

交通産業GXロードマップに関する調査研究

交通モードのCO2削減見通しと円滑な脱炭素推進策について

2025年4月21日

運輸総合研究所 研究員
谷口 正信



1. 調査研究の背景と目的

2. 調査研究の概要と成果

シナリオ分析

経済影響分析

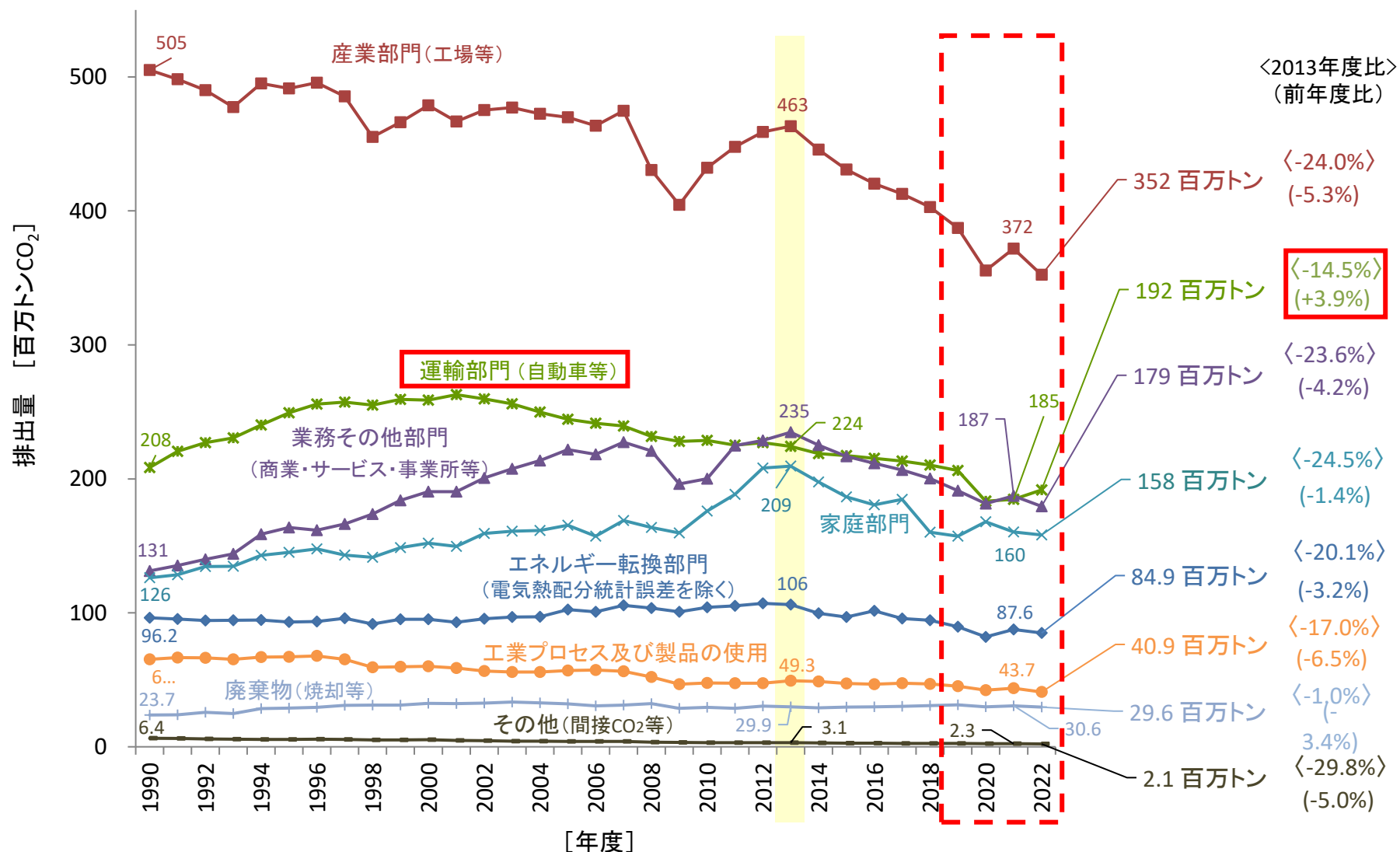
Scope3に関する動向調査

3. まとめ

1. 調査研究の背景と目的

日本の産業部門別排出量(電気・熱配分後)の推移

- 日本政府は2030年度に2013年度比46%減を目指す(運輸部門は35%削減)
- 各部門減少傾向にあり、運輸部門も目標の達成に向け減少傾向に見えるが…

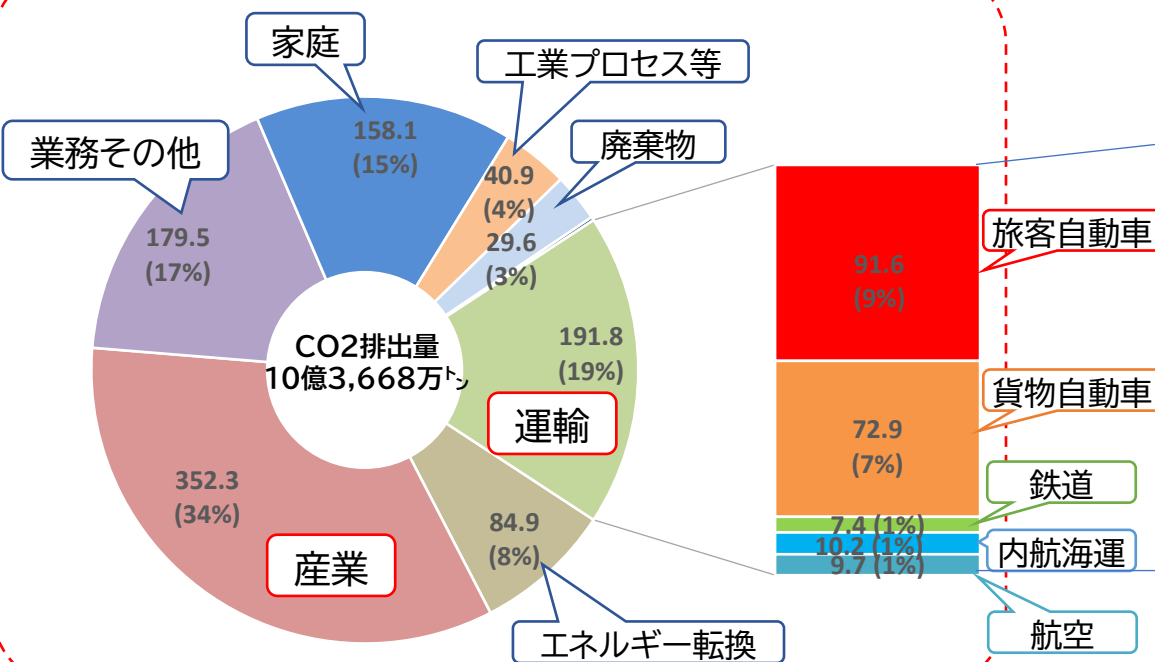


出典: 国立研究開発法人 国立環境研究所「日本の温室効果ガス排出量データ(1990~2022年度)(確報値)」

CO2排出量の部門別、モード別内訳

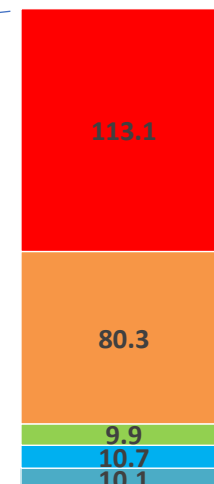
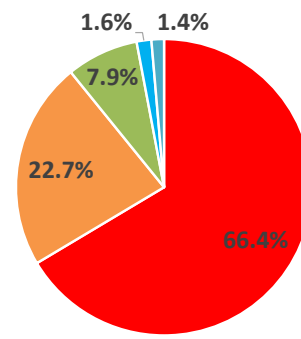
- 運輸部門は全部門の約2割(自動車セクターが大部分)
- 2013年から2022年にかけての削減量の約9割が自動車セクター
- 海運や航空は長距離移動のため脱炭素のためには燃料転換が必要

2022年度の排出量内訳



2013年度の運輸部門内訳

CO2削減量割合 (2013→2022)



出典: 国立研究開発法人 国立環境研究所「日本の温室効果ガス排出量データ(1990~2022年度)(確報値)からJTTRI作成

$$\begin{aligned}
 \text{排出量} &= \text{活動量(輸送量)} \times \frac{\text{活動量あたりエネルギー量}}{\text{Unit of Activity}} \times \frac{\text{エネルギーあたり炭素強度}}{\text{Unit of Energy}} - \text{GHG吸収量} \\
 \text{GHG Emission} &= \underbrace{\text{Activity Volume}}_{\text{コントロール不可}} \times \underbrace{\frac{\text{Energy}}{\text{Unit of Activity}}}_{\text{エネルギー効率改善}} \times \underbrace{\frac{\text{GHG Emissions}}{\text{Unit of Energy}}}_{\text{燃料転換}} - \text{Removal of GHG}
 \end{aligned}$$

脱炭素化に向けた政府目標・計画

2015年 7月 12月	2030年26%削減(2013年比)「日本の約束草案」 パリ協定採択(@COP21)
2016年 5月	環境省 地球温暖化対策計画(<u>2030年26%削減、2050年80%削減</u>)
2021年 5月	国土交通省 第2次交通政策基本計画(対象期間:2021年度～2026年度)
6月	<u>地球温暖化対策推進法改正</u> <u>※2050年までの脱炭素社会の実現を基本理念として規定</u>
10月	環境省 地球温暖化対策計画改訂 (<u>2030年度46%削減(運輸35%削減)、 2050年カーボンニュートラル</u>) 経済産業省 第6次エネルギー基本計画
12月	国土交通省 環境行動計画改定 (2021年度～2030年度)
2022年 5月	省エネ法改正 ※非化石エネルギーへの転換を追加
2023年 5月	<u>GX推進法、GX脱炭素電源法成立</u>
7月	GX推進戦略策定
2025年 2月	<u>地球温暖化対策計画改定(2035年度60%削減、2040年度73%削減、運輸 含む各部門は削減目安を設定)</u> 経済産業省 第7次エネルギー基本計画(2040年に向けたエネルギー政策) GX推進法改正案 閣議決定(カーボンプライシング、サーキュラーエコノミー)

【問題意識】

- 交通分野は日本のCO2排出量の約2割を占めるが、「Hard to abate」なセクターである。
- 2030年頃以降2050年に至る方向性や普及の見通し、交通分野全体の戦略は未だ見えていない。
- EUをはじめとする諸外国に対して、国際競争力を失ってしまうのではないかと？交通分野で脱炭素化を進めることで、日本の経済成長につなげられないか？

「交通産業GXロードマップに関する調査研究」

- 交通モード横断的に輸送需要や脱炭素技術の変化、カーボンプライシング等といった観点から複数のシナリオを作成し、ゼロエミッション達成のための必要条件を示す。
- 交通産業のGXに必要なコスト、経済影響等を分析し、交通産業のGXの将来道筋と方策について調査研究を行う。
- 上記について2023～2024年度の2年間で実施。※2023年度の調査研究結果を中間報告にとりまとめ

交通産業GXロードマップ検討会を設置
(座長:山内弘隆武蔵野大学特任教授/一橋大学名誉教授)

調査研究の検討体制

交通産業GXロードマップ検討委員会委員 *はシナリオワーキンググループ委員

座長	山内 弘隆	武蔵野大学経営学部特任教授、 一橋大学名誉教授、一般財団法人運輸総合研究所研究アドバイザー
シナリオWG座長	大聖 泰弘*	早稲田大学名誉教授
	秋元 圭吾*	公益財団法人地球環境産業技術研究機構主席研究員
	大坪 新一郎	東海大学海洋研究所 特任教授 一般財団法人運輸総合研究所 特任研究員
	坂井 孝典*	東京海洋大学海洋工学部流通情報工学部門准教授
	柴山多佳児*	ウィーン工科大学交通研究所上席研究員 一般財団法人運輸総合研究所客員研究員
	田邊 勝巳	慶應義塾大学商学部教授、一般財団法人運輸総合研究所研究アドバイザー
	納富 信	早稲田大学理工学術院大学院環境・エネルギー研究科教授
	二村真理子	東京女子大学現代教養学部国際社会学科経済学専攻教授
	本郷 尚*	三井物産戦略研究所シニア研究フェロー
	松橋 啓介*	国立研究開発法人国立環境研究所社会システム領域地域計画研究室室長
	向井登志広	一般財団法人電力中央研究所社会経済研究所上席研究員
	清水 充	国土交通省総合政策局環境政策課長
	宿利 正史	一般財団法人運輸総合研究所会長
	上原 淳 (佐藤 善信)	一般財団法人運輸総合研究所理事長
	屋井 鉄雄	一般財団法人運輸総合研究所所長
	奥田 哲也	一般財団法人運輸総合研究所専務理事
	金山 洋一	一般財団法人運輸総合研究所主席研究員・研究統括
	藤崎 耕一	一般財団法人運輸総合研究所主席研究員・研究統括

注) ()は前任者

調査研究チーム

谷口 正信 (竹内 智仁)	研究員 (主任研究員)
菅生 康史	研究員
加藤 雄太	研究員
小倉 匠人	研究員
園田 薫	研究員
東山 祐也	研究員
(堀尾 怜椰)	(研究員)

調査協力

株式会社 日本総合研究所
エム・アール・アイ リサーチアソシ
エイツ株式会社 (MRA)

2. 調査研究の概要と成果

①日本の交通産業の脱炭素化シナリオ分析

- (1)輸送需要推計
- (2)脱炭素シナリオの作成
- (3)CO2排出量(直接排出)の推計
- (4)脱炭素コストの推計

②欧米の交通脱炭素政策調査

- 欧州(EU)と米国(特にカリフォルニア州)における、交通脱炭素政策(特に燃料転換促進策)を調査
 - ・ 長期目標設定
 - ・ 規制
 - ・ インセンティブ 等

交通脱炭素シンポジウムⅡの開催(中間報告)

- ・ 基調講演
- ・ 中間報告
- ・ パネルディスカッション

③経済影響分析

- ・ GXコスト増による、事業者の営業収支の推計
- ・ GXコスト増による、運賃・送料増加率の推計
- ・ 運輸部門の脱炭素が他産業へ及ぼす影響の推計

④Scope3調査

- ・ サプライチェーン排出に関する日欧米の動向
- ・ 脱炭素への取組みの価値化事例

⑤GXロードマップ、中長期の推進策・対応方策の検討

【本日の内容】

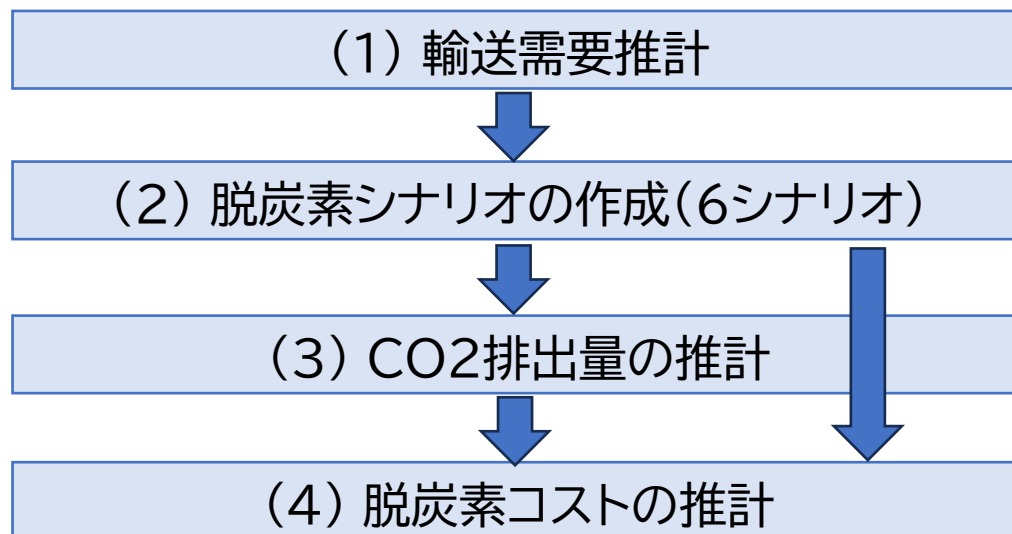
◆ Research Question

- 交通産業の将来的なCO₂削減の見通しは？
- 交通分野のカーボンニュートラルに必要な取組みやコストは？

◆ 手法

交通モード横断的に複数の脱炭素シナリオに基づくシナリオシミュレーションを行う

※検討対象 【人流】 自動車(自家用車、バス・タクシー)、鉄道(旅客)、航空
【物流】 自動車(トラック)、鉄道(貨物)、内航海運、航空



脱炭素のシナリオ設定(6シナリオ)

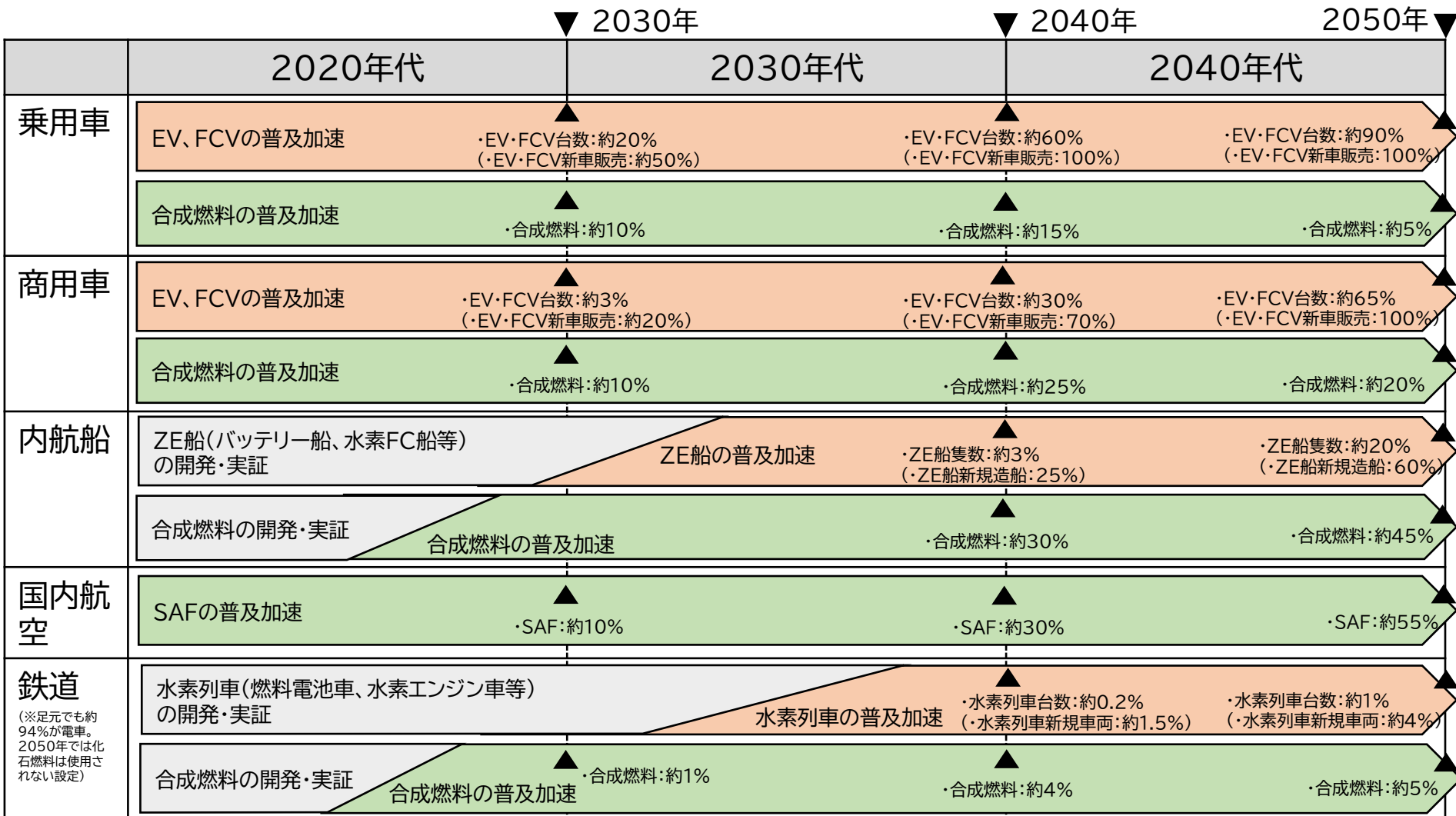
6つのシナリオについて、それぞれの社会シナリオを前提に、2050年に至る
 新型機器導入や燃料構成等の推移を設定

	手法	社会シナリオ	
① なりゆきシナリオ (BAU(現状考慮))	フォアキャスト	新たな支援施策が実施されない。(現状の延長)	
② Best Effort 電化中心シナリオ	フォアキャスト	公表済み政策・業界目標を実施	電化優位
③ Best Effort 水素活用シナリオ			水素優位
④ Best Effort 合成燃料活用シナリオ			合成燃料優位
⑤ カーボンニュートラル (CN)シナリオ	バックキャスト	運輸部門の排出が1割程度残ることを前提	
⑥ ゼロエミッション (ZE)シナリオ		運輸部門でゼロエミッション達成を前提	

※合成燃料にはバイオ燃料を含む (以下同じ)

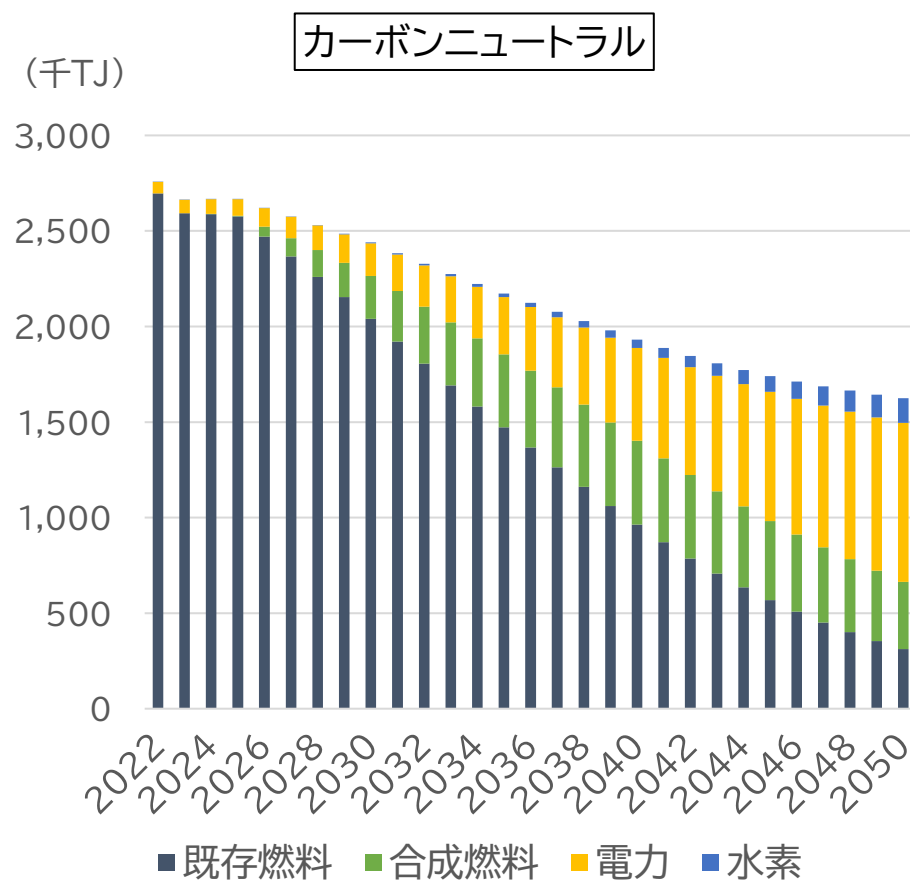
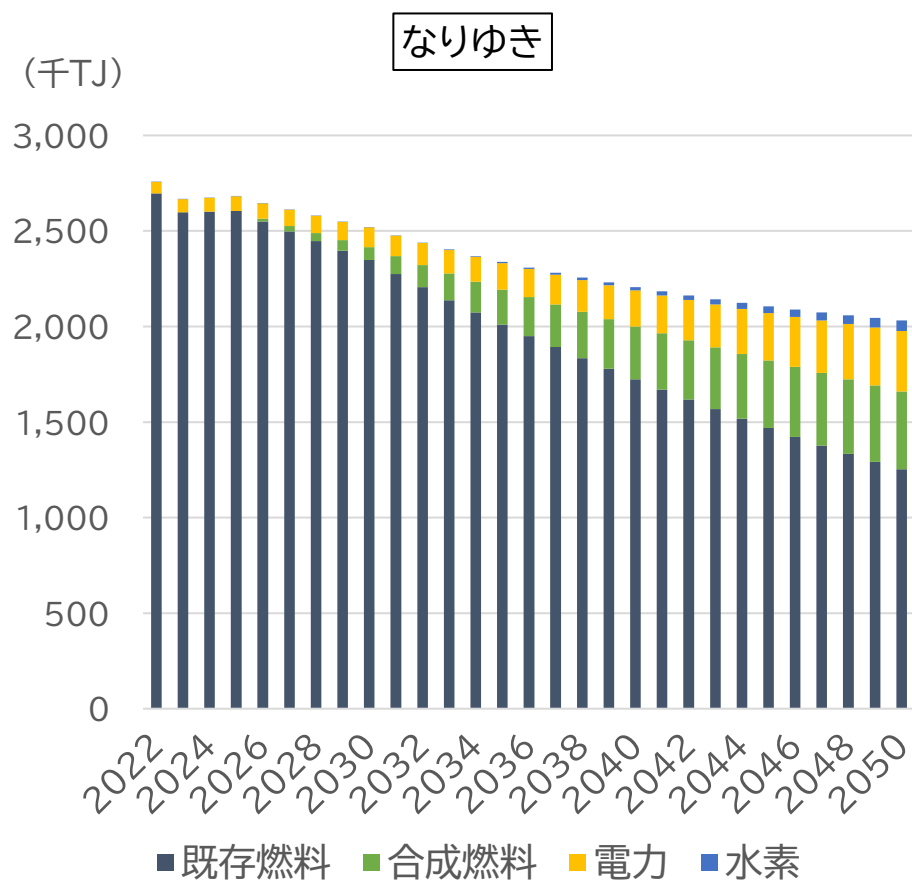
(参考)CNシナリオにおける燃料転換の道筋

- 各モード上段は、脱炭素輸送機器（EV・FCV等）のストック台数割合を表示。（括弧書きで、新車販売台数割合（フロー台数割合）を表示）
- 各モード下段は、合成燃料（バイオ燃料等を含む）の導入割合を示し、各モードの全ストック台数に占める、合成燃料を使用したストック台数割合を表示している。ただし、1台あたりに合成燃料が100%使用されると仮定して台数を算出した。（国内航空は、2050年までに脱炭素輸送機器の導入を見込んでいないため、燃料転換としてはSAF導入の道筋のみを記載）



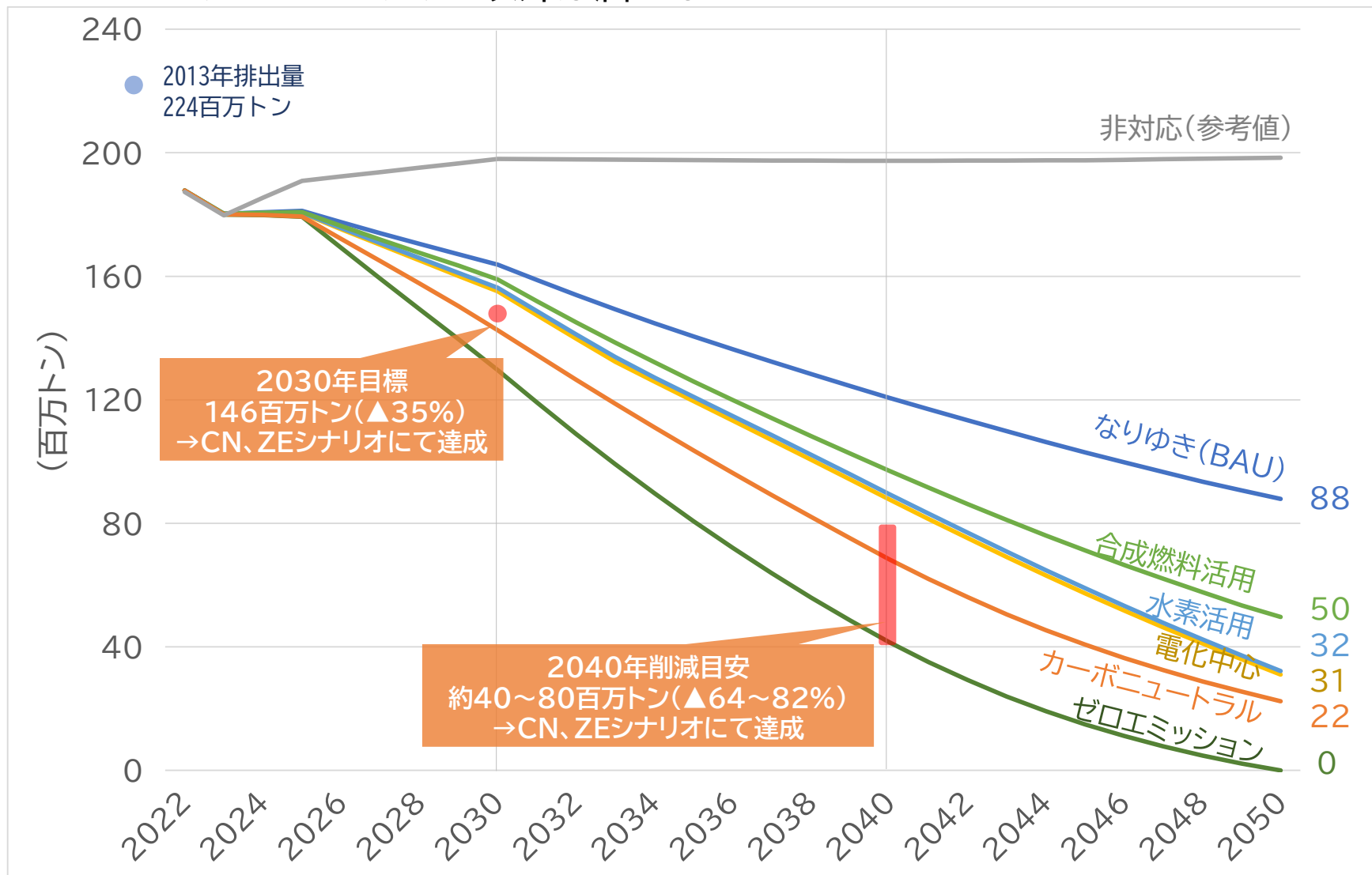
(参考)燃料消費量の推計結果

- カーボンニュートラルシナリオのほうがエネルギー効率が良くなるため全体の必要量は低下
- カーボンニュートラルシナリオとなりゆきシナリオ間の2050年における必要エネルギー量は、水素約2.3倍、電気約2.6倍



シナリオ別CO2排出量の推計結果

交通分野の2030年、2040年目標・目安には、カーボンニュートラルシナリオ、ゼロエミッションシナリオ以外は届かない

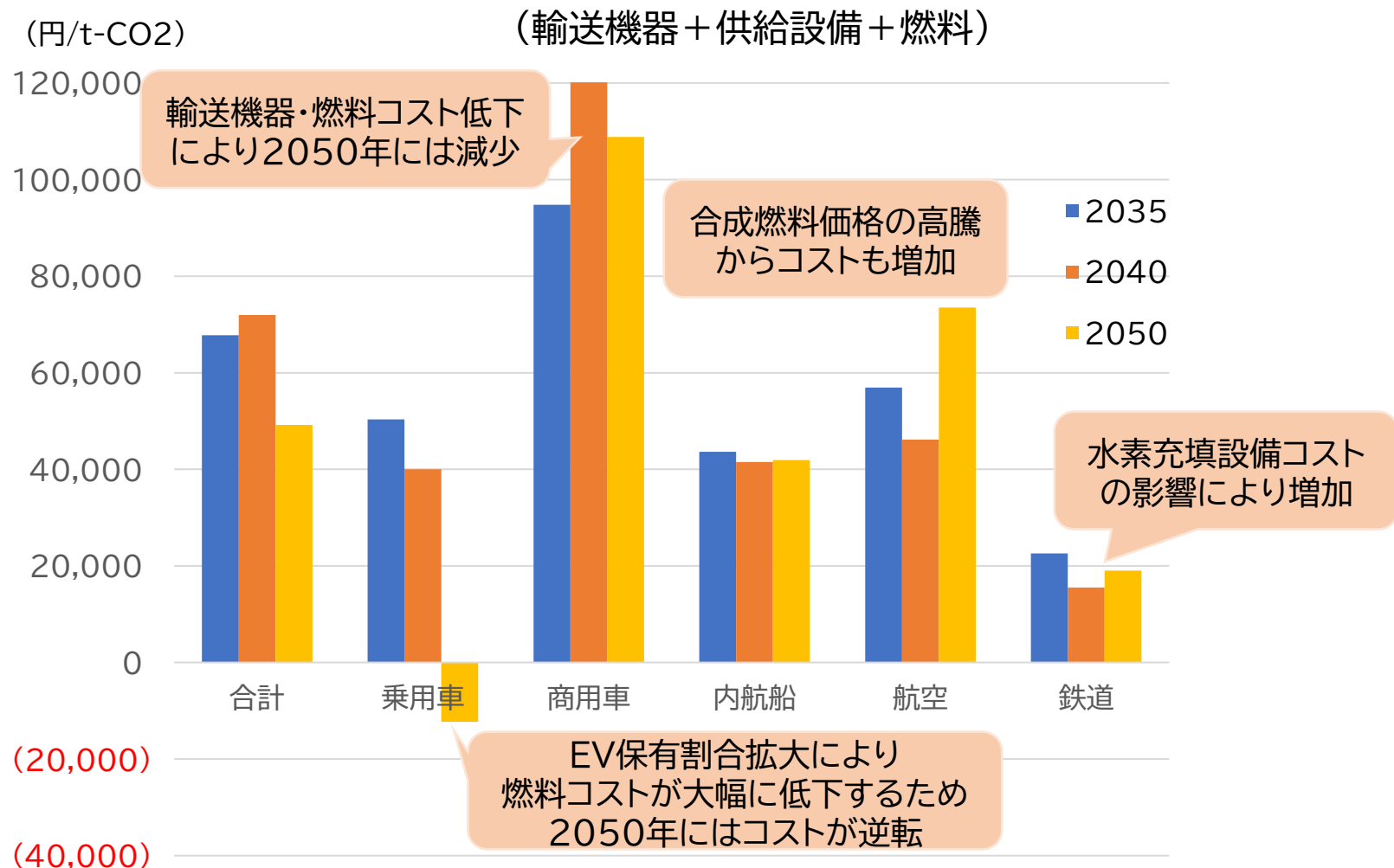


CO2削減量あたりの追加脱炭素コスト

CNシナリオの「CO2削減量あたりの追加脱炭素コスト*」は、合計で5～7万円に達する。

→コスト負担のあり方が課題

*各シナリオにおける脱炭素コスト(輸送機器+供給設備+燃料)のなりゆきシナリオからの増加分を、CO2削減量のなりゆきシナリオからの増加分で除したもの



注) 供給設備は必ずしも交通事業者が負担しないが、ここでは必要になる供給設備コストをすべて計上している

経済影響分析① 営業利益への影響

◆ Research Question

運輸事業者はすべての追加コストを吸収できるのか？

◆ 手法

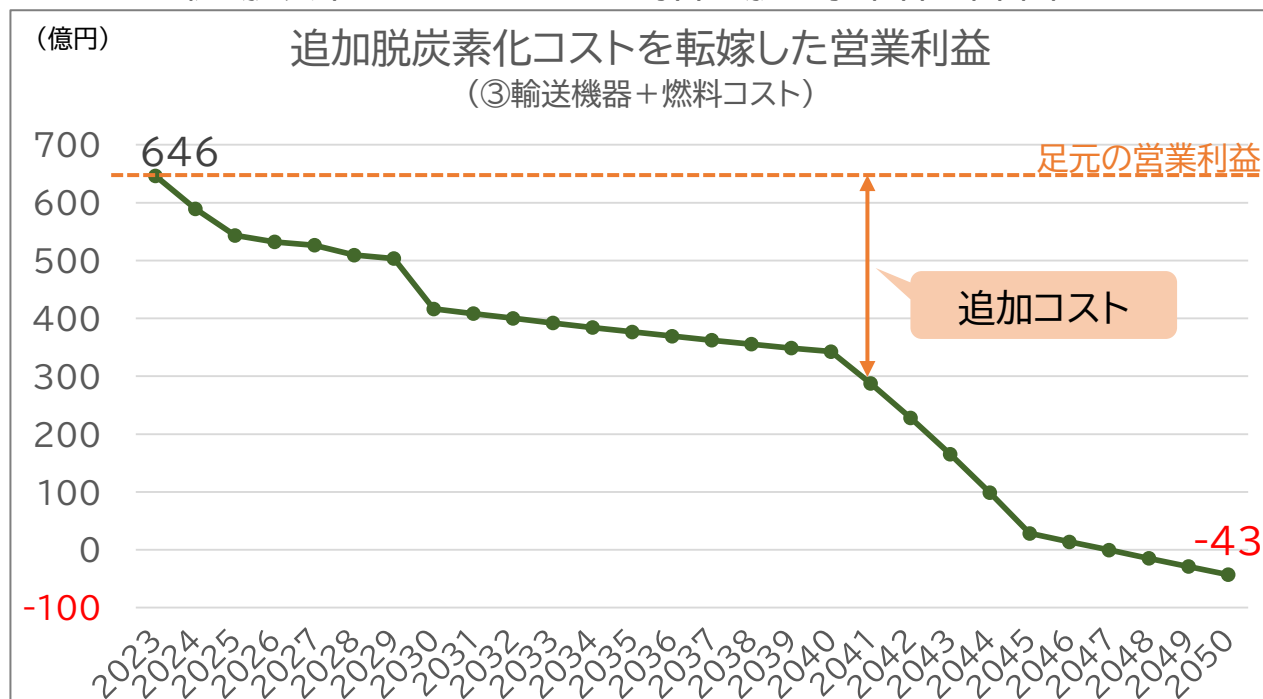
各モード(バス、タクシー、トラック、内航海運、鉄道、国内航空)の足元の営業利益から毎年の追加コストを差し引いて計算

注)CNシナリオのみ。需要等の変化に伴う収入や支出の変化は未考慮。

◆ 結果：

全モードで経営が悪化し、多くの事業者が赤字に(特に長距離輸送)

例:脱炭素コストが加わった場合の航空事業者の営業利益



経済影響分析② 全て運賃転嫁した場合の影響

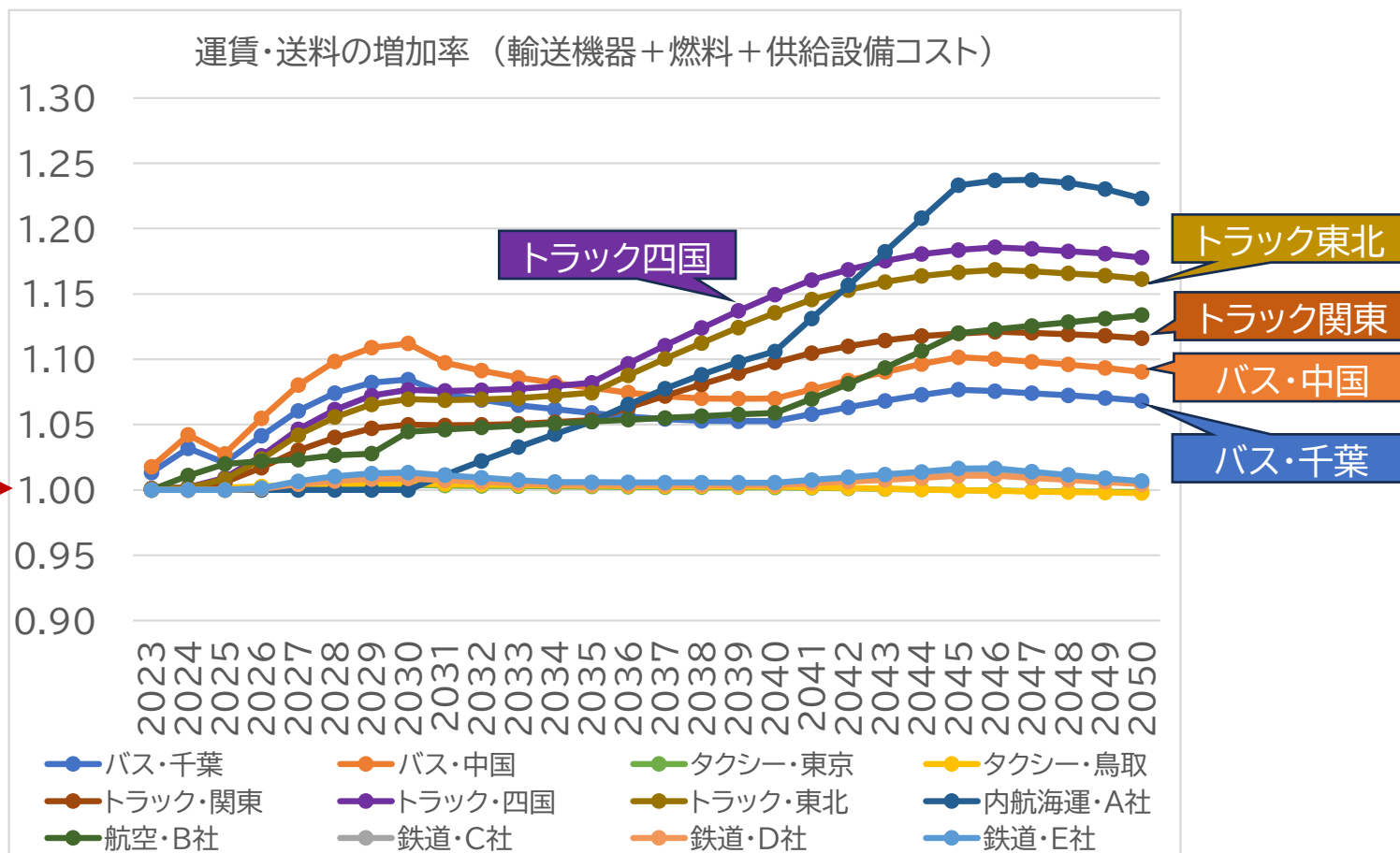
◆手法

足元の輸送量あたりの運賃を1.0としたときの倍率を計算

※CNシナリオとなりゆきシナリオのコスト差分を追加。税目の変化等に伴う運賃の変化は未考慮。

◆結果

- ①特に長距離輸送の運賃・送料の増加率が高い
- ②地方のほうが都市部よりも運賃の上昇幅が大きい



経済影響分析③ 他産業等への影響

◆ Research Question : 交通分野の脱炭素は他の業種や社会にどう影響？

◆ 手法 : 便益帰着構成表を流用して定性的に影響を評価する
産業連関表を用いて一部の経済波及効果を推計する

注) 早稲田大学・スマート社会技術融合研究機構・次世代科学技術経済分析研究所「2015年次世代エネルギーシステム分析用産業連関表」を利用

(一例)EV・FCVバス・トラック

要素			主体	運輸部門				国・地方 自治体	地域社会・周辺 住民	産業部門											
				運輸事 業者	運輸事 業従業 者	利用 者・企 業	道路管 理者			車両製 造企業 (乗用 車)	車両部品製造企業					供給設 備製造 企業*	燃料販売企業			メンテ ナンス 会社	建設会 社(土 木)
											エンジン・自動 車部品 (自動車 部品・同 附属品)	モー ター(産 業用電 気機器)	バッテ リー(そ 他の電 気機械)	燃料電 池(化学 最終製 品)	水素タン ク(プ ラス チック 製品)		電力	水素	現行燃 料		
経済	車 両	車両購入	-				+	-	-	+	+	+									
		車両のメンテ	-	+				-	+	+	+	+					+				
		法定点検	+																		
		燃料購入	+	+	*									+	+	-					
	設 備	車両廃棄	-																		
		電力・水素・合成燃料等 供給設備	-										+								
		道路の補修費				-												+			
	そ の 他	橋梁の補修費				-												+			
		保険	-																		
		ESG投資	+		+																
環 境	運賃			-																	
	CO2			+		+	+														
	NOx, SOx						+														
	騒音		+	+			+														
		振動		+	+		-														

2025-2050年の累計で約4兆円
(CNシナリオとなりゆきシナリオの差分)
〔CNシナリオの乗用車及びトラック・バス需要による累計生産誘発額
約1,038兆円〕

(注) 赤字はEVのみ、青文字はFCVのみ

(注) モーター(産業用電気機器)は、EV・FCV分が増える一方、ICEVの自動車部品に組み込む分が減るため、全体では減少する。

* ガソリンスタンド減少分は含まない

** 足元時点ではマイナス、将来の水素価格の下落によりプラス。

スコープ3に関する調査

◆ Research Question

サプライチェーン(Scope3)排出削減が、交通分野の脱炭素を進めつつ、広くコスト負担を求める仕組みとして有効ではないか？

◆ 結果

- 他産業のサプライチェーン排出において、運輸部門のCO2排出量はScope3として一定の割合を占める(今後運輸部門のCO2排出量削減の重要性が増す？)
- サプライチェーン排出量の情報開示は、日本・米国に先駆けてEUが先行(EUや欧州諸国では規制とインセンティブを活用)
- 欧州では排出の削減量を有償で利用者に提供するサービスを運輸事業者が展開(日本では極一部の事業者に限られる)

→排出量削減を価値化しつつ、Scope3の排出削減を追及すべきではないか

各社のサプライチェーン排出量と内訳

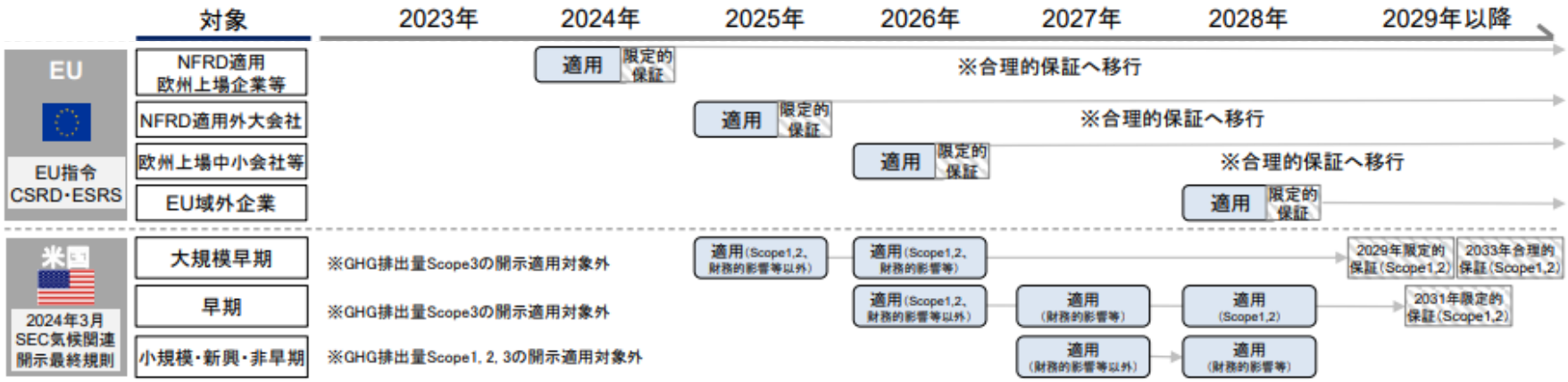
(単位:万トン-CO2)

企業名	総排出量	Scope1+2 計	Scope3における Cat.4,6,7,9 計
トヨタ(2022)	57,573	524	506
東芝(2023)	32,816	54	44
アサヒビール(2023)	196	14	20
鹿島建設(2023)	1,166	23	51

・Category4:輸送、配送(上流) ・Category6:出張 ・Category7:雇用者の通勤 ・Category9:輸送、配送(下流)

出所)各社HPより運輸総合研究所作成

(参考)欧米の排出量公表の動向と交通事業者による環境価値提供事例



国	企業名	モード	事例概要
ドイツ	DHL	航空	追加の金額を払うことで配送にかかるGHG排出量を削減するサービスを展開。
ドイツ	Deutsche Lufthansa AG	航空	一部の便に「グリーン運賃」を導入。SAF燃料購入コストを一部利用者が負担する。
スウェーデン	Mediterranean Shipping Company S.A.	海運	「MSCバイオ燃料ソリューション」を選択すると、事業者の貨物輸送分のバイオ燃料が購入される。
デンマーク	MAERSK	海運	「マースクエコデリバリー」サービスを導入し、持続可能なバイオ燃料で削減した分のGHG削減証明書を発行する。
米国	UPS	航空、トラック	荷主が追加の金額を払うことで配送にかかるGHG排出量を0とするサービスを展開。UPSは追加の金額をカーボンオフセットに利用。
米国	United Airlines	航空	航空券購入時に、1ドル～7ドルでSAF燃料購入のための寄付ができる。
日本	ANA	航空	「SAF Flight Initiative」プログラムを実施。プログラム参加企業がSAF燃料購入のためのコストを負担する。
日本	JR東海・JR西日本	鉄道	鉄道会社は電力会社よりCO2フリー電気を購入しており、利用者は追加料金を支払うことで鉄道会社よりCO2削減証書を受領する。
日本	佐川急便	トラック	「サステナブル配送プロジェクト」に参加した利用者が次世代バイオディーゼル燃料「サステオ」の導入コストを一部負担する。(期間限定プロジェクト)

3. まとめ(交通産業のGX化実現に向けて)

①日本の交通産業の脱炭素化シナリオ分析

- 目標未達成の可能性
- 燃料転換の更なる促進が必要
- 必要なエネルギーの確保
- 脱炭素コストの負担のあり方

②欧米の交通脱炭素政策調査

- バックキャストでの政策立案
- 規制と燃料転換促進策(補助等)の併用
- 排出量取引制度による収入を交通分野等のHard to abateセクターに投資

③経済影響分析

- 交通事業者単独での脱炭素コストの吸収は困難
- 単純な運賃転嫁は経済活動や国民の生活に大きく影響する可能性
- 交通産業の脱炭素は環境面で広くプラスの効果
- 産業部門へ一定の経済効果

④Scope3調査

- 交通分野の脱炭素は他分野のサプライチェーン排出削減に効果
- サプライチェーン排出量の公表に向けた取組みが欧州で先行
- 脱炭素への取組みの価値化事例はあるも苦戦
- CO2削減の取組みに追加コストをかける意識が日欧で異なる

① 交通モード横断のロードマップ策定

- ・ 国の主導によるバックキャストでの交通モード横断のロードマップを策定と定期的な見直し
- ・ 代替燃料や輸送機器の導入量などの詳細な定量目標の設定
- ・ 交通事業者及び燃料供給事業者の具体的な道筋(トランジション戦略)の提示と実行

② インセンティブと規制による燃料転換の促進

- ・ 交通モードや地域の違いに配慮した、燃料転換に取り組む交通事業者への優遇措置
- ・ 規制的手法(燃料販売量規制、CO₂排出量規制、導入量規制等)の導入
- ・ より薄く幅広い課金制度の導入と交通分野含む「Hard to abate sector」への重点支援

③ 輸送機器・エネルギーの供給体制構築

- ・ 公的機関や大手事業者による燃料転換の先導
- ・ 需要と供給双方の関係者が連携した長期的な市場拡大と供給体制の構築
- ・ 技術開発支援のための補助金も強化、需要側と供給側が連携するための協議の場の設置

④ 交通事業者の脱炭素コストの負担低減

- ・ イノベーションの加速、供給体制構築による輸送機器、燃料等の早期の大幅なコスト低下
- ・ マルチモーダル型の供給設備の導入等の行政・自治体・燃料供給事業者等が連携した導入先導
- ・ イノベーションの加速、IT化やAIの活用等による更なる人流や物流の合理化・効率化

⑤ 利用者のスコープ3排出量の削減促進

- ・ 中小企業にも配慮したCO₂排出量算定方法の統一とサプライチェーン排出量削減が評価される仕組み(Scope3排出量公表義務化、減税措置等)の導入
- ・ 環境価値提供のプラットフォームの確立や市場創出
- ・ 出張・通勤における環境負荷の低減を促す企業のモビリティマネジメントの推進

⑥ 利用者・社会の理解と行動変容促進