資　　料

◆燃費法、従来トンキロ法、改良トンキロ法による二酸化炭素排出量の差について

◆算出式の違いによる二酸化炭素排出量算定結果の差について

燃費法、従来トンキロ法、改良トンキロ法による二酸化炭素排出量の差について

◆モデルケースの設定

・輸送重量：10 トン
・輸送距離：100㎞
・輸送手段[1]：10 トントラック/営業用普通貨物車
・積載効率[2]：100%、50%、10%

◆燃費法で二酸化炭素排出量を算出

二酸化炭素排出量（kg-CO_2）＝距離（㎞）/燃費（㎞/㍑）×排出係数（kg-CO_2/㍑）・・・①

１）積載効率 100%の場合

①式における燃費については、(社)プラスチック処理促進協会が公表している 10 トントラック（軽油）の燃費（⇒3.5㎞/㍑）を使用して、算出する。

①式より

二酸化炭素排出量＝{100（㎞）/3.5（㎞/㍑）}×2.62（kg-CO_2/㍑）[3]＝74.9（kg-CO_2）

２）積載効率 50%の場合

10 トンの荷物を運ぶためには 10 トントラックが２台必要になることから、二酸化炭素排出量は１）のケースの２倍になる。よって、

二酸化炭素排出量＝74.9×２＝150（kg-CO_2）

３）積載効率 10%の場合

10 トンの荷物を運ぶためには 10 トントラックが 10 台必要になることから、二酸化炭素排出量は１）のケースの 10 倍になる。よって、

二酸化炭素排出量＝74.9×10＝749（kg-CO_2）

◆従来トンキロ法で二酸化炭素排出量を算出

二酸化炭素排出量(kg-CO_2)＝輸送トンキロ(ｔ・㎞)×二酸化炭素排出原単位(kg-CO_2/ｔ・㎞)…②

１）積載効率 100%の場合

10 トントラック１台で、10 トンの荷物を 100㎞ 輸送することになる。②式により

二酸化炭素排出量（kg-CO_2）＝（10×100）（ｔ・㎞）×0.178（kg-CO_2/ｔ・㎞）[4]＝178（kg-CO_2）

２）積載効率 50%の場合

10 トントラック２台で、各々、５トンの荷物を 100㎞ 輸送することになる。②式により

二酸化炭素排出量（kg-CO_2）＝（5×100）（ｔ・㎞）×0.178（kg-CO_2/ｔ・㎞）×２＝178（kg-CO_2）

３）積載効率 10%の場合

10 トントラック 10 台で、各々、１トンの荷物を 100㎞ 輸送することになる。②式により

二酸化炭素排出量（kg-CO_2）＝（１×100）（ｔ・㎞）×0.178（kg-CO_2/ｔ・㎞）×10＝178（kg-CO_2）

以上の例からも明らかなように、トンキロ法の場合、二酸化炭素排出量は積載効率に依存しない[5]。

註１）(社)プラスチック処理促進協会の燃費の車種区分と、国土交通省の排出原単位の車種区分では、トラックの呼称が異なっているが、ここでは、前者の 10 トントラックと後者の営業用普通貨物車は同じものと見なした。

註２）（実輸送トンキロ/輸送可能トンキロ）×100（%）

註３）『2003 年度　環境調和型ロジスティクス調査報告書』（2004 年３月　JILS）　図表３－11（p86）⇒環境省

註４）『2003 年度　環境調和型ロジスティクス調査報告書』（2004 年３月　JILS）　図表３－14（p88）⇒国土交通省

註５）積載効率については排出原単位算出の前提条件になっていると思われるが、これに関する情報は公開されていない。

◆改良トンキロ法で二酸化炭素排出量を算出

二酸化炭素排出量(kg-CO_2)＝輸送トンキロ(ｔ・km)×二酸化炭素排出原単位(kg-CO_2/ｔ・km)[6]…③

１）積載効率 100%の場合

③式に上で設定した値を代入すると

二酸化炭素排出量（kg-CO_2）＝1,000（ｔ・km）×0.1169（kg-CO_2/ｔ・km）[7]＝116.9（kg-CO_2）

２）積載効率 50%の場合

③式に上で設定した値を代入すると

二酸化炭素排出量（kg-CO_2）＝1,000（ｔ・km）×0.1574（kg-CO_2/ｔ・km）[8]＝157.4（kg-CO_2）

３）積載効率 10%の場合

③式に上で設定した値を代入すると

二酸化炭素排出量（kg-CO_2）＝1,000（ｔ・km）×0.5246（kg-CO_2/ｔ・km）[9]＝524.6（kg-CO_2）

◆まとめ

３つの算定方法で算出した二酸化炭素排出量を表にまとめると次のとおり。

表　３つの算定手法による二酸化炭素排出量の比較

単位：kg-CO_2

積載効率 / 算定手法	１０%	５０%	１００%
燃費法	７４９	１５０	７４．９
従来トンキロ法	１７８	１７８	１７８
改良トンキロ法	５２４．６	１５７．４	１１６．９

さらに、算出ポイントを増やして、３つの算出手法による、積載効率と二酸化炭素排出量の関係をグラフ化したものを 36 ページの図に示す。

改良トンキロ法については、註６に記したように、積載効率は幅のある値として示されているが、ここでは中央値を取り、グラフにプロット、各点を曲線もしくは近似曲線で結んだ。

註６）改良トンキロ法では積載効率によって二酸化炭素排出原単位(kg-CO_2/ｔ・km)の値が異なる。ただし、積載効率は幅のある値（例 ～20%以下、40～60%など））で示されている。

註７）積載効率 80%超～の値。ただし、原典の単位はグラム表示（以下同）。

註８）積載効率 40～60%の値。

註９）積載効率～20%以下の値。

◆考　察

①従来トンキロ法は積載効率に関わらず、輸送トンキロを決めると二酸化炭素排出量が一定量に決まってしまう。
②従来トンキロ法の二酸化炭素排出原単位（0.178kg-CO_2/ｔ・km）の前提になっていると推定される積載効率の値は、約40%＋αに存在すると思われる（従来トンキロ法の直線と燃費法の曲線の交点のＸ座標から推定）。
③したがって、従来トンキロ法のこのデフォルト値（0.178kg-CO_2/ｔ・km）を使っての算定は、②で推定した積載効率より低い数字で（しかも低ければ低いほど！）業務を行っている輸送企業/荷主にとっては“得”になるし、これより高い数字で（しかも高ければ高いほど！）業務を行っている輸送企業/荷主にとっては“損”になる（従来トンキロ法の直線と燃費法もしくは改良トンキロ法の曲線の乖離に注目されたい）。
④積載効率を上げる努力が二酸化炭素の排出量に反映されない方法は、やはり、“不公平”だろう。
⑤一方、今回のシミュレーションにおける燃費法の問題点は、積載効率に関わらず燃費を一定としたことである。
⑥一般的には、積載効率が低い場合すなわちトラックの重量が軽い場合は燃費が向上、逆に積載効率が高い場合すなわちトラックの重量が重い場合は燃費が低下すると考えられる。
⑦このため、燃費法の曲線は、積載効率が低い領域においてはより二酸化炭素排出量が減る方向にシフトし、逆に、積載効率が高い領域においてはより二酸化炭素排出量が増える方向にシフトするはずである。
⑧燃費法の曲線と改良トンキロ法の曲線を比べると、改良トンキロ法の曲線は、⑦で記した特徴を持っていることがわかる。

以　上

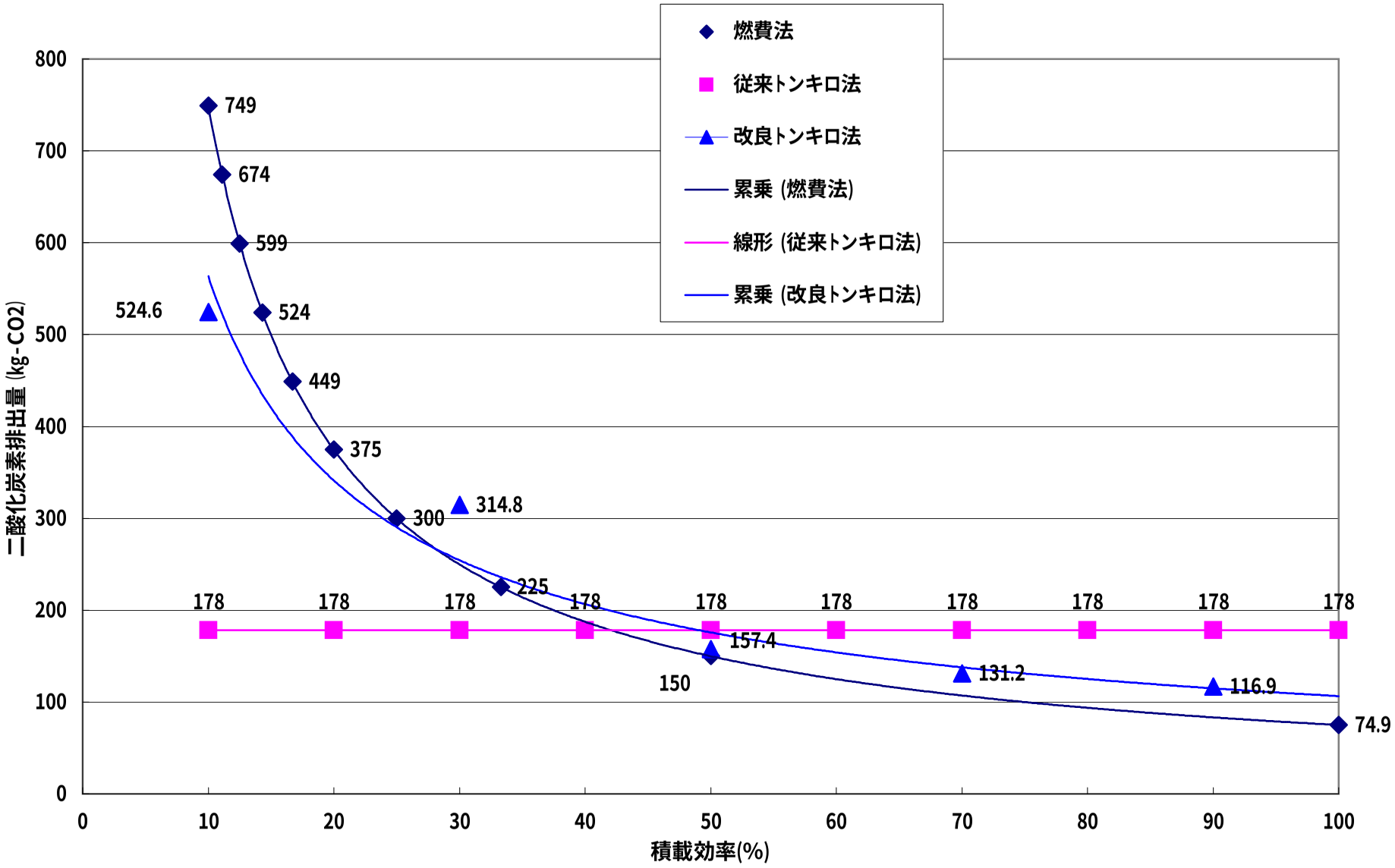


図　3つの算定式による算定結果の違い

算定式の違いによる二酸化炭素排出量算定結果の差について

１．調査の目的とポイント

１）目　的

①環境パフォーマンス評価手法検討委員会では算定式の理論的な精度の高さを、**燃料法＞燃費法＞トンキロ法** と設定したが、このことを実際のデータで立証する[1)]こと。

②算定上の問題点を把握すること。

２）ポイント

①**３つの算定式**の違いによる**算定結果（算定値）の差異**はどの程度かを把握すること。

②データの性格（実測値/推定値、自社で取得/他社から入手）の違いに留意すること。

③各算定式の利用上の特徴を、実際の利用者の立場から、把握すること。

例えば･･･

・データ入手の難易度は？（燃料使用量、燃費、輸送重量、輸送距離）

・使い勝手の良し悪しは？（例えば、トンキロ法で用いられる「二酸化炭素排出原単位の区分」と物流現場での「車種区分」の整合性など）

２．調査の構成・内容

予備調査と**本調査**の２段階調査を行った。

予備調査は、既往調査で二酸化炭素排出量の算定を行っていないと考えられた企業を対象にした。予備調査の結果、今後、二酸化炭素排出量の算定を行うことが可能と考えられた企業に対しては、本調査を行った。

本調査は、既往調査で二酸化炭素排出量の算定を行っていると考えられた企業を対象とした。

１）予備調査

調査票⇒**付録**

２）本調査

調査票⇒**付録**

調査票⇒**付録**

註１）実際には、３つの方法の中で二酸化炭素排出量を最も正確に算定できると考えられる燃料法による算定値を基準として、燃費法の算定値とトンキロ法の算定値の誤差の大きさを比較した。

３．予備調査結果

発送　52 社（CGL メンバー企業(111 社 当時)の 46.8%）
有効回答企業　12 社（有効回答率　23.1%）
　荷主企業　　７社（58%）
　物流子会社　４社（33%）
　物流事業者　１社（８%）
算定事前説明会
　第１回　９月 21 日（水）　13：30～15：00　２社
　第２回　９月 21 日（水）　15：30～17：00　３社
算定事前説明会のご出席いただいた企業５社に対しては、後日、本調査票/表を発送した。

４．本調査結果

１）配布数・回収数

第１次発送　　48 社（CGL メンバー企業(111 社 当時)の 43.2%）
有効回答企業　16 社（有効回答率　33.3%）
　荷主企業　　12 社（75%）
　物流子会社　４社（25%）
　物流事業者　０社（０%）
第２次発送　　５社
有効回答企業　０社（有効回答率　０%）

発送数計　　53 社
有効回答企業計　16 社（有効回答率　30.2%）

２）算定結果

今回収集できた 16 社の 43 サンプルについて、理論的に算定精度が最も高いと考えられる**燃料法**による算定結果（算定値）を基準（＝1.00）として、**燃費法**および**トンキロ法**の算定結果を比率（誤差）で示したものを**表１**に示す。

(1) データの欠落があるサンプルについて

燃費法のデータ（燃費、輸送距離）が欠落しているサンプルが１つあった（１社１例）。このサンプルについては、３種類の算定式の算定結果を議論するデータとしては除外することとした。（ただし、燃料法とトンキロ法の２つを比較するサンプルとしては利用している）

上述のデータを除いた **42 例（15 社）**について３種類の算定式の算定結果（燃料法の算定結果を 1.00 とした場合の比率(誤差)）は次のようになった。

算定式	燃料法	燃費法	トンキロ法
算定結果	1.00	0.981	23.0

Ｎ＝42（15 社）

表1　CO2排出量算定結果一覧

ID	企業名	ケース名称	特　記	二酸化炭素排出量（kg-CO2）			比率（燃料法基準）		
				燃料法	燃費法	トンキロ法	燃料法	燃費法	トンキロ法
1	①			4573	4574	7686	1	1.00	1.68
2	②			1019000.0	データなし	1410000.0	1	#VALUE!	1.38
3	③	大阪1	共同物流	1195.0	1193.0	952.4	1	1.00	0.80
4	③	奈良1	共同物流	7616.0	7518.0	25970.0	1	0.99	3.41
5	④	積載1		303.9	304.3	344.4	1	1.00	1.13
6	④	積載2		269.9	269.9	272.1	1	1.00	1.01
7	④	積載3		361.6	361.9	382.1	1	1.00	1.06
8	④	部品1		230.6	230.7	198.4	1	1.00	0.86
9	④	部品2		445.4	445.4	790.0	1	1.00	1.77
10	④	部品3		174.6	174.5	213.4	1	1.00	1.22
11	④	部品4		246.3	246.4	476.6	1	1.00	1.94
12	⑤			3600.0	3775.0	1246000.0	1	1.05	350.00
13	⑥			9568.0	6413.0	8478.0	1	0.67	0.89
14	⑦			767.7	766.6	2166.0	1	1.00	2.82
15	⑧			352.6	352.9	857.5	1	1.00	2.43
16	⑨		共同物流	579.0	578.8	1599.0	1	1.00	2.76
17	⑩			1886.0	1903.0	46590.0	1	1.01	24.70
18	⑪	F運送センター_10t①	燃費法回送抜き	605.0	691.0	7187.0	1	1.14	11.90
19	⑪	F運送センター_10t②	燃費法回送抜き	1127.0	642.0	9955.0	1	0.57	8.83
20	⑪	F運送センター_4tユニック	燃費法回送抜き	354.0	389.0	3110.0	1	1.10	8.79
21	⑪	F運送センター_4t	燃費法回送抜き	524.0	516.0	4040.0	1	0.98	7.71
22	⑪	K配車センター_15t幌	燃費法回送抜き	1336.0	1410.0	3427.0	1	1.06	2.57
23	⑪	K配車センター_15t平	燃費法回送抜き	3980.0	7240.0	21427.0	1	1.82	5.38
24	⑪	K配車センター_4tユ	燃費法回送抜き	631.0	767.0	471.0	1	1.22	0.75
25	⑪	K配車センター_4t平	燃費法回送抜き	1132.0	879.0	7499.0	1	0.78	6.62
26	⑪	K物流センター_2t	燃費法回送抜き	265.0	326.0	508.0	1	1.23	1.92
27	⑪	K物流センター_2tロング	燃費法回送抜き	333.0	316.0	357.0	1	0.95	1.07
28	⑪	K物流センター_4t①	燃費法回送抜き	131.0	227.0	764.0	1	1.73	5.83
29	⑪	K物流センター_4t②	燃費法回送抜き	262.0	281.0	777.0	1	1.07	2.97
30	⑪	K物流センター_4t③	燃費法回送抜き	686.0	341.0	1431.0	1	0.50	2.09
31	⑪	K物流センター_4t④	燃費法回送抜き	736.0	328.0	1288.0	1	0.45	1.75
32	⑫			6642.0	5022.0	13970.0	1	0.76	2.10
33	⑬			4413.0	6042.0	9971.0	1	1.37	2.26
34	⑭	データ①小山		3317.0	3615.0	1750.0	1	1.09	0.53
35	⑭	データ②長野		738.8	820.4	207.7	1	1.11	0.28
36	⑭	データ③名古屋		592.1	629.6	166.6	1	1.06	0.28
37	⑭	データ④自社トラック		665.5	614.1	1378.0	1	0.92	2.07
38	⑮	算定結果－1		461.1	239.5	769.0	1	0.52	1.67
39	⑮	算定結果－2		505.7	262.0	841.1	1	0.52	1.66
40	⑯	1841_10tウイング		539.7	285.2	553.8	1	0.53	1.03
41	⑯	2145_10tウイング		890.8	728.4	901.4	1	0.82	1.01
42	⑯	2148_4tウイング		238.4	299.2	371.1	1	1.26	1.56
43	⑯	2362_4tウイング		288.2	309.2	225.0	1	1.07	0.78

推定値

特異値
誤差最小
誤差最大

	二酸化炭素排出量（kg-CO2）			比率（燃料法基準）		
	燃料法	燃費法	トンキロ法	燃料法		
計1*1（N＝42） ＊1）ID2を除く	63563.9	62327.0	1436321.6	1	0.98	23.04
計2*2（N＝37） ＊2）ID2及び特異値を含むサンプルを除く	56050.9	55289.0	133825.6	1	0.99	2.39
計3*3（N＝33） ＊3）ID2、特異値含むまたは燃料が推定値のサンプルを除く	53315.2	53020.6	119328.6	1	0.99	2.24
参考1*4（N＝39） *4）ID2及び燃費法の特異値を除く比率	62141.9	61658.0		1	0.99	
参考2*5（N＝40） *5）トンキロ法の特異値を除く比率	1076472.9		1546544.6	1		1.44

(2) 特異値について

表１から明らかなように、燃費法、トンキロ法ともども、誤差の大きなサンプルがある。

今回の分析にあたっては、燃費法、トンキロ法のそれぞれについて「特異値」を次のように定義して以降の分析を行った。

【燃費法の特異値】

2004 年度 LEMS 調査で収集したトラックの燃費データによれば、代表的なトラックと考えられる積載重量４トンの貨物自動車の最小燃費は 3.50㎞/㍑、最大燃費は 7.60㎞/㍑、また、積載重量 10 トンの貨物自動車の最小燃費は 2.44㎞/㍑、最大燃費は 5.00㎞/㍑になっていたこと[2)]から、最小値と最大値で概ね２倍の開きがあると考え、燃費法を基準（＝1.00）をした場合の燃費法による算定値の比率が 0.5 に満たないサンプルもしくは２を超えるサンプルを特異と見なした。

これにより特異値と認められたサンプルは２例、全体の５％[3)]であった。

なお、比率が２を超えるサンプルは無かった。

【トンキロ法の特異値】

以前行った燃費法とトンキロ法による算定値の違いを示した机上シミュレーション結果を拠り所に、燃費法を基準（＝1.00）をした場合のトンキロ法による算定値の比率が 10 を超えるサンプルを特異と見なした。

これにより特異値と認められたサンプルは３例、全体の７％[4)]であった。

なお、燃費法、トンキロ法双方の値が特異と認められたサンプルはなかった。

前述した燃費法データに欠落のあるサンプル１例および燃費法もしくはトンキロ法の算定値のいずれかに特異値を含むデータをもつサンプル５例の計６例を除いた **37 例（12 社）**について３種類の算定式の算定結果（燃料法の算定結果を 1.00 とした場合の比率(誤差)）は次のようになった。

算定式	燃料法	燃費法	トンキロ法
算定結果	1.00	0.986	2.39

Ｎ＝37（12 社）

(3) 燃料法の燃料使用量が推定値であったサンプルについて

本稿では燃料法の算定結果の精度が最も高いとしているが、燃料使用量のデータが推定値であるサンプルが４例（３社）あった。

燃費法データに欠落のあるサンプル１例、燃費法もしくはトンキロ法の算定値のいずれかに特異値を含むデータをもつサンプル５例、さらに燃料使用量のデータが推定値であるサンプル４例の計 10 例を除いた **33 例（10 社）**について３種類の算定式の算定結果（燃料法の算定結果を 1.00 とした場合の比率(誤差)）は次のようになった。

註２）『2004 年度　環境調和型ロジスティクス調査報告書』（2005 年３月　ＪＩＬＳ）pp.164 -168

註３）燃費法のデータに欠落のあるサンプルを除く 42 例に対する割合

註４）燃費法のデータに欠落のあるサンプルを除く 42 例に対する割合

算定式	燃料法	燃費法	トンキロ法
算定結果	1.00	0.994	2.24

N＝33（10 社）

(4) 参 考

以上では３つの算定式に対応する全てのデータが揃っているかまたは燃費法、トンキロ法双方の算定値に異常値を持たないサンプルを対象に議論したが、ここでは、燃料法と燃費法、また、燃料法とトンキロの２つに分けて数字を比較する。

【燃料法と燃費法】

燃費法のデータが無いサンプル（１社１例）および燃費法の算定値が特異値になったサンプル（１社２例）を除く 40 例（14 社）について、燃料法の算定結果を 1.00 とした場合の燃費法の算定結果の比率（誤差）は次のようになった。

算定式	燃料法	燃費法
算定結果	1.00	0.992

N＝40（14 社）

【燃料法とトンキロ法】

トンキロ法の算定値が特異値になったサンプル（３社３例）を除く 40 例（13 社）について、燃料法の算定結果を 1.00 とした場合のトンキロ法の算定結果の比率（誤差）は次のようになった。

算定式	燃料法	トンキロ法
算定結果	1.00	1.44

N＝40（13 社）

以上のことから、今回の調査の最大のねらいであった、３つの算定式の理論的な精度（燃費法＞燃料法＞トンキロ法）を実際に確かめることができ、所期の目的は達成されたと言える。

３）誤差に関する考察【その１】

算定精度に影響を及ぼす要因として、今回収集したデータ項目のうち、データの性格（実測値か推定値か）に着目して、簡単な考察を行った。

実測値を使った算定結果の方が推定値を使った算定結果よりも精度が高まると考えたためである。

(1) 燃費法の誤差について

燃費法の算定結果の誤差について、データ（燃料使用量(㍑)および輸送距離(㎞)）の取得方法の違い、すなわち**実測法**と**推定法**の違いにより分析した（**表２**）。

ここで、**実測法**とは、燃料使用量（㍑）、輸送距離（㎞）の双方のデータとも実測値を使用しているサンプルを指している。実測法に属するサンプルは 43 サンプル中 26 サンプル（60%）であった。

また、**推定法**とは、燃料使用量(㍑)、輸送距離(㎞)のいずれかもしくは双方のデータに推定値を使用しているサンプルを指している。推定法に属するサンプルは 43 サンプル中 17 サンプル（40%）であった。

表2　燃料法と燃費法による算定結果の比較

実　測

ID	企業名	ケース名称	特　記	二酸化炭素排出量 (kg-CO2) 燃料法	二酸化炭素排出量 (kg-CO2) 燃費法	比率 (燃料法基準) 燃料法	比率 (燃料法基準) 燃費法
1	①			4573.0	4574.0	1	1.00
3	③	大阪1	共同物流	1195.0	1193.0	1	1.00
4	③	奈良1	共同物流	7616.0	7518.0	1	0.99
5	④	積載1		303.9	304.3	1	1.00
6	④	積載2		269.9	269.9	1	1.00
7	④	積載3		361.6	361.9	1	1.00
8	④	部品1		230.6	230.7	1	1.00
9	④	部品2		445.4	445.4	1	1.00
10	④	部品3		174.6	174.5	1	1.00
11	④	部品4		246.3	246.4	1	1.00
17	⑩			1886.0	1903.0	1	1.01
18	⑪	F運送センター_10t①	燃費法回送抜き	605.0	691.0	1	1.14
19	⑪	F運送センター_10t②	燃費法回送抜き	1127.0	642.0	1	0.57
20	⑪	F運送センター_4tユニック	燃費法回送抜き	354.0	389.0	1	1.10
21	⑪	F運送センター_4t	燃費法回送抜き	524.0	516.0	1	0.98
22	⑪	K配車センター_15t幌	燃費法回送抜き	1336.0	1410.0	1	1.06
23	⑪	K配車センター_15t平	燃費法回送抜き	3980.0	7240.0	1	1.82
24	⑪	K配車センター_4tユ	燃費法回送抜き	631.0	767.0	1	1.22
25	⑪	K配車センター_4t平	燃費法回送抜き	1132.0	879.0	1	0.78
26	⑪	K物流センター_2t	燃費法回送抜き	265.0	326.0	1	1.23
27	⑪	K物流センター_2tロング	燃費法回送抜き	333.0	316.0	1	0.95
28	⑪	K物流センター_4t①	燃費法回送抜き	131.0	227.0	1	1.73
29	⑪	K物流センター_4t②	燃費法回送抜き	262.0	281.0	1	1.07
30	⑪	K物流センター_4t③	燃費法回送抜き	686.0	341.0	1	0.50
31	⑪	K物流センター_4t④	燃費法回送抜き	736.0	328.0	1	0.45
33	⑬			4413.0	6042.0	1	1.37

推定値　特異値　　特異値　誤差最小　誤差最大

実測法	二酸化炭素排出量 (kg-CO2) 燃料法	二酸化炭素排出量 (kg-CO2) 燃費法	比率 (燃料法基準) 燃料法	比率 (燃料法基準) 燃費法
計1	33817.3	37616.1	1	1.11
N＝26				
計2	32395.3	36947.1	1	1.14
特異値を含むサンプルを除く　N＝24				
計3	31006.3	36024.1	1	1.16
特異値及び燃料が推定値を含むサンプルを除く　N＝22				

推　定

ID	企業名	ケース名称	特　記	二酸化炭素排出量 (kg-CO2) 燃料法	二酸化炭素排出量 (kg-CO2) 燃費法	比率 (燃料法基準) 燃料法	比率 (燃料法基準) 燃費法
12	⑤			3600.0	3775.0	1	1.05
13	⑥			9568.0	6413.0	1	0.67
14	⑦			767.7	766.6	1	1.00
15	⑧			352.6	352.9	1	1.00
16	⑨		共同物流	579.0	578.8	1	1.00
32	⑫			6642.0	5022.0	1	0.76
34	⑭	データ①小山		3317.0	3615.0	1	1.09
35	⑭	データ②長野		738.8	820.4	1	1.11
36	⑭	データ③名古屋		592.1	629.6	1	1.06
37	⑭	データ④自社トラック		665.5	614.1	1	0.92
38	⑮	算定結果－1		461.1	239.5	1	0.52
39	⑮	算定結果－2		505.7	262.0	1	0.52
40	⑯	1841_10tウイング		539.7	285.2	1	0.53
41	⑯	2145_10tウイング		890.8	728.4	1	0.82
42	⑯	2148_4tウイング		238.4	299.2	1	1.26
43	⑯	2362_4tウイング		288.2	309.2	1	1.07
2	②			1019000.0	データなし	1	#VALUE!

燃費法のデータ無し　　推定値　誤差最小　誤差最大

推定法	二酸化炭素排出量 (kg-CO2) 燃料法	二酸化炭素排出量 (kg-CO2) 燃費法	比率 (燃料法基準) 燃料法	比率 (燃料法基準) 燃費法
計1	29746.6	24710.9	1	0.83
ID2を除く　N＝16				
計2	28399.9	23365.5	1	0.82
ID2及び燃料が推定値を含むサンプルを除く　N＝14				

全体的な傾向（サンプルの合計値で見た傾向）は、常識―実測法の誤差＜推定法の誤差―と合うものとなった。したがって、燃費法の算定誤差を小さくするためには、燃費、輸送距離共々実測値を用いることが望ましいと言えるのであるが、ここでは以下の２点に注意を払う必要がある。

①燃費を実測するとはすなわち輸送距離および（当該区間における）燃料使用量の２つを実測することである。これは燃料法を使えることに他ならないこと。

②今回のデータ取得は前述したような極めて特殊な目的で行われた。このため、実際に日常的に行われる算定のためのデータ取得にあたっては、輸送距離および（当該区間における）燃料使用量の２つをわざわざ実測することは冗長であること（単に二酸化炭素排出量を求めるためなら燃料使用量のデータのみで必要十分）。

燃費法における実測法と推定法に係わる誤差については、次の事項を特記しておきたい。

①燃費法の実測法による算定結果は、原理的には、燃料法の算定結果と一致するはずである（燃費法基準の比率＝1.00）。ところが、1.00 から離れた値が散見されたこと。

②①の理由であるが、今回の算定は前提条件を揃えて行われているはずであるものの、比率が 1.00 より小さく出たサンプルについては、燃料法の算定において意図せずに回送区間の燃料使用量が含まれた結果となっていることが推定できる。燃費法であれば回送区間の距離を除いた実運送区間を使った算定が可能と考えられる一方、燃料法の算定では燃料使用量を輸送分と回送分に分けて計上することは難しいと考えられる。

③一方、実測法、推定法ともども比率が 1.00 より大きく出たサンプルについては、例えば、これらのサンプルでは偶然に小さめの燃費が使われていたことなども想定できるが、真の理由はわからない。

④算定結果を実測法と推定法で比較すると、実測法では燃料法より大きめ（1.00 より大）に、推定法では燃料法より小さめ（1.00 より小）になる傾向が表れた。

(2) トンキロ法の誤差について

トンキロ法の算定結果の誤差について、燃費法と同様に、データ（輸送重量(トン)および輸送距離(㎞)）の取得方法の違い、すなわち**実測法**と**推定法**の違いにより分析した（**表３**）。

ここで、**実測法**とは、輸送重量（トン）、輸送距離（㎞）の双方のデータとも実測値を使用しているサンプルを指している。実測法に属するサンプルは 43 例中 16 例（37%）であった。

また、**推定法**とは、輸送重量（トン）、輸送距離(㎞)のいずれかもしくは双方のデータに推定値を使用しているサンプルを指している。推定法に属するサンプルは 43 例中 25 例（58%）であった。なお、トンキロ法のデータ取得方法が不明のものが２例あった。

全体的な傾向（サンプルの合計値で見た傾向）であるが、先の燃費法とは異なり、常識―実測法の誤差＜推定法の誤差―とは異なる結果となった。

原因についてはわからないが、次の事項を記しておきたい。

①推定法の算定値の方が実績法の算定値よりもばらつきが大きいが、合計値で見ると推定法の誤差の方が小さくなっていること。

②先に定義した特異値は推定法のグループのみに存在すること（３例）。

表3　燃料法とトンキロ法による算定結果の比較

実　測

ID	企業名	ケース名称	特　記	二酸化炭素排出量（kg-CO2） 燃料法	二酸化炭素排出量（kg-CO2） トンキロ法	比率（燃料法基準） 燃料法	比率（燃料法基準） トンキロ法
5	④	積載1		303.9	344.4	1	1.13
6	④	積載2		269.9	272.1	1	1.01
7	④	積載3		361.6	382.1	1	1.06
8	④	部品1		230.6	198.4	1	0.86
9	④	部品2		445.4	790.0	1	1.77
10	④	部品3		174.6	213.4	1	1.22
11	④	部品4		246.3	476.6	1	1.94
14	⑦			767.7	2166.0	1	2.82
22	⑪	K配車センター_15t幌		1336.0	3427.0	1	2.57
23	⑪	K配車センター_15t平		3980.0	21427.0	1	5.38
24	⑪	K配車センター_4tユ		631.0	471.0	1	0.75
25	⑪	K配車センター_4t平		1132.0	7499.0	1	6.62
40	⑯	1841_10tウイング		539.7	553.8	1	1.03
41	⑯	2145_10tウイング		890.8	901.4	1	1.01
42	⑯	2148_4tウイング		238.4	371.1	1	1.56
43	⑯	2362_4tウイング		288.2	225.0	1	0.78

推定値　　誤差最小　誤差最大

実測法	二酸化炭素排出量（kg-CO2） 燃料法	二酸化炭素排出量（kg-CO2） トンキロ法	比率（燃料法基準） 燃料法	比率（燃料法基準） トンキロ法
計1	11836.1	39718.3	1	3.36
N＝16				
計2	11068.4	37552.3	1	3.39
燃料が推定値のサンプルを除く　N＝15				

推　定

ID	企業名	ケース名称	特　記	二酸化炭素排出量（kg-CO2） 燃料法	二酸化炭素排出量（kg-CO2） トンキロ法	比率（燃料法基準） 燃料法	比率（燃料法基準） トンキロ法
1	①			4573.0	7686.0	1	1.68
2	②			1019000.0	1410000.0	1	1.38
3	③	大阪1	共同物流	1195.0	952.4	1	0.80
4	③	奈良1	共同物流	7616.0	25970.0	1	3.41
12	⑤			3600.0	1246000.0	1	350.00
13	⑥			9568.0	8478.0	1	0.89
15	⑧			352.6	857.5	1	2.43
17	⑩			1886.0	46590.0	1	24.70
18	⑪	F運送センター_10t①		605.0	7187.0	1	11.90
19	⑪	F運送センター_10t②		1127.0	9955.0	1	8.83
20	⑪	F運送センター_4tユニック		354.0	3110.0	1	8.79
21	⑪	F運送センター_4t		524.0	4040.0	1	7.71
26	⑪	K物流センター_2t		265.0	508.0	1	1.92
27	⑪	K物流センター_2tロング		333.0	357.0	1	1.07
28	⑪	K物流センター_4t①		131.0	764.0	1	5.83
29	⑪	K物流センター_4t②		262.0	777.0	1	2.97
30	⑪	K物流センター_4t③		686.0	1431.0	1	2.09
31	⑪	K物流センター_4t④		736.0	1288.0	1	1.75
33	⑬			4413.0	9971.0	1	2.26
34	⑭	データ①小山		3317.0	1750.0	1	0.53
35	⑭	データ②長野		738.8	207.7	1	0.28
36	⑭	データ③名古屋		592.1	166.6	1	0.28
37	⑭	データ④自社トラック		665.5	1378.0	1	2.07
38	⑮	算定結果－1		461.1	769.0	1	1.67
39	⑮	算定結果－2		505.7	841.1	1	1.66
16	⑨		共同物流	579.0	1599.0	1	2.76
32	⑫			6642.0	13970.0	1	2.10

実測/推定不明　　推定値　　特異値　誤差最小　誤差最大

推定法	二酸化炭素排出量（kg-CO2） 燃料法	二酸化炭素排出量（kg-CO2） トンキロ法	比率（燃料法基準） 燃料法	比率（燃料法基準） トンキロ法
計1	1063506.8	2791034.3	1	2.62
N＝25				
計2	1056026.8	1480525.3	1	1.40
燃料が推定値及び特異値を含むサンプルを除く　N＝20				

４）誤差に関する考察【その２】

算定精度に影響を及ぼす要因として、今回収集したデータ項目のうち「算定の期間」に着目して、燃費法、トンキロ法のそれぞれについて簡単な分析を行った。

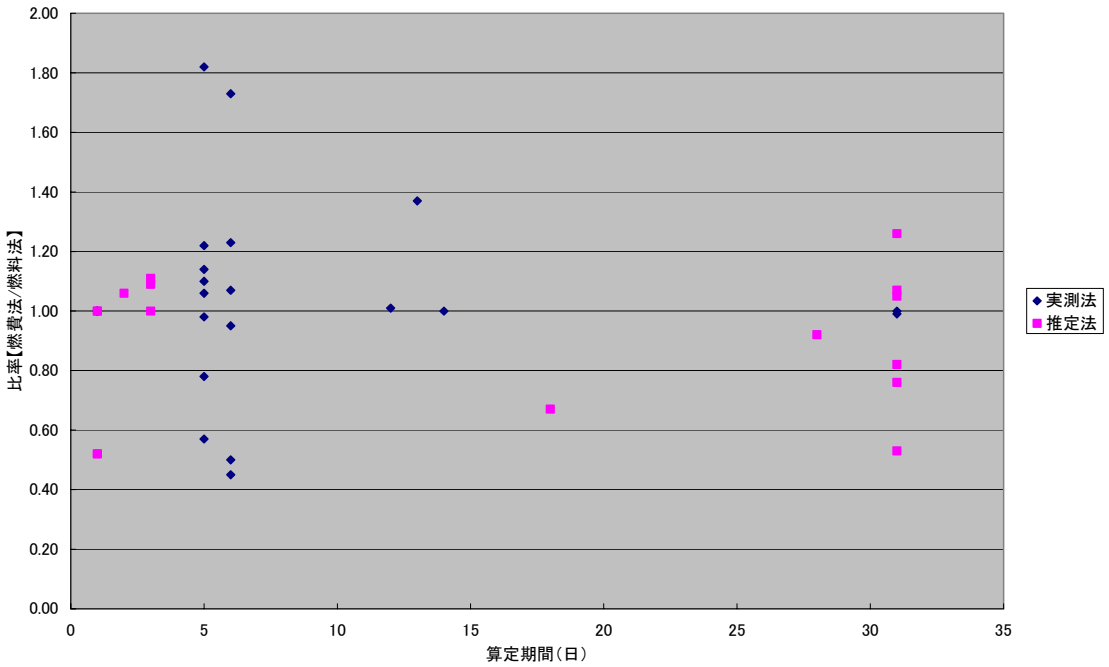
算定の期間が長くなれば長くなるほど、取得データが安定し、算定の精度が高まると考えたためである。

(1) 燃料法

横軸に算定期間（日）を、また、縦軸に比率（燃費法の算定値/燃料法の算定値）を取り、ＸＹ平面上に各サンプルをプロットした（**図１**）。

実測法のサンプルを◆、推定法のサンプルを■でプロットしている。全体で見る限り何とも言えない分布をしているものの、実測法に限って見れば、算定期間が長くなるほど誤差の広がり（誤差なし＝比率１からの乖離の幅）が小さくなるように見受けられなくもない（ただし、極めて数少ないサンプルなので、あくまでも“感じ”だが）。

図１　算定期間と算定精度【燃費法】

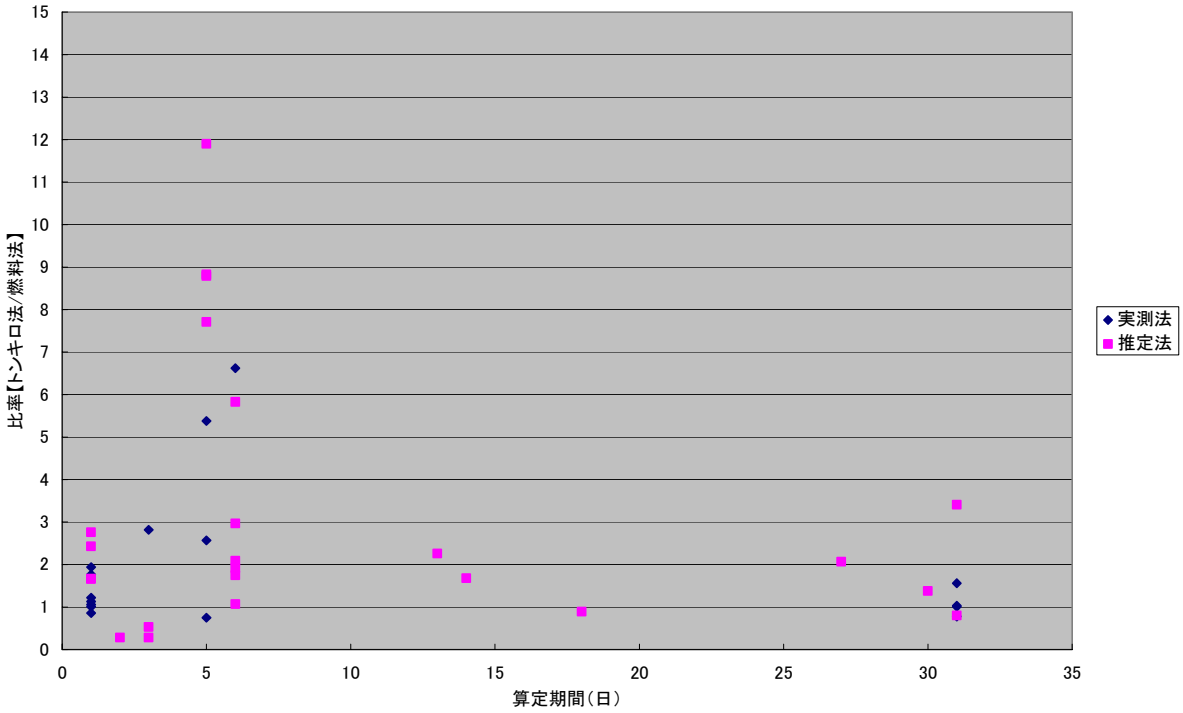


(2) トンキロ法

横軸に算定期間（日）を、また、縦軸に比率（トンキロ法の算定値/燃料法の算定値）を取り、ＸＹ平面上に各サンプルをプロットした（**図２**）。

実測法のサンプルを◆、推定法のサンプルを■でプロットしている。実測法、推定法共々算定期間と誤差の広がり（誤差なし＝比率１からの乖離の幅）には関係が無いように見受けられる。

図２　算定期間と算定精度【トンキロ法】



５．まとめ

①算定値の精度からは、トンキロ法はお勧めできない（トンキロ法の誤差は概ね 200～300%）。

②燃費法の誤差はトンキロ法に比べてひと桁小さいが（燃費法の多数派と考えられる推定法の誤差は概ね 10～20%）、例えば京都議定書でわが国の国際的な公約になっている数値目標の６％削減（1990 年比）を念頭に置いた場合、この精度では不十分。

③ちなみに、改正省エネ法で求められている削減目標は対前年比１％である。この数値目標について意味のある議論をするのであれば、唯一耐えられるのは燃料法になるだろう。

④ここで補足的に燃料法の美点を挙げれば、燃費法や“改良”トンキロ法のように複数にわたる燃費の区分（４トン車、10 トン車などなど）や原単位の区分（積載率 60%の 10 トン車、積載率 80%の 10 トン車などなど）に応じてデータを取得する必要が無く、燃種ごとの（とは言っても殆どが軽油だろう）燃料使用量のみを取得すれば良いことである。

⑤何のために算定するのか（算定結果をどう使うのか？）の議論を抜きに、純粋にトラックからの二酸化炭素排出量を精度良く求めるのであれば、

まず、

　燃料使用者（輸送事業者）が燃料法で二酸化炭素排出量を求め、

次に、

　上で求めた二酸化炭素排出量を燃料使用者（輸送事業者）と荷主の間、また、複数荷主間で按分することが望ましい。

⑥ここで、按分ルールについては、

まず、

燃料使用量を相関の強いパラメータを探し出し（トンキロ？ 輸送重量？ 輸送距離？ ･･･)、〔数理的な側面〕

次に、

目標として定める按分ルール（例えば、輸送区間別トン按分）と現状で可能な按分ルール（例えば、月間トン按分）を検討し、これらに係わる関係者間の合意を形成することが必要であろう。〔社会的な側面〕

以　上