



2022年4月22日

エネルギー・資源学会(JSER) 研究委員会
「2050年に向けた日本のエネルギー需給」
東大生研 エネルギーシステムインテグレーション(ESI)

「2050年のエネルギーと社会:そして前に進むために」
2022年度第1回シンポジウム(第15回ESIシンポジウム)

パネルディスカッション(2)
「需要部門の今後と取り組みの方向性」

<運輸部門>

早稲田大学

大聖 泰弘

□ EV化をどこまで進めるべきか？

- * バッテリー性能の向上 * 原材料のコスト抑制 * LCAによるCO₂抑制
 - * 再エネの利用と急速充電インフラの整備 * バッテリーのリユース・リサイクル体制構築
- ⇒ 短中距離走行: 乗用車やトラック・バスのEV化を推進
中長距離走行: 乗用車にはPHEV化も併用 (長距離用重量車のEV化は不適切)

□ 燃料電池車とEVのすみわけは？

- * FCEVでは, 水素と車両コストの大幅低減, 供給インフラの整備
- ⇒ 長距離走行する乗用車やトラックのFCEV化

□ 重量車, 船舶, 航空機などの輸送手段における代替燃料の利用可能性は？

- * バイオ燃料: 「供給量」「CO₂低減効果」「コスト」の面で利用は限定的
 - * 合成燃料: 収率の向上, 大幅なコスト低減, 生産立地の選択
- ⇒ 重量車: 水素, 合成燃料 ・ 船舶: アンモニア, 水素 ・ 航空機: 水素, バイオ, 合成燃料

□ モーダルシフト・シェアリング・自動運転など, 大きな需要構造の変化の影響はどこまで起こりうるか？

- * モーダルシフト: 鉄道貨物線とターミナルの大幅増強, トラック輸送との複合物流化
- * シェアリング: 利用者の受容性と自動車交通需要の抑制効果に関する検証と将来予測
- * 自動運転: 交通流の円滑化によるCO₂抑制の効果検証

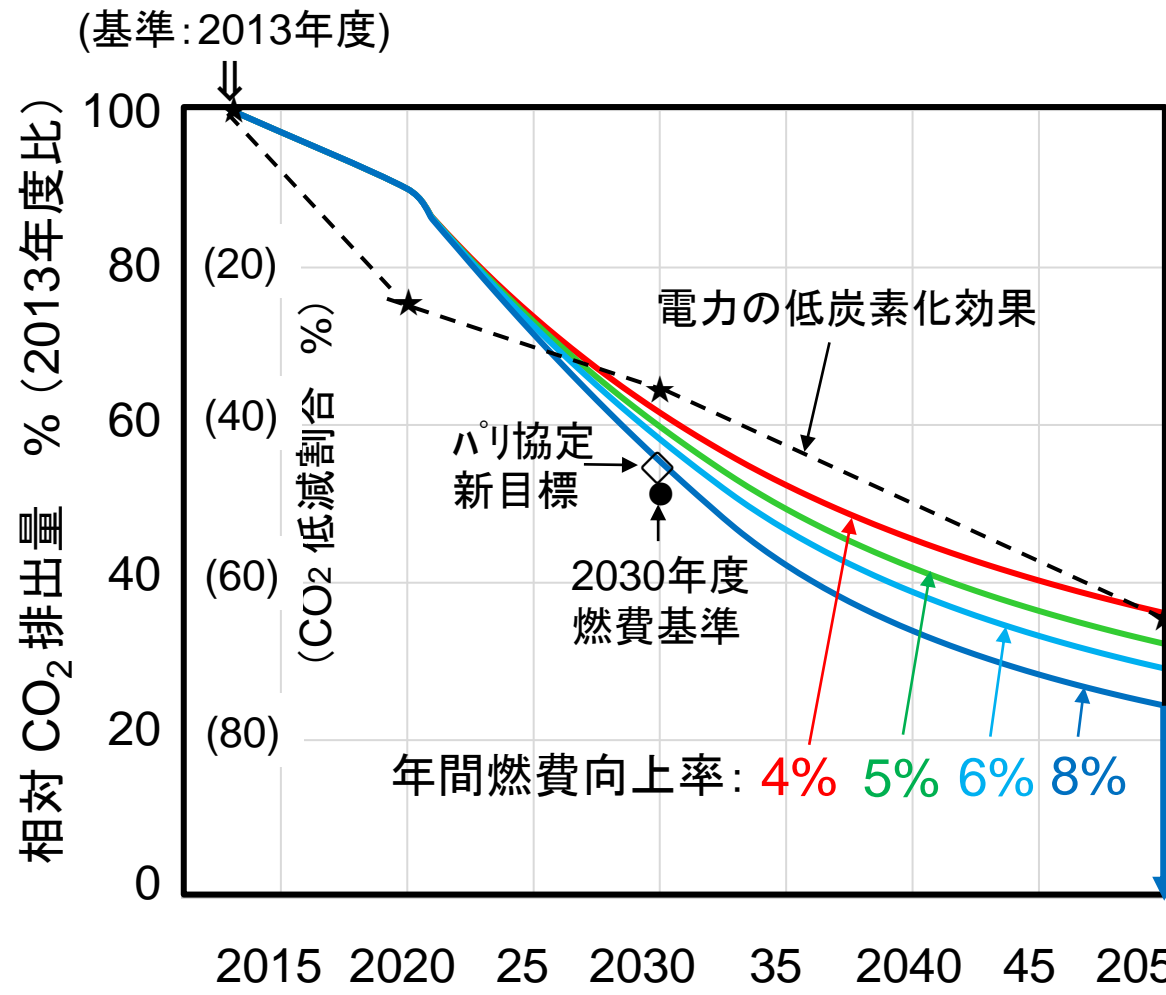
項目	電気	水素	合成燃料
生成原料の前提条件	低炭素(再生可能)電力の利用	グリーン水素の利用	グリーン水素と回収CO ₂ の利用
生成効率(電力ベース)	○	□	△
エネルギーコスト	○	△	▲
供給インフラコスト/利便性	□/□	△/△	○/○
車両搭載性	△	△	◎
動力システム効率	◎	○	□
車両コスト	□	△	○
利用車種	BEV, PHEV 乗用車・小中商用車	FCEV 乗用車・トラック	ICEV, HEV, PHEV 乗用車・トラック
走行距離	短・中距離	中・長距離	長距離

- ＜課題＞
- 燃料・エネルギー生成, 部品/車両製造・利用・処分に関わる“LCA”が必要
 - 燃料・エネルギーの「供給量」「CO₂低減効果」「コスト」の比較が必要
 - 普及には, 利用者に対する利便性と経済的負担軽減への配慮が重要
 - 大型貨物車の電動化, 低・脱炭素化は深刻な難題

技術項目	内容	燃費改善割合 [CO ₂ 低減割合] (所要年数: 年率改善率)
① エンジンの高効率化	2030年までに正味熱効率50%を達成	15~25% [13~20%] (10年間: 1.5~2.5%/年)
② 電力・燃料の低炭素化	再生可能電力の利用 (BEV, PHEV)	30~140% [23~58%] (20年間: 1.5~7%/年) *
	水素・合成燃料等の利用	? (2030年以降)
③ バッテリー・電動技術の高性能化	ハイブリッド化 (マイルド~ストロング)	20~80% [17~44%] (15年間: 1.3~5.3%/年)
	BEV化, PHEV化 (電力の低炭素化)	30~140% [23~58%] (20年間: 1.5~7%/年) *
④ 車両の軽量化	軽量材料の利用 (20~30%減少)	20~30% [17~23%] (20年間: 1.0~1.5%/年)

<仮定>: 2020年時点の技術を基準とする。 * : 同一の効果

- ① エンジンの高効率化と燃料の低炭素化は, ICEV, HEV, PHEVの燃費改善に寄与。
- ③ バッテリー・電動化技術の高性能化は, ICEVを除くすべての車種の低炭素化に寄与。
- ④ 車両の軽量化は, すべての車種の燃費を改善する。



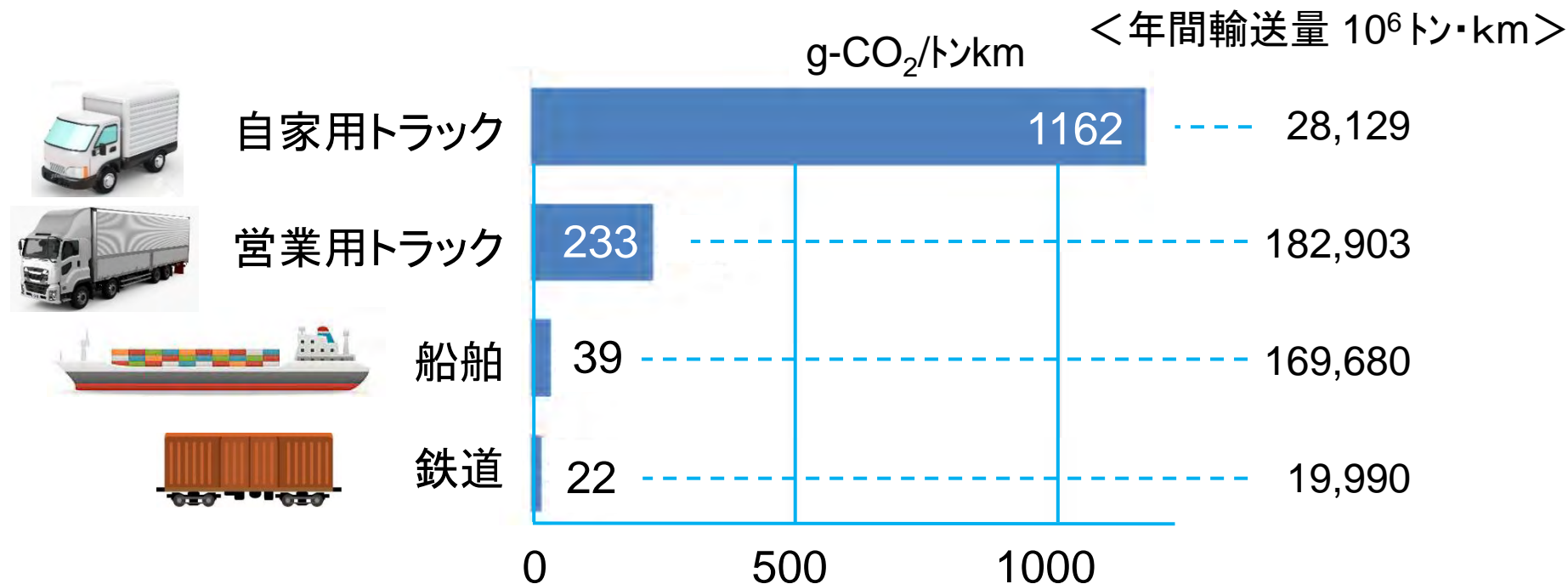
- 燃費基準の強化
2020年から2030年に44%改善
2030年以降, 一層の強化が必要
- 電力の低炭素化(★)
2013年:0.570kg/kWh (低減%)
2019年:0.444 " (22.1)
2030年:0.37 " (35.1)
2050年:0.20 " (64.9)
- 基準年の2013年度から2020年度
までに10%低減したと推定される。

36.1 (63.9)	} 低減%
32.2 (67.8)	
29.1 (70.9)	
24.4 (75.6)	

- ・ドライバーと保有台数の減少
- ・自動車活動量の削減
- ・CCUS, カーボンプライシング(JCM)他

□ 自動車関連技術のみで自動車分野のカーボンニュートラルとすることは困難であり, 自動車の利用に関わる対策や他分野での取組みを同時に進める必要がある。

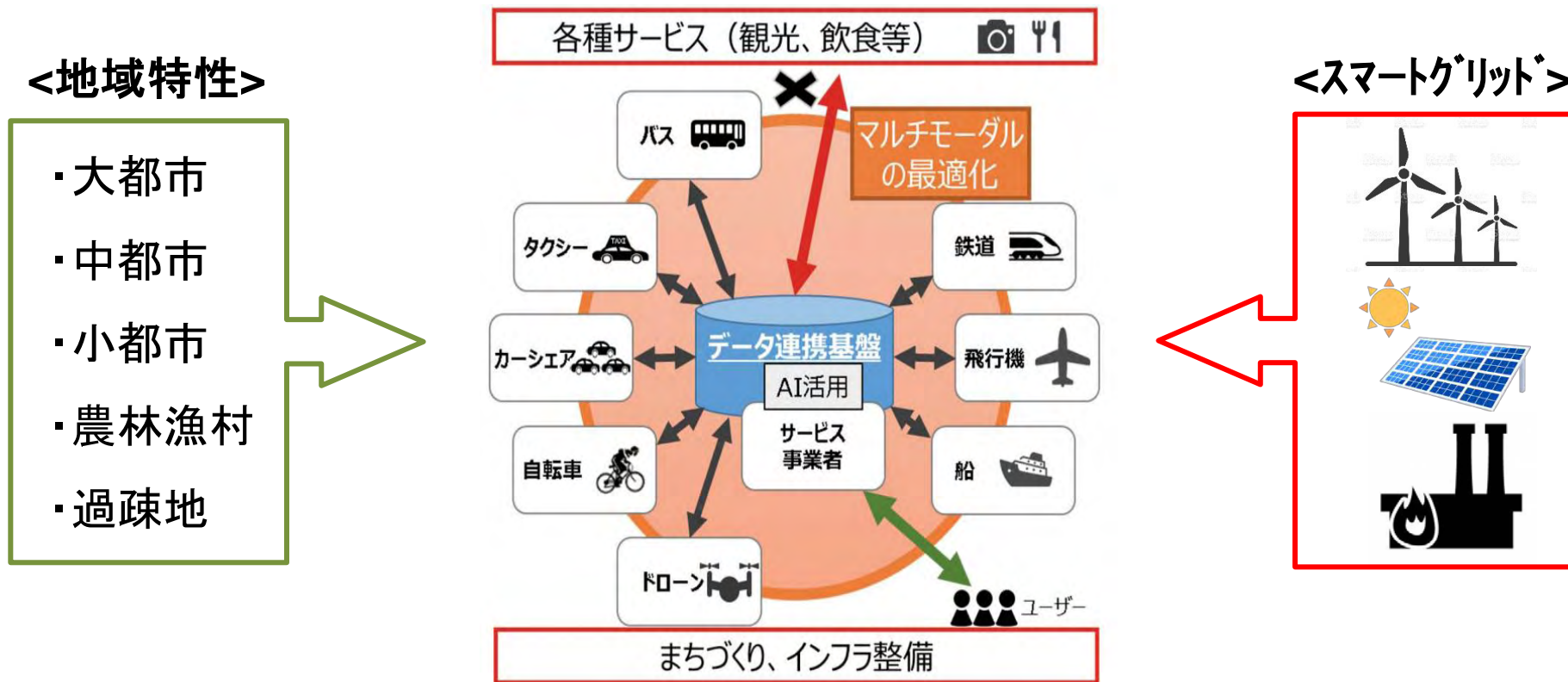
（国土交通省資料，2020年）



- 鉄道貨物輸送量の倍増でトラックからのCO₂を約9%（運輸部門全体の約3.3%）削減する効果がある。一層の削減には、さらに大幅なモーダルシフトが必要。
- 鉄道では電力の脱炭素化が課題である。
- トラック輸送では、自営転換が有効である。

日本における“MaaS”の概要

(高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 2019年)

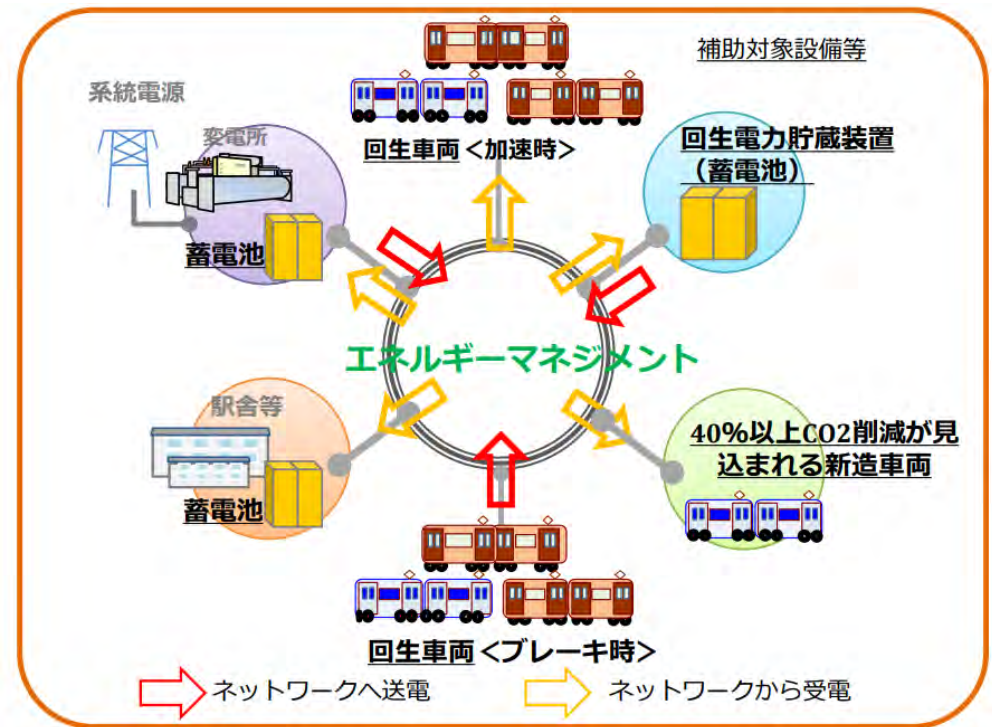


- <課題>
- ❑ 交通需要の抑制, 大気環境の改善, 省エネ, 温暖化抑制にどんな効果があるかを検証し, 将来予測する必要がある。
 - ❑ 再エネの地産地消を促進する。
 - ❑ 新たなまちづくり(スマートシティ)の一翼を担う。
 - ❑ 交通安全の向上(事故防止)にいかにより有用か?

鉄道分野における温暖化対策

- 他の交通機関に比べてエネルギー効率と低CO₂特性に優れている。
- 対策としては、
 - ・貨物・旅客両面でのモーダルシフトの推進
 - 例：貨物のトラック輸送から鉄道輸送へのシフト効果の大きい幹線コンテナ輸送に関わるインフラ整備
 - ・車両の軽量化（走行抵抗低減）
 - ・可変電圧可変周波数制御（VVVF）機器搭載車両の導入
 - ・鉄道施設の省エネ化と再エネの利用
 - ・鉄道システムの技術開発等

商品輸送時に貨物鉄道を一定割合以上利用している場合に、「エコレールマーク」の認定を受けられる仕組み



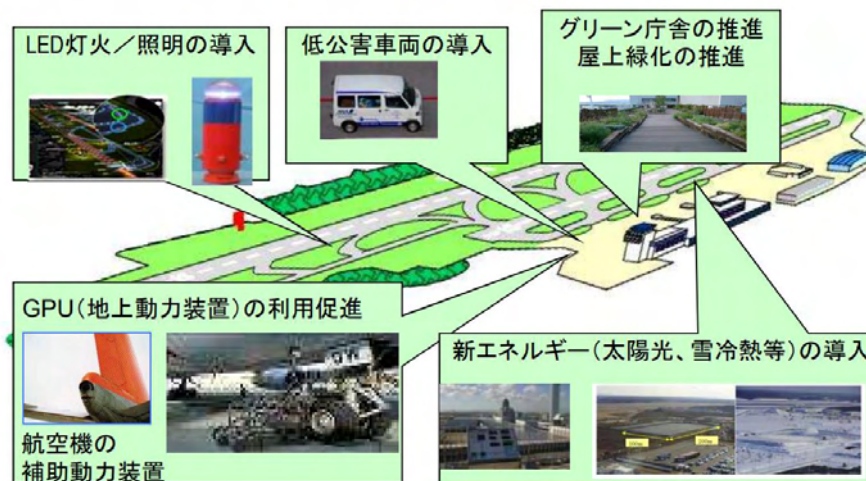
(国土交通省)

□わが国の2030年度削減目標に対する国内航空の対策:

- ・高効率エンジンや低空気抵抗で軽量な機体等の導入
- ・運航効率の改善
- ・エコエアポートの推進(下図)
- ・低炭素代替燃料の普及促進等

□国際航空においては、国際民間航空機関(ICAO)に参加し、具体的な対策に取り組んでいる。

- ・燃料効率の毎年2%改善
- ・2020年以降総排出量を増加させない。
- ・バイオ燃料/水素等のSAF(Sustainable Aviation Fuel)の利用
- ・対象国同士を結ぶルートに対してオフセット義務を適用する経済的手法(GMBM)や達成量の不足分について、市場メカニズムを活用した排出削減制度(CORSIA)が2021年から導入されている。



(国土交通省)

□わが国が2030年度に内航海運で30%の削減を達成する手段:

- ・新造船の燃費向上
- ・最適運航技術の開発・導入等を含むオペレーションの効率化（自動運航システムの導入）
- ・LNGやアンモニア，水素等の低炭素代替燃料船の導入

□2050年におけるCNに向けた目標:

- ・脱炭素代替燃料船の実現
- ・燃料転換に伴う安全対策
- ・経済的インセンティブ制度の導入
- ・安定な燃料供給体制の整備

□国際海事機関（IMO: International Marine Organization）を先導し，国際海運からのCO₂排出削減に向けて，2011年に船舶の燃費規制を規定し，2018年に中長期削減目標を設定している。

□2020年，「国際海運GHGゼロエミッションプロジェクト」を立ち上げ，今世紀中のCO₂ゼロに向けた「ロードマップ」と具体的な「ゼロエミッション船」（右図）のコンセプトを取りまとめた。今後，必要な国際ルールを整備や技術開発・実証の推進等に取り組み，2028年までの商業運航を目指す。



（日本海事協会，国土交通省）