

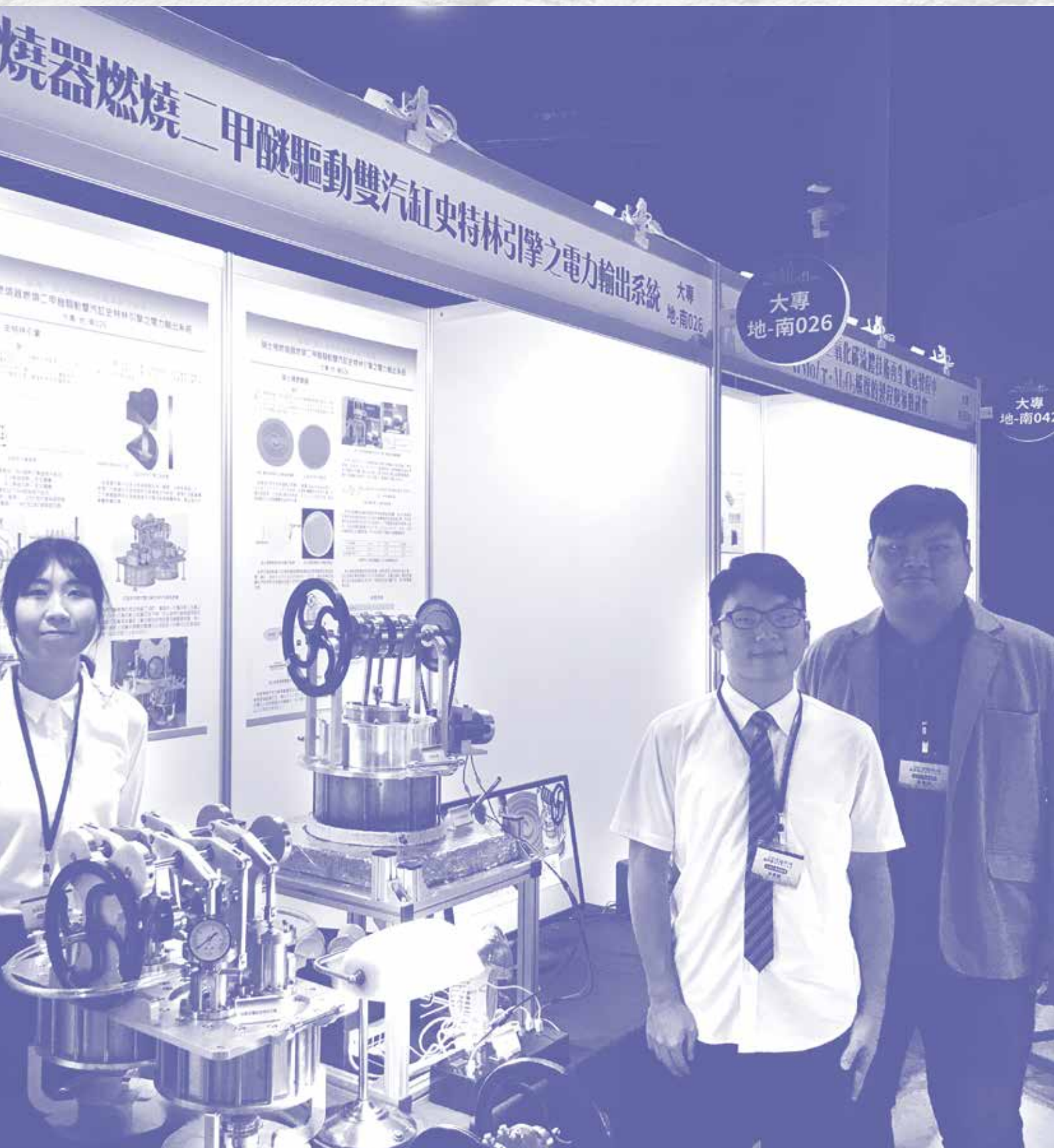
2020臺灣能 潔能科技實作競賽

能源工程國際學位學程\陳翊筑

2020年10月18日，本校能源工程國際學位學程學生在教育部「2020臺灣能——潔能科技創意實作競賽」中獲得全國銀牌獎。競賽團隊由成功大學航空太空工程學系副教授吳志勇與教授陳文立共同指導，碩士生胡博譯、大四學生張家瑜、陳翊筑、王則皓等4位同學組隊，從101支隊伍中脫穎而出，勇奪在地實踐組全國銀牌獎，獲獎金5萬元。經過這次的努力與實踐，我們也將決定留在國立成功大學繼續我們的研究與理想，其中胡博譯更取得110學年度入學航太研究所博士班的許可。

我們的參賽作品以「瑞士捲燃燒器燃燒二甲醚驅動史特林引擎之電力輸出系統」為主題，整合具備特殊螺線結構之瑞士捲薄型觸媒燃燒器與低溫型史特林引擎，並展示二甲醚、甲烷與合成氣低溫燃燒熱轉電之發電效果。吳志勇副教授表示，這項研究與實作的成果符合當今氣化生質能源應用、甲醇經濟、與畜牧沼氣應用發電等當前政策。





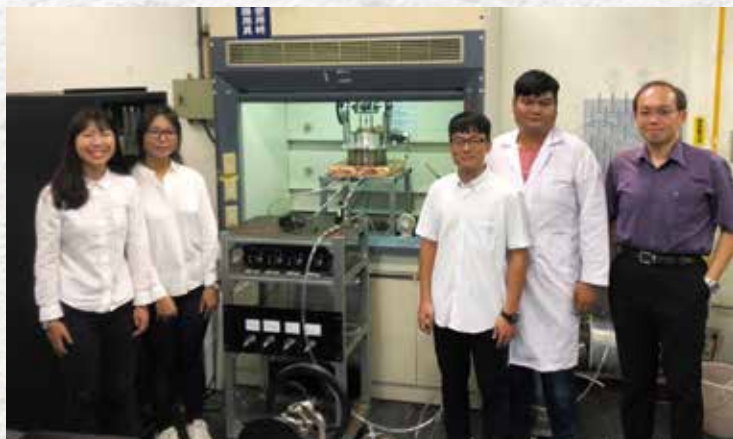
競賽緣起

這項對能源啟發與創新的比賽始於2018年，教育部舉辦「臺灣能——潔能科技創意實作競賽」，以能源為主軸，主辦單位期許學生可以發揮創意，創造具有價值的潔能創新作品，並透過競賽促進綠能科技創新開發與，同時也推廣節能整合應用。全球氣候變遷加劇，面對隨之而來的環境惡化以及能源短缺問題，各國相繼提出改善措施，在國內實施全民化且本土化的能源教育刻不容緩。實際參與「臺灣能——潔能科技創意實作競賽」的同學們將在日常生活中確實展開珍惜能源、愛護環境的行動，彼此激發創意、互相砥礪，為國內能源寫下嶄新的篇章。

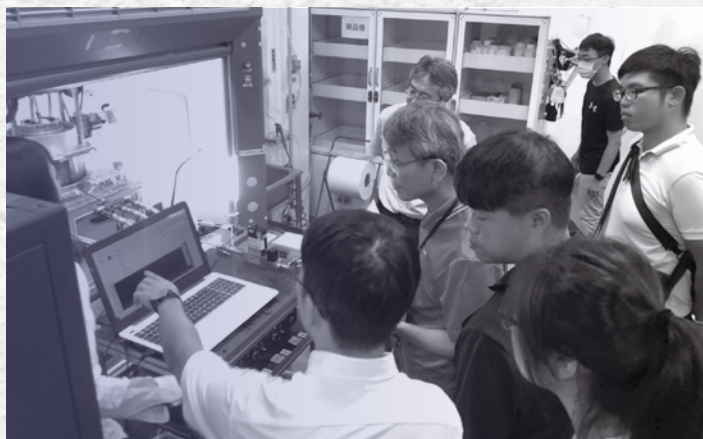
獲獎團隊的指導老師陳文立教授對於潔能科技創意實作競賽有著豐富的經驗，自2018年起，他就帶領著不同的學生分別參與了第一屆、第二屆的潔能科技競賽，在競賽中屢屢獲得佳績。而今年的團隊也不惶多讓，奪下了銀牌的殊榮。團隊成員們就讀於能源工程國際學位學程，他們不僅對於能源相關議題十分關注，關於國內能源發展走向與進步更是有著強烈的使命感，自許能夠應用所學，為環境貢獻一份心力。今年的參賽團隊在吳志勇老師以及陳文立老師的春風化雨之下，團隊再次寫下佳績，獲得了第三屆「臺灣能——潔能科技創意實作競賽」銀牌獎。

不只是競賽——任重道遠

「2020臺灣能——潔能科技創意實作競賽」對我們所有的成員而言，不僅僅是一場競賽，更是將身上肩負的責任傳承給學弟妹。參賽團隊的隊長胡博譚同學經常向團隊勉勵並且鼓勵我們要如何實現我們的願景，隊長胡博譚同學在去年就曾參與潔能科技創意實作競賽，也閱覽許多能源相關的學術議題，自此他便深刻的了解到氣候變遷、全球暖化的嚴重性。南北極的海冰消融、氣候極端事件發生越加頻繁，以及全球平均氣溫上升趨勢加劇等問題，即使這些問題還沒有嚴重地影響到我們的日常生活，在不久的將來卻是會帶來一連串人類難以控制的負面影響。胡博譚同學認為，現今人類所面臨的暖化問題猶如棒球比賽的第九局下半場，是人類最後僅存可以扭轉暖化情勢的關鍵，攸關人類存亡的重要時刻，而如何在這最後的關頭懸崖勒馬，將人類對地球的損害降到最低，是團隊、也是全人類最沉重的責任。胡博譚同學最常掛在嘴邊的句子便是「士不可不弘毅，任重而道遠」，對於他以及他的隊友而言，所有的學習、知識，不僅僅是自身涵養的提升，閱覽群書之目的更是使自己的心智更加堅忍，足以承擔起改善暖化問題的重任。



作品進行複賽審查。





設計構想簡圖。

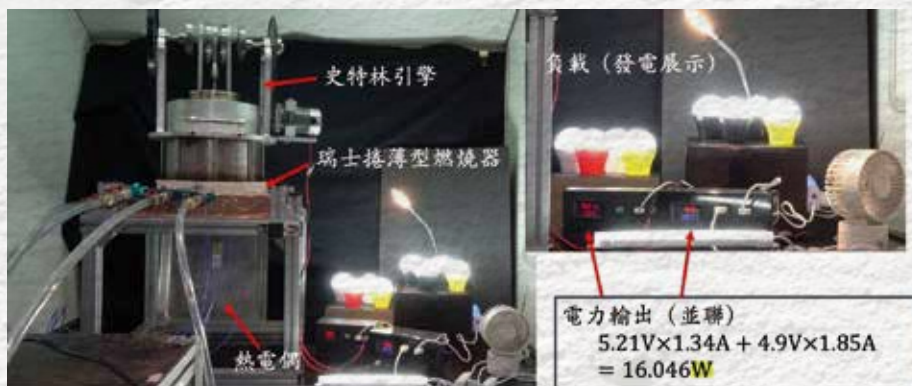
氣候變遷下的臺灣

工業化與社會生活水平提升，促使人們大量地消費化石燃料，隨之而來的全球暖化及空氣品質下降等問題逐漸成為當代十分重要的議題。根據世界能源會(WEC)的估計，世界的石油有可能將於40-50年內用盡，天然氣60-70年，煤礦則是在200-300年內會開採耗盡，世界各地所賴以維生的主要化石資源逐漸枯竭，能源的轉型勢不可擋。根據經濟部能源局所公布的108年臺灣能源結構，火力占比高達81.47%，核能占比11.79%，而再生能源的佔比僅僅只有5.56%；其中，國內發電使用之煤礦占比46.14%，石油占比20.08%，而天然氣占比33.26%，由於臺灣沒有上述的礦藏，所

有發電使用的原物料都必須仰賴國外進口，因此原物料價格隨著國際情勢而波動。在日趨稀少的自然資源下，購買原物料的價格逐年攀升，仰賴國際進口的原物料也成了國內電力資源的一大隱憂。除了原物料波動的因素之外，火力發電所使用的石化燃料為排放溫室氣體的主要來源，煤礦、石油在燃燒之後所產生的硫、 CO_2 、 NO_x 等眾多複雜成分不僅對空氣造成汙染，所衍伸的暖化議題更是破壞生態的元凶，因此尋找潔淨的再生燃料是當今最急迫的課題。團隊將以尋找在地的替代能源為目標，解開石化燃料所帶來的難題。

臺灣能不能？

火力發電廠所排放之廢氣嚴重的影響國人的生活，大量的汙染物是空氣污染的元兇。為了改善現況，團隊期許自己能夠尋找合適的替代能源，滿足國內能源轉型的需求，提供國人所需要的夠電力，並且以永續能源發展為目標，為國內潔淨能源奠定扎實的基礎。當今臺灣極力推廣之再生能源如太陽能、風能等容易受限於天氣與環境的影響，颱風或是天氣陰晴不定的不確定性增加了使用這些能源的難度，而上述再生能源的技術成熟度也尚未完全發展，使得此類再生能源在國內暫時無法大幅度的提升能源產量，如何突破此現況是團隊苦惱已久的問題。在現今臺灣所使用



實驗設備圖。



史特林引擎。

的化石燃料中，有別於煤礦以及石油燃燒會牌坊諸多溫室氣體，天然氣在燃燒之後成分較為單純，因此尋找出與天然氣相似的原物料做為銜接再生能源之燃料是極為可行的做法，為了將國內的再生能源再利用，團隊將目標瞄準養豬業，沼氣的生產大戶。

潛藏在畜牧場的黃金資源

以健康為考量，國內許多人堅持食用國產的安心肉品，然而在大啖美食之際，您是否曾想過生產這些優良肉品的背後，有著許多促使地球暖化的副加代價？

畜牧場，包括豬場，牛場，雞場等的年度用電量是很驚人的。根據文獻統計的數據，國內6千頭一貫式豬場一年用電25.9萬度，以每度3.1元計算共花費79.7萬元。牛場的用電量更多，250頭乳牛場一年用電就要14萬度，

共花費52萬元。雞場的用電量較少，以4萬隻蛋雞場為例，一年用電24.6萬度，共花費74.7萬元。在所有畜牧場中，散熱用的通風扇的用電是耗電的主因之一，其次是保溫/保冷設備與廢水曝氣的馬達耗電。國外文獻也歸納出在英國養豬過程電力的使用上，通風扇是數量最多也是消耗電能最多的設備，在夏季平均每月達15度電/隻，也就是每100隻豬在通風扇上每月要消耗1500度電，約4500台幣。可見不管在國內外，通風扇都是畜牧場，尤其是豬場耗電的主要因素之一，如果有辦法將這筆錢省下來，對豬場的營運會有很大的幫助。

除了畜牧場的用電量，養殖豬、牛以及雞隻所產生的大量沼氣也是暖化氣體的組成之一。我國環保法規要求養豬場必須設置厭氧發酵池以處理豬隻排洩物，而厭

氧發酵的副產品就是沼氣，沼氣中的甲烷是比CO₂強23倍的溫室氣體，對環境殺傷力強大。然而目前大部分的豬場對沼氣的處理方式就是直接排放至大氣中，這不僅破壞環境也浪費寶貴的能源，因此，將現今棄而不用的沼氣回收、再利用，是團隊成員將其作為替代能源的目標。

作品簡介——瑞士捲燃燒器驅動史特林引擎之電力輸出系統

火力發電廠的燃燒廢棄物激發了參賽團隊創作的動力，而取得容易的沼氣成為了他們作為替代燃料的首選，藉以改善空氣污染的現況，而設計中史特林引擎更是燃燒系統中不可或缺的一環，結合上裝置的特性再加以改良、實驗，尋找出最合適的設計以輸出電能是團隊最終的目標。

團隊參賽作品根源於史特林引擎優異的高效率並且不受熱源種類之影響，對史特林引擎來說，適當的溫度與熱傳供應是重要的操作參數，因此如何提供適當溫度的熱源來驅動史特林引擎成為團隊作品重要的核心關鍵之一；另外一方面，使用觸媒進行低溫氧化燃燒在燃燒學界中研究多年，其最大的挑戰乃在於如何將低階燃料完全氧化而取得化學能。參賽團隊自行設計具備雙費馬螺線結構之瑞士捲薄型燃燒器，並且自行製備觸媒球，硬體加工完成後，由團隊成員自行整合建構出參賽之作品，並且進行性能驗證，性能驗證中成功地使用示範綠色燃料二甲醚(DME)、甲烷(CH₄)與合成氣(Syn-gas, CO/H₂/CH₄混合氣)，此作品呼應了未來使用永續碳經濟燃料、農畜牧沼氣、與氣化生質能之需求。團隊參賽作品所展現的亮點是燃料種類不受限制，可以運用各種氣態燃料，尤其適用熱值或是低濃度的低階燃料，例如：混合較多空氣之天然氣、液化石油氣、合成氣(syngas)、各種製程含可燃尾氣之燃料，團隊作品實際示範之燃料為二甲醚(DME)、甲烷及合成氣，在使用一般常壓空氣作為史特林引擎的工作流體條件下，前述燃料皆可以趨動史特林引擎並且穩定地輸出16W電力。

在地實踐——畜牧場的改革

瑞士捲燃燒器能夠應用於各種低熱值燃料，以最顯明的例子而言，此作品能夠應用於在地產電結合沼氣，將隨手可得的養豬業廢棄物之沼氣應用於能源輸出。毛豬產業是臺灣產業的大宗，根據農委會

2020年5月最新之調查統計顯示，毛豬之養量為549.9萬，為世界前三大養豬大國。如此龐大的養豬產業帶來了十分可觀的沼氣量，飼養毛豬的過程所形成的沼氣之主要成分為甲烷，而甲烷在團隊的實驗測試中被證實可以作為瑞士捲燃燒器之燃料。由此可知，將養豬業所產生之沼氣應用於瑞士捲燃燒器能夠有效減少溫室氣體排放。如果我們可以拿沼氣問題來解決通風扇耗電問題，那將是一石兩鳥的完美策略。我們用瑞士捲燃燒器燃燒沼氣來推動一部小型史特林引擎，然後用史特林引擎產生的機械功經皮帶直接帶動通風扇，也就是用史特林引擎取代連接式傳動風扇的馬達，如此可以將沼氣再利用，省下可觀的電費。此作品若可大量生產並架設於養豬場中，對降低養豬造成的環境傷害與節能減碳將有很大的幫助。參賽之電力輸出系統也可以帶動發電機發電，以用來提供照明或其他電器用電。國內養豬規模達500萬頭，所以沼氣發電是一個潛力可觀且幾乎未開發的市場。

減少耗能——分散式發電

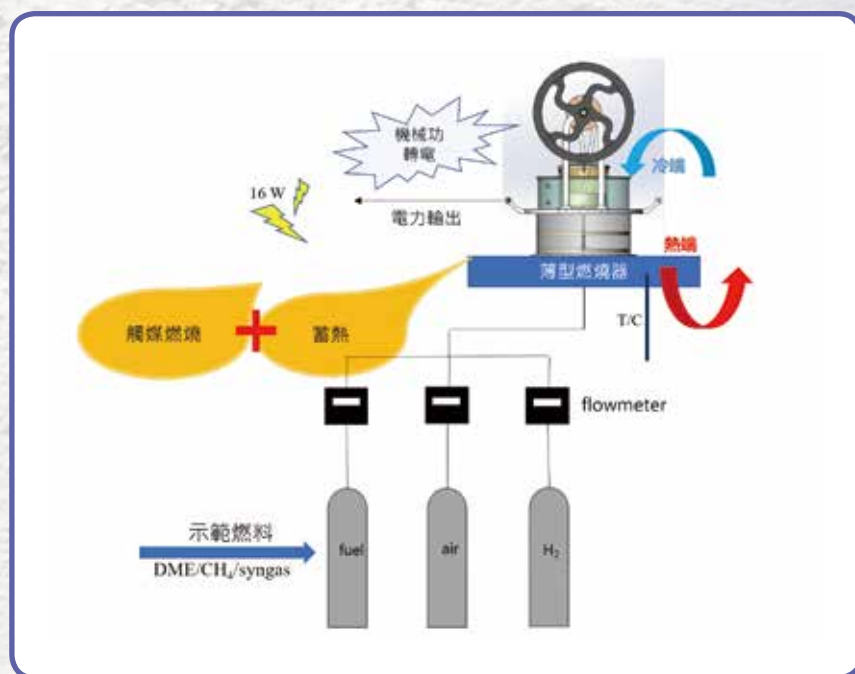
分散式發電的概念是利用電網連接多種小型發電和儲能系統的技術和系統，與集中式發電不同，分散式發電更有利於減少能源的耗損。集中式發電也就是大家常見的傳統的燃氣燃煤發電廠，需要架設長距離的電纜，將發電廠產生的電力傳送到用戶，由於電纜線的電阻影響，集中式發電將會損耗許多電力，形成不必要的浪費。而分散式發電的系統是小型、建設於用戶的附近，相較集中式發電。

漸少了許多輸電損失。除了電力耗損之外，分散式發電有益於偏遠地區的電力供應，不須要架設電網就能夠使用電能。分散式發電可以降低自然災害頻繁發生所帶來的傷害，當發電系統獨立於用電戶，國人便不必擔心集中式發電廠的設備受到颱風或是地震的破壞，避免了大規模跳電與缺電的困擾。將分散發電的概念應用於國內的養豬業，不僅能夠藉此降低養豬業因地區偏遠長途電纜限制的困擾，更是減少了能源散失，提升能源使用效率。

◦在畜牧業來說，將沼氣作為燃料應用於瑞士捲燃燒器與史特林引擎之系統，能夠使養豬戶形成分散式

發電。豬隻的養殖場多位於雲林與屏東地區，養殖業者可以透過此系統直接將豬隻所產生的沼氣用於飼養場電力供應，藉此不用仰賴長途電網的電力供應，能源能夠在地生產，創造電力自給自足的優勢。除此之外，透過分散式發電的應用，養豬戶避免了因長程電力傳輸所造成的能量損失，減少珍貴的能源耗損。

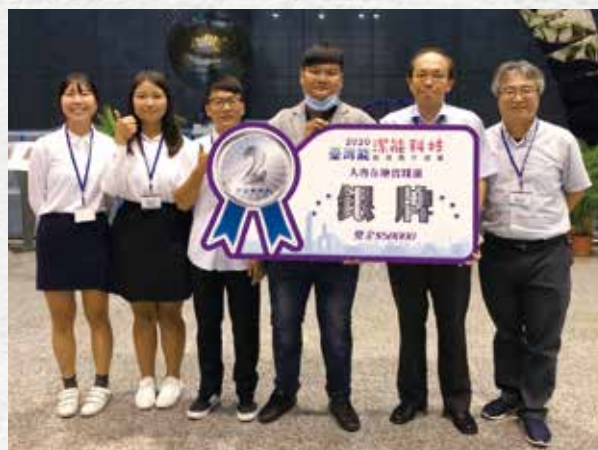
◦以其他農業而言，農業之植物性廢棄物可以產製氣化生質能，這些氣化生質能的燃料氣體熱值低，以甲烷、氫與一氧化碳等為主，因此可以直接於本作品中產生電力以達到分散式發電的效果。



實驗流程圖。



競賽獲獎。



永續環境——未來展望

團隊以回收養殖業的沼氣為目標，描繪出符合臺灣現況的替代能源藍圖。以沼氣作為替代燃料的構想保留了臺灣的土地風貌、使當地的歷史文化與自然生態繼續長存，而在地的產業結構與歷史記憶將會永久留存，許多人賴以維生的養殖業者得以在最小的改變下減少排放造成地球暖化的氣體，在生活中為地球付出一份心力。團隊成員表示，得知獲得銀牌的時刻除了欣喜，心中更是萬分感慨，獲獎的肯定讓他們有著更多的力量、更堅定的信念，持續實現自己為地球暖化盡一份心力的抱負。而在競賽之後，團

隊成員也將持續進行研究，將參賽的作品更加精進與改良，建構出最合適的系統，以供國內產業使用。

負重前行的起點

現今有著許多學者、前輩們持續努力減緩全球暖化的情勢，也積極的尋找著暖化後人類如何適應截然不同的生態與環境。所有的歲月靜好、現世安穩，皆是因為有這些前人替我們負重前行，當地球逐漸升溫，越發加劇的極端氣候與糧食短缺問題必定會將人類推向難以挽救的深淵。而此時此刻，正是我們起身為地球盡一份心力的時刻，對於參賽團隊而

言，參與「2020臺灣能——潔能科技創意實作競賽」只是他們邁向能源永續發展的開端，得獎的光榮為團隊成員加冕，賦予他們更加深沈的責任。

在這場與暖化情勢的戰爭中，沒有人是局外者。因應全球暖化的情勢，政府提出了許多政策，而身為地球公民的一份子，團隊也正在竭盡所能地尋找解方。往後團隊將繼續前行、將他們的心力投入於開發替代能源的重責大任中，而精進自己的同時，團隊的成員也將持續傳承他們的使命，讓更多人了解並投入地球暖化的課題。