

4. 三河港の立地企業の経済効果と電気自動車による海上輸送へのモーダルシフトに関する研究

建築・都市システム学系 准教授 渋澤 博幸, 教授 宮田 謙

4-1 三河港に立地する企業の経済波及効果の計測

本稿では、三河港の地区を対象に経済波及効果を計測する。前回の報告書では、港湾の物流・生活文化・生産の機能に対応する産業に注目して経済波及効果を計測した。本稿では、三河港に立地する企業を対象に経済波及効果を計測する。

一般的に港湾の機能に関係する企業は、港湾の後背地域にも立地していることから、港湾後背地域の関連企業を含めて経済効果が計測される。港湾の対象エリアに注目する場合、そのエリアに立地する企業群の生産がもたらす経済波及効果が計測される。前者は港湾のもつ機能をベースに、そして後者は港湾のエリアに立地する企業をベースに港湾の経済効果を把握する。三河港に関連する企業の大部分が、三河港の地区に集積して立地していることから、エリアベースの経済波及効果の計測は有益といえる。

このアプローチでは、ある地区に企業が立地した場合、または企業が撤退した場合にどのような経済波及効果が生じるのかといった地区レベルの経済効果の検討にも応用が可能である。例えば、津波などの被害により特定の地区の生産が停止した場合にどの程度の波及効果が生じるかといった課題を検討することができる。

地区レベルの経済波及効果の計測では、経済センサスの町丁・大字の従業者数が基本情報となる。本稿では、三河港を対象として、町丁・大字の従業者数から、生産額を推計し、産業連関モデルを用いて経済波及効果を計測する方法を解説する。港湾エリアに変更が生じた場合でも利用可能な枠組みを提示しながら経済波及効果の計測を行う。

一般的に、港湾における諸活動は、取扱貨物量、貿易額や船舶乗降人員数等の指数で示されることが多い。本稿では、三河港に立地している企業がもたらす経済効果を定量的に把握し、三河港が果たす経済的な役割をわかりやすく示すために、三河港の経済波及効果の計測を試みる。

(1) 三河港の対象地域

三河港は愛知県東部の三河湾・渥美湾奥にある豊橋市、田原市、蒲安市、豊川市にわたる港湾である。本稿では、三河港所轄地区と関連地区（蒲安市海陽町）の町丁・大字を対象に経済波及効果を計測する。蒲安市の海陽町には海洋性レクリエーション施設であるラグーナ蒲安が立地しており、重要な観光拠点であることから対象地域に含めている。三河港の対象地域は、豊橋市（神野地区、明海地区、大崎地区）、田原市（田原地区）、蒲安市（蒲安地区、大塚地区）、及び豊川市（御津地区）である。図 4-1-1 に対象地域を示す。神野地区は、国産自動車の国内への積出、海外への輸出、及び外国車の輸入が行われている。港湾合同庁舎があり、港湾の行政機関も立地している。明海地区は、自動車、化学、木材、及び物流関係の企業が集積している。蒲安地区は、自動車・木材等の貨物を取り扱っている。大塚地区は、海洋型複合リゾートであるラグーナ蒲安

と学校法人海洋学園が立地している。田原地区は、大規模な生産エリアであり、インフラ整備も進められており、生産と流通の拠点である。

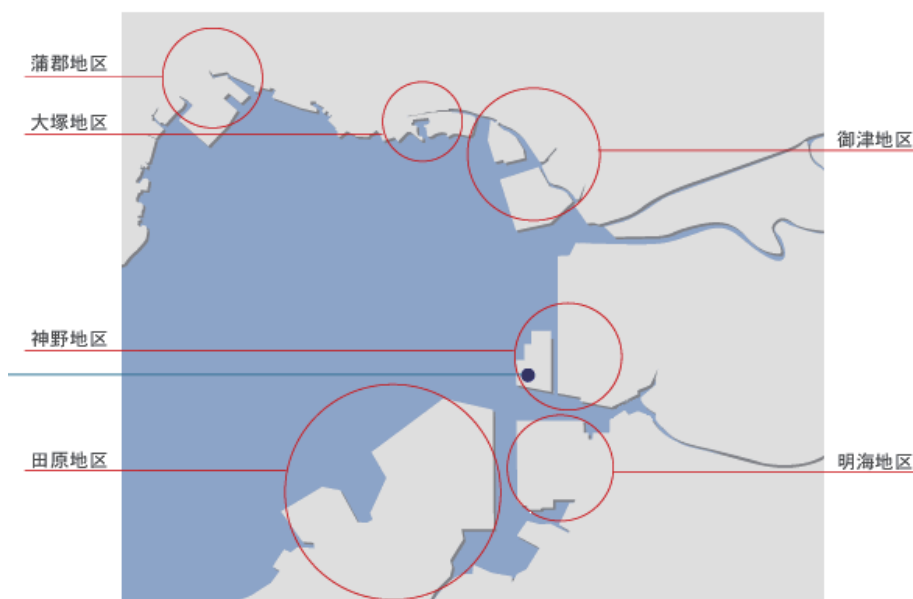


図 4-1-1 三河港対象地域

三河港振興会のホームページ参照

(2) 三河港の従業者数と生産額・粗付加価値額

ゾーンレベルの従業者数は、平成 21 年経済センサスから情報を得る。ゾーンのサイズによって産業の分類部門数が異なっている。町丁・大字レベルでは大分類(18 部門)、また市町村レベルでは、小分類 (734 部門) である。経済波及効果の計測モデルでは、愛知県 40 部門の産業連関表を用いることから、三河港の各地区における 40 部門の従業者数を推計する。

三河港の各市 (豊橋市, 田原市, 蒲郡市, 豊川市) の小分類部門別の従業者数を 734 部門から 40 部門に集計し、生産額と粗付加価値額を推計する。次に、三河港の対象地区の町丁・大字別の従業者数を 18 部門別に集計して、生産額と粗付加価値額を推計する。これに、40 部門表から按分比率を求め、町丁・大字別の 40 部門の従業者数を推計する。

表 4-1-1 と図 4-1-2 に、三河港対象地区における 11 町丁・大字の 18 部門別従業者数を示す。対象エリアの総従業者数は約 3 万 1 千人である。従業者数が最も多いのは、緑が浜であり、続いて明海町と浜町となっている。産業部門別にみると、製造業の従業者数が多く、続いて運輸業・郵便業、卸売業・小売業となっている。

表 4-1-1 三河港の町丁・大字別部門別従業者数(18 部門)

	豊橋市			田原市		豊川市		蒲郡市				合計
	明海町	神野ふ頭町	新西浜町	白浜	緑が浜	御津町佐脇浜	御津町御幸浜	浜町	海陽町1丁目	海陽町2丁目	海陽町3丁目	
	(人)	(人)	(人)	(人)	(人)	(人)	(人)	(人)	(人)	(人)	(人)	
1 A,B 農林漁業	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2 C 鉱業, 採石業, 砂利採取業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 D 建設業	379	0	0	9	142	104	0	159	0	0	0	793
4 E 製造業	7,899	0	60	123	11,012	1,087	274	2,146	0	1	0	22,602
5 F 電気・ガス・熱供給・水道業	39	0	14	0	4	0	0	20	0	0	0	77
6 G 情報通信業	8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	10
7 H 運輸業, 郵便業	1,857	716	0	0	798	155	0	531	0	0	0	4,057
8 I 卸売業, 小売業	496	166	28	13	62	3	22	114	0	259	0	1,163
9 J 金融業, 保険業	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
10 K 不動産業, 物品賃貸業	37	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	41
11 L 学術研究, 専門・技術サービス業	44	23	0	0	0	0	0	9	0	0	0	76
12 M 宿泊業, 飲食サービス業	84	0	0	0	422	0	20	11	3	303	53	896
13 N 生活関連サービス業, 娯楽業	0	10	0	0	24	0	20	98	0	413	0	565
14 O 教育, 学習支援業	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	56	80
15 P 医療, 福祉	19	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	39
16 Q 複合サービス事業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 R サービス業	370	7	0	0	223	1	0	91	0	0	0	692
18 S 公務	0	38	0	0	0	0	0	19	0	0	0	57
1～4人	106	40	0	3	51	11	1	52	3	67	0	334
5～9人	262	68	0	9	143	16	15	79	0	128	0	720
10～19人	711	45	14	10	265	16	34	287	0	192	0	1,574
20～29人	603	98	28	0	261	98	40	189	0	52	0	1,369
30人以上	9,564	736	60	123	11,967	1,209	246	2,612	0	539	109	27,165
派遣従業者												0
全産業	11,246	987	102	145	12,687	1,350	336	3,219	3	978	109	31,162

出典：2009年経済センサス

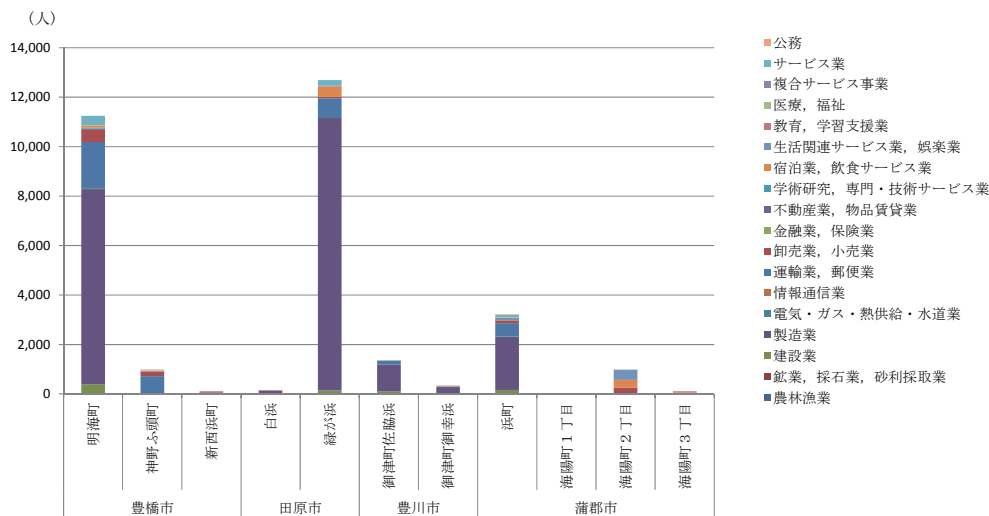


図 4-1-2 三河港の町丁・大字別従業者数

(3) 直接効果の推計

三河港の対象地域に立地する企業の直接効果（生産額）は、総額で約 1 兆 1,993 億円と推計された。表 4-1-2 に推計した三河港対象地域の 40 部門別の生産額を示す。ゾーン別の構成比をみると、田原市の緑が浜が約 57%、豊橋市の明海町が約 29%、蒲郡市の浜町が約 6%、及び豊川市の御津町が約 5%を占めている。産業部門別にみると、自動車が約 61%、運輸が約 5.6%、プラスチック製品が約 4.5%、飲食料品が約 4.2%、鉄鋼が約 3.2%を占めている。

表 4-1-2 三河対象地域の生産額

部門名/町丁・大字 単位：百万円	生産額											生産額 合計	構成比
	豊橋市			田原市		豊川市		蒲郡市					
	明海町	神野ふ 頭町	新西浜 町	白浜	緑が浜	御津町 佐脇浜	御津町 御幸浜	浜町	海陽町 1丁目	海陽町 2丁目	海陽町 3丁目		
1 農業	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
2 林業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
3 漁業	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0%
4 鉱業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
5 飲食料品	28,766	0	219	154	13,760	2,141	540	4,700	0	2	0	50,282	4.2%
6 繊維製品	3,069	0	23	14	1,253	277	70	5,054	0	2	0	9,763	0.8%
7 パルプ・紙・木製品	18,021	0	137	19	1,699	568	143	1,891	0	1	0	22,478	1.9%
8 化学製品	13,071	0	99	30	2,700	49	12	4,987	0	2	0	20,951	1.7%
9 石油・石炭製品	3,111	0	24	0	0	71	18	294	0	0	0	3,518	0.3%
10 プラスチック製品	35,468	0	269	100	8,956	2,254	568	5,990	0	3	0	53,608	4.5%
11 陶磁器	0	0	0	0	0	44	11	0	0	0	0	55	0.0%
12 その他の窯業・土石製品	1,882	0	14	1	116	380	96	51	0	0	0	2,539	0.2%
13 鉄鋼	23,362	0	177	121	10,812	671	169	2,719	0	1	0	38,033	3.2%
14 非鉄金属	5,893	0	45	19	1,659	1,179	297	0	0	0	0	9,091	0.8%
15 金属製品	8,466	0	64	25	2,264	1,480	373	930	0	0	0	13,603	1.1%
16 一般機械	9,788	0	74	12	1,091	1,125	284	1,925	0	1	0	14,300	1.2%
17 電気機械	12,321	0	94	30	2,666	4,945	1,247	2,529	0	1	0	23,832	2.0%
18 情報・通信機器	44,378	0	337	76	6,791	3,841	968	2,396	0	1	0	58,788	4.9%
19 電子部品	377	0	3	0	0	668	168	114	0	0	0	1,331	0.1%
20 自動車	79,379	0	603	6,784	607,326	19,204	4,841	13,462	0	6	0	731,604	61.0%
21 航空機	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
22 その他の輸送機械	3,787	0	29	6	573	3,896	982	738	0	0	0	10,012	0.8%
23 精密機械	827	0	6	0	0	431	109	1,443	0	1	0	2,816	0.2%
24 その他の製造工業製品	3,742	0	28	5	472	467	118	7,059	0	3	0	11,894	1.0%
25 建設	4,933	0	0	117	1,848	1,354	0	2,070	0	0	0	10,322	0.9%
26 電力・ガス・熱供給	2,016	0	724	0	106	0	0	163	0	0	0	3,009	0.3%
27 水道・廃棄物処理	493	0	177	0	74	0	0	456	0	0	0	1,199	0.1%
28 商業	5,582	1,868	315	146	698	34	248	1,283	0	2,915	0	13,089	1.1%
29 金融・保険	271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	271	0.0%
30 不動産	3,189	259	0	0	0	0	0	86	0	0	0	3,533	0.3%
31 運輸	30,983	11,946	0	0	13,314	2,586	0	8,859	0	0	0	67,688	5.6%
32 情報通信	222	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	277	0.0%
33 公務	0	793	0	0	0	0	0	396	0	0	0	1,189	0.1%
34 教育・研究	684	357	0	0	0	0	0	140	0	0	0	1,181	0.1%
35 医療・保健・社会保障・介護	191	0	0	0	0	0	0	201	0	0	0	392	0.0%
36 その他の公共サービス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
37 対事業所サービス	4,549	381	0	0	2,742	12	0	1,119	0	0	688	9,491	0.8%
38 对个人サービス	528	63	0	0	2,806	0	252	686	19	4,504	333	9,191	0.8%
39 事務用品	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
40 分類不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
全産業	349,360	15,667	3,462	7,659	683,724	47,678	11,513	71,740	19	7,501	1,022	1,199,344	100.0%
構成比	29.1%	1.3%	0.3%	0.6%	57.0%	4.0%	1.0%	6.0%	0.0%	0.6%	0.1%	100.0%	

(4) 経済効果の計測

ここで計測する経済波及効果は、直接効果、一次効果、及び二次効果を加えたものとして定義される。直接効果は、前述した三河港対象地域の従業者数から推計された生産額である。この生産額から、粗付加価値額、雇用者所得額、及び雇用者数が得られる。一次効果は、直接効果の生産を行うために投入した原材料の部門別需要額から誘発する生産額である。この生産誘発額は、この部門別需要額に自給率を乗じ、さらにレオンチェフ逆行列を乗じることによって求められる。一次効果の生産誘発額(ΔX)、粗付加価値額(ΔV)、及び雇用誘発数(ΔL)は次の式から求められる。

$$\Delta X = [I - (I - \bar{M})A]^{-1}[\Delta D], \Delta V = v\Delta X, \Delta L = l\Delta X$$

ここで、**I**：単位行列、**M**：移輸入係数行列、**A**：投入係数行列、**ΔD**：需要の変化、**v**：粗付加価値率、**l**：雇用者係数である。

二次効果は、所得増による消費需要から誘発する生産額である。直接効果の雇用者所得額と一次効果の雇用者所得額の総額に、平均消費性向を乗じて、消費支出総額を求める。これに、民間消費支出比率を乗じることによって得られた民間消費額から誘発する生産額を求める。

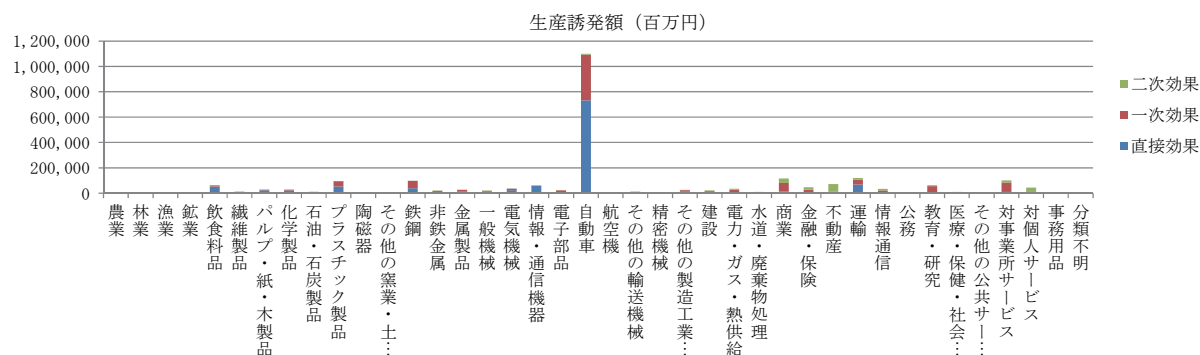
(5) 三河港に立地する企業の経済波及効果の推計

三河港に立地する企業の生産額ベースの経済波及効果は、約 2 兆 3,595 億円と推計された（表 4-1-3）。直接効果の誘発効果は約 1.97 倍と推計された。また、粗付加価値額ベースの経済波及効果は、約 8,087 億円と推計された。雇用者誘発数は 73,832 人と推計された。三河港臨海部エリアに立地する企業の従業者数は約 3 万 1 千人であり、雇用者誘発数は約 2.52 倍となっている。4 市の従業者数は約 32 万人であり、雇用者誘発数は約 23%を占めている。

表 4-1-3 三河港に立地する企業の経済波及効果（試算）

総効果	生産額（百万円）	2,359,486
	粗付加価値額（百万円）	808,705
	雇用者誘発数（人）	73,832
直接効果	生産額（百万円）	1,199,344
	粗付加価値額（百万円）	315,090
	雇用者誘発数（人）	29,277
間接効果 （一次）	生産額（百万円）	905,634
	粗付加価値額（百万円）	334,781
	雇用者誘発数（人）	30,808
間接効果 （二次）	生産額（百万円）	254,509
	粗付加価値額（百万円）	158,835
	雇用者誘発数（人）	13,748
波及倍率 =総効果/直接効果	生産額	1.97
	粗付加価値額	2.57
	雇用者誘発数	2.52

図 4-1-3 に、部門別の経済波及効果を示す。生産誘発額をみると、自動車産業が突出している。自動車産業は、自動車部品等の中間投入の比率が高いことから、直接効果に加えて一次効果も大きな割合を占めている。粗付加価値額では、自動車に加えて、商業、対事業所サービス、不動産、運輸、教育・研究等の誘発額が大きくなっている。雇用者誘発数では、自動車、商業、対事業所サービス、運輸、対個人サービス、教育・研究等への効果大きい。



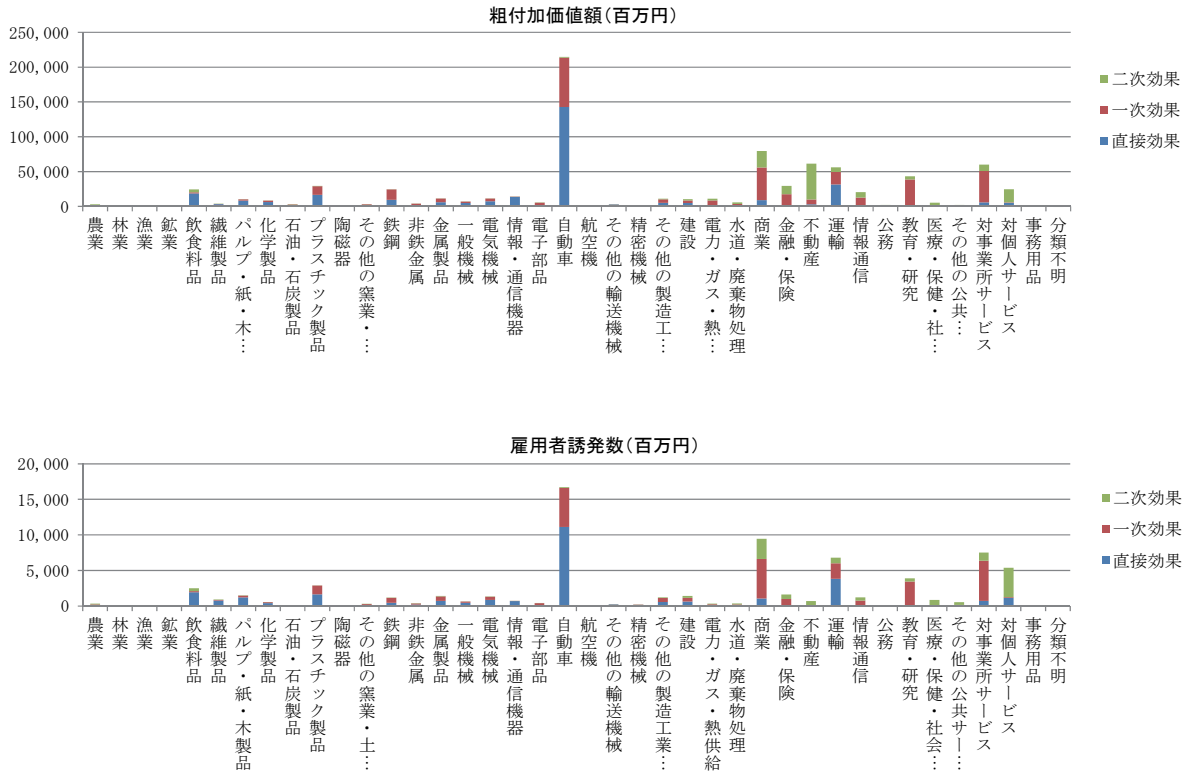


図 4-1-3 三河港の産業別経済波及効果（試算）

(6) まとめと今後の課題

本稿では、三河港に立地する企業を対象として、既存統計資料を活用して、生産額ベースと粗付加価値額ベースの経済波及効果の試算を行った。この調査では、港湾機能ではなく、港湾のエリアに注目して経済波及効果を計測した。三河港には、自動車関連産業が集積していることから、次世代自動車が生産された場合の経済効果や、移輸出入がもたらす空間的な波及効果の計測は今後の課題となろう。エリアベースで経済波及効果の計測を行うアプローチであることから、津波がもたらす経済被害の波及効果にも応用可能である。地区別の経済効果の計測についても検討が必要である。

4-2 電気自動車による陸上輸送から海上輸送へのモーダルシフトと環境への影響

本節では、電気乗用車と電気トラックによる陸上輸送から海上輸送へのモーダルシフトの可能性と環境への影響について検討する。昨年報告書では、電気乗用車が、陸上交通から海上交通へのモーダルシフトに与える影響を検討した。本調査では、電気トラックが出現した場合に、道路からフェリーへのモーダルシフトの可能性を試算する。電気乗用車と電気トラックの場合を比較しながら、モーダルシフトと環境への影響を明らかにする。

(1) 方法

電気自動車が、道路とフェリーのどちらの交通機関を利用するかという問題を考える。ここでは、電気自動車とは、電気乗用車及び電気貨物車を示すものとする。一般的に、旅客と貨物が利用する交通機関の割合は、各交通機関の所要時間と移動費用に依存する。犠牲量モデルを用いると、所要時間と移動費用の情報から、交通機関の分担率を求めることができる。東北産業活性化センター『青函カートレイン構想』では、旅客と貨物のフェリーと高速道路の分担率を推計している。分担率と時間価値の関係を図4-2-1に示す。

$$\text{旅客 } \ln[P/(1-P)] = -7.56566 + 2.30696 \ln \omega$$

$$\text{貨物 } \ln[P/(1-P)] = -8.81237 + 3.06129 \ln \omega$$

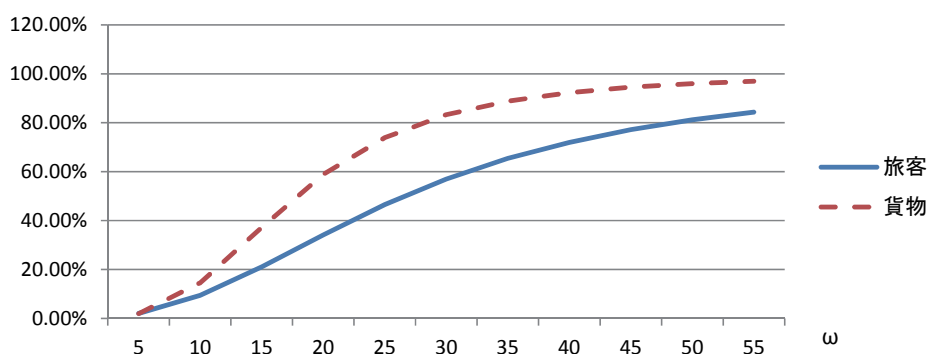


図4-2-1 分担率と時間価値

Pはフェリーの分担率であり、 $P = \text{フェリー} / (\text{フェリー} + \text{道路})$ である。道路の分担率は $1-P$ である。 ω は各区間の時間価値、すなわち1分当たりの時間価値(円)で、 $\omega = (\text{道路移動費用} - [\text{フェリー移動費用} - \text{フェリー休息時間価値}]) / (\text{フェリー移動所要時間} - \text{道路移動所与時間})$ である。フェリー休息時間価値とは、フェリー利用により減少した道路走行時間を休息の増加分としてその時間価値を求めたものである。瀬戸内海のフェリーの情報を用いて推計された式であるが、本調査では参考情報としてこの式を試験的に用いる。旅客は乗用車を、貨物はトラックを利用するものとする。

(2) シナリオ

①経路と移動手段

A地域とB地域のある区間に、トラックで移動可能な2つの経路が存在する状況を想定する。「道路（一般道路と高速道路）」を利用する経路 α と、「道路（主に一般道路）とフェリー」を利用する経路 β である。その他の輸送モードを利用した移動は考えないものとする。2つの経路の概念図を図4-2-2示す。ここで、二つのケースを考える。

エンジン車ケース：通常エンジン車（乗用車またはトラック）で移動する場合

電気自動車ケース：電気自動車（乗用車またはトラック）で移動する場合

エンジン車ケースにおける経路 α と経路 β の分担率と、電気自動車ケースにおける経路 α と経路 β の分担率を求める。電気自動車とエンジン車の経路 β の分担率の差を求め、この差が大きくなればモーダルシフトが生じるとする。

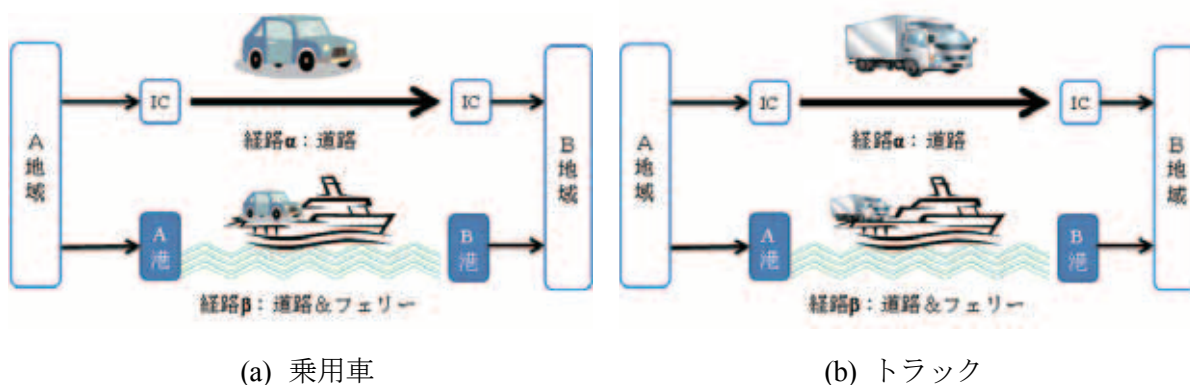


図4-2-2 経路と交通機関

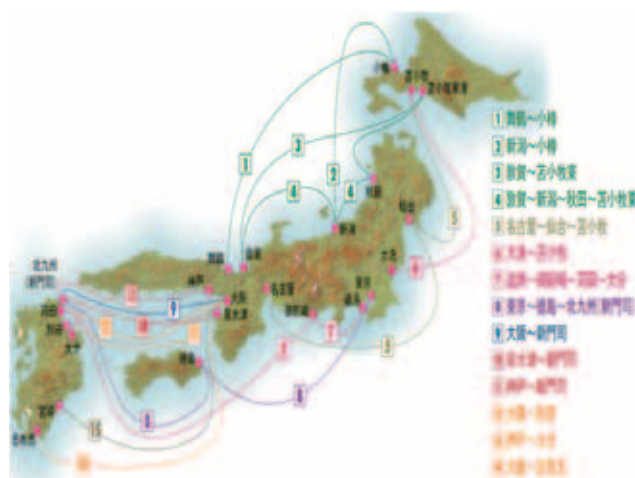
②フェリーの航路と発着地

図4-2-3に長距離フェリー航路を示す。フェリーは約1日1便である。図中の番号は各航路を示す。このうち、4,5,6,8,9の航路は複数の航路に分け、7番の航路は旅客サービスがないため考慮していない。各航路の港に対応する発着地点を表4-2-1のように定めた。

各発着地点間の経路 α と経路 β の情報は、検索サイトNAVITIMEを利用した。陸上移動では高速道路を利用し、移動時間を最小にする経路を優先的に選択した。経路 α と経路 β の区間を、エンジン車（乗用車あるいはトラック）1台で移動した場合の移動費用と移動時間、及び電気自動車（乗用車あるいはトラック）1台で移動した場合の移動費用と移動時間を求めた。各経路の移動費用と移動時間から時間価値を求め、犠牲量モデルの(1)式と(2)式を用いて経路 β （フェリー）の分担率 P を求めた。北海道—青森間は、道路が存在しないためフェリーを利用するものとした。

表4-2-1 発着地と航路

区間	発着地 (最寄港)	発着地 (最寄港)
1	京都駅(舞鶴)	札幌駅(小樽)
2	新潟駅(新潟)	札幌駅(小樽)
3	福井駅(敦賀)	札幌駅(苫小牧東)
4a	福井駅(敦賀)	新潟駅(新潟)
4b	福井駅(敦賀)	秋田駅(秋田)
4c	新潟駅(新潟)	札幌駅(苫小牧東)
4d	新潟駅(新潟)	秋田駅(秋田)
4e	秋田駅(秋田)	札幌駅(苫小牧東)
5a	名古屋駅(名古屋)	札幌駅(札幌)
5b	名古屋駅(名古屋)	仙台駅(仙台)
5c	仙台駅(仙台)	札幌駅(苫小牧)
6	水戸駅(大洗)	札幌駅(苫小牧)
8a	東京駅(東京)	博多駅(新門司)
8b	東京駅(東京)	徳島駅(徳島)
8c	徳島駅(徳島)	博多駅(新門司)
9	大阪駅(大阪南)	博多駅(新門司)
10	大阪駅(泉大津)	博多駅(新門司)
11	神戸駅(神戸)	博多駅(新門司)
12	大阪駅(大阪南)	大分(別府観光)
13	神戸駅(神戸)	大分駅(大分)
14	大阪駅(大阪南)	鹿児島駅(志布志)
15	大阪駅(大阪南)	宮崎駅(宮崎)



出典：日本長距離フェリー協会ホームページ

図4-2-3 フェリー航路

③エンジン車（エンジン乗用車あるいはエンジントラック）

エンジン車（乗用車またはトラック）で経路 α を移動する場合の所要時間は、道路の移動時間にエンジンの給油時間を加えた時間とする。給油回数は移動距離を航続距離（乗用車400km，トラック500km）で除して求めた。移動費用は、有料道路の料金と道路走行費からなる。エンジン車で経路 α を移動する場合の所要時間は、港までの道路移動時間とフェリーの乗船時間および平均待ち時間の合計とした。1日1便のフェリーについては平均待ち時間を12時間とした。移動費用は、フェリーの運賃（車両費含む）と道路走行費の合計である。フェリー移動の場合、フェリーの運賃から道路走行時間が減少した分の時間価値を差し引いている。

乗用車とトラックでは給油回数が異なるため所要時間に若干の相違が生じる。移動費用については、乗用車よりもトラックの方が、走行経費原単位と有料道路の料金とも高い。トラックについては中型トラック（車両総重量が5トン以上、又は最大積載量が3トン以上であって、車両総重量が11トン未満、かつ最大積載量が6.5トン未満のトラック）を対象とした。小型トラックの場合は移動費用が低下し、大型トラックの場合は移動費用が高くなる傾向があるが、今回の分析対象には含めなかった。

④電気自動車

電気自動車（乗用車またはトラック）で経路 α を移動する場合の所要時間は、道路の移動時間と総充電時間（充電回数×充電時間）の合計である。電気自動車の航続距離は130kmとした。移動費用は、有料道路の料金と道路走行費の合計である。道路走行費は、走行経費原単位に走行距離

を乗じて求められる。走行経費原単位は、燃料費、油脂費、整備費、車両焼却費を含む。一般的に、電気自動車の燃料費はエンジン車のそれよりも低いが、車両費は電気自動車のほうがより高価である。ここでは、基本ケースとして、電気自動車とエンジン車は同じ走行経費原単位を用いた。電気自動車が普及するためには、電気自動車の走行経費が少なくともエンジン車と同等かあるいはそれ以下ある必要があるからである。

表4-2-2に、エンジン車と電気自動車の分担率とCO₂の排出量の計算に用いた原単位の一覧を示す。

表4-2-2 推計に用いた原単位

	単位	エンジン 乗用車	電気 乗用車	エンジン トラック	電気 トラック	フェリー
給油・充電時間	分/回	10	40	10	40	
航続距離	km	400	130	500	130	
ドライバーの時間価値	円/分	40.1	40.1	64.18	64.18	
フェリー平均待ち時間	時間	12	12	12	12	
走行経費原単位(高速道路)	円/km	9.55	9.55	28.52	28.52	
走行経費原単位(一般道路)	円/km	23.62	23.62	45.84	45.84	
CO ₂ 排出係数	CO ₂ /t・km	165	66	520	208	40
犠牲量モデル定数項		-7.56566		-8.81237		
犠牲量モデル係数		2.30696		3.06129		

(注) 高速道路：高速・地域高規格・速度75km/h，一般道路：一般道市街地，時速30km/h

(3) 分析結果

①経路βの分担率の推計

(a)エンジン乗用車と電気乗用車の場合

表4-2-1に示した発着地点とする各区間において、エンジン乗用車あるいは電気乗用車で、経路αと経路βを移動した場合の分担率を犠牲量モデルから求めた。これを基本ケースとする。図4-2-4の横軸は各区間の番号である。縦軸は経路β（フェリー&道路）の分担率を示す。一般的に、経路α（道路）の移動距離が長い区間ほど、すなわち道路を利用すると長距離・長時間・高い費用の移動を余儀なくされる区間ほど、経路β（フェリー&道路）を選択する割合が高くなっている。どの区間をみても、エンジン車よりも電気自動車のケースで、経路β（フェリー&道路）の分担率が上昇している。これは、電気自動車が普及すると、経路β（フェリー）を利用する可能性が高まることを示している。

(b)エンジントラックと電気トラックの場合

同様に、エンジントラックと電気トラックの場合について、経路βの分担率を求めた。図4-2-4(b)に示すように、17の航路については、フェリーを利用する経路の分担率が得られた。本州の各駅と北海道を結ぶ経路についてはフェリーの利用率が高い。本州と北海道の間を、道路のみで移動する経路αの場合、青森―北海道に道路が存在しないため、この区間だけはフェリーを利用して移動するようにしている。本州の各駅から青森まで高速道路を利用して、途中フェリーに乗ると

コストが高くなるため、最初からフェリーを利用する割合が高まる傾向となった。その他の航路については、フェリーの中型トラック運賃が高速道路の料金よりも高いため、経路 α （高速道路）のみを選択する径路も存在している。

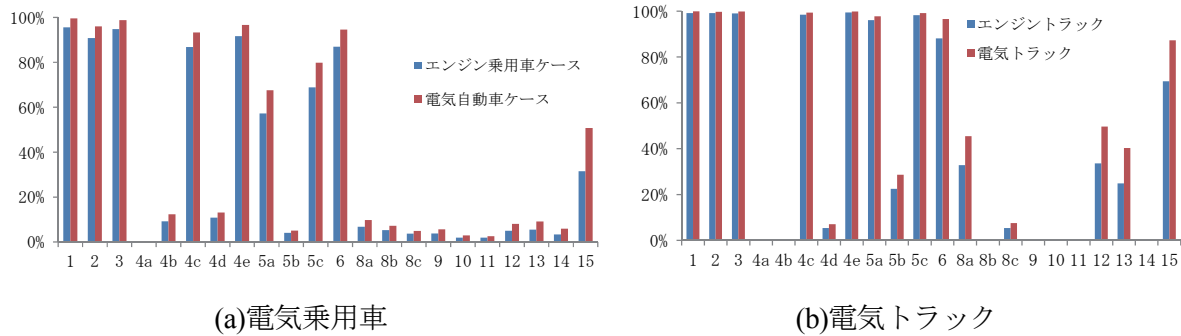


図4-2-4 経路 β の分担率

②モーダルシフト率

陸上移動から海上移動へのモーダルシフト率を次のように定義する。

$$\text{モーダルシフト率} = \text{電気自動車の経路}\beta\text{の分担率} - \text{エンジン車の経路}\beta\text{の分担率}$$

各区間のモーダルシフト率を図4-2-5(a)(b)に示す。電気乗用車の場合、すべての航路でモーダルシフト率を求めることができた。モーダルシフトが生じた経路について、シフト率の平均値を求めた。電気乗用車によるモーダルシフト率の平均値は4.5%となった。トラックに関しては5つの航路についてフェリーの利用はなかった。電気トラックによるモーダルシフト率については、17の航路で平均値は5.1%となった。図4-2-5から、トラックに比べて乗用車の場合に、すべての航路でバランスよくモーダルシフトが生じる傾向がみられる。感度分析を行うと、乗用車に比べてトラックの場合は、フェリーの料金に影響を受けやすい傾向がみられる。

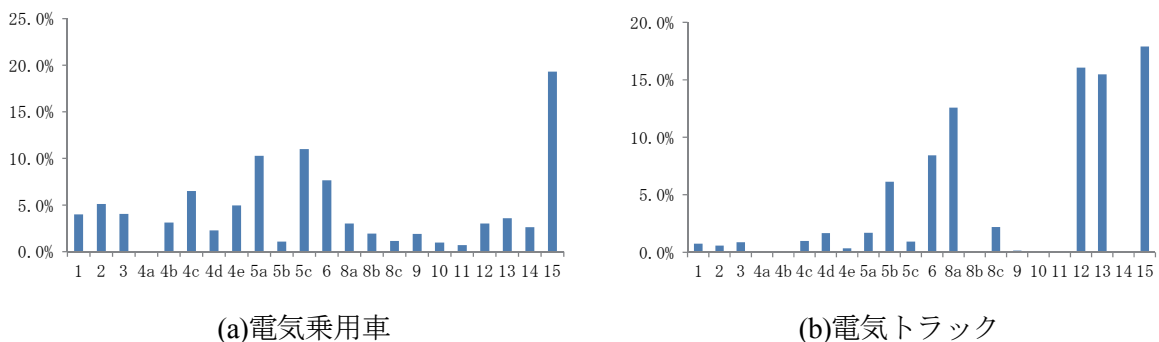


図4-2-5 経路 β へのモーダルシフト率

③CO₂排出量

図4-2-6に、各区間を経路 α と経路 β で、エンジン車（乗用車，トラック）と電気自動車（乗用

車，トラック）で移動した場合のCO₂排出量を示す。1台1トリップあたりのCO₂排出量である。エンジントラックで経路αを移動する場合，CO₂排出量が最も大きくなっている。エンジントラックあるいはエンジン乗用車で経路βを移動するとCO₂排出量は減少する。

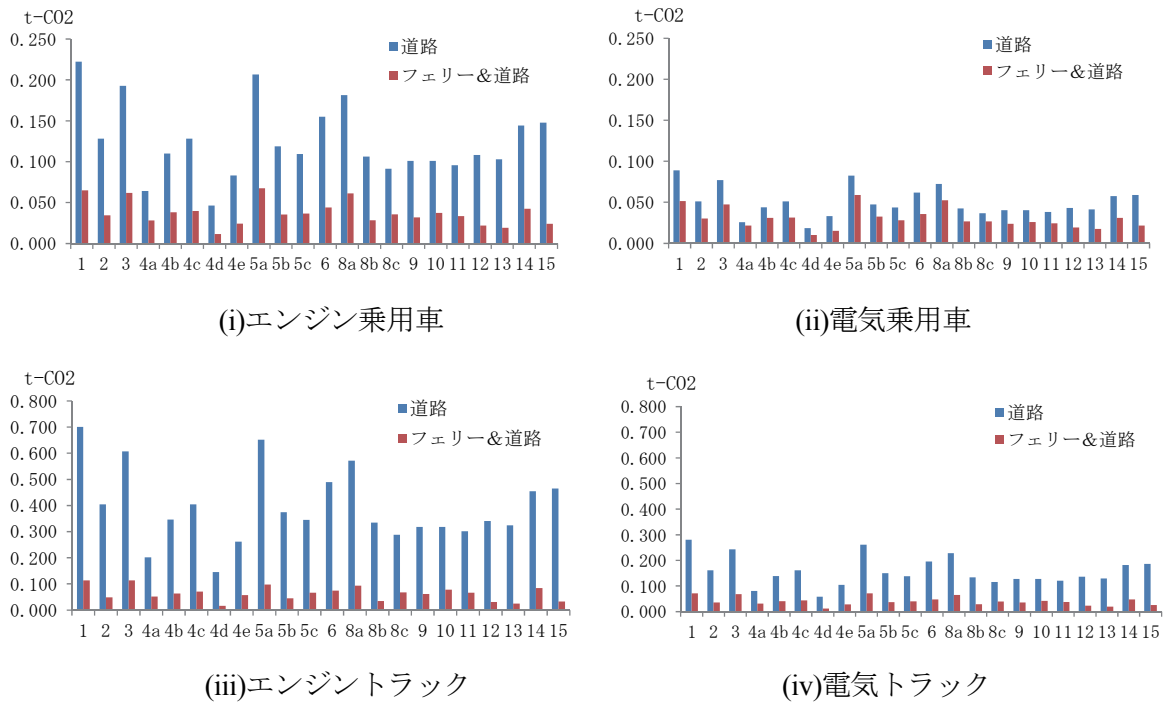


図4-2-6 CO₂排出量

電気トラックあるいは電気乗用車で経路αを移動すると，CO₂排出量は大幅に減少する。電気乗用車で経路βを移動すると，CO₂排出量が最も少なくなる傾向となった。

すべての区間のCO₂排出量を集計した結果を表4-2-3に示す。

表4-2-3 全航路のCO₂排出量

	経路α	経路β
エンジン乗用車	3.567t-CO ₂	0.822t-CO ₂
電気乗用車	1.761t-CO ₂	0.664t-CO ₂
エンジントラック	8.650t-CO ₂	1.392t-CO ₂
電気トラック	3.460t-CO ₂	0.892t-CO ₂

乗用車の場合は，経路αによるエンジン乗用車の移動から，経路βによる電気乗用車への移動にモーダルシフトすることにより75.8%のCO₂削減となる。同様に，トラックの場合は，経路αによるエンジントラックの移動から，経路βによる電気トラックの移動にモーダルシフトすることにより83.9%のCO₂削減となる。

(4) まとめ

本節では、仮説的なシナリオと犠牲量モデルを用いて、電気自動車と電気トラック道路を利用したトリップから、長距離フェリーを利用したトリップへモーダルシフトする可能性について検討した。我が国の長距離フェリーの旅客と貨物トラックの移動に注目して、全ての航路について道路からフェリーへのモーダルシフト率を試算した。電気乗用車をもたらす海上移動への平均的なシフト率は約4.5%となり、電気トラックがもたらす平均シフト率は約5.1%となった。電気乗用車よりも電気トラックの方が、陸上から海上輸送へのモーダルシフトをもたらす可能性が高いことが示された。また、電気乗用車や電気トラックによるモーダルシフトは、CO₂排出の削減にも大きく貢献することが示された。今回の分析では、中型トラックを対象としたが、小型トラックのケースについても調査が必要と考えられる。三河湾の経済波及効果のモデルを利用して、モーダルシフトが港湾後背地の地域経済に与える影響を計測することも重要な課題である。

参考文献

- [1] 愛知県三河港務所，平成24年三河港統計年報，平成25年9月
- [2] 一般社団法人日本長距離フェリー協会，ホームページ，長距離フェリー2013春夏号，
http://www.jlc-ferry.jp/2012_spring.pdf，2013年1月15日
- [3] 国土交通省貨物自動車運送事業における次世代自動車の導入促進に関する研究会，貨物自動車運送事業における次世代自動車の導入促進に関するとりまとめ，平成23年7月
- [4] 豊橋技術科学大学未来ビークルシティリサーチセンター，平成24年度研究成果報告書，2013年3月
- [5] 財団法人東北産業活性化センター，青函カートレイン構想，平成9年