

次世代の自動車及び鉄道による北海道の交通・物流の カーボンニュートラルシナリオの分析

－ エコカー導入と温室効果ガス排出低減のシナリオ －

北見工業大学 教授 小原 伸哉

はじめに

日本の交通・物流（運輸部門）の温室効果ガス削減目標は、2030年度で2013年度比の46%減で、2050年にはカーボンニュートラルである。北海道の運輸部門から発生するCO₂は、鉄道の電化区間が少ないことや、自動車の輸送距離が長いこと、車両の暖房用エネルギーの消費が多いことから、全部門に対する割合が全国平均よりも高い。

本研究プロジェクトでは、道内の自動車及び鉄道に関わる交通・物流の脱炭素化の動きについて調査しているが、今回の報告書では2037年くらいまでの、自動車によるCO₂排出量の低減の見通しについて述べる。

道内のエコカーの導入予想については、環境省の環境対応車普及方策検討会[1]などで報告されているが、10年以上も前に調査されたもので、しかも北海道について述べたものではない。そこで本稿では、いわゆるエコカー（ハイブリッド車（HV）、プラグインハイブリッド車（PHV）、電気自動車（EV）、燃料電池車（FCV）、圧縮天然ガス車（CNG）、メタノール車（MV）、水素燃焼エンジン車、代替燃料車など）の導入量と、EVやPHVで用いる電力のCO₂排出係数を、北海道での実績値及び政府目標から決めて、できるだけ高い精度のCO₂排出量の低減見通しを明らかにする。

さらに、道内主要都市を結ぶトラック、鉄道、バスによる旅客及び貨物の輸送に伴うCO₂排出係数を明らかにする。上で得られた係数から、道内での貨物流通の実績に基づいた、カーボンニュートラルの対応策を考察する。

本稿の目的は、上で述べたエコカーの導入見通しから、温室効果ガスの削減を2030年に2013年比の46%減、及び2035年に2019年比の60%減という政府目標を道内で達成するための、①エコカー構成と導入量を得ることと、②道内の交通・物流に要する流通手段の今後の対応策を得ることである。また、本稿の結果が、北海道のエコカー普及政策及び適切な流通手段の参考になることが本研究の目標である。

1. 運輸部門（自動車）のCO₂排出の特徴

図1は、2021年度の全国の運輸部門から排出されたCO₂量（1億8,500万トン）と全部門での割合（17.4%）である[2]。北海道の運輸部門から排出されるCO₂の割合は輸送距離が長いことなどから、図1に比べて大きく、図2に示すように2020年度で20.9%である[3]。北海道のCO₂排出の特徴は、運輸部門と家庭部門の割合が大きいことである。本稿では北海道の運輸部門（自動車）での脱炭素化のシナリオについて、エコカーの新車導入予測に基づいて調査する。



図1 2021年度の国内CO₂総排出量と内訳[2] 図2 2020年度の道内と全国でのCO₂の構成[3]

1. 1 自動車によるCO₂排出

図3は、2021年度の運輸部門からのCO₂排出量の内訳で、自動車によるものが86.8% (全部門の15.1%)で、自動車に含まれる旅客自動車は47.0% (同8.2%)で、貨物自動車は39.8% (全体の6.9%)である[2]。日本政府は2050年までに運輸部門を含めたカーボンニュートラルを実現するために、2035年までに乗用車の新車販売で電動車100%を実現するよう求めている[4]。一方、国内のエコカーは現在のところHVの割合が大きいものの、技術革新により他の種類が増加する可能性もある。図4はエコカーの導入指標となる図で、エコカーの動力は移動距離と車両サイズから得られる[5]。したがって、運輸部門の自動車に関わるCO₂排出量は、図3に示した用途と図4に示した動力から見積もることができる。

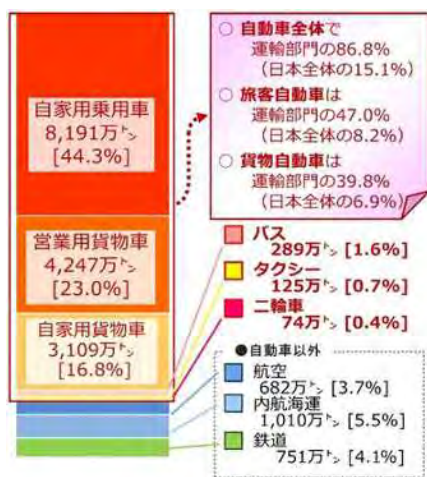


図3 2021年度の運輸部門におけるCO₂排出量の構成[2]

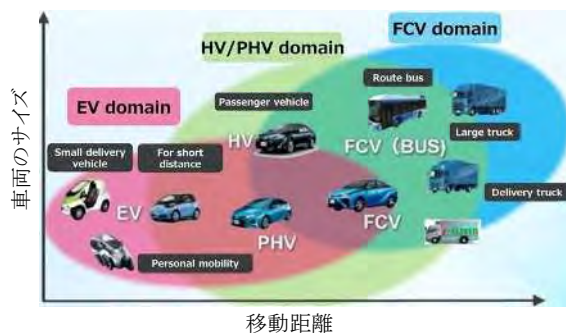


図4 次世代エコカー(低公害車)[5]

1. 2 自動車の将来動向

国内の人口減少と高齢化により、将来の自動車の登録数は減少すると予想される。図5は北海道の自動車の登録台数の実績[6]と、近似曲線による将来動向の予測である。道内の自動車登録数は2025年ごろから減少に転じると予想されるが、コロナ禍が落ち着いた後

の経済活動の活発化により、さらに後にシフトする可能性もある。

図 6 は、国内の自動車輸送による CO₂ 排出量の推移で、2001 年をピークに減少に転じている。この要因は、内燃機関車の燃費の改善と、HV の導入が大きいと考えられる。しばらくの間、自動車からの CO₂ 排出量は減少傾向にあると予想されるが、課題は、日本が目指す 2030 年及び 2035 年の削減目標に至るか否かである。

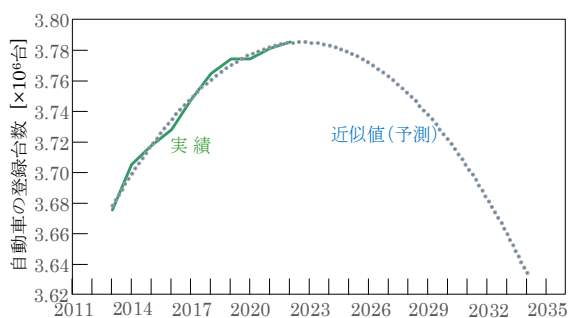


図 5 北海道の車両保有数実績とその予測

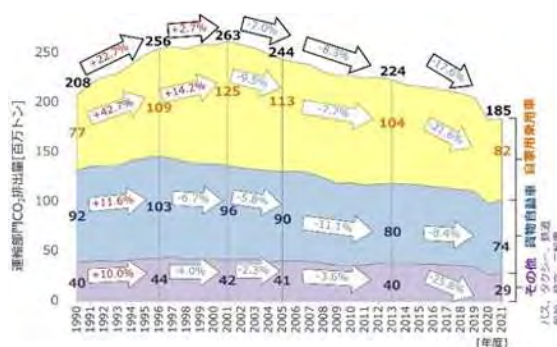


図 6 運輸部門の CO₂ 排出量の推移[2]

1. 3 日本政府の目標値

図 7 は、経済産業省による自動車の CO₂ 排出に関わる脱炭素化の目標である[5]。2030 年度で 2013 年度比の 46%の低減で、2050 年にはカーボンニュートラルを目指す。2030 年の目標はまだしも、2050 年の目標をクリアするには、現在の HV を中心としたエコカーの導入だけでは今のところ難しい。CO₂ 排出係数が HV よりも小さい EV の導入は、政府目標の確実な達成に重要である。しかしながら、送電網の電力の CO₂ 排出係数により EV の導入効果は変わるため、電力側の状況を考慮して CO₂ 排出量を見積もる必要がある。

	Target year	Goal	FCV	EV	PHEV	HEV	ICE
Japan	2030	HV: 30 to 40% EV/PHEV: 20 to 30% FCV: Up to 3%	Up to 3%	20-30%		30 to 40%	30 to 50%
	2035	Electrified vehicles (EV/PHEV/FCV/HV)100%		100%			N/A
EU	2035	EV/FCV: 100% (Note) However, there are negotiations of intermediate review, etc.	100%			N/A	
U.S.	2030	EV/PHEV/FCV: 50%		50%		50%	
California	2035	EV/PHEV/FCV: 100%		100%			
China	2025	EV/PHEV/FCV: 20%		20%			
	2035	HEV50% EV/PHEV/FCV: 50% (Note) Announced in China-SAE		50%		50%	N/A
UK	2030	Gasoline-powered vehicles: Sales prohibited EV: 50 to 70%		50-70%			N/A
	2035	EV/FCV: 100%	100%			N/A	
France	2040	Internal combustion vehicles: Sales prohibited	100%			N/A	
Germany	2030	EV: Stock 15 million		Stock 15 million			

図 7 各国の自動車の電化目標[5]

2. 北海道の自動車による交通・物流の状況

本章では、道内の最近の自動車輸送のデータを紹介するが、これらのデータは次章の解析に用いる。

2. 1 自動車の状況

図 8 は、2023 年 7 月現在の、運輸支局別の自動車登録台数である。道内の自動車登録数は札幌圏に集中しており、2022 年度で全道の 46%に至っている[7]。また、図 9 は全運輸支局別に登録されている自動車の種類（二輪車含む）である。道内の自動車のおよそ 3/4 が乗用車である。自動車の登録数は、図 5 で述べたように現在のところ道内で増加しているが、図 10 に示す最近の新車及び輸入車の年々の登録台数を見ると[8]、今後も減少する傾向にある。



図 8 「営業用+自家用」支局別輸送トンキロ[7]

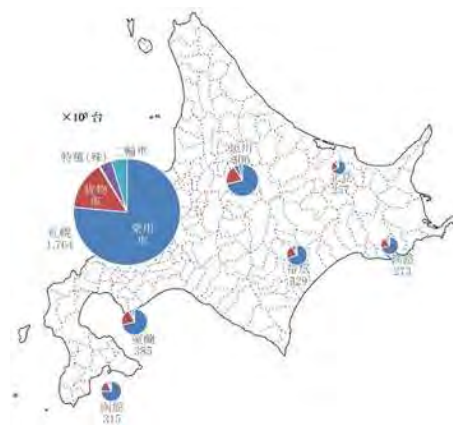


図 9 運輸支局別の自動車保有台数

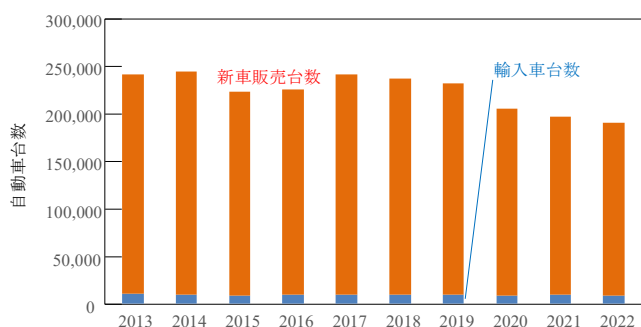


図 10 道内の新車と輸入車の販売台数[8]

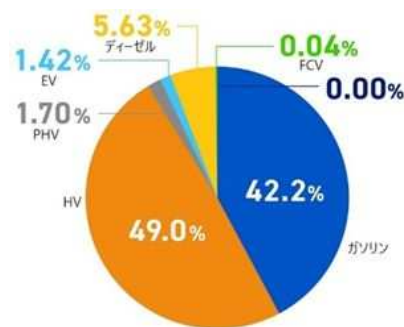


図 11 2022 年の国内燃料別新車販売割合 (普通乗用車)の割合[9]

2. 2 HV の増加と脱炭素

世界では次世代のエコカーとして EV への期待が大きいですが、2022 年の日本国内での燃料別新車販売台数（普通乗用車）の割合は図 11 のようになっている[9]。図から知れるように、HV はすでにガソリンエンジンによる自動車を上回る。

一方、図 12 は道内のエコカーの保有台数の推移である[7][10]。エコカーについては HV

の割合が高く、CNGを除く他の種類のエコカーも増加している。このままHVが増加したなら、図7に示した日本の目指す2030年、2035年のCO₂の削減目標を満たすのが最初のハードルで興味深い点である。



図12 道内におけるエコカーの保有台数の推移

2.3 EVは必要か？

EVの導入が進まない要因としては、主に①充電インフラの整備の遅れ、②自動車メーカーのHVやFCVへのこだわり、③バッテリーが高価、④電力システムのCO₂排出係数が大きいことなどがあげられている。①についてはノルウェーなどの成功例もあり、制度と関係者の調整に関わる課題と言える。②についてはメーカーの戦略なのであろうが、そのために①の課題が全体として進展しないようにも見える。③に関しては、2025年までに固体電池の生産が計画されており、低価格・高性能化が現実的である。④については地域の電力システムから電力を供給するため、道内の場合は北海道電力ネットワーク(株)の再エネ割合により、EV及びPHVのCO₂排出量が決まる。

図7で示したように、日本は2035年までに新車の100%をEV、PHV、FCV、HVにしようとしている。ここで問題になるのは、図12中に示したHV一強の傾向から、a. HVだけで2035年の温暖化ガス排出削減幅を2019年比の60%削減に至るのかという点と、HVだけでは難しい場合に、b. EVはどの程度必要になるのかという点である。そこで本稿では、図13に示す北海道電力ネットワーク(株)から供給される、電力のCO₂排出係数の推移を用いて、EV及びPHVのCO₂排出量を計算する。図中の2008年から2010年と、2018年から2022年の値は実績値で、2030年は政府の目標値(0.37kg-CO₂/kWh)である[11]。

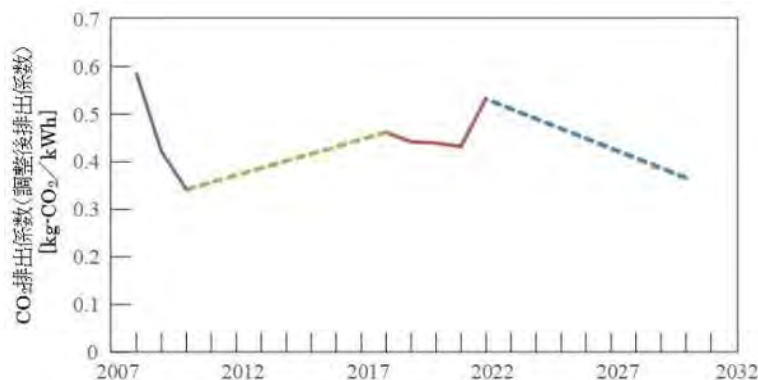


図 13 北海道電力ネットワークの電力の CO₂ 排出

3. 「自動車を用いた交通・物流での CO₂ 排出」の解析方法

エコカーの導入シナリオと CO₂ 排出量の予測について、以下の手順で解析を行う。

3. 1 現在の新車販売の割合で、今後もエコカーが導入されていくケース

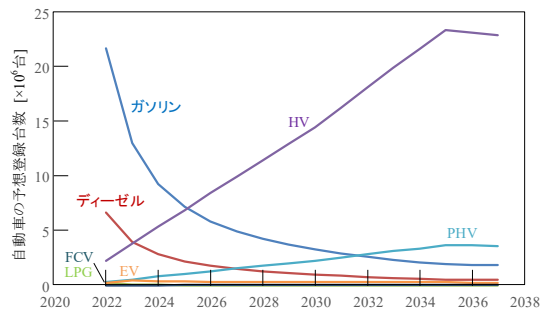
自動車の燃費は、各種自動車の走行キロと燃料消費量のデータ[7]から得られる。また、道内を走る各種自動車の台数は、図 5 で示した各年での自動車の保有台数とする。さらに、EV と PHV に与える電力の CO₂ 排出係数には図 13 の値を与える。各種自動車から排出される年毎の CO₂ 量は、上で述べた走行キロ、燃料消費量、保有台数のデータから得られる。

3. 2 2025 年から EV の新車導入が加速するケース

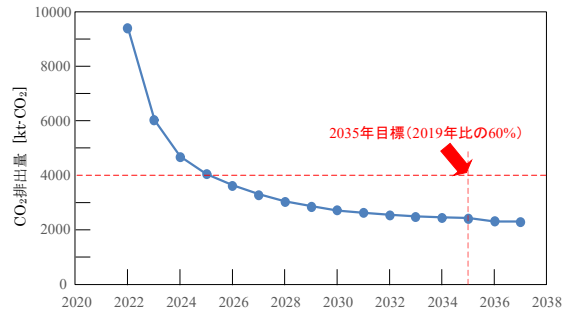
EV が普及しない原因の 1 つに、バッテリーの高価格があげられるが、2025 年くらいから各メーカーで高性能の固体電池が生産される予定である。そこで 4.1 節で述べた HV の導入が、2025 年から EV に大きく舵を切ることを想定して CO₂ 排出量の推移を計算する。

3. 3 2025 年から FCV の新車導入が加速するケース（自動車の大きさによる CO₂ 排出係数の違いを考慮）

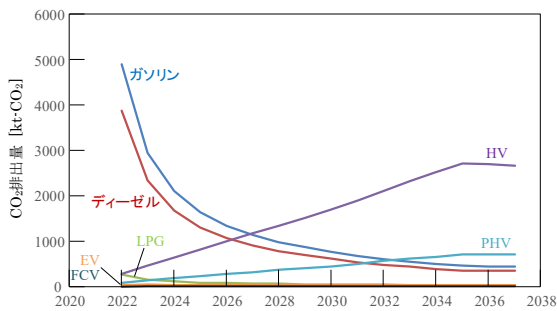
海外では FCV はトラックや列車などの大型車両に適するとされることが多いが、日本や韓国では小型に分類される乗用車への適用に力を入れている。そこで FCV が HV や EV よりも優先して導入される際の、CO₂ 排出量の推移を予想する。ただし FCV の CO₂ 排出係数は、自動車の大きさによる違いが大きい (0.043~0.17kg-CO₂/km[12][13])。そこで本稿では、FCV の CO₂ 排出係数の最小と最大の両方の値で CO₂ 排出量の推移を計算する。



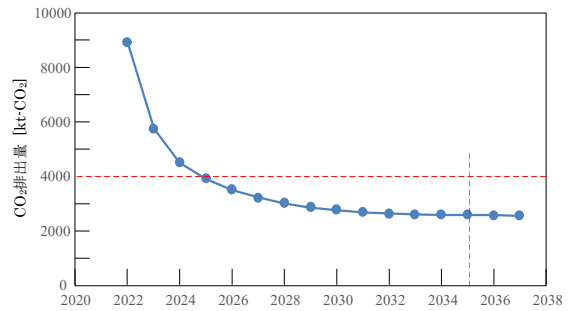
(a) 各種エコカーの予想登録台数



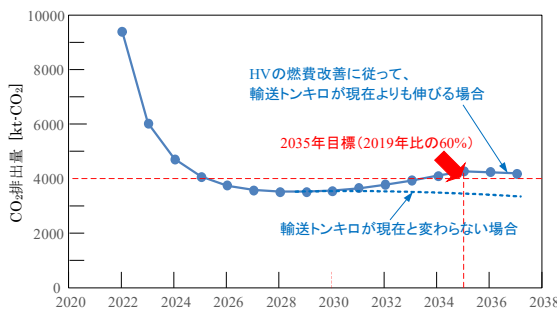
(a) EV



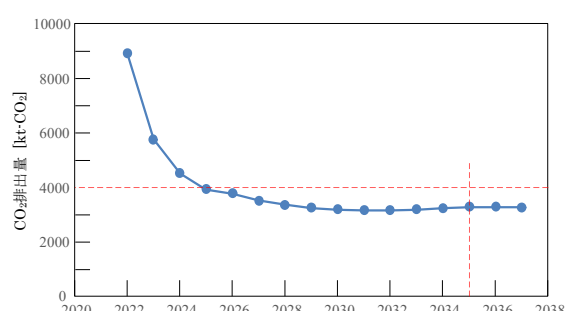
(b) 各種エコカーによる CO₂ 排出量



(b) FCV(小型)



(c) 自動車全体の CO₂ 排出量



(c) FCV(大型)

図 14 現在のエコカー導入割合が続いた場合の解析結果

図 15 各種エコカーを優先して導入させた場合の解析結果

4. 北海道でのエコカー導入と交通・物流からの CO₂ 排出量

以下に 3 章で述べた方法に基づいて解析した結果を述べる。

4. 1 現在の新車割合でエコカーが導入されるケース

図 14 は新車販売における自動車の種類が、将来に渡り現在と同じとして解析した際の、予想登録台数 (図(a)) と CO₂ 排出量 (図(b)及び(c)) の結果である。図(b)は種類別の結果で、図(c)は全道の自動車トータルでの CO₂ 排出量である。このシナリオでは HV の新車導入割合が大きく、他のエコカーによる CO₂ 排出量の削減効果は、PHV でわずかに見られ

る程度である。

また、HV の燃費が将来に渡り変わらないと仮定した上で、輸送トンキロが現在と同じとすると、図(c)中の破線で示したように 2035 年目標をクリアできる。一方、燃費の改善に応じて輸送キロトンも伸びると仮定すると、道内全体の自動車による CO₂ 排出量は一時増加に転じる。HV や PHV などが大量に導入されて燃料費が抑制された際の、輸送キロトンの動向が目標達成に強く影響する。また、2035 年あたりで CO₂ の排出特性が変化するのは、PHV の増加による電力の CO₂ 排出係数の影響である。

以下の各ケースでは、エコカーの割合増加に応じて輸送キロトンも増加するとして解析した結果を示す。

4. 2 2025 年から EV の新車導入を加速させるケース

このケースの場合、自動車の燃料が年々電力システムに依存することになり、地域電力の再エネ割合の影響を受ける。図 15(a)は、図 13 の電力の CO₂ 排出係数を用いて計算した、道内の自動車輸送による CO₂ 排出の結果である。電力システムの再エネ割合が計画通りに増加した上で、道内に EV を優先して導入すると、ほぼ確実に、日本の 2035 年の CO₂ 排出量の削減目標をクリアできる。

4. 3 FCV の新車導入を加速させるケース

図 15(b)は乗用車などの小型 FCV (0.043kg-CO₂/km) が導入された際の、全道の自動車による CO₂ 排出量の解析結果で、図 15(c)は大型 FCV (0.17kg-CO₂/km) が導入された際の解析結果である。図 15(b)と(c)の両方で、2035 年の CO₂ 排出削減の目標を満たしている。FCV の CO₂ 排出係数は、水素の製造方法でも異なるが、欧州委員会の 2035 年の自動車に係る規制では、100%のグリーン水素が要求されており[14]、日本とは大きく異なる。

5. 北海道内の貨物流通と CO₂ 排出量

本章では道内での鉄道輸送による CO₂ 排出係数について明らかにし、トラック輸送の値と比較する。この結果から、道内での貨物流通の実績に基づいた、カーボンニュートラルの対応策について考察する。

5. 1 鉄道輸送の流通量

北海道の貨物輸送量は 4 億トンから約 4.5 億トンで、道内輸送はこのうち 8 割以上である。図 16 は道内での貨物流通を可視化したもので、表中には令和元年度の流通量の実績を示す[15]。札幌地域(石狩・空知・後志)内での流通量が最多で、次いで札幌地域と室蘭地域(胆振・日高)を結ぶ流通量、さらに札幌地域と旭川地域(上川・宗谷・留萌・空知)を結ぶ流通量が多い。道内の流通手段のおよそ 98%がトラックで行われており、北海道と道外との間の流通手段としては 93%が海上輸送で、鉄道輸送はおよそ 7%である。図 15 のデータに基づいて、自動車(トラック)および鉄道による流通時の CO₂ 排出量を明らかにする。

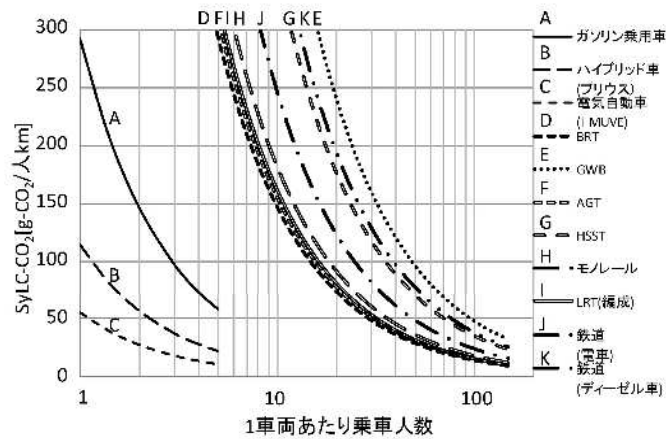


図 18 各輸送機の車両あたり乗車人数と SyLC-CO₂ との関係[17]

5. 3 流通手段と CO₂ 排出原単位の解析結果

以下に、各流通手段で道内の輸送を行う際の、代表的な都市間の CO₂ 排出係数の計算結果を示す。ただし、旅客用電車の乗車率を 25% とし、CO₂ 排出係数は電化区間（電車）が 74 g-CO₂/(人・km)、非電化区間（ディーゼル機関車）が 119 g-CO₂/(人・km) としている。また、旅客用バスの乗車率を 100% として、燃費を 3 L/km として条件の良い状況を仮定した CO₂ 排出量を計算する。さらに、貨物トラックの CO₂ 排出係数は 216 g-CO₂/(キロトン) とする。

表 1 は、道内の代表都市を結ぶ鉄道で、旅客輸送した際の CO₂ 排出係数の解析結果である。都市間の距離が長いと値は大きくなるが、そのほかに電化の有無が強く影響している。例えば、電化されている札幌－旭川間や札幌－苫小牧・室蘭間などの CO₂ 排出係数は小さい。上で述べた電化区間の CO₂ 排出係数は、北海道電力の再エネ割合が直接的に影響するため、今後は図 13 の北海道電力ネットワークの電力供給による CO₂ 排出の推移に従う。

表 2 と表 3 は、道内の代表都市間を結ぶバスで、旅客輸送した際の CO₂ 排出係数の解析結果である。表 2 は最も CO₂ 排出係数が大きくなる「客数 1 名のケース」で、表 3 は CO₂ 排出係数が最小となる「客数 50 名のケース（乗車率は約 100%）」である。都市間バスでは客数により、最大 6.7 倍の CO₂ 排出係数の違いが生じる。また、鉄道による旅客輸送に伴う CO₂ 排出係数（表 1）は、乗車率ほぼ 100% のバス（表 3）の排出係数の 1/5～1/18 倍である。したがって、道内の鉄道は非電化区間が多いものの、それでも道内全域で鉄道による旅客輸送はバス輸送よりも CO₂ の排出は少ない。この傾向は旅客輸送に限らず貨物輸送も同様である。

表 1 道内の鉄道旅客輸送時の CO₂ 排出係数

kg-CO₂/人

	札幌行	旭川行	函館行	苫小牧行	帯広行	釧路行	北見行	室蘭行	稚内行	根室行
札幌発		10.1	31.0	5.3	24.2	39.5	32.1	10.1	41.0	55.6
旭川発	10.1		41.1	15.4	42.5	57.8	22.0	20.2	30.8	73.9
函館発	31.0	41.1		25.7	48.7	64.0	63.1	22.6	72.0	80.1
苫小牧発	5.3	15.4	25.7		23.0	38.2	37.4	4.8	46.3	54.4
帯広発	24.2	42.5	48.7	23.0		15.3	41.7	27.8	73.4	31.4
釧路発	39.5	57.8	64.0	38.2	15.3		26.4	43.1	88.6	16.1
北見発	32.1	22.0	63.1	37.4	41.7	26.4		42.2	52.8	41.9
室蘭発	10.1	20.2	22.6	4.8	27.8	43.1	42.2		51.1	59.2
稚内発	41.0	30.9	72.0	46.3	73.4	88.6	52.8	51.1		104.7
根室発	55.6	73.9	80.1	54.4	31.4	16.1	41.9	59.2	104.7	

表 2 道内のバス旅客輸送時の CO₂ 排出係数(客数 1 名)

kg-CO₂/人(客数1名)

CO ₂	札幌	旭川	函館	苫小牧	帯広	釧路	北見	室蘭	稚内	根室
札幌		1050.0	2332.5	499.5	1477.5	2257.5	2287.5	937.5	2475.0	3172.5
旭川	1050.0		3037.5	1447.5	1275.0	1905.0	1275.0	1882.5	1852.5	2647.5
函館	2332.5	3037.5		1897.5	3262.5	4042.5	4267.5	1462.5	4710.0	4965.0
苫小牧	499.5	1447.5	1897.5		1440.0	2220.0	2445.0	563.3	2887.5	3142.5
帯広	1477.5	1275.0	3262.5	1440.0		915.0	1140.0	1920.0	2962.5	1830.0
釧路	2257.5	1905.0	4042.5	2220.0	915.0		1050.0	2700.0	3442.5	915.0
北見	2287.5	1275.0	4267.5	2445.0	1140.0	1050.0		2925.0	2242.5	1447.5
室蘭	937.5	1882.5	1462.5	563.3	1920.0	2700.0	2925.0		3330.0	3577.5
稚内	2475.0	1852.5	4710.0	2887.5	2962.5	3442.5	2242.5	3330.0		3615.0
根室	3172.5	2647.5	4965.0	3142.5	1830.0	915.0	1447.5	3577.5	3615.0	

表 3 道内のバス旅客輸送時の CO₂ 排出係数(客数 50 名)

kg/人(客数50名)

CO ₂	札幌	旭川	函館	苫小牧	帯広	釧路	北見	室蘭	稚内	根室
札幌		157.5	349.9	74.9	221.6	338.6	343.1	140.6	371.3	475.9
旭川	157.5		455.6	217.1	191.3	285.8	191.3	282.4	277.9	397.1
函館	349.9	455.6		284.6	489.4	606.4	640.1	219.4	706.5	744.8
苫小牧	74.9	217.1	284.6		216.0	333.0	366.8	84.5	433.1	471.4
帯広	221.6	191.3	489.4	216.0		137.3	171.0	288.0	444.4	274.5
釧路	338.6	285.8	606.4	333.0	137.3		157.5	405.0	516.4	137.3
北見	343.1	191.3	640.1	366.8	171.0	157.5		438.8	336.4	217.1
室蘭	140.6	282.4	219.4	84.5	288.0	405.0	438.8		499.5	536.6
稚内	371.3	277.9	706.5	433.1	444.4	516.4	336.4	499.5		542.3
根室	475.9	397.1	744.8	471.4	274.5	137.3	217.1	536.6	542.3	

表 4 は、図 15 で示した令和元年度に行われた、トラックによる道内各都市間での貨物輸送に伴う CO₂ 放出量の解析結果である。道内のトラック貨物輸送から排出される CO₂ 放出量は 1 年間におよそ 475 万トンで、図 14(c)に示した道内の自動車から排出される量のおよそ半分である。

表 4 道内のトラック貨物輸送時の CO₂ 排出量

CO ₂ 放出量トン/年								
	札幌着	旭川着	函館着	室蘭着	釧路着	帯広着	北見着	合計
札幌発	563,850	128,115	200,545	269,717	106,002	221,756	88,283	1,578,268
旭川発	140,038	150,122	7,152	36,930	9,656	18,617	28,531	391,046
函館発	120,411	20,127	102,220	33,780	20,917	13,906	6,573	317,936
室蘭発	461,281	106,045	80,112	55,653	212,251	66,041	19,207	1,000,589
釧路発	41,096	5,486	5,375	112,675	267,386	116,687	45,995	594,701
帯広発	107,660	47,332	3,477	196,415	44,581	118,317	32,307	550,089
北見発	44,374	23,354	4,656	85,504	24,555	12,640	119,601	314,684
合計	1,478,711	480,581	403,537	790,674	685,348	567,964	340,497	4,747,312

おわりに

道内の新車販売の実績に合わせて、エコカー（ハイブリッド車（HV）、プラグインハイブリッド車（PHV）、電気自動車（EV）、燃料電池車（FCV）、圧縮天然ガス車（CNG）など）を導入していく際の、運輸部門の自動車に関わる CO₂ 排出量の削減の推移を解析により調査した。この結果、以下の結論が得られた。

- ・ HV の導入を現在の新車販売に従って増加させると、当面は CO₂ の排出削減となるが、輸送キロトンの増加量によっては、やがては CO₂ 排出量が増加に転じて、2035 年の目標達成が難しくなる。
- ・ EV 及び FCV の新車導入を加速させると、2035 年の CO₂ 削減目標を十分に達成できる。
- ・ 日本ではこれまで、化石燃料に補助金を付けることはあっても、欧州並みの CO₂ 排出への課金を行っていない。2023 年 8 月のデータを見ると、OECD 加盟 38 ヶ国中で日本よりガソリン価格が安いのは産油国（アメリカ、コロンビア、オーストラリア）だけである。この状況が続けられるのであれば、HV より走行時に低炭素なエコカーへの移行が世界に遅れるものと予想され、化石燃料エンジンの廃止や EV への移行が先送りされると考えられる。

本研究では次に、道内の鉄道およびトラックによる貨物輸送で排出される CO₂ 排出係数を、過去の物流の実績から明らかにした。旅客輸送については、鉄道およびトラックによる CO₂ 排出係数を解析して値を比較した。この結果から、道内での旅客輸送および貨物輸送の脱炭素化について、以下の考察が得られた。

- 1) 現在道内にある流通手段では、鉄道輸送は低炭素な貨物輸送・旅客輸送に欠かせない存在であること
- 2) 道内の物流で、最も多く CO₂ を排出しているのは圧倒的に札幌市内で、全道の 12% を占めている。したがって、札幌市内の物流システムのクリーン化に重点を置く必要

がある（例えば市内では代替燃料を集中的に使用する、ITによる物流システムのエコ化、既存の公共交通システムを物流にも利用するなど）

3) 札幌－室蘭間、札幌－旭川間のトラック輸送を相当量鉄道に配分する

4) 帯広駅－南千歳駅間を電化した上で、トラック輸送を相当量鉄道に配分する

最後に、今回の研究結果から、ディーゼルトラック車で化石燃料を大量消費して物流の中心を担う、現在の北海道の旅客・貨物流通システムはカーボンニュートラルの点からは難しいと考える。このため、例えば電化区間を中心にした、鉄道による物流量の大幅な増加を真剣に検討しなくてはならない。今後、欧州並みにCO₂排出量に関わる課金制度がしっかりと整備されれば、トラックやバスによる輸送コストは増加すると予想される。一方、CO₂排出係数の小さな鉄道輸送の長所を明らかにして、物流の見直しを議論する必要がある。

参考文献

- [1] 環境対応車普及戦略、環境対応車普及方策検討会 環境省、(2010)。
- [2] 運輸部門における二酸化炭素排出量、国土交通省環境政策課、https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html、(参照 2024 年 5 月 1 日)
- [3] 北海道における温室効果ガス排出量の状況と北海道地球温暖化対策推進計画に基づく令和 3 (2021)年度の施策等の実施状況報告書、北海道環境生活部 ゼロカーボン推進局 気候変動対策課。
- [4] 経済産業省、”2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略”、(2021)、p.60。
- [5] Technology Roadmap for “Transition Finance” in Automobile Sector, March 2023、Ministry of Economy, Trade and Industry。
- [6] 自動車に関する資料・統計、国土交通省 北海道運輸局、保有車両数年報、(2023)。
- [7] 都道府県別・車種別自動車保有台数（軽自動車含む）、一般財団法人 自動車検査登録情報協会、(2023)。
- [8] 北海道自動車関連市場年鑑 2023 年版、イベント工学研究所、2022 年 3 月出版。
- [9] EV の普及率はどのくらい？ 日本と世界の EV 事情を開設、東京電力、2023 年度、TEPCO Energy Partner Inc。
- [10] 自動車保有車両数、国土交通省自動車局（平成 26 年度以前）。
- [11] 電気事業における地球温暖化対策の取組み、電気事業低炭素社会協議会、2021 年。
- [12] 伊藤俊秀、宮澤樹、山本恭輔、水素自動車が排出する二酸化炭素に関する一考察、関西大学総合情報学部紀要「情報研究」、(2020)。
- [13] 畑村耕一、電気自動車の普及と自動車の Well to Wheel の CO₂ 排出量低減の施策、ENGINE REVIEW、(2019)。
- [14] 欧州がリードする脱炭素化とデファクト化戦略：水素を例に、京都大学再エネ講座 第 1 回【部門 C】研究会、(2023)。

- [15] 北海道における安定的かつ効率的な物流体制の確保に向けた検討報告書、北海道交通・物流連携会議 物流対策ワーキンググループ、(2023)。
- [16] LCA シリーズ LCA の実務、稲葉敦 監修、産業環境管理協会、(2005)。
- [17] 伊藤圭、加藤博和、柴原尚希地、乗車人数を考慮した地域内旅客輸送機関のライフサイクル CO₂ 排出量比較、球環境研究論文集、(2010)。