

附件一、112 年度臺中市城市層級溫室氣體盤查
分析綜合報告

113 年臺中市溫室氣體盤查暨節能輔導計畫

112 年度臺中市城市層級溫室氣體盤查分析 綜合報告

113 年 12 月

目錄

一、目的說明	1
二、臺中市城市層級溫室氣體盤查作業	1
(一) 臺中市盤查邊界設定	1
1. 盤查區間設定	1
2. 盤查溫室氣體種類界定	1
3. 地理邊界設定	1
4. 排放邊界設定	2
(二) 排放源鑑別	3
(三) 排放源量化	4
(四) 數據品質管理	6
1. 數據等級評分	6
2. 清冊級別	6
三、臺中市溫室氣體排放分析	7
(一) 臺中市 112 年溫室氣體排放量現況	7
(二) 數據品質管理	8
(二) 臺中市歷年部門別與人均排放評析	11
1. 能源部門	12
2. 工業製程部門	16
3. 農業部門	18
4. 廢棄物部門	20
四、國內縣市(六都)排放趨勢評析	22
(一) 臺北市溫室氣體排放趨勢	23
(二) 新北市溫室氣體排放趨勢	26
(三) 桃園市溫室氣體排放趨勢	28
(四) 臺南市溫室氣體排放趨勢	30
(五) 高雄市溫室氣體排放趨勢	32
五、結論與建議	35
(一) 臺中市 112 年溫室氣體排放量現況	35
(二) 本市溫室氣體可行減量策略建議	35
1. 能源部門	35
2. 工業製程部門	35
3. 農業部門	36
4. 廢棄物部門	36

表目錄

表 1、五大部門之排放源鑑別.....	3
表 2、縣市層級溫室氣體盤查排放源資料蒐集一覽表.....	4
表 3、數據誤差等級評分對照表.....	6
表 4、清冊平均分數與級別.....	6
表 5、112 年臺中市部門別溫室氣體總排放量.....	8
表 6、排放源誤差等級列表.....	9
表 7、本市能源部門近三年排放量趨勢.....	13
表 8、轄內納管事業常見減量措施實施家數與占比.....	15
表 9、本市工業製程部門近三年排放量趨勢.....	16
表 10、本市農業部門近三年排放量趨勢.....	18
表 11、2016 與 2024 國家清冊畜禽腸胃道發酵與糞尿處理排放係數比較.....	19
表 12、本市廢棄物部門近三年排放量趨勢.....	20
表 13、國內六都公告溫室氣體排放量總覽.....	22
表 14、臺北市各部門 111、112 年溫室氣體排放量統整.....	23
表 15、新北市各部門 109 年、110 年溫室氣體排放量統整.....	26
表 16、桃園市各部門 110 年、111 年溫室氣體排放量統整.....	28
表 17、臺南市各部門 110 年、111 年溫室氣體排放量統整.....	30
表 18、高雄市各部門 110 年、111 年溫室氣體排放量統整.....	32

圖目錄

圖 1、臺中市行政轄區盤查邊界範圍.....	2
圖 2、112 年臺中市溫室氣體排放各部門佔比.....	7
圖 3、臺中市 105 年至 112 年溫室氣體淨排放量與人均排放量趨勢.....	11
圖 4、近三年能源部門各類別平均排放量佔比.....	12
圖 5、近三年能源部門排放趨勢.....	12
圖 6、近三年能源部門各類別排放趨勢.....	14
圖 7、本市近三年工業製程部門排放量趨勢.....	16
圖 8、本市工業製程部門近三年排放量分析.....	17
圖 9、廢棄物部門近三年排放量趨勢圖.....	20
圖 10、臺北市近三年溫室氣體排放（不含碳匯）與人均排放量趨勢.....	25
圖 11、新北市近三年溫室氣體排放（不含碳匯）與人均排放量趨勢.....	27
圖 12、桃園市近三年溫室氣體排放（不含碳匯）與人均排放量趨勢.....	29
圖 13、臺南市近三年溫室氣體排放（不含碳匯）與人均排放量趨勢.....	31
圖 14、高雄市近三年溫室氣體排放（不含碳匯）與人均排放量趨勢.....	34

一、目的說明

為掌握臺中市碳排放基線特性與溫室氣體減量空間，藉由建立城市層級溫室氣體排放量、資料庫、人均排放量調查與彙整工作之執行，研析歷年臺中市溫室氣體排放量與趨勢變化，並提出可行之減量策略，以及評析國內其他五都的碳排放趨勢。

二、臺中市城市層級溫室氣體盤查作業

本團隊依循環境部於 106 年修訂之「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」進行臺中市城市層級溫室氣體盤查作業，並以臺中市地理行政轄區範圍（29 個行政區）為碳盤查範疇邊界。

（一）臺中市盤查邊界設定

1. 盤查區間設定

為使盤查資訊具有自我比較意義，本次盤查將依循臺中市歷年盤查區間，將本次盤查區間設定為 2023 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日。

2. 盤查溫室氣體種類界定

根據縣市溫室氣體盤查指引，應盤查溫室氣體包含二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亞氮(N₂O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)、三氟化氮(NF₃)及其他經中央主管機關公告者，前述氫氟碳化物屬「蒙特婁議定書¹」(Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer)已規範者除外。

3. 地理邊界設定

本計畫針對臺中市溫室氣體排放量進行盤查，故盤查邊界設定係以行政轄區為邊界，即為臺中市所轄之市區、山線、海線、屯區等四大地區，包含 29 個行政區皆為本次溫室氣體盤查之地理範圍，如圖 1 所示。

¹ 蒙特婁議定書規範 https://air.moenv.gov.tw/envtopics/AirQuality_10.aspx

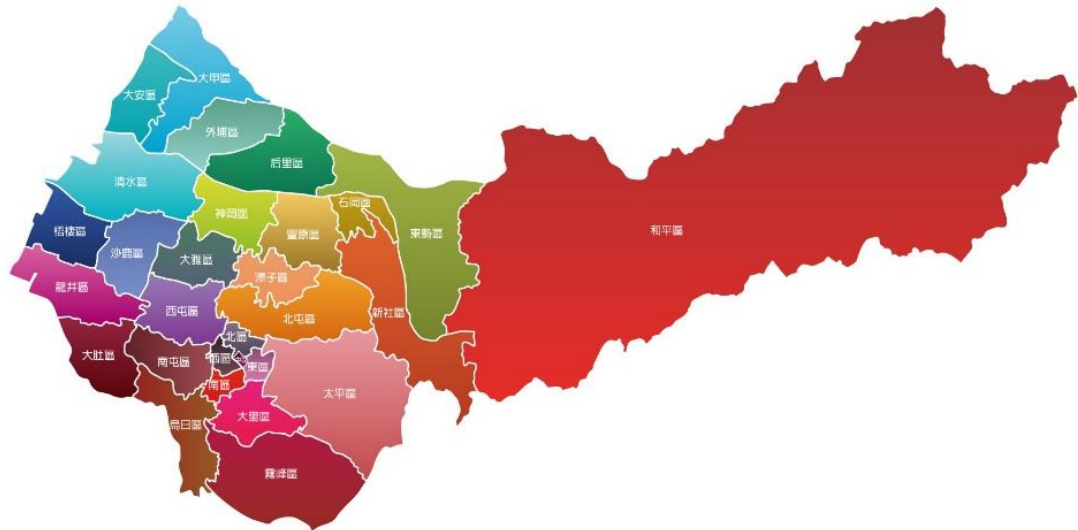


圖 1、臺中市行政轄區盤查邊界範圍

4. 排放邊界設定

同時，為詳實掌握並釐清臺中市的溫室氣體排放責任，須進一步將溫室氣體排放源及碳匯分類為直接排放（範疇一）、能源間接利用排放（範疇二）及其他間接排放（範疇三），各範疇排放定義說明如下：

- 範疇一(Scope 1)：邊界內住宅、商業及機關設施、農林漁牧、工業及國內運輸燃料使用造成之排放。
- 範疇二(Scope 2)：邊界內住宅、商業及機關設施、農林漁牧、工業及國內運輸使用外購能源(如電力、蒸氣等)造成之排放。
- 範疇三(Scope 3)：邊界外所產生之排放。包括跨國境之運輸所造成之排放。

依據環境部指引，上述三類範疇之排放量，範疇一及二之所有排放源必須進行定量；而範疇三因量化方法涉及範圍廣泛，計算所需求之相關數據蒐集困難，且不易確認其準確性，因此範疇三現階段僅需定性說明。

(二) 排放源鑑別

釐清盤查邊界後，需進一步調查邊界內各部門所涵蓋的排放源，為完整掌握整體排放之狀況，應完整計算各部門範疇一及範疇二之排放。依據縣市盤查指引說明，應盤查之溫室氣體排放源涵蓋能源(住商及農林漁牧、工業、運輸)、工業製程、農業、林業及其他土地利用、廢棄物等五大部門，各部門排放源說明如下

表 1、五大部門之排放源鑑別

部門		說明
能源	住商及農林漁牧	涵蓋邊界內住宅、商業及機關設施、農林漁牧、工業及運輸等能源使用，排放源則主要來自燃料燃燒及能源消費（包含電力等外購能源）。
	工業	
	運輸	
工業製程		涵蓋邊界內工業製程活動及產品使用之非能源之原（物）料等排放源，依據 IPCC 國家溫室氣體清冊指南，需列出包含礦業、化學工業、金屬工業、電子業等產業製程及產品使用可能牽涉之排放源。
農業		包含邊界內之水稻田及飼養禽畜；其中農業以稻田面積及耕作方式估算稻作排放，畜牧業涵蓋包括牛、羊、豬、雞等各類禽畜，其胃腸道內發酵及排泄物處理所造成之甲烷及氧化亞氮排放。
林業及其他土地利用		統計對象包括邊界內之林業與土地利用改變等。林地溫室氣體管理上擔任碳貯存的角色，臺中市應統計其邊界內碳貯存量的變化，轉換為 CO ₂ e 表示並獨立報告。若在資料可取得情形下，亦應盡量統計因土地利用變化產生之碳貯存量的變化。
廢棄物		廢棄物部門涵蓋臺中市行政轄區內之各式掩埋場、堆肥處理、焚化廠與露天燃燒、生活污水及事業廢水處理等排放源。

(三) 排放源量化

縣市溫室氣體盤查指引中已針對不同部門別的排放源特性提供完整的排放量估算方式，其中主要以排放係數法作為量化公式。本團隊依據指引彙整計算所需數據與資料來源如表 2，碳排放係數引用環境部 108 年公告「溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版」與能源署公告之 112 年電力排放係數；全球暖化潛勢值(GWP)則依環境部 113 年 3 月公告，採 IPCC 第五次評估報告(AR5)之 GWP 值。

表 2、縣市層級溫室氣體盤查排放源資料蒐集一覽表

部門別	排放源	數據	資料來源
能源	住商及農 林漁牧	電力	電力使用量
		燃料	台灣電力公司-縣市用電統計
			住宅商業機構及農 林漁牧之燃料總用 量
			經濟部能源署-能源平衡表
			臺中市及全國人口 數
	工業	燃料	內政部戶政司-歷年全國人口 統計資料
			動力漁船馬力數
			農業部漁業署-漁業統計年報
			農業部統計資訊網-農業統計 年報
		電力	電力使用量
	運輸	軌道運輸	台灣電力公司縣市用電統計
			環境部固定空氣污染源綜合 查詢系統、環境部氣候變遷署 -事業溫室氣體排放量資訊平 台盤查清冊數據（排放清冊表 五-固定燃燒排放量）
			台鐵統計年報、高鐵永續報告 書、臺中捷運公文調閱
		道路運輸	客(貨)運量
			臺中市統計資料查詢、高鐵官 網
			行駛里程
			台鐵統計年報
			燃料使用量
			經濟部能源署-各縣市汽車加 油站汽柴油銷售統計月資料、 台中市加氣站

部門別		排放源	數據	資料來源
		航運	燃料使用量	經濟部能源署-能源平衡表
			國內航線班機載客率及市場占有率	交通部民用航空局-年度統計資料
			邊界內國際出境載客人數	交通部民用航空局-年度統計資料
		海運/水運	燃料使用量	經濟部能源署-能源平衡表
			邊界內國內(際)出港貨運量	臺灣港務股份有限公司－臺中港務分公司統計數據
工業製程		電子業	應申報排放源之盤查清冊數據	環境部氣候變遷署-事業溫室氣體排放量資訊平台盤查清冊數據(製程排放量加上逸散排放量扣除化糞池排放量)
		礦業		
		化學工業		
		金屬工業		
		其他		
農業	農田	水稻田	稻作種植收穫面積	農業部-農業統計年報
	牲畜和糞便管理	畜禽	各種類牲畜之數量	農業部-畜禽統計調查結果、農業部-農業統計年報、環境部-中華民國國家溫室氣體清冊報告
廢棄物	固體廢棄物處理	掩埋處理	掩埋量、廢棄物比例	臺中市政府環境保護局-臺中市環境保護統計年報
		生物處理	堆肥量	臺中市政府環境保護局-臺中市環境保護統計年報
	回收甲烷總量			
	廢棄物焚化	焚化	焚化量、售電率、碳可燃份	環境部環境管理署焚化廠營運管理資訊系統統計年報
	廢水處理	生活污水	污水處理率	內政部營建署-全國污水下水道用戶接管及普及率及整體污水處理率統計表
			臺中市人口數	內政部戶政司-人口資料統計
			年人均蛋白質消耗量	農業部-糧食平衡表
林業及其他土地利用		碳匯變化量	林地面積	農業部農業統計年報
			林業損失	農業部林務局林業統計電子書

(四) 數據品質管理

1. 數據等級評分

完整之盤查數據品質管理可供持續改善與檢討盤查成果，管理時應同時考量定性及定量之程序。定性時應確認組織邊界範圍與盤查目的具相關性，並已完整鑑別排放源；定量時則應確認活動數據之引用是否正確，排放係數與活動數據單位是否一致，並保存計算公式與佐證文件。

為確實管理數據品質，應採用溫室氣體數據誤差等級分類與評分區間範圍等定性結果。排放源之數據誤差等級計算方式(等級評分如表 3)如下，原則等級數字越低越好：

$$\text{排放源之數據誤差等級} = \text{活動數據誤差等級} \times \text{排放係數誤差等級}$$

表 3、數據誤差等級評分對照表

等級 項目	1 分	2 分	3 分
活動數據 誤差等級	盤查統計數據	縣市層級統計數據	特定來源估算數據
排放係數 誤差等級	區域公告排放係數	國家公告排放係數	國際公告排放係數

2. 清冊級別

清冊等級總平均分數係加總所有排放源之數據誤差等級與排放量占比之乘積，將各排放源數據來源經上述說明計算判定等級，依據縣市層級溫室氣體盤查計算指引 106 年版本將數據品質誤差平均分數以表 4 進行分類，藉以判別清冊級別。

表 4、清冊平均分數與級別

平均分數	1-3 分	4-7 分	8-9 分
清冊級別	第一級	第二級	第三級

三、臺中市溫室氣體排放分析

(一) 臺中市 112 年溫室氣體排放量現況

臺中市 112 年溫室氣體總排放量為 3,509 萬 1,909 公噸 CO₂e，其中範疇一排放量(直接排放)為 1,817 萬 5,284 公噸 CO₂e，佔總排放的比例為 51.79%，而範疇二排放量(電力使用)為 1,691 萬 6,624 公噸 CO₂e，佔總排放量的比例為 48.21%，顯示臺中市範疇一排放略高於範疇二。若納入林業碳匯吸收量，112 年臺中市淨排放量為 3,436 萬 7,741 公噸 CO₂e。

為協助各地方政府完整掌握轄區內排放特性與各類型排放源之排放狀況，將本市溫室氣體排放量依據「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」分成五大部門，分別為能源部門（住商及農林漁牧、工業、運輸）、工業製程、農業、廢棄物與森林碳匯。本市 112 年溫室氣體排放量以能源部門排放為主，總佔比約為 70.86%，其次為工業製程部門，佔比為 28.23%，各部門溫室氣體排放量佔比如圖 2 所示。

112年臺中市溫室氣體排放量

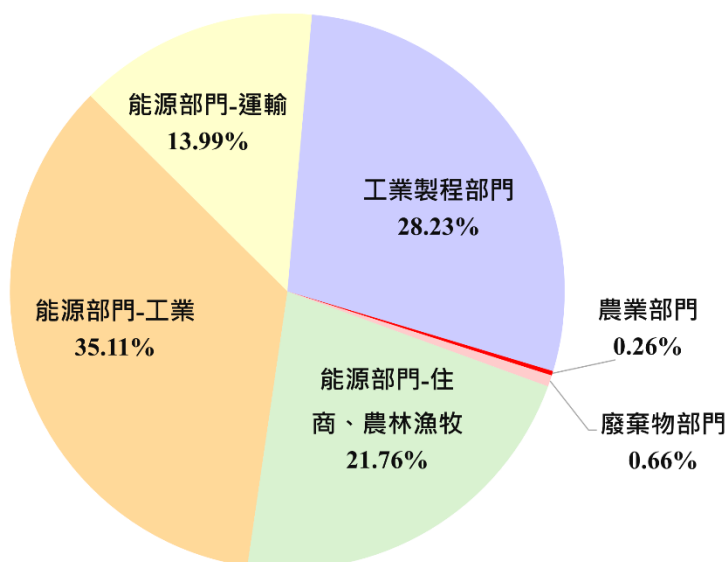


圖 2、112 年臺中市溫室氣體排放各部門佔比

人均排放量部分，本市 112 年人均溫室氣體年排放為 12.08 公噸 CO₂e，扣除工業能源使用及工業製程則為 4.52 公噸 CO₂e，人均能源使用排放量為 8.74 公噸 CO₂e。本市 112 年各部門排放列表與人均排放量，如表 5。

表 5、112 年臺中市部門別溫室氣體總排放量

部門		範疇一排放量 (公噸 CO ₂ e/年)	範疇二排放量 (公噸 CO ₂ e/年)	部門排放量 (公噸 CO ₂ e/年)	部門排放 占比(%)
能源	住商及農 林漁牧	1,174,612.36	6,459,656.21	7,634,268.57	21.76%
	工業	1,975,563.91	10,346,788.19	12,322,352.10	35.11%
	運輸	4,798,386.62	110,180.03	4,908,566.65	13.99%
工業製程		9,905,355.69	--	9,905,355.69	28.23%
農業		91,363.08	--	91,363.08	0.26%
廢棄物		230,003.18	--	230,003.18	0.66%
林業及其他土 地利用		--	--	724,167.77	--
總排放量		18,175,284.83 (51.79%)	16,916,624.43 (48.21%)	35,091,909.26 (100%)	--
淨排放量 (扣除碳匯)		--	--	34,367,741.49	--
人均淨排放量（公噸 CO ₂ e/年）				12.08	--
112 年臺中市人口數(人)				2,845,909	

(二) 數據品質管理

本次盤查清冊誤差等級分數為 3.63 分，數據品質管理屬於第二級，主要原因為能源部門與工業製程部門為本市主要排放源。能源部門之排放量以電力排放為主，本市電力活動數據來自於台電縣市用電資訊，屬於活動數據誤差等級第二級，而排放係數則引用經濟部能源署的「112 年電力探排放係數」，屬於排放係數誤差等級之國家公告排放係數，為第二級。而工業製程排放量之活動數據則為引用「環境部事業溫室氣體排放量資訊平台」之數據，屬於盤查統計數據，為活動數據誤差等級第一級，而事業引用之排放係數多為國家公告之係數，為排放係數誤差等級第二級。

表 6、排放源誤差等級列表

部門	類別	細項	排放量	排放源之 總排放量 占比	誤差等級		
					活動 數據	排放係 數	排放源
能源	住宅	電力	3,218,216.04	9.17%	2	2	0.366833
		燃料	612,200.60	1.74%	3	2	0.104674
	商業 機關	電力	3,159,532.20	9.00%	2	2	0.360144
		燃料	525,926.33	1.50%	3	2	0.089923
	農林 漁牧	電力	81,907.96	0.23%	2	2	0.009336
		燃料	36,485.43	0.10%	3	2	0.006238
	工業	電力	10,346,788.19	29.48%	2	2	1.179393
		燃料	1,975,563.91	5.63%	3	2	0.337781
	運輸	軌道	110,180.03	0.31%	2	2	0.012559
		公路	4,798,386.62	13.67%	2	2	0.546951
工業 製程	電子業		385,663.98	1.10%	1	2	0.021980
	礦業		28,344.16	0.08%	1	2	0.001615
	化學工業		456,769.36	1.30%	1	2	0.026033
	金屬工業		9,022,299.55	25.71%	1	2	0.514210
	其他		12,278.65	0.03%	1	2	0.000700
農業	第一二期水稻田面積		58,567.94	0.17%	2	2	0.010014
	牲畜 和糞 便管 理	乳牛	13,478.58	0.04%	2	2	0.001536
		非乳牛	704.00	0.00%	2	2	0.000080
		水牛	-	-	-	-	-

部門	類別	細項	排放量	排放源之 總排放量 占比	誤差等級		
					活動 數據	排放係 數	排放源
		豬	16,101.36	0.05%	2	2	0.001835
		山羊	656.10	0.00%	2	2	0.000075
		鹿	84.58	0.00%	2	3	0.000014
		馬	91.76	0.00%	2	3	0.000016
		兔	0.16	0.00%	2	3	0.000000
		蛋雞	447.06	0.00%	2	2	0.000051
		鵝	20.80	0.00%	2	2	0.000002
		肉鴨	103.94	0.00%	2	2	0.000012
		白色肉雞	961.55	0.00%	2	2	0.000110
		有色肉雞	145.23	0.00%	2	2	0.000017
		火雞	0.00	0.00%	2	3	0.000000
廢棄物	固體 處理	掩埋處理	140.24	0.00%	2	3	0.000024
		生物處理	111.07	0.00%	2	3	0.000019
	焚化	一般廢棄物	59,624.54	0.17%	2	3	0.010195
	廢水 處理	生活污水-甲 烷	153,067.21	0.44%	2	3	0.026171
		生活污水-氧 化亞氮	54.40	0.00%	3	3	0.000014
		事業廢水	17,005.72	0.05%	2	3	0.002908
總排放量			35,091,909.26	100%	--	--	3.63

(二) 臺中市歷年部門別與人均排放評析

臺中市 105 年至 112 年溫室氣體與人均排放量趨勢變化如下圖 3 所示。近八年淨排放量均約落在 3,200 至 3,500 萬噸 CO₂e 之間，而人均淨排放量約為 11.5 至 12.5 噸 CO₂e。

依據「臺中市氣候緊急宣言」設定 2030 年溫室氣體淨排放量較基準年（2005 年淨排放量為 3,226 萬公噸）減少 30%排放量，即回到約 2,258 萬公噸的溫室氣體排放水準；本市 2023 年淨排放量約為 3,437 萬公噸，減量缺口尚有約 1,179 萬噸。

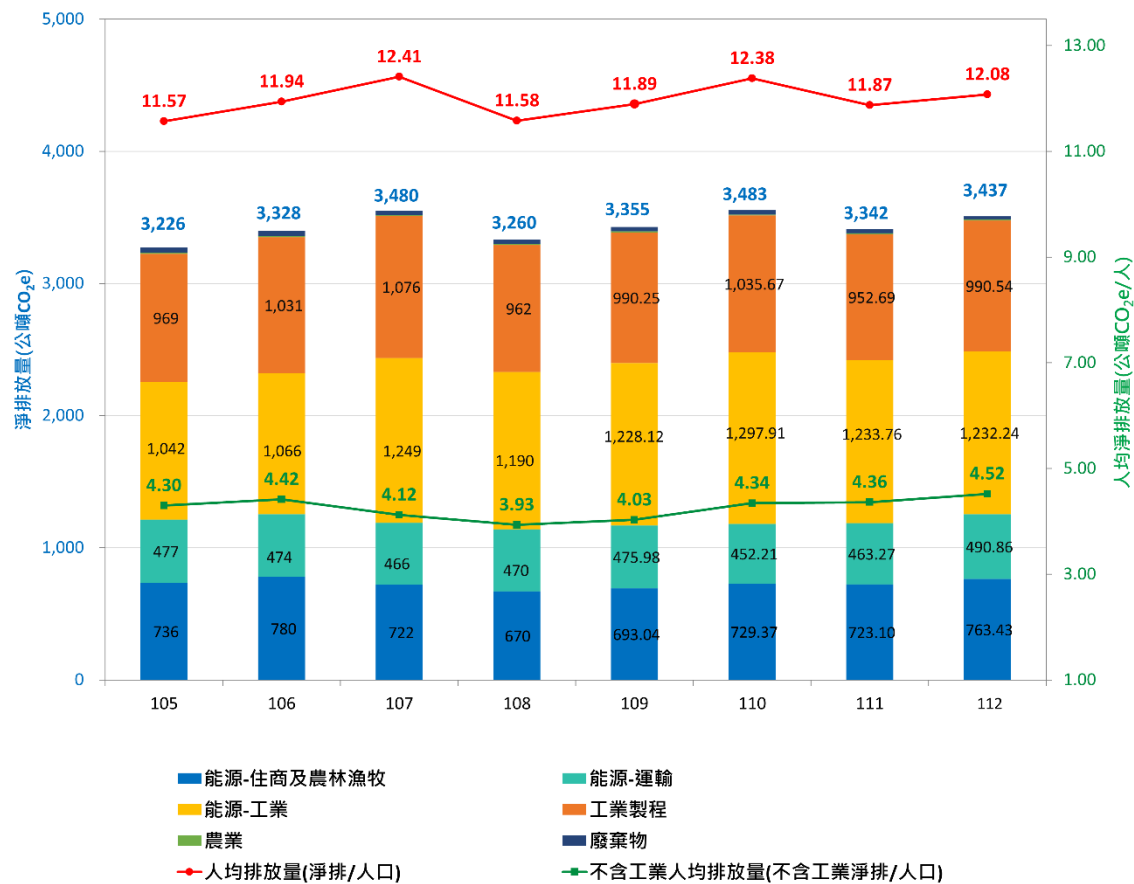


圖 3、臺中市 105 年至 112 年溫室氣體淨排放量與人均排放量趨勢

以下將針對本市 111 年與 112 年各部門之排放量增減依序以能源、工業製程、農業與廢棄物部門進行說明與分析。而林業及其他土地利用部門，則因數據取得不易，將沿用 111 年資料，因此不進行分析。

1. 能源部門

能源部門涵蓋住宅、商業及機關設施、農林漁牧業、工業與運輸，其近三年平均排放量由高至低依序為工業、運輸、住宅、商業及機關設施、農林漁牧業，如圖 4。近三年本市能源部門排放量由高至低依序為 2023 年、2021 年、2022 年，排放量約 2,450 萬噸左右，如圖 5 與表 7。

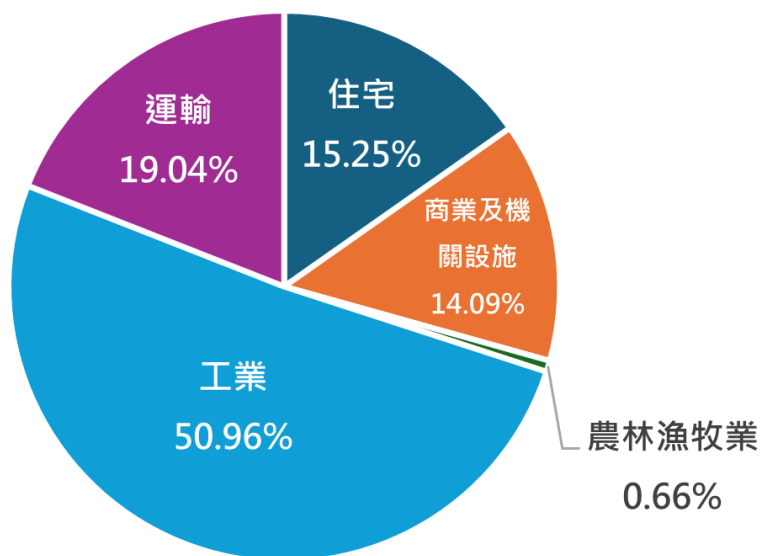


圖 4、近三年能源部門各類別平均排放量佔比

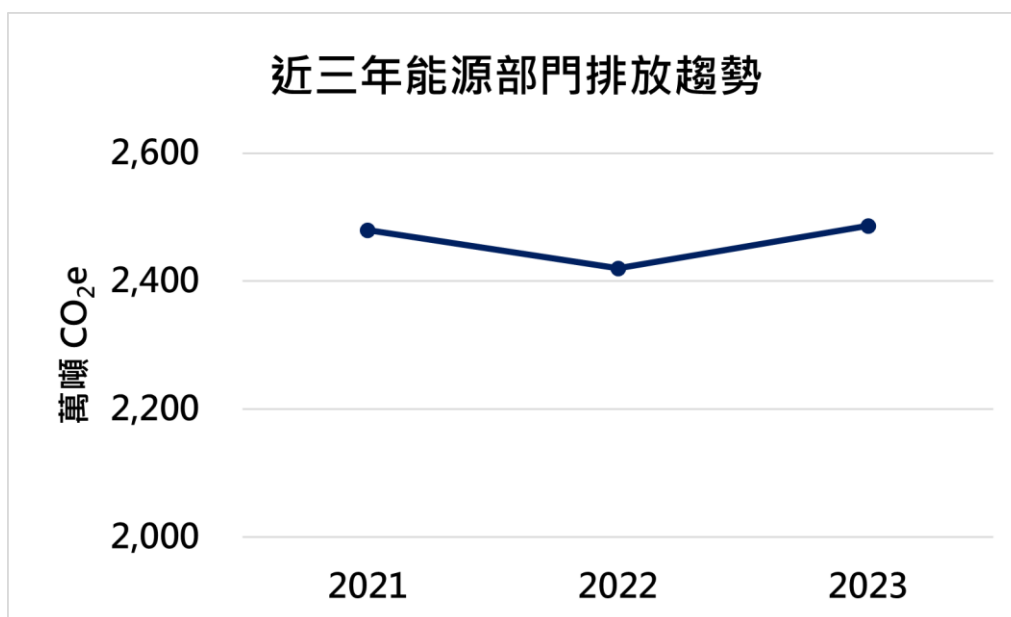


圖 5、近三年能源部門排放趨勢

表 7、本市能源部門近三年排放量趨勢

類別	排放源	2021 排放量 (噸 CO ₂ e)	2022 排放量 (噸 CO ₂ e)	2023 排放量 (噸 CO ₂ e)
住宅	電力	3,349,404.40	3,191,804.12	3,218,216.04
	燃料	456,016.13	439,454.28	612,200.60
	住宅排放量加總	3,805,420.53	3,631,258.39	3,830,416.64
商業及 機關設 施	電力	2,884,307.59	2,957,213.36	3,159,532.20
	燃料	420,901.39	456,438.84	525,926.33
	服務排放量加總	3,305,208.98	3,413,652.20	3,685,458.53
農林漁 牧業	電力	140,381.67	140,299.48	81,907.96
	燃料	42,684.04	45,787.15	36,485.43
	農業排放量加總	183,065.70	186,086.64	118,393.39
工業	電力	11,257,900.77	10,780,523.60	10,346,788.19
	燃料	1,721,242.11	1,557,090.99	1,975,563.91
	工業排放量加總	12,979,142.88	12,337,614.60	12,322,352.10
運輸	軌道運輸-電力	52,294.90	53,572.07	110,180.03
	軌道運輸-柴油	31.32	27.54	--
	軌道排放量加總	52,326.22	53,599.61	110,180.03
	道路運輸-汽油	2,843,365.54	2,941,153.91	3,137,692.89
	道路運輸-柴油	1,622,976.01	1,634,559.67	1,658,496.84
	道路運輸-液化石 油氣	3,426.30	3,351.99	2,196.89
	道路排放量加總	4,469,767.85	4,579,065.57	4,798,386.62
	運輸排放量加總	4,522,094.07	4,632,665.18	4,908,566.65
能源部門總排放量		24,794,932.17	24,201,277.01	24,865,187.32

將表 7 各類別近三年排放趨勢製程趨勢圖，得到圖 6。由該圖可知，各類別的排放量趨勢不太一致。住宅類別於 2022 年排放量最低，2023 年排放量略高於 2021 年排放量；商業及機關設施與運輸皆為逐年增加；農林漁牧業 2021 年與 2022 年排放量持平，於 2023 年減少約 7 萬噸左右；工業能源排放量於 2022 年顯著減少約 60 萬噸左右。

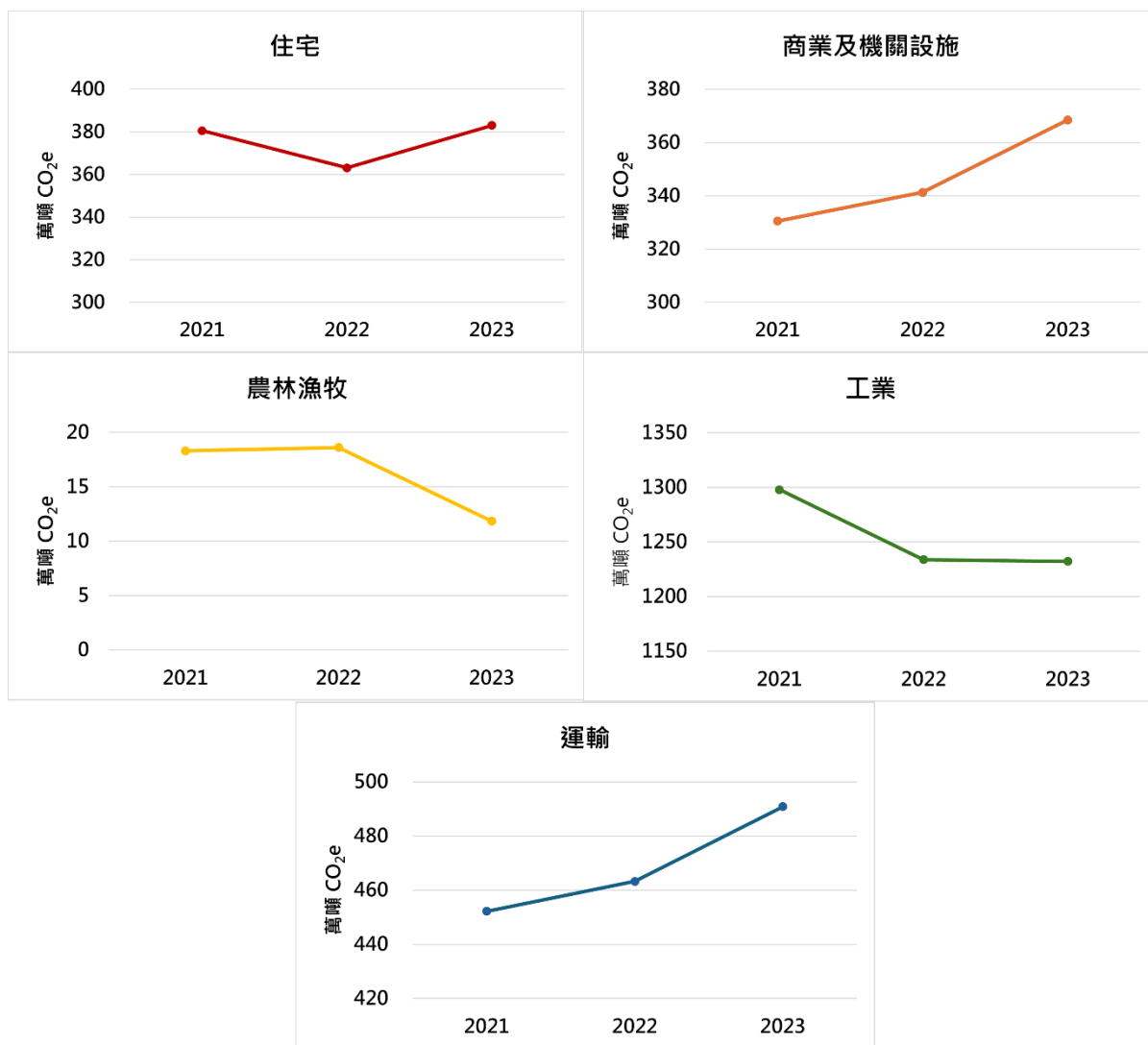


圖 6、近三年能源部門各類別排放趨勢

住宅類別排放量於 2022 年下降又在 2023 年提高的情形，可能是因為 2021 年因為疫情的關係，停班停課與在家上班的因素，個體用電或燃料使用情形增加，使得 2021 年較 2022 年的排放量高。而 2022 年因為疫情解封，因為現代人著重於生活體驗，因此大量出遊，不在自家的情形增加，使得 2022 年住宅排放量較 2021 年的低。而 2023 年住宅排放量又增加的原因為疫情期間 3C 產品普及率提高，使用率也隨之增加，使得民眾用電需求增加。

商業及機關設施排放量逐年增加，則是因為近年臺中市成為臺灣第二大城，經濟發展勢不可擋。因臺中市府經濟發展政策為「招商引資產業升級」，如投資重大商業設施豐原豐富專案、三井 OUTLET 二期、東區 LaLaport、臺中高鐵娛樂購物城等，帶動經濟發展，使得本類別排放量逐年增加。

工業排放量逐年減少的原因為，市府的減量政策帶動轄內事業單位執行節能減碳。根據近三年列管事業減量執行措施調查，如表 8 所示，可知約有三成的事業單位汰換成節能燈具與高效率冰水主機，或針對使用習慣進行調整；再生能源使用、空壓機與馬調整或汰換，則約佔 20% 左右，顯示部分事業單位已著手進行場內設備能源使用檢視。

表 8、轄內納管事業常見減量措施實施家數與占比

減量措施	實施事業家數	納管對象占比
節能燈具汰換	15	34.09 %
冰水主機調整或汰換	14	31.82 %
再生能源使用	10	22.73 %
空壓機調整或汰換	8	18.18 %
馬達調整或汰換	7	15.91 %

運輸類別，其 2023 年軌道運輸的排放量約為 2022 年的兩倍，主要係因計算方式改變。過去軌道運輸排放量是以全國軌道運輸的能源使用量，乘以本市軌道佔全國的比例。本年度軌道運輸計算參數已可從公開網站取得，因此得以採用更精確的計算方式，從而獲得更準確的數據。

2. 工業製程部門

本市工業製程部門排放量主要來自列管事業，近三年本市工業製程排放量變化先抑後揚，如圖 7 所示。2021 年工業製程排放量超過 1 千萬噸，2022 年降低至約 950 萬噸，2023 年排放量回升約至 1 千萬噸。

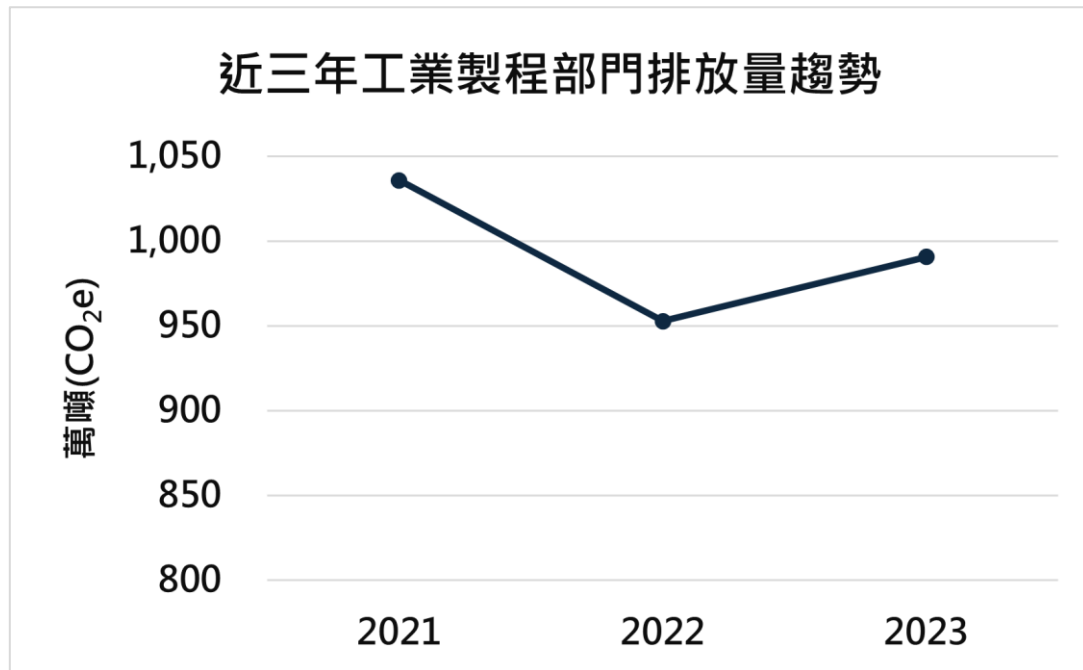


圖 7、本市近三年工業製程部門排放量趨勢

工業製程排放量主要來自於金屬工業，接著依序為化學工業、電子業與礦業，如表 9。近三年電子業排放量逐年減少，減少約 20 萬噸；化學工業於 2023 年排放量有顯著成長，增加約 40 萬噸；礦業與金屬業先在 2022 年達到低點，於 2023 再略微增加，如圖 8。

表 9、本市工業製程部門近三年排放量趨勢

類別	2021 排放量 (噸 CO ₂ e)	2022 排放量 (噸 CO ₂ e)	2023 排放量 (噸 CO ₂ e)
電子業	634,545.61	508,072.57	385,663.98
礦業	31,275.88	27,850.87	28,344.16
化學工業	95,211.80	106,492.32	456,769.36
金屬工業	9,595,639.95	8,884,469.07	9,022,299.55
其他	-	-	12,278.65
總排放量	10,356,673.23	9,526,884.83	9,905,355.69

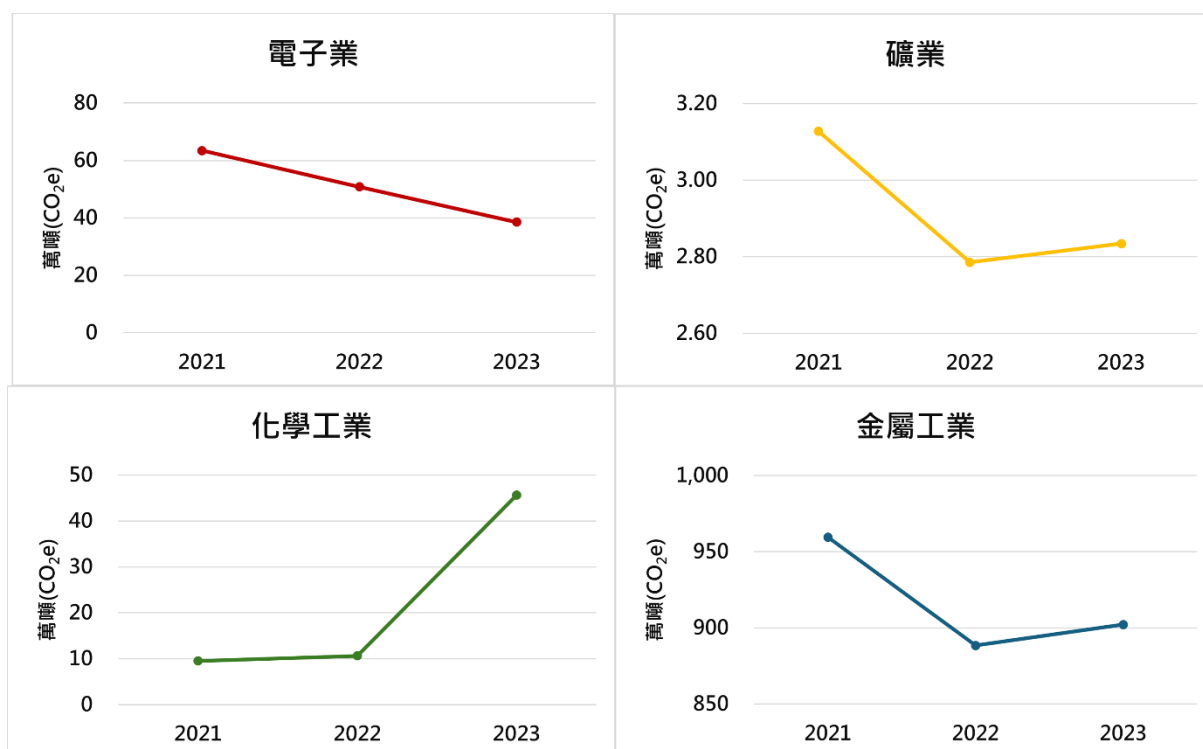


圖 8、本市工業製程部門近三年排放量分析

本市近三年電子業製程排放逐年下降，轄內受環境部列管之事業單位，共計 17 家，包含台積電、台灣美光、華邦電子、矽品精密、友達光電、晶元光電、大立光電與友達晶材等事業單位。近三年排放量逐年下降，主要原因為政府減碳政策推動與全球經濟影響。環境部於 2023 年 5 月修訂發布的《半導體製造業空氣污染管制及排放標準》，針對半導體製程中的尾氣削減率及排放濃度規範進行排放量改善，使得 GWP 值較高的溫室氣體，因建置廢氣處理設備(LOCAL CRUBBER)，使排放量進一步降低。

3. 農業部門

本市農業部門排放量主要為水稻田耕種與乳牛和豬隻的腸道發酵與糞便產生的排放量組成，詳如表 10。

表 10、本市農業部門近三年排放量趨勢

類別	排放源	2021 排放量 (噸 CO ₂ e)	2022 排放量 (噸 CO ₂ e)	2023 排放量 (噸 CO ₂ e)
農田	第一期 水稻田面積	13,728.60	29,280.48	30,505.07
	第二期 水稻田面積	25,264.76	19,482.59	28,062.87
牲畜和糞便 管理	乳牛	5,504.46	10,761.68	13,478.58
	非乳牛	4,129.07	6,743.03	704.00
	水牛	-	-	-
	豬	5,454.75	4,771.45	16,101.36
	山羊	635.13	603.54	656.10
	鹿	98.19	82.78	84.58
	馬	85.60	81.40	91.76
	兔	-	0.00	0.16
	蛋雞	2,174.41	1,285.31	447.06
	鵝	0.79	0.56	20.80
	肉鴨	2.98	3.58	103.94
	蛋鴨	0.37	0.37	--
	白色肉雞	75.53	47.21	961.55
	有色肉雞	38.44	0.61	145.23
	火雞	62.48	-	0.00

本市水稻田耕種分為第一期與第二期，該項目排放量計算為水道田面積乘上排放係數，其排放量與耕種面積直接相關。2021 年第一期稻作耕種面積少的原因，可能為 2021 年上半年因缺水，使耕種面積相較 2022 年與 2023 年同期的二氧化碳排放當量少。

牲畜與糞便管理類別的排放量中，以乳牛、非乳牛、豬、蛋雞、鵝、肉鴨、白色肉雞、有色肉雞的排放量具有顯著的變化。部分原因為屠宰量與年底頭數增減，或因國家溫室氣體排放清冊報告中牲畜腸胃發酵及糞便管理之甲烷及氧化亞氮排放係數更新，使其排放量有顯著差異。

其中乳牛、鵝、肉鴨、白色肉雞與有色肉雞因屠宰量與年底頭數增加，使排放量增加；非乳牛、蛋雞為屠宰量與年底頭數減少，使排放量減少。

而豬隻 2022 年與 2023 年的年底頭數分別為 83,277 與 83,600 頭，僅增加約 300 頭左右，然其排放量由 4,800 噸，增加至 16,000 噸，約增加 3.4 倍，其增加原因為國家排放清冊係數更新，由 2016 版本更新為 2024 年版本，詳如表 11。因此，腸胃發酵係數由 1.782 公斤/隻/年更新成 5.0 公斤/隻/年，約為原來的 3 倍；糞便處理甲烷排放係數由 0.768 公斤/隻/年更新為 5.0 公斤/隻/年，約為原來的 7 倍、糞便處理氧化亞氮排放係數由 0.002 公斤/隻/年更新為 0.04 公斤/隻/年，約為原來的 20 倍。

表 11、2016 與 2024 國家清冊畜禽腸胃道發酵與糞尿處理排放係數比較

禽畜	2016 國家溫室氣體排放清冊			2024 國家溫室氣體排放清冊		
	腸胃道發酵	糞尿處理		腸胃道發酵	糞尿處理	
	CH ₄	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	CH ₄	N ₂ O
豬	1.782	0.768	0.002	5.0	5.0	0.04

4. 廢棄物部門

本市廢棄物部門的排放量主要來自於廢棄物焚化與廢水處理，其中又以廢水處理中的生活污水的排放量最高，詳如表 12。

表 12、本市廢棄物部門近三年排放量趨勢

類別	排放源	2021 排放量 (噸 CO ₂ e)	2022 排放量 (噸 CO ₂ e)	2023 排放量 (噸 CO ₂ e)
固體廢棄物 處理	掩埋處理	-	-	140.24
	生物處理	569.53	154.74	111.07
廢棄物焚化	一般廢棄物	43,545.50	41,915.06	59,624.54
廢水處理	生活污水	273,097.73	265,925.17	153,121.61
	事業廢水	31,953.03	33,578.71	17,005.72

本部門排放量增加的排放源為一般廢棄物與掩埋處理；排放量減少的排放源為生活污水、事業廢水與生物處理，本部門近三年排放源之排放量趨勢圖，如圖 9 所示。

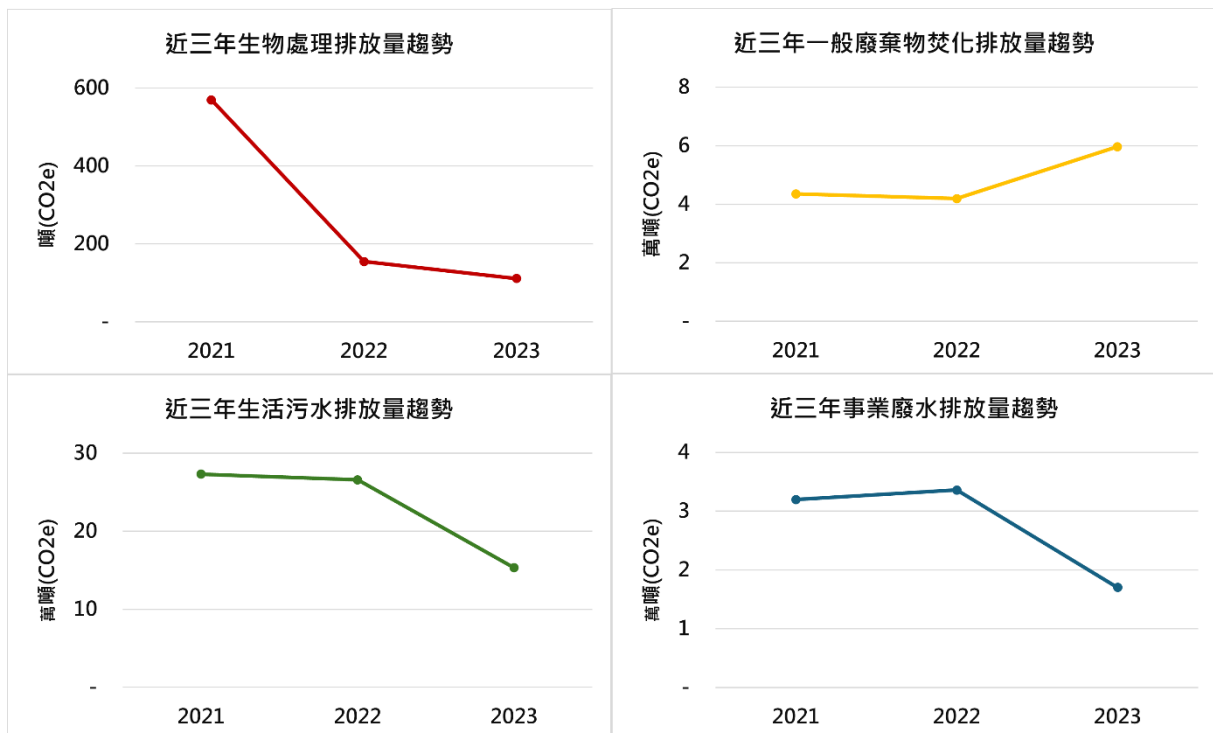


圖 9、廢棄物部門近三年排放量趨勢圖

生活污水排放量近三年有逐年下降的趨勢，其排放量與本市人口數與化糞池處理率成正相關。本市人口數近年以 3 至 4% 的比例穩定成長，生活污水排放量將依人口數增加；而排放量降低的主要原因為本年度污水下水道接管率更新，本年度下水道接管率係依據內政部營建署之「全國污水下水道用戶接管普及率及整體污水處理率統計表」進行接管率數值的採用，由 2022 年的接管率採用數值 53.93% 更新至 72.0%，導致排放量減少，因化糞池處理率為 100% 扣除下水道接管率。

一般廢棄物排放量在 2023 年增加約 15 萬噸左右，原因為碳可燃分比例更新。本項目排放量計算參數包含焚化爐焚化處理量、售電率與碳可燃分，其中焚化處理量與售電率幾乎為定值，而碳可燃分則採用「112 年臺中市環境統計年報：表 4-4 垃圾性質」中的數值，將 2022 年採用的 21.8% 的碳可燃分更新至 31.02%，使排放量增加約 40% 左右。因此，可燃分被列為廢棄物焚化排放量增加主因。

掩埋處理排放量係為掩埋垃圾產生之甲烷排放量，本團隊選擇透過一階衰減方法計算排放量。其計算方式為加總歷年掩埋年所產生的甲烷排放量，且須在執行掩埋動作後的下一年進行甲烷排放量計算，也就是掩埋當年無須進行排放量計算。而本市「112 年臺中市環境保護統計年報」中的表 4-1，揭露本市於 102 年至 105 年、108 年與 109 年具有衛生掩埋量之數據，因此歷年掩埋所產生的甲烷排放量須被計算。

事業廢水排放量計算涉及定檢廢水總產生量及化學需氧量，2023 年其排放量約為 2022 年的一半。原因為「中美和石油化學股份有限公司台中廠」定檢 COD 原廢水平均水質變化劇烈，使該廠事業廢水排放量由 2022 年的 2 萬 1,571 噸降低至 53.52 噸，約降低 2 萬 1,520 噸，可判定該廠定檢 COD 原廢水平均水質變化為事業廢水排放量降低的主因。

生物處理係以堆肥的方式進行廢棄物處理，然因本市現將堆肥提供給養豬場使用，使堆肥量大量減少，由 2021 年生物處理量為 3,007 公噸，至 2023 年降低為 580 公噸，為生物處理排放量減少的主因。

四、國內縣市(六都)排放趨勢評析

為了解我國六都溫室氣體排放與人均排放量趨勢，本章節針對臺北市、新北市、桃園市、臺南市、高雄市之排放數據進行統整²，如表 13 所示。臺中市排放總量位列六都第二、僅次於高雄市；如排除工業部門觀之，本市為六都第一；從人均年總排放量來看，本市總人均排放量六都第四、不含工業部門之人均排放量更是六都第一，顯示本市溫室氣體減量政策面臨挑戰。

儘管各縣市最新盤查年份未一致，且鑑於各地方政府經濟規模及活動型態迥異造成不同之特性，本團隊彙整各縣市之盤查結果係為掌握城市排放基線作為制定符合城市特色之減量策略的參考基礎，並非提供各地方政府間比較之用。本市可參酌排放型態相近之縣市，並學習其減量策略。

表 13、國內六都公告溫室氣體排放量總覽

城市	最新盤查年度	總排放量 (不含碳匯)	扣除工業排 放之排放量	人均年總 排放量	扣除工業排放之 人均年排放量
		單位：萬公噸 CO ₂ e		單位：公噸 CO ₂ e/年	
臺北市	112	1093.15	1067.56	4.35	4.25
新北市	110	1900.40	1229.30	4.74	3.07
桃園市	111	2928.00	892.71	12.83	3.91
臺中市	112	3509.19	1286.42	12.33	4.52
臺南市	111	2316.65	743.48	12.50	4.01
高雄市	111	5353.26	975.32	19.62	3.58

以下將依序分析與簡述除臺中市以外的其他五都，其過去三年溫室氣體排放總量與人均排放量的變化趨勢，並進一步比較其近兩年各部門源、工業製程、農業、廢棄物和林地與土地利用部門）之排放量差異。

2 五都溫室氣體排放量資料來源

臺北市：2023 年臺北市溫室氣體排放量分析摘要

新北市：節能減碳，永續新北(110 年)

桃園市：桃園市碳中和資訊平台-溫室氣體排放概況、桃園市第二期溫室氣體減量執行方案 112 年成果報告

臺中市：本工作團隊 112 年度城市層級計算結果

臺南市：台南市淨零永續網

高雄市：高雄市統計資訊服務網-2023 年高雄市環境保護統計年報

(一) 臺北市溫室氣體排放趨勢

臺北市 112 年溫室氣體總排放量為 1,093.15 萬公噸 CO₂e，相較於 111 年 1,084.88 萬公噸 CO₂e 增加 8.28 萬公噸 CO₂e，增加約 0.76%。其中排放量增加的部門為能源部門的住商、工業及廢棄物部門；減少的為能源部門的運輸；持平的為廢棄物部門。臺北市 111 年及 112 年排放量統整如表 14 所示；近三年溫室氣體排碳量與人均排放量趨勢如圖 10 所示。

表 14、臺北市各部門 111、112 年溫室氣體排放量統整

部門		排放量 (萬公噸 CO ₂ e)		112 年與 111 年 排放量差值 (萬公噸 CO ₂ e)	112 年與 111 年 排放量增減比例 (%)
		111 年	112 年		
能源	住商	814.94	822.20	7.26	0.89%
	運輸	215.73	213.93	-1.80	-0.83%
	工業	24.36	25.59	1.23	5.05%
工業製程		-	-	--	--
農業		0.15	0.15	0.00	0.00%
廢棄物		29.70	31.29	1.59	5.35%
林地與土地利用 (碳匯)		-24.03	-24.03	0.00	0.00%
總排放量 (不含碳匯)		1084.88	1093.15	8.28	0.76%
人均總排放量 (公噸 CO ₂ e/年)		4.37	4.35	-0.02	-0.41%

住商部門 112 年溫室氣體排放量為 822.20 萬公噸 CO₂e，相較於 111 年排放量 814.94 萬公噸 CO₂e，增加 7.26 萬公噸 CO₂e（增加約 0.89%）。主要原因為整體電力用量持續上升，且因台電電力排碳係數³並無顯著下降，致住商部門排放量有上升的情形。

運輸部門 112 年溫室氣體排放量為 213.93 萬公噸 CO₂e，相較於 111 年排放量 215.73 萬公噸 CO₂e，減少 1.8 萬公噸 CO₂e（減少約 0.83%）。

³ 能源局公告之電力排碳係數：111 年度為 0.495 kgCO₂e/度，112 年度為 0.494 kgCO₂e/度

主要原因為電動車使用量增加，汽油使用量減少造成排碳量下降。

工業（能源）部門與工業製程部門於臺北市溫室氣體排放量分析摘要中統整為工業部門合併計算，112 年溫室氣體排放量為 25.59 萬公噸 CO₂e 相較於 111 年 24.36 萬公噸 CO₂e，增加 1.23 萬公噸 CO₂e（上升約 5.05%）。可能原因為因應疫情趨緩，柴油與電力使用量略微增加，加上台電電力排碳係數並無顯著降低，致工業部門溫室氣體排放量上升。

農業部門 112 年溫室氣體排放量為 0.15 萬公噸 CO₂e 相較於 111 年 0.15 萬公噸 CO₂e，排放量持平，無明顯變化。

廢棄物部門 112 年溫室氣體排放量為 31.29 萬公噸 CO₂e 相較於 111 年 29.70 萬公噸 CO₂e 增加 1.59 萬公噸 CO₂e（增加約 5.35%），主要原因為 112 年改採用 AR5 版本之 GWP 值，其中甲烷 GWP 值由 25 上升至 28，致 2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量有上升現象。

土地利用、土地利用變化及林業部門 112 年溫室氣體排放量為-24.03 萬公噸 CO₂e 相較於 111 年-24.03 萬公噸 CO₂e，排放量持平，因林務局分別於 96 年及 106 年進行碳匯吸收量測量，故 112 年與 111 年採用相同碳匯吸收量測量值。

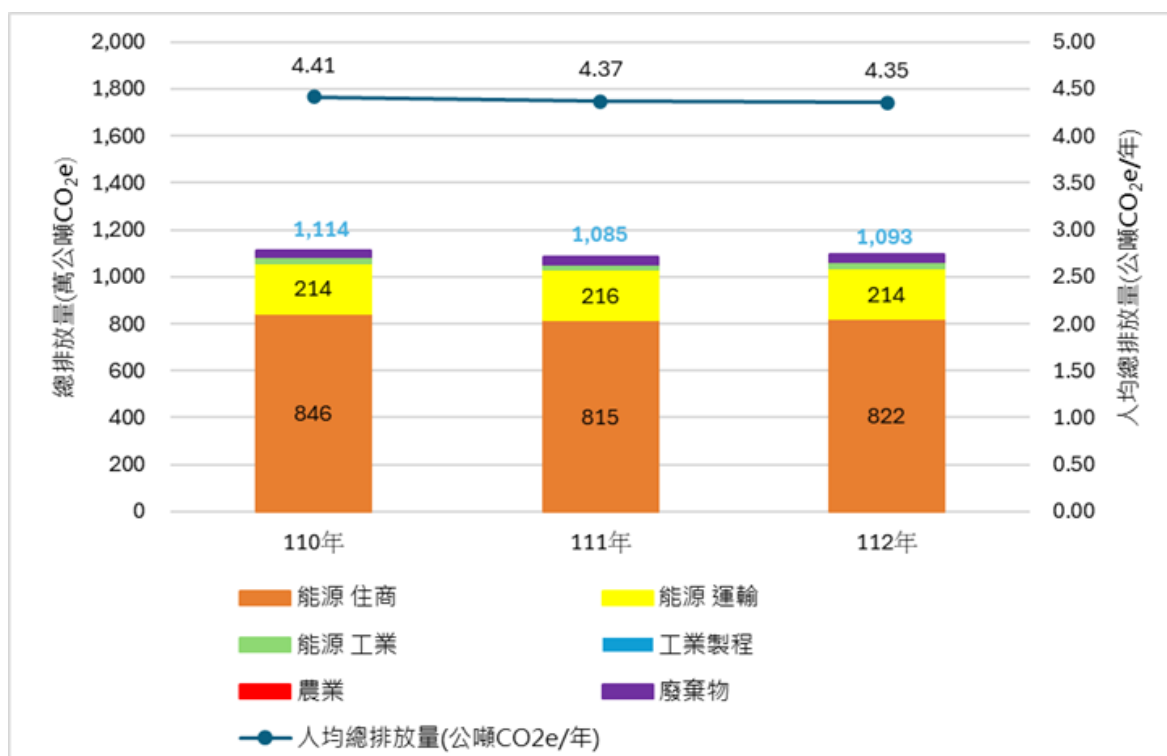


圖 10、臺北市近三年溫室氣體排放（不含碳匯）與人均排放量趨勢

(二) 新北市溫室氣體排放趨勢

新北市 110 年溫室氣體總排放量為 1,900.40 萬公噸 CO₂e，相較於 109 年 1,886.70 萬公噸 CO₂e 增加 13.70 萬公噸 CO₂e，增加約 0.73%，主要排放量增加部門為能源部門中的住商、工業以及農業部門；排放量減少之部門為能源部門中的運輸、工業製程部門及廢棄物部門。新北市各部門 110 年及 109 年溫室氣體排放量統整如表 15 所示；新北市近三年溫室氣體碳排放量（不含碳匯）與人均排放量趨勢如圖 11 所示。

表 15、新北市各部門 109 年、110 年溫室氣體排放量統整

部門		排放量 (萬公噸 CO ₂ e)		110 年與 109 年 排放量差值 (萬公噸 CO ₂ e)	110 年與 109 年 排放量增減率 (%)
		109 年	110 年		
能源	住商	751.91	780.50	28.59	3.80%
	運輸	456.70	424.10	-32.60	-7.14%
	工業	642.56	664.80	22.24	3.46%
工業製程		8.70	6.30	-2.40	-27.59%
農業		0.80	1.10	0.30	37.50%
廢棄物		26.04	23.60	-2.44	-9.35%
林地與土地利用 (碳匯)		-103.10	-111.70	-8.60	8.34%
總排放量 (不含碳匯)		1886.70	1900.40	13.70	0.73%
人均總排放量 (公噸 CO ₂ e/年)		4.63	4.46	-0.17	-3.62%

住商部門 110 年溫室氣體總排放量為 780.50 萬公噸 CO₂e，相較於 109 年 751.91 萬公噸 CO₂e 增加 28.59 萬公噸 CO₂e（增加約 3.80%）。

運輸部門 110 年溫室氣體排放量為 424.10 萬公噸 CO₂e，相較於 109 年排放量 456.70 萬公噸 CO₂e，減少 32.60 萬公噸 CO₂e（減少約 7.14%）。

工業（能源）部門 110 年溫室氣體排放量為 664.80 萬公噸 CO₂e，相較於 109 年排放量 642.56 萬公噸 CO₂e，增加 22.24 萬公噸 CO₂e（增加約

3.46%)。

工業製程部門 110 年溫室氣體排放量為 6.30 萬公噸 CO₂e 較 109 年 8.70 萬公噸 CO₂e，減少 2.4 萬公噸 CO₂e（減少約 27.59%）。

農業部門 110 年溫室氣體排放量為 1.1 萬公噸 CO₂e，相較於 109 年排放量 0.80 萬公噸 CO₂e，增加 0.3 萬公噸 CO₂e（增加約 37.50%）。

廢棄物部門 110 年溫室氣體排放量為 23.60 萬公噸 CO₂e 較 109 年 26.04 萬公噸 CO₂e，減少 2.44 萬公噸 CO₂e（減少約 9.35%）。

土地利用、土地利用變化及林業部門 110 年溫室氣體排放量為-111.70 萬公噸 CO₂e，相較於 109 年-103.10 萬公噸 CO₂e，增加 8.60 萬公噸 CO₂e 碳匯。

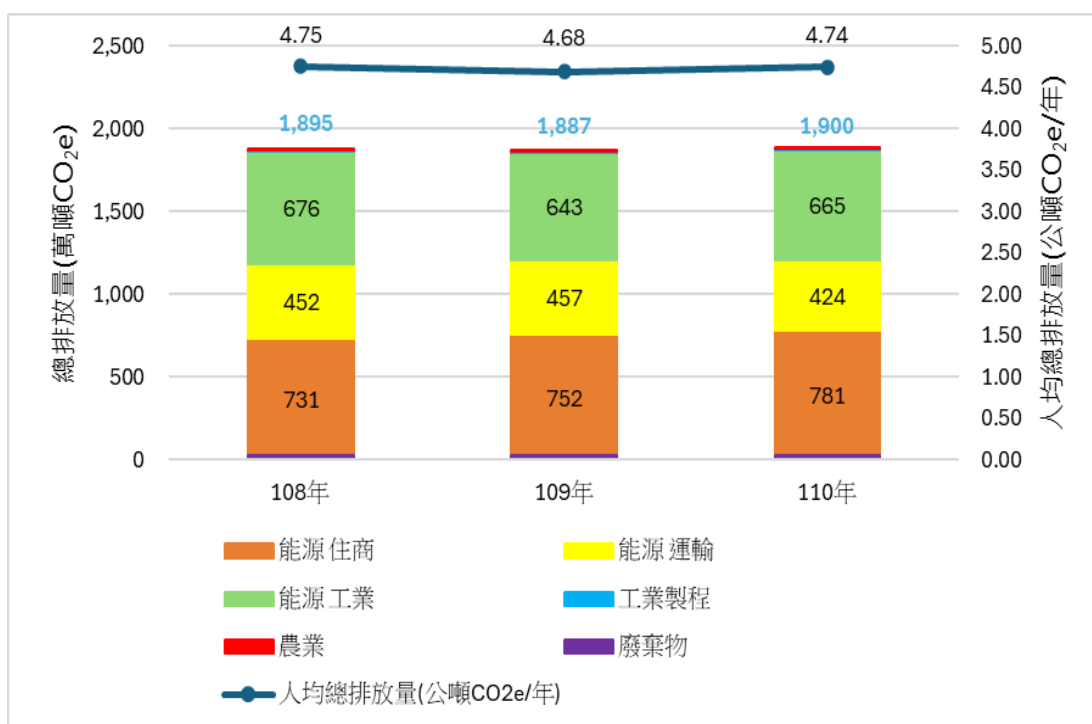


圖 11、新北市近三年溫室氣體排放（不含碳匯）與人均排放量趨勢

(三) 桃園市溫室氣體排放趨勢

桃園市 111 年溫室氣體總排放量為 2,928.17 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年 3,108.10 萬公噸 CO₂e 減少 179.93 萬公噸 CO₂e，減少約 5.79%。其中排放量增加部門為能源部門之運輸、農業部門及廢棄物部門；減少部門為能源部門之住商及工業，以及工業製程部門。桃園市各部門 111 年及 110 年溫室氣體排放量統整如表 16 所示；桃園市近三年溫室氣體排碳量（不含碳匯）與人均排放量趨勢如圖 12 所示。

表 16、桃園市各部門 110 年、111 年溫室氣體排放量統整

部門		排放量(萬公噸 CO ₂ e)		111 年與 110 年 排放量差值 (萬公噸 CO ₂ e)	111 年與 110 年 排放量增減率 (%)
		110 年	111 年		
能源	住商	446.37	433.99	-12.38	-2.77%
	運輸	416.76	426.84	10.07	2.42%
	工業	2,063.23	1,918.01	-145.22	-7.04%
工業製程		151.43	117.28	-34.15	-22.55%
農業		3.80	3.88	0.08	2.02%
廢棄物		26.51	28.18	1.66	6.28%
林地與土地利用(碳匯)		-	-	--	--
總排放量 (不含碳匯)		3,108.10	2,928.17	-179.93	-5.79%
人均總排放量 (公噸 CO ₂ e/年)		13.68	12.83	-0.84	-6.17%

住商部門 111 年溫室氣體總排放量為 433.99 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年 446.37 萬公噸 CO₂e 減少 12.38 萬公噸 CO₂e（減少約 2.77%）。住商部門中造成排放量減少可能因素為相關單位持續推動住商、服務業及機關學校節電措施，並針對新建物推動智慧綠建築，促使排放量下降。

運輸部門 111 年溫室氣體排放量為 426.84 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年排放量 416.76 萬公噸 CO₂e，增加 10.07 萬公噸 CO₂e（增加 2.42%）。

主要因為桃園市公路成長不及人口成長迅速，在固有的基礎建設下運輸部門排放量略微增加。

工業（能源）部門 111 年溫室氣體排放量為 1,918.01 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年排放量 2,063.23 萬公噸 CO₂e，減少 145.22 萬公噸 CO₂e（減少約 7.04%）。排放量可能影響原因為桃園市以工業發展為主，近年持續推動輔導產業淨零轉型，同時推動引進智慧化管理達到節能減碳的效果。

工業製程部門 111 年溫室氣體排放量為 117.28 萬公噸 CO₂e 較 110 年 151.43 萬公噸 CO₂e，減少 34.15 萬公噸 CO₂e（減少約 22.55%）。減碳重點主要為推動產業轉型，包括汽電共生、以天然氣替代生煤使用及汰換工業鍋爐補助推動等項目，使工業製程部門排放量減少。

農業部門 111 年溫室氣體排放量為 3.88 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年排放量 3.80 萬公噸 CO₂e，增加 0.08 萬噸（增加約 2.02%），無明顯變化。

廢棄物部門 111 年溫室氣體排放量為 28.18 萬公噸 CO₂e 較 110 年 26.51 萬公噸 CO₂e，增加 1.66 萬公噸 CO₂e（增加約 6.28%）。

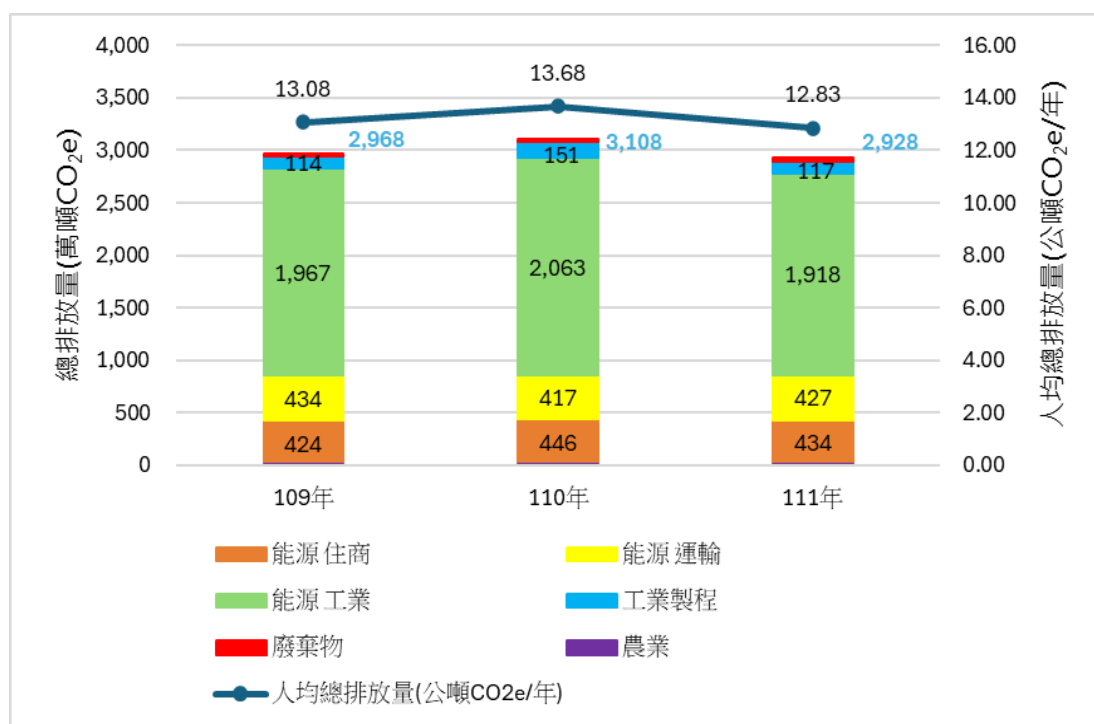


圖 12、桃園市近三年溫室氣體排放（不含碳匯）與人均排放量趨勢

(四) 臺南市溫室氣體排放趨勢

臺南市 111 年溫室氣體總排放量為 2,316.63 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年 2,312.10 萬公噸 CO₂e 增加 4.53 萬公噸 CO₂e，增加約 0.20%。其中排放量增加部門為能源部門之運輸、工業及農業部門；減少部門為能源部門之住商、工業製程部門以及廢棄物部門。臺南市各部門 111 年及 110 年溫室氣體排放量統整如表 17 所示；臺南市近三年溫室氣體排碳量（不含碳匯）與人均排放量趨勢如圖 13 所示。

表 17、臺南市各部門 110 年、111 年溫室氣體排放量統整

部門		排放量(萬公噸 CO ₂ e)		111 年與 110 年 排放量差值 (萬公噸 CO ₂ e)	111 年與 110 年 排放量增減率 (%)
		110 年	111 年		
能源	住商	351.53	346.55	-4.98	-1.42%
	運輸	340.11	349.6	9.49	2.79%
	工業	1,431.26	1,461.07	29.81	2.08%
工業製程		141.08	112.1	-28.98	-20.54%
農業		19.04	19.79	0.75	3.94%
廢棄物		29.08	27.52	-1.56	-5.36%
林地與土地利用(碳匯)		-36.37	-35.60	0.77	-2.12%
總排放量 (不含碳匯)		2,312.10	2,316.63	4.53	0.20%
人均總排放量 (公噸 CO ₂ e/年)		12.42	12.50	0.09	0.69%

住商部門 111 年溫室氣體總排放量為 346.55 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年 351.53 萬公噸 CO₂e 減少 4.98 萬公噸 CO₂e（減少約 1.42%）。。

運輸部門 111 年溫室氣體排放量為 349.60 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年排放量 340.11 萬公噸 CO₂e，增加 9.49 萬公噸 CO₂e（增加 2.79%）。。

工業（能源）部門 111 年溫室氣體排放量為 1,461.07 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年排放量 1,431.26 萬公噸 CO₂e，增加 29.81 萬公噸 CO₂e（增

加約 2.08%)。造成排放量增加之可能原因為 110 年開始受到半導體業量產及擴廠影響，造成工業用電需求大幅上升，致使排放量增加。

工業製程部門 111 年溫室氣體排放量為 112.10 萬公噸 CO₂e 較 110 年 141.08 萬公噸 CO₂e，減少 28.98 萬公噸 CO₂e（減少約 20.54%）。造成排放量減少之可能原因為持續提供地方型 SBIR 綠能相關產業與企業碳盤查輔導及汰換工業鍋爐補助推動等項目。

農業部門 111 年溫室氣體排放量為 19.79 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年排放量 19.04 萬公噸 CO₂e，增加 0.75 萬公噸 CO₂e（增加約 3.94%），無明顯變化。

廢棄物部門 111 年溫室氣體排放量為 27.52 萬公噸 CO₂e 較 110 年 29.08 萬公噸 CO₂e，減少 1.56 萬公噸 CO₂e（減少約 5.36%）。

土地利用、土地利用變化及林業部門 111 年溫室氣體排放量為-35.60 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年-36.37 萬公噸 CO₂e，減少 0.77 萬公噸。

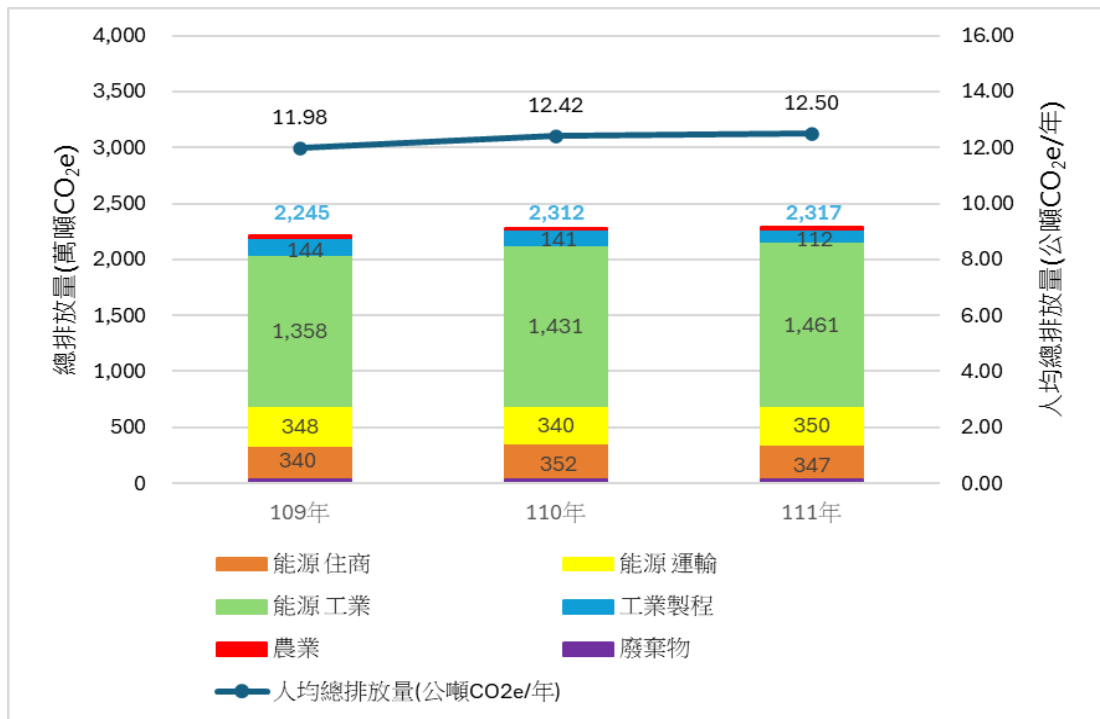


圖 13、臺南市近三年溫室氣體排放（不含碳匯）與人均排放量趨勢

(五) 高雄市溫室氣體排放趨勢

高雄市 111 年溫室氣體總排放量為 5,353.26 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年 5,855.12 萬公噸 CO₂e 減少 501.86 萬公噸 CO₂e，減少約 8.57%。其能源、工業製程、農業、廢棄物部門之排放量皆減少。高雄市各部門 111 年及 110 年溫室氣體排放量統整如表 18 所示；高雄市近三年溫室氣體排碳量（不含碳匯）與人均排放量趨勢如圖 14 所示。

表 18、高雄市各部門 110 年、111 年溫室氣體排放量統整

部門		排放量 (萬公噸 CO ₂ e)		111 年與 110 年 排放量差值 (萬公噸 CO ₂ e)	111 年與 110 年 排放量增減率 (%)
		110 年	111 年		
能源	住商	531.28	529.77	-1.51	-0.28%
	運輸	404.03	402.35	-1.68	-0.42%
	工業	2625.12	2426.18	-198.94	-7.58%
工業製程		2245.48	1951.76	-293.72	-13.08%
農業		8.66	8.33	-0.33	-3.81%
廢棄物		40.55	34.87	-5.68	-14.01%
林地與土地利用(碳匯)		-118.43	-118.46	-0.03	0.03%
總排放量 (不含碳匯)		5855.12	5353.26	-501.86	-8.57%
人均總排放量 (公噸 CO ₂ e/年)		21.33	19.62	-1.71	-8.01%

住商部門 111 年溫室氣體總排放量為 529.77 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年 531.28 萬公噸 CO₂e 減少 1.51 萬公噸 CO₂e（減少約 0.28%）。住商部門排放量可能減少原因為高雄市持續推動及升級「高雄厝計畫」，包括區域化、提高立體綠覆率、強化建築物防災、增加因應極端降雨的雨水貯集及提高太陽光電設置容量等。

運輸部門 111 年溫室氣體排放量為 402.35 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年排放量 404.03 萬公噸 CO₂e，減少 1.68 萬公噸 CO₂e（減少 0.42%）。運

輸方面高雄市透過行政院 TPASS 月票及 MeNGoApp，整合捷運、公車、台鐵、輕軌、渡輪及公共自行車，優化大眾運輸服務，推出優惠方案，提升高雄地區大眾運輸之使用率。

工業（能源）部門 111 年溫室氣體排放量為 2,426.18 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年排放量 2,625.12 萬公噸 CO₂e，減少 198.94 萬公噸 CO₂e（減少約 7.58%）。高雄市成立跨局處邀集兩個太陽光電公會、台電公司、高雄銀行等府外單位共同組成「綠電推動專案小組」以「創能」、「節能」及「儲能」三大面向進行推動能源轉型。

工業製程部門 111 年溫室氣體排放量為 1,951.76 萬公噸 CO₂e 較 110 年 2,245.48 萬公噸 CO₂e，減少 293.72 萬公噸 CO₂e（減少約 13.08%）。工業製造部門排放量可能減少原因為高雄市自 110 年持續推動「高雄市節能減碳技術輔導團」、「高雄市盤查輔導團」，擴大協助事業單位輔導溫室氣體盤查，提供諮商服務和技術輔導。

農業部門 111 年溫室氣體排放量為 8.33 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年排放量 8.66 萬公噸 CO₂e，減少 0.33 萬公噸 CO₂e（減少約 3.81%）。

廢棄物部門 111 年溫室氣體排放量為 34.87 萬公噸 CO₂e 較 110 年 40.55 萬公噸 CO₂e，減少 5.68 萬公噸 CO₂e（減少約 14.01%）。

土地利用、土地利用變化及林業部門 111 年溫室氣體排放量為-118.43 萬公噸 CO₂e，相較於 110 年-118.46 萬公噸 CO₂e，增加 0.03 萬公噸 CO₂e 碳匯，無明顯差異。

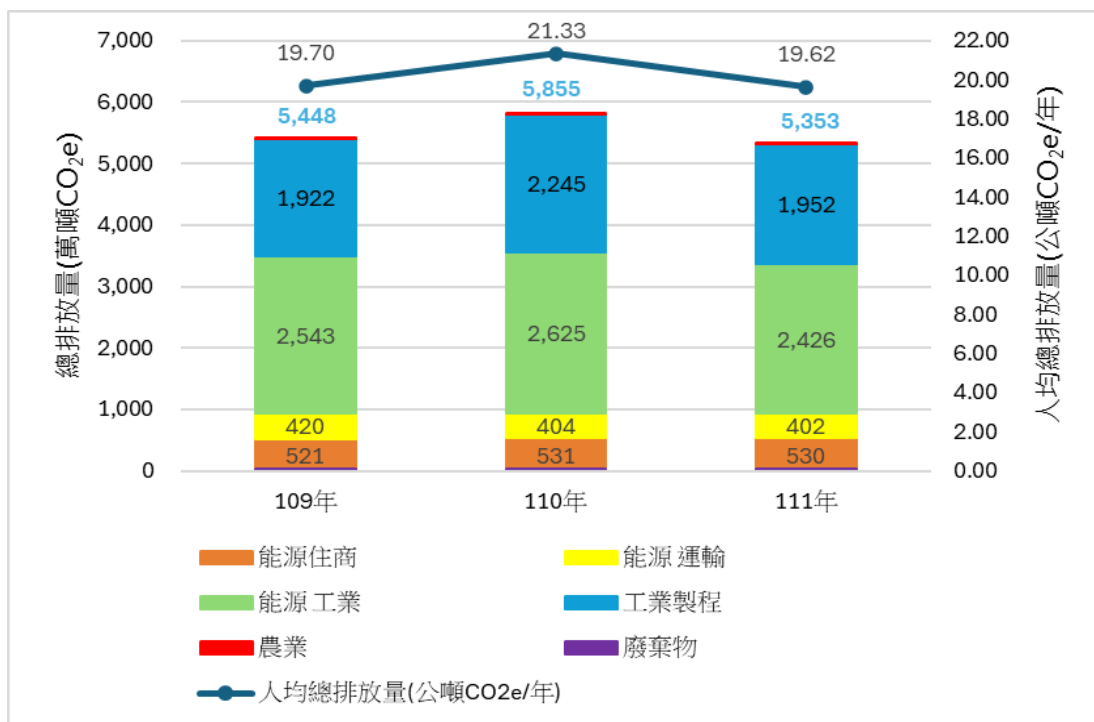


圖 14、高雄市近三年溫室氣體排放（不含碳匯）與人均排放量趨勢

五、結論與建議

(一) 臺中市 112 年溫室氣體排放量現況

臺中市 112 年溫室氣體總排放量為 3,509 萬 1,909 公噸 CO₂e，其中範疇一排放量(直接排放)為 1,817 萬 5,284 公噸 CO₂e，佔總排放的比例為 51.79%，而範疇二排放量(電力使用)為 1,691 萬 6,624 公噸 CO₂e，佔總排放量的比例為 48.21%，顯示臺中市範疇一排放略高於範疇二。若納入林業碳匯吸收量，112 年臺中市淨排放量為 3,436 萬 7,741 公噸 CO₂e。

若將本市排放量依據「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」分成五大部門，分別為能源部門(住商及農林漁牧、工業、運輸)、工業製程、農業、廢棄物與森林碳匯。本市 112 年溫室氣體排放量以能源部門排放為主，總佔比約為 70.86%，其次為工業製程部門，佔比為 28.23%。

(二) 本市溫室氣體可行減量策略建議

1. 能源部門

建議妥善利用閒置土地建置太陽能光電系統，或待未來鈣鈦礦太陽能電池有技術性上的突破可採將其建置於大型建物外牆，透過使用再生能源電力，降低能源部門之排放量。

2. 工業製程部門

依據事業溫室氣體減量措施與減量情形分析，可知大部分事業之減量措施仍以節能設備汰換為主，其中又以節能燈具汰換為多數，部分事業甚至於 112 盤查年度未實施相關減量措施，因此本計畫給予相關建議，未來可針對不同產業別設計說明會或工作坊，以實際案例使事業了解除了常見的設備汰換外，尚可運用哪些溫室氣體減量措施適合該行業實施。

此外，本計畫建議亦可將轄內納管對象之減量輔導規劃與自主減量計畫結合，除了提升納管事業之減量意願外，亦可同時輔導納管對象提交自主減量計畫以申請碳費之優惠費率，實際減輕事業碳費上之負擔。

3. 農業部門

(1) 引進新的水稻田耕種方式

降低水稻田甲烷排放可透過新的水稻田耕種方式達成，如乾濕交替灌溉取代田區長時間浸水⁴。該方法可增加土壤通氣時間，進而有效抑制甲烷排放，並具有節約灌溉水與提升白米食味品質的優點。

(2) 使用排放較低的飼料餵養禽畜

禽畜腸胃道發酵與糞尿所產生的排放量降低方法，可透過使用排放量較低的飼料實現。如添加植酸酶⁵或其他酵素，有助於提高營養吸收率，減少排泄物中的未消化成分和氣體排放；添加甲烷抑制劑(3-硝基氧丙醇)⁶，在反芻動物的飼料中添加該成分，可減少腸內發酵產生的甲烷。

4. 廢棄物部門

(1) 增加總污水處理率⁷

增加總污水處理率為降低本市生活污水排放量之方法，而本市總污水處理率為全台第 5，尚有努力地空間。依據內政部營建署擬定污水下水道建設計畫，將以年增 2%的用戶接管率加速執行。若該項計畫達成其設定目標，本市生活污水之排放量將進一步減少。

(2) 加強宣導與推動資源回收與源頭減量⁸

為減少一般廢棄物焚燒所產生的排放量，加強宣導與推動民眾的資源回收與源頭減量意識將成為重要的議題。搭配資源永續的觀點，提倡以綠色生產、消費、源頭減量、資源回收、再使用及再生利用等方式，將資源有效循環利用，逐步達成垃圾全回收、零廢棄之目標。

⁴ 乾濕交替灌溉：https://www.frs.gov.tw/view.php?theme=farm_fish&subtheme=&id=27206

⁵ 植酸酶功能：https://service.moea.gov.tw/EE507/news_content.php?id=8887

⁶ 甲烷抑制劑：<https://agritech-foresight.atri.org.tw/article/contents/3517>

⁷ 總污水處理率：https://water.moenv.gov.tw/Public/CHT/Pollution/dom_sewage.aspx

⁸ 源頭減量及回收：<https://hwms.moenv.gov.tw/dispPageBox/pubweb/pubwebCP.aspx?ddsPageID=WASTE01>