

出國報告（出國類別：考察）

## 113年農業淨零排放國際參訪研習與人才培育計畫紐西蘭參訪考察報告

出國人員：

農業部資源永續利用司	副司長	王玉真
農業部資源永續利用司	技士	張雅晶
農業部畜牧司	技正	陳宜孜
農業部畜牧司	技士	陳蕙婷
農業部農糧署	視察	黃瑞華
農業部林業及自然保育署	科長	翁嘉駿
農業部林業試驗所	研究員兼組長	何振隆
農業部畜產試驗所	研究員兼副所長	程梅萍

派赴國家/地區：紐西蘭

出國期間：113年4月13日至113年4月18日

報告日期：113年6月21日

## 摘要

農業部資源永續利用司、畜牧司、農糧署、林業保育署、林業試驗所及畜產試驗所於113年4月13日至18日組團前往紐西蘭，考察該國政府初級產業部之淨零排放政策、溫室氣體研究中心之研究方向及3個農企業推動淨零排放與循環農業之實際作為。

考察發現紐西蘭的政府、研究單位與民間企業密切合作，協力達成國家減碳目標。政府部門注重與業界共同投資減碳相關科學研究及技術；研究單位規劃清晰的減碳科技研究圖譜，可供國內研究單位借鏡；農企業之減碳意識高並相互合作，更成立輔導團隊協助合作社的牧場執行減碳農法。該國更已積極發展生質能源領域 (如：厭氧發酵、木質顆粒)，取代煤炭等燃料的運用。

## 目錄

壹、考察目的 .....	4
貳、行程概要 .....	5
參、考察單位簡介與交流紀錄 .....	5
一、紐西蘭初級產業部(Ministry of Primary Industries, MPI).....	5
二、紐西蘭農業溫室氣體研究中心( New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre, NZAGRC).....	13
三、Ecogas 企業 .....	19
四、Fonterra 企業 .....	22
五、AgriZero 企業.....	27
肆、心得與建議 .....	31

## 壹、考察目的

全球氣候變遷加劇，推動淨零排放措施為國際共同趨勢，農業部以減量、增匯、循環、綠趨勢等四大主軸，推動碳效益價值化、農業剩餘資源增值利用，並導入公私協力之業界參與及農業永續 ESG 等策略，以達成2040年農業淨零目標。本次參訪承行政院國家科學技術發展基金管理會支持農業部之「農業淨零排放國際參訪研習與人才培訓」計畫，並以農業淨零排放、循環農業為主軸，規劃辦理紐西蘭之參訪考察，期借鏡國外產、官、學研發展案例，反思國內可推動之方向，以利後續針對農業淨零排放目標提出更精準之策略、措施與行動。

紐西蘭為全球實施碳訂價制度之68個國家之一，並於2019年將國家淨零排放目標納入法律規範，由於該國主要農產品（如：乳製品、肉類、奇異果等）皆以出口為導向，對國際貿易市場依賴性高，近年國際客戶對農產品生產、運銷過程之減碳需求，已成為該國穩固國際貿易市場之重要挑戰。

因應國際貿易商品在溫室氣體減量之要求，需降低初級產業的碳排放，故紐西蘭政府近年推動相關淨零措施（如：與農牧業者收取溫室氣體排放稅、建立國家與農牧產業協力推動之氣候調適行動、研發畜牧業溫室氣體減排技術、擴增林業種植面積等），不論從政策制定的政府部門、技術研發的研究單位到以營利為主的企業，對於落實溫室氣體減量都具有共識，也以具體行動展現減量效果，皆可作為為我國農業部門推動農業淨零政策之借鏡對象。

本次考察著重於瞭解紐西蘭政府推動的國家淨零目標與策略，以及政府如何提升產業對淨零碳排之重視。此外，政府如何與學術單位及農企業相互合作，研發減碳技術並落實產業應用、企業如何輔導農場、牧場落實農業淨零措施，亦為本次考察重點。

## 貳、行程概要

4月13日 (六)	18:35 臺灣桃園機場出發
4月14日 (日)	09:25 抵達奧克蘭，轉乘國內線班機至威靈頓 14:20 抵達威靈頓
4月15日 (一)	09:00-10:15 至紐西蘭初級產業部(MPI)參訪交流 14:30-16:30 至紐西蘭溫室氣體中心(NZAGRC)參訪交流
4月16日 (二)	06:00-10:00 搭乘國內線班機至羅托路亞 13:00-15:00 至 Ecogas 企業之厭氧發酵處理廠參訪交流 15:00-18:00 搭乘巴士前往奧克蘭
4月17日 (三)	10:00-12:00 至 Fonterra 企業於奧克蘭公司總部參訪 10:00-12:00 與 Fonterra 企業及 AgriZero 企業交流
4月18日 (四)	09:40 奧克蘭機場搭乘返國班機 17:05 抵達臺灣桃園機場

## 參、考察單位簡介與交流紀錄

### 一、紐西蘭初級產業部(Ministry of Primary Industries, MPI)

#### (一) 簡介

紐西蘭初級產業部(Ministry of Primary Industries, MPI)包含五個所屬單位，分別為：農業與投資部門、生物安全部門、漁業部門、食品安全部門及林業部門。其管理範圍涵蓋農、林、漁、畜及動物纖維等初級產業。政府極少對產業提供直接的經濟支持，也不參與產品定價，但注重與業界共同投資減碳相關科學研究及技術，自2022年起，紐西蘭政府將在4年內投入超過3千萬紐幣進行減碳技術或工具之開發。其組織目標為讓紐西蘭成為世界上最永續的高價值初級農產品與食品供應者。

#### (二) 訪談重點紀錄

##### 1. 紐西蘭初級產業概況

依據紐西蘭初級產業部提供的簡報，紐西蘭2023年初級產業產值(含動物纖維)占全國 GDP 的10.7%，勞動人口數佔全國就業人口數13.0%。初級產業中主要產業為畜牧業，飼養頭數分別為：羊2,570萬頭、肉牛400萬頭、乳牛620萬頭、鹿80萬頭；園藝產品亦為重要產業，

出口量分別為：奇異果67萬噸、蘋果15.9萬噸、葡萄酒2.59億公升；水產品(含養殖及捕撈)出口量則為26.4萬噸。

紐西蘭初級產業2023年總出口額56.2億紐幣，佔全國貿易額之81.8%，自2015年起，出口額逐年提升(圖1-1)。

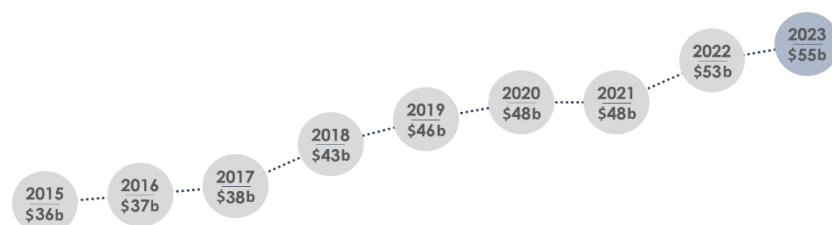


圖1-1、紐西蘭初級產業每年出口額(單位：億紐元)

(資料來源：重繪自紐西蘭初級產業部提供簡報)

出口產品中以乳製品、羊肉、羊毛、鹿肉、奇異果等產品為大宗，其中乳製品、羊毛及奇異果的產量有9成以上皆採外銷，有些產品如羊肉、鹿肉雖然產量於世界總產量佔比不高，但貿易量佔全球5成以上(表1-1)，顯示紐西蘭的初級產業在國際市場佔有一席之地。

表1-1、紐西蘭初級產業的產量、貿易量占比及出口比例

產品類型	占世界產量 (%)	占世界貿易量 (%)	國內產量出口比例(%)
乳製品	3	33	90-95
牛肉	1	8	82
羊肉	6	75	87
羊毛	14	27	98
鹿肉	-	50	65
奇異果	21	32	93
梨果類	1	5	65
葡萄酒	0.5	2	70
水產	0.3	1	73
原木	2.3	14	75

(資料來源：翻譯自紐西蘭初級產業部簡報)

紐西蘭之初級產業出口市場主要包含中國、美國、澳洲、歐盟、日本等，臺灣為第八大出口國(圖1-2)，其中至中國的出口值佔34%，顯示紐西蘭對中國市場依賴度高。不同出口國的產品需求組成略有差異(圖1-3)，如出口至美國主要為肉類與羊毛，其次為乳製品及林產品；出口至我國之產品主要為乳製品，其次為肉類及羊毛等產品。

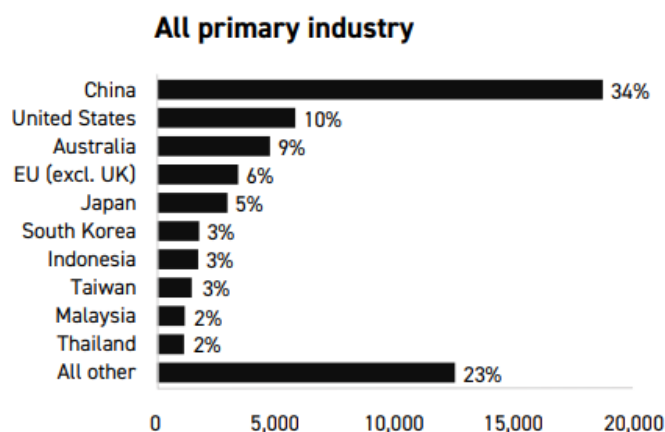


圖1-2、紐西蘭初級產業之十大出口市場及出口值 (單位：百萬紐元)  
(資料來源：紐西蘭初級產業部官方網站)

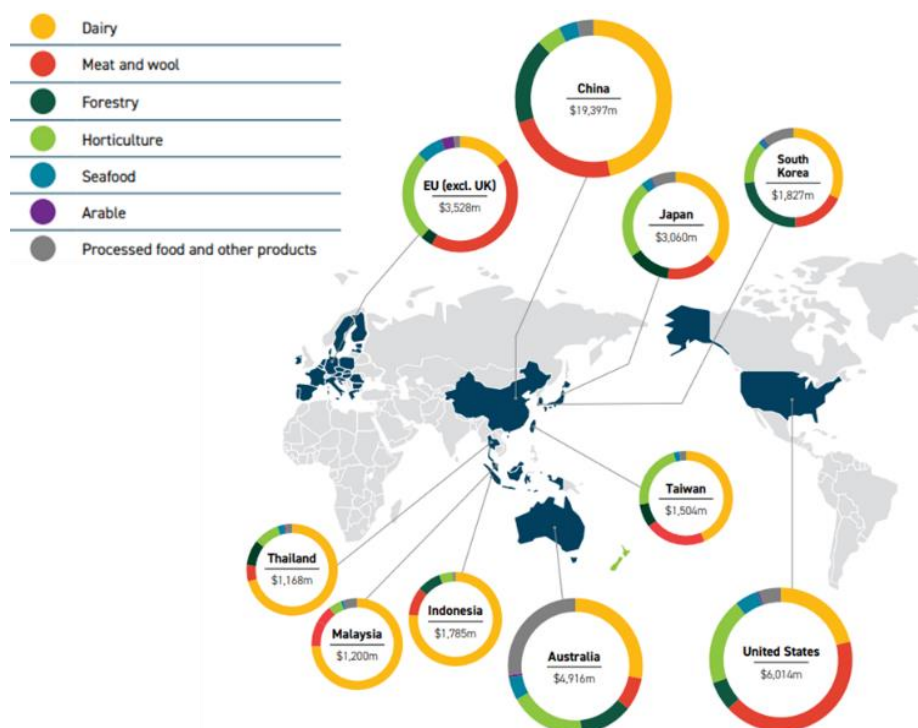


圖1-3、紐西蘭初級產業十大出口國及產品類型  
(資料來源：紐西蘭初級產業部官方網站)

## 2. 紐西蘭溫室氣體排放狀況及減碳目標

綜觀紐西蘭的國家溫室氣體排放組成(圖1-4)，有5成的排放來自初級產業，而初級產業的溫室氣體排放組成又有8成以上來自畜牧業排放的甲烷及氧化亞氮等氣體。這種排放組成在已開發國家中甚為少見；我國的溫室氣體排放組成農業部門僅占約1%，能源部門則占90%，與紐西蘭的溫室氣體排放組成差異甚大。

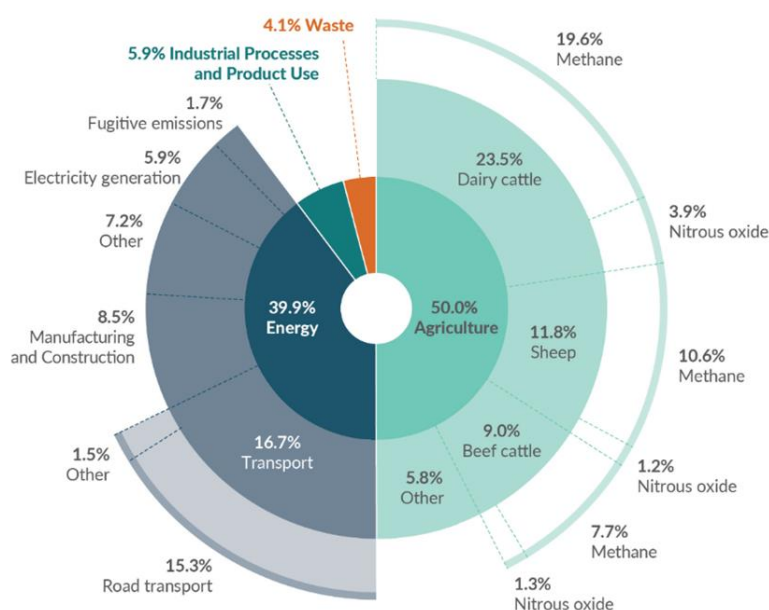


圖1-4、紐西蘭溫室氣體排放狀況(統計年度為2020年)

(資料來源：紐西蘭環境部官方網站)

紐西蘭政府在《巴黎協定》下加強其國際承諾，發布紐西蘭第一份減排計畫(Aotearoa New Zealand's first Emissions Reduction Plan)，該計畫設定了未來的氣候行動的方向，該國政府承諾自2022年起，將於4年內投入3.39億紐幣加速開發農業溫室氣體排放減量的解決方案。紐西蘭的溫室氣體減量國家目標為「2050年達到淨零碳排」，但該項目標排除甲烷；甲烷減排目標以2017年為基準，預計於2030年減排10%、2050年減排24-47%。該國減碳政策(Emission Reduction Plan, ERP)的訂定以每5年為周期，第一期(2021-2025)減碳政策(ERP1)關注農業溫室氣體排放定價、加速新的減碳工具開發、支持生產者做出改變、提供農場於減碳過渡時期的支持、尋找針對毛利族群的整體性減碳策略；該國預計在2024年底發布第二期(2026-2030)減碳政策(ERP2)。



### 3. 紐西蘭政府的溫室氣體減量政策

紐西蘭政府推動溫室氣體減量，主要工具為碳排放交易體系 (emission trading scheme, ETS)。為協助農民瞭解排放量，紐西蘭政府針對不同的農作及畜牧產業都開發相對應的方法學，並開發溫室氣體排放計算工具，協助農民具有自主提出溫室氣體排放報告的能力。政府更與一些企業合作，提供教育訓練或輔導機制，目前紐西蘭國內85%的農民可以出具溫室氣體排放報告。本次初級產業部介紹減少農業部門溫室氣體排放相關策略作為如下：

- (1). 投資科研領域：自2022年起，將於4年內投入3千萬紐幣的預算，進行新工具、新技術的研發，包含新的公私協力單位 AgriZero 及溫室氣體研究中心(New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre, NZAGRC)。
- (2). 發展標準化農場層級報告系統：目前有11個溫室氣體排放計算器，農民使用計算工具，自動提出農場層級的溫室氣體排放報告。政府更與一些公私協力單位(如：AgriZero)、農企業(如：Fonterra)提供教育訓練，讓農民有能力提出溫室氣體排放報告。關於農場溫室氣體計算器的資訊，可以在 AgMatters 網站 (<https://www.agmatters.nz>)查詢。目前針對溫室氣體排放量的計算係屬自願性質，政府並未提供相關補助、亦無懲罰機制。
- (3). 使農業部門排除在碳排放交易體系之外：紐西蘭2023年上任的新政府已經承諾初級產業免除報告溫室氣體排放量的義務，且不必為溫室氣體排放付費，但相關的政策還在訂定中。政府將在2030年以前為農場排放訂出一個公平且永續的訂價系統。而其他部門的碳交易則由環境部門負責，目前的碳交易拍賣(NZ ETS carbon auctions)價格約為60元 (NZD/ton CO<sub>2</sub>e)。

此外，毛利經濟對紐西蘭 GDP 貢獻為6.4%，但溫室氣體排放卻佔國家總排放量11.2%，主要是因為毛利經濟以畜牧業(綿羊、牛肉和乳牛)為大宗，但毛利人亦持有大規模林業資源可提供大量碳匯。因此紐西蘭政府與毛利人建立合作夥伴關係，支持及確保毛利人擁有適當的工具減少溫室氣體排放。透過以科學的方法結合運用毛利人傳統知識，確保緩解碳排的方案符合毛利農業企業和地主期待。並由毛利

人決定減碳的優先事項及採用其方式來達到減碳的目的，將有助於資金公平合理的分配。

#### 4. 林業為紐西蘭主要增匯工具

為實現淨零排放目標，各國林業部門採取擴大森林面積、推廣國產材來提高碳固定及儲存，並透過碳排放交易制度取得碳權，此亦為紐西蘭政府採取的策略。但紐西蘭於推動增加森林碳匯的過程也面臨一些問題，如研究發現，紐西蘭原生樹種的固碳效率低於外來種的松樹，要如何達到生態效益及固碳效益的平衡，是一項挑戰。紐西蘭政府之林業增匯政策，基於增加森林覆蓋率及造林效能，確保林業政策在生產效率及生態價值間取得平衡，並考量林業環境整體性，將以下因素納入評估：

- (1). 造林樹種除快速生產外來種外，亦應將本土樹種納入，並在樹種選擇上間取得平衡。
- (2). 推動永久森林政策，將生態價值較高的保安林納入碳排交易體系，而不是偏重於短輪伐期松木林。
- (3). 兼顧林業生產及國土保安，及避免與農業生產競爭優良農業土地，亦須降低林業經營過程之碳排。

為擴大森林面積，紐西蘭政府推動「十億棵樹計畫(One Billion Trees Programme)」，目標在2028年以前種植10億棵樹木，通過擴大森林覆蓋面積，增加碳匯、恢復土地利用、改善水質，確保紐西蘭生物多樣性環境。該計畫至2024年3月底已種植6.2億顆樹(圖1-5)。政府也強調該政策不是僅強調種植數量，紐西蘭林業部門(Te Uru Rākau)持續監督產業基於正確的目的，在合適的地點種植適當的樹種：該計畫鼓勵由外來樹種和本土樹種組成的永久森林和人工林，將樹木融入原本的地景，而非大規模改變土地利用方式，以補充和多樣化現有的土地利用方式。



圖1-5、十億棵樹計畫(One Billion Trees Programme)執行成果。

(資料來源：紐西蘭初級產業部官方網站)

### 5. 紐西蘭的循環農業推動情形

由於紐西蘭初級產業以畜牧業為主，並採放牧飼養，相關生物質廢棄資源可就地掩埋，故該國並無臺灣需要集中處理剩餘資源(如：農膜、畜禽糞、菇包等)的需求。是以，經洽初級產業部，並未提供農業剩餘資源相關統計資料。

針對循環農業議題，紐西蘭政府關注「食物的循環經濟」，因為紐西蘭約有3成的食物被浪費，而食物等有機廢棄物占紐西蘭溫室氣體排放的4%，為減少有機廢棄物，紐西蘭政府於2008年頒布《廢棄物減量法》，徵收家庭廢棄物處理費。紐西蘭初級產業部針對該議題，亦提出農場端可減少食物浪費的建議措施如下：

- (1) 避免過度生產或減少就地掩埋：例如可將番茄格外品製作成罐頭銷售。
- (2) 延長上架時間：例如將乳製品進行超高溫殺菌，可以延長保存期限。
- (3) 廢棄物飼料化：將廢棄物製作成飼糧，此行為應需符合相關法規(包含動物福利法、生物安全法、動物產品法等)，確保飼料的生物安全性。
- (4) 廢棄物能源化：目前已有示範案場，如 ECOGAS 企業。
- (5) 和食物援助組織合作：鼓勵企業捐贈農產品，紐西蘭針對捐贈者有保護條款，捐贈的產品在符合一定條件下，無需承擔受贈者食品安全責任。

### (三) 心得與建議

1. 紐西蘭初級產業部門的溫室氣體排放量占比高達50%，需要透過更積極的減量措施來達到國家目標；但初級產業部門雖承受高度的減量壓力，卻未對產業主動提出「誘因」，係因該國以出口為導向，而國際貿易市場對淨零排放的要求，即是產業執行淨零碳排的最佳驅動力。
2. 針對溫室氣體減量規劃，紐西蘭政府著重開發合適的減量工具與技術，以強化該國初級產業進行溫室氣體減量的根基為主，此亦為政府預算投注之大宗，替代對產業的直接補助；此外，針對該國毛利族群，政府更考量族群傳統文化及經營產業等層面，與學研單位量身打造合適的淨零措施，亦為本次參訪獲益良多之處。
3. 由於預期未來初級產品出口量逐年上升，代表更多的生產活動、更多的溫室氣體排放，要如何在此情況下達到國家淨零減碳目標，是紐西蘭政府須面臨的挑戰。本次交流發現2023年新上任的政府對於原本強度較高的初級產業淨零措施(如：收取溫室氣體排放稅、碳排放交易等)有所推遲，呈現該國政府在「推動淨零排放」與「產業發展」兩者，亦持續尋求平衡。
4. 我國政府部門推動農業淨零，可參考紐西蘭建立計算工具輔以學研單位、企業輔導，增進產業對溫室氣體排放量的掌握，惟有讓農民清楚知悉農場操作過程產生的碳排放量及可操作的減碳措施，才有後續計算減少排放量的可能。此外，紐西蘭因農產品以出口為主，透過國際貿易市場的要求，農民及企業會主動配合或積極達到減碳目標，政府自無須額外提供政策誘因，但我國農業並非每項農產品皆為出口導向，要如何鼓勵農民自主推動淨零碳排，仍須思考擬定相關對策。

## 二、 紐西蘭農業溫室氣體研究中心( New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre, NZAGRC)

### (一) 簡介

紐西蘭農業溫室氣體研究中心( New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre, NZAGRC) 成立於2009年，是政府部門初級產業部及事業創新部 (Ministry of Business, Innovation and Employment's , MBIE) 資助的研究機構，主要工作為補助、協調紐西蘭減少農業溫室氣體排放之相關研究，NZAGRC 位於梅西大學校區，卻也類似一個「虛擬」中心，因為該中心補助的研究是由不同大學或研究單位的研究者分別進行，研究者需針對紐西蘭獨特的農場系統和環境，開發成本效益高的做法和技術，以減少溫室氣體排放。而 NZAGRC 除了作為科學資助者的角色外，還確保研究策略協調以及建立研究能力，並領導紐西蘭在國際倡議中的科學貢獻，特別是在全球研究聯盟(Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases , GRA)扮演重要角色。

NZAGRC 於2021年用更多預算推動甲烷和氧化亞氮減少排放相關計畫，包含購置新的甲烷測量設備並投資甲烷疫苗、甲烷抑制劑和低甲烷動物養殖研究，更和企業建立合作關係，與該國恆天然公司(Fonterra)、紐西蘭乳業(DairyNZ)、紐西蘭牛羊肉(Beef and Lamb New Zealand)以及紐西蘭鹿業(Deer Industry New Zealand)等產業，成立反芻動物溫室氣體聯盟(Ruminant Greenhouse Gas Partnership, RGP)。除了將政府提供的資金，用於補助減少紐西蘭農業產生的甲烷和氧化亞氮排放、維持/增加紐西蘭農業土壤中碳的封存的研究計畫之外，也補助由毛利人領導的研究及探索農業低排放未來可能的樣貌。

此外，中心亦帶領我們參觀許多重要的研究設施，包括空氣循環型牛呼吸室(respiration chamber)4座、羊呼吸室24座及 Greenfeed 反芻動物呼吸溫室氣體偵測設備22座(圖2-1)。Greenfeed 及另一種密閉式呼吸室可以運到農場，現場測定活體動物溫室氣體排放，數據提供農民參考，也可供選育低甲烷反芻動物使用。反芻動物進呼吸室測量甲烷時間為2-4天，每天打開呼吸室2次餵飼並清理糞尿，牛隻尿液儲存溝可以直接排放入外面。呼吸室是連續換氣，流速設定為1,000~2,000 L/min，每個呼吸室氣體自動抽到氣體偵測器量測溫室氣體，在呼吸室另有溫溼度及二

氧化碳偵測器，以確保符合動物福利。打開呼吸室之後，大約15分鐘氣體就會回到穩定，這段時間溫室氣體數據可用內插法計算。

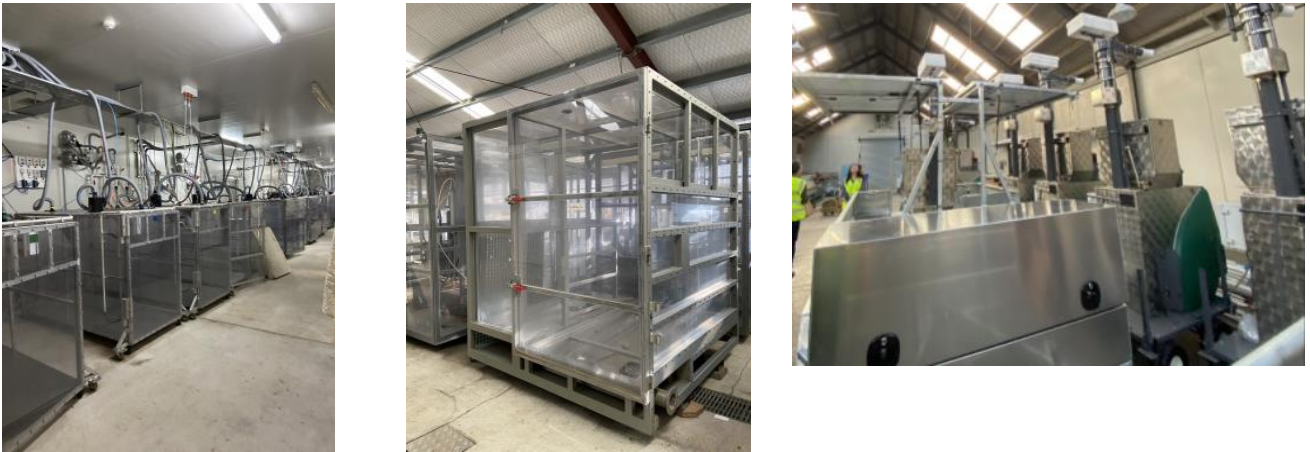


圖2-1 反芻動物腸道溫室氣體排放偵測設備。左:羊呼吸室；中:牛呼吸室；右:裝上太陽能板的 Greenfeed

## (二) 訪談重點紀錄

紐西蘭於2023年成立氣候行動農業排放中心(Centre for Climate Action on Agricultural Emissions, CCAAE)，其中包含紐西蘭農業溫室氣體研究中心( New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre, NZAGRC)及政府、企業合資的 AgriZero 創投公司，皆為本次參訪對象。本次參訪 NZAGRC，該中心分享目前紐西蘭在溫室氣體減量之相關研究著重在5個主題：甲烷、氧化亞氮、土壤碳、新農場系統及以毛利人為主要的研究(圖2-2)，對各項技術開發有明確的路徑，並且確實評估其技術發展階段，其成果分述如下：

		Generating New Ideas	Developing Emerging Ideas	Leveraging Proven Ideas	
Methane	Cattle Breeding			✓	<b>NZAGRC GOAL</b> To discover, develop and make available practical and cost-effective technologies and practices for New Zealand farmers and growers to reduce agricultural greenhouse gas emissions.
	Sheep Breeding			✓	
	Inhibitors - Bromoforn		✓		
	Inhibitors - Methanol	✓			
	Inhibitors - Bromoforn Safety		✓		
	Novel inhibitors			✓	
	On-farm delivery of methane inhibitors		✓		
	Early life delivery of methane inhibitors	✓			
	Novel delivery of methane inhibitors	✓			
	Vaccines		✓		
Wearables	✓				
Novel nitrous oxide inhibitors		✓			
Nitrous Oxide	On-farm urease patch management		✓		
	Low emissions plants and feeds		✓		
Soil Carbon	Projecting changes in response to climate change		✓		
	Mitigation practices to maintain or increase soil carbon		✓		
Maori	Takaro Whenua			✓	
	Kaitiaki		✓		
Future Farm Systems	Transitioning to a low emissions future Part 1	✓			
	Transitioning to a low emissions future Part 2	✓			

圖2-2 NZAGRC 研究路徑(Annual highlights 2021-2022, NZAGRC )

## 1. 甲烷研究

NZAGRC 的甲烷計畫以直接及間接方式減少排放，直接方式係藉由小分子抑制劑和疫苗，抑制反芻動物的消化系統中的產甲烷微生物；間接方式則包括選育、改變動物飼料配方，以及可穿戴裝置減少甲烷排放等。在呼吸室測定羊隻甲烷排放量的過程中，發現有一些羊隻反覆測定皆有較低甲烷排放量，經過基因體分析，發現有一些遺傳相關性，但其屬於多基因調控之性狀。而在低甲烷羊選育基礎上，乳牛研究現已全面展開。團隊已經確定了具有與羊類似遺傳率的基因變異。目前正在測量將近300頭年輕的乳牛的甲烷排放量，將由其中選育出低甲烷乳牛。

疫苗團隊已經確定了9種潛在的候選抗原，對於如何注射甲烷疫苗，以確保增加的抗體反應和親和力(抗體與抗原的結合強度)方面也取得了進一步的進展，已加強有效疫苗的潛力。

研究中的低甲烷飼糧包含飼料用油菜(forage rape)、甜菜(fodder beet)、芭蕉(plantain)，新型飼料或添加劑包括基因改造黑麥草(GM rygrass)及海藻(seaweed)等，微生物添加劑如 Kowbucha™ 也在研究其對甲烷菌的抑制作用，目前仍進行小規模的動物試驗。然而，在紐西蘭放牧系統中如何餵飼甲烷抑制劑是重要的議題，必須開發長效型的抑制劑以便在擠乳時餵飼，並延長抑制時效。可穿戴裝置是阻止牛隻排放甲烷的一種新穎方法，將可穿戴裝置安裝在動物的頭部時，能夠捕獲呼出的甲烷，並通過氧化電池將其分解為二氧化碳和水蒸氣的組合。來自英國試驗報告顯示，在室內單位動物甲烷排放減少了超過50%。儘管這些裝置目前尚未在紐西蘭進行測試，但林肯農業技術公司(Lincoln Agritec)正在開發一種成本效益的氧化電池，以用於可穿戴裝置。

## 2. 氧化亞氮研究

在紐西蘭大部分氧化亞氮是由微生物分解畜尿及化學肥料產生的。NZAGRC 的氧化亞氮計畫致力於開發有效且安全的抑制劑，減少氧化亞氮轉化率。其中一項硝化抑制劑雙氰胺(Dicyandiamide, DCD)，於2004年起即被核准直接噴灑於紐西蘭乳牛場草地上使用，調節氮肥在土壤中之轉化速度，減少氧化亞氮產生。但在鮮乳內發現微量 DCD

殘留，造成食安疑慮，因此不受產業歡迎。目前研究團隊發現另一種化合物，也表現出作為硝化抑制劑的潛力。實驗室中的早期測試顯示，其抑制效果是 DCD 的兩倍以上。現在正在進行田間試驗，以確定其在不同氣候和土壤類型中減少氧化亞氮排放和硝酸鹽淋洗的效果。在抑制劑施用方面，開發了一種噴霧裝置，田間評估顯示，高達65%的抑制劑可以保留在牧草地中。研究還發現，種植玉米等植物可以減少氧化亞氮排放，但在某些情況下，也可能減少土壤碳儲存，進而導致淨排放量增加。

### 3. 土壤碳研究

紐西蘭國家長期土壤碳監測計畫，在境內約500個農地測站中測量碳儲存量。這項計畫第一階段已於2023年完成，並於2024年開始重新採樣。這將使團隊能夠確定不同土地及使用類型土壤碳儲存量是否隨時間變化。監測結果發現，將特定物種引入現有牧草地以減少氧化亞氮排放，會導致土壤碳損失，進而導致總溫室氣體排放增加。對玉米的研究發現，在玉米生產期間的碳損失持續了至少4年，比先前的預估更長。這兩項發現都強調了在評估單一減碳或增匯方法時需要考慮所有溫室氣體的淨平衡。

### 4. 新農場系統

未來農場系統研究計畫探索紐西蘭未來低排放農業可能的面貌，包括：(1)對成功轉為低排放和增加氣候韌性的農場進行案例研究分析；(2)在流域和地區級別，探討土地所有者如何聚集在一起共同設計合作解決方案，以減少地區排放量；(3) 評估區域尺度上可能發生的變革對當前主要產業實施減排措施及適應氣候變化的影響；(4)對6種替代土地利用方案進行分析，這些方案是因應反芻動物的牧場沒有廣泛應用甲烷疫苗等減甲烷工具的情境下，建議選擇6種替代的土地利用方式，包括：經濟林、栗子、藍莓、工業大麻、豆科和小麥種植。但政府並無法強制牧場轉作以上6種農作物，研究計畫僅對於土地利用進行碳收支評估，供作未來農業參考。

### 5. 毛利人為主的研究

NZAGRC 的策略目標之一是幫助毛利農業在提高生產效率的同時，也因應氣候變遷降低溫室氣體排放。為了支持毛利人進入科學和農業



領域，NZAGRC 在2021年開始贊助 Pūhoro。Pūhoro 是一個慈善信託，為毛利青少年（從中學到高等教育/就業）提供指導和全方位支持，NZAGRC 的第一個毛利減碳案例研究在 AgMatters 網頁上刊載，可做為示範推廣案例，引導低碳毛利經濟產業發展。

### What technologies are being developed?

Technology	When available	Maximum efficacy
Low-emitting sheep	1-2 years	10%?
Low-emitting cattle	>5 years	10%?
Methane vaccine	>10 years	30%?
Methane inhibitors	2-7 years	30+%
Nitrification inhibitors	3-5 years	50+%
Low emission feeds (forage rape, fodder beet, plantain)	Available now	?
Novel low emitting feeds/additives (e.g., GM ryegrass, seaweed, phage)	?	?
Direct-fed microbials (DFMs) e.g., Kowbucha	?	?
Animal devices (e.g., methane destruction)	?	?
Manure management (e.g., Ecopond)	Available now	>70% (depends)

圖2-3 紐西蘭溫室氣體開發之減量技術預估期程及最大效益(NZAGRC Dr. Sinead Leahy 簡報資料)

NZAGRC 認為最有潛力的研究項目是甲烷疫苗，相較於甲烷抑制劑不但難以餵飼、作用只有約1小時、須不斷於飼料中添加，-甲烷疫苗可以有長期的效果，但其研發仍須大於10年的期間(圖2-3)。其他技術除了低甲烷排放的飼糧及糞尿管管理是立即可行外，低甲烷牛羊選育、甲烷及硝化(nitrification)抑制劑皆還需要數年的研究。因此，目前紐西蘭的反芻動物並未使用甲烷抑制劑及疫苗來抑制甲烷排放，牧草地亦尚未使用硝化抑制劑來抑制氧化亞氮排放。

在研究成果推廣面，NZAGRC 期望成為可信賴的知識來源和斡旋者，2022年架設了 AgMatter 網站，以將部門/利益相關者參與開發解決方案的進展有效地傳達給初級產業、政府和公眾，並確保國家溫室氣體研究、開發和推廣活動得到良好的協調。在國際上，通過資助具有國際水準的創新研究計畫，增強紐西蘭在農業溫室氣體研究方面的國際聲譽，並引領紐西蘭在 GRA 的科學貢獻。

在政策制定上 NZAGRC 也提供專業及技術可行性方面的諮詢，惟詢問其關於紐西蘭政府反芻動物的甲烷收稅狀況，該中心的回應為原本政策是在2025年開始徵收，但新政府將其延至2030年，且對於是否徵收

尚有變數，畢竟這個全球唯一徵收反芻動物排放稅的政策，尚有執行上的爭議。

### (三) 心得與建議

1. 紐西蘭溫室氣體研究中心致力於牛羊溫室氣體減排研究，在低碳排反芻動物選育、甲烷疫苗及抑制劑等研究路徑清晰，未來在土壤碳吸存及低碳新農業也將有所拓展，值得學習及進行實質合作。本年度已擬邀請 NZAGRC 主要科學顧問(Principal Science Advisor) Dr. David Pacheco 來臺擔任「Strategies and actions to incentivize emission reductions and carbon offset within sustainable agrifood systems」國際研討會講者，期間並至本部畜產試驗所指導及討論小反芻動物呼吸室之建立及操作，另對溫室氣體排放的計算工具也將進行國際比較與討論。
2. 研究由新的構想提出解決方案到實證、田間試驗、擴大規模到商品化應用，須經歷很長的時間及投入大量資源。面對全球氣候變遷，溫室氣體減量研究投入刻不容緩，尤其從新的構想提出解決方案到實證、田間試驗、擴大規模到商品化應用，需經歷很長的時間及投入大量資源，需要有全球合作的思考，並因應在地農業的特性，開發在地並有經濟效益的技術。
3. 我國農業溫室氣體減量研究宜有專業的團隊評估及整理完整之路徑圖，以聚焦於主要排放源投入研究資源於可行性較高的減量技術，並引進國外經驗，以利本土可行技術之開發。
4. 相對於紐西蘭動物腸道甲烷排放主要來自反芻動物，我國畜牧業結構不同，豬為單項產值最高的畜產品，豬隻腸道甲烷排放也佔畜牧業溫室氣體排放很大一部分，因此在研究上更宜投入豬隻腸道甲烷排放研究，增加豬隻適用的呼吸室，以利甲烷排放之量測。
5. 在土壤碳匯方面，全國性農地碳儲存量宜有系統性的長期調查計畫，全面性建立碳匯基盤資料。
6. 因應氣候變遷未來農業發展方向，建議探討區域性農牧用地土地所有者如何互相利用資源循環，藉由循環農業科技計畫研發成果導入，減少進口原料及化學肥料的投入，並聚集農民及利害相關人共同設計合作解決方案，以減少地區排放量。

### 三、 Ecogas 企業

#### (一) 簡介

Ecogas 公司自2022年開始營運，於紐西蘭北島中部 Reporoa 地區建置了紐西蘭第一個大型食物廢棄物轉化為生質能源的設施，該公司收集紐西蘭北島之企業與超級市場產出的生物質廢棄物，每年處理量達75,000公噸，生物質廢棄物經厭氧消化後，產出沼氣、沼渣及沼液。沼氣目前用於設施內的供暖及發電，多餘的電力被注入國家電網；沼渣及沼液則可供鄰近農田施肥或澆灌使用。

Ecogas 公司於2023年宣布與 Clarus（原 Firstgas Group）公司及 First Renewables 公司合作實施大型再生天然氣管道專案，將沼氣純化為生物甲烷(可再生天然氣)，導入天然氣管線，供應家庭或工業使用。此外，沼氣中的二氧化碳可供鄰近溫室栽培作物或飲料充填。該計畫可為該地區約2,500個家庭提供電力，並為約2,000公頃的當地農田生產乾淨的生物肥料，並提供溫室使用，促進番茄生長(圖3-1)。

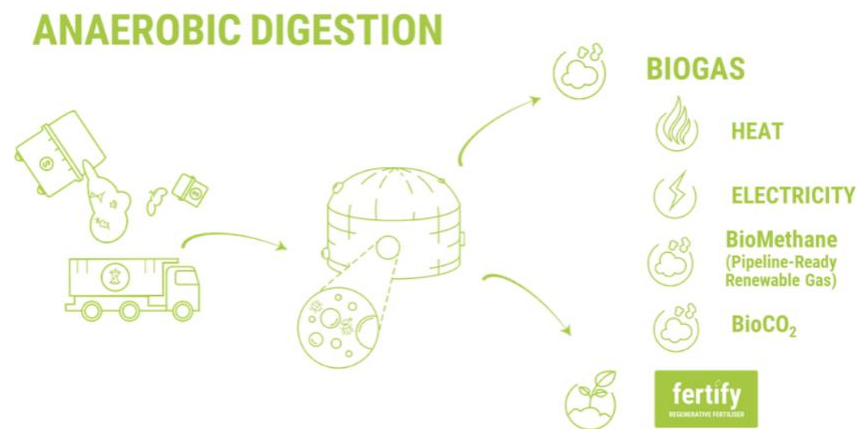


圖3-1 Ecogas 公司將廢棄物厭氧消化後的沼氣及沼渣應用

#### (二) 訪談重點紀錄

Ecogas 公司廠區設置3個大型發酵槽、2間大型前處理室、污泥集中廠、電網等(圖3-2)，紐西蘭政府提供該公司低利貸款建置廠房。廠區內瀰漫垃圾的味道，但周邊並無建物或居民。本次訪談 Ecogas 工程師 Black，負責監控廠房運作，廠房共有7位員工。廠房安裝監視器，透過螢幕監控原料入廠。

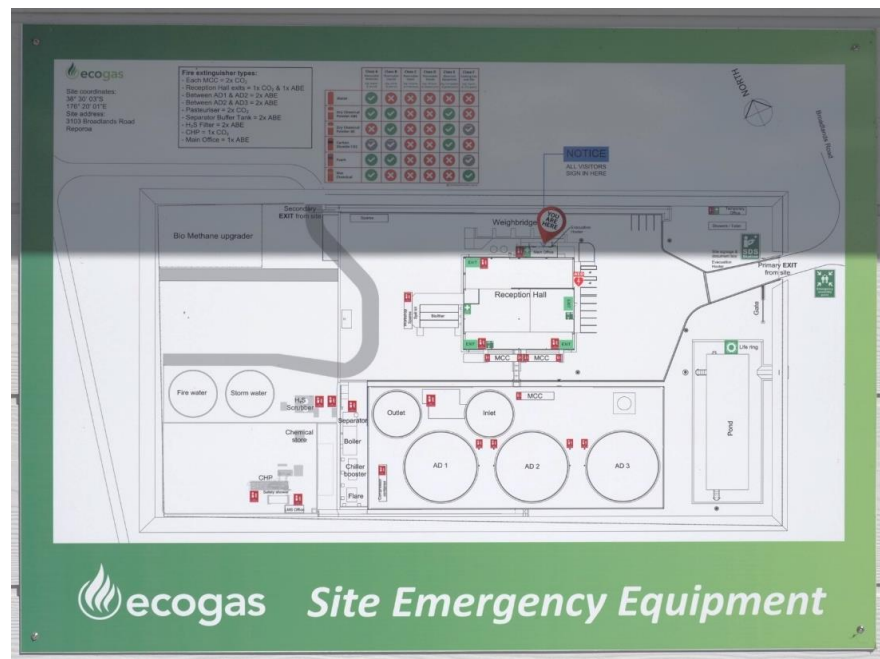


圖3-2 Ecogas 公司廠區平面圖

本次訪談該公司操作流程說明如下：

### 1. 原料收集

Ecogas 公司每天回收約120公噸有機廢棄物，包含超級市場過期食物(蔬果殘渣、魚肉、雞蛋、海鮮、麵、麵包、熟食等)、家庭廚餘(奧克蘭市政府提供每個家庭15公升廚餘桶)、乳品工廠廢液等廢棄物。該公司與奧克蘭市政府簽署20年的合約，負責處理奧克蘭(紐西蘭北島北方)西南部之食品廢棄物，並於奧克蘭設置集中點，由訂有合約的運輸公司運輸原料至公司。該公司進廠的原料視類型、污染程度及工廠處理得難易度，向廢棄物產出者收取處理費用。

### 2. 前處理：分離食物及塑膠包裝，塑膠包裝破碎後送至垃圾掩埋場，塑膠廢棄物佔整體廢棄物之1%。



圖3-3 原料處理廠房及設備

### 3. 厭氧消化處理及應用(圖3-4)

- (1).進料：將生物質廢棄物破碎後送入進料槽。
- (2).厭氧消化處理：加熱至72度，去除病原菌和細菌，每天產出沼氣45,000立方公尺，甲烷濃度約60%，其濃度因溫度而有變化。厭氧發酵未額外添加菌種，亦未透過調整碳氮比等方式來增加甲烷濃度。
- (3).沼氣純化：廠房設置過濾設備，再將沼氣純化為甲烷、二氧化碳等其他氣體。甲烷濃度調整至90%，導入天然氣管線。二氧化碳賣給周邊溫室促進作物生長。
- (4).沼渣、沼液運用：沼渣製成肥料，分送鄰近農友種植作物；沼液則透過澆灌車送至鄰近田間澆灌。



圖3-4 Ecogas 公司之厭氧消化槽(左上)、沼氣純化設施(右上)、沼氣回收及電網設施(左下)、沼渣製成之肥料(右下)

#### (三) 心得與建議

1. Ecogas 公司建置及營運過程，政府並未提供直接的經費支持，但提供低利貸款。該公司營運約1年，獲利為廢棄物處理費及天然氣銷售為主，將達到損益平衡，未來有擴廠或增加據點的規劃。
2. 本次參訪發現該公司場內並無設置處理廢水設施，且當地法規並未控管廢棄物清運或廢水處理；另製成之肥料亦未有氮、磷、鉀等元素含量比例標準，與臺灣的管理方式有落差。
3. 國內未來如於農場或畜牧場建置厭氧消化設備，可運用沼氣發電供

應農業設施使用，如蘭花溫室降溫、禽畜廠冷氣及電力照明等。

#### 四、 Fonterra 企業

##### (一) 簡介

恆天然乳品集團(Fonterra Co-Operative Group )總部位於紐西蘭北島奧克蘭，其前身為三大乳品公司即 Kiwi Cooperative Dairies, New Zealand Dairy Group 和 The New Zealand Dairy Board。於2001年合併成為恆天然乳品公司 (Fonterra Brands Holdings Pte. Ltd)，並於2006年合併旗下所有事業體，正式成立為恆天然乳品集團 (Fonterra Co-operative Group)，是世界第一大的乳品出口商及世界六大知名乳品公司之一，更是全球重要的乳品供應商，每年生產的產品有95%出口至超過120個以上的國家。恆天然企業被酪農們所共同擁有，設有一個董事會，董事們大部分是酪農，但也有三名獨立董事，並設有一個農民委員會，負責監督企業營運及管理工作；另外還設有一個獨立的法律機構，酪農們可向該機構投訴以爭取並維護自身權益。

恆天然企業之牧場經營者約有8,000名酪農，遍布紐西蘭之北島與南島，具有34個生產和配送牛奶產品的工廠，並賦予每個加工廠不同任務。在高峯期，恆天然企業每天可收集8,970萬公升的牛奶，其擁有獨步全球的世界級加工技術可妥善處理大量的牛乳，配合嚴格的質量檢測和追蹤系統，全面把關產品品質。恆天然企業在牧場端，對所有酪農採行一致性的標準作業生產流程，以提升效率降低生產成本。秉持其對乳品生產、製造、銷售、品牌經營等優勢，持續提供相關業者牧場經營、乳品品質、經濟量產、衛生安全、環境保護等專業知識與技術。

恆天然企業的價值觀宗旨為成為世界上最可信賴的乳品營養來源，堅持做到嚴格遵循食品安全、品質與誠信標準，言行公正，履行承諾，建立持久夥伴關係。通過從牧場到餐桌每一個供應鏈環節的科技應用與分享，利用其乳品技術引領世界，並透過持續關注社會、經濟和環境需求，實現企業世代相傳，永續經營。

##### (二) 訪談重點紀錄

恆天然紐西蘭牧場碳足跡為世界平均的三分之一，持續以環境永續經營為原則，與其他100多家紐西蘭公司一起加入氣候變遷領導人聯盟，共同進行低碳生產，保護自然資源，並採取能源再生等策略推動淨零減

碳。恆天然的紐西蘭牧場每年都有超過2,000小時的陽光照射，再加上大量的雨水和淡水，為生長綠意盎然的牧場創造了理想條件，恆天然企業利用自然資源來支持農業系統，並儘量減少化學肥料和飼料的使用，其乳牛食物來源大約96%是來自於牧場自然生長的牧草，遠高於恆天然企業牧草餵養標準中規定的92%。

## 1. 排放結構與氣候變遷路徑藍圖

依據恆天然乳品集團在2023年11月年會上公佈之氣候變遷路徑藍圖，揭露集團2023年溫室氣體排放結構，依序分別為腸胃道甲烷52%、土地使用變化及泥炭16%、氧化亞氮11%、購入飼料10%、堆肥甲烷5%、肥料生產3%、其他3%。恆天然企業之減碳藍圖，至2025年的短程目標是建立恆天然紐西蘭牧場100%擁有牧場環境計劃、不進行森林砍伐以及2024年減少40%使用煤炭的場所數量。至2030年之中程目標則是減少2018基準年50%的絕對排放量（kgCO<sub>2e</sub>）、同時減少2018基準年30%的乳品碳排密度（kgCO<sub>2e</sub>/kgMS）。逐步實現2050年達 Net Zero 之長程目標。

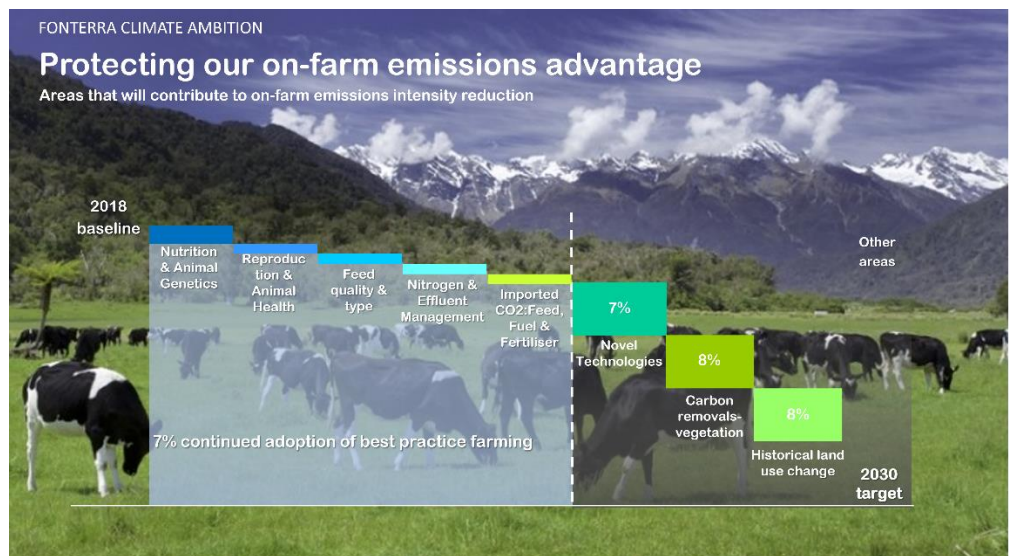


圖4-1 Fonterra 公司2030的減碳目標及農場減碳之方法

## 2. 煤炭減量策略

在淘汰使用煤炭方面，恆天然企業現已逐漸轉向使用木質顆粒作為替代品。這些木質顆粒主要來自松樹，紐西蘭的松樹大約需要25年就能成熟，生長速度非常快。其中大部分的木質顆粒來自八年生的松樹，具有高熱值，可用於取代煤炭等化石燃料。在北島方面，木質顆

粒廠的運作非常順利，因為大部分的大型松樹林都位於北島，故北島上最新的木片鍋爐能夠在短時間內獲得大量的木質顆粒。然而，使用木質生物質燃料仍面臨了挑戰，包括南島工廠附近缺乏足夠的森林來取得木片燃料。此外，木質顆粒生產過程中存在料原清潔度問題，通常會有沙子沉積在鍋爐底部。如果不保持足夠的熱度，沙子會變成玻璃，損害鍋爐。因此，恆天然計畫使用焙燒方式製作黑色顆粒。焙燒是一種熱裂解的形式，在缺氧的情況下進行部分熱分解。焙燒過程通常在200-300°C進行，以去除木材中的揮發物，然後將所得材料壓製成顆粒。黑色顆粒不需要乾燥儲存，具有更好的可磨性，並在處理和儲存過程中產生較少的粉塵，具有更高的能量密度，因此被認為是比傳統的白色木屑顆粒更優質的燃料。

### 3. 淨零排放因應措施

為了達到淨零目標，恆天然企業透過四大策略落實淨零排放，包含(1)實踐最有效的飼養模式(例如提高飼料品質和乳牛群生產性能)以減少7%的碳排放；(2)與 AgriZero（農業企業和政府設立的合資企業，致力於開發甲烷解決方案）等企業合作，研究開發新技術以減少7%的碳排放；(3)借助既有和新植被的碳移除功能減少8%的碳排放；(4)透過土地利用方式的調整及規劃以減少8%碳排放。

(1). 牧場端管理：以有機農耕方式、牧場全面輪牧、不使用殺蟲劑和除草劑、以及減少化學肥料使用等方式、改善牧場生態環境，以達到減少二氧化碳的排放。恆天然企業有一個約50人的永續乳業顧問團隊，透過與酪農一對一合作，花大約一周的時間量身訂做牧場環境行動計畫，會完整記錄牧場營運情況，資源使用情形並制定排放表，包括完成的目標與日期，遇到問題時會先暫停牛奶的採集，直到確保解決問題，滿足所有的最低要求且避免問題再次發生後才繼續收受牛奶，且每年會公布一份牧場年度表現洞悉報告，協助統計牧場各方面的碳排放量，還會指出牧場尚屬弱勢需改進的部分，並進一步指導酪農在其牧場上做些精進措施來改善他們的環境及實踐永續發展，此政策有助於酪農了解並關注自己的碳足跡，促使他們的行動更具永續性。





圖4-2 Fonterra 公司的牧場經營管理 APP 圖示

- (2). 河岸管理：紐西蘭是個重視水資源的國家，透過改善水質、增強生態系健康和提高生物多樣性等關鍵活動來保護水源。恆天然牧場使用柵欄界定河道，防止乳牛直接排泄到河道中，亦阻止乳牛在上面吃草以保護河岸和溪流。他們亦會沿著河流和溪流岸邊種植植物，來防止水土流失，並透過過濾沉積物來解決土質侵蝕問題，鼓勵增加土地和水生物多樣性。截至2017年5月底，恆天然的酪農基本上實現了不讓牲畜進入其乳牛場所有永久性河道的目標。
- (3). 新興科技研發：恆天然與甲烷研究公司帝斯曼、麻省理工學院和紐西蘭畜牧研究聯盟（AgResearch）合作，研究甲烷抑制劑（Bovaer）在牧業的使用，並討論解決排放問題的方法。其嘗試餵食海藻及利用乳製品培養創造新的發酵物，稱之為康菲茶（Kowbucha™），能夠使乳牛體內產生甲烷的病菌失去活性，以減少牛隻甲烷排放量，實驗結果顯示可有效降低甲烷排放量達20%。其研發中心科學家正在與紐西蘭畜牧研究聯盟合作，以優化康菲茶，創造經濟又實用的方式來減少甲烷。
- (4). 能源替代：紐西蘭很大一部分電力來自水力、地熱和風能，再生能源的使用，使其在能源使用的溫室氣體排放量相對較低。然而恆天然仍持續致力於在創新項目和基礎建設上進行投資，包括「能源效率計畫」。其將天然氣使用轉換為生質能、沼氣和電力，以及在仍使用煤炭的九個製造地點轉換燃料。恆天然已將布賴特沃特工廠的鍋爐裝置改用木屑顆粒共同燃燒的方式，

並將蒂阿瓦圖工廠轉變為使用木屑顆粒。恆天然和德國 MAN Energy Solutions 合作，使用熱泵技術產生蒸汽，以減少乳製品生產中的二氧化碳排放。然而，它不僅是一般熱泵，目標是透過可工業規模應用的熱泵技術，以取代非再生能源來增加蒸汽量。

### （三）心得與建議

1. 恆天然企業對於可永續發展和減少碳排放的承諾令人印象深刻。他們在農場管理和碳排放控制方面採取了積極的措施，透過管理乳牛的輪牧方式、畜牧糞便的處理及農場運營模式，並積極監控各牧場牛奶品質與牧場碳排放量，此舉表現出企業對環境責任的重視，是實現畜牧業持續發展的關鍵策略。
2. 討論中提到的使用木質顆粒替代煤炭等化石燃料的舉措是一個具有前瞻性和可行性的方案。這不僅有助於降低碳排放，還可以減少對非可再生能源的依賴。但企業也面臨一些挑戰，如位於南島的工廠於木質顆粒的生產過程中因附近無大片的松樹林，正面臨運輸上的問題。這些挑戰需要進一步研究和解決，以確保企業可永續發展。
3. 加強企業間的合作和信息共享，促進可永續發展理念的推廣和實踐。通過產業協作，可以更有效地解決共同面臨的挑戰，實現可持續發展的共贏局面。
4. 恆天然企業在可永續發展方面的經驗，如牧場端的減排技術或農業實踐，生產過程中使用了可再生能源…等，對於臺灣畜牧業之經營管理及製造業之能源轉型皆具有啟示意義。我們應該積極借鏡並採取相應的措施，推動臺灣的農業和食品生產行業邁向更加環保和可永續的發展道路。

## 五、 AgriZero 企業

### (一) 簡介

Agri Zero 公司是全世界第一家公私合作的創投公司，成立於2023年2月1日，公司宗旨是確保紐西蘭所有農民都能公平獲得負擔得起且有效的解決方案，以減少生物甲烷和氧化亞氮的排放，於2030年達到減排30%、實現2040「近零」排放，其以新穎的公私合作角度匯集大量資金，穩健投資於各項與溫室氣體減量相關研究並落實於產業運用，以確保紐西蘭農產品出口的未來盈利能力和競爭力，維持市場水平並確保紐西蘭農民能夠繼續成為該國最核心的經濟支柱。

Agri Zero 公司的持股分別是紐西蘭政府(ministry for primary industries，初級產業部)持有50%的股份，其餘50%為產業界股東包含 ANZCO Foods(肉品供應商)、Fonterra(乳品供應商)、Rabobank(荷蘭合作銀行)、ravensdown(肥料、農藥與種子供應商)、Silver Fern Farms(肉加工品供應商)及 Synlait(乳加工品供應商)等(圖5-1)，公私合力募集大量資金後投資一系列創新企業和項目，於全世界尋找減少反芻動物生物甲烷和一氧化二氮排放的解決方案，並且投資支持企業、研究和測試設施，共同致力於幫助農民引領全球近零排放牧場農業的進步。



圖5-1 AgriZero 公司的股份組成示意圖

Agri Zero 公司協助新創科研產業的領域包含以下5項：

1. 投資：用於促進公司發展的風險投資，以及用於研發和測試設施的策略性資金，以解決市場需求。
2. 加速：為創建公司和將解決方案推向市場提供支援和建議。

3. 監管支援：根據紐西蘭政府的要求，監督管理新創科研產業。
4. 試驗：與紐西蘭農業部門建立聯繫，以協助試驗成果快速推動。
5. 應用：透過農場網路和股東，大面積將科研成果應用於現場。

## (二) 訪談重點紀錄

Agri Zero 公司的業務執行領域包含策略與參與、催化劑基金、創業基金等三大區塊，本次接受訪談的是創業基金部門的領導人 David Macdonald，解釋 Agri Zero 公司與一般創投公司的異同，並說明三大塊業務領域分別包含：

1. Strategy & Engagement(策略與參與)：評估新興趨勢，建立全球合作夥伴，激發當地研究策略與政府監管投入變革與提供相關協助。
2. Catalyst Fund(催化基金)：全系統資金提供並透過行政協調以消除限制，提供機構彈性運用以產生更廣泛的影響。
3. Ventures Fund(催化基金)：引導並加速資源投入，包含資金與技術，使本地和全球企業在紐西蘭與國際上取得更大成功。

AgriZero 公司與企業共同合作，透過與紐西蘭政府緊密的聯繫扮演行政協調的角色，同時為企業客戶設定減排目標並逐一達成，包含2025年 Nestle(雀巢)排放量減少20%、Mars(瑪氏) 排放量減少27%；2030年 Nestle(雀巢)排放量減少50%、Danone(達能)生物甲烷減少30%、McDonalds(麥當勞)排放量減少36%、Cargill(嘉吉)、Coca-cola(可口可樂)、General Mills (通用磨坊)和 Kraft Heinz(卡夫亨氏)排放量減少30%、PepsiCo(百事公司)排放量排放量減少40%等，最終實現2050年 Nestle(雀巢)、Danone(達能)、McDonalds(麥當勞)、Mars(瑪氏)及 Tesco(特易購)均達淨零目標，而 Kraft Heinz(卡夫亨氏) 排放量減少57%。

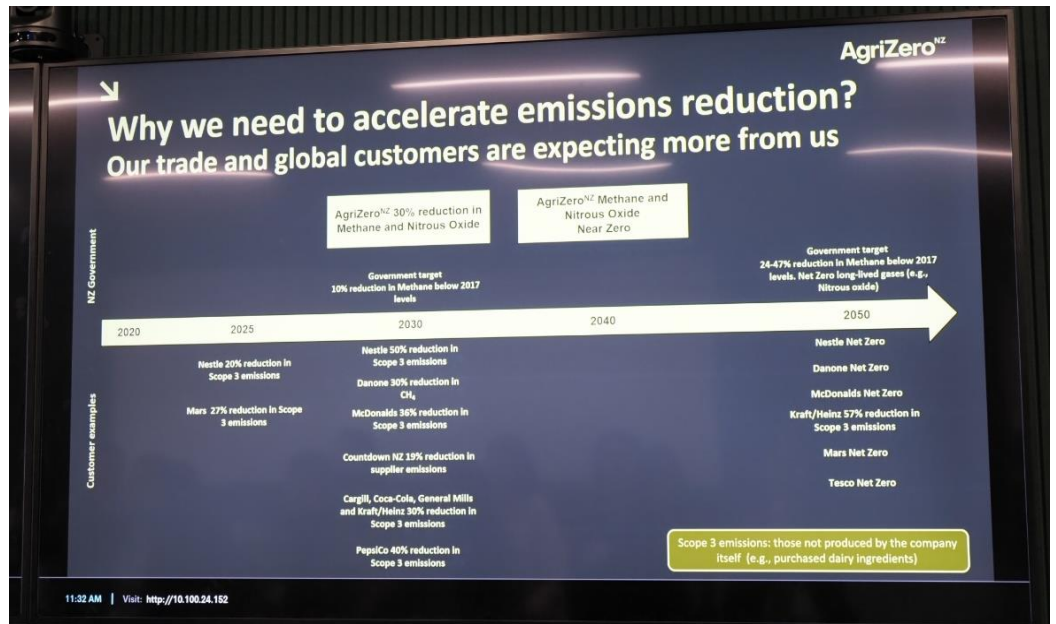


圖5-2 AgriZero 公司企業客戶之減排目標。

David Macdonald 分享目前 AgriZero 公司已完成的投資項目包括支持一家紐西蘭新創公司(Ruminant BioTech)開發一種緩釋且可生物降解的牲畜甲烷抑制劑(投資約180萬紐幣)，甲烷疫苗和抑制劑的研究(投資約250萬紐幣)，政府與 Ag Research 合資協助 Massey 大學建立新甲烷量測設施(投資約400萬元紐幣)，支持美國一家開發益生菌和天然酶的新創公司(Hoofprint Biome)，可減少乳牛的甲烷排放，同時改善健康(投資約410萬元紐幣)，已經完成開發的商品透過企業與農民的聯繫網絡大幅應用於畜牧場，另外 David Macdonald 也表示還有其他5項投資案正在進行中，但是礙於技術保密協定暫時無法分享。

將來 AgriZero 公司是否有機會跨足海外甚至與我國合作，David 表示非常有機會，該公司未來協助與投資的對象將不再只限於紐西蘭境內，而是幫助全世界的農民，以合理的價格完成淨零碳排的目標。

### (三) 心得與建議

1. 紐西蘭的農企業對於國家、政策乃至於全球環境都非常關心，對於企業價值甚為重視，不但追隨政府已制定的政策目標，甚至設定更超前的目標來自我要求，就是在這樣的心態下，與政府共同挹注資金成立了 AgriZero 公司，不同於政府機關的層層官僚體制，而是注重彈性運用資金以最快取得科研成績；且正因為其股東為農企業，研發成果毋須再另覓途徑，直接透過股東企業下的農民網絡即可廣泛運用於現場，

最快取得實際數據回饋，有效滾動檢討各項科研成果與產品，堪稱最有效的合作方式。

2. 反觀國內盛行小農，農企業屈指可數，且自我要求者則寥寥無幾，這些都代表著我國還有再進步的空間，未來當農民意識成熟，我國應可仿效紐西蘭政府與企業共同合作，合力邁向淨零未來。

## 肆、心得與建議

### 一、 政策面：政府、研究單位與民間企業協力達成國家減碳目標

- (一) 本次參訪發現紐西蘭政府極少對產業提供直接的經濟支持，但相當注重與業界共同投資減碳相關科學研究及技術。參訪發現該國政府、研究單位及企業分工明確亦密切交流，產、官、學單位通力合作於溫室氣體減排的務實策略，此種打破官商藩籬的策略合作模式值得借鏡。
- (二) 紐西蘭政府除補助減碳相關科學研究及技術，亦出資協助建立 AgriZero 公司，業者及銀行也投資相對的資金進行減碳技術商品化協助技術商品化；此外，為使牧場端能落實減碳，乳品業者更自行成立輔導員制度，以協助契作酪農提升產率、計算碳排放量及執行牧場減碳措施。反觀我國政府目前除了開發減碳相關工具及技術外，為利減碳績效更為顯著，參照紐西蘭作法，可擴大引進業者資源，如具規模的農企業公司、產銷合作社等，透過公私協力執行減碳措施，才能面對國際競爭。
- (三) 紐西蘭的再生能源(如：沼氣發電、使用木質顆粒取代煤炭等)尚處於發展階段，政府雖未直接提供補助經費，但透過低利貸款等方式協助業者建置廠房。國內為推動再生能源，亦有提供相關貸款之優惠利率，然以上開再生能源之性質，其農業生產料源長期以來被視為廢棄物，倘欲全面性納入再利用處理，恐面臨處理量能問題，包括處理場域的設置，是否僅以提供低利貸款即可，如何鼓勵企業投資和開發可再生能源技術如生物質能源等相對應的政策支持，亦是促進國內能源結構的轉型和降低碳排的關鍵。
- (四) 綜觀紐西蘭初級產業特色，在於其農民實具有農企業經營本質，且深具動物福利、環境保護、淨零碳排及社會責任等思維，故能認同許多工作是經營者本就該做而主動為之，自然無須仰賴政府補助，至於我國除因小農結構的限制外，農民的企業經營觀念仍有待深化及提升，始能接收新的趨勢，進而引領其朝向循環經濟、永續發展之方向前進。
- (五) 淨零排放已是全球共同關注之議題，未來在國際貿易上也會扮演重要的角色。紐西蘭農場及業者在產品減碳的努力，其主要推力並非政策，而是來自客戶的要求。因此，建議針對外銷主力農產品優先推動減碳或碳盤查，以利提升未來國際競爭力；而對於面臨進口競爭的農產品品項，亦宜加強減碳措施，以增加本土產品之競爭優勢。

## 二、 研究面：具清晰的研究圖譜，可供國內研究單位借鏡

- (一) 本次參訪紐西蘭的農業溫室氣體研究中心致力於牛羊溫室氣體減排研究，尤其在低碳排反芻動物選育、甲烷疫苗及抑制劑等研究路徑清晰，未來在土壤碳吸存及低碳新農業也將有所拓展，值得學習及實質合作。
- (二) 農業溫室氣體研究中心除了進行減碳相關科學研究，亦有支持毛利人進入科學和農業之相關專案，此種結合原住民的在地優勢，共同創建及具有客製化達成溫室氣體減量的合作模式可供我國思考如何藉助原住民族特質及專長，設計符合其傳統經營方式的專屬減碳方案。
- (三) 綜觀紐西蘭在溫室氣體減量的研究投入，依據目標提供清楚的研究指引，並有量身定作的專案研究，使得減量效益能不斷往前推進，建議我國在農業溫室氣體的減量研究應再梳理及建立完整之路徑圖，以供遵循，尤其應聚焦於排放源投入之研究資源，並引進國外經驗，開發本土可行之技術。

## 三、 產業面：企業減碳意識高且相互合作、生質能源尚處於發展階段

- (一) 本次參訪之企業皆具備高度的減碳意識，如恆天然(Fonterra)企業在各階段的減碳方案相當清晰明確，該公司透過地理圖資調查及碳排放量分析軟體，掌握契作牧場之碳排狀況，並擬定各牧場合適的減碳措施，再由輔導員實地輔導牧場實施減碳農法，此做法值得我國借鏡。
- (二) AgriZero 是政府與企業共同投資的創投公司，透過行政協調、加大投資力度和技術支援，以實現減排工具在農場的實際使用，確保紐西蘭所有農民都能公平獲得負擔得起且有效的方案。該類企業亦為我國可參考借鏡的方向。
- (三) Ecogas 公司的獲利來源主要為廢棄物處理費及天然氣銷售，該公司生成的甲烷可提供發電或供應處理中心所需熱能，惟目前產生的甲烷尚未完全回收運用，顯示推動該類場域應優先思考產品應用去向，換言之，在應用端如何開發更多元且具商品化價值，創造循環經濟，亦是我國在推動措施上需併同考量的重點。
- (四) 綜觀紐西蘭的產業在推動淨零排放，因政府並未提供政策誘因或經費支援，企業之驅動力主要來自國際客戶需求，因此，企業自主性相當高，更與政府合資成立 AgriZero 公司，進行減碳技術投資與信息共享，解決



政府與企業共同面臨的挑戰，實現永續發展的共贏局面。建議我國亦應加強相關農企業、產銷班、合作社等組織對淨零碳排及永續發展的重視，通過技術創新和最佳實踐，降低農業操作過程對環境的影響及減少碳排，也能提高產品的品質及永續性。