公路運輸柴油消耗及溫室氣體排放量檢核之研析

A Preliminary Discussionon of Diesel Consumption and GHG Emission Investigation for Transportation Sector

綜合技術組李佳玲、曾佩如、朱珮芸、李忠遠、林忠漢*

研究期間：民國 107 年 2 月至 108 年 10 月

摘要

運輸部門為推動溫室氣體減量工作，過去均透過車輛使用端估算各種運具之能源消費情形，惟推估之運輸部門柴油消費總量遠低於能源平衡表之統計數值(約 36%~39%)。為瞭解此一差距形成原因，本研究檢核車輛使用端用以推估能源參數資料之完整度，分析能源統計端之法令規範，並透過電子發票雲端資料、農機用油資訊系統及能源查核年報等資訊，以進一步檢核運輸部門柴油消耗與溫室氣體排放量。

本研究發現能源平衡表將石油煉製/輸入業銷售給加油站之柴油歸為運輸部門柴油消費量，導致加油站銷售之非運輸用途特殊用油(供農機、鍋爐、發電機、動力機械等)被歸為運輸部門消費，而高估運輸部門柴油消費量，低估農業(農機)、服務業或工業(鍋爐、發電機、動力機械)柴油消費量。

本研究透過加油站單筆銷售大宗柴油電子發票資料及農機用油資訊系統登錄之農機用油量，估算出 106 年我國加油站銷售至非運輸部門之柴油數量至少達約 30 萬 3,240 公秉，導致至少高估運輸部門溫室氣體排放量約 80 萬 3,586 公噸。

關鍵詞:
柴油消費、能源平衡表、運輸部門溫室氣體排放量

---

* 林員於 107 年 6-12 月在本所擔任職代人員期間參與本計畫研究工作，協助規劃及接洽電子發票資料蒐集事宜、撰寫 R 程式整理分析 31 萬筆電子發票資料，並估算出運輸部門柴油高估量之流向結構。

公路運輸柴油消耗及溫室氣體排放量檢核之研析

一、前言

1.1 研究緣起

運輸活動可提供民眾快速、便捷之人流或物流移動服務，增加生活便利性及帶動經濟成長。但運輸過程使用之汽油、柴油等能源，亦會對環境造成衝擊，如增加溫室氣體排放、運具廢氣造成空氣污染等，對大氣環境及人類健康造成不利影響。

近年隨人為溫室氣體排放量的增加，已造成全球暖化及氣候變遷問題。隨極端氣候的頻率增加及強度增強，亦影響到人類的生存環境。因此，如何減緩或調適氣候變遷，已成為當前國際間之共識。

為因應全球氣候變遷，降低與管理溫室氣體排放，我國於 104 年 7 月 1 日公布施行之「溫室氣體減量及管理法」(下稱溫管法)，規範包括運輸部門在內的六大部門應訂定溫室氣體排放管制行動方案，明定所屬部門溫室氣體排放管制目標、期程及具經濟誘因之措施。

以運輸部門而言，依據行政院環境保護署(下稱環保署)之「我國溫室氣體排放量統計—溫管法部門別分類」(1990-2017 年)，全國六大部門溫室氣體排放量中，運輸部門居第 4 位，106 年占比為 12.67%，次於製造部門 50.82%、住商部門 20.53%及能源部門 12.8%[1]。若以各運輸系統觀之，依據本所推估 107 年運具排放量顯示，公路運輸為主要溫室氣體排放來源，占比高達 95.5%，軌道運輸只占 2.2%，國內水運占 1.5%，國內航空只占 0.8%。

前述各部門溫室氣體排放量的計算，均以經濟部能源局編製的能源平衡表為基礎，先依各部門直接能源消費量彙整計算燃料燃燒排放之溫室氣體—二氧化碳、甲烷與氧化亞氮(如圖 1-1)，加上燃料逸散性排放、非燃料燃燒排放之溫室氣體，即為全國溫室氣體排放量。而後再依據各部門之直接及間接能源使用量，可算出各部門之溫室氣體排放量。

[1]行政院環境保護署 108 年 10 月 4 日「第二期階段管制目標部門核配規劃」簡報附錄

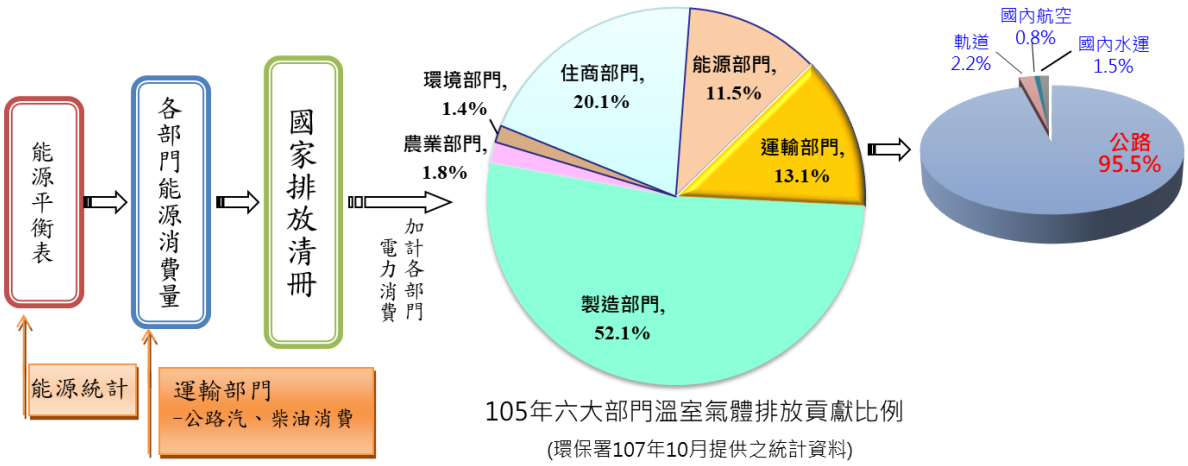


圖 1-1 能源統計資料推估溫室氣體排放量關係圖

能源平衡表將運輸部門分為公路、鐵路、國內航空、國內水運等運輸系統，但運輸部門在研提溫室氣體減量措施時，需要更詳細之資料，如大小客車、大小貨車、機車、臺鐵、高速鐵路、捷運等之能源消費及溫室氣體排放情形。為進一步研析各類運具之能源消費及溫室氣體排放情形，本所自 98 年起即透過車輛使用端資料(包括各類運具車輛數、行駛里程數、個別運具能源密集度等)，由下而上(bottom-up)估算不同運具、不同能源之消費量，並進而推估運具別之溫室氣體排放量。

將車輛使用端依運具別由下而上彙整計算之運輸部門整體能源消費量，與能源平衡表之統計值相比，可發現汽油消費推估值接近能源統計值，但柴油消費量卻低於能源統計值。表 1-1 將車輛使用端推估值視為 100，列出 103-106 年研究結果，可發現車輛使用端推估之汽油消費量高於能源平衡表統計數值，差距介於 3%~7%之間，而柴油消費量遠低於能源平衡表統計數值，差距達 36%~39%。

表 1-1 能源平衡表與車輛使用端之運輸部門能源消費統計差異比率

年	運輸部門汽油消費比較		運輸部門柴油消費比較	
	車輛使用端	能源平衡表	車輛使用端	能源平衡表
103	100	96	100	139
104	100	97	100	138
105	100	96	100	137
106	100	93	100	136

資料來源：運研所，106-107 年都會運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(1/2)~(2/2)

能源平衡表為由上而下(Top-down)統計，與車輛使用端的由下而上統計因方式不同，存在差距在所難免，如果誤差在 5%上下，屬可容忍誤差。

然而柴油消費統計差距高達 36~39%，加上部門能源消費量是影響溫室氣體排放量計算之重要因素，影響各部門之減量責任，實有必要進一步瞭解此一差距之形成原因，爰本研究以 106 年資料為分析標的，分別由車輛使用端及能源統計端探究形成此一差距之可能原因，以檢核估算更合理之運輸部門柴油消費量及溫室氣體排放量。

1.2 研究目標

本計畫主要目標在檢核車輛使用端及能源統計端運輸部門能源消費統計資料，以及透過統計編製面、法規面與實務面分析柴油實際銷售流向，以進一步瞭解公路運輸柴油消費量統計與實際銷售流向差異情形。藉由上述分析，可釐清運輸部門及其他部門更合理之減量責任，期讓實際能源使用者瞭解其能源消費及溫室氣體排放責任，俾提出改善措施及配置合理資源，以達成溫室氣體減量目標。

1.3 研究內容及架構

為達成前述目標，本計畫內容架構如圖 1-2 所示。

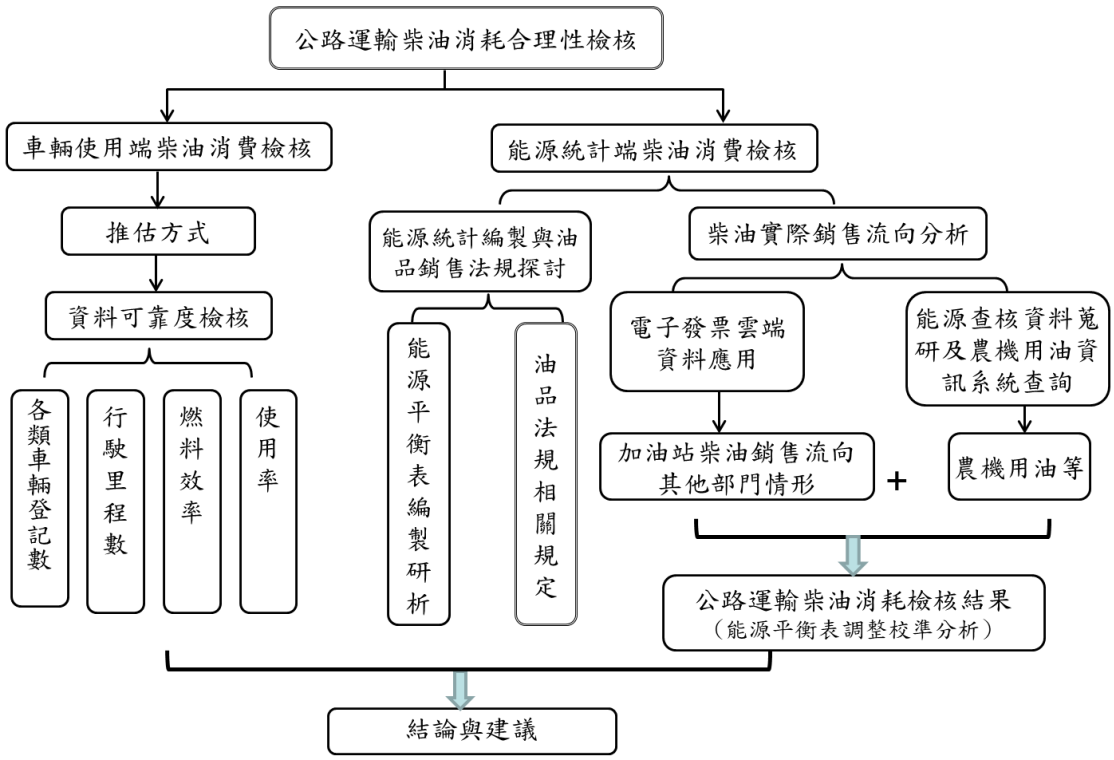


圖 1-2 本計畫研究架構圖

二、車輛使用端運輸部門柴油消費檢核分析

2.1 車輛使用端能源消費推估方式

98 年本所「運輸部門能源與溫室氣體資料之建構與盤查機制之建立(3/3)-建立運輸能源效率指標與運輸成長預測模式」報告，將公路車種依據自用小客車、營業小客車、自用小貨車、營業小貨車、自用大客車、遊覽車、公車與客運車、自用大貨車、營業大貨車、機車等車種別，及依據不同燃料別(汽油、柴油)各類運具車輛登記數、平均行駛里程、燃油效率、車輛使用率等參數，推估各類能源消耗量。其計算式如下：

$$\text{公路能源消耗量} = \sum_j \sum_i (\text{登記車輛數}_{ij} \times \frac{\text{年行駛里程}_{ij}}{\text{燃料效率}_{ij}} \times \text{使用率}_{ij} \times \text{公升油當量轉換值}_{ij}) \times \text{能源平衡表調整值}$$

其中，

i 為車種別，包括大小貨車(自用、營業)、小客車(自用、營業)、大客車(自用、遊覽車、公車與客運車)、機車

j 為能源別，包括汽油、柴油(液化石油氣 LPG 用量極小，不列入分析)。

各類運具依其使用之能源別加總計算，即可得到公路運輸之汽油、柴油消費量。

車輛使用端推估結果與能源平衡表統計數值，兩者資料來源不同、推估方式相異，計算出來之能源消費量會有差距。然因各部門能源消費及溫室氣體排放量之計算均依據能源平衡表，故過去研究會將上開車輛使用端推估之能源消費量與能源平衡表數值校準，校準方式係將能源平衡表運輸部門汽、柴油消費量除以車輛使用端推估之汽、柴油消費量，得到校準調整值，各類運具推估值乘上校準調整值，即得到校準後結果。該校準調整值若大於 1，代表車輛使用端推估之能源消費量低於能源統計，可能為車輛使用端低估或能源平衡表高估所導致，若小於 1，則代表車輛使用端推估之能源消費量高於能源統計值，可能為車輛使用端高估或能源平衡表低估所導致。

表 2-1 依汽油、柴油列出 94 年迄至 106 年以能源平衡表計算之校準調整值，並可瞭解由車輛使用端推估結果與能源平衡表之差距如下：

(一)汽油之校準調整值小於 1：代表車輛使用端推估之運輸部門汽油消費量高於能源統計資料，95 年差距甚至達到 28%。但自 103 年起此一差距已縮小，104 年差距僅 2%，106 年相差 7%。因差距在 5%上下，應為可接受之差距範圍。

(二)柴油之校準調整值自 101 年起均大於 1，且差異顯著：100 年以前車輛使用端估算之柴油消耗量高於能源統計資料，94 年差距達 22%。但 101 年以後則低於能源統計資料，且差距顯著，103 年較能源統計低 39%，106 年亦低於能源統計 36%。造成此一差距的原因，係車輛使用端低估柴油消費？或能源統計端高估運輸部門柴油消費？值得進一步探究。

表 2-1 歷年以能源平衡表計算之校準調整值

年份	汽油調整值	柴油調整值
94	0.76	0.78
95	0.72	0.77
96	0.76	0.79
97	0.79	0.81
98	0.85	0.86
99	0.84	0.91
100	0.90	0.92
101 [註]	**0.92**	**1.22**
102	**0.93**	**1.33**
103	**0.97**	**1.39**
104	**0.98**	**1.38**
105	**0.96**	**1.37**
106	**0.93**	**1.36**

註：交通部於 101 年修正統計方法，大幅提高資料準確度

2.2 交通統計資料精進變化

在深入分析前，先說明影響 101 年以後，車輛使用端推估結果顯著變化(如汽油消費與能源統計差距減少，及柴油由高估情形轉為低估)之主要原因，為其所引用之交通統計資料在 101 年有較大幅度之精進調整，包括：

(一)自 101 年起開始有按燃料別之車輛數統計資料：不同能源溫室氣體排放係數不同，故交通統計提供按燃料別之車輛數統計資料，對探討析運輸部門溫室氣體排放情形有莫大助益。但 100 年前缺乏此一資訊，必須以回推方式推估各運具汽、柴油消費量，其中，汽、柴油小客車

比例係參考歷年自用小客車使用狀況調查，並假設 93 年以前小汽車均使用汽油，汽、柴油小貨車比例係假設與 101 年相同，

(二)101 年起修改統計方法，延車公里統計之樣本數涵蓋母體數之 80%：依據本研究 107 年 4 月 19 日訪查交通部公路總局獲知，94-100 年之延車公里統計，係來自於車輛定檢資料之有效車輛樣本數，刪除無效數據，亦即僅以定檢車輛有效樣本之車輛延車公里統計代表所有車輛之延車公里，樣本涵蓋數較少。101 年起擴大涵蓋範圍，將無效樣本數以統計平均數據補齊後，回推車輛登記總數之延車公里，針對 5 年以下免定檢車輛，則採用國內五大車廠(裕隆、豐田 TOYOTA、福特 FORD、日產 Nissan、本田 Honda)之保養調查紀錄，因樣本數涵蓋母體數之 80%，統計結果接近母體。

隨統計方法之精進改善，車輛使用端推估之汽油消費量在 101 年後已接近能源平衡表統計數據。然而柴油消費量的差距反而變得更顯著，需進一步探究其原因。

2.3 車輛使用端各類車型使用能源別分析

影響公路使用端能源消耗量之參數包括：各類車輛登記數、行駛里程數、燃料效率資料。其中，車輛登記數資料來源為監理所車籍登記資料，相當於母體資料。車輛行駛里程數資料來源包括監理所車輛定檢資料(5 年以上客、貨車)、車廠保養調查資料(5 年以下客、貨車)、問卷調查(機車、遊覽車)、業者申報(汽車客運)等。車輛燃料效率資料來源包括問卷調查(小客車、大貨車、機車)、業者申報(大客車)、研究推估(小貨車)等。

由於資料取得之完整度會影響推估結果，本研究將統計資料接近母體數者視為資料完整度高；若屬年度調查性資料(1 年 1 度或 2 年 1 度)，資料完整度為中；若為研究推估資料，且資料無法常態性取得，資料完整度為低。此外，以汽油、柴油兩大構面來分析其運具結構之資料完整度情形。

表 2-2 是依據 107 年發布之能源平衡表(108 年版統計數值有追溯調整，本研究均以 107 年版為分析標的)，列出 106 年占運輸部門比重最高之公路運輸汽、柴油消費量，其汽油消費量為 1,024 萬公秉，為柴油消費量 470 萬公秉的 2.1 倍。換算成相同的公秉油當量單位，汽油占公路運輸能源消費比重達 66.7%，柴油占 33%，LPG 僅占 0.3%。

表 2-2　106 年公路運輸能源消費結構

能源消費量	汽油	柴油	LPG	總計
原始單位(公秉)	10,238,671	4,700,097	53,827	
油當量單位(公秉油當量，%)	8,873,856 (66.72%)	4,386,601 (32.98%)	39,682 (0.3%)	13,300,139 (100%)

資料來源：經濟部能源局，能源平衡表，2018 年版

本研究範疇以 106 年資料為主，表 2-3 列出 106 年依燃料別區分之各類車型登記數，包括汽油、柴油及其他燃料(電能、液化石油氣等，以及雙動力能源車輛)。在能源統計中，電力消費尚未納入公路運輸能源消費統計中，而雙動力能源車輛係依使用之汽、柴油、液化石油氣併入整體能源消費統計中。

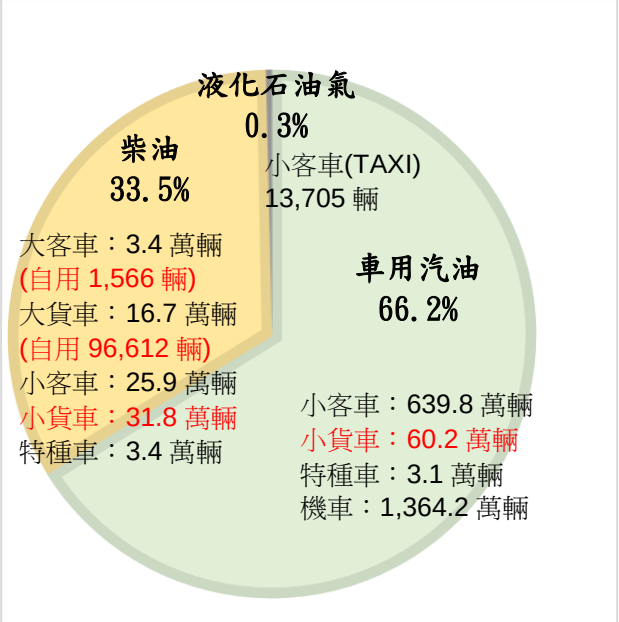
表 2-3　106 年依燃料別各類車型登記數資料

單位：輛

登記車輛數	汽油	柴油	其他(電能、油電、油氣)	總計
大客車(輛)	76	33,601 (98.3%)	511 (電動車 313)	34,188 (100%)
大貨車(輛)	42	166,995 (99.9%)	51 (電動車 1)	167,088 (100%)
小客車(輛)	6,398,382 (94.6%)	259,425 (3.8%)	105,615 (LPG 車 13,705) 電動車 1,236)	6,763,422 (100%)
小貨車(輛)	601,555 (65.4%)	317,702 (34.6%)	37 (電動車 5)	919,294 (100%)
特種車(輛)	31,143 (48.1)	33,503 (51.7%)	145 (電動車 2)	64,791 (100%)
機車(輛)	13,641,549 (99.2%)		114,013 (均為電動車)	13,755,562 (100%)
總汽車數(不含機車)(輛)	7,031,198 (88.5%)	811,226 (10.2%)	106,359 (1.3%)	7,948,783 (100%)
總汽車數(含機車)(輛)	20,672,747	811,226	220,372	21,704,345

資料來源：交通部統計查詢網，108 年 9 月 30 日

公路運輸使用之能源以汽油、柴油為主，圖 2-1 列出使用汽油、柴油等能源之運具結構如下。



資料來源：經濟部能源局 106 年能源平衡表(107 年版)

圖 2-1 運輸部門車用汽油、柴油、液化石油氣占比

由表 2-3 及圖 2-1 可看出公路運輸各類車型能源使用特性如下：

(一)大型車輛(大客車、大貨車)以使用柴油為主，其中，使用柴油之大客車占全部大客車比重達 98.3%，柴油大貨車占達 99.9%。

(二)小型車以使用汽油居多，94.6%小客車使用汽油，僅 3.8%使用柴油。而使用汽油之小貨車占 65.4%，使用柴油則占 34.6%。

(三)機車絕大多數使用汽油：99.2%機車使用汽油，數量達 1,364 萬輛，僅 0.8%使用電力。

(四)在不含機車之總汽車數中，使用汽油占 88.5%，數量達 703 萬輛，其中 91.0%為小客車，8.6%為小貨車，0.4%為特種車，大型車僅 118 輛。

(五)使用柴油之總汽車數約 81 萬輛，占比 10.2%，包括大客車 3.4 萬輛(占 4.1%)、大貨車 16.7 萬輛(占 20.6%)、小客車 25.9 萬輛(占 32.0%)、小貨車 31.8 萬輛(占 39.2%)、特種車 3.4 萬輛(占 4.1%)。

(六)公路運輸使用電力車輛數不多，包括電動大客車 313 輛、電動小客車 1,236 輛、電動機車 11.4 萬輛，惟能源統計之公路運輸電力消費量仍為 0，其電力消費尚未列入統計。

公路運輸使用柴油之車輛雖僅 81 萬輛，但因主要車型如大客車、大貨車均以營業用途居多，其平均行駛時間及行駛里程數較長，可推算其平均每輛耗用之能源較多。

使用汽油之車輛雖多達機車 1,364 萬輛及汽車 703 萬輛，惟因用途多

元，包括通勤、接送、休閒、購物、洽公或業務使用等，甚至一個家戶會有數輛小客車及機車，致其平均行駛時間及行駛里程數較短，平均每輛耗用之能源相對較少。

2.4 車輛使用端資料完整度檢核分析

除了行駛特性外，資料來源之完整度等級亦影響估算結果。表 2-4 及表 2-5 比較各類不同燃料別運具資料來源之完整度等級如下：

(一)汽油車運具數量雖多達 2,067 萬輛(包括小型客貨車 700 萬輛、特種車 3 萬輛、機車 1,364 萬輛)，但多數資料完整度等級在中高水準以上，僅 9%之車輛(約 60 萬輛之小貨車)燃料效率資料完整度等級偏低。可推知公路使用端汽油消費量之推估結果較為準確。

表 2-4 各類使用汽油運具資料完整度等級(106 年)

<table>
<tr><th></th><th>車輛登記數</th><th>行駛里程</th><th>燃料效率</th><th>使用率</th></tr>
<tr><td>自用小客車
6,22.1 萬輛</td><td rowspan="4">完整度等級：高
(資料來源：監理所車籍登記資料)</td><td rowspan="3">完整度等級：高
(資料來源：監理所車輛定檢資料、國內五大車廠保養調查紀錄)</td><td rowspan="2">完整度等級：中
(資料來源：每 2 年更新之自用小客車使用狀況調查及計程車營運狀況調查之問卷調查)</td><td>完整度等級：中低
(假設使用率為 100%，較不符合自用小客車之實際使用行為)</td></tr>
<tr><td>營業小客車
17.8 萬輛</td><td rowspan="3">完整度等級：中高
(營業小客車、自用/營業小貨車之使用率高，假設其使用率 100%，接近實際使用行為)</td></tr>
<tr><td>自用小貨車
58.7 萬輛</td><td rowspan="2">完整度等級：低
(資料來源：87 年及 101 年本所研究報告)</td></tr>
<tr><td>營業小貨車
1.5 萬輛</td></tr>
<tr><td>機車 13,64.2
萬輛</td><td>完整度等級：中
(資料來源：每 2 年更新之機車使用狀況調查報告之問卷調查)</td><td>完整度等級：中
(資料來源：每 2 年更新之機車使用狀況調查報告之問卷調查)</td><td>完整度等級：中
(資料來源：每 2 年更新之機車使用狀況調查報告之問卷調查)</td></tr>
</table>

資料來源：本研究整理

(二)柴油車運具數量雖較少，計 78 萬輛(包括小型客貨車 58 萬輛及大型客貨車 20 萬輛)，但有 55%小型客貨車(約 32 萬輛小貨車)及 49%大型客貨車(96,612 輛自用大貨車及 1,566 輛自用大客車)燃料效率資料完整度等級偏低，影響公路運輸柴油消費量推估結果之準確程度。惟其是

否即為造成 36%~39%之統計誤差之主要原因？仍有待自能源統計端進行檢核分析。

表 2-5 各類使用柴油運具資料完整度等級(106 年)

<table>
<tr><td></td><td>車輛登記數</td><td>行駛里程</td><td>燃料效率</td><td>使用率</td></tr>
<tr><td>自用小客車
236,595 輛
營業小客車
22,830 輛
自用小貨車
292,225 輛
營業小貨車
25,477 輛</td><td colspan="4">與表 2-4 相同</td></tr>
<tr><td>自用大貨車
96,612 輛</td><td rowspan="3">完整度等級：高
(資料來源：監理所車籍登記資料)</td><td rowspan="3">完整度等級：高
(資料來源：監理所車輛定檢資料、國內五大車廠保養調查紀錄)</td><td>完整度等級：低
(資料來源：引用營業大貨車資料，以營業大貨車1.05倍計算)</td><td rowspan="4">完整度等級：中高
(大客車、大貨車之使用率高，假設其使用率 100%，接近實際使用行為)</td></tr>
<tr><td>營業大貨車
70,383 輛</td><td>完整度等級：中(資料來源：每 2 個月對 350 家貨運業者問卷調查)</td></tr>
<tr><td>自用大客車
1,566 輛</td><td>完整度等級：低
(引用「臺灣地區公路汽車客運營運概況」資料)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">營業大客車
遊覽車 16,605 輛
市區/國道客運 15,430 輛</td><td>完整度等級：高
遊覽車=營業大客車-市區/國道客運</td><td>完整度等級：中
(資料來源：每 2 年更新之遊覽車營運狀況調查報告)</td><td>完整度等級：中
(資料來源：每 2 年更新之遊覽車營運狀況調查報告)</td></tr>
<tr><td>完整度等級：高
(市區/國道客運，資料來源:交通統計要覽)</td><td>完整度等級：高
(市區/國道客運，資料來源:交通統計要覽)</td><td>完整度等級：高
(資料來源：業者申報)</td></tr>
</table>

資料來源：本研究整理

三、能源統計端柴油消費檢核分析

3.1 能源統計編製與油品銷售相關法規探討

由經濟部能源局編製之能源平衡表，係以矩陣格式呈現歷年全國各種能源產品由供給經轉變後，供應各部門及主要行業使用之能源流程資訊。該矩陣以縱行呈現煤、石油、天然氣、電力等能源產品別，以橫列呈現初級能源總供給來源、能源轉變與自用及部門別消費。

表 3-1 為能源平衡表之概略架構，完整能源平衡表尚包括各細項能源別，如原油及石油產品涵蓋汽油、柴油、液化石油氣、燃料油等，初級能源總供給包括自產、進出口、國際海空運等，各部門則細分其子部門或更細項部門分類，如農業部門涵蓋農牧林業及漁業，服務業部門涵蓋批發零售、住宿餐飲、運輸服務、倉儲、通信、金融保險及不動產、工商服務、社會服務及個人服務、公共行政業等。

表 3-1 能源平衡表之各種能源供給需求矩陣

能源別 / 項目	煤及煤製品	原油及石油產品	天然氣	生質能、再生能源、熱能	電力	合計
初級能源總供給	OOO	OOO	OOO	OOO		OOO
能源轉變與能源部門自用	OOO	OOO	OOO	OOO	OOO	OOO
能源消費	OOO	OOO	OOO	OOO	OOO	OOO
工業部門	OOO	OOO	OOO	OOO	OOO	OOO
運輸部門		OOO			OOO	OOO
農業部門		OOO	OOO		OOO	OOO
服務業部門		OOO	OOO		OOO	OOO
住宅部門		OOO	OOO		OOO	OOO
非能源消費	OOO	OOO			OOO	OOO

資料來源：本研究參考經濟部能源局編製之能源平衡表繪製

由於能源型態多元，包括固體(如煤炭)、液體(如汽、柴油)、氣體(如天然氣)及電力，因此能源的統計單位涵蓋公噸、公秉、立方公尺、及用電度

數。為利於比較計算，能源平衡表編製單位又包括原始單位、油當量單位及熱值單位，後二者可計算各部門之能源消費總量。本研究使用之單位係以原始單位(公秉)為主，在比較或加總不同能源消費總量或計算結構時，才會以油當量單位衡量。另能源平衡表每年均檢討精進，並回溯修正歷史資料，故 107 年版及 108 年版之能源平衡表統計數值會有所差異，本研究分析內容係以 107 年版資料為準。

表 3-2 係以運輸部門為主軸，參考 106 年能源平衡表製作之簡表。由表中可看出運輸部門可細分為國內航空、公路、鐵路及國內水運，使用之能源為石油產品(汽油、柴油、液化石油氣 LPG、航空燃油、燃料油)及電力，其中，電力主要係由軌道運輸使用，公路運輸則使用汽油、柴油及液化石油氣。

表 3-2　106 年能源平衡表之運輸部門能源消費情形

能源別 / 項目	煤、天然氣等 (公秉油當量)	原油及石油產品 (公秉油當量)	汽油 (公秉)	柴油 (公秉)	其他石油產品 (燃料油、LPG...) (公秉油當量)	電力 (度)
能源消費	13,436,449	42,872,646	10,284,194	5,651,308	28,684,969	241,502,409
工業部門	11,772,170	2,000,456	6,123	110,523	1,891,998	141,109,738
運輸部門		13,620,083	10,238,671	4,820,172	247,560	1,422,988
國內航空		108,578			108,578	
公路		13,300,138	10,238,671	4,700,097	39,682	
鐵路		18,836		20,182		1,422,988
國內水運		192,530		99,893	99,300	
農業部門	3,684	355,938	256	341,743	36,767	3,036,983
服務業部門	488,715	998,176	39,144	378,870	610,651	48,320,427
住宅部門	829,206	1,211,769			1,211,769	47,612,271
非能源消費	342,674	24,686,225			24,686,225	

資料來源：經濟部能源局 106 年能源平衡表(107 年版資料)

能源平衡表針對上開資料之編製說明如下：

(一)運輸部門包括公路、鐵路、國內航空及國內水運等能源消費量，參考國際編製方式，國際航空不屬於最終能源消費中之「運輸部門」。

(二)各種運輸之能源消費，係使用於運輸工具之能源，而鐵路及水運之場

站使用之能源(電力)，歸為服務業部門之運輸服務業。

(三)液化石油氣、汽油、柴油等石油產品之生產、進出口、銷售資料來源為石油煉製業、石油輸入業。電力之生產資料來源為電力供應業。

(四)液化石油氣、車用汽油與柴油因銷售量與消費量相差無幾，故以銷售量為消費面數據。

(五)公路運輸之能源消費，為自用與營業用汽、機車於公民營加油站所添加之油料。

由於我國石油煉製業與石油輸入業依石油管理法核准者只有臺灣中油公司(下稱中油)及台塑石化公司(下稱台塑化)兩家，故目前以該二公司為我國油品之油源及統計資料來源。

本研究係探討公路運輸柴油消費量，根據上述說明，其資料來源為中油及台塑化兩公司銷售給加油站之柴油數量。然而中油、台塑化公司之銷售量是否真與公路運輸之實際柴油消費量相差無幾，可分別由法規面及實務面進一步檢核，本章先由法規面進行探討。

3.2 油品銷售相關法規探討

石油產品是國防戰略物資、產業重要生產投入，也是民生消費必需品。自 76 年 6 月我國開放民營加油站以來，油品市場逐步自由化。90 年石油管理法通過後，石油產品市場在引進自由競爭理念的同時，為了維護產銷秩序，確保石油之穩定供應，對於石油相關產業仍給予不同之管制。

針對油品的銷售管理，「石油管理法」以第四章「銷售管理」6 條條文(§16~§20)來規範汽油、柴油及液化石油氣之銷售管理；而依「石油管理法」§17 第 3 項規定訂定之「加油站設置管理規則」，則於該規則第七章「經營管理」以 13 條條文規範加油站之營業許可、經營範圍、相關規定或禁止事項等。石油管理法與管理規則相關規定包括：

(一)批售形式：石油管理法§20：「經營加油站、加氣站、漁船加油站及其他銷售者之油源，以依法輸入或在國內煉製者為限」，可知石油輸入業或國內石油煉製業者為汽油、柴油上游供應來源。

(二)油品零售形式：

1.加油站：加油站設置管理規則§3「加油站係指…，為機動車輛及動力機械加注汽油、柴油或供給其他汽油、柴油消費者之場所」；同規則§28-1 第 1 項規定「特殊用油需求者以桶(槽)加油之販售行為…」，同條第 2 項規定，特殊用油需求「指農機、船筏、發電機、鍋爐、動力

機械、油品用罄車輛…者」。亦即加油站之銷售對象包括機動車輛及特殊用油。

2.漁船加油站：漁船加油站設置管理規則§9「漁船加油站…以供售領有漁業證照及配(購)油手冊之船舶、舢舨、漁筏、漁業巡護船、漁業試驗船及漁業訓練船之船用燃料及附屬潤滑油脂為主…」，其銷售對象僅限於漁船。

3.石油煉製/輸入業或汽、柴油批發業(未設置加油站)，其零售對象包括：

(1)設置自用加儲油(氣)設施者：客貨運輸業、營造工程業、工廠、機關或經中央主管機關同意者，為供其自用車輛或動力機械加注汽油、柴油或液化石油氣，經直轄市、縣(市)主管機關專案核准者(石油管理法§18)。

(2)非供車輛使用者(石油管理法§17)。

(三)銷售規定：

1.加油站：

(1)經營汽油、柴油…之零售業務(石油管理法§17)。

(2)應以流量式加油機，於核准基地範圍內(加油站)之等候車道進行加油行為(加油站設置管理規則§28)。

(3)若灌注柴油至油罐車之罐槽體或車輛裝載之油槽（桶），內容積總和不得超過 4,000 公升；若灌注汽油至油罐車之罐槽體或車輛裝載之油槽（桶），內容積總和不得超過 200 公升(加油站設置管理規則§28)。

(4)對特殊用油需求者以桶（槽）加油者，汽油數量在 10 公升以上或柴油數量在 500 公升以上，應依中央主管機關規定之登記表登記(加油站設置管理規則§28-1)。

2.漁船加油站：限以流量計販售船用燃料，其交付行為限在漁船加油碼頭區內完成，不得以任何器具對外送貨。但船舶無法在漁船加油碼頭區內泊岸加油者，漁船加油站得以自備之油駁船供應，並應於該港區內直接加注於船舶自用固定油櫃內(漁船加油站設置管理規則§12)。

3.汽柴油批發業：石油管理法§16 僅要求「申請經營汽、柴油批發業業務者，應檢具公司章程、銷售計畫，並填具申請書，載明經營主體名稱及所在地、所營事業、負責人姓名及住所，向中央主管機關辦理登記，並取得登記證後，始得營業。」，對其銷售行為並無其他規定，

係採低度管理。但值得注意的是，汽柴油批發業並非最終消費者，依加油站設置管理規則§26，加油站業務經營之供售範疇不包含汽柴油批發業者。

3.3 油品統計編製及銷售流向之比較

由油品銷售法規可知：汽柴油銷售分成批售與零售二種，批售係指由油源(石油輸入業與石油煉製業)供應給「非最終消費」業者，如加油站、漁船加油站、汽柴油批發業，再由業者銷售給最終消費者。

零售則指直接銷售給最終消費者，如加油站依法規規定，於核准基地範圍(加油站)之等候車道零售油品給機動車輛或動力機械，及汽柴油批發業或石油煉製/輸入業者零售給自用加儲油(氣)設施業者或非供車輛使用之油品，後者多係以直供方式提供給客戶，其性質類似大批零售。

溫室氣體排放量係依據各部門各種能源之最終能源消費量計算，爰本研究僅探討油品零售端如汽柴油批發業及石油煉製/輸入業、加油站、漁船加油站之油品銷售，表 3-3 係依油品業者別整理其銷售對象、限制及特殊規定：

表 3-3 油品業者銷售對象及相關規定比較

	石油煉製業/輸入業	汽柴油批發業	加油站	漁船加油站
銷售對象	批售： •加油站/漁船加油站 •汽柴油批發業 大批零售➔運輸業、農業、工業、服務業 •運輸部門(設置自用加儲油設施之客貨運輸業) •工業(設置前項設施之營造工程業、工廠 •服務業(機關) •農業、工業、服務業(非供車輛使用用途)		零售 •運輸部門(車輛用油、船筏) •農業部門(農機、船筏) •工業、服務業(發電機、鍋爐、動力機械)	零售： •農業部門(漁業)
限制	-		•業務經營之供售範疇不包含汽柴油批發業者。 •消費者須至加油站之等候車道，以流量式加油機加油。	交付行為限在漁船加油碼頭區內完成，不得對外送貨。
特殊規定	-	-	以桶（槽）加油，汽油數量在 10 公升以上或柴油數量在 500 公升以上，應	-

			予登記	

資料來源：本研究整理

由表 3-3 可看出各油品業別之油品流向部門如下：

(一)汽柴油批發業及石油煉製/輸入業：

1.運輸部門(設置自用加儲油(氣)設施之客貨運輸業)。

2.工業(設置自用加儲油(氣)設施之營造工程業、工廠)。

3.服務業(設置自用加儲油(氣)設施之機關)。

4.非供車輛使用之農業(農機)、工業及服務業(動力機械、鍋爐、發電機)。

(二)加油站：

1.運輸部門(車輛用油、船筏)。

2.農業部門(農機、船筏)。

3.工業或服務業(發電機、鍋爐、動力機械)。

(三)漁船加油站：依「漁業法」§59 與「加值型及非加值型營業稅法」§8 第 28 款規定，漁業動力用油免徵貨物稅及營業稅 5%外，並依中油公司漁業動力用油公告牌價補貼 14%，浮動計算漁業動力用油補貼金額，故此一數量可統計歸入所屬之農業部門-漁業消費量中。

綜上可知，運輸部門實際消費之油品包括：加油站直接零售供車輛使用之汽柴油，與汽柴油批發業、石油煉製業/輸入業銷售給客貨運輸業者之車輛用油。至於加油站售出供農機、船筏、鍋爐、發電機、動力機械使用之油品，並非由運輸部門消費。

然而，能源統計端之公路運輸油品消費指「自用與營業用汽、機車於公民營加油站所添加之油料」，因實務上能源統計無法逐一統計各加油站之車輛用油銷售量，故將能源供應業(石油煉製業/輸入業)銷售給加油站之汽柴油數量為其資料來源，於扣除漁船加油站銷售之船筏用油後，全部歸屬於運輸部門之能源消費量。

圖 3-1 整理油品銷售法規規定，並比對能源平衡表之編製範疇如下。

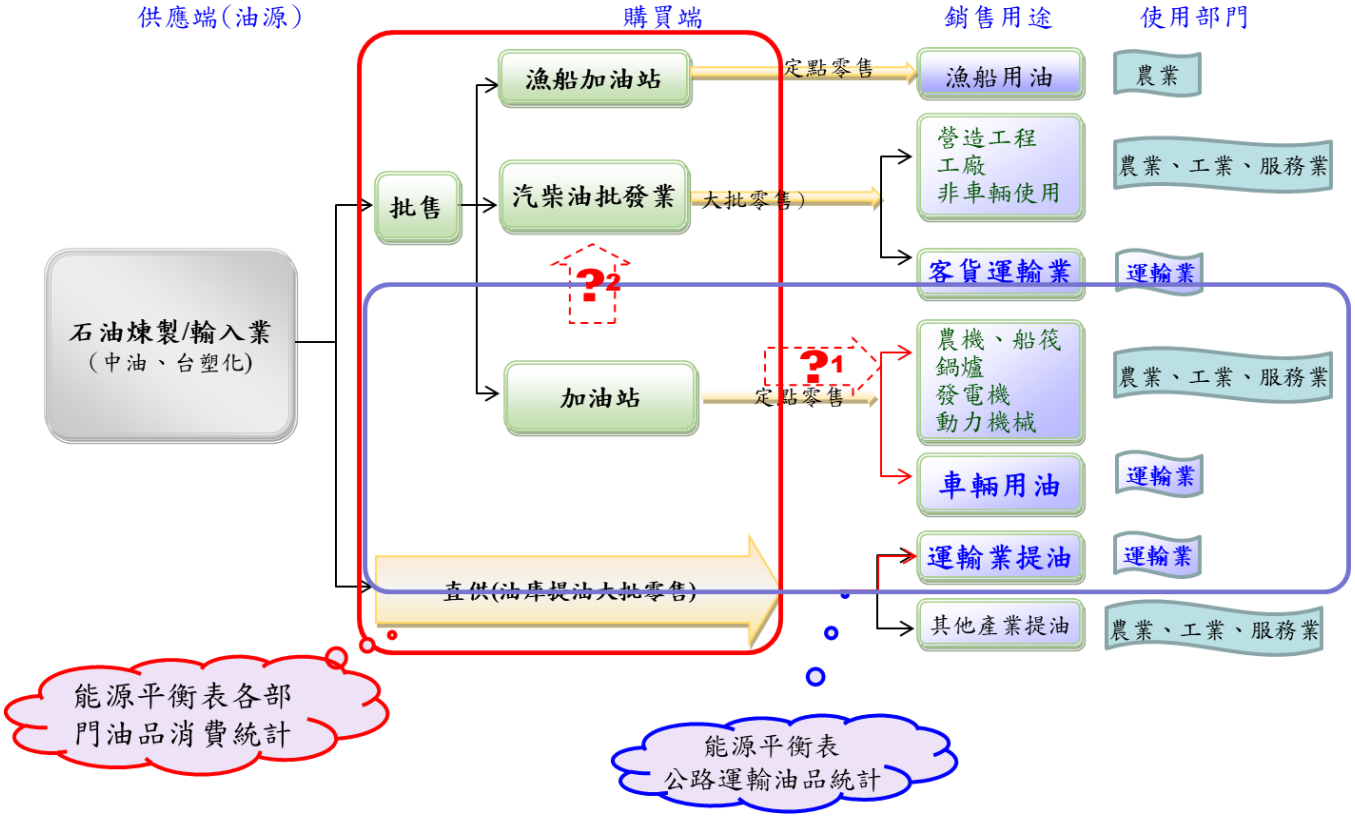


圖 3-1 油品統計編製及銷售流向之比較圖

由圖 3-1 可看出，在能源平衡表的統計範疇下，將導致運輸部門之能源消費統計產生下列誤差：

(一)加油站銷售至特殊用途之油品，實際使用對象包括農業(農機、船筏)、服務業或工業(發電機、鍋爐、動力機械)，除船筏用油外，其他特殊用油將全部被歸屬為運輸部門之能源消費。

(二)加油站設置管理規則規定，加油站業務經營之供售範疇不包含汽柴油批發業者，但實務上因部分加油站業者同時具有汽柴油批發業身份(包括 9 家大型連銷加油站業者，旗下站數約 650 站)，以及加油站高購油量-高價格折讓產生之價差情形，部分汽柴油批發業之油源係來自於加油站；依據汽柴油批發業銷售流向之管理查核資料顯示，汽柴油批發業油品進貨來源 40%以上來自於加油站業，且汽柴油批發業之銷售以用途別統計，至少有 60%以上流向非運輸用途，而此些油品數量均被歸為運輸部門之油品消費。

四、柴油實際銷售流向分析

4.1 電子發票雲端資料檢核

由表 1-1 顯示公路使用端柴油消費量與能源統計差距甚大，然再進一步依運具別深入探討時，受限於柴油運具之小貨車、大貨車燃料效率資料準確等級偏低，且此二者占柴油運具之比重接近五成，致其推估結果缺乏足夠之可信賴度，無法精確估算公路運輸之實際柴油消費量。

由圖 3-1 油品統計編製及銷售流向比較圖則可看出，目前能源統計編製方式將加油站銷售之農機、鍋爐、發電機、動力機械均列為運輸部門之能源消費，有高估運輸部門柴油消費量之情形，然而高估數量究竟有多少？目前並無客觀資料為其佐證。爰本研究透過財政部之電子發票雲端系統，檢核「自加油站銷售供非運輸用途使用之柴油」，期能瞭解加油站銷售之部分柴油流向，其分析構想、資料取得及研析結果說明如下。

(一)分析構想

我國統一發票制度始於 39 年，並於 69 年訂定發布「統一發票使用辦法」為其法源依據。該制度立意在透過確立工商稅務資料控制營業稅稅收，間接掌握營利事業所得稅及綜合所得稅；此外，因賣方需按實際營業額開立發票，達成公平課稅目的，故已成為我國一項重要之賦稅稽徵工具。

統一發票上需載明憑證的流水號碼、交易日期、品名、數量、單價、金額、銷售額、課稅別、稅額及總計金額、商店地址及開立商店的統一編號。倘為三聯式發票，因其開立對象為營利事業機構，發票上還會有買方統一編號，故稽徵機關可藉由進銷貨之勾稽，查明有無逃漏、短報稅捐及虛設行號等不法情形。而企業亦可藉以勾稽貨物之進銷、帳款之收付及會計帳務之處理等，可做為內部重要之管理工具。

而後隨電子商務逐漸盛行，財政部開始全面推行電子發票，逐步淘汰紙本發票。103 年 1 月 1 日，紙本電子發票更名為「電子發票證明聯」，107 年 5 月，財政部資訊中心將以載具索取儲存的無實體電子發票命名為「雲端發票」。

在財政部積極推廣使用電子發票下，迄至 107 年 10 月全國已有 22 餘萬家業者導入電子發票，106 年開立超過 100 億張發票中，電子發票數量達 68 億張，占比達 7 成(財政部通報第 7 號，107.3.23，財政部統計處)。

依據「電子發票實施作業要點」規定，營業人開立電子發票應將統一發票資訊及買受人使用載具之識別資訊傳輸至整合服務平台存證。透過交易雲端化，讓業者及其上下游銷售流程透明化，可藉此追蹤產品流向。103 年國內發生之餿水油食安風暴，即透過雲端之業者交易資料，找出問題源及供應鏈，並及時攔截貨品，使不肖業者非法行為之影響層面不致如滾雪球般繼續擴大。

由於電子發票可追蹤產品流向，且在全國 2,466 站加油站中，有 1,900 站加油站已使用電子發票(比重達 77%)，未導入電子發票之加油站，多數係位於偏遠鄉地之小站，其售油量較有限，可推估售油量占比可能更高。在目前缺乏加油站實際銷售資訊下，透過雲端資料追蹤加油站售出油品歸屬之買方行業，不失為研析加油站油品銷售流向的可行方式之一。

(二)電子發票篩選條件設定

電子發票資料欄位包括：賣方統編、交易日期、產品品項、單價、數量、總價、買方統編等，隱含買賣雙方之個資或企業營運資訊等。在考量個資、商業秘密保護等前提下，資料取得需受「稅捐稽徵法」第 33 條第 2 項「稅捐稽徵機關對其他政府機關、學校與教研人員、學術研究機構與研究人員、民意機關與民意代表等為統計、教學、研究與監督目的而供應資料，並不洩漏納稅義務人之姓名或名稱，且符合政府資訊公開法規定」之規範，需予以「去識別化」；此外，若買方所屬業別廠商數小於 5 家，財政資訊中心亦不提供該資料。

為將資料去識別化，本研究僅篩選符合條件之電子發票進行分析；而為避免資料篩選條件過細，資料太過龐大，一方面造成資訊系統計算負擔，一方面又會導致部分交易資訊被刪除，本研究提出電子發票篩選條件如圖 4-1，說明如下：

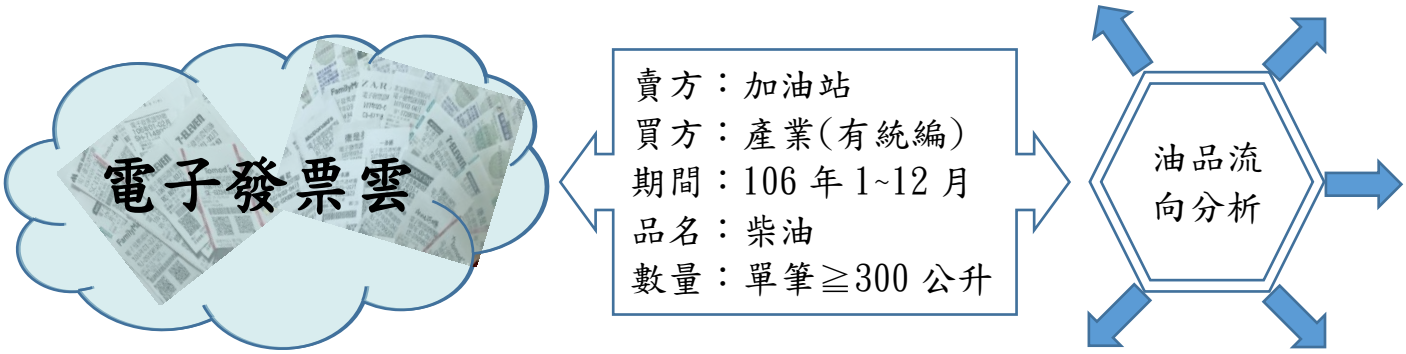


圖 4-1 電子發票篩選條件

1.分析期間：106 年度。

2.賣方：「加油站」業者(計 1,900 家)。

3.商品品名：”柴油”類油品(如柴油、超級柴油、高級柴油等)。

4.購買者為非自然人：我國私人運具數量極多，且個人車主加油時不會要求開立「買方統一編號」，故將研究範圍限縮在開立有買方統一編號之電子發票，亦即所謂之企業-企業(B-B)交易，此部分發票張數約 3,100 萬張。

5.提供資料欄位：刪除與研究主題較無關之欄位，僅要求提供買方稅務行業標準分類之國際行業標準分類(ISIC)小類類別、品項、單位、數量。

6.單筆交易加油數量需達一定規模：由油品法規規範之流向分析可知，加油站加油方式可為車輛加注油品或為桶(槽)加注油品二種方式。倘為車輛加注油品，加油量會受到油箱容量限制，亦即單筆加油量不會超過油箱最大容量。表 4-1 列出車輛油箱容量比較，其中，使用汽油之機車容量僅 5-7 公升，使用汽、柴油之小客車及小貨車容量分別增至 75 公升、80 公升，使用柴油之大貨車、大客車油箱容量則可增至 200-250 公升。故可初步假設，單筆加油數量超過一定規模者(本研究以 300 公升為篩選門檻)，應非屬為車輛加注油品，而係以桶(槽)加注油品方式。但要注意的是，加油數量 300 公升以下亦不乏非運輸用途之小數量提桶加油，如營造工程之怪手、起重機、昇降機用油，惟此部分資料無法判別，而無法列為本研究範疇。

表 4-1 車輛油箱容量比較

類型	容量	油品
50 至 150CC 機車	5~7 公升	汽油
自用小客車 2,000CC 以下 2,000CC 以上	 50-55 公升 65-75 公升	 汽油、柴油
小貨車(3.49T 以下)	80 公升左右	汽油、柴油
大貨車 10.5T 以下 10.5T 至 17T 17T 以上(砂石車、拖車頭等)	 100 公升左右 200 公升左右 配置 200 公升、300 公升、400 公升三種等級油箱	 柴油
大客車		

21 人座中型巴士 大型巴士 200HP 左右 255HP 以上至 420HP	95-100 公升左右 100 公升左右 250 公升	柴油
農用機械	23 公升-100 公升	

資料來源：本研究整理

於確定篩選條件後，本研究透過交通部行文，於 107 年 8 月 14 日函請財政部提供全國加油站銷售單筆柴油大於 300 公升之電子發票相關資料。經財政部審查同意後，於 107 年 9 月 26 日函請財政資訊中心提供資料，財政部財政資訊中心於 107 年 10 月 25 日依據上開篩選條件，提供 31 萬 6,013 筆去識別化之交易資訊。

(三)研究結果僅能反映部分柴油流向

藉由電子發票雲端資料分析，雖可瞭解柴油的銷售流向，但經本研究訪查財政資訊中心及中油公司臺北營業處，得知研究之最大限制為研究範疇僅占柴油交易之一小部分，故研究結果只能反映在該分析範疇內柴油流向非運輸部門之數量。

圖 4-2 整理出本研究資料蒐集範疇(紫底紅框部分)與完整柴油銷售範疇之關聯圖。其詳細說明如下：

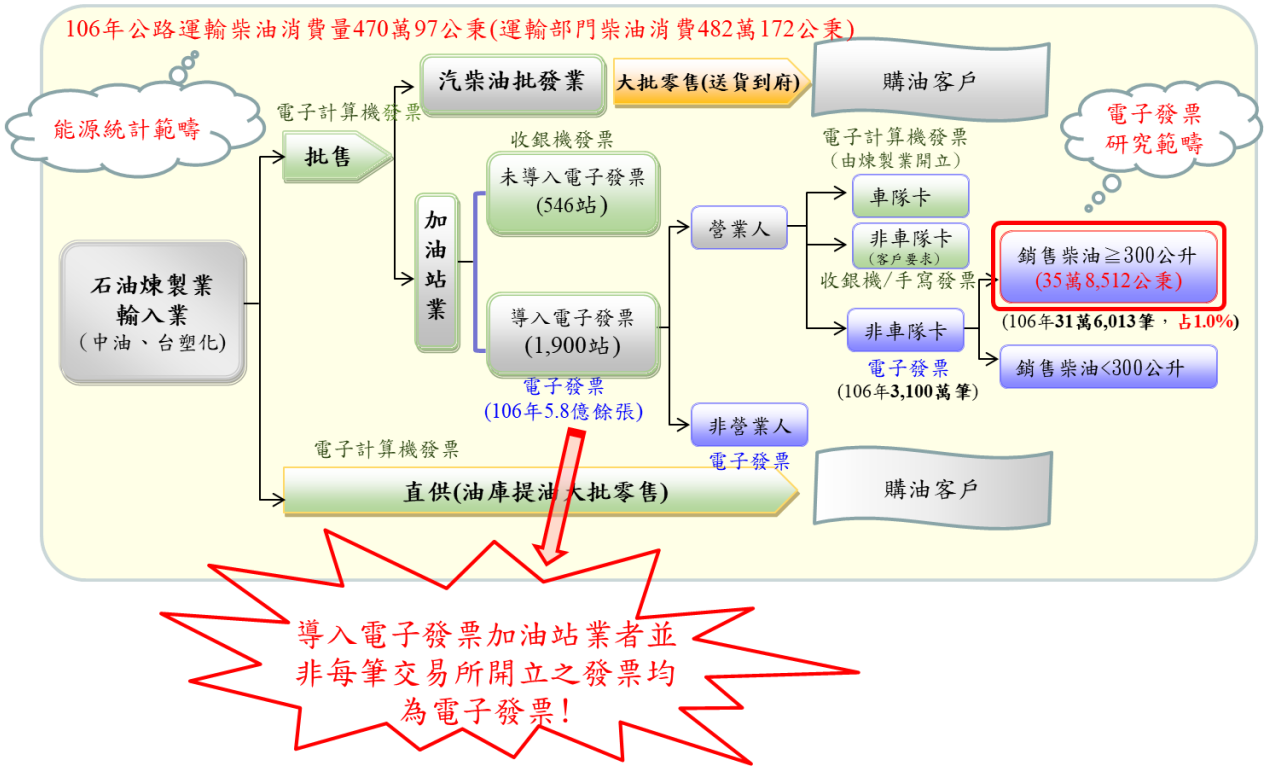


圖 4-2 本研究範疇與整體柴油交易之關聯圖

1.本研究分析之柴油零售管道僅為整體柴油銷售管道之一部分：柴油零售管道包括石油煉製業/輸入業、汽柴油批發零售業及加油站 3 種，依據 107 年發布之能源平衡表統計，106 年全國柴油消費量合計為 482 萬 172 公秉，其中，由公路運輸使用之柴油消費量為 470 萬 97 公秉，本研究僅分析其中之加油站售油行為。

2.僅 77%加油站導入電子發票：106 年加油站售油資料中，尚有 500 餘加油站(占 23%)尚未導入電子發票，本研究只能針對導入電子發票之加油站分析其柴油銷售流向。

3.導入電子發票之加油站業者亦可能開立非電子發票：油品交易開立之發票形式包括電子發票及非電子發票，非電子發票包含手寫開立之發票、電子計算機發票及收銀機發票等(如圖 4.3)，即使導入電子發票之業者，亦可能因買方之要求，而開立非電子發票。

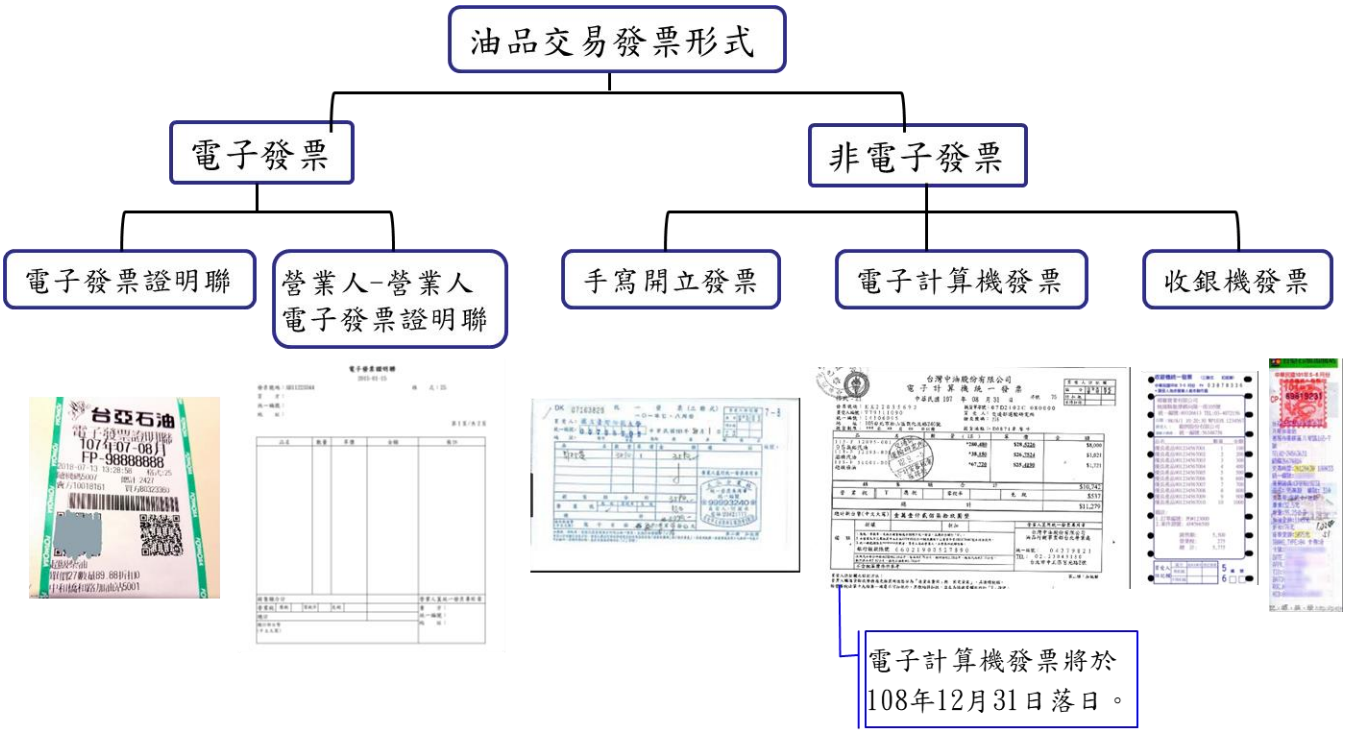


圖 4-3 油品交易發票形式

4.加油站單筆銷售 300 公升以下之油品，仍涵蓋非運輸用油：如營造工地多屬短期性工地，無自用加儲油設施，為供其動力機械或發電機使用，會直接提桶向加油站小額加油；惟本研究未將單筆交易數量低於 300 公升之柴油交易列入分析。

5.未能分析自然人之非運輸用途用油：加油站開立之電子發票，營業人(B-B 交易)占比約未達 1 成(如 106 年總交易筆數 5.8 億餘筆，開

立統編之營業人交易筆數約 3,100 萬筆，僅占 5.3%)。惟自然人(非營業人)亦可能以桶(槽)方式購買柴油供非運輸用途(如農家用發電機、家用動力機械)使用，此部分流向亦未能列入分析。

6.以車隊卡購油之交易，並非開立電子發票：加油站為提供大宗用油者簽帳加油、使用勾稽、額度控管及簡化報銷手續等服務，會發行車隊卡(中油體系)或商務卡(台塑石化體系)供大宗客戶使用。以中油公司的車隊卡為例，其加油對象包括流向非運輸用途之「灌桶卡」。由於車隊卡加油係採月結方式結帳，並由中油公司行銷事業部開立非電子發票(電子計算機發票)給大宗客戶。故透過車隊卡於加油站加油，流向非運輸用途之柴油數量，並未列入電子發票之資料蒐集範圍內。



圖 4-4 中油公司車隊卡形式

由上述分析可看出，本研究之分析範疇僅占柴油交易之一小部分，實際上加油站流向非運輸用途之柴油數量，應較本研究之分析結果多出很多。

(四)電子發票雲端資料分析結果

依據本研究提出之篩選條件，財政部財政資訊中心計提供 31 萬 6,013 筆交易資料。由於各筆交易資料只有行業分類、品名、購買數量及金額，爰本研究先依「買方業別」欄位彙整計算交易筆數及柴油購買量，

以瞭解大宗柴油之主要購買行業別。惟因此處之「買方業別」係稅務行業標準分類(TSIC)，與能源平衡表的行業分類有些差異，故需將稅務標準行業分類資訊轉換為能源平衡表業別後，再與現行能源統計資料進行比較分析。

經前述分類彙整及調整後，本研究由分析加油站單筆大宗柴油電子發票雲端資料，可得到圖 4-5 之研析結果，其說明如下：

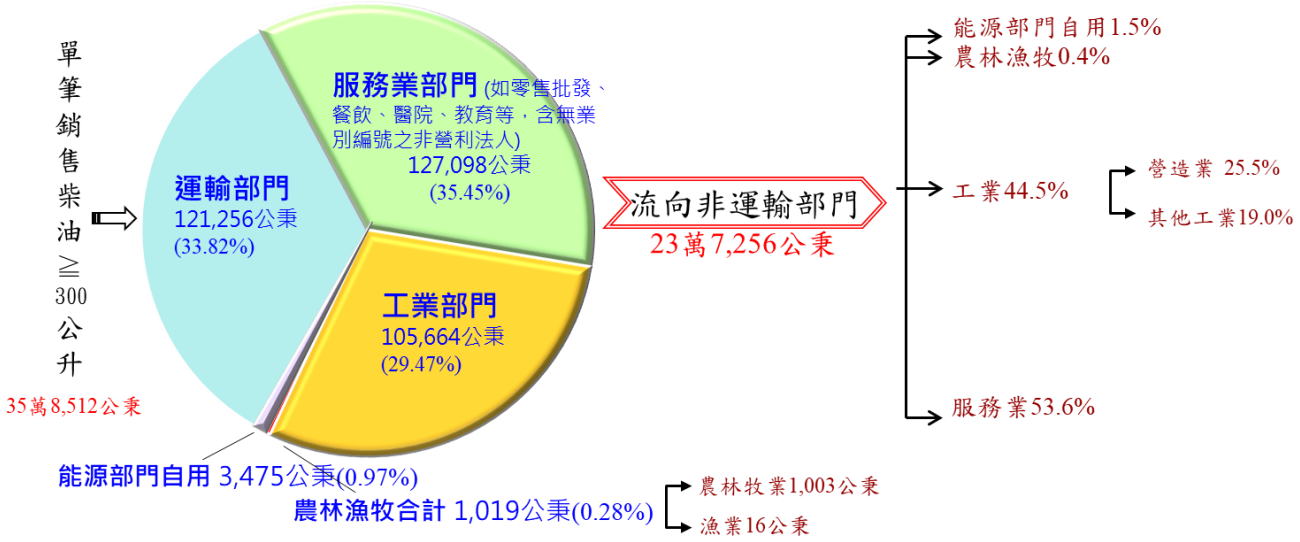


圖 4-5 加油站單筆大宗柴油交易銷售流向

1.財政資訊中心提供之 31 萬 6,013 筆大宗柴油資料，銷售量合計 35 萬 8,512 公秉，僅占能源統計運輸部門柴油消費量 480 萬公秉之 7.44%。可看出本研究範疇僅占整體柴油消費之一小部分。

2.由大宗柴油電子發票銷售資料分析可看出，僅 33.82%為運輸部門使用(12 萬 1,256 公秉)，35.45%為服務業部門使用(12 萬 7,098 公秉)，29.47%為工業部門使用(10 萬 5,664 公秉)，能源部門自用為 3,475 公秉(占 0.97%)，農林漁牧業使用 1,019 公秉(占 0.28%)。換言之，流向非運輸部門之比重達 66.18%，數量高達 23 萬 7,256 公秉。

3.若僅就流向非運輸部門部分分析，53.6%流向服務業，44.5%流向工業(包括 25.5%流向營造業，19%流向其他工業)，能源部門占 1.5%，農林漁牧業占 0.4%。

4.若將上述高估運輸部門之數量回歸其所屬部門，可看到能源部門能源消費量將增加 11%，工業部門增加 96%，服務業部門增加 34%，運輸部門將減少 4.9%柴油消費量(如表 4-2)。

表 4-2 將高估運輸部門之柴油消費量攤提回所屬部門之比較

	106 年 能源平衡表值 (A) (公秉)	**新增量 (B)** (公秉)	**調整後 能源平衡表 (C)=(A)+(B)** (公秉)	**變動百分比 (D)=(B)÷(A)**	**二氧化碳排放量 /年差異** (CO_2e)
能源部門自用	32,971	3,475	36,446	11%	+9,209 公噸
工業部門	110,523	105,664	216,187	96%	+28 萬 10 公噸
服務業部門	378,870	127,098	505,968	34%	+33 萬 6,810 公噸
農業部門	341,743	1,019	342,762	0.3%	+2,656 公噸
小計	864,107	237,256	1,167,347	27.5%	+61 萬 8,289 公噸
運輸部門	4,820,172	-237,256	4,516,932	-4.92%	-61 萬 8,289 公噸
公路運輸	4,700,097	-238,643	4,395,470	-5.08%	
其他運輸	120,075	1,387	121,462	1.2%	

資料來源：本研究整理

5.依據有限之電子發票資料推估至少高估運輸部門柴油消費量 23 萬 7,256 公秉，再依環保署溫室氣體排放係數管理表(6.0.3 版)之柴油 CO_2 當量排放係數 2.65 計算，可估算出至少高估運輸部門二氧化碳排放量 61 萬 8,289 公噸 CO_2 排放當量。

4.2 其他柴油可能流向探討

由於前述方法取得之電子發票雲端資料僅占柴油交易之一小部分，為瞭解加油站銷售之柴油流向非運輸部門情形，本研究再透過「非生產性質能源大用戶柴油消費」及「農機用油資訊系統」探討運輸部門柴油消費量被高估情形。

(一)非生產性質之能源大用戶柴油消費量

經濟部能源局為輔導能源大用戶節能減碳，依據「生產性質」及「非生產性質」兩大類，對電力契約容量達一定規模之能源大用戶，以建立能源查核制度及訂定節約能源計畫方式，協助業者達成相關節能規定。所謂「一定規模」，依據 107 年 3 月 9 日經能字第 10704601100 號公告指出，能源用戶能源使用數量基準之電力契約用電容量超過 800Kw 者，須依能源管理法§9 規定，建立能源查核制度，並訂定節約能源目標及執行計畫。

「生產性質」能源大用戶，係指工業部門耗能較多之產業，涵蓋化工業、電機電子業、金屬基本工業、非金屬礦業、紡織業、造紙業、食品業等。但因申報之能源消費種類僅涵蓋電力、燃料油、液化石油氣、天然氣、燃料煤，不包括汽、柴油，無法取得其汽柴油消費量與能源平衡表之統計數值進行比對。

「非生產性質」能源大用戶涵蓋污染整治業、營造業及服務業部門項下行業，其分類與能源平衡表並不完全一致。表 4-3 係將「2018 非生產性質行業能源查核年報」(下稱查核年報，經濟部能源局指導財團法人臺灣綠色生產力基金會編印)用戶申報之 106 年主要能源消費量，與 106 年能源平衡表接近之行業柴油消費統計進行比對。

在進行分析之前，需先說明查核年報僅針對能源大用戶進行調查，並未列入中小型用戶之能源使用量，理論上能源平衡表涵蓋各細項消費部門，其統計數據會大於查核年報。

表 4-3 服務業部門能源統計及能源大用戶查核年報柴油消費比較

單位：公秉

能源平衡表(106 年統計)		非生產性質行業能源查核年報(106 年統計)	
服務業部門	378,870		
批發及零售業	0	批發及零售業	**459**
住宿及餐飲業	103,474	住宿及餐飲業	2,158
運輸服務業	321	運輸及倉儲業[註2]	**14,027**
倉儲業	11,539		
通信業	2,100	資訊及通訊傳播業	294
金融保險及不動產業	221	金融及保險業	19
		不動產業	12
工商服務業	0	專業、科學及技術服務業	**184**
		支援服務業	**1**
社會服務及個人服務業	0	教育服務業	**3,458**
		醫療保健及社會工作服務業	**3,710**
公共行政業	195,088	公共行政及國防：強制性社會安全	1,323
其他	66,127	藝術、娛樂及關服務業	247
		其他服務業	65

資料來源：能源局，107 年版能源平衡表及「2018 非生產性質行業能源查核年報」

由表 4-3 可發現：

1.能源統計可能低估運輸服務業及倉儲業柴油消費量：

能源統計之運輸服務業柴油消費量為 321 公秉，倉儲業柴油消費量為 11,539 公秉，合計 11,860 公秉。而查核年報之運輸及倉儲業柴油消費量為 14,027 公秉，高於能源統計數值。顯示能源平衡表低估運輸業及倉儲服務業之柴油消費量；而這些被低估的柴油消費量，會被歸屬其他非實際消費之部門中。

2.能源平衡表部分服務業之柴油用量為零，但查核年報同業別能源大用戶申報之柴油消費量大於零很多：

能源統計之批發及零售業、工商服務業、社會服務及個人服務業之柴油消費量掛零，而能源查核年報之批發及零售業消費 459 公秉柴油、工商服務業之專業、科學及技術服務業消費 184 公秉柴油，社會服務及個人服務業之教育服務業、醫療保健及社會工作服務業分別消費 3,458 公秉及 3,710 公秉柴油。其中，批發零售業及工商服務業使用之柴油，可能係由其運具在提供貨品或服務時使用，故在此不納入研析。

(1)教育服務業：

查核年報中屬於能源大用戶之教育服務業計 202 家，柴油消費量為 3,458 公秉。

依據教育部統計處之教育統計查詢網，107 學年全國各級學校數合計為 10,902 家，包括大學 127 家、獨立學院 14 家、高級中等學校 513 家、特殊教育學校 28 家、宗教研修學院 6 家。屬於能源大用戶者多係設有宿舍，能源消費量較高。

由於部分學校係以柴油做為宿舍熱水鍋爐之供熱能源(如臺東大學、中央大學等)，故能源消費種類涵蓋柴油。然而能源平衡表之教育服務業(歸屬於社會服務及個人服務業項下)之柴油消費量為零，顯示其實際消費量有明顯遺漏統計之情形；倘若所使用之柴油購入管道為加油站，亦會導致有高估運輸部門柴油消費量現象。

(2)醫療保健及社會工作服務業：

查核年報中，屬於能源大用戶之醫院家數計 147 家，消費柴油數量為 3,710 公秉。

根據衛生福利部統計處提供之醫療院所家數統計顯示，106 年

全國有 483 家醫院(西醫 478 家，中醫 5 家)，這些醫院依據「醫療機構設置標準」第 3 條之「醫院設置基準」附表規定，至少設有 20 床以上病床，且一般病房需均設有浴廁設備。另依據經濟部能源局指導財團法人台灣綠色生產力基金會編印之「醫院節約能源應用技術手冊」(105 年 10 月再版)顯示，醫院會使用柴油做為病房洗廁設備熱水鍋爐之供熱能源。

由於查核年報僅涵蓋 147 家醫院，尚有 336 家醫院未達能源大用戶門檻，而這些醫院亦會購買柴油以供應病房所需之熱水，顯示實際上醫院消費之柴油數量會高於查核年報之統計值，然而能源平衡表之醫療服務業(歸屬於社會服務及個人服務業項下)之柴油消費量亦為零，顯示其實際消費量有明顯遺漏統計之情形；倘若所使用之柴油購入管道為加油站，則會導致有高估運輸部門柴油消費量現象。

除了上開行業外，本研究亦針對殯葬業火化爐使用之能源進行抽樣電訪，查知基隆、中壢、宜蘭等地之火葬場係以柴油為燃料，其於能源平衡表行業歸類亦為社會服務及個人服務業，統計之柴油用量為零，其實際消費量有同上述二行業之被遺漏情形。而上述各項之情形已可稱之為統計遺漏項目，恐非一般所稱之低估。

(二)農機用油

農業機械包括耕耘機、曳引機、動力插秧機、動力割草機、動力噴霧機、抽水機、脫殼機、播種機、採收機、剪枝機、乾燥機等多種樣式，使用之動力也包括汽油、柴油、電力等。依據行政院農業委員會(下稱農委會)臺閩地區有效農機使用證之農機數量統計，107 年全國農機數量為 20 萬 5,966 台。

實務上，中小型農戶農業機械用油量不大，直接向石油煉製/輸入業或汽、柴油批發零售業大批購進油品的數量較少，多數係直接提桶(槽)向加油站購油。此部分屬農業用途之用油，因係透過向加油站購買，在能源統計上係被歸屬為運輸部門使用。

不過農機用油依「加值型及非加值型營業稅法」第 8 條第 1 項第 27 款規定，免徵 5%營業稅。為避免非農機用油透過此一方式購油，早期規定農機所有人須向鄉（鎮、市、區）公所申領農機使用證，憑該證申領農機用油免營業稅憑單，且一台農機需一本免稅油憑單，經農友領取農機免稅

油憑單後，再持單到加油站購入免營業稅用油。農委會依農友申領之憑單，亦可統計農機用油數量。

而後為強化農業施政資訊整合效能，提高農業施政效率及服務品質，農委會配合農業雲之發展與應用，建置完成「農機用油資訊系統」，並自 104 年 1 月 1 日起全面推動以身分證(統一編號)應用於購買農機免稅油。透過該系統，農民持身分證及農機使用證即可在各地加油站購買減免 5%營業稅的農機用油，且在農機使用證有效期限內，每年 1 月 1 日農機用油資訊系統將自動核給該年度免稅油量。因此，經由行政院農業委員會(下稱農委會)農糧署之農機用油資訊系統，即可查詢由加油站售出且在該系統進行登錄之農機用油數量。

表 4-4 列出 107 年版能源平衡表統計之農牧及林業汽、柴油消費量，及農委會統計之農機用汽、柴油消費數量。其中，能源平衡表統計之農牧及林業用油係透過石油煉製/輸入業或汽柴油批發業大批零售，而農委會農機用油統計則係憑免營業稅單向加油站購買之農機用油量，104 年以後則是直接透過農機用油資訊統計而得之資料。

表 4-4 農機用油能源統計與農委會統計比較

單位：公秉

資料來源	能源平衡表(107 年版) 農牧及林業汽、柴油消費		農委會統計農機用油	
油品別 年度	汽油	柴油	汽油	柴油
97	334	600	8,928	60,466
98	343	397	8,603	58,261
99	328	505	8,681	58,787
100	290	571	9,427	63,843
101	295	544	11,116	75,280
102	307	600	13,407	90,794
103	308	737	13,273	89,889
104	267	726	8,974	64,775
105	258	879	10,466	69,299
106	256	917	10,285	66,987

資料來源：能源局，107 年版能源平衡表；農委會，農機用油統計資料

由表 4-4 可看出，能源平衡表統計農業部門消費之汽、柴油僅數百公秉，農委會統計之農機用油則高達數千公秉(汽油)至數萬公秉(柴油)，顯示

能源統計低估農業部門之汽、柴油消費量，而又以柴油消費低估之幅度較大。此又反映出，低估農業部門之汽、柴油消費量，全部被歸為運輸部門之能源消費，亦即高估運輸部門之能源消費量。

參考農委會之農機用油量統計，將 106 年加油站售出之農機用柴油 6 萬 6,987 公秉與前節透過電子發票推估而得之運輸部門被高估柴油消費量合併計算，而為避免重覆計算，需扣除加油站大宗柴油銷售流向農林牧業之 1,003 公秉，可看到由加油站銷售流向非運輸部門之柴油消費量至少達 30 萬 3,240 公秉。

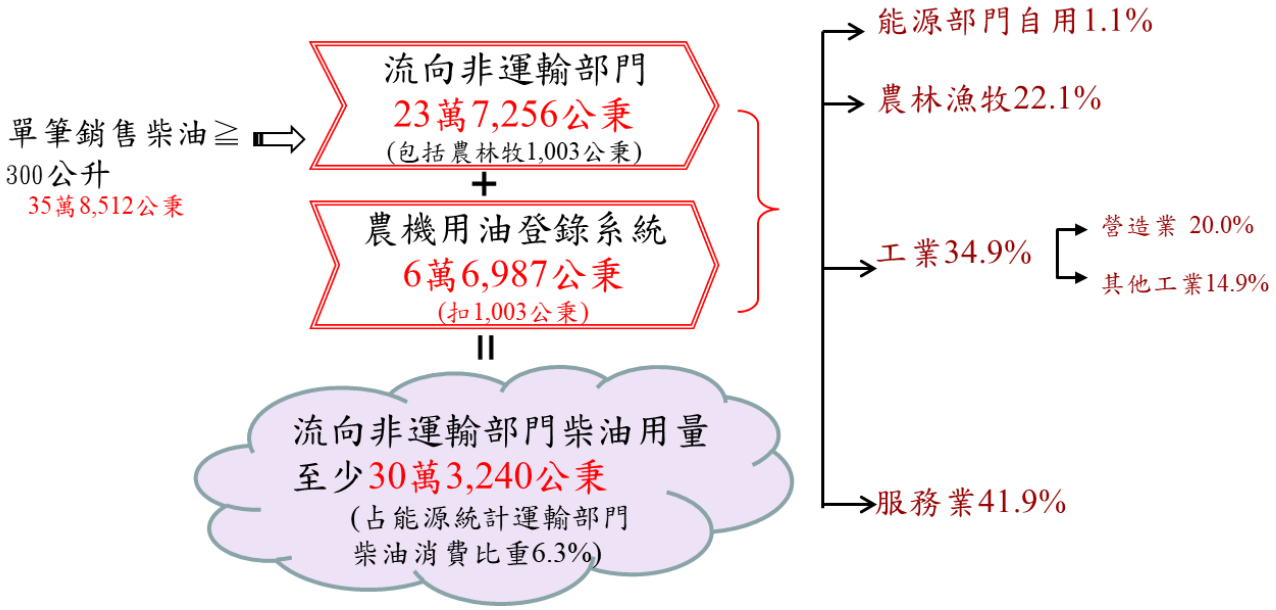


圖 4-6 加油站單筆大宗柴油交易加計農機用油之銷售流向

圖 4-6 係運輸部門被高估柴油用量之銷售流向，以農業部門變化最大，所占比重增至 22.1%，但服務業占比仍最高，達 41.9%，工業占 34.9%(包括營造業占 20%及其他工業占 14.9%)。

表 4-5 則顯示因柴油消費量未被歸屬於實際使用部門，導致服務業部門、工業部門、農業部門之二氧化碳排放量均被低估，而運輸部門二氧化碳排放量至少被高估 80 萬 3,583 公噸 CO_2 當量。

表 4-5 將運輸部門被高估之柴油消費量攤提回所屬部門之比較

	106 年 能源平衡表值 (A) (公秉)	**新增量 (B)** (公秉)	**調整後 能源平衡表 (C)=(A)+(B)** (公秉)	**變動百分比 (D)=(B)÷(A)**	**二氧化碳排放量 /年差異** (CO_2e)
能源部門自用	32,971	3,475	36,446	11%	+9,209 公噸
工業部門	110,523	105,664	216,187	96%	+28 萬 10 公噸
服務業部門	378,870	127,098	505,968	34%	+33 萬 6,810 公噸
農業部門	341,743	67,003	408,746	20%	+17 萬 7,558 公噸
農牧及林業	917	66,987	67,904	7,305%	
漁業	340,826	16	340,842	0.005%	
小計	864,107	303,240	1,167,347	35.1%	+80 萬 3,586 公噸
運輸部門	4,820,172	-303,240	4,516,932	-6.29%	-80 萬 3,586 公噸
公路運輸	4,700,097	-304,627	4,395,470	-6.48%	
其他運輸	120,075	1,387	121,462	1.2%	

資料來源：本研究整理

除了農機用油外，發電機、鍋爐、動力機械等用油亦可能透過加油站購買，但目前缺乏類似農機用油之資訊系統可進行統計，經濟部能源局指導財團法人臺灣綠色生產力基金會編印之查核年報，則僅針對「非生產性質」行業之能源大用戶查核其柴油使用情形，未查核「生產性質」行業之柴油使用情形。

雖然「加油站設置管理規則」第 28-1 條第 1 項第 1 款規定「汽油數量在 10 公升以上或柴油數量在 500 公升以上，應依中央主管機關規定之登記表登記。」，以避免在油價上漲時，因民眾大量囤油而造成公共危險，但該條文未規範加油站業者需將所登記數量向主管機關申報，故目前無法依該條規定取得加油站登記資料。這些限制導致本研究無法取得更完整之資料進行加油站油品流向分析。

4.3 能源平衡表 108 年版資料更新結果

本研究因需針對能源平衡表之編製及油品相關法規進行深入探討，於研究期間與經濟部能源局多次交換意見，並將研究成果及研究建議提供能源局參考，期能對能源統計之精進有所助益。

針對本研究以電子發票雲端資料之買方行業研析而得之油品流向結果，因僅分析 106 年單年資料，不符合統計資料調整需考量歷史資料追溯及未來穩定資料來源，爰能源局已於 108 年 6 月回復表示無法依上開研析結果調整運輸部門柴油消費統計。

而針對加油站售出之農機用油數量，因其可追溯歷史資料，未來亦能持續透過農機用油資訊系統取得穩定之資料來源，能源局已協調農糧署追溯提供自 97 年 1 月起農機用油資訊，於 108 年發布之能源平衡表編製說明指出「本(108)年度能源平衡表修訂內涵說明如下：(一)新增統計項目 1. 農機用油：自加油站售出之農機用油（汽油及柴油）數量，由「運輸部門公路」移至「農業部門農牧及林業」資料調整期間為 97 年 1 月迄今」。

表 4-6 係比較 107 年版及 108 年版之能源平衡表，由該表可看出新(108)版能源平衡表之農業部門汽油、柴油消費均較舊版增加，並以柴油增加幅度較大，約 6~9 萬公秉，而汽油約增加 8 千~1.3 萬公秉。相對上，運輸部門之汽油、柴油消費量則呈等數量之減少。

雖然上述調整尚無法完全改善高估運輸部門柴油消費量之情形，但至少可以將部分非屬運輸部門消費之柴油，回歸其消費部門，部分程度改善高估運輸部門柴油消費量之情形。

表 4-6　107 年版及 108 年版能源平衡表比較

單位：公秉

		能源平衡表(107 年版)		能源平衡表(108 年版)	
油品別 年度		汽油	柴油	汽油	柴油
97	農業部門	334	600	9,262	61,066
	運輸部門	9,444,674	4,255,876	9,435,745	4,195,410
98	農業部門	343	397	8,946	58,658
	運輸部門	9,636,938	4,216,416	9,628,335	4,158,155
99	農業部門	328	505	9,009	59,292
	運輸部門	9,722,108	4,557,410	9,713,427	4,498,623
100	農業部門	290	571	9,717	64,414
	運輸部門	9,837,625	4,662,453	9,828,198	4,598,610
101	農業部門	295	544	11,411	75,824
	運輸部門	9,728,638	4,598,858	9,717,522	4,523,578
102	農業部門	307	600	13,714	91,394

	運輸部門	9,752,361	4,586,757	9,738,954	4,495,963
103	農業部門	308	737	13,581	90,626
	運輸部門	9,832,283	4,646,661	9,819,010	4,556,772
104	農業部門	267	726	9,241	65,501
	運輸部門	10,106,187	4,720,930	10,097,213	4,656,155
105	農業部門	258	879	10,724	70,178
	運輸部門	10,444,157	4,788,587	10,433,691	4,719,288
106	農業部門	256	917	10,542	67,904
	運輸部門	10,238,671	4,820,172	10,228,385	4,753,185

資料來源：能源局，107 年版能源平衡表；農委會，農機用油統計資料

五、結論與建議

5.1 結論

為依溫管法規定訂定運輸部門溫室氣體排放管制行動方案，以及針對運輸部門之主要排放源研訂相關推動策略與措施，交通部過去係透過車輛使用端方式，估算各類能源及各種運具之能源消費情形，以針對主要排放源規劃減量措施。

由於車輛使用端推估之運輸部門柴油消費量遠低於能源平衡表之統計數值，為進一步瞭解此一差距形成原因，本研究透過車輛使用端檢核資料完整度，以及透過能源統計端由法規規定、電子發票雲端資料、農機用油資訊系統及能源查核年報等管道，檢核當前統計方式是否與符合運輸部門之實際消費情形。並獲得下列結果：

1. 車輛使用端汽油運具之資料完整度較高，其推估結果較為準確，與能源平衡表之統計數值差距較小。柴油運具之資料完整度較不足，亦影響柴油消費量推估結果之準確度。

2. 能源平衡表編製說明將「自用與營業用汽、機車於民營加油站所添加之油料」歸為運輸部門汽油、柴油消費量，因資料來源為石油煉製/輸入業銷售給加油站之銷售量，導致加油站銷售之特殊用油(供農機、鍋爐、發電機、動力機械等)被歸為運輸部門消費，高估運輸部門柴油消費量，低估農業(農機)、服務業或工業(發電機、鍋爐、動力機械)柴油消費量。

3. 電子發票將所有交易雲端化，讓業者及其上下游銷售流程透明化，可追蹤產品流向。爰本研究透過篩選加油站銷售給營業人單筆數量大於 300

公升之柴油電子發票，分析油品之業別流向，可估算出 106 年我國加油站銷售至非運輸部門之大宗柴油數量至少達 23 萬 7,256 公秉，占能源統計-運輸部門柴油消費量之比重達 4.9%。然因本研究之電子發票涵蓋率僅占加油站企業對企業交易(B-B)中，非車隊卡之電子發票 3,100 萬張僅約 1%，部分大宗柴油交易因由油品煉製業者開立非電子發票，上開估算結果較為保守，實際上非車輛柴油用量比重會更高。

4. 透過經濟部能源局指導財團法人臺灣綠色生產力基金會編印之「非生產性質行業能源查核年報」能源大用戶申報資料，亦可得知部分教育服務業、醫院會使用柴油做為學校宿舍或病房洗浴設備熱水鍋爐之供熱來源，106 年申報之柴油消費量分別達 3,458 公秉及 3,710 公秉，但能源統計之社會服務及個人服務業(涵蓋教育服務業及醫療保健服務業)柴油消費量為 0，顯示此部分能源消費量有遺漏統計之情形，若所使用之柴油購入管道為加油站，會導致高估運輸部門柴油消費量之現象。

5. 中小型農戶農業機械倘用油量不大，會以桶(槽)直接向加油站購入，而被歸屬為運輸部門能源消費。因農機用油依「加值型及非加值型營業稅條例」免徵 5%營業稅，故可透過農委會查詢農機用油數量，106 年農機用油量為 66,987 公秉，遠高於 106 年能源平衡表(107 年版)農業部門-農牧及林業之柴油消費量 917 公秉，此一差距即為運輸部門被高估之「農機用油」消費量。

6. 將電子發票推估結果加計農機用油量，可估算出 106 年由加油站銷售供非運輸部門使用之柴油數量至少達 30 萬 3,240 公秉，占能源統計-運輸部門柴油消費量之比重達 6.3%。其中 41.9%流向服務業，34.9%流向工業(包括營造業占 20%及其他工業占 14.9%)，22.1%流向農業部門。

7. 由於高估運輸部門柴油消費量，導致其溫室氣體排放量亦有高估之情形。若僅分析本研究 31 萬多筆電子發票油品流向，至少高估運輸部門 61 萬 8,289 公噸 CO_2e，再加計農機用油之高估數量，至少高估 80 萬 3,586 公噸 CO_2e，因此造成運輸部門需承擔較高之減量責任，並不合理。相對而言，低估其他部門能源消費及溫室氣體排放量會，將導致相關排放源之主管部門無法針對被漏列計算之排放源規劃妥適減量措施及投入適當資源。

5.2 建議

依據本研究結論，對未來交通部之車輛使用端統計資料、經濟部能源

局能源統計資料精進及行政院協商各部門溫室氣體減量責任時，提出以下建議：

1. 車輛使用端統計精進之建議

(1) 研議汽車使用端資料蒐集精進方式：依據「汽車運輸業管理規則」第 24 條「汽車運輸業應按期將燃料消耗統計年報表等報表送請公路主管機關查核」規定，建議公路監理機關可建立汽車運輸業網路申報燃料消耗系統，俾完善汽車運輸業之燃料消耗統計資料庫。

(2) 交通統計可再強化運具調查內容，如於汽車貨運調查中，增加燃料效率等調查項目(本意見交通部統計處已納入辦理)。

2. 能源平衡表精進之建議

(1) 能源平衡表可參考農糧署農機用油資訊系統統計資料，調整修改農業部門柴油消費量(本意見能源局已納入修正 108 年版能源平衡表)。

(2) 研議修改「加油站設置管理規則」之可行性，若能將特殊用油-「柴油販售超過 500 公升需登記」之規定，修改為「特殊用油需按月統計申報」，將可確實自加油站源頭掌握確實流向。

(3) 研議能源平衡表中長期統計精進方式：如從石油煉製業、汽柴油批發業至加油站業等上中下游業者，加強資料來源之可靠性，確實掌握最終銷售端申報之油品銷售流向資料，或透過內部團隊合作及跨部會溝通協調，整合油品流向管理機制，提升能源平衡表之正確性。

3. 第 2 階段協商各部門減量目標之建議

鑒於各部門應依其實際排放情形賦予相對之減量責任，故在協商我國溫室氣體第 2 階段各部門管制目標時，應考量高估運輸部門溫室排放量之情形，酌予調減應減量額度，以使政府推動溫室氣體減量工作之資源配置更趨合理。

參考資料

1. 石油管理法，103 年 6 月 4 日公布施行
2. 加油站設置管理規則，106 年 9 月 13 日修正發布
3. 漁船加油站設置管理規則，104 年 10 月 15 日修正發布
4. 交通統計查詢網，108 年 10 月

5. 106 年加油站大宗銷售柴油電子發票雲端資料，財政部財政資訊中心，107 年 10 月 25 日
6. 「運輸部門能源與溫室氣體資料之建構與盤查機制之建立(3/3)-建立運輸能源效率指標與運輸成長預測模式」，運研所，98 年
7. 「都會運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(1/2)~(2/2)」，運研所，106-107 年
8. 「陸路運輸業能源消耗及溫室氣體排放推估及估指標研析」，運研所，107 年
9. 「反映實際交通情境之車輛動態能耗與碳排放特性研究—以小貨車為例(2/2)」期末報告，鼎漢工程顧問公司，民 107 年。
10. 「反映實際交通情境之車輛動態能源消耗與碳排放特性研究—以大貨車為例」報告，交通部運輸研究所，民 106 年。
11. 「中華民國稅務行業標準分類(第 8 次修訂)」，財政部統計處，106 年 8 月。
12. 「能源平衡表簡要說明」，經濟部能源局，108 年 6 月 28 日。
13. 「2018 非生產性質行業能源查核年報」，經濟部能源局指導財團法人臺灣綠色生產力基金會編印，107 年 12 月。
14. 醫院節約能源應用技術手冊，經濟部能源局指導財團法人臺灣綠色生產力基金會編印，105 年 10 月再版。
15. 推動資訊化核發農機免稅油業務說明，農委會，103 年 7 月
16. 教育統計查詢網，教育部統計處，108 年 10 月
17. 臺閩地區有效農機使用證之農機數量，行政院農業委員會，108 年 5 月 30 日
18. 107 年度「油品銷售流向管理與查核」委辦計畫，經濟部能源局，107 年 12 月