

交通産業のCO₂削減見通しと円滑なGX推進策に関する提言 “交通分野全体のグリーントランスフォーメーション(GX)を進めるための6つの提言”

交通分野は我が国のCO₂排出量の約2割を占めていますが、技術的ハードルの高さなどから、2050年カーボンニュートラル実現への方向性や普及の見通しは見えていません。運輸総合研究所では、日本の産業やエネルギーの構造などの環境を踏まえた取組を進め、経済成長につなげることが重要であるという問題意識の下、「交通産業GXロードマップ検討会」を2023年に立ち上げ、交通モード横断的に輸送需要や脱炭素技術の変化等といった観点から複数のシナリオを作成して、交通産業のGXに必要な条件、課題、経済影響の分析等の研究調査を行い、本年4月に標記提言をとりまとめました。



提言のポイント

交通産業の脱炭素化に向けて必要なこと

- ①交通モード横断のロードマップ策定
- ②インセンティブと規制による燃料転換の促進
- ③輸送機器・エネルギーの供給体制構築
- ④交通事業者の脱炭素コストの負担低減
- ⑤利用者のスコープ3排出量の削減促進
- ⑥利用者・社会の理解と行動変容促進

1. 調査研究の背景・目的と概要

交通産業はCO₂排出量削減のために多額の投資が必要で、かつ中小企業が多い産業構造であること等を理由に、いわゆる「Hard to abate」なセクターである。2021年の地球温暖化対策推進法改正や2023年のGX推進法等新法制定など、日本国内における脱炭素化に向けた取組は加速し、節目の目標は設定されているものの、2050年の脱炭素社会の実現に向けた具体的な道筋は不透明である。

2050年に向けた交通産業のGXについて、中長期的な見通しをつけるとともに、脱炭素化に必要なコスト負担のあり方等の課題を分析し、交通産業のGXに向けての将来道筋や対応方策を検討することを目的として、「交通産業GXロードマップ検討会」を立ち上げ、2023～2024年度に調査研究を行った。日本の交通産業の脱炭素化シナリオ分析、欧米の交通脱炭素政策の調査、コスト負担のあり方を考えるための経済影響分析及びScope3（事業者の活動に関連する他社の排出）に関する調査を行い、その成果として本提言に取りまとめた。

2. 日本の交通産業の脱炭素化シナリオ分析

交通モード横断的に将来の輸送需要を想定した上で、新型機器の導入や燃料構成等を考慮した6つのシナリオを作成することによって、2050年までの「CO₂排出量」及び「脱炭素コスト」について試算・分析を行った。

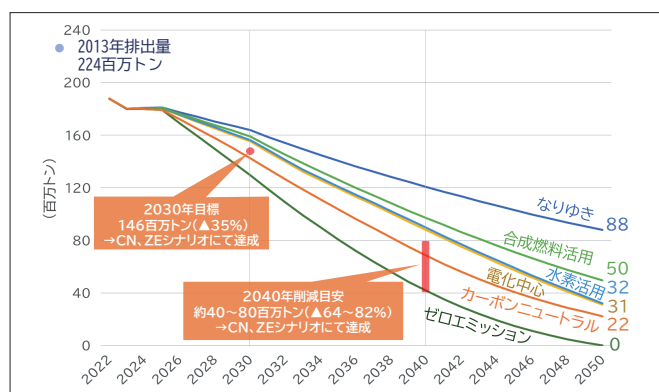
具体的には①輸送需要推計、②機器台数推計、③シナリオ設定（詳細は次図参照）、④燃料種別ストック台数内訳推計、⑤燃料消費量推計、⑥CO₂排出量推計、⑦脱炭素コスト推計、の流れで試算・

分析を実施。

	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	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

6つの脱炭素シナリオ

算出したCO₂排出量について、Best Effortシナリオでも国が定める2030年度削減目標・2040年度削減目安に届かず、2050年カーボンニュートラル達成も難しい結果となった。政府目標の達成のためには、今後予定されている政策等を確実に実行していくとともに、運輸事業者の燃料転換と燃料サプライヤーによる必要燃料・エネルギー供給の一層の強化が必要となる可能性がある。

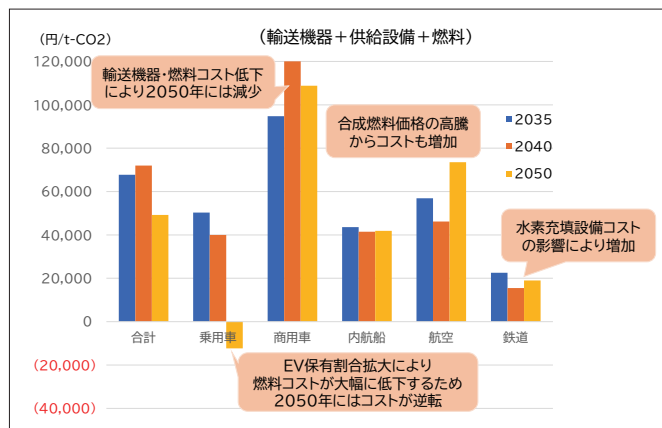


シナリオ別CO₂排出量推移

一方で、なりゆきシナリオにおける脱炭素コスト（輸送機器コスト+供給設備コスト+燃料コスト）と、CNシナリオにおいて必要となる脱炭素コストの差をとり、両シナリオ間でのCO₂削減量の差で除した、CNシナリオのCO₂削減量あたりの追加脱炭素コスト

を計算したところ、運輸モード全体で5～7万円/tCO₂に到達するとの試算結果となった。これは、IEA等で行われている必要なカーボンプライスと比べ高額であり、このコスト負担のあり方が課題であることが分かった。

モード別に見れば、乗用車はEV保有割合拡大により燃料コストが大幅に低下するため2050年にはコストがマイナスに転じているが、商用車は機器転換に大きなコストがかかるため金額が大きい。内航船や航空は合成燃料価格の高騰からコストが増加している。鉄道は既に電化が進んでいるためコストは低めだが、水素充填設備コストの影響により2050年に少し増加する結果となっている。



CO₂削減量あたりの追加脱炭素コスト

3. 経済影響分析

前章において課題となった、追加脱炭素コストの負担のあり方について検討すべく、交通事業者が自ら吸収した場合の経営への影響、すべて運賃に転嫁した場合の影響、運輸以外の他産業への影響について、経済影響分析を行った。以下、(1)～(3)の計算はケーススタディによるものである。

(1) 営業利益への影響

交通事業者が追加脱炭素コストをすべて負担した場合の、営業利益への影響を推計した。各モード（バス、タクシー、トラック、内航海運、鉄道、国内航空）の営業利益の実績値からCNシナリオにおける追加脱炭素コストを差し引いて算出した。推計の結果、選定した事業者のうち営業利益実績が最大である航空を含め全モードで経営が悪化、多くの事業者が赤字という結果となり、交通事業者のみでコスト負担するのは極めて厳しいということが分かった。

(2) 全て運賃転嫁した場合の影響

追加脱炭素コストを全て運賃に転嫁した場合における、輸送量あたりの運賃の増加率（輸送量（実績値）あたりの運賃を1.0としたときの倍率）を算出した。タクシーや鉄道は、増加率は2%程度となった一方、航空は1割以上、内航海運は2割以上運賃を上げる必要があるという結果となり、長距離輸送の運賃・送料の増加率が大きいことが分かった。また、バスは千葉よりも中国地方、トラックは関東よりも四国や東北地方で増加率が大きくなった。これは、地方部の輸送量が相対的に少ないことが影響していると考えられ、対策を考える上では地域差を考慮する必要があることが分かった。

(3) 他産業への影響

交通分野の脱炭素化が他業界や社会に与える影響を把握するため、便益帰着構成表を流用して、交通事業者が脱炭素に取組むことで変化が生じる項目と関係主体によるマトリクスを作成し、どのような影響が生じるか定性的に評価した。交通事業者はコスト負担増によるマイナスな影響が多いが、運転手には振動の低減といったプラス側の評価となった。一方、利用者には運賃増でマイナスな影響となるものの、環境面では国や地域を含めプラスの影響がある評価結果となった。また、産業部門においても、売り上げ増によるプラスの影響が出ると評価した。

加えて、産業連関表を用いて、産業分野の一部において脱炭素コストが与える経済波及効果を推計した結果、CNシナリオとなりゆきシナリオの差分は2025～2050年の累計で約4兆円あり、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は、同累計で約1,038兆円となった。

(一例)EV・FCVバス・トラック

要素	主体	運輸部門				産業部門									
		運輸事業者	運輸事業者（乗客）	利用者・企業	道路管理者	国・地方自治体	地域社会・周辺住民	車両製造企業（乗用車）	車両部品製造企業（エンジン・自動運転部品）	車両部品製造企業（バッテリー・モーター）	燃料供給企業（水素）	燃料供給企業（電力）	燃料供給企業（水素）	燃料供給企業（電力）	建設会社（土木）
経済	車両購入	-	+					+	-	+	+	+			+
	車両のメンテ	-	+					+	-	+	+	+			+
	法定点検	+													
	燃料購入	+	+										+	+	-
	車両運賃	-													
設備	電力・水素・合成燃料等供給設備	-										+			
	道路の増設費				-										+
	橋梁の増設費				-										+
	保険	-													
その他	ESG投資	+		+											
	運賃			+											
環境	CO ₂			+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	NO _x 、SO _x			+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	騒音・振動			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

(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。

便益帰着構成表を流用した影響評価結果

4. Scope3を含めた欧米の政策調査

ここまでは国内を対象に分析を進めてきたが、脱炭素の取組に積極的な欧州や、トランプ政権で脱炭素への取組にブレーキがかかる中でも独自政策を維持するカリフォルニア州を対象に、脱炭素を進める政策や動向について調査を行った。

調査の結果、脱炭素を進める政策としては、欧米ともにモード別に、排出量の上限あるいは販売可能な車種等に規制をかけることで強力に脱炭素を進める一方、補助金や免税等によるインセンティブを付与し、脱炭素を円滑に進める仕組みが構築されていることが分かった。また、既に排出量取引制度が導入されており、この仕組みの中で集まった、つまり分野を超えて幅広く集めたお金を、Hard to abateなセクターである運輸業界に多く分配していることも分かった。特に欧州では、規制を設けるにあたって、全体での削減目標を2050年時点の目標からバックキャスティングにより設定しており、実績からその目標に至るに必要な部分を規制とインセンティブで実現しようとしていることが分かった。

これらの取組に加えて、間接排出までを評価すべくサプライ

チェーン排出量の見える化および削減に取り組んでいることも分かった。サプライチェーン排出量は、①事業者自らによる温室効果ガスの直接排出を指す Scope1、②他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出を指す Scope2、③ Scope1、Scope2 以外の間接排出（事業者の活動に関連する他社の排出）を指す Scope3 から成り、Scope3 には輸送・配送・出張・通勤により排出される GHG が含まれる。産業部門の大手企業が公表しているサプライチェーン排出量をいくつか調査したところ、Scope1、Scope2 の排出量と、Scope3 のうち輸送・配送・出張・通勤分の排出量は同程度であったことから、運輸部門の CO₂ 排出量削減は他産業にとって、今後増々重要になると考えられる。

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サプライチェーン（Scope3）排出削減が有効と考え、Scope3 に関する動向について調査したところ、EU や欧州諸国では日本・米国に先駆けて、規制とインセンティブを活用したサプライチェーン排出量の情報開示が進んでいることが分かった。また、欧州では、交通事業者が排出削減量を有償で利用者に提供するサービスも展開されている。日本においても排出量削減を環境価値として提供するような取組は一部の交通事業者で行われているが、欧州に比べれば広がりを見せておらず、脱炭素に取り組むつつも環境価値提供まではできていない事業者も日本では散見された。Scope3 の観点から、交通事業者だけでなく、関係のある他産業と共に排出量を削減していく仕組みや風潮を全体で醸成するために有効と考える。今後は交通事業者による環境価値提供事例の拡大を図るとともに利用者への幅広い周知並びに行動変容を促す必要がある。

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 燃料購入コストの一部利用者が負担する。
スイス	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	「マーズエコデバリー」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	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 CO ₂ 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 CO ₂ 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」の導入コストの一部負担する。（期間限定プロジェクト）

交通事業者による環境価値提供事例

5. 提言

これまで紹介してきた分析や調査の結果を踏まえ、交通産業において脱炭素を円滑に進めていくための方策について検討し、以下の 6 つの柱で提言にまとめた。

（1）交通モード横断のロードマップ策定

現在の取組を進めるだけでは政府目標を達成できない可能性がある。取組を進めるためには長期見通しが不可欠であり、国が主導して交通モード横断のロードマップを策定するとともに、官民協力して CO₂ 削減目標に加えて代替燃料や輸送機器の導入などの詳細な定量目標を設定する必要がある。また、ロードマップの策定にあたっては、2050 年のカーボンニュートラルから逆算したバックキャストリングによって策定し、策定時の想定とは技術進展が異なる進み方をするケースも考慮して、一定期間ごとにアップデートを行い、

分析を行うことが必要である。

なお、交通事業者及び燃料供給事業者も国が策定するロードマップを受けて、具体的な道筋であるトランジション戦略を提示し、主体的にカーボンニュートラル達成に向けて努力を継続する必要がある。

（2）インセンティブと規制による燃料転換の促進

燃料転換に取り組む交通事業者が損をしない仕組みづくりが必要である。行政は、交通モードや地域別に交通事業者のコスト負担に差異があることを考慮した上で、燃料転換に取り組む交通事業者が優遇される補助金の給付や減税・免税制度などの仕組みを創設する必要がある。今後導入が予定されるカーボンプライシングの仕組みによっては、脱炭素コストが相対的に高い「Hard to abate sector」である交通分野に課金が集中する可能性がある。過度な課金の負担を軽減するため、より薄く幅広い課金制度の導入と「Hard to abate sector」の脱炭素を推進するため、課金収入の相当量を交通分野の脱炭素化支援に充てる仕組みが必要だと考える。

なお、将来的には、燃料販売量規制、CO₂ 排出量規制等の規制的手法によって、燃料転換に取り組まない事業者への罰則を科すことも一案である。

（3）輸送機器・エネルギーの供給体制構築

交通事業者が燃料転換に取り組むには、輸送機器やエネルギーの供給体制の構築が欠かせない。需要家となる交通事業者は導入計画を明示し、公的機関や大手事業者が先導して代替燃料の輸送機器を導入することで供給側のリスク低減を支援するなど、需要と供給双方の関係者が連携して、長期的な市場拡大と供給体制を構築することが必要である。

行政機関は、技術開発支援のための補助金を強化することや、モードやセクターを超えて需要側と供給側が連携するための協議の場を設定する必要がある。なお、燃料転換を伴う輸送機器・エネルギー供給体制の構築により、産業の転換が必要となる。これに伴う内燃機関関連の雇用等への影響を踏まえた対応や、蓄電池や水素等の国内製造への支援により国内経済波及効果を高めることが重要となる。

（4）交通事業者の脱炭素コストの負担低減

交通事業者の脱炭素につながる輸送機器と燃料・エネルギー導入を加速させるには輸送機器、燃料等の早期の大幅なコスト低下が必要である。輸送機器、燃料等のコスト低下のためには、イノベーションの加速や十分な供給体制構築が必要である一方、例えば、充電設備や水素充填設備等の供給設備の設置コスト負担の低減のため、マルチモーダル型の供給設備を導入する、IT 化や AI の活用による更なる人流や物流の合理化・効率化により活動量や必要エネルギー量を抑制するなど更なる効率化を進めることも有効と考える。このためには、行政・自治体・燃料供給事業者等が連携して導入を進める必要がある。ただし、補助財源や活動量の抑制等には限度があることから、交通利用者へのコスト転嫁も必要である。

（5）利用者のスコープ 3 排出量の削減促進

脱炭素化は規制等により強制的に実施されるよりも、マーケットの市場原理により自然と進むことが望ましい。燃料転換へ取り組む交通

事業者が利用者から選択される社会の構築のためには、Scope3排出量公表義務化などサプライチェーン排出量削減が評価される仕組みの導入が必要と考える。

そのためには、交通事業者のCO₂排出量算定方法について、モード横断で統一していく必要があり、また、それを取引企業におけるScope3のCO₂排出量算定に反映する仕組みが必要となる。ただし、交通事業者のCO₂排出量を正確に算定するためには膨大な手間と費用が掛かるため、リソースの少ない企業であってもCO₂排出量が簡便に計算できる算出方法とツールであるべきである。

一方、交通事業者の環境価値提供について、利用者への更なる訴求やサービスの拡張を行い、業界全体の動きとなるように取組を加速させる必要がある。行政や業界団体は、環境価値提供のプラットフォームの確立や市場創出も視野に、これらの取組を支援する必要がある。

また、出張・通勤に伴うCO₂排出量削減のために環境負荷の小さいモードや交通事業者へシフトを促す企業のモビリティマネジメントを推進することも必要である。

(6) 利用者・社会の理解と行動変容促進

交通分野の燃料転換に対する各制度の導入や、脱炭素コストを運賃・送料に転嫁するには、利用者・社会の理解促進が欠かせない。

行政や業界団体は、国民への情報発信等により、国民の環境意識の更なる向上および社会全体としてCO₂排出削減に取り組んでいく機運を高めていく必要がある。

前述のシナリオ分析では企業や個人の行動変容を考慮していないが、企業に対しては、Scope3を含む排出量の公表及び管理責任を持たせる等によって、輸送・配送、出張、通勤等においてCO₂排出量が少ない交通事業者を選択するように行動変容を促進することが考えられる。

個人に対しては、公共交通や自転車・徒歩利用への誘因施策、自動車の市内入域規制などにより活動量を抑制することや、学校教育等を通じた国民の環境意識の一層の向上により、CO₂排出量がより少ない交通事業者を選択するように行動変容を促進することが考えられる。

これらにより、脱炭素、特に燃料転換へ取組む交通事業者が利用者から選択される社会の構築が必要である。

(参考) 交通産業の脱炭素ロードマップ一例

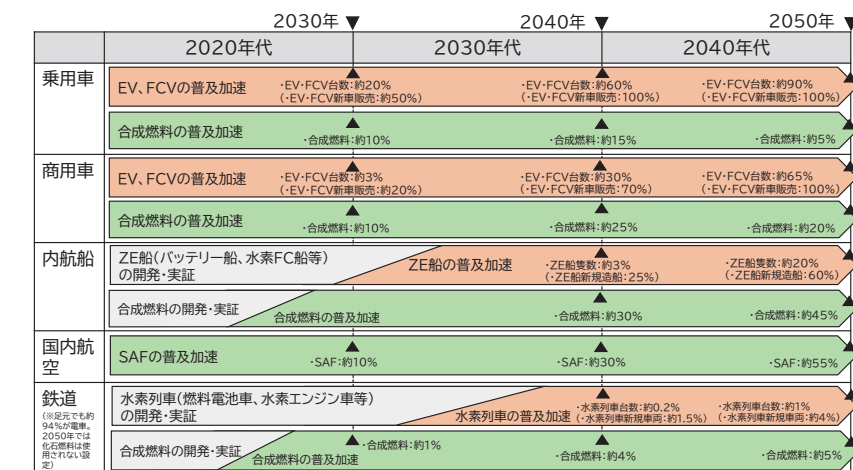
交通産業の燃料転換には電気、水素、合成燃料等様々な選択肢があるが、現時点で優位と言える燃料はなく、技術進展の動向も踏まえながら、燃料転換を進めていく必要がある。そこで、交通産業の燃料転換の道筋（ロードマップ）の一例として、カーボンニュートラルシナリオにおける2030年、2040年、2050年の各輸送機器および燃料の導入割合を右図に示す（合成燃料は通常、化石燃料と混合して使用されると想定されるが、ここでは混合されず、1台あたりに合成燃料が100%使用されると仮定して台数を算出）。

交通産業 GX ロードマップ検討会 委員名簿 (2025年3月時点) *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 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
委員	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
委員	大坪新一郎	東海大学海洋研究所 特任教授 運輸総合研究所 特任研究員
委員	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
委員	柴山多佳児*	ウィーン工科大学交通研究所 上席研究員 運輸総合研究所 客員研究員
委員	田邊 勝巳	慶應義塾大学商学部教授 運輸総合研究所 研究アドバイザー
委員	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
委員	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
委員	本郷 尚*	三井物産戦略研究所 シニア研究フェロー
委員	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
委員	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
委員	清水 充	国土交通省総合政策局 環境政策課長
委員	宿利 正史	運輸総合研究所 会長
委員	上原 淳	運輸総合研究所 理事長
委員	屋井 鉄雄	運輸総合研究所 所長
委員	奥田 哲也	運輸総合研究所 専務理事
委員	金山 洋一	運輸総合研究所 主席研究員・研究統括
委員	藤崎 耕一	運輸総合研究所 主席研究員・研究統括

本研究の活動内容・成果は運輸総合研究所のWEBページでご覧いただけます。

<https://www.jttri.or.jp/research/safety/GXroadmap.html>



カーボンニュートラルシナリオにおける燃料転換の道筋