

出國報告（出國類別：研究）

赴巴西參加第七屆國際溫室氣體  
與動物農業研討會

服務機關：行政院農業委員會畜產試驗所

計畫來源：科發基金—促進農業國際接軌與新南向市場佈局

姓名職稱：李春芳副所長、李欣蓉副研究員

派赴國家：巴西

出國期間：108年8月1日至108年8月13日

報告日期：108年11月6日

## 摘要

農業生產的溫室氣體排放約占全球排放量的 14%，提升農業生產效率使成為更有韌性的低碳農業系統是國際研究與合作重要課題，畜產試驗所研究同仁繼 107 年參訪紐西蘭溫室氣體研究單位後，為增加參與國際研討會機會並發表國內相關研究成果，遂於本 (108) 年度研提科發基金計畫，由李副所長春芳與李副研究員欣蓉於 8 月 1 日到 8 月 13 日，前往巴西參加第七屆國際溫室氣體與動物農業研討會(The 7<sup>th</sup> Greenhouse Gas and Animal Agriculture Conference, GGAA)。GGAA 國際研討會每三年輪流於各國舉辦，這次是首次在拉丁美洲召開。GGAA 研討會的目的在展現與交流國際最新溫室氣體量測、推估模式與減量策略成果，並討論這些進展對農民、經營者及政策決定者在溫室氣體減量上的因應與影響。本次會議有將近 200 位來自 39 個國家的研究人員參加，邀請 11 位主講者，48 位口頭發表及 114 篇海報發表。研討會主軸含括四個方向，分別為技術研發新知發展，自基因體學到精準農業；牧場層級的低碳措施，以減量與因應促進韌性農業；區域性的低碳措施，考慮鄉間放牧、區域管理及國家級的承諾；國際間的低碳措施，如由 IPCC、NDCs、FAO 及世界銀行等國際組織報告作為。研討會自 8 月 4 日即開始一整天的預先會議(Pre-Workshops)，由農業溫室氣體全球研究聯盟 (Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases, GRA) 中的綜合研究組 (Integrative Research Group, IRG) 與家畜研究組 (Livestock Research Group, LRG) 的飼料與營養網絡 (Feed and Nutrition Network) 研究人員進行各項計畫執行情形與成果的報告。GGAA 正式會議自 8 月 5 日起至 8 月 8 日止。整體四天流程安排緊湊，除了 7 日一天的技術參訪活動外 (選擇參訪沼氣發電示範站)，每天自上午 8 點至下午 6 點分別於兩個場地進行口頭發表，上下午各有一次 30 分鐘休息時間則安排電子看板的海報展示，大會並依減碳原則，所有研討會資料只公布於網路上。研討會中 (8 月 6 日)，本所李副所長口頭發表臺灣乳山羊胃腸甲烷釋放係數量測研究成果，李副研究員以海報方式發表以雞糞堆肥管理方式做為溫室氣體減量策略與參數計算之建立，皆獲得與會人士之肯定與討論交流，並希望能在我們正式期刊發表後提供做為其統合分析的亞洲數據。GGAA 大會結束後緊接著舉行 GRA 年會兩天，我國尚未申請為 GRA 會員國，但是透過 GRA 特別代表 Dr. Hayden 的協助，同意本所人員以觀察員身份進入年會會場了解會務運作與討論模式等。我國為亞熱帶地區畜禽產業發展最蓬勃的國家之一，在畜禽產業溫室氣體研究也投入多年研究，本次會議已與紐西蘭人員討論，將提供我國反芻動物瘤胃微生物樣品以開啟國際合作，未來應著重參與國際網絡的討論與期刊的發表，以期成為 GRA 的成員，建立雙方或多方國際實質合作關係，共同為減緩地球暖化努力。

# 目 次

壹、目的 .....	1
一、 申請背景與目的-----	1
二、 前往機構與研究計畫之相關性-----	1
三、 經費來源-----	2
貳、過程 .....	2
一、 <b>GGAA 預先會議</b> -----	<b>3</b>
(一) FNN NETWORK -----	3
(二) SMARTCOW 計畫-----	5
二、 <b>GGAA 研討會</b> -----	<b>7</b>
(一) 簡介-----	7
(二) 技術研發新知發展-----	8
(三) 農場一級低碳措施-----	9
(四) 區域低碳措施-----	9
(五) 國際低碳倡議-----	9
(六) 本所發表論文-----	11
(七) 技術參訪-----	13
三、 <b>GRA 畜產研究小組年會</b> -----	<b>16</b>
參、心得感想與建議 .....	21

# 壹、 目的

## 一、申請背景與目的

農業委員會於 2016 年 12 月 7 日指示，請各業務單位針對我駐紐西蘭代表處來函有關【邀請我國參與紐國農業溫室氣體研究聯盟 (Global Research Alliance, GRA)】合作之建議，尋求逐步推動參與合作之可行性。

本會畜產試驗所於 2018 年 9 月前往紐西蘭進行溫室氣體減量研究國際合作交流，期間與溫室氣體研究聯盟 (GRA) 官方代表 Dr. Hayden 會面，Dr. Hayden 建議我方爭取參與 2019 年於巴西舉辦之第七屆國際溫室氣體與動物農業研討會 (The 7<sup>th</sup> Greenhouse Gas and Animal Agriculture Conference, GGAA) 國際研討會之機會，參與畜產研究小組會議與各國學者建立討論與聯繫管道。

本所亦於 2018 年 11 月 21 日第 25 屆臺紐年度經貿會議中提案，期望未來能持續與紐方在溫室氣體領域能有更進一步互動與合作，會議決議支持我方前往巴西參加 GGAA 國際研討會與 GRA 畜產研究小組會議，並期望未來可邀請學者來臺參訪。

我國於畜牧業之碳足跡計算、畜禽糞處理減少溫室氣體排放、沼氣發電、以飼糧調配減低反芻動物胃腸溫室氣體排放及減碳循環再利用等為近年來之研究重點，為使研究方向與研究成果與國際交流接軌，除了可透過學術網絡積極參與國際專家學者的研究心得交流討論外，洽談實際參與相關農業氣候變遷國際聯盟之合作構想，實為勢在必行。

透過本次參加 2019 年於巴西舉辦之 GGAA 國際研討會，將本所於「瘤胃與堆肥溫室氣體排放檢測方法與減量策略」，及「畜禽廢棄物管理環境永續」等議題進行發表，期望能藉此建立起與國外學者之聯絡管道，增加國際觀，並可藉此了解國際間於畜禽產業減少溫室氣體排放之研究最新趨勢。

## 二、前往機構與研究計畫之相關性

國際溫室氣體與動物農業研討會 (GGAA) 主要是探討有關畜牧業的溫室氣體減排策略和生產系統適應需求的科學新知。主要集合各國科學家和政策制定者回顧了當前現況，並提出與動物農業溫室氣體有關的政策、測量方式、建構模式、溫室氣體減量和適

應工作等重大新進展報告。該會議每 3 年舉行一次，第一次會議於 2003 年在日本舉行，來自 20 個國家的 200 名代表參加會議。隨後又召開了五次 GGAA 會議，分別為 2005 年瑞士舉辦、2007 年紐西蘭舉辦；2010 年於加拿大舉辦，來自 41 個國家共計 460 名代表參與；2016 年於澳大利亞舉行，來自 36 個國家的 300 多名代表參與。

### 三、經費來源

本次計畫經費係由 108 年度科發基金「促進農業國際接軌與新南向市場佈局」計畫支應，參訪人數共計 2 名，由本所畜禽飼養與營養研究人員暨農委會溫室氣體清冊審議委員李副所長春芳，以及畜禽糞管理與循環再利用研究人員李副研究員欣蓉前往巴西執行計畫。

### 貳、過程

本次計畫參觀研習行程安排如下表：

日期	地點	活動事項
8/1 (四) ~ 8/2 (五)	本所→桃園機場 桃園機場→杜拜機場 杜拜機場→巴西聖保羅機場 巴西聖保羅機場→巴西伊瓜蘇機場	去程 (抵達時接近午夜)
8/3 (六)	巴西伊瓜蘇機場→ 伊瓜蘇福斯金園國際酒店(會議舉辦場地)	確認會場位置
8/4 (日)	伊瓜蘇福斯金園國際酒店	GGAA 預先會議 (Pre-Workshop)
8/5 (一) 8/6 (二) 8/8 (四)	伊瓜蘇福斯金園國際酒店	GGAA 研討會
8/7 (三)	伊瓜蘇 Paraná 州北部 沼氣能源中心	Field trip 參訪
8/9 (五) ~ 8/10 (六)	伊瓜蘇福斯金園國際酒店	參加 GRA 畜產研究小組年會
8/11 (日) ~ 8/13 (二)	巴西伊瓜蘇機場→巴西熱內盧加雷歐機場 巴西熱內盧加雷歐機場→杜拜機場 杜拜機場→桃園機場 桃園機場→本所	回程

## 一、 GGAA 預先會議



圖 1-1 The 7<sup>th</sup> GGAA 預先會議

GGAA 國際研討會正式開幕的前一天（8 月 4 日星期日），舉行專題討論預先會議（Pre-Workshops）（圖 1-1），由 GRA 中的畜禽研究小組（Livestock Research Group, LRG）與綜合研究小組（Integrative Research Group, IRG）報告計畫執行情形與成果，包括 FNN network（Network on Feed and Nutrition in relation to greenhouse gas emissions）透過國際間資料收集與統計，建立乳牛胃腸甲烷與飼料及動物差異之關係方程式；以及 SmartCow project 中完成不同體內甲烷排放實測方法優缺點，以及各種測定方式在不同物種間測定極限。

### （一）FNN network

FNN network 主要的活動，包括：(1) 籌措計畫預算，(2) 建立反芻動物排放方法與 (3) 建立資料庫以預測胃腸甲烷排放與推薦減量策略。當日報告其四年期（2016 - 2019）計畫結果，該計畫動機在於因全球 GHG 排放 16% 來自甲烷，其中



牛乳中脂肪與蛋白質含量與體重等因子，建立乳牛胃腸甲烷與飼料及動物差異之關係方程式。新模式將用來預測腸道甲烷產量 (g/day per cow)、產率 (g/kg of DMI) 與排放強度 (g/kg of energy corrected milk, ECM)，並透過交叉驗證 (cross validation) 來建立預測模式。結果顯示複合因子模式預測可以較準確的預估實際數值，例如甲烷產量可用牛乳產量 (milk yield) 與牛乳成分做預測，但增加 DMI 與 NDF 等因子更可正確預估；甲烷產率可透過牛乳產量、牛乳成分與飼料成分做預測；而甲烷強度則需要所有變因皆納入預測。最後該團隊也提到目前缺少熱帶地區相關數據資料，以及未來應思考減少 DMI 雖可減少甲烷排放量，但也要注意如何避免減少動物生產效率。

## (二) SmartCow 計畫

SmartCow 計畫主要是比較不同體內甲烷排放實測方法的優缺點，以及各種測定方式在不同物種間測定限制。目前體內甲烷排放測定方法有下列方式 (圖 1-3)：

1. **Green Feed**：著重使動物自由活動不因檢測影響行為，利用電子耳標感應試驗動物靠近，進行固定精料餵飼 (固定時間) 並控制空氣流動方式以測定呼吸氣體。
  - (1) 優點：可在放牧或自由畜舍環境下檢測。
  - (2) 缺點：僅能收集短時間餵飼 (snap shot) 中的資料，受到飼料的變異影響大，且於放牧環境中檢測樣品數與頻率無法確定。
2. **呼吸室**：包括面罩呼吸室 (Head chambers) 與短時間累積箱測定法 (Short term “accumulation box” measurements)
  - (1) 優點：可以完整測定總排放量。
  - (2) 缺點：動物受環境限制未能呈現正常行為與排放量。
3. **SF<sub>6</sub> 追蹤劑法**：六氟化硫 (sulphur hexafluoride, SF<sub>6</sub>) 為溫室氣體之一，以 SF<sub>6</sub> 作為追蹤劑投入瘤胃中，評估反芻動物甲烷排放量。試驗動物須配戴檢測頸圈，受控制器影響其變異較大。
  - (1) 優點：可 24 小時檢測整日甲烷排放量，適用於放牧與自由畜舍環境。
  - (2) 缺點：因追蹤器配戴在試驗動物身上，會耗費體力，造成數值變異性大。
4. **嗅探器 (Sniffers) 呼吸換算**：結合 Green Feed 設備，不控制空氣流動，直接測定試驗動物呼出氣體，以檢測 CO<sub>2</sub> 進行排放量估算。
  - (1) 優點：可自動化，非侵入性且可以有較大的採樣規模。
  - (2) 缺點：從反芻動物打嗝氣體排出的多為 CH<sub>4</sub>，需進行換算而降低正確性。

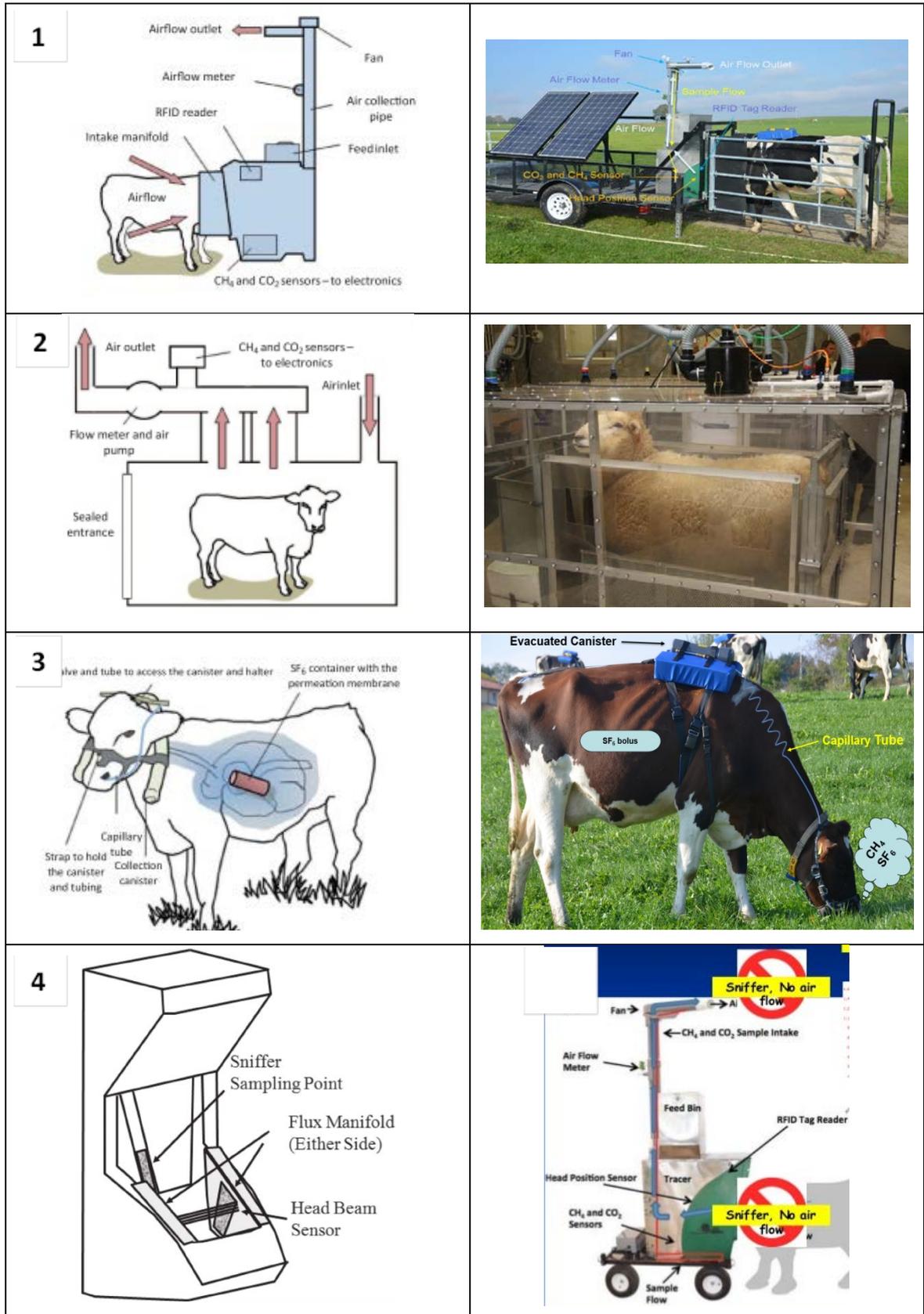


圖 1-3 反芻動物瘤胃內甲烷排放測定方法。其中 1 為 Green Feed 法、2 為呼吸室法、3 為 SF<sub>6</sub> 追蹤劑法、4 為嗅探器呼吸換算法

## 二、GGAA 研討會



圖 2-1 The 7<sup>th</sup> GGAA 大會開幕會場



圖 2-2 The 7<sup>th</sup> GGAA 海報發表會場及電子海報展示

### (一) 簡介

2019 年第七屆 GGAA 於巴西舉辦，亦為首次在拉丁美洲召開。本次研討會主題為「科學支持實踐」，目的在展現與交流國際最新溫室氣體量測、推估模式與減量策略成果，並討論這些進展對農民、經營者及政策決定者在溫室氣體減量上的因應與影響。來自 39 個國家近 200 名研究人員聚集一堂，邀請 11 位主講者，48 位口頭發表及 114 篇海報發表 (圖 2-1)。研討會主軸含括四個方向，內容包括：

1. 技術研發新知發展：從基因體學到精準農業，以及與溫室氣體測量和建立模式；
2. 農場一級低碳措施：提供溫室氣體排放減量與適應策略，以提供更多的彈性生產系統；
3. 區域低碳措施：探討有關放牧，區域管理和國家承諾的低碳管理表現；
4. 國際低碳倡議：提供政府間氣候變遷小組（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）、國家自定預期貢獻（Nationally Determined Contributions, NDCs）、聯合國糧食及農業組織（Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO）與世界銀行等國際組織報告作為。

會議日期為 8 月 5 日至 8 月 8 日，整體四天流程安排緊湊，除了 7 日一天的技術參訪活動外（本所同仁選擇參訪沼氣發電示範站），每天自上午 8 點至下午 6 點分別於兩個場地進行口頭發表，上下午各有一次 30 分鐘休息時間則安排電子看板的海報展示（圖 2-2），大會並依減碳原則，所有研討會資料只公布於網路上。以下針對研討會四大方向重點成果、技術參訪內容與本所論文發表等進行說明。

## （二）技術研發新知發展

會議邀請來自丹麥的 Dr. Jan Lassen，說明以遺傳與基因篩選方式進行乳牛甲烷的排放策略研究，提到牛隻低甲烷排放之遺傳育種篩選，若從小牛到成熟牛隻可能需要 4—6 年過程，才可以收集到子代選育資訊，透過基因選育可縮減選育過程（圖 2-3）。目前全球相關低甲烷排放的選育逐漸受到重視，然因目前全球可應用資料非常少，且大部分資料多為荷斯登牛單一品種，且低甲烷選育應同時兼顧產乳量，所以雙性狀選育有其生物複雜性，仍需要各國共同努力。

$$\text{Response } R_t = h^2 S = \frac{i r \sigma_A}{L}$$

$h^2 = \text{Narrow sense heritability}$   
 $S = \text{Selection differential between selected parents and parent population}$   
 $i = \text{Selection intensity}$   
 $r = \text{Selection accuracy}$   
 $\sigma_A = \text{Genetic variace}$   
 $L = \text{Generation interval}$

圖 2-3 基因選育方程式

紐西蘭 AgReaserch 的研究指出，該國低碳排羊隻選育工作，已經過 10 年的羊群選育監測，評估甲烷排放、生產性狀、飼料攝食量、屠體與牛乳品質來進行選育。已完成可降低 12% 甲烷排放量之選育品種，並且其可生產較多羊毛、有不同微生物群及肌肉胺基酸含量較高。

### (三) 農場一級低碳措施

牧草管理也可以達成降低溫室氣體排放效果，例如本研討會中，巴西的 Abmael 等人提出，豆科植物殘體混入飼料用花生進行栽種，可降低土壤 N<sub>2</sub>O 排放，尤其是以 50:50 至比例栽種之降低比例最低，可能為低 C/N 比導致。

Audino 等人指出，透過餵飼 3-NOP (3-nitrooxypropanol) 產品來探討對胃腸內甲烷排放與泌乳量之影響，結果顯示 3-NOP 可降低胃腸內甲烷排放量 26%，增加牛乳脂肪含量與脂肪濃度，而牛乳中的尿素氮與其他牛乳成分並未受到影響；透過瘤胃微生物定植 (microbial colonization) 可改變其微生物菌相，結果發現餵飼 3-NOP 的牛瘤胃中，其古細菌 (archaea)、細菌 (bacteria) 和厭氧真菌 (anaerobic fungi) 的含量會受到 3-NOP 影響，且其試驗期中的甲烷排放量易受到影響，顯示 3-NOP 可能可以改變微生物活性或宿主腸胃道反應。

### (四) 區域低碳措施

Alec 等人發表磷肥和綿羊放養制度對紐西蘭丘陵地區的土壤碳之影響，結果顯示，經過 12 年的監測發現，土壤碳匯從 30.9 Mg C/ha 增加到 35.1 Mg C/ha，且其土層深度不受放牧踩踏影響而改變；由坡度×農田和坡向×農田相互作用證明 ( $P < 0.001$ )，坡度和坡向亦會影響土壤碳匯。另於熱帶地區研究放牧並餵飼精料對熱帶雜交乳牛的牛乳和甲烷產量之影響，結果顯示，處理組間的牛隻體重與產乳量並無差異，精料添加不會增加產乳量，但是會增加每頭乳牛 CH<sub>4</sub> 與 N<sub>2</sub>O 的排放量。

### (五) 國際低碳倡議

本會議於開幕當日上午，邀請巴西的 Dr. Thelma Kurg 以視訊方式來說明 IPCC 在國家間的氣候變遷平台所扮演的角色。首先 Dr. Thelma Kurg 報告自 1990 至 2017 年間，全球溫室氣體排放資料，除了 2017 年能源類別排放量與 1990 年相比，上升了 0.65% 之外，其他工業、農業、廢棄物等類別之排放量占比皆下降；其中農業類別中，2017 年的畜禽糞管理與農田土壤的排放量，較 1990 年占比分別高出 1.4% 與

2.8% (圖 2-4 與 2-5)。

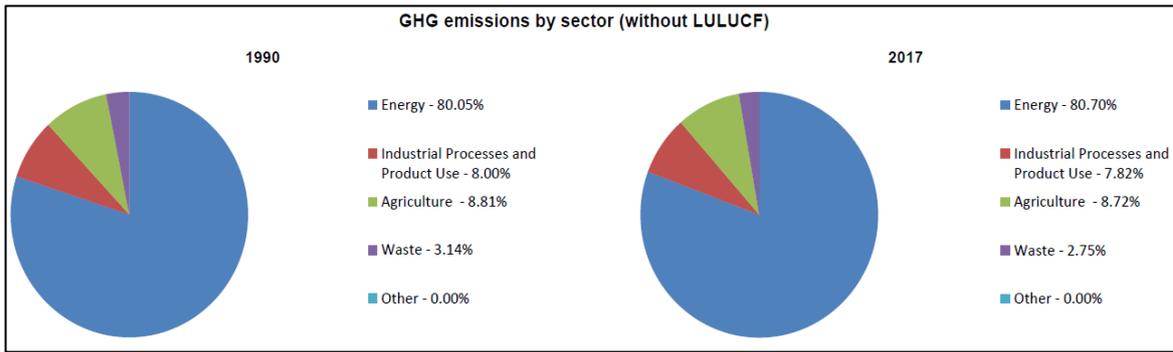


圖 2-4 1990 與 2017 年全球溫室氣體各類別排放占比

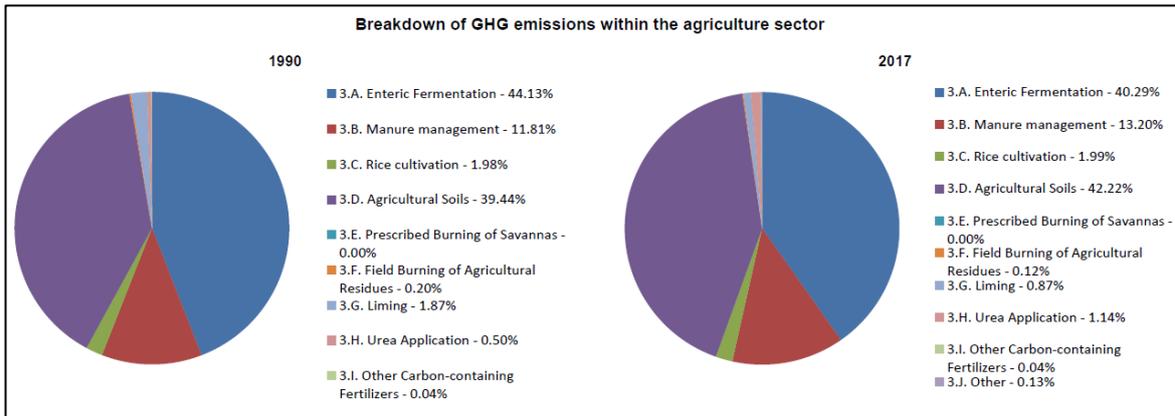


圖 2-5 1990 與 2017 年全球農業溫室氣體各類別排放占比

Dr. Thelma Kurg 也提到在呈現溫室氣體數據時，應注意全球暖化潛勢 (Global warming potential, GWP) 與全球溫度潛勢 (Global temperature potential, GTP) 的適當引用，GWP 較常用於政策或清冊計算資料，是相對於 CO<sub>2</sub> 的所放出的輻射能總和；而 GTP 則是在不同情境間較有顯著不確定性與差異性的指標。講者亦舉例說明，例如甲烷的 GWP<sub>100</sub> 為 28，GTP<sub>100</sub> 為 4；N<sub>2</sub>O 的 GWP<sub>100</sub> 為 265，GTP<sub>100</sub> 為 234，尤其對畜產產業發達的國家而言，這些指標的引用具有其重要含意，應選擇較適合自己國家的計算指標 (圖 2-6)。會議也將 2006 年的 IPCC 國家 GHG 清冊指引中的參數有修正與更新的部分進行說明。

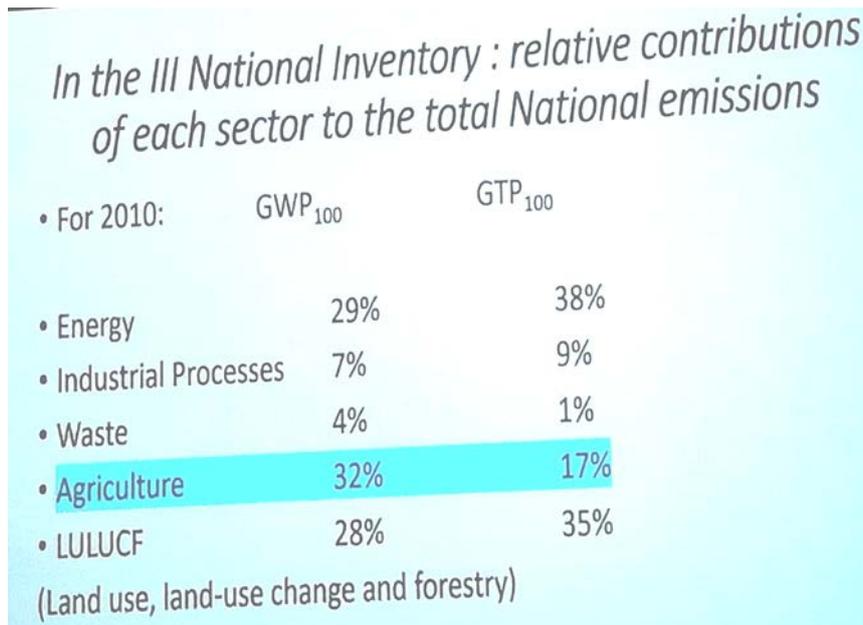


圖 2-6 不同指標計算下導致各類別之溫室氣體排放占比差異

(六) 本所發表論文



圖 2-7 本所李副所長春芳口頭發表並專注回答台下學者提問

本所由李副所長口頭發表我國乳山羊胃腸中甲烷排放係數研究成果 (圖 2-7)，其試驗目的在建立我國畜牧業胃腸溫室氣體排放的參數，作為活體溫室氣體減量的基礎資料。本研究係測量了 4 個生理階段的阿爾拜因乳山羊，其中哺乳期仔羊以代乳和穀物餵養，其他 3 個時期 (生長期、乾乳期與泌乳期) 乳山羊則以玉米青貯料、苜蓿乾草、啤酒粕、大豆殼粒和穀物混合物成混合日糧餵養。經過飼糧適應後，將山羊移入通風控制的容積 23.4 m<sup>3</sup> 不銹鋼室內，持續 1~3 天，24 小時內由進氣口和排氣口採集之 12 組氣體樣品，分析其中的 CH<sub>4</sub> 和 CO<sub>2</sub> 濃度，並記錄每天氣體排出量、空氣速度和室溫，並進行氣控室和腔室內氣體回收率測定，來換算 CH<sub>4</sub> 和 CO<sub>2</sub> 排放係數。結果顯示，4 個生長期的 CH<sub>4</sub> 每日排放係數分別為每頭 6.4、18.4、26.6 和 57.4 g，依體重與採食量增加而增加。進而計算出臺灣羊群每頭乳羊每年 CH<sub>4</sub> 加權排放係數為 12.03 公斤，CO<sub>2</sub> 加權排放係數為 374.8 公斤。

李副研究員欣蓉則以海報方式發表以雞糞堆肥管理方式做為溫室氣體減量策略與計算參數建立 (圖 2-8)。係探討送風量對肉雞雞糞墊料堆肥處理產生的溫室氣體量之影響，提出溫室氣體排放係數及減低排放量之策略。試驗於箱型送風式堆肥舍堆置白肉雞雞糞墊料，送風時間分別為 3、0.5 及 0 min/hr，堆置期間每日記錄堆肥中心溫度，每週測量 3 次溫室氣體產量，分析堆肥樣品成分 1 次。由堆肥上部空間氣體濃度分析結果估算，N<sub>2</sub>O 排放係數分別為 0.62、1.27 及 1.23% N<sub>2</sub>O-N/initial N，甲烷排放係數則分別為 1.59、1.96 及 2.04% CH<sub>4</sub>-C/initial C，送風量愈高甲烷排放係數愈低。排放之甲烷、氧化亞氮及電力消耗，換算為二氧化碳當量分別為 0.32、0.43 及 0.42 kg/kg initial dry matter，堆肥過程中透過送風 3 min/hr 可以減少排放 24% 二氧化碳當量。



圖 2-8 本所李副研究員欣蓉海報發表並與學者進行討論

## (七) 技術參訪



圖 2-9 沼氣能源中心示範點

位於 Paraná 州北部的一座沼氣能源中心 (圖 2-9)，於 2017 年由政府與能源廠集資成立，經過一年的研究資料蒐集與一年的建造完成，占地約 10,000 m<sup>2</sup>，目前尚未正式營運，已經與附近 18 家養豬場簽約收集沼氣，規劃養豬場沼氣透過約 20 km 長的地下沼氣管線，每日送達能源中心。預計每日可產生 4,600 m<sup>3</sup>~5,000 m<sup>3</sup> 沼氣，每月發電量約 250 MW，所提供的電量可提供 76 戶投資者自用。

18 座養豬場飼養頭數約有 1,000 頭到 5,000 頭，總計頭數約 39,000 頭，每座養豬場產生的沼氣量約 150~660 m<sup>3</sup>/day，皆於廠內設置 2 組厭氣消化槽輪替，1 組進行厭氣消化並傳送沼氣到能源中心，另 1 組做為厭氣消化後的沼液沼渣進行肥料或廢水施灌貯存槽用。預計豬場每日送沼氣給能源中心，出豬後兩週清洗空舍期間則暫停送氣。

厭氣消化槽形式為覆蓋式大型 lagoon (圖 2-10)，內部裝設攪拌設備，並先於養豬場端進行第一次脫硫，可將 H<sub>2</sub>S 由 5,000 ppm 降低至 1,000 ppm，送至沼氣中心再進行第二次脫硫，可將 H<sub>2</sub>S 濃度降到極低。養豬場的糞尿廢水並不進行固液分離，

直接進入厭氣消化槽進行厭氣消化，採全豬糞尿與沖洗廢水進行消化，並未添加農業廢棄物進行共消化。



圖 2-10 養豬戶建置之大型覆蓋式厭氣消化槽(白色罩)

能源中心大約花費巴西幣 R\$1,700 萬元建造，沼氣管線由政府出資，養豬戶自行投資厭氣消化槽，其建造成本大約 R\$80,000~90,000，每戶養豬場所產生的沼氣皆有流量計進行沼氣產量計算，並以 R\$ 0.28/m<sup>3</sup> 價格賣給能源中心，預計養豬戶將可於 3~5 年內回本。

能源中心與養豬場簽訂約 5 年合約，因為 18 戶養豬戶的廢水處理與飼養管理模式不同，能源中心對各場沼氣生成提供技術協助，以掌控進氣品質，估計其沼氣約含有 60~65% 甲烷含量。

沼氣中心中的 5 條大型沼氣收集袋為雙層 PVC 材質，中層夾有發泡混凝土 (granules foam) 等保溫材質，可使用年限為 10 年，以繩索固定在地面上 (圖 2-11)。其發電設備主要包括空壓機、怯水器、燃燒機與貯能設備等，設置 2 套機組，每套 240 KW 發電設備，可供輪流運轉或全量運轉使用，每套設備約 R\$50 萬元，使用壽命取決於沼氣品質，預計約可運轉 20,000 小時，基本維護大約於 250 小時需更換機油一次 (圖 2-12)。



圖 2-11 沼氣收集袋外觀



圖 2-12 沼氣發電機組與貯能設備

本計畫於 2009 年執行第一次沼氣中心營運，當時係將沼氣轉換為熱能供使用，然而使用效益不高而計畫失敗；並於 2017 年啟動第二次計畫，改以電力提供方式進行營運規劃，免費提供給 76 戶參與計畫投資戶使用，並以契約方式提供固定電量，若用戶當月並未用到契約用量，可以將未用電之額度移到下個月使用。當地亦有蛋雞場自行將蛋禽糞集中後，去除羽毛與含沙量等雜質後，與水混合進行生質甲烷使用，並搭配沼氣車開發。

### 三、 GRA 畜產研究小組年會



圖 3-1 李副所長春芳以觀察員的身分進入 GRA 之 LRG 年會

本次前往巴西的重頭戲，即於 GGAA 國際研討會後參加 LRG 年會，臺灣雖然尚未成為 GRA 會員國之一，但是透過 GRA 特別代表 Dr. Hayden 與 LRG 召集人 Dr. Harry 的牽線協助下，同意本所人員以觀察員身份進入年會會場，除了解該研究小組運作模式、各研究網絡執行情形與欲尋求各國團隊支援合作項目。本次年會共有 28 個會員國出席會議，3 個觀察員國家，3 個 LRG 研究網絡以及 6 個合作組織出席會議。

#### PARTICIPANTS

2. The meeting was attended by representatives from 28 GRA member countries and three observer countries, three of the LRG's research networks, and six partner organisations:

- **Countries attending:** Argentina, Australia, Belgium, Brazil, Cameroon, Canada, Chile, Colombia, Cote d' Ivore, Denmark, France, Germany, Ghana, Ireland, Italy, Japan, Kenya, Netherlands, New Zealand, Nigeria, Norway, Senegal, Spain, South Africa, **Taiwan**, Thailand, Tunisia, Uganda, Uruguay, USA, Zimbabwe.
- **LRG network coordinators attending:** Animal Selection, Genetics and Genomics Network; Feed and Nutrition Network; and Rumen Microbial Genomics Network.
- **Partners attending:** Tropical Agricultural Research and Higher Education (CATIE), Climate and Clean Air Coalition (CCAC), International Centre for Tropical Agriculture (CIAT also representing CCAFS), European Commission, UN Food and Agriculture Organisation (FAO), World Bank.

圖 3-2 臺灣以觀察者國家身份出現 LRG 年會文件中

GRA 於 2009 年成立，目前共有 57 個會員國、四大研究領域（畜產、水稻、農地與綜合），18 個科學網絡與 17 個合作組織，超過 3,000 位全球科學家加入。其中水稻研究團隊主席為日本、烏拉圭、賽內加爾；農地（Croplands）研究團隊主席為西班牙、美國、巴西；綜合（Integrative）研究團隊主席為法國、加州、澳洲；而畜產研究團隊（LRG）主席為愛爾蘭、紐西蘭，之後將有英國代表加入主席行列。



圖 3-3 左圖為 GRA 組織架構；右圖為 LRG 主席（左一為紐西蘭 Harry Clark 與中間的愛爾蘭 Sinead Waters）及 GRA 特別代表（右一，Dr. Hayden）共同主持本次年會



圖 3-4 LRG 年會會場

目前參與 GRA 的 57 個國家皆有加入 LRG 團隊，其團隊目標為減少畜禽生產系統下的溫室氣體排放，增加土壤碳存量。目前的工作內容主要以精進全球在畜禽 GHG 研究，協助國家間之農業與氣候變遷減量優先策略，透過與全球科學研究人員、政策擬定者與官方單位聯繫管道建置，完成國際間或地區間的合作夥伴關係。

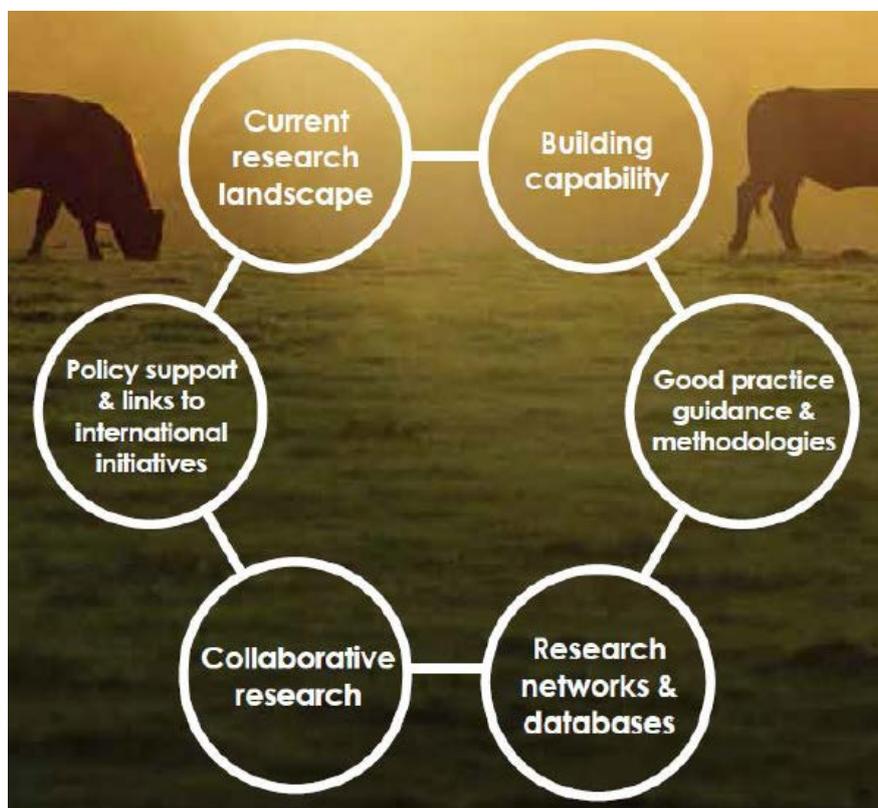


圖 3-5 LRG 目前工作目標

年會中除了相關會務資訊討論與計畫進度報告之外，亦進行分組討論，希望了解各國希望 LRG 可提供各國於溫室氣體研究上何種協助之意見，以及各國可以提供 LRG 那些建設性之貢獻。本所李春芳副所長與李欣蓉副研究員，亦參與亞洲/大洋洲分組，該組於希望 LRG 提供之協助歸納於以下幾點：

1. 推估溫室氣體排放參數之計算工具 (Tier 1 - Tier 2)。
2. 可從研究、設備、人員或資金投入，支持各國產生溫室氣體活動數據。
3. 協助科學研究發表使區域性資料納入 IPCC 資料庫。
4. 各國家間研究相互連結或資訊資源分享。
5. 尋找與建立人力資源。
6. LRG 建置網絡資訊分享平台。
7. 針對小規模農戶分享降低溫室氣體之實踐方法。

8. 使小組成員能實際行動開始前就能先行共享研究或策略。
9. 幫助協調避免重複研究造成資源浪費。
10. 農場經營管理的減碳策略技術指導。

至於該分組針對各國可對 LRG 提供那些貢獻也歸納出以下幾點：

1. 參與 LRG 執行之旗艦計畫網絡工作。
2. 分享研究或行動策略的科學知識。
3. 資料或數據分享以歸納出全球溫室氣體減量策略。
4. 可供全球性執行之減量模式。
5. 平台分享資訊、擴大運作研究網絡、發表資料品質、策略方法、國際協定資料、案例與數據之分享。

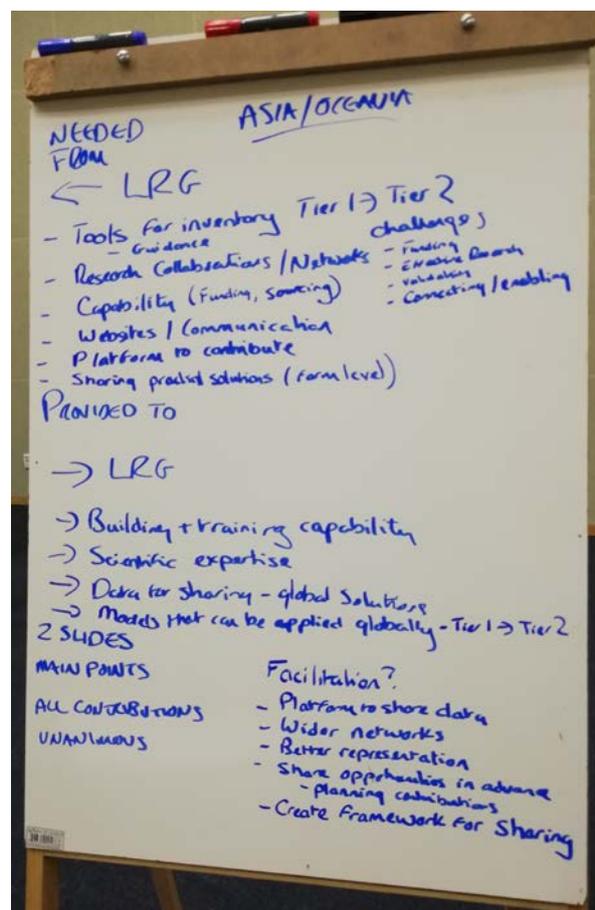


圖 3-6 李副所長春芳參與 LRG 年會中分組討論活動

最後，主席也針對兩天的 LRG 年會會議進行決議，包括：

1. 加強盤點、分類或評估所有研究產出成果。

2. 所有社會面、環境面與經濟面的減排策略活動皆應符合 2030 全球目標。
3. 加強網絡平台對話與在不同技術、不同標準下的策略知識分享。
4. 在多重利益與永續政策推動之間權衡，應該要有更多的鏈結與參與。
5. 編撰畜禽產業經營在永續農業—食物系統影響之科學性手冊。
6. 與成員國合作分享各國溫室氣體清冊計算方法及排放係數、具備國際「可量測、可報告、可查證 (Measurable, Reportable, Verifiable, MRV)」之盤查、登錄、查證制度與國家自定預期貢獻 (nationally determined contribution, NDC) 等國家溫室氣體清冊。
7. 與 LRG 合作夥伴合作開發設施，以確保其設備設計能囊括溫室氣體和氣候專業知識，並與畜牧業投資合作。
8. 採取行動以重振本小組內的動物健康和糞便管理研究網絡。
9. 探索並指導新成員國加入 LRG，調整其研究能量與建設以適應該特定區域需求，以及建立 LRG 區域分會和新主題領域的機會。

## 參、心得感想與建議



本所人員與 GRA 紐西蘭主要工作人員合影。  
分別為 GRA 特別代表 Dr. Hayden (右 2)、紐西蘭 AGGRC 的 Dr. Sinead Leahy (中)  
與 PGgRc 的 Dr. Mark Aspin (左 1)



本所人員與 LRG 主席 Dr. Harry (左 2) 合影

本次研討會除了將本所於乳山羊瘤胃溫室氣體排放參數與畜禽糞管理對溫室氣體排放影響等成果進行發表之外，更特別感謝 GRA 特別代表 Dr. Hayden 與 LRG 主席 Dr. Harry 的協助，讓我們可以觀察者身分參與 LRG 年會盛會。臺灣身為亞熱帶地區中，畜禽產業發展最蓬勃的國家之一，未來本所於畜禽產業的溫室氣體研究與方向，將可在東南亞地區中扮演重要之角色。針對本次的參訪行程，歸類出以下幾點建議：

## 一、我國畜牧產業溫室氣體減量策略

應基於維持國人糧食供需保障基準之下，進行畜牧經營管理方式的改善及提高畜禽生產效率。近年來政府所推動之源頭減廢、增加綠能循環利用、合理化施肥、堆肥製作方式改善、沼氣發電、沼液沼渣施灌等循環農業模式，皆可視為我國減碳策略，應可持續進行相關碳排參數之建立，增加計算溫室氣體之活動參數資料，並增列綠色國民所得帳中的廢棄物項目，完整建立國內畜禽生產體系中的溫室氣體排放係數，隨生產系統效率的提升逐年更新排放參數與釋放係數，以確認各項減量工作的成效；並持續將研究成果透過國際期刊或會議進行發表，使臺灣溫室氣體排放參數可與國際研究接軌。

## 二、臺紐溫室氣體議題合作面向

透過臺紐雙邊合作會議提案，持續尋求紐方協助臺灣加入 GRA 會員國之可行性，或是能參與 LRG 研究小組內的旗艦計畫，透過提供亞熱帶地區反芻動物瘤胃微生物樣品與畜禽糞管理網絡計畫參與的方式進行合作，建立雙方或多方實質的合作關係；同時邀請 GRA 官方主席 Dr. Hayden 等相關學者來臺灣參訪，以更深入瞭解雙方在溫室氣體研究領域可互相合作的範疇。