

大野川大橋有料道路社会実験におけるCO₂排出量の抑制効果

相川 明¹・亀野辰三¹・佐藤大輔²・野村勇吉³

¹都市システム工学科, ²国土交通省九州整備局, ³豊州パイル株式会社

「大野川スイスイ作戦」は、国道197号線のボトルネックとなっている鶴崎橋東交差点および中鶴崎2丁目交差点間の交通量の一部を有料道路へ転換させ、渋滞緩和を目的とした社会実験である。本研究は、本施策の交通量の移動による二酸化炭素(CO₂)発生量の変化に着目し、平均速度、車種構成、有料道路への転換率をパラメータとして、CO₂発生量の予測手法を提案するものである。解析の結果、ルートごとの平均速度の増加と、有料道路への転換率向上がCO₂排出量の低減に有効であることが確認できた。さらにCO₂発生量も考慮して、短期的および長期的な観点より、交通政策のあり方について新たな提案を行った。

キーワード：TDM，社会実験，CO₂削減効果，通勤交通の渋滞緩和，有料道路への転換率

1. はじめに

交通問題相互の因果関係，あるいは，問題発生背景にある社会経済環境の要因との関係が，非常に複雑かつ多様であることから，これらの問題の解決のために考え出されたものが，総合交通体系の確立という概念であり，交通需要マネジメント(TDM)の導入である¹⁾。そのTDMの一環として，大分県内でも，大野川スイスイ作戦，大分道ラクラク作戦などの都市交通政策が採られている。しかし，これらの交通政策では，料金引き下げによる交通量の移動，および移動による渋滞緩和を目的としているが，二酸化炭素などの環境負荷についてはまだ十分には検討されていない。

そこで本研究では，大野川スイスイ作戦に着目し，本政策では取り込まれなかった交通量の移動による二酸化炭素(CO₂)発生量の変化率および環境に与える影響について予測法を提案するとともに，二酸化炭素発生量も考慮した交通施策のあり方について検討した。

2. 大野川スイスイ作戦の概要

図-1は，対象となった有料道路・鶴崎橋周辺を示した図である。国道197号線の鶴崎橋東交差点，および，中鶴崎2丁目交差点は一般道のボトルネックとなっており，大分県内の主要渋滞ポイントとして数えられている。また，大手電気メーカの工場進出による膨大な新規交通需要が原因で，現況の交通ネットワークでは更なる交通渋滞が発生すると考えられた。そこで，大野川大橋有料道路の



図-1 有料道路・鶴崎橋周辺地図

表-1 大野川スイスイ作戦の概要

対象道路・区間	大野川大橋有料道路(上・下)
料金割引	通常料金の約5割引
対象車種	普通車，軽自動車，大型車
時間帯	朝：6時30分～8時30分 夕：17時00分～19時00分
実施期間	H16年6月1日～10月29日の平日

利用料金を5割引にすることにより，国道197号線の交通量の一部を大野川有料道路へ転換させ，国道197号線の渋滞を緩和させることを目的とした交通社会実験「大野川スイスイ作戦」が実施された。当該社会実験の条件は次の表-1の通りである²⁾。

また，本社会実験により，大野川大橋有料道路での交通量が大幅に増加することが予想されたので，その対策

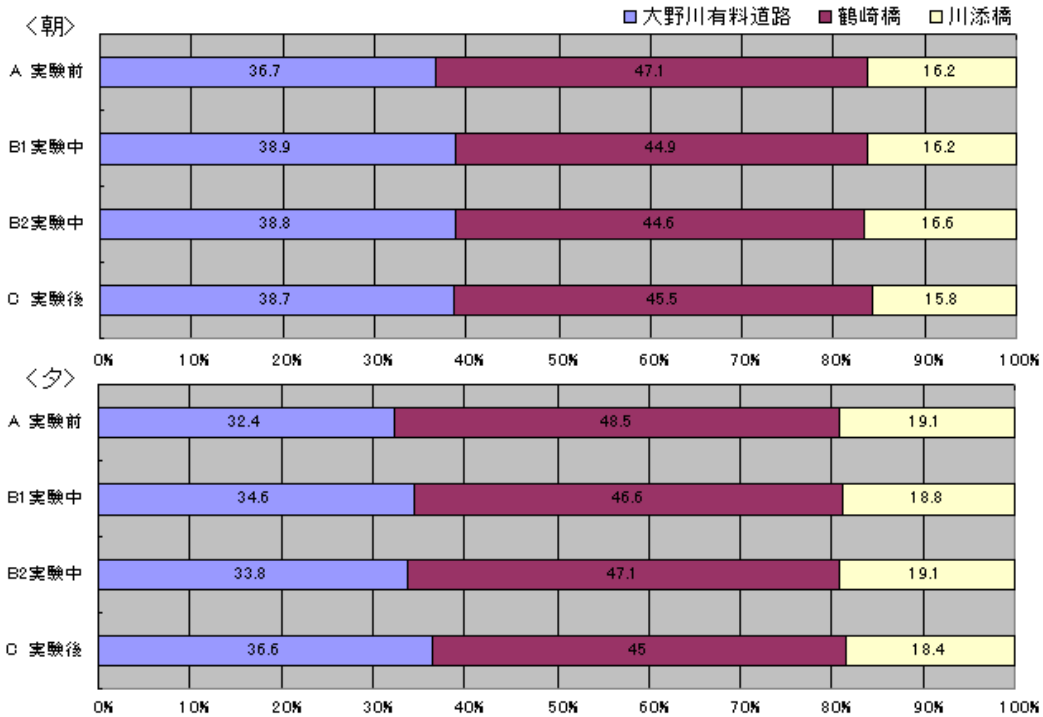


図-2 大野川断面における分担率の変化 (上・下計)

表-2 大野川断面の分担状況 (朝夕別)

時期	施行前 5月26日 A	施行中 7月6日			施行中 10月13日			施行後 11月10日			
		B1	B1-A	B1/A	B2	B2-A	B2/A	C	C-A	C/A	
朝 6~9時	(大分県大分港線) 大野川大橋有料道路 (R197)	5481	5908	427	1.08	5980	499	1.09	6139	658	1.12
	鶴崎橋	7027	6821	-206	0.97	6878	-149	0.98	7221	194	1.03
	(大分県杵築線) 川添橋	2410	2468	58	1.02	2558	148	1.06	2519	109	1.05
	断面計	14918	15197	279	1.02	15416	498	1.03	15879	961	1.06
	夕 16時30分 ~19時30分	5150	5315	165	1.03	5884	734	1.14	5911	761	1.15
鶴崎橋	7707	7401	-306	0.96	7203	-504	0.93	7272	-435	0.94	
(大分県杵築線) 川添橋	3047	2988	-59	0.98	3144	97	1.03	2977	-70	0.98	
断面計	15904	15704	-200	0.99	16231	327	1.02	16160	256	1.02	

として、以下の3項目が実施された。

- ・料金収集所付近でのリバーシブルレーンの採用、
- ・特別通行券の発行 (キャッシュレス化)、
- ・大野川大橋西交差点の信号現示時間の変更 (青時間の延長)

すなわち、大野川料金付近・上りでは、朝の時間帯での交通量増加に対応するために朝のみ3ブースから4ブースに変更した。さらに、料金所付近の渋滞を緩和するた

めに、現金での引渡しではなく特別通行券での引き渡しとし、また、走行時間を長くすることによって所要時間を短縮するために青信号の時間延長などを実施した。

3. 大野川スイスイ作戦の中間結果

平成16年6月1日~10月29日までの5ヶ月間の本社会実験の結果²⁾について以下にまとめる。

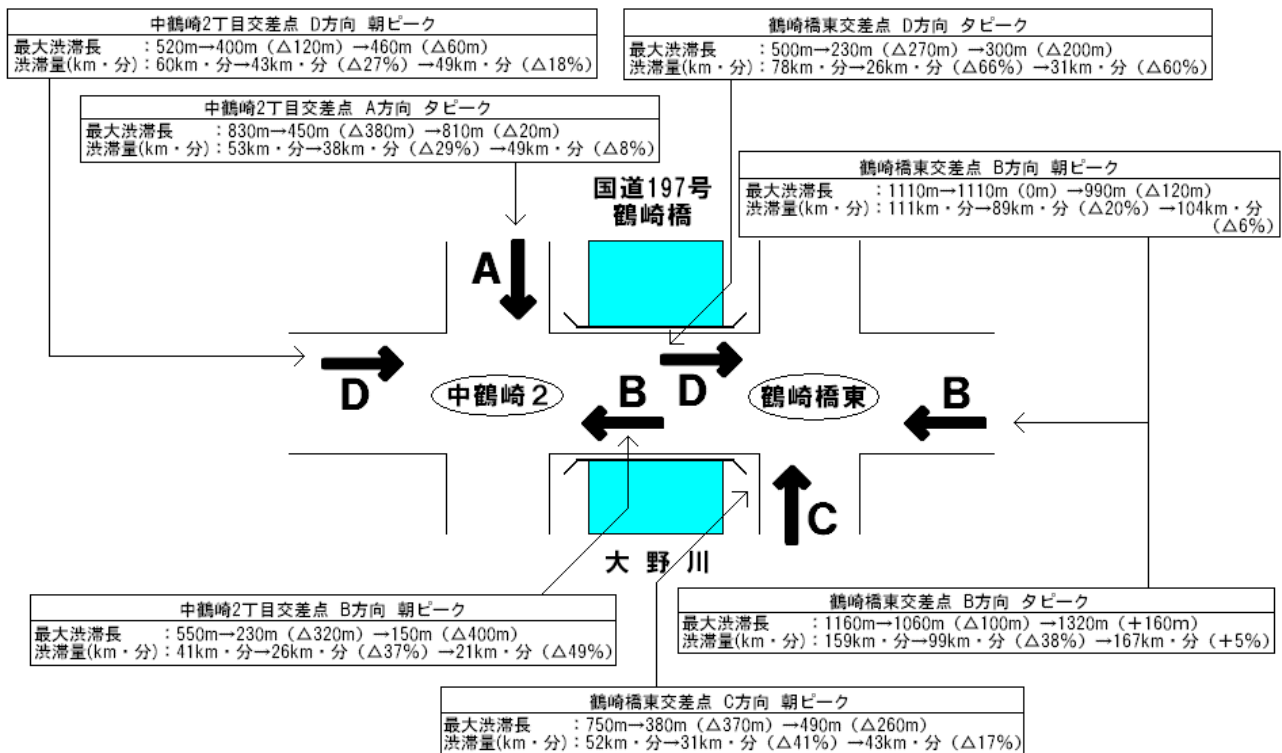


図-3 渋滞長の変化

(1) 大野川大橋有料道路の分担率について

図-2に、大野川断面における朝・夕ピーク時の交通量の分担率の変化を示す。図中の「A実験前」は5月26日、「B1実験中」は7月6日、「B2実験中」は10月13日、「C実験後」は11月10日の実測値である。図より、大野川断面における朝・夕ピーク時の交通量は、料金割引前後で大野川大橋有料道路への転換により、それぞれ分担率の変化が見られる。グラフのA実験前とB1実験中の大野川大橋有料道路部分に注目すると、分担率が朝ピーク時では36.7%から38.9%へ2.2%上昇し、夕ピーク時では32.4%から34.5%へ2.1%上昇した。

さらに、鶴崎橋に注目すると、朝ピーク時では47.1%から44.9%へ2.2%減少し、夕ピーク時では48.5%から46.6%へ1.9%減少したことがわかる。また、A実験前とC実験後の鶴崎橋部分を比較してみると、朝ピーク時で1.6%、夕ピーク時で3.5%減少と実験後も渋滞は緩和されている。

表-2は、具体的な数字で表したものである。断面計を見てみると、朝・夕ともに実験前と実験後では自動車総交通量が増加している。これはキャノン進出による工事車両などの参入などが原因ではないかと考えられる。

(2) 国道197号線鶴崎橋付近の渋滞緩和について

事前調査によると、国道197号線鶴崎橋付近には「中鶴崎2丁目」および「鶴崎橋東」の2つの渋滞ポイントがある。図-3は、図-1の国道197号線の中鶴崎2丁目～鶴崎橋東交差点間を拡大して、方向別の朝・夕ピークの最大渋滞長(m)および渋滞量(km・分)を示した図である。図に

は実験開始前に500m以上の渋滞が発生していた方向について示した。図中の渋滞量は、渋滞長に時間を乗じた積分値(km・分)であり、数値はそれぞれ実験開始前(5月26日) 実験開始後(7月6日) (11月13日)の値である。

図より、それぞれの最大渋滞長に注目すると、鶴崎橋東交差点のB方向・夕ピークは増加しているものの、その他の交通ポイントでは減少しており、国道197号線鶴崎橋付近の渋滞は概ね緩和できたと考えられる。また、渋滞量については、いずれの方向も朝・夕ともに約10%～70%程度減少していた。ただし、鶴崎橋東のB方向・夕ピーク(10月13日のみ)においては、18時以降の時間帯で渋滞が拡大している。

(3) 大野川大橋有料道路ルート利用による時間短縮の効果について

図-4は、乗越 - 竹下橋南の2地点間を、鶴崎橋を通過する国道197号ルート9kmを通過した場合と大野川大橋有料道路を通過する大在大分港線ルート12kmを通過した場合の2ルートを示した図である。

この2ルートを実際に走行し、測定した所要時間を図-5に示す。図中の数値はそれぞれ、通常時の渋滞が著しい時間帯の平均、朝は7時～8時30分出発の4回分の平均、夕は16時30分～18時出発の4回分の平均値である。

図より、国道197号ルートよりも、迂回して大在大分港線ルートを利用した場合、平均で約2～6分程度の時間短縮の効果が見られる。特に朝の下りでは、最大の約6分の時間短縮が可能になり、迂回した場合でも所要時間についても優位性が明らかとなった。

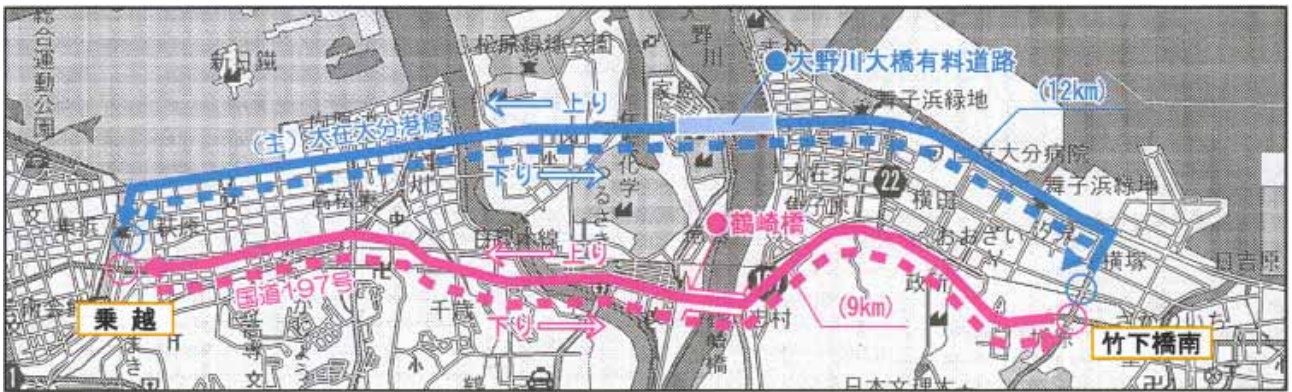


図-4 所要時間測定区間図

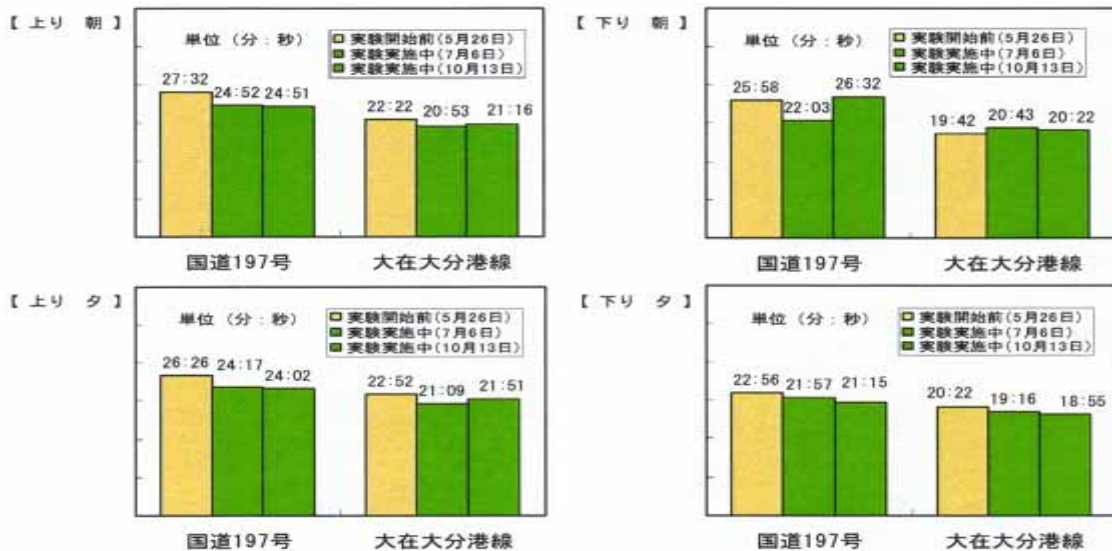


図-5 平均所要時間の変化

(4) 大野川スイスイ作戦の効果

上述のように社会実験の結果を見ると、総交通量は増加したが、国道197号の渋滞は概ね緩和され、その平均所要時間も実験前に比べ、短縮された。したがって、本社会実験の目的である、著しい渋滞を引き起こしていた国道197号の自動車交通量の「大野川大橋有料道路」への転換は、十分に達成できたと考えられる。

しかし、目に見えて効果があったものの経済面、特に有料道路の利益の面では収集金額が半減したわけであるから、単純に実験前の2倍の交通量にならなければ採算性は取れない。転換交通量の増加量は1割弱であり、採算性の面では追いつけないことになる。本社会実験は交通政策の面では成功したといえるが、他の観点からみると問題点がいくつも浮かび上がってくる。また環境面のことについては、当該社会実験では検討されていないので、4章以降で検討するものである。

4. 自動車転換による二酸化炭素発生量の算出

(1) CO₂発生量の算出方法の概要

大野川スイスイ作戦でのCO₂発生量の変化率算出の参

考資料として、新潟県阿賀野川で行われた「阿賀野川ゆとり通勤大作戦」³⁾を取り上げた。新潟の社会実験におけるCO₂の算出方法を参考に⁴⁾、大分の社会実験でのCO₂の発生量の予測方法について新たに提案する。

自動車転換によるCO₂発生量算出の計算手順のフローチャートを図-6に示す。平均時速、自動車1台あたりのCO₂発生量、走行台数、CO₂発生量、総発生量、変化量はそれぞれ、朝・夕の国道197号ルートおよび大在大分港線ルートの上り・下りの実験前と実験中とに分けて計算を行う。以下に具体的な手順について説明する。

a) 平均時速の算出

図-4の5月26日・10月13日の平均所要時間データ、および、図-5の2ルートの距離を使用して、次式よりそれぞれの区間の平均時速(km/h)を算出する。

$$\text{平均時速 (km/h)} = (\text{走行距離} / \text{走行時間})$$

b) 速度別CO₂発生量の決定

国土交通省の道路企画課および都市・地域整備局街路課通達のデータ(時速5 km/h刻み)⁵⁾を時速1 km/h刻みに計算し直し、算出した平均時速に照らし合わせて

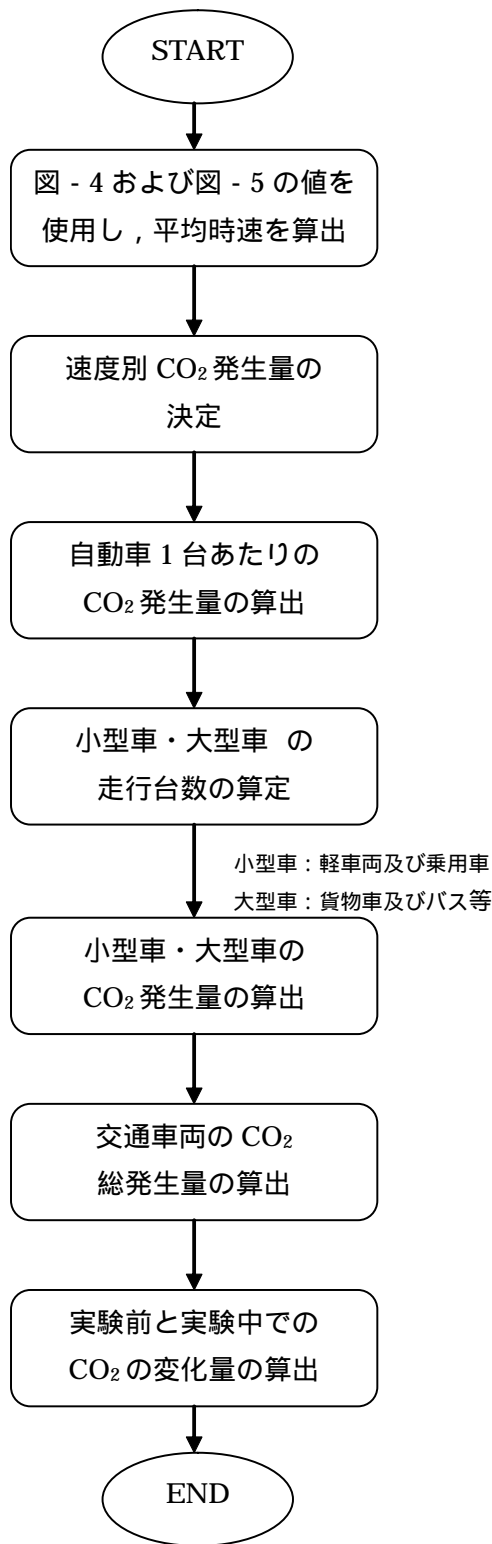


図-6 二酸化炭素発生量の算出手順

その速度におけるCO₂発生量(kg/km)を決定する。

表-3は、時速1km刻みに計算し直した速度別CO₂発生量(kg/km)である。また、速度別のCO₂発生量をグラフに表すと図-7 のようになる。

表-3 速度別 CO₂発生量(1km/h 刻み)

速度(km/h)	小型車(kg/km)	大型車(kg/km)
18	0.243	1.182
19	0.236	1.155
20	0.229	1.133
21	0.223	1.113
22	0.217	1.094
23	0.212	1.076
24	0.208	1.059
25	0.204	1.042
26	0.200	1.025
27	0.196	1.008
28	0.192	0.993
29	0.189	0.978
30	0.186	0.963
31	0.183	0.949
32	0.180	0.935
33	0.177	0.921
34	0.174	0.907
35	0.172	0.894
36	0.169	0.882
37	0.167	0.870
38	0.165	0.858
39	0.163	0.847
40	0.161	0.836

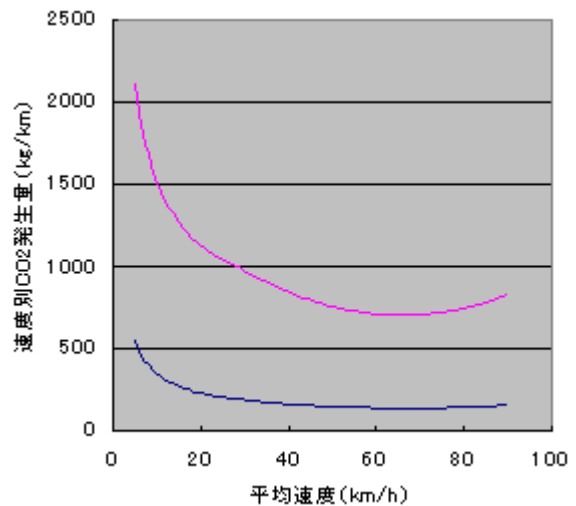


図-7 速度別 CO₂発生量

- c) 自動車1台あたりのCO₂発生量の算出
自動車1台あたりのCO₂発生量(kg)を次式より算出する。

$$1台あたりのCO_2発生量(kg) = (速度別CO_2発生量 \times 走行距離)$$

- d) 小型車・大型車の走行台数の算定
大野川大橋有料道路および鶴崎橋における上下車線別

台数比²⁾とアンケート⁶⁾より仮定した車種比率(小型車・大型車)を考慮し、小型車・大型車それぞれの走行台数を算出する。ここで言う小型車は軽車両および乗用車を指し、大型車は貨物車およびバス等を指す。有料道路および鶴崎橋における上下車線台数比と車種比率は表-4に示す。

表-4 有料道路および鶴崎橋の
上下車線台数比と車種比率

有料道路・鶴崎橋における 上下車線別台数比率	上り車線	60.8%
	下り車線	39.2%
アンケートより 仮定した車種比率	小型車	97.9%
	大型車	2.1%

e) 小型車・大型車のCO₂発生量の算出

小型車・大型車それぞれのCO₂発生量(kg)を次式より算出する。

$$\text{CO}_2\text{発生量 (kg)} \\ = (\text{自動車1台あたりのCO}_2\text{発生量} \times \text{走行台数})$$

f) 交通車両のCO₂総発生量の算出

交通車両のCO₂総発生量(kg)を次式により算出する。

$$\text{CO}_2\text{総発生量 (kg)} \\ = (\text{小型車のCO}_2\text{発生量} + \text{大型車のCO}_2\text{発生量})$$

以上の計算結果をもとに、ルート別の実験前と実験中とのCO₂発生量の変化を比較した。

(2) 自動車のCO₂の発生量および変化量の計算結果

当該社会実験におけるCO₂の発生量の計算結果を表-5に示す。表のCO₂総発生量(kg)およびその変化量(朝夕合計)の比較をグラフで表したものが図-8である。以下に実験前と実験中のCO₂発生量を比較する。

a) 鶴崎橋に関して

鶴崎橋に関するCO₂発生量は、32124kgから26794kgへ5330kg(-16.6%)減少したと推測され、交通状況の改善とともにCO₂の発生量の面でも効果が大きく、道路周辺環境については良い結果となったものと考えられる。

b) 有料道路に関して

有料道路に関するCO₂発生量は、24526kgから29790kgへ5264kg(+21.5%)増加したと推測され、全体の交通面の改善には貢献できたものの、有料道路側の交通量の増加によりCO₂の発生量は逆に増加してしまった。

c) 全体に関して

a)、b)を踏まえて、全体に関するCO₂の発生量は56650kgから56584kgへ66kg(-0.12%)減少したと推測される。

表-5 二酸化炭素発生量の比較

		所要時間(分)		距離(km)	平均時速(km/h)		CO ₂ 発生量(kg/km)				1台あたりのCO ₂ 発生量(kg)				
							小型車		大型車		小型車		大型車		
		実験前	実験中		実験前	実験中	実験前	実験中	実験前	実験中	実験前	実験中	実験前	実験中	
朝	国道197号 ルート	上り	27.53	24.85	9	20	22	0.229	0.217	1.133	1.094	2.061	1.953	10.197	9.846
		下り	25.97	26.53	9	21	20	0.223	0.229	1.113	1.133	2.007	2.061	10.017	10.197
	大在大分港線 ルート	上り	22.37	21.27	12	32	34	0.18	0.174	0.935	0.907	2.16	2.088	11.22	10.884
		下り	19.70	20.37	12	37	35	0.167	0.172	0.87	0.894	2.004	2.064	10.44	10.728
夕	国道198号 ルート	上り	26.43	24.08	9	20	22	0.229	0.217	1.133	1.094	2.061	1.953	10.197	9.846
		下り	22.93	21.25	9	24	25	0.208	0.204	1.059	1.042	1.872	1.836	9.531	9.378
	大在大分港線 ルート	上り	22.87	21.85	12	31	33	0.183	0.177	0.949	0.921	2.196	2.124	11.388	11.052
		下り	20.37	18.92	12	35	38	0.172	0.165	0.894	0.858	2.064	1.98	10.728	10.296

		交通量				CO ₂ 発生量(kg・台)				CO ₂ 総発生量(kg・台)		変化量(kg・台)	
		小型車		大型車		小型車		大型車		実験前	実験中	実験中-実験前	
		実験前	実験中	実験前	実験中	実験前	実験中	実験前	実験中				
朝	国道197号 ルート	上り	4183	4084	90	88	8621.16	7995.58	917.73	866.448	9538.893	8862.03	-676.863
		下り	2697	2640	58	57	5412.88	5441.04	580.986	581.229	5993.865	6022.269	28.404
	大在大分港線 ルート	上り	3262	3559	70	78	7045.92	7431.19	785.4	848.952	7831.32	8280.144	448.824
		下り	2108	2294	45	51	4214.41	4734.82	469.8	547.128	4684.212	5281.944	597.732
夕	国道198号 ルート	上り	4587	4287	98	92	9453.81	8372.51	999.306	906.832	10453.11	9278.343	-1174.77
		下り	2958	2764	63	59	5537.38	5074.7	600.453	553.302	6137.829	5628.006	-509.823
	大在大分港線 ルート	上り	3065	3502	66	75	6730.74	7438.25	751.608	828.9	7482.348	8267.148	784.8
		下り	1976	2258	42	48	4078.46	4470.84	450.576	494.208	4529.04	4965.048	436.008
											計	-65.688	

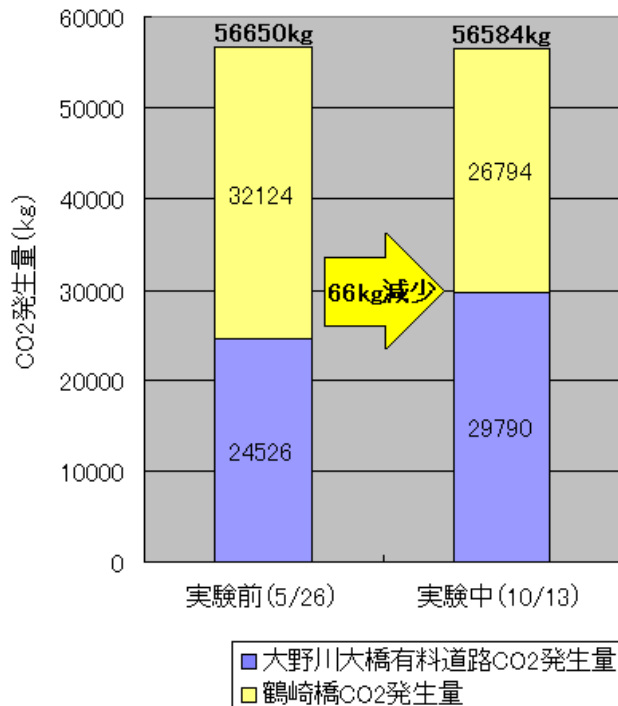


図-8 二酸化炭素発生量の比較

5. 考察

CO₂の発生量の予測結果によると、総量でCO₂発生量は66kg減少したと推測できた。しかし、割合としては実験前のわずかに0.12%の削減率でしかない。この社会実験では、交通量転換や渋滞の面では成功といえるが、CO₂発生量に関しては十分な効果が期待できないことがわかった。CO₂発生量には前述の図-7より走行速度と車種構成が大きく影響する。したがって同様の計算方法で以下の条件でCO₂減少量を算出し、CO₂の発生量を削減する方法性を見出すことのものである。

- (1) 交通量一定で、実験中の自動車の平均速度をさらに2, 4, 6, 8, 10km/h増加させたときのCO₂減少量
- (2) 平均速度一定で、実験中の大野川大橋有料道路への交通量転換量を、実験前の2, 3, 4, 5割分さらに増加させたときのCO₂減少量

(1) 平均時速を増加させたときのCO₂減少量

4章と同様の計算方法で、実験中の自動車の平均時速を2km/h刻みで10km/hまで増加させたときの、CO₂減少量を表-6に示す。これは、国道197号ルート、および、大在大分港線ルートのみ平均時速を増加させたものである。

実際問題として、交通量が一定であれば国道197号ルートの平均時速を増加させることは考えにくい。一方、大在大分港線ルートについては、有料道路での信号現示の

変更や料金所およびその周辺の改善によって平均時速は比較的容易に増加できると考えられる。そこで、大在大分港線ルートのみ平均時速を増加させた場合の計算結果を表-7に示す。

表-6の数値は、国道197号ルートにも同様に速度の増加を考えたものであるが、現状の道路の混雑状況から判断すると、現実的ではない。前述のように、有料道路での平均時速増加は各種の施策により実現可能と考えられ、たとえば表-7が示すように平均時速が実験中よりもさらに10km/h増加すれば、CO₂発生量が実験前と比べ3224kg (-5.69%)の減少が可能になると推測できる。

表-6 平均時速増加（両ルート）によるCO₂減少量の変化

平均時速増加分 (km/h)	CO ₂ 減少量 (kg・台)	割合 (%)
2	-2068	-3.65
4	-3818	-6.74
6	-5468	-9.65
8	-6929	-12.2
10	-8256	-14.6

表-7 平均時速増加（大在大分港線ルートのみ）によるCO₂減少量の変化

平均時速増加分 (km/h)	CO ₂ 減少量 (kg・台)	割合 (%)
2	-810	-1.43
4	-1480	-2.61
6	-2102	-3.71
8	-2692	-4.75
10	-3224	-5.69

(2) 交通転換量を増加させたときのCO₂減少量

同様に、実験中の有料道路への交通量転換量を、実験前の交通量の2, 3, 4, 5割分増加させた。それぞれのCO₂減少量を表-8に示す。

表-8 交通量転換量増加によるCO₂減少量の変化

転換量増加分 (%)	CO ₂ 減少量 (kg・台)	割合 (%)
20	-1370	-2.42
30	-2279	-4.02
40	-2931	-5.17
50	-3719	-6.56

表より、単純に転換量を増減させると、有料道路への転換量が5割になるとCO₂発生量は実験前に比べ3719kg（-6.56%）の減少が可能と推測できる。しかし、有料道路への転換量が増加すれば、国道197号の交通量が減り、その分平均速度が増加し、他方、有料道路では交通量が増加して、平均時速の低下をきたすので、さらにより正確な結果を出すためには、Q-Vの関係を考慮した補正が必要である⁷⁾。

6. まとめ

当該社会実験は市街地の交通渋滞の解消などの面で有効な施策であり、しかも市街地では環境面でもCO₂発生量は減少し、十分に改善されたことがわかった。一方、有料道路側では交通量が増加したためCO₂発生量は逆に増加し、全体ではCO₂に関してはあまり効果が得られなかったと推測できた。しかし、平均時速あるいは転換量が現段階よりも数km/hあるいは数割向上するだけでCO₂の削減率ははるかに高くなることが考えられる。また、平均時速増加によるものと転換量増加によるものとを比較すると、転換量増加によるCO₂発生量の減少法が有効であると考えられる。

今現在、CO₂削減率の向上に最も有効だと考えられるのは、短期的な観点からは、特別通行券の利用率の向上による有料道路の利用台数増加である。現段階では、特別通行券の利用率は6割程度で、残りの4割は従来の回数券の利用や現金での支払いが占めている。これは、特別通行券の販売箇所が少ないことに原因の1つがあると考えられる。今現在、販売箇所の内訳はコンビニ（5店舗）が95%を占め、他には管理事務所や道路公社本社など一般の人が手に入れにくい場所で販売されている²⁾。特別通行券の販売箇所を拡大すれば購入する人の数が増え、大野川大橋有料道路の利用台数も増加すると考えられる。たとえば販売箇所の案としては、コンビニだけではなく、多くの人々が利用する郵便局や銀行などセキュリティがしっかりとしている場所などが考えられる。本社会実験は、12月から本格実施しており、今後は経済性および

環境性の面についても、いかに特別通行券を人々に普及させるかが鍵になると考えられる。

また、長期的な観点から見ると、有料道路での信号現示の変更や料金収集所の増設、交通の導流比や道路構造の改善などにより、全体的な平均時速の向上なども重要になってくると考えられる。

本論文で提案したCO₂発生量の予測方法は、通常のカソリン車のみを考慮したモデルとなっている。また、今回算出された発生量は、鶴崎橋の車種別台数比やアンケートによる車種比率など、いくつかの仮定によって成り立っている。したがって、交通流の状況や車種の比率など実測によるデータを用いて、また、道路構造に応じたQ-Vの補正を導入することにより、本解析結果よりもさらに正確なCO₂発生量を予測可能である。

参考文献

- 1) 樗木武・井上信昭著、交通計画学【第2版】、共立出版株式会社、p193、2002。
- 2) 大分都市圏 有料道路社会実験 推進協議会：第4回 大分都市圏 有料道路社会実験 推進協議会 参考資料、2004.12.16.
- 3) 井出よしひろの日立・十王の情報 阿賀野川ゆとり通勤大作戦、
http://www.jsdi.or.jp/~_ide/030518highway_aganogawa.htm.
- 4) 阿賀野川ゆとり通勤大作戦の概要
http://www.2159.go.jp/whats_n/w020905-2.html.
- 5) 国土交通省 道路企画課、都市・地域整備局街路課：客観的評価指標の定量的評価指標の算出手法について
http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-perform/pdf/1_73.pdf.
- 6) 大分都市圏 有料道路社会実験 推進協議会：第4回 大分都市圏 有料道路社会実験 推進協議会 参考資料、2004.8.5.
- 7) 大蔵泉著、土木系大学講義シリーズ、交通工学、株式会社コロナ社、p101、1993。

(2005.9. 30 受付)