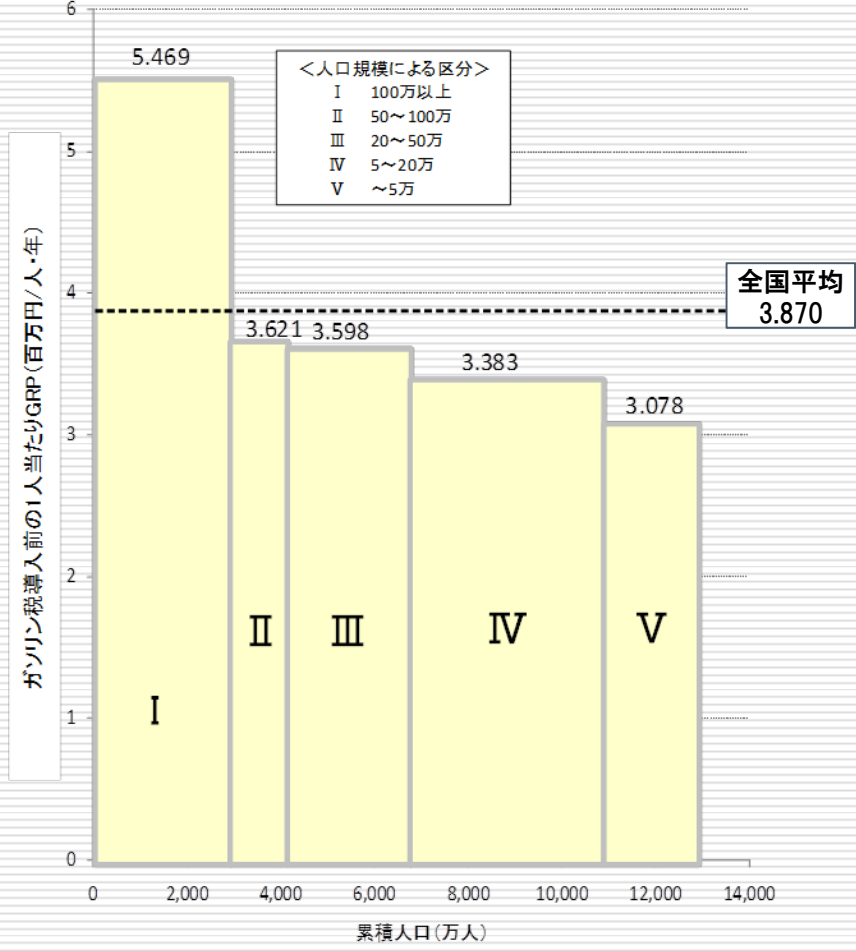
- ✓ ガソリン税導入によるCO2排出量変化は発生ベース、経済被害は帰着ベースで計測している。
- ✓ そのため、1人当たりCO2排出削減量が多いゾーンで1人当たり経済被害が大きい傾向はあるが、必ずしもそうであるとは限らない。
- ✓ 大都市圏の人口の少ないゾーンで被害が大きい傾向にある。



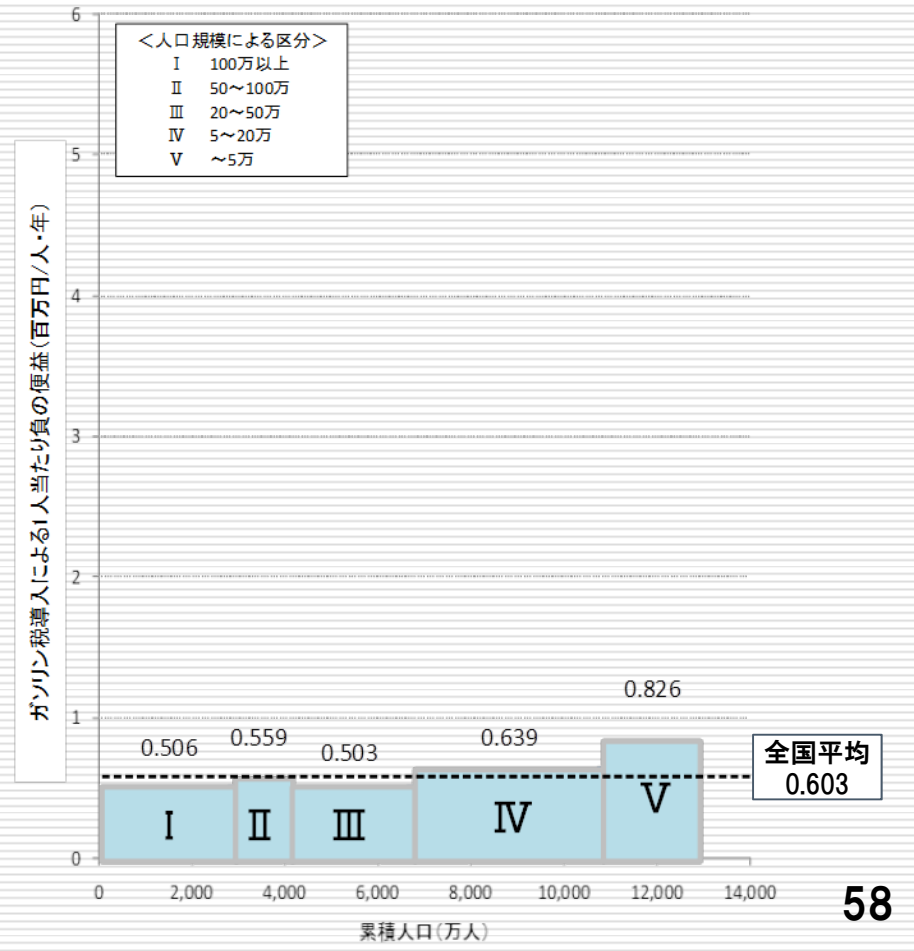
経済モデルを用いたガソリン税導入による経済被害の計測③

- ✓ ガソリン税導入による経済被害は、1人当たり負の便益ベースでは人口5万人以下の市町村で最も大きく、必ずしもGDPの大きいところで経済被害が大きいとはいえない。
- ✓ 一方、人口100万以上の都市では1人当たりCO2削減量は他の人口規模の市町村を大きく下回っていたが、経済規模が大きいいため、1人当たり負の便益では人口20～100万の市町村と同程度の経済被害が表れている。

ガソリン税導入前の人口規模別1人当たりGRP



ガソリン税導入による人口規模別1人当たり負の便益(EV)



ガソリン税導入による税収の変化とCO2削減策効果

- ✓ 1,500円/Lのガソリン税導入の税収を現状の揮発油税の税収と比較すると約77.15兆円の税収増となる。
- ✓ ガソリン税導入による負の便益▲77.23兆円を考慮すると、ガソリン税導入によってCO2排出量を31.1%削減するための対策費は約800億円となる。
- ✓ これは、1億円当たり約7万8千トン-CO2の排出量削減効率、またCO2削減量1トン-CO2当たり約1,269円の単位削減費用に相当する。

税収および対策費用の算出方法

①ガソリン税導入による税収増額(円)

= ガソリン税導入後の自動車走行台キロ×(ガソリン税+揮発油税※1)-ガソリン税導入前の自動車走行台キロ×揮発油税

②ガソリン税導入によるCO2削減対策費用(円)

= ガソリン税導入による税収増額 + ガソリン税導入による負の便益

③ガソリン税導入のCO2削減効率(千トン-CO2/億円)

= ガソリン税導入によるCO2削減量 / ガソリン税導入によるCO2削減対策費用

④ガソリン税導入による単位CO2削減費用(円/トン)

= ガソリン税導入によるCO2削減対策費用 / ガソリン税導入によるCO2削減量

- なお、排出権取引制度による排出枠価格は現在約1,039円/t-CO2※2であり、ここでの推計値と近い結果となっている。

※1: 現状の揮発油税は税率53.8円/Lで計算。

※2: 7.56ユーロ/t-CO2(ICE ECX EUA Futuresベース、2015年2月18日終値)。1ユーロ=137.47円で換算。

(2)経済モデル、交通モデル(全国版)による 推計

②3環状道路整備による経済効果予測