

沼氣事業之永續發展

Development of Sustainable Biogas Enterprise

石家興 Jason Shih

中央研究院講座

北卡州大榮譽教授

百瑞國際生技公司 (BRI) 創辦人

生質能源研討會，台北；July, 17, 2015

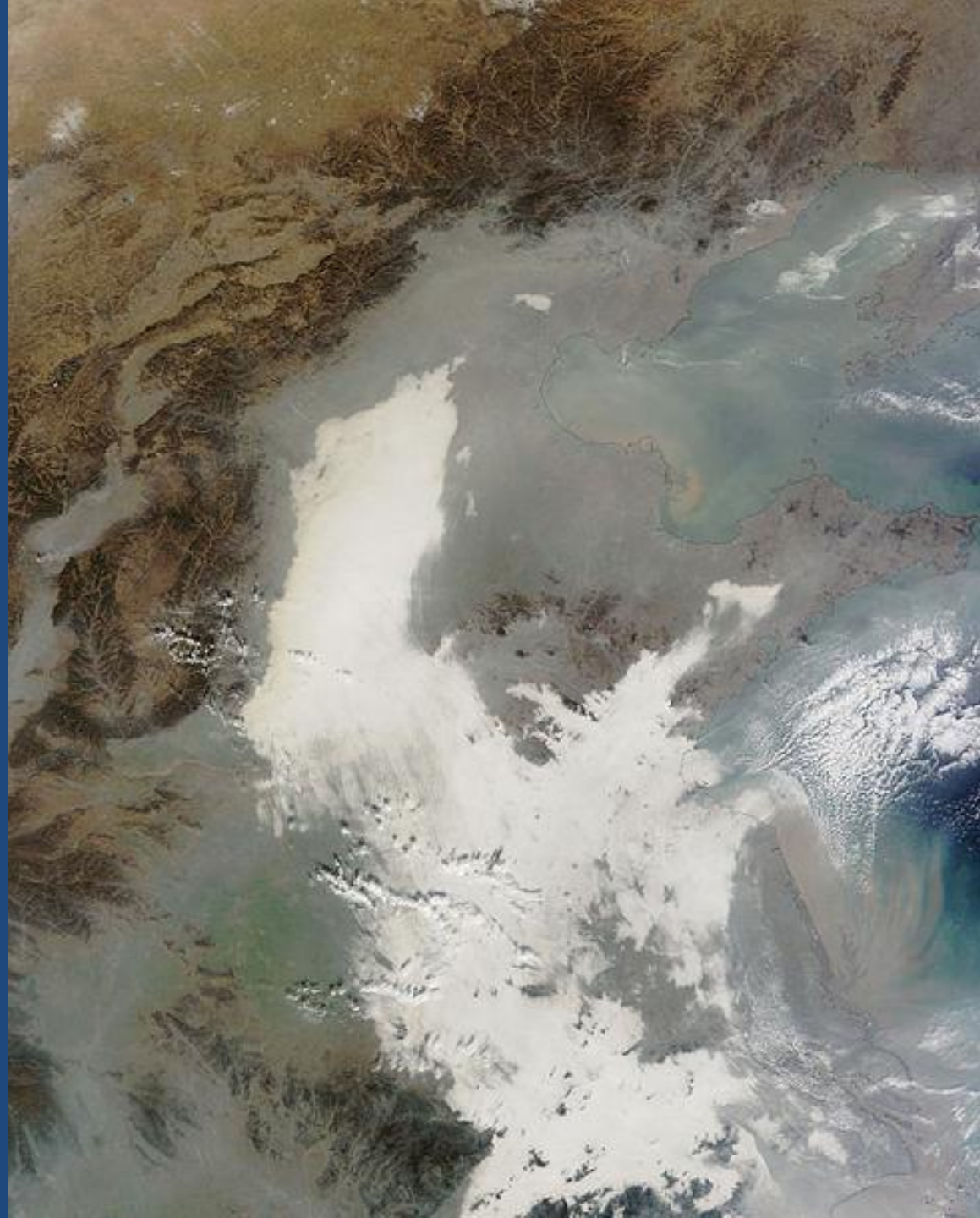
北極熊的惡夢





上海霧霾 (Shanghai smog) 2013 春





沼氣機遇地圖

美國環保署，農業部，能源部

Biogas Opportunities Roadmap

*Voluntary Actions to Reduce Methane Emissions
and Increase Energy Independence*

U.S. Department of Agriculture, U.S. Environmental Protection Agency, U.S. Department of Energy

August 2014



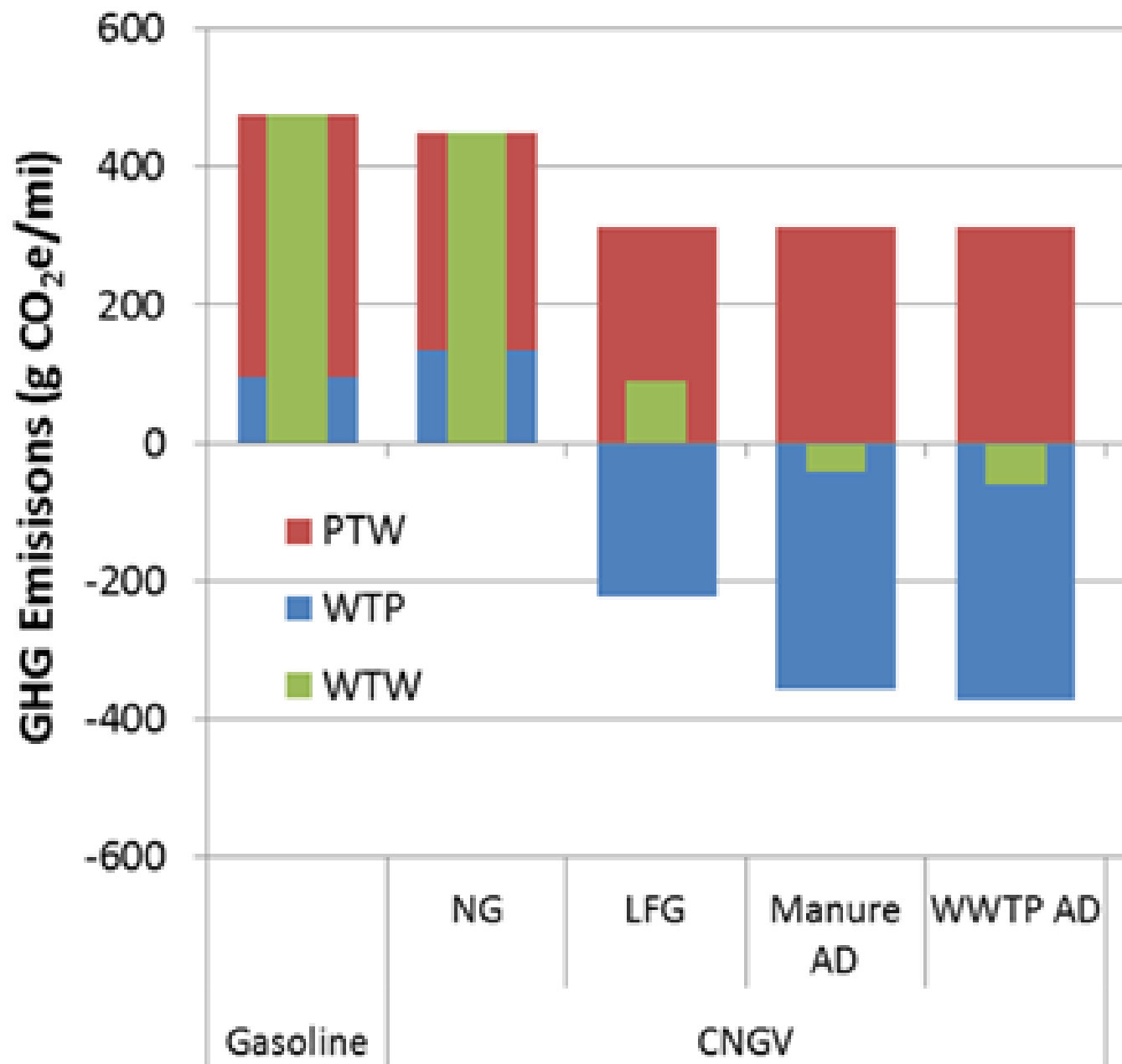
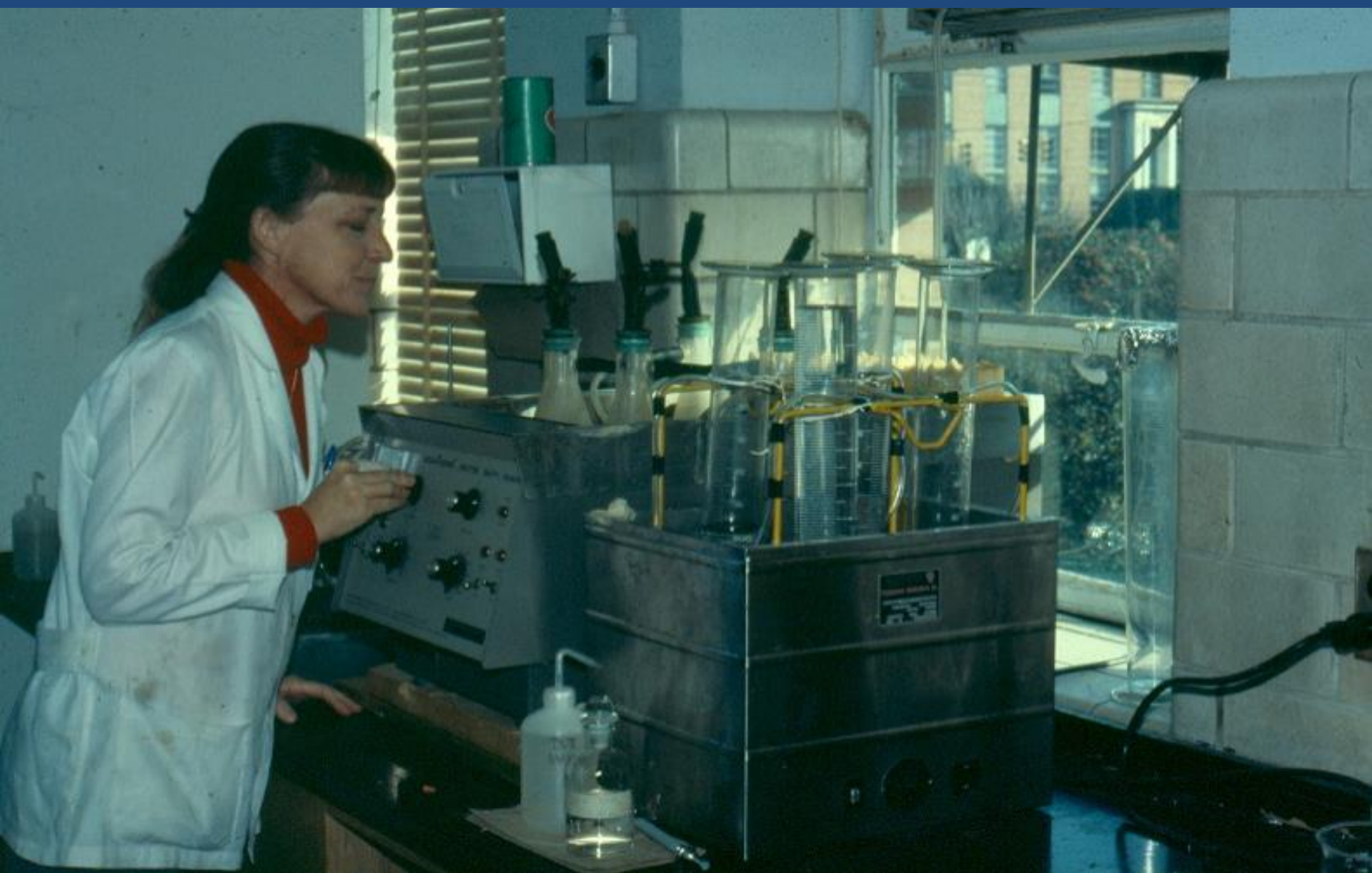


Figure 4 -Well to Wheel Emissions, Biogas v. Fossil Fuel Sources (PTW- Pump to Wheels, WTP- Well to Pump, LFG-

實驗室沼氣 (1981)



北卡州大高溫沼氣 (1984)



北京留民營 高溫沼氣(1992)



北京德清源沼氣

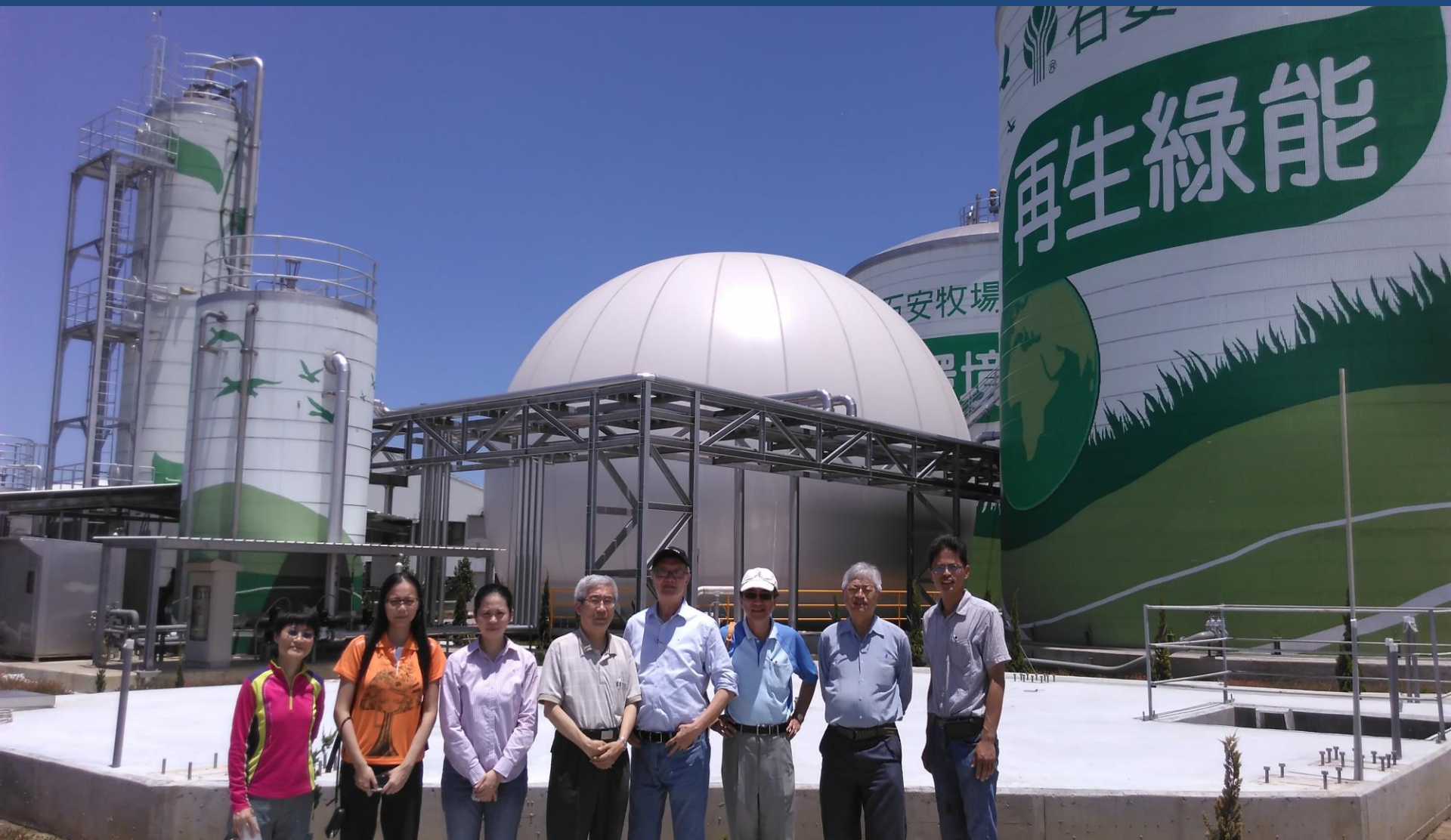
處理能力： 雞糞220噸/天 (TS 30%)
沼氣產量： 20,000立方米/天
沼氣發電裝機容量： 2兆瓦
沼氣發電量： 1,400萬千瓦時/年
沼渣沼液： 年產沼肥18萬噸
減排溫室氣體： 每年80,000噸CO₂當量
厭氧發酵罐： 3,000m³×4座
雙膜乾式貯氣櫃： 2,150m³



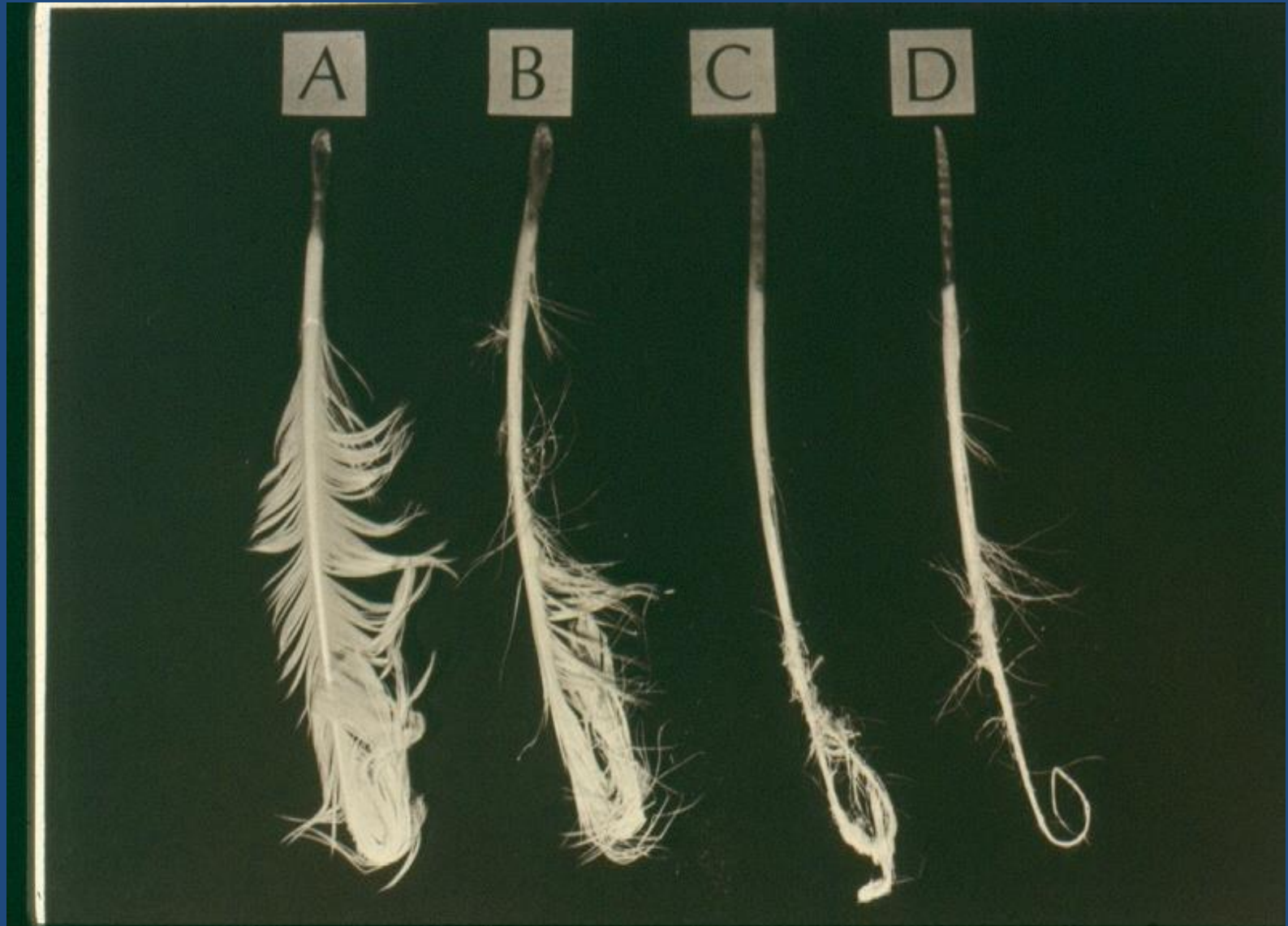
南寧沼氣車 (2012)



高雄石安牧場沼氣 (2015)



發現羽毛降解 (1987)



角蛋白酵素聯盟(Keratinase Alliance)

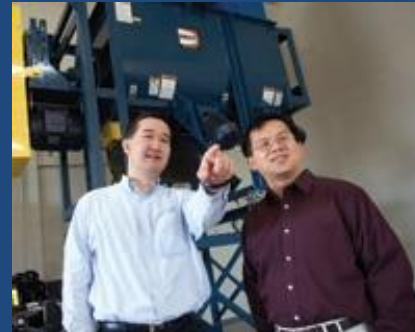


www.briworldwide.com

Industrial production
(Taiwan)



Formulation
(North Carolina)



Marketing
(Global)



美國沼氣廠現況 (USDA, 2014)

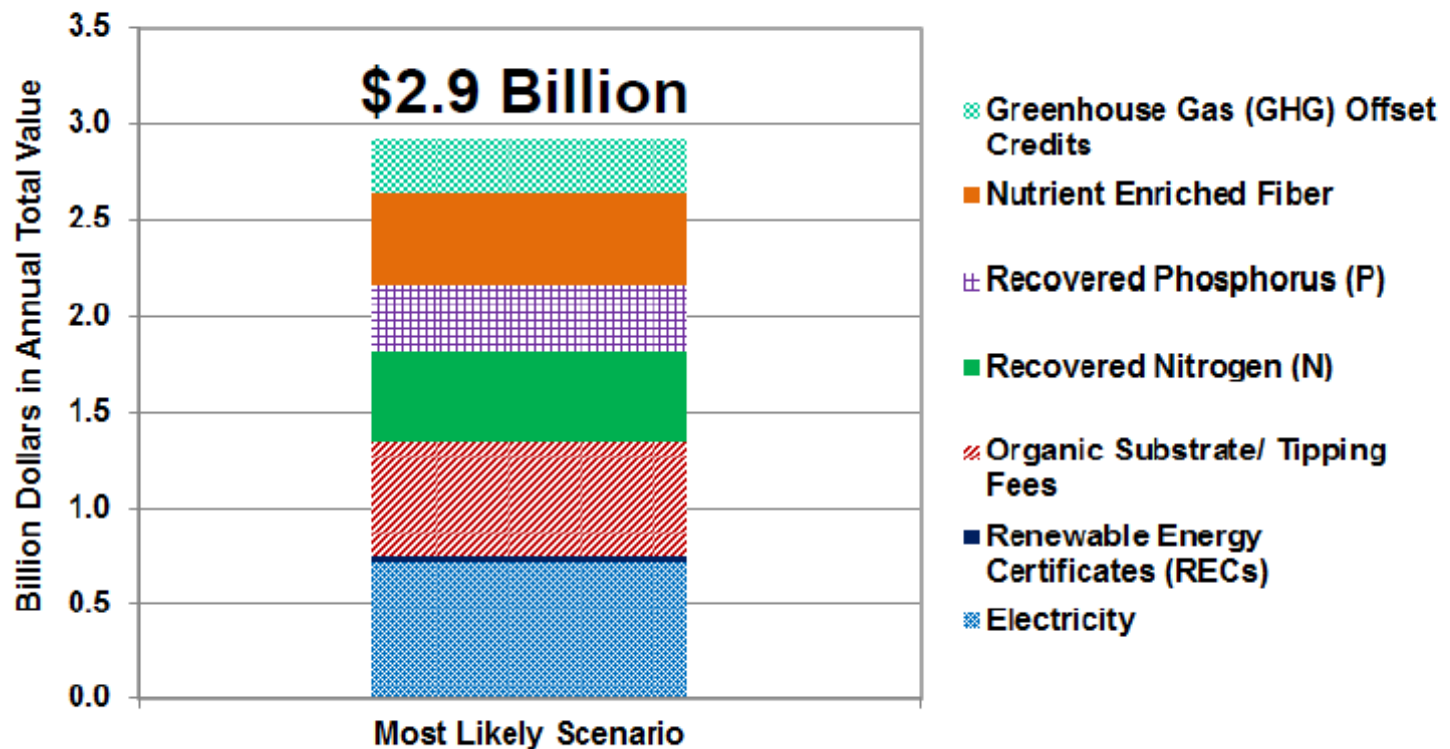
	畜牧場 Animal Wastes	掩埋場 Landfill	污水場 Wastewater Treatment	總計 Total
現有沼氣廠 Operational	239	639	1,241	2,116
可建沼氣廠 Potential	8,241	1,086	3,681	13,008

美國沼氣潛能估計 (USDA 2014)

	畜牧場 Animal farms	掩埋場 Landfill	污水場 Wastewater treatment	總計 Total
沼氣潛力 (billion m ³ /yr)	10	10	4	24
年能量 (x10 ¹⁸ BTU/yr)	142	142	67	351
發電潛能 (10 ⁹ KWh/yr)	13.1	22.5	5.6	41.2
家用當量 (10 ³ homes/yr)	1,089	1,864	539	3,492
節省車用油 (10 ⁶ GGE)	1,031	1,028	441	2,499

沼氣多樣產品的市場潛價值 (美國乳牛業)

Digester products market potential



Dairy industry can generate value by repurposing food waste from landfills, converting into renewable energy and providing for ecosystem services; resulting in a business model that enables a 21st century bioeconomy for food and agriculture

沼氣技術的獲益：

1. 清潔燃燒，能源再生。
2. 收集甲烷，利用甲烷。
3. 減碳排放，碳權有價。
4. 降減廢料，轉化能源。
5. 密閉操作，臭味控制。
6. 有機肥料，土地回沃。
7. 病害控制，食產安全。
8. 微生物多樣，新奇產品。

但是..... 成本？

雞糞料沼氣能源(Biogas Potential)

Biogas rate (60% CH ₄)	5.0 v/v/d
Biogas yield, dry manure	500 l/kg
Biogas yield, fresh manure	100 l/kg

Laying hens	1,000,000*
Manure wet/day	100 tons
Biogas/day	10,000 m ³
Heat/day (6,000 kcal/m ³ gas)	60,000,000 kcal
kwh/day (2.0 kwh/m ³ biogas)	20,000 kwh

* Equivalent to 100,000 hogs or 10,000 dairy.

虛擬沼氣廠投資回報率

固定投資：	土建工程	US \$ 0.40M
	大型設備 (發酵槽，儲氣 etc.)	1.30
	其他設備 (脫硫，除砂，後處理 etc.)	2.00
	發電機組 (1.0 MW)	0.96
	設計、調試、技術服務	0.40
	小計：	US \$ 4.66M
運行費用 (每年)		US \$ 1.75M
	總計：	US \$ 6.41M
收入 (每年)	沼氣發電(\$ 20,000 kWh/d)	US \$ 0.73M
	CDM (40,000 ton CO _{2e} /yr)	0.40
	有機肥料 (400 ton/d)	1.46
	總計：	US \$ 2.59M

投資回報率(ROI)： $6.41/2.59 = 2.47$ ；2.5 yrs

- 註: 1. 假設百萬蛋雞雞場，糞料量相當十萬頭肉豬場，或萬頭頭奶牛場。
2. 假設US\$0.10 per kWh。
3. 假設有機肥料US \$ 10 per ton。

路障 (Roadblocks)

- 對沼氣技術的功能缺乏全面性了解
- 沼氣市場的不確定性
- 市場尚未成熟
- 缺少對能源、非能源產品的全面評價
- 地方、州省、國家政策、法規不一
- 缺少成功案例
- 缺乏科學、技術、應用的研究和開發：
料源開發，共發酵，再生能源尖兵，聯
通煤氣，微生物學，生物科技，有機肥料，
研發經費

永續發展 (Sustainability)

資源永續(Resource)

環境永續(Environmental)

經濟永續(Financial)

文明永續(Civilization)