



Taiwan 2050 Calculator

運輸部門-

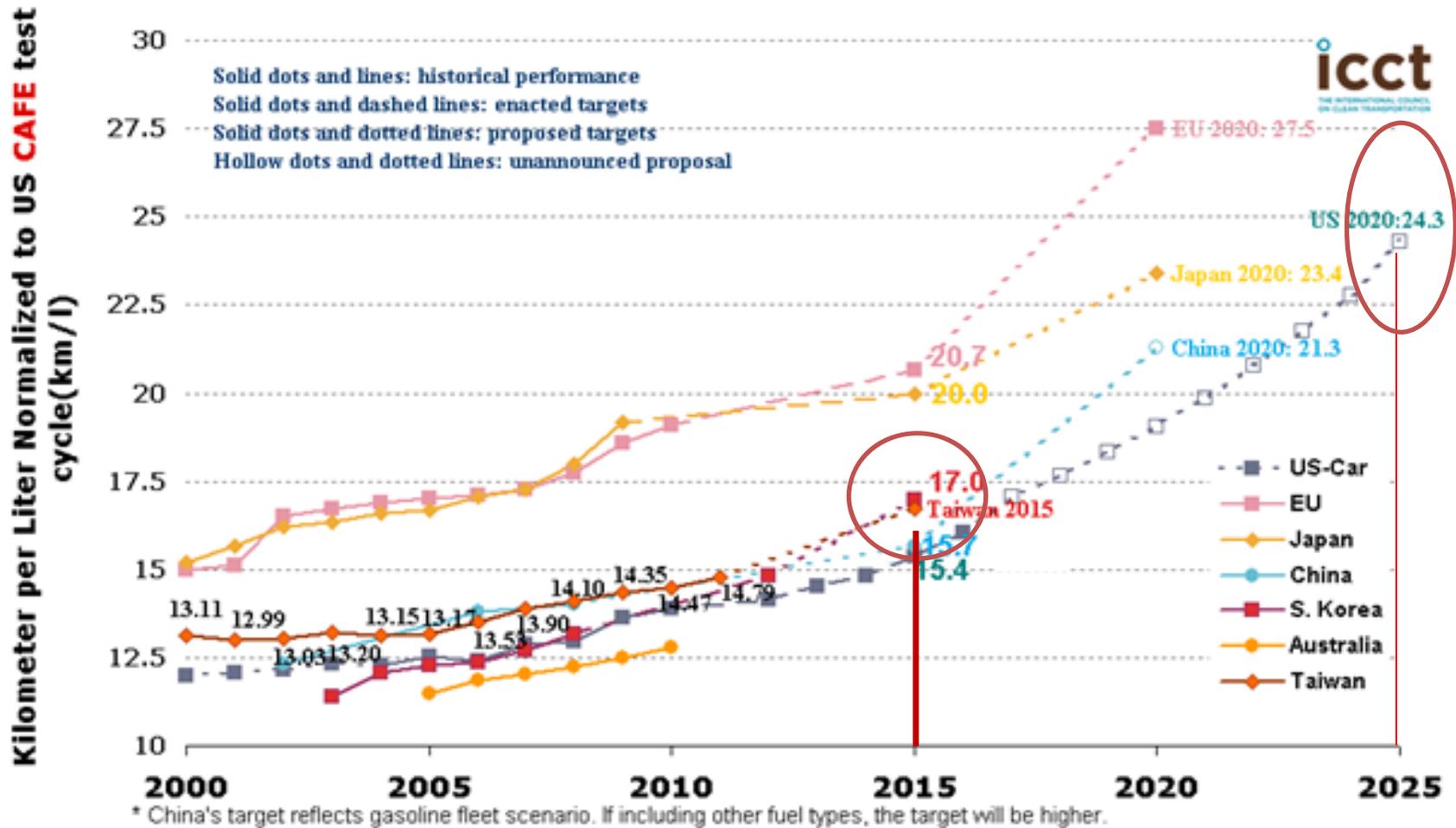
小客車與小貨車

情境設計與參數設定說明



背景資訊：小客貨車能耗標準說明

2010年台灣小客車新車調和平均油耗與美國相當。
Level 1~2以未來小客貨車能耗標準預估車型滲透率(%)。

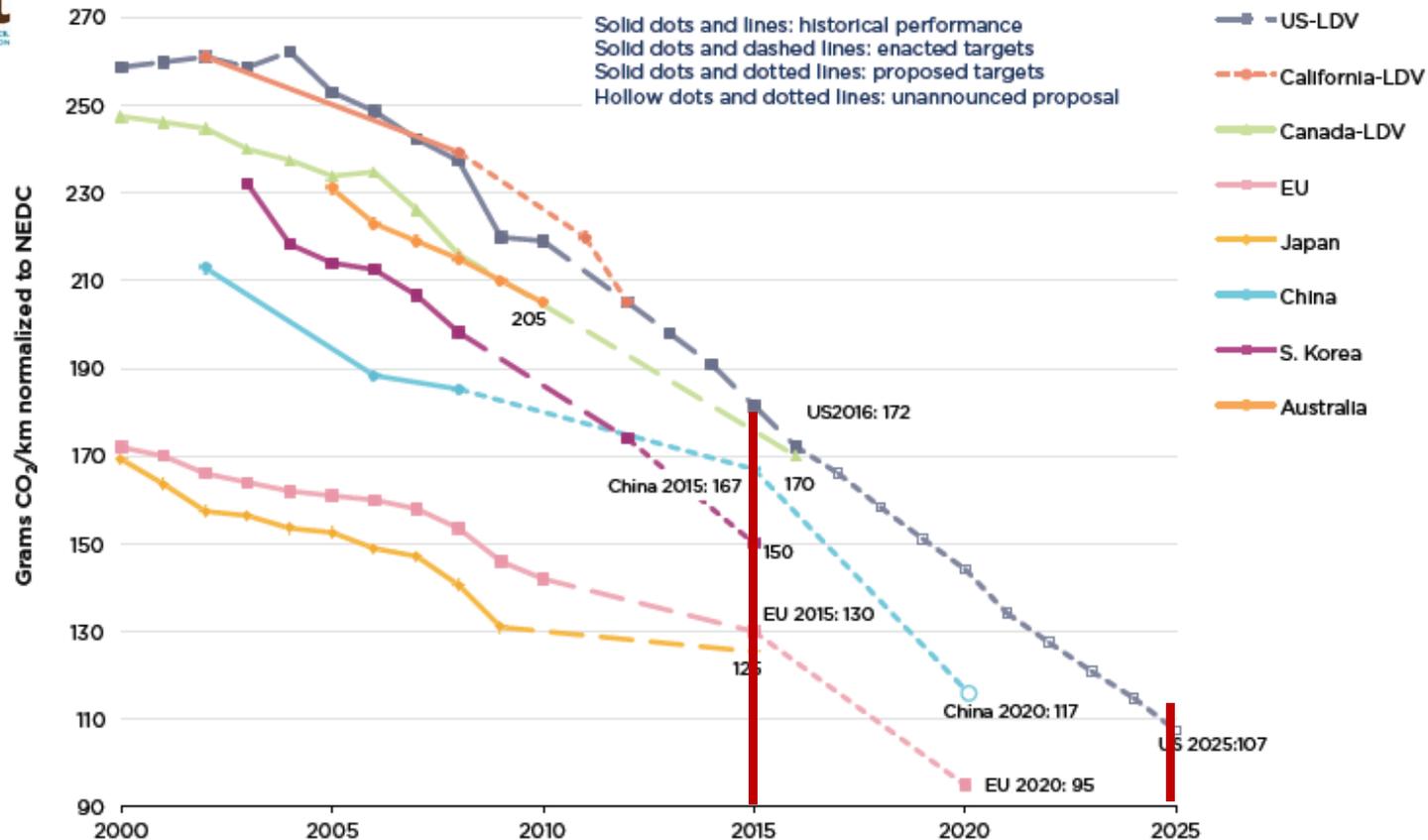


資料來源: International Council for Clean Transportation (ICCT), ITRI



背景資訊：小客貨車CO₂標準說明

在全球車輛CO₂減量需求下，車輛電動化技術和產品是必然的趨勢。



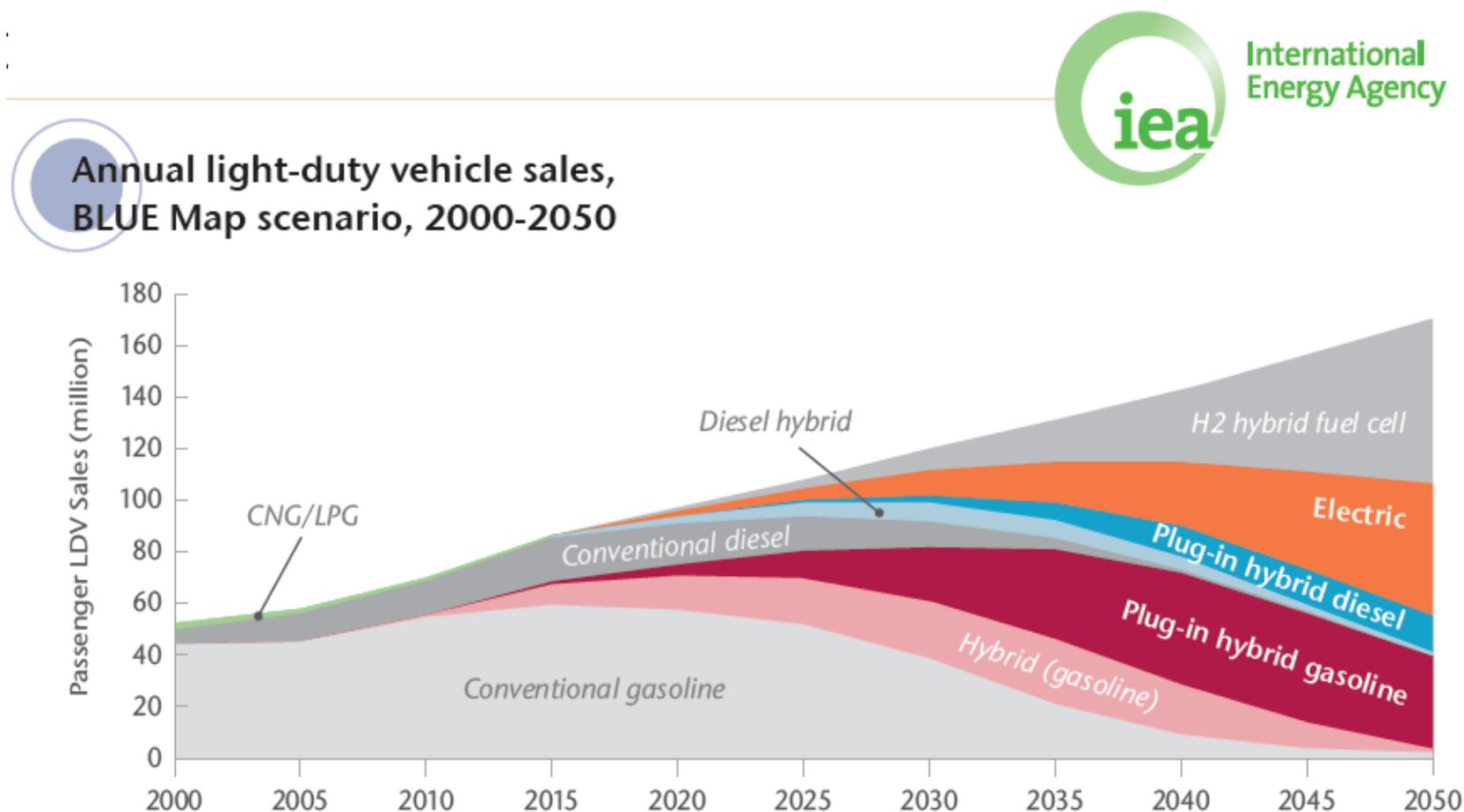
[1] China's target reflects gasoline fleet scenario. If including other fuel types, the target will be lower.
 [2] US and Canada light-duty vehicles include light commercial vehicles.

資料來源: International Council for Clean Transportation (ICCT)



背景資訊：IEA 2050 BLUE Map說明

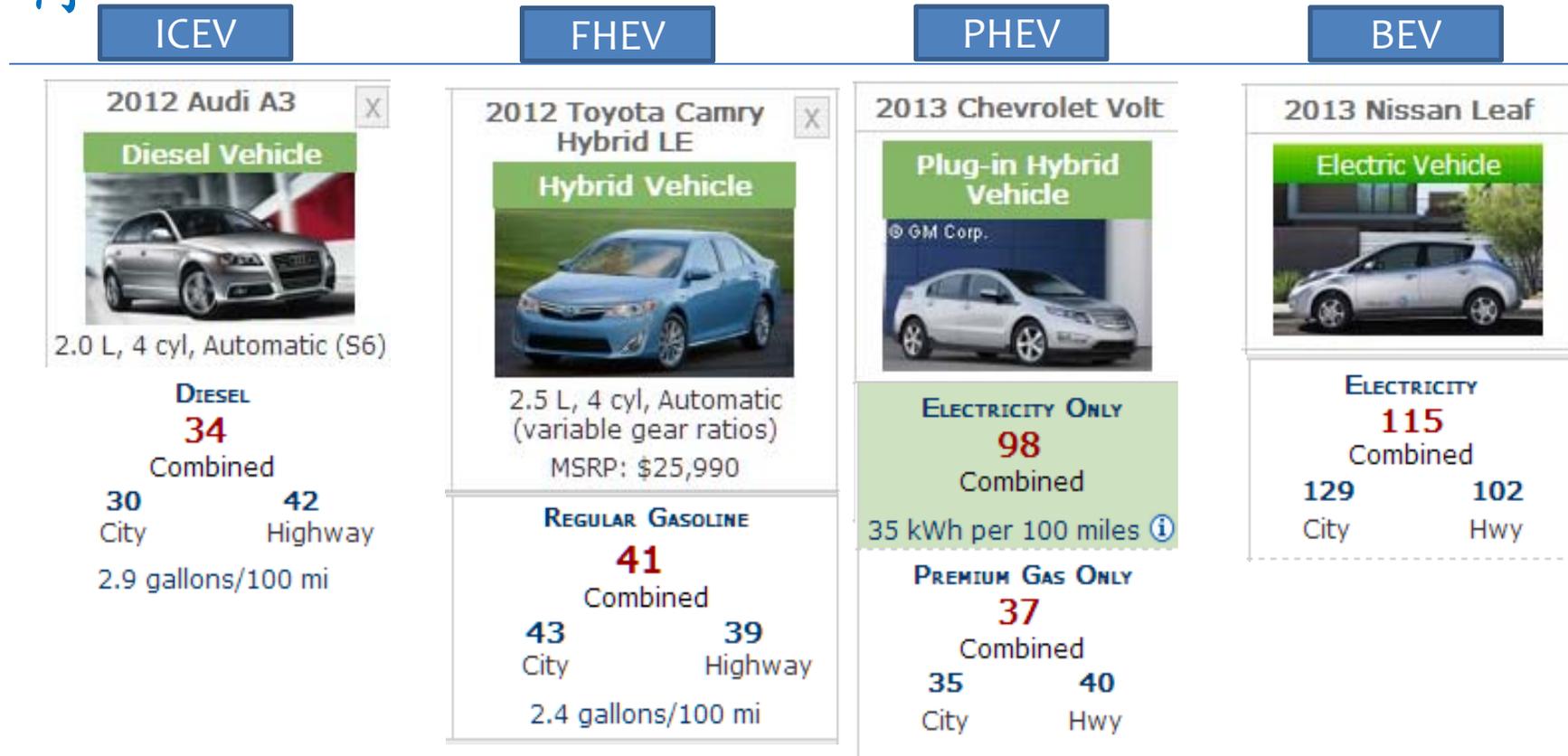
IEA 2050 BLUE Map:能源相關CO2排放量減少50%，同2005年水準。Level 3以IEA 2050 BLUE Map目標來預估車型滲透率(%)。



資料來源: International Energy Agency (IEA)

背景資訊：車輛型式能耗說明

電動化是符合國際管制法規之必要手段，電動化程度不同所需之動力系統架構、能源供應方式及CO₂排放水準皆有所不同。



能耗單位: MPG (EPA Label)
資料來源: <http://www.fueleconomy.gov>

情境設計說明：小客車

總體車輛能效表現主要是由各年度車輛能耗改善與節能車型滲透率(%)所決定，Level 1~4 2015年能效達到16.7km/l (等效汽油)。

情境	說明
L1 (保守)	<ul style="list-style-type: none"> • 2025年小客車能耗達到23.5km/l (等效汽油)。 • 2050年小客車銷售市場約有78%是傳統引擎車輛、19%的混合動力電動車，及3%的零污染排放電池電動車。此假設情境下仍然以傳統引擎車輛為主,約占78%市場。
L2 (樂觀)	<ul style="list-style-type: none"> • 2025年小客車能耗達到26.6km/l (等效汽油)。 • 2050年小客車銷售市場約有37%是傳統引擎車輛，及39%的混合動力與插電式混合動力電動車，及24%的電池及氫能電池電動車。
L3 (前瞻)	<ul style="list-style-type: none"> • 達到IEA 2050 BLUE Map目標，2025年小客車能耗達到28.9km/l (等效汽油)。 • 2050年小客車銷售市場約有2%是傳統內燃機引擎車輛、30%的混合動力與插電式混合動力電動車，及68%的電池及氫能電池電動車。
L4 (極大)	<ul style="list-style-type: none"> • 2025年小客車能耗達到42.9km/l (等效汽油)。 • 2050年小客車銷售市場100%為零污染排放電池及氫能電池電動車。

情境設計說明：小貨車

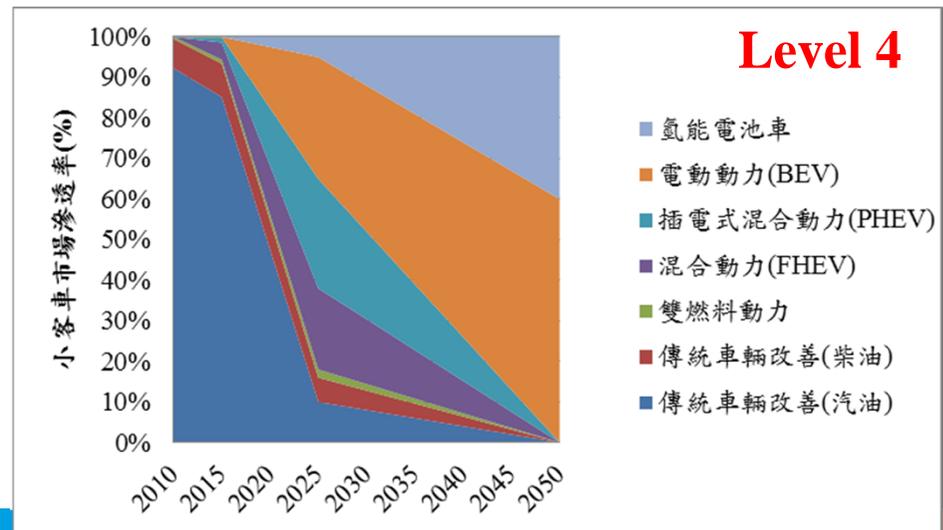
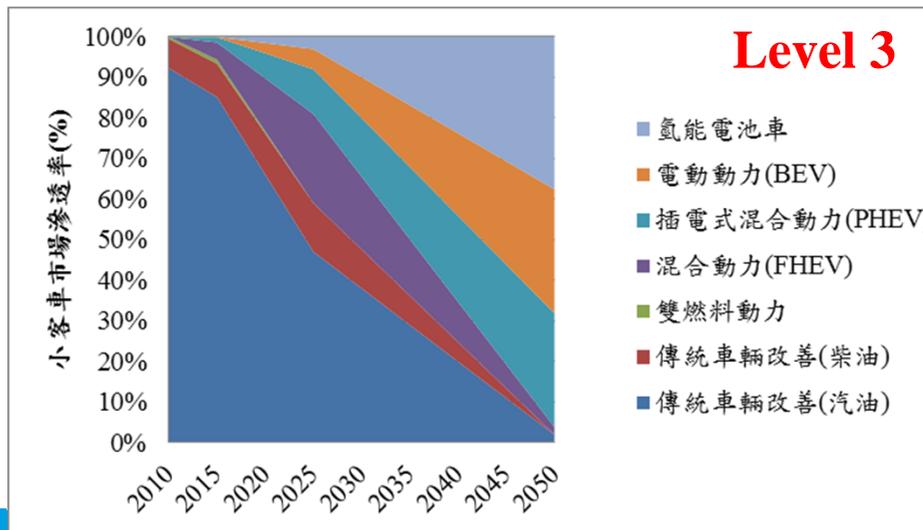
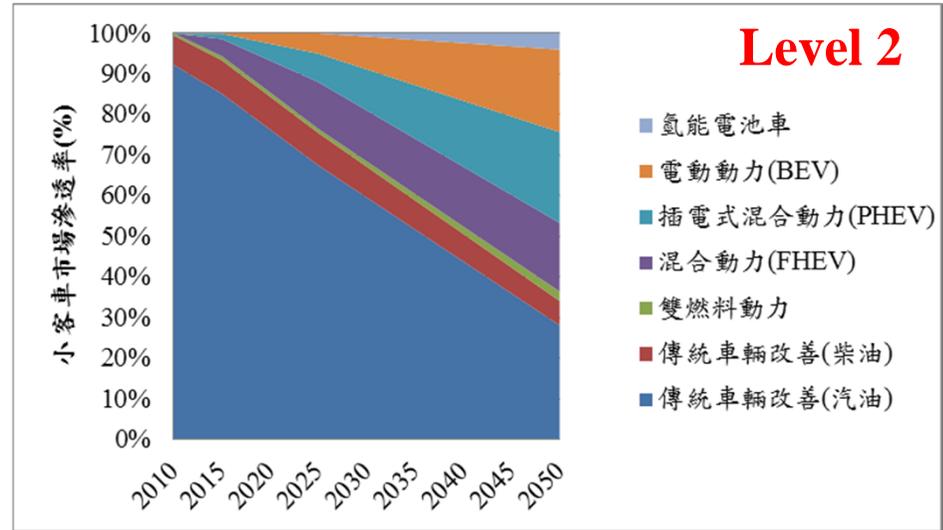
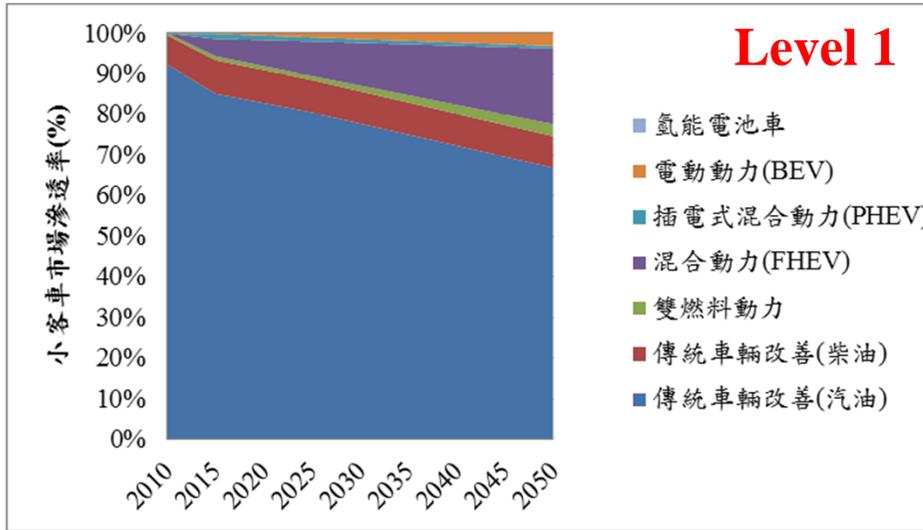
總體車輛能效表現主要是由各年度車輛能耗改善與節能車型滲透率(%)所決定，Level 1~4 2015年能效達到12.9km/l (等效汽油)。

情境	說明
L1 (保守)	<ul style="list-style-type: none"> • 2025年小貨車能耗達到17.3km/l(等效汽油)。 • 2050年小貨車銷售市場約有80%是傳統引擎車輛、19%的混合動力電動車，及1%的零污染排放電池電動車。此假設情境下仍然以傳統引擎車輛為主,約占80%市場。
L2 (樂觀)	<ul style="list-style-type: none"> • 2025年小貨車能耗達到19.5km/l (等效汽油)。 • 2050年小貨車銷售市場約有50%是傳統引擎車輛，及35%的混合動力與插電式混合動力電動車，及15%的電池及氫能電池電動車。
L3 (前瞻)	<ul style="list-style-type: none"> • 達到IEA 2050 BLUE Map目標，2025年小客車能耗達到22.0km/l (等效汽油)。 • 2050年小貨車銷售市場約有9%是傳統內燃機引擎車輛、28%的混合動力與插電式混合動力電動車，及63%的電池及氫能電池電動車。
L4 (極大)	<ul style="list-style-type: none"> • 2025年小客車能耗達到27.9km/l (等效汽油)。 • 2050年小貨車銷售市場100%為零污染排放電池及氫能電池電動車。



情境設計說明：小客車車型滲透率

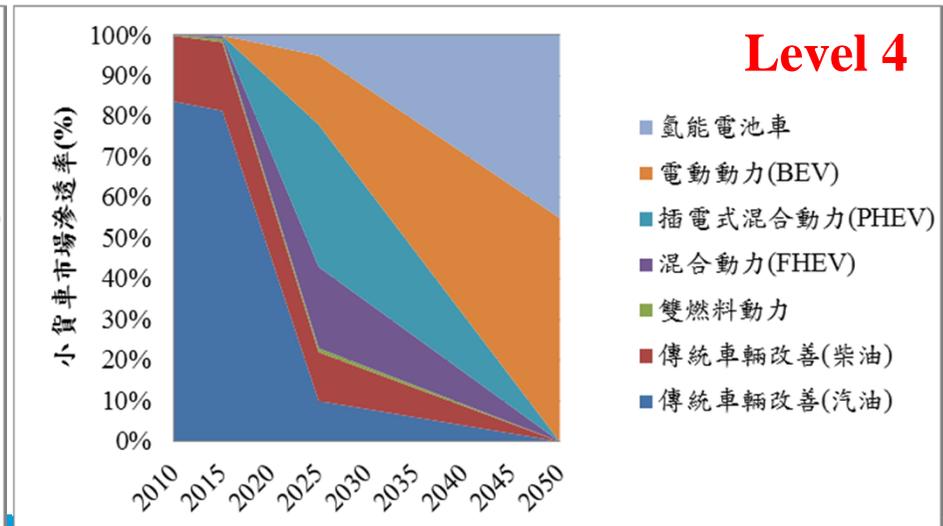
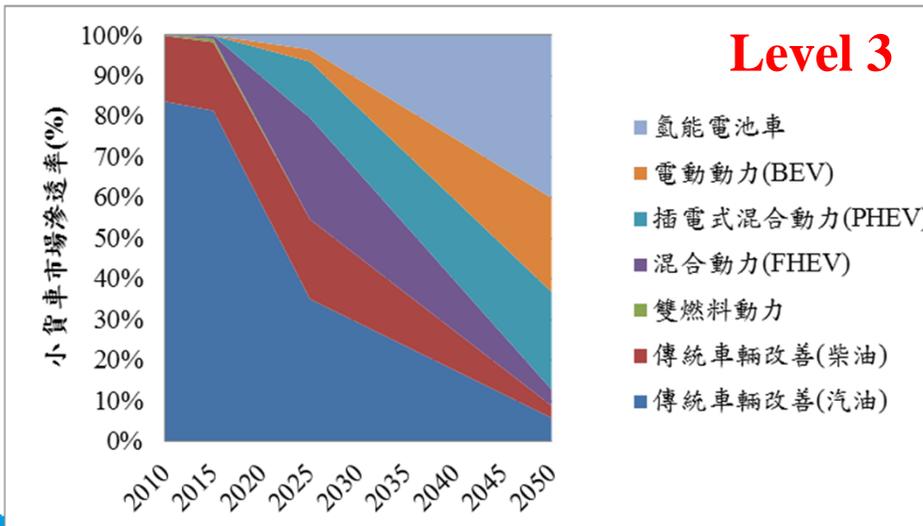
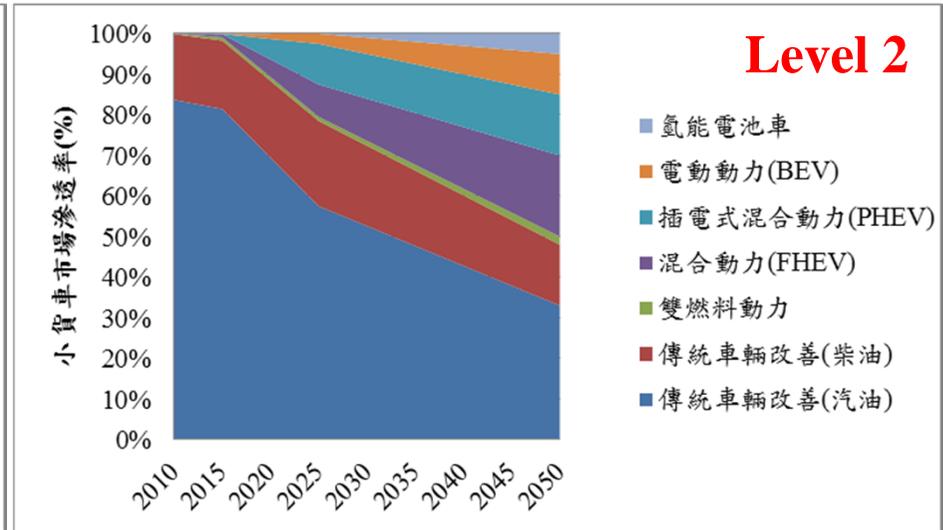
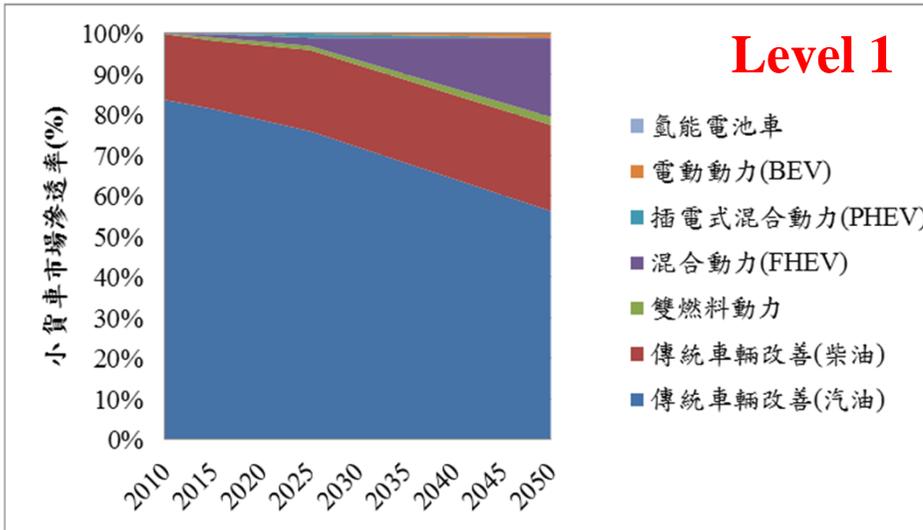
- Level 1~2: 以2025能耗標準假設
- Level 3: 以IEA 2050 BLUE Map目標預估車型滲透率
- Level 4: 至2050年為100%零排放車輛





情境設計說明：小貨車車型滲透率

- Level 1~2: 以2025能耗標準假設
- Level 3: 以IEA 2050 BLUE Map目標預估車型滲透率
- Level 4: 至2050年為100%零排放車輛



情境設計說明：小客車滲透率假設

- Level 1~2以2025年能耗標準假設
- Level 3: 以IEA 2050 BLUE Map目標
- Level 4: 2050年100%是純電動車輛

小客車	2010	2025			
		Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
傳統車輛改善(汽油)	92.3	80.5	67.5	47.0	10.0
傳統車輛改善(柴油)	7.2	8.0	8.0	12.0	6.0
雙燃料動力	0.5	1.0	1.0	0.0	2.0
混合動力(FHEV)	0.0	8.5	11.5	22.0	20.0
插電式混合動力(PHEV)	0.0	1.0	7.0	11.0	27.0
電動動力(BEV)	0.0	1.0	5.0	5.0	30.0
氫能電池車	0.0	0.0	0.0	3.0	5.0

小客車	2010	2050			
		Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
傳統車輛改善(汽油)	92.3	66.9	28.4	1.9	0.0
傳統車輛改善(柴油)	7.2	7.8	6.0	0.0	0.0
雙燃料動力	0.5	3.0	2.3	0.0	0.0
混合動力(FHEV)	0.0	18.6	16.9	1.9	0.0
插電式混合動力(PHEV)	0.0	0.6	22.3	28.0	0.0
電動動力(BEV)	0.0	3.1	20.3	30.6	60.0
氫能電池車	0.0	0.0	4.0	37.6	40.0

資料來源: AEO2013-Light-Duty_Vehicle_Sales_by_Technology_Type-United_States-Reference_case

情境設計說明：小貨車滲透率假設

- Level 1~2以2025年能耗標準假設
- Level 3: 以IEA 2050 BLUE Map目標
- Level 4: 2050年100%是純電動車輛

小客車	2025				
	2010	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
傳統車輛改善(汽油)	83.7	76.0	57.5	35.1	10.0
傳統車輛改善(柴油)	16.2	20.0	21.0	19.6	12.0
雙燃料動力	0.1	1.0	1.0	0.0	1.0
混合動力(FHEV)	0.0	2.0	8.0	25.0	20.0
插電式混合動力(PHEV)	0.0	1.0	10	13.8	35.0
電動動力(BEV)	0.0	0.0	2.5	3.0	17.0
氫能電池車	0.0	0.0	0.0	3.5	5.0

小客車	2050				
	2010	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
傳統車輛改善(汽油)	83.7	56.7	32.7	5.7	0.0
傳統車輛改善(柴油)	16.2	21.2	15.0	3.0	0.0
雙燃料動力	0.1	2.0	2.0	0.0	0.0
混合動力(FHEV)	0.0	19.5	20.0	4.0	0.0
插電式混合動力(PHEV)	0.0	0.0	15.0	24.0	0.0
電動動力(BEV)	0.0	1.0	10.0	23.2	55.0
氫能電池車	0.0	0.0	5.0	40.0	45.0

資料來源: AEO2013-Light-Duty_Vehicle_Sales_by_Technology_Type-United_States-Reference_case

情境設計說明：小客貨車能效

- 能效單位：公里/公升等效汽油(per litre gasoline equivalent)
- Level 1~4 車輛能效假設相同

小客車	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
傳統車輛改善(汽油)	14.70	15.28	18.04	22.04	22.27	22.27	22.27	22.27	22.27
傳統車輛改善(柴油)	18.54	19.00	20.76	23.48	23.62	23.62	23.62	23.62	23.62
雙燃料動力(汽油)	14.13	14.77	17.67	21.90	22.12	22.13	22.13	22.13	22.13
雙燃料動力(LPG)	14.13	14.77	17.67	21.90	22.12	22.13	22.13	22.13	22.13
混合動力(FHEV)(汽油)	21.40	21.76	26.11	30.84	31.06	31.06	31.06	31.06	31.06
插電式混合動力(PHEV)(汽油)	17.34	17.62	21.41	26.83	27.03	27.03	27.03	27.03	27.03
插電式混合動力(PHEV)(電力)	46.82	48.75	51.55	57.16	57.43	57.93	58.38	58.83	58.83
電動動力(BEV)(電力)	57.80	60.19	62.86	65.70	66.01	66.59	67.10	67.62	68.14
氫能電池車(氫)	34.00	34.00	38.49	39.39	39.39	39.39	39.39	39.39	39.39
小貨車	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
傳統車輛改善(汽油)	11.29	11.92	13.40	16.76	16.89	16.92	16.92	16.92	16.92
傳統車輛改善(柴油)	14.39	14.92	15.93	18.50	18.58	18.58	18.58	18.58	18.58
雙燃料動力(汽油)	11.03	11.58	12.86	16.01	16.16	16.21	16.21	16.21	16.21
雙燃料動力(LPG)	11.03	11.58	12.86	16.01	16.16	16.21	16.21	16.21	16.21
混合動力(FHEV)(汽油)	16.73	17.77	20.09	24.38	24.43	24.43	24.43	24.43	24.43
插電式混合動力(PHEV)(汽油)	14.22	15.11	17.08	20.72	20.77	20.77	20.77	20.77	20.77
插電式混合動力(PHEV)(電力)	28.18	29.10	30.91	36.78	36.95	37.07	37.21	37.36	37.50
電動動力(BEV)(電力)	33.15	34.24	36.36	43.27	43.47	43.61	43.78	43.95	44.12
氫能電池車(氫)	27.20	30.48	31.85	34.83	34.83	34.83	34.83	34.83	34.83

資料來源: AEO2013-Light-Duty_Vehicle_Miles_per_Gallon_by_Technology_Type-Reference_case



情境設計說明：小客貨車投資成本

- 單位投資成本(萬元/輛)：購買節能車輛所增加之購買成本
- 以2010「傳統車輛改善(汽油)」為基準：64萬(小客車)與73萬(小貨車)
- Level 1~4 因各技術能效相同，因此投資成本亦相同

小客車	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
傳統車輛改善(汽油)	0.00	0.36	3.35	8.78	9.26	9.31	9.35	9.39	9.43
傳統車輛改善(柴油)	13.04	7.71	9.09	11.81	11.90	11.95	12.00	12.05	12.10
雙燃料動力	19.49	19.85	22.85	28.30	28.78	28.83	28.88	28.92	28.97
混合動力(FHEV)	14.61	11.50	13.22	16.56	16.42	16.21	16.09	15.97	15.85
插電式混合動力(PHEV)	63.16	44.05	38.10	36.26	33.31	31.44	30.46	29.49	28.51
電動動力(BEV)	66.66	49.16	37.88	29.81	25.68	22.87	21.45	20.03	18.61
燃料電池車	192.66	157.66	131.26	107.09	91.03	78.21	68.13	58.04	47.96
小貨車	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
傳統車輛改善(汽油)	0.00	0.68	2.61	8.18	8.30	8.42	8.56	8.70	8.84
傳統車輛改善(柴油)	19.68	19.95	20.82	24.16	24.26	24.34	24.44	24.54	24.64
雙燃料動力	43.47	44.15	45.67	49.72	49.83	49.93	50.03	50.12	50.22
混合動力(FHEV)	22.75	19.35	12.48	17.14	16.71	16.48	16.36	16.25	16.13
插電式混合動力(PHEV)	53.58	34.46	28.51	26.68	23.73	21.85	20.88	19.90	18.93
電動動力(BEV)	57.08	39.58	28.30	20.23	16.09	13.28	11.86	10.44	9.03
燃料電池車	263.58	227.60	179.43	135.25	114.51	98.03	85.06	72.09	59.11

資料來源: AEO2013-New_Light-Duty_Vehicle_Prices-Reference_case



情境設計說明：小客貨車運轉成本

- 單位年運轉成本(萬元/輛)：以車輛價格2%為運轉成本
- 包括車輛維護、保險及牌照稅等項目
- Level 1~4 因各技術能效相同，因此年運轉成本亦相同

小客車	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
傳統車輛改善(汽油)	1.40	1.40	1.46	1.57	1.58	1.58	1.58	1.58	1.59
傳統車輛改善(柴油)	1.66	1.55	1.58	1.63	1.63	1.64	1.64	1.64	1.64
雙燃料動力	1.79	1.79	1.85	1.96	1.97	1.97	1.97	1.98	1.98
混合動力(FHEV)	1.69	1.63	1.66	1.73	1.73	1.72	1.72	1.72	1.71
插電式混合動力(PHEV)	2.66	2.28	2.16	2.12	2.06	2.03	2.01	1.99	1.97
電動動力(BEV)	2.73	2.38	2.15	1.99	1.91	1.85	1.83	1.80	1.77
燃料電池車	5.25	4.55	4.02	3.54	3.22	2.96	2.76	2.56	2.36
小貨車	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
傳統車輛改善(汽油)	1.59	1.60	1.64	1.75	1.75	1.76	1.76	1.76	1.77
傳統車輛改善(柴油)	1.98	1.99	2.00	2.07	2.07	2.08	2.08	2.08	2.08
燃料電池車	6.86	6.14	5.18	4.29	3.88	3.55	3.29	3.03	2.77
混合動力(FHEV)	2.04	1.98	1.84	1.93	1.92	1.92	1.92	1.91	1.91
插電式混合動力(PHEV)	2.66	2.28	2.16	2.12	2.06	2.03	2.01	1.99	1.97
電動動力(BEV)	2.73	2.38	2.15	1.99	1.91	1.85	1.83	1.80	1.77
雙燃料動力	2.46	2.47	2.50	2.58	2.58	2.59	2.59	2.59	2.59

資料來源: AEO2013-New_Light-Duty_Vehicle_Prices-Reference_case



參數說明與參考文獻：小客貨車固定假設

- 年行駛里程：

- 小客車：目前所有車型皆設定15,000 公里
- 小貨車：目前所有車型皆設定20,000 公里

表 4 臺灣地區汽車平均每車行駛里程

單位：公里

年別	總計	大客車	大貨車	小客車	小貨車
92 年	19,276	100,647	52,245	17,603	20,133
93 年	19,843	110,813	54,708	18,007	21,287
94 年	20,133	102,241	54,140	18,395	21,714
95 年	20,673	100,748	55,924	18,759	23,383
增減率 (%)	2.7	-1.5	3.3	2.0	7.7

- 使用年限：

- 小客貨平均使用車齡9.3~11年，目前所有車型使用年限皆設定15年

資料來源: 交通部運研所，2006，運輸部門能源節約及溫室氣體減量潛力評估與因應策略規劃；臺灣地區汽油車輛CO₂排放推估方法之研究,96年成大碩士論文

專家意見回覆：第一次專家諮詢會

會議時間：2013年6月10日

小客車與小貨車

問題	回應說明
1. 小客貨車運輸成本設定相同，但燃油效率與採用技術不一樣，請說明其中緣由。	感謝專家。簡報所列為小客貨車運轉成本(包括車輛維護、保險及牌照稅等項目)。針對小客貨車行駛之燃油成本(燃油效率、年行駛里程相關)會由Taiwan 2050 Calculator 小組進行計算分析。
2. 小客車年行駛里程逐年下降，資料說明是因捷運提供服務，但小貨車年行駛里程亦因捷運原因解釋下降年行駛里程較不合理。	感謝專家。交通部統計處99年自用小客車使用狀況調查，平均每戶擁有自用小客車輛數1.6輛及最主要用途為通勤(學)及探視或接送。因此當公眾運輸發達，小客車年行駛里程設定15,000公里(95年研究資料18,000公里)；小貨車年行駛里程應較不受公眾運輸影響，小貨車年行駛里程修正為25,000公里(95年研究資料23,000公里)。
3. 小客車部分，建議其能耗效率、乘載率、車子重量等參數假設可更積極。	感謝專家。目前能效設定已包括動力系統效率提昇及車輛輕量化等改善效果，以目前假設汽油引擎能效已有49%改善率(2025年)，後續再針對專家意見評估是否調整能耗效率等參數設定。
4. 小客貨車L4車輛組成可以改變，小車數量增加。	感謝專家。Level 4 情境設計是以提高電動車輛滲透率為主要節能車輛選項，因此車廠推出的BEV車型應以小車為主。
5. 小客車假設情境設定是否已將環保署空保處「車輛二氧化碳管制標準(草案)」納入考量？該草案管制目標係以98年為基準年，於104年起達到小客車二氧化碳排放減量百分之十五的目標值，建請補充說明。	感謝專家。國內2015年小客貨車輛耗能標準將加嚴約15%，因此小客貨車Level 2 情境設計之小客車平均能耗在2015年達到17.1 km/l(符合未來能耗標準)，2025年小客車能耗達到26.3 km/l。
6. 情境設計內容建議考量補助措施；若以高成本購置節能車輛，請補充說明行駛里程達何數值後，對於消費者而言便可有利回收。	感謝專家建議。以2025年傳統汽油引擎小客車能耗22.04km/l及純電動車輛小客車能耗7.38 km/kWh來說明(假設2025年汽油價格 39.7元/公升,電價 3.10元/度)。汽油引擎車輛約5萬公里及純電動車輛則需70萬公里消費者才可回收。因此，政策上購置節能車輛鼓勵措施是有需要的。
7. 電動車輛發展成功要素:政策誘因、基礎設施建置(環境建置)、充電設施(友善性)，請補充說明情境規劃中其推動電動車之後續規劃。	感謝專家。低碳道路運輸:節能車輛運輸區域規劃、政策補助購置節能車輛 充電配套設施:充電的便利方便、公眾充電配套設施、充電標準化 宣傳及教育:消費者的教育、駕駛者行為模式的改變
8. 小客車的運輸需求滲透率與能耗變化情境規劃，相較於BLUE map的情境規劃，建議可參考UK最新發行之2 degree報告。	感謝專家建議。2°C Scenario (2DS)目標為2050年世界能源相關CO ₂ 排放量減至16Gt，目前參考之Blue MAP Scenario 為2050年世界能源相關CO ₂ 排放量減至14Gt。



專家意見回覆：第二次專家諮詢會

小客車與小貨車

會議時間：2013年7月23日

問題	回應說明
1. 2010年台灣地區之平均車輛油耗為14.35 km/l，但似乎與民眾認知有所出入，所以該數據之條件請於宣導時向民眾加以說明。	感謝專家意見。此數值為假設小客車及小貨車以FTP行車型態為基準,透過銷售量調和平均的計算所得到新車的燃油效率值實驗室數據。未來資料會特別註明數據之條件。
2. 各運具技術之市占百分比依據來源應說明，且應說明欲達成該目標應多做那些努力(產業、政府、個人)。	感謝專家意見。各運具技術之市占百分比說明如下;Level 1市占比主要依據US EIA Annual Energy Outlook 2013(Light Duty Vehicle)，再依2010年國內狀況修改而成。Level 2則依國內2015及2025年小客貨車能耗標準分別預估各車型市占百分比。Level 3依據IEA 2050 BLUE Map預估的市占百分比。Level 4則假設極大化全是電動車輛。
3. 微型汽車部分，未來可增加說明微型汽車為可能之發展趨勢，但因定位較為困難，因此現階段估算並未把微型汽車當作情境選項。	感謝專家意見。微型汽車是適合於都會地區短程使用的交通載具，不行駛於高速公路。在市區空氣污染及交通擁堵越來越嚴重情況下，微型汽車是有其市場條件，其中講究環保的微型電動汽車更有其優勢條件。
4. 交通部100年統計資料，小客車與小貨車年行駛里程約為14000公里。營業小貨車年行駛里程可達37000公里，自用小貨車則約為13000公里，但營業與自用小貨車比例約為9:1，可參考修正。	感謝專家意見。將再依交通部100年統計資料來進行數據修正，將小貨車平均年行駛里程修正為20,000公里。



Taiwan 2050 Calculator

運輸部門-

大客車、大貨車

情境設計與參數設定說明

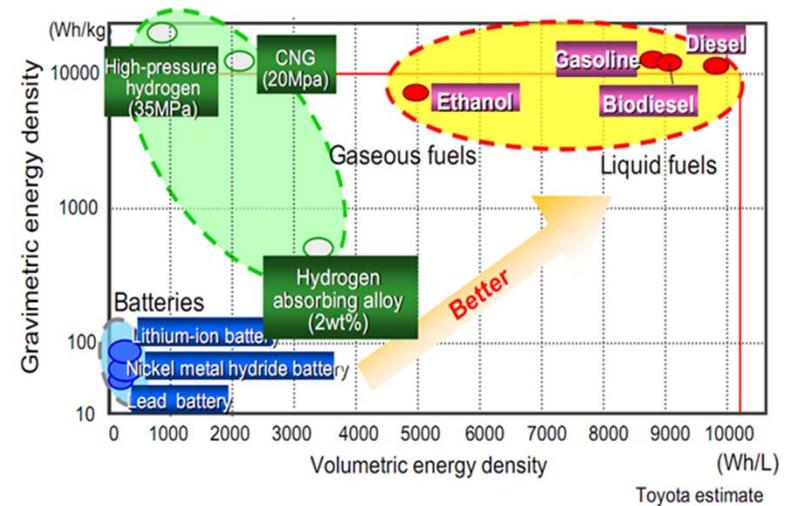
背景資訊：公路運輸趨勢背景說明

● 燃料特性：

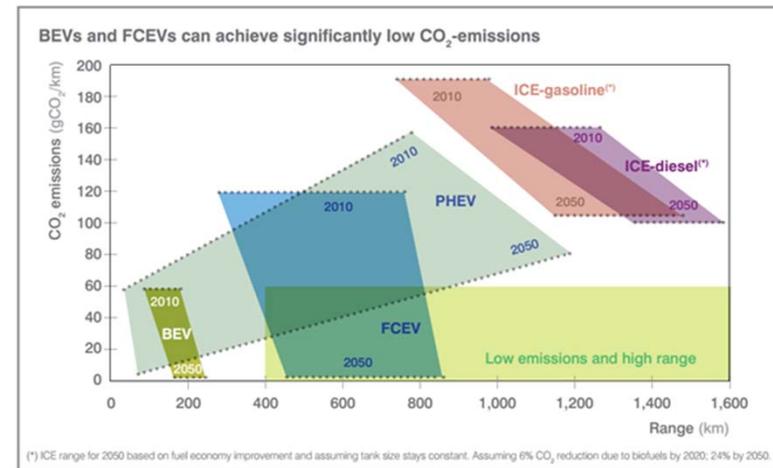
- 因存在能量密度巨大差異，運輸領域為使用石油比重最高，且移轉其他低碳能源比例最低，最僵固領域
- 氫能應用雖一度被密集研發，但儲氫，輸氫，安全，能量密度等多種因素，車輛實用性不高，目前國際展望已少列為重點
- 其他天然氣，沼氣等氣態燃料，或煤等固體燃料，生質能等，皆可轉換為液態燃料使用，即GTL,CTL,BTL
- 內燃機技術已成熟，各種燃料油耗決定於其能量密度與適用壓縮比
- 電池因能量密度不足，價格昂貴，充電耗時，僅適用於短程旅途使用

● 純電與燃料電池不會是高速公路長途運輸選項

資料來源：New Energy World-IG, "Fuel Cell and Hydrogen technologies in Europe," 2011



資料來源：Nobutaka Morimitsu, "Toyota's Perspective on Biofuels" 2007



(15) Report: 'A portfolio of powertrains for Europe: a fact-based analysis. The role of Battery Electric vehicles, Plug-in hybrids and Fuel Cell Electric Vehicles' (Nov 2010), p. 42

(16) Idem, p. 31



背景資訊：大型車技術特性說明

技術特性：

- 技術選項繁多：同一目標有不同組合可選
- 技術選項與車型相關：大型與小型車選項與效果不同
- 技術選項與使用情境有關：長途與短途產生效果不同
- 各項技術效果有相互影響：無法直接進行疊加計算

各車種以總效果而非各技術選項進行評估

Table 2.2. Summary of Truck Energy Intensity Improvement Potential

Item	Energy Intensity (gallons per ton-mile) Reduction Potential by 2050
Engine Improvements	
Turbocompounding	15–20%
Decreasing friction	
Electric auxiliaries	
Improved fuel injection	
Real-time combustion control	
Bottoming cycle	
Transmission and Driveline Improvements	
Decreasing friction	4–7%
Automated manual transmission	
Hybrid Powertrain	
For trucks operating in congested conditions and for vocational trucks that require stop-and-go operation and/or engine power take-off	5–10%
Other	
Aerodynamics	18–35%
Low rolling resistance tires	
Weight reduction	
Idle reduction	
Operational improvements – speed reduction	

Note: Energy intensity improvements are not additive. Independent improvements are combined by using the formula: $(1-a)(1-b) = (1-c)$, where a and b are independent improvements, and c is the total combined improvement. Not all improvements are independent.

Technology	Vehicle Segment							
	Service	Urban Delivery	Municipal Utility	Regional Delivery	Long Haul	Construction	Bus	Coach
Aerodynamics	Aft box taper	✓						
	Boat tail				✓	✓		
	Box skirts	✓						
	Cab side extension or cab/box gap fairings	✓						
	Full gap fairing				✓	✓		
	Full skirts				✓	✓		
	Roof deflector		✓					
Streamlining	✓						✓	
Lightweighting	Material substitution	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tires and Wheels	Automatic tire inflation on vehicle/tractor			✓	✓	✓		✓
	Automatic tire inflation on trailer			✓	✓			
	Low rolling resistance tires	✓		✓			✓	✓
	Low rolling resistance wide-base single tires		✓		✓	✓		
Transmission and Driveline	Aggressive shift logic and early lockup	✓		✓				
	Increased transmission gears	✓		✓				
	Transmission friction reduction	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Engine Efficiency	Improved diesel engine	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hybridization	Dual-mode hybrid	✓			✓			
	Parallel hybrid		✓				✓	✓
	Parallel hydraulic hybrid			✓				
	Series hybrid						✓	
Management	Predictive cruise control			✓	✓			✓
	Route management				✓			
	Training and feedback				✓			

資料來源：TIAx, “European Union Greenhouse Gas Reduction Potential for Heavy-Duty Vehicles,” 2011

資料來源：DOE, “Potential for Energy Efficiency Improvement Beyond the Light-Duty-Vehicle Sector,” 2013



背景資訊：大型車成本特性說明(1/2)

- 成本特性：
 - 高比例節能需多項技術整合
 - 邊際效應遞減
 - 成本增加與節能效益大約為三次式關係
- 本次評估以成本估計為節能效益三次方關係計算

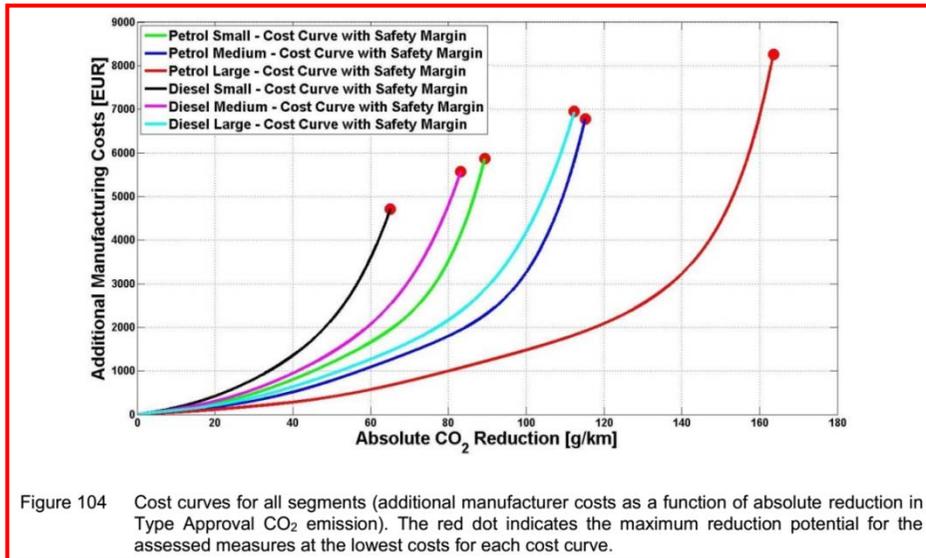


Figure 104 Cost curves for all segments (additional manufacturer costs as a function of absolute reduction in Type Approval CO₂ emission). The red dot indicates the maximum reduction potential for the assessed measures at the lowest costs for each cost curve.

資料來源：TNO, “Support for the revision of Regulation (EC) No 443/2009 on CO₂ emissions from cars, 2011

Table 5-9. Technology Options in the Coach Segment

Coach	Technology	Fuel Consumption Benefit (%)	Cost (2010€)	Added Weight	Included in AEA-Ricardo Combined Package?	Source
Aerodynamics	Streamlining	3 to 10	2,114	—	—	TIAX/NAS
	Aerodynamic fairings	1	350	—	Yes	AEA-Ricardo
	Spray reduction mud flaps	2	14	—	Yes	AEA-Ricardo
	Vehicle improvements using improved aerodynamics	4.1	—	—	Yes	AEA-Ricardo
Lightweighting	Material substitution – 1,500 lb (680 kg)	1.1	4,612	-1,500 lb (-680 kg)	—	TIAX/NAS
	Vehicle improvements using weight reduction	2.2	—	—	Yes	AEA-Ricardo
Tires and wheels	Low rolling resistance tires	1 to 2	184	—	—	TIAX/NAS
	Automatic tire inflation	0.4	269	—	—	TIAX/NAS
	Low rolling resistance tires	3	350	—	Yes	AEA-Ricardo
	Single wide tires	6	825	—	Yes	AEA-Ricardo
	Automatic tire pressure adjustment	2	11,790	—	Yes	AEA-Ricardo
Transmission and driveline	Transmission friction reduction	1 to 1.5	192	—	—	TIAX/NAS
	Automated manual	1.5	3,500	—	No	AEA-Ricardo
Engine efficiency	Advanced 11-15L engine with bottoming cycle (240 bar cylinder pressure, 4,000 bar supercritical atomization fuel injection, electrically boosted variable geometry turbocharger, improved closed-loop engine controls, bottoming cycle, electric accessories, peak thermal efficiency 51 to 53%)*	14.6 to 17.9	10,415	250 lb (113 kg)	—	TIAX/NAS
	Controllable air compressor	1	140	—	No	AEA-Ricardo
	Electrical turbocompound	2.5	7,000	—	Yes	AEA-Ricardo
	Heat recovery	2.5	11,570	—	Yes	AEA-Ricardo
	Powertrain natural improvement	6.2	—	—	Yes	AEA-Ricardo
Hybridization	Gen II parallel hybrid electric	9 to 13	26,902	500 lb (228 kg)	—	TIAX/NAS
	Pneumatic booster, air hybrid	1.5	800	—	No	AEA-Ricardo
	Stop/start system	3	640	—	No	AEA-Ricardo
	Full hybrid (electric)	10	24,000	—	Yes	AEA-Ricardo
	Flywheel hybrid	7.5	3,500	—	No	AEA-Ricardo
Management	Predictive cruise control	1 to 2	77	—	—	TIAX/NAS
	Predictive cruise control	5	1,400	—	Yes	AEA-Ricardo
Fuel efficiency improvements between 2010 and 2014 (baseline)		38	47,071	—	—	TIAX/NAS
Total combined package, TIAX		384 (32 to 43)	47,071	—	—	—
Total combined package, AEA-Ricardo		38	57,299	—	—	—

*Waste heat recovery from bottoming cycle

**The total combined benefit of individual fuel efficiency improvement technologies is calculated as follows: Combined fuel consumption benefit (%) = 100 x (1 - (1-FCB₁/100) x (1-FCB₂/100) x ... x (1-FCB_n/100)), where FCB_i is the percent fuel consumption benefit of the ith technology.

5-12

資料來源：TIAX, “European Union Greenhouse Gas Reduction Potential for Heavy-Duty Vehicles,” 2011

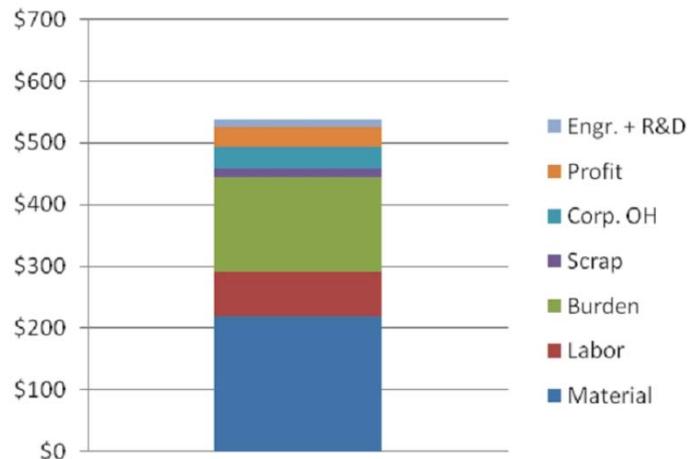
$$57299 = K_{Coach} * 38^3 \Rightarrow K_{Coach}$$

$$Cost = K \cdot Effect(\%)^3$$



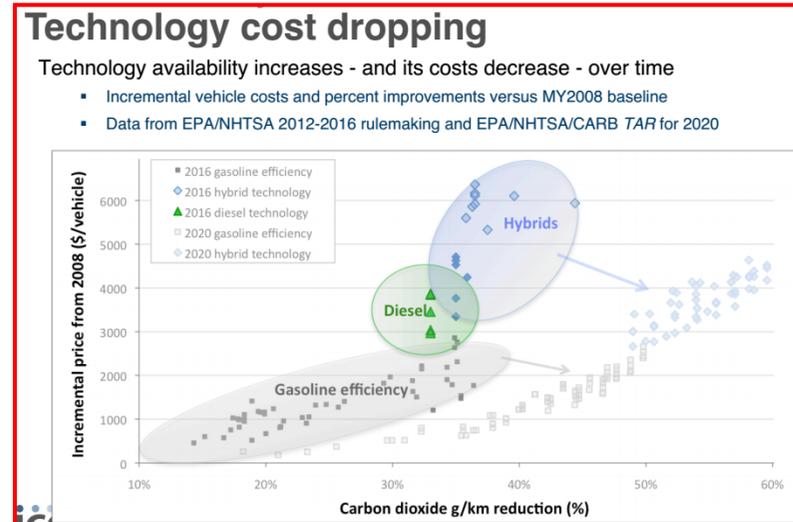
背景資訊：大型車成本特性說明(2/2)

- 成本遞減特性：
 - 同一技術因生產規模擴大,專技保護失效,技術擴散等原因,固定成本緩步下降
 - 但原物料等生產變動成本,因通膨而上漲,但最佳化設計與切換材料可抵消
 - 技術未成熟項目,成本下降幅度較大
- 車體等舊技術項目假設成本不變
- 新技術項目20年線性降至80%
- 電池項目10年線性降至40%



Incremental cost of turbocharged, downsized, gasoline direct-injection I4 engine broken down by cost category.

資料來源：“Assessment of fuel economy technologies for light duty vehicles,” ISBN 978-0-309-15607-3, 2011.



資料來源：ICCT, "EU vehicle technology study Background and results of Phase I," 2012



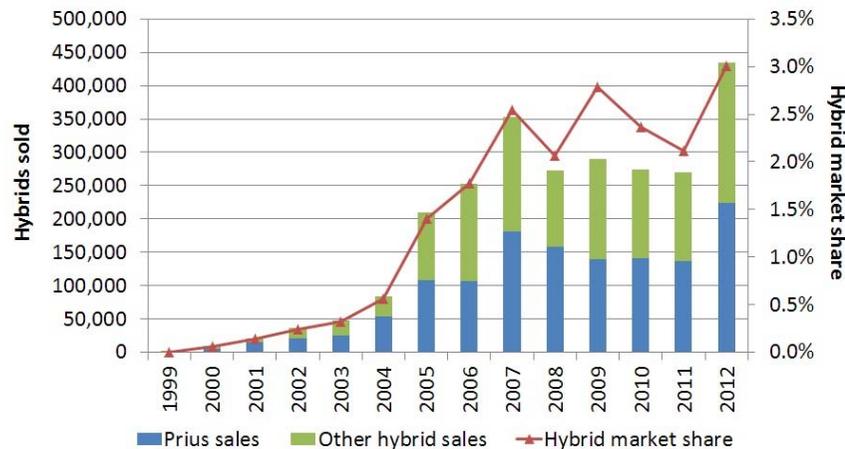
背景資訊：大型車穿透率特性說明

• 穿透率特性：

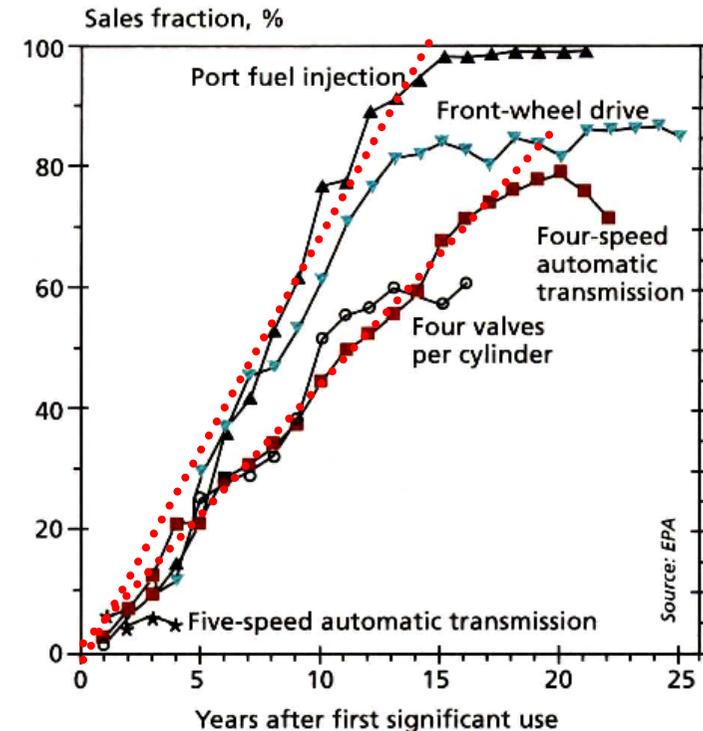
- 驗證困難與固定投資龐大,一般需15年才能完全取代
- 替換期間用線性評估誤差不大
- 能耗相關則於性價比相關,一般總里程1/3以下回收較好推動,1/2以上困難
- 混合動力目前於美國市場仍僅3%
- 長途大型車用油多,節能技術穿透率較高

• 本次評估以穿透率以10~15年線性方式評估

U.S. hybrid vehicle sales and market share, 1999 to 2012



mnordan.com | Sources: DOE Alternative Fuels Data Center, HybridCars.com.



It takes about 15 years or so for a technology to reach maximum market penetration.

資料來源：DOE, "Vehicle Technology Deployment Pathways An Examination of Timing and Investment Constraints," 2013

參考資料：<http://mnordan.com/2013/02/28/the-very-curious-hybrid-boom/>



情境設計說明：大客車與大貨車

■ 評估假設條件

- 未考慮運具替換
- 忽略石油枯竭價格劇升
- 因能量密度不足,國道使用排除純電電動
- 因氫能供應建設困難,燃料電池推廣機會低
- 新燃料(BTL,CTL)進入市場影響對油耗無

情境	說明
L1 (保守)	<ul style="list-style-type: none"> • 政府給予替換補助與目前相同。 • 排污法規嚴苛部份技術無法量產。 • 政府未制定大型車能耗改善目標。 • 新技術研發進度與接受度低迷。 • 市區公車銷售市場至2050年有50%為柴油引擎車輛，50%為混合動力車。
L2 (樂觀)	<ul style="list-style-type: none"> • 政府給予市區公車全面補助與公路車輛節能補助。 • 制定大型車省油率達20%。 • 高邊際效益技術項目成功研發。 • 消費者以成本回收評估技術選購。 • 市區公車銷售市場至2025年達到100%電能化，純電動力占比達10%。
L3 (前瞻)	<ul style="list-style-type: none"> • 政府全面給予潔淨動力系統補助。 • 制定大型車省油率達23%。 • 廠商大量投入，技術價格合理。消費者接受較長期的回收代價。 • 市區公車銷售市場至2020年達到100%電能化，純電動力占比達30%。
L4 (極大)	<ul style="list-style-type: none"> • 電能與內燃機技術皆研發成功。電能技術已達到經濟效益。 • 制定大型車省油率達29%，長程公路客貨運全面混合動力化。 • 市區公車銷售市場至2020年達到100%電能化，純電動力占比達70%。



情境設定說明：市區公車

市區大客車(公共汽車,校車,短程交通車)

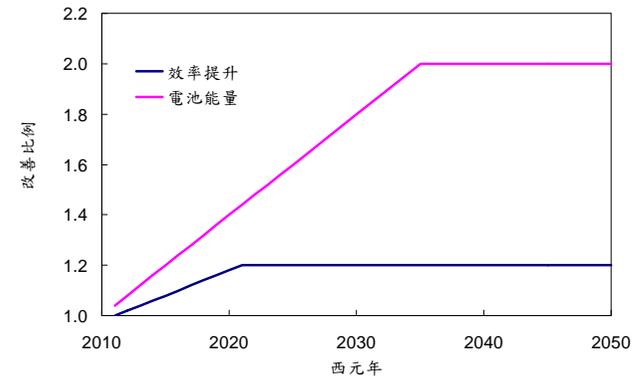
- 臺灣地狹人稠,機車對市區公車產生很大競爭,多數需靠補助經營
- 除台北市外,多使用國道退役車種,性能不佳
- 車速低常走停,具煞車回充混合動力具優勢
- 行駛里程短,電動動力因低排污具可行性

■ 情境1: 保守

- 政府無改善目前車輛老舊,排污法規趨嚴等施政計畫
- 業者以最低成本目標經營
- 主要依靠減阻輪胎,小規模輕量化等技術改善能耗

■ 情境2: 樂觀

- 政府全面給予市區公車等公共運輸工具補助
- 排污法規趨嚴,產生額外換用新技術驅動力



■ 情境3: 前瞻

- 政府制定大型車輛嚴苛能耗法規
- 政府全面補助市公車與交通車,鼓勵運具移轉至公共運輸
- 混合動力,輕量化材料等低速頻煩起動節能技術順利研發成功,價格合理

■ 情境4: 極大

- 因市區無排污等訴求,純電動動力或插電式混合動力得以推廣
- 政府制定嚴苛大型車輛能耗法規,雖經濟效益無法回收,業者亦採購極大節能效益車輛



情境設定說明：公路客運

公路大客車(長程客運與遊覽車)

- 台灣地理狹窄，但勞工保障不足，年里程較日歐美高
- 臺灣特殊靠行制度，經營壓力維持高使用率
- 政府制定強制規範年份規範強制更新

■ 情境1: 保守

- 現有靠行制度等維持，遊覽車業者經營壓力大，對節能技術完全以成本考慮
- 使用年份短，昂貴技術無法回受將被排斥
- 主要依靠減阻輪胎，小規模輕量化等技術改善能耗

■ 情境2: 樂觀

- 政府改善年份規範與靠行制度
- 政府對高節能效益技術項目補助
- 因使用期長業者可接受較昂貴但可回收技術選項
- 高行駛里程鼓勵業者新購車輛選用邊際效益較高節能技術

■ 情境3: 前瞻

- 政府制定大型車輛能耗法規
- 政府大量補助業者換購節能車輛
- 油電混合動力，油壓混合動力，輕量化材料等技術順利研發成功，價格合理

■ 情境4: 極大

- 因高里程要求，預估電動動力，燃料電池技術選項無法推廣
- 其他合乎車輛使用情境 節能技術皆順利研發成功並應用
- 政府制定嚴苛大型車輛能耗法規，雖經濟效益無法回收，業者亦採購極大節能效益車輛



情境設定說明：大貨車

大貨車

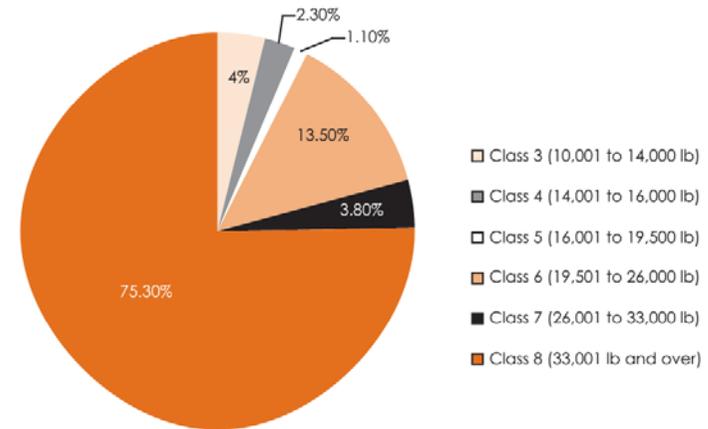
- 市際運輸 (>11T, ~20萬 km/y) 與市內配送 (<7.5T, ~5萬 km/y) 大小年里程差異甚大
- 市際運輸為主要耗能項目
- 年行駛里程長, 油耗高, 節能技術亦產生效益
- 因無乘客人身安全因素, 政府對大貨車管制低於大客車, 以經濟力驅動技術選項

■ 情境1: 保守

- 政府未制定大型貨車能耗標準
- 排污法規未趨嚴, 無清淨化驅動力
- 長期維持低油價, 高速公路路況良好, 運費高, 業者無強烈降低成本需求
- 主要依靠減阻輪胎, 導風罩等成熟高效益技術改善能耗

■ 情境2: 樂觀

- 政府制定大型貨車低要求能耗標準
- 排污法規趨嚴, 具清淨化新技術驅動力
- 經濟力驅動業者採購較佳邊際效益節能技術車輛



資料來源：NESCCAF, "Reducing Heavy Duty Long Haul Combination Truck Fuel Consumption and CO2 Emissions," 2009

■ 情境3: 前瞻

- 政府制定大型車輛能耗法規
- 油電混合動力, 油壓混合動力, 輕量化材料等技術順利研發成功, 價格合理

■ 情境4: 極大

- 因高里程要求, 預估電動動力, 燃料電池技術選項無法推廣
- 其他合乎車輛使用情境節能技術皆順利研發成功並應用
- 政府制定嚴苛大型車輛能耗法規
- 油價上漲等因素讓多數技術符合經濟效益

情境設定說明：市區公車滲透率與能效

滲透率：新增運具市占比例

市區公車	2010	2050			
		Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
傳統車輛改善(柴油)	98.88	49.84	0.00	0.00	0.00
混合動力(FHEV)	0.96	50.00	90.00	70.00	30.00
電動巴士(EV)	0.16	0.16	10.00	30.00	70.00

能效值：公里/單位燃料

市區公車	燃料別	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
傳統車輛改善(柴油)	柴油	2.8	3.02	3.3	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36
混合動力(FHEV)	柴油	3.5	4.03	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55
電動巴士(EV)	電力	0.85	0.89	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94

情境設定說明：公路客運與大貨車能效

- 受限於長程負重運輸用途，公路客運與大貨車至2050年各情境仍以傳統引擎改善為主，改善措施包含部分混合動力化。
- 能效單位：公里/公升柴油

公路客運	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
Level 1	3.02	3.38	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62
Level 2	3.02	3.38	3.78	3.78	3.78	3.78	3.78	3.78	3.78
Level 3	3.02	3.38	3.81	3.93	3.93	3.93	3.93	3.93	3.93
Level 4	3.02	3.38	3.81	4.11	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23
大貨車	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
Level 1	2.47	2.77	2.96	2.96	2.96	2.96	2.96	2.96	2.96
Level 2	2.47	2.77	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09
Level 3	2.47	2.77	3.11	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21
Level 4	2.47	2.77	3.11	3.36	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46

情境設定說明：市區公車成本

- 單位投資成本 (萬元/輛)：購買節能車輛所增加之購買成本
- 以2010「傳統車輛改善(汽油)」為基準：500萬
- Level 1~4 因各技術能效相同，因此投資成本亦相同

市區公車	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
傳統車輛改善(柴油)	100	85.0	70.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
混合動力(FHEV)	200	177.5	155.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0
電動巴士(EV)	300	215.3	130.5	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0

- 單位年運轉成本 (萬元/輛)：根據不同技術類別，以車輛價格2%~4%為運轉成本
- 包括車輛維護、保險及牌照稅等項目
- Level 1~4 因各技術能效相同，因此年運轉成本亦相同

市區公車	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
傳統車輛改善(柴油)	12	11.7	11.4	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
混合動力(FHEV)	24	20.3	19.7	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2
電動巴士(EV)	36	28.6	25.2	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6

情境設定說明：公路客運與大貨車成本

- 單位投資成本 (萬元/輛)：購買節能車輛所增加之購買成本
- 以2010「傳統車輛改善(柴油)」為基準：750萬(公路客運)與500萬(大貨車)

公路客運	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
Level 1	0	6.7	28.4	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7
Level 2	0	6.7	55.5	52.2	52.2	52.2	52.2	52.2	52.2
Level 3	0	6.7	62.4	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2
Level 4	0	6.7	62.4	155.9	213.9	213.9	213.9	213.9	213.9

大貨車	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
Level 1	0	3.4	14.4	13.4	13.2	13.1	13.1	13.1	13.1
Level 2	0	3.4	28.1	26.2	25.9	25.6	25.6	25.6	25.6
Level 3	0	3.4	31.6	45.3	44.7	44.2	44.2	44.2	44.2
Level 4	0	3.4	31.6	78.2	106.0	104.7	104.7	104.7	104.7

- 單位年運轉成本 (萬元/輛)：根據不同技術類別，以車輛價格3%~4%為運轉成本
- 包括車輛維護、保險及牌照稅等項目

公路客運	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
Level 1	22.5	22.7	23.4	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3
Level 2	22.5	22.7	24.2	24.1	24.1	24.1	24.1	24.1	24.1
Level 3	22.5	22.7	24.4	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2
Level 4	22.5	22.7	24.4	27.2	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9

大貨車	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
Level 1	20	20.1	20.6	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
Level 2	20	20.1	21.1	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
Level 3	20	20.1	21.3	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8
Level 4	20	20.1	21.3	23.1	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2



參數說明：大客貨車參數設定(2050年)

公路客運：

國道客運	省油率	替換年	投資
L1	17%	8	依改善率三次方關係評估
L2	20%	10	
L3	23%	10	
L4	29%	15	

大貨車：

國道貨車	省油率	替換年	投資
L1	17%	5	依改善率三次方關係評估
L2	20%	8	
L3	23%	10	
L4	29%	15	

市區公車：

市區公車	傳統改善	混合動力	電動	省油率	替換年
L1	50%	50%	0%	23%	10
L2	0%	90%	10%	32%	10
L3	0%	70%	30%	39%	10
L4	0%	30%	70%	53%	15

*替換年：定義為該運具技術完全取代市場上舊技術所需之年數



參數說明與參考文獻

- 擁有車數：
 - 2011運輸研究統計資料彙編(交通部統計資料)
- 平均耗能：
 - FY101車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究
 - 交通部運研所臺灣汽車燃料使用費徵收制度之評估研究
 - 1kwh=0.112462公升汽油.(25km/kWh電動車是40km/l汽油車的5.5倍能耗改善)
- 年維護成本：
 - 市區引擎動力,混合動力=2%
 - 國道引擎動力,混合動力大客車=3%,大貨車=4%(里程較長)
 - 混合動力=3%(引擎+電機)
 - 純電機=1%,更換電池攤提=4%



專家意見回覆：第一次專家諮詢會

大客車與大貨車(1/2)

會議時間：2013年6月10日

問題	回應說明
1. 小客貨車有設計公路運輸情境，但大客貨車無此設計內容，應補充兩者差異之設定說明。	感謝專家指教，由於交通部運輸研究統計資料，未區別貨運為市區與國道，僅於車型上有定義大、小型貨車。因此本次調查以小貨車為市區配送，大貨車雖部份大貨車應用於市區配送，但其使用油量相較國道貨運比例較低，因此大貨車部份以國道大貨車為代表。公車部份依交通部運輸統計客運分類，分為「公路客運」(城際)與「市區公車」兩類。
2. 請補充說明國道、市區、一般公路等定義範圍。例如，大貨車較少在市區使用，請說明情境規劃是否有涵蓋大貨車在市區使用範圍，以及大客車分為國道客運與市區客運，是否涵蓋一般公路客運。	感謝專家指教，因國道運輸大貨車使用油耗比例甚高，因此雖有部份大貨車為市區使用，但本次評估大貨車仍以國道運輸為主。公車部份依交通部運輸統計客運分類，分為「公路」(城際)與「市區」兩類。
3. 市區公車其電動車部分之L1、L2的配比皆為0，且到2050年市區公車其電動車部分都設0，與目前政府規劃方案不相符合，情境假設顯得過於保守。電動公車6200輛計畫(環保署和交通部規劃)可納入情境。	感謝專家提供資訊，將依據政府規劃調整L1、L2之市區公車電動化比例。
4. 長途貨車，若無其他新技術引進，達到50%改善率不易；現行重型貨車透過駕駛行為可達到25%的改善率，建議情境規劃可考量長途貨車改善率之可行性。	感謝專家指教，本次評比將國道大貨車評估較國道大客車高的考慮是其基值較低，以及車價較低。但其改善手段與國道大客車差異不大，將依據委員建議下調至同一改善率(40%)。



專家意見回覆：第一次專家諮詢會

大客車與大貨車(2/2)

會議時間：2013年6月10日

問題	回應說明
5. 市區公車部分，建議可考量輕軌電車的影響。	感謝專家指教，由於環保署和交通部規劃補助市區公車電動化，因此將修正市區公車為全電動化。
6. 公路運輸能耗標準四情境中，請補充說明政府制定20%，30%，40%所設計的評估憑據與帶來的節能貢獻。	感謝專家指教，本次評估國道運輸是以國際預測非純電車最樂觀之節能40%設為情境L4，其他L3、L2僅為內插結果，即先設定了節能效果才依據效果設計政府制定的油耗標準提升量。以節能新車取代舊車帶來節能效果，考慮使用中車輛龐大數量，需長期車輛逐步汰換後才能帶來成果，短期內需靠運具移轉，降低已掛牌車使用里程達到節能效果。
7. 大客貨車與小客貨車的定義，情境定義分為市區大於11噸，小貨車：7.5噸，此設定跟現行定義不同，建議修正與交通部統計資料相符，以便後續維護資料之便利。	感謝專家指教，目前評估項目畫分已依照交通部定義。雖然情境中說明部份超過3.5噸車輛用於市區配送，但油耗比例佔大貨車總量很小部份，因此未予計入，只是強調未來消費者習慣改變，超商與網購興起，市區配送需求將有所成長。
8. 氫能燃料電池應用，其情境設計過於保守。三菱重工願景2025年開發SOFC 800MW的燃料電池電廠，相當於一座核能電廠，相較目前執行團隊情境規劃則略顯保守。此外，美國亦重新研究燃料電池，主要是考量到頁岩氣，將使能源成本下降，建議考量此項國際能源趨勢。	感謝專家指教，由於氫能的能量密度低，運輸需管輸不宜車輸，輸儲設備需大幅投資，因此國際上氫能作為車用燃料的評估已不如過去樂觀。頁岩油等甲烷類替代燃料，估計以直接應用如CNG最為可行，若經過轉質，評估長鍊化(GTL)可適用現有車輛與延用燃料供應系統，較具競爭力。



專家意見回覆：第二次專家諮詢會

大客車與大貨車

會議時間：2013年7月23日

問題	回應說明
1. 氣態氫之能量密度遠小於液態燃料，但是2050年之燃料電池可能不必使用或間接使用氫，可能用液態燃料直接轉換，如此就沒有能量密度問題，因此不宜直接認定不適合大型客貨運車輛使用。	感謝專家指正，過去轉質型燃料電池的成本與效益不如混合動力車，因此未納入考慮。未來將追蹤技術發展現況，若有突破性發展可取代內燃機混合動力車之技術，則再進行修正。
2. 國道客運L1~L4之省油率恰與大貨車相同，是否為巧合？	感謝專家指正，由於假設國道車輛皆以改善內燃機為主要節能技術，客運與貨運將使用相同的技術，因此設定之相同的節能目標。
3. 公路客運與國道客運仍有差異，公路客運L1~L4省油率幅度較國道客運為大，是否因公路客運原先較國道客運差，因此至2050年改善幅度較國道客運大？	感謝專家指正，主要原因是由於部份公路客運行駛里程短，假設可轉用電動動力，因此節能效果較純內燃機改善為大。
4. 市區公車在不同地區之技術數據差異性很大，請說明所使用的數據是否為考量全國各地區之平均值？	感謝專家指正，目前節能改善比例引用國際文獻，油耗則參考運研所101年“車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究”報告2.1節國內大客車之現況全國平均調查結果。
5. 各運具技術之市占百分比依據來源應說明，且應說明欲達成該目標應多做那些努力(產業、政府、個人)。	感謝專家指正，參考過去國外如美國Café的經驗，車輛節能技術的市佔率是由油耗目標決定。由於目前車輛界節能技術皆有研發，採用何者技術主要是受到法規指引。因此到達節能目標政府努力方向為考慮成本與校績效制定合理到的節能目標，產業負責技術研發與應用，消費者則必需認知節能與清淨需付出代價，及改變車輛使用習慣。



Taiwan 2050 Calculator

運輸部門-

機車

情境設計與參數設定說明



情境設計說明：機車

情境	說明
L1 (保守)	<ul style="list-style-type: none">電池技術未突破，電動車續航里程未顯著提升。政府未推行禁摩及節能車補助政策。主要節能技術為無段變速系統CVT高效率化以及惰轉停止等。
L2 (樂觀)	<ul style="list-style-type: none">政府給予節能車輛少數補助。污染排放與油耗標準小幅提高，內燃機機車對應成本增加。電池成本小幅降低，政策補貼政策促使電動車於銷售市場占比達30%。國內運輸狀況與目前相當，多數機車為通勤使用。
L3 (前瞻)	<ul style="list-style-type: none">電動車於短程已具成本與性能優勢。銷售市場占有率達60%。充電環境形成或抽取電池家庭充電已足供行駛里程需求。大眾運輸建設成長，較多機車轉為家庭與車站間接駁使用。
L4 (極大)	<ul style="list-style-type: none">電動動力技術突破，短程運具已全面電動化，衍生多樣化產品取代大多數小客車功能，銷售市場占有率達95%。內燃機引擎機車為偏遠山區等特殊情境使用。



情境設定說明：機車

機車

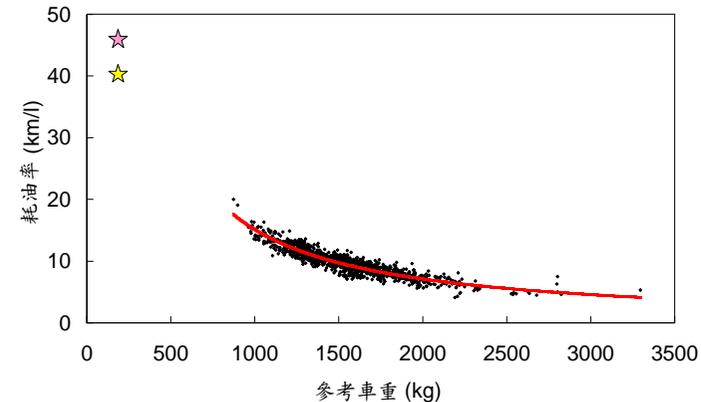
- 目前小型機車對汽車具相當節能優勢
- CVT速克達效率低具調升空間
- 其他技術因體積,重量,效益因素不易實現
- 國內具世界一級排污標準為新技術推力

■ 情境1: 保守

- 排污法規未趨嚴,無清淨化驅動力
- 長期維持低油價無牌照稅等政策
- 主要依靠提高傳動效率節能

■ 情境2: 樂觀

- 排污法規趨嚴,具清淨化新技術驅動力
- 惰轉休止等低階混合動力研發成功,成本增加十分有限
- 消費者接受小型車輛



資料來源：經濟部能源局，”車輛油耗指南”，FY87~FY97

■ 情境3: 前瞻

- 節能技術大幅投資,研發成功,價格合理
- 消費者環保意識高昂,願意接受經濟不能回收技術
- 政府對換購節能車輛補助

■ 情境4: 極大

- 嚴苛機車排污與耗能標準,內燃機已無競爭力,僅於 off road 等特殊情境使用
- 電動動力技術成熟,足以應付續航力較短使用情境
- 電動機車延伸微型車輛逐步取代傳統小客車接駁與通勤功能



情境設定說明：機車滲透率與能效

滲透率：新增運具市占比例

機車	2010	2050			
		Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
傳統車輛改善(汽油)	99.95	90.00	70.00	40.00	5.00
電動機車	0.05	10.00	30.00	60.00	95.00
氫能電池車	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

能效值：公里/單位燃料

Level 1	能源別	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
傳統車輛改善(汽油)	汽油	45	49.5	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0
電動機車	電力	25	27.5	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
燃料電池車	氫能	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Level 2	能源別	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
傳統車輛改善(汽油)	汽油	45	51.8	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5
電動機車	電力	25	28.8	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5
燃料電池車	氫能	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Level 3	能源別	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
傳統車輛改善(汽油)	汽油	45	54.0	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0
電動機車	電力	25	30.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
燃料電池車	氫能	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Level 4	能源別	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
傳統車輛改善(汽油)	汽油	45	56.3	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5
電動機車	電力	25	31.3	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5
燃料電池車	氫能	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



情境設定說明：機車成本

- 單位投資成本(萬元/輛)：購買節能車輛所增加之購買成本
- 以2010「傳統車輛改善(汽油)」為基準：6萬

機車		2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
Level 1	傳統車輛改善(汽油)	0	0.6	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	電動機車	0	0.5	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	燃料電池車	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Level 2	傳統車輛改善(汽油)	0	0.7	1.7	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	電動機車	0	0.5	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	燃料電池車	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Level 3	傳統車輛改善(汽油)	0	0.8	2.0	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
	電動機車	0	0.6	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	燃料電池車	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Level 4	傳統車輛改善(汽油)	0	1.1	2.7	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	電動機車	0	0.6	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	燃料電池車	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- 單位年運轉成本(萬元/輛)：以車輛價格1%~3%為運轉成本
- 包括車輛維護、保險及牌照稅等項目

機車		2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
Level 1	傳統車輛改善(汽油)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	電動機車	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	燃料電池車	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Level 2	傳統車輛改善(汽油)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	電動機車	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	燃料電池車	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Level 3	傳統車輛改善(汽油)	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	電動機車	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	燃料電池車	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Level 4	傳統車輛改善(汽油)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	電動機車	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	燃料電池車	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2



參數說明與參考文獻

機車技術參數設計(2050年)：

機車	傳統	電動	燃料電池	省油率	替換年
L1	90%	10%	0%	22%	10
L2	70%	30%	0%	32%	10
L3	40%	60%	0%	47%	10
L4	5%	95%	0%	64%	10/15

*替換年：定義為該運具技術完全取代市場上舊技術所需之年數

- 擁有車數：

- 2011運輸研究統計資料彙編(交通部統計資料)

- 平均耗能：

- 電動機車(現況)：25km/kWh (工研院產業經濟與趨勢研究中心IEK調查整理)
 - 1kwh=0.112462公升汽油。(25km/kWh電動車是40km/l汽油車的5.5倍能耗改善)



專家意見回覆：第一、二次專家諮詢會

機車(第一次專諮會)

會議時間：2013年6月10日

問題	回應說明
1. 機車一頁說明部分，微型汽車等多樣類型，建議情境內容暫不考量微型汽車部分，因微型汽車取代對象未確定，且微型汽車會因國家道路建設、路網指派規劃等項目造成不同的發展結果。	感謝專家指教，一頁說明僅表達電動車未來種類可能會多樣化的情境，實際評估項目中只有小客車與機車兩種項目，並未有微型汽車項目。
2. 電動車未來可全面取代，機車污染標準訂得再嚴也沒用；此外，若未來GDP成長3倍，若經濟發展則機車應該會慢慢消失。經濟發展越發達，機車的使用率可能降低，或幾乎全部改為電力驅動，其原因在於民眾對環境污染的忍受與需求。	感謝專家指教，情境假設如同委員建議，更高的能耗或污染排放，機車用內燃機對應十分困難，已無經濟效益，將轉為純電動車。佔比中仍保留少數內燃機機車，僅為偏遠充電不易，或長途行駛等特殊情境下使用。

機車(第二次專諮會)

會議時間：2013年7月23日

問題	回應說明
1. 電動機車出現頻率越來越高，民眾也更能接受，因此到2050年應已無內燃機機車，主要原因可能是環保問題。	感謝專家指正，情境四已盡量降低內燃機比例，僅部份內燃機提供供電充電不便等特殊情境服務。參考目前off-rode不需符合排污法規之ATV與傳統機車的市佔率比例，調降內燃機車比例至5%。
2. 各運具技術之市占百分比依據來源應說明，且應說明欲達成該目標應多做那些努力(產業、政府、個人)。	感謝專家指正，如大客貨車說明，機車亦為耗能法規設定目標來決定技術市佔率。