附錄 2、可能影響評估報告

第三期農業部門溫室氣體排放行動方案可能影響評估報告（草案）

農業部

114 年 6 月

一、 部門階段管制目標

(一) 背景介紹

農業部門自1990年起之排放趨勢（如圖1），整體呈現下降趨勢，探究其主要原因係由於我國加入世界貿易組織（World Trade Organization，以下簡稱WTO）經貿自由化及於1996年爆發豬隻口蹄疫等因素，造成農業種植面積及畜禽飼養量減少，而同時推動合理化施肥而有助溫室氣體排放減量。整體而言，下降趨勢係歸因於活動數據下降所致。統計至2023年，農業部門溫室氣體排放量6,490.09千公噸二氧化碳當量，其中非燃料燃燒排放量為3,330.44千公噸二氧化碳當量，燃料燃燒排放量為3,159.66千公噸二氧化碳當量，兩者較2005年分別減少25.13%及21.49%。

2023年農業部門溫室氣體排放源占比（如圖2），燃料燃燒（用電）24.95%為最大占比，其次為燃料燃燒（用油）23.74%，其餘依序為農業土壤占18.10%、畜禽糞尿管理占14.64%、畜禽腸胃發酵占9.90%、水稻種植占8.35%、尿素施用占0.30%、作物殘體燃燒占0.03%。

農業部門各類溫室氣體排放量（如圖3）以二氧化碳(CO_2)為最大宗占比48.85%，其次為甲烷(CH_4)占比30.98%及氧化亞氮(N_2O)占比20.18%。

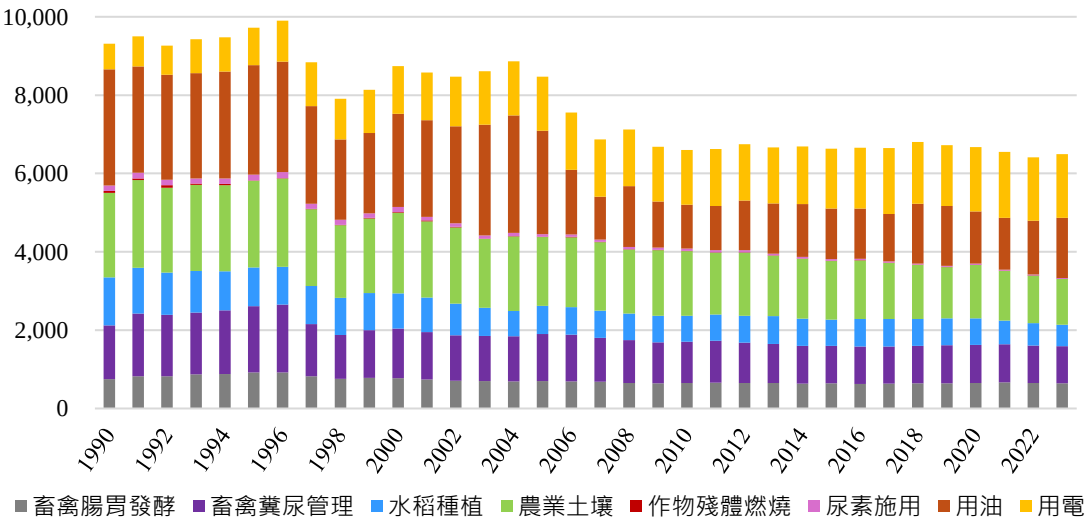

圖1、1990至2023年農業部門溫室氣體排放量趨勢

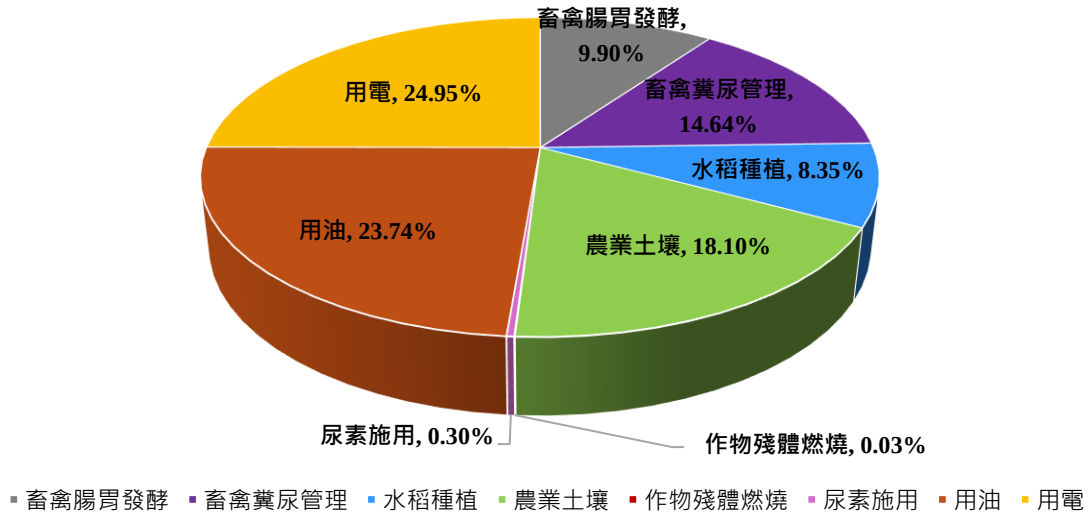

圖 2、2023年農業部門溫室氣體各排放源占比

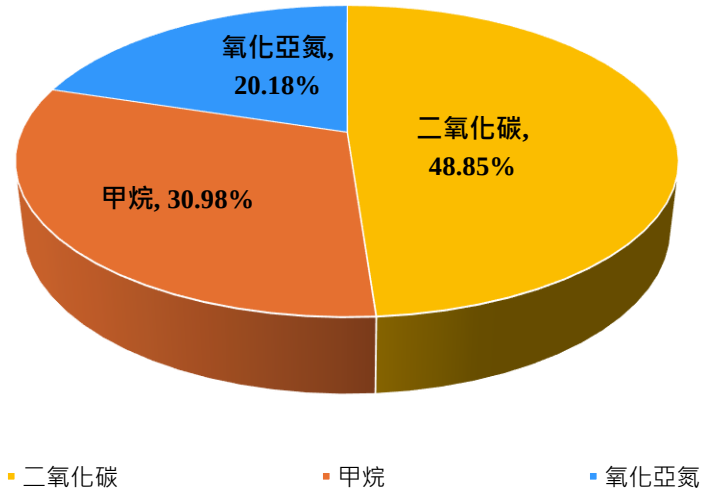

圖3、2023年農業部門各類溫室氣體占比

(二) 農業部門溫室氣體階段管制目標

農業部門溫室氣體排放包含燃料燃燒及非燃料燃燒，由 2005 年 8,472.3 千公噸 CO_2e 至 2023 年 6,328.3 千公噸 CO_2e，減少 25.31%。第 3 期（2026-2030 年）階段管制目標以 2030 年排放量降至 5,226 千公噸 CO_2e 為目標值。

二、 排放趨勢推估流程

整體人口成長及經濟發展將對農業部門勞動力、生產力產生影響，推估流程除考量整體人口、經濟成長外，亦考量既有政策及相關配套措施作為基礎情境，同時校準模型內農業部門經濟活動成長率之歷史結構，推估農業部門溫室氣體排放趨勢推估情形，整體推估流程如圖 4。

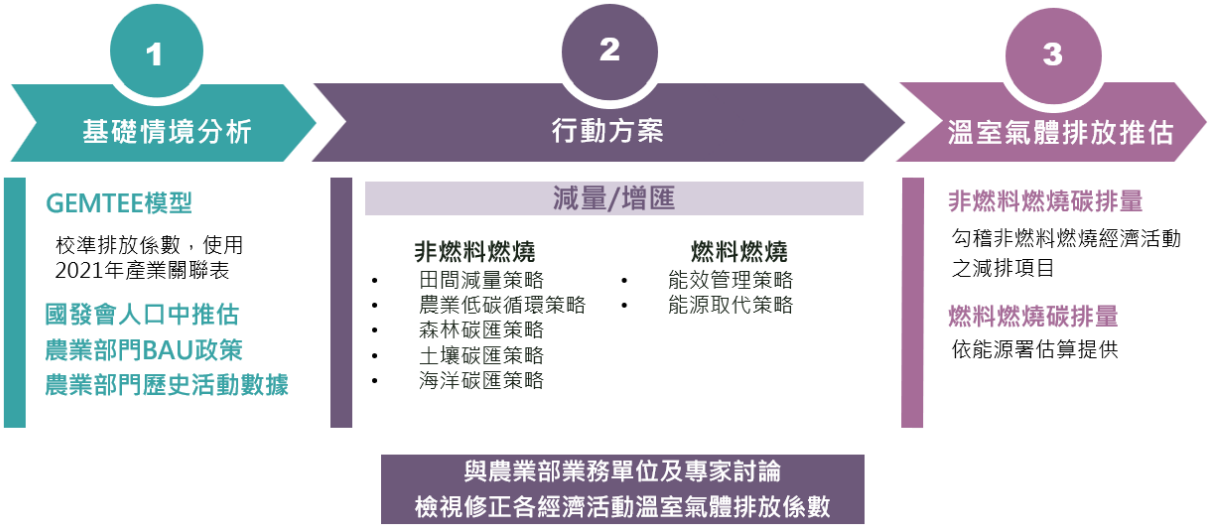

圖 4、量化分析的評估流程

(一) 基線情境分析(BAU)

1. 基準情境假設：
   (1) 採用國家發展委員會人口中推估的結構及數值，作為未來勞動力及家計數量變化之假設。
   (2) 根據國發會第1120902100號函文，以2025年至2030年國內各產業別逐年實質GDP預估成長率作為非農部門技術成長率之設定。
   (3) 設定總要素生產力，以符合國發會所推估2025-2030年之實質經濟成長率。
   (4) 更新2021~2024年農業部門的歷史活動數據(產量或面積)，校準模型內農業部門經濟活動成長率之歷史結構。
2. 引用參數：總要素生產力、非農業部門技術成長率、非農部門活動數據、勞動人口、農業部門BAU政策。
3. 推估結果：不做任何減量措施推動下，評估農業部門的溫室氣體排放量，即BAU情境的排放量，經推估2030年非燃料燃燒排放量為3,065.20千公噸CO_2e、燃料燃燒排放量為3,778.15千公噸CO_2e，合計6,843.35千公噸CO_2e。

表 2、農業部門BAU 情境排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

排放源	2021年 (實績值)	2022年 (實績值)	2023年 (實績值)	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年
畜禽腸胃發酵	664.54	654.82	642.59	649.93	658.83	666.18	673.28	678.31	680.75	682.37
畜禽糞尿處理	971.83	950.96	950.00	953.25	960.31	965.32	969.19	971.20	971.89	971.40
水稻種植	607.55	576.23	541.68	536.56	523.58	509.60	497.77	482.46	459.95	439.93
農業土壤	1,271.22	1,215.12	1,174.84	1,163.73	1,135.58	1,105.26	1,079.59	1,046.39	997.57	954.16
作物殘體燃燒	0.91	0.95	1.66	1.64	1.60	1.56	1.52	1.48	1.41	1.35
尿素施用	26.61	22.38	19.67	19.48	19.01	18.50	18.07	17.52	16.70	15.97
非燃料燃燒	3,542.67	3,420.46	3,330.43	3,324.60	3,298.91	3,266.42	3,239.43	3,197.36	3,128.26	3,065.20
燃料燃燒	3,009.19	2,991.64	3,159.66	3,231.68	3,320.85	3,406.60	3,501.82	3,595.63	3,694.26	3,778.15
總排放量	6,551.86	6,412.10	6,490.09	6,556.28	6,619.76	6,673.02	6,741.25	6,792.99	6,822.52	6,843.35

(二) 減量情境、貢獻及成本

依據農業部門溫室氣體排放源分析，並延續及強化第2期農業部門溫室氣體減量行動方案，於第3期階段管制目標（115-119年）針對減量措施與自然碳匯提出七大策略，詳細評估假設、各項措施分年減碳量、減碳成本如表3及表4。

表 3、農業部門減量策略分年減碳量與增匯量

單位：公噸二氧化碳當量

策略	溫室氣體減碳量與增匯量				
	2026	2027	2028	2029	2030
田間減量策略 (水分管理、稻稈移除及精準施肥管理)	7,742	15,319	29,326	55,197	311,835
農業低碳循環策略 (研發推廣精準飼餵及農業剩餘資源再利用)	11,520	12,960	14,400	17,280	26,944
能效管理策略 (收購遠洋及沿近海漁船、畜牧場節電設施系統、節能水車補助數量及獎勵休漁)	135,254	142,752	150,250	164,957	317,427
能源取代策略 (農機電動化、設置稻穀粗糠爐及畜牧沼氣再利用)	1,900,051	1,920,479	1,980,919	2,054,605	2,168,030
森林碳匯策略 (增加森林面積、加強森林碳匯經營管理、提高國產材利用強化森林碳匯相關科技研發量能及提高國產材利用強化森林碳匯相關科技研發量能)	164,490	246,420	328,350	448,410	758,640
土壤碳匯策略 (強化土壤管理方式、建構負碳農法及強化土壤碳匯相關科技研發量能)	164,151	169,311	176,870	209,987	264,955
海洋碳匯策略 (強化海洋及濕地碳管理及強化海洋碳匯相關科技研發量能)	-	-	345,838	357,071	366,492

表4、農業部門各項措施減碳量

策略	2030 年溫室氣體較 BAU 減量 (公噸 CO_2e)	投入經費 (億元)
田間減量策略	311,835	17.5
農業低碳循環策略	26,944	43.75
能效管理策略	317,427	14
能源取代策略	2,168,030	25
森林碳匯策略	758,640	97
土壤碳匯策略	264,955	39.75
海洋碳匯策略	366,492	64.75

(三) 減量情境下之溫室氣體排放趨勢（燃料燃燒及非燃料燃燒）

依據各項提出之減量措施及情境推估下，農業部門非燃料燃燒及燃料燃燒各排放源之溫室氣體排放量如表 5。

表5、農業部門減量情境排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

排放源	2021年 (實績值)	2022年 (實績值)	2023年 (實績值)	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年
畜禽腸胃發酵	664.54	654.82	642.59	649.93	658.83	654.66	660.32	663.91	663.47	655.43
畜禽糞尿處理	971.83	950.96	950.00	953.25	960.31	893.50	954.83	964.02	971.89	964.22
水稻種植	607.55	576.23	541.68	536.56	523.58	503.17	484.91	456.74	409.67	259.30
農業土壤	1,271.22	1,215.12	1,174.84	1,163.73	1,135.58	1,103.95	1,077.13	1,042.78	992.65	822.96
作物殘體燃燒	0.91	0.95	1.66	1.64	1.60	1.56	1.52	1.48	1.41	1.35
尿素施用	26.61	22.38	19.67	19.48	19.01	18.50	18.07	17.52	16.70	15.97
燃料燃燒	3,009.19	2,991.64	3,159.66	3,231.68	3,320.85	1,517.11	1,578.45	1,591.82	1,589.54	1,513.24
總排放量	6,551.85	6,412.10	6,490.10	6,556.27	6,619.76	4,692.45	4,775.23	4,738.27	4,645.34	4,232.46

(四) 部門溫室氣體排放趨勢推估結果

依據各項提出之減量措施及情境推估下，農業部門非燃料燃燒及燃料燃燒之溫室氣體排放量，與碳匯溫室氣體的移除量趨勢推估如表6。

表6、農業部門溫室氣體排放趨勢推估結果

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體排放趨勢/年度	2005年 (實績值)	2021年 (實績值)	2022年 (實績值)	2023年 (實績值)	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年
非燃料燃燒使用量推估	4,448.0	3,542.66	3,420.46	3,330.44	3,324.59	3,298.91	3,175.34	3,196.78	3,146.45	3,055.79	2,719.22
燃料燃燒使用量推估	4,024.3	3,009.19	2,991.64	3,159.66	3,231.68	3,320.85	1,517.11	1,578.45	1,591.82	1,589.54	1,513.24
碳匯	-	-	-	-	-	-	328.64	415.73	851.06	1,015.47	1,390.09
總計	8,472.3	6,551.85	6,412.10	6,490.10	6,556.27	6,619.76	4,692.45	4,775.23	4,738.27	4,645.34	4,232.46
減量比例 (較基準年)		22.67%	24.32%	23.40%	22.62%	21.87%	44.61%	43.64%	44.07%	45.17%	50.04%

三、 可能之影響

(一)推估參數可能造成之經濟、社會及環境面向之影響評估

評估項目	評估結果
經濟	透過節能農機設備導入、沼氣與稻殼等副產物能源化利用、精準飼餵與施肥管理，可降低能源與生產成本，提升農業資源使用效率，並創造循環經濟商機，促進農村綠色產業升級。推廣電動農機與節能水車等措施，有助於減少對化石燃料依賴，提高能源自主性，減輕農民經營風險。
社會	導入精準技術與智慧管理，改善傳統農業作業型態，有助於提升農民工作環境與生活品質。同時透過休漁獎勵、負碳農法推廣等措施，促使農漁民參與氣候行動轉型，並兼顧糧食安全與經濟收入，有助於強化農村社會韌性與永續發展。
環境	田間減量與碳匯強化策略，如水稻間歇灌溉、綠肥作物栽培、森林與濕地碳匯管理等，可有效減少甲烷與氧化亞氮排放，提升土壤與生態系固碳能力，也有助於提升生物多樣性與生態系服務功能，增進整體農業生態系統的穩定性與韌性。

綜上，農業部門溫室氣體減量行動方案整體執行對農漁民經濟活動影響不大，主因多數措施搭配補助資源導入節能設備與精準管理技術，有助於降低生產成本，維持農產品產值穩定，對農民收入與民眾生活並無明顯衝擊。社會面向亦透過推廣智慧農業、提升農村工作環境及促進參與型轉型行動，增進農村社會韌性。環境層面，透過碳匯措施如造林與綠肥推廣、水田間歇灌溉及畜牧沼氣利用等方式，能有效減少溫室氣體排放與增加碳移除量，並帶動土壤健康與生物多樣性提升，對環境具正面效益。

(二) 後續行動方案之影響評估規劃

農業部門第3期減量行動方案減量策略之規劃，除延續並強化第2期行動方案所推動的減量措施，亦增加我國碳吸存能量。七大策略內容包括：田間減量、農業低碳循環、能效管理、能源取代、森林碳匯、土壤碳匯及海洋碳匯等，使部門逐漸邁向淨零排放。

依據前開各項減碳策略，影響評估規劃以執行情形對減少溫室氣體排放進行分析，其分析說明如下：

1. 田間減量策略：包括水分管理、稻稈移除及精準施肥管理等項目。透過低碳栽培模式推動水分管理減少水田甲烷排放，推廣水田現地

移除稻稈以減少厭氧環境中有機質含量，以及推動精準施肥技術及緩釋型肥料用以減少農業生產過程氧化亞氮釋出，三項措施皆能減少溫室氣體排放對環境皆具正向影響。

2. 農業低碳循環策略：包括研發推廣精準飼餵及農業剩餘資源再利用。透過飼料配方及餵養模式的調整降低營養過量之無效飼料投入，可降低腸胃發酵而製造出甲烷，減少溫室氣體排放。農業剩餘資源轉為可循環再利用的農業生物質資源，創造新興資源循環產業，實現農業資源永續低碳全循環。

3. 能效管理策略：包括收購遠洋及沿近海漁船、畜牧場節電設施系統、節能水車補助數量及獎勵休漁。透過減少漁船用油量、提升節水節能設施的使用比例，減少農業部門用油及用電之溫室氣體排放達減排效益。

4. 能源取代策略：包括農機電動化、設置稻穀粗糠爐及畜牧沼氣再利用。電動農機取代以燃油為能源；沼氣利用可減少沼氣排放至大氣並轉換成電能；稻殼可取代乾燥機使用燃油且灰燼可當作有機肥，以上除了能源取代外亦達成生態循環再利用。

5. 森林碳匯策略：包括增加森林面積、加強森林經營、提升國產材利用及強化森林碳匯相關技術科技研發能量，推動國有農林新植造林並復育劣化林地，活化竹林碳吸存能力，發展林產加工技術提升碳保存效益並促進林產業振興發。

6. 土壤碳匯策略：包括強化土壤管理方式、建構負碳農法及強化土壤碳匯相關技術科技研發能量。研發適合農業副產物及具固碳能力之土壤微生物搭配稻草現地掩埋再利用技術，提升農業副產物循環利用率增加土壤碳匯量，並建置碳儲潛力分區圖及盤點及建立土壤碳匯資料。

7. 海洋碳匯策略：包括強化海洋及濕地碳匯管理」及「強化海洋碳匯相關技術科技研發能量。推動具碳匯效益漁業行為及促進具碳匯效益之棲地生物多樣性，建立海洋復育制度及海洋碳匯基線及海洋碳匯技術與效益評估。