

生質能源發電整合具熱插拔電池之 數位微電網系統

吳 耿 東

國立中興大學 森林學系 副教授
產學研鏈結中心 副主任
產業減碳推廣辦公室 執行長
wukt@nchu.edu.tw

2022年9月29日 13:30-14:35 (Virtual)



大綱 OUTLINE

- 興大生物能源研究核心實驗室
- 生質能源及生質物
- 生質物氣化技術內涵
- 芬蘭生質物氣化爐
- 興大OTWG氣化發電微電網技術
- 結語





生質能源發電整合具熱插拔電池之數位微電網系統

吳 耿 東 英國倫敦大學 博士 (化學工程) (1997)

國立中興大學 森林學系 專任副教授
 產學研鏈結中心 副主任
 產業減碳推廣辦公室 執行長
 新南向辦公室 執行長
 農資學院 生物能源研究核心實驗室 主持人
 工業技術研究院 綠能所 兼職特聘研究 (2005-)
 台灣經濟研究院 研究五所 計畫顧問 (2013-)
 逢甲大學化工系 兼任副教授 (2005-)
 亞太經合作組織(APEC) 新及再生能源專家小組 祕書 (2011-)
 APEC 泰國、馬來西亞 低碳能源同儕審查 (PRLCE) 審查專家 (2012、2013)
 亞太永續農業、食品與能源網絡 (SAFE) 台灣連絡人 (2018-)
 台灣生質能源技術發展協會 常務理事 (2016-)
 台灣生物炭產業發展協會 理事 (2020-)

【經歷】國立中興大學 創產學院 企劃行銷組 組長
 國立中興大學 創產學院 新南向辦公室 主任
 國立中興大學 環安中心環保組 組長
 工研院 能資所 專任研究員
 中台科大環安系 專任助理教授
 中原大學化工系 專任研究員 / 兼任助理教授

農業暨自然資源學院
 生物能源研究核心實驗室
BioenergyResearch
 Core Laboratory, CANR

■ BioEnergy Microgrid 4
Keng-Tung Wu, PhD
著作權所有 · 請勿擅自翻印或轉載



Keng-Tung Wu, PhD 吳 耿 東

研究領域

- 生質物熱化學轉換技術 (氣化、裂解、焙燒...等)
- 流體化工程
- 生質能源微電網系統
- 生物炭製備與應用
- 混沌動力學
- 亞太經濟合作組織(APEC)能源政策

➤ 連絡

TEL: +886-4-2284 0345 ext 140

FAX: +886-4-2287 3628

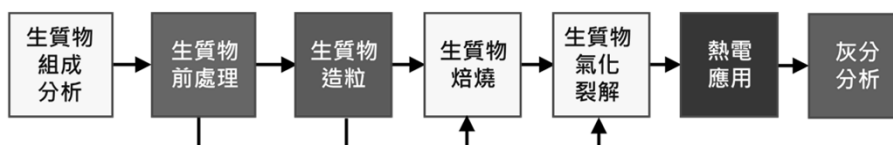
E-mail: wukt@nchu.edu.tw



核心實驗室共計兩間，樓板面積合計 166.39 m² (55.33坪)

建立以生質物經前處理 (乾燥、造粒、焙燒)、轉換程序 (氣化、裂解)、後端應用 (發電) 之生質物熱化學轉換利用的全程實作單元，同時配合操作儀器，分析生質物組成及其產物之特性。

全國唯一生質物熱化學轉換全程實作實驗室





生質能源發電整合具熱插拔電池之數位微電網系統

全國大學第一個 111年1月26日



國立中興大學
產業減碳推廣辦公室
Office of Industrial Carbon Offset
Promotions, NCHU



國立中興大學
產學研鏈結中心
General Center for Academia-Industry Collaboration

辦公室服務項目

1. 協助產業實施碳盤查
2. 建立碳供需資料庫
3. 提供減碳政策評估
4. 提供教育訓練與國際減量資訊
5. 媒合產業聯合減量活動
6. 協助產業提升減碳能量建置
7. 輔導企業實施CSR與ESG



中興大學：媒合雙邊減碳及建立抵換的最佳平台



工商部門 X 中興大學 X 農林部門

綠能科技 X 農業科技
森林碳匯 X 土壤碳匯
循環經濟 X 綠色投資
低碳法律 X 稅務管理

■ BioEnergy Microgrid 7

國立中興大學

Keng-Tung Wu, PhD

著作權所有，請勿擅自翻印或轉載



興大農資學院·生物能源研究核心實驗室
Bioenergy Research Core Laboratory
National Chung Hsing University, TAIWAN

中興大學

國立中興大學

國立中興大學

國立中興大學

國立中興大學

國立中興大學



國立中興大學



國立中興大學



國立中興大學



中興大學

國立中興大學

國立中興大學

生質能源發電整合具熱插拔電池之數位微電網系統

生質能源及生質物



BioEnergy Microgrid

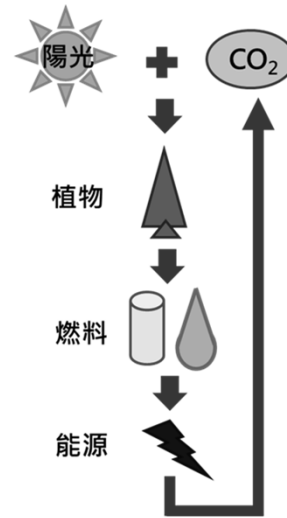
生質能定義

淨CO₂排放 = 0

- 生質能源 (biomass energy 或 bioenergy) 的基本觀念來自利用過程的二氧化碳淨排放被視為零。
- 當植物行光合作用，吸收陽光、二氧化碳及水分後，產生氧氣，並促進了植物的生長；而後再將植物取之作為燃料，在產生能源利用的過程中，其所釋放之二氧化碳再回到大氣中，形成一沒有增加二氧化碳淨排放的循環，因此，生質能被列為再生能源的一種。



資料來源：教育部能源科技種子教師培訓教材 (生質能撰稿人：吳耿東) (2013)



繪圖：吳耿東

我國再生能源發展條例 (2019.5.1 修正) 第三條

一、再生能源：指太陽能、生質能、地熱能、海洋能、風力、非抽蓄式水力、國內一般廢棄物與一般事業廢棄物等直接利用或經處理所產生之能源，或其他經中央主管機關認定可永續利用之能源。

二、生質能：指農林植物、沼氣及國內有機廢棄物直接利用或經處理所產生之能源。

六、氫能：指以再生能源為能量來源，分解水產生之氫氣，或利用細菌、藻類等生物之分解或發酵作用所產生之氫氣，做為能源用途者。

七、燃料電池：指藉由氫氣及氧氣產生電化學反應，而將化學能轉換為電能之裝置。

八、再生能源熱利用：指再生能源之利用型態非屬發電，而屬熱能或燃料使用者。

十一、再生能源發電設備：指除直接燃燒廢棄物之發電設備及非小水力發電之水力發電設備外，申請主管機關認定，符合依第四條第四項所定辦法規定之發電設備。

生活垃圾

農林漁業、工業廢棄物



Definition of Biomass Energy in EU

European Union

European Commission

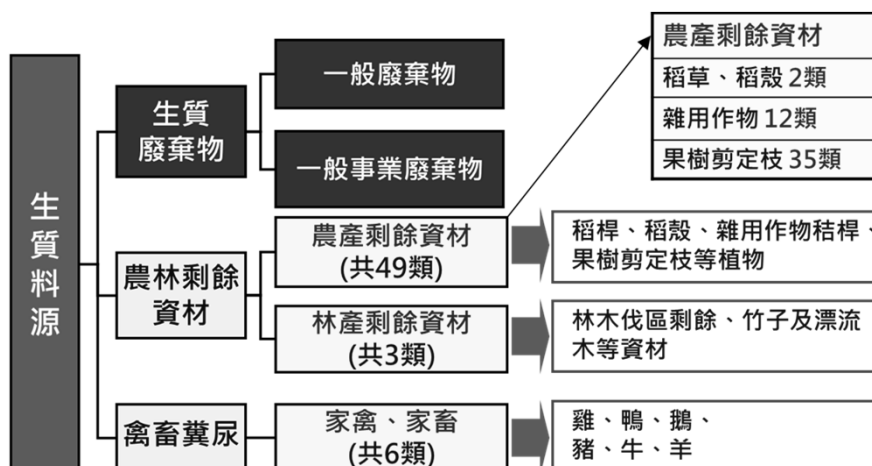
Directive 2003/96/EC, 27-10-2003

Taxation of Energy Products & Electricity

Biomass shall mean the biodegradable fraction of products, waste and residues from agriculture (including vegetal and animal substances), forestry and related industries, as well as the **biodegradable fraction** of industrial and municipal waste.



國內具潛力之生質料源種類



資料來源：錢建嵩 (2011)

■ 台灣生活垃圾組成分析

組成分析	占比 (wt%, wb)	三成分分析	占比 (wt%, wb)
紙類	37.60	含水率	49.68
廚餘類	32.95	可燃份	43.73
塑膠類	18.28	灰分	6.59
金屬類	0.66	低熱值 (LHV) (kcal/kg, wb)	2,080
玻璃類則	0.85		
其他*	7.79		

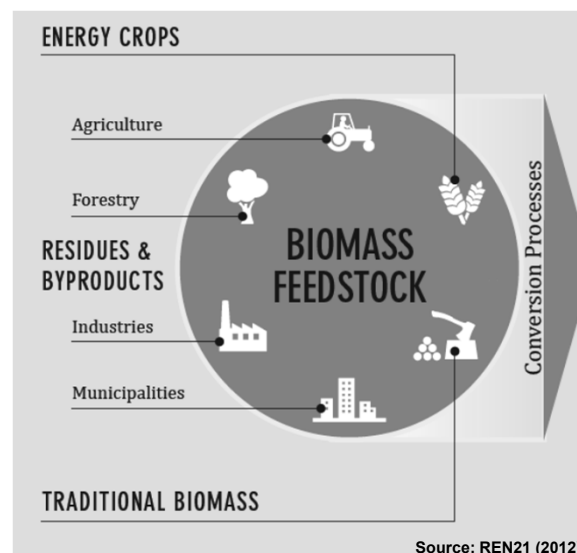
* 其他：皮革橡膠類、纖維布類及木竹稻草落葉類。

註：氯含量 ≈ 0.13 wt%, wb (1,300 ppm)

資料來源：環保署，107-108年度一般廢棄物最終處置前組成採樣及分析工作委託專案計畫期末報告 (2020)。

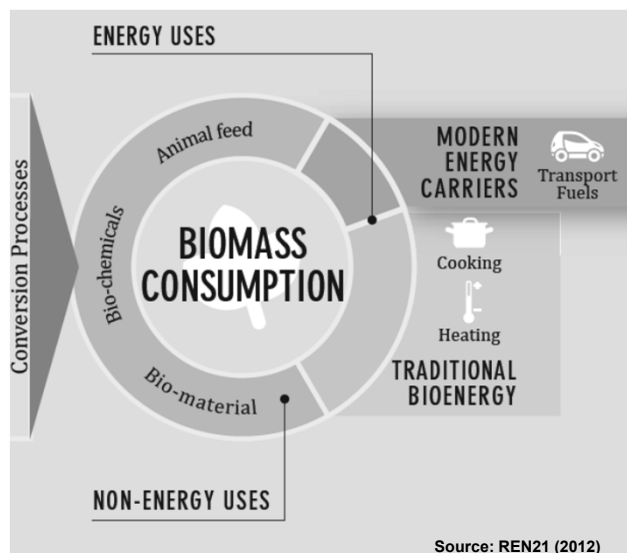
Biomass to Energy Pathways

1



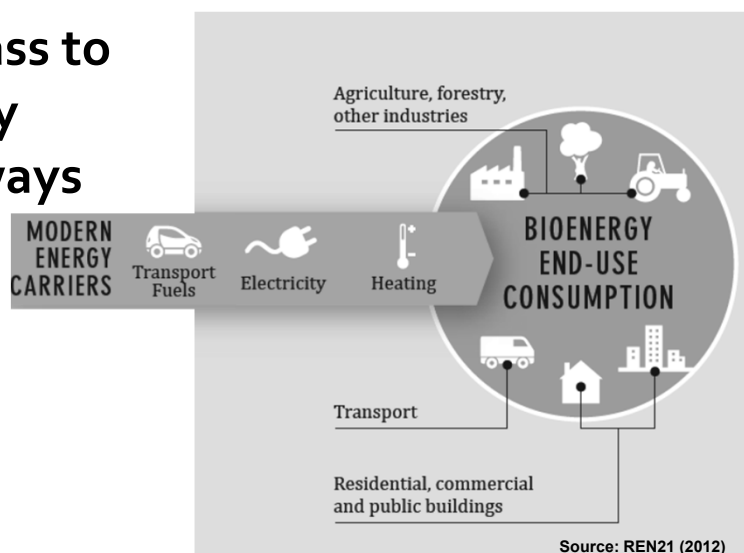
Biomass to Energy Pathways

2



Biomass to Energy Pathways

3



生質能技術分類

1. 依能源轉換程序分類

- (1) 前處理技術 (feedstock pretreatment)
造粒 (pelletization)、焙燒 (torrefaction)、
廢棄物衍生燃料 (refuse derived fuel, RDF)
- (2) 熱化學轉換技術 (thermochemical conversion)
燃燒 (combustion)、氣化 (gasification)、裂解 (pyrolysis)
- (3) 物理化學 / 生物化學轉換技術
(physiochemical /biochemical conversion)
轉酯化 (transesterification)、醱酵 (fermentation)、
光合作用 (photosynthesis)

資料來源：吳耿東 (2008) 認識生質能源，物理雙月刊，30(4)，377-388。

生質能技術分類

2. 依利用方式分類

- (1) 定置型生質物熱電技術 (stationary biopower)
燃燒、氣化、裂解、沼氣 (biogas) (醱酵)
- (2) 運輸用生質燃料技術 (transportation biofuels)
生質柴油 (biodiesel)、生質酒精 (bioethanol)、
生質氫氣 (biohydrogen)
- (3) 生質化學品 / 生化產品技術 (bioproducts)
以生質物作為原料，進行化學品的合成等技術，以取代以化石原料製成之產品

資料來源：吳耿東 (2008) 認識生質能源，物理雙月刊，30(4)，377-388。



國立中興大學



興大農資學院·生物能源研究核心實驗室
Bioenergy Research Core Laboratory
 National Chung Hsing University, TAIWAN

生質能源發電整合具熱插拔電池之數位微電網系統

生質物氣化技術內涵



BioEnergy Microgrid



生質能源發電整合具熱插拔電池之數位微電網系統

生質物熱化學轉換技術

Biomass Thermochemical Conversion Technology

技術	操作條件			產物分佈		
	需氧量	操作溫度	持溫時間	固體	液體	氣體
焙燒 (低溫炭化)	0%	200-350°C	0.5~2 小時	85%	10%	5%
炭化 (低溫裂解)	0%	400-500°C	1小時~數天	35%	30%	35%
裂解	0%	~ 500°C	10~20 秒	20%	50%	30%
快速裂解	0%	~ 500°C	1~2 秒	12%	75%	13%
氣化	15~35%	800-1,000°C	1~2 秒	10%	5%	85%
燃燒	> 120%	> 800°C	數秒	灰分	H ₂ O	CO ₂

Source: Adapted from Pyne (2007); 吳耿東等人 (2012)

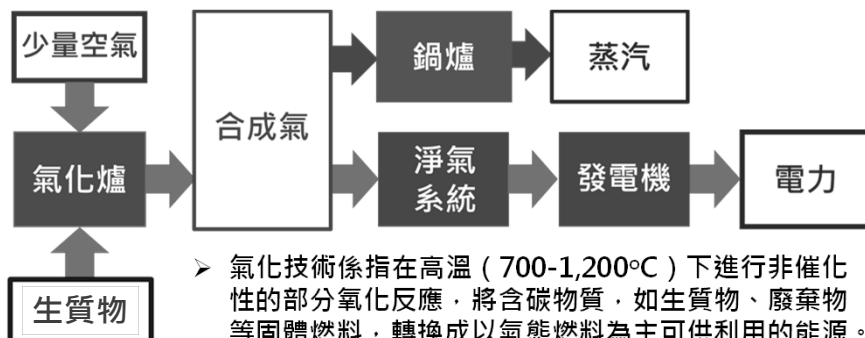
■ BioEnergy Microgrid 20



國立中興大學

Keng-Tung Wu, PhD
著作權所有 · 請勿擅自翻印或轉載

生質物氣化 (Biomass Gasification) 技術內涵



- 氣化技術係指在高溫 (700-1,200°C) 下進行非催化性的部分氧化反應，將含碳物質，如生質物、廢棄物等固體燃料，轉換成以氣態燃料為主可供利用的能源。
- 經氣化反應所產生的可燃氣體包括一氧化碳、氫氣、甲烷等，稱為合成氣，可作為鍋爐與發電機組的氣態燃料，提昇其能源效率。
- 兼具環保與能源之雙重效益。

Source: 吳耿東 (2020)

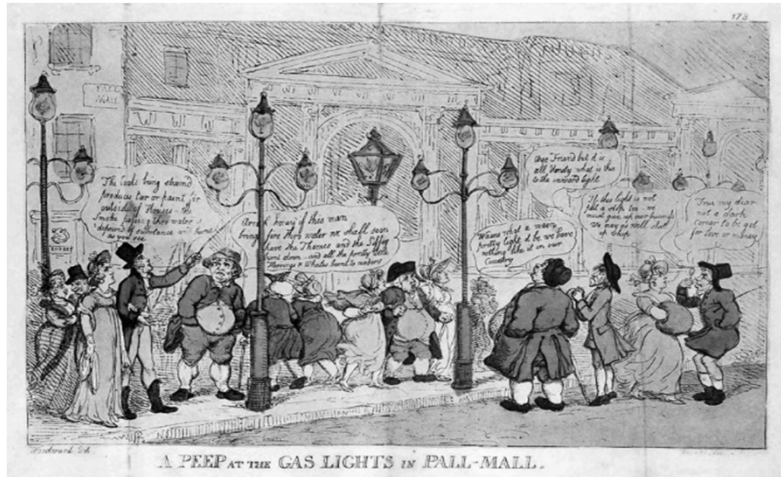
氣化發展史

- 1669 Thomas Shirley以碳氫化合物進行粗略的氣化實驗
- 1699 Dean Clayton由煤的熱裂解實驗得到合成燃氣
- 1788 Robert Gardner獲得了第一個關於氣化的專利
- 1792 英國William Murdock首次點燃合成燃氣供作屋內照明
- 1812 第一個氣化爐成型，使用油作為燃料
- 1840 世界首座商業用途的氣化爐建於法國
- 1850's 倫敦利用煤炭氣化生產「town gas」(即煤氣) 提供照明
- 1878 首次將合成燃氣成功地用於引擎發電
- 1901 蘇格蘭人J. W. Parker利用合成燃氣作為汽車引擎燃料
- 1914 一次世界大戰，氣化技術蓬勃發展
- 1937 二次世界大戰，石油短缺，氣化技術十分熱門
- 1950's 氣化技術為一項「被遺忘的技術」
- 1970's 能源危機，煤炭氣化再度受到重視
- 1970's 歐洲因伐木等帶來環境問題，氣化技術開始利用生質物
- 1990~ 廢棄物氣化技術大規模發展

Source: 吳耿東 (2000)

History of Gasification Tech

Gas street lights in London, 19th century



圖片來源：紐約大都會藝術博物館 (Rowlandson, 1809)

History of Gasification Tech



倫敦史密斯廣場聖約翰堂
(St. John's Smith Square)
門前的煤氣燈

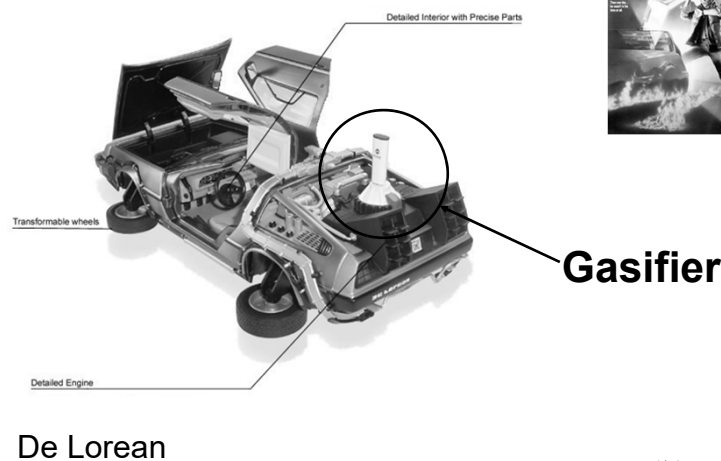
圖片來源：取自：谷歌街景 · 2020年11月

Future of Gasification Tech



圖片來源：環球影業

Future of Gasification Tech



De Lorean

圖片來源：環球影業

Future of Gasification Tech

I need fuel !!!



圖片來源：環球影業

■ BioEnergy Microgrid 27

國立中興大學

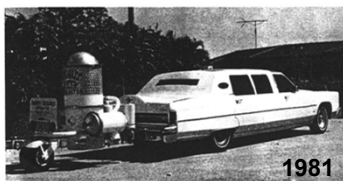
Keng-Tung Wu, PhD
著作權所有 · 請勿擅自翻印或轉載

It's Real!!!



1943

Germany, about 1943. Mass production of gas producer vehicles, Isbert factory, where some 500,000 gas producers were manufactured during World War II. (U. G. Donnelly)



1981

Miami, Florida, 1981. A charge of 110 lb of wood in the generator of this wood-powered 8,000-lb Lincoln Continental limousine takes it 85 miles or so on flat Florida terrain. In 1981, under a contract from the Department of Energy, its owner toured many southern universities demonstrating producer gas technology, especially to engineering students. (H. La Fontaine, 1995 Keystone Boulevard, Miami, Florida 33181, USA)



1981

Manila, 1981. This jeepney recently completed a 160-km test journey consuming 20 kg charcoal. At current prices of diesel and charcoal in Manila, the charcoal fuel is estimated to be one-fourth to one-fifth of the price of diesel, and based on daily travel of 100-150 km, the jeepney owner could repay the additional cost of the generator from savings in the cost of fuel in 5-6 months of operation.



2001

3. 9. 2001

Source: National Research Council (1983); Biomass Energy Foundation (2001)

■ BioEnergy Microgrid 28

國立中興大學

Keng-Tung Wu, PhD
著作權所有 · 請勿擅自翻印或轉載

■ 二戰期間 日本的木炭車

薪車
昭和14年(1939)



Source: 日本頸城自動車

■ 日本現代木炭車 (2006.12)



圖片來源：フォートラベル株式会社 (for Travel, Inc.) ・ 2007 ・ 取自：<https://4travel.jp/travelogue/10187886>)

■ 二戰期間員林客運公司的木炭車



Source: 北斗古文書老照片數位化建置計畫

■ Amateur Gasifiers for Cars in Finland

Vesa Mikkonen, Äänekoski



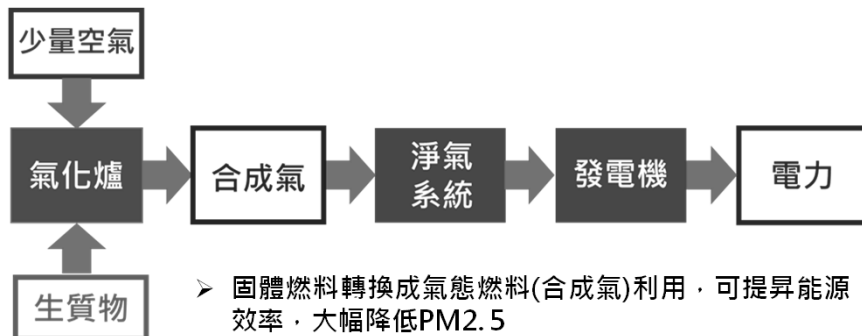
Fuel capacity: 130 kg peat
Drive length/batch: ca. 300 km
Fuel cost: ca. 2 c/km

Osmo Yli-Kärkelä, Kihniö



Source: Kurkela (2010)

氣化技術處理生質物之優點



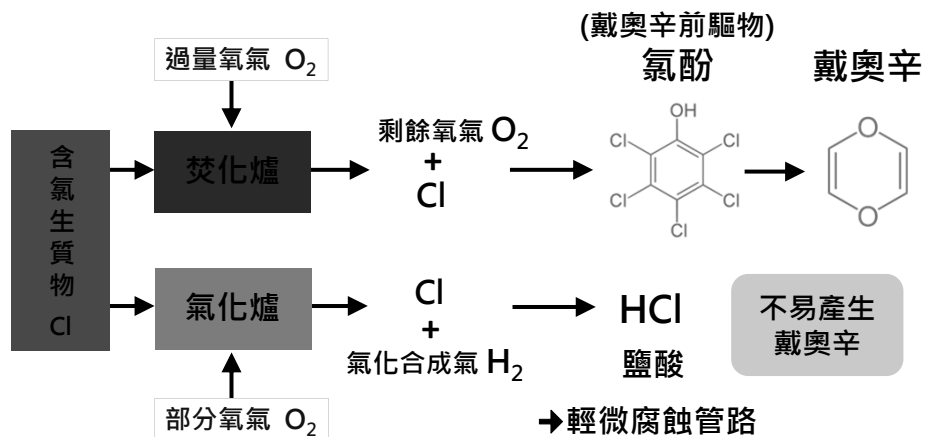
- 固體燃料轉換成氣態燃料(合成氣)利用，可提昇能源效率，大幅降低PM2.5
- 所需空氣量較直接燃燒時少，除塵設備投資低
- 氮氧化物及二氧化碳產生量少，較少污染
- 反應為部分氧化，剩餘氧量很少，可避免戴奧辛前驅物氯酚之產生

■ 氣化的優點 直接燃燒 vs 氣化

Source: 吳耿東 (2021)

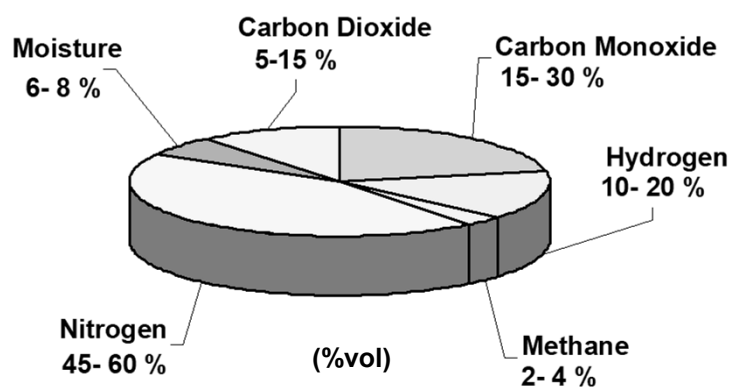
污染排放	直接燃燒	氣化
PM2.5	需在後端加裝袋式集塵器、水洗塔等以除去PM2.5等粉塵；因而會產生廢水。	所需空氣量較直接燃燒時少；若直接燃燒合成氣進行熱利用，幾乎不用裝置除塵設備。
NOx	易生成燃料性氮氧化物 (fuel NOx)，因此常需加裝選擇性觸媒還原脫硝 (SCR) 裝置。	所需空氣量較直接燃燒時少，無多餘的氧氣可供燃料的氮產生燃料性氮氧化物 (fuel NOx)；而大部分合成氣皆會含有大量的氮氣，所以後端的利用，也不易產生熱性氮氧化物 (thermal NOx)。
SOx	含硫原料在燃燒過程會產生硫氧化物 (SOx)，需在後端加裝除硫設備。	含硫原料在氣化過程易產生H ₂ S及COS酸性氣體，導致管路輕微腐蝕。
Dioxin	剩餘氧量多，易產生戴奧辛前驅物氯酚 (chlorophenols)，進而生成戴奧辛 (dioxin)。	剩餘氧量很少，可避免戴奧辛 (dioxin) 前驅物氯酚 (chlorophenols) 之產生。氯元素會與氫結合，形成鹽酸 (HCl)，導致管路輕微腐蝕。
Ash	不易燃燒完全，會產出大量灰渣。	底灰較直接燃燒少很多。

氣化技術可避免戴奧辛的產生



氣化合成氣 (Syngas)

(Gasification agent: air)



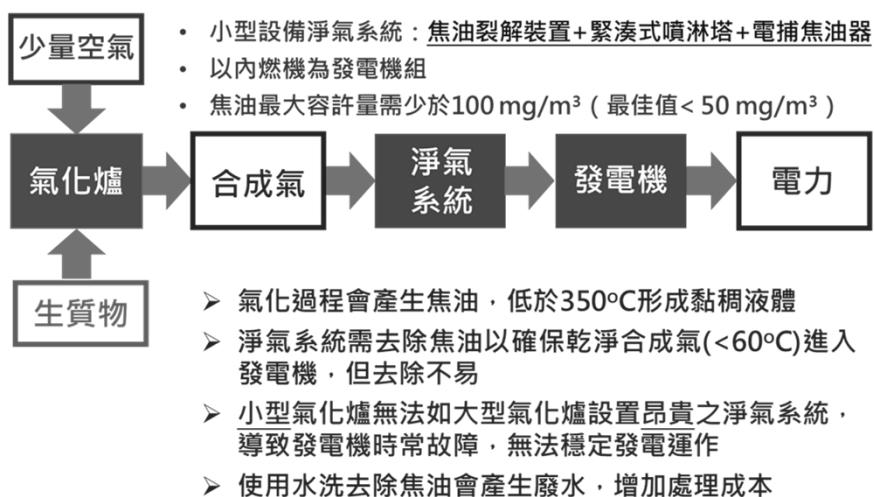
焦油 (Tar)：生質物氣化的最大難題

Tar = 分子量 > 苯 (78)

Tar Class	Class name	Representative compounds
1	GC-undetectable	None
2	Heterocyclic	Pyridine, Phenol, Cresols, Benzonitril, Quinoline, Isoquinoline, Dibenzophenol
3	Light aromatic	Toluene, Ethylbenzene, Xylenes, Styrene
4	Light polyaromatic	Indene, Naphthalene, Methyl-naphthalene, Biphenyl, Acenaphthyl Fluorene, Phenanthrene, Anthracene
5	Heavy polyaromatic	Fluoranthene, Pyrene, Chrysene, Perylene, Coronene, Triphenylene, Benzo(a)anthracene, Benzo(c)phenanthrene, Benzo(e)pyrene, Benzo(j)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene

Source: Devi et al. (2005)

小型生質物氣化技術之障礙





國立中興大學



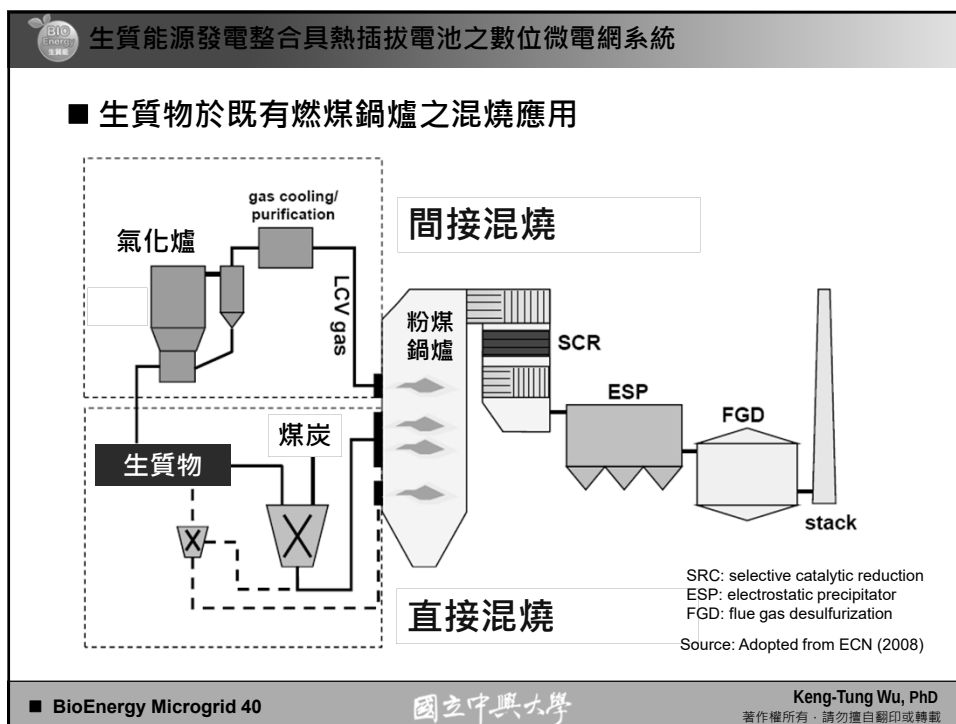
興大農資學院·生物能源研究核心實驗室
Bioenergy Research Core Laboratory
 National Chung Hsing University, TAIWAN

生質能源發電整合具熱插拔電池之數位微電網系統

芬蘭生質物氣化爐



BioEnergy Microgrid





■ 為何要混燒生質物？

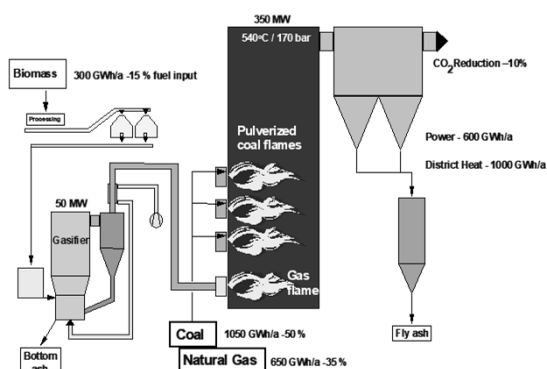


- 可利用既有鍋爐進行混燒
- 短期內可竣工，可降低設置成本及營運成本
- 生物質發電效率高
- 減少空污排放 (CO_2 , SO_x , NO_x)
- 避免廢棄物之處置

Source: Koppejan (2004)



Finland Lahti Kymijärvi Power Station 70 MWth CFB Gasifier



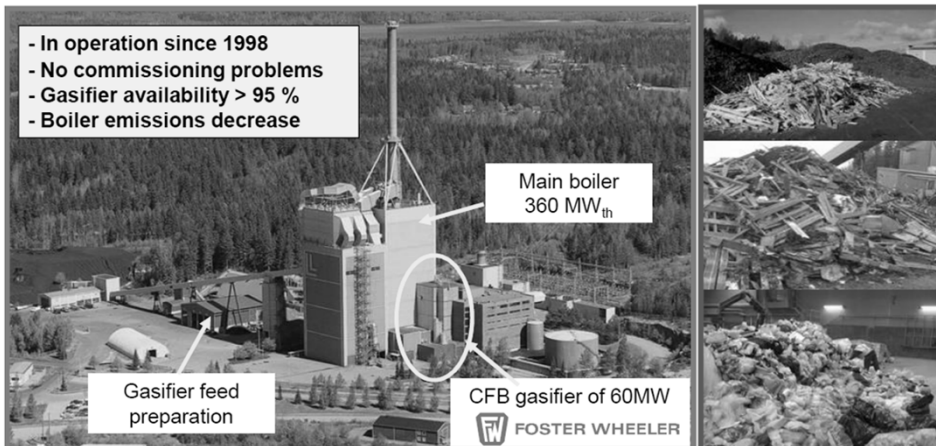
Source: ITRI (2000)



Kymijärvi Power Station
Lahti, Finland

Finland Lahti Kymijärvi Power Station 70 MW_{th} CFB Gasifier (shut down in 2019)

- In operation since 1998
- No commissioning problems
- Gasifier availability > 95 %
- Boiler emissions decrease



Source: Kurkela (2010)

■ 芬蘭拉第 (Lahti) 電廠氣化系統料源

使用燃料	1998	1999	2000	2001
生質物 (%)	71	57	63	61
REF* (%)	22	23	29	26
塑膠 (%)	--	13	7.4	12
廢紙 (%)	--	6.0	0.1	0.3
枕木 (%)	5.5	0.1	0.2	--
廢輪胎 (%)	1.5	0.9	--	--
合計 (噸)	79,900	106,200	91,800	116,100

* REF成份 (wt%) : 20-40 % 一般廢紙 ; 5-15 % 塑膠 ; 10-30 % 紙板。

氣化燃料：取代15% coal

包括木材廢棄物、包裝廢棄物、廢輪胎

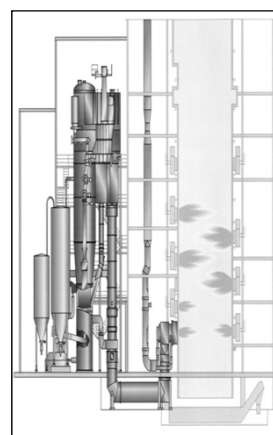
投資額：11.4百萬歐元

燃料節省：1.3百萬歐元/年

燃料成本：煤炭9.1歐元/MWh ; REF 4.4歐元/MWh ;

生質物 6.2歐元/MWh

回收年限：9年



Source: Kymijärvi Power Station (2000)

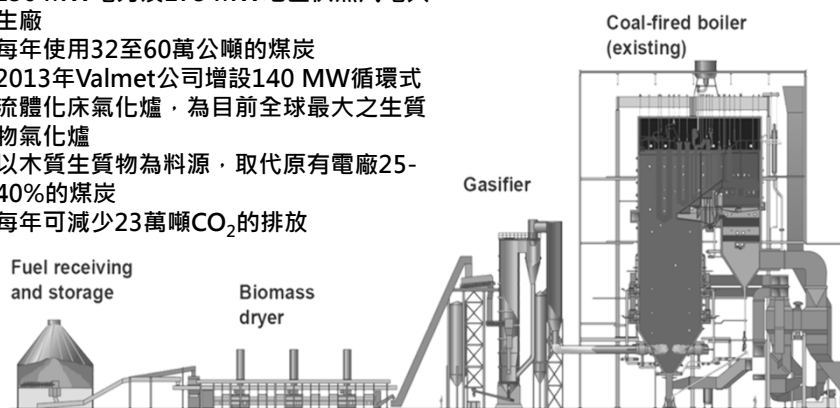
芬蘭Vaskiluoto第二電廠 (1982年建) (粉煤鍋爐)



Source: Partanen (2013)

芬蘭Vaskiluoto氣化混燒發電系統

- 芬蘭Vaskiluoto第二電廠 (1982年) (粉煤鍋爐)
- 230 MW電力及175 MW地區供熱汽電共生廠
- 每年使用32至60萬公噸的煤炭
- 2013年Valmet公司增設140 MW循環式流體化床氣化爐，為目前全球最大之生質物氣化爐
- 以木質生質物為料源，取代原有電廠25-40%的煤炭
- 每年可減少23萬噸CO₂的排放



Source: Isaksson (2015)



芬蘭Vaskiluoto氣化混燒發電系統

140 MW循環式流體化床氣化爐 (全球最大)



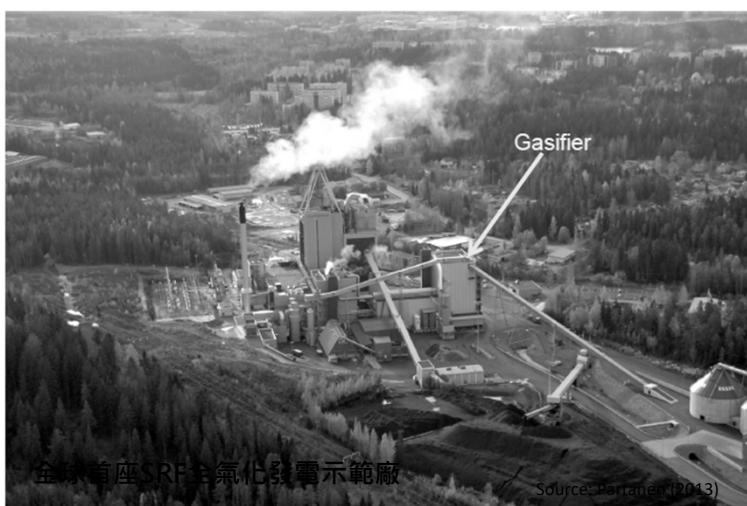
■ BioEnergy Microgrid 47

國立中興大學

Keng-Tung Wu, PhD
著作權所有 · 請勿擅自翻印或轉載



芬蘭 Kymijärvi II 氣化發電廠



■ BioEnergy Microgrid 48

國立中興大學

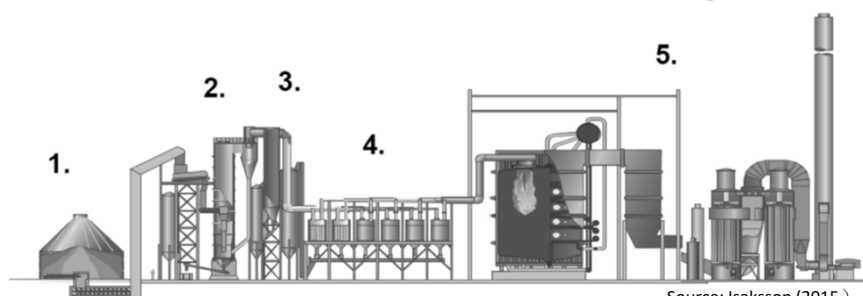
Keng-Tung Wu, PhD
著作權所有 · 請勿擅自翻印或轉載



芬蘭 Kymijärvi II 氣化發電廠

- Valmet公司於2012年在Lahti建置
- 全球首座SRF全氣化發電示範廠
- 兩座CFB氣化爐
- 提供50 MW電力及90 MW的熱能

1. Fuel handling
2. Gasifier
3. Gas cooling
4. Gas filter
5. Gas boiler and flue gas cleaning



Source: Isaksson (2015)



中興大學

國立中興大學

國立中興大學

國立中興大學



國立中興大學



國立中興大學



國立中興大學



中興大學

國立中興大學

興大OTWG氣化發電微電網技術



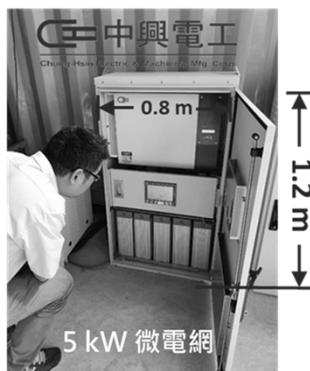
國立中興大學 OTWG生質物氣化發電系統



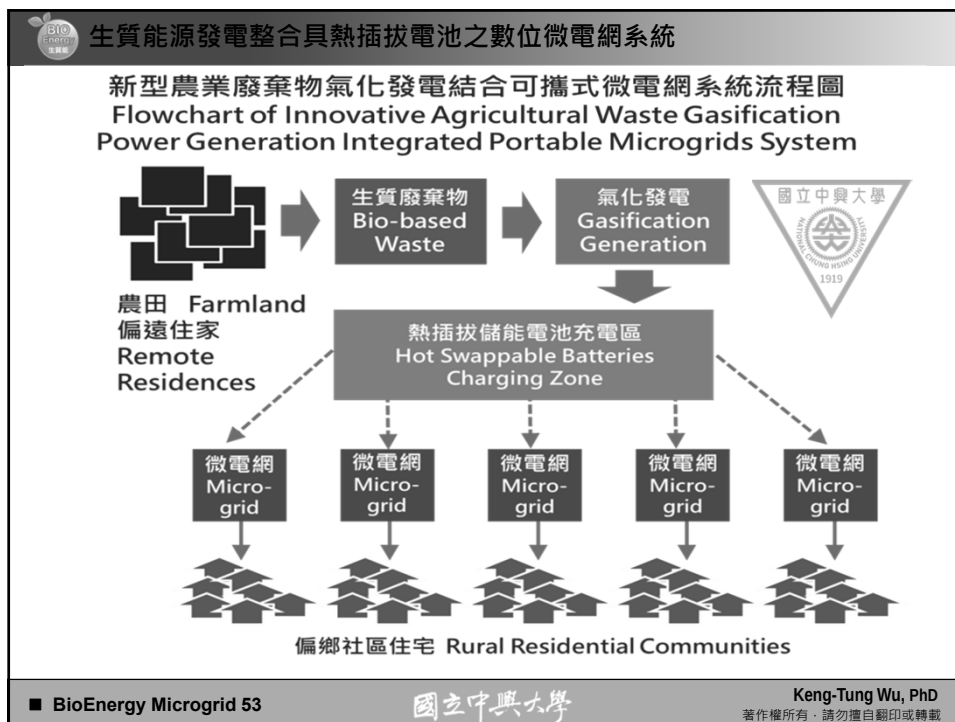
Source: 吳耿東 (2020)

國立中興大學 生質物氣化發電微電網系統示範場域

2019年11月12日
正式啟用



Source: 吳耿東 (2020)



生質能源發電整合具熱插拔電池之數位微電網系統

熱插拔儲能電池充電區 Hot Swappable Batteries Charging Zone

= 熱插拔儲能電池 Hot Swappable Battery

可在設備正常操作且不關機的狀態下，直接對電源供應器進行更換。

示意圖

Source: MIRAI-LABO Co., Ltd.

■ BioEnergy Microgrid 54

國立中興大學

Keng-Tung Wu, PhD
著作權所有，請勿擅自翻印或轉載

Microgrid System 中興電工 小型微電網裝置

Chung-Hsin Electric & Machinery Mfg. Corp.



Microgrid System
Household

700 x 300 x 1,200 mm Indoor
750 x 570 x 1,500 mm Outdoor



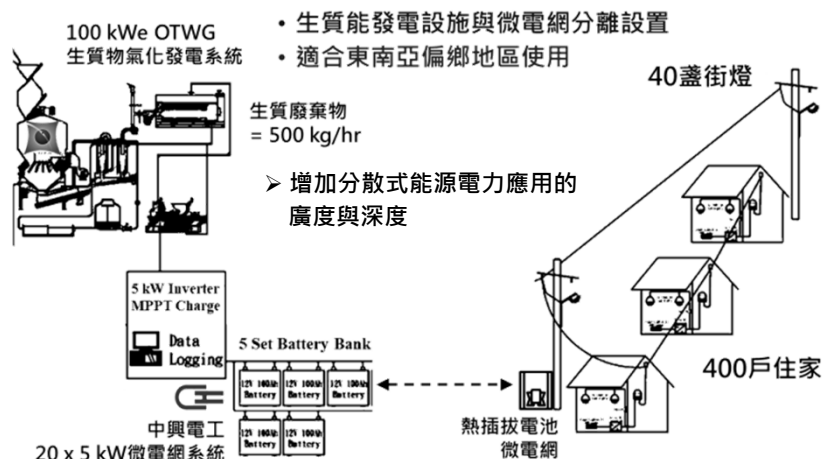
■ BioEnergy Microgrid 55

國立中興大學

Keng-Tung Wu, PhD
著作權所有 · 請勿擅自翻印或轉載

國立中興大學 生質物氣化發電微電網系統

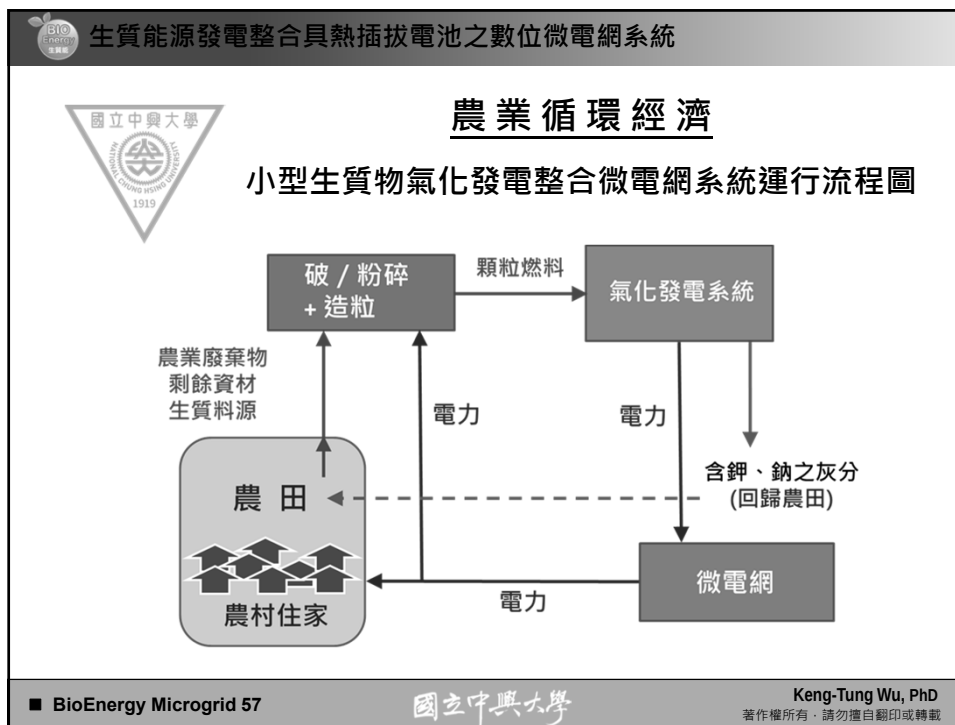
興大 OTWG 100 kW_e 農業廢棄物氣化發電系統
整合 20 x 5 kW 可攜式微電網系統



■ BioEnergy Microgrid 56

國立中興大學

Keng-Tung Wu, PhD
著作權所有 · 請勿擅自翻印或轉載



生質能源發電整合具熱插拔電池之數位微電網系統

111年度再生能源發電設備電能躉購費率 (111年1月28日公告)

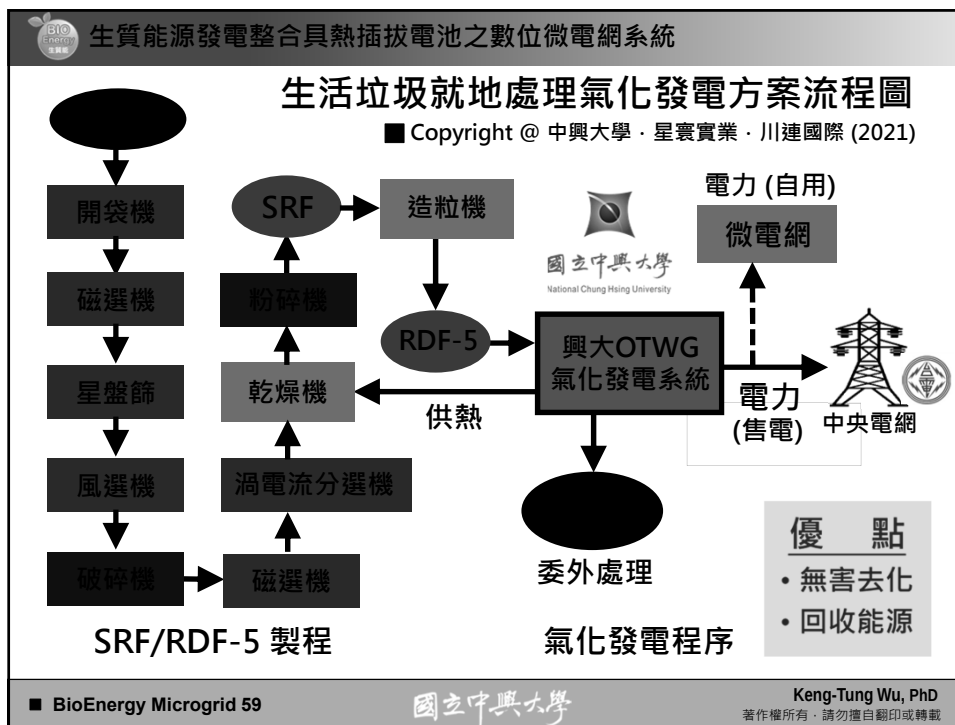
再生能源類別	分類	裝置容量級距	躉購費率(元/度)
生質能	無厭氧消化設備	1瓩以上	2.8066
	有厭氧消化設備		5.1842
廢棄物	一般廢棄物 及 一般事業廢棄物	1瓩以上	3.9482
	農業廢棄物		5.1407

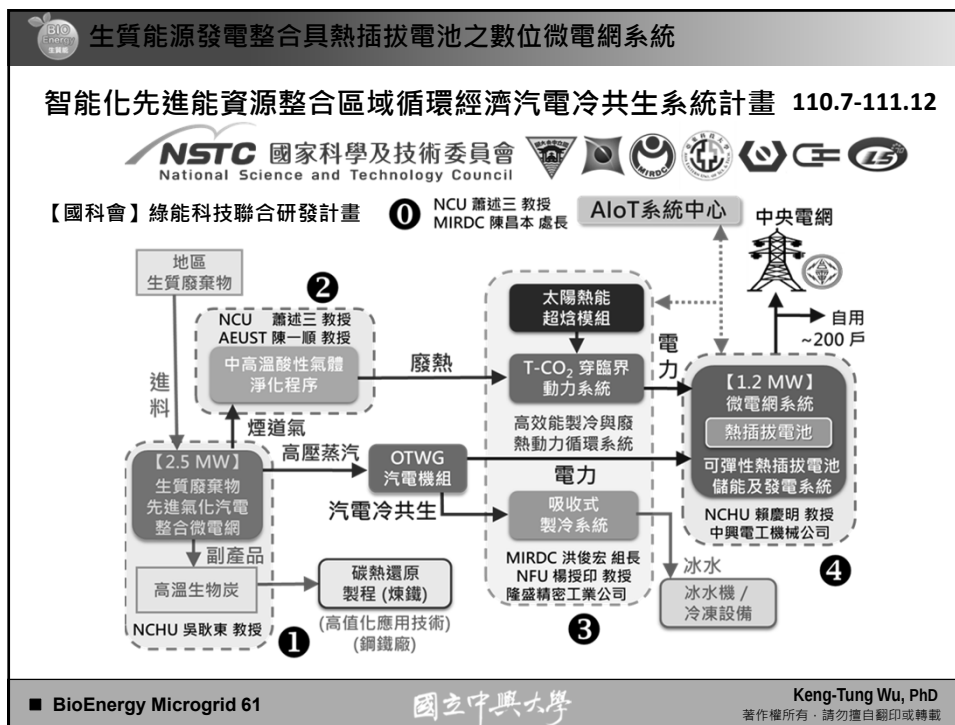
- 生質能發電設備：指利用農林植物、沼氣或經處理之有機廢棄物作為料源，轉換為電能之發電設備。
- 廢棄物發電設備：指利用一般廢棄物或一般事業廢棄物，經處理製成較直接燃燒可有效減少污染及提升熱值之燃料作為料源，轉換為電能且發電效率達25%以上之發電設備。

■ BioEnergy Microgrid 58

國立中興大學

Keng-Tung Wu, PhD
著作權所有，請勿擅自翻印或轉載





國立中興大學

BioEnergy Research Core Laboratory
National Chung Hsing University, TAIWAN

與大農資學院·生物能源研究核心實驗室

中興大學 國立中興大學 國立中興大學 國立中興大學 國立中興大學

國立中興大學 國立中興大學 國立中興大學 國立中興大學 國立中興大學

國立中興大學 國立中興大學 國立中興大學 國立中興大學 國立中興大學

生質能源發電整合具熱插拔電池之數位微電網系統

結語

BioEnergy Microgrid



Developing Bioenergy Microgrid Concept

RETIs

**Regulations
Economy
Technologies
Integration
Social Enterprise**

Source: Wu et al., Best Practices for Developing the Green Energy Smart Farm in the APEC Region, APEC (2017).



誌謝



國立中興大學【生質物氣化發電微電網系統】
承蒙國科會提供經費進行研發 (108-3116-F-008-004-CC1 及 109-3116-F-008-008-CC1 : 智能化多元料源高彈性氣化超臨界動力循環發電系統計畫 ; 110-3116-F-008-002 : 智能化先進能資源整合區域循環經濟汽電冷共生系統) 。
謹此致謝。



確保所有的人都可取得負擔得起、可靠的、永續的、及現代的能源。

【智能化先進能資源整合區域循環經濟汽電冷共生系統】
**Advanced Intelligent Circular Economy with
Combined Cooling, Heat & Power (CCHP) System**

ACEpower

Advanced Intelligent Circular Economy with Combined Cooling, Heat & Power System





生質能源發電整合具熱插拔電池之數位微電網系統

聯絡資訊



興大農資學院生物能源研究核心實驗室
Bioenergy Research Core Lab, CANR
National Chung Hsing University, TAIWAN

吳耿東 博士

國立中興大學
森林學系 副教授
產學研鏈結中心 副主任
產業減碳推廣辦公室 執行長

TEL: +886-4-22840345 ext 140

FAX: +886-4-22873628

E-mail: wukt@nchu.edu.tw



吳耿東 英國倫敦大學博士 (化學工程)

森林學系 副教授
產學研鏈結中心 副主任 · 產業減碳推廣辦公室 執行長
農資學院生物能源研究核心實驗室 主持人
APEC 新及再生能源專家小組 祕書
校址 40227 台中市南區興大路145號
電話 04-2284 0345 ext 140; 240; 340 傳真 04-2287 3628
信箱 wukt@nchu.edu.tw; kengtung.wu@gmail.com
統編 52024101

■ BioEnergy Microgrid 65

國立中興大學

Keng-Tung Wu, PhD

著作權所有，請勿擅自翻印或轉載



生質能源發電整合具熱插拔電池之數位微電網系統

100
NCHU since 1919



百年深耕 世紀躍升

Nurturing for a century, Flourishing in the centennial.



Thank you very much for your attention.

Contact: wukt@nchu.edu.tw (K-TWu)

■ BioEnergy Microgrid 66

國立中興大學

Keng-Tung Wu, PhD

著作權所有，請勿擅自翻印或轉載